

M.T. Gulamova , Sh.Q.Norov

N.T.Turobov

ANALITIK KIMYO

fanidan oziq-ovqat texnologiyasi yo'nalishi

bo'yicha

bakalavrlar uchun o'quv qo'llanma

Toshkent

Taqrizchilar:

R.Ro`ziyev – Tosh K.T.I “Analitik kimyo” kafedrası professori, kimyo fanlari doktori

Yoriev O.M.

Buxoro Davlat Universiteti prorektori,
Professor

Salomov H.T.

Oziq-ovqat mahsulotlari texnologiyasi
fakulteti dekani, professor.

O'quv qo'llanma ikki qismdan iborat bo'lib, birinchi qismda kimyo-viy analizning turlari (sifat va miqdor), nazariy asoslari, ionlarning tur-kumlanishi, guruh kation va anionlarining umumiy tavsifl, ularning xu-susiy reaksiyalari, aralashmalarni sistematik va bo'lib-bo'lib analiz qilish usullari, shu bilan birga miqdoriy analiz, titrimetrik (hajmiy) analiz usul-lari ham keltirilgan.

Qo'llanmaning ikkinchi qismida fizik-kimyoviy analiz usulining turlari: elektrokimyoviy, optik, ajratish va konsentrlash usullarining nazariy asoslari, afzalliklari va tajriba ishlarini bajarish bo'yicha ko'rsatmalar berilgan.

O'quv qo'llanma oziq-ovqat texnologiyasi bo'yicha ta'lim olayotgan bakalavrlar uchun mo'ljallangan bo'lsa-da, undan barcha oliy o'quv yurt-larining talabalari ham foydalanishlari mumkin.

MUNDARIJA

KIRISH	8
I QISM	9
IMavzu: SIFAT ANALIZ ASOSLARI.....	9
1.1.Sifat analizining usullari.....	9
1.2.Analitik reaksiyalapHing bajarilish usullari...	10
1.3. Analitik reaksiyalapHi amalga oshirishning shart-sharoitlari, reaksiyalapHing sezgirligi, o'ziga hosligi.	12
1.4 Eritmani bo'lib-bo'lib va sistematik analiz qilish ...	13
1.5 Guruh reagenti. KationlapHing analitik guruhlariga bo'linishi ...	14
1.6. Kationlar analitik klassifikაციyasining D.I.Mendeleevning davriy sistemasiga bog'liqligi	16
1.7. Analitik kimyo laboratoriyasida ishlash qoidalari	18
1.8. Birinchi analitik guruh kationlarining umumiy tavsifi.	19
Birinchi analitik guruhi kationlariga hos bo'lgan hususiy reaksiyalar... ..	20
Mavzu yuzasidan savol va mashqlar...	23
II Mavzu: GOMOGEN SISTEMALARDA MUVOZANAT.....	24
2.1 Massalar ta'siri qonuni va undan analitik kimyoda foydalanish.....	24
2.2. Elektrolitik dissocilanish.....	27
2.3 Brensted - Lourining protolitik nazariyasi.....	29
2.4. Aktivlik. Aktivlik koefficienti va ion kuchi.....	33
2.5. Suvning ionlanishi. Vodorod ko'rsatgich, pH... ..	35
2.6. Bufer eritmalar.....	37
2.7. TuzlapHing gidrolizi	40
2.8. Amfoterlik.	49
2.9. Ikkinchi analitik guruh kationlari umumiy tavsifi.	51
2.10. Guruh reagentining ta'siri	52
2.11. Birinchi va ikkinchi analitik guruh kationlari aralashmasining tahlili	

(NH_4^+ , K^+ , Mg^{2+} , Ca^{2+} , Ba^{2+}).....	76
Mavzu yuzasidan savol va mashqlar	57
III Mavzu: GETEROGEN SISTEMALARDA MUVOZANAT	60
3.1. Cho'ktirish – kimyoviy analiz usuli	60
3.2. Eruvchanlik ko'paytmasi	61
3.3. Cho'kmalapHing hosil bo'lishi va ularga ta'sir qiluvchi omillar.	64
3.4. Kompleks birikmalar.....	65
3.5. Oksidlanish-qaytarilish reaksiyalari	70
3.6. Uchinchi analitik guruh kationlari umumiy tavsifi... ..	74
3.7. Guruh reagentining ta'siri.	82
3.8. Uchinchi guruh kationlari aralashmasining tahlili.	83
3.9. To'rtinchi analitik guruh kationlariga umumiy tavsif	85
3.10. Guruh reagentining ta'siri.	85
3.11. To'rtinchi analitik guruh kationlari aralashmasining tahlili	92
3.12. Beshinchi analitik guruh kationlari umumiy tavsifi.	92
3.13. Guruh reagentining ta'siri.	92
3.14. Beshinchi analitik guruh kationlari aralashmasining tahlili.....	97
3.15. AnionlapHing umumiy tavsifi	97
Mavzu yuzasidan savol va mashqlar	106
IV Mavzu. MIQDORIY ANALIZ	108
4.1. Tortma (gravimetrik) analiz	109
4.2. Miqdoriy analizdagi hatolar	110
4.3. Tajriba mashg'ulotlari	121
1 – ish. $\text{BaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ tarkibidagi kristallangan suv miqdorini aniqlash... ..	121
2 – ish. Bariy hlorid tarkibidagi bariyning miqdorini aniqlash.	123
Mavzu yuzasidan savol va mashqlar	126
V Mavzu: HAJMIY (TITRIMETRIK) ANALIZ	129
5.1. Eritmalar konsentratsiyasini ifodalash	129
5.2. Hajmiy analizning mohiyati	131
5.3. Titrlangan eritmalar tayyorlash	133

5.4. Kislota – asosli titrlash (neytrallash) usuli.	134
5.5. Indikatorlar	135
5.6. Titrlash egri chiziqlari.	139
5.8. Tajriba mashg'ulotlari	144
1 – ish. NaOH eritmasining titrini aniqlash.....	144
2 – ish. Eritmadagi H_2SO_4 miqdorini aniqlash.....	146
3 – ish. Sutning kislotaliligini aniqlash.	148
4 – ish. Qatiqning kislotaliligini aniqlash.	148
5 – ish. Muzqaymoqning kislotaliligini aniqlash.	149
6 – ish. Pivoning kislotaliligini aniqlash.	150
7 – ish. Sirkadagi sirka kislota miqdorini aniqlash.	150
8 – ish. Nonning kislotaliligini aniqlash.	151
9 – ish. Moy yoki yog' tarkibidagi yuqori molekulyar yog' kislota miqdorini aniqlash.....	153
Mavzu yuzasidan savol va mashqlar.	154
VI Mavzu: HAJMIY ANALIZNING OKSIDLANISH-QAYTARILISH USULI.....	157
6.1. Oksidlovchi va qaytaruvchilarning molyar ekvivalent massasini hisoblash.....	158
6.2. Titrlash egri chizig'i	159
6.3. Ekvivalent nuqtani aniqlash.	163
6.4. Permanganometrik usul	164
6.5. Hromatometrik usul	167
6.6. Yodometrik usul	168
6.7. Tajriba mashg'ulotlari	171
1- ish. $KMnO_4$ ning ishchi eritmasini tayyorlash va titrini aniqlash....	171
2-ish. Mor tuzi tarkibidagi Fe (II) ionlari miqdorini aniqlash.	173
3-ish. Yodometrik titrlashda standart va ishchi eritmalarning tayyorlash	174
4 - ish. Mis kuporosi tarkibidagi misni aniqlash.	176
5 – ish. Meva sharbati tarkibidagi askorbin kislota miqdorini aniqlash	177

Mavzu yuzasidan savol va mashqlar.....	178
VII mavzu. Cho'KTIRISH VA KOMPLEKS HOSIL QILISH USULLARI..	182
7.1. Cho'ktirish usulining mohiyati	182
7.2. Argentometrik (Mor) usul	183
7.3. Kompleks hosil qilish usuli	184
7.4. Tajriba mashg'ulotlari	186
1 - ish. Trilon B eritmasining titrini aniqlash.	186
2 - ish. Suvning qattiqligini aniqlash.	187
3 - ish. Sut tarkibidagi kaltsiy va magniy tuzlari miqdorini aniqlash.	188
Mavzu yuzasidan mashq va savollar:	190
II QISM	193
VIII Mavzu: FIZIK – KIMYOVIY ANALIZ.	193
8.1. Fizik – kimyoviy analiz usullari.	194
8.2. Analiz usullarining tavsifi.....	194
Har qanday analiz usullari, sezgirligi, ochilish oralig'i, natijalarning qayta takrorlanishi (vosproizvodimost') va aniqligi bilan harakterlanadi.....	194
8.3. Analizning potentsiometrik usuli.	197
8.4. Potentsiometrik usulning qisqacha nazariy asoslari.	198
8.5. Potentsiometrik usulda qo'llaniladigan asosiy tushunchalar	199
8.6. Tajriba mashg'ulotlari	208
1- ish. Eritmadagi vodorod ioni miqdori $[H^+]$ ni aniqlash.....	208
(pH-metriya)	208
2 - ish. Noma'lum eritmadagi $[H^+]$ ni aniqlash.	210
3 - ish. Eritmadagi NO_3^- - ionlari miqdorini aniqlash	211
4 - ish. Potentsiometrik (kislota – asosli) titrlash.	212
5 – ish. Eritma tarkibidagi kislota miqdorini aniqlash.	216
6 –ish. Pivoning kislotaliligini aniqlash	216
7 – ish. Hamirturushning kislotaliligini aniqlash	217
Mavzu yuzasidan savol va mashqlar	218
IX Mavzu: ANALIZNING KONDUKTOMETRIK USULI.	224

9.1. Elektr o'tkazuvchanlik	224
9.2. Elektr o'tkazuvchanlikka ta'sir qiluvchi omillar	227
9.3. Yuqori chastotali titrlash.....	231
9.4. Tajriba mashg'ulotlari.	232
1- ish. Aralashmadagi kislota, asos va tuz eritmalarining miqdorini aniqlash.....	232
2 - ish. Kuchli kislota (asos) ni kuchli asos (kislota) bilan titrlash.	234
Mavzu yuzasidan savol va mashqlar	235
X Mavzu: OPTIK ANALIZ METODLARI.	238
10.1. Nur yutilishining asosiy qonuni. (Buger-Lambert-Ber qonuni)	239
10.2. Nur yutilishining molyar so'ndirish koefficienti.	242
10.3. Buger - Lambert - Ber qonunidan chetlanishlar.	243
10.4. Optik analiz metodlari yordamida eritma konsentratsiyasini aniqlash usullari.....	245
10.5. Refraktometrik analiz usuli.	246
10.6. Polyarimetrik analiz usuli.	249
10.7. Tajriba mashg'ulotlari	252
1 - ish. Nur filitrlarini tanlash.	252
2 - ish. Eritmadagi Fe^{3+} ioni miqdorini aniqlash.....	253
3 – ish. Tabiiy suv tarkibidagi temir miqdorini aniqlash.	255
4 - ish. Qaytaruvchi qand miqdorini aniqlash.	256
5 – ish. Tiniq sharbatlar tarkibidagi saharoza miqdorini aniqlash.....	257
6 – ish. Un yoki bug'doy tarkibidagi krahmalning miqdorini aniqlash...	258
Mavzu yuzasidan savol va mashqlar	259
XI Mavzu: AJRATISH VA KONCENTRLASH USULI.	263
11.1. Analizning hromatografik usuli.	264
11.2. Hromatografik analiz usulining sinflari.	265
11.3. Adsorbtsiya hromatografiyasi.	267
11.4. Qog'oz hromatografiyasi.....	268

11.5. Ionalmashinish hromatografiyasi.	270
11.6. Ionlarning almashinish xususiyatiga taʼsir qiluvchi omillar.....	272
11.7. Ionitning ion almashinish sigʻimi.	272
11.8. Hromatografik analiz usulining ishlatilishi va afzalliklari.	273
11.9. Tajriba mashgʻulotlari	274
1 - ish. Ion almashinish hromatografiyasida ionitlangi tayyorlash....	274
2 - ish. CuSO_4 tarkibidagi mis (II) miqdorini ionalmashinish hromatografiyasi usuli bilan aniqlash.....	275
3 - ish. Eritmadagi NaCl yoki KCl miqdorini ion almashinish hromatografik usuli bilan aniqlash.....	276
4 - ish. Qogʻoz hromatografiyasi usuli bilan aminokislotalar aralashmasini identifikatsiyalash.....	277
11.9. Ekstraksiya analiz usulining nazariy asosi.	280
11.10. Ekstraksiya analiz usulining ishlatilishi va afzalliklari	284
11.11. Asosiy ekstragentlar	285
11.12. Tajriba mashgʻulotlari	285
1 - ish. Ekstraksiyalash uslubi.	285
2 - ish. Chay tarkibidagi kofeinni ajratish	286
Mavzu yuzasidan savol va mashqlar	287
FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR ...	301

ANNOTACIYA

«Analitik kimyo» o'quv qo'llanmasi oziq-ovqat texnologiyasi bo'yicha ta'lim olayotgan bakalavrlar uchun mo'ljallangan.

Mazkur qo'llanma tayanch iboralariga asoslangan holda yozilgan bo'lib har bir mavzu yuzasidan nazorat savollari keltirilgan. o'quv qo'llanma ikki qismdan iborat. Birinchi qismda kimyoviy analizning turlari, (sifat va miqdor), nazariy asoslari, ionlarning turkumlanishi, guruh kation va anionlarining umumiy tavsifi, ularning hususiy reaksiyalari (jadval ko'rinishda) aralashmalarning sistematik va bo'laklab analiz qilish usullari (sxema ko'rinishda) keltirilgan. Shu bilan birga miqdoriy analizning turlari: gravimetrik (tortma) analizning usullari: bajarilish tartibi, undagi hatolar, tuz tarkibidagi kristallangan suv miqdorini aniqlash, titrimetrik (hajmiy) analiz - uning turlari, titrlash egri chiziqlari, ekvivalent nuqtani aniqlash, sut va non mahsulotlari kislotaliligini aniqlash, oksidimetrik usul bilan moddalar miqdorini aniqlash va shuningdek kompleksonometrik usul bilan suvning qattiqligini va sut tarkibidagi kaltsiy va magniy miqdorini aniqlash usullari keltirilgan.

O'quv qo'llanmaning ikkinchi qismida fizik-kimyoviy analiz usulining turlari: elektrokimyoviy (potenciometrik, konduktometrik, yuqori chastotali titrlash), optik (fotoelektrokolorimetrik, refraktometrik, polyarimetrik), ajratish va konsentrlash, (hromatografik, ekstrakciya) usullarining nazariy asoslari, turlari, ishlatilishi, afzalliklari va tajriba ishlarini bajarish bo'yicha ko'rsatmalar berilgan.

KIRISH

Analitik kimyo - moddalarning sifat va miqdoriy tarkibini analiz qilishning nazariy asoslari va usullarini o'rganadigan fandır. Analitik kimyo sifat va miqdor analizidan iborat. Sifat analizining vazifasi tarkibi noma'lum modda yoki aralashmaning tarkibiy qismlarini, ya'ni u qanday element yoki ionlardan tarkib topganligini aniqlashdir. Miqdoriy analizning vazifasi esa moddadagi yoki aralashmadagi bir yoki bir necha tarkibiy qismlar miqdorini aniqlashdan iboratdir.

Sifat analizi odatda miqdoriy analizdan oldin o'rganiladi, chunki tekshiriladigan moddaning oldindan, ma'lum bo'lgan birorta tarkibiy qismining foiz miqdorini aniqlash zarur bo'lganda ham, sifat tarkibini o'rganmay aniqlab bo'lmaydi. Shuning uchun moddalarning analiz qilishga doir muammolarning kimyoviy, fizikaviy va fizik-kimyoviy usullarning qo'llash bilan hal etish mumkin.

Kimyoviy usul bilan ish ko'rilganda aniqlanishi lozim bo'lgan element yoki ion o'ziga hos xususiyatli biror birikmaga aylantiriladi va ayni birikma hosil bo'lganligi asosida hulosasi qilinadi. Analizning fizikaviy usullari moddaning kimyoviy tarkibi bilan uning ayrim fizikaviy xossalari o'rtasidagi bog'lanishdan foydalanishga asoslangan (spektral, lyuminescent, rengenostuktura va hokazo.).

Analizning fizik-kimyoviy usullari moddaning kimyoviy reaksiyalar jarayonida fizikaviy xossalarning o'zgarishini aniqlashga asoslangan. Bu uchchala analiz usullari orasiga hamma vaqt keskin chegara qo'yib bo'lmaydi. Ba'zan fizikaviy va fizik-kimyoviy analiz usullari instrumental analiz usullari deyiladi. (spektral, elektrokimyoviy, hromatografik, ekstraktsiya va boshqalar).

I QISM

I Mavzu: SIFAT ANALIZI ASOSLARI

Tayanch iboralari:

- kimyoviy analiz;
- sifat analizi;
- miqdoriy analiz;
- analitik reaksiya;
- umumiy va hususi reaksiya;
- reaksiyalarning sezgirligi va o'ziga hosligi;
- kationlarning analitik guruhlari;
- guruh reagenti;
- sistemali analiz;
- bo'lib - bo'lib analiz;

1.1. Sifat analizining usullari

Analitik reaksiyalarni bajarishda ishlatiladigan moddaning miqdoriga qarab, sifat analizining usullari 1955 yildan boshlab, quyidagilarga bo'linadi.

Oldingi nomlanish	Yangi nomlanish	Olingan modda miqdori	
		g	ml
Makroanaliz	Gramm – usul	1 – 10	10 – 100
Yarimmikroanaliz	Santigramm-usul	0,05 – 0,5	1 – 10 ⁻²
Mikroanaliz	Milligramm-usul	10 ⁻³ – 10 ⁻⁶	0,1 – 10 ⁻⁴
Ultramikroanaliz	Mikrogramm-usul	10 ⁻⁶ – 10 ⁻⁹	10 ⁻⁴ – 10 ⁻⁶
Submikroanaliz	Nonogramm-usul	10 ⁻⁹ – 10 ⁻¹²	10 ⁻⁷ – 10 ⁻¹⁰
Subultramikroanaliz	Pikogramm-usul	10 ⁻¹²	10 ⁻¹⁰

Kimyoviy analiz ko'pincha yarim mikro usulida bajariladi, bunda reaktivlar kam sarflanadi, kichik hajmli idishlardan foydalanish ham mumkin. Agar analiz

to'g'ri bajarilgan bo'lsa, yarim mikro usul juda aniq natijalar beradi. Shuning uchun moddalarning sifat jihatdan kimyoviy analiz qilishga asosan yarim mikroanaliz (santigramm) usulidan foydalaniladi.

1.2. Analitik reaksiyalarning bajarilish usullari.

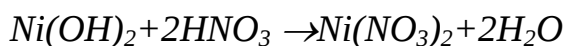
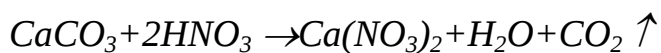
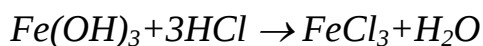
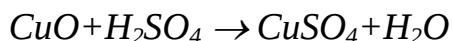
Analitik reaksiya "quruq" va "ho'l" usullar bilan o'tkazilishi mumkin. Quruq usulda tekshiriladigan modda va reaktivlar qattiq holatda olinadi va reaksiya qizdirish yo'li bilan amalga oshiriladi:

Masalan: Metall tuzlarining alangani bo'yashi, natriy tetraborat (bura) $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ yoki natriy ammoniy gidrofosfat $\text{NaNH}_4\text{HPO}_4 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ lar ba'zi metallarning tuzlari bilan qorishtirganda rangli marvarid (shisha) hosil bo'ladigan reaksiyalar quruq usul bilan o'tkaziladigan reaksiyalar qatoriga kiradi.

Rangli shisha hosil qilish va alangani bo'yash usullari pirokimyoviy usullar deb ataladi.

Eritmalarda o'tkaziladigan moddaning analizi ho'l usul bilan analiz deyiladi. Bunda tekshiriladigan modda oldindan eritilgan bo'lishi kerak. Odatda erituvchi sifatida suv ishlatiladi. Agarda modda suvda erimasa, kislotalarda eritiladi. Kislotada eritilgan modda kimyoviy o'zgarishga uchrab suvda oson eriydigan birorta tuzga aylanadi.

Masalan:



Sifat analizda faqat biror tashqi effekt, ya'ni reaksiyaning haqiqatda borayotganligini ko'rsatuvchi har hil o'zgarishlar bilan boradigan reaksiyalardagina foydalaniladi.

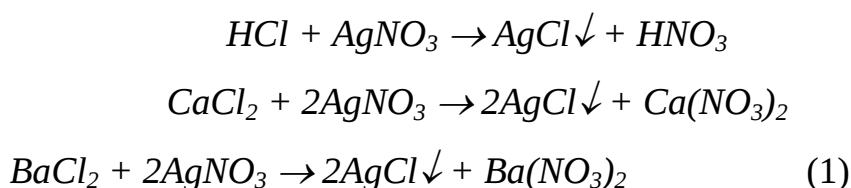
Bunday kimyoviy reaksiyalarga analitik reaksiyalar deyiladi:

“Odatda bunday tashqi effektlar :

- 1) Gaz ajralib chiqishi
- 2) Eritma rangining o'zgarishi
- 3) Cho'kma tushishi (yoki erib ketishi) dan iborat bo'ladi»

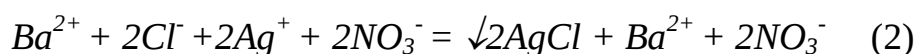
Anorganik moddalarning analiz qilishda ko'pincha tuzlar, kislotalar, asoslar suvdagi eritmalar bilan ish ko'riladi. Ma'lumki, bu moddalar elektrolitlardir, ya'ni ular suvdagi eritmalarida ionlarga dissosilangan bo'ladi. Shu sababli "holl" usul bilan o'tkaziladigan reaksiyalar odatda, oddiy yoki murakkab ionlar o'rtasida boradi, binobarin bu reaksiyadan foydalanib, to'g'ridan-to'g'ri elementlarning emas, balki ular hosil qilgan ionlari topiladi, topilgan ionlarga qarab tekshiriladigan moddada tegishli elementlar borligi haqida hulosalar chiqariladi.

Masalan: HCl yoki hloridlar suvdagi eritmasidan hlorid topish uchun AgNO_3 ta'sir ettiriladi. Bunda suzmasimon oq cho'kma AgCl hosil bo'ladi. Cho'kmaga qarab hlor borligi aniqlanadi.

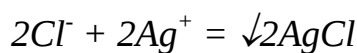


va hokazo.

Cho'kmadan tashqari tuzlar suvdagi hammasi eritmalarida tegishli ionlarga ajralgan holda bo'ladi, ya'ni:



Bir hil ionlarning reaksiya tenglamasidan tushirib qoldirilsa, unda reaksiya tenglamasi quyidagi ko'rinishda yoziladi:



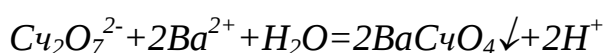
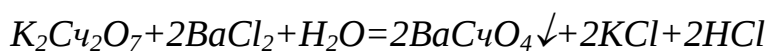
Tenglamaning ikkala tomonini bir hil songa qisqartirish mumkin bo'lgan hollarda qisqartiriladi, masalan, yuqoridagi reaksiya tenglamasini ikkiga qisqartirib yoziladi:



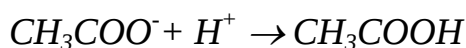
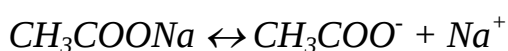
(1)-reaksiyaning molekulyar tenglamasi, (2)-reaksiyaning molekulyar ionli tenglamasi, (3)-reaksiyaning molekulyar-ionli qisqartirilgan tenglamasi.

1.3. Analitik reakciyalapHi amalga oshirishning shart-sharoitlari, reakciyalapHing sezgirligi, o'ziga hosligi.

Analitik reakciyalapHi o'tkazish uchun ma'lum bir shart-sharoit bo'lishi kerak. Masalan, kislotalarda eriydigan cho'kmalar, eritmada erkin holatdagi kislota ortiqcha bo'lganda ajralib chiqmaydi, xuddi shuningdek, ishqorda eriydigan cho'kmalar ishqoriy muhitda cho'kmaydi. Agar cho'kma kislota ham, ishqorda ham erisa, uni faqat neytral muhitda hosil qilish mumkin va hokazo. Bu misollardan ko'rinib turibdiki reakciyalapHi amalga oshirishning eng muhim shart - sharoitlaridan biri, shu reaksiya uchun zarur muhit bo'lib, uni kerak bo'lgan taqdirda, eritmaga kislota, ishqor yoki boshqa biror reaktivlardan qo'shib vujudga keltirish mumkin. Masalan:



hosil bo'lgan $BaCrO_4$ kuchli kislotalarda eriydi, sirka kislota esa erimaydi. Bu erda reaksiyaning o'zida kuchli kislota hosil bo'lishi sababli reaksiya ohirigacha bormaydi. Ammo eritmaga $K_2Cr_2O_7$ dan tashqari CH_3COONa ham qo'shilsa, Ba^{2+} ni to'la cho'ktirish mumkin, shunda kuchli kislota o'pHiga kuchsiz kislota CH_3COOH hosil bo'ladi



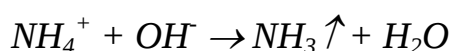
Ikkinchi bir muhim sharoit eritmaning haroratidir. Haroratning ko'tarilishi bilan eruvchanligi ortib ketadigan cho'kmani issiq holatdagi eritmalaridan hosil qilish yaramaydi, bunday reakciyalapHi "uy haroratida» ba'zan esa sovitib o'tkazish kerak bo'ladi. Ba'zi reaksiyalar faqat, qizdirilganda boradi. Reaksiya borishining muhim shart-sharoitlaridan yana biri, eritmada topiladigan ionning konsentratsiyasi etarli darajada katta bo'lishidir; uning konsentratsiyasi juda oz bo'lsa, reaksiya chiqmay qoladi. Buning sababi shundaki, har qanday moddaning eritmada konsentratsiyasi uning ayni sharoitdagi eruvchanligidan ortiq bo'lgandagina, shu modda cho'kmaga tushadi. Agar modda qiyin eriydigan bo'lsa,

topiladigan ionning konsentratsiyasi nihoyatda oz bo'lganda ham cho'kma tushsa, bunday reaksiyalar seziluvchan reaksiyalar deyiladi.

Reaksiyaning seziluvchanligi miqdoriy jihatdan bir-biriga bog'langan ikkita ko'rsatkich – topilish minimumi va suyultirish chegarasi bilan karakterlanadi. Topilish minimumi modda yoki ionning reaksiyaga muayyan shart-sharoitlarda o'tkazilganida topilishi mumkin bo'lgan eng kam miqdoridir. Modda (ion) ning shu reaksiya yordamida topilishi mumkin bo'lgan eng kam konsentratsiyasi suyultirish chegarasi deyiladi.

Reaksiyalarning seziluvchanligi bilan bir qatorda ularning o'ziga hosligi ham juda katta ahamiyatga ega.

Bir ion boshqa ionlar bilan aralashgan holatda bo'lganda ham uni tajriba sharoitida ajratmasdan turib to'g'ridan- to'g'ri aniqlashga imkon beradigan reaksiya, o'sha ion uchun xos (specifik) reaksiya deyiladi. Bunga ishqor ta'sirida qizdirilganda, hidi va boshqa hossalardan ammiak ajralib chiqayotganligi osongina bilinadigan NH_4^+ ni aniqlash reaksiyasini misol keltirish mumkin.



Ammoniy tuzlarigina bunday sharoitda ammiak hosil qiladi. Shuning uchun ishqor bilan olib borilgan reaksiya NH_4^+ ionini topish uchun hos reaksiyadir.

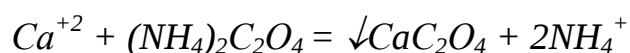
Analitik kimyoda tekshirilayotgan ion bir necha ionlar bilan o'xshash natija beradigan reaksiyalar ham uchraydi. Bunday reaksiyalarga tanlab ta'sir etuvchi yoki selektiv reaksiyalar deyiladi.

Reaksiya ijobiy natija beradigan ionlar soni qancha kam bo'lsa, reaksiyaning selektivlik darajasi shuncha yuqori bo'ladi

1.4 Eritmani bo'lib-bo'lib va sistematik analiz qilish

Aniqlanishi kerak bo'lgan ionlarning specifik reaksiyalardan foydalanib tekshirilayotgan eritmaning alohida ulushlaridan bevosita aniqlash, bo'lib-bo'lib analiz qilish deyiladi. Lekin hamma ionlar uchun specifik reaksiyalar yo'q. Ayrim ionlar ikkinchisini topishga halaqit beradi. Masalan, Ba^{2+} ionini Ca^{2+} ni topishga halal beradi. Bunday hollarda har bir alohida ionni ma'lum ketma ketlikda aniqlash

reaksiyalarini ishlab chiqishga to'g'ri keladigan usulidan foydalaniladi. Bunda har bir ionni topishdan oldin uning topilishiga halaqit beradigan boshqa hamma ionlar oldindan topiladi va eritmadan ajratiladi. Yuqoridagi misolni olsak, agar eritmada Ba^{2+} va Ca^{2+} ionlari bo'lsa, Ba^{2+} ionini to'liq cho'ktirib, cho'kmani centrifugalab ajratib tashlanadi. Buning uchun Ba^{2+} ioniga hos reaksiya, $K_2Cr_2O_7$ bilan sariq cho'kmani hosil bo'lishidan foydalaniladi. Cho'kmadan ajratib olingan eritmaga yana ozgina reagent qo'shiladi. Agar cho'kma qaytadan hosil bo'lmasa, eritmada Ba^{2+} ionni qolmagan bo'ladi va undan Ca^{2+} ionini $(NH_4)_2C_2O_4$ ta'sirida topish mumkin. Oq Ca_2CO_4 cho'kmaning hosil bo'lishi, endi eritmada Ca^{2+} ionni borligini bildiradi.



Demak, sistematik analiz qilishda ayrim ionlarni topish reaksiyalari bilan bir qatorda, ularni bir-biridan ajratish reaksiyalarini o'tkazishga to'g'ri keladi. Ajratish reaksiyalarida, ko'pincha ajratilayotgan ionlar hosil qiladigan, o'xshash birikmalarning eruvchanligi bir-biridan farq qilishidan foydalaniladi. Masalan, Ba^{2+} ionni Ca^{2+} ionidan ajratish. $BaCr_2O_7$ va $CaCr_2O_7$ eruvchanlik ($= 2,3 \cdot 10^{-10}$, $= 2,3 \cdot 10^{-2}$) larining har hilligiga asoslangan va hokazo.

1.5 Guruh reagenti. Kationlarning analitik guruhlarga bo'linishi.

Sistemali analiz qilishda ionlar murakkab aralashmadan ayrim-ayrim holda emas, guruh-guruh qilib ajratiladi. Bunda ularni guruh reagenti deb, ataluvchi ba'zi reaktivlar ta'siriga bir hil munosabatda bo'lishidan foydalaniladi. Guruh reagentiga quyidagi talablar qo'yiladi: 1) u kationlarni amalda to'liq cho'ktirishi; 2) keyingi analizlarni o'tkazish uchun hosil bo'lgan cho'kma kislotalarda oson eriydigan bo'lishi; 3) ortiqcha qo'shilgan reagent eritmada qolgan ionlarni topishga halal bermasligi kerak.

KationlapHing analitik guruhlarga bo'linishining bir necha usullari bor. Ulardan eng qulayi va ko'proq tarqalgani vodorod sulʼfidli va kislota asosli usullar bilan tanishamiz.

Vodorod sulʼfidli usul;

Bu usulni 1871 yilda N.A.Menshutkin taklif qilgan.

I guruh: Na^+ , K^+ , NH_4^+ , Mg^{2+} kationlari, guruq reagentiga ega emas.

II guruh: Ba^{2+} , Sr^{2+} , Ca^{2+} kationlari, guruh reagenti ammoniy karbonat $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$, ammiakli bufer eritma ($\text{NH}_4\text{OH} + \text{NH}_4\text{Cl}$) ishtirokida, harorat $70-80^\circ\text{S}$.

III guruh: Fe^{2+} , Fe^{3+} , Cr^{3+} , Al^{3+} , Mn^{2+} , Zn^{2+} , Co^{2+} , Ni^{2+} kationlari, guruh reagenti ammoniy sulʼfid $(\text{NH}_4)_2\text{S}$, ammiakli bufer eritma (NH_4OH va NH_4Cl) ishtirokida, harorat $70-80^\circ\text{S}$.

IV guruh: Cu^{2+} , Cd^{2+} , Hg^{2+} , Bi^{3+} , Sn^{2+} , Sn^{4+} , Sb^{3+} , Sb^{5+} kationlari, guruh reagenti kislotali muhitda vodorod sulʼfid H_2S .

V guruh: Ag , $[\text{Hg}_2]^{2+}$, Pb^{2+} kationlari, guruh reagenti hlorid kislota.

2. Vodorod sulʼfidsiz guruhlarga klassifikaciyalashning bir necha usullari, jumladan (kislota-ishqorli, acetatli-amidli, ammiakli- fosfatli) usullar mavjud bo'lib, shulardan kislota-ishqorli klassifikaciyalash usulini ko'rib chiqaylik.

Kislota - asosli usul – kationlapHi kislota asos taʼsirida hosil qiladigan qiyin eruvchan hloridlar, sulʼfatlar, gidroksidlar va eruvchan ammiakli kompleks birikmalariga asoslangan bo'lib, olti analitik guruhga bo'linadi:

I guruh: Ag , $[\text{Hg}_2]^{2+}$, Pb^{2+} kationlari, guruh reagenti $2n \text{ HCl}$.

II guruh: Ba^{2+} , Sr^{2+} , Ca^{2+} kationlari, guruh reagenti $2n \text{ H}_2\text{SO}_4$

III guruh: Al^{3+} , Sn^{2+} , Sn^{4+} , Cr^{3+} , Zn^{2+} , As^{+3} , As^{+5} kationlari, guruh reagenti $2n \text{ NaOH}$ eritmasi.

IV guruh: Mg^{2+} , Mn^{2+} , Fe^{2+} , Fe^{3+} , Bi^{3+} , Sb^{3+} , Sb^{5+} kationlari, guruh reagenti $25\% \text{ NH}_4\text{OH}$.

V guruh: Cu^{2+} , Cd^{2+} , Ni^{2+} , Co^{2+} , Hg^{2+} kationlari, guruh reagenti $2 n \text{ NaOH}$ bo'lib, hosil bo'lgan cho'kma ortiqcha $25\% \text{ NH}_4\text{OH}$ da eriydi (ammiakli kompleks birikmalar hosil qiladi).

VI guruh: K^+ , Na^+ , NH_4^+ kationlari, guruh reagentiga ega emas.

Demak, analitik kimyoda kationlar klassifikatsiyalash, ular hosil qiladigan birikmalarining eruvchanligi turlicha bo'lishiga asoslangan. Bu esa bir guruh ionlar boshqasidan ajratishga yordam beradi.

Guruh reagentlaridan foydalanish analizni ancha engillashtiradi, chunki ulardan foydalanilganda analizda qilinishi kerak bo'lgan murakkab ishlar bir necha soddaroq ishlarga bo'linib ketadi.

1.6. Kationlar analitik klassifikatsiyasining D.I.Mendeleevning davriy sistemasiga bog'liqligi

Kationlar analitik guruhlarining tartib raqami D.I.Mendeleevning elementlar davriy sistemasida guruhlar tartibiga ancha yaqin. Haqiqatan ham kationlar hosil qilgan tuzlari va gidroksidlarning eruvchanligi ularning boshqa hamma xususiyatlari kabi D.I.Mendeleevning davriy sistemasida joylashgan o'p bilan uzviy bog'liq.

Kationlar vodorod sulfidli klassifikatsiyasi bilan elementlar davriy sistemi orasidagi bog'liqlikni ko'rib o'taylik. Analiz davomida karbonatlar gidroksidlar va sulfidlar holida cho'kadigan kationlar, ularning ba'zilarini hisobga olmaganda davriy sistemada qonuniy ravishda joylashgan. I va II analitik guruh kationlari Na^+ , K^+ , Mg^{2+} , Ba^{2+} , Sr^{2+} , Ca^{2+} davriy sistemadagi o'sha guruhning asosiy guruhchasida joylashgan. Ammoniy sulfid ta'sirida gidroksidlar holida cho'kadigan uchinchi analitik guruh kationlari Al^{3+} , Cr^{3+} davriy sistemasining III va VI guruhlarida jadvalning chap tomonida joylashgan. Ammoniy sulfid ta'sirida sulfidlar holida cho'kadigan III analitik guruh kationlari Fe^{2+} , Fe^{3+} , Cr^{3+} , Ni^{2+} , Co^{2+} , Mn^{2+} , Zn^{2+} esa, asosan, to'rtinchi katta davrning o'rtasida joylashgan. Qiyin eriydigan sulfidlar hosil qiluvchi IV analitik guruh kationlari Cu^{2+} , Cd^{2+} , Bi^{3+} , Sn^{2+} , davriy sistemaning o'ng tomonida, katta davrlarning birinchi yarmida VI guruhdan boshlab joylashadi va shu guruhning ikkinchi yarmida tugaydi. Hloridlar hosil qiluvchi V analitik guruh kationlari Ag^+ , $[\text{Hg}_2]^{2+}$, Pb^{2+} davriy sistemaning chap tomonida joylashgan. Agar tegishli kationlar

elektroOH qavatining tuzilishiga e'tibor bersak, birinchi va ikkinchi analitik guruhning natijalari, shuningdek, uchinchi guruhning $(\text{NH}_4)_2\text{S}$ ta'sirida gidroksid holida cho'kadigan kationlar, inert gazlar kabi, 2 yoki 8 elektroOHli tugallangan tashqi elektroOH qavatga ega ekanligini ko'rish mumkin. Qiyin eriydigan sul'fidlar hosil qiluvchi uchinchi va beshinchi analitik guruh kationlari esa tugallangan tashqi qavatga, yoki 8 elektroOHdan 18 elektroOHga o'tuvchi tugallanmagan elektroOH qavatga, yoki tashqi ikkita qavatida $18+2$ elektroOHga ega bo'ladi.

Tashqi tugallanmagan elektroOH qavatidan oldingi qavatida 8 elektroOH bor kationlar odatda, kislotalarda (masalan, HCl) eriydigan sul'fidlar hosil qiladi, ya'ni uchinchi analitik guruhga kiradi. Tashqi tugallanmagan elektroOH qavatidan oldingi qavatda 18 elektroOH bor kationlar esa kislotalarda qiyin eriydigan sul'fidlar hosil qiladi, ya'ni to'rtinchi va beshinchi analitik guruhlariga kiradi. Ba'zan bu qonuniyatlardan chetga chiqish hollari ham uchraydi. Masalan, Mg^{2+} kationini elementlar davriy sistemada tutgan o'pHga qarab ikkinchi guruh kationlari qatoriga kiritish kerak edi. Haqiqatdan ham CaCO_3 , SrCO_3 , BaCO_3 lar kabi magniy karbonat ham suvda qiyin eriydi. Lekin u ammoniy tuzlarida eriydi va shuning uchun ham uni $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_3$ ta'sirida to'liq cho'ktirib bo'lmaydi. Shunga ko'ra Mg^{2+} ionini I guruh bilan birga eritmada qoldirish maqsadida, I-II guruhni ammiakli bufer eritma (NH_4OH va NH_4Cl) ishtirokida cho'ktirish kerak Mg^{2+} ionini I guruhga kiritilishiga sabab ham, ana shu.

Zn^{2+} kationi davriy sistemada joylashgan o'pHga qarab III analitik guruhga emas, balki IV analitik guruhga kiritilishi kerak edi. Zn^{2+} kationi III analitik guruh kationlaridan farq qilib, o'rtacha kislotali muhitda, H_2S ta'sirida IV guruh kationlari bilan cho'ktiriladi. Lekin IV guruh kationlari kuchli kislotali muhitda ($[\text{H}^+] = 0,3\text{g-ion/l}$) cho'ktiriladi. Shuning uchun ham Zn^{2+} ionini III guruh kationlari bilan eritmada qoladi va hokazo, shunga o'hshash misollar keltirish mumkin.

1.7. Analitik kimyo laboratoriyasida ishlash qoidalari.

Analitik kimyo laboratoriyasida ishlayotgan har bir talaba quyidagi qoidalariga qat'iy rioya qilishi kerak.

1. Laboratoriyadagi har bir talaba uchun alohida ish joyi tayinlanadi, stolga papka, kitoblar va boshqa ortiqcha narsalar qo'ymasligi kerak. Ish joyida tartib va tozalikni saqlash lozim.
2. Har bir tajriba ishini bajarishdan oldin unga taalluqli nazariy materiallarni o'rganish, hamda yo'riqnoma bilan chuqur tanishib, noaniq savollarni hal qilingandan so'ng tajribani boshlash kerak. Laboratoriyada har bir ish alohida bajariladi.
3. Elektr quvvati, gaz, suv, reaktivlar bilan ishlashni bilish lozim. Tajribalar uchun eng kam miqdorda modda olish, ishlatilmay qolgan yoki ortiqcha olingan reaktivlarni qayta idishga solish mumkin emas. Kam uchraydigan qimmatbaho va zaharli modda qoldiqlarini laborant mahsus idishga solishi kerak.
4. Ishlatilgandan so'ng barcha reaktiv va eritmalar saqlanadigan idish qopqog'ini yopib qo'yish, shu bilan birga qopqoqlarni almashtirib yubormaslik kerak. Umumiy ishlatiladigan reaktivlarni o'z ish joyiga olib borish man qilinadi. Reaktivlarni idishi bilan kitob va daftarlar ustiga qo'yish mumkin emas.
5. Analitik kimyo laboratoriyasida halat kiyib ishlanadi, u erda ovqat eyish, chekish va baland ovozda gaplashish qat'iyan man qilinadi.
6. Ishni tugatgandan so'ng foydalanilgan idishlarni yuvib qo'yish, ish joyini tozalash, gaz, suv, elektr, asboblarni o'chirib qo'yish zarur.

1.8. Birinchi analitik guruh kationlarining umumiy tavsifi.

Birinchi analitik guruh kationlariga NH_4^+ , Na^+ , K^+ , Li^+ , Rb^+ , Cs^+ , Fr^+ , Mg^{2+} ionlari kiradi. Bu ionlarning umumiy guruh reagenti yo'q. NH_4^+ , K^+ , Rb^+ , Cs^+ , Fr^+ lar uchun harakterli bo'lgan ko'pgina reagentlar bilan Na^+ , Li^+ , Mg^{2+} ionlari reakciyaga kirishmaydi. Shuning uchun birinchi analitik guruh kationlari ikki

guruhchaga bo'linadi, ya'ni $\text{Na}_3[\text{Co}(\text{NO}_2)_6]$, $\text{NaHC}_4\text{H}_4\text{O}_6$ va $\text{H}_2[\text{PtCl}_6]$ kabi reaktivlar bilan cho'kma beruvchi NH_4^+ , K^+ , Rb^+ , Cs^+ , ionlari birinchi guruhchani tashkil qiladi, ikkinchi guruhchaga esa umumiy reagenti bo'lmagan Na^+ , Li^+ , Mg^{2+} ionlari kiradi.

Birinchi analitik guruh kationlarining ko'pgina birikmalari suvda yaxshi eriydi va rangsiz eritmalar hosil qiladi. Rangli eritmadagi birikmalariga hromatni (sariq), bihromatni (sarg'ish-qizil), manganatni (yashil), permanganatni (binafsha rang), ferrocianatlashi (sariq va qizil) va geksakobaltatni (sariq) kiritish mumkin.

Birinchi guruh kationlarining NH_4^+ dan boshqa barchasi oksidlovchilar va qaytaruvchilar ta'siriga chidamli, NH_4^+ esa oksidlanish hossasiga ega. Birinchi analitik guruh kationlariga hos bo'lgan hususiy reaksiyalar laboratoriyada bajarilishi mumkin bo'lgan ionlarga berilgan. Birinchi analitik guruh kationlarining hususiy reaksiyalari 1 – jadvalda berilgan.

Birinchi analitik guruhi kationlariga hos bo'lgan hususiy reaksiyalar

1 - Jadval

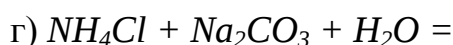
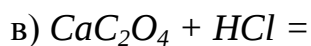
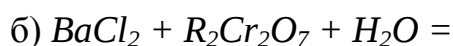
N	Ion	Reagent	Reaksiyaning molekulyar va ionli tenglamasi	Ilova
1.1	Li^+	Na_2HPO_4	<i>Li- ionlarining analitik reaksiyalari</i> $3LiCl + Na_2HPO_4 = Li_3PO_4 \downarrow + 2NaCl + HCl$ $3Li^+ + 3Cl^- + 2Na^+ + HPO_4^{2-} = Li_3PO_4 \downarrow + 2Na^+ + 2Cl^- + H^+ + Cl^-$ $3Li^+ + HPO_4^{2-} = Li_3PO_4 \downarrow + H^+$	pH ≥ 7 , Och sariq cho'kma kuchli kislotalarda eriydi
1.2	Li^+	Na_2CO_3	$2LiNO_3 + Na_2CO_3 = Li_2CO_3 \downarrow + 2NaNO_3$ $Li^+ + 2NO_3^- + 2Na^+ + CO_3^{2-} = Li_2CO_3 + 2Na^+ + 2NO_3^-$ $2Li^+ + CO_3^{2-} = Li_2CO_3 \downarrow$	pH ≥ 7 , oq kristall cho'kma kislotalarda eriydi
1.3	Li^+	NH_4F	$LiNO_3 + NH_4F = LiF \downarrow + NH_4NO_3$ $Li^+ + NO_3^- + NH_4^+ + F^- = LiF \downarrow + NH_4^+ + NO_3^-$ $Li^+ + F^- = LiF \downarrow$	Oq cho'kma
1.4	NH_4^+	Nessler reaktivi	NH_4^+ - ionlarining analitik reaksiyalari	Sariq-qo'ng'ir cho'kma Nessler reaktivi ortiqcha olinadi, chunki cho'kma ammoniy tuzlarida eriydi.

			$NH_4Cl + 2K_2[HgI_4] + 4KOH = \downarrow \left[\begin{array}{c} Hg \\ O \quad \langle \rangle \quad NH_2 \\ Hg \end{array} \right] I + 7KI + KCl + 3H_2O$ $NH_4^+ + 2[HgI_4]^{2-} + 4OH^- = \downarrow \left[\begin{array}{c} Hg \\ O \quad \langle \rangle \quad NH_2 \\ Hg \end{array} \right] I + 7I^- + 3H_2O$	
1.5	NH_4^+	KOH	$NH_4Cl + KOH = KCl + NH_4OH$ $NH_4^+ + Cl^- + K^+ + OH^- = K^+ + Cl^- + NH_4OH$ $NH_4OH \xrightarrow{t^0} NH_3 \uparrow + H_2O$	T°C va pH>7 ga teng bo'lgan-da ajralib chiqqan NH ₃ ning hididan, namlangan indikator rangining o'zgarishidan bilish mumkin
1.6	K^+	NaHC ₄ H ₄ O ₆ eki vinokis- lotasi [H ₂ C ₄ H ₄ O ₆ + CH ₃ COONa]	$K^+ \text{ - ionlarining analitik reaksiyalari}$ $KCl + NaHC_4H_4O_6 = \downarrow KHC_4H_4O_6 + NaCl$ $K^+ + Cl^- + Na^+ + HC_4H_4O_6^- = \downarrow KHC_4H_4O_6 + Na^+ + Cl^-$ $K^+ + HC_4H_4O_6^- = \downarrow KHC_4H_4O_6$	pH=7, past haroratda probirka devori shisha tayoqcha bilan ishqalanganda oq kristall cho'kma hosil bo'ladi
1.7	K^+	Na ₃ [Co(NO ₂) ₆]	$2KCl + Na_3[Co(NO_2)_6] = \downarrow K_2Na[Co(NO_2)_6] + 2NaCl$	pH=7, sariq cho'kma,

		J	$2K^{+} + 2Cl^{-} + 2Na^{+} + Na^{+} [Co(NO_2)_6]^{-3} = \downarrow K_2Na[Co(NO_2)_6] + 2Na^{+} + 2Cl^{-}$ $2K^{+} + Na^{+} [Co(NO_2)_6]^{-3} = \downarrow K_2Na[Co(NO_2)_6]$	kuchli kislotalarda eriydi.
1.8	K^{+}		Alangani bo'yashi	Och binafsha
1.9	Mg^{2+}	Na_2HPO_4	<i>Mg^{2+} - ionlarining analitik reaksiyalari</i> $MgCl_2 + Na_2HPO_4 + NH_4OH = \downarrow MgNH_4PO_4 + 2NaCl + H_2O$ $Mg^{2+} + 2Cl^{-} + 2Na^{+} + HPO_4^{2-} + NH_4OH = \downarrow MgNH_4OH + 2Na^{+} + 2Cl^{-} + H_2O$ $Mg^{2+} + HPO_4^{2-} + NH_4^{+} = \downarrow MgNH_4PO_4$	Oq cho'kma mineral kislotalarda eriydi.
1.10	Mg^{2+}	NaOH (KOH)	$MgCl_2 + 2NaOH = \downarrow Mg(OH)_2 + 2NaCl$ $Mg^{2+} + 2Cl^{-} + 2Na^{+} + 2OH^{-} = \downarrow Mg(OH)_2 + 2Na^{+} + 2Cl^{-}$ $Mg^{2+} + 2OH^{-} = \downarrow Mg(OH)_2$	Oq amorf cho'kma, mineral kislotalarda va ammoniy tuzlarida eriydi

Mavzu yuzasidan savol va mashqlar.

1. Sifat analizining mohiyati, predmeti va vazifalari haqida qisqacha tushuncha bering?
2. Qanday reaksiyalarga analitik reaksiyalar deyiladi? Analitik reaksiyalarning ochilish minimumi, sezgirligi va o'ziga hosligi tushunchalarini misollar bilan tushuntiring.
3. Analitik guruh va guruh reagenti nima? Kationlarning guruhlarga taqsimlanishi nimaga asoslangan.
4. Birinchi analitik guruh kationlariga umumiy tavsif bering.
5. NH_4^+ va Mn^{2+} ionlarini o'ziga hos reaksiya tenglamalarini yozing.
6. Nima uchun K^+ ionini $\text{Na}_3[\text{Co}(\text{NO}_2)_6]$ bilan ishqoriy yoki kuchli kislotali muhitda ochib bo'lmaydi?
7. Kaliy fosfat bilan natriy kobaltinitrit orasida boradigan analitik reaksiya tenglamasini yozing.
8. Mg^{2+} ionini II analitik guruh kationlari bo'lgan eritmadan Na_2HPO_4 ta'sirida ochish mumkinmi? Javobingizni izohlab, tegishli reaksiya tenglamalarning molekulyar va ionli ko'rinishda yozing. (EK qiymatlarini ko'rsating).
9. Quyidagi reaksiyalarning tugatib molekulyar va ionli ko'rinishda yozing.



II Mavzu: GOMOGEN SISTEMALARDA MUVOZANAT

Tayanch iboralar:

- qaytar va qaytmas reaksiyalar;
- kimyoviy muvozanat ;
- massalar ta'siri qonuni;
- elektrolitik dissosilanish;
- kuchli va kuchsiz elektrolitlar;
- suvning ion ko'paytmasi;
- aktivlik va aktivlik koefficienti;
- dissosilanish darajasi va doimiysi;
- pH va pOH haqida tushuncha;
- bufer eritmalar va bufer sig'imi;
- bufer eritmaning pH va pOH ini hisoblash;
- tuzlarning gidrolizi;
- gidroliz darajasi va doimiysi;
- tuz eritmalarining pH ini hisoblash;
- gidrolizdan foydalanish;
- amfoterlik;
- amfoterlikdan analitik kimyoda foydalanish;

2.1 Massalar ta'siri qonuni va undan analitik kimyoda foydalanish.

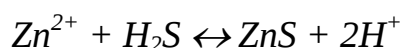
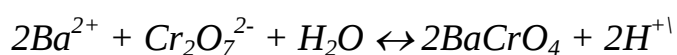
Anorganik kimyo fanidan ma'lumki kimyoviy reaksiya tezligiga har hil omillar ta'sir qiladi:

- 1) reaksiyaga kirishayotgan moddalarning tabiati;
- 2) konsentratsiya;
- 3) harorat;
- 4) bosim;
- 5) katalizator va boshqalar.

Kimyoviy reaksiya tezligining konsentratsiyaga bog'liqligini birinchi marta N.N. Beketov o'rgangan.

Bu bog'lanishni Norvegiyalik olimlardan (1867 y) Gul'dberg va Vaage massalar ta'siri qonuni deb, quyidagicha ta'rifladilar: kimyoviy reaksiya tezligi massalar ta'siriga, ya'ni reaksiyaga kirishayotgan moddalar konsentratsiyasiga to'g'ri proporsional.

Kimyoviy muvozanat. Ayrim analitik reaksiyalar qaytar, ya'ni bir vaqtda bir biriga qarama-qarshi ikki yo'nalishda boradi. Masalan: Ba^{2+} va Zn^{2+} ionlarini ochish va ajratish reaksiyalari.



reaksiyani umumiy holda,

ko'rinishida yozib, to'g'ri va teskari reaksiyalarning tezliklarini yozsak.

$$\nu_1 = \kappa_1 [A]^m [B]^n$$

$$\nu_2 = \kappa_2 [D]^p [C]^g$$

ν_1 – to'g'ri reaksiyaning tezligi

κ_1 – to'g'ri reaksiya tezligining konstantasi

ν_2 – teskari reaksiyaning tezligi

κ_2 – teskari reaksiya tezligining konstantasi

[A] va [B] reaksiyaga kirishgan moddalarning

[D] va [C] esa reaksiyadan keyingi moddalarning muvozanat konsentratsiyalari, (o'lchov birligi mol/l).

Agar $[A] = [B] = 1$ mol/l bo'lsa, $\nu_1 = \kappa_1$, bo'ladi.

Demak, reaksiyaga kirishayotgan moddalardan har birining konsentratsiyasi yoki ularning ko'paytmasi, 1 mol/l bo'lganda, boradigan reaksiyaning, shu sharoitdagi tezligi uning tezlik konstantasi deyiladi.

Ma'lum vaqtdan keyin to'g'ri va teskari reaksiya tezliklari tenglashgan $\nu_1 = \nu_2$ holati kimyoviy muvozanatdir. (1) va (2) tenglamalarni tenglashtirib olsak

$$\kappa_1 [A]^m [B]^n = \kappa_2 [D]^p [C]^g$$

$$\frac{\kappa_1}{\kappa_2} = \frac{[D]^p [C]^g}{[A]^m [B]^n}; \quad \frac{\kappa_1}{\kappa_2} = K \text{ belgilasak}$$

$$K = \frac{[D]^p [C]^g}{[A]^m [B]^n} \quad (3)$$

(3) tenglama massa ta'siri qonunining matematik ifodasi bo'lib, quyidagicha ta'riflanadi; Muvozanat vujudga kelganda reaksiya natijasida hosil bo'lgan moddalar stehiometrik koefficientlari darajasiga ko'tarilgan, koncentraciyalari ko'paytmasining reaksiya uchun olingan moddalar stehiometrik koefficientlari darajasiga ko'tarilgan koncentraciyalari ko'paytmasiga bo'lgan nisbati, berilgan haroratda shu reaksiya uchun doimiy son bo'lib muvozanat konstantasi deyiladi.

Muvozanat konstantasi K ning fizikaviy ma'nosi, sistemada moddalar koncentraciyalari bir hil bo'lganda va berilgan haroratda to'g'ri reaksiyaning tezligi teskari reaksiyaning tezligidan necha marta katta ekanligini ko'rsatadi.

Muvozanat konstantasining qiymatiga qarab, nazariy yoki hisoblash orqali kimyoviy reaksiyalarning yo'nalishini aniqlash mumkin:

- a) $K < 1$ bo'lsa, teskari reaksiya katta tezlik bilan boradi;
- b) $K > 1$ bo'lsa, to'g'ri reaksiya katta tezlik bilan boradi;
- v) $K = 1$ bo'lsa, reaksiya qaytar bo'ladi;

Kimyoviy muvozanat o'zgarmas sharoitlarda uzoq vaqt saqlansa, sharoitlarni o'zgartirib muvozanatni siljitish mumkin. Qaytar reaksiya muvozanatining siljishiga quyidagi omillar ta'sir qiladi:

1. Reaksiyaga kirishuvchi moddalardan birining koncentraciyasining o'zgarishi.
2. Haroratning o'zgarishi.
3. Gazsimon moddalarda bosimning o'zgarishi.

Muvozanatdagi sistemaga sharoitlar o'zgarishining ta'siri umumiy ifodasini 1884 yilda Le - Chatelier ta'riflab bergan: Agar sistema muvozanat holatida turganda sharoitlardan biri o'zgartirilsa va shunday qilib 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.

- 1) kuchsiz elektrolitning dastlabki konsentratsiyasi ma'lum bo'lsa, muvozanatdagi konsentratsiyani hisoblash.
- 2) kimyoviy jarayonlarda boshlang'ich va ohirgi muvozanatdagi konsentratsiyani hisoblash.
- 3) kuchsiz kislota va asoslarning suvli eritmalarida dissosilanish darajasini, vodorod va gidroksil ionlarining konsentratsiyalarini (yoki p^H va p^{OH} ni) hisoblash.
- 4) bufer eritmalarining va gidrolizlanadigan tuz eritmalarining pH va pOH qiymatini hisoblash.
- 5) muvozanatdagi kation va anionlarining muvozanatdagi konsentratsiyalarini va qiyin eruvchan elektrolitlar eruvchanligini hisoblash mumkin. Massalar ta'siri qonuni faqat noelektrolit va suyultirilgan kuchsiz elektrolitlar suvli eritmaları uchun qo'llaniladi.

2.2. Elektrolitik dissosilanish.

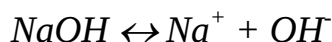
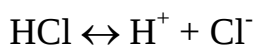
Analitik kimyoda suvli eritmalaridan moddalarining sifat va miqdoriy tarkibini aniqlashda keng foydalaniladi. Shuning uchun suvli eritma bilan ishlaydigan har bir mutahassis elektrolitik dissosilanish, kuchli va kuchsiz elektrolitlar, dissosilanish darajasi va konstantasi, suvning ion ko'paytmasi, vodorod va gidroksid ko'rsatgich kabi tushunchalarni yaxshi bilishi kerak.

Elektr tokini o'tkazadigan eritma elektrolit eritmasi deyiladi, erigan modda esa elektrolit deb aytiladi. Elektrolitlarga kislota, asos va tuzlar kiradi.

1887 yilda S.Arrenius elektrolitlar suvli eritmada dissosilanish (ionlanish) nazariyasini tushuntirdi. Bu nazariyaga ko'ra:

1) elektrolit molekulasida suvda eritilganda ionlar deb aytiladigan elektr zaryadini tashuvchi kichik zarrachalarga dissocilanadi.

Masalan:



musbat zaryadlangan zarrachalar kationlar deb, manfiy zaryadlangan zarrachalar esa anionlar deyiladi.

2) Agar elektrolit eritmasiga tok manbaini ikki qutbi o'pHatsa, anod (+) ga - manfiy zaryadlangan ionlar, ya'ni anionlar, katod (-) ga - musbat zaryadlangan ionlar. ya'ni kationlar tortiladi.

3) Eritmadagi barcha musbat zaryadlangan yig'indisi manfiy zaryadlangan yig'indisiga teng.



4) Dissocilanish qaytar jarayon, shuning uchun qaytarlik («) belgisi qo'yiladi.

Elektrolit dissociatsiyasining miqdoriy tavsifi dissocilanish darajasi hisoblanadi:

$$\alpha = (n/n_0) \cdot 100\%$$

n - dissocilangan molekular soni

n_0 - umumiy molekular soni

Dissocilanish darajasining qiymati:

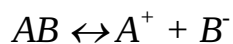
1) erituvchining tabiatiga,

2) haroratga

3) eritma konsentratsiyasiga bog'liq.

Elektrolitik dissocilanish qaytar jarayon bo'lganligi sababli, kimyoviy muvozanat ro'y beradi. Le-Shatel'e principiga muvofiq erituvchi qo'shish (ya'ni, eritmani suyultirish) bilan dissocilangan molekular soni oshadi, bu esa α - qiymatini oshishiga olib keladi. Shuning uchun α ning qiymatiga qarab elektrolitlarni kuchli va kuchsizga ajratish biroz qiyin.

Elektrolitik dissocilanish jarayonini dissocilanish konstantasi bilan harakterlash qulay.



Moddalar massasi ta'siri qonuniga ko'ra dissocilanish konstantasi

$$K = \frac{[A^+][B^-]}{[AB]}$$

bunda, $[A^+]$, $[B^-]$, $[AB]$ - komponentlarining molyar konsentratsiyasi.

Dissocilanish konstantasi dissocilanish darajasidan farq qilib, faqat harorat va elektrolit tabiatiga bog'liq. Kuchsiz elektrolitlar uchun dissocilanish konstantasining qiymatlari ma'lumotnomalarda (2-jadval, 292 bet) keltirilgan.

Eritmaning molyar konsentratsiyasi - S ; bitta molekula dissocilanganda molyar konsentratsiya αC ga teng. Unda yuqoridagi jarayon uchun $[A^+] = [B^-] = \alpha C$, unda dissocilanish konstantasi va darajasi orasidagi bog'lanish quyidagicha yoziladi:

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

α juda kichik bo'lganda $1 - \alpha = 1$ deb olinadi, unda $K = \alpha^2 C$;

$$\alpha = \sqrt{\frac{K}{C}}$$

2.3 Brensted - Lowryning protolitik nazariyasi.

Moddaning eritmada ionlanish va dissocilanish jarayonlari erigan modda va erituvchi molekullari orasidagi o'zaro ta'sir bilan tushuntiriladi.

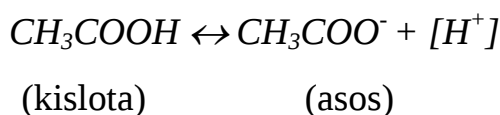
Kislota va asoslar klassik nazariyasi berilgan modda turli erituvchilarda eriganda sodir bo'ladigan bir qator hodisalar tushuntirib berolmaydi. Masalan: NH_4Cl suvda NH_4^+ va Cl^- ionlariga dissocilanadi, ya'ni boshqa tuzlarga o'xshaydi, shu bilan birga uning suyuq ammiakdagi eritmasi, bu eritmalarda H^+ ionlari bo'lmasa ham, kislotalarga hos barcha xususiyatlar, hatto vodorod ajratib chiqarish bilan metallar eritish kabi xususiyatini ham namoyon qiladi. Mochevina $CO(NH_2)_2$ suvdagi eritmalarda neytral suyuq ammiakda kislota hossasiga, suvsiz sirka kislotada esa asos hossasiga ega. Suvli

eritmalarida juda kuchli bo'lgan nitrat kislota suyuq HF da yoki suvsiz H_2SO_4 da eriganda asos hossali bo'lib qoladi. Elektrolitik dissocilanish nazariyasiga zid bo'lgan bunday holatlar ham ko'plab keltirish mumkin.

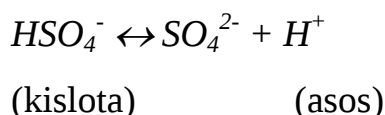
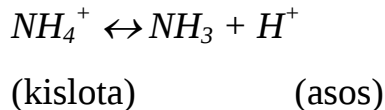
Bu nomuvofiqliklar ham tushuntirish uchun bir qancha nazariya ilgari surildi. 1923 yilda Berensted - Lourining protolitik nazariyasi ancha keng tarqaldi. Bu nazariyaga asosan protonlar berish xususiyatiga ega bo'lgan moddalar kislotalar, protonlar ham biriktirib olish xususiyatiga ega bo'lgan moddalar asoslar deyiladi.

Kislota « asos + $[H^+]$

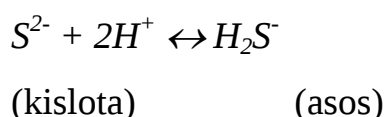
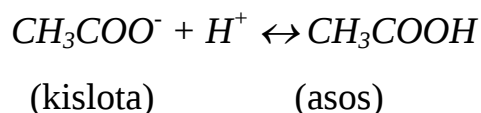
Masalan: sirka kislota o'zidan proton ajratib chiqarganligi uchun Brensted nazariyasiga asosan ham kislota dir.



Lekin Brensted-Louri nazariyasiga ko'ra o'zidan proton ajratib chiqaradigan molekulalargina emas, balki ionlar ham kislota hisoblanadi:



O'z navbatida, protonlar ham biriktirib olish xususiyatiga ega bo'lgan ionlar asoslar deb hisoblanishi kerak:

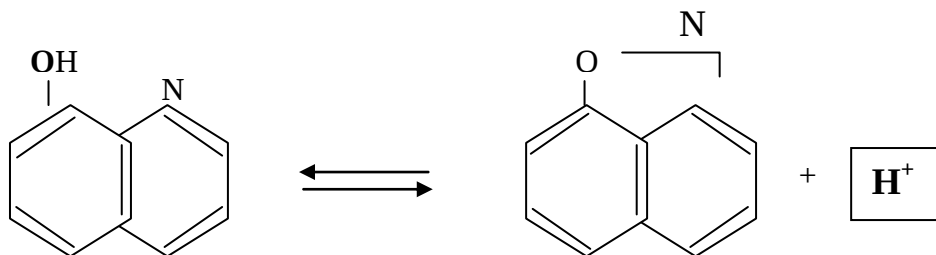


Ba'zi ion yoki molekulalar sharoitga qarab ham kislota, ham asos bo'lishi mumkin.

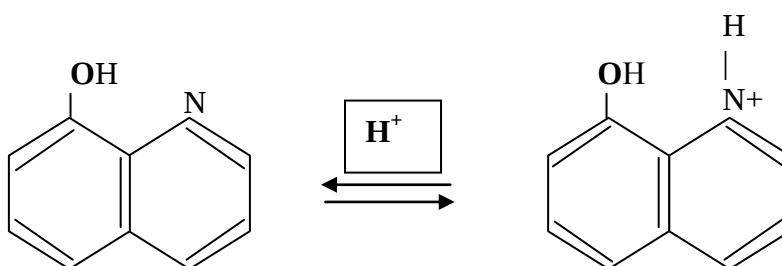
Masalan:



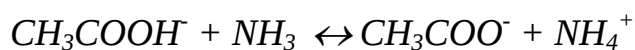
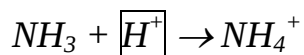
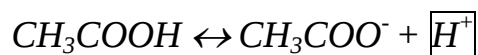
8 - oksihinolin muvozanatda ham kislota



ham asos bo'lib reakciyaga kirishadi:



neytralanish reakciyasining sodir bo'lishi.



1-kisl

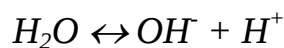
2-asos

1-asos

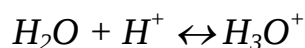
2-kisl

Agar erituvchi suv bo'lsa, bu erda avvalo uning elektrolit sifatidagi ikki yoqlama harakteriga ahamiyat berish kerak.

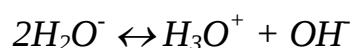
Suv kislota:



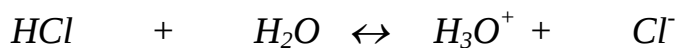
hamda asos bo'lishi mumkin



Bu ikkala tenglamani birlashtirib quyidagicha yozish mumkin



Suvli eritmada kislota va asoslarHing ta'sir reakciyasini ko'raylik:

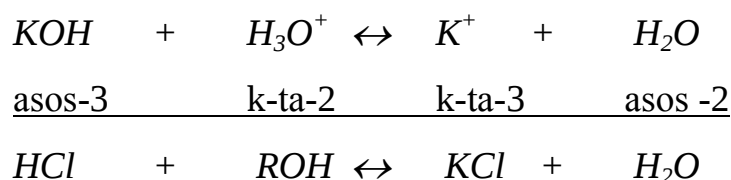


k-ta-1

asos-2

k-ta-2

asos-1



Kislota - asosning o'zaro ta'siri qaytar bo'lib proton kislota molekulasidan asos molekulasiga o'tadi.

Kislota - asoslapning protolitik muvozanat nazariyasi Arreniusning elektrolitik dissocilanish nazariyasiga asoslangan qarashlarga nisbatan ancha umumiy nazariyadir.

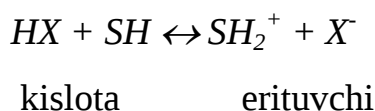
Kislota - asoslardagi muvozanatni hisoblash 2 ta vazifani hal qilishga olib keladi:

- 1) Erigan moddani muvozanat konsentratsiyasidagi pH ni aniqlash.
- 2) pH ma'lum bo'lganda modda tarkibini yoki muvozanatdagi konsentratsiyani aniqlash.

Hisoblashlarni olib borish uchun quyidagilarni bilish shart.

Protolitlar (elektrolitlar) kuchi dissocilanish konstantasi bilan harakterlanadi.

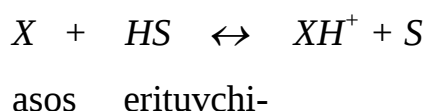
1. Kislotaning dissocilanish konstantasi



$$K_{HX/SH}^{kuc} = \frac{a_{SH_2^+} a_{X^-}}{a_{HX}}$$

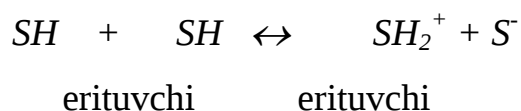
a - molekuladagi ionlarning aktivligi.

2. Asosning dissocilanish konstantasi



$$K_{X/HS}^{acoc} = \frac{a_{XH^+} a_{S^-}}{a_X}$$

2. Erituvchining dissocilanish konstantasi



$$K_{SH} = a_{SH_2^+} \cdot a_{S^-}$$

K_{SH} - avtoprotoliz konstantasi

$$K_{SH} = K_{HX/SH}^{kuc} \cdot K_{X./HS}^{acoc}$$

Bu formula yordamida 2 moddaning dissocilanish konstantasining qiymati ma'lum bo'lsa, 3- chisining qiymatini topish mumkin.

Demak, kislota va asosning kuchli yoki kuchsizligi erituvchining kislota-asos hossasiga bog'liq.

2.4. Aktivlik. Aktivlik koefficienti va ion kuchi.

Ionlararo kuch eritmaning elektr o'tkazuvchanligini pasaytiribgina qolmay, balki osmotik bosim kattaligiga, muzlash va qaynash haroratiga hamda ionlarning kimyoviy reaksiyaga kirishish xususiyatiga ham ta'sir etadi.

Ionlar kuchi ta'sirini hisobga olish uchun 1901 y G.Lьyuis eritmada samarali koncentraciyani ifodalash uchun ionlar aktivligi (α) degan tushunchani kiritdi. Ionlar ana shu aktivligi (samarali koncentraciya) ga muvofiq o'zaro ta'sirlashadi.

Cheksiz suyultirilgan eritmalarda aktivlik koncentraciyaga teng:

$$a = c \quad (1)$$

Real eritmalarda ionlararo kuchning ta'siri tufayli aktivlik koncentraciyadan kichik bo'ladi. Buni izohlash uchun N.Бьerrum fanga aktivlik koefficienti tushunchasini kiritdi.

Aktivlikning ion (haqiqiy) koncentraciyasiga nisbati aktivlik koefficienti (f) deyiladi:

$$f = a/c \quad (2)$$

Demak, aktivlik koefficienti faqat eritmadagi elektrolitning koncentraciyasiga bog'liq bo'lib qolmay, balki shu eritmadagi tashqi ionlar koncentraciyasiga ham bog'liqdir. Shu ionlarning o'zaro ta'sir kuchini ifodalovchi kattalik ion kuchi qonunini 1921 yilda amerika olimlari T.N.Lьyuis va M.Rendal kashf qildi. Eritmaning ion kuchi (m) eritmadagi barcha ionlar

koncentraciyalarining o'sha ion zaryadlari kvadrati ko'paytmasi yig'indisining yarmiga teng, ya'ni:

$$\mu = \frac{1}{2}(C_1 Z_1^2 + C_2 Z_2^2 + \dots + C_n Z_n^2) \quad (3)$$

bu erda

$C_1, C_2, \dots, C_n$ - eritmadagi har bir ionning koncentraciyasi (g-ion/l);

$Z_1, Z_2, \dots, Z_n$ - ionlarning zaryadlari.

Umumiy holda:

$$\mu = \frac{1}{2} \sum_{i=1}^{n-1} C_i Z_i^2 \quad (4)$$

Ion kuchi ortishi bilan eritmada aktivlik koefficienti kamaya boradi. Ammo ma'lum bir minimal qiymatga erishgandan so'ng ion kuchi ortishi bilan aktivlik koefficienti ham orta boradi.

Eritmaning ion kuchi bilan aktivlik koefficienti orasidagi matematik bog'lanishni 1923 yilda P.Debay va E.Hyukkelb aniqlagan. Eritmaning koncentraciyasiga qarab, bu bog'lanish turlicha ifodalanadi. Suyultirilgan eritmalar uchun:

$$\lg f = -0,5 Z^2 \sqrt{\mu} \quad (5)$$

Yuqori koncentraciyadagi eritmalar uchun:

$$\lg f = -\frac{0,5 \cdot Z^2 \cdot \sqrt{\mu}}{1 + \sqrt{\mu}} \quad (6)$$

Koncentrlangan eritmalar uchun (6) formula quyidagicha yoziladi:

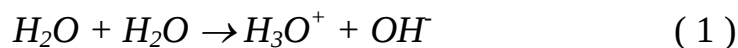
$$\lg f = -\frac{0,5 \cdot Z^2 \cdot \sqrt{\mu}}{1 + a \cdot 0,33 \cdot 10^8 \cdot \sqrt{\mu}} + A \quad (7)$$

bunda

a - shu ion radiusi, sm

A - empirik koefficient.

:



Tenglama soddalashtirilgan holda yozilsa $H_2O \rightarrow H^+ + OH^-$ bo'ladi.

Bunga massalar ta'siri qonunini qo'llanilsa, suvning dissocilanish konstantasi

$$K_{H_2O} = \frac{[H^+][OH^-]}{[H_2O]} \quad (2) \text{ kelib chiqadi.}$$

Suvning ionlanish darajasi juda kich: 25°C da 1 litr suvning 1:10000000 yoki 10^{-7} moligina ionlarga ajraladi, shuning uchun ionlarga ajralmagan molekulalar soni ionlarga ajralgan molekulalar sonidan bir necha barobar katta bo'ladi. K_W doimiy kattalik bo'lib suvning ion ko'paytmasi deyiladi

$$K_W = K_{H_2O} \cdot [H_2O] = [H^+][OH^-] \quad (3)$$

1 l suvning (25°C da) massasi 997,8 g H_2O ning molekulyar massasi 18,02 g/mol. 1 l suvda H_2O ning mollar soni 25°C da

$$[H_2O] = \frac{997,8}{18,02} = 55,4 \text{ mool, bundan}$$

u holda ohirgi tenglikdan:

$$K_W = 18 \cdot 10^{-16} \cdot 55,4 = 1 \cdot 10^{-14};$$

$$K_W = [H^+][OH^-] = 1 \cdot 10^{-14} \quad (4)$$

(4) -tenglamadan $[H^+]$ va $[OH^-]$ tonsak,

$$[H^+] = [OH^-] = \sqrt{K_W} = \sqrt{1 \cdot 10^{-14}} = 10^{-7}, \text{ g.ion/l} \quad (5)$$

Bu tenglamadan shunday hulos qilish mumkinki, suvli eritmadagi $[H^+]$ va $[OH^-]$ konsentratsiyasining har qanday qiymatlarida ularning ko'paytmasi doimiy son bo'lib, $1 \cdot 10^{-14}$ ga teng. Hisoblashlarda qulaylik bo'lishi uchun 1909 y S.Syorensen vodorod (pH) va gidroksid (pOH) ko'rsatgich kiritishni taklif qilgan. Eritmadagi vodorod va gidroksid ionlari konsentratsiyalarining teskari ishorali o'nli logarifmi tegishlicha vodorod va gidroksid ko'rsatgich deyiladi.

$$pH = -\lg [H^+]; \quad pOH = -\lg [OH^-] \quad (6)$$

Umuman, har qanday eritma uchun vodorod ko'rsatgich va gidroksid ko'rsatkich yig'indisi 14 ga teng.

$$pH + pOH = 14 \quad (7)$$

pH va pOH ning qiymatlari eritmaning muhitini harakterlaydi. Shunga ko'ra:

agar $\text{pH} < 7$ bo'lsa, eritmaning muhiti kislotali;

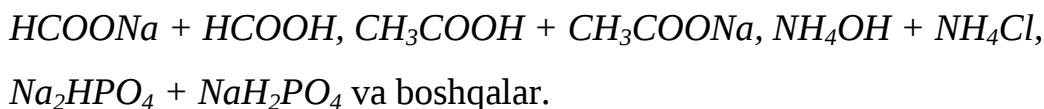
agar, $\text{pH} > 7$ bo'lsa, eritmaning muhiti ishqoriy;

agar, $\text{pH} = \text{pOH} = 7$ bo'lsa, eritmaning muhiti neytral bo'ladi.

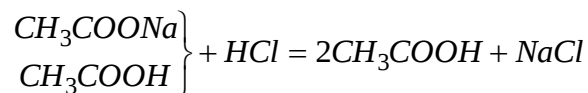
Vodorod ko'rsatgichning qiymati 1 dan 14 gacha qabul qilingan. Eritmadagi ionlar ko'rsatgichlaridan biri ma'lum bo'lsa ikkinchisini yuqoridagi formulalardan foydalanib topish mumkin.

2.6. Bufer eritmalar.

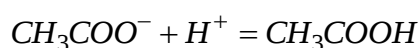
Analitik kimyoda ayrim tajribalarni, ayniqsa, tekshiriladigan eritmadan ionlarni cho'ktirishda, eritmadagi vodorod ionlari koncentraciyasi aniq va doimiy bo'lishi kerak. Shuning uchun analiz jarayoni $[\text{H}^+]$ ionlari koncentraciyasini doimiy saqlab turuvchi bufer eritmalar (boshqaruvchilar) ishlatiladi. 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 eritmalar quyidagi aralashmalar kiradi:



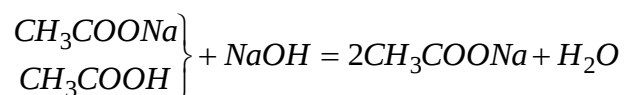
Bufer eritmalarining bufer ta'siri qo'shiladigan kislota yoki ishqorni H^+ yoki OH^- ionlarini bog'lab, kuchsiz elektrolit hosil qilishiga asoslangan. Masalan, agar acetatli $\text{CH}_3\text{COOH} + \text{CH}_3\text{COONa}$ bufer eritmaga kislota qo'shilsa, quyidagicha reaksiya boradi:



yoki ionli ko'rinishda



agar kuchli ishqor qo'shilsa, quyidagicha reaksiya boradi:

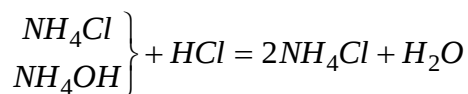


yoki ionli ko'rinishda

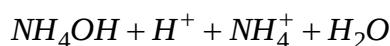


Birinchi holda, kuchli kislota o'rniga kuchsiz kislota sirka kislota, ikkinchi holda esa sirka kislotaning H^+ kationi ishqorning OH^- anionini bog'lab dissocilanmaydigan H_2O molekulasini hosil qiladi.

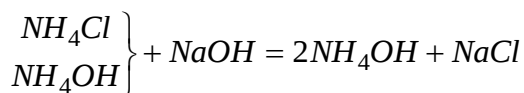
Shuningdek, ammiakli bufer eritmalarining bufer ta'sirini quyidagi reaksiyalar yordamida tushuntirish mumkin. Bufer eritmaga kuchli kislota, masalan, HCl ta'sir ettirilsa, suv va tuz hosil bo'ladi.



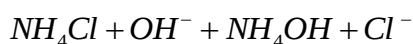
yoki ionli ko'rinishda



Bufer eritmaga kuchli ishqor, masalan, $NaOH$ ta'sir ettirilsa, kuchsiz asos va tuz hosil bo'ladi.



yoki ionli ko'rinishda



Demak, bufer eritma ma'lum miqdorgacha kislota yoki ishqor qo'shilganda ham o'zining pH qiymatini saqlab qoladi.

Bufer eritmalar bufer sig'imi bilan harakterlanadi. Bufer eritmaning pH ini ko'pi bilan bir-birlikka o'zgartirish uchun unga qo'shish mumkin bo'lgan muayyan konsentratsiyali (moly/l yoki g-ekv/l bilan ifodalangan) kuchli kislota yoki ishqorning eng ko'p miqdori bufer sig'imi deyiladi.

Bufer eritmalaridan analizda foydalanishda quyidagilarni hisobga olish kerak:

1. Har qanday bufer eritma kislota yoki ishqor qo'shilganda rN ning doimiyligini saqlab turuvchi muayyan bufer sig'imiga ega bo'ladi.

2. Bufer eritmadagi komponentlarning konsentratsiyasi qancha katta bo'lsa, bufer sig'imi shuncha katta bo'ladi. Masalan: 1 l HCl yoki ishqor 1 l ammoniyli bufer eritmaga qo'shilganda, o'zgargan pH ning qiymati 3-jadvalda keltirilgan.

3-Jadval

Qo'shilgan NaOH molʼ/l	Ammiakli bufer eritma pH n		Qo'shilgan HCl molʼ/l	Ammiakli bufer eritma pH n	
	0,1 n	1 n		0,1 n	1 n
0,01	9,33	0,25	0,01	9,16	9,24
0,10	11,12	9,33	0,10	5,12	9,16
1,00	13,65	9,72	1,00	0,35	4,62

3. Tarkibida bir hil konsentratsiyali kuchsiz kislota va uning tuzi yoki kuchsiz asos va uning tuzi bo'lgan eritmaning bufer sig'imi eng yuqori bo'ladi.

4. Bufer eritmaga kislota yoki ishqor qo'shilgan sari eritmaning rN o'zgarishiga turg'unligi kamayib boradi.

Masalan: 1 l 0,1 n acetatli bufer eritmaga HCl yoki NaOH qo'shilganda pH ning (o'rtacha) o'zgarishi quyidagicha bo'ladi:

0,00 - 0,02 molʼ HCl yoki NaOH - 0,085 pH birligi

0,02 - 0,05 molʼ HCl yoki NaOH - 0,10 pH birligi

0,05 - 0,10 molʼ HCl yoki NaOH - 0,28 pH birligi

Kimyoviy analizda ishlatiladigan bufer eritmalarining pH qiymatini nazariy hisoblash mumkin. Kuchsiz kislota va uning tuzi aralashmasidan iborat bufer eritmadagi $[H^+]$ - ionlarining konsentratsiyasi

$$[H^+] = K_{\text{кисл}} \cdot \frac{C_{\text{кисл}}}{C_{\text{туз}}} \quad (1)$$

formula bilan hisoblanadi.

Bu tenglama logarifmlab olinsa, shu eritmada vodorod ko'rsatkichini hisoblash formulasi kelib chiqadi:

$$pH = pK_{\text{кисл}} - \lg \frac{C_{\text{кисл}}}{C_{\text{туз}}} \quad (2)$$

Kuchsiz asos va uning tuzi eritmasi uchun eritmaning pOH , pH - qiymatlari quyidagicha hisoblanadi:

$$pOH = pK_{acoc} - \lg \frac{C_{acoc}}{C_{myz}}$$

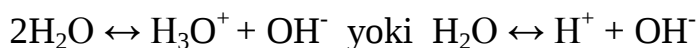
$$pH = 14 - pOH = 14 - pK_{acoc} + \lg \frac{C_{acoc}}{C_{myz}}$$

Bufer eritmalar kimyoviy analizda keng ishlatiladi, ayniqsa, reaksiyani aniq bir pH qiymatida olib borishda. Masalan:

- 1) ammiakli bufer erit ($NH_4OH + NH_4Cl$, $pH = 9,2$) II guruh kationlarini guruh reagenti ta'sirida cho'ktirishda;
- 2) Ba^{2+} , Sr^{2+} , Ca^{2+} ionlarini Mg^{2+} ionidan ajratishda;
- 3) Ba^{2+} ionini $K_2Cr_2O_7$ bilan cho'ktirishda ;
- 4) III guruh kationlarini cho'ktirishda va Al^{3+} , Cr^{3+} ionlarini gidroksidlar ko'rinishida ajratishda;
- 5) formiatli bufer eritma ($HCOOH + HCOONa$ $pH \approx 2$). Zn^{2+} ionini Co^{2+} , Ni^{2+} , Mn^{2+} , Fe^{2+} , Fe^{3+} , Al^{3+} , Cr^{3+} ionlari bilan birgalikda sulfidlar holida cho'ktirib, ajratishda;
- 6) fosfatli bufer eritma ($Na_2HPO_4 + NaH_2PO_4$ $pH \approx 8$) oksidlanish - qaytarilish reaksiyalarini bajarishda.

2.7. Tuzlarning gidrolizi

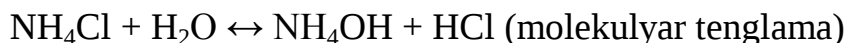
Analitik reaksiyalar tuz hosil bo'lishi, ya'ni ularning bir turdan boshqasiga o'tishi bilan boradi. Shu sababli tuzlarning suvli eritmalaridagi holati va ular bilan bog'liq bo'lgan kimyoviy jarayonlarni, ayniqsa, tuzlarning gidrolizini etarlicha o'rganish zarur. Gidroliz eritmada tuz ionlari bilan suv molekulalarining o'zaro ta'siri natijasida kuchsiz elektrolitlar hosil bo'lishi jarayonidir. Gidroliz natijasida ko'pincha eritmaning muhiti (pH i) o'zgaradi. Gidroliz jarayonida eritmada kuchsiz asos, kuchsiz kislota, gidrokso-tuzlar, kam eriydigan birikmalar, ba'zan kompleks birikmalar hosil bo'ladi. Natijada gidroliz tufayli suvning dissocilanish muvozanati:



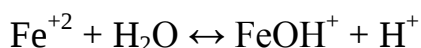
u yoki bu tomonga siljiydi. Buni quyidagi hollarda ko'rish mumkin:

Agar suvning H^+ - ionlari tuz ionlari bilan biriksa, eritmada OH^- ionlari miqdori oshib ketadi ($[\text{H}^+] < [\text{OH}^-]$), bunda muhit ishqoriy bo'lib qoladi ($\text{pH} > 7$). Agar tuz ionlari o'ziga OH^- ionlarini biriktirib olsa, eritmada H^+ ionlari ko'payib, ($[\text{H}^+] > [\text{OH}^-]$) eritma kislotali muhit namoyon qiladi ($\text{pH} < 7$).

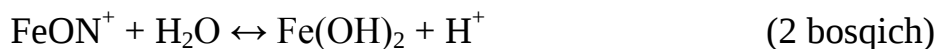
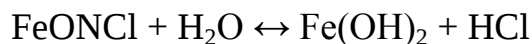
Uch hil tuzlar gidrolizga uchraydi: a) kuchsiz asos va kuchli kislotadan hosil bo'lgan tuzlar gidrolizi, kation bo'yicha gidroliz (NH_4Cl , ZnCl_2 , FeSO_4 , MnCl_2 , AlCl_3 va boshqalar) deb aytiladi. Bunday tuzlar suvda eritilganda tuz kationlari suv molekulasining OH^- ionlari bilan bog'lanib, kuchsiz elektrolit hosil qiladi. Eritmada H^+ ionlari yig'ilib, eritma kislotali muhitga ega ($\text{pH} < 7$) bo'ladi. Masalan:



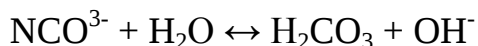
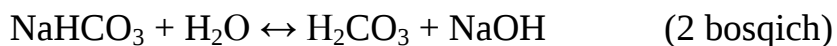
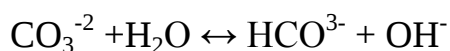
Tuz tarkibidagi kation (Cu^{2+} , Fe^{3+} , Zn^{2+} , Cr^{3+} , Bi^{3+} , Co^{2+} , Ni^{2+}) ko'p zaryadli bo'lsa gidroliz bosqichma - bosqich boradi. Asosan birinchi bosqich amalga oshadi:



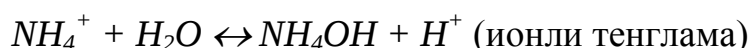
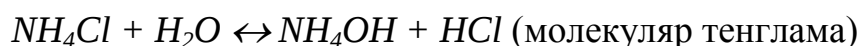
Ikkinchi va keyingi bosqichlar tashqi taʼsir (qizdirish, elektrolitlar) tufayli borishi mumkin:



b) kuchli asos va kuchsiz kislotalardan hosil boʻlgan tuzlar gidrolizi, anion boʻyicha gidroliz (Na_2CO_3 , KCN , Na_2S , CH_3COONa , K_2S va boshqalar) deb aytiladi. Gidroliz natijasida OH^- ionlari yigʻilib eritma muhiti ishqoriy ($\text{pH} > 7$) boʻladi.



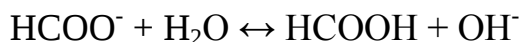
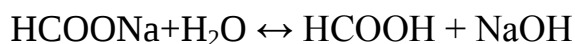
v) kuchsiz asos va kuchsiz kislotalardan hosil boʻlgan tuzlar gidrolizi, ham kation, ham anion boʻyicha gidroliz ($(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$, $\text{CH}_3\text{COONH}_4$, $(\text{NH}_4)_2\text{S}$ va boshqalar) deb aytiladi. Bunday tuzlar eritmada suv molekulasidagi H^+ va OH^- ionlari bilan bogʻlanadi. Gidroliz natijasida hosil boʻlgan elektrolitlarning dissocilanish konstantasining qiymatiga qarab eritma muhiti neytral, kuchsiz kislotali yoki kuchsiz ishqoriy boʻlishi mumkin. Masalan:



Gidroliz natijasida hosil boʻlgan va ning dissocilanish konstantasining qiymati bir-biriga yaqin boʻlganligi sababli eritma muhiti neytral boʻladi.

Kuchli kislota va kuchli asosdan hosil boʻlgan tuzlar gidrolizga uchramaydi, chunki ular kuchsiz elektrolitlar hosil qilmaydi, yaʼni eritmada toʻliq ionlarga ajraladi.

Gidroliz qaytar jarayon boʻlib, har bir tuz gidrolizlanish konstantasi K_{gidr} va gidrolizlanish darajasi h bilan harakterlanadi. Anion boʻyicha gidrolizga uchraydigan tuzning gidroliz reaksiya tenglamasini yozib, massalar taʼsiri qonuni asosida muvozanat konstantasi yoziladi:



$$K = \frac{[\text{HCOOH}] \cdot [\text{OH}^-]}{[\text{HCOO}^-] \cdot [\text{H}_2\text{O}]} \quad (1)$$

Eritmada suvning konsentratsiyasi - $[\text{H}_2\text{O}]$ juda yuqori bo'lganligi uchun, o'zgarma deb hisoblash mumkin, u holda uni tenglamaning chap tomoniga o'tkazilsa:

$$K \cdot [\text{H}_2\text{O}] = \frac{[\text{HCOOH}] \cdot [\text{OH}^-]}{[\text{HCOO}^-]} \quad (2)$$

va $K[\text{H}_2\text{O}]$ ni K gidroliz (K_{gidr}) bilan belgilansa, unda:

$$K_{\text{gidr}} = \frac{[\text{HCOOH}] \cdot [\text{OH}^-]}{[\text{HCOO}^-]} \quad \text{bo'ladi.} \quad (3)$$

(3) tenglamani soddalashtirish uchun, tenglamani surat va mahrajini $[\text{H}^+]$ ga ko'paytirib, tenglama tubdan o'zgartiriladi (3) tenglamani soddalashtirish uchun, tenglamani surat va mahrajini $[\text{H}^+]$ ga ko'paytirib, tenglama tubdan o'zgartiriladi.

$$K_{\text{gidr}} = \frac{[\text{HCOOH}] \cdot [\text{OH}^-] \cdot [\text{H}^+]}{[\text{HCOO}^-] \cdot [\text{H}^+]} \quad (4)$$

$$K_w = [\text{OH}^-] \cdot [\text{H}^+] \quad (5)$$

$$\frac{1}{K_{\text{HCOOH}}} = \frac{[\text{HCOOH}]}{[\text{HCOO}^-] \cdot [\text{H}^+]} \quad (6)$$

(5) va (6) tenglamani (4) tenglamaga qo'yilsa:

$$K_{\text{gidr}} = \frac{K_w}{K_{\text{HCOOH}}} \quad (7)$$

yoki umumiy ko'rinishda

$$K_{\text{gidr}} = \frac{K_w}{K_{\text{мисл}}} \quad (8) \text{ kelib chiqadi.}$$

Gidroliz darajasi gidrolizlangan tuz konsentratsiyasining (C_{gidr}) tuzning umumiy konsentratsiyasi (C_{umum}) ga bo'lgan nisbati bilan aniqlanadi:

$$h_{zu\partial p} = \frac{C_{zu\partial p}}{C_{y\partial y\partial M}} \quad (9)$$

Anion bo'yicha gidrolizga (kuchsiz kislota va kuchli asosdan hosil bo'lgan tuz) uchraydigan tuzlarning gidroliz darajasi quyidagi formula bilan hisoblanadi:

$$h_{zu\partial p} = \sqrt{\frac{K_w}{K_{kisl} \cdot C_{tuz}}} \quad (10)$$

Kation bo'yicha gidrolizga (kuchli kislota va kuchsiz asosdan hosil bo'lgan tuz) uchraydigan tuzlarning gidroliz konstantasi va darajasi quyidagi formula bilan ifodalanadi.

$$K_{zu\partial p} = \frac{K_w}{K_{acoc}} \quad (11)$$

$$h_{zu\partial p} = \sqrt{\frac{K_w}{K_{acoc} \cdot C_{tuz}}} \quad (12)$$

Ham kation, ham anion bo'yicha gidrolizga (kuchsiz kislota va kuchsiz asosdan hosil bo'lgan tuz) uchraydigan tuzlarning gidroliz konstantasi quyidagi formula bilan ifodalanadi:

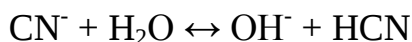
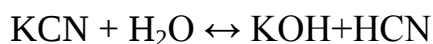
$$K_{zu\partial p} = \frac{K_w}{K_{acoc} \cdot K_{kisl}} \quad (13)$$

Gidroliz darajasi esa quyidagi tenglik bilan ifodalanadi:

$$\frac{h_{zu\partial p}}{1 - h_{zu\partial p}} = \sqrt{\frac{K_w}{K_{acoc} \cdot K_{kisl}}} \quad (14)$$

Gidroliz darajasi quyidagi omillarga bog'liq.

1. Gidroliz natijasida hosil bo'lgan kislota va asosning tabiatiga hosil bo'lgan kislota yoki asos qancha kuchsiz bo'lsa, ya'ni dissocilanish konstantasi (K_{asos} , K_{kisl}) qancha kichik bo'lsa, gidroliz darajasi shuncha katta bo'ladi.
2. Tuzning konsentratsiyasi. Gidroliz qaytar jarayon bo'lgani uchun eritmaga suv qo'shilganda tuzning konsentratsiyasi kamayadi. Gidroliz natijasida hosil bo'lgan kislota yoki asosdan birini gidroliz jarayonidan kamaytirib, gidrolizni o'ngga siljitish mumkin.

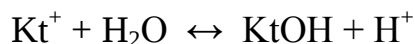


3. Tuz eritmasining harorati. Eritmani qizdirish bilan gidroliz darajasi oshadi, chunki suvni dissocilanish darajasi oshadi, ya'ni eritmada $[\text{H}^+]$ va $[\text{OH}^-]$ ionlari oshadi.

Gidrolizga uchraydigan tuz eritmalarining pH va pOH ini hisoblash gidroliz konstantasiga asoslangan.

1. Kuchli kislota va kuchsiz asosdan hosil bo'lgan tuz eritmalarining pH va pOH ini hisoblash.

Bunday tuz gidrolizini umumiy holda quyidagicha ifodalash mumkin:



Gidroliz reaksiya tenglamasidan ko'rinadiki, $[\text{KtOH}] = [\text{H}^+]$, bularning ko'paytmasi $[\text{KtOH}] \cdot [\text{H}^+] = [\text{H}^+]^2$ teng. Ma'lumki, bunday tuzlarning gidroliz darajasi uncha katta emas, $h \leq 0,01$. Unda gidrolizga uchramagan kationning koncentraciyasi tuzning umumiy molyar koncentraciyasiga $[\text{Kt}^+] = C_{\text{tuz}}$ teng, yuqoridagi kattaliklarni gidrolizlanish konstantasi tenglamasiga qo'yilsa:

$$K_{\text{gidp}} = \frac{[\text{KtOH}][\text{H}^+]}{[\text{Kt}^+]} = \frac{[\text{H}^+]^2}{C_{\text{my3}}} \quad (15)$$

$$[\text{H}^+] = \sqrt{K_{\text{gidp}} \cdot C_{\text{my3}}} \quad (16)$$

aslida
$$K_{\text{gidp}} = \frac{K_W}{K_{\text{KtOH}}} \quad (17)$$

(17) tenglamani (16) tenglamaga qo'yilsa

$$[\text{H}^+] = \sqrt{\frac{K_W \cdot C_{\text{my3}}}{K_{\text{KtOH}}}} \quad (18)$$

(18) tenglamani logarifmlab pHni topilsa.

$$-\lg[\text{H}^+] = -\frac{1}{2}(\lg K_W + \lg C_{\text{my3}} - \lg K_{\text{KtOH}});$$

$$-\lg[\text{H}^+] = \frac{1}{2}(-\lg K_W - \lg C_{\text{my3}} + \lg K_{\text{KtOH}});$$

$$\text{pH} = \frac{1}{2}(-\lg 10^{-14} - \lg C_{\text{my3}} + \lg K_{\text{KtOH}});$$

yoki

$$pH = 7 + \frac{1}{2} \lg K_{acoc} - \frac{1}{2} \lg C_{my3} \quad (19)$$

$$pOH = 14 - pH = 7 - \frac{1}{2} \lg K_{acoc} + \frac{1}{2} \lg C_{my3} \quad (20) \text{ bo'ladi.}$$

2. Kuchsiz kislota va kuchli asosdan hosil bo'lgan tuz eritmalarining pH va pOH ini hisoblash.

Bunday tuzlar quyidagi ko'rinishda gidrolizga uchraydi:



ionli tenglamadan ko'rinadiki, $[HAn] = [OH^-]$, ko'paytmasi $[HAn] \cdot [OH^-] = [OH^-]^2$, $[An^-] = C_{tuz}$ deb gidroliz konstantasi tenglamasiga qo'yilsa:

$$K_{zudp} = \frac{[HAn] \cdot [OH^-]}{[An^-]} = \frac{[OH^-]^2}{C_{my3}} \quad (21)$$

$$[OH^-] = \sqrt{K_{zudp} \cdot C_{my3}} \quad (22)$$

$$K_{zudp} = \frac{K_W}{K_{HAn}} \quad (23)$$

va (23) tenglamani (21) tenglamaga qo'yib, logarifmlansa,

$$[OH^-] = \sqrt{\frac{K_W \cdot C_{my3}}{K_{HAn}}}$$

$$-\lg[OH^-] = -\frac{1}{2} (\lg K_W + \lg C_{my3} - \lg K_{HAn})$$

yoki

$$pOH = \frac{1}{2} (-\lg 10^{-14} + \lg K_{kisl} - \lg C_{my3})$$

$$pOH = 7 + \frac{1}{2} \lg K_{kisl} - \frac{1}{2} \lg C_{my3} \quad (24)$$

$$pH = 14 - pOH = 7 - \frac{1}{2} \lg K_{kisl} + \frac{1}{2} \lg C_{my3} \quad (25) \text{ hosil bo'ladi.}$$

3. Kuchsiz kislota va kuchsiz asosdan hosil bo'lgan tuz eritmalarining pH va pOH ini hisoblash

Bunday tuzlar quyidagi ko'rinishda gidrolizga uchraydi:



Gidroliz konstantasi tenglamasi

$$K_{\text{gidp}} = \frac{[KtOH][HAn]}{[Kt^+][An^-]} = \frac{K_W}{K_{KtOH} \cdot K_{\text{кисл}}} \quad (26)$$

qaysiki, $[KtOH] = [HAn]$, ko'paytmasi $[KtOH][HAn] = [HAn]^2$, $[Kt^+] = [An^-]$
 $= C_{\text{tuz}}$, ko'paytmasi $[Kt^+] \cdot [An^-] =$ kattaliklarni (26) tenglamaga qo'yilsa:

$$K_{\text{gidp}} = \frac{[HAn]^2}{C_{\text{myz}}^2} = \frac{K_W}{K_{KtOH} \cdot K_{HAn}} \quad (27)$$

$$[HAn] = \frac{[H^+][An^-]}{K_{HAn}} \text{ bilgan holda } \frac{[H^+]^2 C_{\text{myz}}^2}{C_{\text{myz}}^2 \cdot K_{HAn}^2} = \frac{K_W}{K_{\text{acoc}} \cdot K_{\text{кисл}}}$$

$$[H^+]^2 = \frac{K_W \cdot C_{\text{myz}}^2 \cdot K_{\text{кисл}}^2}{K_{\text{acoc}} \cdot K_{\text{кисл}} \cdot C_{\text{myz}}^2}$$

tenglamani qisqartirib yozilsa

$$[H]^2 = \frac{K_W \cdot K_{\text{кисл}}}{K_{\text{acoc}}}$$

$$[H^+] = \sqrt{\frac{K_W \cdot K_{\text{кисл}}}{K_{\text{acoc}}}} \quad (30)$$

(14) tenglamani logarifmlansa

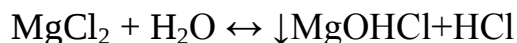
$$-\lg[H^+] = -\frac{1}{2}(\lg K_W + \lg K_{\text{кисл}} - \lg K_{\text{acoc}})$$

$$pH = \frac{1}{2}(-\lg 10^{-14} - \lg K_{\text{кисл}} + \lg K_{\text{acoc}})$$

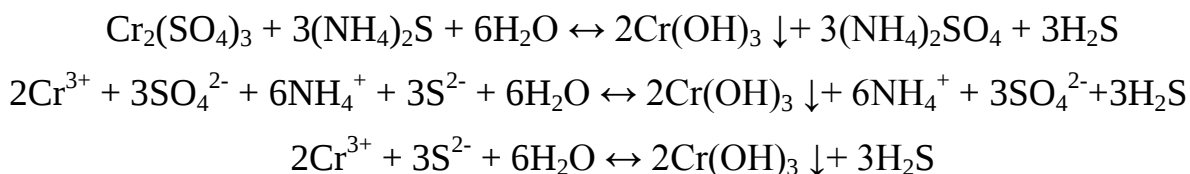
$$pH = 7 - \frac{1}{2}\lg K_{\text{кисл}} + \frac{1}{2}\lg K_{\text{acoc}} \quad (31)$$

Gidrolizdan kimyoviy analizda foydalanish. Kimyoviy analizda gidrolizdan keng foydalaniladi:

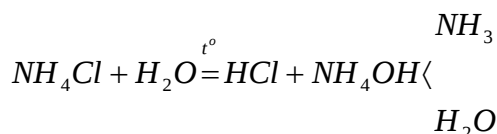
1. Birinchi analitik guruh kationlari aralashmasi analizida, eritma bug'latilgandan keyin, $MgCl_2$ ning gidrolizi natijasida $MgOHCl$ cho'kmasi hosil bo'ladi.



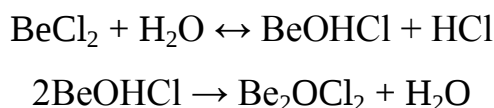
$(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$, $(\text{NH}_4)_2\text{S}$, CH_3COONa , Na_2CO_3 kabi suvli eritmada gidrolizlanib, erkin OH^- ionlarini hosil qiladigan tuzlarning eritmalaridan metall kationlarini gidroksidlar holida cho'ktirishda foydalaniladi.



2. Ammoniy kationini ochishda, uning tuzlarini gidrolizlab qizdirilganda erkin ammiakning ajralib chiqishi kuzatiladi.



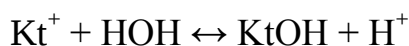
3. Ayrim kationlarning tuzlari gidrolizga uchrab, tuz cho'kmalarini hosil qilishidan shu kationlarni ochishda foydalaniladi (BeCl_2 , BiCl_3 , SbCl_3). Masalan:



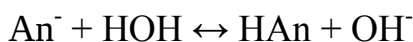
Ayrim hollarda gidroliz analizni olib borishga halaqit beradi. Shuning uchun gidrolizni kuchaytirish va susaytirish usullarini ham bilish kerak. Gidrolizni uch yo'l bilan kuchaytirish yoki susaytirish mumkin:

- 1) eritmaga boshqa gidrolizga uchraydigan biror tuz, kislota yoki ishqorni qo'shish.
- 2) tuz eritmasi konsentratsiyasini o'zgartirish.
- 3) tuz eritmasini qizdirish yoki sovutish, ya'ni haroratni o'zgartirish bilan gidrolizni kuchaytirish yoki susaytirish mumkin.

Masalan, kuchsiz asos va kuchli kislotadan hosil bo'lgan tuz gidrolizini kuchaytirish uchun eritmaga, gidroliz natijasida hosil bo'lgan H^+ ionini bog'lab olish uchun ishqor qo'shiladi

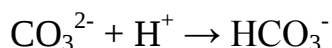


Kuchli asos va kuchsiz kislotalardan hosil bo'lgan tuz gidrolizini kuchaytirish uchun eritmaga gidroliz natijasida hosil bo'lgan OH⁻ ionini bog'lab oladigan kislota qo'shiladi.



Agar shu turdagi tuzlarning gidroliz jarayoniga ishqor qo'shilsa, gidroliz susayadi.

Gidrolizni kuchaytirish yoki susaytirish uchun boshqa elektrolit ham qo'shiladi: HCO₃⁻, HPO₄²⁻, H₂PO₄⁻ ionlari eritmada H⁺ ionlarini bog'lab oladi.



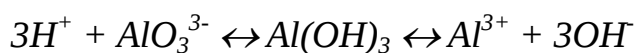
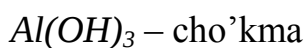
OH⁻ ionlari kompleks ionlar [Co(OH)]⁺, [Al(OH)]²⁺, [Al(OH)₂]⁺ yoki boshqa neytral kuchsiz asos molekulalarini hosil qiladi.

Ikkinchi va uchinchi usullar yuqorida ko'rib chiqildi.

2.8. Amfoterlik.

Bir qator moddalar suvli eritmada sharoitga qarab ham kislota, ham asos hossasini namoyon qiladi. Bunday moddalarga amfoterlar deb, hodisaning o'zi esa amfoterlik deyiladi.

Uchinchi va beshinchi guruh kationlarini o'rganishda amfoterlik hossasini namoyon, qiladigan kationlarni uchratish mumkin. Bularga Be(OH)₂, Zn(OH)₂, Al(OH)₃, Cr(OH)₃, Pb(OH)₂, Sn(OH)₂, As(OH)₃ misol bo'ladi, dissocilanishini quyidagi sxema ko'rinishida yozish mumkin:



kislotalarga eritma asoslarga

o'hshab dissocilanishi

Har ikkala holda dissocilanish konstantasi :

a) Al(OH)₃ uchun asos hossasi bo'lganda

$$K_{acoc} = \frac{[\text{Al}^{3+}][\text{OH}^-]^3}{[\text{Al(OH)}_3]} = 8 \cdot 10^{-25}$$

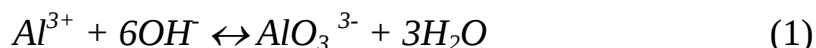
b) $Al(OH)_3$ uchun kislota hossasi bo'lganda

$$K_{kuch} = \frac{[H^+]^3 [AlO_3]^{3-}}{[H_3AlO_3]} = 4 \cdot 10^{-13} \text{ ga bo'ladi.}$$

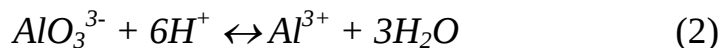
Yuqoridagi qiymatlardan ko'rinadi $Al(OH)_3$ dissocilanish konstantasi bir hil qiymatga ega emas. Amfoter gidroksidlarni kislotali, asosli dissocilanish qiymatiga qarab, berilgan gidroksidning qaysi hossalari kuchliroq ekanligini aniqlash mumkin.

Amfoter gidroksidning formulasi	$K_{Kt(OH)}$	K_{Han}
$Be(OH)_2$	10^{-30}	10^{-18}
$Jn(OH)_2$	$1,3 \cdot 10^{-34}$	$1 \cdot 10^{-16}$
$Al(OH)_3$	$8 \cdot 10^{-25}$	$4 \cdot 10^{-13}$
$Ga(OH)_3$	$1,6 \cdot 10^{-11}$	$5 \cdot 10^{-11}$
$Pb(OH)_2$	$9,6 \cdot 10^{-4}$	$2 \cdot 10^{-16}$

Demak, $Al(OH)_3$ da kislotali hossa asosli hossaga nisbatan kuchli. $Al(OH)_3$ eritmasida ham Al^{3+} kationi va AlO_3^{3-} anioni bo'ladi. Eritmaga ishqor ($[OH^-]$) qo'shilganda muvozanat AlO_3^{3-} ioni hosil bo'lishi tomon siljiydi:



Kislota ($[H^+]$) qo'shilganda muvozanat Al^{3+} ionlari hosil bo'lishi tomon siljiydi:



(1) va (2) tenglamalar uchun massalar ta'siri qonunini qo'llasak analitik kimyoda, tajribalarni bajarish uchun ahamiyatga ega bo'lgan, ionlanish jarayonlari muvozanatda bo'lgandagi holat pH_{uzo} - amfoterlarni izoelektrik nuqtasini hisoblash mumkin.

$$\frac{K_{kuch} [Al(OH)_3]}{[H^+]^6} = \frac{K_{acoc} [Al(OH)_3]}{[OH^-]^6} \quad (3)$$

$$[OH^-] = \frac{K_w}{H^+}; \quad [Al^{+3}] = [AlO_3^{-3}] \text{ deb (3) tenglamaga qo'ysak,}$$

$$\frac{K_{\kappa\mu\epsilon\lambda}}{[H^+]^6} = \frac{K_{acoc}[H^+]}{K_W}; \quad [H^+]^2 = \frac{K_{\kappa\mu\epsilon\lambda} \cdot K_W}{K_{acoc}}$$

$$[H^+] = \sqrt{\frac{K_{\kappa\mu\epsilon\lambda} \cdot K_W}{K_{acoc}}}$$

$$pH_{u30} = \frac{1}{2}(pK_{\kappa\mu\epsilon\lambda} + pK_W - pK_{acoc}) \quad (4)$$

($K_W = [H^+] \cdot [OH]^-$ suvning ion ko'paytmasi)

Amfoter gidroksidlarni to'liq cho'ktirish uchun eritmaning pH i juda katta ahamiyatga ega bo'lib, pH_{u30} teng yoki $pH \approx pH_{u30} \pm 1$ bo'lishi kerak. Masalan: $Al(OH)_3$ to'la cho'kishi $pH = 3,4 - 5,0$, $Zn(OH)_2$ cho'kishi $pH = 6,2 - 8,7$ bo'lganda bo'ladi.

Amfoterlikdan analitik kimyoda quyidagi maqsadlarda foydalaniladi:

1) Kationlarni gidroksidlar ko'rinishida cho'ktirishda, eritmaga ortiqcha ishqor qo'shilganda amfoter hossaga ega bo'lgan metall ionlari eritmaga o'tadi. Masalan: Fe^{+3} , Al^{+3} , ionlar bo'lgan eritmaga $NaOH$ qo'shilganda $Fe(OH)_3$ cho'kmada, Na_3AlO_3 eritmada bo'ladi.

2) Amfoter gidroksidlarni ($Al(OH)_3$, $Cr(OH)_3$, $Zn(OH)_2$, $Be(OH)_2$) erimaydigan gidroksidlardan ($Fe(OH)_2$, $Fe(OH)_3$, $Mn(OH)_2$, $Ni(OH)_2$, $Co(OH)_2$ va boshqalar) ajratishda

3) Ayrim amfoter gidroksidlarni (masal $Be(OH)_2$ ni $NaHCO_3$ eritmasida qaynatib) eritish(qaysiki boshqa gidroksidlar erimaydi) da.

4) Fe^{3+} , Al^{+3} , Be^{2+} va Mn^{2+} ionlari bo'lgan eritmani sistemali analiz qilishda: eritmaga $NH_4OH + NH_4Cl$ ta'sir etirilganda

1 - cho'kma

1 – eritma

$Fe(OH)_3$, $Al(OH)_3$, $Be(OH)_2$

Mn^{+2}

1 - cho'kmaga $NaHCO_3$ qo'shib qizdirilganda

2 - cho'kma

2 - eritma

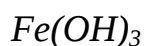
$Fe(OH)_3$, $Al(OH)_3$

BeO_2^{2-}

2 - cho'kmaga ortiqcha $NaOH$ qo'shganda

3 - cho'kma

3 – eritma



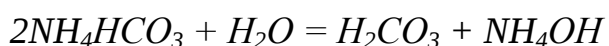
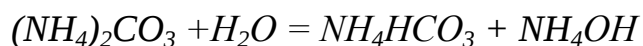
2.9. Ikkinchi analitik guruh kationlari umumiy tavsifi.

Ikkinchi analitik guruh kationlari Ca^{2+} , Sr^{2+} , Ba^{2+} , Ra^{2+} ionlari kiradi. Bu kationlar birinchi analitik guruh kationlaridan farq qilib, turli ionlar bilan birikib suvda qiyin eriydigan tuzlar hosil qiladi. Masalan: ikkinchi guruh kationlarining sulʼfatlari, fosfatlari, oksalatlari va karbonatlari suvda qiyin eriydi. Ikkinchi guruh kationlarining birinchi analitik guruhi kationlaridan karbonatlar $CaCO_3$, $SrCO_3$, $BaCO_3$ holida ajratish qulay. Chunki olingan choʻkmani keyingi tahlillar uchun eritmaga oson oʻtkazish mumkin. Shuning uchun ikkinchi analitik guruhning umumiy reagenti sifatida ($pH=9,2$) $(NH_4)_2CO_3$ ammoniy karbonat ishlatiladi.

Ikkinchi analitik guruh kationlarining sulʼfidlari ham birinchi guruh kationlarining sulʼfidlari kabi suvda yahshi eriydi. II guruh kationlari shu jihatdan III, IV, V analitik guruh kationlaridan farq qiladi. Ikkinchi analitik guruh kationlariga hos boʻlgan hususiy reaksiyalar 4 – jadvalda keltirilgan.

2.10. Guruh reagentining taʼsiri

Ikkinchi guruh kationlarini birinchi guruh kationlaridan guruh reagenti $(NH_4)_2CO_3$ yordamida zarur boʻlgan sharoitida choʻktirishdir. Toʻla choʻktirishning muhim shartlaridan biri eritma muhitini kerakli pH qiymatiga keltirishdir. Bu pH ning qiymati eritmada $(NH_4)_2CO_3$ ning ortiqcha miqdorda boʻlishiga bogʻliq boʻladi. Bu tuz quyidagi tenglamaga muvofiq gidrolizlanadi.

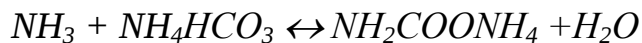


Shu sababli ammoniy karbonat eritmasi, aslini olganda, taxminan ekvivalent miqdordagi NH_4OH bilan ammoniy tuzi NH_4HCO_3 aralashmasidan iborat, yaʼni u $pH = 9,2$ boʻlgan ammoniyli bufer aralashmadir. Eritmaning pH

qiymatini bir hil miqdorda saqlab turish uchun eritmaga guruh reagenti ta'sir etmasdan NH_4OH bilan NH_4Cl li bufer aralashma qo'shiladi, so'ngra, guruh reagenti ta'sir ettiriladi. Bunda karbonatlari suvda eriydigan K^+ , Na^+ , Mg^+ kationlari eritmada qoladi.

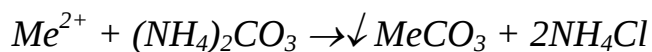
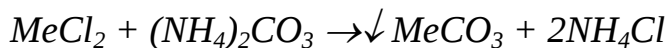
Magniy gidroksi karbon $(MgOH)_2CO_3$ hamda magniy gidroksid $Mg(OH)_2$ garchi qiyin eriydigan bo'lsa ham $pH = 9,2$ bo'lganda cho'kmaga tushmaydi. $Mg(OH)_2$ $pH = 10,04$ bo'lganda cho'ka boshlaydi va $pH = 12,42$ bo'lganda batamom cho'kib bo'ladi, $(MgOH)_2CO_3$ ning cho'kish sharoiti ham huddi shunday.

Shunday qilib cho'ktirishni $pH = 9,2$ da olib borilsa ikkinchi guruh kationlari batamom ajraladi. Ikkinchi guruh kationlarining to'liq cho'kishiga ta'sir ko'rsatadigan muhim sharoitlardan biri, eritmaning haroratidir. Gap shundaki, ammoniy karbonat qattiq holatda saqlanganda qisman parchalanib, ammoniy bikarbonat va karbaminat tuzlarini hosil qiladi.

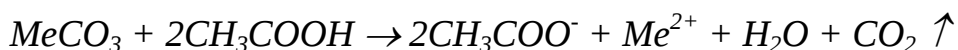


Hosil bo'lgan ammoniy karbaminatni yo'qotish uchun ikkinchi guruh kationlarining 80^0C atrofida isitilgan eritmada cho'ktirish kifoya, harorat ko'tarilishi bilan yuqorida keltirilgan reaksiya muvozanati chapga, ya'ni ammoniy bikarbonat va karbaminatning ammoniy karbonatga aylanishi tomon siljiydi. Qizdirish yana shuning uchun ham foydaliki, bunda amorf holda cho'ka boshlagan karbonatlarning kristall cho'kmaga aylanishi ham tezlashadi. Shunday qilib, ikkinchi guruh kationlarini, ularning guruh reagenti ta'sirida ammiak va ammoniy hlorid ishtirokida, $pH=9,2$ da eritmani 80^0C gacha qizdirish yo'li bilan cho'ktirish kerak. Bu vaqtda $CaCO_3$, $SrCO_3$ cho'kmaga tushib birinchi guruh kationlari kiritilgan ammoniy tuzlari bilan birga eritmada qoladi. Guruh reagentining ta'sirini o'rganish uchun 3 ta probirkaga alohida – alohida $CaCl_2$, $SrCl_2$, $BaCl_2$ eritmalaridan bir – ikki tomchidan olinadi va probirkalarni suv hammomida qizdirib turib $(NH_4)_2CO_3$ eritmasidan ta'sir ettiriladi. Bunda uchchala probirkada oq cho'kmalar $CaCO_3$, $SrCO_3$, $BaCO_3$

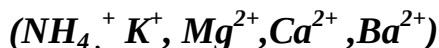
hosil bo'ladi. Karbonatlar hosil bo'lish reaksiya tenglamalarini umumiy ko'rinishda quyidagicha yozish mumkin:



Hosil bo'lgan karbonatlar kuchsiz kislotalar tuzi bo'lganligi sababli HCl , HNO_3 , CH_3COOH larda oson eriydi, reaksiya natijasida CO_2 gazi ajralib chiqadi.



2.11. Birinchi va ikkinchi analitik guruh kationlari aralashmasining analizi



1. NH_4^+ ionini topish. NH_4^+ ionni eritmadan mos ravishda 1.4 va 1.5 reaksiyalar (20-21 betlar) yordamida topiladi.

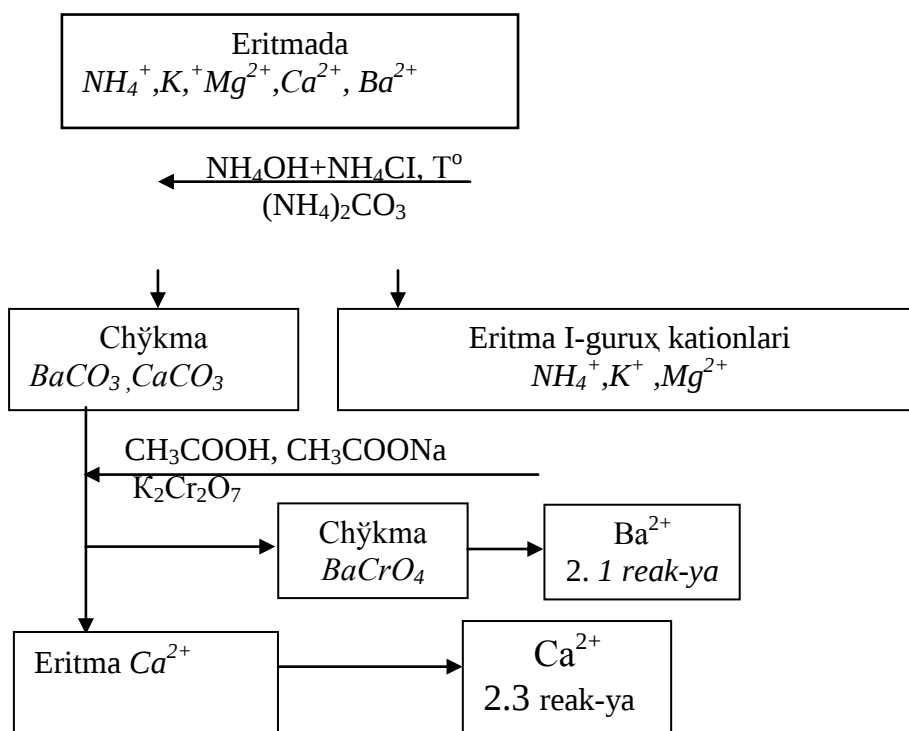
2. Ikkinchi guruh kationlarini birinchi guruh kationlaridan ajratish va ochish. Ikkinchi analitik guruh kationlari ammoniy karbonat $(NH_4)_2CO_3$ yordamida pH=9,2 da cho'ktiriladi. Eritmaning muhitini 9,2 ga tenglashtirish uchun eritmaga ammoniyli bufer, ya'ni NH_4OH va NH_4Cl ning 2 n li eritmalaridan bir necha tomchidan qo'shiladi. Eritma muhitining 9,2 ga kelganligini universal indikator qog'ozi yordamida tekshiriladi. Kerakli muhit hosil qilingan eritma taxminan $80^\circ C$ gacha qizdiriladi va unga 8-10 tomchi 2 n li $(NH_4)_2CO_3$ eritmasidan qo'shiladi. Probirkadagi aralashma yahshilib chayqatiladi va suv hammomida 1-2 minut qizdiriladi so'ngra centrifugalanadi. Cho'kma eritmadan ajratilmasdan oldin ikkinchi guruh kationlarining to'liq cho'kkanligi eritmaga bir necha tomchi $(NH_4)_2CO_3$ eritmasidan tomizilib tekshiriladi. To'liq cho'ktirish amalga oshirilgandan keyin, cho'kma eritmadan ajratiladi. Ajratib olingan ikkinchi guruh kationlarining karbonatli cho'kmasi issiq suvda bir marta yuviladi va quyidagi sxema bo'yicha analiz qilinadi.

Ikkinchi analitik guruh kationlariga hos bo'lgan hususiy reaksiyalar

4 – Jadval

N	Ion	Reagent	Reaksiyalarning molekulyar va ionli tenglamasi	Ilova
2.1	Ba^{2+}	$K_2Cr_2O_7$ CH_3COONa	<i>Ba²⁺ - ionlarining analitik reaksiyalari</i> $2BaCl_2 + K_2Cr_2O_7 + H_2O = \downarrow 2BaCrO_4 + 2KCl + 2HCl$ $2Ba^{2+} + 4Cl^- + 2K^+ + Cr_2O_7^{2-} + H_2O = \downarrow 2BaCrO_4 + 2K^+ + 2Cl^- + 2H^+ + 2Cl^-$ $2Ba^{2+} + Cr_2O_7^{2-} + H_2O = \downarrow 2BaCrO_4 + 2H^+$	pH ≈ 5, sariq cho'kma, kuchli kislotalarda eriydi
2.2.	Ba^{2+}		Alangani bo'yashi.	Sarg'ish-yashil rang
2.3	Ca^{2+}	$(NH_4)_2C_2O_4$	<i>Ca²⁺ - ionlarining analitik reaksiyalari.</i> $CaCl_2 + (NH_4)_2C_2O_4 = \downarrow CaC_2O_4 + 2NH_4Cl$ $Ca^{2+} + 2Cl^- + 2NH_4^+ + C_2O_4^{2-} = \downarrow CaC_2O_4 + 2NH_4^+ + 2Cl^-$ $Ca^{2+} + C_2O_4^{2-} = \downarrow CaC_2O_4$	Oq cho'kma mineral kislotalarda eriydi
2.4	Ca^{2+}	$K_4[Fe(CN)_6]$ $(NH_4OH + NH_4Cl)$	$CaCl_2 + K_4[Fe(CN)_6] + 2NH_4Cl = \downarrow Ca(NH_4)_2[Fe(CN)_6] + 4KCl$ $Ca^{2+} + 2Cl^- + 4K^+ + [Fe(CN)_6]^{4-} + 2NH_4^+ + 2Cl^- = \downarrow Ca(NH_4)_2[Fe(CN)_6]$ $Ca^{2+} + [Fe(CN)_6]^{4-} + 2NH_4^+ = \downarrow Ca(NH_4)_2[Fe(CN)_6] + K^+ + Cl^-$	Oq kristall cho'kma sirka kislotada erimaydi.
2.5	Ca^{2+}		Alangani bo'yashi.	Қизғ'иш – рангли.
2.6	Sr^{2+}	$CaSO_4$ (Gipsli suv)	$SrCl_2 + CaSO_4 = \downarrow SrSO_4 + CaCl_2$ $Sr^{2+} + 2Cl^- + Ca^{2+} + SO_4^{2-} = \downarrow SrSO_4 + Ca^{2+} + 2Cl^-$ $Sr^{2+} + SO_4^{2-} = \downarrow SrSO_4$ $Ba^{2+}, Ca^{2+}, Sr^{2+}$ ionlari Na_2HPO_4 , $(NH_4)_2SO_4$, $(NH_4)_2CO_3$, $(NH_4)_2C_2O_4$ kabi reagentlar bilan ham reaksiyaga kirishib, oq cho'kma hosil qiladi.	$SrSO_4$ ning Ek si kichik bo'lganligi uchun gipsli suvda Sr^{2+} cho'kmaga tushadi.

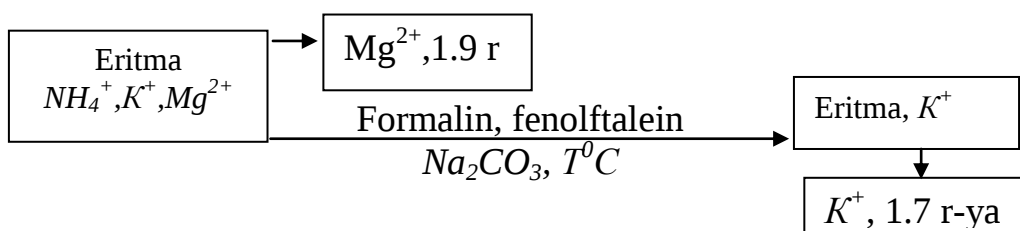
Ikkinchi analitik guruhi kationlarining analiz sxemasi



Birinchi guruh kationlari bo'lgan eritma analizi

Agar eritmada NH_4^+ ionlari bo'lsa (II-guruhni cho'ktirishda albatta kiritiladi) uni K^+ ni topishdan oldin yo'qotish kerak. Buning uchun eritmaga formalindegid (formalin) CH_2O eritmasi qo'shib ammoniyli organik birikma $(CH_2)_6N_4$ urotropinga aylantiriladi. Eritmada K^+ , Mg^{2+} ionlari tegishli reaksiyalar yordamida aniqlanadi.

Analiz sxemasi



Mavzu yuzasidan savol va mashqlar

1. Massalar ta'siri qonunini ta'riflang. Uning analitik kimyodagi ahamiyatini tushuntiring.
2. Elektrolitik dissociaciya nima ($K_{\text{diss.}}$)? Kuchli elektrolitlarni dissocilanish konstantasi to'g'risida gapirish mumkinmi?
3. Suvning ion ko'paytmasi, pH va pOH haqida tushuncha bering.
4. Bufer eritma nima? Bufer eritmalar $[H^+]$, $[HO^-]$, pH va pOH qanday hisoblanadi?
5. Bufer eritmalaridan analitik kimyoda foydalanish.
6. Tuzlarning gidrolizi nima? Tuzlar gidrolizidan analitik kimyoda foydalanish. Gidroliz jarayonida muvozanatning siljishi va pH qiymatining o'zgarishi.
7. Туз гидролизидан аналитик кимуода фойдаланиш.
8. Amfoter elektrolitlardan analitik kimyoda foydalanish.
9. II analitik guruh kationlariga umumiy tavsif bering.
10. Nima uchun Ba^{2+} ning Ca^{2+} dan $K_2Cr_2O_7$ ta'sirida ajratishda CH_3COONa qo'shiladi. CH_3COONa ni $NaOH$ ga almashtirsa bo'ladimi?
11. II analitik guruh kationlariga guruh reagentining ta'siri.
12. 0,2 g $NaOH$ bo'lgan 500 ml eritmaning normal va molyar konsentratsiyasi, pH i, titrini hisoblang.
13. Chumoli kislotaning 0,2 n eritmasida $[H^+] = 0,002$ g-ion/l ga teng bo'lsa, uning dissocilanish darajasini toping.
14. CH_3COOH ni 0,001 n eritmasida $[H^+]$ ionlari konsentratsiyasini toping.
15. Eritmada $[H^+]$ ionlari konsentratsiyasi $1,5 \cdot 10^{-5}$ g-ion/l ga teng bo'lsa eritmaning pH ini hisoblang.
16. 50 ml suvda 1,2 gr KOH eritildi. Eritmaning pH, pOH qiymatlarini hisoblang.
17. 0,025 n NH_4Cl eritmasining pH, pOH qiymatlarini hisoblang.
18. NH_4OH ning 0,1 n eritmasidagi $[H^+]$ ionlari konsentratsiyasini hisoblang.

19. 0,1 n 50 ml HCN kislota eritmasiga 25 ml 0,05 n HCN eritmasi aralashtirilib eritma hajmi 1 l gacha suyultirildi. Shu eritmaning $[\text{H}^+]$, pH qiymatlarini hisoblang.
20. pH qiymati 5 ga teng bo'lgan eritmaning $[\text{OH}^-]$ ionlari konsentratsiyasini hisoblang.
21. pH qiymati 11 ga teng eritmaning $[\text{H}^+]$, $[\text{OH}^-]$ ionlari konsentratsiyasini hisoblang.
22. 25 ml 4% li HCl eritmasini ($d = 1,73$) 1 l gacha suyultirildi. Hosil bo'lgan eritmaning $[\text{H}^+]$ va pH qiymatlarini hisoblang.
23. 1 l eritmada 2,6 gr ammiak erigan bo'lsa, shu eritmaning qiymatini hisoblang.
24. 30 ml 0,001 n KOH eritmasini 75 ml gacha suyultirildi. Hosil bo'lgan eritmaning pH qiymatini hisoblang.
25. 100 ml 0,03 m NH_4Cl eritmasiga NH_4OH ning 0,04 m eritmasidan 50 ml qo'shilgan. Bufer eritmada $[\text{OH}^-]$ va $[\text{H}^+]$ ionlari konsentratsiyasini toping.
26. 0,025 m H_2SO_4 eritmasi suv bilan 10 marta suyultirilganda eritmaning pH qiymati qanday o'zgaradi? Javobingizni tegishli hisoblashlar bilan asoslang.
27. 1 l suvga 60,05 g CH_3COOH va 82,03 g CH_3COONa eritildi. Eritmaning rN ini hisoblang.
28. Eritmada 0,045 mol/l NH_4OH va 0,2 mol/l NH_4Cl bor. Shu eritmaning pH qiymatini toping.
29. 25 ml 0,2 n CH_3COOH va 20 ml 0,15 n CH_3COONa eritmasi aralashmasidan iborat bufer eritmada $[\text{H}^+]$ va pH qiymatini hisoblang.
30. 50 ml 0,3 n NH_4Cl va 30 ml 0,25 n NH_4OH eritmasi aralashmasidan iborat bufer eritmada $[\text{OH}^-]$ va pH qiymatini hisoblang.
31. Acetatli bufer eritma tayirlash uchun CH_3COOH ning 0,15 n 100 ml eritmasi bilan CH_3COOK ning 0,8 n 50 ml eritmasi aralashtirildi. Eritmaning pH qiymatini hisoblang.
32. 1 l suvda 22 gr HCOOH va 21 gr HCOOK eritildi. Qanday eritma hosil bo'ladi? Eritmaning pH qiymatini toping.

33. 0,056 mol/l NH_4OH va 0,1 mol/l NH_4Cl dan iborat bufer eritmaning pH qiymatini toping.
34. 0,1 n NH_4Cl eritmasining pH qiymati va tuzning gidrolizlanish darajasini toping ($K_{asos} = 1,78 \cdot 10^{-5}$).
35. 0,2 n KCN eritmasining pH qiymati, gidrolizlanish darajasi va konstantasini hisoblang ($K_{kisl} = 7,2 \cdot 10^{-10}$).
36. 0,2 n $HCOOK$ eritmasining pH qiymati va tuzning gidrolizlanish darajasini hisoblang ($K_{kisl} = 1,8 \cdot 10^{-4}$).
37. 0,5 n CH_3COONa eritmasining pH qiymati va tuzning gidrolizlanish darajasini hisoblang ($K_{kisl} = 1,85 \cdot 10^{-5}$).
38. 0,25 n CH_3COONH_4 eritmasining pH qiymati va tuzning gidrolizlanish darajasini hisoblang ($K_{kisl} = 1,85 \cdot 10^{-5}$).
39. CH_3COOK , $(NH_4)_2CO_3$, K_2SO_3 tuzlarning 0,05 m eritmalarida gidrolizlanish darajalarini hisoblang.

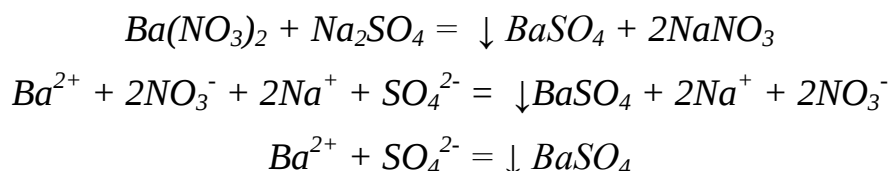
III Mavzu: GETEROGEN SISTEMALARDA MUVOZANAT

Tayanch iboralar:

- cho'ktirish kimyoviy analiz usuli;
- eruvchanlik ko'paytmasi;
- eruvchanlik;
- eruvchanlikka ta'sir qiluvchi omillar;
- cho'kmalarning hosil bo'lishi ;
- to'la cho'kishga ta'sir qiluvchi omillar ;
- tuz effekti.

3.1. Cho'ktirish – kimyoviy analiz usuli

Eritmalarda boradigan ko'pgina analitik reaksiyalar cho'kma hosil bo'lishi bilan tugallanadi. Moddaning cho'kma ko'rinishida ajralib chiqishi kimyoviy analizning asosiy usullaridan biridir. Odatda cho'kma ion almashinish reaksiyasi natijasida hosil bo'ladi. Eritmadan qattiq faza, cho'kma ajralishi cho'ktirish deyiladi. Masalan; sulfat ionini bariy sulfat ko'rinishida cho'ktirish:

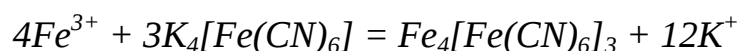


Moddaning hossasi va cho'ktirish sharoiti (harorat, konsentratsiya, pH muhit va boshqalar) ga qarab cho'kmalar har hil ko'rinishda buladi: pag'a-pag'a $Al(OH)_3$, iviq (H_2SiO_3), donador ($PbSO_4$), kristall ($BaSO_4$), suzmasimon ($AgCl$) va boshqalar.

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.

Cho'ktirish usulidan kimyoviy analizda quyidagi maqsadlarda:

1) Tekshiriladigan eritmadan to'g'ridan to'g'ri ayrim ionlarni ochishda, Masalan: Fe^{3+} , Ba^{2+} , Cl^- ionlari aralashmasiga $K_4[Fe(CN)_6]$ ta'sir ettirilganda, o'ziga hos berlin lazuri cho'kmasini hosil bo'lishi va hokazo;

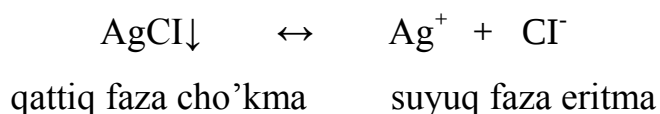


- 2) Kation va anionlarni ajratishda; halaqit beradigan ionlarni yo'qotishda;
 3) Aralashmadan ayrim ionlarni ajratib koncentrlashda;
 4) Aralashmadan ayrim komponentlar miqdorini aniqlashda (tortma analiz) foydalaniladi.

3.2.Eruvchanlik ko'paytmasi

Tabiatda mutloq erimaydigan modda bo'lmaydi. Cho'kma hosil bo'lishi bilan qaytar erish jarayoni boradi. Cho'kma va to'yingan eritma har hil faza, ya'ni geterogen sistemadan iborat. Geterogen sistemaning bir-biridan chegara sirtlar bilan ajraladigan ayrim qismlari (cho'kma va to'yingan eritma), faza deb ataladi.

Agar qiyin eriydigan tuzni Masalan: AgCl olib distillangan -suv qo'shsak, cho'kmani hosil qilgan Ag^+ va Cl^- ionlari yaqin turgan suv dipollari tomonidan tortiladi va ajralib ionlar gidrati holida eritmaga o'ta boshlaydi. Erish jarayoniga teskari Ag^+ va Cl^- ionlari eritmada to'qnashib AgCl molekulalarini hosil qiladi va cho'kmada ikkita bir biriga qarama-qarshi jarayon sodir bo'lib, ma'lum vaqtdan keyin dinamik muvozanatga olib keladi. Cho'kma bilan dinamik muvozanatda bo'lgan eritmaga to'yingan eritma deyiladi.



Massalar ta'siri qonuniga muvofiq:

$$K_{AgCl} = \frac{[Ag^+][Cl^-]}{[AgCl]}$$

$[Ag^+]$ va $[Cl^-]$ – muvozanatdagi kumush va hlor ionlarining konsentratsiyasi
 $[AgCl]$ – qattiq fazadagi moddaning konsentratsiyasi

Geterogen sistemada erigan va qattiq moda zarrachalarining to'qnashishi fazalar sirtida bo'lib, qattiq modda miqdoriga bog'liq bo'lmaydi va uning koncentraciyasi doimiy qolib reaksiya tezligiga ta'sir qilmaydi.

Qiyin eruvchan elektrolitning to'yingan eritmasidagi ionlar koncentraciyalarining ko'paytmasi o'zgarmas haroratda o'zgarmas miqdordir. Bu miqdor eruvchanlik ko'paytmasi deb ataladi (EK).

Yuqoridagi misol uchun $EK_{AgCl} = [Ag^+][Cl^-]$. Umumiy holda $MmAn$ ko'rinishdagi elektrolit uchun eruvchanlik ko'paytmasining ifodasi:

$$\mathcal{K}_{MmAn} = [M^{n+}]^m [A^{m-}]^n$$

To'yingan eritmada ionlararo ta'sir kuchni hisobga olish, uchun ionlar koncentraciyasini ularning aktivligiga almashtirishga to'g'ri keladi. Ionlar aktivligining qiymati dissocilanish jarayonida ishtirok etayotgan ionlar soniga teng miqdor darajaga ko'tarilib eruvchanlik ko'paytmasi ifodasiga kiradi.

$$\mathcal{K}_{MmAn} = a_{M^{n+}}^m * a_{A^{m-}}^n$$

Ionlar aktivligi ularning koncentraciyalari bilan aktivlik koefficientlari ko'paytmasiga teng bo'lgani uchun eruvchanlik ko'paytmasini shunday yozish mumkin.

$$\mathcal{K}_{MmAn} = [M^{n+}]^m [A^{m-}]^n * f_{M^{n+}}^m * f_{A^{m-}}^n$$

Lekin, kam eruvchan birikmaning ionlar koncentraciyasi uning to'yingan eritmasida juda kam bo'lgani uchun ionlar orasidagi o'zaro ta'sir kuchi u qadar ahamiyatli emas. Shuning uchun hisoblashlarda $f_{M^{n+}}^m$ va $f_{A^{m-}}^n$ ni birga teng deb olinsa, hato bo'lmaydi. Bundan odatda, amalda qo'llaniladigan tahminiy tenglamani hosil qilamiz:

$$\mathcal{K}_{MmAn} = [M^{n+}]^m [A^{m-}]^n$$

Oson eriydigan elektrolitlarda f ning qiymati birga teng emas. Shuning uchun ulardagi ionlar aktivligini koncentraciya bilan almashtirib bo'lmaydi. Agar berilgan qiyin eruvchan birikmaning eruvchanlik ko'paytmasi $EK < n * 10^{-7}$ bo'lsa, aktivlik koefficientini hisobga olmasa ham bo'ladi. Agar $EK > n * 10^{-7}$ bo'lsa, aktivlik koefficientini kiritish kerak. Biroq eruvchanlik ko'paytmasi qoidasiga

asoslangan hisoblashlarda katta aniqlik talab qilinmaydi, shuning uchun ko'p hollarda aktivliklar koncentraciyalar bilan almashtiriladi.

Qiyin eruvchan birikmalarning eruvchanlik ko'paytmasi qiymati ma'lumotnomalarda (5 jadval, 281 bet) keltirilgan.

Qiyin eruvchan elektrolitlarning eruvchanlik ko'paytmasini hisoblash uchun, uning berilgan haroratdagi eruvchanligi aniqlanadi. Eruvchanlikni bila turib, eruvchanlik ko'paytmasini hisoblab topish oson.

Masalan: CaCO_3 ning eruvchanligi 0,0069 g/l. Eruvchanlik ko'paytmasi hisoblansin.

Echish: Eruvchanlikni mollarda ifodalaymiz: $M_{\text{CaCO}_3} = 100,69$

$$\vartheta_{\text{CaCO}_3} = \frac{6,9 \cdot 10^{-3}}{100,69} = 6,85 \cdot 10^{-5} \text{ моль / л}$$

Har bir CaCO_3 molekulasini eritilganda bittadan Ca^{2+} va CO_3^{2-} ioni hosil bo'lgani uchun $\text{Ca}^{2+} = \text{CO}_3^{2-} = 6,85 \cdot 10^{-5} \text{ моль / л}$.

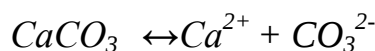
Demak,

$$\vartheta K_{\text{CaCO}_3} = [\text{Ca}^{2+}] [\text{CO}_3^{2-}] = 6,9 \cdot 10^{-5} \cdot 6,9 \cdot 10^{-5} = 4,7 \cdot 10^{-9}$$

Moddalarning EK qiymatini bilgan holda kam eruvchan moddaning eruvchanligini hisoblash mumkin.

$$\vartheta_{\text{MnAn}} = \sqrt[m+n]{\frac{\vartheta K_{\text{MnAn}}}{m^m \cdot n^n}}$$

Masalan: CaCO_3 suvdagi eruvchanligini g/l hisoblang. Eruvchanlik ko'paytmasining qiymati 2 jadvaldan olinadi.



$$[\text{Ca}^{2+}] = [\text{CO}_3^{2-}] = X$$

$$\vartheta K_{\text{CaCO}_3} = [\text{Ca}^{2+}] [\text{CO}_3^{2-}] = X \cdot X = X^2$$

$$X = \vartheta = \sqrt{\vartheta K} = \sqrt{4,7 \cdot 10^{-9}} = 6,85 \cdot 10^{-5} \text{ моль / л}$$

Eruvchanlikni g/l da hisoblash uchun molyar koncentraciyani moddaning molekulyar massasiga ko'paytirish kerak.

$$\vartheta = 6,85 \cdot 10^{-5} \cdot 100,69 = 6,90 \cdot 10^{-3} \text{ г / л}$$

Cho'kma quyidagi hollarda qisman yoki to'liq erishi mumkin:

- a) kompleks birikma hosil bo'lishi yoki gaz ajralib chiqishi;
- b) yonaki jarayonlar borishi ;
- v) oksidlanish darajasining o'zgarishi ;
- g) $[H^+]$ ionlari konsentratsiyasining oshishi ;
- d) cho'kmaga ionlari bo'lgan biror kuchli elektrolitni qo'shish va hokazo.

3.3 Cho'kmalarning hosil bo'lishi va ularga ta'sir qiluvchi omillar.

Agar qiyin eruvchan elektrolitning ionlar konsentratsiyasining ko'paytmasi uning eruvchanlik ko'paytmasidan kam bo'lsa, eritma to'yinmagandir. EK - qoidasiga muvofiq berilgan, qiyin eriydigan elektrolit ionlari (aktivliklarining) konsentratsiyalarining ko'paytmasi berilgan haroratda eruvchanlik ko'paytmasiga teng bo'lgan vaqtdagina eritma shu elektrolitga nisbatan to'yingan bo'ladi, ya'ni

$$[Ag^+][Cl^-] < \mathcal{K}_{AgCl} - \text{to'yinmagan eritma}$$

$$[Ag^+][Cl^-] = \mathcal{K}_{AgCl} - \text{to'yingan eritma}$$

$$[Ag^+][Cl^-] > \mathcal{K}_{AgCl} - \text{o'ta to'yingan eritma}$$

Kam eruvchan elektrolitning ionlar konsentratsiyasining ko'paytmasi berilgan haroratdagi eruvchanlik ko'paytmasi qiymatidan ortiq bo'lgan hollarda cho'kma hosil bo'ladi.

To'la cho'kishga ta'sir qiluvchi omillar:

1. Eritma konsentratsiyasining ta'siri

2. Cho'ktiruvchi miqdorining ta'siri. To'la cho'ktirish uchun cho'ktiruvchining miqdori bir yarim barobardan ortiqcha olinadi. Cho'ktiruvchining ortiqcha qo'shilishidan eritmadagi cho'ktiriladigan ionlarning konsentratsiyalarini mos ravishda kamayishiga, ya'ni cho'kmaning to'la cho'kishiga olib boradi.

3. Bir ismli ionning ta'siri. To'yinmagan elektrolit eritmasiga bir ismli ioni bo'lgan elektrolit qo'shib, to'yingan va o'ta to'yingan eritma hosil qilish mumkin.

Haqiqatan agar AgCl ning to'yingan eritmasiga oz-ozdan HCl yoki KCl qo'shsak, dastlab AgCl ning EK qiymati (ya'ni 25°C da $1,78 \cdot 10^{-10}$) dan kam bo'lgan ionlar ko'paytmasi asta-sekin unga tenglashadi va nihoyat, undan ortib

ketadi. Shunga muvofiq to'yingan eritmaga va bundan keyin esa o'ta to'yingan eritmaga aylanadi.

Demak, qiyin eriydigan elektrolitlarning eruvchanligi, ularning eritmasiga tarkibida shu eritmadagi ionlarning biri bilan bir ismli ioni bor birorta kuchli elektrolit kiritilishi bilan kamayadi.

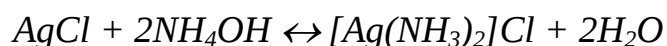
4. Tuz effekti. Tajriba natijalari shuni ko'rsatadiki, bir ismli ionga ega bo'lmagan tuzlar ham elektrolitlarning eruvchanligiga ta'sir etadi. Ammo bunday hollarda, odatda eruvchanlik ortadi. Bu hodisa «tuz effekti» deb ataladi. Masalan K_2SO_4 va Na_2SO_4 shunga o'hshash tuzlar qo'shilganda $AgCl$ ning eruvchanligi ortadi. Qo'shilayotgan tuzlarning konsentratsiyasi qancha yuqori bo'lsa, erish shuncha ko'p bo'ladi.

Qiyin eruvchan elektrolitga bir ismli ionga ega bo'lmagan tuzlarni kiritganda eritmaning ion kuchi ortishi sababli qiyin eruvchan elektrolit ionlarining aktivlik koeffitsientlari kamayadi. Bunda eritma to'yinmagan bo'lib, elektrolitning eruvchanligi ortadi.

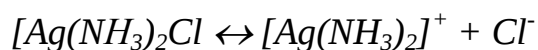
5. Haroratning ta'siri. O'zgarmas haroratda EK o'zgarmas miqdordir. haroratning oshishi bilan EK qiymati ortib boradi. Cho'kmani harakteriga (amorf, kristall) qarab turli haroratda cho'ktiriladi.

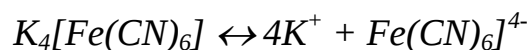
3.4. Kompleks birikmalar

Kompleks birikmalarning tuzilishi. Oddiy turdagi ion yoki kovalent bog'lanishli birikmalardan tashqari neytral birikmalarning o'zaro birikishidan hosil bo'ladigan koordinatsion (donor-akceptor) bog'lanishli murakkab yuqori molekulyar birikmalari ham mavjud, ular oddiy modda molekulalarining o'zaro ta'siri natijasida olinadi:

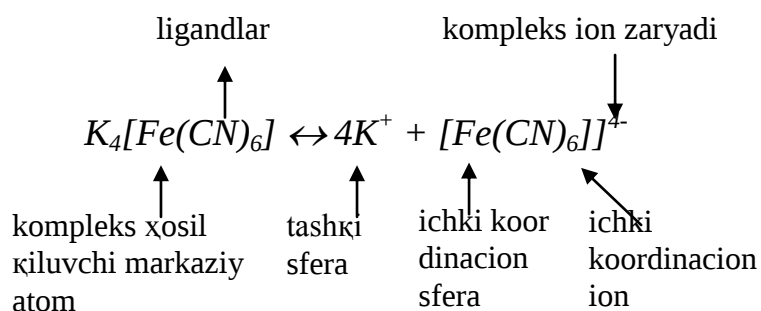


Ularning tarkibiga kirgan murakkab ionlar kompleks ionlar deb ataladi. Ular kristall va eritmalarda mustaqil ravishda mavjud bo'lishi mumkin.

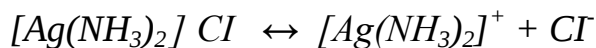




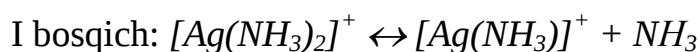
Kompleks birikmalarning hossalari va tuzilishini tushuntirish uchun shved kimyogari A.Verner (1893) koordinacion nazariyani yaratdi. Bu nazariyaga binoan, har qanday kompleks birikmaning molekulasida ionlardan bittasi (odatda, musbat zaryadlangani) markaziy o'rinni egallaydi va u kompleks hosil qiluvchi deyiladi. Uning atrofiga bevosita ma'lum sondagi qarama-qarshi zaryadlangan ionlar yoki elektroneytral molekulalar joylashadi (koordinatlanadi) va ularni ligandlar yoki addendlar deb ataladi. Kompleks hosil qiluvchi bilan ligandlar birikmaning ichki koordinacion sferasini (kompleks ionni) tashkil etadi. Ichki sferaga sig'may qolgan ionlar markaziy iondan ancha uzoqda joylashadi va tashqi koordinacion sferani tashkil etadi. Bunday hollarda kompleks ion kvadrat qavslarda yoziladi.



Suvli eritmalarda kompleks birikma kompleks ionga va tashqi sfera ioniga dissocilanadi. Bu jarayon huddi kuchli elektrolitlarning dissocilanishi kabi bo'ladi. Masalan:



Kompleks ion huddi kuchsiz elektrolitlar kabi ketma-ket tartibda dissocilanadi:



$$K_{[Ag(NH_3)_2]^+} = \frac{[Ag(NH_3)]^+ * NH_3}{[Ag(NH_3)_2]^+}$$



$$K_{[Ag(NH_3)]^+} = \frac{[Ag]^+ \cdot [NH_3]}{[Ag(NH_3)]^+}$$

Kompleks ionning umumiy ionlanish konstantasi har bir bosqichdagi ionlanish konstantalari ko'paytmasiga teng bo'lib, beqarorlik konstantasi deyiladi.

$$K'_{[Ag(NH_3)_2]^+} \cdot K_{[Ag(NH_3)]^+} = \frac{[Ag^+] \cdot [NH_3]^2}{[Ag(NH_3)_2]^+} = K_{\text{beqar}}$$

Bu konstantaning domiylik qiymati qancha katta bo'lsa, kompleks shuncha kuchli dissocilanib, beqaror bo'ladi. Beqarorlik konstantasi teskari qiymat kompleksning hosil bo'lish konstantasi yoki barqarorlik konstantasi deyiladi. Ular orasida quyidagi nisbat mavjud:

$$K_{\text{barqar}} = \frac{1}{K_{\text{beqar}}}$$

$K_{\text{beqarorlik}}$ ning logarifmlangan kiymati bir qator birikmalarning barqarorligini solishtirish uchun qulaydir:

$$pK_{[Ag(NH_3)_2]} = -\lg 5,75 \cdot 10^{-8} = -\lg 5,75 - \lg 10^{-8} = -0,76 + 8 = 7,24$$

K_{beqaror} , K_{barqaror} , $-\lg K_{\text{beqaror}}$, (pK) qiymatlari ma'lumotnomalarda (6-jadval 294 bet.) keltirilg. K_{beqaror} , qiymatidan foydalangan holda kompleks birikmalarning hosil bo'lishi va parchalanishi bilan boradigan reaksiyalar yo'nalishini avvaldan aytib berish mumkin qiymatidan foydalangan holda kompleks birikmalarning hosil bo'lishi va parchalanishi bilan boradigan reaksiyalar yo'nalishini avvaldan aytib berish mumkin.

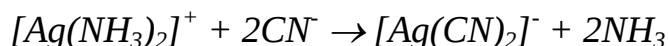
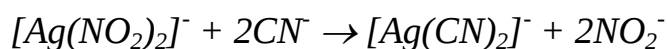
Kompleks hosil bo'lish reaksiyasi hamma vaqt eng kam K_{beqaror} , qiymatga ega bo'lgan birikma hosil bo'lish tomonga, ya'ni eng barqaror kompleks birikma hosil bo'lish tomoniga yo'naladi. Masalan:

$$K_{[Ag(NO_2)_2]^-} = 1,5 \cdot 10^{-3}$$

$$K_{[Ag(NH_3)_2]^+} = 6,8 \cdot 10^{-8}$$

$$K_{[Ag(CN)_2]^-} = 1,0 \cdot 10^{-21}$$

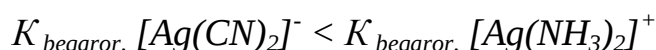
$[Ag(CN)_2]^-$ eng kichik $K_{beqaror}$, qimmatga ega bo'lgani uchun birinchi va ikkinchi komplekslar KCN bilan reaksiyaga kirishib, cianid birikmalarni quyidagi tenglama bo'yicha hosil qiladi.



yoki quyidagi reaksiya sodir bo'lishi mumkin:



$[Ag(CN)_2]^-$ ammiak bilan reaksiyaga kirishmaydi, chunki



Kompleksning beqarorlik konstantasi va kam eruvchan tuzning EK qiymati ma'lum bo'lsa, kompleks ionning u yoki bu reaktivga munosabatini aniqlash mumkin.

Kompleks hosil bo'lishidan kimyoviy analizda quyidagi maqsadlarda foydalaniladi:

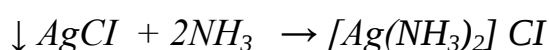
1. Kationlarni cho'ktirishda: masalan, ko'pgina kationlarning kompleks birikmalari qiyin eriydigan, ma'lum rangdagi cho'kmalarni hosil qiladi.

$K_3[Co(NO_2)_6]$	—	sariq
$Fe_4[Fe(CN)_6]_3$	—	ko'k
$[Cu(NH_3)_4](OH)_2$	—	ko'k
$Cu_2[Fe(CN)_6]$	—	qizil
$Ni_3[Co(CN)_6]_2$	—	yashil

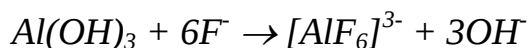
2. Ionlarni niqoblashda. Masalan:

Co^{2+} , Fe^{3+} aralashmasidan Co^{2+} ionini NH_4SCN bilan ochish uchun Fe^{3+} ionini halal beradi. Unda Fe^{3+} ionini $[FeF_6]^{3-}$ kompleks ko'rinishida niqoblanadi. Eritmada hosil bo'lgan $[Co(SCN)_4](NH_4)_2$ birikma spirt-efir qavatida ko'k rang halqa hosil qiladi.

3. Beshinchi guruh kation (Pb^{2+} , $[Hg_2]^{2+}$, Ag^+) larining guruh reagenti (HCl) bilan cho'ktirib, cho'kma ($PbCl_2$, Hg_2Cl_2 , $AgCl$) larni ajratishda. Agar cho'kmaga ortiqcha ammiak eritmasi qo'shilsa, $AgCl$ ammiakli kompleks birikma holida eritmaga o'tadi.

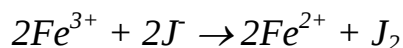


4. Moddalarning kislota-asosli hossasini o'zgartirishda. Masalan: $Al(OH)_3$ ning F^- ionni eritmasida asosli hossasi kuchli bo'ladi,



chunki Al^{3+} ionni kompleks birikmada bo'lib, OH^- eritmada erkin bo'ladi.

5. Moddalarning oksidlanish-qaytarilish hossalarini o'zgartirishda. Masalan:



Reaksiya chapdan o'ngga boradi. Agar eritmaga PO_4^{3-} , $C_2O_4^{2-}$, F^- yoki boshqa ligand qo'shib Fe^{3+} ionni bog'lab olsak, $(Fe(PO_4)_2)^{3-}$, $[Fe(C_2O_4)_3]^{3-}$, $[FeF_6]^{3-}$), reaksiya o'ngdan chapga boradi.

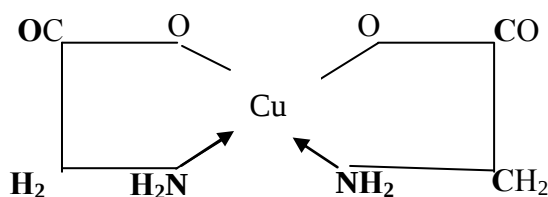
Ichki kompleks birikmalar. Har hil kationlar bilan organik reaktivlardan hosil bo'ladigan ichki kompleks birikmalar analitik kimyoda alohida ahamiyatga ega.

Organik reaktivlardan kimyoviy analizga birinchi bo'lib 1884 yilda M.A.Пыinskiy kobaltni ochishda α -nitrozo β -naftoldan foydalangan. 1905 yilda L.A.Chugaev Ni^{2+} kationini ochishda dimetilglioksimni ishlatgan. Shundan so'ng organik reaktivlar keng qo'llanila boshlandi.

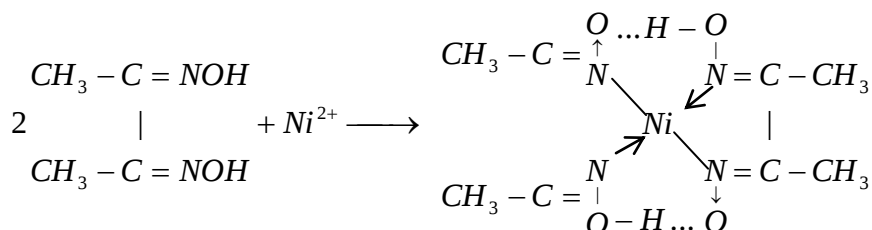
Ichki kompleks birikmalar, tarkibida metallga almashadigan vodoroddan tashqari taqsimlanmagan elektron jufti tutgan organik birikmalarning metall ionlari bilan reaksiyaga kirishishi natijasida hosil qilinadi.

Metall kationlari bilan o'zaro ta'sirlashib kompleks hosil qiladigan vodorod ionlari saqllovchi muhim guruhlariga - COOH, -NOH, -SH, -OH va boshqalar misol bo'ladi.

Bular tarkibidagi vodorod atomlari ma'lum sharoitda metall atomlari bilan almashinadi. Agar organik reaktiv molekulasida mana shunday biror guruh bilan birga shu kation uchun ligand bo'la oladigan boshqa guruh bo'lsa, kation u bilan koordinacion bog' orqali bog'lanadi. Buning natijasida hosil bo'ladigan tuzlar ichki kompleks tuzlar deb aytiladi. Ichki kompleks tuzga eng oddiy misol mis glikolyatdir:



Bu erda Cu^{2+} ioni koordinacion o'rinlarni to'liq egallagan ion hossasiga ega, Ni^{2+} ning dimetilglioksim bilan hosil qilgan birikmasi ham ichki kompleks tuzdir. Uning hosil bo'lish reaksiyasini quyidagi tenglama bilan ko'rsatish mumkin



Ichki kompleks birikmalarning molekulari halqasimon tuzilishga ega. Ular odatda, suvda qiyin eriydigan, yuqori molekulyar massaga ega, o'ziga hos rangli va ionlarga nihoyatda oz dissocialanishi sababli analizda muhim ahamiyatga ega.

3.5. Oksidlanish-qaytarilish reaksiyalari

Tayanch iboralar:

- oksidlanish-qaytarilish reaksiyalari;
- asosiy oksidlovchi va qaytaruvchilar;
- normal oksidlanish-qaytarilish potentsiali;
- nernst tenglamasi;
- oksidlanish-qaytarilish potentsialiga ta'sir qiluvchi omillar;
- real potentsial;
- formal potentsial ;
- oksidlanish-qaytarilish reaksiyalaridan foydalanish.

Elektron tuzilishi nazariyasiga ko'ra, elektronlarning bir atom yoki iondan boshqa atom yoki ionga o'tishi bilan boradigan kimyoviy jarayonlar oksidlanish-qaytarilish reaksiyalari deyiladi. Elektronlarni berish jarayoni oksidlanish, elektronlarning birikishi esa qaytarilishi jarayonlari deyiladi.



Kimyoviy jarayonlarda elektronlar qabul qiladigan atom, ion yoki molekula oksidlovchi deb ataladi. Eng kuchli oksidlovchilarga: H_2O_2 , O_2 , Na_2O_2 , $KClO_3$, $Na_2S_2O_8$, HNO_3 , F_2 , Cl_2 , Br_2 , K_2CrO_4 , $K_2Cr_2O_7$, MnO_2 , $KMnO_4$, KJO_3 va boshqalar misol bo'ladi.

Reaksiyada elektronlar beradigan atom, ion yoki molekula qaytaruvchi hisoblanadi. Muhim qaytaruvchilarga barcha metallar (Na , K , Al , Ca , Zn va hokazo) turli birikmalar - $SnCl_2$, H_2S , $Na_2S_2O_3$, HJ , HCl , $MnSO_4$, $Cr_2(SO_4)_3$ singarilar misol bo'la oladi. Oksidlanish-qaytarilish reaksiyalarining yo'nalishi reaksiyada ishtirok etayotgan ion (atom) larning oksidlanish-qaytarilish potentsiali bilan harakterlanadi. Atomlar, molekulalar, ionlarning elektronlarni berish yoki qabul qilish kobiliyati turlichadir. Ular qancha elektronga moyil bo'lsa, shuncha kuchli oksidlovchi bo'ladi. Ma'lumki, barcha analitik reaksiyalar eritmalarda boradi. Ana shu jarayonlarda elektron bir iondan boshqa ionga o'tishi paytida ma'lum miqdorda ish bajaradi, ya'ni kimyoviy energiya elektr energiyasiga aylanadi. Boshqacha qilib aytganda, shu jarayonlar yuz berayotgan paytda sistema umumiy energiyasining o'zgarishi reaksiyaning oksidlanish-qaytarilish potentsialini harakterlaydi. Demak, oksidlanish-qaytarilish reaksiyalari ishtirokida bajariladigan har bir analitik amalni chuqurroq o'rganish uchun oksidlanish-qaytarilish potentsiali tushunchasini bilishi zarur.

Sistemani oksidlanish-qaytarilish potentsialining qiymati reaksiyada ishtirok etayotgan oksidlovchi va qaytaruvchining konsentratsiyasiga (aktivligiga), haroratga bog'liqligi Nernst tenglamasi bilan ifodalanadi.

$$E = E^0 + \frac{RT}{nF} \ln \frac{a_{oks}^a}{a_{qay}^b} \quad (1)$$

E - oksidlanish-qaytarilish potentsiali

a_{oks} , a_{qay} - oksidlangan va qaytarilgan formalarni aktivligi, mol/dm^3

R - gaz doimiyligi, $8,314 \text{ Dj/mol}^\circ\text{K}$

T - absolyut harorat, K

F - Faradey soni, 96500 K

n - yarim reaksiyada ishtirok etadigan elektronlar soni

a, b - stehiometrik koefficienti.

Suyultirilgan eritmalar uchun aktivlik o'rniga muvozanatdagi konsentratsiya ishlatiladi.

$$E = E^0 + \frac{RT}{nF} \ln \frac{[окс]^a}{[кай]^b} \quad (2)$$

$t^0 = 25^0C$, $n=1$ bo'lganda,

$$\Theta = \frac{2,3RT}{F} = 0,059 \quad B = 59 \text{ mB}$$

Agar (2) tenglamadaga doimiy son qiymatlar qo'yilsa va natural logarifmdan o'nli logarifmga o'tilsa (o'tishi koefficienti 2,303 ga teng) formula quyidagi ko'rinishni oladi:

$$E = E^0_{оксид/кайт} + \frac{0,059}{n} \lg \frac{[оксид]}{[кайт]} \quad (3)$$

Eritmada oksidlangan va qaytarilgan ionlarning konsentratsiyasi 1 mol/l ga ($t = 25^0C$) teng bo'lib, normal vodorod elektrodi (N.V.E.) potensialiga nisbatan o'lchangan potensial normal yoki standart oksidlanish-qaytarilish (E^0) potentsiali deyiladi.

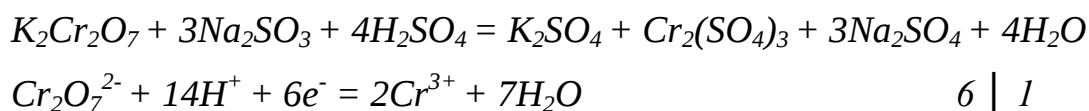
25^0C da normal vodorod elektrodga nisbatan o'lchangan normal oksidlanish-qaytarilish potentsiali (E^0) ning qiymati ma'lumotnomalar (7-jadval 295 bet.)da keltirilgan.

Normal vodorod elektrodining potentsiali taxminan nol deb qabul qilingan.

Sistema oksidlanish-qaytarilish potentsialining qiymati, eritmada $[H^+]$ ning pH- qiymatiga bog'liq bo'lgandagi oksidlanish-qaytarilish potentsiali sistemaning real potentsiali deyiladi.

$$E = E^0 + \frac{0,059}{n} \lg \frac{[окс]^a [H^+]^a}{[кай]^b} \quad (4)$$

Masalan:





$$E = E_{Cr_2O_7^{2-} + 14H^+ / 2Cr^{3+} + 7H_2O}^0 + \frac{0,059}{6} \lg \frac{[Cr_2O_7^{2-}][H^+]^{14}}{[Cr^{3+}]^2} \quad (5)$$

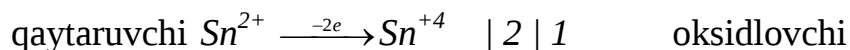
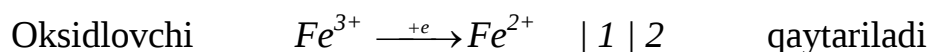
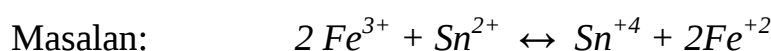
Reaksiyaning elektr yurituvchi kuchini (EYuK) topish uchun oksidlovchining potentsial qiymatidan qaytaruvchining potentsial qiymatini ayirish kerak:

$$E_{YuK}(E) = E_{oksid} - E_{qaytar}$$

Agar eritmada ionlar aktivligi birga teng bo'lsa, E.Yu.K. normal potentsiallar ayirmasiga teng. Masalan:

$$\mathcal{E}IOK(E) = E_{oksid}^0 - E_{kaytar}^0$$

oksidlanish–qaytarilish reaksiyasining yo'nalishini standart oksidlanish–qaytarilish potentsiali ayirmasi, ya'ni EYuK ning qiymatiga qarab aniqlash mumkin. Agar EYuK > 0 bo'lsa, reaksiya tegishli yo'nalishda boradi.

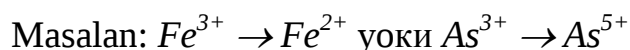


$$\mathcal{E}IOK = E_{Fe^{3+}/Fe^{2+}}^0 - E_{Sn^{2+}/Sn^{4+}}^0 = 0,77 - 0,15 = 62 \text{ B}$$

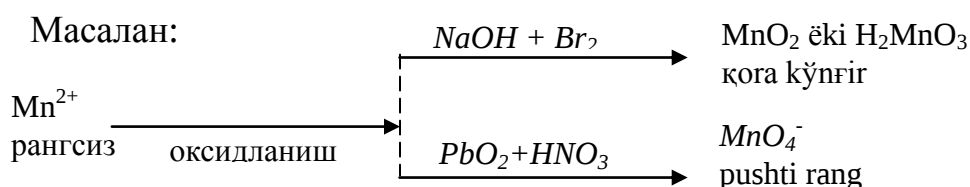
Eritmada oksidlangan va qaytarilgan shakllarni konsentratsiyasi 1 mol'ga teng bo'lib, boshqa ionlar konsentratsiyasi noma'lum bo'lmagandagi oksidlanish–qaytarilish potentsiali *formal potentsial* deb aytaladi.

Oksidlanish–qaytarilish reaksiyasidan kimeviy analizda foydalanish:

1. Analizni olib borishda halaqit beradigan ionlarni quyi oksidlanish shaklidan, yuqori oksidlanish shakliga o'tkazish yoki teskari yuqori oksidlanish formulasiga o'tkazish mumkin.



2. Oksidlovchi yoki qaytaruvchilar ta'sirida ionlarni o'ziga xos reaksiyalar bilan aniqlashda.



3. Ionlarni ajratishda oksidlanish yoki qaytarilish reaksiyasi natijasida kam eruvchan birikma hosil bo'lishi. Masalan:

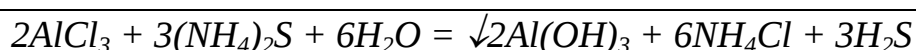
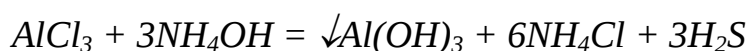
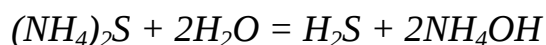


4. Tortma yoki hajmiy analizda anorganik va organik moddalar miqdorini aniqlashda foydalanish mumkin.

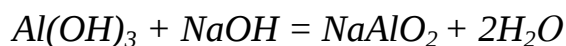
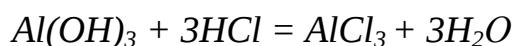
3.6. Uchinchi analitik guruh kationlari umumiy tavsifi

Uchinchi guruh kationlari Al^{3+} , Cr^{2+} , Zn^{2+} , Fe^{2+} , Fe^{3+} , Co^{2+} , Ni^{2+} , Mn^{2+} ionlari kiradi. Bu guruh kationlari birinchi va ikkinchi analitik guruh kationlaridan tegishli sulʼfidlarining suvda erimasligi bilan farq qiladi. Lekin ularning sulʼfidlari suyultirilgan kislotalarda eriydi. Ularning to'rtinchi va beshinchi guruh kationlaridan farqi ham shunda. Uchinchi guruh kationlari bilan ishlanganda, ularning tuzlarining gidrolizi, gidroksidlarining amfoterligi, oksidlanish darajasining o'zgarishi kabi kimyoviy o'zgarishlarga duch kelish mumkin.

Uchinchi guruh kationlari $pH = 8 - 9$ bo'lganda ammoniyli bufer aralashma ishtirokida, $t^{\circ}C = 60 - 70^{\circ}C$ guruh reagenti $(NH_4)_2S$ ta'sirida cho'ktiriladi. Guruh kationlarining ko'pchiligi sulʼfidlar – Fe_2S_3 , FeS , MnS , CoS , NiS , ZnS holida, alyuminiy va hrom ionlari gidroksidlar – $Al(OH)_3$, $Cr(OH)_3$ ko'rinishida cho'kadi. Chunki $(NH_4)_2S$ gidrolizlanishi natijasida hosil bo'ladigan OH^- ionlari konsentratsiyasi $[Al^{3+}][OH^-]^3 > \mathcal{K}_{Al(OH)_3}$, $[Cr^{3+}][OH^-]^3 > \mathcal{K}_{Cr(OH)_3}$ bo'lishi uchun etarli. Ana shuning uchun $Al(OH)_3$ va $Cr(OH)_3$ cho'kmalari hosil bo'ladi. Masalan:

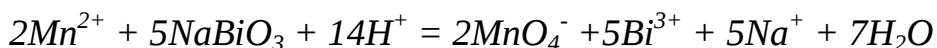
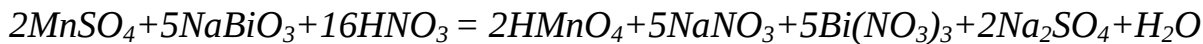


Bu hosil bo'lgan gidroksidlar ham asos, ham kislota hossasiga ega bo'lib, amfoter moddalar deyiladi.



ularni bu hossalidan foydalanib kationlarni bir-biridan ajratish mumkin.

Uchinchi guruh kationlari uchun muhim bir hossa - oksidlanish darajalarining o'zgarishi, ularning bu hossalardan foydalanib ham ayrim kationlarni ochish mumkin. Masalan:



Kompleks birikmalarning hosil bo'lish reaksiyalaridan, uchinchi guruh kationlari uchun sezgir va hususiy reaksiyalar sifatida foydalanish mumkin. Masalan: Fe^{2+} ionini turnbul ko'ki $Fe_3[Fe(CN)_6]_2$, Fe^{3+} ionini berlin lazuri $Fe_4[Fe(CN)_6]_3$ kompleks tuzlari ko'rinishida aniqlanadi.

Uchinchi guruh kationlari aralashmasini analizida ayrim reaksiyalarga halal beruvchi ionlarni niqoblashda (kompleks birikmalar mavzusiga qarang) foydalaniladi.

Uchinchi guruh kationlarining hususiy reaksiyalari 8-jadvalda keltirilgan.

Uchinchi analitik guruh kationlariga hos bo'lgan hususiy reaksiyalar

8-Jadval

N	Ion	Reagent	Reaksiyaning molekulyar va ionli tenglamasi	Ilova
3.1	Al^{3+}	$NaOH$ (KOH)	Al^{3+} ionlarining anlitik reaksiyalari. $AlCl_3 + 3NaOH = \downarrow Al(OH)_3 + 3NaCl$ $Al^{3+} + 3Cl^- + 3OH^- = \downarrow Al(OH)_3 + 3Na^+ + 3Cl^-$ $Al^{3+} + 3OH^- = \downarrow Al(OH)_3$	Oq amorf cho'kma, amfoter hossaga ega, kislota va ishqorlarda eriydi.
3.2	Al^{3+}	Na_2HPO_4	$AlCl_3 + Na_2HPO_4 = \downarrow AlPO_4 + 2NaCl + HCl$ $Al^{3+} + 3Cl^- + 2Na^+ + HPO_4^{2-} = \downarrow AlPO_4 + 2Na^+ + 2Cl^- + H^+ + Cl^-$ $Al^{3+} + HPO_4^{2-} = \downarrow AlPO_4 + 2H^+$	Oq kristall cho'kma, kuchli kislotalarda eriydi.
3.3	Zn^{2+}	Na_2HPO_4	Zn^{2+} ionlarining anlitik reaksiyalari. $3ZnCl_2 + 2Na_2HPO_4 = \downarrow Zn_3(PO_4)_2 + 4NaCl + 2HCl$ $3Zn^{2+} + 6Cl^- + 4Na^+ + 2HPO_4^{2-} = \downarrow Zn_3(PO_4)_2 + 4Na^+ + 4Cl^- + 2H^+ + 2Cl^-$ $3Zn^{2+} + 2HPO_4^{2-} = \downarrow Zn_3(PO_4)_2 + 2H^+$	Oq cho'kma
3.4	Zn^{2+}	$K_3[Fe(CN)_6]$	$3ZnCl_2 + 2K_3[Fe(CN)_6] = \downarrow Zn_3[Fe(CN)_6]_2 + 6KCl$ $3Zn^{2+} + 2[Fe(CN)_6]^{3-} + 6Cl^- + 6K^+ = \downarrow Zn_3[Fe(CN)_6]_2 + 6K^+ + 6Cl^-$ $3Zn^{2+} + 2[Fe(CN)_6]^{3-} = \downarrow Zn_3[Fe(CN)_6]_2$	Jigarrang-sariq cho'kma HCl va NH_4OH da eriydi.

3.5	Cr^{3+}	$NaOH$ (KOH)	Cr^{3+} - ionlarining anlitik reaksiyalari. $Cr_2(SO_4)_3 + 6NaOH = \downarrow 2Cr(OH)_3 + 3Na_2SO_4$ $2Cr^{3+} + 3SO_4^{2-} + 6Na^+ + 6OH^- = \downarrow 2Cr(OH)_3 + 6Na^+ + 3SO_4^{2-}$ $2Cr^{3+} + 6OH^- = \downarrow 2Cr(OH)_3$	Hira ko'k rangli cho'kma, amfoter hossaga ega
3.6	Cr^{3+}	Oksidlov- chilar. H_2O_2 $KMnO_4$ $(NH_4)_2S_2O_8$	$Cr_2(SO_4)_3 + 10NaOH + 3H_2O_2 = 2Na_2CrO_4 + 3Na_2SO_4 + 8H_2O$ $2Cr^{3+} + 3SO_4^{2-} + 10Na^+ + 10OH^- + 3H_2O_2 = 4Na^+ + 2CrO_4^{2-} + 6Na^+ + 3SO_4^{2-} + 8H_2O$ $2Cr^{3+} + 10OH^- + 3H_2O_2 = 2CrO_4^{2-} + 8H_2O$	Ishqoriy muhitda eritmaning yashil rangi sariqqa o'tgancha bir necha minut qizdiriladi.
3.7	Fe^{2+}	$NaOH$ (KOH)	Fe^{2+} - ionlarining anlitik reaksiyalari. $FeSO_4 + 2NaOH = \downarrow Fe(OH)_2 + Na_2SO_4$ $Fe^{2+} + SO_4^{2-} + 2Na^+ + 2OH^- = \downarrow Fe(OH)_2 + 2Na^+ + SO_4^{2-}$ $Fe^{2+} + 2OH^- = \downarrow Fe(OH)_2$	Hira yashil rangli cho'kma, kislotalarda eriydi.
3.8	Fe^{2+}	$K_3[Fe(CN)_6]$	$3FeCl_3 + 2K_3[Fe(CN)_6] = \downarrow Fe_3[Fe(CN)_6]_2 + 6KCl$ Aslida reaksiya quyidagi sxema bo'yicha boradi. $FeCl_2 + KCl + K_3[Fe(CN)_6] = \downarrow FeCl_3 + K_4[Fe(CN)_6]$ $4FeCl_3 + 3K_4[Fe(CN)_6] = \downarrow Fe_4[Fe(CN)_6]_3 + 12KCl$ $12Cl^- + 4Fe^{3+} + 12K^+ + 3[Fe(CN)_6]^{4-} = \downarrow Fe_4[Fe(CN)_6]_3 + 12K^+ + 12Cl^-$ $4Fe^{3+} + 3[Fe(CN)_6]^{4-} = \downarrow Fe_4[Fe(CN)_6]_3$	“trunbul ko'ki” cho'kma “Berlin lazuri” cho'kma kislotalarda erimaydi, lekin ishqorlar ta'sirida parchalanadi

3.9	Fe^{3+}	NaOH KOH NH_4OH	Fe^{3+} - ionlarining anlitik reaksiyalari $FeCl_3 + 3NaOH = \downarrow Fe(OH)_3 + 3NaCl$ $Fe^{3+} + 3Cl^- + 3Na^+ + 3OH^- = \downarrow Fe(OH)_3 + 3Na^+ + 3Cl^-$ $Fe^{3+} + 3OH^- = \downarrow Fe(OH)_3$	Qizil-qo'ng'ir cho'kma, kislota larda eriydi.
3.9	Fe^{3+}	NaOH KOH NH_4OH	Fe^{3+} - ionlarining anlitik reaksiyalari $FeCl_3 + 3NaOH = \downarrow Fe(OH)_3 + 3NaCl$ $Fe^{3+} + 3Cl^- + 3Na^+ + 3OH^- = \downarrow Fe(OH)_3 + 3Na^+ + 3Cl^-$ $Fe^{3+} + 3OH^- = \downarrow Fe(OH)_3$	Qizil-qo'ng'ir cho'kma, kislota larda eriydi.
3.10	Fe^{3+}	NH_4SCN	$FeCl_3 + 3NH_4SCN = \downarrow [Fe(SCN)_3] + 3NH_4Cl$ $Fe^{3+} + 3Cl^- + 3NH_4^+ + 3SCN^- = \downarrow [Fe(SCN)_3] + 3NH_4^+ + 3Cl^-$ $Fe^{3+} + 3SCN^- = \downarrow [Fe(SCN)_3]$	Qizil rangli rodanid ionlarining konsentratsiyasiga qarab turli tarkibli komplekslar hosil qiladi.
3.11	Fe^{3+}	$K_4[Fe(CN)_6]$	$4FeCl_3 + 3K_4[Fe(CN)_6] = \downarrow Fe_4[Fe(CN)_6]_3 + 12KCl$ $4Fe^{3+} + 12Cl^- + 12K^+ + 3[Fe(CN)_6]^{4-} = \downarrow Fe_4[Fe(CN)_6]_3 + 12K^+ + 12Cl^-$ $4Fe^{3+} + 3[Fe(CN)_6]^{4-} = \downarrow Fe_4[Fe(CN)_6]_3$	“Berlin lazuri” to'q ko'k rangli cho'kma, ortiqcha reaktiv va ish qorlarda eriydi.
3.12	Fe^{3+}	Na_2HPO_4	$FeCl_3 + 2Na_2HPO_4 = \downarrow FePO_4 + NaH_2PO_4 + 3NaCl$ $Fe^{3+} + 2HPO_4^{2-} = \downarrow FePO_4 + H_2PO_4^-$	Oq sariq cho'kma, kuchli kislotalarda eriydi.

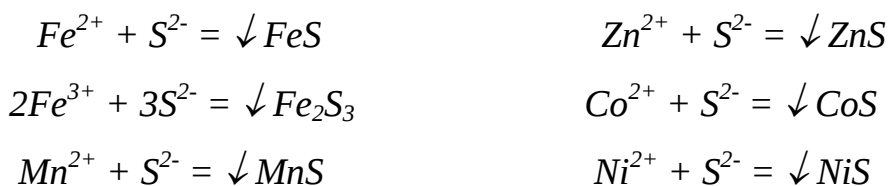
3.13	Mn^{2+}	$NaOH$ (KOH)	Mn^{2+} - ionlarining anlitik reaksiyalari $MnSO_4 + 2NaOH = \downarrow Mn(OH)_2 + Na_2SO_4$ $Mn^{2+} + 2OH^- = \downarrow Mn(OH)_2$	Oq cho'kma, havoda to'rt va-lentli marganec-manganit kislotaga H_2MnO_3 qadar oksidlanishi uchun hiralashadi.
3.14	Mn^{2+}	Na_2HPO_4	$3MnSO_4 + 4Na_2HPO_4 = Mn_3(PO_4)_2 + 2NaH_2PO_4 + 3Na_2SO_4$ $Mn^{2+} + 4HPO_4^{2-} = Mn_3(PO_4)_2 + 2H_2PO_4^-$	Oq cho'kma, sirka kislotada eriydi
3.15	Mn^{2+}	Oksidlovchilar PbO_2 $NaBiO_3$ $(NH_4)_2S_2O_8$	$2MnSO_4 + 5NaBiO_3 + 16HNO_3 = 2HMnO_4 + 2Na_2SO_4 + 5Bi(NO_3)_3 + NaNO_3 + 7H_2O$ $2Mn^{2+} + 5NaBiO_3 + 14H^+ = 2MnO_4 + 5Bi^{3+} + 5Na^+ + 7H_2O$	Mn^{2+} MnO_4^- gacha oksidlanadi, binafsha rang
3.16	Co^{2+}	$NaOH$ KOH	Co^{2+} - ionlarining anlitik reaksiyalari. $CoCl_2 + 2NaOH = \downarrow Co(OH)_2 + 2NaCl$ $Co^{2+} + 2Cl^- + 2Na^+ + 2OH^- = \downarrow Co(OH)_2 + 2Na^+ + 2Cl^-$ $Co^{2+} + 2OH^- = \downarrow Co(OH)_2$	Oldin ko'k rangli asosli tuz cho'kmasi $CoOHCl$ keyin ortiqcha $NaOH$ qo'shib qiz-dirganda pushti rang-li cho'kma, $Co(OH)_2$ havoda oksidlanib, qo'ng'ir rangli $Co(OH)_3$ ga aylanadi

3.17	Co^{2+}	NH_4SCN Амил спирт	$CoCl_2 + 4NH_4SCN = (NH_4)_2[Co(SCN)_4] + 2NH_4Cl$ $Co^{2+} + 2Cl^- + 4NH_4^+ + 4SCN^- = 2NH_4^+ + [Co(SCN)_4]^{2-} + 2Cl^- + 2NH_4^+$ $Co^{2+} + 2NH_4^+ + 4SCN^- = 2NH_4^+ + [Co(SCN)_4]^{2-}$	Ko'k havo rangli kompleks eritmada Fe^{3+} ionlari bo'lganda quruq NH_4F ham qo'shiladi.
3.18	Ni^{2+}	NH_4OH	Ni^{2+} - ionlarining anlitik reaksiyalari $Ni(NO_3)_2 + NH_4OH = Ni(OH)NO_3 + NH_4NO_3$ $NiOHNO_3 + 5NH_3 + NH_4NO_3 = [Ni(NH_3)_6](NO_3)_2 + H_2O$ $NiOHNO_3 + NH_3 + NH_4^+ + NO_3^- = [Ni(NH_3)_6]^{2+} + 2NO_3^- + H_2O$	Yashil rangli asosli tuz cho'kadi, ko'k qizil rangli kompleks.
3.19	Ni^{2+}	Na_2HPO_4	$3Ni(NO_3)_2 + 4Na_2HPO_4 = Ni_3(PO_4)_2 + 2NaH_2PO_4 + 6NaNO_3$ $Ni^{2+} + 6NO_3^- + 8Na^+ + 4HPO_4^{2-} = Ni_3(PO_4)_2 + 2Na^+ + 2H_2PO_4^- + 6Na^+ + 6NO_3^-$ $3Ni^{2+} + 4HPO_4^{2-} = Ni_3(PO_4)_2 + 2H_2PO_4^-$	Yashil cho'kma kislotalarda va ammiakda eriydi
3.20	Ni^{2+}	Dimetil glioksim(Chugaev reaktivi)	$2 \begin{array}{c} CH_2-C=NOH \\ \\ CH_3-C=NOH \end{array} + Ni(NO_3)_2 \longrightarrow$ $\begin{array}{c} O-H \cdots O \\ / \quad \backslash \\ CH_3-C=N \quad Ni \quad N=C-CH_3 \\ \quad \quad \quad \backslash \quad / \\ CH_3-C=N \quad \quad N=C-CH_3 \\ \quad \quad \quad / \quad \backslash \\ O \cdots H-O \end{array} + 2HNO_3$	Qizil rangli kompleks birikma

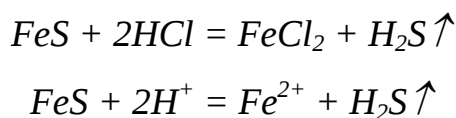
3.7. Guruh reagentining ta'siri.

Uchinchi guruh kationlari ammoniyli ($NH_4Cl + NH_4OH$) bufer aralashma ishtirokida $pH=9$ bo'lganda $60 - 70^{\circ}C$ gacha qizdirib turib, guruh reagenti ammoniy sul'fid ($(NH_4)_2S$) ta'sirida cho'ktiriladi. Uchinchi guruh kationlaridan Al^{3+} va Cr^{3+} kationlari gidroksid holida, qolganlari esa sul'fidlar holida cho'kmaga tushadi. Birinchi va ikkinchi guruh kationlari ortiqcha ($(NH_4)_2S$) va boshqa ammoniy birikmalari bilan birga eritmada qoladi.

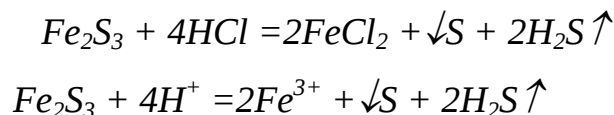
Guruh reagentining ayrim kationlarga ta'sirini ko'rib chiqaylik. Probirkalarga temir (II), temir (III), marganec, ruh, nikel va kobalt tuzlari eritmasidan 2 tomchidan soling va ularga 2-3 tomchid NH_4OH , NH_4Cl va $(NH_4)_2S$ eritmalaridan qo'shing. Bunda ularning sul'fidlari cho'kmaga tushadi.



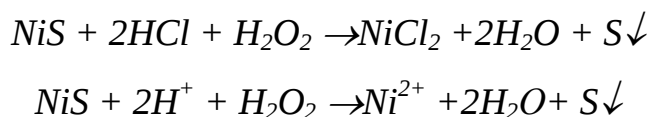
FeS , Fe_2S_3 , CoS va NiS cho'kmalari qora rangli, MnS esa sarg'ish – badan rang va ZnS oq rangli, NiS va CoS dan tashqari uchinchi guruhning hamma sul'fidlari suyultirilgan HCl va H_2SO_4 da erib, gaz holatdagi H_2S ajratib chiqaradi.

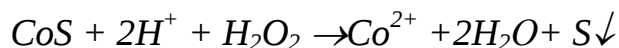
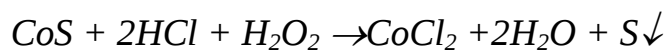


Fe_2S_3 eriganda Fe^{3+} ionlari ajralib chiqayotgan vodorod sul'fid ta'sirida Fe^{2+} ioniga qaytariladi, bunda oltingugurtning oq loyqasi hosil bo'ladi.

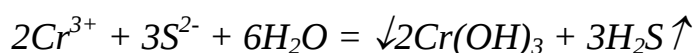
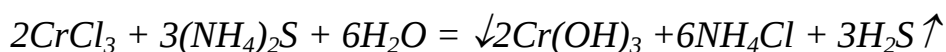
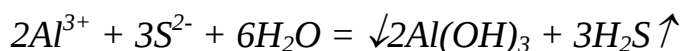
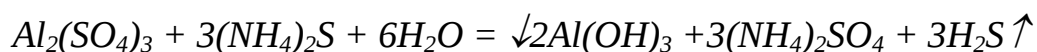


NiS va CoS larni faqat kislota bilan emas, balki oksidlovchi ta'sir ettirib eritish mumkin. Masalan, vodorod peroksid ta'sirida qizdirib turib eritish mumkin.

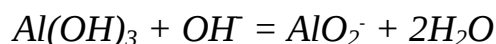
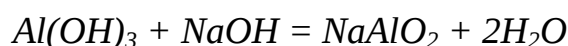
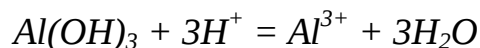
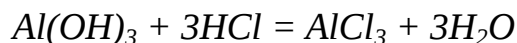




CoS va NiS sulfidlarini zar suvi (1 hajm koncentrlangan HNO_3 va 3 hajm koncentrlangan HCl aralashmasi) bilan ham qizdirib eritishi mumkin. Alyuminiy va hrom tuzlari eritmasiga $(\text{NH}_4)_2\text{S}$ ta'sir ettirilganda $\text{Al}(\text{OH})_3$ (oq rangli) va $\text{Cr}(\text{OH})_3$ (kulrang-binafsha) gidroksidlari cho'kmaga tushadi.



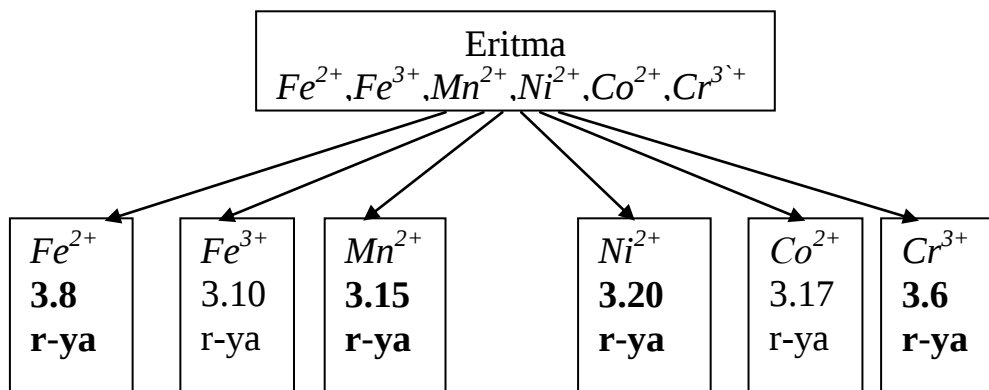
Hosil bo'lgan cho'kmalar kislota va ishqorlarda eriydi.



3.8. Uchinchi guruh kationlari aralashmasining analizi.

Uchinchi guruh kationlarini o'rganishda ikkinchi va birinchi guruhlardagiga qaraganda juda hilma-hil va murakkab kimyoviy o'zgarishlarni uchratdik. Uchinchi guruh kationlari uchun har hil analiz usullarni qo'llash mumkin. Bulardan ayrimlari bilan tanishish mumkin:

1. Bo'lib-bo'lib har qaysi ionga hos reaksiya bilan analiz qilish xemasi:



2.Sistamali vodorod sulʼfidli usul bilan analiz qilish sxemasi.

Kationlarning uchinchi analitik guruhi boshqa guruh kationlaridan guruh reagenti yordamida ajratiladi. Kuchsiz ishqoriy muhitda, yaʼni $\text{pH}=9,2$ ga teng boʻlganda ammoniyli bufer aralashm $\text{NH}_4\text{OH}+\text{NH}_4\text{Cl}$ ishtirokida uchinchi analitik guruh kationlariga ammoniy sulʼfid taʼsir ettirilsa, kationlar sulʼfidlar va gidroksidlar holida choʻkmaga tushadi. Kolloid hosil boʻlishini oldini olish uchun choʻktirish qizdirish bilan olib boriladi. Analiz quyidagi sxema boʻyicha bajariladi.

3.9. Toʻrtinchi analitik guruh kationlariga umumiy tavsif.

Toʻrtinchi analitik guruh kationlariga Cu^{2+} , Bi^{3+} , Cd^{2+} , Hg^{2+} , Sb^{3+} , Sb^{5+} , Sn^{2+} , Sn^{4+} , As^{3+} , As^{5+} ionlari kiradi. Bu kationlar kislotali muhitda ($\text{pH}=0,5$) vodorod sulʼfid taʼsirida sulʼfidlar holida choʻkadi. Hosil boʻlgan sulʼfidlar, elementlar oʻzlarining davriy sistemadagi joylashishiga qaramay, turli hossaga ega boʻladi. Shuning uchun ular ikki guruhga ajratiladi:

1 – mis guruhchasi

Cu^{2+} , Cd^{2+} , Hg^{2+} , Pb^{2+} , Bi^{3+} , Sn^{2+} va boshqalar (bu guruhga kationlarning sulʼfidlari tarkibdagi elementlarning asosli hossalari ancha yuqori boʻlgani uchun ishqorlarda erimaydi).

2 – mishʼyak guruhchasi

Sb^{3+} , Sb^{5+} , Sn^{2+} , Sn^{4+} , As^{3+} , As^{5+} bu guruh ionlarining sulʼfidlari ishqorlarda eriydi. Sn^{2+} kationi Sn^{4+} ga nisbatan asosli xususiyati ancha yuqori boʻlgani sababli boshqalardan ajralib turadi. Uning sulʼfidlari ishqorlarda Na_2S va $(\text{NH}_4)_2\text{S}$ da erimaydi.

SnS faqat ammoniy polisulʼfidda eriydi, chunki bunda Sn^{2+} ionlari Sn^{4+} gacha oksidlanadi. Shuning uchun Sn^{4+} gacha oksidlanadi. Shuning uchun Sn^{2+} gacha oksidlab olish mumkin. Bu guruh kationlarini hosil qiluvchi elementlar D.I.Mendeleev davriy sistemasining 4,5 va 6 katta davrlarining ikkinchi yarmida I, II, IV, V guruhlarida joylashgan. Bu metallarning ionlari tugallangan 18 elektronli tashqi qobiqqa yoki tashqi qavatida 18+2 elektron boʻlgan qobiqqa ega boʻladi.

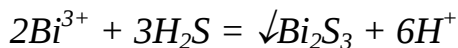
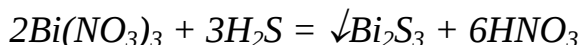
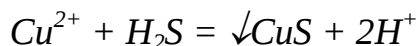
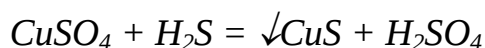
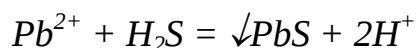
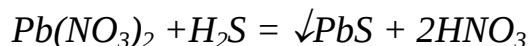
Tugallangan tashqi qavatga ega bo'lgan Cu^{2+} kationi bundan mustasnodir. To'rtinchi analitik guruh kationlariga hos bo'lgan hususiy reaksiyalar 9-jadvalda berilgan.

1.10. Guruh reagentining ta'siri.

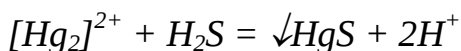
Bu guruhning guruh reagenti kislotali muhitda vodorod sulʼfidir. Vodorod sulʼfid $pH=0,5$ ga teng bo'lganda IV va V analitik guruhining hamma kationlarini cho'ktiradi. Shuning uchun V analitik guruh kationlarini oldindan eriyadigan hloridlar holida ajratib olinadi. Lekin har ikkala guruh kationlarining sulʼfidlari hossalari bilan bir vaqtda tanishish maqsadga muvofiq. Tegishli tuz eritmalarining biridan 1-2 tomchi olib, probirkada 5-6 tomchi suv qo'shib suyultiriladi va 2 n HCl eritmasidan bir tomchi qo'shib, olingan eritmadan H_2S o'tkaziladi.

Har bir tajribadan keyin eritmaga vodorod sulʼfid yuboriladigan shisha nayni tozalab yuvish kerak. kumush, qo'rg'oshin, mis, visʼmut va simob (I va II) tuzlari eritmasida H_2S o'tkazilganda Ag_2S , PbS , CuS , Bi_2S_3 , HgS ning qora tusli cho'kmalari hosil bo'ladi.

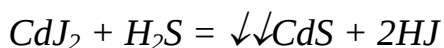
Masalan:

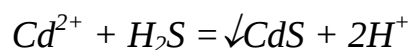


$[Hg_2]^{2+}$ ion vodorod sulʼfid ta'siridan, darhol HgS va Hg ga parchalanib ketadigan Hg_2S qora cho'kmani hosil qiladi.

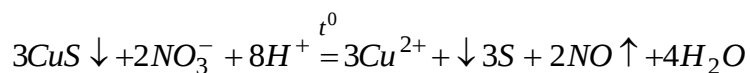


Kadmiy tuzlari eritmasidan harakterli och-sariq tusli cho'kma CdS cho'kadi, uning hosil bo'lishi Cd^{2+} ion uchun harakterli reaksiyadir.

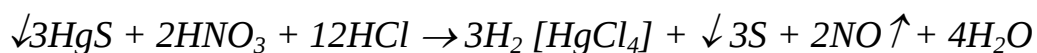




IV va V guruh kationlarining sulʼfidlari III guruh kationlari sulʼfidlaridan farq qilib, suyultirilgan kislotalarda (HCl, H₂SO₄) da erimaydi, chunki bu sulʼfidlarning eruvchanlik koʻpaytmasi juda – juda kichik. Lekin ular S⁻² ionlarini S gacha oksidlaydigan suyultirilgan HNO₃ da oson eriydi, masalan:



IV guruh kationlarinig sulʼfidlaridan HgS juda oz eruvchan ($\mathfrak{K} = 1,6 \cdot 10^{-52}$) boʻlib, «zar suvi» (1 hajm koncentrlangan HNO₃ va 3 hajm koncentrlangan HCl aralashmasi) da eriydi.



To'rtinchi analitik guruh kationlari uchun hos bo'lgan hususiy reaksiyalar

9-jadval

№	Ion	Reagent	Reaksiyaning molekulyar va ionli tenglamasi	Ilova
1	2	3	4	5
4.1	Cd^{2+}	$NaOH, KOH$	Cd^{2+} - ionlarining analitik reaksiyalari. $CdJ_2 + 2NaOH = \downarrow Cd(OH)_2 + 2NaJ$ $Cd^{2+} + 2J^- + 2Na^+ + 2OH^- = \downarrow Cd(OH)_2 + 2Na^+ + 2J^-$ $Cd^{2+} + 2NaOH = \downarrow Cd(OH)_2$	Oq cho'kma, kislotalarda eriydi.
4.2	Cd^{2+}	Glicerin $NaOH$	$Cd^{2+} + 2NaOH = \downarrow Cd(OH)_2 + 2Na^+$	Eritmada Cu^{2+}, Pb^{2+} va Bi^{3+} ionlari bo'lganda glicerol ($C_3H_8O_3$) yordamida ajratiladi. Glicerol Cd^{2+}, Pb^{2+} va Bi^{3+} ionlari bilan eruvchan gliceratlar hosil qiladi. Cd^{2+} esa $NaOH$ tas'irlashib oq cho'kma hosil qiladi.
4.3	Cd^{2+}	H_2S	$CdJ_2 + H_2S = \downarrow CdS + 2HJ$ $Cd^{2+} + 2J^- + H_2S = \downarrow CdS + 2H^+ + 2J^-$ $Cd^{2+} + S^{2-} = \downarrow CdS$	pH < 7, sariq cho'kma.
4.4	Cu^{2+}	NH_4OH	Cu^{2+} - ionlarining analitik reaksiyasi. $CuSO_4 + NH_4OH = \downarrow (CuOH)_2SO_4 + (NH_4)_2SO_4$ $CuSO_4 + 4NH_3 = \downarrow [Cu(NH_3)_4]SO_4$	Havo rang cho'kma, ortiqcha ammiakda eriydi, to'q-ko'k kompleks hosil qiladi.
4.5	Cu^{2+}	$K_4[Fe(CN)_6]$	$2CuSO_4 + K_4[Fe(CN)_6] = \downarrow Cu_2[Fe(CN)_6] + 2K_2SO_4$	pH < 7 qizil qo'ng'ir cho'kma

			$2Cu^{2+} + K_4[Fe(CN)_6]^{4-} = \downarrow Cu_2[Fe(CN)_6]$	
4.6	Cu^{2+}	qaytaruv- chilar Fe, Al	$CuSO_4 + Fe = FeSO_4 + \downarrow Cu$ $Cu^{2+} + SO_4^{2-} + Fe = Fe^{2+} + SO_4^{2-} + \downarrow Cu$ $Cu^{2+} + Fe = Fe^{2+} + \downarrow Cu$	Qizil g'ovak massa ko'rinishida, mis metaligacha qaytariladi.
4.7	Bi^{3+}	Gidroliz H_2O	Bi^{3+} - ionlarining analitik reaksiyasi. $BiCl_3 + 2H_2O = \downarrow Bi(OH)_2Cl + 2HCl$ $Bi^{3+} + 3Cl^- + 2H_2O = \downarrow Bi(OH)_2Cl + 2H^+ + 2Cl^-$ $Bi(OH)_2Cl = \downarrow BiOCl + H_2O$	Oq cho'kma, mineral kislotalarda eriydi.
4.8	Bi^{3+}	KJ	$Bi(NO_3)_3 + 3KJ = \downarrow BiJ_3 + 3KNO_3$ $Bi^{3+} + 3J^- = \downarrow BiJ_3$ $BiJ_3 + KJ = \downarrow K[BiJ_4]$	Qora cho'kma, reaktivning ortiqcha miqdorida erib kompleks birikma hosil qiladi.
4.9	Bi^{3+}	$K_2Cr_2O_7$	$2Bi(NO_3)_3 + K_2Cr_2O_7 + 2H_2O = \downarrow (BiO)_2Cr_2O_7 + 2KNO_3 + 4HNO_3$ $2Bi^{3+} + 6NO_3^- + 2K^+ + Cr_2O_7^{2-} + 2H_2O = \downarrow (BiO)_2Cr_2O_7 + 2K^+ + 2NO_3^- + 4H^+ + 4NO_3^-$	Sariq cho'kma, sirka kislotada eriydi, ishqorlarda erimaydi.
4.10	Bi^{3+}	Na_2HPO_4	$Bi(NO_3)_3 + Na_2HPO_4 = \downarrow BiPO_4 + 2NaNO_3 + HNO_3$ $Bi^{3+} + HPO_4^{2-} = \downarrow BiPO_4 + H^+$	Oq kukunsimon cho'kma suyultirilgan HNO_3 erimaydi.
4.11	Bi^{3+}	Na_2SnO_2	$2Bi(OH)_3 + 3NaSnO_2 = \downarrow 2Bi + 3Na_2SnO_3 + 3H_2O$ $2Bi(OH)_3 + 3SnO_2^{2-} = \downarrow 2Bi + 3SnO_3^{2-} + 3H_2O$	pH>7, qora cho'kma.
4.12	Sn^{2+}	$NaOH$	Sn^{2+} - ionlarining analitik reaksiyasi.	Oq cho'kma, kislota va ishqorlarda

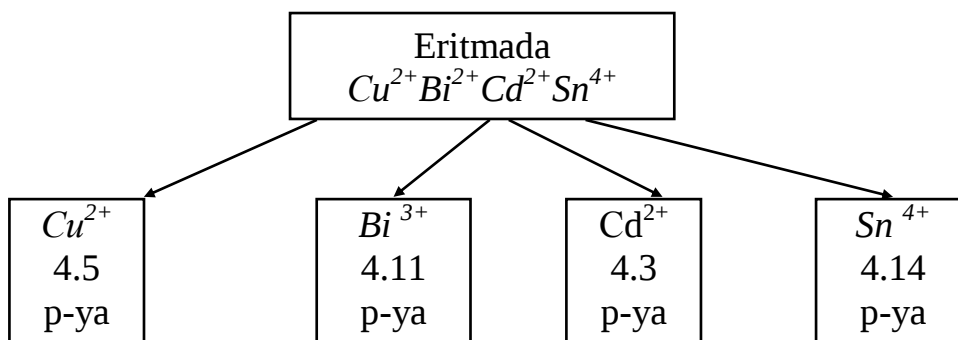
		(KOH)	$2\text{SnCl}_2 + 2\text{NaOH} = \downarrow \text{H}_2\text{SnO}_2 + 2\text{NaCl}$ $\text{Sn}^{2+} + 2\text{Cl}^- + 2\text{Na}^+ + 2\text{OH}^- = \downarrow \text{H}_2\text{SnO}_2 + 2\text{Na}^+ + 2\text{Cl}^-$	eriydi.
4.13	Sn^{2+}	HgCl_2 $\text{Bi}(\text{NO}_3)_3$	$\text{SnCl}_2 + 2\text{HgCl}_2 = \downarrow \text{Hg} + \text{SnCl}_4$	Toza Hg cho'kadi.
4.14	Sn^{4+}	Qaytaruvchilar (Mg, Fe)	$\text{Sn}^{4+} - \text{ionlarining analitik reaksiyasi.}$ $\text{H}_2 [\text{SnCl}_6] + \text{Mg} = \text{MgCl}_2 + \text{SnCl}_2 + 2\text{HCl}$ $2\text{H}^+ + [\text{SnCl}_6]^{2-} + \text{Mg} = \text{Mg}^{2+} + 2\text{Cl}^- + \text{Sn}^{2+} + 2\text{Cl}^- + 2\text{H}^+ + 2\text{Cl}^-$	Agar eritmada kislota etishmay qolsa, Sn kul rang cho'kma, HCl ta'sirida cho'kma erib ketadi.
4.15	Sn^{4+}	NaOH, (KOH)	$\text{SnCl}_4 + 4\text{NaOH} = \downarrow \text{H}_4\text{SnO}_4 + 4\text{NaCl}$ $\text{Sn}^{4+} + 4\text{OH}^- = \downarrow \text{H}_4\text{SnO}_4$	Oq iviq cho'kma.
4.16	Sb^{3+}	Gidroliz (H_2O)	$\text{Sb}^{3+} - \text{ionlarining analitik reaksiyasi.}$ $\text{SbCl}_3 + \text{H}_2\text{O} = \downarrow \text{SbOCl} + 2\text{HCl}$ $\text{Sb}^{3+} + 3\text{Cl}^- + \text{H}_2\text{O} = \downarrow \text{SbOCl} + 2\text{H}^+ + 2\text{Cl}^-$	Oq cho'kma.
4.17	Sb^{3+}	$\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$	$2\text{SbCl}_3 + 2\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 + 3\text{H}_2\text{O} = \downarrow \text{Sb}_2\text{OS}_2 + 2\text{Na}_2\text{SO}_4 + 6\text{HCl}$ $2\text{Sb}^{3+} + 2\text{S}_2\text{O}_3^{2-} + 3\text{H}_2\text{O} = \downarrow \text{Sb}_2\text{OS}_2 + 2\text{SO}_4^{2-} + 6\text{H}^+$	pH ≤ 7, qizil cho'kma.
4.18	Sb^{3+}	Sn	$2\text{SbCl}_3 + 3\text{Sn} = \downarrow 2\text{Sb} + 3\text{SnCl}_2$ $2\text{Sb}^{3+} + 3\text{Sn} = \downarrow 2\text{Sb} + 3\text{Sn}^{2+}$	Qora cho'kma.
4.19	Sb^{5+}	Gidroliz (H_2O)	$\text{Sb}^{5+} - \text{ionlarining analitik reaksiyasi.}$ $\text{H} [\text{SbCl}_6] + 2 \text{H}_2\text{O} = \downarrow \text{SbO}_2\text{Cl} + 5\text{HCl}$ $\text{H}^+ + [\text{SbCl}_6]^- + 2 \text{H}_2\text{O} = \downarrow \text{SbO}_2\text{Cl} + 5\text{H}^+ + 5\text{Cl}^-$	Oq cho'kma.
4.20	Sb^{5+}	NaOH,	$\text{H} [\text{SbCl}_6] + 6\text{NaOH} = \downarrow \text{HSbO}_3 + 6\text{NaCl} + 3\text{H}_2\text{O}$	Oq cho'kma.

		(KOH)	$H^+ + [SbCl_6]^- + 6OH^- = \downarrow HSbO_3 + 6Cl^- + 3H_2O$	
4.21	Sb^{5+}	Qaytaruvchi lar Sn Zn Mg	$2H [SbCl_6] + 5Zn = \downarrow Sb + 5ZnCl_2 + 2HCl$ $2H^+ + 2[SbCl_6]^- + 5Zn = \downarrow 2Sb + 5Zn^{2+} + 10Cl^- + 2H^+ + 2Cl^-$	Qora cho'kma.
4.22	Hg^{2+}	NaOH, (KOH)	Hg^{2+} - ionlarining analitik reaksiyasi.. $Hg(NO_3)_2 + 2NaOH = \downarrow Hg(OH)_2 + 2NaNO_3$ $Hg^{2+} + 2NO_3^- + 2Na^+ + 2OH^- = \downarrow Hg(OH)_2 + 2Na^+ + 2NO_3^-$ $Hg^{2+} + 2OH^- = \downarrow Hg(OH)_2$ $Hg(OH)_2 = \downarrow HgO + H_2O$	Sariq cho'kma, kislotalarda eriydi. <u>Hg(OH)₂</u> beqaror bo'lib, <u>HgO</u> va <u>H₂O</u> parchalanadi.
4.23	Hg^{2+}	NH ₄ OH	$HgCl_2 + 2NH_4OH = \downarrow [NH_2Hg]Cl + NH_4Cl + 2H_2O$	Oq cho'kma, kislotalarda eriydi.
4.24	Hg^{2+}	KJ	$Hg(NO_3)_2 + 2KJ = \downarrow HgJ_2 + 2KNO_3$ $Hg^{2+} + 2NO_3^- + 2K^+ + 2J^- = \downarrow HgJ_2 + 2K^+ + 2NO_3^-$ $Hg^{2+} + 2J^- = \downarrow HgJ_2$	Sarg'ish – qizil cho'kma.
4.25	Hg^{2+}	K ₂ CrO ₄	$Hg(NO_3)_2 + K_2CrO_4 = \downarrow HgCrO_4 + 2KNO_3$ $Hg^{2+} + CrO_4^{2-} = \downarrow HgCrO_4$	Sariq cho'kma.
4.26	Hg^{2+}	Cu	$Hg(NO_3)_2 + Cu = \downarrow Hg + Cu(NO_3)_2$ $Hg^{2+} + 2NO_3^- + Cu = \downarrow Hg + Cu^{2+} + 2NO_3^-$ $Hg^{2+} + Cu = \downarrow Hg + Cu^{2+}$	Toza Hg cho'kadi.

3.11. To'rtinchi analitik guruh kationlari aralashmasining analizi

To'rtinchi analitik guruh kationlari aralashmasini bo'lib-bo'lib analiz qilish usuli asosida ochiladi.

Bo'lib-bo'lib har qaysi ionga hos reaksiya bilan analiz qilish sxemasi.



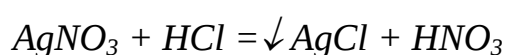
3.12. Beshinchi analitik guruh kationlari umumiy tavsifi.

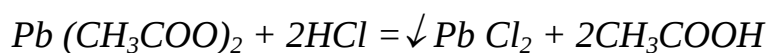
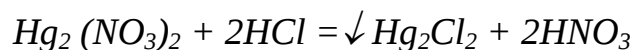
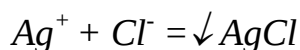
Beshinchi analitik guruh kationlari Pb^{2+} , $[Hg_2]^{2+}$, Ag^+ kiradi. Bu guruh kationlarining guruh reagenti 6 n HCl bo'lib, ular qiyin eruvchan hloridlarni hosil qiladi. Beshinchi guruh kationlari D.I.Mendeleevning elementlar davriy sistemasida to'rtinchi guruh kationlari joylashgan davr va guruhlarda joylashgan.

Bu kationlarning gidroksidlari qiyin eruvchan va kuchsiz elektrolit-lardir. Qo'rg'oshin gidroksid amfoterlik hossalarga ega, kumush va simob (I) gidroksidlar nihoyatda beqaror birikmalar bo'lib, hosil bo'lish vaqtida tegishli oksid va suvga parchalanadi. Qo'rg'oshin va simobning barcha eruvchan birikmalari zaharli.

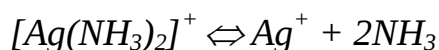
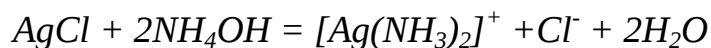
3.13. Guruh reagentining ta'siri.

Beshinchi guruh kationlari Pb^{2+} , $[Hg_2]^{2+}$, Ag^+ kiradi. Bu guruh kationlarining ning hloridlari suvda va suyultirilgan kislotalar erimaydi. Hloridlarning bunday hossalardan barcha kationlarning umumiy aralashmasini analiz qilishda V guruh kationlarini ajratishdan foydalaniladi. Suyultirilgan hlorid kislota (hamda hloridning eritmaları) Pb^{2+} , $[Hg_2]^{2+}$, Ag^+ ionlarini $AgCl$, Hg_2Cl_2 va $PbCl_2$ oq cho'kmalar holida cho'ktiradi, masalan:





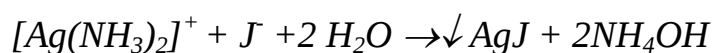
$AgCl$ choʻkmasi yorugʻlik nuri taʼsirida parchalanadi. Kuchli kislotaning tuzi boʻlgani uchun suyultirilgan kislotalar HNO_3 , H_2SO_4 da erimaydi. Ammo u NH_4OH da oson eriydi. Bunda kumushning ammiakli kompleks birikmasi hosil boʻladi. Agar olingan ammiakli kompleks birikma eritmasiga HNO_3 kislota taʼsir ettirilsa vodorod ionlari NH_3 molekullari bilan bogʻlanib, yanada barqaror NH_4^+ kompleksini hosil qiladi va muvozanat oʻng tomonga siljiydi.



Buning natijasida kumushning ammiakli kompleksi parchalanadi va eritmada Ag^+ ionlar toʻplanib qoladi. Ammo eritmada $[Ag(NH_3)_2]$ ning birinchi bosqichda hosil boʻlgan Cl^- ionlar borligidan $AgCl$ ning eruvchanlik koʻpaytmasi ortib ketadi va tuz choʻkmaga tushadi. Bu reaksiyaning umumiy tenglamasi quyidagicha yoziladi.



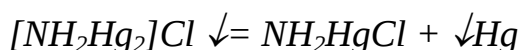
NH_4OH ning taʼsirida analiz davomida $AgCl$ ni Hg_2Cl_2 dan ajratish uchun, olingan $[Ag(NH_3)_2]^+$ eritmasiga HNO_3 ning taʼsiridan esa Ag^+ ionlarni topish uchun ishlatiladi. Ag^+ ni topish uchun Ag^+ kationining J^- ion juda kam eriydigan AgJ choʻkmani hosil qilishdan ham foydalansa boʻladi. AgJ ning eruvchanlik koʻpaytmasi juda kichik ($EK_{AgJ} = 8,3 \cdot 10^{-16}$). Demak bu choʻkmaning hosil boʻlishi uchun Ag^+ ning $[Ag(NH_3)_2]^+$ ($K_{\text{dekomp}} = 5,8 \cdot 10^{-8}$) Demak bu choʻkmaning hosil boʻlishi uchun



Hg_2Cl_2 oq tusli cho'kmadir. Ortiqcha HCl da kompleks hosil qilib bir oz eriydi. U $AgCl$ dan farq qilib NH_4OH ta'sirida erimaydi, balki qorayadi. Bunda avval bir valentli simobning kompleks birikmasi hosil bo'ladi:



$[NH_2Hg_2]Cl$ birikma o'z tarkibi jihatidan ikkita vodorod atomi o'rnini ikkita bir valentli simob atomi olgan NH_4Cl ga to'g'ri keladi. U beqaror bo'lib, hosil bo'lishi bilan parchalanib ketadi.



$PbCl_2$ cho'kma oq tusli bo'lib ortiqcha miqdordagi NSI va ishqoriy metall hloridlarida eriydi. U shuningdek issiq suvda ham yahshi eriydi. Uning shu xususiyatidan foydalanib $PbCl_2$ ni $AgCl$ va Hg_2Cl_2 dan ajratiladi.

U guruh kationlari uchun xususiy reaksiyalari 10-jadvalda berilgan.

Beshinchi analitik grupp kationlari uchun hos hususiy reaksiyalar

10-jadval

№	Ion	Reagent	Reaksiyaning molekulyar va ionli tenglamasi.	Ilova
	Ag^+	HCl	Ag^+ - ionlarning analitik reaksiyalari. $AgNO_3 + HCl = \downarrow AgCl + HNO_3$ $Ag^+ + NO_3^- + H^+ + Cl^- = \downarrow AgCl + H^+ + NO_3^-$ $Ag^+ + Cl^- = \downarrow AgCl$	Oq cho'kma, ortiqcha ammiakda eriydi.
5.2	Ag^+	KJ	$AgNO_3 + KJ = \downarrow AgJ + KNO_3$ $Ag^+ + NO_3^- + K^+ + J^- = \downarrow AgJ + K^+ + NO_3^-$ $Ag^+ + J^- = \downarrow AgJ$ $AgJ + Na_2S_2O_3 = Na [AgS_2O_3] + NaJ$ $AgJ + 2Na^+ + S_2O_3^{2-} = Na^+ + [AgS_2O_3]^- + Na^+ + J^-$	Sariq cho'kma $Na_2S_2O_3$ da eriydi.
5.3	Ag^+	K_2CrO_4	$2 AgNO_3 + K_2CrO_4 = \downarrow Ag_2CrO_4 + 2KNO_3$ $2 Ag^+ + 2NO_3^- + 2 K^+ + CrO_4^{2-} = \downarrow Ag_2CrO_4 + 2K^+ + 2NO_3^-$ $2 Ag^+ + CrO_4^{2-} = \downarrow Ag_2CrO_4$	pH=7 g'isht, rangli cho'kma ammiakda va nitrat kislotada eriydi.
5.4	Ag^+	Na_2HPO_4	$3 AgNO_3 + Na_2HPO_4 = \downarrow Ag_3PO_4 + 2NaNO_3 + HNO_3$ $3 Ag^+ + HPO_4^{2-} = \downarrow Ag_3PO_4 + H^+$	Sariq cho'kma, ammiakda va nitrat kislotada eriydi.

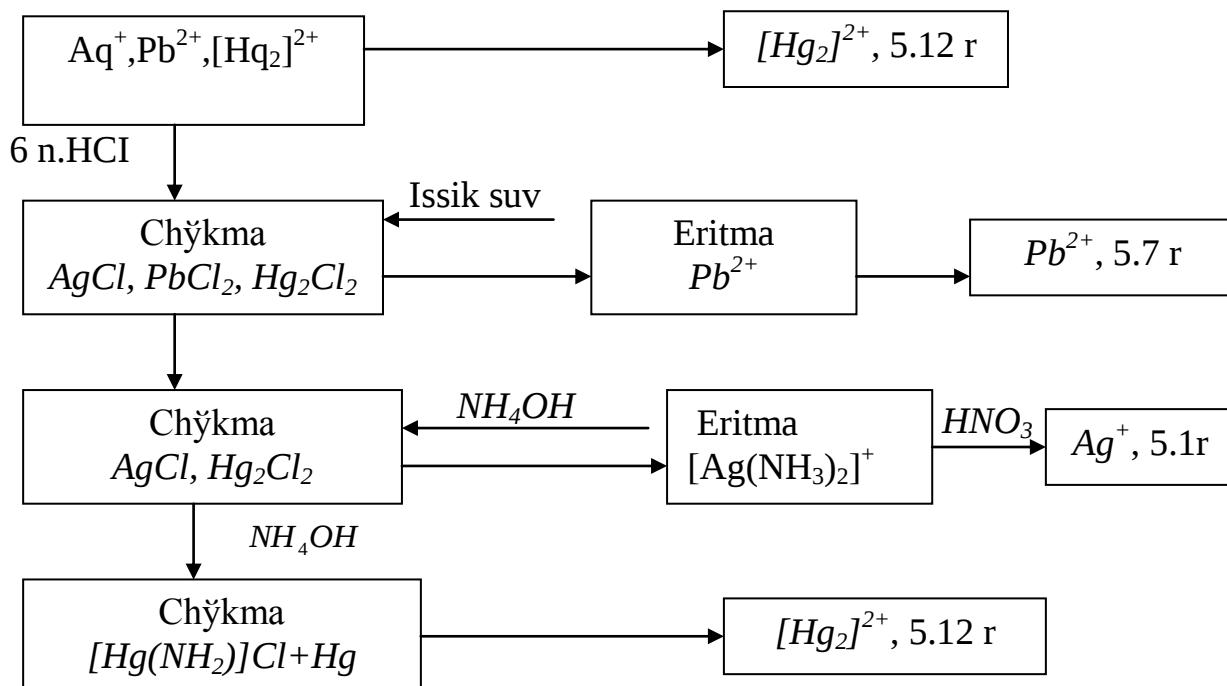
5.5	Pb^{2+}	HCl	Pb^{2+} - ionlarning analitik reaksiyalari. $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2 + 2\text{HCl} = \downarrow \text{PbCl}_2 + 2\text{HNO}_3$ $\text{Pb}^{2+} + 2\text{NO}_3^- + 2\text{H}^+ + 2\text{Cl}^- = \downarrow \text{PbCl}_2 + 2\text{H}^+ + 2\text{NO}_3^-$ $\text{Pb}^{2+} + 2\text{Cl}^- = \downarrow \text{PbCl}_2$	Oq cho'kma, issiq suvda eriydi. Oq cho'kma
5.6	Pb^{2+}	H_2SO_4	$\text{Pb}(\text{NO}_3)_2 + \text{H}_2\text{SO}_4 = \downarrow \text{PbSO}_4 + 2\text{HNO}_3$ $\text{Pb}^{2+} + 2\text{NO}_3^- + 2\text{H}^+ + \text{SO}_4^{2-} = \downarrow \text{PbSO}_4 + 2\text{H}^+ + 2\text{NO}_3^-$ $\text{Pb}^{2+} + \text{SO}_4^{2-} = \downarrow \text{PbSO}_4$	
5.7	Pb^{2+}	$\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$	$2\text{Pb}(\text{NO}_3)_2 + \text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 + \text{H}_2\text{O} = \downarrow 2\text{PbCrO}_4 + 2\text{KNO}_3 + 2\text{HNO}_3$ $2\text{Pb}^{2+} + \text{Cr}_2\text{O}_7^{2-} + \text{H}_2\text{O} = \downarrow 2\text{PbCrO}_4 + 2\text{H}^+$	Sariq cho'kma, ishqorlarda eriydi.
5.8	$[\text{Hg}_2]^{2+}$	HCl	$[\text{Hg}_2]^{2+}$ - ionlarning analitik reaksiyalari. $\text{Hg}_2(\text{NO}_3)_2 + 2\text{HCl} = \downarrow \text{Hg}_2\text{Cl}_2 + 2\text{HNO}_3$ $[\text{Hg}_2]^{2+} + 2\text{NO}_3^- + 2\text{H}^+ + 2\text{Cl}^- = \downarrow \text{Hg}_2\text{Cl}_2 + 2\text{H}^+ + 2\text{NO}_3^-$ $[\text{Hg}_2]^{2+} + 2\text{Cl}^- = \downarrow \text{Hg}_2\text{Cl}_2$	Oq cho'kma.
5.9	$[\text{Hg}_2]^{2+}$	K_2CrO_4	$\text{Hg}_2(\text{NO}_3)_2 + \text{K}_2\text{CrO}_4 = \downarrow \text{Hg}_2\text{CrO}_4 + 2\text{KNO}_3$ $[\text{Hg}_2]^{2+} + 2\text{NO}_3^- + 2\text{K}^+ + \text{CrO}_4^{2-} = \downarrow \text{Hg}_2\text{CrO}_4 + 2\text{K}^+ + 2\text{NO}_3^-$ $[\text{Hg}_2]^{2+} + \text{CrO}_4^{2-} = \downarrow \text{Hg}_2\text{CrO}_4$	Qizil cho'kma.

5.10	$[\text{Hg}_2]^{2+}$	KJ	$\text{Hg}_2(\text{NO}_3)_2 + 2\text{KJ} = \downarrow \text{Hg}_2\text{J}_2 + 2\text{KNO}_3$ $[\text{Hg}_2]^{2+} + 2\text{NO}_3^- + 2\text{K}^+ + 2\text{J}^- = \downarrow \text{Hg}_2\text{J}_2 + 2\text{K}^+ + 2\text{NO}_3^-$ $[\text{Hg}_2]^{2+} + 2\text{J}^- = \downarrow \text{Hg}_2\text{J}_2$	Yashil cho'kma.
5.11	$[\text{Hg}_2]^{2+}$	NaOH (KOH)	$\text{Hg}_2(\text{NO}_3)_2 + 2\text{NaOH} = \downarrow \text{Hg}_2\text{O} + 2\text{NaNO}_3 + \text{H}_2\text{O}$ $[\text{Hg}_2]^{2+} + 2\text{OH}^- = \downarrow \text{Hg}_2\text{O} + \text{H}_2\text{O}$	Qora cho'kma.
5.12	$[\text{Hg}_2]^{2+}$	Cu	$\text{Hg}_2(\text{NO}_3)_2 + \text{Cu} = \downarrow 2\text{Hg} + \text{Cu}(\text{NO}_3)_2$ $[\text{Hg}_2]^{2+} + 2\text{NO}_3^- + \text{Cu} = \downarrow 2\text{Hg} + \text{Cu}^{2+} + 2\text{NO}_3^-$ $[\text{Hg}_2]^{2+} + \text{Cu} = \downarrow 2\text{Hg} + \text{Cu}^{2+}$	Kul rang dog'.

3.14. Beshinchi analitik guruh kationlari aralashmasining analizi

Beshinchi analitik guruh kationlari guruh reagenti bo'lgan 6 n. li HCl yordamida hloridlar holida cho'ktiriladi. Olingan cho'kma quyidagi keltirilgan sxema bo'yicha analiz qilinadi.

Beshinchi analitik guruh kationlari aralashmasining analiz sxemasi



3.15. Anionlarning umumiy tavsifi

Manfiy zaryadlangan ionlarga anionlar deb aytiladi. Masalan Cl^- , SO_4^{2-} , NO_3^- va hokazo. Kationlar asosan bitta atomdan tashkil topgan bo'lsa, anionlar murakkab tarkibli ionlardir, ya'ni ular bir yoki bir nechta atomlardan tarkib topgan. Masalan: CH_3COO^- , SCN^- , SO_4^{2-} , $B_4O_7^{2-}$, $Cr_2O_7^{2-}$, CO_3^{2-} , PO_4^{3-} . Anionlar kationlardan farq qilib ko'pincha bir-birining topilishiga halal bermaydi. Shuning uchun anionlarni eritmani bo'lib-bo'lib tekshirish usuli bilan ya'ni tekshirilayotgan eritmaning ayrim ulushlaridan topiladi. Anionlar aralashmasini analiz qilishda guruh reagentlari odatda guruhlarni bir-biridan ajratish uchun emas, balki guruhlarning bor-yo'qligini aniqlab olish uchun qo'llaniladi. Agar biror guruh

anionlarining yo'qligi aniqlansa, shu guruhga kiradigan ayrim anionlarni topish uchun reaksiya qilinmaydi. Shunday qilib, anionlar guruhini topish reaksiyalari umumiy analizini ancha osonlashtiradi. Yuqorida kationlarni o'rganishda anionlarning ko'pchilik reaksiyalari bilan tanishilgan edi. Masalan: Ba^{2+} , Pb^{2+} , Anionlar kationlardan farq qilib ko'pincha bir-birining topilishiga kationlarini SO_4^{2-} va CrO_4^{2-} anionlari yordami bilan topilgan edi. Aksincha bu anionlarni bariy va qo'rg'oshin tuzlari yordamida topish mumkin. Shunga o'hshash Ag^+ ionining reagenti Cl^- ion bo'lgani holda Cl^- ionini Ag^+ yordamida topish mumkin.

Anionlar klassifikatsiyasi. Anionlar klassifikatsiyasi asosan anionlarning bariy va kumushli tuzlarining eruvchanliklarining bir-biridan farq qilishiga asoslangan. Anionlarning ko'pchiligi bo'lib-bo'lib analiz qilish usuli asosida ochiladi. Eng ko'p tarqalgan klassifikatsiyasiga ko'ra anionlar uch guruhga bo'linadi. Birinchi analitik guruh anionlar SO_4^{2-} , SO_3^{2-} , $S_2O_3^{2-}$, CO_3^{2-} , PO_4^{3-} , $A_5O_4^{3-}$, BO_2^- , CrO_4^{2-} , $Cr_2O_7^{2-}$, F^- , SiO_3^{2-} , $C_2O_4^{2-}$. Bu anionlarning bariyli tuzlari suvda qiyin eriydi. Guruh reaktiviteytral yoki kuchsiz ishqoriy muhitda $BaCl_2$.

Ikkinchi analitik guruh anionlari: Cl^- , Br^- , I^- , S^{2-} , SCN^- , $[Fe(CN)_6]^{4-}$, $[Fe(CN)_6]^{3-}$, CN^- , BrO_3^- , JO_3^- , ClO_3^- . Bu anionlarning kumushli tuzlari suvda va suyultirilgan nitrat kislotada qiyin eriydi. Guruh reagenti 2n li HNO_3 ishtirokida $AgNO_3$.

Uchinchi analitik guruh anionlari: NO_3^- , NO_2^- , CH_3COO^- , MnO_4^- va boshqalar. Bu anionlarning bariyli va kumushli tuzlari suvda juda yaxshi eriydi. Guruh reagentiga ega emas.

Anionlarga tegishli bo'lgan hususiy reaksiyalar 11, 12, 13 jadvallarda berilgan.

Birinchi analitik guruh anionlariga hos bo'lgan hususiy reaksiyalar.

11 – jadval

№	Ion	Reagent	Reaksiyaning molekulyar va ionli tenglamasi.	Ilova
6.1	SO_4^{2-}	$Pb(NO_3)_2$	SO_4^{2-} - ionlarning analitik reaksiyalari $Na_2SO_4 + Pb(NO_3)_2 = \downarrow PbSO_4 + 2NaNO_3$ $2Na^+ + SO_4^{2-} + Pb^{2+} + 2NO_3^- = \downarrow PbSO_4 + 2Na^+ + 2NO_3^-$ $SO_4^{2-} + Pb^{2+} = \downarrow PbSO_4$	Oq cho'kma, ishqorlarda eriydi.
6.2	SO_4^{2-}	$SrCl_2$	$Na_2SO_4 + SrCl_2 = \downarrow SrSO_4 + 2NaCl$ $2Na^+ + SO_4^{2-} + Sr^{2+} + 2Cl^- = \downarrow SrSO_4 + 2Na^+ + 2Cl^-$ $SO_4^{2-} + Sr^{2+} = \downarrow SrSO_4$	Oq cho'kma (loyqa)
6.3	SO_4^{2-}	$BaCl_2$	$Na_2SO_4 + BaCl_2 = \downarrow BaSO_4 + 2NaCl$ $2Na^+ + SO_4^{2-} + Ba^{2+} + 2Cl^- = \downarrow BaSO_4 + 2Na^+ + 2Cl^-$ $SO_4^{2-} + Ba^{2+} = \downarrow BaSO_4$	Oq cho'kma, kislotalarda erimaydi.
6.4	SO_3^{2-}	HCl	SO_3^{2-} - ionlarning analitik reaksiyalari $Na_2SO_3 + 2HCl = 2NaCl + SO_2 \uparrow + H_2O$ $2Na^+ + SO_3^{2-} + 2H^+ + 2Cl^- = 2Na^+ + 2Cl^- + SO_2 \uparrow + H_2O$ $SO_3^{2-} + 2H^+ = SO_2 \uparrow + H_2O$	$SO_2 \uparrow$ ajraladi.
6.5	SO_3^{2-}	$J_2 + H_2O$	$Na_2SO_3 + J_2 + H_2O = Na_2SO_4 + 2HJ$ $2Na^+ + SO_3^{2-} + J_2 + H_2O = 2Na^+ + SO_4^{2-} + 2H^+ + 2J^-$ $SO_3^{2-} + J_2 + H_2O = SO_4^{2-} + 2H^+ + 2J^-$	Yodli suv eritmasi rangsizlanadi.

6.6	SO_3^{2-}	$BaCl_2$	$Na_2SO_3 + BaCl_2 = \downarrow BaSO_3 + 2NaCl$ $2Na^+ + SO_3^{2-} + Ba^{2+} + 2Cl^- = \downarrow BaSO_3 + 2Na^+ + 2Cl^-$ $SO_3^{2-} + Ba^{2+} = \downarrow BaSO_3$	Oq cho'kma, kislotalarda eriydi.
6.7	SO_3^{2-}	HCl	$S_2O_3^{2-} \text{ - ionlarning analitik reaksiyalari.}$ $Na_2S_2O_3 + 2HCl = H_2S_2O_3 + 2NaCl$ $H_2S_2O_3 = \downarrow S + SO_2 \uparrow + H_2O$	SO_2 ajraladi. S cho'kмага тушади.
6.8	$S_2O_3^{2-}$	J_2	$2Na_2S_2O_3 + J_2 = 2NaJ + Na_2S_4O_6$ $4Na^+ + 2S_2O_3^{2-} + J_2 = 2Na^+ + 2J^- + 2Na^+ + S_4O_6^{2-}$ $2S_2O_3^{2-} + J_2 = 2J^- + S_4O_6^{2-}$	J_2 – eritmasi rangsizlanadi.
6.9	$S_2O_3^{2-}$	$AgNO_3$	$Na_2S_2O_3 + 2AgNO_3 = \downarrow Ag_2S_2O_3 + 2NaNO_3$ $2Na^+ + S_2O_3^{2-} + 2Ag^+ + 2NO_3^- = \downarrow Ag_2S_2O_3 + 2Na^+ + 2NO_3^-$ $S_2O_3^{2-} + 2Ag^+ = \downarrow Ag_2S_2O_3$ $Ag_2S_2O_3 + H_2O = \downarrow Ag_2S + 2H^+ + SO_4^{2-}$	Oq rangli cho'kma, cho'kma tez sarg'ayib qo'ng'ir tusga kiradi va Ag_2S hosil bo'ladi. $Ag_2S_2O_3$ ortiqcha $Na_2S_2O_3$ da erib kompleks birikma hosil bo'ladi.
6.10	CO_3^{2-}	HCl	$CO_3^{2-} \text{ - ionlarning analitik reaksiyalari}$ $Na_2CO_3 + 2HCl = 2NaCl + CO_2 \uparrow + H_2O$ $2Na^+ + CO_3^{2-} + 2H^+ + 2Cl^- = CO_2 \uparrow + H_2O$ $CO_3^{2-} + 2H^+ = CO_2 + H_2O$	CO_2 – ajraladi.
6.11	CO_3^{2-}	$BaCl_2$	$Na_2CO_3 + BaCl_2 = \downarrow BaCO_3 + 2NaCl$ $2Na^+ + CO_3^{2-} + Ba^{2+} + 2Cl^- = \downarrow BaCO_3 + 2Na^+ + 2Cl^-$ $CO_3^{2-} + Ba^{2+} = \downarrow BaCO_3$	Oq cho'kma, sirka kislotada eriydi.

6.12	CO_3^{2-}	$AgNO_3$	$Na_2CO_3 + 2AgNO_3 = \downarrow Ag_2CO_3 + 2NaNO_3$ $2Na^+ + CO_3^{2-} + 2Ag^+ + 2NO_3^- = \downarrow Ag_2CO_3$ $CO_3^{2-} + 2Ag^+ = \downarrow Ag_2CO_3$	Oq cho'kma, kislotalarda eriydi. HCl da erib, AgCl -hosil bo'ladi.
6.13	PO_4^{3-}	$MgCl_2 + NH_4Cl$	$PO_4^{3-} \text{ - ionlarning analitik reaksiyalari}$ $Na_2HPO_4 + MgCl_2 + NH_4Cl = \downarrow MgNH_4PO_4 + 2NaCl + 2HCl$ $HPO_4^{2-} + Mg^{2+} + NH_4^+ = \downarrow MgNH_4PO_4 + H^+$	Oq kristall, cho'kma.
6.14	PO_4^{3-}	$(NH_4)_2MoO_4$	$Na_3PO_4 + 12(NH_4)_2MoO_4 + 24HNO_3 = \downarrow (NH_4)_3[PMo_{12}O_{40}] +$ $+ 12H_2O + 21 NH_4 NO_3 + 3NaNO_3$ $PO_4^{3-} + 3NH_4^+ + 12MoO_4^{2-} + 24H^+ = \downarrow (NH_4)_3[PMoO_{40}] + 12H_2O$ 12- molibdo fosfat generopolikislotaning ammoniyli tuzi.	Sariq kristall, cho'kma.
6.15	PO_4^{3-}	$BaCl_2 + NH_4OH$	$2Na_2HPO_4 + 3BaCl_2 + 2NH_4OH = \downarrow Ba_3(PO_4)_2 + 4NaCl +$ $2NH_4Cl + 2H_2O$ $2HPO_4^{2-} + 3Ba^{2+} + 2OH^- = \downarrow Ba_3(PO_4)_2 + 2H_2O$	Oq cho'kma, H_2SO_4 dan boshqa kislotalarda eriydi.
6.16	$B_4O_7^{2-}$	$AgNO_3$	$B_4O_7^{2-} \text{ va } BO_2^- \text{ ionlarning analitik reaksiyalari.}$ $Na_2B_4O_7 + 2AgNO_3 + 3H_2O = \downarrow 2AgBO_2 + 2NaNO_3 + 2H_3BO_3$ $B_4O_7^{2-} + 2Ag^+ + 3H_2O = \downarrow 2AgBO_2 + 2H_3BO_3$	Oq cho'kma, HNO_3 va NH_4OH da eriydi.
6.17	$B_4O_7^{2-}$	$BaCl_2$	$Na_2B_4O_7 + BaCl_2 + 3H_2O = \downarrow Ba(BO_2)_2 + 2NaCl + 2H_3BO_3$ $B_4O_7^{2-} + Ba^{2+} + 3H_2O = \downarrow Ba(BO_2)_2 + 2H_3BO_3$	Oq cho'kma, kislotalarda eriydi.
6.18	$C_2O_4^{2-}$	$CaCl_2$	$C_2O_4^{2-} \text{ - ionlarning analitik reaksiyalari}$ $Na_2C_2O_4 + CaCl_2 = \downarrow CaC_2O_4 + 2NaCl$	Oq cho'kma, mineral kislotalarda eriydi, lekin sirka kislotada erimaydi.

			$2Na^+ + C_2O_4^{2-} + Ca^{2+} + 2Cl^- = \checkmark CaC_2O_4 + 2Na^+ + 2Cl^-$ $C_2O_4^{2-} + Ca^{2+} = \checkmark CaC_2O_4$	
6.19	$C_2O_4^{2-}$	$BaCl_2$	$Na_2C_2O_4 + BaCl_2 = \checkmark BaC_2O_4 + 2NaCl$ $2Na^+ + C_2O_4^{2-} + Ba^{2+} + 2Cl^- = \checkmark BaC_2O_4 + 2Na^+ + 2Cl^-$ $C_2O_4^{2-} + Ba^{2+} = \checkmark BaC_2O_4$	Oq cho'ma, mineral kislotalarda va qaynatganda sirka kislotada eriydi.
6.20	$C_2O_4^{2-}$	$AgNO_3$	$Na_2C_2O_4 + 2AgNO_3 = \checkmark Ag_2C_2O_4 + 2NaNO_3$ $2Na^+ + C_2O_4^{2-} + 2Ag^+ + 2NO_3^- = \checkmark Ag_2C_2O_4 + 2Na^+ + 2NO_3^-$ $C_2O_4^{2-} + 2Ag^+ = \checkmark Ag_2C_2O_4$	Oq iviq cho'kma HNO_3 va NH_4NO_3 da eriydi.
6.21	$C_2O_4^{2-}$	$KMnO_4$ H_2SO_4	$5Na_2C_2O_4 + 2KMnO_4 + 8H_2SO_4 =$ $2MnSO_4 + 2K_2SO_4 + 5Na_2SO_4 + 10CO_2 + 8H_2O$ $5C_2O_4^{2-} + 2MnO_4^- + 16H^+ = 2Mn^{2+} + 10CO_2 + 8H_2O$	Eritma rangsizlanadi.

Ikkinchi analitik guruh anionlariga hos bo'lgan hususiy reaksiyalar

12 – jadval

№	Ion	Reagent	Reaksiyaning molekulyar va ionli tenglamasi.	Ilova
			Cl^- - ionlarning analitik reaksiyalari.	
7.1.	Cl^-		$\text{NaCl} + \text{AgNO}_3 = \downarrow \text{AgCl} + \text{NaNO}_3$ $\text{Na}^+ + \text{Cl}^- + \text{Ag}^+ + \text{NO}_3^- = \downarrow \text{AgCl} + \text{Na}^+ + \text{NO}_3^-$ $\text{Cl}^- + \text{Ag}^+ = \downarrow \text{AgCl}$	Oq suzmasimon, cho'kma, NH_4OH , $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ larda eriydi.
7.2.	Cl^-	H_2SO_4	$\text{NaCl} + \text{H}_2\text{SO}_4 = \text{NaHSO}_4 + \text{HCl} \uparrow$ $\text{Cl}^- + \text{H}^+ \rightarrow \text{HCl} \uparrow$	Quruq holatdagi hloridlardan HCl, gaz holida ajraladi, hidli, qo'llangan ko'k lakmusni qizarishi.
7.3.	Cl^-	KMnO_4 H_2SO_4	$10\text{HCl} + \text{KMnO}_4 + 3\text{H}_2\text{SO}_4 = 2\text{MnSO}_4 + \text{K}_2\text{SO}_4 +$ $+ 8\text{H}_2\text{O} + 5\text{Cl}_2 \uparrow$ $10\text{HCl} + \text{KMnO}_4 + 6\text{H}^+ = 2\text{Mn}^{2+} + 8\text{H}_2\text{O} + 5\text{Cl}_2 \uparrow$	Eritma rangsizlanadi.
			Br^- - ionlarning analitik reaksiyalari.	
7.4.	Br^-	AgNO_3 Zn	$\text{NaBr} + \text{AgNO}_3 = \downarrow \text{AgBr} + \text{NaNO}_3$ $\text{Na}^+ + \text{Br}^- + \text{Ag}^+ + \text{NO}_3^- = \downarrow \text{AgBr} + \text{Na}^+ + \text{NO}_3^-$ $\text{Br}^- + \text{Ag}^+ = \downarrow \text{AgBr}$ $2\text{AgBr} + \text{Zn} = \text{ZnBr}_2 + \downarrow 2\text{Ag}$	Oq cho'kma, AgBr cho'kmaga Zn bo'lakchasi qo'shganda yaltiroq Ag ni qaytaradi.
7.5.	Br^-	H_2SO_4 концентр- ланган	$\text{KBr} + \text{H}_2\text{SO}_4 = \text{KHSO}_4 + \text{HBr} \uparrow$ $\text{K}^+ + \text{Br}^- + 2\text{H}^+ + \text{SO}_4^{2-} = \text{KHSO}_4 + \text{HBr} \uparrow$	Quruq bromidlarga H_2SO_4 ta'sir etirilganda HBr gazi ajralib chiqadi.

			J ⁻ - ionlarning analitik reaksiyalari.	
7.6.	J ⁻	AgNO ₃	$KJ + AgNO_3 = AgJ + KNO_3$ $K^+ + J^- + Ag^+ + NO_3^- = \downarrow AgJ + K^+ + NO_3^-$ $J^- + Ag^+ = \downarrow AgJ$	Sariq cho'kma, HNO ₃ va ammiakda eriydi.
7.7.	J ⁻	Pb(NO ₃) ₂	$2KJ + Pb(NO_3)_2 = \downarrow PbJ_2 + 2KNO_3$ $2K^+ + 2J^- + Pb^{2+} + 2NO_3^- = \downarrow PbJ_2 + 2K^+ + 2NO_3^-$ $2J^- + Pb^{2+} = \downarrow PbJ_2$	Tillo rang kristal cho'kma.
			SCN ⁻ - ionlarning analitik reaksiyalari.	
7.13	[Fe(CN) ₆] ⁴⁻	CuCl ₂	$2CuCl_2 + K_4[Fe(CN)_6] = \downarrow Cu_2[Fe(CN)_6] + 4KCl$ $2Cu^{2+} + [Fe(CN)_6]^{4-} = \downarrow Cu_2[Fe(CN)_6]$	Qizil-qo'ng'ir cho'kma.
			[Fe(CN) ₆] ³⁻ ionlarning analitik reaksiyalari.	
7.14	[Fe(CN) ₆] ³⁻	AgNO ₃	$3AgNO_3 + K_3[Fe(CN)_6] = \downarrow Ag_3[Fe(CN)_6] + 3KNO_3$ $3Ag^+ + [Fe(CN)_6]^{3-} = \downarrow Ag_3[Fe(CN)_6]$	To'q sariq cho'kma, NH ₃ da eriydi.
7.15	[Fe(CN) ₆] ³⁻	ZnCl ₂	$2K_3[Fe(CN)_6] + 3ZnCl_2 = \downarrow Zn_3[Fe(CN)_6]_2 + 6KCl$ $2[Fe(CN)_6]^{3-} + 3Zn^{2+} = \downarrow Zn_3[Fe(CN)_6]_2$	Sariq cho'kma.
7.16	[Fe(CN) ₆] ³⁻	FeCl ₂	$2K_3[Fe(CN)_6] + 3FeCl_2 = \downarrow Fe_3[Fe(CN)_6]_2 + 6KCl$ $2[Fe(CN)_6]^{3-} + 3Fe^{2+} = \downarrow Fe_3[Fe(CN)_6]_2$	pH ≤ 7, ko'k tusli trunbul ko'ki cho'kmasi.

Uchinchi analitik guruh anionlari uchun hos bo'lgan hususiy reaksiyalar

13– jadval

№	Ion	Reagent	Reaksiyaning molekulyar va ionli tenglamasi.	Ilova
8.1.	CH_3COO^-	H_2SO_4	CH_3COO^- ionlarning analitik reaksiyalari. $2CH_3COONa + H_2SO_4 \rightarrow Na_2SO_4 + 2CH_3COOH \uparrow$ $CH_3COO^- + 2H^+ \rightarrow 2CH_3COOH \uparrow$	Eritma qizdirilganda CH_3COOH ajralib chiqadi, uni hididan bilish mumkin
8.2	CH_3COO^-	$FeCl_3$	$CH_3COONa + FeCl_3 = Fe(CH_3COO)_3 + 3NaCl$ $Fe(CH_3COO)_3 + 2H_2O = \downarrow Fe(OH)_2(CH_3COO) + 2CH_3COOH$	Qizil-qo'ng'ir rang hosil bo'lib? isitilsa asosli tuz cho'kmaga tushadi.
8.3	NO_3^-	Al yoki Zn $NaOH$ (KOH)	NO_3^- ionlarning analitik reaksiyalari. $NaNO_3 + NaOH + Al = 8NaAlO_2 + 3NH_3 \uparrow + 2H_2O$ $3NO_3^- + 5OH^- + 8Al = 8AlO_2^- + 3NH_3 + 2H_2O$	NH_3 ajralib chiqadi, hididan yoki ho'llangan lakmus qog'ozini ko'karishidan bilish mumkin.
8.4	NO_3^-	$Cu + H_2SO_4$	$2HNO_3 + 3Cu + 3H_2SO_4 = 2NO \uparrow + 3CuSO_4 + 4H_2O$ $2NO + O_2 = 2NO_2$ $2NO_3^- + 3Cu + 6H^+ = 2NO \uparrow + 3Cu^{2+} + 4H_2O$	Ajralib chiqqan NO havoda oksidlanib qo'ng'ir rangli NO_2 ni hosil qiladi.
8.5	NO_2^-	H_2SO_4	NO_2^- ionlarning analitik reaksiyalari. $2KNO_2 + H_2SO_4 = NO_2 \uparrow + NO \uparrow + K_2SO_4 + H_2O$ $2NO_2^- + 2H^+ = NO_2 \uparrow + NO \uparrow + H_2O$	Qo'ng'ir rangli NO_2 ajralib chiqadi.

Mavzu yuzasidan savol va mashqlar

1. Nima uchun cho'ktirish kimyoviy analiz usullaridan biri bo'lib hisoblanadi.
2. Eruvchanlik ko'paytmasi nima?
3. Eruvchanlik ko'paytmasiga qanday omillar ta'sir qiladi?
4. Eruvchanlik. Eruvchanlikka qanday omillar ta'sir qiladi?
5. Cho'kmalarni hosil bo'lish shartlari.
6. To'la cho'kishga qanday omillar ta'sir qiladi?
7. Tuz effekti nima?
8. Kompleks birikmalar va ularning beqarorlik konstantalari.
9. Ichki kompleks birikmalar nima?
10. Kompleks birikmalardan analitik kimyoda foydalanish.
11. Oksidlanish-qaytarilish reakciyalari.
12. Asosiy oksidlovchi va qaytaruvchilar. Нормал оксидланиш-қайтарилиш потенциалли.
13. Nernst tenglamasi.
14. Oksidlanish-qaytarilish reakciyalarning yo'nalishini aniqlash.
15. Oksidlanish-qaytarilish reakciyalaridan analitik kimyoda foydalanish.
16. III analitik guruh kationlariga umumiy tavsif bering.
17. III analitik guruh kationlariga guruh reagentining ta'siri.
18. Al^{3+} va Mn^{2+} ionlariga $(NH_4)_2S$ ta'sir ettirilganda qaysi ion cho'kmaga tushadi? Sababini tushuntiring.
19. Al^{3+} va Zn^{2+} ionlariga Na_2CO_3 va CH_3COONa bilan suvli muhitda o'zaro ta'sir reaksiya tenglamasini yozing.
20. III analitik guruh kationlari aralashmasiga $(NH_4)_2S$ ta'sir ettirilganda qora cho'kma hosil bo'lmasa, qaysi kationlar eritmada bo'lmaydi.
21. IV analitik guruh kationlariga umumiy tavsif bering.
22. IV analitik guruh kationlariga guruh reagentining ta'siri.
23. V analitik guruh kationlariga umumiy tavsif bering.

24. V analitik guruh kationlarining guruh reagenti ta'sirida sistemali analiz qilib, izoh bering.
25. Anionlarning guruhlarga taqsimlanishi.
26. SnCO_3 ning suvda eruvchanligi 0,007800 g/l ga tengligini bilgan holda uning EK qiymatini hisoblang.
27. $\text{Fe}(\text{OH})_2$ ning suvda eruvchanlik ko'paytmasi $2,0 \cdot 10^{-10}$ ga tengligini bilgan holda, uning to'yingan eritmasidagi Fe^{2+} va OH^- ionlari konsentratsiyasini hisoblang.
28. AgCl ning EK qiymat $1,1 \cdot 10^{-10}$ ekanligini bilgan holda uning eruvchanligini g/l va mol/l da hisoblang.
29. $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ ning 0,01000 n eritmasiga teng hajmda: a) KClning 0,02000 n eritmasidan; b) KCl ning 0,3000 n eritmasidan qo'shilganda cho'kma tushish yoki tushmasligini isbotlang.
30. Agar NaCl bilan NaJ 0,2000 M li eritmaları aralashmasiga asta-sekin AgNO_3 eritmasi qo'shilsa, qaysi modda avval cho'kmaga tushadi? ($\text{EK}_{\text{AgCl}} = 1,1 \cdot 10^{-10}$, $\text{EK}_{\text{AgJ}} = 1,0 \cdot 10^{-16}$)
31. Agar bir hil konsentratsiyali Ba^{2+} va Sr^{2+} ionlari aralashmasiga asta-sekin H_2SO_4 qo'shilsa, qanday modda avval cho'kmaga tushadi? Nima uchun?
32. 50,0 ml 0,5000 m K_2CrO_4 va 0,005000 m AgNO_3 eritmaları aralashtirildi. Cho'kma hosil bo'ladimi. Javobingizni asoslang. ($\text{EK}_{\text{Ag}_2\text{CrO}_4} = 8,8 \cdot 10^{-12}$).
33. PbCl_2 ning EK qiymati $2,4 \cdot 10^{-4}$ ga teng. Uning eruvchanligini g/l va mol/l da hisoblang.
34. 45,0 ml 0,0400 m KCl va 35 ml 0,0200 m $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ eritmaları aralashtirildi. Cho'kma hosil bo'ladimi? Javobingizni asoslang.
35. $\text{CaC}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ning eruvchanlik ko'paytmasi $2 \cdot 10^{-9}$ ga teng. Uning eruvchanligini g/l va mol/l da hisoblang.
36. AgJ ning eruvchanlik ko'paytmasi $1,5 \cdot 10^{-16}$ ekanligini bilgan holda uning eruvchanligini g/l va mol/l da hisoblang.

IV Mavzu. MIQDORIY ANALIZ

Tayanch iboralar:

- miqdoriy analiz;
- miqdoriy analiz usullari ;
- miqdoriy analizdagi hatolar ;
- gravimetrik analiz ;
- gravimetrik analizning turlari ;
- gravimetrik analizni bajarish tartibi ;
- cho'ktiriladigan va tortiladigan shakl ;
- kristall va amorf cho'kma ;
- kristall cho'kmani cho'ktirish shartlari ;
- amorf cho'kmani cho'ktirish shartlari ;
- cho'ktiruvchini tanlash ;
- gravimetrik analizning afzalligi va kamchiligi ;
- gravimetrik analizdagi hisoblashlar ;
- miqdoriy analizdagi hatolar.

Tekshirilayotgan modda tarkibini tashkil etgan element yoki ion (yoki komponent) lar miqdorini aniqlashga imkon beruvchi usullar to'plamiga miqdoriy analiz usuli deb ataladi.

Miqdoriy analiz usullari tajriba mashg'ulotlarini bajarishda ishlatiladigan asboblarga ko'ra quyidagilarga bo'linadi:

1. Gravimetrik analiz
2. Titrimetrik analiz
3. Gaz analizi
4. Fizik-kimyoviy (yoki instrumental) analiz usullari.

Ushbu qo'llanmada shulardan (ayrimlari) gravimetrik, titrimetrik va fizik-kimyoviy analiz usullariga to'htalib o'tamiz.

4.1. Tortma (gravimetrik) analiz

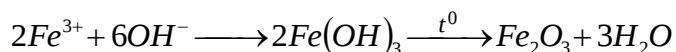
Gravimetrik analiz deb, miqdoriy analizning aniqlanadigan modda miqdorini, tekshiriladigan namuna massasini o'lchash bilan olib boriladigan aniqlash usuliga aytiladi.

Gravimetrik analiz uch turga bo'linadi:

1) ajratish , 2) cho'ktirish, 3) haydash

1) Ajratish usulida aniqlanayotgan modda aralashmadan ajratib tozalanadi va massasi analitik tarozida tortiladi. Masalan: Temir bilan oltingugurtning aralashmasidan temirni magniga tortilish xususiyatidan foydalanib ajratish mumkin.

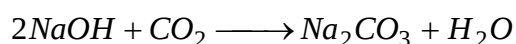
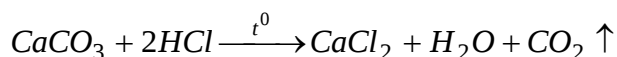
2) Cho'ktirish usulida aniqlanadigan modda kimyoviy reaksiya yordamida tarkibi aniq bo'lgan qiyin eriydigan birikma holida cho'ktiriladi. Bunda cho'kma qizdirilib tarkibi aniq bo'lgan boshqa moddaga aylantiriladi va shu moddaning massasi analitik tarozida tortilib modda miqdori aniqlanadi. Masalan:



aniqlanadigan	chuktiliriladigan	tortiladigan
modda	shakl	shakl

3) Haydash usulida aniqlanadigan modda uchuvchan birikma holida haydaladi. Bunda aniqlanadigan modda qizdirish yoki boshqa modda (reaktiv) ta'sirida uchuvchan birikma hosil qiladigan holiga o'tkazish bilan ajratiladi. Haydash usullari to'g'ri va teskari bo'lishi mumkin.

To'g'ri haydash usullarida aniqlanadigan modda biror o'ziga hos yutuvchiga yutiladi va yutuvchi massasining oshishiga qarab aniqladigan moddaning miqdori hisoblanadi.



Teskari aniqlash usullarida aniqlanadigan modda to'liq parchalangandan keyin qolgan massasi o'lchanadi. Haydashdan oldingi va keyingi massalar farqi aniqlanadigan modda miqdorini hisoblash imkonini beradi.

4.2. Miqdoriy analizdagi hatolar

Miqdoriy analizdagi hatolar o'z harakteriga ko'ra:

- 1) sistematik hatolar
- 2) tasodifiy hatolar
- 3) qo'pol hatolarga bo'linadi.

1. Sistematik hatolar deb, kattaligi doimiy bo'lgan yoki ma'lum qonun bo'yicha o'zgaradigan hatolarga aytiladi. Sistematik hatolarni oldindan nazarda tutish va ularni yo'qotish, yoki tegishli tuzatishlar kiritish mumkin. Sistematik hatolarni quyidagi turlari mavjud.

a) Uslubiy hatolar. Bu hatolar qo'llanilayotgan analiz usuli xususiyatlariga bog'liq. Masalan: reaksiyani miqdoriy jihatdan to'la bormasligi, cho'kmani qisman eruvchanligi, cho'kma bilan birga qo'shimcha begona ionlarning cho'kishi, cho'kmani parchalanishi, moddaning gigroskopik ekanligi va hokazo.

b) Ishlatilayotgan asbob va reaktivlarga bog'liq bo'lgan hatolar. Tarozi elkalarini teng emasligi, hajmi aniq o'lchovli idishlarning tekshirilmaganligi, tekshirilayotgan eritmaga begona qo'shimchalarning tushib qolishi va boshqalar.

v) Individual hatolar. Bu hatolar analitikning shahsiy xususiyatlariga bog'liq bo'lgan hatolar. Masalan: eritma rangining o'zgarish paytini aniq seza bilmasligi, tarozi yoki byuretk shkalasidan to'g'ri raqamni bilib olmasligi va hokazo.

2. Tasodifiy hatolar. Kelib chiqishi ma'lum bir qonuniyatga asoslanmay, kattaligi va ishorasi noma'lum bo'lgan hatolar tasodifiy hatolar deb aytiladi. Tasodifiy hatolar analitikning o'ziga bog'liq bo'lmagan tashqi omillar ta'sirida (haroratning o'zgarishi, havo namligini o'zgarishi, havoning iflosligi, honaning etarli darajada yoritilmaganligi, binoning tebranishi va hokazolar) sodir bo'ladi. Sistematik hatolardan farqli ravishda tasodifiy hatolarni biror tuzatma kiritish yo'li bilan yo'qotib bo'lmaydi. Faqat parallel aniqlashlar olib borish bilan tasodifiy hatoni kamaytirish mumkin.

Qo'pol hatolar. Bunday hatolar jumlasiga torozida noto'g'ri tortish, byuretk shkalasi bo'yicha noto'g'ri hisoblash.

Miqdoriy aniqlashlarda yo'l qo'yilgan hatolarni quyidagicha ifodalash mumkin.

Absolyut hato. Aniqlanayotgan kattalikning haqiqiy miqdori bilan olingan natija o'rtasidagi farqning absolyut birliklarda ifodalangan qiymati absolyut hato deyiladi. Masalan: $BaCl_2 \cdot 2H_2O$ tarkibida 14,75% kristallizatsiya suvi borligi aniqlangan, haqiqatda $BaCl_2 \cdot 2H_2O$ tarkibida 14,70% kristallangan suvi bor. Demak, aniqlashning absolyut hatosi (D)

$$D = 14,70 - 14,75 = - 0,05\%$$

Nisbiy hato. Absolyut hatoning aniqlanayotgan kattalikka nisbati, nisbiy hato deyiladi va % da ifodalanadi.

$$D_0 = \frac{0,05}{14,75} \cdot 100 = 0,34\% \text{ ga teng}$$

a. Gravimetrik analizning bajarilish tartibi

Ko'pchilik hollarda yuqorida, aytib o'tilgan usullardan biri-cho'ktirish usulidan foydalaniladi. Moddalarning miqdorini tortma analizning cho'ktirish usuli bilan aniqlash bo'yicha quyidagi bosqichlarni o'z ichiga oladi:

- 1) analiz uchun namuna olish ;
- 2) olingan namunani eritish ;
- 3) cho'ktiriladigan shaklni tanlash ;
- 4) cho'ktiruvchi modda (reagent) ni tanlash ;
- 5) cho'ktirish sharoitini tanlash ;
- 6) cho'kmani ajratish (filtrlash), yuvish ;
- 7) cho'kmani quritish va tortiladigan shaklga o'tkazish ;
- 8) analiz natijalarini hisoblash .

1. Analiz uchun namuna olish.

Analiz uchun olingan modda miqdori namuna deyiladi. Olinadigan namuna miqdori aniqlash usuliga (makro-, yarimmikro-, mikroanaliz), cho'maning xususiyati va tuzilishiga (kristall, amorf) bog'liq.

Tajribalar natijasi shuni ko'rsatadiki hosil bo'ladigan cho'kma kristall tuzilishli bo'lsa, massasi 0,5 g, amorf tuzilishli modda bo'lsa, 0,1 - 0,3 g atrofida bo'lishi kerak. Namunaning massasi cho'ktirish reaksiyasining tenglamasi asosida quyidagi formula bilan hisoblanadi:

$$\text{kristall cho'kma uchun} - m_H = \frac{a \cdot M_A \cdot 0,5}{b \cdot M_B}$$

$$\text{amorf cho'kma uchun} - m_H = \frac{a \cdot M_A \cdot 0,1}{b \cdot M_B}$$

M_A – aniqlanadigan moddaning molekulyar massasi.

M_B – tortiladigan shaklning molekulyar massasi.

a, v – reaksiya tenglamasidagi stehiometrik koefficientlar.

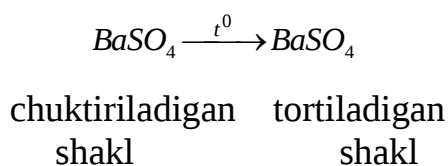
Namunaning massasi analitik tarozida 0,0001g, to'rt hona (10^{-4}) aniqlikda tortiladi.

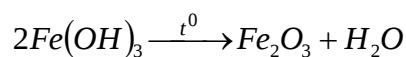
2. Olingan namunani eritish.

Namunani eritish uchun zarur bo'lgan, tegishli erituvchi oldindan tanlanadi. Modda avval suvda eritiladi. Erimasa kislota yoki ishqorda, ba`zan kislota (ishqor) bilan oksidlovchi aralashmasini qizdirib eritiladi. Modda eritmaga o'tkazilgandan keyin aniqlash davom ettiriladi.

3. Cho'ktiriladigan shaklni tanlash.

Cho'kmaning tortiladigan shaklli kimyoviy formulasiga mos bo'lishi kerak. Chunki qizdirish vaqtida ko'pchilik cho'kmalar kimyoviy o'zgarishlarga uchraydi. Shuning uchun tortma analizda cho'ktiriladigan va tortiladigan shakl tushunchalari ishlatiladi. Tegishli cho'ktiruvchi (reaktiv) ta'sirida eritmadan cho'ktirilgan birikma, cho'ktiriladigan shakl deyiladi. Analizning ohirgi natijasini olish uchun tarozida tortiladigan birikma esa tortiladigan shakl deyiladi. Masalan:





chuktiriladigan tortiladigan
shakl shakl

Cho'ktiriladigan shaklga qo'yiladigan talablar:

- a) aniq kimyoviy formulaga mos kelishi;
- b) kam eruvchan bo'lishi, ya'ni eruvchanlik ko'paytmasi $1 \cdot 10^{-8}$ dan kichik bo'lishi ;
- v) kristall tuzilishga ega bo'lishi;
- g) oson yuvilishi va fil'trlanishi;
- d) tortiladigan shaklga oson va to'liq o'tishi kerak.

Tortiladigan shaklga qo'yilgan talablar:

- a) tortiladigan shaklning tarkibi (aniq biror) kimyoviy formulasiga mos kelishi ;
- b) tortiladigan shakl kimyoviy jihatdan barqaror bo'lishi, ya'ni O_2 , havo, oksidlovchilar, CO_2 , nam ta'sirida o'zgarmasligi;
- v) katta molekulyar massaga ega bo'lishi kerak .

4. Cho'ktiruvchi modda (reagent)ni tanlash.

Cho'kma ko'rinishga qo'yilgan talablar cho'ktiruvchi moddani (reagentni) to'g'ri tanlashni talab qiladi.

Masalan: Ba^{2+} ni bir necha hil qiyin eruvchan birikmalar ko'rinishida cho'ktirish mumkin. Qaysi bir cho'ktiruvchi aniqlanayotgan moddani to'la cho'kish imkonini bersa, ya'ni hosil bo'ladigan cho'kma eruvchanlik ko'paytmasining qiymati eng kichik bo'lsa, shu cho'ktiruvchidan foydalanish kerak.

Masala Ba^{2+} ionini cho'ktirish uchun cho'ktiruvchi modda tanlashda bariyning quyidagi kam eruvchi tuzlari eruvchanlik ko'paytmalarini solishtirilsa:

$$BaSO_4 - EK = 1,1 \cdot 10^{-10}$$

$$BaCrO_4 - EK = 1,2 \cdot 10^{-10}$$

$$BaMnO_4 - EK = 2,5 \cdot 10^{-10}$$

$$BaCO_3 - EK = 8,1 \cdot 10^{-9}$$

$$BaClO_4 - EK = 1,6 \cdot 10^{-7}$$

Bularning ichida eruvchanlik ko'paytmasi eng kichik bo'lgani $BaSO_4$. Shuning uchun Ba^{2+} $BaSO_4$ holida cho'ktirilishi kerak ekan. Demak, cho'ktiruvchi sifatida H_2SO_4 ; Na_2SO_4 ; K_2SO_4 , ya'ni tarkibida SO_4^{2-} - ioni bo'lgan suvda yahshi eriydigan moddalarni ishlatish kerak.

Cho'ktiruvchiga qo'yiladigan asosiy talablar:

- a) tez va oson kam eruvchan cho'kmani (birikma) hosil qilishi ;
- b) selektiv bo'lishi, ya'ni faqat shu aniqlanayotgan modda bilan cho'kma hosil qilib, boshqa ionlar bilan reaksiyaga kirishmasligi ;
- v) oson haydalishi yoki ajralishi;

Shunga ko'ra sulfatlarni cho'ktirish uchun H_2SO_4 , gidroksidlarni cho'ktirish uchun - NH_4OH , hloridlarni cho'ktirish uchun - HCl , karbonatlarni cho'ktirish uchun - $(NH_4)_2CO_3$ ishlatilgani maqsadga muvofiq bo'ladi.

- g) zaharli bo'lmasligi ;

d) ortiqcha miqdorda olinganda (kompleks hosil bo'lishi tufayli) cho'kmani eritmasligi, cho'ktiruvchining miqdori reaksiya tenglamasi bo'yicha hisoblanganda 1,5 marta ko'p olinishi kerak.

Cho'ktiruvchi hajmi quyidagi formula bilan hisoblanadi:

$$V_B = \frac{a \cdot M_A \cdot m_H \cdot 100 \cdot 1,5}{e \cdot M_B \cdot c \cdot \rho}$$

m_H – namunaning massasi, g

M_A – aniqlanadigan moddaning molekulyar massasi, g

M_B – cho'ktiruvchining molekulyar massasi, g

V_B – cho'ktiruvchi eritmasining hajmi, cm^3 , (ml)

ρ - cho'ktiruvchi eritmasining zichligi, g/cm^3 yoki g/ml

c – cho'ktiruvchi eritmasining foiz konsentratsiyasi

a, v – reaksiya tenglamadagi stehiometrik koeffitsientlar

5. Cho'ktirish sharoitini tanlash.

To'la cho'ktirishga ta'sir qiluvchi omillar:

- a) eritmaning pH, $[H^+]$, $[OH^-]$;
- b) harorat;
- v) begona ionlarning bor yoki yo'qligi.

Sharoitga qarab 2 hil:- kristall yoki amorf cho'kma hosil qilish mumkin.

Kristall cho'kmani cho'ktirishning shart-sharoitlari

- 1) cho'ktirish suyultirilgan eritmalarda olib borilishi kerak, bunda yirik kristallar hosil bo'ladi;
- 2) cho'ktiruvchi eritmasini tomchilab qo'shish va doimo aralashtirib turish kerak, aks holda mayda kristallar hosil bo'ladi;
- 3) cho'ktirish issiq eritmalarda olib borilishi shart. Qizdirilganda mayda kristallar eriydi va yirik kristallar hosil bo'lishi osonlashadi.

Kristall cho'kmalar eritmadan oson ajratiladi (filtrlanadi), yuviladi va nihoyatda toza bo'ladi.

Amorf cho'kmalarni cho'ktirish shart-sharoitlari

- 1) cho'ktirishda aniqlanayotgan modda cho'ktiruvchining qaynoq eritmasi yordamida cho'ktiriladi;
- 2) cho'ktiruvchi eritmasidan tez-tez qo'shib eritma doimo aralashtirib turilishi kerak. Bunda hajmi katta amorf tuzilishli cho'kma hosil bo'ladi;
- 3) cho'ktirish koagulyatorlar (NH_4Cl ,, kislotalar) ishtirokida olib boriladi, bunda cho'kma hosil bo'lishi tezlashadi
- 4) cho'ktirishda koncentrlangan eritmalar ishlatiladi.

Amorf cho'kmalar, cho'ktirish jarayonida hosil bo'lgan kolloid eritmaning koagullanishi (cho'kishi) natijasida hosil bo'ladi va Yana eritmaga o'tib ketishi mumkin. Bu jarayon peptizatsiya deb ataladi. Demak, kolloid eritmalarining koagullanishiga imkon berish kerak.

Kolloid eritmalarda bir hil elektr zaryadining bo'lishi va bu zaryadlar orasida elektrostatik itarish kuchlari, kolloid zarrachalarning bir- biri bilan

birikishiga to'sqinlik qiladi. Bu zaryadlar eritmadagi ionlarning zarrachalarga adsorbilanishi natijasida paydo bo'ladi va qarama-qarshi ishorali ionlarning adsorbilanishi natijasida neytrallanishi mumkin. Shu sababli kolloid eritmalarga biror elektrolit koagulyator qo'shiladi. Koagulyatorning qarama- qarshi zaryadlangan ionlari kolloid zarrachalar sirtiga adsorbciyalanib, ularni zaryadsizlantiradi va o'zaro birikishiga imkon beradi. Koagulyatorning minimal koncentraciyasi kolloid zarracha zaryadiga qarama- qarshi zaryadli ion valentligining kamayishi bilan tez ortib boradi. Masalan, zarrachalari manfiy zaryadlangan As_2S_3 zoli kationlarning adsorbilanishi bilan koagulyაციalanadi, unda Al^{3+} , Ba^{2+} va K^+ ionlarining koagullovchi koncentraciyalari 1:20:1000 nisbatida bo'ladi.

Kolloid sistemalar barqarorligining ikkinchi omili; kolloid zarrachalarning solʻvatlanishidir, ya'ni ularning erituvchi molekulalarini adsorbilashidir. Hosil bo'lgan solʻvat qobiqlari kolloid zarrachalarning birikib cho'kishiga to'sqinlik qiladi. Solʻvatlanishga moyil bo'lgan zollarning solʻvat qobig'ini buzish uchun koncentraciyasi ancha yuqori bo'lgan elektrolitlar ishlatiladi. Koncentraciyasi yuqori bo'lgan elektrolit ionlari solʻvatlanib kolloid zarrachalardan erituvchining molekullarini tortib oladi va ularni zaryadsizlantiradi, natijada zolʻ koagullanadi. Bu jarayon tuzlanish deyiladi.

Elektrolitlar qo'shishdan tashqari, eritma haroratini ko'tarish ham koagullanishga imkon beradi. Haroratning ko'tarilishi zarrachalarni zaryadlovchi ionlarning adsorbilanishini kamaytiradi va solʻvat qobiqlarining buzilishiga olib keladi.

Demak, kolloid sistemalarning hosil bo'lishiga yo'l qo'ymaslik uchun amorf cho'kmalarni qaynoq eritmadan biror elektrolit koagulyator ishtirokida cho'ktiriladi.

Ayni sharoitda ishlatilayotgan reaktiv bilan cho'kma bermaydigan begona moddalarning cho'ktirilayotgan birikma bilan birgalashib cho'kmaga tushishi, birgalashib cho'kish deyiladi.

Birgalashib cho'kish tortma analizda ham salbiy, ham ijobiy ahamiyatga ega. Avvalo u tortma analizda hatoning asosiy manbalaridan biri hisoblanadi, chunki tarkibida begona aralashmalar bo'lgan cho'kma (tortiladigan shakl) toza bo'lmaydi va aniq formulaga javob bermaydi. Tortiladigan moddaning formulasini aniq bilmay, uning tarkibidagi elementning miqdorini to'g'ri hisoblash mumkin emas.

Lekin birga cho'kishning ijobiy ahamiyatini analitik amaliyotda ko'rishi mumkin. Agar aniqlanayotgan komponentning eritmadagi koncentraciyasi juda kam bo'lib, uni cho'ktirish qiyin bo'lsa, o'zi bilan cho'kmaga olib tushuvchi modda kollektor bilan birga cho'ktirish mumkin.

Mikrokomponentlarni kollektor bilan birga cho'ktirish, usuli tarqoq va siyrak elementlarni o'rganishda foydalaniladi.

Analitik kimyo nuqtai nazaridan cho'kma bilan cho'kkan qo'shimchalar cho'kma zarrachalarining sirtida (sirtqi adsorbciya) yoki ichida (okklyuziya) joylashishi mumkin.

Qattiq faza (cho'kma) sirtida ionlarni yutilishi adsorbciya deyiladi. Adsorbciya hamma cho'kmalar uchun, ayniqsa sirti katta bo'lgan amorf cho'kmalarga hos jarayondir.

Cho'kma sirtiga kristall panjarada bo'lgan eritmadagi ortiqcha ionlar (moddalar) adsorбилanadi. Adsorбилangan moddalar yoki ionlarni cho'kmani yuvib yo'qotish mumkin.

Okklyuziya sirtqi adsorbciyadan farqli, cho'kma bilan birga cho'kkan begona qo'shimchalar cho'kma zarrachalarining sirtida emas, ichida joylashgan bo'ladi. Shuning uchun okklyuziyalangan qo'shimchalarni cho'kmani yuvish bilan yo'qotib bo'lmaydi. Ularni eritmaga o'tkazish uchun cho'kmaning hammasini eritish zarur.

Okklyuziyaning oldini olish maqsadida quyidagilarga, e'tibor berish kerak: begona kationlarning ichki adsorbciyalanishini kamaytirish uchun cho'ktirishni cho'kmaning kristallari tarkibida cho'kma kationlari ortiqcha miqdorda bo'lgan eritmada, aksincha, begona anionlar okklyuziyalanmagan cho'kma olish uchun, esa

cho'ktirishni tarkibida cho'ktirilayotgan birikmaning anionlari ortiqcha miqdorda bo'lgan muhitda olib borish kerak.

Birgalashib cho'kishda izomorf hodisasini ham kuzatish mumkin. Cho'kish jarayonida birgalikda kristall panjara hosil qilib kristallanishi mumkin bo'lgan moddalar izomorf moddalar deb ataladi. Bu vaqtda aralash kristallar hosil bo'ladi. Bunday moddalar (achchiq toshlar) bir hil shakldagi kristallar hosil qiladi. "Izomorf" bir hil shakl degan ma'noni bildiradi.

Izomorfizm hodisasini birinchi marta (1924 y) V.G.Hlopina va keyinroq (1926 y) O.Han o'rgangan. Hlopina qoidasi: «Aralash kristallar hosil bo'lishida birga cho'kkan qo'shimchaning miqdori, eritmadagi qo'shimcha cho'ktiriladigan ionning nisbiy konsentratsiyalariga bog'liq».

6. Cho'kmani filtrlash va yuvish.

Cho'kmani eritmadan ajratish uchun, cho'kma turiga qarab filtrlanadi. Filtrlar tayyorlangan materialiga ko'ra (kulli, kulsiz) zichligiga va o'lchamiga ko'ra har hil bo'ladi. Zichligi katta bo'lsa, mayda zarrachali cho'kmalarni filtrlashda ishlatiladi (va aksincha). Cho'kmani ajratish (filtrlash) ga bosim, eritmaning yopishqoqligi (harorat), filtrning sirti kabi omillar ta'sir qiladi.

Filtrlashda filtrning katta kichikligi juda muhimdir. Filtrni filtrlanadigan suyuqlikning hajmiga qarab emas, balki cho'kmaning miqdoriga qarab tanlanadi. Cho'kma filtrga solinganda, uning yarmidan oshmasligi kerak, aks holda cho'kmani yahshilab yuvib bo'lmaydi.

Voronka o'lchami shunday tanlanadiki, filtrning chekkalari 5-10 mm voronka chekkasidan past bo'lsin.

Filtr to'rt buklanadi, to'rtidan bir qismi ochiladi va odatdagi 60° burchakli voronka qo'yiladi. Filtr suv bilan ho'llanib, voronka devorlariga zich qilib yopishtiriladi.

Filtrlanayotganda filtrning teshikchalari cho'kma zarrachalari bilan tez bekilib qolmasligi uchun, dastlab suyuqlikni filtrga shisha tayoqcha bo'ylab, cho'kmani chayqatmasdan quyiladi.

Shisha tayoqchani filʼtr qogʻozning uch qavatli joyining tepasida, oʻrtada vertikal ushlash kerak. Tayoqchanning pastki uchi filʼtrdagi suyuqlikka tegmasligi kerak. Tayoqcha yo stakanda, yo filʼtr tepasida turishi kerak. Tayoqcha stolga qoʻyilmaydi.

Choʻkmadan undagi suyuqlikning koʻp qismi filʼtrga quyilib, stakan tubida choʻkma ozgina suyuqligi bilan qolganda choʻkma dekantaciya yoʻli bilan yuviladi.

Choʻkmani yuvishdan maqsad, yuqoridagi mavzuda aytib oʻtganimizdek, uning sirtiga adsorbciyalangan begona qoʻshimchalarni va choʻkmaga shimilgan asosiy eritmani yoʻqotishdir.

Yuvuvchi suyuqliklar sifatida choʻktiruvchining suyultirilgan eritmasi, elektrolit eritmasi, distillangan suv ishlatiladi. Buning uchun yuvgichdan suyuqlik oqimi shunday yoʻnaltiriladiki, u stakan devorlaridan unga yopishgan choʻkma zarrachalarini yuvib tushirsin. Choʻkma chayqatib loyqalantiriladi va stakan tubiga choʻkma yigʻilishi uchun qoʻyib qoʻyiladi. Tingan suyuqlik filʼtrga solinadi. Bu ish 3-4 marta takrorlanadi. Ohirida choʻkmani qolgan suyuqlik bilan chayqatib toʻliq filʼtrga solinadi. Stakan tubida va devorlarida qolgan choʻkma zarrachalarini yuvgichdagi yuvuvchi suyuqlik oqimi bilan filʼtrga tushiriladi. Stakan va shisha tayoqchaga mustahkam yopishib tushmay qolgan choʻkma zarrachalari kulsiz filʼtr boʻlakchasi suv bilan hoʻllanib, artib olinadi. Filʼtr boʻlagi choʻkmali filʼtrga solinadi va yana stakan 2-3 marta yuviladi.

Choʻkma toʻla yuvilganligini tekshirish uchun, filʼtrdan ajralib oʻtayotgan eritma (filʼtrat)dan olib tegishli ionga hos hususiy reaksiya qilib koʻriladi.

7.Choʻkmani quritish va tortiladigan shaklga oʻtkazish.

Yuvilgan choʻkma quritish pechida 90-105 t°C atrofida maʼlum vaqt davomida quritiladi. Quritilgan kukunsimon modda massasi aniq boʻlgan biror idish (tigelʼ) da qizdirish pechida (mufelʼ pechʼ) yuqori haroratda qizdiriladi. Qizdirilgandan soʻng hona haroratiga kelguncha eksikatora saqlanadi va keyin analitik tarozida tortiladi.

Tortma analizning afzalligi - aniqligi katta.

Kamchiligi - aniqlash ko'p bosqichli bo'lgani uchun bu aniqlash ko'p vaqt talab qiladi, ya'ni tezkor - "ekspress" aniqlash emas.

8.Gravimetrik shaklni tortish va analiz natijalarini hisoblash.

Tortma analiz usulida miqdori aniqlanishi kerak bo'lgan moddaning o'zini emas, balki unga ekvivalent bo'lgan ikkinchi moda tortiladigan shakl tarozida tortiladi.

Tortiladigan shaklning topilgan miqdori (doimiy og'irlikka keltirilgan cho'kmali tigeli va bo'sh tigei og'irliklarining farqi) aniqlanayotgan moddaning qancha miqdoriga to'g'ri kelishi hisoblab topiladi.

Aniqlanadigan modda massasi grammlarda quyidagi formula bilan hisoblanadi. $Q_H = m_1 \cdot F$

m_1 – tortiladigan shaklning massasi, g

F – analitik ko'paytuvchi yoki qayta hisoblash omili aniqlanayotgan modda (element)ning molekulyar (atom) massasini cho'kma (tortiladigan shakl) ning molekulyar massasiga nisbati F o'zgarmas son bo'lib, analiz uchun qancha modda tortib olinganligiga bog'liq emas.

$$F = \frac{a \cdot M_A}{b \cdot M_T}$$

M_A – aniqlanadigan moddaning molekulyar massasi, g

M_T – tortiladigan shaklning molekulyar massasi, g

a, b – reaksiya tenglamasidagi stehiometrik koefficientlar.

Ayrim moddalar uchun analitik ko'paytuvchining qiymatlari "ma'lumotnoma" larda berilgan.

Aniqlanadigan modda massasi % - larda quyidagi formula yordamida hisoblanadi:

$$C_{\%} = \frac{m_1 \cdot F \cdot 100}{m_H}$$

m_H – namuna massasi, g

4.3. Tajriba mashg'ulotlari

1 – ish. $\text{BaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ tarkibidagi kristallangan suv miqdorini aniqlash.

Kerakli asbob-uskuna va moddalar:

- 1) texnik tarozi va tarozi toshlari;
- 2) analitik tarozi va tarozi toshlari;
- 3) analitik toza $\text{BaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$;
- 4) byuks;
- 5) qisqich;
- 6) quritish shkafi;
- 7) eksikator;
- 8) termometr.

Tortma analizning haydash usulidan foydalanib, kristallogidratlar tarkibidagi kristallangan suv miqdori aniqlanadi.

Aniqlash tartibi: diametri 3-4 sm bo'lgan byuks oling, shlifli qismiga oddiy qalam bilan nomeringizni qo'ying, yahshilab yuving, distillangan suv bilan chayqab, qurityoish shkafida qopqog'ini yopmasda qirrasi bilan qo'ying va 115-125°C haroratda quriting. 45 – 60 minut o'tgach byuksni eksikatorga qo'yib, sovugandan so'ng texnik tarozida, keyin analitik tarozida torting. Shundan keyin byuksga toza $\text{BaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ dan 1,5 - 2 g atrofida soling, oldin texnik tarozida, keyin analitik tarozida torting. Byuks va byuksning modda bilan birgalikdagi massasini laboratoriya jurnalangizga yozib qo'ying.

Byuks qopqog'ini qirrasi bilan qo'ying va 1,5 – 2 soat 120 – 125°C da quritish shkafiga qo'ying. Ko'rsatilgan vaqt qtgandan so'ng olib eksikatora sovutib va yana tarozida torting. Quritish va tortish ishlari byuksning ichidagi modda bilan birgalikdagi massasi o'zgarmay qolguncha (ikkinchi tortish birinchisidan 0,0002 gr.dan ortiq farq qilmasligi kerak) quritish va tortishni davom ettiring.

Olingan natijalardan foydalanib $\text{BaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ dagi kristallangan suvning miqdorini hisoblashni 1-jadval ko'rinishida rasmiylashtiring.

$BaCl_2 \cdot 2H_2O$ tarkibidagi kristallizatsiya suvining miqdorini aniqlash.

14 – jadval

	Aniqlash tartibi va kattaliklar	qiymat	Izoh
1.	Bo'sh byuksning qizdirilgandan keyingi massasi		
2.	Byuksning namuna ($BaCl_2 \cdot 2H_2O$) bilan quritishdan oldingi massasi, g		
3.	Namuna ($BaCl_2 \cdot 2H_2O$) massasi, g		
4.	Byuksning tortim bilan quritishdan keyingi massasi; 1 – qizdirish, g		
	2 – qizdirish, g		
	3 – qizdirish, g		
5.	Tortimdagi kristallangan suvning amaliy hisoblashdagi miqdori		
	a) grammlarda		
	b) foizlarda, (%)		
6.	Namunadagi kristallangan suvning nazariy hisoblangan miqdori		
	a) grammlarda		
	b) foizlarda, (%)		
7.	Analiz natijalarini hisoblash		

Olingan natijalar quyidagi formulalar asosida hisoblanadi:

$$(H_2O) \text{ } x\% = \frac{m_1 \cdot 100}{m}$$

 m – namuna massasi, g; m_1 – kristallangan suvning miqdori, g

Tajribaning hatosi:

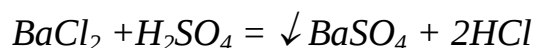
a) absolyut hato – $\Delta x = x_{\text{max}} - x_{\text{naz}}$ b) nisbiy hato – $\Delta x_{\text{nisbiy}} = \frac{\Delta x \cdot 100}{m_{\text{naz}}}$

2 – ish. Bariy hlorid tarkibidagi bariyning miqdorini aniqlash.

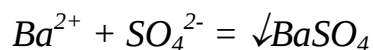
Kerakli asbob-uskuna va moddalar:

- 1) texnik tarozi va tarozi toshlari;
- 2) analitik tarozi va tarozi toshlari;
- 3) quritish shkafi;
- 4) kuydirish pechi;
- 5) tigelʼ;
- 6) eksikator;
- 7) qisqich;
- 8) byuks yoki soat oynasi;
- 9) voronka;
- 10) halqa oʻrnatilgan shtativ;
- 11) yuvgich;
- 12) analitik toza $\text{BaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ tuzi;
- 13) 2 n H_2SO_4 eritmasi ;
- 14) 2 n HCl eritmasi ;
- 15) 0, 1 n AgNO_3 eritmasi ;
- 16) «Koʻk» lentali filʼtr qogʻozi.

Bariy hlorid tarkibidagi Ba^{2+} ionlarini gravimetrik usulda aniqlash quyidagi reaksiyaga asoslangan.



ion – molekulyar koʻrinishi



Analiz uchun $\text{BaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ kristallangan tuzidan 0,5-0,6 g byuksda yoki soat oynasida oldin texnik keyin analitik tarozida tortib oling.

Modda hajmi 250-300 ml boʻlgan stakanga qoʻyib olingandan keyin, byuks (soat oynasi) ni analitik tarozida tortib, namuna miqdorini farqidan toping.

$$m = m_1 - m_2$$

bunda: m_1 – byuksning $\text{BaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ bilan massasi, g

m_2 – byuksning massasi, g

m – $\text{BaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ning massasi

Modda suyultirilgan eritmalardan cho'ktiriladi, shu sababli olingan tuz tortimini 80 – 100 ml distillangan suvda shisha tayoqcha bilan aralashtirib turib eriting va 60 – 70°C gacha qizdiring. Shisha tayoqchani cho'ktirishning ohirigacha stakandan olmang, chunki unda eritma tomchilari qolishi mumkin. VaSO_4 cho'kmasi bilan eritmadagi boshqa ionlar birgalikda cho'kmasligi uchun eritmaga 2-3 ml 2 n HCl eritmasidan quyding. H_2SO_4 Modda suyultirilgan eritmalardan cho'ktiriladi, shu sababli olingan tuz tortimini 80 – 100 ml distillangan suvda shisha tayoqcha bilan aralashtirib turib eriting va. H_2SO_4 eritmasini tomchilatib issiq eritmaga qo'shib shisha tayoqcha bilan aralashtiring. Ba^{2+} ionlarining to'liq cho'ktirilganligini tekshiring. Buning uchun stakan devori bo'ylab eritmaga 2-3 tomchi sulfat kislota tomizing. Kislota tomchisi tushgan joyda loyqalanish bo'lmasa, cho'ktirish tugallangan deb hisoblang. Cho'kmani etilishi uchun keyingi mashg'ulot darsigacha qoldiring. Cho'kmani ko'k lentali zichligi katta bo'lgan fil'tr orqali fil'trlang va fil'trdagi cho'kmani yuving. Yuvuvchi suyuqlik sifatida HNO_3 kislota qo'shilgan qaynoq suv (100 ml suvda 2 n HNO_3 eritmasidan 5 ml qo'shing) ishlating. Yuvishtni cho'kmada Cl^- ionlari qolmaguncha davom ettiring. Buning uchun fil'tratdan olib, Cl^- ionlariga hos reaksiya bilan (AgNO_3 ta'sir ettirib) tekshiring. Fil'trdagi cho'kmani quritish shkafida quriting. Oldindan tozalab qizdirilgan tigelni analitik tarozida torting.

So'ngra fil'trni cho'kma bilan birga ehtiyotlik bilan tigelga soling va mufela pechida kuydiring. Eksikatora sovutilgan tigelni analitik tarozida torting. Tigelni massasi o'zgarmay qolguncha qizdirish va tortishni takrorlang. Olingan analiz natijalarini 2- jadval ko'rinishida rasmiylashtiring.

Bariy hlوريد tarkibidagi bariyning miqdorini aniqlash.

15 – jadval

	Aniqlash tartibi va kattaliklar	Qiymat	Izoh
1.	Bo'sh byuksning qizdirilgandan keyingi massasi, g		
2.	Byuksning namuna ($\text{BaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) bilan birgalikdagi massasi, g		
3.	Namuna ($\text{BaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) ning massasi, g		
4.	Bo'sh tigelning qizdirilgandan keyingi massasi, g		
5.	Tigelning cho'kma bilan qizdirilgandan keyingi massasi, g:		
	1 – qizdirish, g		
	2 – qizdirish, g		
	3 – qizdirish, g		
6.	Tortiladigan shakldagi BaSO_4 ning miqdori, g		
7.	Tortiladigan shakldagi BaSO_4 tarkibidagi bariyning miqdori		
	a) grammlarda		
	b) foizlarda, (%)		
8.	Namuna ($\text{BaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) tarkibidagi bariyning miqdori		
	a) grammlarda		
	b) foizlarda, (%)		
7.	Analiz natijalarini hisoblash		

Olingan natijalar quyidagi formulalar asosida hisoblanadi:

$$(Ba) \ x\% = \frac{m_1 \cdot 100}{m}$$

m – namuna tarkibidagi Ba^{2+} miqdori, g

m_1 – tortma ko'rinishidagi BaSO_4 tarkibidagi Ba^{2+} miqdori, g

Tajribaning hatosi:

a) absolyut hato – $\Delta x = x_{\text{max}} - x_{\text{naz}}$

b) nisbiy hato – $\Delta x_{\text{huc6}} = \frac{\Delta x \cdot 100}{m_{\text{naz}}}$

Mavzu yuzasidan savol va mashqlar

1. Tortma analiz nimaga asoslangan?
2. Tortma analizning qanday usullarini bilasiz?
3. Cho'ktiriladigan va tortiladigan shakl nima? Misollar keltiring.
4. Cho'ktiriladigan va tortiladigan shakllarga qanday talablar qo'yiladi?
5. Kristall va amorf cho'kmalarni cho'ktirish shart-sharoitlarini tushuntiring.
6. Cho'ktiruvchini tanlash va unga qo'yilgan asosiy talablar.
7. Tortma analizning afzalliklari va kamchiliklarini ko'rsating.
8. Tortma analizda cho'kmalarni yuvish uchun qanday eritmalar ishlatiladi. Misollar keltiring.
9. Gravimetrik analizda uchraydigan hatolarning asosiy manbalarini ko'rsating.
10. Moddalar miqdorini aniqlashda yo'l qo'yiladigan hatolarning qanday turlarini bilasiz?
11. O'lchashning nisbiy va absolyut hatosi nima? Misollar keltiring.
12. Magniyni $Mg_2P_2O_7$ holida aniqlash uchun hosil bo'lgan cho'kma massasi 0,7500 g ga teng, bo'lishi uchun $MgCl_2$ dan qanday miqdorda(g) olish kerak?
13. 0,0550 g $AgCl$ cho'kmasi hosil qilish uchun 1% li $NaCl$ eritmasidan qancha hajmda olish kerak?
14. 0,2500 g Ca^{2+} ni cho'ktirish uchun 10%-li $Na_2C_2O_4$ eritmasidan necha ml kerak?
15. Tarkibida 22% Ag bo'lgan 2,0000 g qotishmadagi Ag ni $AgCl$ ko'rinishida cho'ktirish uchun ($d = 1,17 \text{ g/sm}^3$) necha ml HCl kerak?
16. Magnezit namunasi analiz qilinganda 0,2514 g $Mg_2P_2O_7$ cho'kmasi hosil qilindi. Namunada necha gramm magniy bor?
17. Dolomitning 2,0000 g namunasidan 0,7505 g kalsiy oksidi hosil qilindi. Dolomit tarkibidagi $CaCO_3$ ning % miqdorini hisoblang.
18. Aralashma tarkibida 50 % hlor bor. 0,5000 g $AgCl$ olish uchun shu aralashmadan qancha (g) olish kerak?
19. 0,09300 gr quritilgan alyuminiy oksihinolyat cho'kmasini hosil qilish uchun $Al_2(SO_4)_3$ ning 0,05000 n li eritmasidan necha millilitr olish kerak?

20. 1,000 g temir-ammoniyli achchiqtosh $(NH_4)Fe(SO_4)_2 \cdot 12H_2O$ ni eritishdan hosil bo'lgan eritmadan temirni cho'ktirish uchun ammiakning 2,5 % ($\rho = 0,99 \text{ g/sm}^3$) bo'lgan eritmasidan necha millilitr olish kerak?
21. $NaCl$ ning 0,1200 g namunasidagi hlorid-ionlarini to'la cho'ktirish uchun 0,1000 M $AgNO_3$ dan necha ml olish kerak?
22. Quritilgan $PbMoO_4$ ning massasi 0,3624 g keladi. Cho'kmadagi qo'rg'oshinning massasini grammlarda hisoblang.
23. 0,5844 g $BaCrO_4$ tarkibidagi hromning miqdorini % va grammlarda hisoblang.
24. Kaliy tuzining eritmasidan $KClO_4$ cho'kmasi olindi. Quritilgan cho'kmaning massasi 0,1526 g ekanligini bilgan holda, eritmadagi kaliyning massasini toping.
25. 0,5437 g namuna - analiz qilinayotganda modda eritmasidan 0,6343 g $AgCl$ cho'ktirildi. Analiz qilinayotgan namuna tarkibida necha gramm hlor borligini toping.
26. 1,5495 g magnezitni qayta ishlashlaridan keyin 1,3982 g quritilgan $Mg_2P_2O_7$ olindi. Magnezit tarkibidagi $MgCO_3$ ning miqdorini grammlarda hisoblang.
27. Tarkibida 0,0800 g Na_2HPO_4 bo'lgan eritmaga ko'p miqdorda $Al(NO_3)_3$ qo'shildi. Hosil bo'lgan cho'kmaning massasini hisoblang.
28. Kimyoviy toza $CaCO_3$ o'zgarmas massagacha qizdirildi va 0,1525 g modda qoldi. Bunda necha gramm CO_2 ajralgan?
29. Kimyoviy toza CaO va BaO aralashmasidan 0,5178 g $CaSO_4$ va $BaSO_4$ cho'kmasi olindi. Olingan namuna tarkibidagi Ca va Ba ning foiz miqdorini hisoblang.

IV Mavzu. MIQDORIY ANALIZ

Tayanch iboralar:

- miqdoriy analiz;
- miqdoriy analiz usullari ;
- miqdoriy analizdagi hatolar ;
- gravimetrik analiz ;
- gravimetrik analizning turlari ;
- gravimetrik analizni bajarish tartibi ;
- cho'ktiriladigan va tortiladigan shakl ;
- kristall va amorf cho'kma ;
- kristall cho'kmani cho'ktirish shartlari ;
- amorf cho'kmani cho'ktirish shartlari ;
- cho'ktiruvchini tanlash ;
- gravimetrik analizning afzalligi va kamchiligi ;
- gravimetrik analizdagi hisoblashlar ;
- miqdoriy analizdagi hatolar.

Tekshirilayotgan modda tarkibini tashkil etgan element yoki ion (yoki komponent) lar miqdorini aniqlashga imkon beruvchi usullar to'plamiga miqdoriy analiz usuli deb ataladi.

Miqdoriy analiz usullari tajriba mashg'ulotlarini bajarishda ishlatiladigan asboblarga ko'ra quyidagilarga bo'linadi:

1. Gravimetrik analiz
2. Titrimetrik analiz
3. Gaz analizi
4. Fizik-kimyoviy (yoki instrumental) analiz usullari.

Ushbu qo'llanmada shulardan (ayrimlari) gravimetrik, titrimetrik va fizik-kimyoviy analiz usullariga to'htalib o'tamiz.

4.1. Tortma (gravimetrik) analiz

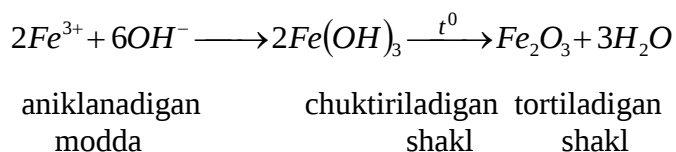
Gravimetrik analiz deb, miqdoriy analizning aniqlanadigan modda miqdorini, tekshiriladigan namuna massasini o'lchash bilan olib boriladigan aniqlash usuliga aytiladi.

Gravimetrik analiz uch turga bo'linadi:

1) ajratish , 2) cho'ktirish, 3) haydash

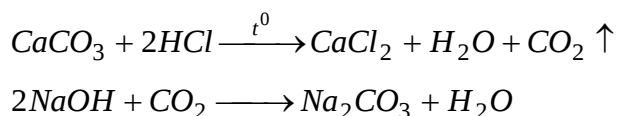
1) Ajratish usulida aniqlanayotgan modda aralashmadan ajratib tozalanadi va massasi analitik tarozida tortiladi. Masalan: Temir bilan oltingugurtning aralashmasidan temirni magniga tortilish xususiyatidan foydalanib ajratish mumkin.

2) Cho'ktirish usulida aniqlanadigan modda kimyoviy reaksiya yordamida tarkibi aniq bo'lgan qiyin eriydigan birikma holida cho'ktiriladi. Bunda cho'kma qizdirilib tarkibi aniq bo'lgan boshqa moddaga aylantiriladi va shu moddaning massasi analitik tarozida tortilib modda miqdori aniqlanadi. Masalan:



3) Haydash usulida aniqlanadigan modda uchuvchan birikma holida haydaladi. Bunda aniqlanadigan modda qizdirish yoki boshqa modda (reaktiv) ta'sirida uchuvchan birikma hosil qiladigan holiga o'tkazish bilan ajratiladi. Haydash usullari to'g'ri va teskari bo'lishi mumkin.

To'g'ri haydash usullarida aniqlanadigan modda biror o'ziga hos yutuvchiga yutiladi va yutuvchi massasining oshishiga qarab aniqladigan moddaning miqdori hisoblanadi.



Teskari aniqlash usullarida aniqlanadigan modda to'liq parchalangandan keyin qolgan massasi o'lchanadi. Haydashdan oldingi va keyingi massalar farqi aniqlanadigan modda miqdorini hisoblash imkonini beradi.

4.2. Miqdoriy analizdagi hatolar

Miqdoriy analizdagi hatolar o'z harakteriga ko'ra:

- 1) sistematik hatolar
- 2) tasodifiy hatolar
- 3) qo'pol hatolarga bo'linadi

1. **Sistematik hatolar** deb, kattaligi doimiy bo'lgan yoki ma'lum qonun bo'yicha o'zgaradigan hatolarga aytiladi. Sistematik hatolarni oldindan nazarda tutish va ularni yo'qotish, yoki tegishli tuzatishlar kiritish mumkin. Sistematik hatolarni quyidagi turlari mavjud.

a) Uslubiy hatolar. Bu hatolar qo'llanilayotgan analiz usuli xususiyatlariga bog'liq. Masalan: reaksiyani miqdoriy jihatdan to'la bormasligi, cho'kmani qisman eruvchanligi, cho'kma bilan birga qo'shimcha begona ionlarning cho'kishi, cho'kmani parchalanishi, moddaning gigroskopik ekanligi va hokazo.

b) Ishlatilayotgan asbob va reaktivlarga bog'liq bo'lgan hatolar. Tarozi elklarini teng emasligi, hajmi aniq o'lchovli idishlarning tekshirilmaganligi, tekshirilayotgan eritmaga begona qo'shimchalarning tushib qolishi va boshqalar.

v) Individual hatolar. Bu hatolar analitikning shahsiy xususiyatlariga bog'liq bo'lgan hatolar. Masalan: eritma rangining o'zgarish paytini aniq seza bilmasligi, tarozi yoki byuretk shkalasidan to'g'ri raqamni bilib olmasligi va hokazo.

2. **Tasodifiy hatolar**. Kelib chiqishi ma'lum bir qonuniyatga asoslanmay, kattaligi va ishorasi noma'lum bo'lgan hatolar tasodifiy hatolar deb aytiladi. Tasodifiy hatolar analitikning o'ziga bog'liq bo'lmagan tashqi omillar ta'sirida (haroratning o'zgarishi, havo namligini o'zgarishi, havoning iflosligi, honaning etarli darajada yoritilmaganligi, binoning tebranishi va hokazolar) sodir bo'ladi. Sistematik hatolardan farqli ravishda tasodifiy hatolarni biror tuzatma kiritish yo'li bilan yo'qotib bo'lmaydi. Faqat parallel aniqlashlar olib borish bilan tasodifiy hatoni kamaytirish mumkin.

Qo'pol hatolar. Bunday hatolar jumlasiga torozida noto'g'ri tortish, byuretk shkalasi bo'yicha noto'g'ri hisoblash.

Miqdoriy aniqlashlarda yo'l qo'yilgan hatolarni quyidagicha ifodalash mumkin.

Absolyut hato. Aniqlanayotgan kattalikning haqiqiy miqdori bilan olingan natija o'rtasidagi farqning absolyut birliklarda ifodalangan qiymati absolyut hato deyiladi. Masalan: $BaCl_2 \cdot 2H_2O$ tarkibida 14,75% kristallizatsiya suvi borligi aniqlangan, haqiqatda $BaCl_2 \cdot 2H_2O$ tarkibida 14,70% kristallangan suvi bor. Demak, aniqlashning absolyut hatosi (D)

$$D = 14,70 - 14,75 = - 0,05\%$$

Nisbiy hato. Absolyut hatoning aniqlanayotgan kattalikka nisbati, nisbiy hato deyiladi va % da ifodalanadi.

$$D_o = \frac{0,05}{14,75} \cdot 100 = 0,34\% \text{ га тең}$$

a. Gravimetrik analizning bajarilish tartibi

Ko'pchilik hollarda yuqorida, aytib o'tilgan usullardan biri-cho'ktirish usulidan foydalaniladi. Moddalarning miqdorini tortma analizning cho'ktirish usuli bilan aniqlash bo'yicha quyidagi bosqichlarni o'z ichiga oladi:

- 1) analiz uchun namuna olish ;
- 2) olingan namunani eritish ;
- 3) cho'ktiriladigan shaklni tanlash ;
- 4) cho'ktiruvchi modda (reagent) ni tanlash ;
- 5) cho'ktirish sharoitini tanlash ;
- 6) cho'kmani ajratish (filtrlash), yuvish ;
- 7) cho'kmani quritish va tortiladigan shaklga o'tkazish ;
- 8) analiz natijalarini hisoblash .

1. Analiz uchun namuna olish.

Analiz uchun olingan modda miqdori namuna deyiladi. Olinadigan namuna miqdori aniqlash usuliga (makro-, yarimmikro-, mikroanaliz), cho'maning xususiyati va tuzilishiga (kristall, amorf) bog'liq.

Tajribalar natijasi shuni ko'rsatadiki hosil bo'ladigan cho'kma kristall tuzilishli bo'lsa, massasi 0,5 g, amorf tuzilishli modda bo'lsa, 0,1 - 0,3 g atrofida bo'lishi kerak. Namunaning massasi cho'ktirish reaksiyasining tenglamasi asosida quyidagi formula bilan hisoblanadi:

$$\text{kristall cho'kma uchun} - m_H = \frac{a \cdot M_A \cdot 0,5}{b \cdot M_B}$$

$$\text{amorf cho'kma uchun} - m_H = \frac{a \cdot M_A \cdot 0,1}{b \cdot M_B}$$

M_A – aniqlanadigan moddaning molekulyar massasi.

M_B – tortiladigan shaklning molekulyar massasi.

a, b – reaksiya tenglamasidagi stehiometrik koefficientlar.

Namunaning massasi analitik tarozida 0,0001g, to'rt hona (10^{-4}) aniqlikda tortiladi.

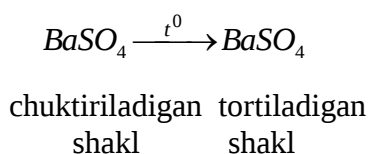
2. Olingan namunani eritish.

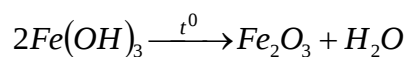
Namunani eritish uchun zarur bo'lgan, tegishli erituvchi oldindan tanlanadi. Modda avval suvda eritiladi. Erimasa kislota yoki ishqorda, ba`zan kislota (ishqor) bilan oksidlovchi aralashmasini qizdirib eritiladi. Modda eritmaga o'tkazilgandan keyin aniqlash davom ettiriladi.

3. Cho'ktiriladigan shaklni tanlash.

Cho'kmaning tortiladigan shaklli kimyoviy formulasiga mos bo'lishi kerak. Chunki qizdirish vaqtida ko'pchilik cho'kmalar kimyoviy o'zgarishlarga uchraydi. Shuning uchun tortma analizda cho'ktiriladigan va tortiladigan shakl tushunchalari ishlatiladi. Tegishli cho'ktiruvchi (reaktiv) ta'sirida eritmadan cho'ktirilgan birikma, cho'ktiriladigan shakl deyiladi. Analizning ohirgi natijasini olish uchun tarozida tortiladigan birikma esa tortiladigan shakl deyiladi.

Masalan:





chuktiladigan tortiladigan
shakl shakl

Cho'ktiriladigan shaklga qo'yiladigan talablar:

- a) aniq kimyoviy formulaga mos kelishi;
- b) kam eruvchan bo'lishi, ya'ni eruvchanlik ko'paytmasi $1 \cdot 10^{-8}$ dan kichik bo'lishi ;
- v) kristall tuzilishga ega bo'lishi;
- g) oson yuvilishi va filtrlanishi;
- d) tortiladigan shaklga oson va to'liq o'tishi kerak.

Tortiladigan shaklga qo'yilgan talablar:

- a) tortiladigan shaklning tarkibi (aniq biror) kimyoviy formulasiga mos kelishi ;
- b) tortiladigan shakl kimyoviy jihatdan barqaror bo'lishi, ya'ni O_2 , havo, oksidlovchilar, CO_2 , nam ta'sirida o'zgarmasligi ;
- v) katta molekulyar massaga ega bo'lishi kerak .

4. Cho'ktiruvchi modda (reagent)ni tanlash.

Cho'kma ko'rinishga qo'yilgan talablar cho'ktiruvchi moddani (reagentni) to'g'ri tanlashni talab qiladi.

Masalan: Ba^{2+} ni bir necha hil qiyin eruvchan birikmalar ko'rinishida cho'ktirish mumkin. Qaysi bir cho'ktiruvchi aniqlanayotgan moddani to'la cho'kish imkonini bersa, ya'ni hosil bo'ladigan cho'kma eruvchanlik ko'paytmasining qiymati eng kichik bo'lsa, shu cho'ktiruvchidan foydalanish kerak.

Masalan: Ba^{2+} ionini cho'ktirish uchun cho'ktiruvchi modda tanlashda bariyning quyidagi kam eruvchi tuzlari eruvchanlik ko'paytmalarini solishtirilsa:

$$BaSO_4 - EK = 1,1 \cdot 10^{-10}$$

$$BaCrO_4 - EK = 1,2 \cdot 10^{-10}$$

$$BaMnO_4 - EK = 2,5 \cdot 10^{-10}$$

$$BaCO_3 - EK = 8,1 \cdot 10^{-9}$$

$$BaClO_4 - EK = 1,6 \cdot 10^{-7}$$

Bularning ichida eruvchanlik ko'paytmasi eng kichik bo'lgani $BaSO_4$. Shuning uchun Ba^{2+} $BaSO_4$ holida cho'ktirilishi kerak ekan. Demak, cho'ktiruvchi sifatida H_2SO_4 ; Na_2SO_4 ; K_2SO_4 , ya'ni tarkibida SO_4^{2-} - ioni bo'lgan suvda yahshi eriydigan moddalarni ishlatish kerak.

Cho'ktiruvchiga qo'yiladigan asosiy talablar:

- a) tez va oson kam eruvchan cho'kmani (birikma) hosil qilishi ;
- b) selektiv bo'lishi, ya'ni faqat shu aniqlanayotgan modda bilan cho'kma hosil qilib, boshqa ionlar bilan reaksiyaga kirishmasligi ;
- v) oson haydalishi yoki ajralishi;

Shunga ko'ra sul'fatlarni cho'ktirish uchun H_2SO_4 , gidroksidlarni cho'ktirish uchun - NH_4OH , hloridlarni cho'ktirish uchun - HCl , karbonatlarni cho'ktirish uchun - $(NH_4)_2CO_3$ ishlatilgani maqsadga muvofiq bo'ladi.

g) zaharli bo'lmasligi ;

d) ortiqcha miqdorda olinganda (kompleks hosil bo'lishi tufayli) cho'kmani eritmasligi, cho'ktiruvchining miqdori reaksiya tenglamasi bo'yicha hisoblanganda 1,5 marta ko'p olinishi kerak.

Cho'ktiruvchi hajmi quyidagi formula bilan hisoblanadi:

$$V_B = \frac{a \cdot M_A \cdot m_H \cdot 100 \cdot 1,5}{b \cdot M_B \cdot c \cdot \rho}$$

m_H – namunaning massasi, g

M_A – aniqlanadigan moddaning molekulyar massasi, g

M_B – cho'ktiruvchining molekulyar massasi, g

V_B – cho'ktiruvchi eritmasining hajmi, cm^3 , (ml)

ρ - cho'ktiruvchi eritmasining zichligi, g/cm^3 yoki g/ml

c – cho'ktiruvchi eritmasining foiz konsentratsiyasi

a, b – reaksiya tenglamadagi stehiometrik koeffitsientlar

5. Cho'ktirish sharoitini tanlash.

To'la cho'ktirishga ta'sir qiluvchi omillar:

- a) eritmaning pH, $[H^+]$, $[OH^-]$;
- b) harorat;
- v) begona ionlarning bor yoki yo'qligi.

Sharoitga qarab 2 hil:- kristall yoki amorf cho'kma hosil qilish mumkin.

Kristall cho'kmani cho'ktirishning shart-sharoitlari

- 1) cho'ktirish suyultirilgan eritmalarda olib borilishi kerak, bunda yirik kristallar hosil bo'ladi;
- 2) cho'ktiruvchi eritmasini tomchilab qo'shish va doimo aralashtirib turish kerak, aks holda mayda kristallar hosil bo'ladi;
- 3) cho'ktirish issiq eritmalarda olib borilishi shart. Qizdirilganda mayda kristallar eriydi va yirik kristallar hosil bo'lishi osonlashadi.

Kristall cho'kmalar eritmadan oson ajratiladi (filtrlanadi), yuviladi va nihoyatda toza bo'ladi.

Amorf cho'kmalarni cho'ktirish shart-sharoitlari

- 1) cho'ktirishda aniqlanayotgan modda cho'ktiruvchining qaynoq eritmasi yordamida cho'ktiriladi;
- 2) cho'ktiruvchi eritmasidan tez-tez qo'shib eritma doimo aralashtirib turilishi kerak. Bunda hajmi katta amorf tuzilishli cho'kma hosil bo'ladi;
- 3) cho'ktirish koagulyatorlar (NH_4Cl ,, kislotalar) ishtirokida olib boriladi, bunda cho'kma hosil bo'lishi tezlashadi;
- 4) cho'ktirishda koncentrlangan eritmalar ishlatiladi.

Amorf cho'kmalar, cho'ktirish jarayonida hosil bo'lgan kolloid eritmaning koagullanishi (cho'kishi) natijasida hosil bo'ladi va Yana eritmaga o'tib ketishi mumkin. Bu jarayon peptizatsiya deb ataladi. Demak, kolloid eritmalarining koagullanishiga imkon berish kerak.

Kolloid eritmalarda bir hil elektr zaryadining bo'lishi va bu zaryadlar orasida elektrostatik itarish kuchlari, kolloid zarrachalarning bir- biri bilan birikishiga to'sqinlik qiladi. Bu zaryadlar eritmadagi ionlarning zarrachalarga adsorбилanishi natijasida paydo bo'ladi va qarama-qarshi ishorali ionlarning adsorбилanishi

natijasida neytrallanishi mumkin. Shu sababli kolloid eritmalarga biror elektrolit koagulyator qo'shiladi. Koagulyatorning qarama- qarshi zaryadlangan ionlari kolloid zarrachalar sirtiga adsorbciyalanib, ularni zaryadsizlantiradi va o'zaro birikishiga imkon beradi. Koagulyatorning minimal koncentraciyasi kolloid zarracha zaryadiga qarama- qarshi zaryadli ion valentligining kamayishi bilan tez ortib boradi. Masalan, zarrachalari manfiy zaryadlanga As_2S_3 zoli kationlarning adsorbilanishi bilan koagulyაციalanadi, unda Al^{3+} , Ba^{2+} va K^+ ionlarining koagullovchi koncentraciyalari 1:20:1000 nisbatida bo'ladi.

Kolloid sistemalar barqarorligining ikkinchi omili; kolloid zarrachalarning sol'vatlanishidir, ya'ni ularning erituvchi molekulalarini adsorbilashidir. Hosil bo'lgan sol'vat qobiqlari kolloid zarrachalarning birikib cho'kishiga to'sqinlik qiladi. Sol'vatlanishga moyil bo'lgan zollarning sol'vat qobig'ini buzish uchun koncentraciyasi ancha yuqori bo'lgan elektrolitlar ishlatiladi. Koncentraciyasi yuqori bo'lgan elektrolit ionlari sol'vatlanib kolloid zarrachalardan erituvchining molekullarini tortib oladi va ularni zaryadsizlantiradi, natijada zol koagullanadi. Bu jarayon tuzlanish deyiladi.

Elektrolitlar qo'shishdan tashqari, eritma haroratini ko'tarish ham koagullanishga imkon beradi. Haroratning ko'tarilishi zarrachalarni zaryadlovchi ionlarning adsorbilanishini kamaytiradi va sol'vat qobiqlarining buzilishiga olib keladi.

Demak, kolloid sistemalarning hosil bo'lishiga yo'l qo'ymaslik uchun amorf cho'kmalarni qaynoq eritmadan biror elektrolit koagulyator ishtirokida cho'ktiriladi.

Ayni sharoitda ishlatilayotgan reaktiv bilan cho'kma bermaydigan begona moddalarning cho'ktirilayotgan birikma bilan birgalashib cho'kmaga tushishi, birgalashib cho'kish deyiladi.

Birgalashib cho'kish tortma analizda ham salbiy, ham ijobiy ahamiyatga ega. Avvalo u tortma analizda hatoning asosiy manbalaridan biri hisoblanadi, chunki tarkibida begona aralashmalar bo'lgan cho'kma (tortiladigan shakl) toza bo'lmaydi va aniq formulaga javob bermaydi. Tortiladigan moddaning formulasini

aniq bilmay, uning tarkibidagi elementning miqdorini to'g'ri hisoblash mumkin emas.

Lekin birga cho'kishning ijobiy ahamiyatini analitik amaliyotda ko'rishi mumkin. Agar aniqlanayotgan komponentning eritmadagi konsentratsiyasi juda kam bo'lib, uni cho'ktirish qiyin bo'lsa, o'zi bilan cho'kmaga olib tushuvchi modda kollektor bilan birga cho'ktirish mumkin.

Mikrokomponentlarni kollektor bilan birga cho'ktirish, usuli tarqoq va siyrak elementlarni o'rganishda foydalaniladi.

Analitik kimyo nuqtai nazaridan cho'kma bilan cho'kkan qo'shimchalar cho'kma zarrachalarining sirtida (sirtqi adsorbsiya) yoki ichida (okklyuziya) joylashishi mumkin.

Qattiq faza (cho'kma) sirtida ionlarni yutilishi adsorbsiya deyiladi. Adsorbsiya hamma cho'kmalar uchun, ayniqsa sirti katta bo'lgan amorf cho'kmalarga hos jarayondir.

Cho'kma sirtiga kristall panjarada bo'lgan eritmadagi ortiqcha ionlar (moddalar) adsorbsilanadi. Adsorbsilangan moddalar yoki ionlarni cho'kmani yuvib yo'qotish mumkin.

Okklyuziya sirtqi adsorbsiyadan farqli, cho'kma bilan birga cho'kkan begona qo'shimchalar cho'kma zarrachalarining sirtida emas, ichida joylashgan bo'ladi. Shuning uchun okklyuziyalangan qo'shimchalarni cho'kmani yuvish bilan yo'qotib bo'lmaydi. Ularni eritmaga o'tkazish uchun cho'kmaning hammasini eritish zarur.

Okklyuziyaning oldini olish maqsadida quyidagilarga, e'tibor berish kerak: begona kationlarning ichki adsorbsiyalanishini kamaytirish uchun cho'ktirishni cho'kmaning kristallari tarkibida cho'kma kationlari ortiqcha miqdorda bo'lgan eritmada, aksincha, begona anionlar okklyuziyalanmagan cho'kma olish uchun, esa cho'ktirishni tarkibida cho'ktirilayotgan birikmaning anionlari ortiqcha miqdorda bo'lgan muhitda olib borish kerak.

Birgalashib cho'kishda izomorf hodisasini ham kuzatish mumkin. Cho'kish jarayonida birgalikda kristall panjara hosil qilib kristallanishi mumkin bo'lgan

moddalar izomorf moddalar deb ataladi. Bu vaqtda aralash kristallar hosil bo'ladi. Bunday moddalar (achchiq toshlar) bir hil shakldagi kristallar hosil qiladi. "Izomorf" bir hil shakl degan ma'noni bildiradi.

Izoforfizm hodisasini birinchi marta (1924 y) V.G.Hlopin va keyinroq (1926 y) O.Han o'rgangan. Hlopin qoidasi: «Aralash kristallar hosil bo'lishida birga cho'kkan qo'shimchani miqdori, eritmadagi qo'shimcha cho'ktiriladigan ionning nisbiy konsentratsiyalariga bog'liq».

6. Cho'kmani filtrlash va yuvish.

Cho'kmani eritmadan ajratish uchun, cho'kma turiga qarab filtrlanadi. Filtrlar tayyorlangan materialiga ko'ra (kulli, kulsiz) zichligiga va o'lchamiga ko'r har hil bo'ladi. Zichligi katta bo'lsa, mayda zarrachali cho'kmalarni filtrlashda ishlatiladi (va aksincha). Cho'kmani ajratish (filtrlash) ga bosim, eritmaning yopishqoqligi (harorat), filtrning sirti kabi omillar ta'sir qiladi.

Filtrlashda filtrning katta kichikligi juda muhimdir. Filtrni filtrlanadigan suyuqlikning hajmiga qarab emas, balki cho'kmaning miqdoriga qarab tanlanadi. Cho'kma filtrga solinganda, uning yarmidan oshmasligi kerak, aks holda cho'kmani yaxshilab yuvib bo'lmaydi.

Voronka o'lchami shunday tanlanadiki, filtrning chekkalari 5-10 mm voronka chekkasidan past bo'lsin.

Filtr to'rt buklanadi, to'rtidan bir qismi ochiladi va odatdagi 60° burchakli voronka qo'yiladi. Filtr suv bilan ho'llanib, voronka devorlariga zich qilib yopishtiriladi.

Filtrlanayotganda filtrning teshikchalari cho'kma zarrachalari bilan tez bekilib qolmasligi uchun, dastlab suyuqlikni filtrga shisha tayoqcha bo'ylab, cho'kmani chayqatmasdan quyiladi.

Shisha tayoqchani filtr qog'ozning uch qavatli joyining tepasida, o'rtada vertikal ushlab kerak. Tayoqchani pastki uchi filtrdagi suyuqlikka tegmasligi kerak. Tayoqcha yo stakanda, yo filtr tepasida turishi kerak. Tayoqcha stolga qo'yilmaydi.

Cho'kmadan undagi suyuqlikning ko'p qismi fil'trga quyilib, stakan tubida cho'kma ozgina suyuqligi bilan qolganda cho'kma dekantaciya yo'li bilan yuviladi.

Cho'kmani yuvishdan maqsad, yuqoridagi mavzuda aytib o'tganimizdek, uning sirtiga adsorbciyalangan begona qo'shimchalarni va cho'kmaga shimilgan asosiy eritmani yo'qotishdir.

Yuvuvchi suyuqliklar sifatida cho'ktiruvchining suyultirilgan eritmasi, elektrolit eritmasi, distillangan suv ishlatiladi. Buning uchun yuvgichdan suyuqlik oqimi shunday yo'naltiriladiki, u stakan devorlaridan unga yopishgan cho'kma zarrachalarini yuvib tushirsin. Cho'kma chayqatib loyqalantiriladi va stakan tubiga cho'kma yig'ilishi uchun qo'yib qo'yiladi. Tingan suyuqlik fil'trga solinadi. Bu ish 3-4 marta takrorlanadi. Ohirida cho'kmani qolgan suyuqlik bilan chayqatib to'liq fil'trga solinadi. Stakan tubida va devorlarida qolgan cho'kma zarrachalarini yuvgichdagi yuvuvchi suyuqlik oqimi bilan fil'trga tushiriladi. Stakan va shisha tayoqchaga mustahkam yopishib tushmay qolgan cho'kma zarrachalari kulsiz fil'tr bo'lakchasi suv bilan ho'llanib, artib olinadi. Fil'tr bo'lagi cho'kmali fil'trga solinadi va yana stakan 2-3 marta yuviladi.

Cho'kma to'la yuvilganligini tekshirish uchun, fil'trdan ajralib o'tayotgan eritma (fil'trat)dan olib tegishli ionga hos hususiy reaksiya qilib ko'riladi.

7.Cho'kmani quritish va tortiladigan shaklga o'tkazish.

Yuvilgan cho'kma quritish pechida 90-105 t°C atrofida ma'lum vaqt davomida quritiladi. Quritilgan kukunsimon modda massasi aniq bo'lgan biror idish (tigelъ) da qizdirish pechida (mufelъ pechъ) yuqori haroratda qizdiriladi. Qizdirilgandan so'ng hona haroratiga kelguncha eksikatorida saqlanadi va keyin analitik tarozida tortiladi.

Tortma analizning afzalligi - aniqligi katta.

Kamchiligi - aniqlash ko'p bosqichli bo'lgani uchun bu aniqlash ko'p vaqt talab qiladi, ya'ni tezkor - "ekspres" aniqlash emas.

8. Gravimetrik shaklni tortish va analiz natijalarini hisoblash.

Tortma analiz usulida miqdori aniqlanishi kerak bo'lgan moddaning o'zini emas, balki unga ekvivalent bo'lgan ikkinchi moda tortiladigan shakl tarozida tortiladi.

Tortiladigan shaklning topilgan miqdori (doimiy og'irlikka keltirilgan cho'kmali tigel va bo'sh tigel og'irliklarining farqi) aniqlanayotgan moddaning qancha miqdoriga to'g'ri kelishi hisoblab topiladi.

Aniqlanadigan modda massasi grammlarda quyidagi formula bilan hisoblanadi. $Q_H = m_1 \cdot F$

m_1 – tortiladigan shaklning massasi, g

F – analitik ko'paytuvchi yoki qayta hisoblash omili aniqlanayotgan modda (element)ning molekulyar (atom) massasini cho'kma (tortiladigan shakl) ning molekulyar massasiga nisbati F o'zgarmas son bo'lib, analiz uchun qancha modda tortib olinganligiga bog'liq emas.

$$F = \frac{a \cdot M_A}{b \cdot M_T}$$

M_A – aniqlanadigan moddaning molekulyar massasi, g

M_T – tortiladigan shaklning molekulyar massasi, g

a, b – reaksiya tenglamasidagi stehiometrik koefficientlar.

Ayrim moddalar uchun analitik ko'paytuvchining qiymatlari "ma'lumotnoma" larda berilgan.

Aniqlanadigan modda massasi % - larda quyidagi formula yordamida hisoblanadi:

$$C_{\%} = \frac{m_1 \cdot F \cdot 100}{m_H}$$

m_H – namuna massasi, g

4.3. Tajriba mashg'ulotlari

1 – ish. $\text{BaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ tarkibidagi kristallangan suv miqdorini aniqlash.

Kerakli asbob-uskuna va moddalar:

- 1) tarozi va tarozi texnik toshlari;
- 2) analitik tarozi va tarozi toshlari;
- 3) analitik toza $\text{BaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$;
- 4) byuks;
- 5) qisqich;
- 6) quritish shkafi;
- 7) eksikator;
- 8) termometr.

Tortma analizning haydash usulidan foydalanib, kristallogidratlar tarkibidagi kristallangan suv miqdori aniqlanadi.

Aniqlash tartibi: diametri 3-4 sm bo'lgan byuks oling, shlifli qismiga oddiy qalam bilan nomeringizni qo'ying, yahshilab yuving, distillangan suv bilan chayqab, qurityoish shkafida qopqog'ini yopmasdan qirrasi bilan qo'ying va 115-125°C haroratda quriting. 45 – 60 minut o'tgach byuksni eksikatorga qo'yib, sovugandan so'ng texnik tarozida, keyin analitik tarozida torting. Shundan keyin byuksga toza $\text{BaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ dan 1,5 - 2 g atrofida soling, oldin texnik tarozida, keyin analitik tarozida torting. Byuks va byuksning modda bilan birgalikdagi massasini laboratoriya jurnalangizga yozib qo'ying.

Byuks qopqog'ini qirrasi bilan qo'ying va 1,5 – 2 soat 120 – 125°C da quritish shkafiga qo'ying. Ko'rsatilgan vaqt qtgandan so'ng olib eksikatora sovutib va yana tarozida torting. Quritish va tortish ishlari byuksning ichidagi modda bilan birgalikdagi massasi o'zgarmay qolguncha (ikkinchi totish birinchisidan 0,0002 gr.dan ortiq farq qilmasligi kerak) quritish va tortishni davom ettiring.

Olingan natijalardan foydalanib $\text{BaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ dagi kristallangan suvning miqdorini hisoblashni 1-jadval ko'rinishida rasmiylashtiring.

$BaCl_2 \cdot 2H_2O$ tarkibidagi kristallizatsiya suvining miqdorini aniqlash.

14 – jadval

	Aniqlash tartibi va kattaliklar	qiymat	Izoh
1.	Bo'sh byuksning qizdirilgandan keyingi massasi		
2.	Byuksning namuna ($BaCl_2 \cdot 2H_2O$) bilan quritishdan oldingi massasi, g		
3.	Namuna ($BaCl_2 \cdot 2H_2O$) massasi, g		
4.	Byuksning tortim bilan quritishdan keyingi massasi; 1 – qizdirish, g		
	2 – qizdirish, g		
	3 – qizdirish, g		
5.	Tortimdagi kristallangan suvning amaliy hisoblashdagi miqdori		
	a) grammlarda		
	b) foizlarda, (%)		
6.	Namunadagi kristallangan suvning nazariy hisoblangan miqdori		
	a) grammlarda		
	b) foizlarda, (%)		
7.	Analiz natijalarini hisoblash		

Olingan natijalar quyidagi formulalar asosida hisoblanadi:

$$(H_2O) x\% = \frac{m_1 \cdot 100}{m}$$

m – namuna massasi, g ; m_1 – kristallangan suvning miqdori, g

Tajribaning hatosi:

a) absolyut hato – $\Delta x = x_{maj} - x_{naz}$

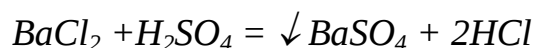
6) nisbiy hato – $\Delta x_{nuc6} = \frac{\Delta x \cdot 100}{m_{naz}}$

2 – ish. Bariy hlorid tarkibidagi bariyning miqdorini aniqlash.

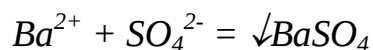
Kerakli asbob-uskuna va moddalar:

- 1) texnik tarozi va tarozi toshlari;
- 2) analitik tarozi va tarozi toshlari;
- 3) quritish shkafi;
- 4) kuydirish pechi;
- 5) tigель;
- 6) eksikator;
- 7) qisqich;
- 8) byuks yoki soat oynasi;
- 9) voronka;
- 10) halqa o'rnatilgan shtativ;
- 11) yuvgich;
- 12) analitik toza $\text{BaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ тузи;
- 13) 2 n H_2SO_4 eritmasi;
- 14) 2 n HCl eritmasi ;
- 15) 0, 1 n AgNO_3 eritmasi ;
- 16) «Ko'k» lentali fil'tr qog'ozi.

Bariy hlorid tarkibidagi Ba^{2+} ionlarini gravimetrik usulda aniqlash quyidagi reaksiyaga asoslangan.



ion – molekulyar ko'rinishi



Analiz uchun $\text{BaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ kristallangan tuzidan 0,5-0,6 g byuksda yoki soat oynasida oldin texnik keyin analitik tarozida tortib oling.

Modda hajmi 250-300 ml bo'lgan stakanga qo'yib olingandan keyin, byuks (soat oynasi) ni analitik tarozida tortib, namuna miqdorini farqidan toping.

$$m = m_1 - m_2$$

bunda: m_1 – byuksning $\text{BaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ byuksning

m_2 – byuksning massasi, g

m – $\text{BaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ning massasi

Modda suyultirilgan eritmalardan cho'ktiriladi, shu sababli olingan tuz tortimini 80 – 100 ml distillangan suvda shisha tayoqcha bilan aralashtirib turib eriting va 60 – 70°C gacha qizdiring. Shisha tayoqchani cho'ktirishning ohirigacha stakandan olmang, chunki unda eritma tomchilari qolishi mumkin. BaSO_4 cho'kmasi bilan eritmadagi boshqa ionlar birgalikda cho'kmasligi uchun eritmaga 2-3 ml 2 n HCl eritmasidan quyung. H_2SO_4 ning hajmini cho'ktiruvchini hajmini hisoblash (105-betga qarang) formulasidan foydalanib hisoblang. H_2SO_4 eritmasini tomchilatib issiq eritmaga qo'shib shisha tayoqcha bilan aralashtiring. Ba^{2+} ionlarining to'liq cho'ktirilganligini tekshiring. Buning uchun stakan devori bo'ylab eritmaga 2-3 tomchi sul'fat kislota tomizing. Kislota tomchisi tushgan joyda loyqalanish bo'lmasa, cho'ktirish tugallangan deb hisoblang. Cho'kmani etilishi uchun keyingi mashg'ulot darsigacha qoldiring. Cho'kmani ko'k lentali zichligi katta bo'lgan fil'tr orqali fil'trlang va fil'trdagi cho'kmani yuving. Yuvuvchi suyuqlik sifatida HNO_3 kislota qo'shilgan qaynoq suv (100 ml suvda 2 n HNO_3 eritmasidan 5 ml qo'shing) ishlating. Yuvishni cho'kmada Cl^- ionlari qolmaguncha davom ettiring. Buning uchun fil'tratdan olib, Cl^- ionlariga hos reaksiya bilan (AgNO_3 ta'sir ettirib) tekshiring. Fil'trdagi cho'kmani quritish shkafida quriting. Oldindan tozalab qizdirilgan tigelni analitik tarozida torting.

So'ngra fil'trni cho'kma bilan birga ehtiyotlik bilan tigelga soling va mufel' pechida kuydiring. Eksikatora sovutilgan tigelni analitik tarozida torting. Tigelni massasi o'zgarmay qolguncha qizdirish va tortishni takrorlang. Olingan analiz natijalarini 2- jadval ko'rinishida rasmiylashtiring.

Bariy hlوريد tarkibidagi bariyning miqdorini aniqlash.

15 – jadval

	Aniqlash tartibi va kattaliklar	Qiymat	Izoh
1.	Bo'sh byuksning qizdirilgandan keyingi massasi, g		
2.	Byuksning namuna ($\text{BaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) bilan birgalikdagi massasi, g		
3.	Namuna ($\text{BaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) ning massasi, g		
4.	Bo'sh tigelning qizdirilgandan keyingi massasi, g		
5.	Tigelning cho'kma bilan qizdirilgandan keyingi massasi, g:		
	1 – qizdirish, g		
	2 – qizdirish, g		
	3 – qizdirish, g		
6.	Tortiladigan shakldagi BaSO_4 ning miqdori, g		
7.	Tortiladigan shakldagi BaSO_4 tarkibidagi bariyning miqdori		
	a) grammlarda		
	b) foizlarda, (%)		
8.	Namuna ($\text{BaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) tarkibidagi bariyning miqdori		
	a) grammlarda		
	b) foizlarda, (%)		
7.	Analiz natijalarini hisoblash		

Olingan natijalar quyidagi formulalar asosida hisoblanadi:

$$(\text{Ba}) \text{ } x\% = \frac{m_1 \cdot 100}{m}$$

m – namuna tarkibidagi Ba^{2+} miqdori, g

m_1 – tortma ko'rinishidagi BaSO_4 tarkibidagi Ba^{2+} miqdori, g

Tajribaning hatosi:

a) absolyut hato – $\Delta x = x_{\text{max}} - x_{\text{naz}}$

b) nisbiy hato – $\Delta x_{\text{huc6}} = \frac{\Delta x \cdot 100}{m_{\text{naz}}}$

Mavzu yuzasidan savol va mashqlar

1. Tortma analiz nimaga asoslangan?
2. Tortma analizning qanday usullarini bilasiz?
3. Cho'ktiriladigan va tortiladigan shakl nima? Misollar keltiring.
4. Cho'ktiriladigan va tortiladigan shakllarga qanday talablar qo'yiladi?
5. Kristall va amorf cho'kmalarni cho'ktirish shart-sharoitlarini tushuntiring.
6. Cho'ktiruvchini tanlash va unga qo'yilgan asosiy talablar.
7. Tortma analizning afzalliklari va kamchiliklarini ko'rsating.
8. Tortma analizda cho'kmalarni yuvish uchun qanday eritmalar ishlatiladi. Misollar keltiring.
9. Gravimetrik analizda uchraydigan hatolarning asosiy manbalarini ko'rsating.
10. Moddalar miqdorini aniqlashda yo'l qo'yiladigan hatolarning qanday turlarini bilasiz?
11. O'lchashning nisbiy va absolyut hatosi nima? Misollar keltiring.
12. Magniyni $Mg_2P_2O_7$ holida aniqlash uchun hosil bo'lgan cho'kma massasi 0,7500 g ga teng, bo'lishi uchun $MgCl_2$ dan qanday miqdorda(g) olish kerak?
13. 0,0550 g $AgCl$ cho'kmasi hosil qilish uchun 1% li $NaCl$ eritmasidan qancha hajmda olish kerak?
14. 0,2500 g Ca^{2+} ni cho'ktirish uchun 10%-li $Na_2C_2O_4$ eritmasidan necha ml kerak?
15. Tarkibida 22% Ag bo'lgan 2,0000 g qotishmadagi Ag ni $AgCl$ ko'rinishida cho'ktirish uchun ($d = 1,17 \text{ g/sm}^3$) necha ml HCl kerak?
16. Magnezit namunasi analiz qilinganda 0,2514 g $Mg_2P_2O_7$ cho'kmasi hosil qilindi. Namunada necha gramm magniy bor?
17. Dolomitning 2,0000 g namunasidan 0,7505 g kalsiy oksidi hosil qilindi. Dolomit tarkibidagi $CaCO_3$ ning % miqdorini hisoblang.
18. Aralashma tarkibida 50 % $hlor$ bor. 0,5000 g $AgCl$ olish uchun shu aralashmadan qancha (g) olish kerak?

19. 0,09300 gr quritilgan alyuminiy oksihinolyat cho'kmasini hosil qilish uchun $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ ning 0,05000 n li eritmasidan necha millilitr olish kerak?
20. 1,000 g temir-ammoniyli achchiqtosh $(\text{NH}_4)\text{Fe}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$ ni eritishdan hosil bo'lgan eritmadan temirni cho'ktirish uchun ammiakning 2,5 % ($r=0,99 \text{ g/sm}^3$) bo'lgan eritmasidan necha millilitr olish kerak?
21. NaCl ning 0,1200 g namunasidagi hlorid-ionlarini to'la cho'ktirish uchun 0,1000 M AgNO_3 dan necha ml olish kerak?
22. Quritilgan PbMoO_4 ning massasi 0,3624 g keladi. Cho'kmadagi qo'rg'oshinning massasini grammlarda hisoblang.
23. 0,5844 g BaCrO_4 tarkibidagi hromning miqdorini % va grammlarda hisoblang.
24. Kaliy tuzining eritmasidan KClO_4 cho'kmasi olindi. Quritilgan cho'kmaning massasi 0,1526 g ekanligini bilgan holda, eritmadagi kaliyning massasini toping.
25. 0,5437 g namuna - analiz qilinayotganda modda eritmasidan 0,6343 g AgCl cho'ktirildi. Analiz qilinayotgan namuna tarkibida necha gramm hlor borligini toping.
26. 1,5495 g magnezitni qayta ishlashlaridan keyin 1,3982 g quritilgan $\text{Mg}_2\text{P}_2\text{O}_7$ olindi. Magnezit tarkibidagi MgCO_3 ning miqdorini grammlarda hisoblang.
27. Tarkibida 0,0800 g Na_2HPO_4 bo'lgan eritmaga ko'p miqdorda $\text{Al}(\text{NO}_3)_3$ qo'shildi. Hosil bo'lgan cho'kmaning massasini hisoblang.
28. Kimyoviy toza CaCO_3 o'zgarmas massagacha qizdirildi va 0,1525 g modda qoldi. Bunda necha gramm CO_2 ajralgan?
29. **Kimyoviy toza CaO va BaO aralashmasidan 0,5178 g CaSO_4 va BaSO_4 cho'kmasi olindi. Olingan namuna tarkibidagi Ca va Ba ning foiz miqdorini hisoblang.**

V Mavzu: TRIMETRIK ANALIZ

Tayanch iboralar:

- eritma konsentratsiyasini ifodalash;
- foiz konsentratsiya;
- normal konsentratsiya;
- molyar konsentratsiya;
- molyal konsentratsiya;
- titr;
- titrimetrik analiz;
- titrimetrik analizning turlari;
- titrlash;
- ekvivalent nuqta;
- titrlashning ohirgi nuqtasi;
- standart eritmalar;
- standart eritmalarga qo'yiladigan talablar;
- standart eritmalarini tayyorlash usullari;
- neytrallashtirish usuli;
- titrant ;
- kislota-asosli indikatorlar;
- indikator ko'rsatkichi va rang o'zgarish sohasi;
- titrlash egri chiziqlari;
- indikator tanlashda titrlash egri chiziqlaridan foydalanish;
- oziq-ovqat mahsulotlarining kislotaliligini aniqlash.

5.1. Eritmalar konsentratsiyasini ifodalash

Eritmada yoki erituvchining ma'lum massa miqdorida yoki hajmida erigan modda massasi eritmaning konsentratsiyasi deyiladi.

Titrimetrik analizda eritma konsentratsiyasini ifodalashning quyidagi usullari mavjud:

1. Foiz konsentrasiya - 100 g eritmada erigan modda miqdoriga (grammlar soniga) foiz S (%) konsentrasiya deyiladi.

Moddaning foiz (S %) konsentratsiyasi quyidagi formula yordamida hisoblanadi:

$$C_{\%} = \frac{m}{m + m_1} \cdot 100 \quad \text{yoki} \quad C_{\%} = \frac{m_{\text{эри.модда}}}{m_{\text{эритма}}} \cdot 100\%$$

bunda,

m – erigan modda miqdori, g

m_1 – erituvchining miqdori, g

2. Molyar konsentrasiya – 1 l (1000 ml) eritmada erigan modda miqdorining g-molʼ soni bilan ifodalanishiga molyar konsentrasiya (C_M) deyiladi. U quyidagicha hisoblanadi:

$$C_M = \frac{m}{M \cdot V} \cdot 1000 \quad \text{моль / л}$$

bunda,

m - erigan modda miqdori, g

M - erigan moddaning molekulyar massasi

V - eritma hajmi, ml. da

3. Molyalʼ konsentrasiya – 1 kg (1000 gramm) eritmada erigan modda miqdorining g-molʼ soni bilan ifodalanishiga molyalʼ konsentrasiya (C_m) deyiladi. U quyidagicha hisoblanadi:

$$C_m = \frac{m \cdot 1000}{M \cdot G}$$

bunda:

m – erigan modda miqdori, g

M – erigan moddaning molekulyar massasi, g/molʼ

G – eritma massasi, g

4. Normal konsentrasiya 1l (1000 ml) eritmadagi erigan modda miqdorining gramm-ekvivalentlar soni, eritmaning normal konsentratsiyasi (C_H yoki N) deyiladi. U quyidagicha hisoblanadi:

$$C_H = N = \frac{m}{\mathfrak{E} \cdot V} \cdot 1000$$

bunda,

C_H yoki N – normal konsentratsiya, g ekv/l

$\mathfrak{E}$ - erigan moddaning gramm ekvivalenti

V - eritma hajmi, ml.

5. Titr 1 ml eritmada erigan moddaning grammlarda ifodalangan miqdori eritmaning titri (T) deb aytiladi, ya'ni:

$$T = \frac{m}{V}$$

Eritmaning titri va normal konsentratsiyasi o'rtasida quyidagi bog'lanish mavjud:

$$T = \frac{N \cdot \mathfrak{E}}{1000}; \quad N = \frac{T \cdot 1000}{\mathfrak{E}} = \frac{m \cdot 1000}{\mathfrak{E} \cdot V}$$

bunda,

N - eritmaning normalligi,

m - modda miqdori, g;

T - eritma titri, g/ml

V - eritma hajmi, ml

$\mathfrak{E}$ - erigan moddaning ekvivalenti

Ayrim hollarda moddaning titri aniqlanayotgan modda bo'yicha hisoblanadi.

$$T_{A/B} = \frac{N_A \cdot \mathfrak{E}_B}{1000}$$

Bunda eritmaning titri, shu eritmaning (A) 1 ml aniqlanayotgan eritmasiga necha gramm (V) modda to'g'ri kelishini ko'rsatadi.

5.2. Titrimetrik analizning mohiyati

Miqdoriy analizda aniqlanadigan modda miqdorini aniqlash uchun sarf bo'ladigan moddaning konsentratsiyasi aniq bo'lgan modda eritmasi hajmini o'lchashga asoslangan usuliga hajmiy (titrimetrik) analiz usuli deb aytiladi.

Aniqlanadigan A modda eritmasiga oz-ozdan konsentratsiyasi aniq bo'lgan V modda eritmasi qo'shiladi. Bunda V moddadan A modda miqdoriga aniqlovchi

modda miqdori ekvivalent bo'lgan holat ekvivalent nuqta deb ataladi. Ekvivalent nuqta mahsus asboblari yoki indikatorlar yordamida aniqlanadi. Indikator rangining o'zgarish holatiga titrlashning ohirgi nuqtasi deyiladi.

Koncentraciyasi yoki boshqacha titri aniq bo'lgan eritma standart (titrlangan) eritma, yoki titrant deb aytiladi. Standart eritmaning koncentraciyasi odatda grammning millilitrga nisbati (g/ml) yoki (normallik) gramm-ekvivalent/litr birligida ifodalanadi.

Aniqlanadigan modda eritmasiga sekinlik bilan titrantni qo'shish jarayoni titrlash deyiladi.

Titrimetrik analiz usullari: Analiz qilinadigan modda miqdorini aniqlashda boradigan asosiy reaksiyalarning turlariga qarab, hajmiy analiz usullari quyidagilarga:

- 1) neytrallash yoki kislota-asosli titrlash ;
- 2) oksidlanish-qaytarilish usullari, (oksidimetriya);
- 3) cho'ktirish va kompleks hosil qilish usullari (kompleksonometriya) ga bo'linadi.

Titrlashni bajarilish tartibiga ko'ra quyidagi usullarga bo'lish mumkin:

- 1) to'g'ri titrlash - bu usulda aniqlanayotgan modda bilan aniqlovchi modda (reaktiv) o'rtasida to'g'ridan- to'g'ri kimyoviy reaksiya boradi;
- 2) teskari titrlash - aniqlanayotgan modda eritmasiga muayyan ortiqcha (ammo aniq o'lchangan) miqdordagi standart moddaning ma'lum koncentraciyali eritmasi qo'shiladi va bu standart moddaning ortiqcha miqdori boshqa standart eritma bilan titrlanadi;
- 3) «o'rin-bosar» ni titrlash - aniqlanayotgan modda va biror aniqlovchi modda o'rtasidagi reaksiya mahsulotini standart eritma bilan titrlashdir

5.3. Titrlangan eritmalar tayyorlash

Koncentraciyasi (titri) aniq ma'lum bo'lgan eritmalar titrlangan, titrant yoki standart eritmalar deyiladi. Ular quyidagi talablarga javob berishi:

- 1) modda kimyoviy toza bo'lishi;

- 2) moddaning tarkibi uning formulasiga to'la mos kelishi ;
- 3) modda quruq holda saqlanganda ham, eritma holda saqlanganda ham barqaror bo'lishi;
- 4) moddaning gramm ekvivalent qiymati mumkin qadar katta bo'lishi kerak, chunki bu eritmaning titrini aniq topishga imkon beradi.

Ko'rsatilgan talablarga javob beradigan moddalar titrlangan yoki boshlang'ich moddalar deyiladi, chunki ulardan foydalanib qolgan boshqa moddalarning titri aniqlanadi.

Boshlang'ich moddalar quyidagi usullar bilan tayyorlanadi:

1. Fiksanal tayyorlash usuli. Fiksanal – 1 litr aniq 0,1000 n eritma tayyorlash uchun kerakli miqdorda aniq tortilib yoki aniq o'lchanib shisha ampulalarga solib kavsharlangan qattiq modda yoki titrlangan eritmalaridir. Fiksanal dan titrlangan eritma tayyorlash ampuladagi moddani hajmi 1 litrli kolbaning bo'g'ziga varonka qo'yib, uning ichida bayok (nayza) qo'yiladi va shu bayok yordamida ampulaning yupqa devorli tubi sindiriladi. Ampulaning yuqori qismidagi chuqurcha uchi o'tkir shisha tayoqcha bilan teshiladi. Teshikdan ampula ichiga yuvgich yordamida suv purkab yuviladi. So'ngra varonka yuviladi va uni olib qo'yib, kolbadagi suyuqlikning hajmi distillangan suv qo'shib belgisigacha etkaziladi.

2. Tortim usuli. Kerakli moddadan analitik tarozida aniq tortib olib o'lchov kolbasida eritiladi va eritmaning hajmi kolbaning belgisiga etguncha distillangan suv bilan to'ldiriladi. Eritmaning titri quyidagi formula bilan hisoblanadi:

$$T = \frac{m}{V}, \text{ g/ml}$$

m – erigan moddaning massasi, g

V – eritmaning hajmi, ml

Bunday eritmalariga birlamchi standart eritmalar yoki tayyorlangan eritmalar deyiladi. Lekin hamma moddalarning eritmasini masalan, (HCl, NaOH) tayyorlab bo'lmaydi.

3.Titrlash usuli. Titrlangan eritmalarga qo'yiladigan talablarga (yuqoriga qarang) javob bera olmaydigan eritmalar titrlash usuli bilan tayyorlanadi. Bunda tahminan kerakli konsentratsiyali eritma tayyorlanadi, aniq (titri) konsentratsiyasini esa, biron to'g'ri keladigan boshqa birlamchi standart eritma bilan titrlab aniqlanadi.

Titri boshqa eritma yordamida titrlash usuli bilan topilgan eritmalar titri aniqlangan eritmalar yoki ikkilamchi standart eritmalar deyiladi.

5.4. Kislota – asosli titrlash (neytrallash) usuli.

Titrimetrik analizda modda miqdorini aniqlash, neytrallanish reaksiyasiga asoslangan usuli kislota-asosli titrlash yoki neytrallash usuli deyiladi. Neytrallash jarayoni eritmalarda gidroksoniy (H_3O^+) (yoki H^+) ionlarining gidroksil OH^- ionlari bilan o'zaro ta'sirlashib kuchsiz elektrolit suvning hosil bo'lishidir.



Demak, eritmada H^+ va OH^- ionlari konsentratsiyasining, ya'ni pH ini o'zgarishi kuzatiladi.

Bu usul bilan biror kislotalarning titrlangan eritmasidan foydalanib ishqorlarning miqdorini aniqlash (acidimetriya) yoki ishqorning titrlangan eritmasidan foydalanib, kislotalarning miqdorini aniqlash (alkalimetriya) mumkin.

Neytrallash usuli oziq-ovqat sanoatida shu jumladan hamirturush (drojja), un, sut, muzqaymoq, pivoning kislotaliligini, sirka kislota tarkibidagi sirka miqdorini aniqlashda ishlatiladi.

Kislotalarning titrini aniqlashda boshlang'ich modda sifatida: $Na_2B_4O_7 \cdot 10H_2O$, Na_2CO_3 , C_2H_5ONa lar ishlatiladi.

Ishqorlarning titrini aniqlashda: $H_2C_2O_4 \cdot 2H_2O$, qahrabo kislotalari, $H_2C_4H_4O_6$ ishlatiladi.

Titrlash jarayonida pH ning ma'lum qiymatida ekvivalent nuqtaga erishiladi va titrlash to'htatiladi. Neytrallash reaksiyasi qandaydir tashqi o'zgarish bilan

ketmaydi, shuning uchun ekvivalent nuqta- titrlashning ohirgi nuqtasini aniqlash uchun mahsus indikatorlar ishlatiladi.

5.5. Indikatorlar

Yuqorida aytib o'tganimizdek, titrlashda ekvivalent nuqta titrlashning ohirgi nuqtasi indikatorlar yordamida aniqlanadi. Agar indikator to'g'ri tanlansa ekvivalent nuqta bilan titrlashning ohirgi nuqtasi bir nuqtada yotadi.

a) Indikatorlar ishlatilish usuliga ko'ra ichki va tashqi indikatorlarga bo'linadi. Agar indikator titrlanadigan eritmaga qo'shilsa ichki indikator deyiladi. Agar titrlanayotgan eritmadan bir tomchi olib indikator qog'ozga tomizilib ko'rilishiga tashqi indikator deyiladi.

b) Ishlatiladigan reaksiyaning turiga ko'ra indikatorlar quyidagilarga bo'linadi:

- 1) kislota-asosli indikatorlar ;
- 2) oksidlanish-qaytarilish (red-oks) indikatorlari;
- 3) Kompleksonometrik (metall) indikatorlari;
- 4) Adsorbciyalanish indikatorlari.

Kislota-asosli indikator. Kislota-asosli indikatorlar kuchsiz organik kislota yoki asoslardir. Kislota-asosli indikatorlar quyidagilarga bo'linadi:

1. Kislotalarga nisbatan sezgir ($\text{pH} > 7$); fenolftalein, timolftalein, alizarin.
2. Asoslarga nisbatan sezgir ($\text{pH} < 7$) metiloranj, metilqizil.
3. Ham kislota, ham asosga nisbatan sezgir ($\text{pH} = 7$); lakmus, fenil qizili.

Indikatorlar nazariyasi. Kislota-asosli indikatorlarni kislotali va ishqoriy muhitdagi holatini tushuntirish uchun bir necha indikatorlar nazariyasi mavjud:

1. *Indikatorlarning ion nazariyasi.* 1887 yilda S.Arreniusning elektrolitik dissociaciyanish nazariyasi yaratilgandan, 7 yildan keyin 1894 yilda Ostval'd indikatorlarning ion nazariyasini yaratdi.

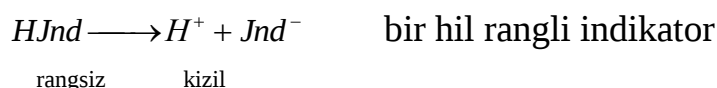
Bu nazariyaga asosan kislota-asosli indikatorlarning dissocilanmagan molekulalari va ionlari turli rangga ega bo'lgan kuchsiz organik kislota yoki asoslardi $HJnd$ - indikatorning dissocilanmagan molekulasini. Jnd^- - indikator ionlari

Masalan:

lakmus



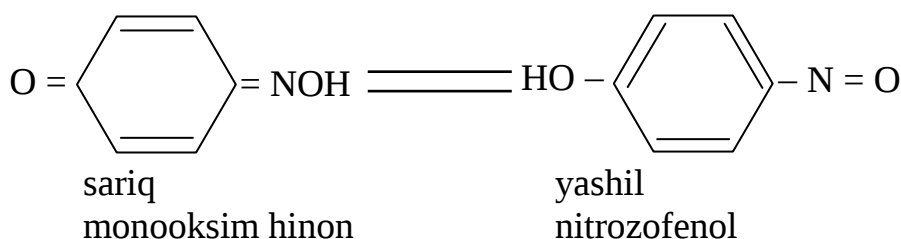
fenolftalein



rangsiz kizil

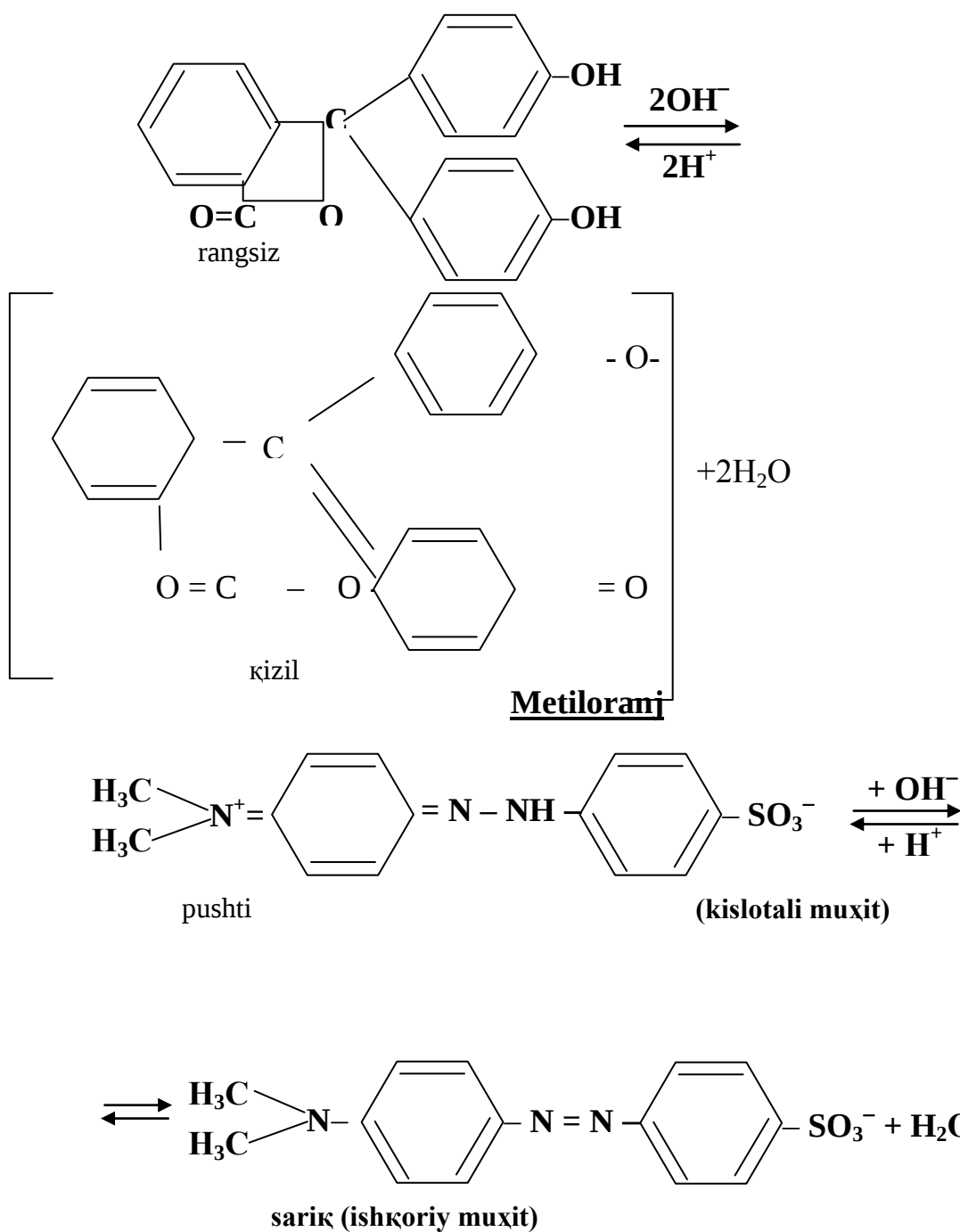
2. *Indikatorlarning hromofor nazariyasi.* Indikatorlarning eritma muhitiga munosabati hromofor nazariya bilan to'ldirildi. Organik birikmalarning rangi ularning molekulasida hromoforlar ($-N=N-$, $-OH$, $-N=O$, $=C=O$) deb ataluvchi mahsus atomlar guruhi yoki ikkilamchi bog'larning guruhlanishiga bog'liq bo'lgani, uchun bu nazariya shu nom bilan ataladi.

Hromofor nazariyaga asosan, indikator rangining o'zgarishi, izomer o'zgarish bo'lib, ya'ni molekula ichida atomlarning qayta guruhlanishi natijasida indikator molekulasining o'zgarishidir. Bu jarayon qaytar bo'lib, qaytar izomeriya tautomeriya deb, izomerlar esa – tautomerlar deyildi. Masalan:



3. *Ion - hromofor nazariya.* Fanning rivojlanish jarayonida bu ikki nazariya birlashtirildi. Indikatorlarning dissociaciya muvozanati tez qaror topadi, lekin tautomer o'zgarish jarayoni vaqt o'tishi bilan sodir bo'ladi. Shuning uchun ayrim indikatorlarning rangi hamma vaqt tez o'zgarmaydi.

Masalan: fenolftalein



Indikator rangining o'zgarish sohasi. Indikatorning rangi pH ning har qanday o'zgarishida ham o'zgaravermay, balki pH ning ma'lum qiymati oralig'ida o'zgaradi va bu indikator rangining o'zgarish sohasi deb aytiladi (4-chizma). pH ning ayni indikator bilan titrlab to'htatiladigan qiymati shu indikatorning titrlash ko'rsatkichi deyiladi va u pT bilan ifodalanadi.

Masalan: fenolftalien pT = 9,0; metiloranj pT=4,0; lakmus pT=7

Alizarin sariq										C			
Fenolftalein								P			Q		
Fenolftalein					Q				C-Ж				
Fenol qizil					C				Q				
Lakmus				Q					K				
Metil qizil			Q					C					
Metiloranj		Q					C						
		2	3	4		6		8		10		12	13 pH

4-chizma. Eng muhim indikatorlarning rangi va rang o'zgarish sohalar

5.6. Titrlash egri chiziqlari.

Yuqoridagi misollardan ko'rinadiki, ekvivalent nuqtani to'g'ri topa bilish kerak. Buning uchun titrlash egri chizig'ini tuzish usulidan foydalaniladi.

Titrlanadigan eritma pH ini, unga qo'shiladigan standart eritma hajmiga bog'liqligini ko'rsatadigan egri chiziqlar titrlash egri chiziqlari deb aytiladi.

I. Kuchli kislotani kuchli asos bilan tilashning turli paytidagi eritmanng pH ini hisoblash formulalari

Masalan: 100,0 ml 0,1000 n. HCl eritmasiga 0,1000 n. NaOH eritmasidan 50; 99; 99,9; 100; 101,1; 101 ml qo'shilganda eritmani pH qiymatlarini hisoblab va titrlash egri chizig'ini chizing va titrlashning ohirgi nuqtasini aniqlash uchun indikator tanlang.

Echish:

1) Titrlashga qadar eritma pHini hisoblash formulasi:

$$pH = -\lg [H^+] = -\lg C_{\kappa-ma} = -\lg 0,1 = 1$$

0,1000 n HCl eritmasiga 50, 90, 99,9 ml da 0,1000 n NaOH qo'shilganda eritmadagi H^+ ionlari konsentratsiyasi va pH o'zgarib boradi. Unda eritma pHi quyidagi formula bilan hisoblanadi.

$$C_A = \frac{V_A - V_B}{V_A + V_B} \cdot N_A \quad \text{yoki} \quad C_{HCL} = \frac{V_{HCL} - V_{NaOH}}{V_{HCL} + V_{NaOH}} \cdot N_{HCL}$$

50,0 ml 0,1000 n $NaOH$ qo'shganda:

$$C_{HCl} = [H^+] = \frac{50}{150} \cdot 0,1 = 3,3 \cdot 10^{-2} \quad \text{mol/l}$$

$$pH = -\lg C_{HCl} = -\lg [H^+] = -\lg 3,3 \cdot 10^{-2} = 2 - \lg 3,3 = 2 - 0,5 = 1,5$$

va hokazo. 100,0 ml 0,1000 n $NaOH$ qo'shilgunga qadar huddi shu formula bilan hisoblanadi.

100,0 ml 0,1000 n $NaOH$ eritmasi qo'shganda eritmadagi kislotaga ekvivalent miqdorda bo'ladi. Hosil bo'lgan tuz $NaCl$ gidrolizga uchramaydi, va eritma muhiti neytral $pH = pOH = 7$ bo'ladi.

Ekvivalent nuqtadan keyin 100,0 ml 0,1000 n HCl ga 100,1; 101; 110 ml 0,1000n $NaOH$ qo'shilganda eritmada ortiqcha ishqor bo'ladi. Bunda $[OH^-]$ ioni ortiqcha olingan $NaOH$ konsentratsiyasiga teng,

$$C_{NaOH} = [OH^-] = \frac{0,1}{200,1} \cdot 0,1 = 5 \cdot 10^{-5} \quad \text{моль / л}$$

$$pOH = -\lg [OH^-] = -\lg 5 \cdot 10^{-5} = -\lg 5 - \lg 10^{-5} = -0,7 + 5 = 4,3$$

$$pH = 14 - 4,3 = 9,7$$

keyingi nuqtalar uchun ham huddi shunday hisoblanadi. Olingan natijalar quyidagi 16-jadval ko'rinishida yoziladi va ular asosida titrlash egri chizig'i chiziladi (1-chizma). Titrlash ohirida pH ning keskin o'zgarishi titrlash sakramasi deyiladi.

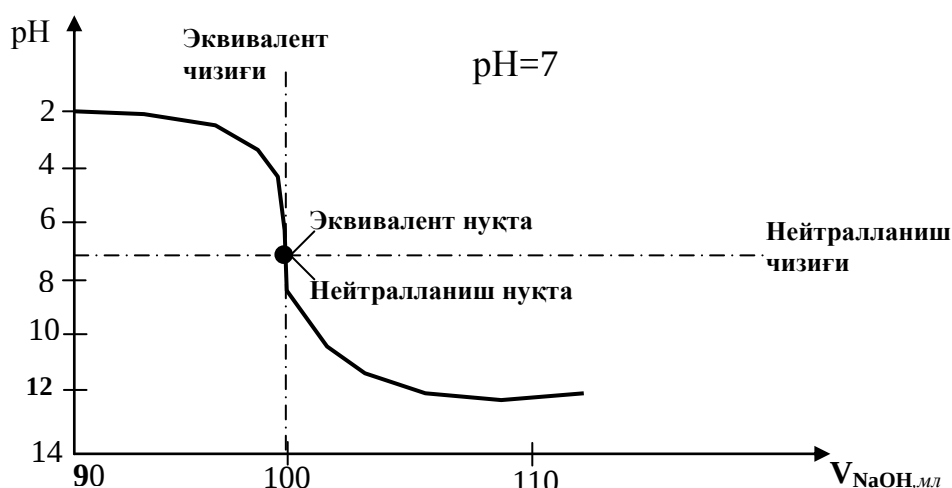
100,0 ml 0,1000 n. HCl eritmasini $NaOH$ ning 0,1000n. eritmasi bilan (yoki aksincha) titrlashda pH ning o'zgarish tartibi.

16-jadval

Qo'shilgan $NaOH$ hajmi, ml	$[H^+]$	$[OH^-]$	pH
Ekvivalent nuqtaga qadar			
0	10	-	1
50	$3,3 \cdot 10^{-2}$	$3 \cdot 10^{-13}$	1,5
90	$5,3 \cdot 10^{-3}$	$1,9 \cdot 10^{-12}$	2,3
99	$5 \cdot 10^{-4}$	$2,0 \cdot 10^{-11}$	3,3
99,9	$5,0 \cdot 10^{-5}$	$2,0 \cdot 10^{-10}$	4,3

Ekvivalent nuqtada			
100	$1 \cdot 10^{-7}$	$1 \cdot 10^{-7}$	7
Ekvivalent nuqtadan keyin			
100,1	$2,0 \cdot 10^{-10}$	$5,0 \cdot 10^{-5}$	9,7
101	$2,0 \cdot 10^{-11}$	$5,0 \cdot 10^{-4}$	10,7
110	$2,1 \cdot 10^{-12}$	$4,8 \cdot 10^{-3}$	11,7

Kuchli kislotani kuchli asos bilan (aksincha) titrlash egri chizig'ida ekvivalent nuqta bilan neytral nuqta bir nuqtaga mos keladi.



1-chizma. 100 ml 0,1n. HCl kislotani 0,1n. NaOH eritmasi bilan titrlash egri chizig'i

Titrlash egri chizig'idan ko'rinadiki, titrlashning boshida eritmaning rNi sekin o'zgaradi, ekvivalent nuqtaga yaqinlashganda keskin, ekvivalent nuqtadan o'tgandan keyin, yana sekin o'zgaradi.

Titrlash egri chizig'iga ta'sir qiluvchi omillar:

1) eritma konsentratsiyasi: konsentratsiya qancha katta bo'lsa, titrlash sakramasi shunchalik katta bo'ladi; Masalan 100 ml 0,1 n HCl ni 0,1 n NaOH bilan titrlashda titrlash sakramasi $\text{pH}=4,3$ dan 9,7 gacha ya'ni 5,4 birlikga o'zgarar ekan

2) harorat - qancha yuqori bo'lsa, titrlash sakramasi shuncha kichik bo'ladi.

II. Kuchsiz kislota kuchli asos bilan titrlashdagi hisoblash formulalari

1. Titrlangunga qadar eritma pHini hisoblash formulasi:

$$[H^+] = \sqrt{K_{K-T} \cdot C_{K-T}}$$

$$pH = -\lg[H^+] = -\frac{1}{2} \lg K_{K-T} - \frac{1}{2} \lg C_{K-T}$$

2. Eritmaga ishqor qo'shilgandagi oraliq nuqtalar uchun rN quyidagi formula bilan hisoblanadi.

$$-\lg[H^+] = -\lg K_{K-T} - \lg \frac{C_{K-T}}{C_{TV3}} \qquad pH = pK_{K-T} - \lg \frac{C_{K-T}}{C_{TV3}}$$

3. Ekvivalent nuqtada kuchsiz kislota kuchli ishqor bilan neytrallanib, eritmada faqat gidrolizga uchraydigan tuz qoladi.

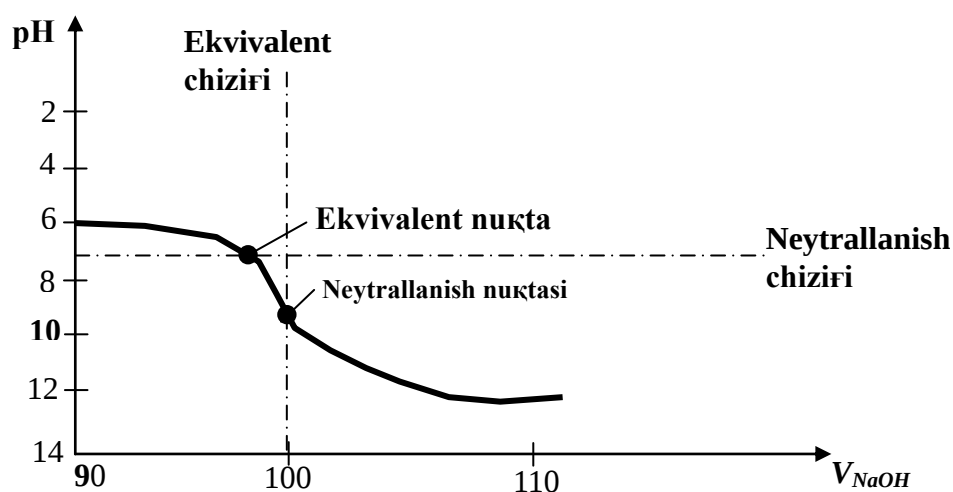
Gidrolizga uchraydigan tuz eritmalarida $[H^+]$ ioni va pH quyidagi formula bilan hisoblanadi.

$$[H^+] = \sqrt{K_{H_2O} \cdot \frac{K_{K-T}}{C_{TV3}}}$$

$$pH = -\lg[H^+] = -\frac{1}{2} \lg K_{H_2O} - \frac{1}{2} \lg K_{K-T} + \frac{1}{2} \lg C_{TV3}$$

$$pH = 7 + \frac{1}{2} pK_{K-T} + \frac{1}{2} \lg C_{TV3}$$

Ekvivalent nuqtadan keyin ortiqcha NaOH qo'shilganda eritmaning pH i yuqorida ko'rsatilgan formula bilan hisoblanadi. Olingan natijalar asosida quyidagi ko'rinishdagi 2-chizma chiziladi.



2-chizma. Kuchsiz kislota kuchli asos bilan titrlash egri chizig'i.

2-chizmadan ko'rinib turibdiki, kuchsiz kislotani kuchli asos bilan titrlaganda ekvivalent nuqta neytrallanish nuqtasi bilan bir nuqtaga tushmasdan, balki ishqoriy muhitga to'g'ri keladi. Titrlash egri chizig'i neytrallanish nuqtasiga nisbatan nosimmetrik joylashadi.

III. Kuchsiz asosni kuchli kislota bilan titrlashda hisoblash formulalari:

1. Titrlangunga qadar eritma pOH i va pH i quyidagi formulalar bilan hisoblanadi.

$$pOH = \frac{1}{2} pK_{acoc} - \frac{1}{2} \lg C_{acoc}$$

$$pH = 14 - pOH = 14 - \frac{1}{2} pK_{acoc} + \frac{1}{2} \lg C_{acoc}$$

2. Oraliq nuqtalarda pH ni hisoblash formulasi.

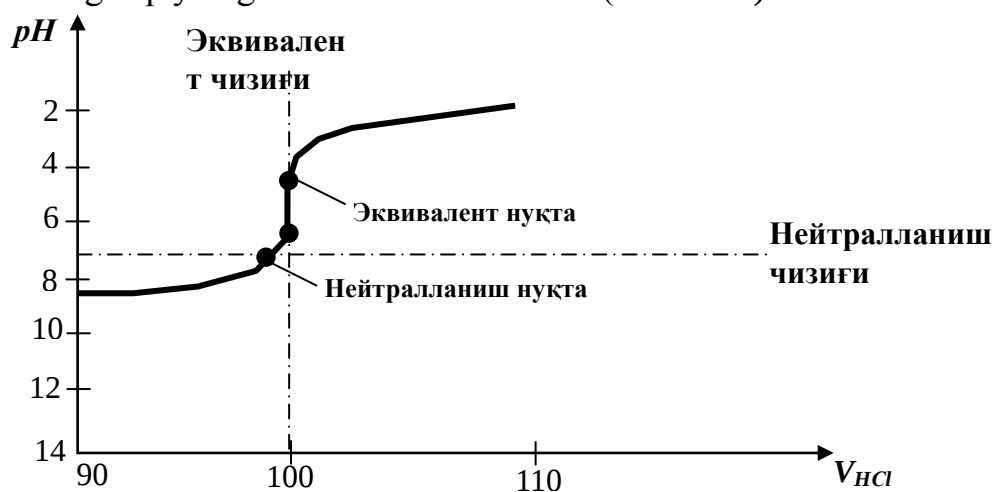
$$pH = 14 - pK_{acoc} - \lg C_{TV3} + \lg C_{acoc}$$

3. Ekvivalent nuqtada pH ni hisoblash formulasi.

$$pH = -\frac{1}{2} \lg K_{H_2O} - \frac{1}{2} \lg C_{TV3} + \frac{1}{2} \lg K_{acoc}$$

$$pH = 7 - \frac{1}{2} pK_{acoc} - \frac{1}{2} \lg C_{TV3}$$

4. Ekvivalent nuqtadan keyin ortiqcha qo'shilgan kuchli kislota koncentraciyasi asosida pH hisoblanadi. Olingan natijalar asosida titrlash egri chizig'i quyidagi ko'rinishda chiziladi. (3-chizma)



3 - chizma. Kuchsiz asosni kuchli kislota bilan titrlash egri chizig'i.

Chizmadan ko'rinadiki, kuchsiz asos kuchli kislota bilan titrlanganda:

1. Ekvivalent nuqta neytrallanish nuqtasi bilan bir nuqtada ustma-ust tushmasdan kislotali muhitda joylashadi.
2. Titrlash egri chizig'i neytrallanish nuqtasiga nisbatan no simmetrik bo'ladi.

5.7. Indikator tanlash.

Indikator tanlash. Titrlashda eng asosiy sharoit indikatorni to'g'ri tanlash kerak. Agar analizdagi hamma shartlar to'g'ri bajarilgan bo'lib, indikator to'g'ri tanlanmasa, olingan natijalar noto'g'ri bo'ladi.

Indikatorning o'zgarish sohasi - pH sakramaga, indikatorning titrlash ko'rsatgichi esa, ekvivalent nuqtaning pH iga to'g'ri kelishi kerak.

Shuning uchun indikatorni tanlashdan oldin, titrlash egri chiziqlaridan pH sakrama oralig'i aniqlanadi, keyin o'zgarish sohasi shu oraliqga to'g'ri keladigan indikator tanlanadi.

Masalan: titrlash egri chiziqlaridan (1,2,3-chizmalar) ko'rinadiki,

a) kuchli kislota kuchli asos bilan titrlaganda pH sakramasi 4,3 - 9,7 oralig'iga to'g'ri keladigan indikatorlar: metiloranj, fenolftalein, lakmus; metilqizil;

b) kuchsiz kislota kuchli asos bilan titrlaganda pH sakramasi 7,74 - 10 oralig'iga to'g'ri keladigan indikatorlar; fenolftalein, timolftalein;

v) Kuchsiz asosni kuchli kislota bilan titrlaganda pH sakramasi 4-6,24 oralig'iga to'g'ri keladigan indikatorlar: metil qizil, metiloranj ishlatiladi.

5.8. Tajriba mashg'ulotlari

1 – ish. NaOH eritmasining titrini aniqlash.

Kerakli asbob-uskuna va reaktivlar:

- 1) 25,00 ml li byuretkali shtativ;
- 2) 5,00 yoki 10,00 ml li pipetka;

- 3) 10 ml li cilindr;
- 4) 100,0 ml li o'lchov kolbasi;
- 5) 3 dona 50 ml li konussimon kolba;
- 6) 10 % li NaOH eritmasi;
- 7) 0,1000 n. HCl ($H_2C_2O_4$) standart eritmasi;
- 8) fenolftalein (1% li spirtidagi) eritmasi.

0,1000 n HCl ($H_2C_2O_4$) ning standart eritmasi fiksanaldan tayyorlanadi yoki ishchi eritmasining titri, bura (yoki soda) bilan titrlab aniqlanadi.

NaOH eritmasini tayyorlash. ~ 0,1 n 100 ml NaOH eritmasi laboratoriyada oldindan tayyorlab qo'yilgan 10 % li eritmada tayyorlanadi.

Hisoblash:

$$C_H = N = \frac{m \cdot 1000}{\mathfrak{E} \cdot V}; \mathfrak{E}_{NaOH} = 40$$

$$m = \frac{N \cdot \mathfrak{E} \cdot V}{1000} = \frac{0,1 \cdot 40 \cdot 100}{1000} = 0,4 \text{ g.}$$

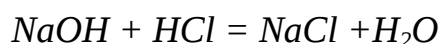
100 gr eritmada – 10 g NaOH erigan

x gr eritmada – 0,4 g NaOH erigan

$$x = \frac{100 \cdot 0,4}{10} = 4 \text{ gr}$$

Eritmaning zichligi 1 g/sm³ ga juda yaqin bo'lgani uchun bu eritmaning 4 gr. 4 ml deb olinadi.

Demak, 10 % NaOH eritmasidan 4 ml cilindr bilan olib 100 ml li o'lchov kolbasiga solinadi va uning belgisigacha distillangan suv bilan suyultirib » 0,1 n NaOH eritmasi tayyorlanadi. NaOH eritmasining titrini standart HCl ($H_2C_2O_4$) bilan aniqlash quyidagi reaksiyaga asoslangan bo'lib, u to'g'ri titrlash orqali bajariladi.



Ishning bajarilish tartibi: Tayyorlangan 0,1 n NaOH eritmasini byuretkaga qo'yiladi.

Titrlash kolbasiga pipetka yordamida aniq hajmda HCl ning standart 0,1000 n eritmasidan (5 yoki 10 ml) o'lchab olinadi. Uning ustiga 2-3 tomchi fenolftalein eritmasidan qo'shib, byuretkadagi NaOH eritmasi bilan titrlanadi. NaOH eritmasidan oz-oz qo'shiladi, kolbani tekis aylanma harakatga keltirish bilan suyuqlikni doimo chayqatib turiladi. Titrlashni 1 tomchi NaOH ta'sirida och pushti rangga o'tguncha davom ettiriladi. Tajribani kamida uch marta (bir-biriga yaqin qiymatlar olguncha) takrorlanadi. Olingan analiz natijalarini jadval ko'rinishida rasmiylashtirib, quyidagi formulalar yordamida hisoblanadi.

№	$V_{HCl} - \text{ml.}$	$V_{NaOH} - \text{ml.}$	Indikator
1.	10,0		
2.	10,0		
3.	10,0		

$$1. \quad V_{NaOH}^{\bar{y}p} = \frac{V_1 + V_2 + V_3}{3}$$

$$2. \quad N_{HCl} \cdot V_{HCl} = N_{NaOH} \cdot V_{NaOH}^{\bar{y}p} \quad N_{NaOH} = \frac{N_{HCl} \cdot V_{HCl}}{V_{NaOH}^{\bar{y}p}}$$

$$3. \quad T_{NaOH} = \frac{N_{NaOH} \cdot \mathcal{E}_{NaOH}}{1000}$$

$$4. \quad T_{NaOH/HCl} = \frac{N_{NaOH} \cdot \mathcal{E}_{HCl}}{1000}$$

2 – ish. Eritmadagi H_2SO_4 miqdorini aniqlash.

Kerakli asbob – uskuna va reaktivlar:

- 1) 25,00 ml li byuretkali shtativ;
- 2) 5,00 yoki 10,00 ml li pipetka;
- 3) 10 ml li cilindr;
- 4) 100,00 ml li o'lchov kolbasi;
- 5) 3 dona 50 ml konussimon kolba;
- 6) 10 % li NaOH eritmasi;

- 7) 0,1000 n. HCl ($H_2C_2O_4$) standart eritmasi;
- 8) fenolftalein (1% li spirtidagi) eritmasi.

100,00 ml o'lchov kolbasiga ma'lum miqdorda H_2SO_4 eritmasidan (o'qituvchi tomonidan) beriladi.

Ishning bajarilish tartibi: Eritmani kolbaning belgisigacha distillangan suv bilan suyultiriladi va yahshilab aralashtiriladi. Titrlash kolbasiga 10,00 ml pipetkada kontrol' eritmada olinadi, ustiga 2-3 tomchi fenolftalein qo'shiladi. 1 – ishda titri aniqlangan NaOH eritmasi bilan eritma och pushti rangga kimguncha titrlanadi. Tajribani uch marta takrorlab jadval ko'rinishida rasmiylashtiriladi.

№	$V_{K.E.} - \text{ml}$	$V_{NaOH} - \text{ml.}$	Indikator
1.	10,00		
2.	10,00		
3.	10,00		

Analiz natijasini quyidagi formula bo'yicha hisoblanadi.

$$Q_{H_2SO_4} = \frac{N_{NaOH} \cdot V_{yp.NaOH} \cdot \mathcal{E}_{H_2SO_4} \cdot V_K}{1000 \cdot V_n}$$

$$X_{H_2SO_4}(\%) = \frac{N_{NaOH} \cdot V_{yp.NaOH} \cdot \mathcal{E}_{H_2SO_4} \cdot V_K \cdot 100}{1000 \cdot V_n \cdot V_{K.E.}}$$

$V_{K.E.}$ – o'qituvchi tomonidan berilgan kontrol' eritma hajmi, ml.da

V_K – suyultirib ishlatilgan kontrol' eritma – kolba hajmi, ml.da

V_n – H_2SO_4 kontrol' eritmasining titrlash uchun olingan hajmi, ml (pipetka hajmi) da.

Sut mahsulotlarining kislotaliligini aniqlash.

Sutning kislotaliligi deganda 100 ml sutdagi kislotani neytrallashtirish uchun sarflangan 0,1000 mol/l NaOH eritmasining millilitrlarda ifodalangan soni qabul qilingan (u T_{eq} , T° – graduslarda ifodalanadi). Sutning kislotaliligi sut

tarkibidagi kazein, fosfat, limon va karbonat kislotalarning nordon tuzlari miqdori bilan harakterlanadi. Sut kislotasining bakteriyalari ta'sirida sutdan sut kislotasi hosil bo'ladi. Toza sutning kislotaliligi 16-18 T°. Agar sutning kislotaliligi 27-30 T° bo'lsa, sut qaynatilganda buziladi. Ba'zan sut va sut mahsulotlarining kislotaliligi sut kislotasining foizlarda (%) olingan miqdori bilan ifodalanadi ($CH_3CHOHCOOH$ – nisbiy molekulyar massasi 90). 1 ml 0,1000 mol/l NaOH ga (1 T°) 0,009 g sut kislotasi to'g'ri keladi. Masalan: 100g (yoki 100 ml) sutning kislotaliligi 20 T° bo'lsa, demak, unda 20 Ch $0,0090 = 0,18$ g yoki 0,18 % sut kislotasi bo'ladi.

3 – ish. Sutning kislotaliligini aniqlash.

Kerakli asbob – uskuna va reaktivlar:

- 1) 25,00 ml byuretkali shtativ;
- 2) 3 dona 50 ml titrlash kolbasi;
- 3) 10,00 va 20,00 ml li pipetka;
- 4) 0,1000 n (0,1000 mol/l) NaOH eritmasi;
- 5) fenolftalein (1 % li spirtidagi) eritmasi ;
- 6) sut.

Titrlash kolbasiga 10,00 ml sut olib, ustiga 20,00 ml suv, 2-3 tomchi fenolftalein qo'shiladi va titri aniq bo'lgan byuretkadagi NaOH eritmasi bilan titrlanadi. Titrlashni eritma och pushti rangga kiringuncha davom ettiriladi. Tajribani uch marta takrorlab, sutning kislotaligini quyidagi formula asosida hisoblanadi (K, T°).

$$K = \frac{V_{yp.NaOH} \cdot N_{NaOH} \cdot 100}{10 \cdot 0,1} = V_{yp.NaOH} \cdot N_{NaOH} \cdot 100$$

bunda,

K - sutning kislotaligi, T°

$V_{yp.NaOH}$ – 10,00 ml sutni titrlash uchun sarf bo'lgan o'rtacha hajmi, ml;

N_{NaOH} – NaOH eritmasining konsentratsiyasi, mol/l;

100 – titrlash uchun olingan sutning hajmi, ml;

0,1 – 0,1 mol L^{-1} NaOH eritmasining konsentratsiyasi.

4 – ish. Qatiqning kislotaliligini aniqlash.

Kerakli asbob-uskuna va reaktivlar:

- 1) 25,00 ml byuretkali shtativ;
- 2) 3 dona 50 ml titrlash kolbasi;
- 3) 10,00 ml va 20,00 ml pipetka;
- 4) 0,1000 n (0,1000 mol L^{-1}) NaOH eritmasi;
- 5) fenolftalein (1 % li spirtidagi) eritmasi ;
- 6) qatiq;
- 7) 50 ml.li cilindir.

Titrlash kolbasiga pipetka bilan 10,00 ml qatiqni olib quyiladi, pipetka 20,00 ml suv bilan chayiladi. Chayindi ham kolbaga qo'shiladi va ustiga 2-3 tomchi fenolftalein tomizib, titri aniq bo'lgan byuretkadagi 0,1000 mol L^{-1} li NaOH eritmasi bilan eritma och pushti rangga kimguncha titrlanadi. Titrlashni kamida uch marta takrorlab, yuqoridagi formula asosida qatiqning kislotaliligini hisoblanadi.

5 – ish. Muzqaymoqning kislotaliligini aniqlash.

Kerakli asbob-uskuna va reaktivlar:

- 1) 25,00 ml byuretkali shtativ;
- 2) 3 dona 50 ml titrlash kolbasi;
- 3) 10,00 ml va 20,00 ml pipetka;
- 4) 0,1000 n. (0,1000 mol L^{-1}) NaOH eritmasi;
- 5) fenolftalein (1 % li spirtidagi) eritmasi;
- 6) analitik tarozi va uning toshlari;
- 7) muzqaymoq.

Analitik tarozida 5 g muzqaymoqdan o'lchab olib, ustiga 30 ml suv va 2–3 tomchi fenolftalein qo'shiladi. Titri aniq bo'lgan byuretkadagi NaOH eritmasi bilan barqaror och pushti rang hosil bo'lguncha titrlanadi.

Agar muzqaymoq o'ziga hos rangga ega bo'lsa, titrlashni eritmaning rangi kontrol' eritmaga nisbatan o'zgarguncha davom ettiriladi. Titrlashni kamida uch marta takrorlab muzqaymoqni kislotaliligini (K , T°) quyidagi formula bilan hisoblanadi.

$$K = \frac{V_{\text{yp.NaOH}} \cdot N_{\text{NaOH}} \cdot 100}{m \cdot 0,1} = \frac{V_{\text{yp.NaOH}} \cdot N_{\text{NaOH}} \cdot 1000}{m}$$

m – muzqaymoqning massasi, g

6 – ish. Pivoning kislotaliligini aniqlash.

Kerakli asbob-uskuna va reaktivlar:

- 1) 25,00 ml byuretkali shtativ;
- 2) 3 dona 50 ml titrlash kolbasi;
- 3) 10,00 ml va 20,00 ml pipetka;
- 4) 0,1000 n. (0,1000 mol/L) NaOH eritmasi;
- 5) fenolftalein (1 % li spirtidagi) eritmasi ;
- 6) isitgich;
- 7) 100,0 ml.li o'lchov kolbasi;
- 8) qaynoq suv;
- 9) pivo.

Pivoning tarkibini CO_2 dan tozalash uchun chayqatiladi, zarur bo'lganda filtrlanadi. Pipetka yordamida 10,00 ml pivo 100,0 ml o'lchov kolbasiga olib, belgisigacha qaynatilgan distillangan suv qo'shib, suv hammomida CO_2 dan tozalash uchun bir minut davomida qaynatiladi. Keyin eritmani tez suv kranida sovutiladi, 5 tomchi fenolftalein qo'shiladi. Eritma barqaror och pushti rangga kimguncha titri aniq bo'lgan 0,1000 mol/L NaOH eritmasi bilan titrlanadi. Titrlashni kamida uch marta takrorlanadi.

Pivoning kislotaliligi 100 ml pivoda bo'lgan sut kislotasining miqdori bilan yoki 100,0 ml pivoni neytrallash uchun sarf bo'lgan 0,1000 mol/L NaOH ning millilitrlar soni bilan ifodalanadi. Pivo to'q rangli bo'lsa potentsiometrik usulda titrlanadi (216 betga qarang).

7 – ish. Sirkadagi sirka kislota miqdorini aniqlash.

Asosiy asbob-uskuna va reaktivlar:

- 1) 25,00 ml byuretkali shtativ;
- 2) 3 dona 50 ml titrlash kolbasi;
- 3) 10,00 ml va 20,00 ml pipetka;
- 4) 0,1000 n (0,1 mol/L) NaOH eritmasi;
- 5) fenolftalein (1 % li spirtidagi) eritmasi ;
- 6) 100,0 ml o'lchov kolbasi;
- 7) sirkaning spirtidagi 1% - li eritmasi.

Hajmi 100 ml bo'lgan o'lchov kolbasiga pipetkada 10,00 ml sirkadan olib, belgisigacha distillangan suv bilan suyultiriladi. Tayyorlangan eritmada titrlash kolbasiga 10,00 ml olib, 1-2 tomchi fenolftalein qo'shiladi va titri aniq bo'lgan NaOH ning 0,1000 mol/L eritmasi bilan och pushti rang hosil bo'lguncha titrlanadi. Titrlashni kamida uch marta takrorlanadi.

1 ml 0,1000 mol/L NaOH eritmasiga 0,00600 (CH_3COOH) kislota to'g'ri keladi. Sirka kislota miqdorini (Q g/100 ml sirkada), quyidagi formula bilan hisoblanadi.

$$Q = \frac{V_{yp.NaOH} \cdot N_{NaOH} \cdot 0,06 \cdot 100 \cdot 100}{V_1 \cdot V_2} = \frac{V_{yp.NaOH} \cdot N_{NaOH} \cdot 600}{V_1 \cdot V_2}$$

bu erda

V_1 – aniqlash uchun olingan sirkaning hajmi, ml

V_2 - suyultirilgan sirkaning hajmi, ml.

Sirkada 6% atrofida sirka kislota bo'lishi mumkin.

8 – ish. Nonning kislotaliligini aniqlash.

Kerakli asbob-uskuna va reaktivlar:

- 1) 25,00 ml.li byuretkali shtativ;
- 2) 3 dona 50 ml.li titrlash kolbasi;
- 3) 10,00 ml.li va 20,00 ml.li pipetka;

- 4) 0,1000 n NaOH eritmasi;
- 5) fenolftalein (1 % li spirtdagi) eritmasi ;
- 6) analitik tarozi va toshlari;
- 7) 500 ml konussimon kolba;
- 8) qora non.

Hamir achishi natijasida nonda sirka va sut kislotasi hosil bo'ladi. Nonning mazasi uning kislotaliligi bilan harakterlanadi. Nonning kislotaliligi graduslarda ifodalanadi. Masalan: qora nonda – 12⁰, bug'doy unidan tayyorlangan nonda – 6⁰ dan yuqori bo'lmasligi kerak. Kislotaliligi 1⁰ bo'lgan 100 g non tarkibidagi kislotani neytrallash uchun 1,00 n NaOH eritmasidan 1 ml sarf bo'ladi.

Aniqlash tartibi: 500 ml konussimon kolbaga analitik tarozida o'lchab olingan 50 g qora nonni maydalab solinadi, ustiga 200 ml issiq distillangan suv qo'shib aralashtiriladi va yana 50 ml distillangan suv qo'shiladi. Tindirish uchun bir soat qo'yib quyiladi. Bir soatdan keyin tindirilgan eritmaning ustki tiniq qismidan pipetka yordamida 50 ml olinadi, ustiga 2-3 tomchi fenolftalein tomizilib 0,1000 n NaOH eritmasi bilan och pushti rang hosil bo'lguncha titrlanadi.

Hisoblash. Qora nonning ivishidan hosil bo'lgan 50,00 ml suyuqlikni (vityajka) titrlash uchun NaOHning 0,1000 n eritmasidan 7,2 ml sarf bo'ldi. 250,0 ml uchun esa

$$50,00 \text{ ml} \rightarrow 7,2 \text{ ml}$$

$$250,0 \text{ ml} \rightarrow x \quad x = \frac{250 \cdot 7,2}{50} = 36 \text{ ml}$$

50,00 g qora non tarkibidagi kislotani neytrallash uchun 36 ml 0,1000 n NaOH eritmasi sarf bo'lsa, 100,0 g qora nondagi kislotani neytrallash uchun 2 marta kup 72,0 ml 0,1000 n NaOH, 1,00 n NaOH eritmasidan 10 marta kam 7,2 ml sarf bo'ladi.

Demak, tekshirilgan qora nonning kislotaliligi 7,2⁰. Davlat standarti bo'yicha qora nonning kislotaliligi 12⁰ dan oshmasligi kerak.

Foizlarda hisoblaganda,

$$12^0 \rightarrow 100\%$$

$$7,2^0 \rightarrow x$$

$$x = \frac{7,2 \cdot 100}{12} = 60\%$$

Agar nonni kislotaliligi 100 % bo'lsa, non etilgan hamirdan tayyorlangan bo'ladi. Agar nonni kislotaliligi 100 % yuqori bo'lsa, non achigan hamirdan tayyorlangan bo'ladi.

9 – ish. Moy yoki yog' tarkibidagi yuqori molekulyar yog' kislota miqdorini aniqlash.

Kerakli asbob-uskuna va reaktivlar:

- 1) 5,00 ml.li mikrobyuretk;
- 2) 25 ml titrlash kolbasi;
- 3) shtativ;
- 4) 2,00 ml pipetka;
- 5) fenolftalein (1% li spirtidagi) eritmasi;
- 6) 95 % li etil spirti;
- 7) 0,01000 mol_l/l KON.

Spirt tarkibida bo'lgan CH₃COOH ni fenolftalein qo'shib, NaOH bilan och pushti rang hosil bo'lguncha neytrallanadi.

Aniqlash tartibi:

1 – usul: 1-3 gr atrofida aniq massadagi moy yoki yog'ni titrlash kolbasiga solinadi, ustiga ma'lum hajmda neytrallangan spirt quyiladi, 2- 3 tomchi fenolftalein tomiziladi va mikrobyuretkadagi 0,01000 mol_l/l KON eritmasi bilan och pushti rang hosil bo'lguncha titrlanadi. Titrlashda loyqalanish bo'lsa, etil spirti qo'shing.

2 – usul: Analiz uchun olingan moy yoki yog' namunasini titrlash kolbasiga quyiladi, ustiga 1 ml suv va 1-3 tomchi fenolftalein tomiziladi. Mikrobyuretkadagi 0,01000 mol_l/l KON eritmasi bilan suv qavati och pushti rangga kirguncha titrlanadi. Titrlashni qizdirish bilan olib boriladi.

Har ikkala analiz usulining natijalari quyidagi formula bilan hisoblanadi:

$$K = \frac{V_{KOH} \cdot N_{KOH} \cdot 100}{m}$$

K – yog' yoki moyning kislotaliligi 100 g yog' yoki moy tarkibidagi yog' kislota miqdori bilan mmol'da ifodalanadi.

m - yog' yoki moyning massasi, g;

VKOH – titrlashga sarf bo'lgan 0,01000 mol/l KON ning hajmi;

N – KON ning mol/l koncentraciyasi.

Mavzu yuzasidan savol va mashqlar.

1. Titrimetrik analizning mohiyati va turlari.
2. Titrlashda qo'llaniladigan reakciyalar qanday talablarga javob berishi kerak?
3. Qanday moddalar boshlang'ich moddalar deyiladi va ular qanday talablarga javob berishi kerak?
4. Quyidagi tushunchalarga ta'rif bering: a) titrant, b) standart eritma, v) titrlashning ohirgi nuqtasi, g) ekvivalent nuqta.
5. Standart eritmalar qanday usullar bilan tayyorlanadi?
6. Neytrallash usulida qanday indikatorlar ishlatiladi va ular qanday talablarga javob berishi kerak?
7. Indikator nazariyasining mohiyati nimadan iborat?
8. 10 ml suyultirilgan sutni titrlash uchun 12,3 ml 0,1022 n NaOH eritmasi sarflandi? Sutning kislotaliligini " T^o " da hisoblang.
9. 10 ml sutning 10 marta suyultirilgandan keyingi kislotaliligi 19 T^o ga teng bo'lsa, shu sutni titrlash uchun 0,1058 n NaOH eritmasidan necha ml sarflangan?
10. 20 ml pivoni titrlash uchun 6,3 ml 0,1031 n NaOH eritmasi sarflandi. Pivoning kislotaliligini hisoblang.
11. 0,2000 g sut kislotasini neytrallash uchun qancha NaOH kerakligini hisoblab toping.
12. 2,50 gr yog' etil spirtida eritilganda. Hosil bo'lgan eritmani titrlashda 1,30 ml 0,1055 n KOH eritmasi sarflansa, yog'ning kislotaliligini toping.

13. Analiz qilinayotgan yog' tarkibida 92 % pal'mitin kislotasining trigliceridi bor. Shu yog'ning 2 gramini sovunlash uchun necha gramm KOH kerakligini hisoblang.
14. 0,01 m li olein kislotasini trigliceridini sovunlash uchun qancha(ml) KOH zarurligini hisoblang.
15. 2 molъ olein kislotasining trigliceridini sovunlash uchun qancha (molъ) KOH kerakligini hisoblang.
16. 4,315 mg-ekv NaOH va 4,315 mg-ekv $CaCO_3$ bilan necha g HCl reaksiyaga kirishadi?
17. 20 sm^3 H_3PO_4 eritmasi (fenolftalein ishtirokida) 0,1n NaOH ning 27,50 sm^3 eritmasi bilan titrlandi. H_3PO_4 ning normalligi va titrini P_2O_5 bo'yicha hisoblang.
18. 200 ml suvda 2,6113 g bura $Na_2B_4O_7 \cdot 10H_2O$ eritilgan. Eritmani titrini va normal konsentratsiyasini hisoblang.
19. 0,050 n 255,0 ml NaOH eritmasini tayyorlash uchun 5 % li eritmasidan necha ml olish kerak?
20. Titri 0,003556 gr/ml bo'lgan 2,0 l eritma tayyorlash uchun zichligi 1,179 gr/ml bo'lgan HCl eritmasidan qancha olish kerak?
21. Sul'fat kislotaning 180 ml 2,5 M va 300 ml 4,0 m eritmalari aralashtirildi. Hosil bo'lgan eritmaning molyar konsentratsiyasini hisoblang.
22. 200 ml 0,20 n eritma tayyorlash uchun $d = 1,307 g/sm^3$ bo'lgan 40 % li H_2SO_4 eritmasidan necha millilitr olish kerak?
23. KOH ning 0,2 n eritmasidan 500 ml tayyorlash uchun tarkibida 20% suv bo'lgan KOH dan necha gramm kerak?
24. Zichligi $1,825 g/sm^3$ ga teng bo'lgan 92 % li H_2SO_4 eritmasining normalligini, titrini va molyarligini hisoblang.
25. 250 ml suvda 3,1 gr K_2CO_3 eritildi. Eritmaning normalligini, molyarligini va titrini hisoblang.
26. 4 l 0,5 n KCl eritmasiga 2,5 g KCl eritildi. Eritmaning hajmi 5 l ga etkazildi. Hosil bo'lgan eritmaning normal konsentratsiyasini hisoblang.

27. 600 ml 0,1260 mol/l HCl eritmasiga 450 ml 0,0978 mol/l HCl eritmasi qo'shildi. Hosil bo'lgan eritmaning molyar konsentratsiyasini hisoblang.
28. 2,0180 g $H_2C_2O_4 \cdot 2H_2O$ namunasidan necha ml 0,050 M eritma tayyorlash mumkinligini hisoblang.
29. 100,0 ml eritmada 1,8838 gr $Na_2B_4O_7 \cdot 10H_2O$ bor. Eritmaning molyarligini, titrini hisoblang.
30. 0,5000 g soda 250,0 ml sig'imli o'lchov kolbasida eritildi. Eritmaning 50,00 ml ni metiloranj indikatorida titrlash uchun 24,00 ml H_2SO_4 eritmasi sarf bo'ldi. Bu eritmaning normalligi va titrini hisoblang.
31. 0,1040 n 25,00 ml NaOH ning eritmasini titrlash uchun, 1l eritmada 9,7780 g koncentrlangan HNO_3 tutgan eritmada 25,45 ml sarf bo'ldi. Eritmadagi HNO_3 ning % miqdorini hisoblang.
32. Teknik o'yuvchi kaliydan tayyorlangan eritmani titrlash uchun fenolftalein ishtirokida 0,09500 n HCl eritmasidan 22,40 ml sarf bo'lgan, metiloranj ishtirokida titrlanganda esa HCl ning huddi shu eritmasidan 25,80 ml sarf bo'lgan. Teknik o'yuvchi kaliy tarkibida qancha KOH va K_2CO_3 bor?
33. Na_2CO_3 va $NaHCO_3$ aralashmasi eritmasining 25,00 ml ni fenolftalein ishtirokida titrlash uchun H_2SO_4 ning 0,1200 n eritmasidan 9,46 ml, metiloranj ishtirokida titrlash uchun esa 24,86 ml sarf bo'lgan. Shu eritmaning 250 ml da necha gramm Na_2CO_3 va necha gramm $NaHCO_3$ borligini aniqlang.
34. 100 ml "qattiq" suvni titrlash uchun HCl ning 0,0900 n eritmasidan 5,00 ml sarf bo'lgan bo'lsa, suvning karbonat qattiqligini hisoblang.
35. 100 ml suvga Na_2SO_3 ning 0,1100 n eritmasidan 10,00 ml ta'sir ettirib bug'latilgandan so'ng ortib qolgan Na_2SO_3 ni teskari titrlash uchun HCl ning 0,1000 n eritmasidan 6,20 ml sarf bo'lgan bo'lsa, suvning qattiqligini hisoblang.

VI Mavzu: TITRIMETRIK ANALIZNING OKSIDLANISH-QAYTARILISH USULI

Tayanch iboralar:

- oksidlanish-qaytarilish (oksidimetrik) usuli;
- oksidlanish-qaytarilish usulining turlari ;
- oksidlanish-qaytarilish indikatorlari ;
- permanganatometrik usuli;
- $KMnO_4$ ishchi eritmasini tayyorlash va saqlash;
- $KMnO_4$ eritmasini titrini aniqlash ;
- permanganatometrik titrlashni olib borish shartlari ;
- avtokatalitik (Shilov reaksiyasi) reaksiya ;
- permanganatometrik titrlashda ekvivalent nuqtani aniqlash ;
- permanganatometrik usuli bilan moddalar miqdorini aniqlash ;
- permanganatometrik usulining afzalligi ;
- permanganatometrik usulning kamchiligi ;
- hromatometrik usul ;
- hromatometrik usulning afzalligi ;
- hromatometrik usulning kamchiligi ;
- yodometrik usul;
- yodometrik usulining afzalligi ;
- yodometrik usulning kamchiligi ;
- oksidlanish-qaytarilishda titrlash egri chiziqlari .

Hajmiy analizning oksidlanish-qaytarilish reaksiyalariga asoslanib moddalar miqdorini aniqlash usuliga oksidlanish – qaytarilish usuli (redoksidimetrik yoki oksidometrik) deb aytiladi.

Hamma oksidlanish-qaytarilish usullari ishlatiladigan asosiy titrantning hassasiga ko'ra bir necha turlarga bo'linadi. Masalan: permanganat ion (MnO_4^-) yordamida oksidlashga asoslangan usulga permanganatometrik, molekulyar yod yordamida oksidlanishga yoki yod ionlari I^- bilan qaytarilishga asoslangan usulga yodometrik, hrom (VI) birikmalari ($Cr_2O_7^{2-}$; CrO_4^{2-}) yordamida oksidlashga

asoslangan usulga hromatometrik, askorbin kislotasi yordamida qaytarishga asoslangan usulga – askorbinometrik, titan (III) birikmalari yordamida qaytarishga asoslangan usulga titanometrik va boshqa usullarga bo'linadi.

Oksidlanish-qaytarilish usullari ham kislota-asosli titrlash usullari kabi ilmiy tekshirish va ishlab chiqarish laboratoriyalarida keng qo'llaniladi. Bu usullar turli hil anorganik va organik moddalar, metallorganik birikmalar, monomerlar, polimerlar, mineral o'g'itlar, dorivor moddalar, oziq-ovqat mahsulotlari tarkibidagi u yoki bu modda miqdorini aniqlash imkonini beradi. Bu usullardan ba'zi bir keng qo'llaniladigan usullari bilan quyida tanishib chiqiladi.

6.1. Oksidlovchi va qaytaruvchilarning molyar ekvivalent massasini hisoblash

Oksidlovchi va qaytaruvchilarning molyar ekvivalent massasi reaksiyada qabul qilgan yoki bergan elektronlar soniga bog'liq bo'lib, modda molekulyar massasining qabul qilgan yoki bergan elektronlar soniga nisbatiga teng:

$$M_{(экв)} = \frac{M}{n}$$

M - oksidlovchi va qaytaruvchi moddaning molyar massasi;

p – qabul qilgan yoki bergan elektronlar soni ;

Qabul qilgan yoki bergan elektronlar sonini bilish uchun oksidlovchi va qaytaruvchini boshlang'ich va ohirgi oksidlanish darajalarini bilish shart.

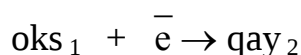
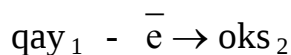
6.2. Titrlash egri chizig'i

Oksidimetrik titrlashda reaksiyaga kirishayotgan modda yoki ionlar konsentratsiyasi har doim o'zgarib turadi. Nernst tenglamasiga ko'ra

$$E = E^0 + \frac{2,3RT}{nF} \lg \frac{[оксид]}{[кайтар]}$$

titrlashning turli nuqtalarida oksidlanish potentsiali ham o'zgaradi.

Titrlash yarim reaksiya ko'rinishida



Titrlash jarayonida sistemaning potentsiali oshib boradi, ekvivalent nuqtadagi oksidlash potentsiali quyidagi formula bilan hisoblanadi:

$$E = \frac{n_1 E_1^0 + n_2 E_2^0}{n_1 + n_2}$$

bunda: n_1 va n_2 – yarim reaksiya tenglamadagi bergan yoki qabul qilgan elektronlar soni

E_1^0 va E_2^0 – oksidlovchi – qaytaruvchi juftlarning normal potentsiali.

Masalan: 100 ml 0,1 n $FeSO_4$ eritmasini kislotali muhitda $[H^+] = 0,1$ mol/l, 100 ml 0,1n standart $KMnO_4$ eritmasi bilan titrlash egri chizig'ini chizing.

Titrlash jarayonining ayrim nuqtalarida oksidlanish-qaytarilish potentsiali quyidagicha hisoblanadi:

1. Titrlangunga qadar potentsialni hisoblash:

$$E = 0,77 + \frac{0,058}{1} \lg \left[\frac{Fe^{3+}}{Fe^{2+}} \right]$$

Fe^{2+} ioni eritmasida oz miqdorda Fe^{3+} ioni bo'ladi, uni konsentratsiyasini aniqlash qiyin, shuning uchun oksidimetrik titrlashda bu nuqtadagi potentsial hisobga olinmaydi.

2. Ekvivalent nuqttagacha bo'lgan potentsial quyidagicha hisoblanadi. Faraz qilaylik, 100 ml 0,1 n $FeSO_4$ eritmasiga 50 ml 0,1 n $KMnO_4$ qo'shildi. Unda eritmada uchta ion Fe^{2+} , Fe^{3+} va Mn^{2+} bo'ladi. MnO_4^- esa juda kam.

$$[Mn^{2+}] = \frac{50 \cdot 0,1}{150} - [MnO_4^-] = \frac{5}{150}$$

$$[Fe^{3+}] = \frac{50 \cdot 0,1}{150} - [MnO_4^-] = \frac{5}{150}$$

unda

$$[Fe^{2+}] = \frac{100 \cdot 0,1}{150} - \left\{ \frac{50 \cdot 0,1}{150} - [MnO_4^-] \right\} = \frac{5}{150}$$

Muvozanatdagi $[Fe^{2+}]$ va $[Fe^{3+}]$ ionlari konsentratsiyasi qiymatini qo'yib quyidagini olinadi:

$$E_{Fe^{3+}/Fe^{2+}} = 0,77 + 0,059 \lg \frac{5}{150} \cdot \frac{150}{5} = 0,77 B$$

Demak, eritmaning 50 % titrlanganda sistemaning oksidlanish – qaytarilish potentsiali aniqlanadigan oksidlovchi – qaytaruvchi juftining standart potentsialiga teng.

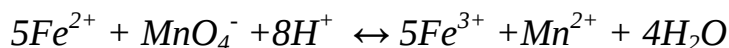
Agar 100 ml 0,1 n $FeSO_4$ eritmasiga 99,9 ml 0,1 n $KMnO_4$ qo'shilganda eritmada Fe^{2+} ionining hajmi 0,1 ml qoladi:

$$[Fe^{3+}] = \frac{99,9 \cdot 0,1}{199,9} - [MnO_4^-] = \frac{9,99}{199,9}$$

$$[Fe^{2+}] = \frac{100 \cdot 0,1 - 99,9 \cdot 0,1}{199,9} - [MnO_4^-] = \frac{0,01}{199,9}$$

$$E_{Fe^{3+}/Fe^{2+}} = 0,77 + 0,059 \lg \frac{99,9/199,9}{0,01/199,9} = 0,95B$$

3. Ekvivalent nuqtada muvozanat qaror topganda



$$E_{Fe^{3+}/Fe^{2+}} = 0,77 + 0,059 \lg \frac{[Fe^{3+}]}{[Fe^{2+}]}$$

$$E_{MnO_4^- + 8H^+ / Mn^{2+} + 4H_2O} = 1,51 + \frac{0,059}{5} \lg \frac{[MnO_4^-][H^+]^8}{[Mn^{2+}]}$$

Tenglamani hadma – had qo'shsak

$$6E = 0,77 + 5 \cdot 1,51 + 0,059 \lg \frac{[Mn^{2+}][MnO_4^-][H^+]^8}{[Fe^{2+}][Mn^{2+}]}$$

Ekvivalent nuqtada har bir $[MnO_4^-]$ ioniga 5 $[Fe^{3+}]$ ioni to'g'ri keladi.

$$5[Fe^{2+}] = [MnO_4^-] \qquad 5[Fe^{3+}] = [Mn^{2+}]$$

Ikkinchisini birinchisiga bo'lganda

$$\frac{[Fe^{3+}]}{[Fe^{2+}]} = \frac{[Mn^{2+}]}{[MnO_4^-]} \quad \text{va} \quad \frac{[Fe^{3+}][MnO_4^-]}{[Fe^{2+}][Mn^{2+}]} = 1$$

$\lg 1 = 0$ unda,

$$6E = 0,77 + 5 \cdot 1,51 \qquad E = \frac{0,77 + 5 \cdot 1,51}{6} = 1,39B$$

4. Ekvivalent nuqtadan keyingi nuqtalarda potentsialni hisoblash. 100 ml 0,1 n $FeSO_4$ eritmasiga 100,1 ml $KMnO_4$ qo'shilganda $[MnO_4^-]$ ionlari ortiqcha bo'lib $[Fe^{2+}]$ ionlari juda kam bo'lganda

$$[Fe^{3+}] = \frac{100,1 \cdot 0,1}{200,1} - [Fe^{2+}] = \frac{10,01}{200,1}$$

$$[Mn^{2+}] = \frac{100,1 \cdot 0,1}{200,1} - [Fe^{2+}] = \frac{10,01}{200,1}$$

$$[MnO_4^-] = \frac{100,1 \cdot 0,1 - 100 \cdot 0,1}{200,1} + [Fe^{2+}] = \frac{0,01}{200,1}$$

Bu nuqtadagi sistemaning potentsiali:

$$E_{MnO_4^- + 8H^+ / Mn^{2+} + 4H_2O} = 1,51 + \frac{0,059}{5} \lg \frac{0,01/200,1}{10,01/200,1} = 1,51 + \frac{0,059}{5} \lg 10^{-3} = 1,48 \text{ B}$$

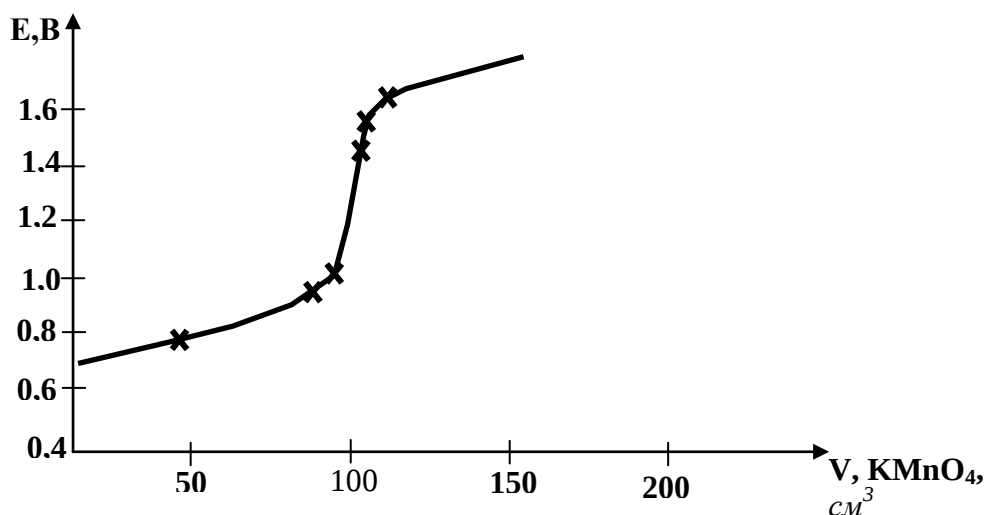
Olingan natijalar 17-jadval ko'rinishida yozilib, titrlash egri chizig'i chiziladi (1-chizma).

100 ml 0,1000 FeSO₄ eritmasini 0,1000 n KMnO₄ eritmasi bilan [H⁺] = 0,1000 g – ion/l bo'lganda titrlashda oksidlanish – qaytarilish potentsiali qiymatining o'zgarishi.

17-jadval

Titrlash bosqich	Qoʻshilgan $KMnO_4$ hajmi (ml)	Ortiqcha, ml hisobida		$\frac{[Fe^{3+}]}{[Fe^{2+}]}$	$\frac{[MnO_4^-]}{[Mn^{2+}]}$	Hisoblashlar	E, B
		$FeSO_4$	$KMnO_4$				
2	50	50	-	50/50=1	-	E = 0,77	0,77
	91	9	-	91/9=10	-	E=0,77+0,059lg10	0,829
	99	1	-	99/1=100	-	E=0,77+0,059lg100	0,889
	99,9	0,1	-	99,9/0,1=1000	-	E=0,77+0,059lg1000	0,9470
3	100	-	-	-	-	$E = \frac{0,77 + 5 \cdot 1,51}{5 + 1}$	1,387
	100,1	-	0,1	-	0,1/100=0,001	$E = 1,51 + \frac{0,059}{5} \lg 0,001$	1,475
	101,0	-	1,0	-	1/100=0,01	$E = 1,51 + \frac{0,059}{5} \lg 0,01$	1,486
	110	-	10	-	10/100=0,1	$E = 1,51 + \frac{0,059}{5} \lg 0,1$	1,498
	200	-	100	-	100/100=1	$E = 1,51 + \frac{0,059}{5} \lg 1$	1,510

Potencial sakrama 1,48 – 0,95 = 0,53 V ga teng.



1 - chizma. pH = 1 bo'lganda FeSO₄ ning KMnO₄ bilan titrlash egri chizig'i.

Chizmadan ko'rinib turibdiki, oksidimetrik titrlash egri chizig'i, shakl jihatidan neytrallash usulidagi titrlash egri chizig'iga o'hshaydi, ya'ni ekvivalent nuqta yaqinida potencial keskin o'zgaradi. Lekin ekvivalent nuqtaga yaqin bo'lmagan nuqtalarda chiziq bir tekis o'zgarib boradi, ya'ni E ning qiymati titrlash vaqtida juda sekin o'zgaradi. Oksidimetrik titrlash egri chizig'ida keskin o'zgarish sohasi borligidan foydalanib, ekvivalent nuqtani aniq belgilash uchun mahsus indikatorlar ishlatish mumkin.

Oksidimetrik titrlash egri chiziqlari eritmaning suyultirilishiga bog'liq emas, chunki Nernst tenglamasiga eritma suyultirilgani bilan o'zgarmaydigan oksidlangan va qaytarilgan formalar konsentratsiyalarining nisbati kiritilgan. Oksidimetrik usul titrlash egri chizig'ining eritma konsentratsiyasiga bog'liq emasligi bilan neytrallash usulidan afzal turadi.

Bu usulning ikkinchi afzalligi shundaki, reaksiya natijasida hosil bo'lgan ionlardan birini kompleksga bog'lash bilan titrlash egri chizig'idagi potencialning keskin o'zgarish sohasini bir oz kengaytirish mumkin. Bu esa analitik kimyo tajribasida ahamiyatli.

6.3. Ekvivalent nuqtani aniqlash.

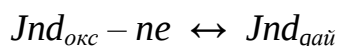
Oksidimetrik titrlashda ekvivalent nuqta ikki usul bilan aniqlanishi mumkin:

1. Indikatorsiz usul. Titrlashda ishlatiladigan eritmalaridan biri to'q rangli bo'lsa, ortiqcha bir tomchi qo'shish bilan eritma rangi o'zgaradi. Masalan: permanganometrik titrlash.

2. Indikatorli titrlash. Ular ishlatilishiga ko'ra oksidlanish – qaytarilish va o'ziga hos indikatorlarga bo'linadi.

a) Oksidlanish – qaytarilish indikatorlari.

Oksidlanish – qaytarilish indikatorlari sifatida qayta oksidlanish yoki qaytarilish xususiyatiga ega bo'lgan organik birikmalar ishlatiladi. Ularning oksidlangan (Jnd_{okc}) yoki qaytarilgan (Jnd_{qai}) formalari har hil rangga ega



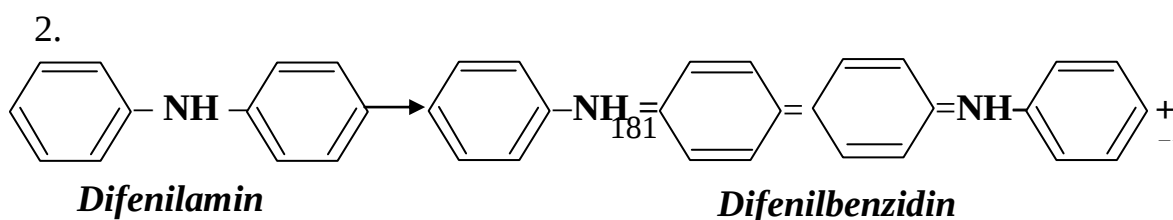
Oksidlanish – qaytarilish sistemasi uchun Nernst tenglamasi quyidagicha yoziladi.

$$E = E^0 + \frac{0,058}{n} \lg \left[\frac{Jnd_{okc}}{Jnd_{qai}} \right]$$

Oksidlanish - qaytarilish indikatorlari potencialning ma'lum qiymatida o'z rangini o'zgartirish hossasiga ega. Indikator rangining o'zgarishi $[Jnd_{okc}] / [Jnd_{qai}]$ nisbatga bog'liq, $n = 1$ nisbat 10:1 yoki 1:10 bo'lganda, indikatorning o'zgarish sohasi

$$E = E_{Jnd}^0 \pm 0,059 \text{ formula bilan hisoblanadi.}$$

E ning qiymati titrlanayotgan eritma potencialiga bog'liq, chunki eritmada indikator juda kam bo'ladi. Oksidometrik titrlashda ekvivalent nuqtani aniqlash uchun rangining o'zgarish sohasi potencial sakrash oralig'ida, ya'ni ekvivalent nuqta yaqinida yotadigan indikatorlar ishlatiladi. Bunday indikatorlarning aniqlangan E^0 qiymati $+ 0,76$ V bo'ladi. Masalan, difenilamin ($E^0 = + 0,76$ B) ana shunday indikatorlar turidandir.



Difenilamin $E = + 0,73 \text{ V}$ qiymatda rangsiz, $E = + 0,79 \text{ V}$ da esa ko'k rangli difenilbenzidinga o'tadi (hromatometrik titrlashga qarang).

Demak, $+ 0,73 \text{ V}$ dan $+0,79 \text{ V}$ oralig'ida difenilamin o'z rangini o'zgartiradi.

b) O'ziga hos indikator.

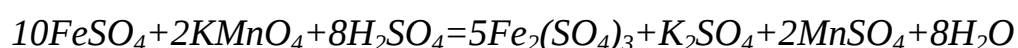
O'ziga hos dispers kolloid indikatorga krahmal misol bo'ladi. Krahmal yod bilan to'q ko'k rang adsorbtsiyalangan kompleks birikma hosil qiladi ($\text{pH} = 0$) (yodometrik titrlashga qarang).

6.4. Permanganatometrik usul

Bu usul moddalar miqdorini permanganat io MnO_4^- bilan oksidlash reaksiyasi yordamida aniqlashga asoslangan. Permanganat ioni kislotali, ishqoriy va neytral muhitda qaytaruvchilar bilan reaksiyaga kirishadi.

Kaliy permanganatni kislotali muhitda qaytarilishi.

Masalan:



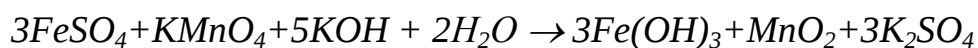
qaytaruvchi $\text{Fe}^{2+} \xrightarrow{-e} \text{Fe}^{3+}$ 1 | 10 oksidlanish

oksidlovchi $\text{Mn}^{7+} \xrightarrow{+5e} \text{Mn}^{2+}$ 5 | 2 qaytarilish

Bu reaksiyada KMnO_4 ning molyar ekvivalent massasi $M_{(\text{KMnO}_4)} = M/n^- = M(\text{KMnO}_4):5 = 158,04:5 = 31,61 \text{ g/ekv}$ ga teng.

FeSO_4 ning molyar ekvivalent massasi $M(\text{FeSO}_4):1 = 55,85 \text{ g/ekv}$ ga teng. Kaliy permanganatni neytral yoki kuchsiz ishqoriy muhitda qaytarilishi.

Masalan:



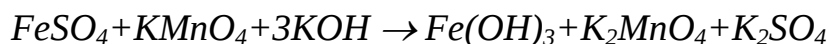
qaytaruvchi $\text{Fe}^{2+} \xrightarrow{-e} \text{Fe}^{3+}$ 1 | 3 oksidlanish

oksidlovchi $\text{Mn}^{7+} \xrightarrow{+3e} \text{Mn}^{4+}$ 3 | 1 qaytarilish

Bu reaksiyada KMnO_4 molyar ekvivalent massasi $M(\text{KMnO}_4):3 = 158,04:3 = 52,68$ g-ekv. FeSO_4 molyar ekvivalent massasi $M(\text{FeSO}_4):1=55,85$ g-ekv.

Kaliy permanganatni ishqoriy muhitda qaytarilishi.

Masalan:



qaytaruvchi $\text{Fe}^{2+} \xrightarrow{-e} \text{Fe}^{3+}$ 1 | 1 oksidlanish

oksidlovchi $\text{Mn}^{7+} \xrightarrow{+e} \text{Mn}^{6+}$ 1 | 1 qaytarilish

Elektron tenglamaga ko'ra FeSO_4 va KMnO_4 molyar ekvivalent massasi molekulyar massalariga teng. $M(\text{FeSO}_4):1=55,85$; $M(\text{KMnO}_4):1=158,04$

Kaliy permanganatning kislotali muhitda oksidlovchilik hossasi neytral va ishqoriy muhitga qaraganda ancha kuchli. Birinchidan, oksidlanish-qaytarilish potentsiallari orasidagi farqning qiymati

$$E_{\text{MnO}_4^- + 8\text{H}^+ / \text{Mn}^{2+} + 4\text{H}_2\text{O}} = +1,51 \text{ B}, E_{\text{MnO}_4^- + 2\text{H}_2\text{O} / \text{MnO}_2 + 4\text{OH}^-} = +0,59 \text{ B katta.}$$

Ikkinchidan, MnO_4^- ionlari kislotali muhitda rangsiz Mn^{2+} ionlarigacha qaytariladi, ortiqcha MnO_4^- ion esa eritmani och pushti rangga bo'yaydi. Ekvivalent nuqtani aniqlash juda oson bo'lgani uchun permanganatomertik usul bilan bog'liq bo'lgan barcha aniqlashlar kislotali muhitda olib boriladi.

KMnO_4 eritmasining titrini aniqlash uchun turli hil aniqlovchi moddalardan foydalanish mumkin. Bulardan $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, $\text{Na}_2\text{C}_2\text{O}_4$, As_2O_3 , $\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6] \cdot 3\text{H}_2\text{O}$, temir kukuni va hokazolar. Ko'pchilik hollarda $\text{Na}_2\text{C}_2\text{O}_4$ yoki $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ kabi qaytaruvchilarning standart eritmasidan foydalaniladi.

Permanganatometrik titrlash usulining ishlatilishi. Permanganatometrik titrlash usuli zavodlarning analitik kimyo laboratoriyalarida, ilmiy tekshirish va o'quv laboratoriyalarida keng qo'llaniladigan oksidlanish-qaytarilish usullaridan biridir. Permanganatometrik usul bilan turli hil organik va anorganik moddalarni aniqlash mumkin:

Masalan: qaytaruvchilar: Fe , Bi , Ag , Cd , Zn , Sb , As , P , Fe^{2+} , Cr^{2+} , Mn^{2+} , Sn^{2+} , Cu^+ , Ti^{3+} , Cl^- , Br^- , I^- , S^{2-} , SO_3^{2-} , SeO_3^{2-} , $S_2O_3^{2-}$, SCN^- , CN^- , NO_2^- , aldegid, mochevina, askorbin kislota, polifenollar, shakar va hokazo.

oksidlovchilar: Fe^{3+} , Ce^{+4} , V^{+5} , Mo^{+6} , W^{+6} , Cr^{+6} , MnO_2 , PbO_2 , NO_3^- , BrO_3^- , ClO_3^- , JO_3^- , va hokazolar.

Permanganatometrik titrlash usulining afzalligi:

- 1) Ekvivalent nuqtani $KMnO_4$ ning ortiqcha 1 tomchisini tomizib eritmani pushti rangga kirishiga qarab bilish mumkin (to'g'ri titrlashda)
- 2) Titrlashni kislotali yoki ishqoriy muhitda olib borish mumkin.
- 3) $KMnO_4$ oksidlanish - qaytarilish potencialining yuqori ($E_{MnO_4^- + 8H^+ / Mn^{2+} + 4H_2O} = +1,51$ B) bo'lganligi sababli kuchsiz oksidlovchilar yordamida aniqlab bo'lmaydigan moddalarni ham bu usul bilan aniqlash mumkin
- 4) $KMnO_4$ arzon va qulay reaktiv
- 5) Oksidlanish-qaytarilish hossasiga ega bo'lmagan moddalarni ham aniqlash mumkin.

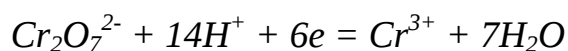
Permanganatometrik titrlash usulining kamchiliklari:

- 1) Boshlang'ich $KMnO_4$ eritmasini olish qiyin.
- 2) $KMnO_4$ vaqt o'tishi bilan o'zini titrini o'zgartiradi, shuning uchun ishlatishdan oldin, $KMnO_4$ ni titri aniqlanishi kerak.
- 3) Permanganatometrik usul Cl^- ionlari bilan birgalikda olib borilmaydi, chunki $2Cl^- \xrightarrow{-2e} Cl_2^0$ oksidlanadi.
- 4) Permanganatometrik titrlashni hona haroratida olib borilganda reaksiya sekin boradi, shuning uchun qizdirish talab qilinadi.

6.5. Hromatometrik usul

6.5. Hromatometrik usul

Hromatometrik usul bihrom - $Cr_2O_7^{2-}$ ionlari ta'sirida boradigan oksidlanish reaksiyasiga asoslangan. Bihromat ionining oksidlovchilik hossalari, tarkibida olti valentli hrom bo'lgan $Cr_2O_7^{2-}$ anionining Cr^{3+} ioniga o'tish reaksiyasi bilan tushuntiriladi.



Bu reaksiyadan ko'rinib turibdiki, agar oksidlanish uchun $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ ishlatilsa, uning molyar ekvivalent massa $294,2 : 6 = 49,03$ g ga teng bo'ladi. $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ ioni Cr^{3+} ioniga qadar qaytarilganda H^+ ionlari ishtirok etadi. Shuning uchun hromatometrik titrlashlar kislotali muhitda olib boriladi. Standart oksidlanish-qaytarilish potencialining qiymati $[\text{H}^+] = 1 \text{ mol/L}$ bo'lganda

$$E^0_{\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-} + 14\text{H}^+ / \text{Cr}^{3+} + 7\text{H}_2\text{O}} = 1,33 \text{ ga teng.}$$

Ekvivalent nuqtani aniqlashda bir tomchi ortiqcha $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ eritmasi bilan ko'k rangga kiradigan oksidlanish-qaytarilish (red-oks) indikatorini difenilamin ishlatiladi. $E = + 0,76 \text{ B}$.

Hromatometrik titrlash usulining afzalligi.

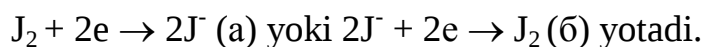
1. $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ ni toza holda olish oson. Uning standart eritmasi aniq o'lchab olingan namunadan tayyorlanadi.
2. $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ eritmasi juda barqaror, vaqt o'tishi bilan titri o'zgarmaydi.
3. Distillangan suvga tushib qolgan organik moddalar ta'sirida $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ qiyin qaytariladi.
4. $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ bilan titrlashni past haroratda ham olib borish mumkin.
5. Qaytaruvchilardan tashqari oksidlovchilarni ham (Mn^{+7} , Mo^{+6} , Cu^{+2}) miqdorini aniqlash mumkin. Fe^{+2} ionlari ta'sirida oksidlovchilar biror tuzi ko'rinishida qaytarilib, ortiqcha Fe^{+2} ioni $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ bilan titrlanadi.

Hromatometrik titrlash usulining kamchiliklari:

1. $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ KMnO_4 ga nisbatan kuchsiz oksidlovchi.
2. Оксидланиш - қайтарилиш реакцияси $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ ta'sirida nisbatan sekin boradi.
3. Indikatorsiz eritma rangini o'zgarishiga qarab ekvivalent nuqtani aniqlash qiyin.

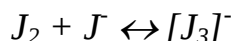
6.6. Yodometrik usul

Titrimetrik analiz y (J_2) ning oksidlovchilik (yoki yod ionlari (J^-) ning qaytaruvchilik) hossalriga asoslangan usuli yodometrik usul deyiladi. Yodometrik usulning asosida quyidagi reaksiyalar:



Bu usul bilan (a) reaksiya yordamida qaytaruvchilarni (H_2SO_3 , H_3AsO_3 , $HSbO_3$ ning tuzlari, erkin H_2S , $SnCl_2$ va boshqalar) va (b) reaksiya yordamida oksidlovchilarni (Cl_2 , Br_2 , $KMnO_4$, $KClO_3$, H_2O_2 , Cu^{+2} , Fe^{+3} va boshqalar) aniqlash mumkin.

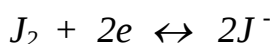
Qattiq holdagi (kristallik) yod suvda kam eriydi. Shuning uchun standart eritma sifatida yodning KJ dagi eritmasi ishlatiladi. Yod kaliy yodid eritmasida eriganda $[J_3^-]$ kompleks ionlarini hosil qiladi.



Triyodid - yodid oksidlanish-qaytarilish juftining normal oksidlanish - qaytarilish potentsiali $E_{[J_3^-]/3J^-} = + 0,5355 \text{ B}$ ga, $E_{[J_2]/2J^-} = + 0,5345 \text{ V}$ teng

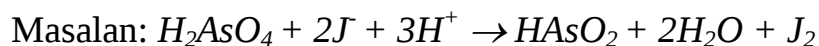
bo'lgani uchun $J_2/2J^-$ va $[J_3^-]/3J^-$ oksidlanish - qaytarilish juftlarining oksidlanish potentsiallarini teng deb olishimiz mumkin.

Yodometrik aniqlashda boradigan reaksiyaning asosiy tenglamasini quyidagicha ifodalash mumkin:



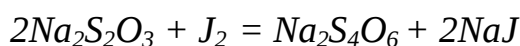
Bu reaksiyada sistemaning oksidlanish potentsiali vodorod ionlarining konsentratsiyasiga bog'liq emas.

Ammo tarkibida kislorod tutgan moddalar J_2 yoki $[2J^-]$ bilan vodorod ionlari ishtirokida reaksiyaga kirishib neytral suv molekulasini hosil bo'ladi.

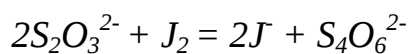


Bunday hollarda esa sistemaning oksidlanish-qaytarilish potentsiali eritmadagi $[H^+]$ ionlariga bog'liq bo'ladi.

Qaytaruvchilarni aniqlash: Agar natriy tiosulfat ($Na_2S_2O_3$) eritmasiga erkin yod ta'sir ettirilsa, quyidagi reaksiya sodir bo'ladi:



Reaksiya natijasida natriy tetratsionat deb ataladigan $Na_2S_4O_6$ birikma hosil bo'ladi. Bu reaksiya iodometrik usulning muhim reaksiyasi bo'lib, ionli shaklda quyidagicha yoziladi:



Natriy tiosulfatning molyar-ekvivalenti 248,2 Ch 2:2=248,2 g. ga teng ($Na_2S_2O_3 \cdot 5H_2O$ formulaga muvofiq). Yodning molyar-ekvivalenti uning molyar-massasiga teng. $Na_2S_2O_3$ ning titrlash uchun olingan hamma eritmasi titrlanib bo'lganda, titrlanayotgan suyuqlik bir tomchi yod eritmasi qo'shilishi bilan och sariq tusga kiradi. Demak, bu holda ham huddi hromatometrik va permanganatometrikdagi kabi indikator ishlatmay turib titrlash mumkin. Lekin yodning titrlash ohirida namayon bo'ladigan rangi bilinar-bilinmas bo'lishi sababli ekvivalent nuqtaning aniqlanishini qiyinlashtiradi. Shuning uchun indikator sifatida yod uchun nihoyatda sezgir reaktiv-krahmal eritmasi ishlatiladi. Ma'lumki, krahmal yod bilan birikib, ko'k tusli adsorbcion birikma hosil qiladi, krahmal eritmasidan foydalanilganda, titrlash ohirida suyuqlikka yod eritmasidan ortiqcha bir tomchi qo'shish bilan u ko'k tusga kiradi, natijada titrlashning ohirgi nuqtasi aniqlanadi.

Yodometrik titrlash usulining afzalliklari:

1. Yodometrik usul bilan ko'pgina J_2 va J^- bilan reaksiyaga kirishmaydigan moddalarni aniqlash mumkin: Masalan: H_2O ni Fisher usuli bilan.
1. Boshqa oksidlanish-qaytarilish usullariga nisbatan aniqligi katta.
2. J_2 o'ziga hos rangga ega bo'lganligi sababli ekvivalent nuqtani indikatorsiz ham aniqlash mumkin.
3. J_2 suvli eritmadan tashqari organik erituvchilarda yahshi eriydi, shu sababli titrlashni suvsiz eritmalarda ham olib borish mumkin.

Yodometrik titrlash usulining kamchiliklari:

1. J_2 uchuvchan.
2. J^- havo O_2 ta'sirida oksidlanadi $4J^- + O_2 + 4H^+ \leftrightarrow 2J_2 + 2H_2O$

3. Yodometrik titrlash usulini ishqoriy muhitda olib borilmaydi, chunki disproporciyalanish reaksiyasi boradi.
4. Oksidlanish-qaytarilish reaksiyasi sekin boradi.
5. Reaksiya natijasida hosil bo'lgan cho'kma yoki boshqa aktiv moddalarda J_2 adsorbciyalanadi.
6. J_2 va $Na_2S_2O_3$ eritmaları vaqt o'tishi bilan titrini o'zgartiradi.

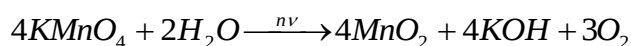
6.7. Tajriba mashg'ulotlari

1- ish. $KMnO_4$ ning ishchi eritmasini tayyorlash va titrini aniqlash.

Kerakli asbob – uskunalar va reaktivlar:

- 1) Shtativ;
- 2) 25,00 ml li byuretki ;
- 3) 10 va 20 ml li cilindr;
- 4) 100,0 ml. li o'lchov kolbasi;
- 5) 5,00 ml li pipetka;
- 6) 0,1000 n $H_2C_2O_4$ ning standart eritmasi;
- 7) 5 % li $KMnO_4$ eritmasi.

$KMnO_4$ ning ishchi eritmasini tayyorlash. Quruq $KMnO_4$ tuzi toza bo'lmaydi, uning tarkibida qaytarilgan MnO_2 bo'ladi. Ba'zi holda tayyorlangan eritmasi ham chang bilan birga suvga tushgan qaytaruvchilar (NH_3 , organik moddalar) ta'siridan oson buziladi. Natijada, tayyorlangan $KMnO_4$ eritmasining konratsiyesi bir oz o'zgaradi. Demak, $KMnO_4$ ning standart eritmasini quruq tuzdan aniq miqdorda tortib olish bilan tayyorlab bo'lmaydi. Shuning uchun laboratoriyada oldindan (8-10 kun oldin) tayyorlab qo'yiladi (5% li). Eritma MnO_2 cho'kmasidan ajratib tashlanadi, aks holda u katalizator sifatida $KMnO_4$ ning parchalanishini tezlashtiradi. Tayyorlangan eritma qorong'i joyda yoki qora shisha idishlarda saqlanishi kerak. $KMnO_4$ ning parchalanish reaksiyasi yorug'lik ta'sirida tezlashadi.



$KMnO_4$ ning ishchi eritmasini laboratoriyada bo'lgan 5 % li eritmadan 0,1 n 100,0 ml eritma tayyorlang.

$$m = \frac{\vartheta \cdot N \cdot V}{1000}$$

$KMnO_4$ ning kislotali muhitda molyar ekvivalent massasi 31,61 g.ga tengligini bilib,

$$m = \frac{31,61 \cdot 0,1 \cdot 100}{1000} = 0,3161 \text{ g}$$

100 gr eritmada $\rightarrow$ 5 rp $KMnO_4$

x $\rightarrow$ 0,3161 r $KMnO_4$

$$x = \frac{10 \cdot 0,316}{5} = 6,32 \text{ g.}$$

Eritmaning zichligi 1g/sm^3 ga juda yaqin bo'lgani uchun bu eritmaning 6,32 gr mi 6,32 ml ga teng.

Ishning bajarilish tartibi: Demak, cilindr yordamida 5 % li $KMnO_4$ eritmasidan 6,3 ml olib 100,0 ml o'lchov kolbaga quyib, kolbaning belgisigacha distillangan suv bilan suyultirib, 0,1 n. $KMnO_4$ eritmasi tayyorlab byuretkaga quyiladi. $KMnO_4$ ning titrini fiksanaldan yoki tortma usuli bilan aniq tayyorlangan 0,1000 n $H_2C_2O_4 \cdot 2H_2O$ eritmasi bilan aniqlanadi. Titrlash kolbasiga 5,000 ml pipetka yordamida 0,1000 n $H_2C_2O_4$ eritmasidan, ustiga 5 ml 10 % H_2SO_4 eritmasidan cilindr bilan olib quyiladi. Aralashmani $70 - 80^\circ\text{C}$ gacha qizdiriladi va byuretkadagi $KMnO_4$ eritmasidan tomchilab uzluksiz aralashtiriladi. Keyingi tomchi eritma rangsizlangandan so'ng qo'shiladi. Bu avtokatalitik reaksiya bo'lib, reaksiya uchun katalizator bo'lgan Mn^{2+} ionlarining hosil bo'lishi bilan eritma tez rangsizlanadi. Bir tomchi $KMnO_4$ ta'siridan 1–2 minut ichida yo'qolmaydigan och pushti rang hosil bo'lguncha titrlash davom ettiriladi. Tajribani 3 marta takrorlanadi. Olingan natijalarni jadval ko'rinishida rasmiylashtirilib, quyidagi formulalar yordamida $KMnO_4$ ning titri hisoblanadi.

№	$V_{(H_2C_2O_4)}$, ml	$V_{(H_2SO_4)}$, ml	$V_{(KMnO_4)}$, ml	Indikator
1	10,00	8,00		
2	10,00	8,00		
3	10,00	8,00		

$$N_{KMnO_4} \cdot V_{\text{yp.KMnO}_4} = N_{H_2C_2O_4} \cdot V_{H_2C_2O_4} \quad (1)$$

$$N_{KMnO_4} = \frac{N_{H_2C_2O_4} \cdot V_{H_2C_2O_4}}{V_{\text{yp.KMnO}_4}}$$

$$T_{KMnO_4} = \frac{N_{KMnO_4} \cdot \mathcal{E}_{KMnO_4}}{1000} \quad (2)$$

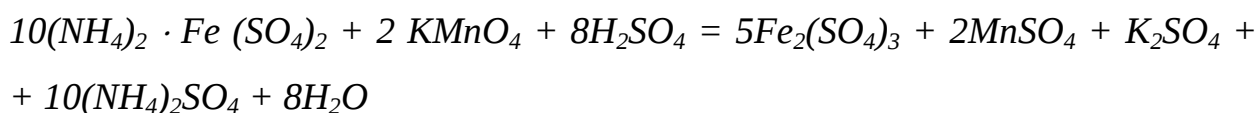
$$T_{KMnO_4 / H_2C_2O_4 \cdot 2H_2O} = \frac{N_{KMnO_4} \cdot \mathcal{E}_{H_2C_2O_4 \cdot 2H_2O}}{1000} \quad (3)$$

2-ish. Mor tuzi tarkibidagi Fe (II) ionlari miqdorini aniqlash.

Kerakli asbob – uskuna va reaktivlar:

- 1) Shtativ;
- 2) byuretk (25 ml.li);
- 3) cilindr (20 ml.li);
- 4) $KMnO_4$ ning ishchi eritmasi ;
- 5) Mor tuzi eritmasi;
- 6) 10 % li H_2SO_4 .

Ishning bajarilish tartibi: Titrlash quyidagi reakciyaga asoslangan.



Mor tuzi tarkibidagi temirning molyar ekvivalent massasi, atom massasi (A: 1 - 58,85 g.) ga teng. O'qituvchi tomonidan berilgan kontrol eritmaga 10-12 ml 10 % H_2SO_4 qo'shiladi va yuqoridagi ishda titri aniqlangan. $KMnO_4$ eritmasi bilan

pushti rang hosil bo'lguncha titrlanadi. Olingan natijalar asosida eritmadagi temir (III) miqdori quyidagi formulalar bilan hisoblanadi.

$$1) g_{Fe} = \frac{N_{KMnO_4} \cdot V_{KMnO_4} \cdot \mathcal{E}_{Fe}}{1000}$$

$$2) g_{Fe} = \frac{N_{KMnO_4} \cdot V_{KMnO_4} \cdot \mathcal{E}_{Fe} \cdot V_{y.k}}{1000 \cdot V_{nunenka}}$$

$V_{o'.k.}$ – o'lchov kolbaning hajmi (o'qituvchi tomonidan berilgan kontrol eritma);

$V_{nunenka}$ – titrlash uchun olingan eritma hajmi.

3-ish. Yodometrik titrlashda standart va ishchi eritmalarni tayyorlash.

Kerakli asbob – uskuna va reaktivlar

- 1) 1) tehnokimyoviy tarozi va toshlari;
- 2) 2) analitik tarozi va toshlari;
- 3) 3) 5,00 yoki 10,00 ml. li pipetka;
- 4) 4) krahmal;
- 5) $Na_2S_2O_3$;
- 6) shtativ;
- 7) 25,00 ml. li byuretk ;
- 8) cilindr (25 ml.li);
- 9) 250 ml li o'lchov kolbasi;
- 10) 20 % KJ eritmasi;
- 11) J_2 kristali;
- 12) $K_2C_2O_7$ qayta kristallangan.

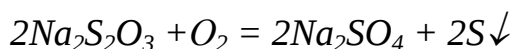
$Na_2S_2O_3$ ning ishchi eritmasini tayyorlash. $Na_2S_2O_3$ ning titrlangan eritmasini ayrim sabablarga ko'ra tortim usuli bilan tayyorlab bo'lmaydi.

1. Chunki tiosulfat dastlabki moddalarga qo'yilgan talablarga javob bermaydi. Aksariyat hollarda suvda erigan karbonat kislota bilan quyidagi tenglamaga muvofiq reaksiyaga kirishadi:



Natijada uning koncentraciyasi o'zgaradi. Shuning uchun $Na_2S_2O_3$ eritmasining titri 8-10 kundan keyin aniqlanadi.

2. $Na_2S_2O_3$ havodagi kislorod bilan oksidlanadi.



3. Huddi shunday $Na_2S_2O_3$ eritmasining koncentraciyasi mikroorganizmlar ta'sirida ham o'zgaradi.

Demak, $Na_2S_2O_3$ ning titri vaqt o'tishi bilan o'zgarib boradi. Shuning uchun uning titrini ishlatishdan oldin tekshirib turish kerak.

$Na_2S_2O_3$ ning molyar– ekvivalent massasi 248,2 gr ekanligini bilib, 0,050 n 250,0 ml eritmasidan tayyorlash uchun:

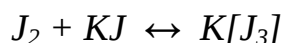
$$m = \frac{N \cdot \vartheta \cdot V}{1000} = \frac{0,05 \cdot 248,2 \cdot 250}{1000} = 3,1020 \text{ g}$$

3,5 g $Na_2S_2O_3$ tehnokimyoviy tarozida tortib, 250 ml o'lchov kolbasiga eritib, belgisigacha distillangan suv quyib eritma tayyorlanadi.

Yod eritmasini tayyorlash. Yodning molyar– ekvivalent massasi, gramm – atomiga, ya'ni 126,9 » 127 g teng 0,050 n 250,0 ml yodning eritmasini tayyorlash uchun:

$$m = \frac{N \cdot \vartheta \cdot V}{1000} = \frac{0,05 \cdot 127 \cdot 250}{1000} = 1,587 \text{ gr. } J_2 \text{ kerak bo'ladi.}$$

Yodning suvda yomon erishini bilgan holda, yodni KJ ning to'yingan eritmasida (2-3 g KJ ozgina suvda) eritiladi, bunda quyidagi tenglamaga muvofiq qizil – qo'ng'ir tusli va suvda eruvchan kompleks birik $K[J_3]$ hosil bo'ladi:



Krahmal eritmasini tayyorlash:

~ 0,5 g krahmal 50 ml suvda eritilib 100 ml qaynoq suvga aralashtiriladi va, shaffof eritma hosil bo'lguncha qaynatiladi. Eritma sovutilib indikator sifatida ishlatiladi.

$K_2Cr_2O_7$ ning standart eritmasini tayyorlash. $K_2Cr_2O_7$ barqaror, boshlang'ich moddalarga quyilgan talablarga javob berganligi sababli molyar

ekvivalent massasi 294, 18 : 6 = 49,03 g ga teng bo'lgan 0,05000 n. 250,0 ml $K_2Cr_2O_7$ eritmasini tayyorlash uchun qayta kristallangan $K_2Cr_2O_7$ dan

$$m = \frac{N \cdot \vartheta \cdot V}{1000} = \frac{0,05 \cdot 49,06 \cdot 250}{1000} = 0,6128 \text{ g.}$$

analitik tarozida tortib olinadi 250,0 ml o'lchov kolbasida eritib tayyorlanadi.

$Na_2S_2O_3$ ning titrini aniqlash. Yuqorida tayyorlangan $Na_2S_2O_3$ ning 0,050 n eritmasi byuretkaga quyiladi. Konussimon katta kolbaga yodning KJ dagi eritmasidan cilindirda 5-7 ml o'lchab olinadi. Ustiga H_2SO_4 ning 0,050 n eritmasi byuretkaga quyiladi. Konussimon katta kolbaga yodning KJ dagi eritmasidan cilindirda 5-7 ml o'lchab olinadi. Ustiga $K_2Cr_2O_7$ ning standart eritmasidan 25 ml olib quyiladi va yod uchib ketishining oldini olish uchun kolbaning og'zini soat oynasi bilan bekitilib, aralashma reaksiya tugaguncha, ya'ni 5 minut qorong'u joyga qo'yiladi.

Bundan keyin soat oynasi olinib, u distillangan suv bilan aralashma ustida chayiladi. Kolbaga yana, 200 ml suv quyiladi, undagi eritma tiosulfat bilan titrlanadi. Eritma to'q qo'ng'ir tusdan och sariq tusga kirgandan keyin unga krahmal eritmasidan 5 ml ga yaqin solinadi va $Na_2S_2O_3$ eritmasining eng keyin qo'shiladigan bir tomchisi ta'siridan eritmaning ko'k tusi och yashil tusga aylanguncha titrlash davom ettiriladi. Tajribani 3 marta takrorlanadi. Olingan natijalar asosida $Na_2S_2O_3$ ning titri hisoblanadi.

$$N_{Na_2S_2O_3} = \frac{N_{K_2Cr_2O_7} \cdot V_{K_2Cr_2O_7}}{V_{Na_2S_2O_3}}$$

$$T_{Na_2S_2O_3} = \frac{N_{Na_2S_2O_7} \cdot \vartheta_{Na_2S_2O_3}}{1000}$$

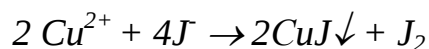
4 - ish. Mis kuporosi tarkibidagi misni aniqlash.

Kerakli asbob – uskunalar va reaktivlar:

- 1) shtativ;
- 2) 25,00 ml li byuretk;
- 3) titrlash kolbasi (konussimon 150 ml li);
- 4) 10,00 ml li pipetka;
- 5) 100,0 ml o'lchov kolbasi;

- 6) 20 % KJ eritmasi;
- 7) 0,1 n $Na_2S_2O_3$ eritmasi.

Misni yodometrik aniqlash asosida quyidagi reaksiya yotadi.



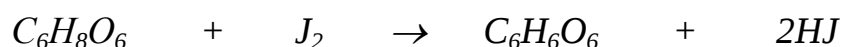
Kontrol eritma sifatida $CuSO_4$ ning eritmasi o'qituvchi tomonidan beriladi.

Ishning bajarilish tartibi: Titrlash kolbasiga 20 % KJ eritmasidan 15 ml kontrol eritmadan ($CuSO_4$) pipetkada 25,00 ml olib quyiladi. Kolbaning og'zini soat oynasi bilan yopib, qorong'i joyga 5 minut qo'yiladi. Keyin byuretkadagi $Na_2S_2O_3$ eritmasi bilan titrlanadi; huddi yuqoridagidek titrlash ohirida eritma va unga aralashgan cho'kma sariq rangga o'tganidan keyin 5 ml krahmal eritmasi qo'shiladi. Eritmaning to'q rangi ohirgi tomchi $Na_2S_2O_3$ eritmasi bilan titrlanadi; huddi yuqoridagidek titrlash ohirida eritma va unga aralashgan cho'kma sariq rangga o'tganidan keyin 5 ml krahmal eritmasi qo'shiladi. Eritmaning to'q rangi ohirgi tomchi:

$$Q_{Cu(zp)} = \frac{\vartheta_{Cu} \cdot N_{Na_2S_2O_3} \cdot V_{Na_2S_2O_3}}{1000}$$

5 – ish. Meva sharbati tarkibidagi askorbin kislota miqdorini aniqlash.

Meva sharbati tarkibidagi askorbin kislota miqdorini yodometrik aniqlashda teskari titrlash usulidan foydalaniladi. Bunda yod oksidlovchi bo'lib ortiqcha miqdorda qo'shiladi.



Askorbin kislota

Degidroaskorbin kislota

Reaksiyaga kirishmay qolgan yod krahmal indikator ishtiroki $Na_2S_2O_3$ eritmasi bilan titrlanadi.

Kerakli asbob – uskuna va reaktivlar:

- 1) shtativ ;
- 2) 25,00 ml li byuretk;
- 3) 20,00 ml Mor pipetkasi;
- 4) 2,00 ml pipetka (darajalangan);

- 5) 2 dona 50 ml titrlash kolbasi;
- 6) 6 mol/L li H_2SO_4 eritmasi;
- 7) 0,005000 mol/L li yod eritmasi;
- 8) 0,02000 mol/L li $Na_2S_2O_3$ eritmasi;
- 9) 1 % krahmal eritmasi.

Ishning bajarilish tartibi: Ikkita titrlash kolbasini olib biriga 20 ml distillangan suv, ikkinchisiga 20,00 ml meva sharbati quyiladi. Kislotali muhitga keltirish uchun har ikkalasiga 4 ml dan 6 mol/L H_2SO_4 eritmasidan qushiladi. Ustiga 2,00 ml dan pipetka yordamida yod eritmasidan qushiladi. 3–5 minutdan keyin har ikkalasi 0,02000 mol/L $Na_2S_2O_3$ standart eritmasi bilan titrlanadi. Titrlashni ohirida eritma och – sariq rangga kirgandan keyin krahmal eritmasidan 1 ml qo'shiladi, titrlash ko'k rang yo'qolguncha davom ettiriladi. Ko'rsatilgan sharoitda boshqa qaytaruvchilar (glyukoza) yod bilan ta'sirlashmaydi.

Aniqlanayotgan meva sharbati tarkibidagi askorbin kislotasining miqdori (molekulyar massasi 176,1 g.) quyidagi formula bilan hisoblanadi:

$$m = (V_1 - V_2) N_{Na_2S_2O_3} \cdot 2 \cdot 0,1761$$

bunda

V_1 va V_2 kontrol namunani va meva sharbatini titrlash uchun sarf bo'lgan $Na_2S_2O_3$ ning hajmi, ml

Mavzu yuzasidan savol va mashqlar.

1. Hajmiy analizning oksidlanish-qaytarilish usullari va ularning mohiyati to'g'risida qisqacha ma'lumot bering.
2. Nernst tenglamasini yozib, undagi barcha qiymatlarga izoh bering.
3. Oksidlanish-qaytarilish potentsiali nima? Unga ta'sir etuvchi omillarni ko'rsating.
4. Oksidlanish-qaytarilish usullarida ekvivalent nuqta qanday aniqlanadi? Misollar keltiring.
5. Oksidimetrik titrlashda avtokatalitik reaksiyasining ahamiyati nimada? Misollar bilan tushuntiring.

6. Oksidlanish-qaytarilish indikatorlari nima? Bu indikator rangi qanday kimyoviy jarayonlar natijasida o'zgaradi?
7. Oksidimetrik titrlash usuli yordamida qanday moddalar miqdorini aniqlash mumkin? Misollar keltiring.
8. Permanganatometrik usulining mohiyati nimada? Nima uchun KMnO_4 ning standart eritmasini bevosita uning tuzidan tayyorlab bo'lmaydi?
9. Yodometrik usulning mohiyati. Ishchi eritmalarini tayyorlash haqida qisqacha tushuncha bering.
10. Yodometrik analiz usuli bilan qanday moddalar miqdori aniqlanadi? Bu usulda to'g'ri, teskari va o'rinbosarni titrlashga misollar keltiring.
11. Titrimetrik analizda qo'llaniladigan oksidlanish-qaytarilish reaksiyalari qanday talablarga javob berishi kerak?
12. Permanganatometrik, yodometrik va hromatometrik analiz usullari qanday afzallik va kamchiliklarga ega.
13. 500 ml hajmli kolbada 1,8750 gr KMnO_4 eritildi. Eritmaning kislotali va ishqoriy muhit uchun normalligi va titrini hisoblang.
14. 0,02050 n KMnO_4 eritmasining a) $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$, b) Fe bo'yicha titrini hisoblang.
15. Kaliy permanganatning normalligi 0,01200 n ga teng. Uning $\text{Na}_2\text{C}_2\text{O}_4$ va KNO_2 bo'yicha titrini hisoblang.
16. 15 ml $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$ ni titrlash uchun 0,01830 n eritmasidan 8,30 ml KMnO_4 sarflandi. Oksalat kislotasining normal konsentratsiyasini va KMnO_4 bo'yicha titrini hisoblang.
17. $T_{\text{KMnO}_4 / \text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4} = 0,00325$ g/ml bo'lgan KMnO_4 eritmasidan 1,5l tayyorlash uchun necha gr KMnO_4 kerakligini hisoblang. 50,20 ml $\text{Na}_2\text{C}_2\text{O}_4$ titrlash uchun (kislotali muhitda) $T_{\text{KMnO}_4} = 0,005751$ g/ml KMnO_4 eritmasidan 21,40 ml sarf bo'ldi. $\text{Na}_2\text{C}_2\text{O}_4$ ning shu eritmasidan 500,0 ml tayyorlash uchun necha gr $\text{Na}_2\text{C}_2\text{O}_4$ kerakligini hisoblang.
18. Tarkibida aralashmalari bo'lgan KNO_2 tuzining 0,9457 grammi 300 ml suvda eritildi. Bu eritmaning 20,00 ml ni titrlash uchun 16,85 ml ($T_{\text{KMnO}_4 / \text{FeO}} =$

0,007984 g/ml) kislotali muhitda $KMnO_4$ eritmasidan sarf bo'ldi. Namuna tarkibidagi KNO_2 ning % miqdorini hisoblang.

19. Agar 0,07000 g "temir" simni havo kiritmasdan H_2SO_4 da eritilgandan hosil bo'lgan $FeSO_4$, eritmasini titrlash uchun (kislotali muhitda) $KMnO_4$ ning 0,05000 n eritmasidan 14,42 ml sarf bo'ldi. "Temir sim" tarkibidagi temirning miqdorini grammlarda va %-larda hisoblang.

20. Tarkibida MnO_2 bo'lgan 0,2000 g ruda (kislotali muhitda) 25,00 ml $H_2C_2O_4 \cdot 2H_2O$ bilan ishlendi. Reaksiyaga kirishmay qolgan $H_2C_2O_4 \cdot 2H_2O$ ni titrlash uchun (kislotali muhitda) $KMnO_4$ ning 0,2000 n eritmasi bilan teskari titrlanganda 20,00 ml sarf bo'ldi. Agar 25,00 ml $H_2C_2O_4$ eritmasini titrlash uchun 45,00 ml $KMnO_4$ eritmasi sarf bo'lishi ma'lum bo'lsa, rudadagi marganecning foiz miqdorini hisoblang.

21. Agar 25,00 ml $CaCl_2$ eritmasiga $(NH_4)_2C_2O_4$ 0,1000 n eritmasidan 40,00 ml qo'shib, hosil bo'lgan CaC_2O_4 cho'kmani ajratib olgandan so'ng reaksiyaga kirishmay qolgan ortiqcha $(NH)_2C_2O_4$ ni titrlash uchun $KMnO_4$ ning 0,0200 n eritmasidan 15,00 ml sarf bo'lsa, 250,0 millilitr $CaCl_2$ eritmasida necha gr kal'сий bo'ladi?

22. 0,1812 g kaliy hlorat tutgan eritmaga 100,00 ml 0,08520 n $Na_2C_2O_4$ eritmasi qo'shilgan. Ortib qolgan natriy oksalatni titrlash uchun 48,69 ml 0,05 n $KMnO_4$ eritmasi sarf bo'lgan. Namuna tarkibidagi $KClO_3$ ning % miqdorini hisoblang.

23. 0,7327 g marmar toshning kislotada erishidan hosil bo'lgan eritmaga 1,4960 g $(NH_4)_2C_2O_4 \cdot H_2O$ tutgan eritmada qo'shib eritmaning umumiy hajmi 200,00 ml ga etkazilgan. Hosil bo'lgan cho'kma fil'trlangan. Fil'tratning 25,00 ml ni titrlash uchun 0,05000 n 19,90 ml $KMnO_4$ eritmasidan sarf bo'lgan. Namuna tarkibidagi CaO ning % miqdorini hisoblang.

24. 2,6770 g teknik Na_2SO_3 dan 200,00 ml eritma tayyorlangan. hosil bo'lgan eritmaning 20,00 ml ni titrlash uchun (kislotali muhitda) 19,20 ml $KMnO_4$ eritmasidan ($T_{KMnO_4/Fe} = 0,005585$ g/ml) sarf bo'lgan. Namuna tarkibidagi Na_2SO_3 % miqdorini hisoblang.

25. Analiz qilinayotgan namuna tarkibida 6,00 mg glyukoza bor. Shu namunani titrlash uchun 0,0212 M KMnO_4 eritmasidan necha ml sarflanishini hisoblang.
26. 250,00 ml sig'imli o'lchov kolbasida 1,1250 g $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ eritildi. Tayyorlangan eritmaning 25,00 ml ni titrlash uchun 24,22 ml natriy tiosulfat sarf bo'ldi. $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ eritmasining normal konsentratsiyasini va titrini hisoblang.
27. 0,05000 n 25,00 ml $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ eritmasini titrlash uchun, qancha $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ kerak?
28. 0,1150 g himiyaviy toza $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ saqlagan eritmaga kislotali sharoitda KJ qo'shilgan. Ajralib chiqqan yodni titrlash uchun 24,80 ml $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ sarf bo'lgan. $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ ni titrini hisoblang.
29. 0,8432 g Na_2S saqlagan 200,00 ml eritmaning, 20,00 ml ni titrlashda 14,42 ml 0,1000 n yod eritmasidan sarf bo'lgan. Na_2S ning % miqdorini hisoblang.
30. 3,7900 g FeCl_3 saqlagan 250,00 ml eritmaning, 25,00 ml ga kislotali muhitda KJ qo'shildi. Ajralib chiqqan yod 32,10 ml 0,1 n $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ eritmasi bilan titrlandi. FeCl_3 ning % miqdorini hisoblang.
31. 500,00 ml 0,02000 m eritmada necha gr $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ borligini va eritmaning yod bo'yicha titrini hisoblang.
32. 10,00 ml yod eritmasini titrlash uchun 13,00 ml 0,2660 n $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ sarflandi. Yod eritmasining normalligini va eritmaning $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ bo'yicha titrini hisoblang.

VII mavzu. Cho'KTIRISH VA KOMPLEKS HOSIL QILISH USULLARI

Tayanch iboralar:

- cho'ktirish usuli;
- cho'ktirish usulining turlari;
- mor usuli ;
- cho'ktirish usulida ekvivalent nuqtani aniqlash;

- cho'ktirish usulida ishlatiladigan indikatorlar;
- kompleksometrik titrlash usuli;
- kompleksonlar;
- metall-ohrom indikatorlar;
- suvning qattiqligini aniqlash.

7.1. Cho'ktirish usulining mohiyati

Cho'ktirish usuli, titrlashda biror qiyin eriydigan birikmalar hosil bo'ladigan reaksiyalarning qo'llanilishiga asoslangan.

Cho'ktirish usuli cho'ktiruvchi titrantning hossasiga ko'ra quyidagilarga bo'linadi:

1. Argentometrik – titrant $AgNO_3$;
2. Merkurimetrik – titrant $Hg(NO_3)_2$;
3. Merkurometrik – titrant $Hg_2(NO_3)_2$.

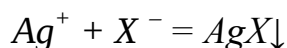
Cho'ktirish usulda bir qator shartlarga rioya qilish kerak:

- a) cho'kma amalda erimaydigan bo'lishi lozim;
- b) cho'kma etarli darajada tez tushishi kerak (ya'ni, o'ta to'yingan eritmalarning hosil bo'lishi yuz bermasligi lozim);
- v) titrlash natijalari adsorbciya (birga cho'kish) hodisalari ta'sirida noto'g'ri bo'lib chiqmasligi lozim.
- g) titrlashda ekvivalent nuqtani belgilab olish uchun imkoniyat bo'lishi kerak.

Bu talablar hajmiy analizda qo'llanilishi mumkin bo'lgan reaksiyalar sonini juda kamaytirib yuboradi.

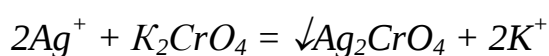
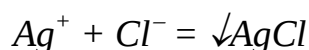
7.2. Argentometrik (Mor) usul

Bulardan eng ahamiyatlisi argentometrik (Mor) usul hisoblanadi. Mor usuli kumush ionlarining galogen ionlari bilan ta'sirlashib cho'kma hosil bo'lishiga asoslangan.

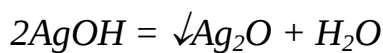
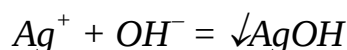


bu erda: X^- bilan Cl^- , Br^- , I^- , SCN^- va boshqa anionlar ko'rsatilgan.

$AgNO_3$ va $NaCl$ ishchi eritma, K_2CrO_4 eritmasi esa indikator sifatida ishlatiladi. Ayniqsa, Mor usuli bilan hlorid va bromidlarni miqdorini aniqlash qulay. Hlorid (yoki bromid) eritmasiga 1-2 tomchi K_2CrO_4 eritmasi qo'shib, $AgNO_3$ ning standart eritmasi bilan titrlanganda, ekvivalent nuqta yaqinida eritmadagi Cl^- (yoki Br^-) ionlarining deyarli hammasi $AgCl$ (yoki $AgBr$) holida cho'kkanidan keyin eritmadagi ortiqcha tomizilgan $AgNO_3$ bilan K_2CrO_4 qizil rangli Ag_2CrO_4 cho'kmasini hosil qiladi. Reaksiya tenglamasi:



Mor usuli bilan titrlash faqat neytral muhitda olib boriladi. Kislotali muhitda Ag_2CrO_4 erib ekvivalent nuqtani aniqlash qiyin bo'ladi. Ishqoriy muhitda esa Ag^+ ionni OH^- ion bilan ta'sirlashib $AgOH$ hosil bo'lib, Ag_2O ga parchalanadi:



Bu usul yodid, rodanid ionlarini titrlashda qo'llanilmaydi, chunki kumush yodid va rodanid K_2CrO_4 ni kuchli adsorbciyalaydi, natijada ekvivalent nuqtani aniqlab bo'lmaydi.

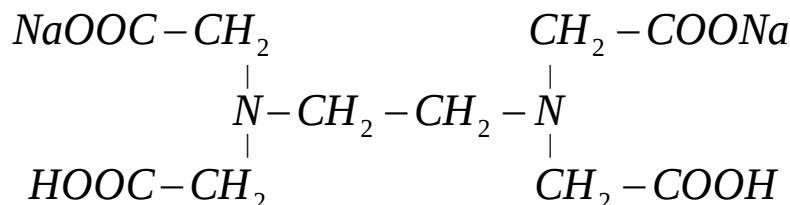
7.3. Kompleks hosil qilish usuli

Kompleks hosil qilish usullari kompleks hosil qilish reaksiyalarining qo'llanishiga asoslangan.

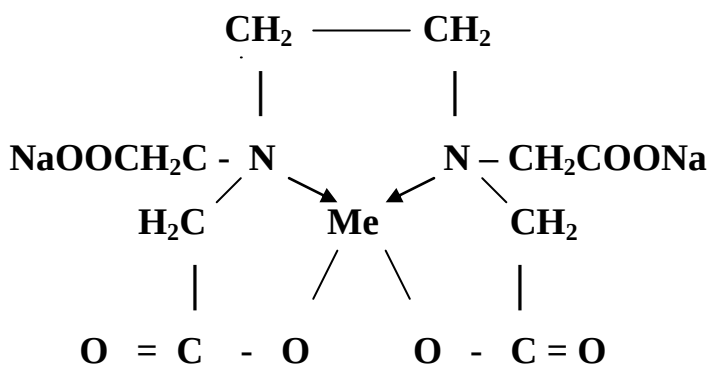
Masalan: Kompleks hosil qilish usulini qo'llab, kompleks hosil qilishga moyil bo'lgan kationlarni (Ag^+ , Mg^{2+} , Al^{3+} , Fe^{3+} , Ca^{2+} , Ni^{2+}) va anionlarni (CN^- , F^- , Cl^- va hokazo) miqdorini aniqlash mumkin.

Ohirgi yillarda ko'pchilik kationlar bilan kompleks hosil qiladigan organik moddalar keng yoyildi. Bu moddalar kompleksonlar deyiladi. Ulardan eng muhimi ko'p sonli kationlarni aniqlash uchun ishlatiladigan "Trilon B" (etilendiamintetrasirka kislotaning ikki natriyli tuzi) dir. "Trilon B" ning ishchi eritmasi yordamida suvning umumiy qattiqligini aniqlash mumkin. Kompleksonlar

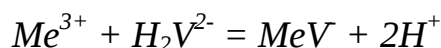
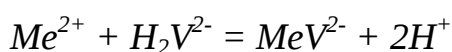
baʼzi aminopolikarbon kislotalar yoki ularning tuzlaridir. Etilendiamintetrasirka kislota (EDTA) va uning tuzi – etilendiamintetrasirka kislotaning ikki natriyli tuzi (Trilon-B) turli kationlarni aniqlashda ishlatiladigan kompleksondir (komplekson-III): Uning formulasi:



"Trilon-B" boshea kompleksonlar kabi turli metallar bilan suvda eriydigan ancha barqaror ichki kompleks birikmalar hosil qiladi. Bunda metall - ionlari karboksil guruh (-COOH) dagi vodorod atomlari oʻrnini egallaydi va shu bilan bir qatorda azot atomlari bilan koordinacion bogʻ orqali birikadi:



holda quyidagicha yozish mumkin



Reaksiya tenglamasidan koʻrinadiki reaksiya natijasida eritmada H^+ ionlari toʻplanadi. Kompleks birikma muhit pH=8-10 boʻlganda barqaror boʻladi. Shuning uchun metall tuzlarini "Trilon-B" bilan titrlash ammiakli bufer eritma ishtirokida olib boriladi.

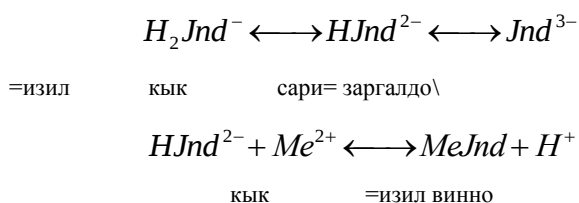
Trilon B hosil qilgan ichki kompleks birikmalarning beqarorlik konstantalari juda kichik (10^{-9} dan 10^{-18} gacha) boʻlib, bu esa birikmalarning ancha barqaror ekanligini koʻrsatadi. Masalan: Trilon B ning $K_{\text{ёкоп, Ca}^{2+}} = 2,6 \cdot 10^{-11}$,

$K_{\text{бекор}, \text{Mg}^{2+}} = 2 \cdot 10^{-9}$ ga teng. Ichki kompleks birikmalarning barqarorligiga harorat va organik erituvchilar, ayniqsa, eritma muhiti (pH) juda katta ta'sir qiladi.

Ekvivalent nuqtani aniqlash. Kompleksonometrik titrlashda ekvivalent nuqtani aniqlash uchun organik bo'yoqlar: to'q-ko'k kislotali hrom, eriohrom qora T, hromogen ET-100, mureksid va boshqalar ishlatiladi. Bu indikatorlar metall ionlari bilan titrant - kompleksonlar hosil qiladigan kompleks birikmalarga nisbatan beqarorroq (juda kam barqaror) rangli kompleks birikmalar hosil qiladi.

Shuning uchun ham bu indikatorlar metallohrom-indikatorlar deyiladi.

Eriohrom qora T – 3 asosli kislota bo'lib dissocilanganda quyidagi ionlarni hosil qiladi.



"Trilon-B" bilan titrlanganda MeJnd kompleks birikma buziladi. Metall ionlari "Trilon-B" bilan bog'lanib, ancha barqaror kompleks birikmani hosil qiladi. Indikator anioni qayta eritmaga o'tib, uni ko'k rangga kiritadi.



pH=8-9 teng bo'lganda eritmaning rangi keskin o'zgaradi. Reaksiya natijasida hosil bo'lgan H^+ ionini bog'lab olish uchun titrlashni ammiakli bufer eritma ishtirokida olib boriladi.

7.4. Tajriba mashg'ulotlari

1 - ish. Trilon B eritmasining titrini aniqlash.

Kerakli asbob – uskuna va reaktivlar:

- 1) 1,0 litrli o'lchov kolba;
- 2) 500 yoki 10,00 ml li pipetka;
- 3) shtativ;

- 4) 25,00 ml li byuretki ;
- 5) 3 dona 50 ml li titrlash kolbasi;
- 6) yuvgich;
- 7) trilon B;
- 8) *qora eriohrom T;
- 9) **ammiakli bufer eritma*.

Trilon B-oq, suvda yahshi eriydigan kukunsimon modda ($Na_2H_{14}C_{10}O_8 \cdot N_2 \cdot 2H_2O$). Molekulyar massasi 372,25 g/mol, molyar ekvivalent massasi $M/2 = 186,12$ g/mol. Agar Trilon B 120 – 140°C gacha qizdirilsa, uning tarkibidagi suv uchib ketib $Na_2H_{12}C_{10}N_2$ formulaga mos keluvchi suvsiz tuz qoladi. Har ikkala tuz ham Trilon B ning eritmasini tayyorlash uchun dastlabki modda sifatida ishlatiladi. 0,1000 n Trilon B eritmasidan 1,0 l tayyorlash uchun namunaning massasi quyidagi formula asosida hisoblanadi:

$$m = \frac{N \cdot \vartheta \cdot V}{1000}$$

Trilon B eritmasining titri 0,05000 n li $MgSO_4$ eritmasi (fiksandalan tayyorlangan) yordamida aniqlanadi.

Ishning bajarilish tartibi. ~0,1 n Trilon B eritmasi byuretkaga quyiladi. Titrlash kolbasiga pipetka yordamida 20,00 ml 0,05000 n $MgSO_4$ eritmasidan olib ustiga 5 ml ammiakli bufer va 20-30 mg quruq indikator qora eriohrom T qo'shiladi. Aralashmaning rangi qizildan ko'k rangga o'tguncha byuretkadagi Trilon B eritmasi bilan titrlanadi. Tajribani uch marta takrorlanadi. Olingan natijalarni jadval ko'rinishida yozib, formulalar asosida Trilon B ning titrini hisoblanadi.

№	V_{MgSO_4} , ml	$V_{T.B.}$, ml	Indikator
1.	20,00		Qora eriohrom T
2.	20,00		
3.	20,00		

$$1. N_1 V_1 = N_2 V_2 \text{ yoki}$$

$$N_{T.B.} = \frac{N_{MgSO_4} \cdot V_{MgSO_4}}{V_{T.B.}^{yp}}$$

$$2. T_{T.B.} = \frac{\vartheta_{T.B.} \cdot N_{T.B.}}{1000}$$

$$3. T_{T.B./Mg^{2+}} = \frac{\vartheta_{Mg^{2+}} \cdot N_{T.B.}}{1000}$$

2 - ish. Suvning qattiqligini aniqlash.

Kerakli asbob – uskuna va reaktivlar:

- 1) shtativ;
- 2) 25,00 ml li byuretk;
- 3) 0,1000 n Trilon B eritmasi;
- 4) 3 dona 100 ml titrlash kolbasi;
- 5) qora eriohrom T;
- 6) ammiakli bufer eritma.

Suvning qattiqligi, 1,0 l suvda bo'lgan kaltsiy va magniy ionlarining milligramm - ekvivalent miqdori bilan ifodalanadi. Suv tarkibidagi Ca^{2+} va Mg^{2+} ionlari kompleksonlar bilan barqaror kompleks birikmalar hosil qiladi. Shuning uchun suvning qattiqligini kompleksonometrik usul bilan aniqlash juda qulay.

Ishning bajarilish tartibi: Titrlash kolbasiga 50,00 ml analiz qilinadigan suv, 5 ml ammiakli bufer aralashma qo'shiladi. Unga 20-30 mg atrofida quruq qora eriohrom T (NaCl yoki KCl bilan aralashmasi) solinadi va titri aniqlangan byuretkadagi trilon B eritmasi bilan eritma to'q (vino) qizil rangi ko'k rangga o'tguncha titrlanadi. Titrlashni 3-4 marta takrorlanadi, olingan analiz natijalarini jadval ko'rinishida rasmiylashtiriladi.

№	V_{H_2O} , ml	$V_{T.B.}$, ml	Indikator
1.	50,00		Qora eriohrom T
2.	50,00		
3.	50,00		

Aniqlash natijalarini quyidagi formula asosida hisoblang.

$$K = \frac{N_{T.B.} \cdot V_{T.B.}^{yp} \cdot 1000}{V_{H_2O}}$$

bunda

K – suvning qattiqligi, mg-ekv/l

3 - ish. Sut tarkibidagi kaltsiy va magniy tuzlari miqdorini aniqlash.

Kerakli asbob – uskuna va reaktivlar:

- 1) shtativ;
- 2) 25,00 ml li byuretk;
- 3) 100 ml li cilindr;
- 4) 250-300 ml li kimyoviy stakan;
- 5) shisha tayoqcha;
- 6) 0,05000 mol/l li Trilon B;
- 7) Mureksid (0,25 g mureksid 1,25 g NaCl bilan chinni havonchada aralashtiriladi);
- 8) qora eriohrom T;
- 9) 0,05000 mol/l $CaCl_2$;
- 10) 0,05000 mol/l $MgCl_2$;
- 11) 5,00 ml. li pipetka;
- 12) ammiakli bufer eritma;
- 13) 2 mol/l NaOH.

Ishning bajarilish tartibi:

- a) kaltsiy tuzlari miqdorini aniqlash.

Kimyoviy stakanga 5,00 ml sut olib, 90-95 ml distillangan suv va 5 ml 2 mol/L NaOH eritmasidan quyiladi. Aralashma ustiga byuretkadan 3,50 ml Trilon B qo'shib, shisha tayoqcha bilan aralashtiriladi. 2 minutdan keyin 40 mg mureksid aralashmasidan qo'shganda, eritma och binafsha rangga bo'yaladi.

Stakandagi eritma 0,05000 mol/L CaCl_2 eritmasi bilan barqaror pushti rang hosil bo'lguncha titrlanadi. Shu eritmani qaytib och binafsha rangga kimguncha byuretkadagi Trilon B eritmasi bilan titrlanadi. Kaltsiy tuzlarining miqdori quyidagi formula bilan hisoblanadi:

$$Q_{(\%)} = \frac{V_1 \cdot 0,002 \cdot 0,97 \cdot 100}{V}$$

V_1 – kaltsiy ionlarini titrlash uchun sarf bo'lgan 0,05000 mol/L Trilon B ning hajmi;

0,002 – 1 ml 0,05000 mol/L Trilon B eritmasiga to'g'ri keladigan Ca^{2+} ionining miqdori;

V – aniqlash uchun olingan sutning hajmi;

0,97 – sut hajmini sut massasiga hisoblangandagi koefficienti.

b) Magniy tuzlari miqdorini aniqlash.

Kimyoviy stakanga 5,00 ml sut olib 90-95 ml distillangan suv, 5 ml bufer eritma, 0,04 g qora eriohrom T indikator qo'shib, byuretkadan 5,00 ml Trilon B eritmasidan qo'shiladi. 2 minutdan keyin eritma rangi o'zgarguncha MgCl_2 eritmasi bilan titrlanadi, so'ngra Trilon B eritmasi bilan ko'k – yashil rang hosil bo'lguncha titrlanadi. Magniy tuzlari miqdori (%) ni quyidagi formula bilan hisoblanadi:

$$Q_{(\%)} = \frac{(V_2 - V_1) \cdot 0,97 \cdot 100 \cdot 0,0012}{V}$$

V_1 – Ca^{2+} ionlarini mureksid bilan titrlashga sarf bo'lgan 0,05000 mol/L Trilon B eritmasi hajmi, ml;

V_2 – Ca^{2+} va Mg^{2+} ionlarini qora eriohrom bilan titrlashga sarf bo'lgan 0,05000 mol/L Trilon B eritmasi hajmi, ml;

0,0012 – 1 ml 0,05000 mol/L Trilon B eritmasiga to'g'ri keladig Mg^{2+} ionning miqdori;

V – aniqlash uchun olingan sutning hajmi.

Mavzu yuzasidan mashq va savollar:

1. Cho'ktirish usulining mohiyati nimada?
2. Cho'ktirish usulida ekvivalent nuqtani aniqlash.
3. Kompleksonlar haqida tushuncha bering
4. Metallohrom indikatorlari nima?
5. 25,00 ml 0,05 n $AgNO_3$ eritmasi bilan necha gr NaOH reaksiyaga kirishadi.
6. 46,16 $AgNO_3$ eritmasini titrlash uchun, titri 0,005000 g/ml teng bo'lgan 25,00 NaCl sarf bo'ldi. $AgNO_3$ titri va normaligini hisoblang
7. 0,7315 g NaCl eritib 250,0 ml standart eritma tayyorlandi. Tayyorlangan standart eritmaning 25,00 ml ni titrlash uchun 27,85 ml $AgNO_3$ sarf bo'ldi. $AgNO_3$ ning normaligini va titrini hisoblang.
8. 25,00 ml KJ ni titrlash uchun 0,1050 n 34,00 ml $AgNO_3$ eritmasi sarf bo'ldi. 250,0 ml KJ eritmasida necha gr KJ borligini hisoblang.
9. Tarkibida 6,50 g/l KCl saqlagan 12,00 ml eritmani titrlash uchun 0,1000 n $AgNO_3$ eritmasidan necha ml kerak?
10. Tarkibida 28,0 % hlor bo'lgan 0,2734 g namunani titrlash uchun 0,05000 n $Hg(NO_3)_2$ eritmasidan qancha hajm kerak?
11. 0,1000 n $AgNO_3$ eritmasidan 4 l 0,05000 n eritma tayyorlash uchun qancha suv olish kerakligini va eritmaning titrini hisoblang.
12. 0,02500 n 250,0 ml kumush nitrat eritmasini tayyorlash uchun tarkibida 3,98 % kumush saqlagan aralashmasidan necha gramm olinadi?
13. 0,1052 g himiyaviy toza NaCl saqlagan 20,00 ml eritmani titrlash uchun 0,05000 n li $AgNO_3$ eritmasidan necha ml sarf bo'ladi?
14. a) 15,00 ml 0,08888 n NaCl, b) 51,00 ml 0,1111 n KBr eritmalarini titrlash uchun 0,1000 n $AgNO_3$ eritmasidan necha ml sarflanishini hisoblang.
15. 1,5 l 0,02000 n eritma tayyorlash uchun "Trilon B" dan necha g olish kerak?
16. 20,00 ml "Trilon B" eritmasini titrlash uchun 0,1120 n. $ZnSO_4$ eritmasidan 19,50 ml sarflandi. "Trilon B" eritmasining normalligi va titrini hisoblang.

17. 1,3250 g quritilg CaCO_3 250,0 ml li o'lchov kolbasida eritildi. Tayyorlangan eritmaning 25,00 ml ni titrlash uchun 26,47 ml "Trilon B" eritmasi sarf bo'ldi. "Trilon B" eritmasini kaltsiy bo'yicha titrini va normal konsentratsiyasini hisoblang.

18. 100,00 ml suv "qora hromogen T" indikatorini ko'k rangga kimguncha 0,1012 n 19,20 ml "Trilon B" eritmasi bilan titrlandi. Magniyning suvdagi konsentratsiyasini mg ekv/l-da hisoblang.

19. Tarkibida Mg bo'lgan alyuminiy qotishmasidan 0,5000 g olib eritildi. Eritmadagi halaqit beradigan ionlar yo'qotilib, eritmani 20,00 ml ni titrlash uchun 12,06 ml 0,01000 n "Trilon B" eritmasidan sarf bo'ldi. Alyuminiy qotishmasi tarkibidagi Mg ni foiz miqdorini aniqlang.

20. Tarkibida Mn bo'lgan mis qotishmasidan 0,2062 g namuna olib, eritildi. Eritma tarkibidagi halaqit beradigan ionlar yo'qotildi. Eritmadagi Mn ionini titrlash uchun 15,42 ml 0,05000 n Trilon B eritmasi sarf bo'ldi. Qotishma tarkibidagi Mn ning foiz miqdorini aniqlang.

21. Tarkibida 20 % Al_2O_3 bo'lgan silikat qayta ishlanib, 10,00 ml 0,1000 n Trilon B bilan titrlandi. Analiz qilish uchun qancha miqdorda silikat olinganligini hisoblang.

22. 55,00 ml suvni titrlash uchun 0,5550 n "Trilon B" eritmasidan 4,00 ml sarflandi. Suvning qattiqligini hisoblang.

23. Suvning qattiqligi 9,0 mg-ekv/l. ga teng. Shu suvning 88,00 ml ni titrlash uchun 0,05550 n "Trilon B" eritmasidan necha ml sarflanadi?

24. 5,00 ml sut tarkibidagi kaltsiy tuzlari miqdorini aniqlash uchun 0,05550n. "Trilon B" eritmasidan 0,65 ml sarflandi. Sut tarkibidagi kaltsiy tuzlarining % miqdorini hisoblang.

II QISM

VIII Mavzu: FIZIK – KIMYOVIY

ANALIZ.

Tayanch iboralar:

- Fizik – kimyoviy analiz usullari
- Analiz usullarining tavsifi
- Sezgirligi
- Analiz natijalarinig qayta takrorlanishi
- Analizning quyi chegarasi
- Aniqlilik
- Potenciometrik usulning nazariy asosi
- Elektrod
- Galvanik elementning EYuK ni o'lchash
- Elektrodning turlari
- Indikator elektrodi
- Taqqoslash elektrodi
- Ionselektiv elektrodi
- To'g'ri potenciometriya
- Potenciometrik titrlash
- Potenciometrik titrlashda ekvivalent nuqtani aniqlash
- Potencial sakrash
- Potencial sakrashga ta'sir qiluvchi omillar
- Potenciometrik titrlashda qo'llaniladigan reaksiyalar
- Potenciometrik titrlashda boradigan reaksiyalarga quyilgan talablar
- Potenciometrik titrlashning afzalligi va kamchiligi
- To'g'ri potenciometriya va potenciometrik titrlashni ishlatish sohalari

8.1. Fizik – kimyoviy analiz usullari.

Analizning fizik-kimyoviy usullari moddaning kimyoviy reaksiyalari jarayonida fizikaviy hossalarning o'zgarishini aniqlashga asoslangan.

Fizik – kimyoviy analiz usullarining turlari juda ko'p. Ulardan hozirgi vaqtda sanoat korxonalarida mahsulotlarning hossalarni o'rganishda, ilmiy-tekshirish laboratoriyalari ishlarida keng foydalaniladigani quyidagilar:

1. Elektrokimyoviy analiz usullari - elektrokimyoviy hodisalar vaqtida analiz qilinadigan eritmada o'zgaradigan elektrokimyoviy ko'rsatkichlarni o'lchashga asoslangan (potenciometrik, konduktometrik, amperometrik va boshqalar).

2. Spektral va boshqa optik analiz usullari - modda bilan elektromagnit nurlarning ta'siri natijasida turli o'zgarishlarni o'lchashga asoslangan (emission spektral analiz, atom-yutilish spektroskopiyasi, infraqizil nurlar spektroskopiyasi, spektrofotometrik va boshqalar)

3. Ajratish va koncentrlash usuli - moddalarning ikki faza orasida taqsimlanishiga asoslangan (ekstrakciya, hromatografiya va hokazo).

8.2. Analiz usullarining tavsifi

Har qanday analiz usullari, sezgirligi, ochilish oralig'i, natijalarning qayta takrorlanishi (vosproizvodimost') va aniqligi bilan karakterlanadi.

1. Analiz usullarining Sezgirligi - koncentraciya o'zgarishi bilan o'lchanadigan ko'rsatkichning o'zgarishi demakdir. Sezgirlik miqdoriy jihatdan sezgirlik koefficienti bilan baholanadi.

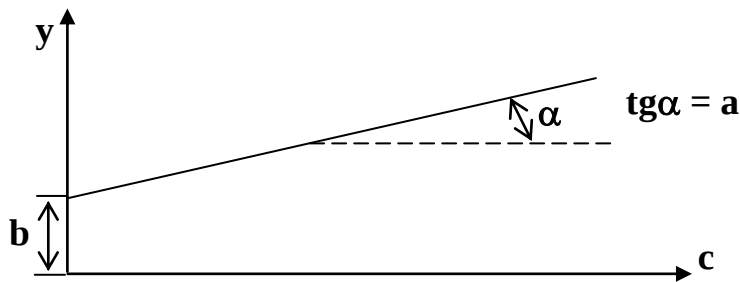
$$S = \frac{dy}{dc} \quad \text{yoki} \quad S = \frac{\delta y}{\delta c}$$

$$S - y = f(c)$$

Funkciya bo'lib, tajribada (y) ning (s) ga bog'liqligi quyidagi tenglama bilan ifodalanadi.

$$y = ac + b$$

bunda, a -sezgirlik koeffitsienti, b -analiz qilinadigan komponent bo'lmagandagi ($c=0$) u ning qiymati b ning qiymati grafikdan topiladi. (1-chizma)



1-chizma. Darajalash grafigi.

Bu to'g'ri chiziq darajalash grafigi deyiladi.

2. Analiz natijalarining qayta takrorlanuvchanligi (voproizvodimost')-tasodifiy hatolarni ifodalaydigan va takroriy parallel o'lchashlardagi chetlanishlar darajasini ko'rsatadigan kattalik. Analiz natijalarining qayta takrorlanish mezoni bo'lib har bir aniqlash natijasi bilan o'rtacha arifmetik natija o'rtasidagi farqdir.

$$\bar{y} = \frac{y_1 + y_2 + y_3 \dots + y_n}{n}$$

$$y_n = (y_n - \bar{y})$$

n – o'lchashlar soni

y_n - ning qiymati qancha kichik bo'lsa, aniqlash shunchalik aniq bajarilgan bo'ladi va tajribada tasodifiy hatolarga shuncha kam yo'l qo'yilgan bo'ladi. Standart chetlanish, dispersiya, variatsiya koeffitsientlari ham tasodifiy hatolarni harakterlaydi.

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{n=1}^{n-1} (y_1 - \bar{y})^2}{n-1}} \quad \text{- standart chetlanish}$$

$$V = S^2 \quad \text{- dispersiya}$$

$$S_r = \frac{S}{\bar{y}} \quad \text{- nisbiy standart chetlanish}$$

Hozirgi kunda analiz natijalarining qayta takrorlanishini hisoblash uchun, mahsus dasturlar asosida EHM - lardan foydalaniladi.

3. Analizning quyi chegarasi C_{min} - ma'lum sharoitda topilishi
mumkin bo'lgan moddaning eng kam miqdori

$$C_{min} = \frac{y_{min} - \bar{y}_{sinov}}{S}$$

y_{min} - berilgan namunada o'lchanishi mumkin bo'lgan kattalikning eng kichik qiymati.

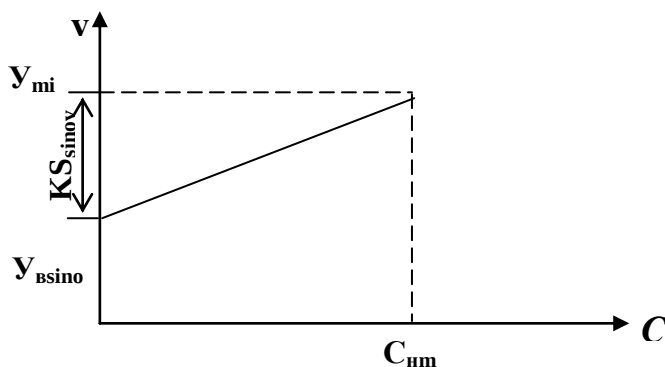
$\bar{y}_{sinov}$ - kattalikning holis tajribadagi o'rtacha qiymati.

S - sezgirlik koefficienti.

C_{min} - baholash uchun statistik mezon k dan (ishonchlilik ehtimolligini ifodalaydigan koefficient) va S holis tajribadagi standart chetlanishdan foydalaniladi.

$$y_{min} = \bar{y}_{sinov} + \kappa S$$

$\kappa=2,3 \dots$ (ko'pincha 3). Agar κ ning qiymati qancha katta bo'lsa, ochilish chegarasi (analitik signal) shuncha katta bo'ladi.



2- chizma. Ochilish chegarasi va eng kichik analitik signal orasidagi bog'liqlik.

Analizning quyi chegarasini baholash uchun sinov tajribalaridagi (kamida 12 marta tajribani takrorlash kerak) standart chetlanishini va sezgirlik koefficientini hisoblash kerak

$$C_{min} = \frac{\kappa S_{sinov}}{S}$$

$n>20$ o'lchashlarda $S \approx \sigma$ shuning uchun ochilish chegara baholash uchun 2,3 yoki 6 li mezon qabul qilingan.

4. Aniqlilik - olingan natijalarning haqiqiy qiymatga yaqinligini harakterlaydigan kattalik. Aniqlilik – sistematik, individual (shahsning hatosi) va uslubiy hatolarni harakterlaydi.

Sistematik hatolarni kamaytirish uchun quyidagilardan foydalanish mumkin: 1) Standart namunalardan foydalanish; 2) tortim massasini tanlash (varʻirovanie); 3) qoʻshish usuli; 4) analiz natijalarini bogʻliq usul natijalari bilan taqqoslash. Analizning aniqliligi quyidagi formula bilan hisoblanadi.

$$\varepsilon_x = t_{\alpha, f} \cdot \frac{S}{\sqrt{n}}$$

α - ishonchlik (0.95; 0,98; 0,99).

f - erkinlik darajasi

n - oʻlchashlar soni

$t_{\alpha, f}$ - Stʻyudent koefficienti (18-jadval 285 bet.)

u_{α} - ishonchlik chegarasi topiladi.

8.3. Analizning potentsiometrik usuli.

Bu analiz usuli elektrokimyoviy analiz usullarining asosiylaridan biridir. Bu usul eritmaga tushirilgan elektrodlar (galʻvanik elementlar) da yuzaga keladigan potentsiallar farqi elektr yurituvchi kuchni oʻlchash bilan eritmada erigan modda miqdorini (koncentraciyasini) aniqlashga asoslangan.

Maʼlumki, koʻpchilik texnologik jarayonlarda foydalaniladigan yoki hosil boʻladigan eritmalaridagi biror modda miqdorini aniqlash uchun shu modda tarkibidagi biror ion miqdori aniqlanadi. Aksariyat hollarda eritmada vodород ioni – H^+ miqdori, baʼzi hollarda Cl^- , Br^- , NO_3^- , CO_3^{2-} , Na^+ , K^+ , Ca^{2+} , Ag^+ , Pb^{2+} , NH_4^+ .. ionlarning miqdori aniqlanadi. Shu olingan natijalarga asosanib ishlab chiqarish jarayonlari nazorat qilinadi yoki boshqariladi.

8.4. Potenciometrik usulning qisqacha nazariy asoslari.

Eritmada erigan modda (ion, ionning aktivligi) miqdori (S_{ion}) bilan elektrodlarda yuzaga keladigan potencial o'rtasida o'zaro to'g'ri bog'lanish mavjud bo'lib, u Nernst formulasi orqali ifodalanadi:

$$E = E^0 + \frac{2,3RT}{nF} \lg C_{ion}$$

Bu erda:

E - elektrodga yuzaga keladigan potencial, V yoki mV.

R - universal gaz doimiysi, 8,314 kJ mol⁻¹/grad.

T - absolyut harorat, K.

F - Faradey soni, 96500 Kl.

n - ionning zaryadi yoki berilgan (qabul qilingan) elektronlar soni.

E^0 - miqdori aniqlanayotgan ionning standart oksidlanish potenciali bo'lib, eritmada $S = 1 \text{ mol/l}$ bo'lganda elektrodga yuzaga keladigan potencial qiymati. Uning qiymati ma'lumotnomalarda berilgan bo'ladi.

$$\frac{2,3RT}{nF} = Q \quad \text{bilan belgilanadi, (19-jadval 298 bet.) uning qiymati}$$

$n=1$, $t=25^\circ \text{ S}$ bo'lganda 0,059 B

$n=2$, $t=25^\circ \text{ S}$ bo'lganda esa , 0,029 B

Ushbu formuladan ko'rinib turibdiki, elektrodlarda yuzaga keladigan potencial eritma bilan elektrodning sirt chegarasida elektron almashinuvigagina emas, balki eritmadagi potencial aniqlovchi ion konsentratsiyasining o'zgarishiga ham bog'liqdir. Shuning uchun potenciometrik usulida neytrallash, oksidlanish-qaytarilish, cho'kma hosil bo'lish va kompleks hosil bo'lish reaksiyalaridan foydalaniladi.

Nernst formulasiga ko'ra elektrodlarda yuzaga keladigan potencialning qiymati, potencial hosil qiluvchi ionning tabiatiga, haroratga, normal oksidlanish-qaytarilish potenciali $-E_{\text{окси/кйт}}^0$ hamda ionning konsentratsiyasiga $-C_{ion}$ bog'liq.

8.5. Potenciometrik usulda qo'llaniladigan asosiy tushunchalar

Elektrod – eritma bilan o'zining sirt chegarasida elektronlar yoki ionlar almashinuvi natijasida potenciallar farqi yuzaga keladigan eritma va unga tushirilgan metall plastinkadan iborat elektrokimyoviy sistemadir.

Eng oddiy elektrod - ruh sulfat tuzi eritmasiga tushirilgan ruh plastinkasidir. Bunda eritmaga tushirilgan ruh plastinka "aktiv metall" bo'lgani uchun eriy boshlaydi, ya'ni oksidlanadi.

Natijada plastinka sirtida elektronlar qoladi, eritmaga esa ruh ionlar Zn^{2+} o'tadi. Plastinka sirti manfiy zaryadlanadi, plastinkaning sirtiga tegib turgan eritma musbat zaryadlanadi, ya'ni eritma bilan plastinka (o'rtasida) sirt chegarasida qo'sh elektr qavat hosil bo'ladi. Qo'sh elektr qavatda potenciallar farqi yuzaga keladi va bu elektrod potentsiali deb aytiladi.

Elektrodda yuzaga keladigan potentsial Nerst tenglamasi

$$E = E_{Zn/Zn}^0 + \frac{2,3RT}{nF} \lg C_{Zn^{2+}}$$

bilan ifodalanadi. Har bir elektrod uchun yuqoridagi singari elektrod potentsialini hisoblash formulalari mavjud.

Elektrodlar ularda boradigan elektrokimyoviy reaksiyaning mehanizmiga va ishlatish maqsadiga ko'ra bir necha turli bo'ladi.

Birinchi tur elektrodlar – elektrod potentsiali eritmada potentsial hosil qiluvchi ionning konsentratsiyasiga bog'liq bo'lgan elektrodlar. Bu elektrodlar eritmada o'z ionlariga nisbatan qaytar ishlaydigan, eritmaga tushirilgan metall plastinkalardir. Birinchi tur elektrodlarga misollar: Kumush elektrodi $AgNO_3$ eritmasiga tushirilgan Ag plastinkasi ($Ag/AgNO_3$); Mis elektrodi $CuSO_4$ eritmasiga tushirilgan Cu plastinkasi ($Cu/CuSO_4$); vodorod elektrodi, hingidron elektrodi, shisha elektrodi va hokazolar. Bu elektrodlar ishlatilish maqsadiga ko'ra *indikator elektrodlar* deyiladi.

Shu elektrodlardan ayrimlari bilan yaqindan tanishib chiqaylik.

Normal vodorod elektrodi. **Normal vodorod elektrodi (NVE)** - tarkibida vodorod ionlari bo'lgan eritma (H_2SO_4) ga tushirilgan sirtiga vodorod gazi singdirilgan platina (Pt) plastinkasidan iborat sistema.

Bu elektrod sirtida quyidagi oksidlanish-qaytarilish reaksiyasi boradi:



Elektrodda yuzaga keladigan potentsial quyidagi formula bilan ifodalanadi:

$$E = E_{2H^+/H_2}^0 + \frac{2,3RT}{F} \lg \frac{a_H}{p_{H_2}^{1/2}} = E_{2H^+/H_2}^0 + \frac{0,059}{1} \lg a_{H^+} - \frac{0,059}{2} \lg p_{H_2}$$

bunda, - vodorod gazining bosimi.

Vodorod elektrodning potentsiali shartli ravishda istalgan haroratda ham nolga teng deb olingan. Elektrod $pH=1$ atm vodorod bilan to'ldirilib, $a_{H^+} = 1$ bo'lgan kislotaga tushirilganda elektrodning potentsiali:

$$E_{NVE} = -0,059pH$$

ko'rinishiga keladi.

Demak, normal vodorod elektrodning potentsiali eritmaning pH -iga, ya'ni eritmaning kislotaliligiga to'g'ri proporsionaldir. Normal vodorod elektrod asosan metallarning standart oksidlanish-qaytarilish potentsialini o'lchashda foydalaniladi.

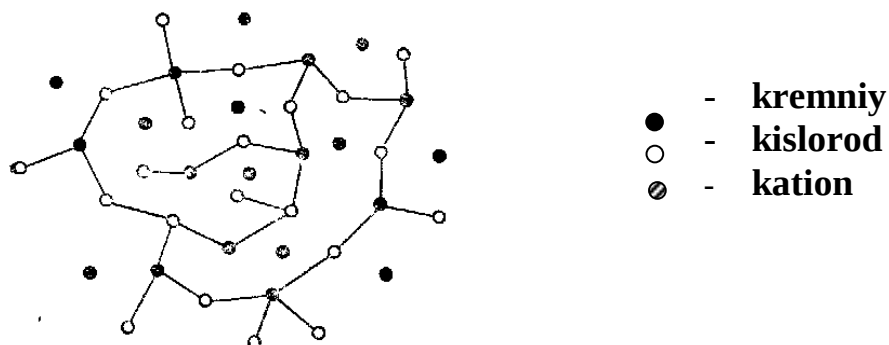
Vodorod elektrodning potentsiali quyidagi shartlarga rioya qilinganda doimiy bo'ladi:

- 1) juda toza vodorod va elektrolit qo'llanilganda;
- 2) elektrodni eritmaga muayyan chuqurlikkacha botirilganda;
- 3) elektrodga juda oz miqdorda tok berilganda;

Vodorod elektrodni nitrat, hlorat, permanganat, manganat, temir (III) singari oksidlovchilar va qaytaruvchilar bo'lgan, shuningdek to'yinmagan organik birikmalar, aminlar, nitrofenollar, alkolloidlar ishtirok etganda ishlatib bo'lmaydi.

Shisha (ionoselektiv membranali) elektrod. **Shisha elektrod nazariyasini** akademik B.P.Nikol'skiy tomonidan ishlab chiqilgan. Shisha elektrodidagi

shisha membrana vodorod ionning koncentraciyasi har hil bo'lgan ikki eritmani bir-biridan ajratib turadi. Bu vaqtda elektrod sirtida potencial yuzaga keladi. Tekshirishlarning ko'rsatilishiga ko'ra shisha to'rsimon kremniy-kislorod zanjirlaridan iborat bo'lib, oradagi bo'sh joylar ishqoriy metallarning kationlari bilan band (1-chizma).



1-chizma. Shishaning tuzilishi.

Bo'sh joylardagi kationlar turning tuzilishini buzmasdan qaytar ravishda almashinish reaksiyasiga kirisha oladi. Vodorod selektiv shisha elektrodning sharsimon qismiga kumush hlorldli elektrod joylashtiriladi va u 0,1 m HCl (yoki boshqa elektrolit) bilan to'ldiriladi. Bu tekshiriladigan eritmaga tushiriladigan yarim elementni tashkil etadi. Shisha elektrod potenciali shisha membrananing har ikkala tomonidagi eritmalar potenciallarining ayirmasiga tengdir.

Odatda ichki eritmaning potenciali doimiy bo'lganligi uchun bu ayirma elektrod tushirilgan eritmaning potencialiga teng bo'ladi va quyidagi formula bilan ifodalanadi.

$$E_{sh.e9} = Const + 0,059 \lg a_{H^+}$$

$$E_{sh.e9} = Const - 0,059 pH$$

Ushbu formulalardan ko'rinib turibdiki, shisha elektrodi H^+ - ionlariga nisbatan qayta ishlaydigan elektrod bo'lib, undan asosan eritmalarining pH -ini o'lchashda, vodorod ionlarining miqdori – H^+ ni va shu kattaliklarga mos keladigan eritma potencialini o'lchashda foydalaniladi.

Ikkinchi tur elektrodleri - **elektrod potentsiali elektrodni hosil qiluvchi metall bilan kam eriydigan birikma hosil qiluvchi anionga nisbatan qaytar bo'lgan va potentsiali tashqi eritmadagi boshqa ionlar konsentratsiyasiga bog'liq bo'lmagan elektrodlerdir.**

Bu tur elektrodler amaliyotda asosan solishtiruvchi elektrodler sifatida ishlatiladi. Solishtiruvchi (taqqoslash) elektrodlerga misollar: Kalomel⁶ elektrod - KE, kumush hloridli elektrod-KXE (20-jadval).

Kumush hloridli elektrod.. Kumush hloridli elektrod - KCI ning to'yingan eritmasiga tushirilgan va sirti kam eriydigan AgCl moddasi bilan qoplangan kumush simdir. Uning formulasi: Ag/AgCl, Cl⁻.

KHE ning potentsiali Ag⁺ ga bog'liq bo'lib, elektrod ichki eritmasidagi Cl⁻ ionlariga nisbatan qayta elektrodidir. Buning sababini KHE potentsiali - KHE ni hisoblash formulasini keltirib chiqarish bilan tushunish mumkin.

Umuman, KHE uchun: $E_{KXE} = E_{Ag/Ag^+}^0 + 0,059 \lg a_{Ag^+}$

Lekin ichki eritmada Ag⁺ ionlari yo'q. Bu ion elektrod sirtidagi AgCl ning dissosiyalanishi tufayli hosil bo'ladi.

Shunga asosan: $\mathcal{K}_{AgCl} = a_{Ag^+} \cdot a_{Cl^-}$

Bu ifodadan elektro-kimyoviy jarayonda qatnashadigan kumush ionning aktiv konsentratsiyasi: $a_{Ag^+} = \frac{\mathcal{K}_{AgCl}}{a_{Cl^-}}$

ga tengligini e'tiborga olsak, E_{KHE} quyidagi ifodaga teng bo'ladi:

$$E_{KXE} = E_{Ag/Ag^+}^0 + 0,059 \lg \frac{\mathcal{K}_{AgCl}}{a_{Cl^-}} = E_{Ag/Ag^+}^0 + 0,059 \lg \mathcal{K}_{AgCl} - 0,059 \lg a_{Cl^-}$$

Bu formuladagi $E_{Ag/Ag^+}^0 + 0,059 \lg \mathcal{K}_{AgCl} = E_{Ag/AgCl}^0$ ga teng bo'lib, 20°C da uning qiymati +0,2220 v ga teng. Bu qiymatni yuqoridagi formulaga qo'ysak: E = 0,2220 - 0,059 lg a_{Cl} bo'ladi, bu formula KHE ning potentsialini hisoblash formulasi deyiladi.

Yuqorida aytilganidek, bu elektrodning potentsiali a_{Cl^-} -ga bog'liq. Agar ichki eritma sifatida 0,1 n KCl (HCl) eritmasidan foydalanilsa EKHE $=+0,2900$ v; agar 1n KCl (HCl) eritmasi bo'lsa, EKHE $=+0,2370$ v bo'ladi.

Uchinchi tur elektrodleri. Bir hil anionga ega bo'lgan ikki kationdan biriga nisbatan qaytar elektrodlerdir. Bunga simobning simob va kaltsiy oksalatidagi elektrodini misol qilib keltirish mumkin. Uning potentsiali ikkinchi metall ionnining aktivligi bilan belgilanadi.

$$E = E^0 + \frac{2,3RT}{nF} \lg a_{Ca^{2+}}$$

Uchinchi tur elektrodlerining qaytarlik darajasi yuqori va ular elektrod metaliga nisbatan begona bo'lgan kationlarni aniqlash uchun indikator elektrod sifatida ishlatiladi.

Elektrodler ishlatilishiga ko'ra ikki hil bo'ladi:

Indikator elektrodler - tekshiriladigan eritmadagi ionning elektrod aktivligiga qarab potentsialini o'zgartiradigan elektrodlerdir. Indikator elektrodleri elektrod-eritma sirti chegarasida boradigan elektrokimyoviy jarayonning mehanizmiga ko'ra quyidagilarga bo'linadi:

1) oksidlanish-qaytarilish (redoks) elektrodler; bunday elektrodlerda elektronlar almashinishi kuzatiladi;

2) birinchi, ikkinchi to'r metall va metallmas elektrodler; bunday elektrodlerda elektron-ion almashinishi kuzatiladi;

3) Ionosektiv membranali elektrodler, bunday elektrodlerda ion almashinishi sodir bo'ladi.

Elektrodler agregat holatlariga ko'ra qattiq (platina, kumush, grafit va boshqalar), suyuq (simob) va gaz (vodorod, hlor) elektrodlerga bo'linadi. Bundan tashqari, elektrodler aktiv (kumush, mis va boshqalar) va befarq (platina, oltin, grafit va boshqalar) elektrodlerga bo'linadi.

Solishtirma elektrodler - sifatida elektrod potentsialini o'lchash uchun mo'ljallangan qaytar (normal vodorod to'yingan kalomel, kumush hloridli, talliy hloridli va boshqa) elektrodler (etalon sifatida) ishlatiladi.

Solishtirma elektrodlar quyidagi talablarga javob berishi kerak:

- 1. potencial belgilovchi elektrodning ichki reaksiyasi termodinamik qaytar bo'lishi kerak;**
- 2. elektrod kam qutblanuvchan bo'lishi, ya'ni undan tok o'tganda o'z potencialini nihoyatda kam o'zgartirishi kerak;**
- 3. elektrod uzoq vaqt saqlanganda va turli hil sharoitlarda ham o'z potencialini o'zgartirmasligi shart.**

Potenciometrik analiz usuli to'g'ri potenciometriya va potenciometrik titrlashga bo'linadi.

To'g'ri potenciometrik usuli yordamida ionlarning aktivligini (pH, pNO_3 va pK), dissociatsiya konstantasi, muvozanat konstantasi, kompleks birikmalarning barqarorlik konstantasi, yomon eriydigan moddalarning eruvchanlik ko'paytmasi kabi fizik-kimyoviy kattaliklarning qiymatlari o'lchanadi.

Bu usul ionlarning aktivligini to'g'ridan-to'g'ri aniqlashga imkon beradigan yagona usul hisoblanadi.

Bu usul quyidagi turlarga bo'linadi:

pH-metrik - eritmalarining pH qiymatlari, kislota va asoslarning (protolitlarning) kislotali-asosli konstantalari, protolitik xususiyatga ega bo'lgan kompleks birikmalarning barqarorlik konstantalari va shu kabilarni aniqlashga imkon beradi.

Ionometrik - pH -metriyaning rivojlanishi natijasida mustaqil usul bo'lib ajralgan zamonaviy usullardan biri. Bu usulda indikator elektrodi sifatida turli hil ionoselektiv elektrodlar qo'llaniladi.

Redoksmetrik - oksidlanish-qaytarilish reaksiyalari va redoks juftlarning potenciallarini o'lchashga asoslangan usul bo'lib, uning yordamida redoks juftlarning standart va real potenciallari, ular asosida esa turli hil konstantalar hamda kinetik kattaliklar aniqlanadi.

Potenciometrik titrlash – aniqlanayotgan modda miqdoriga ekvivalent miqdorda aniqlovchi modda (standart) eritmasidan qo'shilganda elektrodlar

sistemasida yuzaga keladigan, potenciallar ayirmasinnig keskin o'zgarishiga asoslangan miqdoriy analiz usulidir. Ekvivalent nuqta yaqinida elektrokimyoviy reakciyalarning biri ikkinchisi bilan almashinadi.

Potencialning keskin o'zgarishiga potencial sakrash yoki titrlashning ohirgi nuqtasi (t.o.n) deyiladi. Potencial sakrashga quyidagi omillar ta'sir qiladi:

- a) erituvchi va elektrolit foni tabiati ($\square$, K_{dis});
- b) elektrolitning konsentratsiyasi;
- v) elektrod materiali va sirt yuzasi;
- g) harorat.

Potenciometriyada titrlashning ohirgi nuqtasini topish uchun quyidagi usullardan foydalaniladi:

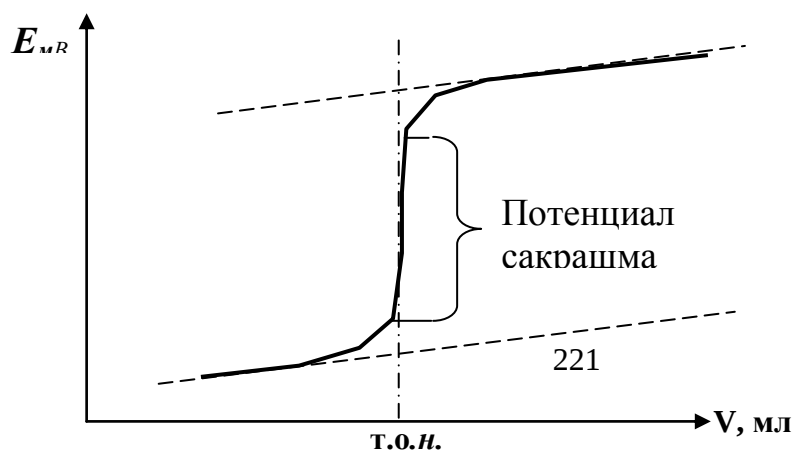
- 1. Hisoblash usullari.
- 2. Chizma usullari.

1. Hisoblash usullarida titrlanadigan modda eritmasiga titrantning eritmasidan teng (1ml.dan) miqdorda qo'shib har bir qo'shilgan hajm, unga to'g'ri keladigan potencialning qiymati va har ikki yaqin nuqta orasidagi potenciallar farqi ham qayd qilinadi.

ΔE eng katta bo'lgan soha ekvivalentlik nuqta joylashgan soha hisoblanadi.

2. Chizma usullar. Titrlashni ohirgi nuqtasini aniqlashning chizma usullari integral (to'liq), differencial (farqli), ikkinchi tartibli hosila va boshqa usullarga bo'linadi.

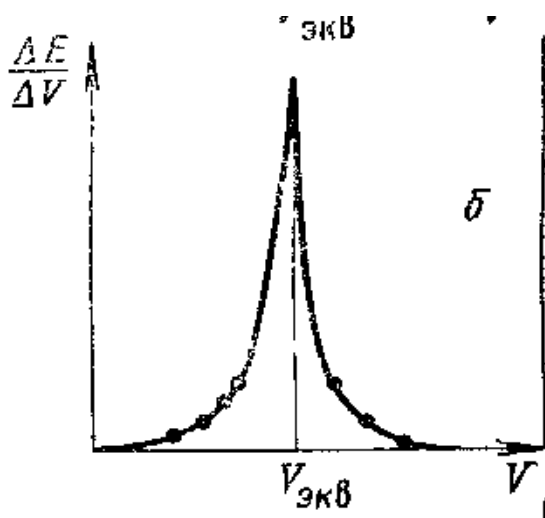
a) Integral usulida EYK ning titrant hajmi (V) ga bog'liqlik chizmasi chiziladi.



2- chizma. Potenciometrik titrlashning integral egri chizig'i

Bu chizma asosida ekvivalent nuqta va titrlashning ohirgi nuqtasini topish uchun o'rinmalar o'tkaziladi. O'tkazilgan o'rinmalar kesish nuqtalarining abscissalar o'qiga perpendikulyar bo'lgan balandligi topiladi. Bu balandlik teng ikki qismga bo'linadi va kesishgan nuqtadan titrlash egri chizig'i bilan kesishguncha ordinatalar o'qiga parallel o'tkaziladi. Shu parallelning titrlash egri chizig'i bilan kesishish nuqtasidan esa abscissalar o'qiga perpendikulyar tushiriladi. Ushbu perpendikulyarning abscissalar o'qi bilan kesishish nuqtasi t.o.n sig'a to'g'ri keladi. (2-chizma)

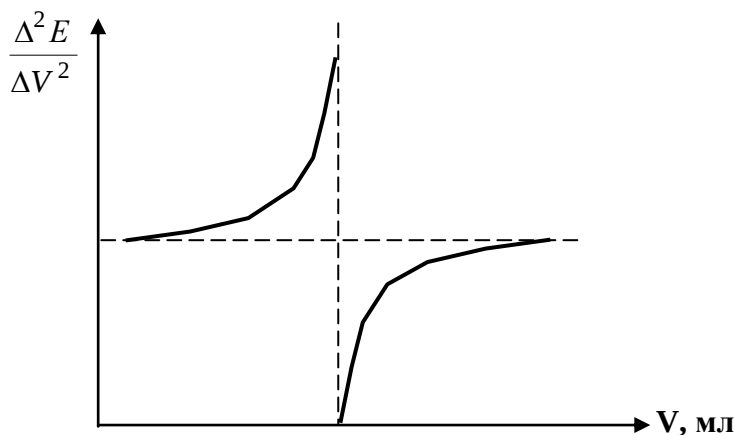
b) Differencial usul t.o.n sini topishning ancha oson va aniq usulidir; bunda $\Delta E / \Delta V$ nisbatning qo'shilgan titrant hajmiga bog'liqligi chizmasi chiziladi. Cho'qqisimon egri chiziq cho'qqisidan abscissalar o'qiga tushirilgan perpendikulyar titrlashning ekvivalent nuqtasiga (t.o.n sig'a) to'g'ri kelgan hajmini ko'rsatadi. (3-chizma)



3-chizma. Potenciometrik titrlashning differencial egri chizig'i.

Differencial usulda t.o.n sini topishning aniqligini oshirish uchun ikkinchi tartibli hosila olish usulidan foydalaniladi.

v) Ikkinchi tartibli hosila olish usulida $\Delta^2 E / \Delta V^2$ ning qo'shilgan titrant hajmiga bog'liqlik chizmasi chiziladi.



4-chizma. Potenciometrik titrlashning ikkinchi darajasi—ning titrlash egri chizig'i.

Chizmadan ko'rinayaptiki, egri chiziqlar abscissa o'qining har ikkala tomonida joylashgan (4-chizma). Egri chiziqlarning uchlarini tutashtirganda abscissa o'qi bilan chiziqning kesishish nuqtasi t.o.n siga to'g'ri keladi.

Potenciometrik titrlash kislota - asosli (neytrallash), oksidlanish-qaytarilish, cho'ktirish va kompleks hosil bo'lish reaksiyalari asosida, shunday hossalarga ega bo'lgan moddalarni aniqlash va tekshirish uchun keng qo'llaniladi. Natijada, moddalarning koncentraciyasinigina emas, balki ularning turli hil konstantalarini ham aniqlash mumkin.

Potenciometrik titrlashda boradigan reaksiyalar quyidagi talablarga javob berishi kerak:

a) reaksiya tegishli yo'nalishda stehiometrik nisbatda ohirigacha borishi;

b) kimyoviy reaksiyaning tezligi etarli darajada katta bo'lishi;

v) kimyoviy reaksiya muvozanati tez qaror topishi;

g) qo'shimcha reaksiyalar bo'lmasligi kerak.

Potenciometrik va boshqa asboblarda yordamida titrlash usullarining, vizual (ko'z bilan kuzatiladigan) usullarga ko'ra bir qator afzalliklari mavjud. Ular quyidagilardan iborat:

a) titrlashda sub'ektiv hatolarga yo'l qo'yilmaydi;

b) aniqlashning sezuvchanligi ancha yuqori bo'ladi;

v) loyqa va rangli eritmalarini titrlash mumkin;

g) bir vaqtning o'zida aralashmadagi bir necha komponentni tabaqalab (ketma-ket) titrlash mumkin;

d) titrlash jarayonini osongina avtomatlashtirish mumkin.

8.6. Tajriba mashg'ulotlari

1- ish. Eritmadagi vodorod ioni miqdori $[H^+]$ ni aniqlash

(pH-metriya)

Tajriba ishi eritmadagi vodorod ionlariga nisbatan qaytar ishlaydigan shisha elektrodi va kumush-hloridli elektrod yordamida tuzilgan galvanik elementning elektr yurituvchi kuchini o'lchashga asoslangan. Buning uchun quyidagi tizimda galvanik element tuziladi:

Shisha elektrod	Tekshirilayotgan eritma	Kumush hloridli elektrod
Indikator elektrod		Solishtirma elektrod

Ushbu galvanik elementda yuzaga keladigan potenciallar farqi ΔE (EYK) va pH o'rtasidagi bog'lanish:

$$\Delta E = E_{\text{solishtirma el-d}} - E_{\text{shisha el-d}} = -0,059 \lg [H^+] = 0,059 \text{ pH ga teng}$$

(1)

Shisha elektrodni darajalash

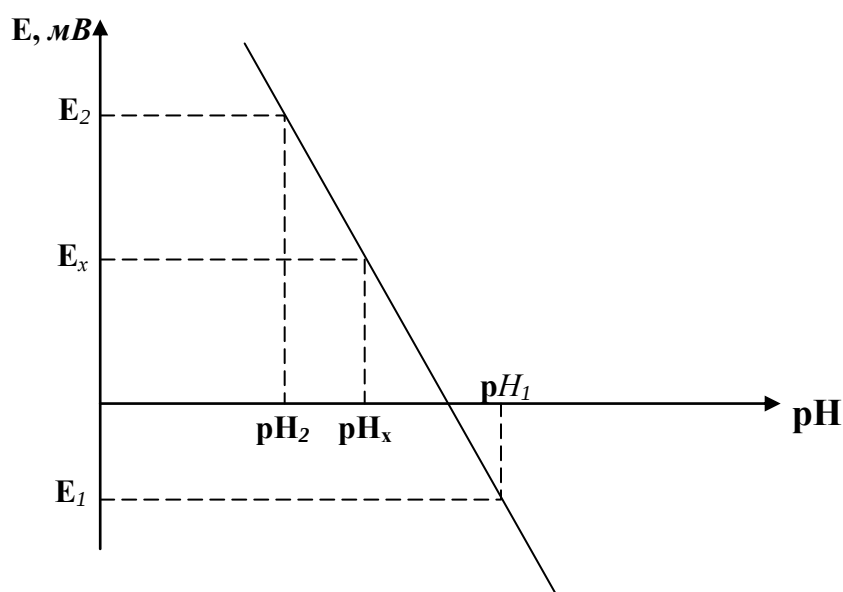
Kerakli asbob – uskuna va reaktivlar:

- 1) pH – metr;
- 2) indikator elektrod (shisha elektrod);
- 3) solishtirma elektrod (kumush hloridli elektrod);
- 4) 6 dona 50 ml .li stakan;
- 5) filʼtr qog'oz;
- 6) yuvgich;
- 7) 1 dona 500 ml.li stakan;
- 8) standart bufer eritmalar (pH = 1,68; 3,56; 4,01; 6,86; 9,18; 12,34).

Ishni bajarish tartibi: **Shisha elektrodni darajalash nima degani?** Ma'lumki, elektrodlardagi yuzaga keladigan potenciallar farqi - EYuKning qiymati bilan eritmadagi vodorod ionlari koncentraciyasi o'rtasida (1) formulaga muvofiq o'zaro bog'liqlik bor. Shu bog'liqlik ($E - pH$) ni amalda saqlanib qolganini tekshirish «elektrod (shisha)ni darajalash» deyiladi. Shisha elektrodni darajalash uchun pH qiymati doimiy va juda aniq bo'lgan bufer eritmalarda elektrodning potencial qiymati o'lchanadi. Bunda pH qiymati eng kichik bo'lgan eritmadan boshlab, avval eritmaning pH i, keyin esa shu pH ga to'g'ri kelgan potencial – E ning qiymati o'lchanib (qolgan eritmalarda ham huddi shunday) olingan natijalar quyidagi jadval ko'rinishida rasmiylashtiriladi.

pH – bufer eritma (naz)	1,68	3,56	4,01	6,86	9,18	12,34
pH – bufer eritma (o'lchangan)						
E_x – buffer eritma potenciali (mV)						

Jadvaldagi qiymatlardan foydalanib, «darajalash grafigi» chiziladi. Buning uchun koordinatalar sistemasining «u – ordinata o'qi» ga potencial ($\pm E$) qiymatlari, «x – abscissa o'qi»ning «0» nol nuqtasidan boshlab pH qiymatlari qo'yiladi va rasmdagidek grafik chiziladi.



Grafikdan foydalanib, «shisha elektrodning funkciyasi» hisoblanadi. Eritmaning pH i 1 birlikka o'zgarganda elektrodning potentsiali necha mV ('ki V) ga o'zgarishi elektrodning funkciyasi deyiladi va u quyidagicha hisoblanadi:

$$\Delta\varphi = \frac{\Delta E}{\Delta pH} = \frac{E_2 - E_1}{pH_2 - pH_1} = 59 \pm 1_{mB}$$

Agar elektrodning funkciyasi 59 ± 1 mV qiymatga teng bo'lsa, bu elektrod to'g'ri ishlaydi, deb hisoblanadi.

2 - ish. Noma'lum eritmadagi $[H^+]$ ni aniqlash.

O'qituvchi tomonidan berilgan noma'lum eritma tegishli hajmgacha suyultiriladi, yaxshilab aralashtiriladi, toza stakanga 25-30 ml olinib, uning potentsiali E_x – o'lchanadi. E_x ni qiymati darajalash grafigidan topib. Grafik bilan kesishgan nuqtasidan – pH qiymatlari qo'yilgan abscissa o'qiga perpendikulyar tushiriladi. Abscissa o'qi bilan perpendikulyar kesishgan nuqta – «pH_x» - noma'lum eritmaning pH – qiymati bo'ladi. pH – qiymatni bo'lgan holda $[H^+] = 10^{-pH}$ formulaga ko'ra vodorod ionlari konsentratsiyasi hisoblanadi (mol/l yoki g-ion/l).

3 - ish. Eritmadagi NO₃⁻ - ionlari miqdorini aniqlash

Tajribani bajarish indikator elektrod – NO₃⁻ - selektiv elektrod solishtirma elektrod - kumush – hlór elektrod asosida tuzilgan galvanik element E.Y.K eritmadagi NO₃⁻ - ionlari miqdoriga bog'liqligiga asoslangan.

NO_3^- - selektiv elektrod	Tekshiriladigan eritma	Solishtirma elektrod Ag/AgCl/Cl-
---------------------------------	---------------------------	---

NO₃⁻ selektiv elektrodni darajalash

Kerakli asbob – uskuna va reaktivlar

- 1) ionomer;**
- 2) indikator elektrod – NO_3^- - selektiv elektrod;**
- 3) solishtirma elektrod – kumush – hlor elektrod ;**
- 4) 5 dona 50,00 ml.li o'lchov kolbasi ;**
- 5) 5 dona 50 ml.li stakan;**
- 6) 1 dona 1 litr (1000 ml) o'lchov kolbasi;**
- 7) fil'tr qog'oz;**
- 8) yuvgich;**
- 9) 1 dona 500 ml.li stakan;**
- 10) 1 m K_2SO_4 eritmasi ;**
- 11) KNO_3 tuzi;**
- 12) 1 dona 5 ml.li pipetka .**

Ishni bajarish tartibi: Tortim usul bilan KNO_3 ning 5 ta standart konsentratsiyasi $1 \cdot 10^{-5}$ dan $1 \cdot 10^{-1}$ mol/l gacha bo'lgan eritmalari tayyorlanadi. Eritmaning ion kuchini doimiy saqlab turish uchun K_2SO_4 ning 1 m eritmasidan foydalaniladi.

Eritma tayyorlash tartibi: 10,10 g KNO_3 tuzi 1 litr K_2SO_4 ning 1 molyarli eritmasida eritiladi va bunda $C_{\text{NO}_3^-} = 1 \cdot 10^{-1}$ mol/l bo'lgan eritma hosil bo'ladi. Keyin bu eritmadan 5 ml pipetkada olib 50 ml o'lchov kolbasiga qo'yiladi. Eritmani kolbaning belgisigacha K_2SO_4 ning 1m.li eritmasi bilan suyultiriladi. $C_{\text{NO}_3^-} = 1 \cdot 10^{-2}$ mol/l eritma hosil bo'ladi va hokazo suyultirish usuli bilan hamma eritmani tayyorlanadi. Eritmalarning ohirgisidan boshlab pNO_3 va E_x aniqlanadi. Olingan natijalarni jadvalga yozib oriladi.

$C_{NO_3^-}$, mol/l	$1 \cdot 10^{-5}$	$1 \cdot 10^{-4}$	$1 \cdot 10^{-3}$	$1 \cdot 10^{-2}$	$1 \cdot 10^{-1}$
pNO ₃					
E _x , mV					

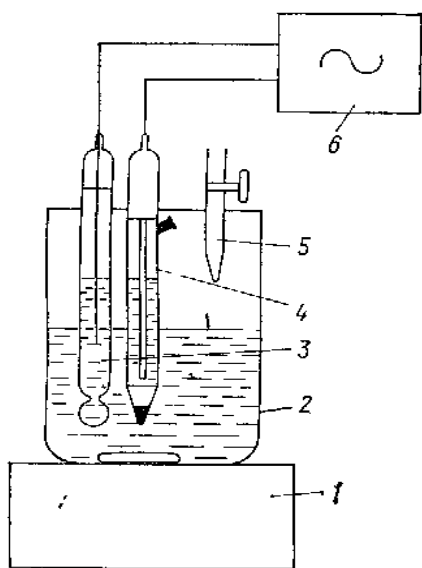
Jadvaldagi natijalar asosida darajalash grafigi chizib, grafik yordamida $\Delta\varphi_{NO_3^-}$ - aniqlanadi (1-ishga qarang). $\Delta\varphi_{NO_3^-} = 59 \pm 1$ mV bo'lishi kerak.

Noma'lum eritmadagi NO₃⁻ ni aniqlash.

Noma'lum eritma sifatida tarkibida NO₃⁻ ioni bo'lgan tuzlar, tarvuz, qovun, mevalarning sharbatlari ishlatiladi. Buning uchun aniq miqdorda shu «namuna»lardan (o'qituvchi tomonidan beriladi) olinadi va 1m.li K₂SO₄ eritmasida eritiladi. Eritmadan 20-30 ml olib uning Eh qiymati o'lchanib, grafikdan NO₃⁻ ning miqdori topiladi.

4 - ish. Potenciometrik (kislota – asosli) titrlash.

Potenciometrik titrlash usuli bilan eritmadagi oksidlovchi, qaytaruvchi, asos va kislotalarning miqdori aniqlanadi. Ayniqsa, oziq-ovqat mahsulotlari ishlab chiqarishda foydalaniladigan ko'pchilik eritmalarda kislota va asos (ishqor) larning miqdorini aniqlashga to'g'ri keladi. Shu sababli dastlab eritmalaridagi kislota yoki asos miqdorini aniqlash usuli bilan tanishib chiqamiz (5-chizma).



5-chizma. Potenciometrik titrlash uchun qurilma.

1-magnitli aralshtirgich; 2-yacheyka; 3-indikator elektrod;

4-byuretk; 5-kumush hloridli elektrod; 6-pH-metr

Eritmadagi kuchsiz kislota va kuchsiz asos miqdorining potenciometrik titrlash usuli bilan aniqlash ham eritmadagi H^+ va OH^- ionlari o'rtasida boradigan neytrallanish reaksiyasiga asoslangan:



Reaksiya natijasida eritmadagi H^+ (H_3O^+) ionlari miqdori o'zgaradi. H^+ - ioni qiymatining o'zgarishi esa $E = 0,059 \lg [H^+]$ formulaga muvofiq eritmaga tushirilgan shisha elektrodning potencial o'zgarishiga olib keladi. Eritmada $[H^+] = [OH^-]$ bo'lganda elektrodlar sistemasida yuzaga keladigan potenciallar ayirmasi keskin o'zgaradi, ya'ni potencial sakrash ro'y beradi. Shu holat titrlashning ekvivalent nuqtasi hisoblanadi.

NaOH ning titrini aniqlash.

Kerakli asbob – uskuna va reaktivlar:

- 1) Ionomer;**
- 2) shisha elektrod;**
- 3) kumush hloridli elektrod;**
- 4) magnetli aralashtirgich va o'zagi ;**
- 5) shtativga o'rnatilgan 25,00 ml.li byuretk ;**
- 6) 10,00 ml.li pipetka;**

- 7) Yuvgich;
- 8) 10 % NaOH eritmasi;
- 9) 0,1000 n.li HCl eritmasi;
- 10) 10 ml.li o'lchov cilindri;
- 11) 3 dona 50 ml.li stakan.

Ishni bajarish tartibi: 100 ml □ 0,1 n NaOH ning ishchi eritmasini tayyorlash. NaOHning ishchi eritmasini tayyorlash uchun (analizning kimyoviy neytrallanish usulidagi singari) NaOHning 10 % li eritmasidan (hisoblashlar natijasida) 4 ml o'lchov cilindr bilan olib, 100 ml o'lchov kolbaga quyiladi. Cilindrni 3 marta distillangan suv bilan chayilib shu kolbaga quyiladi. Keyin kolbaning belgisigacha distillangan suv bilan suyultirib, taxminan 0,1 n li 100 ml NaOH ning ishchi eritmasi tayyorlanadi.

Ishchi eritmaning titrini aniqlash

Toza stakanchaga 0,1000 n HCl ning standart eritmasidan aniq hajmda (pipetka bilan) 10 ml quyib olinadi. Shu stakanchaga aralashtirgich o'zagi tushurib, magnitli aralashtirgich ustiga shunday o'rnatiladi-ki, elektrodlar eritmaga tushib tursin, lekin aralashtirgichni aylanishiga halaqit bermasin. Aralashtirish tezligi shunday bo'lishi kerakki, eritma stakandan sakrab chiqmasin va elektrod atrofida qadah hosil bo'lmasin. Sig'imi 25 ml bo'lgan byuretkani tayyorlagan 0,1 n NaOH ning ishchi eritmasi bilan to'ldiriladi va byuretkani titrlashga tayyorlab, uning pipetka qismidan eritma tomchisi titrlash stakanchasiga tushadigan holatda shtativga o'rnatiladi. Magnitli aralashtirgichni elektr tarmog'iga ulanib eritma doimo aralashtirilib turiladi. Tirlashni boshlamasdan avval stakandagi HCl ritmasining potencialini aniqlanib jadvaldagi «E» ustuniga yozib qo'yiladi. «V» ustuniga nolъ «0» raqamini yozib, keyin titrlashni boshlanadi.

Byuretkadan 1 ml (10 chiziqcha) NaOH eritmasidan stakanchaga tomizilib, 30 – 60 sek.dan keyin eritma potenciali o'lchanib, qiymati jadvalning «E» ustuniga yozib, «V» ustuniga 1 qiymat yoziladi. Shu tartibda titrlash davom ettiriladi. Eritma potenciali katta qiymatga o'zgara boshlasa,

byuretkadan eritma 0,2 ml (2 chiziqcha)dan qo'yiladi. Potencial o'zgarishi yana keskin bo'la boshlasa, qo'shiladigan ishqor eritmasining hajmini kamaytirilib 0,1 ml dan quyiladi. Titrlashning shu bosqichida juda diqqat qilinadi, chunki ekvivalent nuqta atrofida potencial sakrama yuz beradi. Har bir titrlash natijasida olingan qiymatlar jadvaldagi «E» va «V» ustunlarga yozib boriladi. Eritma potenciali juda kam (5-10 mVga) o'zgara boshlaganda titrlashni tugatiladi.

V_{NaOH} , ml titrantning hajmi	E, mV eritma potenciali	ΔE – potencial o'zgarishi, mV	ΔV – hajm o'zgarishi, ml	ΔE / ΔV	$\Delta^2 E$ / ΔV^2
0	296	-	-	-	
1	280	16	1	16	
...	...	...	...	...	...
...					

Tajriba natijalariga asoslanib titrlash egri chizig'i chiziladi:

- 1) Titrlashning integral $E - V_{NaOH}$ bog'lanish egri chizig'i chiziladi.
- 2) Titrlashning differencial $\Delta E / \Delta V - V_{NaOH}$ bog'lanish egri chizig'i chiziladi.
- 3) Titrlashning (potencial bo'yicha differencial) $\Delta^2 E / \Delta V^2 - V_{NaOH}$ bog'lanish egri chizig'i chiziladi.

Titrlash egri chiziqlaridan foydalanib ekvivalent nuqta topilgandan so'ng avvaldan ma'lum bo'lgan formulalar asosida tayyorlangan ishchi NaOH eritmasining titri hisoblanadi:

$$N_{NaOH} \cdot V_{NaOH} = N_{HCl} \cdot V_{HCl} \quad \text{dan}$$

$$N_{NaOH} = \frac{N_{HCl} \cdot V_{HCl}}{V_{NaOH}}$$

$$T_{NaOH} = \frac{\varrho_{NaOH} \cdot V_{NaOH}}{1000}$$

Titri aniq bo'lgan NaOH eritmasidan foydalanib, noma'lum eritma tarkibidagi kislota miqdori aniqlanadi.

5 – ish. Eritma tarkibidagi kislota miqdorini aniqlash.

Noma'lum eritmadagi kislota miqdorini aniqlash uchun yuqoridagi singari tajriba bajariladi. Faqat bunda titrlash stakanchasiga HCl eritmasi o'rniga o'qituvchi (yoki laborant) tomonidan berilgan «kontrol» eritmada quyib olinadi va titrlash yuqoridagi qoidalar asosida amalga oshiriladi. Olingan natijalar asosida ekvivalent nuqta aniqlanadi va quyidagi formula asosida hisoblanadi:

$$g_A = \frac{N_{titrant} \cdot V_{titrant} \cdot \mathcal{E}_A}{1000}$$
$$Q_{(\%)A} = \frac{\mathcal{E}_A \cdot N_{titrant} \cdot V_{titrant} \cdot V_{qolba} \cdot 100}{1000 \cdot V_{qonceritma} \cdot V_{nun}}$$

6 –ish. Pivoning kislotaliligini aniqlash

Kimyoviy (neytrallash) usuli bilan kislotaliligini aniqlab bo'lmaydigan to'q rangli pivoni potentsiometrik titrlash usuli bilan aniqlash mumkin.

Kerakli asbob – uskuna va reaktivlar:

- 1) Ionomer;
- 2) shisha elektrod – indikator elektроди;
- 3) kumush hloridli elektроди – solishtirma elektроди ;
- 4) magnit o'zagi;
- 5) magnitli aralashtirgich;
- 6) shtativga o'rnatilgan 25,00 ml li byuretk;
- 7) 10,00 ml li pipetka;
- 8) 0,1000 n NaOH eritmasi;
- 9) Pivo;
- 10) suv hammomi;
- 11) 200 ml.li stakan.

Ishni bajarish tartibi: 159-betdagi 6 - tajriba ishiga qarab, titrlash uchun namuna tayyorlanadi va 200 ml stakanga quyib ichiga magnit o'zagi tushiriladi. Stakanni magnitli aralashtirgich ustiga qo'yib, elektrodlar tushirib titrlash boshlanadi. Olingan natijalar jadval ko'rinishida rasmiylashtiriladi.

V_{NaOH} , ml	E, mV	ΔV , ml	ΔE , mV	$\Delta E/\Delta V$

Jadval natijalari asosida titrlash egri chiziqlari (4-ishga qarang) chizilib, ekvivalent nuqtadagi titrantni hajmi aniqlanadi.

Pivoning kislotaliligi 100 ml pivoda bo'lgan sut kislotaning grammlardagi miqdori bilan yoki 100ml pivoni titrlash uchun sarf bo'lgan 0,1 n NaOH ning hajmi bilan ifodalanadi.

7 – ish. Hamirturushning kislotaliligini aniqlash

Kerakli asbob-uskuna va reaktivlar:

- 1) Ionomer;
- 2) shisha elektrod – indikator elektrodi;
- 3) kumush hlorigli elektrodi – solishtirma elektrodi ;
- 4) magnit o'zagi;
- 5) magnitli aralashtirgich;
- 6) 0,1000 n NaOH eritmasi;
- 7) shtativga o'rnatilgan 25,00 ml li byuretk;
- 8) 25,00 ml li pipetka;
- 9) 5 g hamirturush.

Ishning bajarish tartibi: 5 gramm hamirturush tehnik tarozida tortib olinadi va 50 ml.li o'lchov kolbasiga distillangan suvda eritiladi. Eritmaning 25,00 ml.li ni pipetkaga olinib titrlash stakanchasiga qo'yiladi. Stakanchaga aralashtirgich o'zagi tushirilib, magnitli aralashtirgich ustiga qo'yiladi,

eritmaga elektrodlar tushirilib titrlash boshlanadi. Olingan natijalar jadval ko'rinishida yozing boriladi.

V_{NaOH} , ml	E, mV	ΔV , ml	ΔE , mV	$\Delta E/\Delta V$

Jadval natijalari asosida titrlash egri chiziqlari (4-ishga qarang) chizilib ekvivalent nuqtadagi titrantni hajmi aniqlanadi.

Hamirturushning kislotaliligi Neyman gradusda ifolanadi, 5 g. qandolatchilik mahsulotini titrlash uchun sarf bo'lgan 0,1 n NaOH ning miqdori bir Neyman gradus deb qabul qilinadi.

$$H^0 = 4 \cdot K \cdot V$$

bunda

K – tuzatgich koefficienti;

$$K = \frac{N_{\text{NaOH}}^{\text{nazariy}}}{N_{\text{NaOH}}^{\text{tajriba}}}$$

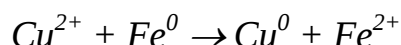
N_{NaOH} – NaOH ning 0,1 n eritmasi;

V – titrlashga sarf bo'lgan 0,1 n NaOHning hajmi.

Mavzu yuzasidan savol va mashqlar

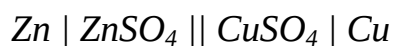
1. Potenciometrik analiz usuli nimaga asoslangan?
2. Elektrod nima va uning turlariga umumiy harakteristika bering?
3. Metall-eritma sirtida potencial hosil bo'lishiga sabab nima?
4. Elektrodning potencial qiymatiga qanday omillar ta'sir qiladi.
5. Potenciometrik titrlashning mohiyati nimada? Ekvivalent nuqta va potencial sakrama tushunchalarini izohlang.
6. Potenciometrik titrlashda ekvivalent nuqtani aniqlash usullarini tushuntiring.
7. Potential sakrama va unga ta'sir qiluvchi omillarni tushuntiring.
8. Potenciometrik titrlashda boradigan reaksiyalarga qanday talablar qo'yilgan?

9. Nima uchun potentsiometrik usul asosida galvanik element yotadi?
10. Oksidlanish-qaytarilish reaksiyasi uchun Nernst tenglamasini yozib izohlang.
11. Normal, real va muvozanat potentsiali nima?
12. Oksidlanish-qaytarilish reaksiyalari yo'nalishi qanday aniqlanadi?
13. Potentsiometrik titrlashning afzalliklari va kamchiliklari nimada?
14. Standart elektrod potentsiali nima? Misollar bilan tushuntiring.
15. Galvanik element va uning EYK nima? Nima uchun potentsiometrik usulda galvanik element bo'lishi shart?
16. EYK ning o'lchash nimaga asoslangan?
17. Indikator elektrod deb, nimaga aytiladi? Misollar keltiring.
18. Vodorod ko'rsatgich nima va uning qiymatini o'lchashda qanday elektrodlar ishlatiladi?
19. Indikator vodorod elektrodga nisbatan shisha elektrod qanday afzalliklariga ega?
20. Birinchi tur elektrodlar uchun Nernst tenglamasini yozing. Bunday elektrodning qiymati va ishorasi nimalarga bog'liq?
21. Suvli eritmada boradigan oksidlanish-qaytarilish reaksiyasi uchun Nernst tenglamasini yozing.
- $$PbO_{2(\kappa)} + 4H^+ + SO_4^{2-} + 2e^- = PbSO_{4(\kappa)} + 2H_2O$$
22. Suvli eritmalarining pH ning o'lchashda indikator elektrod sifatida qanday elektrodlar ishlatiladi?
23. Quyidagi reaksiya $2Ag^+ + CrO_4^{2-} = Ag_2CrO_4$ boradigan galvanik elementning sxemasini yozing.
24. Quyidagi reaksiya $Co + 2[Fe(CN)_6]^{3-} \rightarrow Co^{2+} + 2[Fe(CN)_6]^{4-}$ boradigan galvanik elementning sxemasini tuzing.
25. Vodorod elektrodning standart potentsiali deb nimaga aytiladi? Izoh bering.
26. Quyidagi kimyoviy reaksiya boradigan galvanik elementning shartli sxemasini keltiring.



27. Shartli elektrod potentsiali yoki vodorod shkalasiga nisbatan olingan elektrod potentsiali deb nimaga aytiladi?

28. Quyidagi galvanik elementlarda boradigan elektrokimyoviy reaksiyalarning tenglamalarini yozing.



29. Quyidagi reaksiya $Zn + 2Fe^{3+} \rightarrow Zn^{2+} + Fe^{2+}$ boradigan galvanik elementning sxemasini yozing.

30. Quyidagi reaksiya $Cd + CuSO_4 \rightarrow CdSO_4 + Cu$ boradigan galvanik elementning sxemasini yozing.

31. Gaz hlorli elektrodda - Cl^- / Cl_2 , Pt boradigan kimyoviy reaksiyani va uning elektrod potentsialini hisoblash formulasini yozing.

32. Kalomel elektrodda - $KCl, Hg_2Cl_2 / Hg$ boradigan kimyoviy reaksiya tenglamasini va uning elektrod potentsialini hisoblash formulasini yozing.

33. $Fe_2^+, Fe_3^+ / Pt$ - elektrodda boradigan kimyoviy reaksiya tenglamasini va uning elektrod potentsialini hisoblash formulasini yozing.

34. $Pt, H_2 / HCl, AgCl / Ag$ galvanik elementda boradigan kimyoviy reaksiya va uning EYuK-ni hisoblash formulasini yozing. Vodorodning bosimini birga teng deb oling.

35. Standart elektrod potentsialning qiymati qanday omillarga bog'liq.

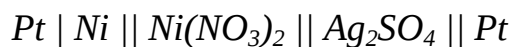
36. Ekvivalent nuqta yaqinida indikator elektrodning potentsialini keskin o'zgarishiga sabab nima?

37. Potensial sakrashga sabab nima? Qanday omillar ta'sir qilishini ko'rsating va tushuntiring.

38. Eritmada $pH = 6$ bo'lganda, $[H^+]$ ni potentsiometrik o'lchaganda shisha va kumush hlorid elektrodlarda boradigan reaksiya tenglamani yozing.

39. Bufer eritmalar yordamida shisha elektrodni darajalashni tushuntiring.

40. Berilgan galvanik elementning EYK $t = 25^{\circ}\text{C}$ da $0,250\text{ V}$



0,1m qattiq

eritma

teng. Berilgan eritmadagi ionlarning aktivlik koefficientini toping.

41. 200 ml suvda 28 g ZnSO_4 eritilgan, eritmaga tushirilgan ruh elektrodning ($t=25^{\circ}\text{C}$) vodorod elektrodga nisbatan potencialini hisoblang.

42. Elementning $\text{Pt}(\text{H}_2) \mid$ eritma $\mid$ 1n.kalomelʼ elektrod EYK va $t = 30^{\circ}\text{C}$ da $0,600\text{ V}$ ga teng boʻlsa, eritmadagi $[\text{H}^+]$ konsentratsiyasini va pHni hisoblang ($E_{\text{H.K.E.}}=0,2816\text{ V}$).

43. 200 ml HCl eritmasiga 3 ml 0,02 n HCl eritmasi qoʻshildi. Indikator-hingidron elektrodning potenciali 220 mV dan 260 mV gacha oʻzgaradi. 25°C da HCl ning eritmadagi konsentratsiyasini (g-ekv/l) hisoblang.

44. Elementning $\text{Cu} \mid \text{CuSO}_4 \mid$ 0,1 n kalomelʼ elektrod $t = 20^{\circ}\text{C}$ da EYK = $0,250\text{ V}$ ga teng boʻlsa, eritmadagi $[\text{Cu}^{2+}]$ hisoblang ($E_{\text{H.K.E}} = 0,3368\text{ V}$).

45. 50 ml 0,1 n HCl eritmasiga 20 ml 0,2 n ammiak eritmasi qoʻshildi. Vodorod elektrodning ($t = 20^{\circ}\text{C}$) 0,1 n kalomelʼ elektrodga nisbatan potenciali qanchaga oʻzgaradi ($E_{\text{H.K.E}} = 0,3368\text{ V}$)?

46. H_2SO_4 eritmasiga tushirilgan vodorod va toʻyingan kalomelʼ elektroddan iborat galvanik elementning EYuKi $t = 25^{\circ}\text{C}$ da $0,435\text{ V}$ ga teng eritmaning pHni aniqlang.

47. 10 g $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ 200 ml suvda eritildi. Tayyorlangan eritmaga tushirilgan alyuminiy elektrodning ($t = 25^{\circ}\text{C}$) 0,1 n kalomelʼ elektrodga nisbatan potencialini hisoblang ($E_{\text{H.K.E.}}=0,3365\text{ V}$).

48. 25°C da hingidron va kumush hlor elektrodlaridan iborat galvanik elementning EYuK. 254 mVga teng boʻlsa, nitrat kislota eritmasidagi $[\text{H}^+]$ ni hisoblang.

49. 0,05 n ZnCl_2 eritmasidagi ruh elektrodning ($t = 25^\circ\text{C}$) vodorod elektrodga nisbatan potencialini hisoblang.

50. 25 g CuSO_4 150 ml suvda eritildi. Tayyorlangan eritmaga tushirilgan mis elektrodning ($t = 30^\circ\text{C}$) vodorod elektrodga nisbatan potencialini hisoblang.

51. 100 ml HCl eritmasiga, H_2CO_3 saqlagan 1,5 ml 0,01 n HCl eritmasi qo'shildi. Indikator hingidron elektrodning potenciali 190 mV dan 210 mV ga o'zgardi. 25°C da HCl ning eritmadagi konsentratsiyasini (g-ekv/l) hisoblang.

52. Eritmadagi NaOH ning miqdorini potentsiometrik usulda aniqlash uchun 20,00 ml eritmasidan olib, 0,02 n HCl eritmasi bilan titrlaganda quyidagi natijalar olindi:

$V_{\text{HCl}}, \text{ml}$	10,00	15,00	17,00	17,50	17,90	18,00	18,10	18,50	19,00
E, mv	382	411	442	457	498	613	679	700	709

Eritmadagi NaOH ning konsentratsiyasini (g/l) da hisoblang.

53. 20,0 ml KCl eritmasi 0,2000 n AgNO_3 eritmasi bilan potentsiometrik titrlanganda quyidagi natijalar olindi:

$V_{\text{AgNO}_3}, \text{ml}$	15,00	20,00	22,00	24,00	24,5	24,9	25,0	25,1	25,5
E, mV	307	328	342	370	388	428	517	606	646
$V_{\text{AgNO}_3}, \text{ml}$	15,00	20,00	22,00	24,00	24,5	24,9	25,0	25,1	25,5
E, mV	307	328	342	370	388	428	517	606	646

KCl ning eritmadagi miqdorini, g/l da hisoblang.

54. Tarkibida kumush bo'lgan 1,8574 g qotishma, 100,0 ml sig'imli o'lchov kolbasida eritildi. Tayyorlangan eritmaning 25 ml va 0,09250 n NaCl eritmasi bilan potentsiometrik titrlanganda quyidagi natijalar olindi.

$V_{\text{NaCl}}, \text{ml}$	16,00	18,00	19,0	19,5	19,9	20,0	20,1	20,5	21,0
E, mV	689	670	652	634	594	518	441	401	383

Qotishma tarkibidagi kumushning % miqdori hisoblansin.

55. 20,00 ml CaCl_2 eritmasi 0,05000 n $\text{Hg}_2(\text{NO}_3)_2$ eritmasi bilan potentsiometrik titrlanganda quyidagi natijalar olindi:

$V_{\text{Hg}(\text{NO}_3)_2}, \text{ml}$	10,0	15,0	17,0	17,5	17,9	18,0	18,1	18,5	19,0
E, mV	382	411	442	457	498	613	679	700	709

Eritmadagi CaCl_2 ning konsentratsiyasini (g/l) hisoblang.

IX mavzu: ANALIZNING KONDUKTOMETRIK USULI.

Tayanch iboralar:

- Elektr o'tkazuvchanlik
- Solishtirma elektr o'tkazuvchanlik
- Ekvivalent elektr o'tkazuvchanlik
- Elektr o'tkazuvchanlikka ta'sir qiluvchi omillar
- Eritma konsentratsiyasining ta'siri
- Haroratning ta'siri
- Erituvchi kimyoviy tabiatining ta'siri
- To'g'ri konduktometriya
- Konduktometrik titrlash
- Konduktometrik analiz usulining ishlatilishi
- Yuqori chastotali titrlash
- Yuqori chastotali titrlashning afzalliklari

9.1. Elektr o'tkazuvchanlik

Konduktometrik analiz usullari elektrolitlar (kislota, asos, tuz) eritmalarining elektr o'tkazuvchanligini o'lchash bilan eritmada erigan modda miqdorini aniqlashga asoslangan bo'lib, tokning chastotasiga ko'ra past chastotali (10^3Gc) - konduktometriya va yuqori chastotali (10^6Gc) - yuqori chastotali titrlashga bo'linadi.

1. Elektr o'tkazuvchanlik. Qarshilikka teskari kattalik-elektr o'tkazuvchanlik deyiladi va quyidagi formula bilan ifodalanadi:

$$W = \frac{1}{R}, \text{ Om}$$

bunda, R - eritmaning qarshiligi, Om.

W - eritmaning elektr o'tkazuvchanligi, Om-

Eritmaning qarshiligi, (R,Om) eritmaga tushirilgan elektrodlar orasidagi masofaga l (sm) to'g'ri proporcional va elektrodning sirt yuzasiga S (sm²) teskari proporcional:

$$R = \rho \frac{l}{S}$$

bunda: □ (Om,sm)-proporcionallik koefficienti yoki aniqrog'i o'tkazgichning solishtirma qarshiligi deyiladi.

Agar o'tkazgichning uzunligi l=1 sm va ko'ndalang kesim yuzasi S=1sm² bo'lsa, ρ = R bo'ladi. Demak, solishtirma qarshilik 1 sm uzunlikdagi, kesim yuzi 1 sm² ga teng bo'lgan o'tkazgichning qarshiligidir.

2. Solishtirma elektr o'tkazuvchanlik. Solishtirma qarshilikka teskari qiymat solishtirma elektr o'tkazuvchanlik (χ) deyiladi va quyidagi formula bilan ifodalaniladi:

$$\chi = \frac{1}{\rho} \text{ (Om-sm}^{-1}\text{)}$$

Shunday qilib, solishtirma elektr o'tkazuvchanlik deb yuzalari 1 sm² bo'lgan o'zaro 1 sm masofada joylashgan elektrodlar orasidagi eritmaning elektr o'tkazuvchanligiga aytiladi.

3. Ekvivalent elektr o'tkazuvchanlik. Qalinligi 1 sm va unga tushirilgan elektrodning sirt yuzasi 1 sm² teng bo'lgan 1 g-ekv elektrolit saqlagan eritmaning elektr o'tkazuvchanligiga ekvivalent elektr o'tkazuvchanlik deyiladi (□,Om- sm² /g-ekv) va u quyidagi formula bilan hisoblanadi:

$$\lambda = H \frac{1000}{C}; \quad \lambda = H \cdot V$$

bunda, C - elektrolitning konsentratsiyasi, g-ekv,

V - 1 g-ekv erigan modda saqlagan eritmaning, sm³ dagi hajmi.

Ion (kation, anion) larning 1 sek-da tashigan tok miqdori (kulonda) quyidagi formula bilan hisoblanadi:

$$J = \frac{\alpha \cdot C \cdot E}{1000 \cdot l} SF(\nu_+ + \nu_-)$$

bunda, α - elektrolitning dissociacyalanish darajasi

E - elektrodlar orasidagi potenciallar farqi, V

$\nu_+ + \nu_-$ - potencial 1 V bo'lganda kation va anionlarning 1 sm masofani o'tishdagi absolyut harakat tezligi

F - Faradey soni, 96500 kulon.

Om qonuniga muvofiq $W = J/E$, bunda elektr o'tkazuvchanlik:

$$W = \frac{\alpha \cdot C \cdot S}{1000 \cdot l} F(\nu_+ + \nu_-)$$

Umuman, $S = 1\text{sm}^2$, $l = 1 \text{ sm}$ bo'lganda aniqlangan elektr o'tkazuvchanlik W, solishtirma elektr o'tkazuvchanlikni H ifodalaydi.

$$H = \frac{\alpha \cdot C}{1000} F(\nu_+ + \nu_-)$$

Ekvivalent elektr o'tkazuvchanlik $\lambda = H \cdot V$, $V=1000/C$ ekanligini bilgan holda:

$$\lambda = \alpha F(\nu_+ + \nu_-)$$

kelib chiqadi.

Ionlarning absolyut tezligi juda kichik bo'lganligi sababli, F marta katta bo'lgan qiymat-ionlarning harakatchanligidan ($\lambda_+ + \lambda_-$) (21-jadval 287 bet.) foydalanamiz:

$$H = \frac{\alpha \cdot C}{1000} (\lambda_+ + \lambda_-)$$

$$\lambda = \alpha (\lambda_+ + \lambda_-) \quad \text{yoki} \quad \lambda = \alpha \cdot \lambda^0$$

$\alpha = 1$ bolganda, $\lambda^0 = \lambda_+^0 + \lambda_-^0$

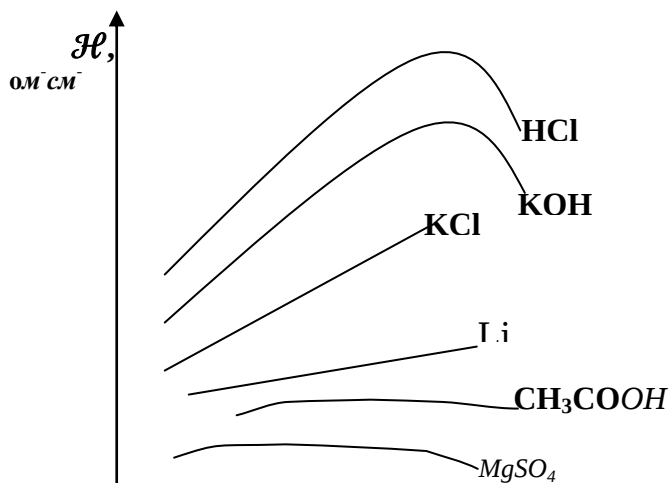
Shunday qilib, (chegara) cheksiz suyultirilgan eritmaning ekvivalent elektr o'tkazuvchanligi suyultirilgan eritma (chegara) ekvivalent elektr o'tkazuvchanliklarning yig'indisiga yoki cheksiz suyultirilgan eritmadagi kation va anionlar harakatchanliklarning (21-jadval) yig'indisiga teng. Bu Kolbraush tomonidan ta'riflangan additivlik (ionlar harakatining

mustaqillik) qonuni deyiladi. Elektr o'tkazuvchanlikning qiymati eritma konsentratsiyasi, harorat, erigan modda va erituvchi tabiatiga bog'liq.

9.2. Elektr o'tkazuvchanlikka ta'sir qiluvchi omillar

1. Eritma konsentratsiyasining ta'siri.

Elektr o'tkazuvchanlikning konsentratsiyasiga bog'liqligi elektrolitning tabiatiga bog'liq bo'lib, konsentratsiyaning oshishi solishtirma elektr o'tkazuvchanlikning ortishiga va ma'lum qiymatdan keyin kamayishiga olib keladi (1-chizma).



1-chizma. Solishtirma elektr o'tkazuvchanlikning

koncentraciyaga bog'liqligi.

Eritma konsentratsiyasi oshishi bilan eritmada zaryadli zarrachalar soni oshadi, natijada elektr o'tkazuvchanlik ma'lum qiymatgacha oshadi, keyin esa kamayadi, chunki eritma konsentratsiyasi oshishi bilan eritmaning ion kuchi oshadi, natijada ionlar orasidagi masofa kichrayib, ion juftlari hosil bo'lib, ionlarning harakatchanligi kamayadi. Demak, konsentratsiya va ionlarning zaryadi qancha katta bo'lsa, eritmaning ion kuchi shuncha katta bo'ladi. Bu bog'lanish Onzager tenglamasi bilan ifodalandi.

$$\lambda = \lambda^0 - \beta \sqrt{\mu^0}$$

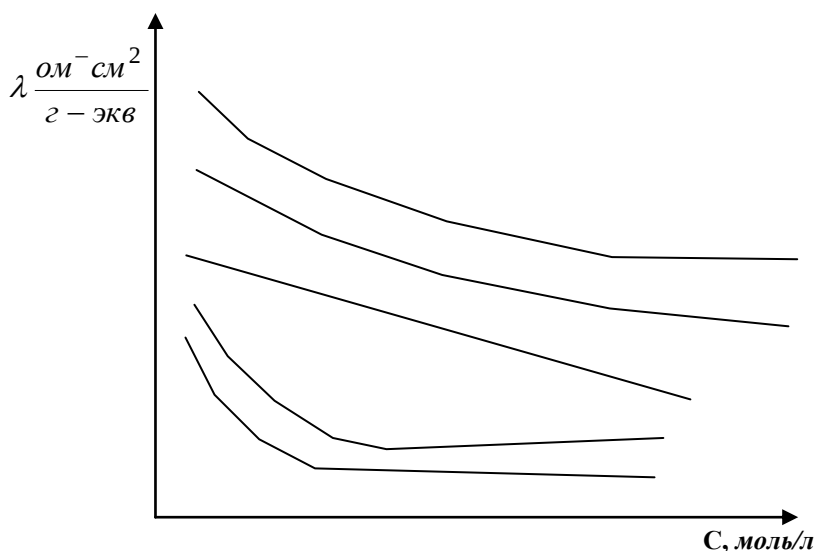
λ - berilgan konsentratsiyadagi eritmaning ekvivalent elektr o'tkazuvchanligi;

λ^0 - cheksiz suyultirilgan eritmaning ekvivalent elektr o'tkazuvchanligi;

μ^0 - eritmaning ion kuchi;

β - erituvchining kimyoviy tabiatiga bog'liq bo'lgan kattalik.

Ekvivalent elektr o'tkazuvchanlik eritmaning suyultirilishi bilan o'zgarib, eritma cheksiz suyultirilganida o'zining eng katta qiymatiga yotadi. Chunki eritma suyultirilishi bilan ionlar orasidagi o'zaro ta'sir susayib, ionlarning harakat tezligi ortadi (2- chizma).



2 – chizma. Ekvivalent elektr o'tkazuvchanlikning konsentratsiyasiga bog'liqligi.

Kuchsiz elektrolit eritmalarida konsentratsiyaning kamayishi bilan dissociatsiyaning darajasi ortadi; cheksiz suyultirilganda elektrolit amalda to'liq dissosilangan deb hisoblanadi. Bunday holda ekvivalent elektr o'tkazuvchanlikning konsentratsiyasiga bog'liqligini Kolbraush tenlamasi bilan ifodalanadi.

$$\lambda = \lambda_{\infty} - A\sqrt{C}$$

λ - berilgan konsentratsiyadagi ekvivalent elektr o'tkazuvchanlik.

$\lambda_{+\infty}$ - cheksiz suyultirilgandagi ekvivalent elektr o'tkazuvchanlik

A - doimiy qiymat

2. Haroratning taʼsiri. Haroratning oshishi bilan eritmaning qovushqoqligi kamayib, ionlarning harakatchanligi oshadi. Harorat 1°C ga oshganda eritmaning elektr o'tkazuvchanligi 2-2,5% ga oshadi. Bu bog'liqlik quyidagi tenglama bilan ifodalanadi:

$$H_t = (1 + \alpha t + \beta t^2)$$

H_t - 0°C haroratdagi eritmaning solishtirma elektr o'tkazuvchanligi;
 α, β - elektrolitning kimyoviy tabiati va konsentratsiyasiga bog'liq bo'lgan kattaliklar ;
 t° - harorat.

Haroratning juda ham oshishib ketishi ionlar harakatini oshiradi. Natijada ionlarning to'qnashlar soni ko'payib qarshilik oshadi elektr o'tkazuvchanlik kamayadi.

3. Erituvchi kimyoviy tabiatining taʼsiri. Eritmaning dissocialanish darajasi, ya'ni eritmadagi ionlar miqdori ($\pm$) erituvchining dielektrik singdiruvchanligiga bog'liq. Bu kattalik qancha kichik bo'lsa, dissocialanish shuncha kam bo'ladi, eritmaning o'tkazuvchanligi ham kam bo'ladi.

Masalan: Suvning dielektrik singdiruvchanligi 78,3, benzolniki esa 2,3. Demak, suv yahshi erituvchi hisoblanadi. Bu bog'liqlikni quyidagi tenglamadan ham bilish mumkin.

$$F = \frac{g_1 \cdot g_2}{4^2 \varepsilon}$$

Ionlar orasidagi taʼsir kuchi, shu ionlar miqdoriga to'g'ri proporsional, ular orasidagi masofaning kvadratiga va erituvchining dielektrik singdiruvchanligiga teskari proporsional. Huddi shunday eritmaning elektr o'tkazuvchanligi erituvchining qovushqoqligiga ham bog'liq. Agar erituvchining qovushqoqligi qancha kichik bo'lsa, ionlar harakati shuncha tez bo'lib, elektr o'tkazuvchanlik shuncha katta bo'ladi.

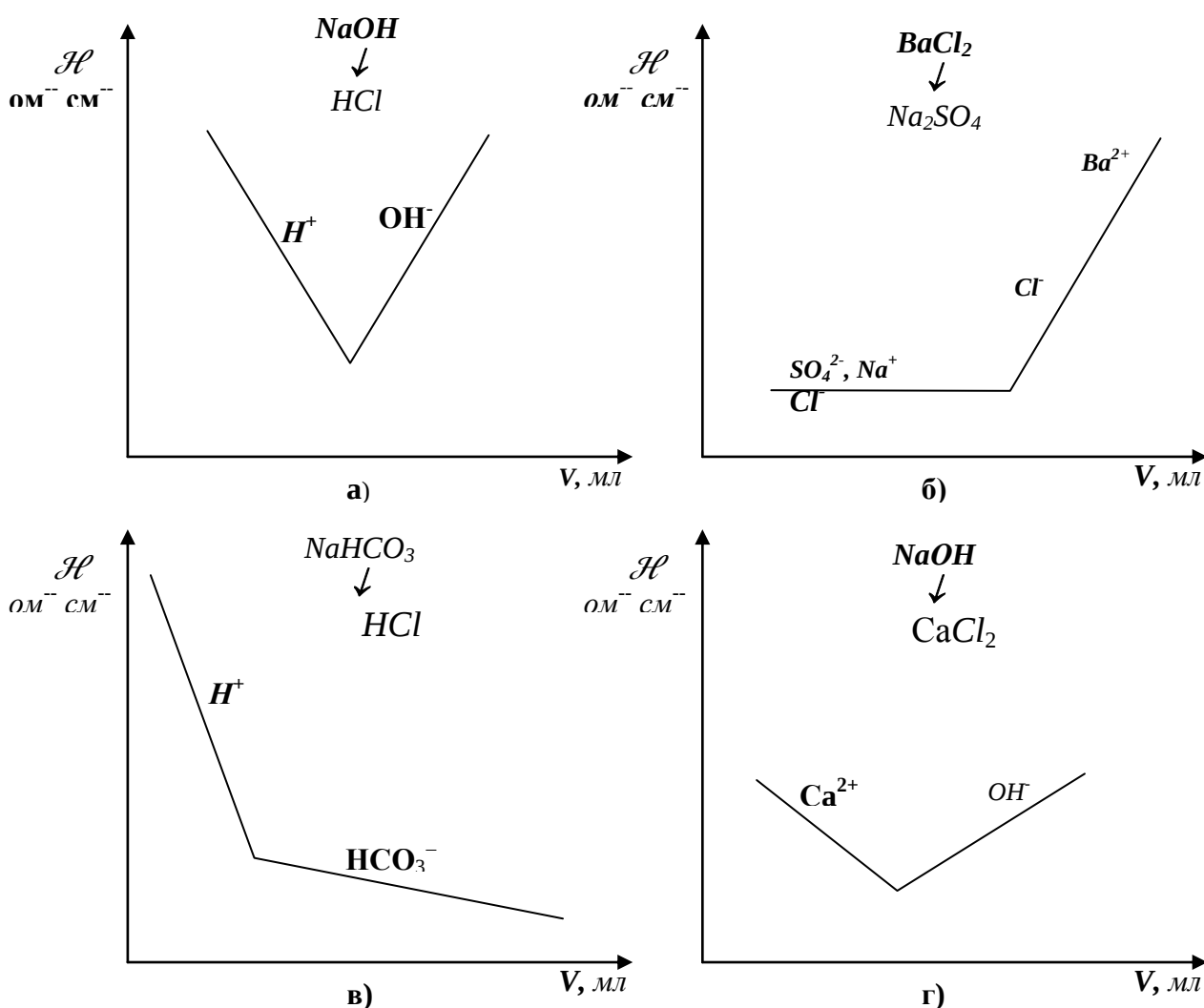
Konduktometrik analiz usuli to'g'ri (bevosita) konduktometriya va konduktometrik titrlashga bo'linadi.

To'g'ri konduktometriya asosida eritma konsentratsiyasi bilan elektr o'tkazuvchanligi orasidagi bog'lanish yotadi. Bu usul bilan eritmada bo'lgan

alohida elektrolitlarni miqdorini aniqlash, ayniqsa, oziq-ovqat mahsulotlari sifatini nazorat qilish mumkin.

Masalan: Suvning tozaligini, sut, vino, shifobahsh ichimliklar va boshqalar tarkibiy qismini aniqlash mumkin.

Konduktometrik titrlash – titrlash jarayonida eritmaning elektr o'tkazuvchanligi o'lchab boriladi. Olingan natijalar asosida (elektr o'tkazuvchanlikni titrant hajmiga bog'liqlik) titrlash egri chiziqlar chiziladi. Aniqlanadigan moddada ionlarning harakatchanligini turlicha bo'lganiga qarab, titrlash egri chiziqlarini ko'rinishi quyidagicha bo'ladi.



a) Kuchli kislalani kuchli asos bilan titrlash;

b) Cho'kma hosil qilish reaksiyasiga asoslangan titrlash;

v) Kuchli kislalani, kuchli asos va kuchsiz kislotadan hosil bo'lgan tuzi bilan titrlash;

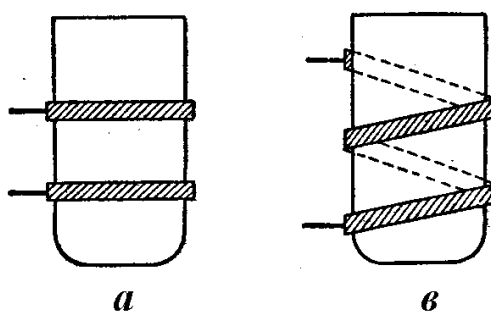
g) Kuchsiz asos va kuchli kislotalardan hosil bo'lgan tuzni kuchli asos bilan titrlash egri chiziqlari.

Ekvivalent nuqta titrlash egri chiziqlaridan topiladi va hisoblashlar olib boriladi. Konduktometrik titrlashda neytrallanish, oksidlanish-qaytarilish, cho'ktirish, kompleks hosil qilish, qaytar va qaytmas reaksiyalardan foydalanish mumkin.

9.3. Yuqori chastotali titrlash.

Yuqori chastotali titrlash usuli ham eritmaning elektr o'tkazuvchanligini o'lchashga asoslangan bo'lib, analiz qilinadigan eritma yuqori chastotali tebranish konturiga (elektr maydoniga) qo'yiladi. Bunda tokning chastotasi megogerc va bir necha ligogercga teng bo'ladi. Elektr maydoniga joylashtirilgan eritmadagi ionlar kichik chastotada tebranadi. Chastota amplitudasi oshirilganda ionlarning tebranishi kamayadi, ohirida ionlar harakat qilmaydi. Ayni vaqtda yuqori chastota molekulalarni deformaciyalab, deformacion qutblanish hosil qiladi. Qutblangan molekulalar yuqori chastotali o'zgaruvchan tok maydonida harakat qila boshlaydi, natijada orentacion qutblanishni hosil qiladi. Qutblanishning har ikkalasi eritmadagi ionlarni siljishiga olib keladi, natijada eritmada qisqa muddatli tok paydo bo'ladi. Molekulani qutblanishi eritmaning elektr o'tkazuvchanligini, dielektrik va magnit kirituvchanlik hususiyatini o'zgartiradi.

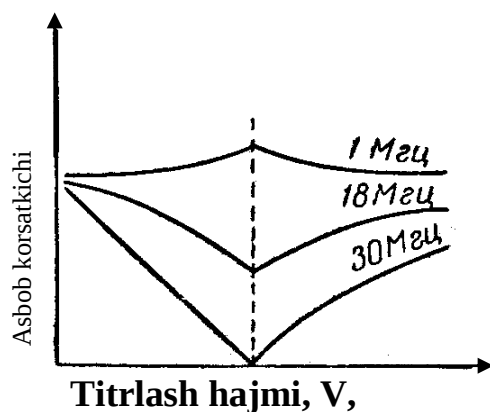
Yuqori chastotali titrlash asboblarning sxemasi konduktometrik (quyi chastotali) titrlash asboblari sxemasidan farq qilib, analiz qilinadigan eritma yacheykasi kondensator plastinkalari orasida yoki induktiv galtak ichida joylashtiriladi (3 - chizma).



3-chizma. Yacheykalar: a) kondensatorli yoki S - sig'imli, S-yachey ka.

v) induktiv yoki L - yacheyka.

Yuqori chastotali titrlashda elektrodlar eritmaga tushirilmaydi. Yuqori chastotali titrlashda asbobning asosiy qismi yuqori chastotali tebranish generatori hisoblanadi. Generatorning tebranish chastotasi titrlash egri chizig'ining ko'rinishiga kuchli ta'sir qiladi. (4 - chizma)



4-chizma. Asbob ko'rsatkichini titrant hajmiga bog'liqligi

Chizmadan ko'rinayaptiki ekvivalent nuqta chastota 25-30mc. dan katta bo'lganda aniq topiladi. Yuqori chastotali titrlash usulining quyi chastotali (konduktometrik) va potentsiometrik titrlashga nisbatan sezgirligi katta. Bundan tashqari yuqori chastotali titrlash bir necha afzalliklarga ega: elektrodlar eritmaga tushirilmaydi, rangli, quyuq smola, emulsiya, zaharli suv, organik erituvchilar muhitida ham analizni olib borish mumkin.

Yuqori chastotali titrlash usulida neytrallanish, cho'ktirish, kompleks hosil qilish va oksidlanish-qaytarilish reaksiyalaridan foydalanish mumkin.

Yuqori chastotali titrlash usulining kamchiligi asboblarining murakkab tuzilganligi, yacheyka doimiyligini saqlab turish qiyinligida.

9.4. Tajriba mashg'ulotlari.

1- ish. Aralashmadagi kislota, asos va tuz eritmalarining miqdorini aniqlash.

Kerakli asbob - uskuna va reaktivlar:

- 1) konduktometr, yacheykasi bilan;
- 2) 10 dona 50,00 ml li o'lchov kolbasi;
- 3) 5,00 ml. li pipetka ;
- 4) mahsus shpric;

5) 200 ml. li stakan;

6) Yuvgich.

Asbobning ishga tayyorligini tekshirish (o'qituvchi tekshiradi). Konduktometr 15 min oldin yoqib, qizdiriladi. Darajalash (kalibrovka) tugmachasini va oraliq «ishlash sohasi» tugmachalaridan birini bosib, darajalash buragichi yordamida ko'rsatkich 80 sM/m qiymatiga qo'yiladi. Huddi shunday darajalashni ishlash sohasi tugmachalarining hammasi uchun tekshirib ko'riladi.

Asbobning ko'rsatkichi 80 sM/m ga qo'yiladi.

Darajalash (kalibrovka) egri chizig'ini chizish uchun bir necha standart eritmalar suyultirish usuli bilan tayyorlanadi.

O'lchash. Elektr o'tkazuvchanlik yacheykasi ikki marta distillangan suv bilan, keyin aniqlanadigan elektrolit eritmasi bilan yuviladi. Yacheykaga mahsus shpric bilan elektrolit eritmasi qo'yiladi va asbobga ulanadi (o'lchash doimo eng kichik koncentraciyali eritmada boshlanadi). O'lchanadigan ishlash sohasi tugmachalarning tegishlisini bosib asbobning ko'rsatkichi yozib olinadi (W). Huddi shunday hamma eritmada o'lchab, natijalarini quyidagi jadvalga ko'rsatilgan tartibda yozib boriladi.

Qolba raqami	C_H	- IgC	W	$H = W - 0,909$	$\lambda = \frac{H - 1000}{C}$	$\sqrt{C}$
10	0,00195					
9	0,0039					
8	0,0078					
7	0,0156					
6	0,0312					
5	0,0625					
4	0,125					
3	0,25					
2	0,5					

1	1					
---	---	--	--	--	--	--

Jadval natijalari asosida ($W - \lg C$), ($H - \lg C$), ($\lambda - \lg C$), ($\lambda - \sqrt{C}$) bog'liqlik grafiklari chiziladi.

2 - ish. Kuchli kislota (asos) ni kuchli asos (kislota) bilan titrlash.

Kerakli asbob – uskuna va reaktivlar:

- 1) yuqori chastotali titrator TV-6L;
- 2) mikrobyuretk;
- 3) 10,00 ml li pipetka;
- 4) 50,00 ml. li o'lchov kolba;
- 5) aralashtirgich o'zagi;
- 6) 0,0100 n NaOH yoki KON;
- 7) ~ 0,1 n H₂SO₄ yoki HCl.

Aniqlanadigan modda eritmasining konsentratsiyasi titrantning konsentratsiyasiga nisbatan 10 marta kichik bo'lishi kerak.

Ishni bajarish tartibi: Titrlash stakaniga pipetka bilan 5 ml 0,1 n H₂SO₄ ning eritmasidan quyiladi. Stakanni yacheykaga joylashtirib, eritmani hajmi yuqorigi halqadan 3 – 5 ml baland bo'lguncha distillangan suv bilan suyultiriladi. Idishga aralashtirgich o'zagini tushirilib, magnitli aralashtirgich ulanadi va uning tezligini tanlanadi (qadah hosil bo'lishi oldi olinadi). O'lchov asbobining strelkasini shkalaning chap tomonidagi 5-10 qiymatlariga keltiriladi («grubo», «tochno» buragichlar yordamida). Eritma mikrobyuretkadagi 0,0100 n. ishqor eritmasi bilan titrlanadi. Dastlab titrantni 1 ml dan qo'shib 30 – 40 sekundda asbobning ko'rsatkichi yozib boriladi. Keyin titrantning miqdori 0,5 (0,2) ml. dan qo'shiladi. Mikroampermetrning ko'rsatkichi qo'yilgan qiymatdan eng katta chetlanib qaytib o'z holiga kelguncha titrlash davom ettiriladi. Olingan natijalarni jadval ko'rinishida rasmiylashtirilib, mikroampermetr ko'rsatkichini (I, mA)

titrant hajmiga (V, ml) bog'liqlik titrlash egri chizg'i chiziladi, ekvivalent nuqtadagi titrantni hajmi aniqlanadi.

Eritmadagi kislota miqdori quyidagi formula bilan hisoblanadi.

$$g = \frac{\vartheta_{\kappa-ma} \cdot V_{uuu} \cdot N_{uuu} \cdot V_{\kappa}}{V_n}$$

Mavzu yuzasidan savol va mashqlar

1.Eritmada elektrolitlarning ionlarga, dissocialanish sabablarini tushuntiring.

2.Konduktometrik analiz usulining mohiyatini tushuntiring.

3.Solishtirma, molyar va ekvivalent elektr o'tkazuvchanliklar orasida qanday bog'lanishlar bor.

4.Elektrolit eritmalarining ekvivalent elektr o'tkazuvchanligi qanday fizik ma'noga ega?

5.Nima uchun elektrolit eritmalarining elektr o'tkazuvchanligini o'lchashda doimiy tok emas, balki o'zgaruvchan tok ishlatiladi?

6.Eritma elektr o'tkazuvchanligini o'lchashda yacheyka doimiyligiga ta'sir qiluvchi omillarni ko'rsating.

7.Erituvchi sifatida suv o'rniga aceton ishlatilsa, kuchsiz elektrolitning dissociacyalanish konstantasining qiymati o'zgaradimi? Nima uchun?

8.Ekvivalent elektr o'tkazuvchanlik kuchli va kuchsiz elektrolitlar koncentraciyasiga qanday bog'liq?

9.Bevosita va bilvosita konduktometriya usullari orasida qanday farq bor. Qaysi bir usul ko'prok tanlash hususiyatga ega? Nima uchun?

10. Ekvivalent nuqta yaqinidagi qanday o'zgarish konduktometrik titrlashni tugatishga sabab bo'ladi?

11. Yuqori chastotali titrlashda yacheykalarining qanday turlari ishlatiladi?

12. Murakkab aralashmalarni konduktometrik titrlash qanday bajariladi. Titrlashdagi egri chiziqlarning ko'rinishiga misollar keltiring.

13. Konduktometrik titrlash egri chizig'i sillik bo'lsa, ekvivalent nuqta qanday aniqlanadi?

14. 0,1 n NaCl eritmasining ekvivalent elektr o'tkazuvchanligi 79,2 sm²/Om. Eritmaning qarshiligi 5 Om bo'lishi uchun sirt yuzasi 5 sm² teng bo'lgan parallel elektrodlar orasidagi masofa qanchaga teng bo'lishi kerak?

15. Cheksiz suyultirilgan KCl eritmasining ekvivalent elektr o'tkazuvchanligi 130,1 Om⁻¹ sm² / g-ekv. Cl⁻ ionlarining tashish soni 0,504 teng. Eritmadagi K⁺ va Cl⁻ ionlarining harakatchanligini hisoblang.

16. 180⁰C da zichligi 1,0255 g/sm³ 4 % li sulfat kislota eritmasining solishtirma elektr o'tkazuvchanligi 0,1675 Om⁻¹ sm⁻¹ teng. Eritmaning ekvivalent elektr o'tkazuvchanligini hisoblang.

17. Dissociatsiya konstantasi 1,76 *10⁻⁵ teng bo'lgan 0,1 n sirka kislota eritmasidagi [H⁺] va eritmaning ekvivalent elektr o'tkazuvchanligini hisoblang .

18. Dissociatsiya konstantasi 1,79*10⁻⁵ va darajasi 0,01 bo'lgan NH₄OH eritmasining konsentratsiyasini va ekvivalent elektr o'tkazuvchanligini hisoblang. To'yingan AgBr eritmasining solishtirma elektr o'tkazuvchanligi 0,57*10⁻⁷Om⁻¹sm⁻¹. Chegara ekvivalent elektr o'tkazuvchanligi 121,9 Om⁻¹sm²/g-ekv AgBr ning eruvchanligini hisoblang.

19. Ekvivalent elektr o'tkazuvchanligi 109,9 Om⁻¹sm²/g-ekv bo'lgan 0,05 n KNO₃ eritmasiga tushirilgan elektrodlar orasidagi masofa 2 m, elektrodning sirt yuzasi 5 sm² teng. Shu eritmaning elektr o'tkazuvchanligi nimaga teng?

20. Yacheyka doimiyligi 0,5 sm⁻¹ bo'lganda 0,01 n KNO₃ eritmasining qarshiligi 423 Om. Eritmaning solishtirma va ekvivalent elektr o'tkazuvchanligini hisoblang.

21. Harorat 298 K 0,1 n NH₄OH eritmasining solishtirma elektr o'tkazuvchanligi 0,037 Om⁻¹ sm⁻¹. Shu eritmaning ekvivalent elektr o'tkazuvchanligini va pHni hisoblang.

22. 180⁰C da ekvivalent elektr o'tkazuvchanligi, 94,3 Om⁻¹sm²/g-ekv ga teng 1 n AgNO₃ eritmasi bo'lgan yacheykadagi elektrodning sirt yuzasi

25 sm² va ular orasidagi masofa 5,5 sm ga teng bo'lsa, eritmaning elektr o'tkazuvchanligini hisoblang.

23. Solishtirma elektr o'tkazuvchanligi $1,25 \cdot 10^{-4} \text{ Om}^{-1}\text{sm}^{-1}$ ga teng bo'lgan 0,0105 n NH₄OH eritmasining dissociaciyalanish konstantasini hisoblang.

X Mavzu: OPTIK ANALIZ USULLARI.

Tayanch iboralar:

- Optik analiz usullari
- Fotometriya usulining mohiyati
- Yutilish spektrlarining tabiati
- YOrug'lik nuri yutilishining qonuni
- Eritmaning optik zichligi
- Buger-Lambert-Ber qonuni
- Nur yutishining molyar so'ndirish koefficienti
- Nur yutilishining molyar so'ndirish koefficientiga ta'sir qiluvchi

omillar

- Buger-Lambert-Ber qonunidan chetlanishlar
- YOrug'lik yutilishining additivlik qonuni
- Fotometrik usulning afzalligi va kamchiligi
- Fotometrik usulning ishlatish sohalari
- Refraktometrik usuli
- Molyar refrakciya
- Refraktometrik usulning ishlatilishi
- Polyarimetrik usul
- Optik aktiv moddalarning turlari
- Polyarimetrik usulning ishlatilishi

Analizning optik usullari moddalarning elektromagnit nurlanish (yorug'lik nuri) energiyasi bilan ta'sirlashishi natijasida o'zgaradigan

parametrlarni o'lchashga asoslangan. Analizning optik usullari quyidagilarga bo'linadi:

- 1. Refraktrometrik – moddaning yorug'lik nuri sindirish ko'rsatgichini o'lchashga asoslangan.**
- 2. Nefelometrik – eritmaga to'shayotgan yorug'lik nurining eritmada yoyilish intensivligini o'lchashga asoslangan.**
- 3. Turbidimetrik - eritmadan o'tgan yorug'lik nuri intensivligini o'lchashga asoslangan.**
- 4. Polyarimetrik - qutblangan nur tekisligining burilish burchagini o'lchashga asoslangan.**
- 5. Emission – atomning qo'zgalgan holatida, ya'ni elektronning bir energetik qavatdan boshqa energetik qavatga, o'tishida chiqqan nur intensivligini o'lchashga asoslangan.**
- 6. Absorbtsion – moddalarning elektromagnit nurlarni tanlab yutishiga asoslangan, bo'lib yorug'lik nuri yutilishining asosiy qonuniga bo'ysunadi.**

10.1. Yorug'lik nuri yutilishining asosiy qonuni. (Buger-Lambert-Ber qonuni)

Ma'lumki, modda atom yoki ionlar yorug'likni yutganda ularning energetik holati o'zgaradi, aniqrogi energiyasi kam E_1 holatdan energiyasi yuqori E_2 holatga o'tadi. Shu paytda modda tarkibida "elektron o'tish" ro'y beradi, bu o'tish faqat aniq energiyali yorug'lik nuri (kvant) yutilganda ro'y beradi. Bu yutilish faqatgina yutiladigan energiya kvantining miqdori shu elektron o'tishga to'g'ri keluvchi energiya farqi (ΔE) ga teng bo'lganda amalga oshadi, ya'ni

$$\Delta E = E_2 - E_1 = h\nu$$

h - Plank doimiysi $6,625 \cdot 10^{-34}$ joule·Sek;

ν - yutilgan yorug'likning tebranish chastotasi, Gc.

Ko'rinib turibdiki, to'shayotgan yorug'likning bir qismi moddaga yutilib qoladi. Natijada to'shayotgan nurning bir qismi "qatlam" ga yutilib

o'z intensivligini kamaytiradi. Moddadan o'tayotgan nur intensivligi (J) ning kamayishi (J/J_0), yutuvchi modda miqdori (C) va qatlami qalinligi (l) orasidagi bog'lanish yorug'lik yutilishining asosiy qonuni deyiladi. O'tayotgan nur intensivligi kamayishini o'lchash uchun, shu nurning toza erituvchidan o'tgandagi intensivligi J_0 -, aniqlanayotgan moddaning shu erituvchidagi eritmasidan o'tgandagi intensivligi J - ni solishtirish bilan erigan modda miqdori aniqlanadi. Bir hil materialdan iborat teng qalinlikdagi qatlamda eritmadan o'tgan yorug'likning tarqalishi va qaytishi teng bo'lib, ular intensivligining kamayishi eritmaning koncentraciyasiga bog'liqdir.

Har qanday eritmadan o'tgan nur intensivligining kamayishi o'tkazuvchanlik koefficienti bilan harakterlanadi:

$$T = \frac{J}{J_0}$$

bunda, T - o'tkazuvchanlik koefficienti

J va J_0 - o'tgan va tushgan nurlar intensivligidir

O'tkazuvchanlikning manfiy ishorali o'nli logarifmi eritmaning optik zichligi deyiladi:

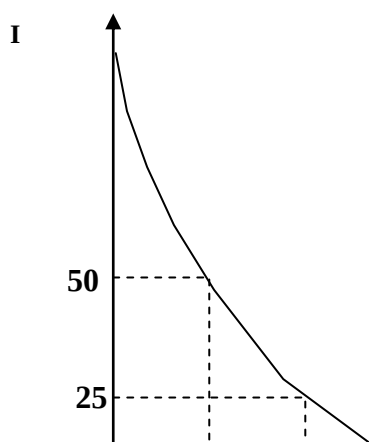
$$A = -\lg T = -\lg \frac{J}{J_0} = \lg \frac{J_0}{J} : A = \lg \frac{J_0}{J}$$

Eritmaning optik zichligi (A) bilan yutuvchi qatlam qalinligi orasidagi bog'lanish Buger (1729 y) va Lambert (1760 y) tomonidan o'rganilgan bo'lib, quyidagicha ifodalanadi:

$$A = R \cdot l$$

R - proporcionallik koefficienti;

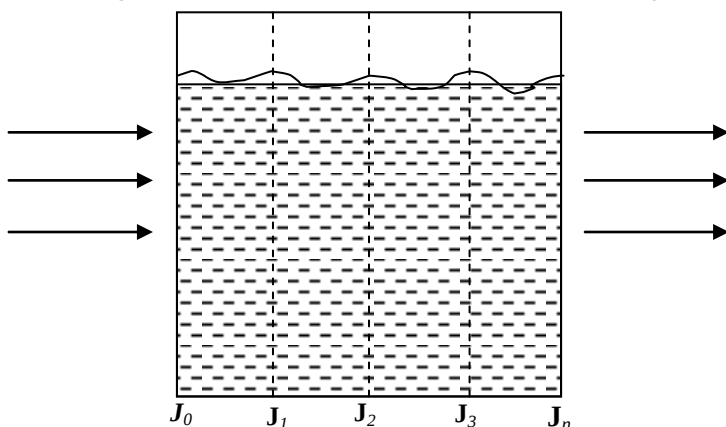
l - eritma qavatining qalinligi, ya'ni kyuvetaning o'lchami (sm).



1 - chizma. Buger - Lambert qonunining grafik ko'rinishi

Табриф: Moddaning bir hil qalinlikka esa bo'lgan bir jinsli qatlamlari unga tushayotgan yorug'lik energiyasini teng ulushlarda yutadi. Bu bog'lanish grafikda (1-chizma) quyidagi ko'rinishda bo'ladi.

Yutuvchi qatlam teng qiymatlarga bo'lingan yorug'lik intensivligi har bir bo'lakdan o'tganda (2- chizma) n martadan kamayib boradi, ya`ni.



2-chizma. YOrug'lik oqimi intensivligining yutuvchi qatlam qalinligiga bog'liq holda o'zgarishi.

$$J_1 = \frac{J_0}{n}; \quad J_2 = \frac{J_1}{n} = \frac{J_0 / n}{n} = \frac{J_0}{n^2} \quad \text{va hokazo.}$$

Umumiy holda $J = J_0/n^l$ modda konsentratsiyasi doimiy bo'lganda yuqoridagi formuladan foydalanib yutuvchi qatlam qalinligini, yorug'lik kuchi qanchaga kamayishini nur yutilishning molyar so'ndirish koeffitsientini ham hisoblash mumkin.

$$n^l = \frac{J_0}{J} \quad \text{logarifimlasak,}$$

$$\lg \frac{J_0}{J} = l \cdot \lg n : \lg n = \varepsilon \quad \text{bilan belgilanib,}$$

nur yutilishining molyar so'ndirish koefficienti deyiladi. Unda, $\lg \frac{J_0}{J} = l \cdot E$ ifodaga ega bo'lamiz.

Eritma koncenraciyasi bilan eritma optik zichligi orasidagi bog'lanish esa Ber qonuni (1852 y) bilan ta'riflanadi:

"Yutuvchi qatlam qalinligi o'zgarmas bo'lganda eritmaning optik zichligi erigan modda koncenraciyasiga to'g'ri proporcional bo'ladi.

$$A = \lg \frac{J_0}{J} = R_1 C$$

R_1 - proporcionallik koefficienti.

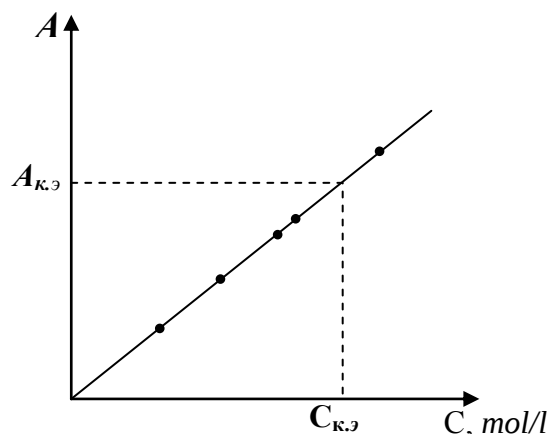
Buger - Lambert va Ber qonunlarini umumlashtirib, yorug'lik yutilishining asosiy qonuni formulasiga ega bo'lamiz:

$$A = \varepsilon \cdot C \cdot l \quad \text{yoki} \quad T = 10^{-\varepsilon \lambda \cdot C l}$$

$$-\lg T = \varepsilon \cdot C \cdot l$$

ya'ni, eritmaning optik zichligi aniqlanuvchi moddaning molyar nur yutilishining molyar so'ndirish koefficienti (ε) ga, koncenraciyasiga (C , mol/l) va yutuvchi qatlam qalinligi (l , sm) ga to'g'ri proporcional.

l -const bo'lganda eritmaga monohromatik nur tushganda, eritmaning optik zichligi bilan eritma koncenraciyasi orasidagi bog'lanish grafigi quyidagicha bo'lib (3-chizma) darajalash grafigi ham deyiladi.



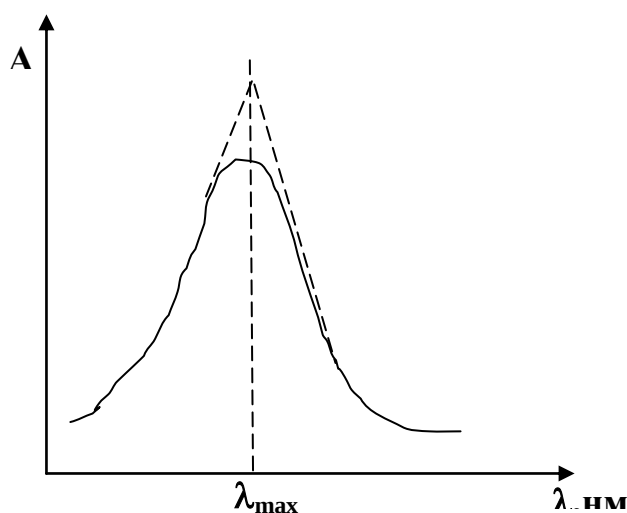
3 - chizma. Darajalash grafigi.

10.2. Nur yutilishining molyar so'ndirish koefficienti.

Nur yutilishining molyar so'ndirish koefficientining fizik ma'nosi, $l = 1$ sm va $C = 1$ mol/l bo'lganda eritmaning optik zichligi $A = \varepsilon C l$:

$$A = \varepsilon$$

Har bir modda o'zining nur yutilishining molyar so'ndirish koefficienti bilan harakterlanadi.



4-
chizma.
Yutilish

spektrining maksimumini aniqlash.

ε - ning qiymati nurning to'liqin uzunligi (λ), eritmaning haroratiga, erigan modda va erituvchining tabiati (hususiyati) ga bog'liq bo'lib, eritma konsentratsiya va yutuvchi qatlam qalinligiga bog'liq emas. Analiz qilinadigan har bir modda ma'lum bir to'liqin uzunlikdagi nurni ko'proq (4-chizma) yutadi va moddaning nur yutilish koefficienti shu to'liqin uzunligidagi nur bilan belgilanadi - ε_{λ} .

Analiz qilinishi mumkin bo'lgan moddalar uchun $\varepsilon \geq 10^3$ bo'lishi kerak. Tarkibida bir nechta rangli moddalar saqlagan eritmaning optik zichligi additiv hususiyatga ega, ya'ni bir moddaning yorug'lik yutish hususiyati, shu eritmadagi boshqa moddalarning ishtirok etishiga bog'liq emas. Eritma ning optik zichligi eritmadagi har bir rangli moddaning optik zichliklarini yig'indisiga teng.

$$A = A_1 + A_2 + \dots + A_n$$

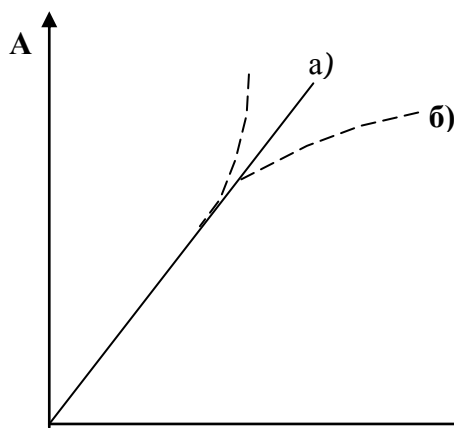
$A_1, A_2 \dots A_n$ moddani va hokazo n-chi moddaning (optik zichligi).

$A = \varepsilon C l$ ni hisobga olganda

$$A = l(\varepsilon_1 C_1 + \varepsilon_2 C_2 + \dots + \varepsilon_n C_n)$$

10.3. Buger - Lambert - Ber qonunidan chetlanishlar.

Buger-Lambert-Ber qonuni tajribalarda (a) bir necha marta to'g'ri tekshirilgan bo'lsa, ham ayrim hollarda tajribada Ber qonuniga e'tibor berilmasa chetlanishlar (b) bo'ladi. (5- chizma) Buger-Lambert-Ber qonunini qo'llash uchun quyidagilarga e'tibor berish kerak.



5- chizma. Eritma optik zichligi eritma kcentrasiyasiga bog'liqligi.

1.To'shadigan nur monohromatik ($\lambda = \text{const}$) bo'lishi kerak, shunda bu cheklanishni ko'rsatish uchun formula quyidagicha yoziladi:

$$A = \varepsilon \cdot l \cdot C$$

2.Nur yutilishining molyar so'ndirish koefficienti (ε) muhitning nurni sindirish ko'rsatgichiga bog'liq. Shu sababli kichik konsentrasiyadagi eritmalar ishlatiladi, chunki ularni nur sindirish ko'rsatgichlari, erituvchini nur sindirish ko'rsatgichi bilan bir hil bo'ladi. Agar konsentrasiyasi katta bo'lsa, nur sindirish ko'rsatkichini o'zgarishi qonundan chetlanishga olib keladi.

3. Aniqlash doimiy haroratda olib borilishi kerak (ya'ni termostatlarda bajariladi).

4. To'shadigan nur bogi dastasi (po'chok) parallel bo'lishi kerak.

5. Nur yutadigan zarrachaning tarkibi doimiy bo'lishi kerak, agar koncentraciya o'zgarishi bilan dissociacyalanish parchalanish polimerlanish va boshqa o'zgarishlar bo'lsa, optik zichlikning koncentraciyaga bog'liqligi to'g'ri chiziqdan iborat bo'lmaydi, natijada ϵ ning qiymati ham o'zgaradi.

Masalan: $K_2Cr_2O_7$ eritmasini suyultirilganda $Cr_2O_7^{2-}$ -ionlarining koncentraciyasini kamayishi bilan birgalikda, kimyoviy ta'sir sodir bo'ladi:



Natijada eritmada $Cr_2O_7^{2-}$ ionlari o'rniga CrO_4^{2-} ionlari hosil bo'ladi. ϵ - qiymatlari turlicha bo'lib, optik zichlikning qiymati ham o'zgaradi.

10.4. Optik analiz usullari bilan eritma koncentraciyasini aniqlash yo'llari.

1. Darajalash grafik usuli. Buger-Lambert-Ber qonuniga asoslanib eritmaning optik zichligi bilan eritma koncentraciyasi (standart eritma ishlatiladi) orasidagi bog'lanish grafigi chiziladi, bu ko'pincha darajalash grafigi deyiladi. Grafik kam deganda 3ta yoki 5ta nuqta asosida chiziladi. Noma'lum koncentraciyadagi eritmaning optik zichligi aniqlanib, darajalash grafigidan ekstrapolyatsiya usulida eritma koncentraciyasi topiladi(3-chizma).

2. Nur yutilishining molyar so'ndirish koefficienti usuli. Bu usulda bir nechta standart eritmalarining optik zichliklari aniqlanib, nur yutilishining molyar so'ndirish koefficientining qiymati $\epsilon = A_{st}/lC_{st}$ hisoblanadi. Hisoblangan nur yutilishining molyar so'ndirish koefficientining o'rtacha qiymati olinadi. Noma'lum eritmaning optik zichligi o'lchanib, eritma koncentraciyasi $C_x = A_n/\epsilon l$ formula bilan hisoblab topiladi. Modda miqdori

$$(m) = \frac{C_x * M_A * V_a * V_K}{V_{nunenka}} \text{ formuladan foydalanib hisoblanadi.}$$

M_A - aniqlovchi moddaning molyar massasi (ionlar uchun elementning atom massasi)

V_a - (aliquot) rangli eritma tayyorlash uchun olingan eritma hajmi

V_{pipetka} - eritma tayyorlash uchun olingan hajm (o'lchov pipetkasining hajmi)

V_K - analiz qilinayotgan eritmaning umumiy hajmi (o'lchov kolbasi hajmi)

Usulning cheklanganligi shundaki, eritma konsentratsiyasi Buger-Lambert-Ber qonuniga bo'ysunadigan chegarada tayyorlanadi.

3. Standart taqqoslash usuli. Bu usulda ε -const va l -const bo'lganda standart va noma'lum eritmalarining optik zichliklari o'lchanib,

$$A_{cm} = \varepsilon \cdot l \cdot C_{cm}$$

$$A_x = \varepsilon \cdot l \cdot C_x$$

tenglama tenglashtirib o'zgaras qiymatlar tashlab yuboriladi,

$$\frac{A_{CT}}{A_x} = \frac{C_{CT}}{C_x} \quad \text{bundan} \quad C_x = \frac{A_x \cdot C_m}{C_{CT}}$$

Analiz qilinayotgan eritma suyultirish usuli bilan tayyorlangan bo'lsa, modda miqdorini gramm yoki mg. da ifodalanadi.

$$g_x = C_x \cdot V_0 \cdot V_K / V_a$$

g_x - aniqlanuvchi modda miqdori, mg.

V_0 - optik zichligi o'lchanayotgan rangli eritma hajmi, ml.

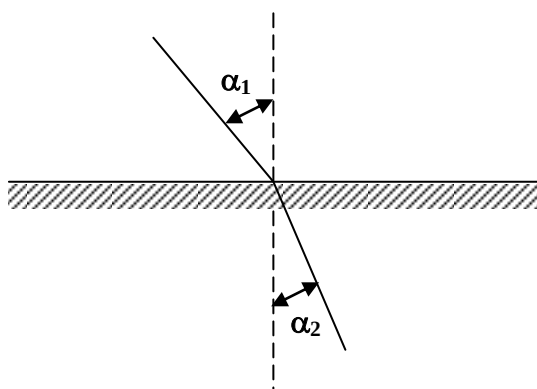
V_K - analiz qilinayotgan eritmaning umumiy hajmi (o'lchov kolbasi hajmi), ml.

V_a (aliquot) - rangli eritma tayyorlash uchun olingan eritma hajmi, ml.

10.5. Refraktometrik analiz usuli.

Refraktometrik analiz usuli analiz qilinadigan moddalarning nur sindirish ko'rsatgichining o'lchanishiga asoslangan. Har qanday toza modda ma'lum bir nur sindirish ko'rsatgichiga ega. Nur sindirish ko'rsatgichini qiymatiga qarab, moddalarning tozalik darajasi aniqlanadi.

YOrug'lik yo'nalishining bir muhitdan ikkinchi muhitga o'tishida o'zgarishi yorug'likning sinishi yoki refraktsiyasi deyiladi. Moddalarning



sindirish ko'rsatkichini o'lchaydigan asboblari refraktometrlar deb, analiz usuliga esa refraktometrik analiz usuli deyiladi.

YOrug'lik nuri ikki shaffof muhit sirt fazasida to'shayotganda bir qismi qaytadi, bir qismi ikkinchi muhitda tarqaladi (sinadi).

YOrug'likning ikkinchi muhitda tarqalishi yorug'likning sinish qonunlariga bo'ysunadi (fizika kursidan ma'lum).

1. Tushuvchi nur, singan nur va muhitlar chegarasidagi nurning tushish nuqtasiga tushirilgan perpendikulyar bir tekislikda yotadi.

2. Nurlarning tushish burchagi sinusi ($\sin \alpha_1$) ning nurni sinish burchagi sinusi ($\sin \alpha_2$) ga bo'lgan nisbati berilgan muhitlar uchun o'zgarmas miqdor bo'lib, ikkinchi muhitning birinchi muhitga nisbatan sindirish ko'rsatkichi (n) deyiladi.

$$n_2 = \frac{\sin \alpha_1}{\sin \alpha_2} \quad (1)$$

Standart sharoitda moddalarning vakuumga nisbatan olingan sindirish ko'rsatkichi, absolyut sindirish ko'rsatkichi deyiladi.

$$n_{2(a\bar{o}c)} = \frac{\sin \alpha_{(a\kappa y y \mu)}}{\sin \alpha_2} \quad (2)$$

$$n_{1(a\bar{o}c)} = \frac{\sin \alpha_{(a\kappa y y \mu)}}{\sin \alpha_1} \quad (3)$$

unda

$$n_{2(nuc)} = \frac{\sin \alpha_1}{\sin \alpha_2} = \frac{\sin \alpha_{(a\kappa y y \mu)} \cdot n_{2(a\bar{o}c)}}{\sin \alpha_{(a\kappa y y \mu)} \cdot n_{1(a\bar{o}c)}} = \frac{n_{2(a\bar{o}c)}}{n_{1(a\bar{o}c)}} \quad (4)$$

nisbiy sindirish ko'rsatkichi absolyut sindirish ko'rsatkichlarining nisbatiga teng. (4) tenglamadan $n_{1(abc)} \sin \alpha_1 = n_{2(abc)} \sin \alpha_2$.

Havoga nisbatan olingan sindirish ko'rsatkich to'g'ridan-to'g'ri sindirish ko'rsatkich (n) deyiladi.

$$N_{abc} = n_{abc(abo)} \cdot n$$

Atmosfera bosimi va hona haroratida $n_{abc(iavo)} = 1,00027$ unda $n_{abc} = 1,00027 \square n$

Moddaning sindirish ko'rsatkichi uning tabiatini aniqlaydi. Uning qiymati tushayotgan nurning to'lqin uzunligiga va haroratga bog'liq. To'shayotgan yorug'likning to'lqin uzunligini kattalashishi bilan sindirish ko'rsatkichning qiymati kamayadi. Bir hil natijalarni olish uchun yorug'lik manbai sifatida ma'lum to'lqin uzunligiga ega bo'lgan (natriyli, simobli, vodorodli) lampalar ishlatiladi.

Harorat ko'tarilishi bilan suyuqliklarning sindirish ko'rsatkichlarini qiymati kamayadi. Shuning uchun sindirish ko'rsatkichining qiymati simvoli yoniga t^0 va $\square$ ni qiymati ko'rsatiladi.

Masalan: n_{589}^{25}

Lekin to'g'ridan - to'g'ri havo va suyuqlik chegarasida tushish yoki sinish burchagini o'lchash noqulay. Refraktometrlarda suyuqlik va ichki chegarasida tushish va sinish burchagi - to'la kaytish usulidan foydalanib o'lchanadi.

Sindirish ko'rsatkichi bilan moddaning zichligi (d) orasida (simbat) bog'lanish mavjud. Moddaning zichligi oshishi bilan sindirish ko'rsatkichini qiymati ham oshadi.

$$f_{(n)} = rd$$

r -proporcionallik koefficienti solishtirma refrakciya deyiladi.

r -ning moddaning molekulyar og'irligiga ko'paytmasi molekulyar (molyar) refrakciya deyiladi.

$$R = \mu \cdot r$$

Refrakciyaning hisoblashda Lorenc - Lorentcning nazariy formulasi keltirilgan

$$R = \frac{(n^2 - 1)}{(n^2 + 2)} \cdot \frac{\mu}{d}$$

n – sindirish ko'rsatkich

μ - molyar massa

d – zichlik

Molyar refrakciyani hisoblash uchun bir hil haroratda moddaning zichligi va sindirgich ko'rsatkichi o'lchanib yuqoridagi formulaga quyib hisoblanadi.

Molyar refrakciya additiv hossaga ega bo'lib, molekuladagi atomlar refrakciyasining yig'indisiga teng.

Masalan: $R_{CCl} = R_C + 4R_{Cl} = 2,42 + 4 \cdot 5,97 = 26,36$

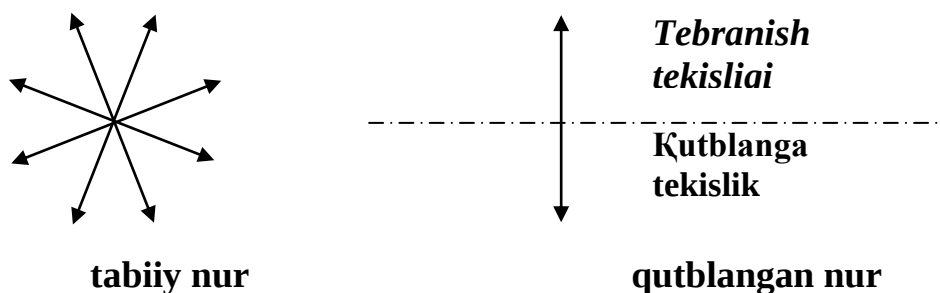
Atom refrakciya har bir element uchun aniqlangan (mahsus ma'lumotnomalarga keltirilgan). Tajriba yo'li bilan hisoblangan molyar refrakciya qiymati bilan nazariy hisoblangan refrakciya qiymat solishtirilib, yangi aniqlangan modda formulasi to'g'risida hulosa qilinadi. Demak, molyar refrakciya moddalarning tarkibini indentifikaciyalashda, ayniqsa, ahamiyatli.

Refraktometrik analiz usuli oziq-ovqat sanoatida (yog', asal, kofe) moddalarni tozaligini aniqlashda foydalaniladi.

Bu usul eng oddiy instrumental analiz usuli bo'lib, analiz uchun oz modda miqdori talab qilinib, tez va oson bajariladi.

10.6. Polyarimetrik analiz usuli.

1811 yil D.Arago kvarc kristallida va 1815 yil J.Bio eritmalarni aniqlashda qutblangan tekislik burilishini aniqladilar. Qutblangan nurning burilish burchagini o'rganishga asoslangan analiz usuliga polyarimetrik analiz usuli deyiladi. Ma'lumki, bir tekislikda tebranadigan nur qutblangan nur, tekislik esa tebranish tekisligi deyiladi.



Qutblangan nurga perpendikulyar tekislik qutblangan tekislik deyiladi.

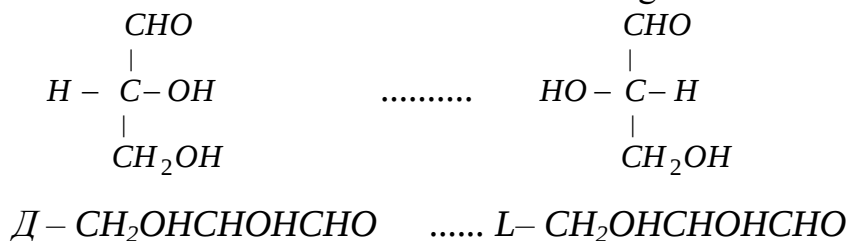
Barcha modda va eritmalar qutblangan nurga bo'lgan munosabatiga qarab 2 ga bo'linadi.

- 1. Qutblangan nur tekisligini o'zgartiradigan optik aktiv moddalarga.**
- 2. Qutblangan nur tekisligini o'zgartirmaydigan optik noaktiv moddalarga bo'linadi.**

Moddalarning optik aktiv hususiyati ularning kristal panjarasi va molekulaning tuzilishi bilan harakterlanadi. Ana shu hususiyatlariga qarab optik aktiv moddalar ikki turga bo'linadi:

1) Qattik kristallar: kvarc SiO_2 , $NaClO_3$ va boshqalar. Ayrim ionlarni ochishda hosil qilinadigan kristall cho'kmalar. Masalan: $TlAuCl_4 \cdot 5H_2O$ va $PbCl_2$ optik aktiv hossaga ega. Bunday moddalarning kristal panjarasi buzilsa, eritilsa optik aktiv hususiyati yo'qoladi.

2) Ikkinchi tur optik aktiv moddalarga eritilgan yoki gaz holidagi moddalar kiradi. Ularning optik aktivligi molekulaning tuzilishiga bog'liq. Bularga organik moddalar: glyukoza, vino kislota, morfin, olma kislota va boshqalar misol bo'ladi. Masalan: olma kislota molekulasi tuzilishini ko'raylik.



Polyarimetrik analiz usulining vazifasi ikkinchi tur moddalarni aniqlashga asoslangan. Agar optik aktiv moddadan qutblangan nur o'tsa, u qutblangan tekislikni aylantiradi. Qutblangan tekislikni ma'lum bir burchakga burilishi qutblangan tekislikni burilish burchagi deyiladi. Qutblangan tekislikni burilish burchagi eritmadagi optik aktiv modda konsentratsiyasiga (S,g/ml), eritma qavatining qalinligiga (l)bog'liq.

$$\alpha = \alpha_{sol} \cdot l \cdot C$$

bunda,

α_{sol} – qutblangan tekislikni solishtirma burilishi.

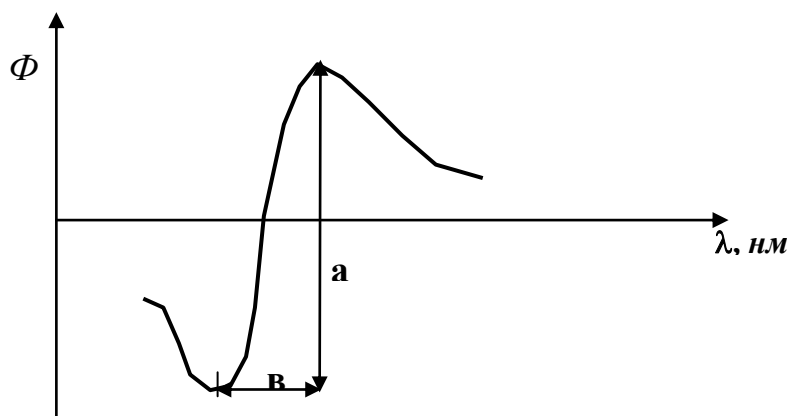
α_{sol} – qiymati qutblangan nurning to'liqin uzunligiga, haroratga, modda va erituvchining tabiatiga bog'liq.

Qutblangan tekislikni molyar burilishi (F) solishtirma burilishi (α_{sol}) va molyar massa (μ) ko'paytmasiga teng.

$$\Phi = \alpha_{sol} \cdot \mu$$

Qutblangan tekislikni solishtirma yoki molyar burilishining yorug'likni to'liqin uzunligiga bog'liqligi optik burilishining dispersiyasi deyiladi. To'liqin uzunlikni kamayishi bilan optik burilish oshadi. Yutilish spektri chiziqlari chegarasida, u maksimum qiymatga erishib, keyin tezda minimumga tushib, asta-sekinlik bilan oshadi (6-chizma). Bu o'zgarish Kotton effekti deyiladi.

$$a = (\Phi_{max} - \Phi_{min})/100$$



6- chizma. Optik buri-lish disper-siyasining egri chizig'i.

a – amplituda, b – Kotton effektini eni

Solishtirma va molyar burilish o'z ishorasini o'zgartirishi ma'lum tahliliy qiziqishga olib keladi. Qutblangan tekislikni burilishi kuzatilmaydigan

yorug'likni to'lqin uzunligiga, to'lqin uzunligini nolga burilishi deyiladi. Qutblangan tekislikdagi to'lqin ikkita doimiy qutblangan komponent (unga buriladigan D va chapga buriladigan L) dan iborat bo'lib, tegishli muhitda har biri ma'lum molyar nur yutilishining molyar so'ndirish koefficienti ϵ_L va ϵ_D qiymatlarida ma'lum sindirish ko'rsatkichi n_L va n_D qiymatlarga ega bo'ladi. Nur yutilishining molyar so'ndirish koefficientlarini farqi aylanma dihiroizmni harakterlaydi.

$$\Delta\epsilon = \epsilon_L - \epsilon_D$$

U, huddi shunda molyar elliptiklikni ifodalaydi.

$$Q = 2,303 \frac{4500}{\pi} (\epsilon_L - \epsilon_D) = 3300 \Delta\epsilon$$

Kotton effekti, optik burilish dispersiyasining egri chizig'i yordamida organik va koordinacion birikmalarni struktura stereo kimyoviy va fazoviy konformatsiya tuzilishini baholash mumkin.

Polyarimetrik analiz usuli hozirgi kunda mineralogiya, mikrokimyo sanoatida mineral va kristall cho'kmalarni o'rganishda. Qand sanoatida moddalar tarkibidagi qand miqdorini aniqlashda. YOg' sanoatida refraktometrik analiz usuli bilan birgalikda yog' tarkibini indentifikatsiya (tahlil) lashda ishlatiladi. Formacevtika sanoatida dorilar tarkibini indentifikatsiyalashda ishlatiladi.

10.7. Tajriba mashg'ulotlari

1 - ish. Yorug'lik fil'trini tanlash.

Kerakli asbob – uskuna va reaktivlar:

- 1) 5 dona 50,00 ml. li o'lchov kolbasi;
- 2) Fotoelektrokolorimetr;
- 3) 3 dona 25,00 ml byuretkashtativ Bilan;
- 4) Yuvgich;
- 5) $T_{Fe} = 0,1$ mg/ml eritma;
- 6) 1:1 HNO₃ eritmasi;

7) 10 % NH₄SCN eritmasi.

Ma`lum to`lqin uzunlikdagi nurni o`tkazadigan muhit (shisha, eritma, polimer qatlami)ga yorug`lik filtri (elak) deyiladi. Har bir rangli eritma ma`lum to`lqin uzunlikdagi yorug`lik nurini yutadi. Demak, berilgan rangli eritma uchun yorug`lik filtrini tanlash kerak.

Ishni bajarish tartibi: **Keyingi ish uchun tayyorlangan rangli eritmani o`rtacha konsentratsiyaga ega bo`lgani olinadi. Har qanday o`lchashlar nisbiy bo`lganligi kabi eritmaning optik zichligi yorug`likning to`lqin uzunligiga bog`liqligi erituvchi (distillangan suv)ga nisbatan o`lchanadi. Olingan natijalar jadval ko`rinishida rasmiylashtiriladi.**

$$C_{Fe^{5+}} = 0,3 \text{ mg/ml}, \quad l = 5 \text{ mm}$$

λ, nm	316	364	400	440	490
A					
$T, (\%)$					

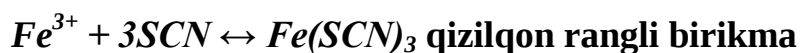
Jadvaldagi natijalar asosida eritma optik zichligi bilan yorug`lik to`lqin uzunligi orasidagi bog`liqlik grafigi chizilib, qaysi yorug`lik filtrida optik zichlik eng katta qiymatga ega bo`lsa, o`sha yorug`lik filtrida ( $\lambda_{max}$ ) keyingi o`lchashlar olib boriladi.

2 - ish. Eritmadagi Fe³⁺ ionni miqdorini aniqlash.

Kerakli asbob – uskuna va reaktivlar:

- 1) 5 dona 50,00 ml. li o`lchov kolbasi;
- 2) Fotoelektrokolorimetr;
- 3) 3 dona 25,00 ml.li byuretkashtativ Bilan;
- 4) Yuvgich;
- 5) $\square T_{Fe} = 0,1 \text{ mg/ml}$ eritma;
- 6) 1:1 HNO₃ eritmasi;
- 7) 10 % NH₄SCN eritmasi.

Temirni fotoelektrokolorimetrik usulda aniqlash Fe^{3+} va CNS^- ionlari orasida boradigan reakciyaga asoslangan



Ammoniy rodanidning keyingi qo'shilishi eritmada kompleks birikmaning hosil bo'lishiga olib keladi, ya'ni



Eritmada SCN^- ionlari koncentraciyasining ortishi kompleks ionlar sonining ortishiga olib keladi, boshqacha eritma rangining intensivligi ortadi. Shuning uchun standart va tekshiriladigan eritmalarga NH_4SCN eritmasidan bir hil miqdorda va ko'p qo'shish kerak.

Ishni bajarish tartibi: Eritmadagi Fe^{3+} ionining miqdori darajalash grafigidan topiladi. Shuning uchun oldin bir qator standart eritmalar tayyorlanadi. Demak 5 dona 50,00 ml o'lchov kolbasiga mos ravishda 1, 2, 3, 4, 5 mldan temir – ammoniyli achchiqtosh eritmasi quyiladi. Kolbalarning hammasiga (1:1) HNO_3 eritmasidan 1 mldan (eritmada bo'lgan Fe^{2+} ionini Fe^{3+} ionigacha oksidlanishi uchun) va 5 mldan 10 % li NH_4SCN eritmasidan quyib belgisigacha distillangan

* Kimyoviy toza temir – ammoniyli achchiq tosh $NH_4Fe(SO_4)_2 \times 12H_2O$ dan analitik tarozida 0,8640 g tortib, 1000 ml ulchov kolbaga soling, unga ($d=1,84$) H_2SO_4 dan 5 ml qo'shib eriting va eritmani 1 l hajmgacha suyultiring. Bunda eritmani 1 ml da 0,1 mg temir bo'ladi.

suv bilan suyultirilib aralashtiriladi. Har bir (1 chisidan boshlab ...) kolbadagi eritmaning optik zichligi $\lambda_{max} = 490 \text{ nm}$.da o'lchab olingan natijalar jadval ko'rinishida rasmiylashtiriladi.

λ, nm	316	364	400	440	490
A					
$T, (\%)$					

Jadval natijalari asosida eritma konsentratsiyasining optik zichligiga bog'liqlik darajalash grafigi chiziladi. O'qituvchi tomonidan berilgan kontrol eritmani optik zichligini yuqoridagi sharoitda o'lchanib ekstrapolyatsiya usuli bilan darajalash grafigidan topiladi.

3 – ish. Tabiiy suv tarkibidagi temir miqdorini aniqlash.

Tabiiy suvda temir $Fe(HCO_3)_2$ tuzlari ko'rinishida bo'ladi. Agar konsentratsiyasi juda ko'p bo'lsa, suvdan metallning hidi, ta'mi kelib, tez loyqalanadi. Temirning miqdorini ko'p bo'lishi suv quvurlarining zanglashi hisobidan bo'lishi ham mumkin. Haqiqatda tabiiy suvda temir miqdori kam bo'lib, uni gravimetrik va titrimetrik usul bilan aniqlab bo'lmaydi. Bunday holda fotoelektrokolorimetrik usul bilan aniqlash qulay.

Kerakli asbob – uskuna va reaktivlar:

- 1) 5 dona 50,00 ml. li o'lchov kolbasi;**
- 2) fotoelektrokolorimetr;**
- 3) 3 dona 25,00 ml.li byuretkka shtativ Bilan;**
- 4) yuvgich;**
- 5) $T_{Fe} = 0,1$ mg/ml eritma;**
- 6) 1:1 HNO_3 eritmasi;**
- 7) 10 % NH_4SCN eritmasi.**

Ishni bajarish tartibi: 50,00 ml.li o'lchov kolbasiga 25 ml tabiiy suvdan olib ustiga 1 ml 1:1 HNO_3 va 5 ml 10 % NH_4SCN eritmasidan quyiladi. Kolba belgisigacha distillangan suv bilan suyultiriladi. Eritmani optik zichligini erituvchi

(distillangan suv)ga nisbatan ($\lambda_{max} = 490$, $l = 5$ mm) o'lchanib, 1 – ishda chizilgan darajalash grafigidan ekstrapolyatsiya usuli bilan temirning miqdori aniqlanadi.

4 - ish. Qaytaruvchi qand miqdorini aniqlash.

Aniqlash qandning ishqoriy muhitda $K_3[Fe(CN)_6]$ ning $K_4[Fe(CN)_6]$ gacha qaytaruvchilik hossasiga asoslangan. Qandning miqdori qaytarilgan

$K_4[Fe(CN)_6]$ yoki reakciyaga kirishmay qolgan ortiqcha $K_3[Fe(CN)_6]$ ning miqdoriga qarab, aniqlanadi. $K_3[Fe(CN)_6]$ eritmasi uchun optik zichlikning eng katta qiymati 400 – 440 nm to'liq uzunligidagi nurga to'g'ri keladi.

Kerakli asbob – uskuna va reaktivlar:

- 1) Fotoelektrokolorimetr;
- 2) glyukozannig standart eritmasi (2mg/ml). (1,09 g toza glyukoza 500 ml o'lchov kolbasiga eritib tayyorlanadi);
- 3) $K_3[Fe(CN)_6]$ (10 g tuz 1 l suvda eritiladi.);
- 4) 1,25 mol/l KON eritmasi;
- 5) 25,00 ml. li byuretk;
- 6) o'lchov cilindri (20 ml);
- 7) suv hammomi;
- 8) 7 dona konussimon kolba;
- 9) qum soat (1 min).

Ishni bajarish tartibi: Darajalash grafigini chizish uchun bir qator standart eritmalar tayyorlanadi. 7 ta konussimon kolbalarning har biriga 20 ml $K_3[Fe(CN)_6]$, 10 mldan KON va quyidagi tartibda 6,5; 7,0; 8,5; 9,0; 9,5 ml glyukozaning standart eritmasidan quyiladi. Eritma hajmi 40 ml etguncha distillangan suv quyib, eritmalar suv hammomida 1 minut qaynatiladi. Sovugandan keyin ($\lambda_{\max} = 440$, $l = 10$ mm) eritmalarini optik zichligi o'lchanadi. Eritmaning optik zichligi reakciyaga kirishmay qolgan $K_3[Fe(CN)_6]$ eritmasiga nisbatan o'lchanadi. Solishtirma eritma sifatida erituvchi (distillangan suv) ishlatiladi. Olingan natijalar asosida darajalash grafigi chiziladi.

Noma'lum moddalar tarkibidagi qandning miqdorini aniqlash.

Bu usul qandolatchilik, non mahsulotlari, yahna ichimliklar tarkibidagi qandning miqdorini aniqlashda ishlatiladi. O'qituvchi tomonidan berilgan tekshiriladigan eritma konussimon kolbaga quyiladi, ustiga 20 ml $K_3[Fe(CN)_6]$ va 10 ml KON quyib eritma hajmini 40 ml ga etkazib suv

hammomida 1 minut qaynatiladi. Eritma sovugandan keyin optik zichligi ($n_{\text{max}} = 440$, $l = 10$ mm) o'lchanib, darajalash grafigidan ekstrapolyaciya usuli bilan qandning miqdori aniqlanadi.

5 – ish. Tiniq sharbatlar tarkibidagi saharoza miqdorini aniqlash.

Kerakli asbob-uskuna va reaktivlar:

- 1) Saharoza;
- 2) refraktometr ;
- 3) termostat;
- 4) kapillyar.

Ishning bajarish tartibi: Kapillyar bilan 1-2 tomchi tiniq sharbat refraktometrning pastki prizmasiga tomchilatib, prizmaning yuqori qismini tushirib sindirish ko'rsatkichi $(20 \pm 0,2)^{\circ}\text{C}$ o'lchanadi. Termostat yordamida harorat bir hil saqlab turiladi. O'lchash 3-4 marta takrorlab o'rtacha arifmetik qiymati olinadi.

22-jadvaldagi natijalar asosida sharbatning sindirish ko'rsatkichi saharoza miqdoriga bog'liqlik darajalash grafigi chiziladi. Darajalash grafigidan ekstrapolyaciya usulida saharoza miqdori topiladi yoki quyida ko'rsatilgandek hisoblash bajariladi.

Hisoblash.

Faraz qilindi, sindirish ko'rsatkichini o'rtacha arifmetik qiymati 1,3439, aniqlanadigan konsentratsiya 6-8 % oralig'ida (22-jadvalga qarang) bo'lganda saharoning konsentratsiyasi 2% farq qiladi.

$n_D^{20} = 1,3448 - 1,3417 = 0,0031$. Berilgan sharoitda esa $1,3439 - 1,3417 = 0,0022$, unda

$$0,0031 \approx 2 \%$$

$$0,0022 \approx x \quad x = Q(\%) = 1,42 \%$$

Demak, analiz qilinayotgan sharbat tarkibida $6 + 1,42 = 7,42 \%$ saharoza bo'lishi mumkin.

Noma`lum saharoza konsentratsiyasi quyidagi umumiy formula bilan hisoblanadi:

$$Q = C_1 + \frac{(C_2 - C_1) \cdot (n_x - n_1)}{n_2 - n_1}$$

bunda,

C_1 – standart eritmaning eng kichik konsentratsiyasi, g/100 ml;

C_2 – standart eritmaning eng yuqori konsentratsiyasi g/100 ml ;

n_x – aniqlanadigan moddaning sindirish ko`rsatkichi;

n_1 – C_1 – konsentratsiyali eritmaning sindirish ko`rsatkichi;

n_2 – C_2 – konsentratsiyali eritmaning sindirish ko`rsatkichi.

6 – ish. Un yoki bug`doy tarkibidagi krahmalning miqdorini aniqlash.

Kerakli asbob – uskuna va reaktivlar:

- 1) Polyarimetr (nayning uzunligi 20 sm);**
- 2) tehnokimyoviy tarozi;**
- 3) suv hammomi ;**
- 4) soat oynasi;**
- 5) fil`tr qog`oz;**
- 6) qadah (5-7 sm);**
- 7) 100 ml li og`zi keng o`lchov kolbasi;**
- 8) 1 donadan 2,50 va 5,00 ml. li pipetka;**
- 9) 15 % li Na_2MoO_4 eritmasi ;**
- 10) HCl ($\rho = 1,125 \text{ g/sm}^3$).**

Ishning bajarish tartibi: **tehnokimyoviy taroziga soat oynasiga 5,0 g un yoki maydalangan bug`doydan tortib (kartoshka bo`lsa 10 g) olinadi. Namuna 50 ml o`lchov kolbasiga solib ( $\rho=1,125 \text{ g/sm}^3$ ) qo`yiladi, suv hammomida 3 minut davomida aralashtirilib, 15 minut qizdiriladi. Namuna tarkibidagi krahmal qizdirganda eritma holatiga o`tadi. Kolbani suv hammomidan olib, 90 ml gacha distillangan suv qo`shib sovutiladi. Kolbadagi eritmani tiniqlashtirish uchun 3 ml 15 % Na_2MoO_4 eritmasidan quyiladi, keyin**

kolbaning belgisigacha distillangan suv qo'shib, aralashtiriladi va filtrlanadi. Tiniq filtratdan olib polyarimetr nayi to'ldiriladi. Uni polyarimetrqa qo'yib qutblangan tekislik burilish burchagi o'lchanadi.

Hisoblash.

Namuna tarkibidagi krahmalning miqdori (Q, g/100 ml) quyidagi formula bilan hisoblanadi.

$$Q = \frac{\alpha \cdot 100}{\alpha_{\text{kon}} \cdot l}$$

α - qutblangan tekislikni burilish burchagi ;

α_{sol} – krahmalning solishtirma burilishi (+ 196,4⁰);

l – polyarimetr nayning uzunligi.

Mavzu yuzasidan savol va mashqlar

- 1. Elektromagnitik nurlanishlar qanday kattaliklar bilan harakterlanadi?**
- 2. Spektrning ko'rinish sohasiga qanday to'lqin uzunligidagi nur to'g'ri keladi?**
- 3. Optik analiz usulining qanday turlarini bilasiz va ularga qisqacha izoh bering.**
- 4. Analizning molekulyar absorbcion spektroskopik usuli nimaga asoslangan?**
- 5. YOrug'lik nurining yutilish qonuniga ta'rif bering va formulasini yozing.**
- 6. Yutilish va o'tkazuvchanlik nima va ular orasida qanday bog'liqlik bor?**
- 7. Modda eritmalari qanday sharoitda yorug'likning yutilish qonuniga bo'ysinadi?**
- 8. Fotometrik analiz usulida yorg'jlikning to'lqin uzunligi qanday tanlanadi?**
- 9. Fotometrik analiz usulida reaksiyalarning qanday turlaridan foydalanish mumkin va ularga qanday talablar qo'yilgan?**

10. Fotometrik analiz usulida darajalash grafigi qanday chiziladi va uning ahamiyati nimada?

11. Yutilishining additivlik qonuniga ta'rif bering va uni izohlang.

12. Taqqoslash eritmasi deb, nimaga aytiladi va u qanday maqsadda ishlatiladi?

13. Eritmalar tarkibini aniqlashda refraktometrik analiz usulidan har doim foydalanish mumkinmi?

14. Muhitning sindirish ko'rsatkichi bilan yorug'likning qaytishi o'rtasida qanday bog'lanish bor?

15. Qutblangan nur nima va u qanday olinadi?

16. Yorug'lik nurining qutblanganligini qanday aniqlash mumkin?

17. Moddalarning optik aktivligi nima bilan harakterlanadi?

18. 10 mg temir saqlagan 200 ml eritmaning optik zichligi 0,43 eritmaning nur yutilishining molyar so'ndirish koefficienti $4 \cdot 10^3$ teng. Eritma nur yutish qavati qalinligini hisoblang.

19. Nur yutish qavatining qalinligi 6 sm ga teng bo'lgan eritmadan o'tgan yorug'lik oqimi intensivligi boshlang'ich intensivligiga nisbatan 6 marta kamayganligi ma'lum bo'lsa, bu eritmaning optik zichligini hisoblang.

20. Moddaning fotokolorimetriya usuli bilan aniqlash mumkin bo'lgan eng kichik miqdorini quyidagilarga asoslanib hisoblang: $l = 3$ sm, $A = 0,03$, $\varepsilon = 4 \cdot 10^3$).

21. Eritmaning nur o'tkazuvchanlik koefficienti 0,85 ga teng bo'lsa, eritmaning optik zichligini hisoblang ($\lambda = 435$ nm).

22. Eritmaning optik zichligi 0,65 ga teng bo'lsa, o'tkazuvchanlik koefficientini hisoblang (%).

23. 50 ml da 0,5 mg CuSO_4 tuzi erigan eritmaning optik zichligi 0,43 ga teng, nur yutilishining molyar so'ndirish koefficienti $2 \cdot 10^3$ ga teng bo'lsa, eritma nur yutish qavati qalinligini (l) hisoblang.

24. 200 ml eritmada permanganat ioni MnO_4^- ko'rinishida 0,24 mg marganec saqlagan eritmaning optik zichligi 0,63, eritma nur yutish

qavatining qalinligi 2 sm ga teng bo'lsa, eritmaning nur yutishining molyar so'ndirish koefficientini hisoblang.

25. Kobalt ionlari bo'lgan 1,5 l eritma uchun $\epsilon_{406} = 1200$, $l = 1$ sm va $A = 0,52$ bo'lsa, eritmadagi Co^{2+} ionlarining sonini toping.

26. Sanoatdagi suvning tarkibidagi temir miqdorini aniqlash uchun, 100 ml suv buglatilib, o-fenontrolin bilan ishlanib 25 ml rangli eritma olindi. $l = 1$ sm, $\epsilon = 1100$ bo'lganda eritmaning optik zichligi 0,460 ga teng bo'lsa, eritma tarkibidagi temirning miqdorini mg/l da hisoblang.

27. Tarkibida 0,28 mg mis saqlagan 250 ml eritmaning optik zichligi 0,15 ($l=2$ sm) bo'lsa, eritmaning nur yutishining molyar so'ndirish koefficientini hisoblang.

28. Eritmaning optik zichligi 0,520 ga teng bo'lsa, o'tkazuvchanlik koefficientini hisoblang (%).

29. Eritmaning o'tkazuvchanlik koefficienti $\lambda = 430$ nm. da 23,6 % bo'lsa, eritma optik zichligini hisoblang.

30. Optik zichligi 0,233 ga teng bo'lgan eritmaga to'shayotgan yorug'lik oqimining intensivligi 5 marta kamayishi uchun, nur yutish qavatining qalinligi qanchaga teng bo'lishi kerak?

31. Tarkibida 5 mkg/ml Ni saqlagan kompleks eritmaning optik zichligi ($\lambda = 240$ nm, $l = 3$ sm) 0,643 ga teng. Eritmaning nur yutishining molyar so'ndirish koefficientini hisoblang.

32. Vismutning tiomochevinali (1/3 tarkibli) birikmasi nur yutilishining molyar so'ndirish koefficienti $3,5 \cdot 10^4$ ga teng. $\lambda = 322$ nm, $l = 2$ sm bo'lganda eritmaning optik zichligini hisoblang.

XI Mavzu: AJRATISH VA KONCENTRLASH USULI.

Tayanch iboralar:

- Analizning hromatografik usuli
- Hromatografik analiz usulining sinflari.
- Ajralish mehanizmiga ko'ra

- Fazalarning agregat holatiga ko'ra
- Bajarish texnikasiga ko'ra
- Qog'oz hromatografiyasi
- Taqsimlanish koefficienti (R_f)
- R_f ga ta'sir qiluvchi omillar
- Ion almashinish hromatografiyasi ionitlar
- Ionitlarning generatsiya va regeneratsiyasi
- Ion almashinish doimiyligi
- Ionlarning almashinish xususiyatiga ta'sir qiluvchi omillar
- Ionitning ion almashinish sig'imi
- Hromatografik usulning ishlatilishi
- Hromatografik usulning afzalliklari
- Ekstraksiya
- Taqsimlanish koefficienti
- Taqsimlanish doimiyligi
- Ajralib chiqish darajasi
- Ekstraksiya usulining ishlatilishi
- Ekstraksiya usulining afzalligi
- Asosiy ekstragentlar

Murakkab aralashmalarni analiz qilishda har bir modda (ion) lar uchun o'ziga hos analitik reaksiyalar kam. Shuning uchun moddaning sifat va miqdor tarkibini aniqlash maqsadida, aralashma oldin alohida komponentlarga ajratiladi. Ayrim vaqtlarda aniqlanayotgan modda (komponent) ning miqdori analiz qilinadigan eritmada aniqlanish oraliq'iga nisbatan ancha kam bo'ladi. Bunday vaqtda analizni boshlashdan oldin koncentrlash (boyitish) amalga oshiriladi.

Ajratish va koncentrlash amalda ko'pincha birgalikda olib boriladi. Ko'pgina ajratish va koncentrlash usullari moddalarning ikki faza orasida taqsimlanishiga asoslangan.

Ajratish usuli ikki fazani fizikaviy tabiatiga, taqsimlanish bosqichiga qarab turkumlanishi mumkin.

Agar bir bosqichda taqsimlanish bo'lsa, statik: ko'p bosqichda taqsimlanish bo'lsa, dinamik yoki hromatografik usul deyiladi.

Fazalar agregat holatiga ko'ra: gaz (g), suyuq (c) yoki qattiq (q) taqsimlanishga bo'lish mumkin. Ikki faza orasida taqsimlansa fazalar qisqa qilib shunday belgilanadi: G-C, G-Q, C-C, C-Q.

Ajralish jarayoni mehanizmiga ko'ra: kimyoviy (qayta cho'ktirish), fizik-kimyoviy (ekstrakciya, hromatografiya, elektrokimyoviy va boshqa usullar) va fizikaviy (bug'lanish, suyuelanish oralig'i (zonnaya plavka), kristallash va boshqalar) kabilarga bo'linadi.

11.1. Analizning hromatografiya usuli.

Analizning hromatografik usuli asosida 1903 yilda rus olimi M.C.Cvet taklif qilgan sorbciya va desorbciya jarayonlari yotadi. Suyuq yoki qattiq modda sirtida boshqa modda molekulalari, atomlari yoki ionlarining yutilishi sorbciya (adsorbciya) deyiladi. O'z sirtiga yutuvchi modda sorbent (adsorbent), yutilgan modda esa sorbat (adsorbtiiv) deyiladi. Sorbciyaga teskari jarayon sorbent sirtida yutilgan modda molekulalari (atomlari yoki ionlarining) boshlang'ich hossasini saqlagan holda ajralib chiqish hodisasi desorbciya deyiladi.

Demak, analizning hromatografiya usuli sorbent orqali o'tayotganda aralashmadagi komponentlarning sorbentga turlicha sorbciya va desorbciyalanish tufayli ularni bir - biridan ajratish va aniqlash usulidir.

11.2. Hromatografik analiz usulining sinflari.

Analizning hromatografik usuli quyidagi belgilariga ko'ra sinflanadi.

1. Analiz qilinadigan moddaning ajralish mehanizmiga ko'ra quyidagilarga bo'linadi:

a) adsorbciyalanish hromatografiyasi - analiz qilinadigan aralashmadagi komponentlarning turlicha sorbciyalanish xususiyatiga asoslangan;

b) taqsimlanish hromatografiyasi - analiz qilinadigan moddaning o'zaro aralashmaydigan ikkita erituvchi orasida taqsimlanishiga asoslangan (qog'oz hromatografiyasi);

v) ion almashinish hromatografiyasi - analiz qilinadigan eritmadagi ionlarning ionit (sorbent) dagi harakatchanlik bilan ionlar almashinish jarayoniga asoslangan;

g) cho'ktirish hromatografiyasi - hromatografik kolonkadan o'tkaziladigan analiz qilinadigan modda bo'lgan tashuvchi (podvijnaya) faza cho'ktiruvchi bilan cho'kma hosil bo'lish reaksiyasiga asoslangan (EK).

Kompleks hosil qilish va oksidlanish-qaytarilish hromatografiyasi ham shu singari kompleks hosil qilish va oksidlanish-qaytarilish reaksiyalariga asoslangan.

2. Analiz qilinadigan moddani o'zida saqlagan tashuvchi faza va harakatsiz (nepodvijnaya) faza agregat holatlariga ko'ra analizning hromatografik usuli quyidagilarga bo'linadi.

a) gaz adsorbciyalanish hromatografiyasi - analiz qilinadigan modda (gaz, bug) va tashuvchi faza gaz, harakatsiz faza qattiq sorbent (Al_2O_3 , $CaCO_3$) bo'ladi;

b) gaz suyuqlik hromatografiyasi - bunda harakatsiz suyuq faza qattiq inert sorbent sirti yoki kolonka devoriga yupqa qatlam qilib qoplangan bo'ladi;

v) Suyuqlik adsorbciyalanish hromatografiyasi - analiz qilinadigan modda vasharakatchan faza suyuqlik, harakatsiz faza qattiq sorbentdan iborat;

g) suyuqlik hromatografiyasi - harakatchan faza ham, harakatsiz faza ham suyuqlikdan iborat.

3. Bajarish texnikasiga ko'ra quyidagilarga bo'linadi:

a) kolonkali;

b) yupqa qatlamli .

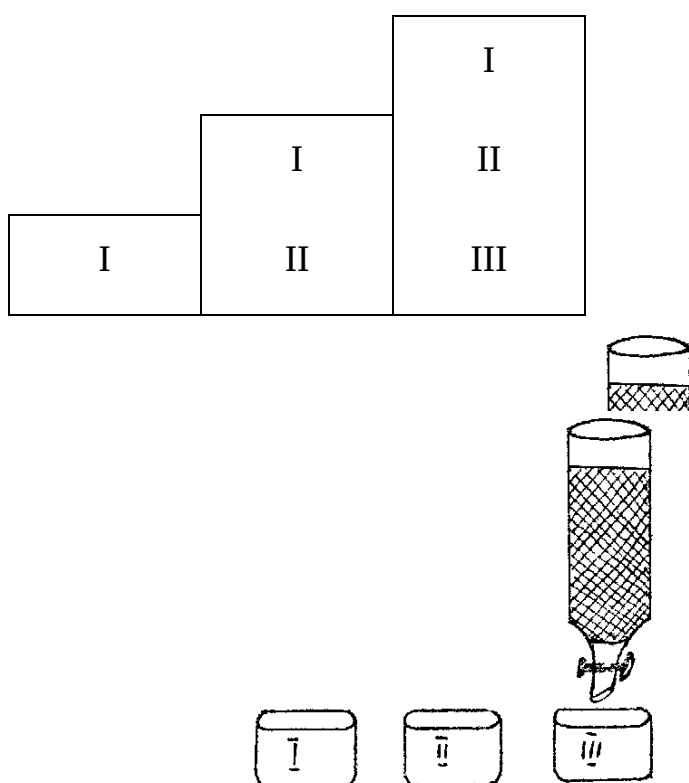
4. Bajarish mexanizmiga ko'ra:

a) butun hajmi bo'ylab (frontalniy);

b) siqib chiqarish (vitesnitel'niy);

v) elyuentli.

a) Butun hajmi bo'ylab analiz qilishda modda aralashmasi kolonkani yuqori qismidan uzluksiz qo'yiladi. Bunda kolonkadan toza erituvchi tomadi, keyin esa kam sorbciyalanadigan komponent, undan keyin birinchi va ikkinchi komponent aralashmasi tomadi va hokazo. Bu usul yordamida faqat bir komponent toza holda ajratib olinadi.



b) Sikib chiqarish usulida analiz qilinadigan modda aralashmasi kolonkaga qo'yiladi. Ustidan esa yangi bir yahshi sorbciyalanadigan modda

qo'yiladi, natijada bu modda analiz qilinadigan komponentlarni birin-ketin kolonkadan siqib chiqaradi.

v) Elyuent usulda analiz qilinadigan eritma kolonkaga qo'yiladi. Kolonkada bir-birini koplagan hromatogramma hosil bo'ladi. Pastdagi qavatda eng toza komponent bo'ladi.

Bu qavatlarni bir-biridan ajratish uchun kolonka toza erituvchi bilan yuviladi. Natijada kolonkadan birin-ketin moddalar toza holda siqib chiqariladi. Sorbciyalanish hususiyatiga ko'ra moddalar birin-ketin ajralib chiqadi.

Hromatografiya analiz usulining ayrimlari bilan tanishib chiqamiz.

11.3. Adsorbciyalanish hromatografiyasi.

Adsorbciyalanish hromatografik analiz usuli aralashmalarning adsorbent yuzasida adsorbciyalanish (yutilish) va desorbciyalanish (yuvilish) jarayoniga asoslangan. Bu usulda kolonkadagi harakatsiz adsorbent bilan harakatlanuvchi, ajralayotgan aralashma eritmasi o'rtasida adsorbciya va desorbciya jarayonlarining cheksiz qaytarilishi va qayta – qayta muvozanat o'rnatilishi natijasida, aralashmadagi moddalar bir-biridan ajraladi.

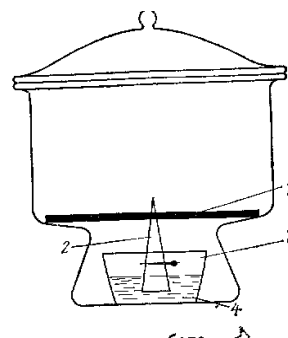
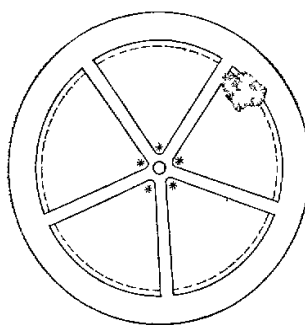
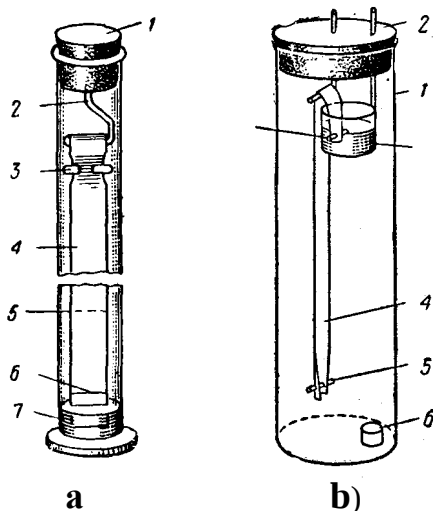
Moddalarning adsorbentda bog'lanishi va erituvchi bilan desorbciyalanishi bir hil bo'lganligi sababli, moddalar adsorbent ustuni - hromatografik kolonkaning yuqori qismidan pastga qarab surilib, har bir modda bir-biridan uzoqlasha borib, qavatlariga ajralib halqalar hosil qila boshlaydi va shu tarzda moddalar erituvchi bilan birga siljib yuvilib tushadi. Kolonkani yuvish uchun ishlatilayotgan erituvchida kamroq eriydigan moddalar keyinroq tushishi yoki boshqa erituvchi bilan surib tushirilishi mumkin. Bu yuvilib to'shayotgan moddalar eritmasi – elyuatni frakciyalarga bo'lib yig'iladi va har bir frakciya alohida-alohida tekshiriladi.

11.4. Qog'oz hromatografiyasi.

Qog'oz hromatografiyasi taqsimlanish hromatografiyasining bir ko'rinishi bo'lib, qog'ozda doim adsorbciyalangan holda bo'lgan suv harakatlanmaydigan faza (erituvchi), qog'ozning o'zi adsorbent bo'lib harakatchan faza esa oldindan suv bilan to'yintirilgan organik erituvchi yoki erituvchilarning aralashmalaridir.

Tekshiriladigan aralashma eritmasidan va shu aralashmada mavjud bo'lishi tahmin qilingan ma'lum moddadan yoki ma'lum moddalar eritmasidan hromatografik qog'ozga mikrokapilyar (yoki mikroshpric) yordamida bir necha tomchi (ma'lum hajmda) tomizib quritiladi. Keyin erituvchi bilan to'ldirilgan mahsus germetik kameraga tushirib qo'yiladi. Qog'oz hromatografiyasi erituvchining yo'nalishiga qarab hromatografiyaga bo'linadi:

(a) yuqoriga so'riluvchi (1-rezinali tikin, 2-shisha tayoqcha, 3-qistirg'ich, 4-qog'oz bo'lagi, 5-tugallanish chizig'i, 6-boshlanish chizig'i, 7-erituvchi);



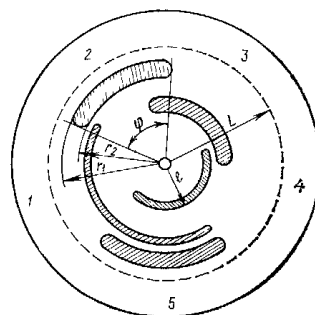
(b) pastga so'riluvchi (1-shisha cilindr, 2-tikin, 3-harakatchan erituvchili shisha idish, 4-qog'oz, 5-shisha tayoqcha, 6-harakatsiz fazali erituvchi);(v) gorizontai aylana bo'ylab so'riluvchi (1-aylana hromatografik qog'oz, 2-konus (filytr qog'ozdan), 3-qistirgich, 4-harakatchan fazali idish).

Hosil qilingan halqadagi hromatogrammalarning yuzasi quyidagi formula bilan hisoblanadi.

$$S = (\pi \varphi / 360) (u_1^2 - u_2^2)$$

Harakatchan faza (suv bilan to'yintirilgan organik erituvchi) qog'ozga shimilib, ma'lum balandlikkacha ko'tarilgach, hromatogramma kameradan olinadi

va erituvchi etib borgan tugallanish chizig'i belgilab olinadi. Shundan so'ng hromatogramma quritilib, mahsus



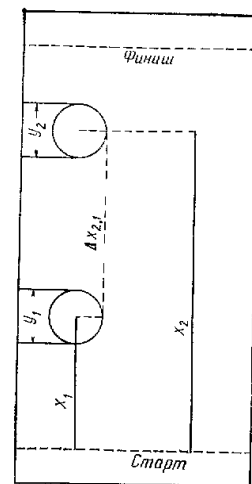
tanlab olingan rang beruvchi moddalar
bilan qayta ishlanadi, ya`ni ochiltiriladi.

Qog'oz hromatografiyasida moddalarni ajralishini harakterlaydigan kattalik taqsimlanish koefficienti - R_f hisoblanadi:

$$R_f = \frac{X}{X_f}$$

X – harakat (start) ning boshlanish chizig'idan aniqlanayotgan modda hosil qilgan dog'ning markazigacha bo'lgan masofa, mm.

X_f – harakatning boshlanish chizig'idan harakatning tugallanish chizig'idacha bo'lgan masofa, mm.



R_f – qiymati qog'ozning turiga, haroratga, analiz olib bori-ladigan sharoitga, analiz qilinadigan modda va erituvchining tabiatiga bog'liq. Bir hil moddalar uchun doimiy sharoitda R_f ning qiymati o'zgarmas kattalikdir. Analiz jarayonida aniqlangan R_f ning qiymati qaysi moddaga to'g'ri kelishi toza moddalar uchun tuzilgan jadvalga solishtirib ko'riladi.

Adsorbent samaradorligini harakterlaydigan kattalik nazariy likopchalar soni quyidagi formula bilan hisoblanadi:

$$N = 16 \left(\frac{X}{Y} \right)^2$$

Y - dog'ning eni, mm.

Qog'ozda moddaning ajralish unumdorligining o'lchovi, nazariy ekvivalent likopchalar balandligi (NELB) hisoblanadi:

$$NELB = H = \frac{X_f}{N}$$

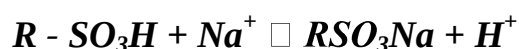
11.5. Ionalmashinish hromatografiyasi.

Ionalmashinish hromatografiyasi - eritmadagi erigan elektrolit ionlarining ionit (polielektrolit) tarkibidagi harakatchan ionlar bilan almashinish jarayoniga asoslangan analiz usulidir.

Ionit deb, tarkibida harakatchan ionlar bo'lgan anorganik va organik moddalarga, ya'ni o'ziga hos polielektrolitlarga aytiladi.

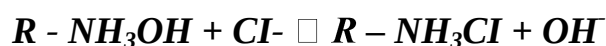
Ionitlar almashinadigan ionning turiga ko'ra ikkiga bo'linadi: kationitlar va anionitlar.

Tarkibidagi kationitlarini eritmadagi kationlarga almashtiradigan, molekulasida kislota $-SO_3H$, $-PO_3H$, $-COOH$, $-H$ va boshqa guruhlar saqlagan ionit (polielektrolit) lar kationitlar deyiladi. Kationitlarda boradigan ion almashinish reaksiyalari quyidagi tenglama orqali ko'rsatilgan:



kationit generatsiyasi

Tarkibidagi anionlarini eritmadagi anionlarga almashtiradigan, molekulasida asos $-N^+H_3OH$; N^+H_2OH ; N^+HOH va boshqa guruhlar saqlagan ionit (polielektrolit) lar anionitlar deyiladi:



anionit generatsiyasi

Ionitlar ishlatilishidan oldin ular ma'lum o'lchamda maydalanib, distillangan suv bilan bo'ktirib qo'yiladi, so'ngra aralashmalardan yuvib tozalanadi. Ionitlar aralashmalardan tozalangach, kislota yoki ishqor bilan ishlanib kislotali ionit - H^+ (kationit) yoki ishqoriy ionit - OH^- (anionit) ko'rinishiga o'tkaziladi. Ohirgi jarayon ionitning regeneratsiya (qaytadan ishlashga tayyorlash) qilish deyiladi.



kationit regeneratsiyasi



anionit regeneratsiyasi

Sharoitga qarab, eritmadagi ham kationlarni, ham anionlarni almashtira oladigan ionitlar, amfolitlar deyiladi. Ion almashinish reaksiyasi qaytar jarayon bo'lgani uchun va bunday hollarda muvozanat holati qaror topishini bilgan holda, moddalar massasining ta'siri qonuniga asoslanib, ion almashinish reaksiyalarini muvozanat konstantasini yozamiz.

Ion almashinish jarayoni umumiy holda quyidagi tenglama ko'rinishida ifodalanadi.



$$K_{A,B} = \frac{B[RA_n][A]^+}{A[RA_n][B]^+} \quad \text{yoki} \quad \frac{B[RA_n]}{A[RA_n]} = K_{A,B} \frac{[A]^+}{[B]^+}$$

Ionitdagi ionlarni $B[RA_n] = \square B$, $A[RA_n] = \square A$ bilan belgilasak,

$$\frac{\bar{B}}{\bar{A}} = K_{A,B} \frac{[B]^+}{[A]^+}$$

$K_{A,B}$ – ion almashinish doimiyligi, ionlarni bir-biriga nisbatan sorbcialanish hususiyatini harakterlaydi.

Bunda uch holat bo'lishi mumkin:

- a) $K_{A,B} < 1$ eritmadagi ionlar ionitdagi ionlarga nisbatan almashinish hususiyati katta, bunda ion almashinish jarayoni tez boradi;**
- b) $K_{A,B} > 1$ eritmadagi ionlar ionitdagi ionlarga nisbatan almashinish hususiyati kam, bunda ion almashinish jarayoni deyarli bormaydi;**
- v) $K_{A,B} = 1$ eritmadagi ionlar ionitdagi ionlar bilan almashinish hususiyati bir hil bo'ladi.**

11.6. Ionlarning almashinish hususiyatiga taʼsir qiluvchi omillar.

Ionlarni tanlab yutilishi ionlarning va ionitlarning hossasiga bog'liq. Bu bog'liqlik quyidagilardan iborat:

1. Gidratlangan ionlar bilan ionitdagi ionogen guruhlar orasidagi elektrostatik taʼsir.
2. Eritmada va ionit fazasida ionlarning gidratlanish (solʼvatlanish) energiyasi.
3. Gidratlangan ionlarni eritmadagi va ionit fazasidagi strukturasi.
4. Almashingan ionlar bilan ionitdagi ionogen guruhlar orasida koordinacion bog'ning hosil bo'lishi.
5. Ionitlarning bo'kishi va o'lchamiga bog'liq.

11.7. Ionitning ion almashinish sig'imi.

Ionitlarning kimyoviy hossasi quyidagi kattaliklar bilan harakterlanadi:

- 1) ion almashinish sig'imi;**
- 2) nisbiy ion almashinish tezligi;**
- 3) kimyoviy reagentlarga nisbatan barqarorligi.**

Ionitning ion almashinish sig'imi deb, bir gramm ionit almashtira oladigan ionning milligramm - ekvivalent miqdorga aytiladi. Ionitlarning quyidagi ion almashinish sig'implarini hisoblash mumkin. To'liq ion almashinish sig'imi. Statik -

muvozanatdagi ionalmashinish sig'imi; Dinamik - harakat vaqtidagi ion almashish sig'imi quyidagi soddalashtirilgan formula bilan hisoblanadi:

$$E = \frac{4V \cdot K \cdot N \cdot 100}{g(100 - W)} \quad \text{mg-ekv/g}$$

bunda,

V - titrlash uchun sarf bo'lgan 0,1 n NaOH(HCl) eritmasining hajmi, ml;

g - ionatning miqdori. g;

N – NaOH (HCl) eritmasining nazariy olingan normal koncentraciyasi. g-ekv/l;

W - ionitning namligi. %;

K – 0.1 n NaOH (HCl) eritmasi uchun tuzatgich koefficienti.

11.8. Hromatografik analiz usulining ishlatilishi va afzalliklari.

Hromatografik analiz usuli oddiyligi, samaradorligi va har tomonlama (universal) ligi sababli, organik va anorganik kimyo, biologiya, tibbiyot, fizika, neft va neftni qayta ishlash va boshqa sohalarda turli hil masalarni hal qilishda ishlatiladi.

Masalan:

1. Murakkab organik va anorganik aralashmalarni alohida komponentlarga ajratishda.

2. O'simlik va hayvon organizimida juda kam miqdorda uchraydigan turli moddalar: vitaminlar, pigmentlar, glikozidlar, alkaloidlarni ajratish; er po'stlogida kam tarqalgan moddalarni, izotoplarni boyitishda;

3. Moddalarni qo'shimchalardan tozalashda;

4. Juda suyultirilgan eritmalarni koncentrlashda;

5. Moddalarning sorbciyalanish xususiyati bilan tuzilishi orasidagi bog'lanishga asoslanib molekulyar tuzilishini aniqlashda;

6. Moddalarni sifat va miqdor tarkibini identifikatsiyalashda;

a) Spirt, kon'yak - vino tarkibidagi aldegidlar, karbon kislotalar, oksikislotalarni aniqlashda;

b) Oziq-ovqat mahsulotlari tarkibidagi aminokislotlar va ularning hosilalarini aniqlashda;

v) YOg' tarkibidagi to'yingan, to'yinmagan karbon kislotalarni aniqlashda va hokazo.

Hromatografiya analiz usuli quyidagi afzalliklarga ega:

1. Eng kam miqdordagi modda miqdorini aniqlash (mkg, mkl (10^{-6} g, 10^{-6} ml bo'lishi) ya'ni sezgirliги katta.
2. Universal ya'ni turli hil funktsional guruhlarі bo'lgan modda aralashmalarini analiz qilish mumkin.
3. Fizik-kimyoviy hossalari bir-biriga juda yaqin, o'hshash modda (izomer) lar aralashmasini analiz qilish mumkin.
4. Modda aralashmalarini komponentlarga ajratish, ularni konratsiyasini oshirish, selektiv (tanlab ajratish), toza moddalar olish (preparativ) imkonini beradi.

11.9. Tajriba mashg'ulotlari

1 - ish. Ionalmashish hromatografiyasida ionitlarni tayyorlash.

Ionalmashinish hromatografiyasida balandligi 300 mm, diametri 12 mm bo'lgan hromatografik kolonka sifatida byuretkа, ajratish kolonka (shisha nay) lari ishlatiladi. Ionlarni ajratishda o'lchami 0,25 – 0,20 mm bo'lgan 10 – 25 g ionit olinadi. Ionitlar ishlatilishidan oldin distillangan suv bilan bo'ktirib hromatografik kolonkaning 1/3 qismiga qo'yiladi. Keyin qo'shimchalardan (temir(III), organik moddalar) yuvib tozalanadi. Kolonkadagi ionitni temir (III) ionlaridan tozalash uchun, 2 n HCl eritmasi bilan, organik moddalardan tozalash uchun esa 10 % li NaOH eritmasi bilan yuviladi. So'ngra kolonkadagi ionit distillangan suv bilan yuviladi.

Tozalangan ionit (kationit)ni H^+ - shaklga o'tkazish uchun (regeneratsiya) kolonkadan 2 n HCl eritmasidan 50 – 75 ml o'tkaziladi (tomish tezligi 1 sek 2 tomchi). Kationitdagi ortiqcha vodorod ionlari (H^+ , HCl) distillangan suv bilan yuviladi. Kationitni toza yuvilganligiga ishonch hosil qilish uchun $AgNO_3$ bilan HCl dagi ioniga hos hususiy reaksiya qilib ko'riladi.

Ionit (anionit)ni OH^- - shaklga o'tkazish uchun (regeneratsiya) kolonkadan 1 n NaOH eritmasidan 50-75 ml o'tkazib, keyin distillangan suv bilan yuviladi. Anionitni almashishmay qolgan ionlaridan tozalanganligini tekshirish uchun, kolonkadan o'tgan eritmadan 1-2 ml olib 1-2 tomchi fenolftalein ta'sir ettirilib tekshiriladi.

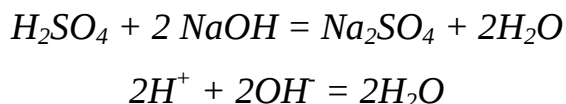
Tayyorlangan ionitlarni H^+ va OH^- shakllaridan foydalanib aralashmadagi tuz miqdorini aniqlash mumkin.

2 - ish. CuSO_4 tarkibidagi mis (II) miqdorini ionalmashish hromatografiya usuli bilan aniqlash.

Ishning mohiyati H^+ shakldagi kationitdan CuSO_4 eritmasi o'tkazilganda quyidagi ion almashinish jarayoni boradi:



sxemadan ko'rinayaptiki eritmada H^+ ionlari yig'ilib Cu^{2+} kationlari kationitga adsorbciyalanadi. Hosil bo'lgan H_2SO_4 standart NaOH eritmasi bilan titrlanadi.



Titrlashga sarf bo'lgan NaOH ning molyar ekvivalent miqdori ajralgan H_2SO_4 molyar ekvivalent miqdoriga, bu esa Cu^{2+} ionlarining molyar ekvivalent miqdoriga teng.

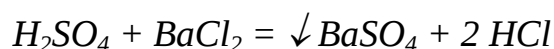
Kationitni tayyorlash. Kationit KU – 1 yoki KU – 2, diametri 0,20 – 0,25 mm li elekdan o'tkazilib, ishni boshlashdan oldin 8 – 12 soat bo'kish uchun distillangan suvga ivitiladi.

Hromatografik kolonkani tayyorlash: Hromatografik kolonka sifatida diametri 15-18 mm uzunligi 300 mm bo'lgan jo'mrakli shisha naylardan foydalanish mumkin. Bo'kkan kationit donalari suvli suspenziya ko'rinishida kolonkaga qo'yiladi.

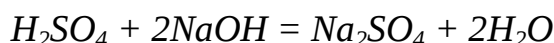
Kationitning balandligi kolonkada 150-200 mm. Kationitning ustida suvning balandligi 10 mm bo'lishi kerak.

Kationitning H^+ shaklga o'tkazish (regeneratsiya) 1 – ishda ko'rsatilgan tartibda bajariladi.

Ishning bajarilish tartibi: 50 ml o'lchov kolbasiga berilgan kontrol eritma tayyorlangan hromatografik kolonkadagi kationitdan 1 sekundda 1 tomchi tezlik bilan o'tkaziladi. Kolonkadan tomgan H_2SO_4 100 – 200 ml o'lchov kolbasiga yig'iladi. Undan keyin kationit bir necha marta distillangan suv bilan yuviladi. Yuvilgan eritmada soat oynasida yoki probirkada bir necha tomchi olib, $H^+(H_2SO_4)$ to'la desorbtsiyalanganligi 10 % li $BaCl_2$ bilan tekshiriladi.



Loyqa hosil bo'lmasa, yuvilgan eritma oldingi o'lchov kolbasiga (100-200 ml) quyiladi. Olingan H_2SO_4 eritmasi 0,1 mol/l konsentratsiyasidagi $NaOH$ yoki KOH eritmasi bilan potentsiometrik titrlash (212-betga qarang) yoki yuqori chastotali titrlash (234-betga qarang) usuli bilan titrlanadi.

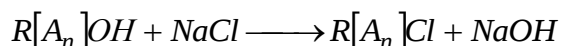


Titrlash natijalari asosida Cu^{2+} miqdori quyidagi formulalar bilan hisoblanadi.

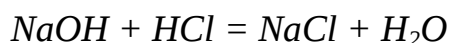
$$m_{Cu} = \frac{\vartheta_{Cu} \cdot N_{uu} \cdot V_{uu} \cdot V_{yk}}{1000 \cdot V_n}$$

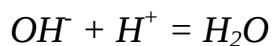
3 - ish. Eritmadagi $NaCl$ yoki KCl miqdorini ion almashish hromatografik usuli bilan aniqlash.

Ishning mohiyati. OH^- shakldagi ionitdan $NaCl$ eritmasi o'tkazilganda, ionitdagi OH^- ionlari Cl^- ionlariga almashinadi:



Ion almashinish natijasida eritmada ON^- ionlari yig'ilib Cl^- anionlari anionitga adsorbtsiyalanadi. Hosil bo'lgan $NaOH$ eritmasi standart HCl (H_2SO_4 , $H_2C_2O_4$) eritmasi bilan potentsiometrik titrlash yoki yuqori chastotali titrlash usuli bilan titrlanadi.





Titrlashga sarf bo'lgan *HCl* ning molyar ekvivalent miqdori ajralgan *NaOH* ning molyar ekvivalent miqdoriga, bu esa *NaCl* ning molyar ekvivalent miqdoriga teng bo'ladi.

Anionitni tayyorlash. Anionit -AB 17 diametri 0,20-0,25 mm li elakdan o'tkazilib, ishni boshlashdan oldin 8 – 12 soat bo'kishi uchun distillangan suvga ivitiladi.

Hromatografik kolonkani tayyorlash: Hromatografik kolonka sifatida diametri 20 mm uzunligi 300 mm bo'lgan jo'mrakli shisha naylardan foydalanish mumkin. Bo'kkan anion donalari suvli suspenziya ko'rinishida kolonkaga qo'yiladi. Anionitning balandligi kolonkada 150 – 200 mm, uning ustidagi suv balandligi esa 10 mm bo'lishi kerak. Anionitning OH^- shakli 1 – ishda ko'rsatilgan tartibda tayyorlanadi.

Ishni bajarish tartibi: 50 ml o'lchov kolbasiga berilgan kontrol eritma tayyorlangan hromatografik kolonkadagi anionitdan 1 sekundda bir tomchi tezlik bilan o'tkaziladi. Kolonkadan tomgan *NaOH* 100 – 200 ml.li o'lchov kolbasiga yig'iladi. Undan keyin anionit bir necha marta distillangan suv bilan yuviladi. Yuvilgan eritmada probirkada bir necha tomchi olib OH^- to'la desorbtsionalanganligi 1-2 tomchi fenolftalein ta'sir ettirilib tekshiriladi. Olingan *NaOH* eritmasi standart 0,1 n *HCl* (H_2SO_4 , $H_2C_2O_4$) eritmasi bilan potenciometrik titrlash yoki yuqori chastotali titrlash usuli bilan titrlanadi. Titrlash natijalari asosida *KCl* ning miqdori quyidagi formula bilan hisoblanadi.

$$m_{NaCl} = \vartheta_{NaCl} \cdot V_{NaCl} \cdot N_{KCl} \cdot \left(\frac{V_{yK}}{V_n} \right)$$

$V_{u.k.}$ – aniqlanadigan eritmaning umumiy hajmi (ml) ;

V_n – titrlash uchun olingan eritma hajmi (ml).

4 - ish. Qog'oz hromatografiyasi usuli bilan aminokislotalar aralashmasini identifikatsiyalash.

Aminokislotalar aralashmasini ajratish, ularni o'zaro aralashmaydigan ikkita eruvchida taqsimlanishiga asoslangan. Aralashmani identifikatsiyalash har bir aminokislotalarning taqsimlanish koeffitsientiga asoslangan.

Kerakli reaktiv va jihozlar:

- 1) hromatografik qog'oz;
- 2) n-butil spirt;
- 3) sirka kislota;
- 4) ningidrin;
- 5) acetone;
- 6) aminokislotalar .

Hromatografik qog'ozni tayyorlash. Aminokislota aralashmasini ajratishda 1-chi va 2-chi rasmli hromatografik yoki filʼtr qog'oz ishlatiladi. Qog'oz 2 n HCl bilan, keyin 0,5 n ishqor eritmasi bilan yuviladi. Ortiqcha ishqor distillangan suv bilan neytral ($\text{pH}=7,0-7,5$) bo'lguncha yuviladi va quritiladi. Agar qog'ozda og'ir metall ionlari bo'lmasa, qog'ozni yuvish shart emas.

Erituvchi (harakatchan faz) – sifatida n – butil spirt: sirka kislota: suv (4:1:5) ishlatiladi. Aralashma 1-2 min yaxshilab aralashtiriladi, tindirgandan keyin qavatga ajraladi.

Rang beruvchi modda (ochiltiruvchi) – sifatida ningidrinning suvsiz acetondagi 0,2 % li eritmasi ishlatiladi (200 mg ningidrin 100 ml toza acetonda eritiladi). Eritma qora idishda saqlanadi.

Standart aminokislota eritmaları – sifatida 0,01 m toza aminokislotalarning suvdagi yoki 10 % li izopropil spirt dagi eritmasi ishlatiladi. 10 ml 0,01 m aminokislota eritmasini tayyorlash uchun (23-jadvalga qarang) analitik tarozida aminokislotalardan namuna o'lchab, suvga yoki 10 % li izopropil spirtida eritiladi. Tirozin kislotalarning to'liq eritishi uchun eritmaga 0,1 n HCl dan oz miqdorda qo'shiladi.

23-Jadval

Aminokislota nomi	Namuna miqdori, mg	Aminokislota nomi	Namuna miqdori, mg
Alanin	8,9	Lizin	18,1
Arginin	21,0	Metionin	14,9
Asparagin	13,3	Prolin	19,0
Valin	11,7	Serin	10,5
Gistidin	22,7	Tirozin(0,005 meslatma uchun)	9,0
Glicin	7,5	Trenonin	11,9
Glutamin	14,4	Triptofan	20,4
Izoleycin (leycin)	13,1	Fenilalalin	15,1
		Cictin	23,8

Tekshirishda olinadigan eritmalar. Ajratishda quyidagi aminokislotalarning aralashmalari olinadi:

- 1) gistidin, glicin, valin, izoleycin (yoki leycin);
- 2) arginin, glutamin, alanin, metionin;
- 3) lizin, serin, tirozin, fenilalanin;
- 4) cistin, asparagin, tirozin, prolin, triptofan.

Ishni bajarish tartibi: Hromatografik kameraning o'lchamiga qarab, hromatografik qog'ozdan lentasimon qog'oz kesib olinadi. Qog'ozning pastidan 5 sm koldirib kalam bilan boshlanish chizig'i o'tkaziladi. Chiziqdan ikkita (yoki uchta) nuqta tanlanib, biriga standart eritma, boshqasiga standart eritma bo'lgan aralashma tomiziladi. Tomchi mikropipetka (yoki mikroshpric) bilan 0,01 ml atrofida oldin 0,0050 ml tomizib, qurigandan keyin qolgan qismi tomiziladi. Qog'ozni boshlanish chizig'idan 1,5-2 sm pasti kameradagi harakatchan faza erituvchiga tushiriladi. Qog'ozni 2/3

qismigacha erituvchi ko'tarilgandan keyin, qog'oz havoda quritiladi va ningidrin eritmasi bilan ochiltiriladi. Keyin 15-20 min 60°C haroratda termostatda qizdiriladi. Hromatogramma olinib erituvchi ko'tarilgan tugallanish chizig'i va dog'lar belgilab olinadi. Aminokislotalar yuqoridan pastga qarab quyidagi tartibda joylashadi: cistin, lizin, arginin, gistidin, asparagin, serin, glutamin, treonin, alanin, prolin, tirozin, valin, metionin, triptofan, fenilalanin, leycin, izoleycin (ohirgi uchta aminokislota bir-biriga yaqin joylashadi). Doglar ochiltirgandan keyin binafsha rangga kiradi. Aminokislotalarning sifat tarkibi taqsimlanish koefficienti R_f ning qiymatiga qarab aniqlanadi. Har bir aminokislota uchun o'zgarmas sharoitda R_f ning qiymati doimiy bo'ladi.

11.9. Ekstrakciya analiz usulining nazariy asosi.

Ekstrakciya – moddalarni eritmadan yoki qattiq modda aralashmalaridan ajratib olish usullaridan biridir. Ekstrakciya ajralayotgan modda va aralashmalarning har hil erituvchilarda turlicha erishiga asoslangandir.

Ekstrakciya - murakkab fizik - kimyoviy jarayon bo'lib, moddaning bir-biri bilan aralashmaydigan ikki suyuqlik orasida taqsimlanishi va massalar ta'siri qonunlariga bo'ysinadi. Analizda suvli eritmalaridan moddalar organik erituvchilar yordamida ekstrakciya qilib olinadi. Ekstrakciyada quyidagi asosiy tushunchalar ishlatiladi.

Ekstrakciya reagent – toza organik erituvchi yoki biror reagent sifatida aniqlanadigan moddani suv fazasidan (izvlekayushiy) (siqib) ajratib chiqaruvchi modda.

Ekstrakt – suv fazasidan ekstrakciya qilingan, ya'ni ajratib olingan modda.

Reekstrakciya – ekstrakciyaga teskari jarayon.

Reekstragent – ekstraktdan suv fazasiga o'tgan eritma.

Reekstrakt – alohida olingan suv fazasidagi ekstrakt.

Ekstragentni fizikaviy yoki ekstrakciyalash hossasini yahshilash, ba'zan suyultirish uchun inert organik erituvchilar ishlatiladi. Eritgan A moddani ikki faza orasida taqsimlanishi, erigan modda konsentratsiyasini bir fazada oshib, ikkinchi fazada kamayishi demakdir. Ma'lum vaqtdan keyin konsentratsiyalar nisbatida dinamik muvozanat qaror topadi:

$$A_C \leftrightarrow A_0 \quad (1)$$

bunda,

$A_c - A$ – moddaning suv fazasidagi miqdori;

$A_0 - A$ – moddaning organik erituvchi fazasidagi miqdori.

Biror moddaning ikki fazada o'zaro aralashmaydigan ikkita suyuqliklarda ayni haroratda konsentratsiyalarining nisbati o'zgarmas kattalik bo'lib *taqsimlanish koefficienti* deyiladi.

$$\mathcal{A} = \frac{[A]_0^n}{[A]_c^n} \quad (2)$$

n - modda taqsimlanishi

Taqsimlanish koefficientining qiymati haroratga, erigan modda va erituvchining tabiatiga bog'liq.

Moddaning bir fazadagi aktivligini ikkinchi fazadagi aktivligiga nisbati *taqsimlanish doimiyligi* deyiladi.

$$K = \frac{(A_{MLn})_0}{(A_{MLn})_c} = \frac{(MLn)_0}{(MLn)_c} \cdot \frac{(\gamma_{MLn})_0}{(\gamma_{MLn})_c} = \mathcal{A} \frac{(\gamma_{MLn})_0}{(\gamma_{MLn})_c} \quad (3)$$

Taqsimlanish koefficienti bilan taqsimlanish doimiyligi moddaning eruvchanligiga bog'liq. Agar erigan modda dissociatsiyalanmagan molekula ko'rinishida bo'lsa, taqsimlanish koefficienti bilan doimiyligi moddaning har ikkala fazadagi eruvchanligining nisbatiga teng;

$$\mathcal{A} = \frac{(\vartheta_A)_0}{(\vartheta_A)_c} \quad (4)$$

$(E_A)_0$ – moddaning organik eruvchidagi eruvchanligi

$(E_A)_c$ – moddaning suvdagi eruvchanligi

Ekstraksiyaning asosiy kattaliklaridan biri ajralib chiqish darajasi (omili (faktor yoki степень извлечения)).

$$R = \frac{n(A)}{n(A)_v} \quad (5)$$

$n(A)$ – organik fazadagi moddaning miqdori.

$n(A)_v$ – moddaning suv fazasidagi boshlang'ich miqdori.

$$n(A) = [A]_0 \cdot V_0 \quad (6)$$

$$n(A)_u = C_A^0 \cdot V_c = [A]_0 V_0 + [A]_c V_c \quad (7)$$

C_A^0 – A moddaning boshlang'ich konsentratsiyasi.

(5) formulaga (6) va (7) formuladagi qiymatlarni qo'yib surat va mahrajini $[A]_c V_c$ a bo'lib chiqsak.

$$R = \frac{[A]_0 V_0}{[A]_0 V_0 + [A]_c V_c} = \frac{[A]_0}{[A]_c} \cdot \frac{1}{\frac{[A]_0}{[A]_c} + \frac{V_c}{V_0}} = \frac{D}{D + \frac{V_c}{V_0}} = \frac{D}{D + \frac{1}{r}} \quad (8)$$

$$r = \frac{V_c}{V_0}$$

(8) tenglama bir va bir necha marta ekstraktsiyalash jarayoni uchun ajralib chiqish darajasini hisoblash formulasidir. Bir marta ekstraktsiyalagandan keyin,

$$C_A^0 V_c = [A]_c V_0 + [A]_c V_c \quad (9)$$

1 - ekstraktsiyalash darajasi.

(9) ni (1) tenglamaga qo'yib $[A]_c$ ga nisbatan hisoblasak:

$$C_A^0 V_c = D[A]_c V_0 + [A]_c V_c \quad \text{bu erda}$$

$$[A]_c = \frac{C_A^0 \cdot V_c}{D V_0 + V_c} = \frac{C_A^0}{D r + 1} \quad (10) \text{kelib chiqadi.}$$

Shu formula yordamida ikkinchi marta ekstraktsiyalagandan keyin ajralib chiqqan modda miqdori:

$$[A_2]_c = \frac{[A]_c}{D r + 1} = \frac{C_A^0}{(D r + 1)^2} \quad (11)$$

m marta ekstraktsiyalagandan keyin ajralib chikan modda miqdori:

$$[A_m]_c = \frac{C_A^0}{(D r + 1)^m} \quad (12)$$

bundan,

$$m = \frac{\lg \frac{C_A^0}{[A_m]_c}}{\lg(D r + 1)} \quad (13)$$

(13) tenglamada berilgan ajralib chiqish darajasiga etishish uchun necha marta ekstraktsiyalash kerakligini hisoblab olish mumkin. Masalan: 99% modda suv fazasidan ekstraktsiyalanishi uchun

$$m = \frac{2}{\lg(D_r + 1)} \quad D_r = 1; \quad m = \frac{2}{0,3} = 7 \quad \text{marta}$$

$$D_r = 5; \quad m = \frac{2}{0,78} = 2,6 \quad \text{marta ekstrakciyalash kerak ekan.}$$

Ajralib chiqish darajasi m marta ekstrakciyalash uchun (5) va (12) tenglama quyidagicha hisoblab topiladi:

$$R_m = \frac{C_A^0 V_c - [A_m] \cdot V_c}{C_A^0 \cdot V_c} = 1 - \frac{C_A^0 V_c}{(D_r + 1)^m \cdot C_A^0 \cdot V_c} = 1 - \frac{1}{(D_r + 1)^m} \quad (14)$$

$$m = 1, r = 1 \quad \text{unda,} \quad R_1 = \frac{D}{D + 1}$$

Ikki moddani ajratishida - ajratish koefficienti amaliy ahamiyatga ega,

$$\chi = \frac{D_A}{D_B}$$

$\chi = 1$ bo'lsa ajratish mumkin emas

χ - ning qiymati 1 dan qancha ko'p farq qilsa, ajratish sharoiti to'g'ri bajariladi. Ajratib olishni harakterlovchi kattaliklardan yana biri boyitish omili

$$\frac{n(B)}{n(A)} = S_{A/B} \frac{n(B)_0}{n(A)_0}$$

bundan, boyitish omili,

$$S_{A/B} = \frac{n(B) \cdot n(A)_0}{n(A) \cdot n(B)_0} = \frac{R_B}{R_A} \quad (15)$$

ekstrakciya natijasida ajratiladigan moddalar miqdorinning nisbati boshlang'ich eritmadagi moddalar miqdorlarining nisbatidan necha marta ko'payganligini harakterlaydi.

Boyitish omilli bilan taqsimlanish koefficienti va boshqa qiymatlar orasidagi bog'lanish (15) formulani (14) formulaga qo'yish bilan topiladi

$$S_{A/B} = \frac{[(D_B r + 1)^m - 1] \cdot [D_A r + 1]^m}{[(D_A r + 1)^m - 1] \cdot [D_B r + 1]^m} \quad (16)$$

$m = 1, r = 1$ bulganda

$$S_{A/B} = \frac{D_B (D_A + 1)}{D_A (D_B + 1)} \quad (17)$$

Masalan:

$D_A = 10^4$ bo'lsa, ajralish koefficienti

$\chi = D_A/D_B = 10^4/0,1 = 10^5$ katta qiymatga ega bo'ladi. Boyitish omili (17) formulaga nisbatan hisoblanganda

$$S_{A/B} = \frac{0,1(10^4 + 1)}{10^4(0,1 + 1)} \approx 0,1$$

Huddi shu qiymatda ajralish koefficienti. $\chi = 10^5$ taqsimlanish koefficienti $D_A = 10^2$ va $D_B = 10^{-3}$, bo'lganda boyitish omili

$$S_{A/B} = \frac{10^{-3}(10^2 + 1)}{10^2(10^{-3} + 1)} = 10^{-3}$$

bu qiymatga teng oldingiga nisbatan 2 marta kichik. Unda A modda organik erituvchiga 99% o'tadi, V modda esa faqat 0.1% o'tadi.

Demak, boyitish faktori atratish koefficientiga nisbatan moddalarning ajralish ehtimolligini to'g'ri harakterlaydi.

11.10. Ekstrakciya analiz usulining ishlatilishi va afzalliklari

Bu usul yordamida asosiy komponentlarni qo'shimchalardan tozalash va koncentrlash (boyitish) mumkin. Har bir modda yoki ionni ekstrakciyalash uchun o'ziga hos ekstragentlar ishlatiladi. Masalan: Fe^{3+} , Al^{3+} , Mn^{2+} ionlari hloroformda 8-oksihinolin bilan pH ning turli qiymatlarida ekstrakciyalanadi. Fe^{3+} (pH=2-10), Al^{3+} (pH = 4,5-11), Mn^{2+} (pH = 6,5-10). Amalda Fe^{3+} (pH = 2,5-3), Al^{3+} (pH = 5), Mn^{2+} (pH = 10). Huddi shunday ekstrakciya usulidan sanoat miqyosida keng foydalanib, o'simliklardan tabiiy birikmalar, masalan, moy, efir moylari, oziq-ovqat bo'yoqlari, glyukozidlar, alkaloidlar, zamburug'lardan: antibiotiklar, turli dori – darmonlar va boshqalar ajratib olinadi.

Afzalliklari:

- 1) o'tkazish vaqtini qisqaligi;
- 2) cho'ktirish usuliga nisbatan ionlarni ajratish qulayligi;
- 3) analiz sezgirligini oshirish maqsaddida eritmaning boytilganligi;

4) kimyoviy hossalari bir-biriga yaqin bo'lgan (tarkibiy tuzilishi, qaynash harorati va boshqa) moddalarni ajratish;

5) moddalarni miqdorini aniqlashda spektral-ekstraksiyalash, polyarografik-ekstraksiyalash, fotometrik - ekstraksiyalash usullaridan foydalanish mumkin.

11.11. Asosiy ekstragentlar

Ekstraksiyada ishlatiladigan asosiy ekstragentlar ikkiga bo'linadi:

Suvga nisbatan engil va suvga nisbatan og'ir:

1) suvga nisbatan engil ekstragentlarga benzol, toluol, spirtlar (butil, amil, izoamil), Efirlar (dietilefir, izopropilefir) va boshqalar misol bo'ladi;

2) suvga nisbatan og'ir ekstragentlarga hloroform, uglerod sulʼfid, tetrahlor metan va boshqalar misol bo'ladi.

Ekstragentlar quyidagi talablarga javob berishi kerak:

1) erituvchiga nisbatan zichligi kichik;

2) kimyoviy jihatdan inert;

3) kam uchuvchan;

4) portlamaydigan;

5) oksidlanmaydigan;

6) qayta ishlanadigan;

7) arzon.

11.12. Tajriba mashg'ulotlari

1 - ish. Ekstraksiyalash uslubi.

Aralashmadan yoki o'simliklardan olingan moddalar aralashmasidan ma'lum bir moddani ekstraksiya qilish usuli bilan ajratib olish uchun, suvli aralashma ajratkich qadahga quyilib, unga olinishi kerak bo'lgan moddani erita oladigan va suv bilan aralashmaydigan erituvchilardan biri, masalan, dietilefir qo'shiladi va ajratkich varonkaning og'zi o'zining tiqini bilan bekitilib chayqatiladi va vaqt-vaqti bilan varonkaning quyish naychasi

yuqoriga qaratilib, erituvchining bug'lanishi natijasida hosil bo'lgan bosimni varonkaning jo'mragini asta-sekin ochish bilan chiqarib yuboriladi, so'ngra jo'mrak bekitilib aralashma yana chayqatiladi. Bunda suvdagi modda efirda erib suvdan efirga o'tadi. (ish mo'rili shkaf ostida bajariladi).

Ajratkich varonka shtativga o'rnatilib suyuqliklarning tinishini va ikki qavatga ajralishi qo'yiladi. Shundan so'ng ajratkich varonka og'zidagi tiqin olinadi va jo'mrak ochilib, pastki suvli qavat biror idishga quyib olinadi, yuqorigi qavat (efirli ekstrakt) esa boshqa idishga quyib olinadi.

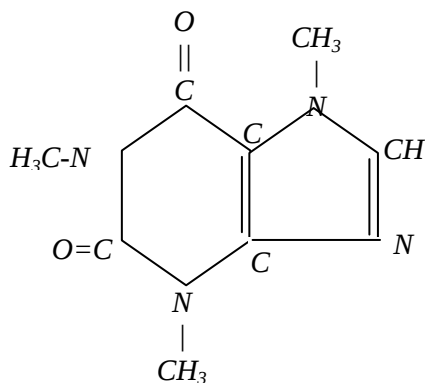
Shunday yo'l bilan moddaning suvdagi eritmasi bir necha marta erituvchi bilan ishlanib ma'lum bir modda suvli eritmadan ajratib olinadi. Agar suvli eritmadan biror moddani ajratib olishda dietil efir o'rniga hloroform ishlatilsa, hloroform suvdan og'ir bo'lgani uchun u pastki qavatda bo'ladi. Ajratkich qadahdan hloroformli ekstrakt quyib olganda qadahda suvli eritma qoladi. Uni yana bir necha marta hloroform bilan ekstraksiya qilib, modda ajratilib olinadi.

Ba'zi qattiq yoki qiyomsimon aralashmalardan biror moddani ekstrakciya qilib olishda ularni chinni hovonchada ezib, bir necha marta organik erituvchi bilan ishlab erituvchiga o'tkaziladi va filtrlab olinadi.

2 - ish. Choy tarkibidagi kofeinning ajratish

Kofein (1, 3, 7 – trimetil – 2,6 – lioksimurin) – purinning hosilasi hisoblanib, u choyda va kofeda uchraydigan asosiy alkaloidlardan biri hisoblanadi.

Choy bargi tarkibidagi alkaloidlarining umumiy miqdori 2 – 5 % atrofida bo'lib, kofeinning miqdori 3 % gacha bo'ladi, qolganini esa teofillin, teobromin alkaloidlari tashqil qiladi.



Kerakli asbob-uskuna va reaktivlar:

- 1) choy 50 g;**
- 2) magniy oksidi 25 g;**
- 3) hloroform 150 ml .**

Ishni bajarish tartibi: 750 ml sig'imli kolbada 50 g yahshi maydalangan choy olib unga 25 g *MgO* ning 150 ml suvdagi loyqasi (vzvesь) va 250 ml suv solib 10-15 minut qaynatiladi. Suvli eritma dekantaciya qilinib, pahta orqali filtrlanadi. Kolbadagi choy yana ikki marta 150 ml dan suv bilan qaynatilib ekstrakciya qilinadi.

Suvli ekstraktlar birlashtirilib, 25 ml suyultirilgan sulʼfat kislota qo'shib (lakmus qog'oz bilan tekshirib) kislotali muhit hosil qilinadi va eritmani chinni kosaga solib, uchdan bir qismi qolguncha suv hammomida bug'lantiriladi. Issiq eritma burama filtrdan o'tkazilib filtrlanadi va filtrat besh marta (30 ml dan) hloroform bilan ekstrakciya qilinadi.

Hloroformli ekstrakt oldin suyultirilgan ishqor eritmasi bilan, so'ngra suv bilan yuvilib, hloroform suv hammomida haydaladi. Kolbada qolgan kofein 8-10 ml issiq suv bilan qaytadan kristallantiriladi.

Kofein oq ipaksimon igna holidagi kristallanadi. Kofein 0,8 – 1 g atrofida hosil bo'ladi.

Mavzu yuzasidan savol va mashqlar

- 1. Hromotografik analiz usulining mohiyati nima?**
- 2. Hromotografik analiz usulining afzalligi va kamchiliklari nima?**
- 3. Hromotografik kolonkaning ish unumdorligi nima bilan tavsiflanadi?**
- 4. Nazariy ekvivalent likopchalar balandligi (NELB) qanday hisoblanadi?**
- 5. Taqsimlanish va adsorbciyalanish hromatografiyasiga tavsif bering.**
- 6. Qog'oz hromatografiyasining mohiyati nima?**
- 7. Qog'oz hromatografiyasida qanday moddalar harakatchan va harakatsiz faza sifatida ishlatiladi?**

8. Rt ning qiymati nimani harakterlaydi va unga qanday omillar ta'sir qiladi?

9. Qog'oz hromatografiyasida taqsimlanish koefficienti qanday hisoblanadi?

10. Ion almashinish hromatografiyasi nimaga asoslangan?

11. Ion almashinish reaksiyalariga qanday talablar qo'yiladi?

12. Ionitlar - qanday moddalar va ularning qanday turlarini bilasiz?

13. Ion almashinish reaksiyalari uchun muvozanat doimiysini yozing va unga ta'sir qiluvchi omillarni ko'rsating.

14. Ionitlarning hossalriga qanday omillar ta'sir qiladi?

15. Ionitlarni generaciya va regineraciya nima?

16. Ionitlarning dinamik ion almashish sig'imi nima?

17. Ionitlar - H^+ , OH^- , Cl^- shakllarga qanday o'tkaziladi?

18. Ion almashish hromatografiyasi qanday afzallik va kamchiliklarga ega.

19. Tarkibida Na_2SO_4 bo'lgan 2,0550 g namuna 100 sm³ distillangan suvda eritildi. Eritmadan 10,00 sm³ olib H^+ ko'rinishdagi kationitdan o'tkazildi. Filtratni titrlash uchun 10,25 sm³ 0,1550 m $NaOH$ eritmasidan sarf bo'ldi. Namuna tarkibidagi Na_2SO_4 ning % miqdorini hisoblang.

20. 100 ml 0,1 n HCl eritmasiga 5 g Na – kationit qo'shildi. Muvozanat qaror topgandan keyin $[H^+]$ koncentraciyasi 0,015 n ga kamaydi. Kationitning H^+ lari uchun statik ion almashinish sig'imini hisoblang.

21. KU – 2 markali 100 g smola bilan to'ldirilgan kolonkadan umumiy qattiqligi 12,4 mg ekv/l bo'lgan suv o'tkazildi. Filtratda kaltsiy ionlari hosil bo'lguncha, kolonkadan o'tkazilgan suvning hajmi 12 l ga teng bo'ldi. Smolaning ion almashinish sig'imini hisoblang.

22. 200 g smola bilan to'ldirilgan kolonkadan umumiy qattiqligi 8,5 mg ekv/l bo'lgan suv o'tkazildi. Filtratda kaltsiy ionlari hosil bo'lguncha kolonkadan o'tkazilgan suvning hajmi 12,5 g teng bo'ldi. Smolaning ion almashinish sig'imini hisoblang.

23. 250 ml li KCl eritmasidan 10,00 ml olib, H^+ shakldagi kationitdan o'tkazildi. Ajralib chiqqan kislota kolonkadan yuvib olinib, 0,1 n 12,50 ml $NaOH$ eritmasi bilan (metil oranj) titrlandi. Eritmadagi KCl ning miqdori, grammlarda topilsin.

24. Tarkibida $NaNO_3$ bo'lgan 2,000 g namuna 100 ml suvda eritildi, eritmaning 10,00 ml H^+ shakldagi kationit bilan to'ldirilgan kolonkadan o'tkazildi. Olingan elyuent 15,00 ml 0,1110 m $NaOH$ eritmasi bilan titrlandi. Namuna tarkibidagi $NaNO_3$ ning % miqdori hisoblansin.

25. AN – 18 markali anionitdan 200 ml 0,1 n $NaCl$ eritmasi o'tkazildi. Anionitning hlor ioniga nisbatan ion almashinish sig'imi 3,6 mg – ekv bo'lsa, eritmadagi hlor ionining hammasini almashinishi uchun necha gramm anionit kerak?

26. 0,9585 g mis (II) tuzi 500 ml li o'lchov kolbasida eritildi va eritma 45 g kationitdan o'tkazildi. Ajralgan N_2SO_4 ni titrlash uchun 26,40 ml 0,05 m $NaON$ eritmasi sarf bo'ldi. Namuna tarkibidagi misning massa ulushini (%) hisoblang.

27. 45,00 ml eruvchan sulʼfatlar saqlagan eritma kationitdan o'tkazildi. Ion almashinish natijasida olingan kislota titrlash uchun $T_{NaOH/ SO_4^{2-}} = 0,04002$ g/ml bo'lgan $NaON$ eritmasidan 20,80 ml sarf bo'ldi. Eritmadagi SO_4^{2-} ionning massa ulushini (%) hisoblang.

28. 0,8985 g $FeSO_4$ tuzi 250 ml li o'lchov kolbasida eritildi, eritmaning 25 ml kationitdan o'tkazildi. Ajralib chiqqan N_2SO_4 ni titrlash uchun 0,02 m 15.20 ml $NaON$ eritmasidan sarflandi. Tuz tarkibidagi temirning (%) miqdorini toping.

29. Eruvchan sulʼfatlar eritmasining 50 ml kationitdan o'tkazildi. Ion almashinish natijasida olingan N_2SO_4 ni titrlash uchun titri ($T_{KOH/ SO_4^{2-}} = 0,004502$ g/ml) bo'lgan KOH eritmasidan 25,40 ml sarf bo'ldi. Eritmadagi SO_4^{2-} ionlarini miqdorini hisoblang.

30. Ekstrakciya usulining mohiyatini tushuntiring. Bu usul yordamida qanday muammolarni hal qilish mumkin?

31. Ekstrakciya usulida ko'p ishlatiladigan asosiy organik erituvchilarga misollar keltiring.

32. Taqsimlanish koefficienti va doimiysining ma'nosini tushuntiring.

33. Ekstrakciya usuli qanday afzallik va kamchiliklarga ega.

34. 1,00 mg dorivor modda saqlagan 100 ml suvli eritmani 10 ml hloroform bilan ekstrakciyalandi. Muvozanat qaror topgandan keyin organik faza qavatida 0,95 mg dorivor modda borligi aniqlandi. Taqsimlanish koefficienti (D) va taqsimlanish doimiyligi (K) qiymatlarini hisoblang.

35. 0,02 m pikrin kislotasini benzol bilan ikki marta ekstrakciyalaganda, ajratib olish darajasini aniqlang. $r = V_{\text{benzol}} / V_{\text{suv}} = 1 : 10$. Pikrin kislotasi benzol – suv sistemasida taqsimlanish koefficienti 40.

36. Taqsimlanish doimiysi (K) 30 ga teng bo'lganda, erigan moddani 99 % ajratib olish mumkinmi: a) 150 ml eritmani 30 ml benzol bilan bir marta ekstrakciyalaganda; b) uch marta huddi shunday ekstrakciya qilganda?

37. Agar boshlang'ich koncentraciya $S_{\text{suv}}^0 = 0,10 \text{ mol/L}$, taqsimlanish koefficienti $D = 410$. 100 ml hajmli eritmaning $\text{pH}=8$ ga teng bo'lsa, nikel dimetilglioksimatni 2 ml hloroform bilan 2 marta ekstrakciyalaganda R_1 va R_2 ajratib olish darajalarini hisoblang.

38. $\text{pH}=7$ bo'lgan 50 ml kalay kupferan eritmasining 5 ml benzol bilan 3 marta ekstrakciyalaganda R_1 va R_2 ajratib olish darajalarini hisoblang ($C_{\text{suv}}^0 = 0,25 \text{ mol/L}$, $D = 350$).

39. Hajmi 50 ml nikel dimetilglioksimatli eritmani 10 ml hloroform bilan 4 marta ekstrakciyalaganda R_1 va R_4 ajratib olish darajalarini hisoblang ($C_{\text{suv}}^0 = 0,5 \text{ mol/L}$, $D = 400$).

40. Pikrin kislotasining 0,025 n suvli eritmasi bilan uning 0,75 n benzolli eritmasi o'zaro aralashtirilgan. Pikrin kislotasi benzolda dissociyalanmasligini va suvli eritmada uning dissociyalanish konstantasi 0,9

ga tengligini bilgan holda 3 marta ekstrakciyalash natijasida moddaning ajralib chiqish darajasini hisoblang ($V_{\text{benzol}} - V_{\text{suv}} = 1 : 10$).

41. Ekstrakciyalanadigan 10 ml $1 \cdot 10^{-3}$ m HA moddaning organik erituvchidagi eritmasiga pH=3 bo'lgan 50 ml $1 \cdot 10^{-5}$ m M metall tuzining suvli eritmasi co'shildi. Metall ionining 30 % MA_2 ko'rinishida ekstrakciyalandi. Ekstrakciya doimiyligini va pH ning qiymatini hisoblang.

42. Mis ionlarining dietilditiokarbamat natriyning (DDT) 0,05 m eritmasi bilan ekstrakciyalandi. $r = V_{\text{DDT}} / V_{\text{suv}}$ bo'lganda ajratib olish darajasini va pHni hisoblang.

43. Koncentrasiyasi $1 \cdot 10^{-4}$ mol/l bo'lgan kadmiy ionlari, 0,5 m (pH=6) 8 – oksihinolining hloroformdagi eritmasi bilan ekstrakciya qilindi. Fazalar hajmining nisbati 1:10 bo'lsa, ajratib olish darajasini hisoblang.

ILOVALAR

Kuchsiz kislota va asoslarning (25°C) dissocilanish konstantalarining qiymatlari

2 – jadval

Nomi	Formulasi	Dissocilanish konstantasi	pK
Ammoniy gidrooksid	NH_4OH	$K = 1,8 \cdot 10^{-5}$	4,74
Oksalat kislota	$H_2C_2O_4$	$K = 5,6 \cdot 10^{-2}$	1,25
		$K = 5,4 \cdot 10^{-5}$	4,27
Ortofosfat kislotalari	H_3PO_4	$K = 7,1 \cdot 10^{-3}$	1,96
		$K = 6,2 \cdot 10^{-8}$	6,70
		$K = 4,2 \cdot 10^{-13}$	12,44
Sirka kislotalari	CH_3COOH	$K = 1,74 \cdot 10^{-5}$	4,74
Karbonat kislotalari	H_2CO_3	$K = 4,5 \cdot 10^{-7}$	1,76
		$K = 4,8 \cdot 10^{-11}$	7,20
Cianid kislotalari	HCN	$K = 5,0 \cdot 10^{-10}$	9,15

Sulʼfid kislotali	H_2S	$K = 1,0 \cdot 10^{-7}$	6,99
		$K = 2,5 \cdot 10^{-13}$	12,89
Sulʼfit kislotali	H_2SO_3	$K = 1,4 \cdot 10^{-2}$	1,76
		$K = 6,2 \cdot 10^{-8}$	7,20
Vodorod peroksid	H_2O_2	$K = 2,0 \cdot 10^{-12}$	
		$K = 1,0 \cdot 10^{-25}$	11,70
Chumoli kislotali	$HCOOH$	$K = 1,5 \cdot 10^{-4}$	3,75
Vino kislotali	$H_2C_4H_4O_6$	$K = 1,0 \cdot 10^{-3}$	3,04
		$K = 4,6 \cdot 10^{-5}$	4,37
Ortoborat kislotali	H_3BO_3	$K = 6,0 \cdot 10^{-10}$	9,24
		$K = 1,8 \cdot 10^{-13}$	
		$K = 1,6 \cdot 10^{-14}$	
Nitrit kislotali	HNO_2	$K = 6,9 \cdot 10^{-4}$	3,29
Ftorid kislotali	HF	$K = 4,0 \cdot 10^{-10}$	3,17
Qoʻrgʻoshin gidroksidi	$Pb(OH)_2$	$K = 9,6 \cdot 10^{-4}$	7,52

Ayrim cho'kmalarning eruvchanlik ko'paytmasi (EK)ning qiymati

5- Jadval

Karbonatlar		$Mn(OH)_2$	$1,9 \cdot 10^{-13}$	Bi_2S_3	$1,0 \cdot 10^{-9}$
$CaCO_3$	$3,8 \cdot 10^{-9}$	$Zn(OH)_2$	$1,2 \cdot 10^{-17}$	Ag_2S	$2,0 \cdot 10^{-50}$
$BaCO_3$	$4,0 \cdot 10^{-10}$	$Cr(OH)_3$	$6,3 \cdot 10^{-31}$	PbS	$2,5 \cdot 10^{-27}$
Ag_2CO_3	$1,2 \cdot 10^{-12}$	$Cu(OH)_2$	$2,2 \cdot 10^{-20}$	SnS	$2,5 \cdot 10^{-27}$
$CdCO_3$	$1,0 \cdot 10^{-12}$	$Cd(OH)_2$	$2,2 \cdot 10^{-14}$	Hloridlar	
$CoCO_3$	$1,0 \cdot 10^{-10}$	$Co(OH)_2$	$1,6 \cdot 10^{-15}$	$AgCl$	$1,78 \cdot 10^{-10}$
$SrCO_3$	$1,1 \cdot 10^{-10}$	$Hg(OH)_2$	$3,0 \cdot 10^{-26}$	Hg_2Cl_2	$1,3 \cdot 10^{-18}$
$ZnCO_3$	$1,4 \cdot 10^{-11}$	$Sb(OH)_3$	$4,0 \cdot 10^{-42}$	$PbCl_2$	$1,6 \cdot 10^{-5}$
$NiCO_3$	$1,3 \cdot 10^{-7}$	$Sn(OH)_2$	$6,3 \cdot 10^{-27}$	Hromatlar	
$MnCO_3$	$1,8 \cdot 10^{-11}$	$Sn(OH)_4$	$1,0 \cdot 10^{-57}$	$SrCrO_4$	$3,6 \cdot 10^{-5}$
$PbCO_3$	$7,5 \cdot 10^{-14}$	$Pb(OH)_2$	$5,0 \cdot 10^{-16}$	$CaCrO_4$	$7,1 \cdot 10^{-4}$
$FeCO_3$	$3,5 \cdot 10^{-11}$	$AgOH$	$1,6 \cdot 10^{-8}$	$BaCrO_4$	$1,2 \cdot 10^{-10}$
$CuCO_3$	$2,5 \cdot 10^{-11}$	$Hg_2(OH)_2$	$1,6 \cdot 10^{-23}$	$CuCrO_4$	$3,6 \cdot 10^{-6}$
Hg_2CO_3	$8,9 \cdot 10^{-17}$	$Bi(OH)_3$	$4,3 \cdot 10^{-31}$	Hg_2CrO_4	$5,0 \cdot 10^{-9}$
Sul'fatlar		Sul'fidlar		Ag_2CrO_4	$1,1 \cdot 10^{-12}$
$CaSO_4$	$2,5 \cdot 10^{-9}$	NiS	$3,2 \cdot 10^{-19}$	Фосфатлар	
$SrSO_4$	$3,5 \cdot 10^{-7}$	ZnS	$1,6 \cdot 10^{-24}$	$MgNH_4PO_4$	$2,5 \cdot 10^{-13}$
$BaSO_4$	$1,1 \cdot 10^{-10}$	MnS	$2,5 \cdot 10^{-10}$	$AlPO_4$	$5,7 \cdot 10^{-19}$
$PbSO_4$	$1,6 \cdot 10^{-8}$	FeS	$5,1 \cdot 10^{-18}$	$CaHPO_4$	$7,0 \cdot 10^{-7}$
Gidroksidlar		CoS	$4,0 \cdot 10^{-21}$	$BiPO_4$	$1,3 \cdot 10^{-23}$
$LiOH$	$4,0 \cdot 10^{-2}$	CuS	$6,3 \cdot 10^{-36}$	$BaHPO_4$	$9,1 \cdot 10^{-8}$
$Mg(OH)_2$	$6,0 \cdot 10^{-10}$	Ag_2S_5	$3,7 \cdot 10^{-38}$	$Zn_3(PO_4)_2$	$9,1 \cdot 10^{-33}$
$Ca(OH)_2$	$5,5 \cdot 10^{-6}$	Ag_2S_3	$4,0 \cdot 10^{-25}$	Ag_3PO_4	$1,3 \cdot 10^{-20}$
$Al(OH)_3$	$1,0 \cdot 10^{-32}$	Sb_2S_3	$1,6 \cdot 10^{-23}$	$FePO_4$	$1,3 \cdot 10^{-22}$
$Fe(OH)_2$	$7,9 \cdot 10^{-16}$	Hg_2S	$1,0 \cdot 10^{-47}$	$Ni_3(PO_4)_2$	$5,0 \cdot 10^{-31}$
$Fe(OH)_3$	$3,7 \cdot 10^{-38}$	HgS	$1,6 \cdot 10^{-52}$		

Suvli eritmalardagi baʼzi kompleks ionlarning beqarorlik konstantasi

6 – Jadval

Kompleks hosil qiluvchi ion	Kompleks ionning dissocilanishi	K	pK=lgK
Aq^+	$[\text{Aq}(\text{NH}_3)_2] \leftrightarrow \text{Aq}^+ + 2\text{NH}_3$	$6,8 \cdot 10^{-8}$	7,17
Aq^+	$[\text{Aq}(\text{CN})_2] \leftrightarrow \text{Aq}^+ + 2\text{CN}^-$	$1,08 \cdot 10^{-21}$	21
Al^{3+}	$[\text{AlF}]^{3-} \leftrightarrow \text{Al}^{3+} + 6\text{F}^-$	$2,0 \cdot 10^{-21}$	20,70
Cu^{2+}	$[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]^{2+} \leftrightarrow \text{Cu}^{2+} + 4\text{NH}_3$	$2,0 \cdot 10^{-13}$	12,70
Cu^{2+}	$[\text{Cu}(\text{CN})_4]^{2-} \leftrightarrow \text{Cu}^{2+} + 4\text{CN}^-$	$5,0 \cdot 10^{-28}$	27,30
Fe^{2+}	$[\text{Fe}(\text{CN})_4]^{4-} \leftrightarrow \text{Fe}^{2+} + 6\text{CN}^-$	$1,0 \cdot 10^{-37}$	37
Fe^{3+}	$[\text{Fe}(\text{CN})_6]^{3-} \leftrightarrow \text{Fe}^{3+} + 6\text{CN}^-$	$1,0 \cdot 10^{-44}$	44
Fe^{3+}	$[\text{Fe}(\text{SCN})_6]^{3-} \leftrightarrow \text{Fe}^{3+} + 6\text{SCN}^-$	$3,2 \cdot 10^{-4}$	3,50
Hg^{2+}	$[\text{HgJ}_4]^{2-} \leftrightarrow \text{Hg}^{2+} + 4\text{J}^-$	$1,5 \cdot 10^{-30}$	29,82
J^-	$[\text{J}_3]^- \leftrightarrow \text{J}_2 + \text{J}^-$	$1,3 \cdot 10^{-3}$	2,89
Jn^{2+}	$[\text{Jn}(\text{NH}_3)_4]^{2+} \leftrightarrow \text{Jn}^{2+} + 4\text{NH}_3$	$2 \cdot 10^{-9}$	8,70
Co^{2+}	$[\text{Co}(\text{SCN})_4]^{2+} \leftrightarrow \text{Co}^{2+} + 4\text{SCN}^-$	$6,31 \cdot 10^{-2}$	1,20
Co^{2+}	$[\text{Co}(\text{NH}_3)_4]^{2+} \leftrightarrow \text{Co}^{2+} + 6\text{NH}_3$	$4,07 \cdot 10^{-5}$	4,39
Co^{3+}	$[\text{Co}(\text{NH}_3)_6]^{3+} \leftrightarrow \text{Co}^{3+} + 6\text{NH}_3$	$6,17 \cdot 10^{-36}$	35,21
Cd^{2+}	$[\text{Cd}(\text{NH}_3)_4]^{2+} \leftrightarrow \text{Cd}^{2+} + 4\text{NH}_3$	$2,75 \cdot 10^{-7}$	6,56
Cd^{2+}	$[\text{CdJ}_4]^{2-} \leftrightarrow \text{Cd}^{2+} + 4\text{J}^-$	$7,94 \cdot 10^{-7}$	6,10

**Oksidlovchi va qaytaruvchilarning normal oksidlanish-qaytarilish
potenciali E^0**

7 – Jadval

Yuqori oksidlanish darajasi	$+ne$	Quyi oksidlanish darajasi	$E_{o,B}$
F_2	$+2e$	$2F^-$	+2,87
$S_2O_8^{2-}$	$+2e$	$2SO_4^{2-}$	+2,05
$NaBiO_3 + 4H^+$	$+2e$	$BiO^+ + Na^+ + 2H_2O$	+1,8
$H_2O_2 + 2H^+$	$+2e$	$2H_2O$	+1,77
$MnO_4^- + 4H^+$	$+3e$	$MnO_2 + 2H_2O$	+1,69
$MnO_4^- + 8H^+$	$+5e$	$Mn^{2+} + 4H_2O$	+1,51
$PbO_2 + 4H^+$	$+2e$	$Pb^{2+} + 2H_2O$	+1,455
$ClO_3^- + 6H^+$	$+6e$	$Cl^- + 3H_2O$	+1,45
Cl_2	$+2e$	$2Cl^-$	+1,359
$Cr_2O_7^{2-} + 14H^+$	$+6e$	$2Cr^{3+} + 7H_2O$	+1,33
$MnO_2 + 4H^+$	$+2e$	$Mn^{2+} + 2H_2O$	+1,23
$O_2 + 4H^+$	$+4e$	$2H_2O$	+1,229
$2IO_3^- + 12H^+$	$+10e$	$I_2 + 6H_2O$	+1,19
Br_2	$+2e$	$2Br^-$	+1,087
$HNO_2 + H^+$	$+e$	$NO + H_2O$	+0,99
$NO_3^- + 4H^+$	$+3e$	$NO + 2H_2O$	+0,96
$O_2 + 4H^+ (10^{-7} M)$	$+4e$	$2H_2O$	+0,815
$NO_3^- + 2H^+$	$+e$	$NO_2 + H_2O$	+0,80
Ag^+	$+e$	Ag	+0,799
Fe^{3+}	$+e$	Fe^{2+}	+0,771
$MnO_4^- + 2H_2O$	$+3e$	$MnO_2 + 4OH^-$	+0,60
MnO_4^-	$+e$	MnO_4^{2-}	+0,56

$H_3AsO_4 + 2H^+$	$+2e^-$	$HAsO_2 + 2H_2O$	+0,56
J_2	$+2e^-$	$2I^-$	+0,536
$O_2 + 2H_2O$		$4OH^-$	+0,401
$SO_4^{2-} + 8H^+$	$+6e^-$	$S + 4H_2O$	+0,36
Cu^{2+}	$+2e^-$	Cu	+0,337
$SbO^+ + 2H^+$		$Sb + H_2O$	+0,212
$SO_4^{2-} + 4H^+$	$+2e^-$	$H_2SO_4 + H_2O$	+0,17
Sn^{4+}	$+2e^-$	Sn^{2+}	+0,15
$S + 2H^+$	$+2e^-$	H_2S	+0,14
$NO_3^- + H_2O$	$+2e^-$	$NO_2^- + 2OH^-$	+0,01
$2H^+$	$+2e^-$	H_2	+0,00
$NO_3^- + 7H_2O$	$+8e^-$	$NH_4OH + 9OH^-$	-0,12
Pb^{2+}	$+3e^-$	Pb	-0,126
$CrO_4^{2-} + 4H_2O$	$+2e^-$	$Cr(OH)_3 + 5OH^-$	-0,13
Sn^{2-}	$+2e^-$	Sn	-0,140
Ni^{2+}	$+2e^-$	Ni	-0,23
Co^{2+}	$+2e^-$	Co	-0,28
Cd^{2+}	$+2e^-$	Cd	-0,402
Fe^{2+}	$+2e^-$	Fe	-0,440
$Bi_2O_3 + 2HO$	$+6e^-$	$2Bi + 6OH^-$	-0,46
S	$+2e^-$	S^{2-}	-0,48
$Fe(OH)_3$	$+e^-$	$Fe(OH)_2 + OH^-$	-0,56
Zn^{2+}	$+2e^-$	Zn	-0,763
$SO_4^{2-} + H_2O$	$+2e^-$	$SO_3^{2-} + 2OH^-$	-0,93
Mn^{2+}	$+2e^-$	Mn	-1,19
$ZnO_2^{2-} + 2H_2O$	$+2e^-$	$Zn + 4OH^-$	-1,216
Al^{3+}	$+3e^-$	Al	-1,66

$AlO_2^- + 2H_2O$	$+3e^-$	$Al + 4OH^-$	-2,35
Mg^{2+}	$+2e^-$	Mg	-2,37
Na^+	$+e^-$	Na	-2,713
Ca^{2+}	$+2e^-$	Ca	-2,87
K^+	$+e^-$	K	-2,925

Студент коэффициентинг qiymatlari

18- Jadval

f	$\alpha = 0,95$	$\alpha = 0,98$	$A = 0,99$
1	12,7	31,82	63,7
2	4,30	6,97	9,92
3	3,18	4,54	5,84
4	2,78	3,75	4,60
5	2,57	3,37	4,03
6	2,45	3,14	3,71
7	2,36	3,00	3,50
8	2,31	2,90	3,36
9	2,26	2,82	3,25
10	2,23	2,76	3,17
11	2,20	2,72	3,1
12	2,18	2,68	3,05

$$\theta = \frac{2,3R \cdot T}{F} \text{ ning turli haroratdagi qiymati}$$

19 – jadval

Harorat, °C	0	5	10	15	20	25	30	35
$\theta = \frac{2,3R \cdot T}{F}$	0,0541	0,055	0,0561	0,0571	0,0581	0,0591	0,0501	0,0611

Kumush hlrid, hingidron va kalomel elektrodlarining turli haroratdagi standart potenciallarining qiymati

20 – jadval

Harorat	E _{K.H.E.}	E _{KE} 0,1nKCI	E _{NKE} 0,1n.KCI	H _{KE} to'yin.KCI	E _{hin/gidr}
0	0,2365	0,3380	0,2888	0,2601	0,7125
10	0,2314	0,3374	0,2864	0,2536	0,7102
15	0,2285	0,3371	0,2852	0,2503	0,7064
20	0,2256	0,3368	0,2840	0,2471	0,7027
25	0,2223	0,3365	0,2828	0,2438	0,6990
30	0,2190	0,3362	0,2816	0,2405	0,6953
35	0,2156	0,3359	0,2804	0,2373	0,6916
40	0,2121	0,3356	0,2792	0,2340	0,6879
45	0,2083	0,3353	0,2780	0,2308	0,6842

**Suvli eritmalarda ayrim ionlarning cheksiz suyultirilgandagi ekvivalent elektr
o'tkazuvchanlik qiymatlari (t = 25⁰C)**

21 –jadval

<i>Kation</i>	λ_0	<i>Anion</i>	λ_0
H^+	349,8	OH^-	198,3
NH_4^+	73,6	$\frac{1}{4} [Fe(CN)_6]^{4-}$	110,5
K^+	73,5	$\frac{1}{4} [Fe(CN)_6]^{3-}$	100,9
$\frac{1}{2} Pb^{2+}$	70	$\frac{1}{2} CrO_4^{2-}$	85
$\frac{1}{2} Fe^{3+}$	68	$\frac{1}{2} SO_4^{2-}$	80,0
$\frac{1}{2} Ba^{2+}$	63,6	J^-	78,8
$\frac{1}{3} Al^{3+}$	63,0	Br^-	78,1
Ag^+	61,9	Cl^-	76,4
$\frac{1}{2} Ca^{2+}$	59,5	$\frac{1}{2} CrO_4^{2-}$	74,0
$\frac{1}{2} Sr^{2+}$	59,5	NO_3^-	71,5
$\frac{1}{2} Cu^{2+}$	56,5	$\frac{1}{2} CO_3^{2-}$	69,3
$\frac{1}{2} Cd^{2+}$	54	ClO_4^-	67,4
$\frac{1}{2} Fe^{2+}$	53,5	F^-	55,4
$\frac{1}{2} Mg^{2+}$	53,1	CH_3COO^-	40,9
Na^+	50,1		
Li^+	38,7		

20⁰C da saxaroza eritmasining sindirish ko'rsatkichi

22 – jadval

Saxaroza, %	n_D^{20}	Saxaroza, %	n_D^{20}	Saxaroza, %	n_D^{20}
0	1,3390	30	1,3811	60	1,4418
2	1,3359	32	1,3847	62	1,4464
4	1,3388	34	1,3883	64	1,4509
6	1,3417	36	1,3920	66	1,4555
8	1,3448	38	1,3958	68	1,4608
10	1,3478	40	1,3997	70	1,4651
12	1,3509	42	1,4036	72	1,4700
14	1,3541	44	1,4076	74	1,4749
16	1,3573	46	1,4117	76	1,4799
18	1,3605	48	1,4151	78	1,4850
20	1,3638	50	1,4200	80	1,4901
22	1,3672	52	1,4242	82	1,4954
24	1,3706	54	1,4285	84	1,5007
26	1,3740	56	1,4329		
28	1,3775	58	1,4373		

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. Vasil'ev V.P. Analiticheskaya ximiya. ch.1,2. M., izd-vo "Visshaya shkola", -1989. - 312 s.
2. Alekseev V.N. Kurs kachestvennogo ximicheskogo polumikroanaliza. 5-e izd. - M.: Ximiya, 1973, - 584s.
3. Alekseev V.N. Kolichestvenniy analiz. - 4e. izd.- M.: Ximiya,1972, - 504s.
4. Jvanko Yu.N., Pankratova G.V., Mamedova Z.I. Analiticheskaya ximiya i texno-ximicheskii kontrol vobshchestvennom pitanii M., Visshaya shkola, 1989.- 271 s.
5. Sh.N.Nazarov, Z.A.Aminov. «Analitik ximiya». T. O'qituvchi, 1984 y. 352 b.
6. Fiziko-ximicheskie metodi analiza. Pod red. V.B.Aleskovskogo Leningrad "Ximiya".- 1988. - 372 s.
7. Korenman Ya.I. Praktikum po analiticheskoy ximii. Voronej. Voronejskogo universiteta, 1986. 243 s
8. Charikov A.K. Matematicheskaya obrabotka rezultatov ximicheskogo analiza. - L.: Ximiya, 1984. - 168 s.
9. Praktikum po fiziko-ximicheskim metodam analiza. Pod red. O.M. Petruhina - M.: Ximiya. - 1987. - 245 s.
10. Sbornik voprosov i zadach po analiticheskoy ximii (pod red. prof. Vasil'eva V.P.) M., "Visshaya shkola", 1976. 213 s
11. Dorohova E.N., Prohorova G.V. Analiticheskaya ximiya fiziko-ximicheskie metodi analiza. M. izd-vo "Visshaya shkola". -1991.-256s.
12. O.Fayzullaev «Elektrokimyoviy tekshirish usullari». T.O'qituvchi, 1995 y.
13. Kreshkov A.P. Osnovi analiticheskoy ximii T.1. Ximiya 1976 g.-472 s
14. Kreshkov A.P. Osnovi analiticheskoy ximii T.2. Ximiya 1976 g.-480 s
15. Kreshkov A.P. Osnovi analiticheskoy ximii T.3. Ximiya 1976 g.-471 s
16. Lyalikov Yu.S. Fiziko-himicheskie metodi analiza. - M.: Ximiya, 1973. - 536 s.

17. Bulatov M.I., Kalinkin I.I. Prakticheskoe rukovodstvo po fotometricheskim metodam analiza. L., Leningradskoe otделение. "Ximiya". - 1986. -432 s
18. Citovich I.K. Kurs analiticheskoy ximii M., "Visshaya shkola", 1972 god. – 400 s
19. Zvereva L.F., Chernyakov B.I. Texnohimicheskij kontrol' xlebopekarnogo proizvodstva. M., «Pishevaya promishlennost'», 1975 g. – 431 s