

**O'ZBEKISTON RESPUBLIKASI  
OLY TA'LIM, FAN VA INNOVATSIALAR VAZIRLIGI**

**NAMANGAN DAVLAT UNIVERSITETI**

**Kimyo kafedrasi**

**“ANALITIK KIMYO”**

fanidan

**O'QUV – USLUBIY  
MAJMUA**



**Bilim sohasi: 500000-Tabiiy fanlar, matematika va statistika**  
**Ta'lim sohasi: 530000-Fizika va tabiiy fanlar**  
**Ta'lim yo'nalishi: 60530100-Kimyo (kechki)**

**Namangan-2023**

O'quv uslubiy majmua O'zbekiston Respublikasi Oliy va o'rta maxsus ta'lim vazirining \_\_\_\_ yil \_\_-avgustdagi \_\_\_\_-sonli buyrug'i bilan tasdiqlangan 60530100-kimyo bakalavr ta'lim yo`nalishi uchun Analitik kinyo fanidan namunaviy fan dasturi asosida ishlab chiqilgan

**Tuzuvchi:**

**NamDU kimyo kafedrası t.f.d,  
DSc. Proff.. G'.A.Dolyev**

**Taqrizchi:**

**NamDU kimyo kafedrası dotsenti,  
t.f.n. S.B.Mamajonov**

O'quv uslubiy majmua Naman gandavlat universiteti Kengashininig 2023 yil \_\_ avgustdagi 1-son yig'ilishida ko'rib chiqilgan va foydalanishga tavsiya etilgan

## MUNDARIJA

<b>1</b>	<b>O‘quv materiallar.....</b>
<b>2</b>	<b>Ma’ruzalar matni.....</b>
<b>3</b>	<b>Amaliy mashg‘ulotlar.....</b>
<b>4</b>	<b>Mustaqil ta’lim mashg‘ulotlari.....</b>
<b>5</b>	<b>Glossariy.....</b>
<b>6</b>	<b>Ilovalar.....</b>
<b>7</b>	<b>Fan dasturi.....</b>
<b>8</b>	<b>Ishchi fan dasturi.....</b>
<b>9</b>	<b>Tarqatma materiallar.....</b>
<b>10</b>	<b>Test savollari.....</b>



## Ma'ruzalar matni

### II semestr

#### 1-ma'ruza

##### **Analitik kimyo fani, tadqiqot doirasi, maqsadi va vazifalari**

*Mashg'ulotning maqsadi:* Analitik kimyo fani, analitik kimyo fani mohiyati va maqsadi, analitik kimyo fani vazifalari, asosiy tushunchalari, analitik kimyo fani rivojlanishining qisqacha tarixi haqida tasavvular hosil qilish.

*Ta'lim metodi:* Ko'rgazmali, informativ, ma'ruza, doska, proektor, jadvallar

*Ta'lim shakli:* Ommaviy, jamoada ishlash.

*Nazorat va baholash* Oraliq va yakuniy nazorat: og'zaki, yozma

##### **Ma'ruza rejasi:**

*Tashkiliy qism.*

Analitik kimyo fanining vujudga kelishi, erishgan yutuqlari.

Analitik kimyo fani, analitik kimyo fani mohiyati va maqsadi, analitik kimyo fani vazifalari, asosiy tushunchalari, analitik kimyo fani rivojlanishining qisqacha tarixi.

Analitik kimyo fani boshqa anorganik, umumiy organik fizik kimyo fanalari qatori aloxida fan sifatida o'rganilib, bu fan moddalarni tarkibini aniqlash usullarini o'rganadigan fandır. Uni boshqa fanlardan ajralgan xolda o'rganish mumkin emas

Analitik kimyoning amaliy usullari qadim zamonlarda dastlab kimyoviy ishlab chiqarish ehtiyojlari tufayli paydo bo'lgan va rivojlangan. Dastlab oltin, kumush kabi qimmatbaxo metallarni tozaligini (sofligini) kishilar o'zlari bilmagan xolda analiz qilish bilan shug'ullanganlar.

Analitik kimyo fanining nazariy vazifasi moddalar va ular aralashmalarining kimyoviy tarkibini aniqlashga yordam beradigan kimyoviy analiz usullarini ishlab chiqish va nazariy asosini yaratishdan iborat bo'lib, uning amaliy vazifasi, moddalar ularning aralashmalari tarkibini aniqlashdan iboratdir.

Tabiiy resurslardan to'g'ri va maqsadli foydalanish uchun ularni kimyoviy tarkibini bilish kerak, buning uchun esa ularning sifat va miqdor tarkibini analiz qilish kerak.

Analitik kimyo fanini asoschisi ingliz olimi Robert Boyl (1627-1691 XVII asr) xisoblanadi.

U «kimyoviy analiz» terminini fanga kiritdi, sul fat va xlorid kislotaga kaltsiy va kumush tuzlari ta'sirini o'rganishda indikator sifatida tabiiy bo'yoqlardan foydalandi.

Analitik kimyo fanini rivojlanishida hissa qo'shgan olimlar

Gey-Lyussak(1778-1850)

Bergman (1735-1784),

M.V.Lomonosov (1711-1675)-kimyoviy analizning bir necha usullarini ishlab chikdishi jumladan miqdoriy analiz asosini yaratib, analiz natijasida xosil qilingan moddalarni birinchi marta tarozida tortib ko'rishni va mikroskopni kimyoviy

jarayonlarni o'rganishda qo'lladi.

V.S.Svergin (1750-1820)-tog' minerallarini analiz qilish metodlarini ishlab chiqdi

D.I.Mendeleev(1834-1907) tomonidan davriy qonunning ishlab chiqilishi analitik rivojlanishiga katta xissa qo'shdi.

A.N.Menshutkin 1871 yilda birinchi bo'lib elementlarning analitik xossalarini davriy sistemasida tutgan o'rni bilan bog'ladi va 1871 yilda «Analitik kimyo» kitobini yozdi

M.A.Ilinskiy(1856-1945), L.A.CHugaev *organik reagentlardan* analitik kimyoda cho'ktiruvchi sifatida foydalanishni birinchi bo'lib qo'lladilar.

N.A.Tananaev *tomchi metodini* ishlab chikdi va undan eritmalarni bo'lib – bo'lib analiz qilishda foydalandi.

M.S TSvet *xromatografik analizni* ishlab chikdi

Kurnakov N.S. «fiz-kimyoviy analiz» usulini yaratish bilan analitik kimyo fanini rivojlanishiga katta xissa qo'shdi

O'zbekistonda analitik kimyo fanini rivojlanishiga akad. SH. T. Tolipov rahbarligida R.X. Jiyanboeva, A.M. Gevorgyan, N. B. Boboev, V.A.Xodiev, A.K. Jdanov, N.Mirkomilova kabi olimlar katta xissa kushganlar.

50-60 yil ilgari moddalarni analiz qilishda cho'ktirish ajratish xaydash kabi klassik medotlardan foydalanib kelingan bo'lsa, keyinchalik bu metodllar zamonaviy ishlab chiqarish talablariga javob bermay qoldi. Maslan moddalarni «asari» ( 0,01 %)ni aniqlashda muammolar paydo bo'la boshladi. Bu muammolarni avval tekshirilayotgan moddani fizikaviy xossalarini aniqlab, keyin uning miqdorini aniqlash mukinligi topildi. Olingan natijalarni zamonaviy komp yuterga ulab xulosa chiqarish va natijani o'zgartirish mumkin bo'lib qoldi. Bunda kimyogardan ko'ra ko'proq laborant yoki operatorni tugmachani to'g'ri bosishi muhimrok bo'lib qoldi.

Analitik kimyoni rivojlanishi jamiyatda ishlab chiqarishni ko'proq tezlashtiridi. Turli sanoat tarmoqlarini rivojlanishi ishlab chiqarishni uzluksiz kimyoviy avtomatik nazorat qilish, ya'ni boshlang'ich xom ash'yo, yarim maxsulot, tayyor maxsulot tarkibini doimo tekshirib borishda analitik kimyoni roli juda kattadir.

Biron bir moddani tekshirib analiz qilishda avval uning tarkibi, so'ngra qaysi elementdan qanday miqdorda birikkanligini aniqlanadi.

Biror moddani oddiy tarkibiy qismlarga (mayda zarrachalarga) ajratib uni tarkibini aniqlash analiz deyiladi.

Analizga teskari bo'lgan usul sintez (ajratib olish) deb atalib, analiz va sintez bir biri bilan chambarchas bog'langandir. Sintez natijasini xar doim analiz bilan tekshirib boriladi.

Moddalarni sifat va miqdoriy tarkiblarini analiz qilish xaqidagi fan analitik kimyo deyiladi.

*Analitik kimyo, ilmiy va amaliy jixatidan katta ahamiyatga ega bo'lib, moddalarni hamda ularda bo'ladigan o'zgarishlarini tekshirish usullarning tuplami xisoblanadi.*(M: Erning yoshini aniqlash). Deyarli barcha kimyo qonunlarini analitik kimyo usullari yordamida topiladi.

Analitik kimyo qo'llaniladigan soxalar:

1. Meditsina
2. Parfyumeriya
3. Geologiya
4. Buyash sanoati
5. Oziq ovqat sanoati
6. Tekstil sanoati
7. Atrof muxit muxofazasi
8. Kosmetika
9. Biokimyo
10. Xalq xo'jaligi
11. Kishloq xo'jaligi va x.z.
12. Sud meditsina ekspertizasi

### **Mavzuni mustahkamlash uchun savollar**

1. Analitik kimyo nimani o'rganadi va qachondan fan sifatida shakllana boshladi?
2. «Ho'l usul» bilan qilinadigan analizga kim asos solgan?
3. Qaysi olimlarning ishlari tufayli mikrokristallokopik analiz vujudga keldi va bu olimlarning yana qanday ishlarini bilasiz?
4. Metallarni eritmalardan guruhlar bilan ajratish orqali kimlar tomonidan sistematik analiz vujudga keldi?
5. Gaz analizining asoschisi haqida nimalarni bilasiz? Bu olim tomonidan qanday gazlarning ajratib olinishi flogiston nazariyasining barbod bo'lishiga olib keldi?
6. D. Dalton, M. Bertselius, Gey-Lyussak, Libixlarning ishlari haqida nima deya olasiz?
7. Sifat va miqdor analiziga doir «Analitik kimyo» klassik qo'llanmasi birinchi nashrining muallifi kim va bu kitob qachon chop etilgan?
8. Tomchi usulining muallifi kim va uning mazmuni nimadan iborat?
9. Analitik kimyoda organik reagentlarni cho'ktiruvchi sifatida qo'llagan olimlardan kimlarni bilasiz va ular o'z davrida yana qanday dolzarb muammolarni olg'a surdilar?
10. Analitik kimyoning xalq xo'jaligi, sanoat, qishloq xo'jaligi, meditsina, atrof-muhit ob'ektlari va boshqa sohalardagi ahamiyati nimalardan iborat?

### **2-ma'ruza**

#### **Asosiy metrologik tushunchalar va tavsiflar**

*Mashg'ulotning maqsadi: Analitik kimyoning metrologik asoslarini, moddani analiz qilishda uning asosiy bosqichlarini, analiz usuli va sxemasini tanlash. Natijalarini matematik statistika yo'li bilan qayta ishlash metodikasini mohiyatini ochib berish, o'rtacha qiymatni tushuntirish, dispersiyaning mohiyatini tushuntirish, standart chetlanishni o'rgatish, olingan natijani taqdim etish o'rgatish.*

*Ta'lim metodi:* Ko'rgazmali, informativ, ma'ruza, doska, proektor, jadvallar

*Ta'lim shakli:* Ommaviy, jamoada ishlash.

*Ta'lim sharoitlariya:* Talabalar guruhlari bilan hamkorlikda taqdimot o'tkazish imkoniyatini beradigan auditoriya.

*Nazorat va baholash:* Oraliq va yakuniy nazorat: og'zaki, yozma

## Ma'ruza rejasi

### Tashkiliy qism.

Analitik kimyoning metrologik asoslari. Moddani analiz qilishda uning asosiy bosqichlari. Analiz usuli va sxemasini tanlash. Natijalarini matematik statistika yo'li bilan qayta ishlash. O'rtacha qiymat. Dispersiya. Standart chetlanish. Olingan natijani taqdim etish

Biror bir analitik reaksiyalarni amalga oshirish uchun ma'lum shart sharoitlar mavjud bo'lishi kerak, ya'ni:

1. Muxit;
2. Temperatura;
3. Kongsentratsiya;
4. Reaksiyaning seziluvchanligi.

CHO'kma xosil bo'ladi agarda:  $\text{pH} < 7,0$  - muxit kislotali bo'lsa,

$\text{pH} > 7,0$  - muxit ishqorli bo'lsa,

$\text{pH} = 7,0$  - muxit neytral bo'lsa,

Agarda ushbu sharoitlarga rioya qilinmasa, kutilgan natijaga ega bo'lmaydi.

Analitik reaksiyalar quyidagi uchta xususiyati bilan ajralib turadi:

1) seziluvchanligi

2) o'ziga xosligi

3) spetsifikligi

1. Ba'zi bir reaksiyalar o'ta seziluvchan bo'ladi.

O'ta kichik kongsentratsiyada ham cho'kma xosil bo'lsa bu reaksiya seziluvchan reaksiyalar deyiladi. Katta kongsentratsiyalarda cho'kma suvda erib ketsa, bu reaksiyalar uncha sezgir emas deb xisoblanadi

2. O'ziga xosligi M: Kuchli kislotali sharoitda  $\text{Sa}^{+2}$  kationini  $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$  bilan cho'ktirib bo'lmaydi,

$\text{Sa}^{+2} + (\text{NH}_4)_2\text{CO}_3 + \text{N}^+ =$  bormaydi chunki  $\text{SaCO}_3$  cho'kmasi kislotada erib ketadi.  $\text{NH}_4\text{OH}$  esa suvda eriydi. SHu sababli, kislotali muxitda  $\text{SaCO}_3$  ni xosil kilib bo'lmaydi, uni ishqoriy yoki neytral muxitda cho'ktirish mumkin

Ko'pchilik analitik reaksiyalar sovuqda, ba'zilari esa xona temperaturasida yoki ba'zi reaksiyalar sovutilgan muxitda olib boriladi.

3. Biror ionni begona ionlar bilan aralashgan xolatda bo'lganda ham uni tajriba sharoitida topishga imkon beradigan reaksiya o'sha ion uchun o'ziga xos(spetsifik) reaksiya deyiladi.

M: Kraxmalni yod bilan reaksiyasi, kumush xloridni topish v x.z.

Ko'pchilik reaksiyalarda selektivlik ya'ni tanlab ta'sir etish xususiyatlari mavjud.



M: Ammoniy xromat  $(\text{NH}_4)_2\text{CrO}_4$  tuzi  $\text{Ca}^{+2}$ ,  $\text{Ba}^{+2}$ ,  $\text{Sr}^{+2}$  ionlarini ma'lum miqdorlari bilangina cho'kma xosil qiladi.

Tashqaridan begona ionni qo'shilishi esa reaksiyani sezgirligini pasaytiradi.

Reaksiyaning seziluvchanligi miqdoriy jixatidan bir biriga bog'langan ikkita ko'rsatkich – topilish minimumi va suyultirish chegarasi bilan xarakterlanadi.

Topilish minimumi – modda yoki ionning muayyan shart sharoitlarda reaksiyani o'tkazilganda topilishi mumkin bo'lgan eng kam miqdoridir. Bu mkg. larda ifodalanadi.  $10^{-6}$  q0,000001 g.

Suyultirish chegarasi konsentratsiya deyiladi.

Biror reaksiyani seziluvchanligini tajribada aniqlash uchun u kamayib boradigan konsentratsiyali eritmalar tayyorlab boriladi.

M:  $\text{Ag}^+$  ni  $2\text{Ag}^+ + \text{CrO}_4^{-2} = \text{Ag}_2\text{CrO}_4$  reaksiyasi bo'yicha topiladi

Tarkibida 1g Ag (1,57 gr  $\text{AgNO}_3$ ) bo'lgan 1l eritma tayyorlanib, 25, 50, 100 marta suyultiriladi. 25 marta suyultirilsa 0,02 ml (1tomchi) eritmadagi kumush ioning miqdorini topish mumkin, lekin eritmani 50 marta suyultirilgandan keyin kumush ionining miqdorini topib bo'lmaydi.

Analitik reaksiyalarni seziluvchanligini reaksiyaga kirishayotgan moddalarning konsentratsiyasini o'zgartirish yoki aralashmaga spirtli eritmalar yoki organik erituvchilar qo'shish yo'li bilan o'zgartirish mumkin. Juda seziluvchan reaksiyalardan foydalanilganda izlanayotgan ionning juda oz miqdorini ham topish mumkin va bunda ko'p miqdorda moddalar yoki katta xajmdagi eritmalar ishlatishga extiyoj qolmaydi.

Lekin reaksiya o'ta seziluvchan bo'lsa ham boshqa ionlarni asari xalaqit berishi mumkin. SHuning uchun xolis tajriba o'tkaziladi.

Ko'pgina xollarda biror reaksiyani o'tkazishda xalaqit beradigan begona ionlarni ta'sirini «niqoblovchi» vositalar ya'ni bu ionlarni kompleks birikmaga bog'lovchi moddalardan foydalaniladi.

M:  $\text{Cd}^{+2}$  sul fid xolida cho'ktirib ( $\text{CdS}$  –sariq cho'kma) topishda, agar eritmada  $\text{Cu}^{+2}$  ionni bor bo'lsa,  $\text{CuS}$  xosil qilib, xalaqit beradi. Agar reaksiyani  $\text{KCN}$  ishtrokida olib borilsa  $\text{Cu}^{+2}$  ionni tsianid ionni bilan  $\text{Cu}(\text{CN})_2$  kompleksini xosil qilib bog'lanadi, ya'ni niqoblanadi.

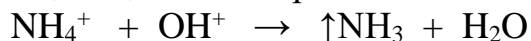
Eritmalarni bo'lib - bo'lib analiz qilish. Izlanayotgan ionlarni spetsifik reaksiyalaridan foydalanib, tekshirilayotgan eritmaning aloxida ulushlaridan (qismliridan) bevosita topish mumkin bo'lgan usul eritmani bo'lib - bo'lib analiz qilish usuli deyiladi. Bunda qaysi ionni oldin qaysi ionni keyin topish ahamiyatga ega emas.

Sistematik analiz qilish. Agar etarli darajada ishonchli reaksiya beradigan reaksiyalar bo'lmasa, eritmani sistematik analiz qilish yo'li bilan ionlar topiladi. Bunda xar bir ionni topishdan oldin o'nga xalaqit beradigan boshqa ionlarni eritmadan yo'kotiladi.

$\text{Ca}^{+2}$  va  $\text{Ba}^{+2}$  ionlari eritmada bo'lsa  $\text{Ca}^{+2} + \text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4(\text{oksalat}) = \text{CaC}_2\text{O}_4$  topiladi, lekin  $\text{BaC}_2\text{O}_4$  ham xosil bo'ladi. Shuning uchun avval:  $\text{Ba}^{+2} + \text{CrO}_4^{-2} = \text{BaCrO}_4$  (suvda erimaydi) sariq cho'kma xosil qilib olinadi.  $\text{CaCrO}_4$  esa suvda eruvchandir. Avval  $\text{Ba}^{+2}$  ga reaksiya qilib ko'riladi, keyin  $\text{Ca}^{+2}$  topiladi va to'liq cho'kkanligi tekshirib ko'riladi.

Demak sistematik analizda aniqlash reaksiyalari bilan birgalikda ajratish reaksiyalari ham amalga oshiriladi va unda cho'kmalarning eruvchanligidan, ( $\text{BaSO}_4$ ,  $\text{CaSO}_4$ ,  $\text{SrSO}_4$ ) ba'zida uchuvchanligidan ham foydalaniladi:

$\text{K}^+$ ,  $\text{Na}^+$ ,  $\text{NH}_4^+$  ni topishda avval  $\text{NH}_4^+$  ioni eritmada uchirib yuboriladi:



### Kationlarni guruxlarga bo'linishi.

Kationlarni sistematik analiz qilishda ionlar murakkab aralashmadan ayrim-ayrim xolda emas, balki gurux-gurux qilib ajratiladi.

Murakkab aralashmalar tarkibidan ionlarni ajratib oladigan reagentlar gurux reagentlari deyiladi.

Gurux reagenti – shu guruxga kiruvchi hamma kationlarga bir xilda ta'sir qiladi va u quyidagi talablarga javob berishi kerak:

1. SHu guruxga kiruvchi kationlarni to'liq cho'ktirishi kerak va undan keyin qolgan ionlarni kontsentratsiyasi  $< 10^{-6}$  dan kichik bo'lishi kerak;

2. Xosil bo'lgan cho'kma keyingi analizlarni o'tkazish uchun kislotalarda oson eriydigan bo'lishi kerak

3. Ortiqcha qo'shilgan reagent eritmada qolgan ionlarni topilishiga xalal bermasligi kerak.

Sistematik analizning nomi gurux reagenti nomi bilan yuritiladi:

M: Kationlarni guruxlanishi Vodorod sulfidli, kislota – ishqoriy, ammiak – fosfatli va xokazo bo'lishi mumkin.

Kationlar analizining kislota – ishqoriy guruxlanishi, xloridlar va sulfatlarning suvda va ortiqcha ishqorning, ammiakning suvli eritmasida, gidroksidlarning suvda xar xil eruvchanligiga asoslangan.

Xlorid va sulfat kislota, ishqor va ammiakning suvli eritmasi gurux reagentlari bo'lib xisoblanadi.

Kationlar kislota ishqoriy guruxlanishi bo'yicha 6 ta guruxga bo'linadi.

1)  $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{NH}_4^+$  - tuzlari suvda yaxshi eriydigan kationlar, gurux reagenti yo'q

2)  $\text{Ca}^{+2}$ ,  $\text{Sr}^{+2}$ ,  $\text{Ba}^{+2}$  - sulfatlari suvda va suyultirilgan kislotalarda erimaydigan kationlar, gurux reagenti  $\text{H}_2\text{SO}_4$

3)  $\text{Al}^{+3}$ ,  $\text{Cr}^{+3}$ ,  $\text{Cr}^{+6}$ ,  $\text{Zn}^{+2}$ ,  $\text{Sn}^{+2}$ ,  $\text{Sn}^{+4}$ ,  $\text{As}^{+3}$ ,  $\text{As}^{+5}$  - gidroksidlari ortiqcha ishqorda eriydigan kationlar, gurux reagenti  $\text{NaOH}$

4)  $\text{Mg}^{+2}$ ,  $\text{Mn}^{+2}$ ,  $\text{Bi}^{+3}$ ,  $\text{Fe}^{+3}$ ,  $\text{Fe}^{+2}$ ,  $\text{Sb}^{+3}$ ,  $\text{Sb}^{+5}$  - gidroksidlari ortiqcha ishqorlarda erimaydigan kationlar, gurux reagenti  $\text{NH}_4\text{OH}$  (ortiqcha miqdor)

5)  $\text{Cu}^{+2}$ ,  $\text{Cd}^{+2}$ ,  $\text{Co}^{+2}$ ,  $\text{Ni}^{+2}$ ,  $\text{Hg}^{+2}$  va boshqa gidroksidlari ortiqcha ammiakda eriydigan kationlar, gurux reagenti  $\text{NH}_4\text{OH}$

6)  $\text{Ag}^{+2}$ ,  $\text{Hg}_2^{+2}$ ,  $\text{Pb}^{+2}$  - xloridlari suvda va suyultirilgan kislotalarda erimaydigan kationlar, gurux reagenti  $\text{HCl}$

### **Mustahkamlash uchun savollar**

1. Analitik kimyoning metrologik asoslari deganda nimani tushunasiz?
2. Moddani analiz qilish qanday bosqichlarga bo'linadi?

3. Analiz usuli va sxemasi qanday tanlanadi?
4. Analitik o'lchash qanday amalga oshiriladi?
5. O'rtacha arifmetik qiymat qanday hisoblanadi?
6. Absolyut standart chetlanish qiymat qanday hisoblanadi?
7. Nisbiy standart chetlanish nima?
8. Ehtimollik chegarasi deganda nimani tushunasiz?
9. Student koeffitsientining mohiyatini tushuntirib bering.
10. Ishonchlilik chegarasi nima?

### **3-ma'ruza** **Analiz xatoliklari**

*Mashg'ulotning maqsadi: Miqdoriy analizdagi xatoliklarni, jumladan sistematik, tasodifiy va qo'pol xatolar hamda absolyut va nisbiy xatolar mohiyatini ochib berish.*

*Ta'lim metodi: Ko'rgazmali, informativ, ma'ruza, doska, proektor, jadvallar*

*Ta'lim shakli: Ommaviy, jamoada ishlash.*

*Ta'lim sharoitlariya: Talabalar guruhlari bilan hamkorlikda taqdimot o'tkazish imkoniyatini beradigan auditoriya.*

*Nazorat va baholash: Oraliq va yakuniy nazorat: og'zaki, yozma*

### **Ma'ruza rejasi**

#### **Tashkiliy qism.**

Miqdoriy analizdagi xatoliklar. Sistematik xatolar. Tasodifiy xatolar. Qo'pol xatolar. Absolyut va nisbiy xato

Miqdoriy analizdagi asosiy ishlatiladigan asbob tarozilar xisoblanib, tekshiriladigan moddaning miqdori uning og'irligiga nisbatan % larda ifodalanadi.

Miqdoriy analizning oldiga qo'yiladigan asosiy talablardan biri analizda Aniq natija olishdir. Buning uchun tarizida ttortishni juda aniq bajarilishi lozim. Asosiy ishlatiladigan asbob analitik tarozilab bo'lib, ular 100-200 g dan oshmaydigan turli jismlarni 0,0002 g (0,2 mg) aniqlikda tortishga imkon beradi.

Tarozining asosiy uismi arretir (tirgak) xisoblanadi. Tortishdan oldin arretirlanadi. CHang va xovoni tebranishi(xarakati), ishlovchining nafas olishiva chiuarishi va boshqa sho'nga o'xshash xodisalardan saqlanish uchun tarizini oynali shkafga urnatiladi.

Tarozini nolinchi nuqtasi.

Tarozini muvozanat nuqtasi.

Tarozini sezgirligi – taozi pallalariga yuk quyilganda muvozanat nuqtasini siljishi uancha katta bo'lsa sezgir bo'ladi.

tgα u sezgirligi.

P

Jismlarni xaqiqiy og'irligi bilan tortilgandagi og'irligi orasidai faru tarozining to'g'riligini ko'rsatadi.

Bior jismni uayta-uayta tortganda tortish natijalari orasidagi faru tarozining oniuligin ko'rsatadi. Miqdoriy analizda bu faru 0,0002 g dan oshmasligi lozim.

**Tortish.** Nolinchi nuqtani aniqlash va tortish.

### **Miqdoriy analizdagi xatolar**

Miqdoriy analizni bajarishda aniqlashlar uanchalik diuuat bilan o'tkazilsa ham, ba'zi bir xatolikka yo'l uuyiladi. SHularni xisobga olib xatolar 3 turga bulinadi:

1. Sistematik xatolar.
2. Tasodifiy xatolar.
3. Qo'pol xatolar.

1. **Sistemaik xatolar.** Kattaligi doimiy bo'lib, ma'lum uonuniyat bilan o'zgaradigan xatolar sistematik xatlar deyiladi. Ularniyuuotish uchun oldindan nazarda to'tish va tegishli tuzatishlarni kiritish mumkin. Ular 3 xil bo'ladi.

- a) metodik xatolar;
- b) ishlatiladigan asbob va reaktivlarga bog'lik bo'lgan xotolar;
- v) individual xatolar

**a) Metodik xatolar** qullaniladigan metodning xususiyatiga bog'liu bo'lib, quyidagilar natijasida kelib chiuishi muki:

- cho'kmaning to'liq tushmasligi;
- qizdirilganda cho'kmaning bir uismini uchib ketishi;
- cho'kmaning gigroskopikligi;
- asosiy reaksiyalar bilan birga uushimcha reaksiyalarni borishi.

Metodik xatolar miqdoriy analiz natijalariga jiddiy ta'sir uilishi mumkin.

**b) Ishlatiladigan asbob va uskunalarga bog'lik bo'lgan xatolar** uuyidagilar natijasida kelib chiuishi muki:

- tarozi elkalarining teng emasligi;
- tekshirilmagan toshlardan foydalanish;
- ishlatilayotgan shisha yoki chini idishlarni emirilishi;
- ulchov idishlarini Aniq tekshirilmaganligi.

**c) Individual xatolar** uuyidagilar natijasida kelib chiuishi muki:

- analizni bajaruvchining shaxsiy xususiyatlariga bog'liu bo'lishi mumkin(m: rangni xar xil ko'rish, rang o'zgarish paytini sezish, psixologik xatolar v ax.z.);

**2. Tasodifiy xatolar. Kelib chiuishi ma'lum uonuniyatga bo'yinsunmay, kattaligi va ishorasi noma'lum bo'lgan xatolar.**

Bu xatolarga analitikning o'ziga bog'liu bo'lmay, balki tashui faktorlarga bog'liu bo'lgan xatolar kiradi(shamol, temperaturaning o'zgarishi, tebranish, va x.z.).

YOki bu xatolar analitikning o'ziga bouliu bo'lib, uning pala-partish ishlashi natijasida kelib chiuishi mumkin:

- idishni og'zin ochiu uoldirish,
- eritmani sachrab ketishi,
- cho'kmani ozriu yoki ko'prou yuvishi,
- ukmani fil trdan stakanga To'la o'tkazmaslik,
- tortilayotgan modda bilan cho'kmani temperaturasini bir xilga keltirmaslik,
- cho'kmani etarli qizdirmaslik.

Tasodifiy xatolarni oldindan ko'ra bilish yoki ularga tuzatish kiritish mumkin emas.

Bunday xatolarni analizni diuuat bilan olib borish va kerakli aniqlashlar kiritish yo'li bilan odini olish mumkin.

### **3. Qo'pol xatolar.**

– tarozi toshlarini pallaga noto'g'ri uuyish,

- noto'g'ri xisoblashlar olib borish,

- eritmani yoki cho'kmani bir uismini tukib yuborish.

Ushbu xatolarni oldini olish uchun pallel analizlar olib boriladi.

### **Analiz natijalarini to'g'riligi va aniqligi.**

Sistematik xatolarni bo'lishi, analiz natijalarini ozmi ko'pmi tuuriligini ko'rsatadi. Sistematik xatolarni uiymati uanchalik kichik bo'lsa analiz natijasi shunchalik to'g'ri bo'ladi.

Tasodifiy xatolarni miqdori analiz natijalarini aniqligini ko'rsatadi. Parallel bajarilgan analiz natijalari bir biridan uanchalik kam faru uilsa, analiz shunchalik aniq bajarilgan bo'ladi. Analiz uanchalik aniqlik bajarilganligi bilan, uning to'g'riligini isbot uila olmaydi.

M: NaOH eritmasi HCl bilan titrlandi, bir necha marta sarf uilingan xlorid ktslota miqdori bir biriga yauin chiudi. Agar xlorid kislotani kontsentratsiyasi noto'g'ri bo'lsa, analiz natijasi barii bir noto'g'ri bo'lib chiuadi. Demak analiz Aniq bajarilgan lekin to'g'ri emas.

Sistematik xatolar bo'lmagandagina, analiz natijalarini Aniqligiga uarab, uning to'g'riligiga ishonish mumkin. Ammo aniqlikning ham ahamiyatiga ortiucha ishonib bo'lmaydi. Eng yaxshi analitik ham tasodifiy xatolarga yo'l uuyishi mumkin.

SHuning uchun ham xar qanday aniqlanadigan moddani kamida ikki marta torib olib, analizni bajarish keark(parellel aniqlash).

Ifodalash usullariga uarab xatolar ikkiga bulinadi. Absolyut xato va nisbiy xato.

1. Aniqlanayotgan kattalikni xaqiqiy miqdori bilan olingan natija o'rtasidagi faruni absolyut birliklarda ifodalangan uiymati absolyut xato deyiladi.

2. Absolyut xatoni aniqlanayotgan kattalikka nisbati nisbiy xato deyiladi va uni ko'pincha 100 ga ko'paytirib foizlarda xisoblanadi.

M: BaCl<sub>2</sub>·H<sub>2</sub>O da kristallizatsiya suvi yuuotilib, uning miqdori 14,70% ligini aniqladik. Kimyoviy formula bo'yicha xisoblasak 14,75% chiudi.

Demak nisbiy xato:  $14,70 - 14,75$  u  $0,05$

Absolyut xatoni aniqlanayotgan kattalikka nisbati nisbiy xato deyiladi va uni ko'pincha 100 ga ko'paytirib foizlarda xisoblanadi.

Demak u  $\frac{0,05}{14,75} \cdot 100$  u  $0,34\%$

### **Mustahkamlash uchun savollar**

1. Miqdoriy analizdagi qaysi xatoliklarni bilasiz?
2. Sistematik xato deb nimaga aytiladi?
3. Tasodifiy xato deb nimaga aytiladi?
4. Qo'pol xato nima?
5. Absolyut va nisbiy xatoga t'rif bering.

## 4-ma'ruza Namuna olish

*Mashg'ulotning maqsadi:* Analiz uchun o'rtacha namunani olishning usullarini o'rgatish, namunani analizga tayyorlash metodikasini tushuntirish, namunadagi namlikni aniqlash usullarini tushuntirish, miqdoriy analizning vazifalari, yutuqlarini bayon qilish, miqdoriy analizning boshqa fanlar bilan bog'langanligini ko'rsatish, atrof muhit ob'ektlarini analiz qilish usullarini o'rgatish, moddalarning miqdorini aniqlash metodlarini bayon qilish

*Ta'lim metodi:* Ko'rgazmali, informativ, ma'ruza, doska, proektor, jadvallar

*Ta'lim shakli:* Ommaviy, jamoada ishlash.

*Ta'lim sharoitlariya:* Talabalar guruhлари bilan hamkorlikda taqdimot o'tkazish imkoniyatini beradigan auditoriya.

*Nazorat va baholash:* Oraliq va yakuniy nazorat: og'zaki, yozma

### Ma'ruza rejasi

#### Tashkiliy qism.

Analiz uchun o'rtacha namunani olishning usullari. Namunani analizga tayyorlash. Namunadagi namlikni aniqlash. Miqdoriy analizning vazifalari, yutuqlari. Miqdoriy analizning boshqa fanlar bilan bog'langanligi. *Atrof muhit ob'ektlarini analiz qilish. Moddalarning miqdorini aniqlash metodlari.*

**1. Ajratib olish usulida** - aniqlanuvchi modda (masalan o'simlikning kuli) tahlil etiluvchi (dorivor o'simlik) dan miqdoran ya'ni to'liq ajratib olib aniq tortiladi. Tortimning qolgan tarkibiy qismlari kuydirib, cho'g'latib xaydaladi. Natija quyidagicha xisoblanadi.

#### 2. Xaydash usuli

$$\text{kulning \%} = \frac{m_{\text{kul}} \cdot 100}{m_{\text{torti}}}$$

**3. Bevosita xaydash usulida** namunadan xaydalga maxsulot tutqiga yutdirilib, tutqich massasini ortishiga ko'ra aniqlanuvchi moddaning miqdori xisoblanadi. Masalan uglevodorod tarkibidagi C va H miqdorini aniqlash uchun, namuna yondiriladi xosil bo'lgan N<sub>2</sub>O bug'i va SO<sub>2</sub> gazi kaltsiy xlorid va o'yuvchi natriy to'ldirilgan tutqichlarga yutdirib tortiladi.

Natija quyidagicha xisoblanadi.

$$\% \text{ H} = \frac{m_{(\text{H}_2\text{O})} M_{\text{H}} \cdot 100}{M_{\text{H}_2\text{O}} \cdot a}$$

$$m_{(\text{H}_2\text{O})} = m_2 - m_1$$

$$\% \text{ C} = \frac{m_{\text{CO}_2} M_{\text{C}} \cdot 100}{M_{\text{CO}_2} \cdot a}$$

$$m_{\text{CO}_2} = m_2 - m_1$$

a - tortimning massasi; m<sub>1</sub> va m<sub>2</sub> tutqichning avvalgi va keyingi massasi.

b) **Bavosita xaydash usulida** - aniqlanuvchi modda masalan kristallizatsion suv (yoki namlik) tortimdan batamom xaydalgach uning quruq qoldig'i tortiladi. Natija quyidagicha xisoblanadi.

$$\% \text{H}_2\text{O} = \frac{m_{\text{H}_2\text{O}} \cdot 100}{a}$$

Ajratib olish va xaydash usullari nisbatan sodda ammo ko'pincha aniqlanuvchi moddadagi S, P, Fe elementlarni xaydash usuli bilan sof xolda ajratib bo'lmaydi, bunday xollarda gravimetrik tahlilni murakabroq uchinchi ya'ni cho'ktirish usuli qo'llanadi.

Bu usulga muvofiq aniqlanuvchi element cho'ktiriladi va tortiluvchi shaklga o'tkazib, tortiladi

**Cho'ktirish usulida.** *Namunadagi aniqlanuvchi element kimyoviy reaksiyalar vositasida turg'un tarkibli kimyoviy birikma - tortiluvchi shaklga o'tkazib, tortiladi.*

Cho'ktirish usulida bajariladigan gravimetrik tahlil quyidagi amallardan iborat.

**I. O'rtacha namuna olish.** Namuna o'rtacha ko'rsatgichlik bo'lishi uchun unda aniqlanuvchi ob'ektning turli qismlari aks etishi kerak, buning uchun dorivor o'simlikni turli qismlari aks etgan 400-600g massadagi bosh namuna bir kvadrat metr satxga bir tekis yoyib to'rtidan ikki qismi olinadi va yana kvadrat xolida eyiladi. Kvartanlash (choraklash) deb ataladigan bu amal bosh namunaning massasi 2-2,5 gramni tashkil etguncha ya'ni laboratoriya namunasi xosil bo'lguncha davom etiriladi.

**II. Tajriba uchun kerakli tortim massasi  $a = B \cdot F$  formula asosida xisoblanadi.** Bu erda a - tortim massasi v - tortiladigan shakl massasi (kristall cho'kmalar uchun 0,5 g, amorf cho'kma uchun 0,1 g); F analitik omil - tortiluvchi shakldagi aniqlanuvchi element atom massasi ( $M_A$ )ni indeksiga ko'paytmasini tortiluvchi shakl molyar massasi ( $M_{A_mB_n}$ )ga nisbati

$$F_{A_mB_n} = \frac{m M_A}{M_{(A_mB_n)}} \quad \text{misol } F_{\text{Fe}_2\text{O}_3} = \frac{2 \cdot 56}{160}$$

Namunada aniqlanuvchi (A) elementning taqribiy foiz miqdori (%A) ma'lum bo'lsa tortim (a)

$$a = b \cdot F \cdot 100 / \%A$$

formula asosida xisoblanadi.

### Mustahkamlash uchun savollar

1. Analizning asosiy bosqichlarini sanab bering.

2. Gomogen va geterogen sistemalardan analiz uchun o'rtacha namuna qanday olinadi?
3. Namuna kislotalarda va asoslarda erimasa, qanday qilib eriydigan holatga keltiriladi? Tushuntirib bering.
4. Miqdoriy analiz va uning ahamiyati.
5. Miqdoriy analiz qaysi sohalarda qo'llaniladi?
6. Miqdoriy analiz analiz qilinuvchi modda miqdoriga qarab qanday turlarga bo'linadi?
7. Kimyoviy analiz metodlari fizikaviy metodlardan qanday farqlanadi?
8. Fizikaviy metodlarning sezgirligi qanday?
9. Miqdoriy analiz qanday metodlarga bo'linadi?
10. Kimyoviy metodlarga analizning qaysi xillari kiradi?
11. Titrlashda ekvivalent nuqta deb nimaga aytiladi?
12. Faza analizi nima? Misollar keltiring.
13. Analiz bajarilish vaqtiga qarab nechaga bo'linadi? Ekspress analiz, to'la analiz, qisman analiz nima?



## 5-ma'ruza

### Kimyoviy muvozanatning asosiy turlari

*Mashg'ulotning maqsadi:* Kimyoviy muvozanatning asosiy turlari, elektrolitlarning eritmadagi aktivligini, aktivlik koeffitsienti bilan ion kuchi orasidagi bog'lanish, Debay-Gyukkel qonunlar, massalar ta'siri qonuni haqida tasavvurlar hosil qilish, talabalar bilimini rivojlantirish. Kimyoviy muvozanatdagi kislota-asosli reaksiyalar, suvli eritmalarda kislota va asoslarning elektrolitik dissotsiatsiyasi, arrenius nazariyasi, kuchli va kuchsiz asos eritmaları pH ini aniqlash, haqida talabalar bilimini rivojlantirish

*Ta'lim metodi* Ko'rgazmali, informativ, ma'ruza, doska, proektor, jadvallar

*Ta'lim shakli* Ommaviy, jamoada ishlash.

*Ta'lim sharoitlariya* Talabalar guruhlari bilan hamkorlikda taqdimot o'tkazish imkoniyatini beradigan auditoriya.

*Nazorat va baholash* Oraliq va yakuniy nazorat: og'zaki, yozma

### Ma'ruza rejasi

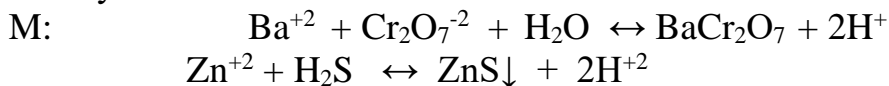
#### **Tashkiliy qism.**

Analitik kimyoda muvozanatning asosiy turlari: kislota-asosli muvozanat, kompleks hosil qilish, oksidlanish-qaytarilish, cho'ktirish, ekstraksiya, sorbsiya. Analitik va muvozanat konsentratsiya. Elektrostatik kuchlarning elektrolit tabiatiga va reaksiya qobiliyatga ta'siri. Aktivlik, aktivlik koeffitsienti. Eritmaning ion kuchi. Aktivlik koeffitsientlarini ion kuchi turlicha bo'lgan eritmalar uchun hisoblash. Chekli va kengaytirilgan Debay va Gyukkel qonunlari. Moddaning standart holatdagi aktivligi. Kimyoviy reaksiya tezligi va unga ta'sir etuvchi omillar. Muvozanat konstantalari (termodinamik, konsentratsion va shartli) ular orasidagi bog'liqlik. Har bir turdagi muvozanat konstantasiga ta'sir etuvchi omillar.

*Kislota-asosli reaksiyalar.* Kislota va asoslar haqida hozirgi zamon tushunchalari. Brensted-Louri nazariyasi. Asosli va kislotali konstantalari. Har xil ko'rinishdagi protolitik eritmalarda pHini hisoblash. Protolit kuchiga ta'sir etuvchi omillar. Induksion (ichki molekulyar vodorod bog'lanish) effekt, dielektrik domiysi (molekulalararo vodorod bog'lanish). Ionlanish va dissotsilanish. Erituvchi va uning avtoprotoliz konstantasi bilan bog'liqligi. Erituvchilarning kislota-asos xossasi bo'yicha klassifikatsiyasi: aprotonli, protogenli, protofilli. Lion va liat ionlar. Lyuisning elektron nazariyasi nuqtai nazaridan kislota va asos tushunchalari. Bufer eritmalar va ularning xossalari. Bufer sig'imi. Bufer sistemalarda pH ni hisoblash.

Massalar ta'siri qonuni analitik kimyoda sifat analizining nazariy asoslarini tashkil qiladi.

Bir vaqtning o'zida bir biriga qarama-qarshi yo'nalishda boradigan reaksiyalar qaytar reaksiyalar deb ataladi. Analitik reaksiyalarning ko'pchilligi qaytar reaksiyalardir.



$\leftrightarrow$ belgi qo'yiladi,  $\rightarrow$  - chapdan o'nga boradigan to'g'ri reaksiyaning yo'nalishi;

$\leftarrow$  - o'ngdan chapga boradigan teskari reaksiyaning yo'nalishi;

Reaksiyaga kirishayotgan moddalar konsentratsiyasining vaqt birligi ichida o'zgarishi kimyoviy reaksiyaning tezligi deb ataladi. Reaksiyaga kirishayotgan moddalar konsentratsiyasi qancha ko'p bo'lsa ionlar shuncha ko'p to'qnashadi.

M:  $A + V \leftrightarrow S + D$  bu erda to'g'ri reaksiyaning tezligi A va V moddalarining konsentratsiyasiga to'g'ri proporsionaldir. Agar V – reaksiya tezligi va reaksiyaga kirishayotgan moddalar konsentratsiyasini [ ] deb belgilasak :

$V_1 = K_1[A][B]$ ;  $V_2 = K_2[C][D]$ , va  $K_1, K_2$  – tezlik konstantasi bo'lsa ma'lum vaqt utgandan so'ng ikkala reaksiya tenglashadi, ya'ni:

$$V_1 = V_2 \text{ bo'lganda } V_1 = \frac{[C][D]}{K_1}; \quad \frac{K_1}{K_2} = \frac{[C][D]}{[A][B]}$$

$$\frac{K_1}{K_2} = K_{\text{bo'ladi}} \quad K = \frac{[C][D]}{[A][B]}$$

Ikkala to'g'ri va teskari reaksiyaning tezligi teng bo'lganda kimyoviy muvozanat yuzaga keladi.

Demak : Reaksiyaga kirishayotgan moddalar sistemasida to'g'ri va teskari reaksiyalar tezligini tenglashishi kimyoviy muvozanat deb ataladi.

Bu erda reaksiya xuddi tuxtab kolganga o'xshaydi, aslida xarakatda bo'ladi va xarakatdagi muvozanat deyiladi.

Agarda reaksiyada uchta modda qatnashayotgan bo'lsa:

$$A + B + E \leftrightarrow C + D \text{ bo'lsa, muvozanat konstantasi:}$$
$$K = \frac{[C][D]}{[A][B][E]} \text{ bo'ladi}$$

Agar V va E lar bir xil bo'lsa  $A + 2B \leftrightarrow C + D$

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

yoki umumiy xolda  $aA + vB = sC + dD$

$$K = \frac{[C]^s [D]^d}{[A]^a [B]^v} \text{ xolda yoziladi}$$

Ushbu reaksiya massalar ta'siri qonunining matematik ifodasi bo'lib, quyidagicha ta'riflanadi:

Kimyoviy reaksiyada muvozanat vujudga kelganda, reaksiya natijasida xosil bo'lgan moddalar konsentratsiyalarining ko'paytmasi, reaksiyaga kirishayotgan moddalar konsentratsiyalarining ko'paytmasiga nisbati o'zgarmas temperaturada shu reaksiya uchun o'zgarmas son bo'lib, muvozanat konstantasi deyiladi.

Bunda xar qaysi modda konsentratsiyasini stexiometrik koeffitsientlariga teng darajaga kutarish kerak. Buni fizikaviy ma'nosi shundan iboratki, bu nisbatda konsentratsiyalari teng bo'lganda, to'g'ri reaksiyani tezligi teskari reaksiyaning tezligidan qancha kattaligini ko'rsatadi. Agar:

$K < 1$  teskari reaksiya tez borayotgan

$K > 1$  to'g'ri reaksiya tez borayotgan

$K = 1$  da reaksiya muvozanatda bo'lib reaksiya qaytar bo'ladi.

A va V moddalarning konsentratsiyalari qanday bo'lishidan kat'iy nazar  $[C]^s [D]^d$  nisbat  $t = \text{const}$  bo'ladi  $[A]^a [B]^v$

M:  $\text{CO} + \text{H}_2\text{O} \leftrightarrow \text{CO}_2 + \text{H}_2$  reaksiyasida muvozanat qaror topganda sistemaga suv bug'i ( $\text{H}_2\text{O}$ ) qo'shilsa reaksiya o'nga siljiydi. Reaksiyada  $K$  ning yangi qiymati xosil bo'lib, u muvozanatga kelgo'nga qadar davom etadi, reaksiyaga  $\text{CO}$  yoki  $\text{H}_2\text{O}$  ni qo'shilishi kimyoviy muvozanatni chapga siljitadi. Demak qo'shilgan modda qaysi reaksiyada sarflansa, xar doim shu reaksiyaning tezligi ortadi.

Sifat analizida reaksiyalar asosan suvli eritmalarda olib borilganligi uchun, eritmalarda elektrolitlar qanday ionlarga ajralganligini to'liq bilish kearak. Buning uchun dissotsilanish darajasini bilish kerak.

Eritilgan elektrlitning umumiy miqdoridan qancha qismi ionlarga ajralganligini ko'rsatuvchi son elektrolitik dissotsilanish darajasi deyiladi va  $\alpha$  bilan belgilanadi. M:  $\text{CH}_3\text{COOH}$  ning 0,1 n. eritmasida  $\alpha = 0,0419$  degani

Bunda umumiy eritilgan ionlardan 4,19 % ionlarga ajralgan va 95,1 % ionlarga ajralmagan bo'ladi.  $\alpha$  xar xil usullar bilan masalan eritmaning elektr o'tkazuvchanligi, muzlash temperaturasining pasayishi va boshqa ko'rsatkichlar bilan aniqlanadi. Lekin xar xil usullar bilan aniqlangan  $\alpha$  ining qiymati bir- biriga juda yakin bo'ladi.

Arrenius o'zining klassik nazariyasida ionlarning konsentratsiyasini o'zgarishi bilan ularning xarakati o'zgarmaydi deb tushuntiradi. Biroq bu erda u erigan moddanig suv bilan o'zaro ta'sirini xisobga olmagan. Mendeleev bo'lsa bu ta'sirni ko'rsatib berdi.

I. Kablukov esa suvdagi eritmalarda erkin ionlar bo'lmay, balki gidratlangan ionlar bo'lishini ko'rsatdi. Elektrolitlarning ionlanish darajasi tegishli moddaning aktivligini ko'rsatgani uchun juda katta ahamiyatga egadir. Buni to'g'riligini quyidagi faktorlardan bilish mumkin.

1n.  $\text{HCl}$  va  $\text{CH}_3\text{COOH}$  eritmalarini elektr elektr o'tkazuvchanligini aniqlaganda  $\text{HCl}$  kuchli ionlangan bo'lib,  $\text{CH}_3\text{COOH}$  faqat 0,42 % ionlanadi xolos. Agar shu eritmalariga bir xil  $\text{Zn}$  bo'lakchalari tashlansa,  $\text{HCl}$  eritmasidan vodorod gazi shiddatdli ajralib chiqadi,  $\text{CH}_3\text{COOH}$  juda sekin ajralib chiqadi. Xaqiqatan ham  $\text{HCl}$  eritmasida eriydigan va  $\text{CH}_3\text{COOH}$  eritmasida erimaydigan moddalar bor.

Kuchli kislotalar:  $\text{HCl}$ ,  $\text{HBr}$ ,  $\text{HJ}$ ,  $\text{H}_2\text{SO}_4$ ,  $\text{HNO}_3$

O'rta kuchli kislotalar:  $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$ ,  $\text{H}_2\text{PO}_3$ ,  $\text{H}_2\text{SO}_3$ ,  $\text{HF}$

Kuchsiz kislotalar:  $\text{H}_2\text{CO}_3$ ,  $\text{CH}_3\text{COOH}$ ,  $\text{H}_2\text{S}$ ,  $\text{HCN}$

Kislotalarga o'xshab ishqorlar ham, ularning kuchlari eritmalarida  $\text{OH}^-$  ionlarini ajratishlariga qarab aniqlanadi:  $\text{KOH}$ ,  $\text{NaOH}$  kuchli,  $\text{NH}_4\text{OH}$  kuchsiz va x.z.

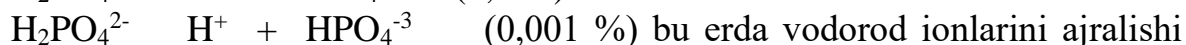
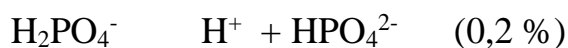
$\text{NH}_4\text{OH}$  eritmasida quyidagicha dissotsilanadi:



Bu erda reaksiya ko'proq (2)tenglama bo'yicha ketadi.

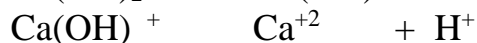
Ikki va ko'p negizli kislotalar bosqichli dissitsilanadi.





bu erda vodorod ionlarini ajralishi birinchi bosqichda juda yuqori bo'ladi, chunki  $\text{H}^+$  ionlarini gidrooksid ionidan ajralishi molekuladan ajralishiga nisbatan juda qiyin.

Bu xolat ko'p negizli asoslarda ham kuzatiladi:



Demak ushbu nazariyaga muvofiq kuchli elektrolitlarga kuchli kislotalar, kuchli asoslar va deyarli barcha eriydigan tuzlar kiradi. Kuchsiz asos, kuchsiz kislota, suv,  $\text{HgCl}_2$ ,  $\text{Hg(CN)}_2$  kabi ba'zi qiyin eriydigan tuzlar kuchsiz elektrolitlardir.

Kuchsiz elektrolitlarning ionlanish konstantalari. Kuchsiz elektrolitlarni  $\text{CH}_3\text{COOH}$  misolida qo'rib chiqamiz. Bu kislotaning ionlanishiga sabab uning molekularini suv molekulari tomonidan tortishishi sabab bo'ladi. Chunki suv molekulari nosimmetrik tuzilgan bo'lib, elektr og'irlik markazi bir (.)da emas. Bunday molekular dipollar deyiladi.

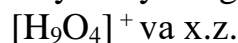
Og'irlik markazlari bir nuqtada bo'lmagan molekular dipollar deyiladi. Bu erda (-) va (+) elektr miqdorlari o'zaro teng bo'lsa ham ularni o'rab turgan zarrachalarni tortadi. (-) kutb (+) kutubni tortishi natijasida o'zaro elektrostatik tortishish kuchi paydo bo'lib, uning ion bog'lanishini zaiflashtiradi va ajratadi.

Ionlanish natijasida ionlarning o'zi emas, balki ularning erituvchi molekulari bilan xosil bo'ladigan birikmalar ionlarning solvatlari deyiladi, agar erituvchi suv bo'lsa ular gidratlar deyiladi.

Aslida suvda  $\text{H}^+$  (proton) ioni ham erkin xolatda bo'lmay balki u  $\text{H}_2\text{O}$  molekulari bilan birikib:

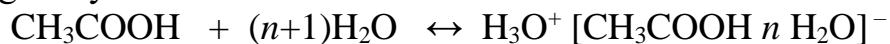


Keyin u yana gidralanishi mumkin:



Agarda  $\text{CH}_3\text{COOH}$  molekularini shunday gidratlanishini qo'rib chiksak:

$\text{CH}_3\text{COOH}$  gidrooksoniy ioni  $\text{CH}_3\text{COO}^-$  ioni gidrati molekulari gidrati  $\text{CH}_3\text{COOH}$  molekularini  $\text{H}_2\text{O}$  molekulari bilan bilan gidratlanish tenglamasini quyidagicha yozish mumkin:



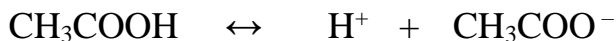
Demak kislota xossalarini tashuvchi bu  $\text{H}^+$  ioni bo'lmagan, uning gidrati gidrooksoniy  $\text{H}_3\text{O}^+$  ionidir. Lekin biz kimyoviy reaksiyalarni soddalashtirish uchun  $\text{H}^+$  deb yozib ketaveramiz.

Dissotsilanish (yoki ionlanish)ni faqat fizikaviy protsess deb qaramay, balki eruvchi modda bilan erituvchining o'zaro ta'siri natijasida gidratlar yoki solvatlar xosil bo'ladigan kimyoviy protsess deb tushinish kerakligini birinchi marta eritmalarning gidratlar nazariyasiga asos solgan D.I.Mendelev tomonidan 1887 yilda asoslangan.

S.Arrenius tomonidan elektrolitik dissotsilanish nazariyasi yaratilgandan so'ng, elektrolitlar eritilganda ionlar gidratlanadi degan fikr tajribada isbotlandi va bu ikkala nazariya birlashtirildi

Elektrolit molekularining ionlanish protsessi qaytar protsessdir. Qarama-qarshi zaryadlangan ionlarning solvatlari eritmada o'zaro to'qnashib, hamda ular

xar xil ishorali bo'lgani uchun tortishib, yana o'zaro birikishi va molekular solvatini xosil qilishi mumkin. Bunda gidratlar xosil kiluvchi suv molekulasini xisobga olmasdan CH<sub>3</sub>COOH ning ionlanish protsessini quyidagi soddalashtirilgan tenglama bilan ifodalash mumkin:



Agar Ushbu tenglamaga massalar ta'siri qonunini qo'llasak:

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

$C_k$  - kation konts.yasi  
 $C_a$  - anion konts.yasi  
 $C_m$  - molekula konts.yasi

Umumiy xolda:  $\frac{C_k \cdot C_a}{C_m} = K$  –elektrolitning ionlanish

konstantasi deyiladi

Bu erda K – elektrolitning ionlanishga moyilligining ulchovidir.

K –qancha kata bo'lsa  $S_k$  va  $S_a$  shuncha kuchli ionlangan bo'ladi.

CH<sub>3</sub>COOH da kislota konsentratsiyasi  $C_m$  bo'lsa, ionga ajralgan molekular soni  $S_\alpha$  - bo'lsa,

$$C_k = C_a = C\alpha \text{ bo'ladi} \quad C_m = C - C\alpha$$

Endi bo'larni o'rniga kuysak:  $\frac{C\alpha \cdot C\alpha}{C - C\alpha} = K$  yoki  $C - C\alpha = \frac{C\alpha^2}{K}$

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

Bu tenglama Ostvaldning suyultirish qonunining matematik ifodasi bo'lib, u kuchsiz elektrolitlarning ionlanish darajasi bilan ularni konsentratsiyasi o'rtasidagi bog'lanishni ifodalaydi.

Agar elektrolit juda kuchsiz bo'lib, kam ionlangan bo'lsa  $\alpha$  juda kichik bo'lsa,  $1 - \alpha \approx 1$  bo'ladi va bu tenglamamiz:

$$C\alpha^2 = K \text{ va } \alpha^2 = \frac{K}{C}$$

Demak eritma qanchalik suyultirilsa uning ionlanish darajasi ortib borar ekan.

Konts.ya $C_{\text{molg}^{-1}}$	Ionlanish darajasi $\alpha$	$\frac{C\alpha^2}{C(1-\alpha)} = K$
0,2	0,0095	$1,83 \cdot 10^{-5}$
0,1	0,0136	$1,88 \cdot 10^{-5}$
0,01	0,0419	$1,83 \cdot 10^{-5}$
0,005	0,0585	$1,82 \cdot 10^{-5}$
Kamayib boradi	Ortib boradi	Deyarli o'zgarmaydi

Massalar ta'siri qonunining mohiyati ham dissotsilanish konstantasi (K) ning qiymati eritmaning konsentratsiyasiga bog'liq emasligidadir.

Kuchsiz elektrolitlar eritmasida ionlar bilan ionlanmagan molekular o'rtasida muvozanat qaror topadi va bu muvozanat elektrolitlarni tabiatini belgilaydi.

Ikki va ko'p negizli kislotalar eritmasida, ularni xar xil ionlanish bosqichiga to'g'ri keladigan bir necha muvozanat bo'ladi.



Bundan foydalanib C va  $\alpha$  ni topishimiz mumkin

Misol: 0,1 n.  $NH_4OH$  eritmasidagi ionlanish darajasini toping.

$$K = 1,76 \cdot 10^{-5}$$



$$[NH_4^+] = [OH^-] = C\alpha^2; \quad \alpha = \frac{\sqrt{1,76 \cdot 10^{-5}}}{0,1(0,1)} = 1,33 \cdot 10^{-2} \text{ yoki } 1,33\%$$

Massalar ta'siri qonuniga ko'ra reaksiyaga kirishuvchi moddalardan birini konsentratsiyasini o'zgartirish bilan muvozanatni biror tomonga siljitish mumkin. (Le Shatel'e printsiipi)

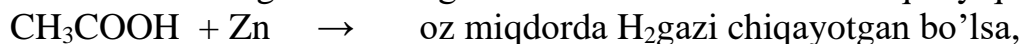
Agar :



$$KCH_3COOH = \frac{[CH_3COO^-] \cdot [H^+]}{[CH_3COOH]} = 1,74 \cdot 10^{-5}$$

Muvozanatda turgan sistemaga bir ismli ion kiritsak:

M:  $CH_3COO^-$  kiritsak u  $H^+$  ionlari bilan birikib  $CH_3COOH$  molekulasini xosil qiladi. Eritmada  $H^+$  ionlari kamayib sistema yana ham kuchsiz elektrolit bo'lib koladi. M: Sirka kislotasiga rux metali tashlansa oz-oz vodorod ajralib chiqayotgan bo'lsa bir ismli ion kiritilgandan so'ng vodorod ionlari umuman chiqmay qoladi.



Misol:  $NH_4OH$  – kuchsiz elektrolit,  $OH^-$  ta'sirida f.f bilan to'q qizil rang beradi, agar eritmaga  $CH_3COONH_4$  qo'shilsa, f.f bilan och qizil rang beradi, bu  $OH^-$  ionlarini kamayganligini bildiradi.

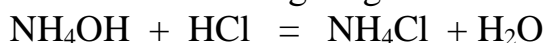
Eritmaga bir ismli ioni bor elktrolit kiritilganda shu eritmadagi biror ion konsentratsiyasining juda kamayib ketish xodisalaridan analizda keng foydalaniladi.

Kuchsiz elektrolitlarning ionlanish muvozanatini eritmadagi ionlardan birini konsentrayiyasini faqat orttirish bilan emas, balki kamaytirish bilan ham siljitish mumkin.

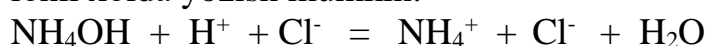
M:  $NH_4OH = NH_4^+ + OH^-$  agar ushbu sistemaga kislota qo'shilsa:  $H_4^+ + OH^- = H_2O$  xosil bo'lishi, ammoniy ionlarini kamayishi va yana xosil bo'lishi natijasida muvozanat siljiydi.

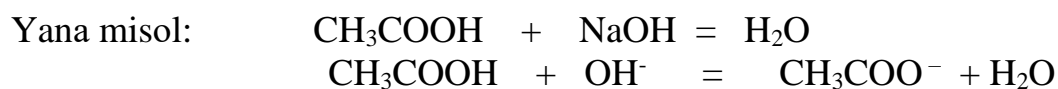
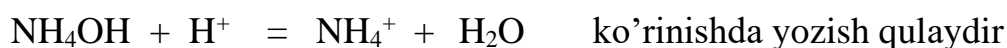
Demak kimyoviy muvozanatda turgan moddalardan birini o'zaro ta'sir sferasidan yo'qotish bilan shu muvozanatni yangi miqdorini xosil qiladigan reaksiya tezligini orttirish mumkin.

Reaksiyalar doimo ionlar o'rtasida bo'lganligi uchun ushbu tenglamani



ionli xolda yozish mumkin:





Demak ionli tenglamalarni keltirib chiqarishda eritmadagi hamma kuchli elektrolitlar formulasini ionli ko'rinishda yozish kerak, kuchsiz elektrolitlar, shuningdek cho'kma tushadigan yoki gaz xolida ajralib chiqadigan, qiyin eruvchan moddalarni molekula ko'rinishida yozish lozim, o'zgarishga uchramaydigan ionlarni tushirib qoldirish kerak.

Kuchli elektrolitlarni eritmadagi xolati. Kuchsiz elektrolitlarni ionlanishi kimyoviy muvozanatga olib keladi, va ma'lum qonuniyat bilan xarakterlansa, tajribalarni ko'rsatishicha kuchli elektrolitlarning ionlanishi massalar ta'siri qonuniga bo'ysunmaydi.

Agar biror kuchli elektrolit uchun  $\alpha$  ni aniqlab, xar xil konsentratsiyalarini olsak, ularni qiymati xar xil bo'ladi.

$C \cdot \alpha^2 / 1 - \alpha = K$  ga qo'ysak:

Konts.ya $C_{\text{mol/l}}$	Ionlanish darajasi, $\alpha$	$K = C \cdot \alpha^2 / 1 - \alpha$
2,0	0,712	3,52
1,0	0,756	2,34
0,5	0,788	1,46
0,1	0,862	0,53
0,01	0,982	0,15

Kuchli elektrolitlarning kuchsiz elektrolitlardan farqi shundaki, kuchli elektrolitlarning dissotsiyalanish konstantasi bo'lmaydi.

Ko'p vaqtgacha Arreniusning klassik nazariyasi bilan kuchli elektrolitlar xolatini tushuntirib bo'lmadi. 1923 yilda Debay va Gyukkel tomonidan kiritilgan kuchli elektrolitlar nazariyasi bu elektrolitlarni tabiatini tushuntirib berdi.

Bu nazariyaga asosan kuchli elektrolitlar kuchsiz elektrolitlardan farq qilib, eritmada to'liq ionlangan bo'ladi, optik va spektr usullarda tekshirib ko'rilganda eritmada ionlanmagan molekulalar yo'qligi, ular qattiq xolda molekulyar kristall panjara xolda emas, balki ionli kristall panjara xolda bo'lishi aniqlandi.

Elektrolitlarni ionlanish darajasi odatda eritmaning elektr o'tkazuvchanligiga qarab aniqlanadi. Eritmaning elektr o'tkazuvchanligi faqat  $\alpha$  ga emas, balki ionlar xarakatining tezligiga ham bog'liqdir, ionlar qancha ko'p xarakat qilsa, shuncha ko'p elektr tashiydi.

Arrenius nazariyasida ionlar xarakatining tezligi ionlar tabiatiga bog'liq bo'lib, eritmaning konsentratsiyasiga bog'liq emas deb karaladi. Shuning uchun eritmalar suyultirilganda ekvivalent elektr o'tkazuvchanlikning ortish effektini bu nazariya faqat dissotsiyalanish darajasining ortishi xisobiga bo'ladi deb tushuntiradi.

Lekin bu – kuchli elektrolitlar uchun konsentratsiyaga bog'liq emas deyish qiyin. Chunki ionlar qancha bir biriga yaqin bo'lsa, shuncha tez to'qnashadi. Ular

orasidagi elektrostatik tortishish kuchlari ta'siri esa ionlar xarakati tezligini kamayishiga sabab bo'ladi va ionlar qanchalik bir biriga yaqin bo'lsa (konts.yasi qanchalik yuqori bo'lsa), ularning ta'siri shuncha kuchli bo'ladi. Ionlar atmosferasi xosil bo'ladi. Agar sistemaga tok ulansa bu simmetriya buziladi.

Shunday qilib, eritmaning elektr utazuvchanligi asosida xisoblab topilgan  $\alpha$  ning qiymati kuchli elektrlitlar uchun xaqiqiy ionlanish darajasi bo'lmay, balki tajribada aniqlangan ionlanish darajasidir.

Bu xolda  $\alpha$  ning qiymati ionlararo kuchlarning ta'siri natijasida eritmada tegishli elektrolitning go'yo hamma molekulalari emas, balki ularni  $\alpha$  ga teng qismigina ionlarga ajralganda shu elektrolitni tok o'tkazishini qanday ekanligini ko'rsatadi. Tajribada elektrolitlar 100 % ionlanmaydi. Shuning uchun eritmada ionlanmagan molekulalar ham bo'lib, ularni miqdori Arrenius nazariyasidagi miqdordan juda kam farq qilgan bo'lib, eritmaning xossasiga sezilarli ta'sir ko'rsatmaydi, lekin soddalashtirish maqsadida biz xar doim kuchli elektrolitlar 100 % dissotsilanadi deb xisoblaymiz.

### Mustahkamlash uchun savollar

1. Analitik va muvozanat kontsentratsiyalar orasidagi farq nimadan iborat bo'ladi?
2. Termodinamik muvozanat konstantasi qanday omillarga bog'liq?
3. Kontsentratsion muvozanat konstantasi qanday omillarga bog'liq?
4. Shartli muvozanat konstantasi qanday omillarga bog'liq?
5. Termodinamik va shartli muvozanat konstantalari orasida qanday bog'lanish mavjud? Javobingizni asoslang.
6. Nima sababdan kontsentratsion va shartli muvozanat konstantalari ma'lumotnomalarda berilmaydi?
7. Termodinamik muvozanat konstantasini qanday usullar yordamida aniqlash mumkin?
8. Murakkab reaksiyalarning termodinamik muvozanat konstantasi qanday hisoblanadi?
9. S. Arrenius qanday gipotezani olg'a surdi?
10. Arrenius nazariyasining kamchiliklari nimalardan iborat edi?
11. Qanday moddalar ionoforlar va qanday moddalar ionogenlar deyiladi?

Misollar asosida tushuntiring.

12. Elektrolit kuchi va xarakterini nima belgilaydi?
13. Protolitik nazariyaning asoschilari kimlar?
14. Elektrolitik dissotsiatsiya nazariyasini qanday eritmalar uchun qo'llash mumkin?
15. Kislota va asoslarning bog'langan juftiga misollar keltiring va ularni izohlang.
16. Har doim nechta bog'langan juftning reaksiyasi amalga oshadi?
17. Oksalat va fosfat kislotalarning material balansi va eritmalarining elektroneytralligi tenglamalarini yozing.
  - a) 0,03 M HNO<sub>3</sub> va b) 0,002 M KOH eritmalarining pH ini shisoblang.



## 6-ma'ruza Aktivlik

*Mashg'ulotning maqsadi:* Aktivlik, aktivlik koeffitsienta. Eritmaning ion kuchi. Chekli va kengaytirilgan Debay va Gyukkel qonunlari. Moddaning standart xolatdagi aktivligi. Kuchli elektrolitlar nazariyasining asosiy tushunchalari. Umumiy va faol konsentratsiya. Eritmaning ion kuchi, ionlarning fa'ollik koeffitsienti. Muvozanat konstantalari (termodinamik, konsentratsion va shartli) ular orasidagi bog'likdik haqida talabalar bilimini rivojlantirish

*Ta'lim metodi* Ko'rgazmali, informativ, ma'ruza, doska, proektor, jadvallar

*Ta'lim shakli* Ommaviy, jamoada ishlash.

*Ta'lim sharoitlariya* Talabalar guruhlari bilan hamkorlikda taqdimot o'tkazish imkoniyatini beradigan auditoriya.

*Nazorat va baholash* Oraliq va yakuniy nazorat: og'zaki, yozma

### Ma'ruza rejasi

#### Tashkiliy qism.

Aktivlik, aktivlik koeffitsienta. Eritmaning ion kuchi. Chekli va kengaytirilgan Debay va Gyukkel qonunlari. Moddaning standart xolatdagi aktivligi. Muvozanat konstantalari (termodinamik, konsentratsion va shartli) ular orasidagi bog'likdik.

Kuchli elektrolitlarni konsentrik eritmalarida ionlar, ko'pligi sababli, bir birini xarakatchanligini kamaytiradi. Shuning uchun eritmadagi xarakatchan (fa'ol) ionlar konsentratsiyasi kuchli elektrolitning umumiy konsentratsiyasidan doimo kam bo'ladi.

Kuchli elektrolit eritmasidagi ionlarni, fa'ol ya'ni, samarali konsentratsiyasi **fa'ollik** deb ataladi va (a) harfi bilan belgilanadi. Demak  $a < c$

Fa'ollikni (a) umumiy konsentratsiya (s)ga nisbati – **fa'ollik koeffitsienti** deb ataladi  $f = a/c < 1$ .

Ion fa'olligini, o'z elektrolitidan tashqari, begona kuchli elektrolit ionlari xam pasaytiradi. Eritmadagi barcha ionlarni fa'ollikga ta'sirini xisobga olish uchun **ion kuchi** tushunchasi kiritilgan. Eritmaning ion kuchi qancha yuqori bo'lsa undagi ionlar fa'olligi shunchali past bo'ladi.

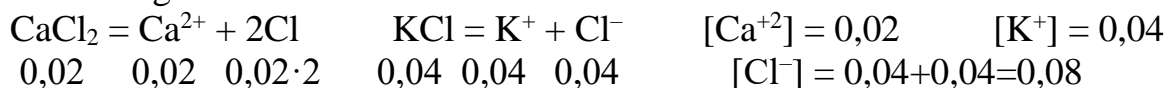
$$J_k = 1/2 \sum C_i Z_i^2$$

*Ta'rif:* Ionlar konsentratsiyalarini ( $C_i$ ) ular zaryadining kvadratiga ( $Z_i^2$ ) ko'paytmalari yig'indisining ( $\sum$ ) yarmi (1/2) eritmaning ion kuchi deb ataladi

*Misol:* (S) konsentratsiyalik  $AlCl_3$  eritmasini  $J_k$  ?

$$J_k = \frac{1}{2} (C * 3^2 + 3C * 1^2) = 6C$$

*1-Masala:* Aralashmadagi konsentratsiyalari 0,02 va 0,04m bo'lgan  $CaCl_2$  va  $KCl$  eritmaning ion kuchi xisoblansin



$$J_k = \frac{1}{2} \sum C_i Z_i^2 = \frac{1}{2} (0,02 * 2^2 + 0,04 * 1^2 + 0,08 * 1^2) = 0,2 / 2 = 0,1 \text{ mol/l}$$

Eritmani ion kuchiga unda erigan elektrolitning dissotsiatsiya darajasi, konsentratsiyasi, ionlar zaryadi ta'sir etadi.

1923 y Debay va Xyukkel tomonidan **fa'ollik koeffitsienti (f)-ni ion kuchi  $J_k$  bilan bog'lovchi** tenglama ishlab chiqilgan.

1)  $J_k = 0,005 - 0,01 \text{ mol/l}$  bo'lgan suyultirilgan eritmalarda uchun

$$-\lg f = 0,5 Z^2 \sqrt{J_k}$$

2)  $J_k = 0,01 - 0,2$  bo'lgan konsentrlangan eritmalar uchun

$$-\lg f = 0,5 Z^2 \frac{\sqrt{J_k}}{1 + \sqrt{J_k}}$$

**2-Masala:** Yuqorida keltirilgan aralashmadagi  $\text{Ca}^+$  ionini fa'olligini xisoblang

$$-\lg f_{ca} = 0,5 * 2^2 \frac{\sqrt{0,1}}{1 + \sqrt{0,1}} = 0,482 \quad f = 10^{-0,482} = 10^{-1} * 10^{+0,518} = 0,33$$

$$a = f * c = 0,33 * 0,02 = 0,0066$$

Demak samarali konsentratsiya (a) umumiy konsentratsiya (c)ga nisbatan  $C_{\text{Ca}^+} * a_{\text{Ca}^+} = 0,02 / 0,0066 = 3$  marta kamaygan.

Kuchli elektrolitlarni juda suyultirilgan eritmaları yoki kuchsiz elektrolit eritmalarida  $\alpha < 3\%$   $a \rightarrow c$  yaqinlashadi va  $a/c = f \rightarrow 1$ . Barcha qolgan xolatlarda

$f < 1$ ,  $a < c$ . Fa'olliklarda ifodalangan muvozanat doimiysi  $K_M = \frac{a_A^m * a_B^n}{a_C^x * a_D^y}$  – aniqroq

bo'lib, termodinamik muvozanat doimiysi deyiladi.

**Suvning ion ko'paytmasi, suvli eritmalarining pH qiymati:**

Suv o'ta kuchsiz elektrolit  $\text{H}_2\text{O} = \text{H}^+ + \text{OH}^-$

MTQ ni qo'llassak:

$$K_{\text{ouc}} = \frac{[\text{H}^+][\text{OH}^-]}{[\text{H}_2\text{O}]} = 1,810^{-16} \quad (\text{I})$$

(I) tenglama suvning dissotsiatsiyalanish darajasi.  $[\text{H}_2\text{O}]$  - suv molekulasining dissotsiatsiyalanmagan molyar konsentratsiyasi bo'lib, 1 litr suvdagi mollar sonidir.

$$n = \frac{m}{M} = \frac{1000g}{18a.o} = 55,56 = [\text{H}_2\text{O}]$$

Distillangan suvdagi  $[\text{H}^+]$  va  $[\text{OH}^-]$  ionlari konsentratsiyalarini ko'paytmasi  $\mathbf{IK_{H_2O} = [H^+] * [OH^-]}$  **suvning ion ko'paytmasi** deb ataladi, uning qiymati  $K_{\text{dis}}$  ( $\text{H}_2\text{O}$ ) dan albatta farq etadi

$$[\text{H}^+] * [\text{OH}^-] = K_{\text{H}_2\text{O}} * [\text{H}_2\text{O}] = 1,810^{-16} * 55,56 = 1 * 10^{-14}$$

Demak suvning ion ko'paytmasi doimiy son bo'lib  $1 * 10^{-14}$  ga teng. Bu tenglikdan analitik reaksiyalar uchun o'ta muxim bo'lgan eritmaning pH qiymatini xisoblashda foydalaniladi.

Distillangan suvda  $[\text{H}^+] = [\text{OH}^-]$  bo'lgani uchun  $[\text{H}^+]^2 = 1 * 10^{-14}$

$$[\text{H}^+] = \sqrt{1 * 10^{-14}} = 1 * 10^{-7} \text{ muxit neytral}$$

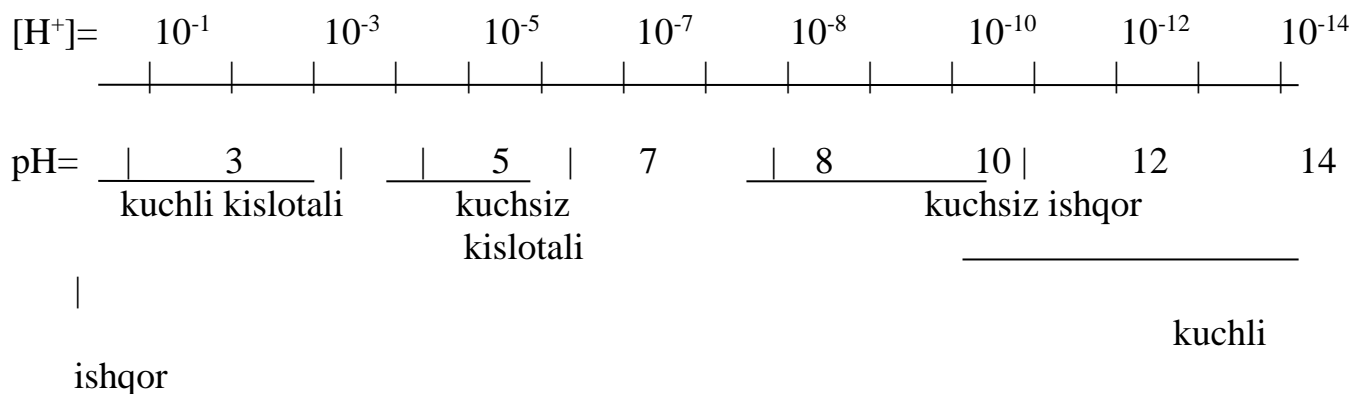
Suvning ion ko'paytmasini logariflab, barcha xadlarni (-1)ga ko'paytirib:

$$(-1) \cdot \lg[\text{H}^+] + \lg[\text{OH}^-] = -14 \cdot (-1); -\lg[\text{H}^+] + (-\lg[\text{OH}^-]) = 14$$

Vodorod ion konsentratsiyasini manfiy logarifmi rH deb ataladi

Demak suvning ion ko'paytmasining logarifmik ko'rinishi

$$pOH + pOH = 14$$



### Mustahkamlash uchun savollar

1. Aktivlik bilan muvozanat konsentratsiyasi o'rtasidagi bog'lanishni ko'rsating.
2. Aktivlik koeffitsienti qanday omillarning funktsiyasi hisoblanadi?
3. Aktivlik koeffitsienti ion zaryadi va ion kuchining funktsiyasi ekanligi qaysi qonun bilan izohlanadi?

### 7-ma'ruza

#### Kislota-asosli reaksiyalarda muvozanat

*Mashg'ulotning maqsadi:* Eritma-analitik reaksiya o'tkaziladigan muhit. Erituvchilarning tasnifi. Massalar ta'siri qonuni va uni analitik kimyoda qo'llanishi. Kuchli elektrolitlar nazariyasining asosiy tushunchalari. Umumiy va faol konsentratsiya. Suvning ion ko'paytmasi, eritmalarning pH qiymati ular orasidagi bog'liklik haqida talabalar bilimini rivojlantirish.

*Ta'lim metodi* Ko'rgazmali, informativ, ma'ruza, doska, proektor, jadvallar

*Ta'lim shakli* Ommaviy, jamoada ishlash.

*Ta'lim sharoitlariya* Talabalar guruhlar bilan hamkorlikda taqdimot o'tkazish imkoniyatini beradigan auditoriya.

*Nazorat va baholash* Oraliq va yakuniy nazorat: og'zaki, yozma

### Ma'ruza rejasi

#### Tashkiliy qism.

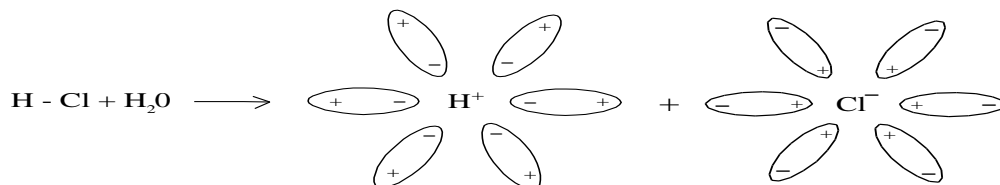
Kislota va asoslar haqida hozirgi zamon tushunchalari. Brensted-Louri nazariyasi. Asosli va kislotali konstantalari. Har xil ko'rinishdagi protolitik eritmalarda rNini hisoblash. Protolit kuchiga ta'sir etuvchi omillar

#### Eritma-analitik reaksiya o'tkaziladigan muhit. Erituvchilarning tasnifi

Aksariyat, (ko'pchilik) analitik reaksiyalar eritmalarda ya'ni xo'l usulida

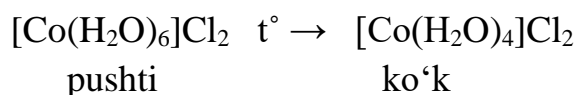
bajariladi.

**Eritma** – murakkab tizimli aralashma bo‘lib, uning tarkibiy qismlari, erituvchi va erigan modda molekulari, orasida turli ta’sirlar vujudga keladi. Bu ta’sirotlar erituvchining tabiatiga ko‘ra eritilgan moddaning analitik xossasiga turlicha ta’sir etadi. Erish jarayoni eritilayotgan moddaning kimyoviy bog‘ini kovalentlik darajasiga bog‘liq. Eritilayotgan modda-molekulasining kimyoviy bog‘i qutbli bo‘lsa erish jarayonida u ion bog‘lanishgacha yanada qutblanadi.



Bunday birikmalar suvda eritilganda elektrolitga aylanadi va elektr tokini o‘tkazadi. Eritilayotgan modda molekulasidagi kimyoviy bog‘ kovalent tabiatli bo‘lsa u suvda eritilganda molekulalarga ajraladi ammo elektr tokini o‘tkazmaydi (masalan shakarining eritmasi).

Erish natijasida xosil bo‘lgan ionlar, erituvchi molekulari bilan qurshalgan solvat qobig‘ bilan qoplanadi va bu jarayon **solvatlanish** deb ataladi. Erituvchi sifatida suv ishlatilganda bu jarayon – **gidratlanish** deb ataladi. Bunday assotsirlanish, (yiriqlanishda) – kompleks birikmalardagi kabi donor – akseptor bog‘lanish xosil bo‘lgani sababli ularni solvatokomplekslar deb atash mumkin



Elektrolitik dissotsiatsiya nazariyasini (1883-1887) shved olimi Svante Arrenius (1859-1927) ishlab chiqqan va ilmiy xizmatlari uchun 1902 y. xalqaro Nobel mukofotiga sazovor bo‘lgan. Ana shu nazariyaga muvofiq elektrolit eritilganda, erituvchi molekularining ta’sirida, ionlarga ajraladi (dissotsilanadi). Elektrolitni eritmada ionlanishi, (ionlarga dissotsilanishi) miqdoran dissotsilangan molekular sonini  $n_{\text{dis}}$  eritmada elektrolitning umumiy molekular soniga  $n_{\text{um}}$  nisbati bilan ifodalanuvchi, dissotsiatsiya darajasi  $\alpha$  bilan belgilanadi.

$$\alpha = n_{\text{dis}} / n_{\text{um}}$$

Disotsiatsiya (ionlanish) darajasi  $\alpha$  birning ulushlarida yoki foizlarda ifodalanadi. Agar  $\alpha = 1$  (ya’ni 100%) bo‘lsa eritmada barcha zarralar ionlarga ajralgan holda bo‘ladi ( $n_{\text{dis}} = n_{\text{um}}$ ); agar  $\alpha$  birdan kichik (ya’ni 100% dan kam) bo‘lsa demak barcha zarralar emas, balki ularni bir qismi ionlarga ajralgan ( $n_{\text{dis}} < n_{\text{um}}$ ) bo‘ladi.

## ***Erituvchilar tasnifi***

Erituvchilar uchta belgisiga ko‘ra tasniflanadi:

- 1) Molekulasining qutbligi
- 2) Ionlashtiruvchi xususiyati
- 3) Kislota-asos xossalari

1) Erituvchining dielektrik doimiysi. ( $\epsilon$ ) – ya’ni elektrik zaryadlar orasidagi tortishuv kuchini zaiflantirish xossasiga qo‘ra:

a)  $\epsilon > 30$  qutbli erituvchilar: formamid (100), metilformamid – 78

b)  $\epsilon = 10 - 30$  kam qutbli: etanol (24) va boshqa spirtlar (20)

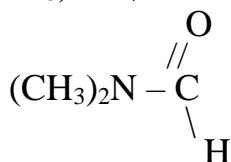
v)  $\epsilon < 10$  qutbsiz: xloroform (4) sirka k-ta (0,2), benzol (2,3)

2) Ionlashtiruvchi xususiyatiga ko‘ra.

a) *Ionlashtiruvchi erituvchilar* - molekulasida donor atom bo‘lgan *ioni ajtiruvchi elektrodonor erituvchilar*

H<sub>2</sub>O; dimetilsulfoksid – (CH<sub>3</sub>)<sub>2</sub>SO,

dimetilformamid



Bunday erituvchida eritilgan modda molekulasini ionlarga ajraladi.

b) *Ionlashtirmaydigan erituvchilar* – molekulasining tarkibida bo‘linmagan, juft (donor) elektroni bo‘lmagan erituvchilar: CCl<sub>4</sub>, Cl-CH<sub>2</sub>-CH<sub>2</sub>-Cl, benzol.

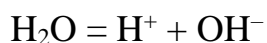
Bunday erituvchlarda eritilgan modda ionlarga ajralmaydi.

3). **Kislota-asosli xossalari qo‘ra:**

a) *Protogen erituvchi* – o‘zidan proton ajratuvchi kislotali xossaga ega bo‘lgan proton-donor erituvchilar ya’ni barcha kislotalar.

b) *Protofil erituvchi* – o‘ziga proton biriktiruvchi, proton akseptor, erituvchilar ya’ni asoslar.

v) *Amfiprot erituvchi* – proton olish va beraolish xususiyatiga ega bo‘lgan amfolit erituvchilar



Donor

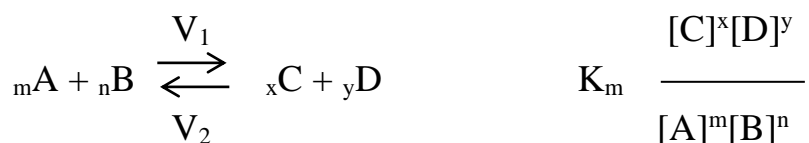


Akseptor

g) *Aproton erituvchi* proton bermaydi va olmaydigan (protonga befarq CCl<sub>4</sub>, C<sub>6</sub>H<sub>6</sub>).

**Massalar ta’siriy qonuni:** Qarama-qarshiliklar birligi va kurashi dialektika

qonunini tasdiqlovchi, kimyo fanining asosiy qonunlaridan biri, MTQ reaksiya muvozanat xolatini moddalar konsentratsiyalariga bog'likligini ifodalaydi.



Reaksiyani to'g'ri va teskari yo'nalish tezliklari tenglashganda dinamik (xarakatchan) muvozanat qaror topadi. Le SHatele qoidasiga muvofiq bu muvozanatni chap yoki o'ngga siljitish mumkin.  $K > 1$  bo'lishi, reaksiya maxsuloti ko'pligi, binobarin muvozanat o'ngga siljiganligini anglatadi.  $K < 1$  bo'lsa reaksiya teskari tomon ya'ni chapga siljigan bo'ladi.  $K$ -qiymatlari analitik ma'lumotnomalarda keltiriladi.  $K = 1$  bo'lgan kimyoviy reaksiyalar oxirigacha bormaydi.

Analitik reaksiyalar oxirigacha, to'liq, borishi zarur, buning uchun tengishli analitik reaksiyaning muvozanat doimiysi  $10^8$  va undan katta bo'lishi lozim. Ayrim xollarda reaksiya oxirigacha borishi uchun, Le Shatele qoydasiga muvofiq, tegishli ta'sir vositalari qo'llanadi.

MTQ, analitik kimyoda, turli analitik reaksiyalarda keng qo'llanadi:

1. Cho'ktirish reaksiyalarida – cho'qma xosil bo'lishini oldindan aytib berish uchun.
2. Kislota-asos muvozanatida eritmalar pH qiymatini va tuzlarni gidroliz darajasini xisoblash uchun.
3. Oksidlanish qaytarilish reaksiyalarida muvozanat doimiysi, va reaksiya unumini xisoblash uchun.
4. Kompleks xosil bo'lish reaksiyalarida kompleks ion barqarorlik doimiysini xisoblash va boshqa ko'p maqsadlarda ishlatiladi.

Ammo yuqorida keltirilgan ko'rinishdagi 1-tenglik faqatgina, ideal ya'ni kuchsiz elektrolit eritmasi yoki kuchli elektrolitning o'ta suyultirilgan eritmasiga oid bo'lib, muvozanat doimiysi Ostvaldning suyultirish qonuniga ko'ra dissotsiatsiya darajasi  $\alpha$  orqali xisoblanadi

$$K_M = \alpha^2 S / (1 - \alpha)$$

Kuchli elektrolit eritmaları bu qonunga, quyidagi sabobga ko'ra, itoat etmaydi.

### Mustahkamlash uchun savollar

1. Erituvchilar tasnifi?
2. Eritmaning pH ini amaliy aniqlash?
3. Solvatlanishning gidratlanishdan qanday farqi bor?
4. Qutbli erituvchilarga misol keltiring.

## 8-ma'ruza Bufer eritmalar

*Mashg'ulotning maqsadi:* Bufer eritmalar va ularning xossalari. Bufer sigimi. Bufer sistemalarda pH ni hisoblash haqida tasavvurlar hosil qilish, talabalar bilimini rivojlantirish. Kimyoviy muvozanatdagi kislota-asosli reaksiyalar, suvli eritmalarda kislota va asoslarning elektrolitik dissotsiatsiyasi, arrenius nazariyasi, kuchli va kuchsiz asos eritmaları pH ini aniqlash, haqida talabalar bilimini rivojlantirish

*Ta'lim metodi* Ko'rgazmali, informativ, ma'ruza, doska, proektor, jadvallar

*Ta'lim shakli* Ommaviy, jamoada ishlash.

*Ta'lim sharoitlariya* Talabalar guruhlari bilan hamkorlikda taqdimot o'tkazish imkoniyatini beradigan auditoriya.

*Nazorat va baholash* Oraliq va yakuniy nazorat: og'zaki, yozma

### Ma'ruza rejasi

#### Tashkiliy qism.

Bufer eritmalar va ularning xossalari. Bufer sigimi. Bufer sistemalarda pH ni hisoblash.

Agar biror kislota yoki ishqor eritmasini suv bilan suyultirilsa uning tarkibidagi vodorod yoki gidroksil ionlarining konsentratsiyasi mos ravishda kamayadi. Eritmaga kuchliroq kislota eritmasi qo'shilsa vodorod ionlari ortadi. Kuchli kislota eritmasiga kuchli ishqor qo'shilsa neytrallanish ro'y beradi. Kuchsiz kislota va uning tuzi yoki kuchsiz asos va uning tuzi aralashmasining eritmasidagi  $[H^+]$  va  $[OH^-]$  ionlarining konsentratsiyalari suyultirishga bog'liq bo'lmaydi. Bundan tashqari ayrim xollarda ularga oz miqdorda kislota yoki ishqor qo'shilganda xam  $[H^+]$  yoki  $[OH^-]$  ionlarinig konsentratsiyasi o'zgarib qolaveradi.

Analitik kimyo laboratoriyasida pH i ma'lum qiymatga ega bo'lgan eritmalar bilan ishlashga to'g'ri keladi.

Agar 1l. toza suvda 0,01 mol HCl eritilsa 0,01 n. eritma xosil bo'ladi va buni  $pH = 2$  bo'ladi. Bundagi eritmaning  $pH = 5$  birlikka o'zgaradi va 7 dan 2 ga kamayadi. Yoki 1l toza suvda 0,01mol NaOH eritilsa eritmada  $rON = 2$   $rN = 14 - 2 = 12$  bo'ladi besh birlikka ortadi.

NaCl, NaNO<sub>3</sub>, CaCl<sub>2</sub> kuchli kislota anionlari va ishqoriy er metallari kationlaridan xosil bo'lgan tuzlarni eritmalariga aralastirilganida ham bunday pH ning bunday keskin o'zgarishini ko'rish mumkin.

Kuchli kislota va ishqorlarning juda suyultirilgan eritmalariga yoki kuchsiz kislota yoki asoslarning konsentrlangan eritmalriga oz miqdorda kislota yoki ishqor qo'shilsa pH keskini o'zgaradi.

Agar kuchsiz kislota va uning tuzi aralashmasiga kislota yoki ishqor qo'shib qo'rsak bunday keskin o'zgarish sodir bo'lmaydi. 3 ta xolat kuzatilishi mumkin:

1. Agar kuchsiz kislota va uning tuzi aralashmasiga oz miqdorda kuchli kislota pH ni o'zgarishi keskin bo'lmaydi

M: CH<sub>3</sub>COOH + CHCOONa aralashmasiga 0,01 mol HCl qo'shilsa kuchli dissotsilanadigan tuz xosil bo'ladi. Eritmadagi H<sup>+</sup> ionlari erkin kolmasdan tezda

$\text{CH}_3\text{COO}^-$  ionlari bilan bog'lanib kam dissotsilanadigan  $\text{CH}_3\text{COOH}$  ion-lari xosil bo'ladi.

Agar  $rN$  i xisoblab chikilsa 4,76 dan 4,67 ga o'zgaradi, 0,09 ga kamayadi xolos.

Agar: shu  $\text{CH}_3\text{COOH} + \text{CH}_3\text{COONa}$  aralashmasiga  $\text{ON}^-$  ionlari kiritilsa, ushbu  $\text{H}^+$  ionlari  $\text{ON}^-$  ionlari bilan birikib kam ionlanadigan  $\text{H}_2\text{O}$  xosil bo'ladi. Bunda xisoblab chikilsa,  $rN$  4.76 dan 4,84 ga ortadi bor yugi 0,08 birlikka o'zgaradi xolos.

Agarda shu aralashmaning 1 litriga birorta kuchli ishqorlardan 0,01 mol qo'shilsa, uning  $\text{ON}$  ionlari sirka kislotasining  $\text{N}^+$  ionlari bilan bog'lanadi.



Bu erda kislota bilan uning tuzi konsentratsiyalarining juda kam o'zgarganligi uchun  $[\text{H}^+]$  kam o'zgaradi va demak eritmaning  $rN$  i ham kam o'zgaradi.

Agarda berilgan aralashmani 100 marta suyultirganimizda ham kislota va tuz konsentratsiyalarining nisbati deyarli o'zgarmaganligi uchun eritma  $rN$  i o'zgarmaydi.

Demak eritmaning  $rN$  ini o'zgartiradigan xar qanday faktorlarning ta'sirini kamaytirib, undagi  $\text{H}^+$  ionlari konsentratsiyasini ma'lum miqdorda saklab turadigan eritmalar bufer aralashmalar yoki regulyatorlar deyiladi.

M: 1. Kuchsiz kislota va ularning tuzlari  $\text{CH}_3\text{COOH} + \text{CHCOONa}$

2. Kuchsiz asoslar va ularning tuzlari  $\text{NH}_4\text{OH} + \text{NH}_4\text{Cl}$

3. Normal va nordan tuzlarning aralashmalari  $\text{Na}_3\text{PO}_4 + \text{Na}_2\text{H}_2\text{PO}_4$

M: 1)  $\text{CH}_3\text{COOH} + \text{CHCOONa}$  da  $\text{CH}_3\text{COOH} = \text{CH}_3\text{COO}^- + [\text{H}^+]$  dan  $[\text{H}^+]$ ni xisoblab topamiz.

Bufer aralashmalarning asosiy xususiyati ular eritmaga kiritilgan  $\text{H}$  yoki  $\text{OH}$  ionlarini o'ziga bog'lab olish bo'lsada, lekin bu xususiyat cheksiz bo'lmasdan ularni chegarasi aralashmadagi komponentlarning konsentratsiyasiga bog'liq bo'ladi.

Agar  $\text{NH}_4\text{OH} + \text{NH}_4\text{Cl}$  ni 0,1 n. eritmasiga (1 l) 0,1 moldan ortiq  $\text{HCl}$  qo'shilsa  $\text{pH}$  keskin o'zgaradi, chunki  $\text{NH}_4\text{OH}$  yoki  $\text{NH}_4\text{Cl}$  ni kchi  $\text{H}$  va  $\text{OH}$  ionlarini bog'lashga etmaydi.

Bufer eritmaning  $\text{pH}$  ni ko'pi bilan bir birlikka o'zgartirish uchun kerak bo'lgan kislota yoki ishqorning eng kam miqdori bufer sigimi deyiladi.

Bufer aralashmalarga kislota yoki ishqor qo'shilgan so'ng  $\text{pH}$  ni o'zgarishiga asoslanib quyidagicha xulosa chiqarish mumkin:

1. Xar qanday bufer aralashma faqat ma'lum miqdorda kislota yoki ishqor qo'shilguncha  $\text{pH}$  ni doimiyligini saklab turadi.

2. Tarkibida turli xil kuchsiz kislota va uning tuzi aralashmasi yoki kuchsiz asos va uning tuzi aralashmasi bo'lgan bufer eritmaning bufer sigimi eng yuqori bo'ladi.

3. Bufer aralashmadagi komponentlarning konsentratsiyalari kachalik yuqori bo'lsa uning bufer sigimi shunchalik yuqori bo'ladi.

4. Bufer aralashmaga kislota yoki ishqor kushgan sari eritmaning  $\text{pH}$  ni o'zgarishiga turgunligi kamayib boradi.

Masala:  $rN$  5 bo'lgan atsetatli bufar eritma tayyorlash uchun natriy atsetat va



sirka kislotadan qanday nisbatlarda aralashtirish kerak

J: Xar bir mol sirka kislotasiga 1,585 mol natriy atsetat qo'shish kerak.

**Analizda eng ko'p ishlatiladigan bufer aralashmalar va ularning pH ko'rsatkichlari:**

Formiatli chumoli kislota	HCOOH + HCOONa	3,8
Atsetatli	CH <sub>3</sub> COOH + CH <sub>3</sub> COONa	4,8
Ammoniyli	NH <sub>4</sub> OH + NH <sub>4</sub> Cl	9,2
Fosfatli	Na <sub>2</sub> HPO <sub>4</sub> + Na <sub>3</sub> PO <sub>4</sub>	6,6

#### **YAkka birikmali bufer eritmalar**

Kaliy gidrotartaratning to'yingan eritmasi	3,59
Piperazinfosfatning to'yingan eritmasi	6,36
Natriy tetraborat 0,05 M	9,18

#### **Universal bufer aralashma**

Universal bufer aralashmani tayyorlash uchun fosfat, sirka va borat kislotalaridan xar biridan 0,04 moldan olib, 1 litrli o'lchov kolbasiga solinadi va belgigacha suv bilan to'ldiriladi. Tayyorlangan eritmadan 100 ml olib kerakli rN ga etguncha 0,2 normalli natriy ishqori qo'shiladi. (0 ml – 1,81; 5,5 ml – 2; 18,2 ml – 3; 24 ml – 4; 35 ml – 5; 42 ml – 6; 52,5 ml – 7; 60 ml – 8; 68 ml – 9; 78 ml -10; 83,5 ml – 11; 100 ml - 12)

Bufer aralashmalarni komponentlarining konsentratsiyalarini o'zgartirib pH qiymatini o'zgartirish mumkin, lekin birining konsentratsiyasi ikkinchisidan 10 marta ortib ketmasligi kerak.

Ko'pgina eritma pH ini tajriba davomida aniqlanadi. Bunda kolorimetrik metoddan foydalaniladi. Kolorimetrik metoda vodorod ionlarini konsentratsiyasiga bog'liq xolda uz rangini o'zgartiradigan reagentlar ishlatiladi.

Bunday reagentlar kislota-asosli Indikatorlardir.

Indikatorlar kuchsiz organik kislotalar yoki asoslardir. M: Lakmus molekulasi - qizil, ionining rangi esa - ko'k bo'ladi. SHuning uchun shartli ravshda kislotali Indikatorlarni HInd deb yoziladi.

Lakmusni ionlanishi:  $HInd \leftrightarrow H^+ + Ind^-$  bo'nga ishqor qo'shilsa,  $H^+ + OH^- = H_2O$  bu erda muvozanat o'ngga suriladi.

Agar kislota qo'shilsa:  $Ind^- + H^+ \rightarrow HInd$  qizil ishqoriy muxit

Indikatorni bir rangdan ikkinchisiga o'tishi, Indikator rangini o'tish chegarasi deyiladi va bur N ning ma'lum qiymatida ruy beradi.

Analizda ko'proq ishlatiladigan Indikatorlar:

Timol ko'ki	(pH = 1,2 - 2,8 qizil - sariq)
Metil oranj	(pH = 3,02 - 4,4 pushti - to'k sariq)
Fenolftalein	(pH = 8,2 - 10,0 rangsiz - qizil )

## 9-ma'ruza

### Kompleks hosil kilish reaksiyalarida muvozanat

*Mashg'ulotning maqsadi:* Kompleks birikmalarning asosiy tavsiflari, qo'shaloq tuzlar, kompleks birikmalar, Verner nazariyasi, kompleks hosil qiluvchining koordinatsion soni, valentligi, zaryadi, kompleks birikmalarda ligandning dentantligi, kompleks birikmalarning sinflanishi haqida talabalar bilimini rivojlantirish

*Ta'lim metodi:* Ko'rgazmali, informativ, ma'ruza, doska, proektor, jadvallar

*Ta'lim shakli:* Ommaviy, jamoada ishlash.

*Ta'lim sharoitlariya:* Talabalar guruhlar bilan hamkorlikda taqdimot o'tkazish imkoniyatini beradigan auditoriya.

*Nazorat va baholash:* Oraliq va yakuniy nazorat: og'zaki, yozma

### Ma'ruza rejasi

#### Tashkiliy qism.

Analitik ahamiyatga ega bo'lgan kompleks birikmalarning xossalari: barqarorlik, eruvchanlik, rangdorlik, uchuvchanlik. Barqarorlik konstantalari (umumiy bosqichli). Hosil bo'lish funksiyasi. Kompleks birikmalar dissotsiatsiyasi.

Biz III va undan keyingi analitik gruxlarni reaksiyalarini o'rganish vaqtida,  $\text{FeSO}_4$ ,  $\text{Fe}(\text{CN})_3$ ,  $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$  kabi ko'rinishdagi tuzlarni va murakkab tarkibli tuzni  $\text{KAl}_2(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{KCr}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$ ,  $(\text{NH}_4)_2\text{Fe}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$

kaliyli achchiktosh xromli achchiktosh Mor tuzi

$\text{K}_4[\text{Fe}_2(\text{CN})_6]$  larni ko'rish mumkin.

qizil kon tuzi

Bu moddalar elektroneytral moddalarni birikishidan xosil bo'ladi:

$\text{K}_2\text{SO}_4 + \text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \rightarrow \text{KAl}_2(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$ , - kaliyli achchiktosh

$(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4 + \text{FeSO}_4 \rightarrow (\text{NH}_4)_2\text{Fe}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$  - Mor tuzi

$\text{Fe}(\text{CN})_2 + 4\text{KCN} \rightarrow \text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$  - qizil kon tuzi

Bu moddalar tarkibi jixatidan ancha oddiy bo'lgan tuzlar elektroneytral molekularning o'zaro birikishidan xosil bo'ladi va ular yuqori tartibli birikmlar deyiladi.

Bu birikmalarni analiz uchun ahamiyati katta.

Mor tuzi  $(\text{NH}_4)_2\text{Fe}(\text{SO}_4)_2$  ni suvda eritilsa: temirga xos reaksiya beradi :  
 $\text{Fe}^{+2} + \text{S}^{-2} \rightarrow \text{Fe}_2\text{S}$  ok kris. cho'k.

Ammoniyioniga xos reaksiya beradi qizdirilsa  $\text{NH}_3$  gazi chiqadi

Sulfat ioniga  $\text{Ba}^{+2} + \text{SO}_4^{-2} \rightarrow \text{BaSO}_4$  ok cho'kma

Demak Mor tuzin ionlanishini :

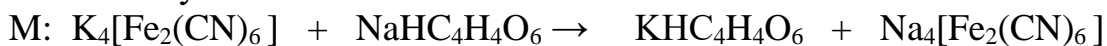
$(\text{NH}_4)_2\text{Fe}(\text{SO}_4)_2 \rightarrow 2\text{NH}_4^+ + \text{Fe}^{+2} + 2\text{SO}_4^{-2}$  ko'rinishdayozish mumkin

yoki  $\text{KAl}_2(\text{SO}_4)_2 \rightarrow \text{K}^+ + \text{Al}^{+3} + 2\text{SO}_4^{-2}$

Bunday tuzlar eritmada dissotsilanib, tegishli oddiy tuzlarning hamma ionlarini xosil qiladi, ya'ni ular oddiy tuzlarning aralashmasidek bo'ladi va ular

kushalok tuzlar deb ataladi.

Ammo yuqori tartibli birikmalar xar doim ham shunday dissotsialanavermaydi.



Ok cho'kma

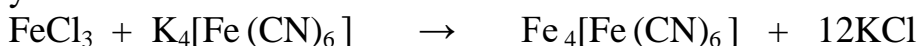
Bu  $K^+$  kationiga xos sifat reaksiyasidir

Ammo:

$K_4[Fe_2(CN)_6] + (NH_4)_2S \rightarrow$  (ta'sir ettirilsa  $Fe_2S$  ok kristall cho'kma xosil kilmaydi,

CN ga xos reaksiya ham bermaydi, balki  $Fe^{+2}$  va  $S^{-2}$  ga xos bo'lmagan boshqa reaksiyalar beradi.

ya'ni



Qizil ko'ngir cho'kma

Demak:  $Fe_4[Fe(CN)_6] \rightarrow K^+ + [Fe(CN)_6]^{-4}$  ko'rinishda ionlanar ekan.

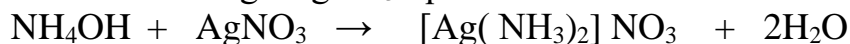
Bu erda CN ionlari yo'qligini ko'rsatadi, lekin aslida bu ion bor.

SHo'nga o'xshash oddiy ionlarga xos reaksiyalarni ko'rsatmaydigan komplekslar xosil kiluvchi tuzlar kompleks birikmalar deb ataladi.

Tarkibida oddiy ionlarga xos bo'lgan reaksiyalarni ko'rsatmaydigan komplekslar xosil kiluvchi tuzlar kompleks birikmalar sinfiga kiradi. Kompleks birikmalar sinfiga kompleks tuzlardan tashqari, kompleks kislotalar va kompleks asoslar hamda elektrolit bo'lmagan moddalar kiradi.

Ba'zi xollarda kompleks ion(CN) o'rniga elektroneytral molekula ham bo'lishi mumkin.

M: Ammiak aralashmasiga  $AgNO_3$  qo'shilsa



Bu erda  $[Ag(NH_3)_2]^+$  kompleks ion yoki tuz xosil bo'ladi ya'ni HCl ishtrokida  $AgCl$  xosil bo'lmaydi.

Kompleks birikmalarning (Verner1893) koordinatsion nazariyasiga muvofiq kompleks birikma molekulasida markaziy ion o'rnini, odatda markaziy ion yoki kompleks xosil kiluvchi deb ataladigan musbat ion egallaydi. Uning yakinida turgan addentlar deb ataluvchi, manfiy ionlar yoki elektroneytral molekular koordinatlangan, ya'ni bog'langan bo'ladi. Kompleks xosil kiluvchi ionlar addentlar bilan birgalikda kompleks birikmaning ichki koordinatsion sferasini tashkil qiladi.

Bundan tashqari ko'pchilik kompleks birikmlarda musbat yoki manfiy zaryadlangan tashki koordinatsion sfera ham bo'ladi.

$K_4[Fe(CN)_6]$   $Fe^{+2}$  - kompleks xosil kiluvchi yoki markaziy ion;

$CN^-$  - addentlar;

$Fe(CN)_6$  - ichki koordinatsion sfera

$K^+$  - tashki koordinatsion sfera.

Kompleks birikmaning zaryadi kompleks xosil kiluvchi ion bilan addentlar zaryadlarining algebraik yigindisiga teng.

$$K_4[Fe(CN)_6] = (+2) + (-6) = -4$$

Aslida  $SO_4^{-2}$ ,  $CO_3^{-2}$ ,  $MnO_4^-$ ,  $CrO_4^-$  kompleks ionlardir.

Oddiy ionlarda uning zaryadi elementning valentligiga teng. Kompleks ionda esa bunday emas.

M:  $\text{SO}_4^{-2}$ ,  $\text{SO}_3^{-2}$ ,  $\text{S}^{-2}$  hammasida ion zaryadi -2 ga teng

lekin S ning oksidlanish darajasi bo'larda +6, +4, +2 ga teng. Xudi shunday  $\text{Fe}^{+2}$  ning oksidlanish darajasi +2, lekin valentligi 6 ga teng chunki u 6 ta  $\text{CN}^-$  ionini bog'laydi.

Agar addentlar neytral molukulalar bo'lsa, ular kompleksning zaryadiga ta'sir ko'rsatmaydi.

M:  $[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]\text{NO}_3$  da kompleks ionning zaryadi  $\text{Ag}^+$  ning zaryadiga teng. Tashki koordinatsion sferaga qarab kompleksning zaryadini aniqlash mumkin.

M:  $\text{Na}_3[\text{Co}(\text{NO}_2)_6]$   $\text{Co}^{+3}$  ...

Kompleks xosil kiluvchi ion bilan kompleksga koordinatlangan addentlarning umumiy soni kompleks xosil kiluvchining koordinatsion soni deyiladi.

Koordinatsion soni 6 ga teng ionlar:  $\text{Cr}^{+3}$ ,  $\text{Co}^{+3}$ ,  $\text{Fe}^{+2}$ ,  $\text{Fe}^{+3}$ ,  $\text{Zn}^{+2}$ ,  $\text{Ni}^{+2}$ ,  $\text{Pt}^{+4}$

Koordinatsion soni 4 ga teng ionlar:  $\text{Cd}^{+2}$ ,  $\text{Cu}^{+2}$ ,  $\text{Hg}^{+2}$ ,  $\text{Pt}^{+2}$

Tajribada 2, 3, 8, ham uchraydi.

Materiya tuzilishining elektron nazariyasi bo'yicha kompleks birikmaning xosil bo'lishini valentlik to'g'risidagi oddiy tushunchalar bilan izoxlab bo'lmaydi. Ushbu xodisani addentlar bilan kompleks xosil kiluvchi ion o'rtasida eoktostatik tortishuv kuchi borligi byuilan tushintirish mumkin.

M:  $\text{Fe}^{+2}$  ionni dastlab  $\text{CN}^-$  ionlarini 2 tasini tortib  $\text{Fe}(\text{CN})_6$  xosil qiladi, lekin  $\text{Fe}^{+2}$  yana bitta (-) ionni tortish xususiyatini saklab koladi va ortiqcha  $\text{CN}^-$  ionlarini tortadi.

Ammo  $\text{Fe}^{+2}$  dafaqat 6 ta  $\text{CN}^-$  ionni uchun joy bor xolos  $[\text{Fe}(\text{CN})_6]^{-4}$

Dastlab birikayotgan atomlarning bittasiga tegishli bo'lib, keyini ikkinchi atom uchun ham umumiy bo'lib koladigan va elektron juft xisobiga xosil bo'ladigan bog'lanish koordinatsion yoki donor-aktseptor bog'lanish deyiladi. Bunda elektron juftini beruvchi - donor, oluvchi - aktseptor bo'ladi.

Kompleks tuzlar bilan kushalok tuzlar o'rtasidla keskin farq yo'q.

Analiz uchun ahamiyati. Komplekslarni xosil bo'lishi analizni ko'pincha qiyinlashtiradi, ya'ni kidirilayotgan ionlar boshqa ionlar bilan kompleks xosil qilishi natijasida topilishi mumkin bo'lmay koladi. Lekin kompleks xosil bo'lish ba'zi vaqtlarda analizni osonlashtiradi mumkin.

1.  $\text{Fe}^{+3}$  ni bo'lishi  $\text{Co}^{+2}$  va  $\text{Ti}^{+4}$  ni topishga xalakit beradi, shunda  $\text{Fe}(\text{OH})_3$  xosil bo'lmaydi  $\text{H}_3\text{PO}_4$  ni qo'shib  $[\text{Fe}(\text{PO}_4)_2]^{-3}$  xosil kilib bog'lanadi.

2. IV guruxni sistematik analiz qilishda  $\text{Cu}^{+2}$  va  $\text{Cd}^{+2}$  ni topishda  $\text{H}_2\text{S}$  qo'shilsa,  $\text{CuS}$  xosil bo'lib kolishi analizga xalakit beradi. SHuning uchun eritmaga KCN qo'shib  $[\text{Cu}(\text{CN})_4]^{-2}$  va  $[\text{Cd}(\text{CN})_4]^{-2}$  xosil kilib eruvchan kompleksga bog'lanadi.

SHunday kilib, aslida biror ion uchun ( $\text{Cu}^{+2}$ ) spetsifik bo'lmagan reaksiya, boshqa reagent ishtrokida (KCN) spetsifik reaksiyaga aylanib koladi.

Xalakit beruvchi ionlarni ancha barqaror komplekslar xolida bog'lash «nikoblash» usuli analizda ko'p qo'llaniladi va katta amaliy ahamiyatga ega .

Kompleks birikmalarning analiz uchun ahamiyati shundaki, bu birikmalarning

xosil bo'lish reaksiyalari ayrim ionlarni topish uchun aksari juda seziluvchan va o'ziga xos reaksiyalar xisoblanadi.

### Mustahkamlash uchun savollar

1.  $K[Ag(CN)_2]$  va  $[Ag(NH_3)_2]NO_3$  ning 0,001 M Eritmalaridagi  $Ag^+$  ionlarining konsentratsiyasi topilsin.

$$K_{[Ag(CN)_2]^-} = 1.4 \cdot 10^{-20}; \quad K_{[Ag(NH_3)_2]^+} = 5.8 \cdot 10^{-8} .$$

2. Berrunning hosil bo'lish funksiyasidagi «n» nimani ifodalaydi?
3. Termodinamik barqarorlik konstantasi qanday omillarga bog'liq?
4. Termodinamik va konsentratsion barqarorlik konstantalari orasida qanday bog'lanish mavjud?
5. Umumiy barqarorlik konstantasi bilan bosqichli barqarorlik konstantasi qanday bog'lanishda bo'ladi?

### 10-maruza

#### Kompleks birikmalar va ko'sh tuzlar

*Mashg'ulotning maqsadi:* Kompleks birikmalar va qo'sh tuzlar. Kompleks birikmalar va organik reagentlarni har xil analiz usullarida ishlatilish imkoniyatlari. 1. Koordinatsion va molekulyar komplekslar. Kompleks birikmalarning tasnifi. Kompleks birikma eritmalaridagi muvozanat. Komplekslarni barqarorlik va qarorsizlik doimiysi. Ligandning fa'ol ulushi. Kompleks xosil bo'lishiga ta'sir etuvchi omillar. Metallarni organik reagentlar bilan xosil bo'lgan komplekslar. Xelat samarasi. Kompleks birikmalarni kimyoviy taxlilda qo'llanishi haqida talabalar bilimni rivojlantirish

*Ta'lim metodi:* Ko'rgazmali, informativ, ma'ruza, doska, proektor, jadvallar

*Ta'lim shakli:* Ommaviy, jamoada ishlash.

*Ta'lim sharoitlariya:* Talabalar guruhlarini bilan hamkorlikda taqdimot o'tkazish imkoniyatini beradigan auditoriya.

#### Ma'ruza rejasi

##### Tashkiliy qism.

Kompleks birikmalar va qo'sh tuzlar. Kompleks birikmalar va organik reagentlarni har xil analiz usullarida ishlatilish imkoniyatlari

Kompleks (koordinatsion) birikmalar tabiatda keng tarqalgan bo'lib, sanoatda, qishloq xo'jayligi, tibbiyotda ko'p qo'llanadi. Masalan xlorofill – magniyni, gemoglobin esa temirni porfirin xolqasi bilan xosil qilgan kompleksidir.

Ko'pchilik dorilarning farmakologik fa'ol qismi metal komplekslaridan iboratdair. Masalan: Insulin-ruxning kompleksi,  $B_{12}$ -vitamini kobaltning kompleksidir.

Askariyat xollarda, farmakologik fa'ol komplekslar asosida olingan dorilarda,

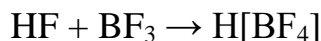
ligand (kompleks xosil qiluvchi markaziy ionga bog‘langan molekula yoki ionlar) va metal ionini zaxarli xususiyatlari kamayishi kuzatiladi. Masalan o‘ta zaxarli sianid ionii ferrotsianid  $[\text{Fe}(\text{CN})_6]^{4-}$  ionida zaharli xususiyatini yo‘qatadi.

Koordinatsion va molekulyar kompleks birikmalarni farqlay bilish lozim.

Tarkibida *metal ioni bo‘lmagan neytral molekullarni o‘zaro birikuvidan xosil bo‘lgan murakkab birikmalar molekulyar komplekslar* deb ataladi. Yodni kraxmal, xinonni gidroksinon bilan xosil qilgan komplekslari molekulyar kompleksga misol bo‘ladi.

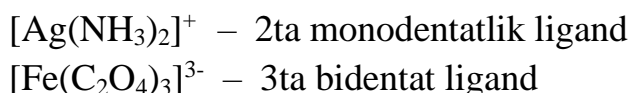
*Koordinatsion komplekslar markaziy metall ioni va uning atrofida koordinatsion bog‘langan ligandlardan tarkib topgan bo‘ladi.*

Donor-akseptor bog‘lanishga asoslangan koordinatsion nazariyaning asoschisi shvetsiyalik olim Alfred Verner 1919 yil Nobel muxofotiga sazovar bo‘lgan edi (2-rasm).



Ligandni markaziy ion atrofida egallayoladigan koordinatsion o‘rinlar soni – ligandning dentatligi deyiladi.

Misol:



Akademik Grinberg ta‘rifiga muvofiq – *qattiq va erigan xolda xam tarkibi o‘zgarimas murakkab birikmalar komplekslar* deb ataladi. Kitoblarda boshqa ta‘riflar xam uchraydi.

Kompleks birikmalarning tasnifi:

I. kompleks ion zaryadiga ko‘ra:

1. Neytral,  $[\text{Pb}(\text{NH}_3)_2\text{Cl}_2]$  2. Kation  $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]^{2+}$  3. Anion  $[\text{Co}(\text{NCS})_4]^{2-}$

II. ligand turiga ko‘ra:

Atsidokomplekslar  $[\text{HgJ}_4]^{2-}$ ;  $[\text{Fe}(\text{CN})_6]^{3-}$

Gidroksokomplekslar  $[\text{Zn}(\text{OH})_4]^{2-}$ ;  $[\text{Al}(\text{OH})_4]^-$  rangsiz

Akvo komplekslar  $[\text{Co}(\text{H}_2\text{O})_6]^{2+}$  pushti;  $[\text{Co}(\text{H}_2\text{O})_4]^{2+}$  ko‘k

Amin komplekslar  $[\text{Ni}(\text{NH}_3)_6]^{2+}$  och ko‘k;  $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]^{2+}$  yorqin ko‘k

Aralash ligandli kompleks  $[\text{Pt}(\text{NH}_3)_2\text{Cl}_2]$

III. ligandning metalga bog‘lovchi (koordinatsiyalovchi) atomlariga ko‘ra:

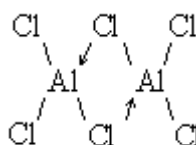
O – ligandlik  $[\text{Fe}(\text{C}_2\text{O}_4)_3]^{3-}$

N – ligandlik  $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]^{2+}$

IV. kompleks xosil qiluvchi markaziy metall ionlarini soniga ko‘ra:

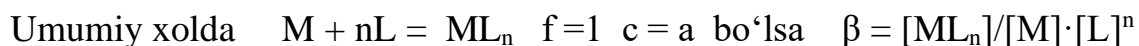
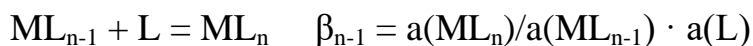
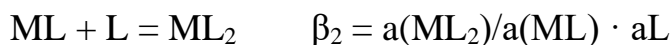
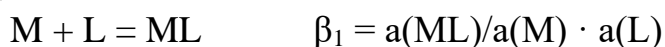
Monoyadrolik  $[\text{Fe}(\text{NCS})_6]^{3-}$

Biyadrolik  $\text{Al}_2\text{Cl}_6$

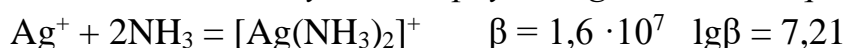


Kompleks birikma eritmalaridagi muvozanat. Komplekslarni barqarorlik va qarorsizlik doimiysi

Bir necha bosqichda boradigan kompleks xosil bo'lish muvozanatini ko'rib chiqamiz

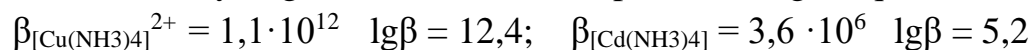


*Ta'rif. Muvozanatda xosil bo'lgan kompleks molyar konsen-tratsiyasini markaziy metall ioni va ligandning, tegishli darajadagi, konsentratsiyalari ko'paytmasiga nisbati barqarorlik doimiysi deyiladi.*



Barqarorlik doimiysi katta bo'lgan kompleks turg'un va mustaxkam bo'ladi.

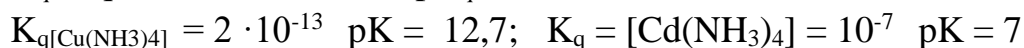
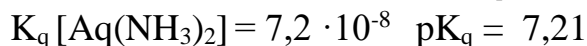
Mis va kadmiyning tetra amminlik komplekslarining barqarorlik



doimiylari solishtirib, barqaror kompleksni ko'rsating.

Qarorsizlik doimiysi  $K_q$

Kompleks ionning dissotsiatsiyasini tavsiflovchi, kattalik qarorsizlik doimiysi (ya'ni barqarorlik doimiysini teskari qiymati) deyiladi.



Qarorsizlik doimiysi eng katta bo'lgan kompleks boshqalariga nisbatan beqaror ya'ni qarorsiz xisoblanadi.

Ligandning faol ulushi. Kompleks xosil bo'lishiga ta'sir etuvchi omillar:

*Markaziy ioniga koordinatsiyalanaoluvchi deprotonlangan ligand (anion) miqdorini uning umumiy konsentratsiyasiga nisbati ligandning fa'ol ulushi deyiladi va ( $\alpha$ ) xarfi bilan belgilanadi.*

Ligandning fa'ol ulushi uning dissotsiatsiya doimiysiga va muxitning pH qiymatiga bog'liq.

Ligandning fa'ol ulushi  $\alpha = [L]/C_L$ ;  $[L] = C_L \alpha$  orqali ifodalangan barqarorlik doimiysi  $\beta^1 = [ML_n]/[M] \cdot [C_L]^n \cdot \alpha^n$

kompleksning shartli barqarorlik doimiysi bo'lib u amaliy xisoblarda qo'llanadi.

*Kompleksning barqarorligiga ta'sir etuvchi omillar.*

1-muxitning pH qiymati – pH ortganda ligand  $HL \leftrightarrow H^+ + L'$  dissotsiasiyasi ortgani sababli kompleks xosil bo'lish muvozanati xam o'ngga siljiydi.

2-markaziy ion va ligand konsentratsiyasini ortishi hamda kompleks ion dissotsiatsiyasini kamaytiradigan erituvchilar kompleks xosil bo'lishiga ijobiy ta'sir etadi va analitik samarani yaqqol ko'rinishiga imkon beradi.

Misol:  $\text{Co}^{2+} + 4\text{NCS}^- + (\text{izoamil spirti}) \rightarrow [\text{Co}(\text{NCS})_4]^{2-}$  (ko'k xalqa)

Tarkibida metall ioniga koordinatsiyalanuvchi O, N, S kabi donor atomlari bo'lgan organik molekular organik ligandlar deyiladi. Organik ligandning metall ioni bilan rangli komplekslar xosil qiluvchi guruxi *funksional analitik gurux (FAG) deb ataladi*. Karboksil  $-\text{COOH}$ , karbonil  $=\text{CO}$ , gidrokso  $-\text{ON}$ , azogurux  $-\text{N}=\text{N}-$ , nitrozo  $-\text{N}=\text{O}$ , tion  $-\text{SH}$  guruxlar (FAG)lar qatoriga kiradi.

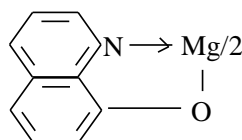
Analitik samarani yaqqol va sezilari bo'lishi organik reagent tarkibida analitik fa'ol guruxlar (AFG) bo'lishiga bog'liq ularga:

a) rangni kuchaytiruvchi  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{Br}^-$ ,  $\text{J}^-$ ,  $\text{NO}_2^-$

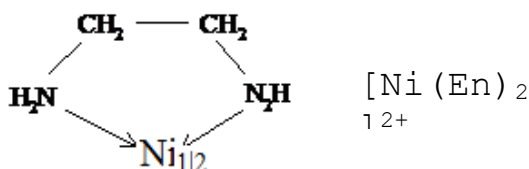
b) eruvchanlikni oshiruvchi  $-\text{SO}_3^{2-}$ ,  $-\text{CO}_3^-$  kabi guruxlar misol bo'ladi.

Xelat komplekslar: Bidentat ligand markaziy ionga ombir kabi tutashib, tarkibida metall ioni bo'lgan xalqa xosil qilgan, ombirsimon komplekslar *xelat birikmalar* deyiladi

Misol: Magniy oksixinolinati



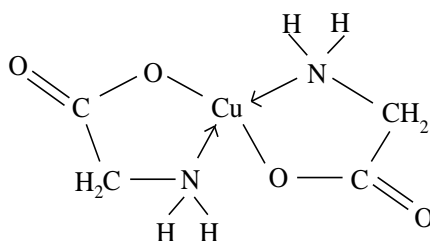
nikel etilendiaminati



### Ichki molekulyar komplekslar (IMK)

Tashqi sfera ioni bo'lmagan ishorasiz (neytral) xelat kompleks birikmalar *ichkimolekulyar komplekslar* deb ataladi.

Mis glitsinati



Xelat samarasi. *Chugaevning xalqa qoidasi*. Xelat kompleks xosil bo'lish



jarayonida markaziy metall ioni bidentat ligand xosil qilgan xalqaga bog‘lanishi – metalni bidentat ligand bilan *xelatlanishi* (*xalqalanishi*) deb ataladi.

Xelat kompleks birikmalar monodentat ligandli komplekslarga nisbatan g‘oyatda barqaror bo‘lishini birinchi bor rus olish M.A.Chugaev ko‘rsatib bergan. *Xelatlanish natijasida kompleks barqarorligini keskin ortishi xelat samarasi* deyiladi.

*Masalan:* monodentat ligandli  $[\text{Ni}(\text{NH}_3)_6]^{2+}$   $\lg\beta = 8,6$

bidentat ligandli  $[\text{Ni}(\text{En})_3]$   $\lg\beta = 18,2$

(En) –  $\text{NH}_2 - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{NH}_2$  etilendiamin – bidentat ligand

M.A.Chugaevning “xalqa” qoidasiga binoan *xelat xalqalarning 5 va 6 qirralik xalqalar eng barqaror xisoblanadi.*

Kompleks birikmalarni kimyoviy taxlilda qo‘llanishi:

1. Kation guruxlarini bir biridan ajratishda IV amfolit guruxining kationlari V va VI gurux kationlaridan gidroksokompleks xolida sentrifugatga o‘tkazib, ajratib olinadi. VI gurux komplekslari boshqa guruxlardan ammiakatli komplekslar xolida ajratib olinadi (sentrifugatda).
2. Mis, nikel, temir (II), temir (III), ammoniy, kobalt (II) kationlarini ochishda kompleks xosil bo‘lishdan foydalaniladi.
3. Xalaqit beruvchi ionni niqoblash maqsadida  
 $\text{Fe} + 6\text{NCS}^- \rightarrow [\text{Fe}(\text{NCS})_6]^{3-}$   $\beta = 1,7 \cdot 10^3$   
 $[\text{Fe}(\text{NCS})_6] + 6\text{F}^- \rightarrow 6\text{NCS}^- + [\text{FeF}_6]^{3-}$   $\beta = 6,2 \cdot 10^{16}$   
 $\text{Co}^{2+} + 4\text{NCS}^- + \text{izoamilspirti} \rightarrow [\text{Co}(\text{NCS})_4]^{2-}$  ko‘k xalqa
4. Komplekslarni barqarorlik ( $\beta$ ) va qarorsizlik ( $K_q$ ) doimiylarini xisoblash, kompleks xosil bo‘lish yoki uni parchalanib ketishini oldindan bashorat etish mumkin.

### **Mustahkamlash uchun savollar**

1. Qanday birikmalar kompleks birikmalar deyiladi?
2. Qo‘shaloq tuzlar va kompleks tuzlar orasida qanday farq bor? Misollar asosida tushuntiring.
3. Kompleks birikmalar. Tasnifi.
4. Koordinatsion va molekulyar birikmalarning tasnifi.
5. Ligandlarning dentantligi.
6. Chugayevning xalqalar qoidasi.
7. Funktsional analitik guruh.
8. Suvli eritmalar uchun Debay-Xyukkel nazariyasi bilan hisoblanadigan koeffitsientni ko‘rsating.
9. Shartli barqarorlik konstantasi qanday omillarga bog‘liq bo‘ladi?
10. Molyar qismni hisoblashda «hosil bo‘lish funktsichsi»ning barqarorlik konstantasiga bog‘liq bo‘lgan formulani keltiring.
11. Yonaki reaksiya koeffitsenti nima va u shartli barqarorlik konstantasi bilan qanday bog‘lanishda bo‘ladi?

## 11-ma'ruza

### Oksidlanish-qaytarilish reaksiyalari

*Mashg'ulotning maqsadi:* Oksidlanish-qaytarilish reaksiyalari, ularning turlari haqida tushuncha berish. Reaksiyalarni elektron-ionli usulda tenglashtirishni qulay usulini o'rgatish.

Yarim reaksiyalara, galvanik element va uni tuzilishi haqida ma'lumot berish. Elektr yurituvchi kuch (E.Yu.K.) hosil bo'lish jarayonini tushuntirish. Elektrod potentsiallari, redoks juftlar, vodorod elektrodni tuzilishi haqida tushunchalarni shakllantirish

*Ta'lim metodi:* Ko'rgazmali, informativ, ma'ruza, doska, proektor, jadvallar

*Ta'lim shakli:* Ommaviy, jamoada ishlash.

*Ta'lim sharoitlariya:* Talabalar guruhlari bilan hamkorlikda taqdimot o'tkazish imkoniyatini beradigan auditoriya.

*Nazorat va baholash:* Oraliq va yakuniy nazorat: og'zaki, yozma

### Ma'ruza rejasi

#### Tashkiliy qism.

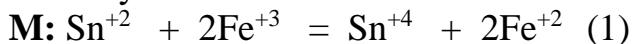
Oksidlanish-qaytarilish reaksiyalari. Elektrod potentsiali, Nernst tenglamasi. Standart va formal potentsiallar bilan bog'liqligi. Oksidlanish-qaytarilish reaksiyalarining yo'nalishi. Oksidlanish-qaytarilish reaksiyalarining mexanizmi. Analizda qo'llaniladigan asosiy organik va anorganik oksidlovchilar va qaytaruvchilar. Aniqlanadigan elementni oldindan oksidlash va qaytarish usullari.

Avvallari oksidlanish-qaytarilish reaksiyalar nazariyasida moddalarga O birikishidan yoki N ajralib chikib ketishi bilan boradigan protsesslarni oksidlanish protsessi deb yuritilardi. Bo'nga teskari bo'lgan protsessni qaytarilish deb tushunilgan. Bu reaksiyalar fakt O va N ga bog'liq deb tushunilgan.

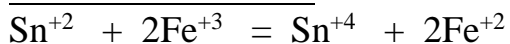
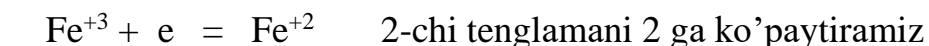
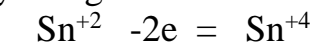
Lekin shunday reaksiyalar borki ularda O va N qatnashmasligi mumkin.

1913 yilda L.V.Pisarjevskiy tomonidan oksidlanish qaytarilish nazariyasi yarilib bu terminlarga tushuntirish berildi. Bu nazariya Pisarjevskiyning «elektron nazariyasi» ham deb yuritiladi.

Bu nazariyaga binoan erkin elektronlar bir atom yoki iondan boshqa atom yoki ionga o'tishi bilan boradigan kimyoviy protsesslar oksidlanish-qaytarilish protsesslari deyiladi.



Xaqiqatan ham elektronlarni bir iondan ikkinchi ionga o'tishi aniqlangan.  $FeCl_3$  0,1 M va  $SnCl_2$  0,1 M eritmaları, o'lsa o'zaro ulab ma'lum vaqtdan keyin sifat analizi kilib kurilsa, 2 stakanda  $Fe^{+2}$ , 1  $Sn^{+4}$  stakanda ionlari paydo bo'lganligini galvanir element xosil bo'ladi ko'ramiz, bu ikkalasini qo'shib (3) reaksiya tenglamasini xosil kilamiz.



Agar boshqa oksidlanish qaytarilish reaksiyalarini ham galvanik elementda o'tkazilsa zanjirda elektr toki xosil bo'ladi. E.YU.K. xosil bo'ladi, elektrolitik kalit vazifasini utaydi.

Kislorod tipik metalloid bo'lganligi uchun xar doim elektron kabul kilib oladi va u oksidlovchidir.

Atom yoki ionlarning elektron berishi bilan boradigan protsesslar oksidlanish protsesslari deyiladi. Elektron kabul kilib olish protsessii bilan boradigan protsesslar qaytarilish protsesslari deyiladi.

Demak yuqoridagi misolimizda  $\text{Sn}^{+2}$  oksidlanadi,  $\text{Fe}^{+3}$  qaytariladi.

M:  $\text{Cu} + \text{O}_2 = 2\text{CuO}$  ;  $\text{Cu} + \text{Cl}_2 = \text{CuCl}_2$ ;  $2\text{J}^- + \text{Cl}_2 = \text{J}_2 + 2\text{Cl}^-$

Demak qaytarilganda oksidlanish darajasi kamayadi, oksidlanganda ortadi. Eritmalarda zaryadlari +3 dan kata bo'lgan oddiy musbat ionlar bo'lmaydi. Bu ionlar gidratlanib akvakomplekslar xosil qiladi.

M:  $[\text{SnCl}_5]^-$   $[\text{SnCl}_6]^{-4}$  da xar doim kalay + 4 valentlikni namoyon qiladi, lekin biz deb yozamiz

Lekin oksidlanish-qaytarilish reaksiyalarini soddalashtirish, reaksiya tenglamalarni yozishda qiyinchilik tugdirmaslik uchun oddiy sonlarda ionlar xolida ( $\text{Sn}^{-2}$ ,  $\text{Sn}^{-4}$ ) yozib ketilaveradi. Elektronlar erkin xolatda bo'lmasdan doimo brr iondan boshqasigi o'tib turadi. SHuning uchun oksidlanish va qaytarilish protsessii doimo bir biriga bog'liq bo'ladi.

Oksidlanish qaytarilish reaksiyalarida oksidlovchining roli oksidlanayotgan moddadan chikayotgan elektronlarni kabul kilib olishdir. Aksincha, qaytaruvchi, ya'ni oksdlanayotgan modda elektron beradi. SHu bilan birgalikda xar qanday reaksiyada qaytaruvchi bergan elektronlar soni, oksidlovchi kabul kilib olgan elektronlar soniga teng bo'lishi kerak.

Reaksiyalarda elementlarni oksidlanish darajalarini topishda quyidagilarga asoslaniladi:

1.Vodorod xar doim elektron yo'qotadi va oksid.sh darajasi +1 ga teng bo'ladi.

2.Kislorod xar doim 2ta elektron oladi va oks .sh darajasi -2 ga teng bo'ladi.

3.Boshqa elementlar qanday ion xosil qilishiga qarab + yok - zaryadli bo'ladi.

4.Molekula tarkibiga kiruvchi elementlar zaryadlari yigindisi 0ga teng buldi.

Murakkab iondagi turli atomlar zaryadlari ayirmasi shu ion zaryadini beradi.

M:  $\text{SO}_4^{-2}$ ,  $\text{Cr}_2\text{O}_7^{-2}$

Oksidlanish-qaytaririlish reaksiya tenglamalarini tuzishda 2 ta usuldan foydalaniladi:

1.Elektron balans usuli;

2.Ionli elektron usuli.

1. Elektron balans usuli

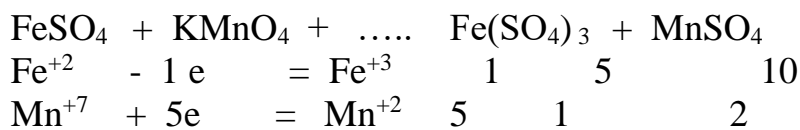
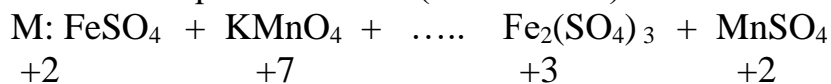
a) reaksiya tenglamasini yozamiz;

b) elementlarni oksidlanish darajalari o'zgarganlarini yozib chiqamiz;

c) xar qaysi modda oksidlovchi va qaytaruvchi funktsiyasi aniqlanib olingan yoki berilgan elektronlar soni topiladi;

d) tenglamani chap tomonini elektron balans koidasi asosida, o'ng tomonida

massalar saklanish qonuni asosida (atom balans) asosida tanlanadi.



Reaksiya tenglamasining o'ng tomonida temir ionlari xar doim juft bo'ladi.

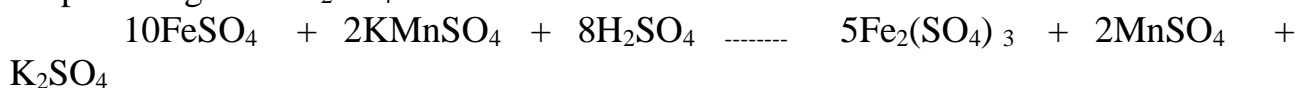
SHuning uchun 1:2 nisbat 2:10 nisbat bilan almashtiriladi, ya'ni



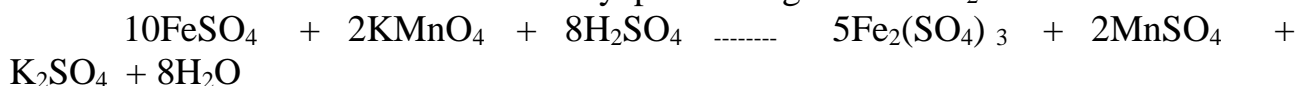
Tenglamaning o'ng tomonida K ionlari yo'q shuning uchun chap tomoniga  $\text{K}_2\text{SO}_4$  kushamiz



Tenglamaning o'ng tomonida sul fat ionlarining soni 18 ta shuning uchun chap tomonga 8 ta  $\text{H}_2\text{SO}_4$  kushamiz:



Bu erda H va O ionlari etishmayapti shuning uchun 8  $\text{H}_2\text{O}$  kushamiz

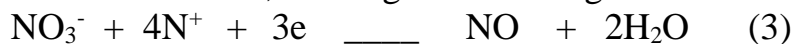


## 2. Ionli elektronli usul

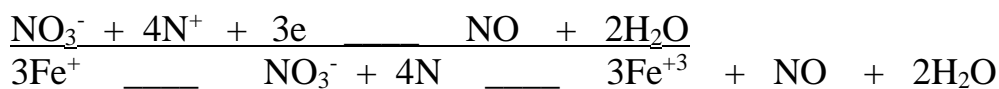
$\text{Fe}^{+2}$  ni  $\text{HNO}_3$  bilan oksidlanishini qo'rib chiqamiz



Lekin ushbu tenglamani o'ng va chap tomoni O bo'yicha teng emas, O ni bog'lash uchun N kerak, shuning uchun 2 tenglamani



Bu tenglamalarni xadlab kushamiz va olgan va bergan elektronlarni teng bo'lishi uchun (1) tenglamani 3 ga ko'paytiramiz:



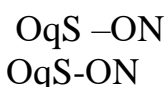
Topshirik:



Oksidlanish-qaytarilish reaksiyalari sifat analizida keng qo'llaniladi.

Elementlarning oksidlanish darajasini xisoblashning odatdagi usuli noto'g'ri natijalarga olib kelgan xollarda, ushbu ionli-elektronli usul qo'llaniladi.

Ayniksa oksalat kislotada  $\text{S}_2\text{O}_4^{2-}$  ni  $\text{MnO}_4^-$  bilan oksidlanish reaksiyasida uglerod  $\text{SO}_2$  ga cha okidlanadi, lekin S ning oksidlanish darajasi -4 ligicha koladi ya'ni :



Biz 3 va 4 gurux kationlarni analizini urganganimizda ularning xususiyatlari bir biri ga juda yakinligin ularni gurux reagentlari ham o'xshashligini (3 gurux uchun ammoniy gidroksid, 4 gurux uchun natriy gidroksid) qo'rib chiqdiq.

Biz bug' o'ngi darsimizda quyidagilarni qo'rib chiqamiz:

- oksidlanish-qaytarilish reaksiyalarini yo'nalishini,

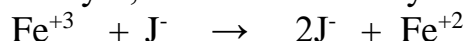
- oksidlanish-qaytarilish reaksiyalariga ionlar konsentratsiyasi qanday ta'sir qilishini

- oksidlanish-qaytarilish reaksiyalari muvozanat konstantasini o'rganib chiqamiz.

Biron oksidlovchi berilgan ion yoki molekulani oksidlasa boshqasini oksidlay olmasligi mumkin.

M:  $\text{Cl}_2$   $\text{Br}^-$  ionlarini oksidlaydi  $\text{Cl}_2 + 2\text{Br}^- \rightarrow 2\text{Cl}^- + \text{Br}_2$

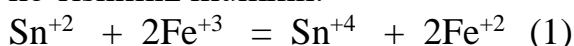
$\text{Fe}^{+3}$  esa  $\text{Br}^-$  ni oksidlay olmaydi, lekin  $\text{J}^-$  ni oksidlay oladi va x.z.



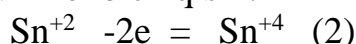
Demak bu erda  $\text{Cl}_2$  moddasi  $\text{Fe}^{+3}$  ioniga nisbatan kuchliroq oksidlovchi bo'lib xisoblanadi.

Qaysi atom yoki molekula elektronlarni osonroq yo'qotsa, u shunchalik kuchli qaytaruvchi bo'ladi va aksincha qaysi atom yoki molekula elektronlarni qanchalik kuchli kabul kilib olsa, uning oksidlovchilik xususiyati shunchalik kuchli bo'ladi.

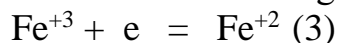
Biz bun avval tuzgan gal vaniq elementimizdan ko'rishimiz mumkin.



Buni kelib chiqishi:



Elektronlar temir ioniga utadi.



Bu erda eritmada biz avval qo'yib kuygan  $\text{Sn}^{+2}$  va  $\text{Fe}^{+3}$  ionlaridan tashqari  $\text{Sn}^{+4}$  va  $\text{Fe}^{+2}$  ionlari ham borligini ko'ramiz.

Demak bu erda kalayning ham, temirning ham oksidlangan va qaytarilgan formalari mavjud bo'ladi.

Uni shunday juft sifatida yozish mumkin:  $\text{Fe}^{+3}\text{g}'\text{Fe}^{+2}$  va  $\text{Sn}^{+4}\text{g}'\text{Sn}^{+2}$

Xar qanday oksidlanish qaytarilish juftining oksidlangan formasi oksidlovchi qaytarilgan formasi qaytaruvchi bo'ladi.

Ushbu oks. qayt juftligin kuchini (potentsiali) ulchash mumkin, lekin buning uchun ularni kuchini solishtirib kuriadigan moslama bo'lishi kerak.

Olimlar shunday moslama sifatida quyidagi tajriba o'tkazdilar. Standart oksidlanish qaytarilish jufti sifatida konsentratsiyasi 1 g.ion.g'l bo'lgan  $\text{H}_2\text{SO}_4$  eritmasini olib, o'nga maxsus naycha orqali bosimi 1 atm bo'lgan vodorod gazi ( $\text{N}_2$ )

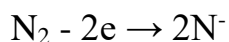
yuborildi. Buni standart vodorod elektrod deb, uning potentsialani shartli ravshda 1 ga teng deb olindi. Agar ikkinchi idishga temir ionlarini oksidlangan va qaytarilgan juftligi bo'lgan ( $\text{Fe}^{+3}\text{g}'\text{Fe}^{+2}$ ) eritma qo'yib elektrolitik kalit bilan sistemani tutashtirib potentsiometr undagi e.yu.k. (ya'ni potentsial) 0,77 v ga tengligini ko'rsatdi.

Ushbu potentsial berilgan oksidlanish qaytarilish juftligining standart oksidlanish potentsiali deb ataldi, (yoki «red.-oks» potentsial. ). (*Reductio, oxidatio*)

Bu erda: (-) kutb zanjirga elektron beradi;

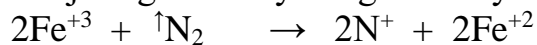
(+) kutb zanjirdan elektronlar kabul kilib oladi.

Demak: manfiy kutbda oksidlanish sodir bo'ladi musbat kutbda qaytarilish sodir bo'ladi. Ya'ni berilgan zanjirda 1 stakanda:

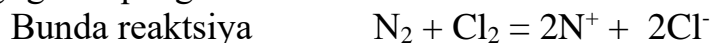


2 stakanda:  $2\text{Fe}^{+3} + e = 2\text{Fe}^+$  sodir bo'ladi

Zanjirdagi reaksiyaning umumiy tenglamasi:



Agarda ushbu zanjirga temir juftligining o'rniga xlorid ionlarini juftligi ( $\text{Cl}_2/2\text{Cl}^-$ ) ulanib zanjirdagi e.yu.k. ulchab kurilsa uning standart potentsiali  $+1,36 \text{ v}$  ga tengligi aniqlangan.



Berilgan juftlikning re.oks.potentsiali qanchalik katta bo'lsa, uning oksidlangan formasi shunchalik kuchli oksidlovchi, qaytarilgan formaasi shunchalik kuchli qaytaruvchi bo'ladi.

Agarda rux uchun shunday tajriba o'tkazilsa  $E^\circ\text{Zn}^{+2}/\text{Zn} \downarrow = -0,76 \text{ v}$  ekanligi aniqlangan.

Oksidlanish qaytarilish juftlarining muvozanat konstantalari ularning tarkibiga kirgan oksidlovchi va qaytaruvchilarning tabiatigagina bog'liq bo'lib kolmasdan, balki ularning konsentratsiyalariga ham bog'liqdir.

Muvozanatdagi oks. qayt. potentsiali ( $E$ ) ning vol tlarda xisoblangan qiymati bilan red-oks.

Oksidlanish qaytarilish juftlarining komponentlari konsentratsiyalari nisbati o'rtasidagi miqdoriy bog'lanish Nernst tenglamasi bilan ifodalanadi:

$$E = E_0 + \frac{RT}{nF} \ln \frac{[\text{oks.}]}{[\text{qayt.}]} \quad T - \text{absolyut temperatura} = 273 \text{ }^\circ\text{S}$$

$$F - \text{Faradey soni} = 96500$$

$$R - \text{gaz doimiysi} = 8,314$$

Ushbu formulani son qiymatlarini o'rniga qo'yib, natural logarifmni unli logrifmga o'tib qiymatlari qo'yilsa:  $E = E_0 + \frac{0,059}{n} \lg \frac{[\text{oks.}]}{[\text{qayt.}]}$

Agarda  $[\text{oks.}] = [\text{qayt.}] = 1$  bo'lsa,  $E = E_0$  bo'ladi.

M:  $[\text{Fe}^{+3}] = 1,0 \text{ g.ion.g}^{-1}$ ,  $E = E_0 + \frac{0,059}{n} \lg \frac{[1]}{[10^{-4}]} = 1,006 \text{ v}$  bo'ladi

$[\text{Fe}^{+2}] = 0,0001 \text{ g.ion.g}^{-1}$  bo'lsa,

Agar ion yoki molekulaning qaytarilgan formasi metall bo'lsa u formulaga kiritilmaydi. M:  $E^\circ\text{Zn}^{+2}/\text{Zn} \downarrow = E_0 + \frac{0,059}{2} \lg [\text{Zn}^{+2}]$

Oksidlanish qaytarilish reaksiyalarining yo'nalishi asosan quyidagi tablitsa asosida aniqlanadi.

$\text{Zn}^{+2}$	2	$\text{Zn} \downarrow$	-0,7628	$\text{Fe}^{+2}$	2	$\text{Fe} \downarrow$	-0,449
$\text{Sn}^{+2}$	2	$\text{Sn} \downarrow$		$\text{Pb}^{+2}$	2	$\text{Pb} \downarrow$	
$\text{Fe}^{+3}$	3	$\text{Fe} \downarrow$		$2\text{N}^+$	2	$\text{N}_2 \uparrow$	
$\text{Sn}^{+4}$	2	$\text{Sn}^{+2}$		$\text{Cu}^{+2}$	2	$\text{Cu} \downarrow$	
$\text{Cl}_2$	2	$2\text{Cl} \uparrow$					

Standart oks. qayt. potentsialining qiymati ortishi bilan oksidlovchilarning kuchi oshadi, qaytaruvchilarning kuchi kamayadi

Xar qanday oksidlovchi standart oksidlash potentsiali kichik bo'lgan faqat o'zidan yuqorida turuvchi moddalarni oksidlashi mumkin, va aksincha xar qanday

qaytaruchi esa standart oksidlash potentsiali katta bo'lgan va faqat o'zidan pastda turuvchi moddalarni qaytarishi mumkin. Berilgan sharoitda borishi mumkin bo'lgan oksidlanish qaytarilish protsesslaridan qaysisini standart red.oks potentsiallari farqi katta bo'lsa, shunisi avval boradi.

### Mustahkamlash uchun savollar

1. Qanday reaksiyalarga oksidlanish-qaytarilish reaksiyalari deyiladi?
2. Oksidlanish-qaytarilish reaksiyalariga qanday omillar ta'sir ko'rsatadi?

Misollar asosida tushuntiring.

3. Oksidlanish-qaytarilish reaksiyalarini elektron-ionli usulda tenglashtirishning umumiy printsiplari nimalardan iborat?  $\text{FeSO}_4 + \text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow$

reaksiyasi misolida tushuntiring.

4. Standart oksidlanish-qaytarilish potentsiali qanday omillarga bog'liq bo'ladi?

5. Formal potentsial nima va u qanday omillarga bog'liq bo'ladi?

6. Galvanik elementning elektr yurituvchi kuchi (e.yu.k.) berilgan qaytaruvchi va oksidlovchining qanday xossalarni xarakterlaydi?

7. Ushbu  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 + \text{KMnO}_4 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow$

oksidlanish-qaytarilish reaksiyacini yarim reaksiyalar usulida tenglashtiring.

8. Ushbu

$\text{As}_2\text{S}_3 \downarrow + \text{H}_2\text{O}_2 + (\text{NH}_4)_2\text{CO}_3 \rightarrow (\text{NH}_4)_2\text{AsO}_4 + (\text{NH}_4)_2\text{SO}_4 + \text{H}_2\text{O}$  va

$\text{As}_2\text{S}_3 + \text{HNO}_3 \rightarrow \text{H}_3\text{AsO}_4 + \text{H}_2\text{SO}_4 + \text{NO}_2 + \text{H}_2\text{O}$

oksidlanish-qaytarilish reaksiyalarini elektron balansi usulida tenglashtiring.

## 12-ma'ruza

### Analizda qo'llaniladigan oksidlovchi va qaytaruvchilar

*Mashg'ulotning maqsadi:* Analizda qo'llaniladigan asosiy organik va anorganik oksidlovchilar va qaytaruvchilar. Aniqlanadigan elementni oldindan oksidlash va qaytarish usullari haqida tushunchalarni shakllantirish

*Ta'lim metodi:* Ko'rgazmali, informativ, ma'ruza, doska, proektor, jadvallar

*Ta'lim shakli:* Ommaviy, jamoada ishlash.

*Ta'lim sharoitlariya:* Talabalar guruhlar bilan hamkorlikda taqdimot o'tkazish imkoniyatini beradigan auditoriya.

*Nazorat va baholash:* Oraliq va yakuniy nazorat: og'zaki, yozma

### Ma'ruza rejasi

#### Tashkiliy qism.

Analizda qo'llaniladigan asosiy organik va anorganik oksidlovchilar va qaytaruvchilar. Aniqlanadigan elementni oldindan oksidlash va qaytarish usullari.

Kimyoviy taxlilda O.Q.R. metallar va qatishmalarni eritish, eritmalar turg'unligini oshirish, ionlarni ochish maqsadlarida va yana miqdoriy taxlilda xam

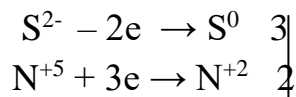
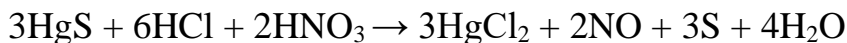
qo'llanadi.

### 1. Qotishma taxlildan avval eritiladi.



so'ngra eritmada  $\text{Al}^{3+}$  kationi ochildi.

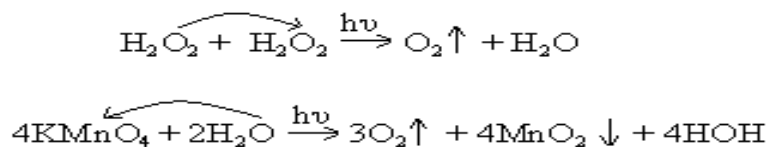
Juda oz eruvchan sulfidlarni eritishda xam O.Q.R. qo'llanadi



### 2. Xavodagi kislorod ta'sirida oksidlanib, tarkibi o'zgarib, qoluvchi ba'zi eritmalar turg'unligini ta'minlash uchun xam O.Q.R. qo'llanadi.

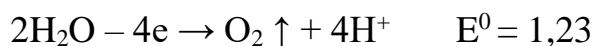
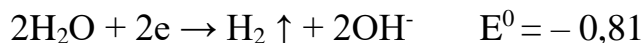
Masalan simob (1) nitrat eritmasi turg'un bo'lishi uchun unga simob metalli qo'shiladi  $\text{Hg}_2^{2+} - 2\text{e} \rightarrow 2\text{Hg}^{2+}$  to'xtatish uchun  $\text{Hg} + \text{Hg}^{2+} \rightarrow \text{Hg}_2^{2+}$

Ba'zi kuchli oksidlovchilarning eritmaları, fotokimyoviy qaytarilish reaksiyasi ketmasligi uchun qo'ng'ir yoki qora idishda saqlanadi. Masalan:



Shuning uchun  $\text{H}_2\text{O}_2$  va  $\text{KMnO}_4$  eritmalarini qo'ng'ir idishda saqlash tavsiya etiladi.

### 3. Tabiatning eng muxim erituvchisi suv redoksamfoter xususiyatga ega



$E^0_{\text{Fe}^{2+}/\text{Fe}^{3+}} = +2,81$  bo'lgan kuchli  $\text{F}_2$  gazini suvdagi eritmasi mavjud emas  $2\text{F}_2 + 2\text{H}_2\text{O} \rightarrow 4\text{HF} + \text{O}_2$   $E^0_{\text{Cl}_2/2\text{Cl}^-} = 1,36$  shunday sababga ko'ra xlorini, Co(III) xam suvli eritmasini tayyorlab bo'lmaydi.

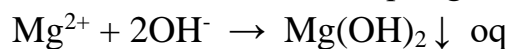
**Xulosa: Redoks potentsiallari keskin farq qilgan moddalar eritmada birga mavjud bo'la olmaydi.**

### 4. Kationlarni ajratish va niqoblash uchun:

a) Magniy va margans gidroksidlarini eruvchanligini farqi kam bo'lib ikkalasi qon  $\text{HCl}$  va  $\text{NH}_4\text{Cl}$  eritmalarida erigani sababli ularni bir biridan ajratish uchun ishqor va vodorod peroksid aralashmasi qo'shiladi



qo'ng'ir



cho'kmalar aralashmasiga  $\text{NH}_4\text{Cl}$  eritmasi ta'sir etilsa  $\text{Mg(OH)}_2$  erib sentrofugatga o'tadi.

b)  $\text{K}^+$  kationini ochishga xolaqit beruvchi  $\text{NH}_4^+$  kationini ichki molekulyar



O.Q.R. vositasida yo'qotish mumkin



5. O.Q.R. ionlarni ochishda qo'llash muxim ahamiyatga ega: Misollar. Simob kationlarini mis plastinka yordamida, marganets (II) – oksidlovchi vismutat ioni, xrom (III) ionini ishqor muxitida  $\text{H}_2\text{O}_2$  bilan ochish va boshqa qator misollarni keltirish mumkin.

### Mustahkamlash uchun savollar

1. Oksidlanish-qaytarilish reaksiyalarining yo'nalishini belgilovchi qoidalarni ko'rsating.
2. O.Q.R.ga qanday omillar ta'sir qiladi?
3. O.Q.R.ning tahlilda qo'llanilishi.
4. Elektr yurituvchi kuch haqida ma'lumot bering.

### 13-ma'ruza

#### Cho'ktirish reaksiyalari

*Mashg'ulotning maqsadi:* Eruvchanlik ko'paytmasi va eruvchanlik. Ularga ta'sir etuvchi omillar. Bo'laklab va sistematik cho'ktirish. Dinamik muvozanatdagi sistemalarga harakteristika berish, eruvchanlik ko'paytmasi, cho'kish va erish jarayoniga massalar ta'sir qonuni qo'llanilishini, eruvchanlik ko'paytmalari va ular orasidagi bog'lanishlar haqida ma'lumot berish, Gibbsning standart energiyasining o'zgarishi, cho'kmaning tushish sharoiti, bir ismli ionning va begona ismli ionlarning ta'sirini ilmiy asoslab berish.

Kam eruvchan birikma to'la dissotsilanmagandagi eruvchanlik ko'paytmasi, anorganik va organik cho'ktiruvchilar, shartli eruvchanlik ko'paytma, yonaki reaksiya koeffitsienti haqida ma'lumot berish. Shartli EK'ning turli pH qiymatlarida bog'lanishini ko'rsatish.

*Ta'lim metodi:* Ko'rgazmali, informativ, ma'ruza, doska, proektor, jadvallar

*Ta'lim shakli:* Ommaviy, jamoada ishlash.

*Ta'lim sharoitlariya:* Talabalar guruhleri bilan hamkorlikda taqdimot o'tkazish imkoniyatini beradigan auditoriya.

*Nazorat va baholash:* Oraliq va yakuniy nazorat: og'zaki, yozma

### Ma'ruza rejasi

#### Tashkiliy qism.

Eruvchanlik ko'paytmasi va eruvchanlik. Ularga ta'sir etuvchi omillar. Bo'laklab va sistematik cho'ktirish. Dinamik muvozanatdagi sistemalar. Eruvchanlik ko'paytmasi. Cho'kish va erish jarayoniga massalar ta'sir qonuni, qo'llanilishi, eruvchanlik ko'paytmalari va ular orasidagi bog'lanish. Eruvchanlik ko'paytma va eruvchanlik orasidagi bog'lanish. Eruvchanlik ko'paytmasi va Gibbsning standart energiyasining o'zgarishi. Cho'kmaning tushish sharoiti, bir ismli ionning va begona ismli ionlarning ta'siri.

Kam eruvchan birikma to'la dissotsilanmagandagi eruvchanlik ko'paytmasi.

Anorganik va organik cho'ktiruvchilar. Shartli eruvchanlik ko'paytma. Yonaki reaksiya koeffitsienti. Shartli EK'ning turli pH qiymatlarida bog'lanishi.

Biz gomogen sistemani qo'rib chiqdiq. Lekin kimyoviy analizlarda geterogen (ko'p jinsli) sistemalar bilan ishlashga to'g'ri keladi.

Ikki yoki undan ortiq fazadan iborat bo'lgan sistema geterogen sistema deb ataladi. Geterogen sistemaning bir biridan chegara sirtlari bilan ajralgan qismlari faza deyiladi.

M: tuyingan eritma chkmasi bo'lgan sistemani qo'rib chikimiz. M.: qiyin eriydigan tuz AgCl suvli eritmasini qo'rib chiksak.



suvni dipollari bilan uraydi.

Qarama qarshi protsess boradi.

Bu erda dinamik muvozanat vjudga keladi.

Kattik fazasi bilan muvozanatda turgan eritma tuyingan eritma deyiladi

Biror qiyin eriydigan elektrolitni ionlar konsentratsiyasini ko'paytmasi agarda:

$[\text{Ag}^+] \cdot [\text{Cl}^-] < \text{EK}$  bo'lsa eritma tuyinmagan bo'ladi;

$[\text{Ag}^+] \cdot [\text{Cl}^-] = \text{EK}$  bo'lsa eritma tuyingan bo'ladi;

$[\text{Ag}^+] \cdot [\text{Cl}^-] > \text{EK}$  bo'lsa eritma uta tuyingan bo'ladi va cho'kma xosil bo'ladi.

Kam eruvchi elektrolitning ionlar konsentratsiyasining ko'paytmasi ushbu temperaturadagi EK si qiymatidan ortib ketgan xolda cho'kish protsessining tezligi erish protsessining tezligidan ortib ketadi va cho'kma tushadi, EK ning qiymati ion ko'paytmasiga teng bo'lganda cho'kmaga tushishi tuxtaydi.

Biror elektrolitning tuyinmagan eritmasini tuyingan va xatto uta tuyingan eritmaga aylantirish uchun o'nga tarkibida bir ismli ion bo'lgan elektrolit kushish kerak, bunda unig eruvchanligi kamayadi.

M: AgCl eritmasiga NaCl yoki KCl qo'shilsa eruvchanlik kamayadi.

Ammo ba'zi xollarda bir ismli bo'lmagan TlCl kuchli elektrolitlar qo'shilsa eruvchanlik ortadi.

M:  $\text{NaNO}_3$  yoki  $\text{KNO}_3$  qo'shilsa cho'kmasi bilan muvozanatda turgan elektrolitning eritmasiga birorta bir ismli bo'lmagan kuchli elektrolit kushish bilan eruvchanlikni ortishi tuz effekti deyiladi. Qo'shilgan tuz konts.yasi

Aralashtirilayotgan ikki moddani xajmini va konsentratsiyasini bilgan xolda cho'kma xosil bo'lish bo'lmasligini xisoblab topish mumkin.

M: 0,2 M ikkita eritma teng miqdorda aralashtirildi cho'kma tushadimi yo'qmi?

$\text{Pb}(\text{NO}_3)_2 + 2\text{NaCl} = ?$  Agar  $\text{EK}_{\text{PbCl}} \approx 2,4 \cdot 10^{-4}$  bulsp cho'kma tushadimi yo'qmi.

Bu erda ikkita eritmani qo'shilganli uchun umumiy eritmani xajmi 2 marta ortadi va konsentratsiyalari 2 marta kamayadi.

0,2M : 2 = 0,1 bo'ladi. Endi Ushbu konsentratsiyalarni o'rniga qo'yib chiqamiz.

$$[\text{Pb}^{2+}] \cdot [\text{Cl}^-]^2 = [0,1] \cdot [0,1]^2 = 1 \cdot 10^{-3}$$

$$[\text{Pb}^{2+}] \cdot [\text{Cl}^-]^2 > \text{EK}_{\text{PbCl}} \text{ ya'ni } 1 \cdot 10^{-3} > 2,4 \cdot 10^{-4} \text{ cho'kma tushadi.}$$

Cho'kmalar xosil bo'lishiga turli omillar ta'sir qiladi.

1. Eritmani konsentratsiyasi;

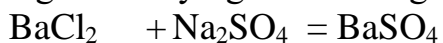
Agar 0,1 M eritma bo'lsa cho'kma tushmaydi.

2. Cho'ktiruvchi miqdori;

3.  $\text{BaCl} + 2\text{Na}_2\text{CO}_3 \rightarrow \text{BaCO}_3 + 2$  barobar olish k.k

4. Bir ismli ion ta'siri;

Agar ni tuyingan eritmasiga  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  qo'shilsa cho'kma tushadi



5. Tuz effekti; eruvchanligi

$\text{KNO}_3$ ,  $\text{NaNO}_3$  ga o'xshash kuchli elektrolitlar qo'shilganda ortadi

6. Temperatura. Odatda temperatura ortsa ortadi.

Suvda mutlako erimaydigan modda bo'lmaganligi sababli, eruvchanlik ko'paytmasi xech kachon nolga teng bo'lmaydi.  $\text{EK} = 0$  bo'lmaydi.

Xar qanday cho'kmani eruvchanlik ko'paytmasi (EK) si mavjud. SHuning uchun biror moddani To'la cho'ktirish mumkin bo'lmaganligi sababli shu moddaning EK si ga teng qismi eritmada koladi, va boshqa ishlarni bajarish uchun xalakit bermaydi, bunday xollarda cho'ktirish To'la bo'lgan deyish mumkin.

To'la cho'ktirish analitik kimyoda juda muxim ahamiyatga ega, chunki analizda cho'ktirish amaliy jixatidan to'liq bo'lgandagina ionlarni ajratish va eritmadan chiqariladigan ionlarning keyingi ishlarga xalakit beradigan ta'sirini yo'qotish mumkin bo'ladi.

To'la cho'kishga ta'sir qiladigan omillar.

1. Cho'ktiriladigan birikmaning eruvchanligi.

Topilishi lozim bo'lgan ionning cho'kma xolida xosil qiladigan birikmasining eruvchanligi berilgan sharoitda qanchalik kam bo'lsa, bu ion eritmadan shunchalik to'liq ajraladi. M:

	$\text{PbCl}_2$ ,	$\text{PbSO}_4$ ,	$\text{PbS}$
EK	$1,6 \cdot 10^{-5}$	$1,6 \cdot 10^{-8}$	$2,5 \cdot 10^{-27}$
Eruvchanligi	$1,6 \cdot 10^{-2}$	$1,26 \cdot 10^{-4}$	$5 \cdot 10^{-14}$

Birin - ketin cho'ktirish:

Analitik ximiyada tajribalar o'tkazilayotganda qo'shilayotgan reagent eritmada ionlarning faqat bittasi bilan emas, balki, ikkitasi yoki bir nechtasi bilan qiyin eriydigan birikmalar xosil qiladigan xollar ham uchrab turadi. Bunday xolatni eruvchanlik ko'paytmasi koidasini bilgan xolda tushuntirish mumkin. M:

$\text{KCl}$  va  $\text{K}_2\text{CrO}_4$  da  $[\text{Cl}^-] = [\text{CrO}_4^{2-}] = 0,1 = 1 \cdot 10^{-1}$  g.ion/l bo'lgan eritmaga tomchillatib  $\text{AgNO}_3$  kushsak, qaysi oldin cho'kadi



Bu erda qaysi tuzning EK si uz qiymatiga oldin etsa shu cho'kadi. Ag ionining konsentratsiyasini uning eruvchanlik ko'paytmasidan xisoblab topish mumkin.

$$\text{EK}_{\text{AgCl}} = [\text{Ag}^+] \cdot [\text{Cl}^-] = 1,78 \cdot 10^{-10} \text{ - doimiy son}$$

$$EK_{AgCrO_4} = [Ag^+]^2 \cdot [CrO_4^{2-}] = 1,1 \cdot 10^{-12} - \text{doimiy son}$$

Agar shartli ravshda kumush xloriddagi kumushning konsentratsiyasini  $[Ag^+]_{AgCl}$  va kumush xromatdagi kumushning konsentratsiyasini  $[Ag^+]^2_{AgCpO}$  deb olsak. YUqoridagi formuladan:

$$[Ag^+]_{AgCl} = \frac{EK_{AgCl}}{[Cl^-]} = \frac{1,78 \cdot 10^{-10}}{1 \cdot 10^{-1}} = 1,78 \cdot 10^{-9} \text{ g.ion/l}$$

$$[Ag^+]_{AgCpO_4} = \sqrt{\frac{EK_{AgCrO_4}}{[CrO_4^{2-}]}} = \sqrt{\frac{1,1 \cdot 10^{-12}}{1 \cdot 10^{-1}}} = 3,3 \cdot 10^{-5} \text{ g.ion/l kelib chiqadi}$$

Demak avval konsentratsiyasi kam bo'lgan ion uz qiymatiga erishadi va cho'kma tushishni boshlaydi.

M: Agar bitta probirkaga KCl va  $K_2CrO_4$ ni aralashtirib keyin  $AgNO_3$  kushsak, avval suzmasimon ok cho'kma ( $AgCl$ ) tushib keyinrok qizil gisht rangli ( $Ag_2CrO_4$ ) cho'kma tushadi. Eritmadagi  $Cl^-$  ionlari to'liq cho'kib bo'lgandan keyin  $CrO_4^{2-}$  ionining cho'kmasi tusha boshlaydi.

Ionlar aralashmasiga ayni reagent ta'sir ettirilganda, ular shu ionlar xosil qiladigan qiyin eruvchi birikmalar EK sining uz qiymatiga etishish tartibida cho'kmaga tushshii birin ketin cho'ktirish deb ataladi.

Birin ketin cho'ktirishda reaksiya natijasida xosil bo'ladigan birikmalarning eng oz eriydigani odatda birinchi navbatda cho'kadi, undan keyin ko'proq eriydigani cho'kadi v ax.z.

Ionlarning birin-ketin cho'kishi faqat reaksiya maxsulotlarining eruvchanligiga emas, balki shu ionlarning eritmadagi konsentratsiyasiga bog'liq bo'ladi. SHuning uchun elektrolitni xosil kiluvchi ionlarning konsentratsiyasini tegishli ravshda o'zgartirib, ionlarning birin ketin cho'kish tartibini teskari tartibda o'zgartirishmumkin.

Cho'kmalarni erishi: Qiyin eruvchan cho'kmalarni eritish uchun EK koidasini bilish kerak. Odatda cho'kmaning erishi kam eruvchi elektrolitning ion ko'paytmasi EK qiymatidan kichikrok bo'lgan vaqtda boshlanadi. Cho'kmani eritish uchun eritimaga shunday elektrolit kiritish kerakki, uning ionlari qiyin eruvchi elektrolitning ionlaridan biri bilan kam dissotsilanadigan birikma xosil qilishi kerak.

Analitik kimyoda ko'p xollarda biron qiyin eruvchan birikmani boshqa biron qiyin eruvchi birikmaga aylantirib, keyin tajriba qilishga to'g'ri keldi.

M:  $Mg(OH)_2$  eritib, eritmadan  $Mg^{2+}$  ni topish kerak bulsin. Cho'kma ustidagi eritma  $Mg(OH)_2$  ga tuyingan bo'ladi ya'ni:

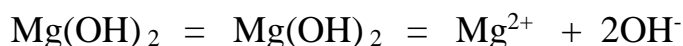
$$EK = [Mg^{2+}] \cdot [OH^-]^2 = 6 \cdot 10^{-10}$$

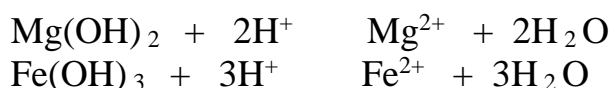
Agar biror kislota kushsak  $H^+$  eritmadagi  $OH^-$  ionlarinibog'laydi



natijada muvozanat bo'ziladi va gidrooksid ionlari eritmaga uta boshlaydi va ma'lum vaqtdan keyin yana muvozanat qaror topadi. Agar yana HCl kushsak yana muvozanat bo'ziladi va cho'kma erib ketadi.

Demak biror cho'kmani eritish uchun uning eritmasiga utayotgan ionlardan birini shu ion bilan kam dissotsilanadigan birikma xosil kiluvchi ion ta'sir ettirib bog'lash kerak.





### Mustahkamlash uchun savollar

1. Qanday sistemalar geterogen sistemalar deyiladi?
  2. Termodinamik eruvchanlik ko'paytmasi ( $EK^0$ ) deb nimaga aytiladi va u qanday omillarga bog'liq bo'ladi?
  3. Termodinamik eruvchanlik ko'paytmasi ( $EK^0$ ) bilan konsentratsion eruvchanlik ko'paytmasi orasida qanday bog'lanish mavjud va konsentratsion EK ga qanday omillar ta'sir ko'rsatadi?
  4.  $\Delta G$  eruvchanlik birikmaning eruvchanligi va eruvchanlik ko'paytmasi orasida qanday bog'lanish mavjud?
  5. Qanday eritmalar to'yingan erimalar deyiladi?
  6.  $\Delta G$  eruvchanlik birikma eritmasiga bir ismli ion qanday ta'sir ko'rsatadi?
- Misollar asosida tushuntiring.
7. Eruvchanlik ko'paytmasiga begona ionlarning kiritilishi qanday ta'sir ko'rsatadi?
  8. Bir xil ion kuchiga ega bo'lgan bir ismli va begona ionlarning eruvchanlik ko'paytmasiga ta'siri qanday bo'ladi? Javobingizni izohlang.
  9.  $\Delta G$  eruvchanlik birikmalarning eruvchanligiga eritmaning muhiti va harorat qanday ta'sir etadi?
  10.  $\text{Fe(OH)}_3$  ning eruvchanligi  $2,0 \cdot 10^{-8}$  g/l ga teng bo'lsa, uning eruvchanlik ko'paytmasini aniqlang.
  11.  $\Delta K_{\text{PbSO}_4}^0 = 1,6 \cdot 10^{-8}$ ;  $\Delta K_{\text{PbI}_2}^0 = 1,1 \cdot 10^{-9}$  ga teng. Bu tuzlarning eruvchanliklarini mol/l va g/l larda hisoblang.
  12. Nima uchun eruvchanlik ko'paytmasi kichik bo'lgan  $\text{PbI}_2$  tuzining eruvchanligi  $\text{PbSO}_4$  niki nisbatan katta?
  13. To'la dissotsilanmaydigan birikmaning eruvchanligi va eruvchanlik ko'paytmasi orasidagi bog'lanishni ko'rsating.
  14. Qanday cho'ktiruvchilar ko'pincha eritmada dissotsilangan holda bo'ladi?
  15. Cho'kmaning to'la cho'kishiga qanday yonaki jarayonlar ta'sir ko'rsatadi?
  16. Shartli eruvchanlik ko'paytmasi deb nimaga aytiladi va unga qanday omillar ta'sir ko'rsatadi?
  17. Kam eruvchanlik birikmaga erituvchi molekulalari ta'sirini qanday izohlaysiz?
  18. Shartli eruvchanlik ko'paytmasiga eritmaning muhiti qanday ta'sir ko'rsatadi?
  19. Yonaki reaksiya koeffitsienti qanday jarayonlarni o'z ichiga oladi?
- Misol asosida tushuntiring.
20.  $\text{CaC}_2\text{O}_4$  ning eruvchanligiga 0,1 M KCl eritmasi qanday ta'sir ko'rsatadi?(Javob: Eruvchanligi taxminan 3 marta ortadi).

21. 0,001 n li  $\text{SrCl}_2$  va  $\text{K}_2\text{SO}_4$  teng hajmli eritmalarida cho'kma tushadimi?  
 $\Theta K_{\text{SrSO}_4}^0 = 3.2 \cdot 10^{-7}$

22.  $\text{AgNO}_2$  ning eruvchanligi 2,22 g/l. Aktivlik koeffitsientlarini e'tiborga olgan olda  $\Theta K_{\text{AgNO}_2}^0$  ni hisoblang.

## 14-ma'ruza Ochish va identifikatsiyalash usuli

*Mashg'ulotning maqsadi:* Ochish va identifikatsiyalash usullarini tanlash va ularning vazifalari. Atomlar, ionlar, molekula va moddalarni identifikatsiyalash. Bo'laklab va sistematik analiz qilish. Sifat analizi usullari va ularning sinflanishi, asosiy tushunchalar, analitik reaksiyalarning bajarilish usullari, analitik reaksiyalarni amalga oshirishning shart-sharoitlari, reaksiyalarning seziluvchanligi, tanlab ta'sir etuvchanligi o'ziga xosligi, topilish minimumi, suyultirish chegarasi, reaksiyaning sezgirligini oshirish usullari, eritmalarini bo'lib-bo'lib va sistematik analiz qilish usullari, guruh reagentining vazifalari, sifat analizida kationlar va anionlarning sinflanishi, haqida tasavvular hosil qilish.

*Ta'lim metodi* Ko'rgazmali, informativ, ma'ruza, doska, proektor, jadvallar

*Ta'lim shakli* Ommaviy, jamoada ishlash.

*Ta'lim sharoitlariya* Talabalar guruhlarini bilan hamkorlikda taqdimot o'tkazish imkoniyatini beradigan auditoriya.

*Nazorat va baholash* Oraliq va yakuniy nazorat: og'zaki, yozma

### Ma'ruza rejasi

#### **Tashkiliy qism.**

Ochish va identifikatsiyalash usullarini tanlash va ularning vazifalari. Atomlar, ionlar, molekula va moddalarni identifikatsiyalash. Bo'laklab va sistematik analiz qilish. Sifat analizi usullari va ularning sinflanishi, asosiy tushunchalar, analitik reaksiyalarning bajarilish usullari, analitik reaksiyalarni amalga oshirishning shart-sharoitlari, reaksiyalarning seziluvchanligi, tanlab ta'sir etuvchanligi o'ziga xosligi, topilish minimumi, suyultirish chegarasi, reaksiyaning sezgirligini oshirish usullari, eritmalarini bo'lib-bo'lib va sistematik analiz qilish usullari, guruh reagentining vazifalari, sifat analizida kationlar va anionlarning sinflanishi.

Biror bir modda tarkibiga qanday element yoki ionlar kirishini aniqlash, sifat analizining vazifasidir.

Tekshirilayotgan modda tarkibini tashkil etgan moddalar miqdorini aniqlash miqdoriy analizining vazifasidir.

Xar doim sifat analizi miqdor analizidan avval o'tkaziladi.

Sifat analizi quyidagi asosiy bosqichlardan iborat:

- 1). Analiz qilinadigan moddani eritmaga o'tkazish; (*kation va anion x/b*)
- 2). Kationlarga dastlabki sinovlar o'tkazish;
- 3). Kationlarni sistematik sifat analizi.

Biror bir moddani kimyoviy tarkibini bilish uchun, uni qanday atomlar yoki

atomlar guruhsidan tashkil topganligini bilish kerak.

M: Osh tuzi(NaCl), sul fat ksilotasi(H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>), oxaktosh(CaCO<sub>3</sub>) selitra (NaNO<sub>3</sub>) va x.z, tog jinsi, mis ko'porosi, ammiak va x. k.

Lekin moddani tarkibiy qismlarga ajratmasdan turib ham tarkibini aniqlash mumkin.

M: H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> - zichligi aniqlanadi;

Cu(OH)<sub>2</sub> - elektr o'tkazuvchanligi aniqlanadi;

Fe(CNS)<sub>2</sub> - eritmani rangidan aniqlanadi.

Kimyoviy analizning quyidagi usullari mavjud:

1.Kimyoviy usul

2.Fizikaviy usul

3.Fiz-kimyoviy usul

Analizning kimyoviy usulida aniqlanishi lozim bo'lgan element yoki ionni o'ziga xos biror bir birikmaga aylantiriladi va shu birikmani xossalari tekshiriladi.

M: AgNO<sub>3</sub> + HCl → AgCl + HNO<sub>3</sub> - oq cho'kma

4FeCl<sub>3</sub> + 3K<sub>4</sub>[Fe(CN)<sub>6</sub>] = Fe<sub>4</sub>[Fe(CN)<sub>6</sub>]<sub>3</sub> + 12KCl - berlin lazuri (rang)

NH<sub>4</sub>Cl + NaOH → NH<sub>3</sub>↑ + NaCl + H<sub>2</sub>O - xidli gaz chiqadi

Ushbu reaksiyalar analitik reaksiyalar deyiladi.

Ushbu analitik reaksiyalarning ham qo'llanilish chegarasi bor bo'lib, analiz qilinadigan moddalar miqdori juda ham kam bo'lganda bu usulni qo'llab bo'lmaydi.

Ishlab chiqarishda ko'proq fizikaviy va fiz-kimyoviy usullar qo'llaniladi. Analizning fizikaviy usullari moddaning kimyoviy tarkibi bilan uning ayrim fizikaviy xossalari o'rtasidagi bog'lanishga asoslangan.

M: Spektrol analiz, lyuminitsent analiz

Analizning fiz-kimyoviy usullari, eritmalar rangini intensivligini o'lchashga asoslangan bo'lib, fizik asboblardan bilan fizika qonunlari yordamida kimyoviy reaksiyalar olib boriladigan usuldir. M:

Potentsiometrik analiz

Fotometrik analiz

Kulonometrik analiz

Xromotografik analiz

Konduktometrik analiz

Polyarografik analiz v.x.k

Bo'lar ko'pincha instrumental metodlar ham deb yuritiladi.

Analitik kimyoning zamonaviy usullari bilan ko'pincha moddani 10<sup>-6</sup> - 10<sup>-12</sup> g gacha bo'lgan miqdorini yoki 10<sup>-3</sup> - 10<sup>-6</sup>ml gacha bo'lgan xajmini aniqlash mumkin. (EXMlar ishlab chiqarishda, toza moddalar olishda).

Analitik reaksiyalarni bajarishda ishlatiladigan moddalar miqdoriga qarab sifat analizi: makro-, mikro-, yarim mikro-, ul tra mikro metodlardan foydalaniladi.

Analiz uchun olinadigan moddalar miqdori:

a) makroanaliz 0,1 - 1,0 g(yoki 1-10 ml) olinadi;

v) mikroanaliz 0,001 - 0,01 g(yoki 0,01-0,1ml) olinadi;

s) yarim mikro analiz 0,01 - 0,1 g (yoki 0,1-1,0 ml) olinadi;

d) ul tr mikro analiz 10<sup>-6</sup> - 10<sup>-9</sup> g (10<sup>-3</sup> -10<sup>-4</sup> ml) bo'lib analiz mikroskop ostida olib boriladi.

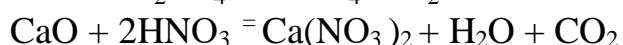
e) sub mikro analiz  $10^{-9} - 10^{-12}$  g ( $10^{-4} - 10^{-6}$  ml)

Odatda analitik reaksiyalar «quruq» va «xo'l» usulda o'tkaziladi.

Analizning quruq usulida tekshirilayotgan modda va reaktivlar qattiq xolatda olinadi va olingan modda bilan reaktivlarni yuqori temperaturada qizdirish yo'li bilan amalga oshiriladi.

M: platina sim uchiga aniqlanayotgan modda tuzidan yuqtirib alanganing rangsiz qismiga tutiladi, bunda  $K^+$  - tuzlari binafsha,  $Na^+$  - tuzlari to'k sariq,  $Sr^{+2}$  - tuzlar och qizil,  $Ba^{+2}$  - tuzlari yashil va x. z. ranglar beradi

Analizning «xo'l» usulida tekshirilayotgan modda bilan reaktivni o'zaro ta'siri eritmada kuzatiladi. Buning uchun modda avval eritiladi va keyin reaksiya o'tkaziladi. Erituvchi sifatida odatda suv ishlatiladi, agar modda suvda erimasa kislotada eritiladi:



Sifat analizida faqat biror tashki effekt, ya'ni reaksiyani xaqiqatda borayotganligini ko'rsatuvchi o'zgarishlar bilan boradigan reaksiyalardan foydalaniladi. Bu tashqi effektlar quyidagilar bo'lishi mumkin

M: 1. Modda rangini o'zgarishi,

2. Cho'kma tushishi yoki cho'kmani erib ketishi,

3. Gaz ajralib chiqishi.

$4FeCl_3 + 3K_4[Fe(CN)_6]_3 \rightarrow Fe_4[Fe(CN)_6]_3 + 12KCl$  - ko'k rangli, berlin lazuri

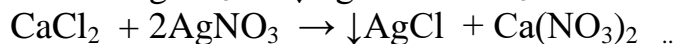
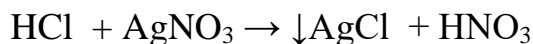


Anorganik moddalarni analiz qilishda ko'pincha tuzlar, kislotalar va asoslarning suvdagi eritmaları bilan tajribalar olib boriladi.

Reaksiyalar «xo'l» usul bilan o'tkazilganda, to'g'ridan to'g'ri elementlarni emas, balki ular xosil qilgan ionlar topiladi.

M:  $K^+$  - ioni (K emas),  $Su^{+2}$  - ioni (Cu emas) va x.z.

HCl yoki xloridlar tarkibidagi  $Cl^+$  ni o'nga kumush  $Ag^+$  ioni ta'sir ettirib topiladi



Demak bu reaksiya faqat xlor ioni  $Cl^+$  uchun mo'ljallangan bo'lib, gipoxlorit  $ClO_3^-$ , yoki xloroformdagi  $CHCl_3$  xlor elementini  $Ag^+$  bilan topib bo'lmaydi.

Agar biror kimyoviy element o'zining birikmalarida ikki xil valentli ionlar xosil o'lsa, u ionlarning xar birini o'ziga xos reaksiyalari bo'ladi.

M:  $Fe^{+3}$  ioni ishqorlar ta'sirida qizil-qo'ngir cho'kma  $Fe(OH)_3$  ni,

$Fe^{+2}$  ioni esa ishqorlar bilan yashil rangli cho'kma  $Fe(OH)_2$  xosil qiladi.

Sifat analizida ionlar topilar ekan, demak shu reaksiya yordamida moddaning kimyoviy formulasini ham topish mumkin. M: eritmada faqat  $Na^{+2}$  va  $Cl^+$  ionlari bo'lsa, u erda NaCl bor, yoki faqat  $Fe^{+2}$  va  $SO_4^{-2}$  ionlar bo'lsa, u erda  $FeSO_4$  bor va x.z.

Analitik kimyoda qulaylik shundaki, taxminan 25 tacha kation bo'lib, anionlar ham shuncha, ular xosil qiladigan tuzlar 600 tachani tashkil qiladi. Ular



hammasi suvda dissotsialanadi va taxminan 50 taga yaqin reaksiyani bilib olinsa kifoya. Organik kimyoda esa bundan murakkabrok.

Sifat analizida ishlatiladigan eng muxim idishlar. Sifat analizida cho'kmalar xosil qilinganda juda kam miqdorda xosil qilinadi, shuning uchun maxsus idishlar ishlatiladi.

Eritmalar olish uchun 2-4 ml sig'imli maxsus probirkalar, pipetkalar va shtativlar ishlatiladi. SHisha idishlarni joylashtirilgan o'rnida olmaslik kerak. Reaksiya o'tkazish jarayonida pipetkalarini uchi biron joyga tegmaslik kerak. Kentsentrlangan kislotalar va ammiakning eritmasi mo'rili shkafda saqlanishi lozim.

kimyoviy stakan,

soat oynalari,

tomchi plastinkalari,

shisha tayokchalar,

tsentrifuga, chinni kosacha, tigel

xromli aralashma  $K_2Cr_2O_7$  va  $H_2SO_4$

suv xommomida foydalaniladi

Bug'latish, cho'ktirish, fil trlash, cho'kmalarni yuvish(dekantatsiya)

Ishlatiladigan reaktivlar. YArim mikrometod bilan qilinadigan analizda reaktivlar toza bo'lishi shart. Tuzlarning turlari:

1- Texnik toza t.

2- Toza ch.

3-Analiz uchun toza ch.d.a.

4- kimyoviy toza x.ch.

5- Juda ham toza o.s.ch.

Eritmalar konsentratsiyasini ifodalash usullari. Reaktivlarni isrof qilmaslik uchun analizda normalli qilib tayyorangan eritmalardan foydalaniladi.

Normallik yoki eritmaning normal konsentratsiyasi deb moddaning 1 l eritmada bo'ladigan gramm ekvivalentlar songa aytiladi.

Yozilishda 1n., 0,5 n., 0,1 n. va x.z.

Analitik reaksiyalarni o'rganishda va analiz qilishda odatda tuzlarning 0,5 n. eritmaları, kislotalar ishqorlarning 2 n. suyultirilgan eritmalaridan foydalaniladi.

Moddaning kimyoviy reaksiyada 1g atom (gr molekula) vodorodga kimyoviy jixatidan teng bo'lgan miqdori gramm ekvivalent deb ataladi. M. HCl 1g ekv = 36,50 g KOH, NaOH, NaCl,  $KNO_3$  - 1 mol -1g.ekv

$H_2SO_4$  1g ekv = 49,00 g  $Ca(OH)_2$ ,  $Ba(OH)_2$ ,  $Na_2SO_4$ ,  $CuSO_4$  - 1/2 mol - 1g.ekv

$H_3PO_4$  1g ekv = 32,67 g  $Al(OH)_3$ ,  $FeCl_3$ ,  $AlPO_4$ ,  $Na_3PO_4$  - 1/3 mol - 1g.ekv

$Al_2(SO_4)_3$ , - 1/6 mol -1g.ekv

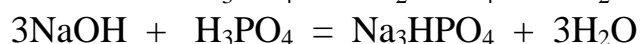
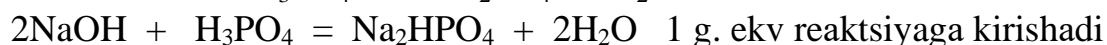
Gramm ekvivalentni topish uchun:

1) kislotalarni molekulyar og'irligini (gramm molekulasini), uning negzligiga;

2) asoslarning molekulyar og'irligini metal ionining zaryadiga( guruh soniga);

3) tuzlarni mol. og'irligini metall ionlari soni va uning zaryadiga bo'lish kerak.

Moddaning gramm ekvivalenti turli reaksiyalarda turlicha bo'ladi.



Gamm ekvivalent moddalarning o'zaro reaksiyaga kirishadigan ulushlarini ko'rsatuvchi miqdordir.  $E \cdot N = m \text{ gr.}$

O'zaro reaksiyaga kirishayotgan moddalarning gramm ekvivalentlari soni xar qanday kimyoviy reaksiyada bir xil bo'ladi.

*Organik fazaga ekstraksiyalangan modda miqdorini ikkala fazadagi moddaning umumiy miqdoriga nisbati ajratib olish darajasi deyiladi va quyidagiga xisoblanadi*

$$R = \frac{n_{\text{org.}}}{n_{\text{org.}} + n_{\text{suv}}} = \frac{C_{\text{org.}} \cdot V_{\text{org.}}}{C_{\text{org.}} \cdot V_{\text{org.}} + C_{\text{suv}} \cdot V_{\text{suv}}} \cdot 100$$

Ekstraksiyani ajratib olish samarasi R-xarfi bilan belgilanib, foizlarda ifodalanadi

$R > 99,9\%$  bo'lsa ekstraksiya samarali va to'lik hisoblanadi.

$R < 99$  bo'lganda ekstraksiya jarayoni takrorlanadi.

*Xulosa.* Ekstraksiya samarasini o'lchami bo'lgan ajratib olish darajasi R taqsimlanish koeffitsienti (D) qiymatiga mutanosib ravishda moddani organik qatlamga bo'lgan moilligiga bog'liq.

$$R = D \cdot 100 / (D + V_{\text{suv}} / V_{\text{org.}})$$

Ajralish omili (S) ikki xil moddani o'zaro ajralish imkoniyatini belgilaydi.

*Ta'rif.* Ikki xil (A va V) moddalarning taqsimlanish koeffitsientlarini nisbati ajralishi omili deyiladi.

$$S_{A/B} = D_A / D_B$$

Ikki modda bir biridan to'liq ajralishi uchun ularning taqsimlanish koeffitsientlari keskin farq qilmog'i kerak.

Moddalarni ajralishni 2 sharti bo'lib ikkala shart xam bajarilgan holda ajralish samarali bo'ladi.

$$1 \text{ shart: } S_{A/B} \geq 10^4 \quad 2 \text{ shart: } D_A \cdot D_B \leq 1$$

$$1\text{-misol. } 1). D_A = 10^{-4} \quad D_B = 10^{-1} \text{ bo'lsa unda } S = 10^4 / 10^{-1} = 10^5 \geq 10^4$$

ya'ni birinchi shart bajarildi.

2).  $D_A \cdot D_B = 10^4 \cdot 10^{-1} = 10^3 > 1$  ikkinchi shart bajarilmadi binobarbin mazkur xolda A ni V dan ajratib bo'lmaydi.

$$2\text{-misol. } D_A = 10^2 \quad D_B = 10^{-3} \text{ bo'lsa unda } S = 10^2 / 10^{-3} = 10^5 \geq 10^4$$

ya'ni birinchi shart bajarildi.

$D_A \cdot D_B = 10^2 \cdot 10^{-3} = 10^{-1} < 1$  ikkinchi shart xam bajarildi binobarbin ajratib olish omili

$$R_A = D_{(A)} \cdot 100 / (D(A) + V_{\text{suv}} / V_{\text{org.}}) = 10^2 \cdot 100\% / (10^2 + 1) \approx 99$$

$$R_B = D_{(B)} \cdot 100\% / (D(B) + V_{\text{suv}} / V_{\text{org.}}) = 10^{-3} \cdot 100\% / (10^{-3} + 1) = 0,1\%$$

Xromatografiya tahlilni zamonaviy fizik-kimyoviy usuli bo‘lib, dori vositalari va biofa‘ol moddalarning tahlilida keng qo‘llanadi.

*Xromatografik tahlil – aralashmadagi moddalarni qattiq yoki suyuq adsorbentga (shimuvchi modda) tanlab shimilishiga-adsorbsiyalanishiga asoslangan.* Moddani adsorbentga shimilish darajasi shimiluvchi-sorbatni shimib oluvchi adsorbentga bo‘lgan moilligiga bog‘liq.

Barcha *xromatografik tahlillarning tub moxiyati*: tahlil etiluvchi aralashma xarakterlanuvchi (suyuq, gaz) faza tarkibida statsionar ya‘ni qo‘zg‘almas sorbent fazasi bo‘ylab xarakterlanganda, uning tarkibiy qismlari, qo‘zg‘almas va xarakatchan fazalarga bo‘lgan moilliklari farq etgani sababli, turli tezlikda harakatlanib, o‘zaro ajraladi.

Xromatografik tahlilning turlari ko‘p bo‘lib, dori vositasini sifat va miqdoriy tarkibini aniqlash maqsadiga ko‘ra, ulardan ba‘zilarini tanlab qo‘llash, uchun bu usullarning tasnifi va bir biridan farqini bilish lozim.

Xromatografik tahlil 3 xil xususiyatiga ko‘ra:

1. Ajralish mexanizmi. 2. Tajriba tamoili. 3. Xarakatchan va qo‘zg‘almas fazalarning agregat holatiga ko‘ra tasniflanadi.

Ajralish mexanizmi (tamoili)ga ko‘ra tasnifi.

1) Adsorbsion xromatografiya. Ajratiluvchi moddalarni turli adsorbsion (shimilish) xususiyatiga asoslangan.

Misol. Silikagel (adsorbent) to‘lg‘azilgan shisha nay (kolonka) orqali  $\text{Cu}^{2+}$  va  $\text{Co}^{2+}$  ionlar aralashmasi o‘tkazilsa kolonkani ustki xavo rang qatlami ostida pushti rang qatlam kuzatiladi. Mazkur tajribadan pushti rangli  $\text{Co}^{2+}$  kationiga nisbatan  $\text{Cu}^{2+}$  kationi kuchli oq shimilishini anglash mumkin. Kolonka suv bilan yuvilganda bu 2 xil rangli sohalar bir biridan ajraladi.

2 misol: simob (II) va ko‘rgoshin (II) kationlar aralashmasi bilan shunday tajriba o‘tkazilsa Pb (II) sorbsion xususiyati ko‘proq bo‘lgani sababli u Hg (II) dan ajraladi ammo bu ikkala ion rangsiz bo‘lgani uchun ajralish sezilmaydi. Bunday hollarda xromatografik kolonkadan maxsus “ochuvchi” reagentlar o‘tkazilib, ajralgan ionlarga tegishli rangli sohalar aniqlanadi. Mazkur holda kolonkadan ochuvchi reagent sifatida KJ ning suvli eritmasi o‘tkazilsa yuqorida  $\text{PbJ}_2$  sariq quyiroqda  $\text{HgJ}_2$  qizil rangli sohalar paydo bo‘ladi.

Taqsimlanish koeffitsientiga ko‘ra A moddaning xarakatchan fazaga moilligi 9 marta ko‘p. V moddaning moilligi esa qo‘zg‘almas fazaga 10 marta ortiq. A modda xarakatchan fazaga o‘tib tezroq xarakterlanadi V modda esa taqsimlanish koeffitsienti kichikligi sababli qo‘zg‘almas fazada ushlanib qoladi. Taqsimlanish xromatografiyasida qo‘zg‘almas statsionar faza sifatida qaynash harorati yuqori bo‘lgan suyuqliq shimdirilgan, qattiq sorbent; xarakatchan faza sifatida gazlar yoki

qo'zg'almas faza bilan aralashmaydigan suyuqliq ishlatiladi. Xromatografiyani gaz suyuqliq, suyuqliq-suyuqliq kabi zamonaviy turlari ajralishni taqsimlanish tamoiliga asoslangan.

3) Cho'ktirish xromatografiyasi – *aralashmadagi ionlar hosil qilgan cho'kmalar eruvchanligining farqiga movofiq bir biridan aralashiga asoslangan*. Qog'ozda bajariladigan cho'ktirish xromatografiyasini laboratoriya mashg'ulotida bajarasizlar.

4) Cho'qqi xromatografiyasi – qog'ozda bajariladigan cho'ktirish xromatografiyasini bir turi bo'lib, bunda qo'zg'aluvchan (elyuent) faza vertikal yo'nalishida siljigani sababli qog'ozda, aniqlanuvchi ion miqdoriga ko'ra, cho'qqisimon rangli dog' hosil bo'ladi. Masalan: cho'ktiruvchi – dimetilglioksim shimdirilgan va quritilgan filtr qog'ozni start chizig'iga  $Ni^{2+}$  eritmasidan tomizib, Petri idishidagi suvga tik xolda tushirilsa, elyuent (suv) ni yuqori tomon harakatlanishi hisobiga  $Ni^{2+}$  ioni qog'ozni yangi sohalariga siljib cho'qqisimon qizil dog' hosil qiladi. Dog'ning yuzasi tomchidagi  $Ni^{2+}$  ionlarining miqdoriga bog'liq.

5) Gel xromatografiyasi – *aralashmadagi molekulalarni o'lchamlariga ko'ra ajralishiga asoslangan*. Bo'ktirilgan (jelatina) geli to'ldirilgan kolonka orqali YU.M.B.ning kichik o'lchamdagi molekulalari gel g'ovaklarda ushlanib, yirik molekulalar kolonkadan avvalrok chiqadi. Bu usul molekulyar elak usuli deb ataladi va biopolimerlarni molyar massasiga ko'ra ajratish uchun ishlatiladi.

6) Ion almashinish xromatografiyasi – tahlil etilayotgan aralash-madagi ionlarni sorbentning ionogen guruhidagi ( $H^+$ ) yoki ( $OH^-$ ) ionlariga almashinuviga asoslangan.

*O'zidagi harakatchan ( $H^+$  yoki  $OH^-$ ) ionni, elektrolit ionniga almashtiruvchi sorbentlar* – ionitlar deyiladi. Almashinuvchi ionning tabiatiga ko'ra ionitlar kationit va anionitlarga bo'linadi. Kationitlarda ionitning protoni ( $H^+$ ) elektrolit kationiga, anionitlarda esa ionitning ( $OH^-$ ) gruppasi elektrolit anioniga almashadi.

Tajribani bajarilish uslubiga ko'ra tasnifi.

Kolonka usuli – sorbent to'lg'azilgan shisha yoki po'lat naylar (kolonkalar)da bajariladi.

Yuzaviy usul – filtr yoki xromatografik qog'ozda bajarilsa – qog'oz xromatografiyasi deyiladi. Yuzaviy usul sorbentning yupqa qatlamida ham bajarilishi mumkin (Yu.Q.X) – yupqa qavat xromatografiyasi).

Elyuentning sorbent qatlam bo'ylab yo'nalishiga ko'ra yuzaviy xromatografiyani vertikal, quyi va radial yo'nalishli turlari mavjud.

Yupqa qavatda bajariladigan xromatografiya usullari elyuentning yo'nalishiga ko'ra bir yoki ikki o'lchamli bo'ladi.

**Xarakatchan (elyuent) va qo'zg'almas fazalarning agregat holatiga ko'ra tasnifi.**

Xarakatchan (elyuent) va qo'zg'almas fazalarning agregat holatiga ko'ra xromatografiyani to'rt turi mavjud.

Qo'zg'almas faza	Xarakatchan (elyuent) fazasi		Ajratish tamoyili
	Gaz	suyuqlik	
Qattiq modda	① Gaz-adsorbsion xromatografiya GAX	② Suyuqlik-adsorbsion xromatografiya SAX	Adsorbsion
Suyuqlik	③ Gaz-suyuqlik xromatografiya GCX	④ Suyuqlik- suyuqlik xromatografiya CCX	Taqsimlanish

1 va 3 ya'ni GAX va GCX murakkab, statsionar o'lchov vositalarida bajariladi.

Yupqa qavat xromatografiyasi, ion almashinish, cho'ktirish xromatografiyalarida aralashmaning tarkibiy qismlari xarakatchan suyuqlik-elyuent fazasidan qo'zg'almas qattiq sorbent fazasiga adsorbsiyalanganini sababli ular SAX usullariga misol bo'ladi.

SAX statsionar o'lchov vositalarida, aralashma, suyuq elyuent oqimiga kiritiladi va uning tarkibida qo'zg'almas sorbent bo'ylab harakatlanganda, tarkibiy qismlar, taqsimlanish koeffitsientlari qiymatiga muvofiq, elyuent va qo'zg'almas fazalarda turlicha taqsimlanadi. Natijada aralashmadagi moddalar kolonkada ajralib, elyuentga moil qismi avval, sorbentga moil qismi keyinroq, kolonkadan chiqadi.

*Suyuqlik-suyuqlik xromatografiyasi ekstraksiya hodisasiga asoslangan.* Uning mohiyati quyidagicha: qattiq-g'ovak sorbentga yuqori haroratda qaynovchi, elyuent bilan aralashmaydigan, suyuqlik shimdiriladi. Bunday sorbent to'ldirilgan kolonka bo'ylab, suyuq elyuent tarkibidagi (A+V) aralashmaning eritmasi, bosim ostida, o'tkaziladi. Kolonkadan avval elyuentga moil (V) modda so'ngra sorbentga moil (A) modda ajralib chiqadi. Bu usul biofaol moddalarni ajratish va ochishda qo'l keladi.

*Sorbentning yupqa qavatida bajariladigan yuzaviy xromatografiya*

Xromatografik usullarni muhim afzalligi tezkorligida ya'ni ekspress usul hisoblanadi kimyoviy tahlilda ko'proq yuzaviy xromatografiyani qog'ozda yoki sorbentning yupqa qatlamida bajariladigan turlari ishlatiladi.

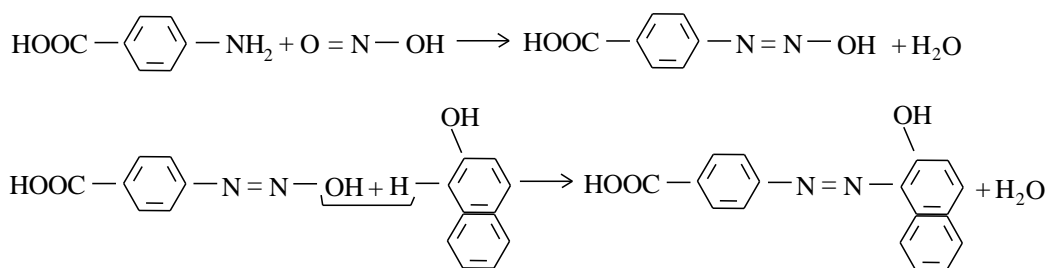
*Ta'rif: Yupqa qavat xromatografiyasi – aralashmadagi moddalarni harakatchan elyuent (erituvchilar aralashmasi) va plastinkaga bir tekis yopishtirilgan sorbentning yupqa qavatida turlicha taqsimlanish sababli o'zaro ajralishiga asoslangan.*

Xromatografiyani sorbentning yupqa qavatida bajarish uchun shisha yoki folga plastinka sirtiga sorbentni gipslik aralashmasi maxsus moslama yordamida bir tekis yoyiladi, quritiladi. Plastinkani ostki chetidan 1,5 sm masofada, yumshoq qalam bilan, start chizig'i chiziladi. Ingichka kapilyar vositasida, start chizig'a 1,0 – 1,5 sm

oralig'ida tekshiriluvchi eritma va aniklanuvchi moddaning standart eritmasidan, kichik tomchi tushiriladi. Plastinka, tubida 1 sm qalinlikda elyuent-suyuqlik bo'lgan stakan (kolonkaga) tik holda joylanib, stakan og'zi yopiladi. Elyuent sorbentni namlab yuqoriga xarakatlanish jarayonida start chizig'iga tushirilgan moddalarni o'zida eritib yuqoriga ko'tarila boradi.

Elyuent sorbent bo'yicha ~ 10 santimetr ga ko'tarilgach plastinka kolonkadan chiqarilib, quritiladi va maxsus ochuvchi reagent eritmasi bilan, purkagich vositasida, purkaladi. Ellips shaklida hosil bo'lgan rangli dog'ni plastinkadagi start chizig'iga nisbatan holatini belgilovchi  $R_f$  qiymatiga ko'ra sifat tahlil bajariladi.

Masalan. Orta, meta va para aminobenzoy kislotalar sifat tahlilini bajarish uchun ularni standart eritmalari tomizilgan plastinka 1:8 nisbatdagi sirka kislota va xloroform aralashmasi quyilgan kolonkada (elyuirlanadi) elyuent shimdirilgach, quritib rang hosil qiluvchi reagentlar  $HNO_2$  va  $\beta$ -naftol eritmalari bilan purkaladi. Quyidagi reaksiya xisobiga



Yupqa qavat xromatografiyasida sifat tahlil startdan dog' markazigacha bo'lgan (a) masofani startdan front chizig'igacha bo'lgan (v) masofaga nisbati bilan ifodalanadigan  $R_f$  qiymati asosida bajariladi.

$$R_f = a/v$$

Keltirilgan misol uchun  $R_f^{\text{orto}} < R_f^{\text{meta}} < R_f^{\text{para}}$ .

## 15-mavzu Miqdoriy analiz

*Mashg'ulotning maqsadi:* Miqdoriy analiz. Metodning mohiyati. Bevosita va bilvosita aniqlash usullari.

*Ta'lim metodi:* Ko'rgazmali, informativ, ma'ruza, doska, proektor, jadvallar

*Ta'lim shakli:* Ommaviy, jamoada ishlash.

*Ta'lim sharoitlariya:* Talabalar guruhlarini bilan hamkorlikda taqdimot o'tkazish imkoniyatini beradigan auditoriya.

*Nazorat va baholash:* Oraliq va yakuniy nazorat: og'zaki, yozma

## Ma'ruza rejasi

## **Tashkiliy qism.**

Miqdoriy analiz. Metodning mohiyati. Bevosita va bilvosita aniqlash usullari.

### *Miqdoriy analiz metodlari*

Analitik kimyo fan sifatida XVII asrning o'rtalarida sanoatning yuksalishi natijasida rivojlana boshladi. Ayniqsa oxirgi 50 yil davomida ko'p ishlar qilindi. Bu davrda chop etilgan ilmiy ishlarning soni, avvalgilariga qaraganda bir necha yuz ming marta ortib ketdi.

Yuqori haroratga chidamli qotishmalarning yaratilishi, raketsozlikda juda toza moddalarning ishlatilishi analiz qilinayotgan moddada nihoyatda kam bo'lgan qo'shilmalarni aniqlash, eng dolzarb masala bo'lib qoldi va yangi, sezgir metodlarni ishlab chiqishni taqozo eta boshladi.

Analitik kimyo moddalarni ajratish va ularning miqdorini aniqlash bilan shug'ullanadi. U muhim nazariy va amaliy ahamiyatga ega. Analitik kimyoning fundamental nazariy asoslarini tabiat qonunlari, jumladan, D. I. Mendeleevning davriy qonuni, modda massasi va energiyasining saqlanish qonunlari, modda tarkibining doimiyligi, massalar ta'siri qonuni tashkil etadi. Analitik kimyo anorganik kimyo, organik kimyo, fizikaviy kimyo, kolloid kimyo, elektrokimyo, kimyoviy termodinamika, fizika, informatika va boshqa fanlar bilan chambarchas bog'langan. Bu fanlarning yutuqlaridan foydalanish analitik kimyoni boyitadi, imkoniyatlarini kengaytiradi. Hozirgi zamondagi ilmiy izlanishlar, yangi moddalarning sintezi, texnologik sxemalarni ishlab chiqish, mahsulotlarning sifatini oshirishda ham analitik kimyo usullarini qo'llamasdan turib amalga oshirib bo'lmaydi. Atrof-muhitni muhofaza qilish, er osti suvlarining tarkibini, tuproq va biz nafas olib turgan havoning tozaligini doimo nazorat qilib turishda analitik kimyoning roli beqiyosdir. Analitik kimyo geologiya, qishloq xo'jaligi, meditsina, farmatsevtika, neft-kimyo sanoati va ko'pgina xo'jaliklarning boshqa sohalarida ham muhim ahamiyatga ega. Analitik kimyo usullari tuproq, havo, suvlarning tozalik sifati va ularda har xil zaharli moddalarning yo'l qo'yilishi mumkin bo'lgan kontsentratsiyalari (PDK-predelno dopustimaya kontsentratsiya) doimiy ravishda nazorat qilib boriladi va sanoatda chiqayotgan mahsulotlarning sifati doimo tekshirib turiladi. SHuning uchun analitik kimyoning metodlarini mutaxassisligidan qat'iy nazar, barcha kimyogarlar bilishi kerak.

Analitik kimyo ikki qismga - sifat analizi va miqdoriy analizga bo'linadi. Sifat analizda modda qanday elementlardan, ionlardan tashkil topganligini tekshiriladi.

Miqdoriy analiz metodlari yordamida esa moddani tashkil etgan elementlar qanday nisbatda birikkanligi, ularning foiz tarkibi yoki kontsentratsiyasi (mol/l, g/l) aniqlanadi.

Har qanday moddani miqdoriy analiz qilishdan avval uning sifat tarkibi ma'lum bo'lishi kerak.

### **Analizni bajarish xillari.**

Analiz to'la yoki qisman bajarilishi ham mumkin. To'la analiz qilishda moddani tashkil qilgan elementlarning hammasi, ular qaysi holda birikkanligidan qat'iy nazar, aniqlanishi kerak. Misol uchun benzin analiz qilinganda. uning tarkibidagi uglerod, vodorod, kislrorod, qo'rg'oshin, fosfor va boshqalarning foiz miqdorlari aniqlanadi.

+isman qilingan analizda moddaning biror komponentini aniqlash natijasiga qarab ham uning tarkibi haqida xulosa chiqarish mumkin. Masalan, dorixonadan olingan aspirinning tozaligini unga qo'shilgan salitsil kislota miqdoridan bilish mumkin. Benzinning sifatini bilish uchun qisman analiz qilib, uning tarkibidagi tetraetilqo'rg'oshin yoki aromatik uglevodorodlarning foiz miqdorlarini bilish kifoya.

Bazan biror elementning umumiy miqdori emas, balki qaysi shaklda ekanligini ham bilish zarur bo'ladi. Masalan, ma'danlarni analiz qilishda oltingugurtning umumiy miqdori emas, balki qancha qismi erkin  $[S^0]$ , sulfid  $[S^{2-}]$ , pirit  $[S_2^{2-}]$  va  $[SO_4^{2-}]$  holda ekanligini bilish kerak bo'ladi. Analizning bu turi **faza analizi** deyiladi.

Bajarilish vaqtiga qarab, analiz metodlari ikkiga bo'linadi. Misol uchun, po'lat eritishda xatosi kattaroq bo'lsa ham, analiz natijalari tezlik bilan olinishi kerak. Analiz uzoq vaqt bajarilsa, o'tgan davr ichida yaroqsiz mahsulot chiqishi mumkin. Bunday analiz **ekspress-analiz** deyiladi.

Ba'zi bir analizlarni bajarilayotganda vaqtni ayalmaydi, ammo natijalar juda aniq bo'lishi kerak. Buning uchun sezgir metodlar va zamonaviy asbob-uskunalaridan foydalanish lozim. Oydan olingan namunalarni analiz qilish bunga misol bo'la oladi.

Insoniyat tarixida birinchi marta boshqa planeta-oydan olib kelingan namunalarni nihoyatda sinchiklab, eng sezgir asboblardan yordamida analiz qilinganda. albatta, vaqtni ayamaslik kerak. Oydan keltirilgan tuproq namunasi analiz shuni ko'rsatdiki, unda anorganik va organik moddalarning tarkibidagi uglerodning miqdori  $2 \cdot 10^{-40}\%$  ga teng ekan.

### **Miqdoriy analiz metodlarining sinflanishi.**

Miqdoriy analiz metodlari asosan 3 guruhga bo'linadi.

1. Kimyoviy metodlar (gravimetrik, titrimetrik va gazlar analizi metodlari) Bu metodlarning asosida kimyoviy reaksiyalar yotadi. O'z navbatida bular ham yana bo'linib ketaveradilar. Kimyoviy metodlarni bilmay turib boshqa metodlardan foydalanib bo'lmaydi.

2. Fizikaviy metodlar (spektral, radiometrik, radioaktivatsion va boshqa metodlar) Analiz qilishda modda yoki elementlarning fizik xossalari o'lchanib, shunga asosan natijalar olinadi. Bunda kimyoviy reaksiyalar ishlatilmaydi.

3. Fizik-kimyoviy metodlar (optik analiz, elektrokimyoviy analiz va boshqalar). Bu metodlarda kimyoviy reaksiya ishlatilib, oxirida moddaning biror fizik xossasi o'lchanadi va shunga asosan natijalar olinadi. Moddaning tarkibini aniqlash uchun kimyoviy analizda uzoq vaqt sarflanadi. Fizikaviy metodlarda moddaning biror fizik xususiyati aniqlansa (solishtirma og'irlik, elektr o'tkazuvchanlik, nur sindirish koeffitsientini o'lchash) kifoya. Modda eritmasining solishtirma og'irlikiga qarab, eritmadagi ishqor. kislotalarning foiz miqdorini aniqlash mumkin. Miqdoriy analiz qilinayotgan moddalarning miqdoriga qarab yana bir nechta (makro-, yarimmikro-, mikro-, ultramikro-) bo'linib ketadi. Ularning nazariy asoslari avvalgidek, lekin idishlar, pipetkalar, tarozilari boshqacha bo'ladi. Analizga olinadigan miqdorlar quyidagi jadvalda keltirilgan.

Metod	Namuna miqdori mg	Eritmaning hajmi ml	Aniqlanadigan modda miqdori mg
1. Makro-	> 100	>10	>10 <sup>-1</sup>



2. Yarimmikro-	100-10	10-1	$10^{-1}$ - $10^{-2}$
3. Mikro-	10-1	$1-10^{-1}$	$10^{-3}$

Ayniqsa analiz qilinadigan moddaning miqdori kam bo'lsa, bu metodlar juda qo'l keladi. Lekin ishni bajarishda metodda ko'rsatilgan barcha ko'rsatmalarga amal qilmoq lozim.

### **Analiz metodlari.**

Analizda olingan natijalar moddaning fizik xususiyati sifatida faqat massasi, hajmi yoki har ikkisi o'lchansa, kimyoviy metodlar deyiladi. qolgan xususiyatlari o'lchansa fizik yoki fizik-kimyoviy metodlarga kiradi. Analizning kimyoviy metodlari 3 qismga-gravimetrik analiz, titrimetrik analiz va gaz analizi metodlariga bo'linadi.

#### **a) Gravimetrik analiz.**

Analiz vaqtida element yoki birikmaning massasi o'lchansa gravimetrik analiz deyiladi. O'z navbatida u yana uchga bo'linadi:

Cho'ktirish metodlari, haydash va elektrogravimetrik metodlar bo'lib, eng asosiysi cho'ktirish metodi hisoblanadi. Bu metod makrokomponentlarni aniqlashda ishlatiladi. Metodning aniqligi yuqori, oson bajariladi, qimmat asboblarni talab qilmaydi. Kamchiligi-uzoq vaqt talab qiladi.

#### **b) Titrimetrik analiz metodlari.**

Aniqlanayotgan modda bilan reaksiyaga kirishuvchi, konsentratsiyasi aniq bo'lgan eritmaning hajmini o'lchashga asoslangan metod titrimetrik metod deyiladi. Reaksiyaning oxiri **ekvivalent nuqta deb ataladi.**

Ekvivalent nuqtani aniqlashning ikki turi bor:

- 1) vizual yoki indikator yordamida - rang keskin o'zgaradi
- 2) asbob-uskunalar yordamida - reaksiya oxirida moddaning fizik xususiyati keskin o'zgarib ketadi.

Titrimetrik metodning **afzalligi** kam vaqt talab qiladi, sezgirligi gravimetrik metodnikidan qolishmaydi.

#### **v) Gazlarni analizi metodlari.**

Bu metod aniqlanayotgan moddani gaz holatiga o'tkazish va, ajralib chiqqan gazning hajmini o'lchashga asoslangan. Masalan,  $\text{SaSO}_3$  dagi  $\text{SO}_2$  ni aniqlash uchun, tuzni HCl da eritib,  $\text{SO}_2$  ishqorga yuttiriladi va og'irlikning ortishi bilan aniqlanadi..

### **Mustahkamlash uchun savollar**

1. Miqdoriy taxlil maqsadi va vazifasi.
2. Miqdoriy taxlilda xatoliklar turi.
3. Absolyut va nisbiy xatoliklar.
4. Miqdoriy taxlil natijalarini hisoblash.

### **16-ma'ruza Gravimetrik analiz**

*Mashg'ulotning maqsadi:* Gravimetrik analizda xatoliklar. Aniqlashning umumiy sxemasi. Tortim, cho'kmaning miqdori va eritmaning hajmi.

*Ta'lim metodi:* Ko'rgazmali, informativ, ma'ruza, doska, proektor, jadvallar

*Ta'lim shakli:* Ommaviy, jamoada ishlash.

*Ta'lim sharoitlariya:* Talabalar guruhlar bilan hamkorlikda taqdimot o'tkazish imkoniyatini beradigan auditoriya.

## Ma'ruza rejasi

### Tashkiliy qism.

Gravimetrik analizda xatoliklar. Aniqlashning umumiy sxemasi. Tortim, cho'kmaning miqdori va eritmaning hajmi

### Gravimetrik anliz usullari

Gravimetrik analizning mohiyati shundan iboratki, aniqlanayotgan element yoki ion analiz uchun olingan tortimning tarkibidan oddiy modda yoki biror kimyoviy birikma holda to'la cho'ktirilib, uning massasi analitik tarozida aniq tortiladi. Ajrati olingan birikmaning massasini, tarkibini va analizga olingan tortimning massasidan aniqlanayotgan komponentning foiz miqdorini hisoblab chiqarishdan iborat.

Demak, moddaning massasini analitik tarozida aniq tortish yo'li bilan bajariladigan analiz, gravimetrik metod deyiladi.

Gravimetrik analiz metodlari 3 ga bo'linadi.

1) **Cho'ktirish metodlari.** Bunda aniqlanayotgan modda yomon eriydigan birikma holda cho'ktiriladi, yuvib, filtrlab, quritib yoki qizdirib, tarozida tortib, aniqlanayotgan moddaning miqdori topiladi.

2) **Xaydash metodlari.** Aniqlanayotgan modda uchuvchan holga keltiriladi va haydab, uchirib yuborib massaning kamayishidan yoki biror moddaga shimdirib, massaning ortishidan uning miqdori topiladi.

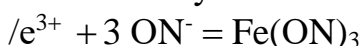
Misol uchun  $\text{CaCO}_3$  tarkibidagi  $\text{SO}_2$  ning miqdorini aniqlash kerak bo'lsa, unga kislotaga ta'sir ettirilib, gazni uchirib yuborib, massaning kamayishidan yoki biror moddaga shimdirilib (yuttirilib) uning massasining ortishidan bilish mumkin.

3) **Elektrogravimetrik metod** - modda eritilib, elektroliz qilinadi va aniqlanayotgan modda yoki ion elektrodga cho'ktirib natija olinadi.

Bu metodlarning ichida eng asosiysi. cho'ktirish metodi hisoblanadi. Cho'ktirilgan modda miqdori 0,1-1g oraligida bo'lishi kerak.

Kristal cho'kmalar ( $\text{V}_2\text{SO}_4, \text{S}_2\text{SO}_3$ ) odatda 0,5-0,9 g, amorf cho'kmalar esa, 0,1-0,2 g atrofida olinadi.

Modda qaysi holda cho'ktirilsa - cho'ktirish shakli, qaysi holda tarozida tortilsa - tortish shakli deyiladi.



$\text{Fe}(\text{OH})_3$  - cho'ktiriladigan shakli



Biror elementni gravimetrik holda aniqlash uchun cho'kma ma'lum haroratda ( $100-120^\circ\text{S}$ ) quritiladi yoki qizdiriladi. +izdirilganda ba'zi cho'kmalarning tarkibi o'zgarib ketadi va cho'ktirilgan modda emas, qizdirilgan moddaning miqdori

tortiladi.

Shuning uchun moddaning cho'ktirilgan shakli tortiladigan shaklidan farq qiladi. Ular ma'lum talablarga javob berishi kerak.

### **Cho'ktirish va toritsh shakllari, ularga qo'yiladigan talablar.**

#### **a) Cho'ktirish shakliga qo'yiladigan talablar:**

-cho'kma qiyin eriydigan va uning eruvchanlik ko'paytmasi  $10^{-8}$  dan ortiq bo'lmasligi kerak hamda cho'ktiruvchi mumkin qadar uchuvchan modda bo'lgani ma'qul;

-cho'kma yirik kristallardan iborat bo'lib, begona ionlardan oson yuvilishi va filtrlanishi kerak;

-tortiladigan shaklga to'la o'tishi kerak.

#### **b) Tortish shakliga qo'yiladigan talablar:**

-tortish shakli kimyoviy formulasiga aniq javob berishi kerak;

-tortilgan shakli turg'un bo'lishi va havodan har xil gazlarni va namlikni yutmasligi kerak;

-tortiladigan shaklning molekulyar og'irligi katta bo'lib, aniqlanayotgan moddaning miqdori kam bo'lgani yaxshi.

Moddalar kristall, amorf va iviq holda cho'kishi mumkin..

Kristall va amorf cho'kmalarni cho'ktirish sharoitlari har xil bo'ladi. Yirik kristallarni olish uchun ion suyultirilgan eritmada cho'ktiriladi. Cho'ktirish oldidan eritmalar deyarli qaynaguncha qizdirilib, cho'ktiruvchini sekinlik bilan tomchilatib quyiladi. Cho'kmani etiltirish uchun 6-12 soat quyib qo'yiladi.

Yirik kristallarni olish uchun eritmani suyultirilganda konsentratsiya kamayadi va cho'kmaning hosil bo'lishi sekinlashadi. Cho'ktiruvchini sekinlik bilan tomchilatib, ayniqsa boshlanishida, quyilmasa birdan ko'p miqdorda kristallar hosil bo'lib, juda mayda bo'lib qoladi. Eritma yaxshilab aralashtirib turilmasa, cho'ktiruvchi bir nuqtaga tushganda ham mayda kristallar hosil bo'ladi.

Amorf cho'kmalarni esa, aksincha, konsentrlangan eritmalaridan tezlik bilan cho'ktirib, adsorblangan begona ionlardan tozalash uchun uning ustiga 100-150 ml issiq suv quyiladi..

Amorf cho'kmalarning sathi juda katta bo'lganligi uchun, eritmada ionlarni o'z sathiga adsorbtsiya qilib oladi va cho'kma ifloslanadi. Tezlik bilan issiq suv qo'shib aralashtirilsa, cho'kma adsorblangan begona ionlardan tozalanadi.

Filtrlashda maxsus filtr qog'ozlardan foydalaniladi. Ular ko'k, oq, qizil yoki qora lenta bilan o'ralgan bo'lib, cho'kmaning shakliga qarab tanlab olinadi yoki 1, 2, 3, 4 raqamli shisha tigellardan foydalaniladi.

Sanoatda har xil kulsiz qog'oz filtrlar chiqariladi. Ular yondirilganda qolgan kulning analitik tarozilar sezgirligidan (0,00001 g) kam bo'ladi, chunki uning tarkibidagi mineral moddalar chiqarib yuborilgan bo'ladi. Ko'k lentali filtr qog'ozi eng zich bo'lgani uchun mayda kristallarni filtrlashda ishlatiladi. Amorf cho'kmalar qizil lentali filtr qog'ozdan o'tkaziladi.

Hamma cho'kmalarni ham (masalan AgCl) yuqori haroratda qizdirish mumkin emas. Shuning uchun ba'zi bir cho'kmalar shisha filtrlardan o'tkaziladi. Cho'kmalarning kristall va amorf bo'lishiga qarab, zarrachalarning o'lchami ham har xil bo'ladi. Shisha tigellar 1, 2, 3, 4 raqamlar bilan belgilangan bo'lib, chapdan

o'ngga qarab. tigellarning teshikchalari kichrayib boradi. Eng mayda cho'kma «4» raqamli tigel orqali filtrlanadi. Bu filtrlar ishlatilganda suv nasosga ulab, filtrlash tezlashtiriladi.

Odatda bir elementning miqdori aniqlanayotgan bo'lsa, uning o'zini emas, unga ekvivalent bo'lgan boshqa birikma tortiladi. Misol uchun bariyni aniqlanayotgan bo'lsa, BaSO<sub>4</sub> holida cho'ktirib, bariyni aniqlaymiz Magni aniqlayotgan bo'lsak, Mg<sub>2</sub>P<sub>2</sub>O<sub>7</sub> ni tarozida tortib, hisoblab magniying miqdori topiladi. Buning uchun tortiladigan shaklning molekulyar massasini aniqlanayotgan modda molekulyar (yoki atom) massasiga to'g'ri kelishini topamiz. Hisoblash formulasi quyidagicha:

$$\frac{M_{\text{tort}} - M_{\text{aniq}}}{Z} = X$$

$$X = Z \cdot \frac{M_{\text{aniq}}}{M_{\text{tort}}} \quad X = Z \cdot F$$

Bu erda Z-aniqlanayotgan moddaning massasi,  
M<sub>aniq</sub>-aniqlanayotgan moddaning molekulyar massasi.  
M<sub>tort</sub>-tortilgan moddaning molekulyar massasi.  
/-ko'paytirish faktori.

Ko'paytirish faktori ma'lumotnomalarda berilgan bo'ladi yoki hisoblab topish mumkin.

Natijalar

$$n = \frac{B \cdot F \cdot 100}{a} \quad (7)$$

formula yordamida hisoblanadi.

Bu erda n - aniqlanayotgan moddaning foiz miqdori

v - gravimetrik shaklning massasi

F - gravimetrik faktor-aniqlanayotgan modda massasining cho'ktirish shaklidagi massasiga nisbati

a - analiz uchun olingan ob'ektning grammlar miqdori

Misol: 0,400 g ohaktoshdan 0,434g SaSO<sub>4</sub> olinadi.

SaO miqdori topilsin.

n - SaO ning foiz miqdori

v - cho'ktirilgan shakl

CaO mol. massasi , 56,08

$$F\text{-gravimetrik faktor} = \frac{CaO_{\text{mol. massasi}}}{CaSO_4_{\text{mol. massasi}}} = \frac{56,06}{136,14} = 0,4119$$

Ohaktoshda SaO ning foiz miqdori

$$\% SaO = \frac{0,4340 \cdot 0,4119}{136,14} \cdot 100 = 44,69\%$$

**Yakunlovchi qism.**

### Mustahkamlash uchun savollar

1. Gravimetrik analiz mohiyatini aytib bering.
2. Gravimetrik analiz necha qismga bo'linadi? Ularni tushuntirib bering.

3. Cho'ktirish, haydash va elektrogravimetrik analiz haqida tushuncha bering.
4. Cho'ktirish shakli deb nimaga aytiladi va u gravimetrik analizda qanday talablarga javob berishi kerak?
5. Tortish shakliga qanday talablar qo'yiladi?
6. Qanday filtrlar kulsiz filtrlar deyiladi? Ular qanday tayyorlanadi?
7. Shisha tigellardan qanday foydalaniladi?

## 17-ma'ruza Amorf va kristall cho'kmalar

*Mashg'ulotning maqsadi:* Amorf va kristall cho'kmalar, yirik kristaplarni olish sharoitlari. Gomogen cho'ktirish, cho'kmaning etilishi. Cho'kmaning ifloslanish sabablari. Birgalashib cho'kishning sinflanishi (adsorbtsiya, okklyuziya, izomorfizm) to'g'risida ma'lumotlar berish.

*Ta'lim metodi:* Ko'rgazmali, informativ, ma'ruza, doska, proektor, jadvallar

*Ta'lim shakli:* Ommaviy, jamoada ishlash.

*Ta'lim sharoitlariya:* Talabalar guruhlar bilan hamkorlikda taqdimot o'tkazish imkoniyatini beradigan auditoriya.

### Ma'ruza rejasi

#### **Tashkiliy qism.**

Amorf va kristall cho'kmalar, yirik kristaplarni olish sharoitlari. Gomogen cho'ktirish, cho'kmaning etilishi. Cho'kmaning ifloslanish sabablari. Birgalashib cho'kishning sinflanishi (adsorbtsiya, okklyuziya, izomorfizm)

#### **Cho'kmalar va ularni cho'ktirish usullari**

Cho'kmalar sifatli, toza va tez filtrlanuvchi bo'lishi kerak. Ma'lumki  $E_{kmex} < [Me][X]$  bo'lgandagina cho'kma tusha boshlaydi. Moddani cho'ktirish uchun reaktivning quyilgan vaqti bilan cho'kmaning hosil bo'lishi oralig'ida o'tgan vaqt **induksion davr** deyiladi. U sekundning ulushlari, soatlar orasida bo'lishi mumkin. Yirik kristallarni olish cho'kmaning tabiatidan tashqari cho'ktirish shartlariga ham bog'liq bo'ladi.

Asr boshida fon Veymarn cho'kma zarrachalarining katta kichikligi cho'kayotgan sharoitda eritmaning nisbiy o'tato'yinish darajasiga teskari proporsional ekanligini aniqladi.

$$x = \frac{Q - S}{S}$$

Q-aralashtirilayotgan eritmalarining molyar konsentratsiyalari.

S-muvozanat hosil bo'lgan vaqtda cho'kmaning molyar eruvchanligi

Q-S cho'kish boshlangandagi o'ta to'yinish-minimal o'ta to'yinish

x-nisbiy o'tato'yinish

Yirik kristallar olish uchun Q ni kamaytirish, ya'ni eritmani suyultirish kerak.

Cho'kmaning kristallanish markazlari qanchalik kam bo'lsa, kristallar shunchalik yirik bo'ladi.

Ionlarni kristallda tutib turish energiyasi kristall panjara energiyasi deyiladi.

Cho'kma tushganda, eritmadagi ionlar bilan suv molekulasini o'rtasidagi bog'gidratlanish energiyasi uziladi.

Kristall panjaraning energiyasini  $E_{\text{krist}}$  deb, gidratlanish energiyasini  $E_{\text{gidr}}$  deb belgilasak, cho'kmaning hosil bo'lishi uchun  $E_{\text{krist}} > E_{\text{gidr}}$  bo'lishi kerak. Avval agregatlar hosil bo'lib, so'ngra tartib bilan joylashadi.

Agregatlarning hosil bo'lish tezligi  $T_{\text{agr}}$

Tartib bilan joylashish tezligi  $T_{\text{or}}$  deb olsak

$T_{\text{or}} > T_{\text{agr}}$  bo'lganda kristal cho'kmalar

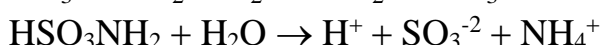
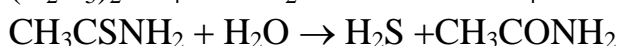
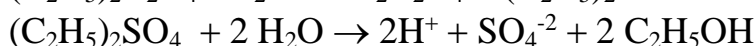
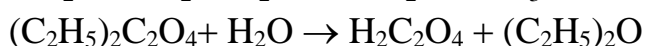
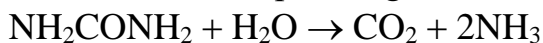
$T_{\text{or}} < T_{\text{agr}}$  bo'lganda amorf cho'kmalar

$T_{\text{or}} \gg T_{\text{agr}}$  bo'lganda iviq cho'kmalar hosil bo'ladi.

Agregatlar o'z energiyasini yo'qotib, muvozanatga o'tishga tartib bilan joylashishga harakat qiladi.

**Gomogen eritmadan cho'ktirish.** Gomogen eritmadan cho'ktirishda, cho'ktiruvchi ion qo'shilmaydi,

uning o'zi kimyoviy reaksiya natijasida eritmada hosil qilinadi. SHuning uchun cho'kma juda sekinlik bilan tushadi, yirik va toza bo'ladi, begona ionlar bilan kam ifloslanadi. Bunda ko'pincha gidroliz reaksiyalaridan foydalaniladi:



Misol uchun,  $\text{Va}^{2+}$  ioni cho'ktirishda shu eritmaga  $(\text{S}_2\text{N}_5)\text{SO}_4$  solinsa, u gidrolizga uchrab,  $\text{SO}_4^{2-}$  ioni hosil bo'la boshlaydi va natijada sekin-sekin  $\text{VaSO}_4$  yirik va toza kristall holida cho'kmaga tushadi.

### **Birgalashib cho'kish**

Cho'kma tushayotganda eritmadan begona ionlarni mexanik ravishda olib tushadi va u ifloslanadi.

Cho'ktirish sharoitida eritmada qolishi kerak bo'lgan, yaxshi eriydigan moddalarni ko'shib cho'kish, birgalashib cho'kish hodisasi deyiladi.

Birgalashib cho'kish analitik kimyoda, xususan, gravimetrik analizda, katta xatolikka olib keladi.

Lekin bu jarayonning foydali tomoni ham bor.

Aniqlanayotgan modda miqdor kam bo'lsa, uni cho'kmaga tushirish mumkin emas. Ammo birgalashib cho'kishdan foydalanib biror cho'kma bilan birgalikda mikrokomponentlarni ham ko'shib cho'ktirish mumkin bo'ladi.

Masalan,  $\text{RaSO}_4$  ning eruvchanlik ko'paytmasi nixoyatda kam bo'lishiga qaramay dengiz suvlaridan radiyni ajratib bo'lmaydi.  $\text{BaSO}_4$  ishtirokida esa  $\text{RaSO}_4$  ham birgalashib cho'kadi.

**Adsorbtsiya.** Adsorbtsiyada cho'kmaning ustidagi qavati, eritmadagi musbat va manfiy ionlarni o'ziga tortadi. Adsorbtsiya qaytar jarayon bo'lgani uchun bir vaqtning o'zida unga qarama-qarshi bo'lgan jarayon desorbtsiya ham bo'ladi. Natijada adsorbtsion muvozanat vujudga keladi. Adsorbtsion muvozanatning holati bir necha omillarga bog'lik.

-amorf cho'kmalarning sathi katta bo'lgani uchun ularda adsorbtsiya kuchayadi  
-adsorbtsiya ekzotermik jarayon bo'lgani uchun haroratning ortishi bilan keskin kamayadi

-ionlar konsentratsiyasi bir xil bo'lsa, zaryadi katta bo'lgan ion adsorblanadi

-ionlarning zaryadlari bir xil bo'lsa, konsentratsiyasi katta bo'lgan ion adsorblanadi

- cho'kma kristall panjarani tashkil qilgan ionlarni birinchi navbatda adsorblaydi.

**Okklyuziya.** Cho'kma tushayotganda va etilayotganda eritmadagi begona ionlar takomillashgan kristall panjara orasidagi bo'shliqlarga kirib qoladi. Kristallar usganida begona ionlarni chiqarib yuboradi. Lekin hammasidan tozalab bo'lmaydi. Kristall qanchalik tez tushsa okklyuziya shuncha ko'p bo'ladi. Okklyuziyani kamaytirish uchun gomogen eritmadan cho'ktirish kerak.

**Izomorfizm.** Kimyoviy formulalari o'xshash bo'lib, bir xil geometrik ravishda kristallanuvchi moddalar - izomorf moddalar deyiladi. Har xil achchiqtoshlar  $KAl(SO_4)_2 \cdot 12H_2O$  va  $KCr(SO_4)_2 \cdot 12H_2O$  bunga misol bo'laoladi. Kristall panjaralarining o'lchami bir-biriga yaqin bo'lganligidan  $Al^{+3}$  va  $Cr^{+3}$  bir-birining o'rniga o'tiraveradi.  $K^+$  va  $NH_4^+$  ionlari radiusi bir-biriga juda yaqin bo'lganligi uchun ham  $MgNH_4RO_4$  va  $MgKPO_4$  moddalar izomorf hisoblanadi.

### Mustahkamlash uchun savollar

1. Toza va yirik kristallar qanday qilib olinadi?
2. Qaysi vaqtda kristall cho'kmalar va qaysi vaqtda amorf cho'kmalar hosil bo'ladi?
3. Gomogen eritmadan cho'ktirish deb nimaga aytiladi?
4. Yirik kristallapni olishda eritma muhitining ahamiyati qanday?
5. Birgalashib cho'kish nima va uning qanday turlarini bilasiz?
6. Cho'kmalar filtrlanganda shisha filtrlardan qanday foydalaniladi?
7. Moddalapni cho'ktirishda adsorbtsiya hodisasi qanday ta'sir ko'rsatadi?
8. Okklyuziya nima? Qanday qilib uning ta'sirini kamaytirish mumkin?
9. Izomorfizm hodisasini tushuntiring. Izomorf cho'kish deb nimaga aytiladi?
10. Izomorf cho'kishga misollar keltiring.

**IV semestr bo'yicha jami**  
**1-ma'ruza**  
**Analitik tarozilar**

*Mashg'ulotning maqsadi:* Analitik tarozilar haqida ma'lumotlar betrish, analitik tarozida ishlash qoidalarini o'rgatish, gravimetrik analiz natijalarini hisoblashni o'rgatish.

*Ta'lim metodi:* Ko'rgazmali, informativ, ma'ruza, doska, proektor, jadvallar

*Ta'lim shakli:* Ommaviy, jamoada ishlash.

*Ta'lim sharoitlariya:* Talabalar guruhlarini bilan hamkorlikda taqdimot o'tkazish imkoniyatini beradigan auditoriya.

*Nazorat va baholash:* Oraliq va yakuniy nazorat: og'zaki, yozma

**Ma'ruza rejasi**

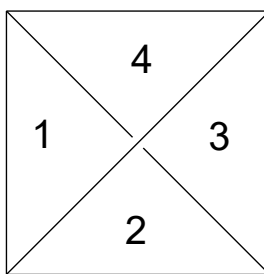
**Tashkiliy qism.**

Analitik tarozilar, ularning turlari va sezgirliklari. Tortish texnikasi. Gravimetrik analizga misollar

**Analizning umumiy rejasini tuzish va eng yaxshi metodni tanlash**

Analiz uchun o'rtacha namunani olish. Bu bosqich eng javobgarli bo'lib, umumiy natija shunga bog'liq bo'ladi. Namunalar qattik, suyuq, gomogen va geterogen moddalar bo'lishi mumkin. O'rtacha namuna to'g'ri olinmasa, juda aniqlik bilan bajarilgan analiz natijalari ham bekor bo'ladi.

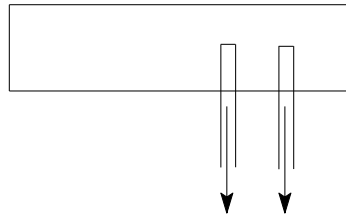
O'rtacha namunani olishning bir necha usullari bor. Namuna gomogen va geterogen holda bo'lishi mumkin. Gomogen materialdan o'rtacha namuna olish oson. Agar analiz qilinishi kerak bo'lgan modda qattiq holda bo'lsa, har xil katta kichiklikda bo'lsa, uni avval tegirmonda maydalab, aralastirib, kvadrat holda yoyib qo'yib, diagonal bo'yicha 4 ga bo'linadi. qarama-qarshi uchburchakdagisi (1,3) olinadi va qolgani (2,4) tashlab yuboriladi. Avvalgi (1,3) qismni olib kvadrat qilib, yana 4 ga bo'lib. ikki tomoni tashlab yuboriladi va hokazo:



Agar namuna vagonda bo'lsa (50 tonna), shundan analiz uchun 100 g olinadi.

Yana 100 g namunani. agar kelishmovchilik chiqsa, maxsus analiz qilish uchun, arbitraj analiz uchun saqlab qo'yiladi. Agar namuna suyuq holda bo'lsa (masalan sanoatda chiqayotgan chiqindi suvlar) trubadan chiqayotgan namunadan vaqti-vaqti bilan trubadan olinadi. Agar namuna qotishma bo'lsa, uni bir necha joyidan pormalab olinadi.

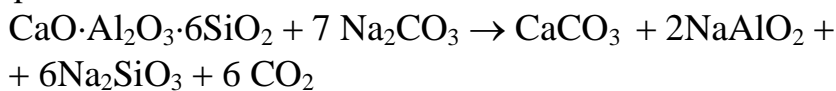




Analizni bajarish uchun kerak bo'lgan tortimni juda aniq-to'rtinchi raqamgacha aniqlik bilan analitik tarozida tortib olish kerak.

Olingan namunani eritish kerak. Kislotalarda erimasa boshqa yo'l bilan (masalan:  $\text{Na}_2\text{SO}_3$  bilan suyuqlantirib, so'ngra kislotada eritish yoki biror reagent bilan parchalash va h.k.) eritiladi.

$\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 6\text{SiO}_2$  suv va kislotalarda erimaydi.  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  tuzi bilan qizdirib suyuqlantirilsa eruvchan tuzlar hosil bo'ladi.



Olingan eritmani analizga tayyorlash (xalal beruvchi elementlardan ajratish va h.k.).

Har bir elementni aniqlashda analizni 3-5 marta qaytarish lozim, chunki 1-2 analizdan ishonarli natija olib bo'lmaydi.

Analiz natijalarini va ularni qay darajada aniqlik bilan bajarilganligini hisoblash lozim.

Analiz natijalarining aniqlik darajasini tekshirish uchun quyidagi metodlarning biridan foydalanish mumkin:

1) Analiz bajarilgandan so'ng xuddi shu analizni tamoman boshqa metod bilan tekshirish kerak.

2) Qo'shilmalar metodidan foydalanib natijani solishtirish kerak.

3) Standart namunalarni analiz qilish yo'li bilan tekshirib ko'riladi.

#### **Analiz ob'ektlarida namlikni aniqlash.**

Ko'pchilik birikmalar nam aaholda bo'ladi. Uning tarkibidagi suv aniqlanmasa, natija olish qiyin. Eksikatora  $\text{P}_2\text{O}_5$  yoki konts.  $\text{H}_2\text{SO}_4$  yordamida suvni birikmadan bevosita yo'l bilan aniqlash mumkin yoki 105-120<sup>0</sup>S da qizdirib aniqlash mumkin. Organik moddalar vakuumda 105<sup>0</sup>S dan past haroratda qizdirib topiladi. Kristallizatsion suv esa 700-800<sup>0</sup>S gacha qizdirib topiladi.

Misol: Havoda quritilgan ohaktoshda 64,77%  $\text{CaO}$ , 25,1%  $\text{SiO}_2$ , 10,13%  $\text{H}_2\text{O}$  bor.

$\text{CaO}$  ning absolyut quruq ohaktoshdagi % miqdori topilsin. +uruq moddaga

hisoblashni  $C = \frac{a \cdot 100}{100 - b}$  formula bilan olib boramiz,

bunda a-namunadagi asosiy tarkib,

b-analiz qilinuvchi modda tarkibidagi namlik.

$$C_{\text{CaO}} = \frac{64,77 \cdot 100}{100 - 10,13} = \frac{6477,00}{89,87} = 72,07\% \text{ CaO}$$

$$C_{\text{SiO}_2} = \frac{25,1 \cdot 100}{100 - 10,13} = \frac{2510,00}{89,87} = 27,33\% \text{ SiO}_2$$

### **Miqdoriy analizdagi xatoliklar**

Analiz har qancha ehtiyotkorlik bilan bajarilganda ham, ayrim xatoliklar albatta bo'ladi va olingan natija aniqlanayotgan moddaning haqiqiy miqdoridan farq qiladi. Analiz xatoliklari 3 xil bo'ladi:

- 1) sistematik xatolar
- 2) tasodifiy xatolar
- 3) qo'pol xatolar

**Sistematik xatolar**-xatolik bir me'yorda bo'lib, natijani kamaytirib yoki ko'paytirib yuboradi. Sistematik xatolarni oldindan bilish va ularning chorasini ko'rib, xatoni kamaytirish mumkin.

Sistematik xatolar metodik xatolar, asboblarda va reaktivlarga bog'liq bo'lgan xatolar, operativ xatoliklar va analitikning o'ziga xos bo'lgan xatoliklardan (masalan, rang o'zgarish vaqtini sezish qobiliyati) iborat bo'ladi.

**Tasodifiy xatolar**-katta-kichikligi har xil bo'lgan, ma'lum bir qonuniyatga bo'ysinmagan xatoliklar. Masalan, haroratning o'zgarishi, havo namligining o'zgarishi tasodifiy xatoga olib keladi. Bu xatoliklarni oldindan bilib bo'lmaydi, faqat birnecha marta analiz qilib, natijalarni matematik statistika metodi bilan ishlab chiqib, ayrim tuzatmalar kiritish mumkin.

**Qo'pol xatolar.** Qo'pol xatolar analiz natijasini keskin o'zgartirib yuboradi. Bunga ehtiyotsizlik natijasida moddaning to'kilib ketishi yoki byuretkada shkalasining yoxud tarozi toshlarini noto'g'ri hisoblashlar kiradi. O'rtacha natijani hisoblayotganda ular hisobdan chiqarib tashlanadi.

Analiz natijalarini **absolyut va nisbiy** xatoliklar bilan ifoda etiladi.

**Absolyut xato.** Aniqlanayotgan moddaning haqiqiy qiymati bilan analizda olingan natijaning farqiga absolyut xato deyiladi.

Misol uchun, kristall holdagi bariy xloridida aniqlangan suvning miqdori 14,70% topilgan.  $VaSl_2 \cdot 2N_2O$  formuladan hisoblansa, 14,75% chiqadi. Demak, absolyut xato

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

**Nisbiy xato.** Absolyut xatoning qiymatini, aniqlanayotgan moddaning haqiqiy qiymatiga bo'lgan nisbati, nisbiy xato deyiladi.

Xatoliklar odatda foizda hisoblanadi. Olingan misolda nisbiy xato ( $D_0$ ) quyidagicha bo'ladi;

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

### **Analiz natijalarini matematik statistika usuli bilan qayta hisoblash.**

Analiz qanchalik ehtiyotkorlik bilan bajarilmasin, albatta ayrim xatoliklarga yo'l qo'yiladi.

Biror komponentni aniqlanilayotganda bir marta qilingan analizdan to'g'ri natija olib bo'lmaydi. SHuning uchun har bir analizni kamida 3 marta qaytarib o'rtacha natija olinadi. +oida bo'yicha yaxshi natija olish uchun ularning qayta qilingan (odatda parallel ravishda olib boriladi) analizlarning o'rtacha qiymatlari olinadi. Bir metod bilan, bir xil sharoitda olingan natijalarning o'rtacha qiymatlari bir-biriga qanchalik yaqin bo'lsa, qayta takrorlanuvchanlik (vosproizvodimost) shunchalik yaxshi bo'ladi. Qayta takrorlanuvchanlik darajasi standart chetlanish bilan xarakterlanadi:

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2}{n-1}}$$

Bu erda n-aniqlashlar soni,  $X_1, X_2, \dots, X_i$  variantlar deb ataluvchi alohida aniqlashlarning natijalari.  $\bar{X}$ -hamma variantlarning o'rtacha qiymati. Analizda natijalarning qayta takrorlanuvchanligi o'rtacha qiymati, nisbiy standart chetlanishni xarakterlaydi:

$$S_r = S / \bar{X}$$

Absolyut va nisbiy standart chetlanish qiymatlari qanchalik kam bo'lsa, natijalarning takrorlanuvchanligi shunchalik yaxshi va binobarin analiz aniq bajarilgan bo'ladi.

Natijalar o'rtacha qiymatining analiz qilinayotgan modda tarkibidagi komponentning miqdoriga yaqinligi uning aniqligi deyiladi. Analizning aniqlik darajasi, analizning absolyut yoki nisbiy xatosi bilan baholanadi.

Agar bajarilgan analiz natijasida faqat tasodifiy xato qilingan, sistematik xato yo'q deb olsak (analiz tajribali analitik tomonidan, uzoq vaqt sinab ko'rilgan metod bilan, toza reaktivlardan foydalanilgan bo'lsa) bajarilgan ishning aniqligini avvaldan berilgan istalgan analiz soni va standart chetlanishni hisobga olib ehtimollik darajasi bilan avvaldan berilgan natijani hisoblashimiz mumkin.

Matematik statistika qonunlari, aniqlanilayotgan komponentning haqiqiy qiymati, topilgan o'rtacha qiymatni qaysi ehtimollik chegarasida bo'lishligini ko'rsatuvchi quyidagi formulalarni hisoblab chiqish imkonini beradi:

$$X_{\text{past}} = \bar{X} - t_{p,n} \frac{S}{\sqrt{n}} \quad (\text{a})$$

$$X_{\text{yuqori}} = \bar{X} + t_{p,n} \frac{S}{\sqrt{n}} \quad (\text{b})$$

Bunda  $X_{\text{past}}$  va  $X_{\text{yuqori}}$  ehtimollik oralig'ining pastki va yuqori chegaralari. S-standart chetlanish, n-takroriy qilingan analizlar soni,  $t_{p,n}$ -Styudent koeffitsienti.

$t_{p,n}$  qadri n analiz va berilgan r ishonchlilik ehtimolligining funksiyasidir. n ning kamayishi va p ning 1ga yaqinlashishi bu koeffitsientni oshirib yuboradi. (a) va (b) formulalarning qiymati ishonchlilik chegarasi, ularning oralig'i esa ishonchlilik intervali deyiladi. r=1 bo'lsa topilgan natija komponentning haqiqiy qiymati 0-100 % oralig'ida bo'ladi deb aniq ishonch bilan aytish mumkin. r kamayganda ishonchlilik chegarasi torayib boradi.

Ko'p hollarda analizni hisoblash uchun ishonchlilik ehtimolliigi 0,95 deb olinadi. Demak, metodning ishonchlilik chegarasi  $\Delta X$  quyidagiga teng:

$$\Delta X = t_{p,n} \frac{S}{\sqrt{n}} \text{ bo'lsa, u holda analiz uchun olingan moddaning haqiqiy qiymati}$$

100ta parallel aniqlashlarning 95 tasida  $\bar{X} \pm \Delta X$  oralig'ida bo'ladi.

Demak xulosa qilib aytganda analiz natijalarini matematik statistika metodlari yordamida qayta hisoblash natijalari quyidagi jadval tarzida analizning oxirida

keltiriladi.

## **Mustahkamlash uchun savollar**

1. O'rtacha namuna olish, choraklash usuli.
2. Analitik omil tushunchasi.
3. Analitik tarozi
4. Texnik tarozi
5. Tortish texnikasi
6. Toshlarining sinflanishi

## **2-ma'ruza Titrimetrik analiz usullari**

*Mashg'ulotning maqsadi:* Titrimetrik analiz usullarining sinflanishi. Titrimetrik analizda ishlatiladigan reaksiyalarga qo'yiladigan talablar. Analizning titrimetrik metodlari va ularning sinflanishini tushuntirish, titrimetrik analizda natijalarni hisoblashni o'rgatish, eritmalarning kotsentratsiyalarini aniqlash metodlarini o'rgatish, titrimetriyada bevosita va bilvosita metodlaridan foydalanishni o'rgatish.

*Ta'lim metodi:* Ko'rgazmali, informativ, ma'ruza, doska, proektor, jadvallar

*Ta'lim shakli:* Ommaviy, jamoada ishlash.

*Ta'lim sharoitlariya:* Talabalar guruhlarini bilan hamkorlikda taqdimot o'tkazish imkoniyatini beradigan auditoriya.

*Nazorat va baholash:* Oraliq va yakuniy nazorat: og'zaki, yozma

## **Ma'ruza rejasi**

### **Tashkiliy qism.**

Titrimetrik analiz usullarining sinflanishi. Titrimetrik analizda ishlatiladigan reaksiyalarga qo'yiladigan talablar

### **Titrimetrik analiz metodlarining sinflanishi.**

Titrimetrik analiz metodlari miqdoriy analizning asosiy qismini tashkil etadi. Lekin bu metodlarda hamma reaksiyalardan foydalanib bo'lmaydi. +o'llaniladigan reaksiyalar ma'lum talablarga javob berishi kerak:

- 1) reaksiya katta tezlik bilan stexiometrik ravishda borishi;
- 2) shlatilayotgan reaktiv faqatgina aniqlanayotgan modda uchun sarf bo'lishi, ya'ni reaksiya bitta tenglama bilan borishi;
- 3) reaksiya oxirigacha borishi, ya'ni deyarli qaytmas bo'lishi;
- 4) reaksiya oxirini-ekvivalent nuqtani aniqlash uchun indikator tanlangan bo'lishi kerak;
- 5) Bu talablarga javob bermaydigan reaksiyalarni titrimetrik analizda qo'llab bo'lmaydi.

Titrimetrik analizda qo'llanilayotgan reaksiyaning turiga qarab:

- 1) kislota - asosli titrlash metodi,;
- 2) oksidlanish - qaytarilish metodi;

- 3) kompleks hosil qilish metodi;
- 4) titrlab cho'ktirish metodlariga ajratish mumkin.

Analiz qilinayotgan modda tarkibidagi noma'lum ionning, molekulaning miqdorini topish uchun u bilan stexiometrik ravishda reaksiyaga kiradigan ikkinchi reaktivning konsentratsiyasi aniq ma'lum bo'lishi kerak.

### **Standart eritmalar va ularni tayyorlash.**

Konsentratsiyasi aniq ma'lum bo'lgan eritmalar standart eritmalar deyiladi.

Standart eritmalar 3 xil usul bilan tayyorlanadi:

1. Analitik tarozida moddaning miqdorini aniq tortib olib, eritiladi va o'lchov kolbasiga solib, so'ngra chizig'igacha suyultirib tayyorlash. Eritmasi bu usulda tayyorlanadigan moddalar *birlamchi standartlar* deyiladi. Birlamchi standartlarga bir necha talablar qo'yiladi:

- 1) kimyoviy toza bo'lishi,
- 2) tarkibi formulasiga aniq javob berishi,

3) quruq holda va eritmada saqlanganda barqaror bo'lishi kerak. +o'yilgan talablarning birortasi bajarilmasa, unday moddadan birlamchi standart eritma tayyorlab bo'lmaydi.

2. Tarozida tortib olib tayyorlash mumkin bo'lmasa, moddaning taxminiy eritmasi tayyorlanib, so'ngra u bilan tez va stexiometrik ravishda reaksiyaga kiruvchi birlamchi standart orqali aniq konsentratsiyasi topiladi.

Masalan, NaOH havodan karbonat angidridni o'ziga yutib, bir qismi  $\text{Na}_2\text{SO}_3$  ga aylanadi. SHuning uchun, kimyoviy toza bo'lsa ham undan standart eritma tayyorlab bo'lmaydi. Uning taxminiy konsentratsiyali eritmasi tayyorlanib, birlamchi standart, masalan,  $\text{N}_2\text{S}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{N}_2\text{O}$  eritmasi orqali aniqlanadi. Bunday moddalar (ya'ni NaOH) *ikkilamchi standartlar* deyiladi.

3. Fiksanallardan tayyorlash. Reaktiv sifatida sotiladigan fiksanallar aniq o'lchangan kattiq modda yoki eritma bo'lib, ampulaga solib kavsharlangan bo'ladi. Uning uchlari biroz botiqrok, devori esa yupqaroq bo'lib, shu eridan teshiladi va ampuladagi moddaning hammasi o'lchov kolbasiga o'tkazilib, bir necha marta chayib kolbaga solinadi va kolbaning chizig'igacha suyultirilsa, aniq konsentratsiyali eritma hosil bo'ladi. Fiksanallarga moddaning nomi va miqdori yozib qo'yilgan bo'ladi. Masalan, 0,1 g ekv.NSl deb yozilgan ampulalarni olib, uchini sindirib, 1000 ml, 500 ml, 200 ml o'lchov kolbalariga solib bir necha marta chayib bo'lgach, chizig'igacha suyultirsak, kolbalarda tegishlicha 0,1000 n, 0,2000 n, 0,5000 n standart eritma hosil bo'ladi.

Odatda bir marta qilingan analizdan to'g'ri natija chiqarib bo'lmaydi. Analizni bir necha marta takrorlab, o'rtachasi olinadi. SHuning uchun analizga olingan moddani eritib, o'lchov kolbasiga solinadi va bug'zidagi chiziqqacha suyultirib, yaxshilab aralastiriladi va undan aniq hajmda o'lchab olib, analiz qilinadi. Analiz qilish uchun aniq o'lchab olingan hajm "*aliquot qism*" deyiladi.

Moddaning noma'lum miqdorini topish uchun, eritmadagi aniqlanayotgan modda bilan tez va stexiometrik ravishda reaksiyaga kiruvchi ikkinchi bir reagentni ekvivalent miqdorda reaksiyaga kirishguncha oz -ozdan qo'shib boriladi. Bu jarayon - bir eritmani ikkinchi eritmaga asta - sekin ko'shib borish - *titrlash* deyiladi va eritmaga solingan indikatorning rangi o'zgarishi bilan titrlash to'xtatiladi. Bu nuqta

titrlashning ohirgi nuqtasi deyiladi. Titrlashning oxirgi nuqtasi ekvivalent nuqtadan oldin yoki keyin kelishi mumkin. Titrometrik me-todlar titrlash usuliga qarab quyidagilarga bo'linadi:

### **Titrlashning bevosita va bilvosita usullari.**

*Bevosita titrlash usuli*-aniqlanayotgan ionni ikkinchi aniq konsentratsiyali reagent bilan to'g'ridan - to'g'ri titrlab, ekvivalent nuqtani topish mumkin.

*Bilvosita titrlash usuli* - aniqlanayotgan moddani biror sababga ko'ra (reaktsiya tezligi kichik bo'lsa, ekvivalent nuqtani aniqlash uchun indikator topilmasa va x.k.) bevosita titrlab bo'lmasa, u vaqtda bilvosita titrlash usulidan foydalaniladi. Bilvosita titrlash "qoldiqni titrlash" ham deyiladi. Uning mohiyati quyidagicha: analiz uchun olingan alikvot qismga,uning tarkibidagi ion bilan reaksiyaga kirishuvchi ikkinchi standart eritmadan mo'l miqdorda solinadi, so'ngra reaksiyaga kirmay qolgan ortiqcha miqdordagi reagent ikkinchi standart eritma bilan titrlanadi. Birinchi reagentning reaksiyaga kirmay qilgan qismini aniqlab, analiz qilinayotgan modda miqdorini aniqlash mumkin. Masalan,  $Al^{+3}$  ioni komplekson - III bilan reaksiyaga kirganda reaksiya tezligi kichik bo'ladi. SHuning uchun  $Al^{+3}$  ioni solingan kolbaga ortiqcha miqdorda komplekson - III standart eritmadan aniq o'lchab olamiz. So'ngra  $Al^{+3}$  ioni bilan reaksiyaga kirmay qolgan komplekson III ni ruxning standart eritmasi bilan titrlab topiladi.

SHunday qilib.bilvosita titrlash metodida ikkita standart eritma ishlatilar ekan. Birinchi standart eritma aniqlanayotgan modda bilan reaksiyaga kirsa. ikkinchi standart eritma birinchisi bilan reaksiyaga kirar ekan.

Moddaning miqdorini aniqlashda ba'zan «*o'rindoshlik metodi*». ham ishlatiladi. Bunda aniqlanayotgan ion maxsus tanlangan reaksiya yordamida boshqa moddaga aylantiriladi va oxirgi modda biror standart eritma bilan titrlab topiladi. Masalan,  $Cr^{2+}$  havoda tez oksidlanib ketadi va oksidlovchi bilan bevosita titrlash qiyin. SHuning uchun unga ortiqcha miqdorda aniq o'lchangan  $Fe^{2+}$  eritmasi quyiladi. Bu vaqtda  $Cr^{2+}$  ga ekvivalent ravishda  $Fe^{2+}$  hosil bo'ladi va uni titrlab  $Cr^{2+}$  ning miqdorini topish mumkin. Bu usul oksidlovchi yoki qaytaruvchi anionlar bilan qiyin eriydigan birikmalar hosil qiluvchi kationlarning miqdorini aniqlashda ham qo'llaniladi. Masalan,  $Ca^{2+}$  ionini aniqlash uchun ammoniy oksalat ta'sir ettirilsa,  $SaS_2O_4$  hosil bo'ladi va cho'kmani filtrlab, yuvib, NSI da eritilsa, u holda  $Sa^{2+}$  ga ekvivalent miqdorda  $N_2S_2O_4$  kislotasi hosil bo'ladi va uni  $KMpO_4$  bilan titrlab,  $Sa^{2+}$  ning miqdorini aniq topish mumkin.

### **Mustahkamlash uchun savollar**

1. Moddaning ekvivalenti deb nimaga aytiladi?
2. Kislota, asos, tuzlarda ekvivalent qanday aniqlanadi?
3. Eritmalarning konsentratsiyalari qanday ifodalanadi? Molyar konsentratsiya, normal konsentratsiya, % konsentratsiya.
4. Natriy karbonatning tirlangan eritmasini tayyorlash uchun kimyoviy toza  $Na_2CO_3$  dan 1,3250 g tortib, suvda eritib 250,00 ml o'lchov kolbasiga solib qo'yildi. Hosil bo'lgan eritmaning titrini aniqlang. javob: 0,005300 g/ml
5. Bevosita va bilvosita titrlash metodini tushuntiring.

6. Eritmaning titri deb nimaga aytiladi?
7. Aniqlanayotgan modda bo'yicha titri deganda nimani tushunish kerak? Bu ifoda qaysi vaqtlarda qo'l keladi?
8. Modda konsentratsiyasini aniqlashda pipetkalash metodining mohiyati nimada?
9. Alohida tortimlar metodining mohiyati nimada?  
Oxirgi ikki metodning qaysi biri aniq natija beradi? Bir-biridan afzalligi bormi?

### **3-ma'ruza**

#### **Kislota-asosli titrlash**

*Mashg'ulotning maqsadi:* Kislota-asosli titrlash. Titrlash egrilari. Titrlash sakramasi va unga ta'sir etuvchi omillar. Titrlashning indikator xatoliklari. Kislota asosli titrlash metodi mohiyatini ochib berish, kislota va asoslarni aniqlashda ishlatiluvchi indikatorlar va ularning xossalari tushuntirish, atsidimetrik va alkalimetrik titrlash metodlarining mohiyatini ochib berish.

*Ta'lim metodi:* Ko'rgazmali, informativ, ma'ruza, doska, proektor, jadvallar

*Ta'lim shakli:* Ommaviy, jamoada ishlash.

*Ta'lim sharoitlariya:* Talabalar guruhlarini bilan hamkorlikda taqdimot o'tkazish imkoniyatini beradigan auditoriya.

#### **Ma'ruza rejasi**

##### **Tashkiliy qism.**

Kislota-asosli titrlash. Titrlash egrilari. Titrlash sakramasi va unga ta'sir etuvchi omillar. Titrlashning indikator xatoliklari.

##### **Kislota-asosli titrlash metodi**

##### **Metodning mohiyati. Kislota va asoslarni aniqlash**

Neytrallash reaksiyasi  $N^+ + ON^- \rightarrow N_2O$

asosida bajariladigan aniqlashlarning hammasi kislota-asosli titrlash (neytrallash) metodlariga kiradi.

Bu metod bilan barcha kislotalar (organik va anorganik), asoslar va ular bilan reaksiyaga kiruvchi moddalar (HCl, NaOH, NaSO<sub>3</sub>, Na<sub>2</sub>V<sub>4</sub>O<sub>7</sub>) ning miqdorini hamda kuchsiz kislota anioni bilan yomon eriydigan birikmalar hosil qiluvchi kationlar (PbCrO<sub>4</sub>, CaC<sub>2</sub>O<sub>4</sub>, Ag<sub>2</sub>CrO<sub>4</sub>)ni aniqlash mumkin.

**Kislotalarni aniqlash.** Yaxshi eriydigan kuchli va o'rta kuchli kislotalarning hammasi ishqor bilan titrlab bevosita metod bilan, kuchsiz kislotalarni esa  $K > 10^{-12}$  ( $10^{-10}$ ,  $10^{-11}$ ) bilvosita metod bilan aniqlanadi. Masalan, NAs ni bilvosita, KCN ni bevosita titrlab aniqlanadi.

**Asoslarni aniqlash.** Kuchli asos (NaOH) kuchli kislotalar (HCl) bilan titrlanadi. Masalan, HCN ( $K = 10^{-10}$ ) ni bevosita titrlash mumkin emas. Unga mo'l miqdorda ishqor ko'shib, ortiqcha ishqor titrlanadi. Yomon eriydigan kuchsiz kislotalarni organik moddalarda (dioksan, spirt, DMSO) eritib aniqlash mumkin. Barcha aniqlashlarda reaksiyaning ekvivalent nuqtasi indikatorlar yordamida aniqlanadi.

Aniqlanayotgan modda eritmasiga sekin-asta titrant qo'shilganda eritmada pH ning o'zgarib borishining grafik ifodasi *titrlash egrisi* deyiladi. Titrlash egrisi indikatorni to'g'ri tanlash uchun hisoblab chiqiladi.

Kuchli asosni kuchli kislota bilan titrlaylik:

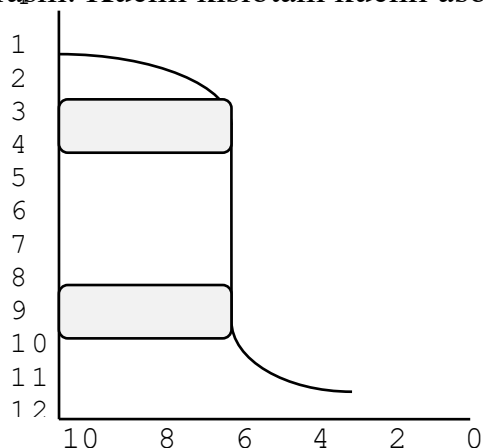


HCl va NaOH eritmalarining uajmi 100 ml ikkalasining konsentratsiyasi

0,1 n bo'lsin va titrlash davomida eritma hajmining ortishini hisobga olmaymiz.

Quyilgan 0,1 n NaON	pH ni aniqlovchi elektrolit	pK ni hisoblash formulasi	pH
0	0,1 n HCl	$\text{pH} = -\lg C_{\text{HCl}}$	1
90	0,01 n HCl	$\text{pH} = -\lg C_{\text{HCl}}$	2
99,0	0,001 n HCl	$\text{pH} = -\lg C_{\text{HCl}}$	3
99,9	0,0001 n HCl	$\text{pH} = -\lg C_{\text{HCl}}$	4
100,0		$\text{pH} = \text{pOH}$	7
100,1	0,0001 n NaON	$\text{pH} = -\lg C_{\text{NaOH}}$	10
101	0,001 n NaON	$\text{pH} = -\lg C_{\text{NaOH}}$	11
110	0,01 n NaON	$\text{pH} = -\lg C_{\text{NaOH}}$	12

1-rasm: Kuchli kislotani kuchli asos bilan titrlash



Jadvaldan ko'rinib turibdiki, titrlash boshlanishida eritmada pH sekinlik bilan, ekvivalent nuqtaga yaqinlashgan sari tezroq o'zgarib boradi va nixoyat ekvivalent nuqtada keskin o'zgarib ketadi.

Eritmaning konsentratsiyasiga (ya'ni pH iga) qarab egri chiziqning keskin o'zgargan chegarasi *titrlash sakramasi* deyiladi. Eritmalarning konsentratsiyalari katta bo'lsa, titrlash sakramasi ham katta bo'ladi. Tanlangan indikatorning rang o'zgartirish sohasi shu sakrama oralig'ida bo'lishi kerak. Sakrama katta bo'lsa, indikator tanlash osonlashadi. Eritma konsentratsiyalari kichik bo'lsa, titrlash sakramasi ham kichiklashadi, binobarin indikator tanlash ham qiyinlashadi.

Kislotaning konsentratsiyasi  $S > 2 \cdot 10^{-4}$  mol/l bo'lsa, indikator bilan titrlash mumkin. Aks holda ekvivalent nuqta indikator yordamida emas, faqat fizik-kimyoviy



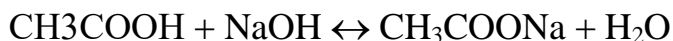
metodlar bilan aniqlanadi.

#### 4-ma'ruza

### Kislota-asosli titrlashning xatoliklari

#### Kuchsiz kislotani kuchli asos bilan titrlash

C ni NaOH bilan titrlaylik. Eritmalarning konsentratsiyalari 0,1n va hajmi 100 ml deb va hisoblashni osonlashtirish uchun eritmaning hajmi o'zgarmaydi deb olamiz



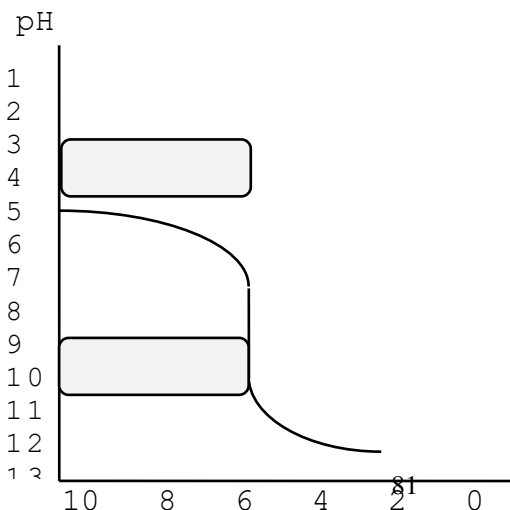
Titrlash boshlanmasdan oldin  $[\text{H}^+] = \sqrt{K_{k-ta} \cdot C_{k-ta}}$  formulasi bilan hisoblanadi. Titrlash boshlangach, eritmada bufer sistema hosil bo'ladi va ekvivalent nuqttagacha bufer sistemalarda  $[\text{H}^+]$  ni hisoblash formulasi va ekvivalent nuqtada

gidrolizni hisobga olib  $[\text{H}^+] = \sqrt{\frac{K_{\text{H}_2\text{O}} \cdot K_{k-ta}}{C_{ty3}}}$  formulasi bilan va nihoyat undan so'ng

ortiqcha qo'shilgan ishqorning konsentratsiyasi bilan hisoblanadi.

#### Kuchsiz kislotani kuchsiz asos bilan titrlash

0,1 n ishqor eritmasidan qo'shilgan ishqor (titrlangan $\text{CH}_3\text{COOH}$ %)	pH ni aniqlovchi elektrolit	pK ni hisoblash formulasi	pH
0	0,1 n $\text{CH}_3\text{COOH}$	$\text{pH} = 1/2\text{p}K_{k-ta} - 1/2\lg C_{k-ta}$	2.9
9	$\text{CH}_3\text{COOH} + \text{CH}_3\text{COONa}$	$\text{pH} = 1/2\text{p}K_{k-ta} - 1/2\lg C_{k-ta}$	3.75
90	$\text{CH}_3\text{COOH} + \text{CH}_3\text{COONa}$	$\text{pH} = 1/2\text{p}K_{k-ta} - 1/2\lg C_{k-ta}$	3.8
99	$\text{CH}_3\text{COOH} + \text{CH}_3\text{COONa}$	$\text{pH} = 1/2\text{p}K_{k-ta} - 1/2\lg C_{k-ta}$	5.72
99,9	$\text{CH}_3\text{COOH} + \text{CH}_3\text{COONa}$	$\text{pH} = 1/2\text{p}K_{k-ta} - 1/2\lg C_{k-ta}$	7.76
100	$\text{CH}_3\text{COONa}$	$\text{pH} = 7 + 1/2\text{p}K + 1/2\lg 0.1$	8.86
100,1	NaOH	$[\text{OH}] = 10^{-4}$	10.0



Bu titrlash egrisini HCl ni titrlash egrisini bilan solishtirsak ekvivalent nuqta neytral muhitda emas, ishqoriy sharoitda bo'ladi. Titrlash sakramasi HCl ni titrlashga qaraganda ancha kichik va nihoyat ekvivalent nuqtani aniqlash uchun ko'p ishlatiladigan indikatorlardan faqat fenolftaleingina to'g'ri keladi. Kuchsiz kislotani titrlashda

$S_{k-ta} \cdot K_{k-ta} \geq 10^{-9}$  dan kam bo'lsa indikator bilan titrlab bo'lmaydi.

**Ikki asosli kislotalarni kuchli ishqor bilan titrlash.**

Ikki asosli kislotalarni titrlasak, titrlash sakramasi 50% titrlanganda birinchi va 100% titrlanganda ikkinchi sakrama hosil bo'lishi kerak.

50% kislota titrlanganda titrlash sakramasining hosil bo'lishi uchun 2 shart bajarilishi kerak:

$$1) S_{k-ta} K_1 > 10^{-9}$$

$$2) K_1 : K_2 \geq 10^4.$$

100% titrlanganda sakramaning hosil bo'lishi uchun

$$S_{k-ta} K_2 \geq 10^{-9} \text{ bo'lishi kerak.}$$

Agar eritmada ikki kuchsiz kislota aralashmasi bo'lsa, ularning dissotsilanish konstantalari keskin farq qilsa, ya'ni  $S_1 K_1 ; S_2 K_2 \geq 10^4$  bo'lsa, ularni ketma-ket alohida titrlash mumkin. Bu shart bajarilmasa, ikkalasi baravar titrlanaveradi.

Ko'p asosli kislotalarda  $[H^+]$  ni hisoblashda, odatda uni bir asosli deb qaralaveradi, chunki keyingi bosqichlarda ionlanish kichik bo'lganligidan hisobga olinmaydi. Misol uchun  $N_3RO_4$  da vodorod ionlari konsentratsiyasi  $[H^+] = \sqrt{K_{H_3PO_4} \cdot C_{H_3PO_4}}$  deb qarash mumkin. Agar  $[H^+]$  fosfat kislotada aniq

$$[H^+] = \sqrt{\left( K_{H_3PO_4} + K_{H_2PO_4^-} + K_{HPO_4^{2-}} \right) \cdot C_{H_3PO_4}}$$

formulasi bilan xisoblanganda xam soddalashtirilgan xisoblashdan farq qilmaydi.

Fosfat kislotasining ionlanish konstantalari qiymati va ularga mos keluvchi rK qiymatlari quyidagicha:

$$K_1 = 7,6 \cdot 10^{-3} \quad rK_1 = -\lg 7,6 \cdot 10^{-3} = 2,12$$

$$K_2 = 6,2 \cdot 10^{-8} \quad rK_2 = -\lg 6,2 \cdot 10^{-8} = 7,21$$

$$K_3 = 4,4 \cdot 10^{-13} \quad rK_3 = -\lg 4,4 \cdot 10^{-13} = 12,36$$

Ekvivalent nuqtalari quyidagicha topiladi:

$$pH_1 = \frac{pK_1 + pK_2}{2} = \frac{2,12 + 7,21}{2} = 4,66$$

$$pH_2 = \frac{pK_2 + pK_3}{2} = \frac{7,21 + 12,36}{2} = 9,78$$

Uchinchi ekvivalent nuqtada rNning qiymatini kuchsiz kislota va kuchli asos uchun chiqarilgan

$$pH_3 = pK_{H_2O} + \frac{1}{2} pK_3 + \frac{1}{2} \lg C_{my3} \text{ formula bilan hisoblash mumkin}$$

$$pH_3 = 7 + \frac{12,36}{2} + \frac{1}{2} \lg 0,1 = 12,68$$

Bunda I ekvivalent nuqta ( $\text{pH} = 4,6$ ), metiloranjning ( $\text{pH} = 3,1-4,4$ ), ikkinchisi ( $\text{pH} = 9,78$ ) fenolftaleinning rang o'zgartirish sohasiga to'g'ri keladi ( $\text{pH} 8-10$ ).

### Mustahkamlash uchun savollar

1. Metodning mohiyati nimadan iborat?
2. Bu metod bilan qanday moddalarning miqdorini aniqlash mumkin?
3. Qanday moddalarga indikatorlar deyiladi? Ular nima uchun ishlatiladi?
4. Qanday oksidlovchilarni va qaytaruvchilarni bilasiz?
5. Oksidlanish-qaytarilish reaksiyalarida qanday organik moddalar indikator sifatida ishlatiladi? Maxsus indikator deb qanday moddalarga aytiladi?
6. Bu metodlar yordamida qanday moddalarni aniqlash mumkin?
7. Oksidlovchilar va qaytaruvchilarning kuchi qanday omillarga bog'liq?
8. Neytral va ekvivalent nuqtaning farqi bormi?
9. Nima uchun titrlash vaqtida indikatorni ko'p olib bo'lmaydi?
10.  $0,01 \text{ n HCl}$  bilan  $0,01 \text{ n NaOH}$  ni titrlash egrisini hisoblang.
11. Titrlash ko'rsatgichi  $\text{pT}$  nima? Indikatorlarda titrlash ko'rsatgichi qanday aniqlanadi?
12. Qaysi hollarda ekvivalent nuqta  $\text{pH}=7$  da bo'ladi? Va qaysi hollarda ekvivalent nuqta  $\text{pH}>7$  va  $\text{pH}<7$  da bo'ladi?
13. Tarkibida a)  $2 \cdot 10^{-4} \text{ g-ion/l N}^+$  ; b)  $0,008 \text{ g-ion/l ON}^-$  bo'lgan eritmalarda  $\text{pH}$  nechaga teng? Javob: a) 3,7 b) 11,9
14.  $\text{pH}$  i 3,61 ga teng bo'lgan  $0,0035 \text{ n}$  sirka kislotasining ionlanish konstantasi nechaga teng?  $K=1,74 \cdot 10^{-5}$
15. Titrlash egrilari nima uchun kerak? Tushuntiring.
16. Titrlash sakramasi nima va u qanday omillarga bog'liq?
17. Kuchli kislotani kuchli asos bilan titrlashda egri chiziqning avval sekin, so'ngra tezlashib ketishini tushuntiring.
18. Ikki asosli kislotalarni titrlashda 2 ta sakrama chiqishi uchun qanday shartlar bajarilishi kerak?
19. Kislotasiz titrlash metodida ishlatiladigan qanday indikatorlarni bilasiz?

### 5-ma'ruza

#### Oksidlanish-qaytarilish reaksiyalari asosida titrlash

*Mashg'ulotning maqsadi:* Oksidlanish-qaytarilish reaksiyalari asosida titrlash. Titrlash xatoliklari. Amaliyotda ishlatilishi. Permanganometriya. Iodometriya. Bixromometriya usulining mohiyatini ochib berish.

*Ta'lim metodi:* Ko'rgazmali, informativ, ma'ruza, doska, proektor, jadvallar

*Ta'lim shakli:* Ommaviy, jamoada ishlash.

*Ta'lim sharoitlariya:* Talabalar guruhlari bilan hamkorlikda taqdimot o'tkazish imkoniyatini beradigan auditoriya.

#### Ma'ruza rejasi

##### Tashkiliy qism.

Oksidlanish-qaytarilish reaksiyalari asosida titrlash. Titrlash xatoliklari. Amaliyotda ishlatilishi. Permanganometriya. Iodometriya. Bixromatometriya

Oksidlanish va qaytarilish metodlarida ionlarning elektron olishi va berishi bilan bog'liq bo'lgan reaksiyalar qo'llanadi. Modda elektron bersa qaytaruvchi, elektron olsa oksidlovchi bo'ladi. har ikki reaksiya bir vaqtning o'zida boradi.

### **Asosiy oksidlovchilar va qaytaruvchilar**

Standart eritmalar sifatida kuchli (yoki o'rtacha) oksidlovchilar yoki qaytaruvchilarning eritmaları ishlatiladi

**Oksidlovchilar:**  $\text{KMnO}_4$ ,  $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ ,  $\text{Ce}(\text{SO}_4)_2$ ,  $(\text{NH}_4)_2\text{S}_2\text{O}_8$ ,  $\text{NaBiO}_3$ ,  $\text{PbO}_2$ ,  $\text{H}_2\text{O}_2$  (ishqoriy muhitda),  $\text{Fe}^{3+}$ ,  $\text{I}_2$  va boshqalar.

**Qaytaruvchilar:**  $\text{SnCl}_2$ ,  $\text{Cr}^{2+}$ ,  $\text{H}_2\text{O}_2$  (kislotali muhit),  $\text{Ti}^{3+}$ ,  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ ,  $\text{Na}_3\text{AsO}_3$ ,  $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$ , askorbin kislota va boshqalar.

Metodning nomi ishlatiladigan ishchi eritmaning nomi bilan ataladi. (masalan, permanganometriya, xromatometriya tserimetriya, askorbinometriya iodometriya va h.k.). Bu metodda ishlatiladigan reaksiyalar tez va stexiometrik ravishda borishi kerak.

Indikator sifatida eritmaning oksidlash potentsialiga qarab rangini o'zgartiradigan organik bo'yoqlar ishlatiladi. Reaktivning ortiqcha miqdori bilan indikatorning rangi o'zgarsa, ularga maxsus indikatorlar deyiladi.

Oksidlanish va qaytarilish metodlari bilan:

1) yaxshi eriydigan, yomon eriydigan, uchuvchan, kuchli va kuchsiz qaytaruvchilarni va oksidlovchilarni aniqlash mumkin.

2) oksidlovchi yoki qaytaruvchilar bilan yomon eriydigan birikmalarni hosil qiluvchi ( $\text{BaCrO}_4$ ,  $\text{Ag}_2\text{CrO}_4$ ) ionlarning barchasini aniqlash mumkin.

Tez, stexiometrik ravishda reaksiyaga kiruvchi oksidlovchilar va qaytaruvchilar bevosita metod bilan, yomon eriydigan kuchsiz oksidlovchilar va qaytaruvchilar, esa oksidlovchilar yoki qaytaruvchilar bilan yomon eriydigan birikmalar hosil qiluvchi ionlarni o'rin almashish metodi bilan aniqlanadi (bilvosita metod).

Ba'zan elementlar aralash holda ( $\text{Sn}^{+4}$ ,  $\text{Sn}^{+2}$ , va  $\text{Fe}^{+3}$ ,  $\text{Fe}^{+2}$ ...)

bo'lishi mumkin. Bu holda aniqlanuvchi ionni qaysi holda aniqlanishi qulay bo'lsa, shu holga o'tkazib olinadi, ya'ni dastlabki ishlov beriladi. Bunda:

1) mumkin qadar kuchli oksidlovchilar yoki qaytaruvchilardan foydalanish kerak;

2) ishlov beruvchi reagentning ortiqcha miqdori osonlik bilan yo'qotilishi kerak.

Ko'pincha moddalarni qaytarish uchun metall amalgamalaridan foydalaniladi.

### **Oksidlanish-qaytarilish metodlarining nazariy asoslari.**

Oksidlovchi yoki qaytaruvchining kuchi:

1) ionlarning tabiatiga va eritmadagi konsentratsiyasiga;

2) eritmadagi  $[\text{H}^+]$  ionlari konsentratsiyasi, ya'ni rNga

Z) reaksiyaning borishidagi haroratga;

4) oksidlovchi yoki qaytaruvchining hosil qilgan mahsulotining konsentratsiyasiga bog'liq bo'ladi.

SHuning uchun oksidlovchi va qaytaruvchining o'zi ( $\text{MnO}_4^-$ ,  $\text{Fe}^{+3}$ ) emas,

ularning jufti ( $\text{MnO}_4^-|\text{Mn}^{+2}$ ;  $\text{Fe}^{+3}|\text{Fe}^{+2}$ ) haqida fikr yuritish kerak.]

Har bir juftning oksidlanish-qaytarilish potentsiali (E) uning oksidlangan va qaytarilgan shakllarining konsentratsiyalari bilan bog'liqligi Nernst tenglamasi bilan ifodalanadi;

$$E = E_0 + \frac{RT}{nF} \ln \frac{[\text{ox}]}{[\text{red}]}$$

Bu erda:  $E_0$  - berilgan juftning oksidlash potentsiali

R - gaz doimiyligi (8,313 Joul/mol.grad.)

T - absolyut harorat, °K

F - Faradey soni - 96500 kulon/g.ekv.

n - olingan yoki berilgan elektronlar soni.

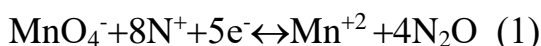
Raqaqlar qiymatlarini ũrniga qo'yib, natural logarifmni o'nlik logarifmga aylantirsak, 20<sup>0</sup>S uchun tenglama quyidagicha bo'ladi:

$$E = E_0 + \frac{0,058}{n} \lg \frac{[\text{ox}]}{[\text{red}]}$$

E ni qanday usul bilan o'zgartirish mumkin?

Buning uchun oksidlangan, qaytarilgan shakllarning konsentratsiyalarini, eritmaning muhitini o'zgartirish kerak. Undan tashqari kompleks hosil qilish reaksiyalaridan va cho'ktirish metodlaridan foydalanish mumkin. Oksidlovchining elektron olib qaytarilishi bosqich bilan borishi mumkin

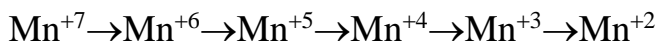
Misol:



reaktsiyada  $\text{MnO}_4^- \rightarrow \text{Mn}^{+2}$  ga kelyapti.

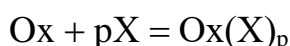
$$E_0 (\text{MnO}_4^-/\text{Mn}^{+2}) = 1,51 \text{ V}$$

Biz bu erda moddaning boshlang'ich ( $\text{Mn}^{+7}$ ) va reaksiyaning oxiridagi oksidlanish darajasini o'lyapmiz. Xolbuki, bu reaksiyada bir necha oraliq potentsiallar bo'lishi mumkin.



Natijada,  $\text{MnO}_4^-/\text{MnO}_4^{-2}$ ,  $\text{MnO}_4^-/\text{Mn}^{+3}$ ,  $\text{Mn}^{+3}/\text{Mn}^{+2}$  kabi oraliq potentsiallar hosil bo'ladi SHuning uchun potentsial (1) formula uchun hisoblanganidan kam chiqadi.

Kompleksning•hosil bo'lishi potentsialga qanday ta'sir etishini ko'rib chiqaylik:



$\text{red} + \text{pX} = \text{red}(\text{X})_r$  bu erda X-kompleks hosil qiluvchi ligand.

[Ox] va [red] ni o'rniga qo'ysak,

$$K_1 = \frac{[\text{Ox}][\text{X}]^p}{[\text{Ox}(\text{X})_p]} = \frac{[\text{Ox}][\text{X}]^p}{C_{\text{Ox}}} \quad \frac{K_1 C_{\text{Ox}}}{[\text{X}]^p} = [\text{Ox}]$$

$$K_2 = \frac{[\text{red}][\text{X}]^p}{[\text{red}(\text{X})_p]} = \frac{[\text{red}][\text{X}]^p}{C_{\text{red}}} \quad \frac{K_2 C_{\text{red}}}{[\text{X}]^p} = [\text{red}]$$

[Ox]ba[red]ni o'rniga qo'ysak:

$$E = E_0 + \frac{0,058}{n} \lg \frac{K_1 C_{\text{ox}}}{K_2 C_{\text{red}}} = E_0 + \frac{0,058}{n} \lg \frac{K_1}{K_2} + \frac{0,058}{n} \lg \frac{C_{\text{ox}}}{C_{\text{red}}}$$

kompleks hosil bo'lgach:

$$E = E'_0 + \frac{0,058}{n} \lg \frac{C_{ox}}{C_{red}} \quad (E \text{ o'rniga } E'_0 \text{ qo'yildi})$$

bu shartli (formal) oksidlash potentsiali deyiladi.

$E_0 \text{ Fe}^{+3}/\text{Fe}^{+2} = 0,77 \text{ v}$  (formal) potentsiali deyiladi. Eritmaga F<sup>-</sup> ionlari qo'shilsa  $E_0 \text{ Fe}^{+3}/\text{Fe}^{+2} = 0,40 \text{ v}$  ga teng bo'lib qoladi. Chunki F<sup>-</sup> ionlari Fe<sup>+3</sup> ni kompleksga [FeF<sub>6</sub><sup>-3</sup>] bog'laydi. Agar eritmaga fenantrolin qo'shilsa, u vaqtda Fe<sup>+2</sup> kompleksga bog'lanadi va  $E'_0 = 1,12 \text{ v}$  ga teng va H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub> qo'shilsa,  $E'_0 = 0,41 \text{ v}$  bo'lib qoladi. Agar eritmaga CN<sup>-</sup> ionlari qo'shsak, bunda yangi juft [Fe(CN)<sub>6</sub>]<sup>-3</sup>/Fe(CN)<sub>6</sub><sup>-2</sup> hosil bo'ladi va  $E = 0,40 \text{ v}$  ga teng bo'ladi.

$E (\text{Co}^{+3}/\text{So}^{+2}) = 1,84 \text{ v}$ . Eritmaga CN<sup>-</sup> ionlari qo'shilsa

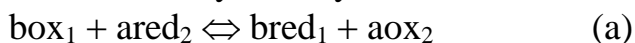
$E[\text{Co}(\text{CN})_6]^{-3}/E[\text{Co}(\text{CN})_6]^{-4} = 0,83 \text{ v}$  ga teng bo'lib qoladi Fe<sup>+3</sup>/Fe<sup>+2</sup> ga qaraganda kobalt potentsialining keskin o'zgarishi (1,84 v → 0.83 v) kobaltning Fe<sup>+3</sup>/Fe<sup>+2</sup> ga qaraganda kuchli elektromanfiyligidir.

E ma'lum bo'lsa, reaksiya ketadimi-yo'qmi va miqdoriy jihatdan to'la boradimi, oldindan aytish mumkin bo'ladi. Buning uchun reaksiyaning muvozanat konstantasini hisoblash kerak.

### **Oksidlanish-qaytarilish metodlarida muvozanat kostantasi.**

Reaksiyaning muvozanat konstantasi ( $K_{\text{muv}}$ ) 0 dan ∞ gacha bo'lishi mumkin.  $K_{\text{muv}}$  birga yaqin bo'lsa, reaksiya amalda ketmaydi. Uning qiymati qancha katta bo'lsa, reaksiya shuncha o'ng tomonga suriladi.

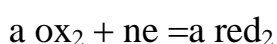
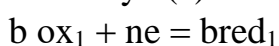
Ushbu reaksiyani olaylik:



Bu reaksiyaning muvozanat konstantasi

$$K_{\text{ox}} = \frac{[\text{red}_1]^b [\text{Ox}_2]^a}{[\text{Ox}_1]^b [\text{red}_2]^a} = K_{\text{myb}} \quad (b)$$

Reaksiya (a) ni 2ta yarim reaksiya holida yozaylik



Bu reaksiyalar uchun Nernst tenglamasini yozamiz:

$$E_1 = E_{01} + \frac{0,058}{n} \lg \frac{[\text{Ox}_2]^b}{[\text{red}_1]^b}$$

$$E_2 = E_{02} + \frac{0,058}{n} \lg \frac{[\text{Ox}_2]^a}{[\text{red}_2]^a}$$

Muvozanat vaqtida  $E_1 = E_2$ , shuning uchun

$$E_{01} + \frac{0,058}{n} \lg \frac{[\text{Ox}_1]^b}{[\text{red}_1]^b} = E_{02} + \frac{0,058}{n} \lg \frac{[\text{Ox}_2]^a}{[\text{red}_2]^a} \quad \text{bundan}$$

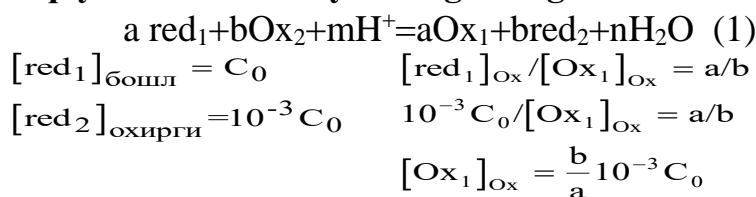
$$\frac{[E_{01} - E_{02}]n}{0,058} = \lg \frac{[\text{red}_1]^b [\text{Ox}_2]^a}{[\text{Ox}_1]^b [\text{red}_2]^a} \quad (v)$$

Tenglama (v)da logarifm ostidagi qiymat  $K_{\text{muv}}$  ga teng. Shuning uchun

$$\lg K_{\text{ox}} = \frac{[E_{01} - E_{02}]n}{0,058}$$

Demak,  $E_{01} - E_{02}$  qanchalik katta farq qilsa,  $K_{\text{muv}}$  shuncha katta bo'ladi va reaksiya oxirigacha boradi.

### Oksidlanish-qaytarilish reaksiyasining oxirigacha borish mezonini.



chunki 0,1% xatosiz bo'lmaydi

$$[\text{Ox}_1]_{\text{Ox}} = C_0 \quad 0,999 \sim 1 \text{ oxirgi ekv. nuqta}$$

$$[\text{red}_2]_{\text{Ox}} = \frac{b}{a} C_0$$

$$E_{\text{Ox}} = E_{01} + \frac{0,058}{n} \lg \frac{[\text{Ox}_1]^a}{[\text{red}_1]^a}$$

$$E_{\text{Ox}} = E_{02} + \frac{0,058}{n} \lg \frac{[\text{Ox}_2]^b}{[\text{red}_2]^b}$$

$E_{02} - E_{01} = 0$  ni tenglama (1) ga qo'ysak

$$E_0 = E_{02} - E_{01} = \frac{0,058}{n} \lg \frac{[\text{Ox}_2]^b [\text{red}_1]^a}{[\text{red}_2]^b [\text{Ox}_1]^a}$$

$$E_{02} - E_{01} = \frac{0,058}{n} \lg \frac{[\text{red}_2]^b [\text{Ox}_1]^a}{[\text{Ox}_2]^b [\text{red}_1]^a [\text{H}^+]^m}$$

$$E_{02} - E_{01} = \frac{0,058}{n} \lg \frac{\left[\frac{b}{a} C_0\right]^b [C_0]^a}{\left[\frac{b}{a} 10^{-3} C_0\right]^b [C_0 10^{-3}]^a [\text{H}^+]^m}$$

ba'zi bir o'zgartirishlardan so'ng

$$E_{02} - E_{01} = \frac{0,058}{n} \lg \frac{1}{10^{-3b} \cdot 10^{-3a} \cdot [\text{H}^+]^m}$$

$$E_{02} - E_{01} = \frac{0,058}{n} \lg \frac{10^{3(a+b)}}{[\text{H}^+]^m}$$

$$\frac{(E_{02} - E_{01}) \cdot n}{0,058} = 3(a + b) - m \cdot \lg[\text{H}^+] = 3(a + b) - m \cdot (\text{pH})$$

$$\lg K_{\text{MYB}} = 3(a + b) - m \cdot (\text{pH})$$

reaksiyaning oxirigacha borish mezonini

$$E_{02} - E_{01} \geq \frac{3(a + b) + m(\text{pH}) \cdot 0,058}{n}$$

$$E_{02} - E_{01} \geq \frac{0,17(a + b) + 0,058 \cdot m(\text{pH})}{n}$$

bunda: a - oksidlovchining koeffitsienti

b - qaytaruvchining koeffitsienti

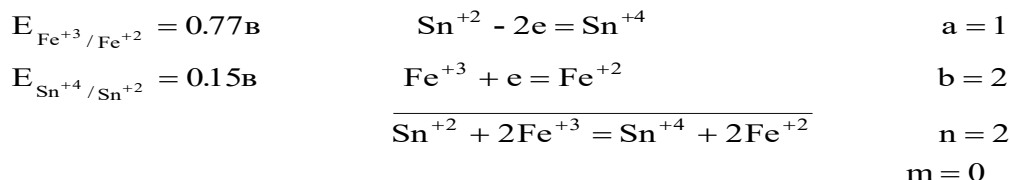
m -  $[\text{H}^+]$  ionlarining koeffitsienti

n - elektronlar soni

Misol:

1) 1n. HCl muhitida  $\text{Fe}^{+3}$  ni  $\text{SnCl}_2$  bilan qaytarish mumkinmi?

## Ma'lumotnomadan



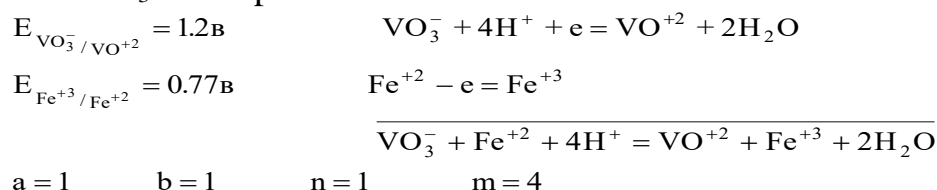
## SHartni tekshiramiz

$$\text{òâiglamani} \text{ng o'ng tomoni } \frac{0,17 \cdot 3 + 0}{2} = 0,25\text{B}$$

chap tomoni  $0,77 - 0,15 = 0,62\text{v}$

$0,62 > 0,25$ . Demak, reaksiya oxirigacha boradi.

2)  $\text{Fe}^{+2}$  ni  $\text{VO}_3^-$ -bilan  $\text{pH} = 2$  da oksidlab bo'ladimi?



$$\text{o'ng tomon : } \frac{0,17 \cdot 2 + 0,058 \cdot 4 \cdot 2}{1} = 0,80\text{B}$$

chap tomon :  $1,2 - 0,77 = 0,43 \text{ v}$

$0,43 < 0,8$  reaksiya oxiriga bormaydi. Faqat sifat tomonidan borishi mumkin.

3) Shu reaksiyada  $\text{pH} = 0$  bo'lsa, ya'ni  $[\text{H}^+] = 1 \text{ mol/l}$  bo'lsa,

$$\text{o'ng tomon} = \frac{0,17 \cdot 2}{1} = 0,34\text{B}$$

chap tomon =  $1,2 - 0,77 = 0,43 \text{ v}$   $0,43 > 0,34$  reaksiya miqdor jihatdan oxirigacha boradi.

## Mustahkamlash uchun savollar

1. Qanday oksidlovchilapni va qaytaruvchilapni bilasiz?
2. Oksidlanish-qaytarilish reaksiyalarida qanday organik moddalar indikator sifatida ishlatiladi? Maxsus indikator deb qanday moddalarga aytiladi?
3. Bu metodlar yordamida qanday moddalapni aniqlash mumkin?
4. Oksidlovchilar va qaytaruvchilapning kuchi qanday omillarga bog'liq?
5. Nepnst tenglamasini yozing. Oksidlash potentsiallari qanday elektrod potensialiga nisbatan solishtiriladi?
6. Nima uchun permanganometriyada  $\text{KMnO}_4$  eritmasi tayyorlanib, bir haftadan keyin uning titri aniqlanadi?
7. Kaliy permanganat eritmasining normalligi  $0,02200$  ga teng. Uning  $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$ ,  
 $T_{\text{KMnO}_4/\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4} = 0,0009904\text{g/ml}$   
 $\text{Fe}^{2+}$  va  $\text{N}_2\text{O}_2$  bo'yicha titrlarini hisoblang. Javob:  $T_{\text{KMnO}_4/\text{Fe}^{2+}} = 0,001228\text{g/ml}$   
 $T_{\text{KMnO}_4/\text{H}_2\text{O}_2} = 0,000374\text{g/ml}$
8. Temipni permanganometrik aniqlashda nima uchun qaytaruvchi  $\text{SnCl}_2$  ni ko'proq qo'shib bo'lmaydi?
9. Kalsiyi permanganometrik aniqlashda nima uchun  $\text{SnS}_2\text{O}_4$  cho'kmasini tozalab yuvish kerak?



10. Qaytaruvchilar sifatida nima uchun amalgamalapni qo'llash kerak bo'ladi?  
 11. Reaksiyaning tezligi qanday omillarga bog'liq?  
 12. Iodometriya metodining mohiyati nimada? Nima uchun bu metod bilan ham oksidlovchilapni, ham qaytaruvchilapni aniqlash mumkin?

### 6-ma'ruza

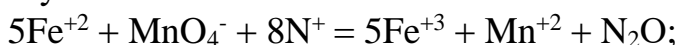
#### Permanganometriya. Iodometriya. Bixromometriya

Kislota-asosli titrlashda, aniqlanayotgan modda eritmasiga quyilayotgan titrantning hajmiga qarab eritmaning pH i o'zgarar edi. Oksidlanish-qaytarilish metodlarida esa, hajmga qarab potetsial o'zgarib boradi.

Titrlash egrilari indikator tanlash uchun juda ahamiyatlidir.

Hisoblashlar ekvivalent nuqtada biroz murakkablashadi. Boshqa vaqt Nernst tenglamasi bo'yicha hisoblanadi.

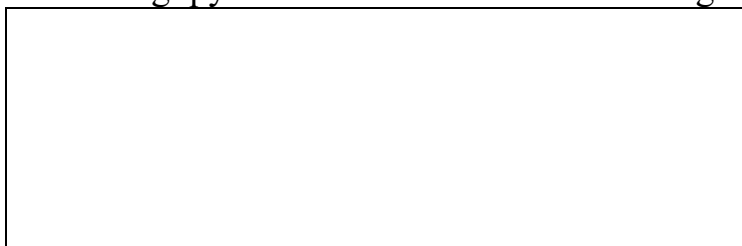
Kislotali sharoitda  $\text{FeSO}_4$  ni  $\text{KMnO}_4$  bilan titrlashning egri chizig'ini hisoblaylik.



Titrlashning istagan nuqtasida  $\text{Fe}^{+3}/\text{Fe}^{+2}$  va

$\text{MnO}_4^-/\text{Mn}^{+2}$  juftlari bo'ladi.

E ning qiymatini hisoblash uchun ikki tenglama bor.

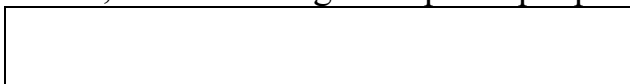


Titrlash davomida potentsialni hisoblash uchun har ikkala tenglamadan foydalanish mumkin. Titrlash vaqtida biz (1) tenglamadan foydalansak, har bir titrlashdan keyin  $\text{Fe}^{+3}$  va  $\text{Fe}^{+2}$  dan qancha qolganligini bilish oson bo'ladi.

100 ml  $\text{FeSO}_4$  eritmasiga 50, 99,9 ml bir xil normallik  $\text{KMnO}_4$  eritmasidan 50 ml qo'shsak

$$E = 0.77 + \frac{0,058}{1} \lg \frac{50}{50} = 0.77 \text{ B}$$

Bizni asosan ekvivalent nuqtaga yaqin qolganda  $\text{KMnO}_4$  ning 0,1 ml etishmay qolgan va 0,1 ml ortib ketgan nuqtalar qiziqtiradi.



101,1 ml  $\text{KMnO}_4$  quyilganda 100 ml  $\text{Fe}^{+2}$  bilan reaksiyaga kirishib, 0,1 ml ortib qiladi, ya'ni  $[\text{MnO}_4^-]:[\text{Mn}^{+2}] = 0,1 : 100$

$$E = 1.51 + \frac{0,058}{5} \lg \frac{0.1 [\text{H}^+]^8}{100}$$

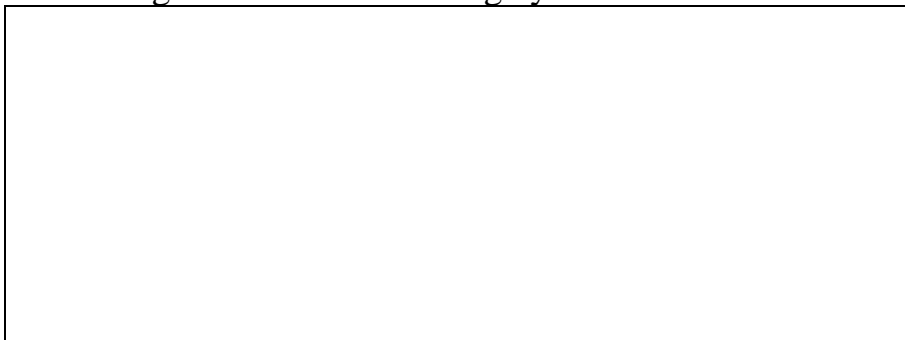
Eritmada  $[\text{H}^+]$  ionlari konsentratsiyasi 1 g.ion/l deb olsak,

$$E = 1.51 + \frac{0,058}{5} \lg 10^{-3} = 1.475 \text{ B}$$

bo'ladi.

Potensial sakramasi  $1,475 - 0,944 = 0,531$  v ga teng bo'ladi.

Endi ekvivalent nuqtada E ning qiymatini hisoblash uchun (1) va (2) tenglamalarning koeffitsientlarini tenglaymiz:



Reaksiya tenglamasi  $5\text{Fe}^{+2} + \text{MnO}_4^- + 8\text{H}^+ = 5\text{Fe}^{+3} + \text{Mn}^{+2} + 4\text{H}_2\text{O}$  dan ko'rinadiki, ekvivalent nuqtada har bir  $\text{MnO}_4^-$  ioniga  $5\text{Fe}^{+2}$  to'g'ri kelmoqda

$$[\text{Fe}^{+2}] = 5[\text{MnO}_4^-] \quad (4)$$

$$[\text{Fe}^{+3}] = 5[\text{Mn}^{+2}] \quad (5)$$

Tenglama (4) ni tenglama (5) ga bo'lsak.

$$\frac{[\text{Fe}^{+3}]}{[\text{Fe}^{+2}]} = \frac{[\text{Mn}^{+2}]}{[\text{MnO}_4^-]} \quad \text{va} \quad \frac{[\text{Fe}^{+3}]}{[\text{Fe}^{+2}]} \cdot \frac{[\text{Mn}^{+2}]}{[\text{MnO}_4^-]} = 1$$

bo'ladi.

Ig1 = 0 bûlganligi uchun (3) tenglamadan

$$6E = 0,77 + 5 \cdot 1,51$$

$$E = \frac{0,77 + 5 \cdot 1,51}{6} = 1,387\text{B}$$

Demak, oksidlovchi va qaytaruvchi juftlarning potentsiallari  $E_{\text{Ox}}^0$  va  $E_{\text{red}}^0$ , ularning koeffitsientlarini "a" va "b" desak, ekvivalent nuqtada

$$E = \frac{bE_{\text{Ox}}^0 + aE_{\text{red}}^0}{a + b}$$

0,1 n  $\text{FeSO}_4$  ni 0,1 n  $\text{NH}_4\text{VO}_3$  bilan titrlash.

0,1 n  $\text{FeSO}_4$  eritmasini 0,1 n  $\text{NH}_4\text{VO}_3$  bilan titrlaymiz. Har ikki eritmaning hajmi 100 ml deb olaylik.

$\text{Fe}^{+2} + \text{V}^{+5} =$ $= \text{Fe}^{+3} + \text{V}^{+4}$ q o'shilgan $\text{VO}_3^-$	Sistemaning potentsialini aniqlovchi ionlar konsentratsiyasi nisbati	$E_x = E_0 = 0,058 \lg \frac{[\text{Ox}]}{[\text{red}]}$	E
0	$[\text{Fe}^{+3}]/[\text{Fe}^{+2}] = 0,01/100 = 10^{-4}$	$0,77 + 0,058 \lg 10^{-4}$	0,53
1	$[\text{Fe}^{+3}]/[\text{Fe}^{+2}] = 1/100 = 10^{-2}$	$0,77 + 0,058 \lg 10^{-2}$	0,65
9	$9:91 = 10^{-1}$	$0,77 + 0,058 \lg 10^{-1}$	0,71
50	$50:50 = 1$	$0,77 + 0,058 \lg 1$	0,77

91	91:9=10	$0.77+0.058\lg 10$	0.83
99	99:1=100	$0.77+0.058\lg 10^2$	0.89
100	$[\text{Fe}^{+3}]/[\text{Fe}^{+2}] = [\text{V}^{+5}]/[\text{V}^{+4}]$	$\frac{E_{\text{Ox}}^0 + E_{\text{red}}^0}{2} = \frac{0,77 + 1,2}{2}$	0.99
101	$[\text{V}^{+5}]/[\text{V}^{+4}] = 1:100$	$1.2+0.058\lg 10^{-2}$	1.08
110	$[\text{V}^{+5}]/[\text{V}^{+4}] = 10:100$	$1.2+0.058\lg 10^{-1}$	1.14

Titrlash sakramasi  $1,08 - 0,89 = 0,19$  v

Demak, bu misolda potentsiali (0,89 - 1,08) oraliqda o'zgaradigan indikatorlar olish kerak ekan.

Sistema	Titrlash sakramasi
A- $0,1 \text{ n Fe}^{+2} + \text{MnO}_4^-$	A. $1.47-0.94=0.53$ v
B- $0.1 \text{ n Fe}^{+2} + \text{VO}_3^-$	B. $1.08-0.89=0.19$ v

Potentsiallar farqi qancha katta bo'lsa, titrlash sakramasi ham shuncha katta bo'ladi.

### Oksidlanish-qaytarilish metodlarida indikatorlar

Ko'pchilik oksidlanish va qaytarilish reaksiyalarida indikatorning potentsiali ekvivalent nuqtaga yaqin qolganda o'zgaradi. Bunda ham indikatorning oksidlangan shakli bir rangga, qaytarilgan shakli ikkinchi xil rangga ega bo'ladi.

Odatda, potentsialni ekvivalent nuqtaga yaqin qolganda o'zgartiradigan indikatorlar ishlatiladi. Kislota-asosli titrlash metodlaridagi kabi bir rang ikkinchi rangda 1/10 marta bo'lmasa, ranglarni ajratib bo'lmaydi.

$$\text{Ind}_{\text{ox}} = n_e + \text{Ind}_{\text{red}}$$

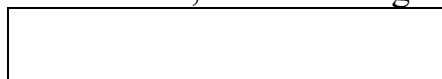
Nernst tenglamasiga asosan,

$$E = E_{\text{Ind}} + \frac{0,058}{n} \lg \frac{[\text{Ind}_{\text{Ox}}]}{[\text{Ind}_{\text{red}}]} \quad [\text{Ind}_{\text{Ox}}] = [\text{Ind}_{\text{red}}] \Rightarrow E = E_{\text{Ind}}$$

$$E = E_{\text{Ind}} + \frac{0,058}{n} \lg \frac{1}{10} = E_{\text{Ind}} - \frac{0,058}{n} \quad (\text{Ind}_{\text{red}} \text{ rangi})$$

$$E = E_{\text{Ind}} + \frac{0,058}{n} \lg 10 = E_{\text{Ind}} + \frac{0,058}{n} \quad (\text{Ind}_{\text{Ox}} \text{ rangi})$$

Demak, indikatorning rang o'zgartirish sohasi



Oksidlanish qaytarilish metodlarida qo'llanadigan indikatorlar ko'p emas. Eng ko'p ishlatiladigan indikator difenilamin va uning hosilalari- fenilantranil kislota, difenilaminosulfon kislota va boshqalar.

Indikator	+aytarilgan shakli	Oksidlangan shakli	$E_{\text{rt}}, \text{v}$	SHarti
Difenilamin	rangsiz	gunafsha	0,76	suyultirilgan kislota
Erioglyutsin A	sarg'ish ko'k	qizil	0,98	0.5 M $\text{H}_2\text{SO}_4$
Difenilaminosulfo n kislota	rangsiz	qizg'ish	1,06	suyultirilgan kislota
fenilantranil kislota	rangsiz	qizg'ish gunafsha	1,08	1 M $\text{H}_2\text{SO}_4$

5-nitro-1,10 temir(II) nantrominati	qizil gunafsha	och havorang	1,25	1 M H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>
---	-------------------	--------------	------	------------------------------------

Agar titrant to'q rangli bo'lsa, indikatorsiz titrlash ham mumkin. Masalan, permanganometriyada ortiqcha qo'shilgan bir tomchi KMnO<sub>4</sub> eritmani qizil-gunafsha rangga bo'yaydi. Titrant sifatida I<sub>2</sub> ishlatilsa ham indikator kerakmas. Iodometriyada moddalarni aniqlanayotgan vaqtda maxsus indikator-kraxmal ishlatiladi. Kraxmal yod bilan to'q ko'k rangli birikma hosil qiladi. Indikator qaytar va qaytmas bo'lishi mumkin.

### Oksidlanish-qaytarilish reaksiyalarining ba'zi bir xususiyatlari.

Reaksiyalarning borish tezligi har xil bo'ladi. Ba'zilar soatlab borsa, ba'zilar sekundning bo'laklari ichida boradi. Oksidlash potentsiallari deyarli bir xil bo'lgan K<sub>2</sub>Sr<sub>2</sub>O<sub>7</sub> bilan KCrO<sub>3</sub> ni olsak, birinchisi Fe<sup>+2</sup> ni tezlik bilan, ikkinchisi esa juda sekin oksidlaydi. Haroratni oshirish bilan reaksiyani tezlatish mumkin. Ko'pchilik hollarda haroratning 10 °S ga ortishi reaksiya tezligini 2-3 marta orttirib yuboradi.

Lekin uchuvchan moddalar bilan reaksiya bajarayotganda (masalan, I<sub>2</sub>) qizdirish mumkin emas, chunki bir qismi uchib ketadi. Reaksiya tezligi katalizator yordamida oshiriladi. Masalan, oksalat kislotani KMnO<sub>4</sub> bilan oksidlaganda, dastlab reaksiya sekin boradi. Ozingina KMnO<sub>4</sub> reaksiyaga kirib, Mn<sup>+2</sup> ga qaytarilgach, Mn<sup>+2</sup> katalizatorlik qilib reaksiyani tezlatadi. Ba'zan [H<sup>+</sup>]ni oshirib reaksiyaning tezligini oshirish mumkin. Misol uchun quyidagi reaksiyani olaylik:



Eritmada [H<sup>+</sup>] bo'lmasa, reaksiya deyarli bormaydi. Unga bir tomchi kislota qo'shilsa, shu zaxoti erkin yod cho'kmaga tushadi. Bu reaksiyaning tezligi massalar ta'siri qonuni bo'yicha V=kC<sup>5</sup> bo'lishi kerak edi, lekin V=kS<sup>2</sup> bo'lganidek tezlik bilan boradi. Chunki iodid bilan vodorod peroksid o'rtasida boradigan reaksiya bir necha bosqich bilan boradi. Bunday holda reaksiyaning tezligi eng sekin boradigan bosqichning tezligi bilan o'lchanadi.

### Oksidimetriyada tutash reaksiyalar

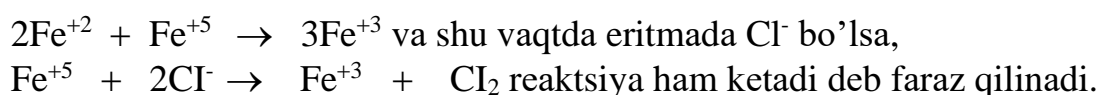
Ba'zan asosiy reaksiya bilan birgalikda qo'shimcha reaksiya ham ketadi. Masalan, vino kislotasi K<sub>2</sub>Cr<sub>2</sub>O<sub>7</sub>, As<sub>2</sub>O<sub>3</sub> bilan esa oksidlanadi. Agar har ikki kislota aralashmada bo'lsa, vino kislota ham oksidlanib ketadi.

5Fe<sup>+2</sup>+MnO<sub>4</sub><sup>-</sup>+8H<sup>+</sup> → 5Fe<sup>+3</sup> + Mn<sup>+2</sup> + 4H<sub>2</sub>O reaksiyasida N<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> emas, HCl kislota olinsa, KMnO<sub>4</sub> ko'p sarf bo'ladi va xato natija olinadi. KMnO<sub>4</sub> eritmada HCl bo'lsa, Cl<sup>-</sup> ni oksidlamaydi. Fe<sup>+2</sup> ion ishtirokida

10Cl<sup>-</sup> + 2MnO<sub>4</sub><sup>-</sup> + 16H<sup>+</sup> → 2Mn<sup>+2</sup> + 5Cl<sub>2</sub> + 8H<sub>2</sub>O reaksiya ham qo'shilib ketadi. O'zi ketmaydigan lekin, boshqa reaksiyaning ta'sirida tezlashib ketadigan reaksiyalarga **tutash reaksiyalar** deyiladi.

Bu reaksiyaning bormasligi uchun eritmaga TSimmerman-Reyngard aralashmasi qo'shish kerak. Tutash reaksiyalarning ketishi qandaydir oraliq reaksiyada juda kuchli oksidlovchi hosil bo'lsa kerak deb tushuntiriladi.

Keltirilgan misolda Fe<sup>+2</sup>  $\xrightarrow{\text{MnO}_4^-}$  Fe<sup>+5</sup> (o'ta kuchli oksidlovchi) ion hosil bo'lib, Fe<sup>+2</sup> ni oksidlaydi.



A modda bilan S modda o'rtasida reaksiya ketmaydi.

A bilan V AV moddani hosil qiladi va A bilan S modda o'rtasidagi reaksiyani ham tezlashtiradi.

Bunda, A - aktor, S - akseptor, V - induktor deb ataladi.

### Mustahkamlash uchun savollar

13. Qanday oksidlovchilapni va qaytaruvchilapni bilasiz?

14. Oksidlanish-qaytarilish reaksiyalarida qanday organik moddalar indikator sifatida ishlatiladi? Maxsus indikator deb qanday moddalarga aytiladi?

15. Bu metodlar yordamida qanday moddalapni aniqlash mumkin?

16. Oksidlovchilar va qaytaruvchilapning kuchi qanday omillarga bog'liq?

17. Nepnst tenglamasini yozing. Oksidlash potentsiallari qanday elektrod potentsialiga nisbatan solishtiriladi?

18. Nima uchun permanganometriyada  $\text{KMnO}_4$  eritmasi tayyorlanib, bir haftadan keyin uning titri aniqlanadi?

19. Kaliy permanganat eritmasining normalligi 0,02200 ga teng. Uning  $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$ ,

$$T_{\text{KMnO}_4/\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4} = 0.0009904 \text{ g / ml}$$

$\text{Fe}^{2+}$  va  $\text{N}_2\text{O}_2$  bo'yicha titrlarini hisoblang. Javob:  $T_{\text{KMnO}_4/\text{Fe}^{2+}} = 0.001228 \text{ g / ml}$

$$T_{\text{KMnO}_4/\text{H}_2\text{O}_2} = 0.000374 \text{ g / ml}$$

20. Temipni permanganometrik aniqlashda nima uchun qaytaruvchi  $\text{SnCl}_2$  ni ko'proq qo'shib bo'lmaydi?

21. Kalsiyi permanganometrik aniqlashda nima uchun  $\text{SaS}_2\text{O}_4$  cho'kmasini tozalab yuvish kerak?

22. Qaytaruvchilar sifatida nima uchun amalgamalapni qo'llash kerak bo'ladi?

23. Reaksiyaning tezligi qanday omillarga bog'liq?

24. Iodometriya metodining mohiyati nimada? Nima uchun bu metod bilan ham oksidlovchilapni, ham qaytaruvchilapni aniqlash mumkin?

25. Aralash potentsiallar qanday hosil bo'ladi? Misol bilan tushuntiring.

26. Oksidimetriyada qo'llaniladigan maxsus indikatorlarni aytib bering.

27.  $\text{Mn}^{2+}$  ning konsentratsiyasi a) 2 g-ion/l b) 0,005 g-ion/l bo'lganda  $\text{Mn}^{2+}/\text{Mn}$  juftining potentsiallarini hisoblang.

28. Javob: a) -1,171V b) -1,247 V.

29. Bu metodlarda qanday indikatorlar qo'llaniladi? Qanday indikatorlarni bilasiz?

30. Oksidlanish-qaytarilish metodlarining o'ziga xos qanday xususiyatlari bor? Misollar bilan aytib bering.

31. qanday reaksiyalarga tutash reaksiyalar deyiladi? Ular qanday sodir bo'ladi?

32. Kimyoviy induksiya deb nimaga aytiladi?

33. Reyngard-Simmerman aralashmasi nima uchun ishlatiladi va uning tarkibi qanday?

34. Tutash reaksiyalarda aktor, akseptor va induktor degan tushunchalarni izohlab bering.

35. Oksidlanish-qaytarilish reaksiyalarining egri chiziqlari nima uchun kerak?

36. Titrlash sakramasining katta yoki kichik bo'lishi qanday omillarga bog'liq?

37. Oksidlanish-qaytarilish metodlarida tashqi indikatorsiz titrlash mumkinmi?

## 7-ma'ruza

### Kompleksonometrik titrlash

*Mashg'ulotning maqsadi:* Kompleksonometrik titrlash. Kompleksonometrik titrlashning amaliyotda qo'llanilishi. Suvning qattiqligini aniqlash. Kompleks birikmalarning hosil bo'lish reaksiyalari va ularning analizdagi ahamiyatini tushuntirish, hozirgi vaqtda rivojlanib borayotgan kompleksometrik titrlash usullarini o'rgatish, kompleksonlar va ularning turlarini bayon qilish, kompleksometrik titrlash usullarini o'rgatish, kompleksometriyada ishlatiluvchi indikatorlarmohiyatini ochib berish, kompleksometriyada titrlash egrilarini hisoblashni o'rgatish.

*Ta'lim metodi:* Ko'rgazmali, informativ, ma'ruza, doska, proektor, jadvallar

*Ta'lim shakli:* Ommaviy, jamoada ishlash.

*Ta'lim sharoitlariya:* Talabalar guruhlar bilan hamkorlikda taqdimot o'tkazish imkoniyatini beradigan auditoriya.

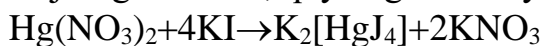
### Ma'ruza rejasi

#### Tashkiliy qism.

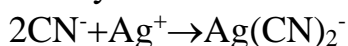
Kompleksonometrik titrlash. Kompleksonometrik titrlashning amaliyotda qo'llanilishi. Suvning qattiqligini aniqlash. Kompleks birikmalarning hosil bo'lish reaksiyalari va ularning analizdagi ahamiyatini tushuntirish, hozirgi vaqtda rivojlanib borayotgan kompleksometrik titrlash usullarini o'rgatish, kompleksonlar va ularning turlarini bayon qilish, kompleksometrik titrlash usullarini o'rgatish, kompleksometriyada ishlatiluvchi indikatorlarmohiyatini ochib berish, kompleksometriyada titrlash egrilarini hisoblash.

#### Kompleks hosil qilish reaksiyalari.

Kompleks birikmaning hosil bo'lishiga asoslangan metodlar eng qadimgi metodlardan hisoblanadi. Masalan, iodid ionlarini simob tuzlari bilan titrlash 1834 yilda bajarilgan bo'lib, quyidagi reaksiyalarga asoslangan:



1851 yilda Libix  $\text{CN}^-$  ionlarini  $\text{Ag}^+$  ioni bilan titrlashni taklif qiladi:



Titrlashning oxirgi nuqtasida  $\text{AgCN}$  cho'kmasini hosil bo'lib, eritma loyqalanadi.



Áó îàòîäëàð ûîçèð ääÿðëè qûëëàíëëmaydi.

Titrlashning merkurometrik metodi amalda keng qo'llaniladi. Bu metod bilan  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{Br}^-$ ,  $\text{SCN}^-$ ,  $\text{CN}^-$  ionlarining miqdorini standart  $\text{Hg}(\text{NO}_3)_2$  eritmasi bilan titrlab

aniqlash mumkin. Indikator sifatida nitroprussid  $\text{Na}_2[\text{Fe}(\text{CN})_5\text{NO}]$  qo'llaniladi. Ekvivalent nuqtada ortiqcha simob (II) ionlari bilan qiyin eriydigan oq cho'kma -  $\text{Hg}[\text{Fe}(\text{CN})_5\text{NO}]$  hosil qiladi

Merkurometrik titrlashda indikator sifatida difenilkarbazon ishlatiladi. Difenilkarbazon simob (II) ionlari bilan to'q ko'k rang hosil qiladi.

## **8-ma'ruza** **Suvning qattiqligini aniqlash**

Tarkibida karboksil guruhi tutgan ba'zi bir uchlamchi aminlar, ko'pchilik metall ionlar bilan juda ham turg'un kompleks birikmalar hosil qiladi. Bunday birikmalar *kompleksonlar deb ataladi*.

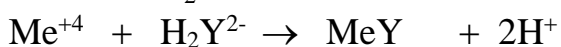
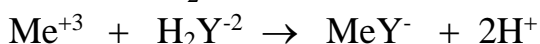
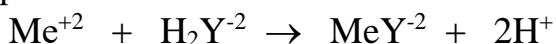
1945 yilda Gerold SHvartsenbax bu birikmalardan titrant sifatida foydalanishni taklif etgan.

Hozirgi vaqtda kompleksionlarning juda ko'p xillari sintez qilingan. Eng oddiyolari iminodisirka kislotasi  $\text{HN}(\text{CH}_2\text{SOOH})_2$ , nitrilouchatsetat  $\text{NOOS-SN}_2$  -  $\text{N}(\text{CH}_2\text{SOOH})_2$ , etilendiamintetraatsetat kislotasi (EDTA)  $(\text{NOOS-SN}_2)_2$   $\text{N-CH}_2\text{-CH}_2\text{-N}(\text{CH}_2\text{COOH})_2$  va hokazo.

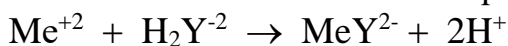
EDTA to'rt asosli kuchsiz kislota bo'lib, uning bosqich bo'yicha ionlanish konstantalari quyidagi qiymatlarga ega:  $rK_1=2,0$ ;  $rK_2=2,67$ ;  $rK_3=6,16$ ;  $rK_4=10,26$ . Eritmaning kislotaligiga qarab ligand ham ko'p yoki kam proton berib  $\text{N}_6\text{Y}^{+2}$ ,  $\text{H}_5\text{Y}^+$ ,  $\text{H}_4\text{Y}$ ,  $\text{H}_3\text{Y}^-$ ,  $\text{HY}^{-2}$ ,  $\text{HY}^{-3}$ ,  $\text{Y}^{-4}$  bo'lishi mumkin. Bu kompleksionlar ichida titrant sifatida EDTA va uning 2 ta vodorodi o'rniga natriy ionini almashgan tuzi  $\text{Na}_2\text{H}_2\text{Y}\cdot 2\text{H}_2\text{O}$  keng qo'llaniladi.

Bu reagent kompleksion III, trilon B, xelaton deb ham ataladi. Kislotaning o'zi suvdan kam erigani uchun, uning natriyli tuzidan foydalaniladi

Komplekson III ko'p metallarning kationi bilan juda barqaror komplekslar hosil qiladi. Ularning eng afzalligi shundaki, barcha metallar bilan 1:1 nisbatda komplekslar beradi:



EDTA birinchi marta analizda qo'llanilganda:



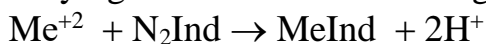
reaktsiyasiga asoslanib bo'lib, ajralib chiqqan vodorod ionlarini standart ishqor eritmasi bilan titrlab metallarning miqdori aniqlangan.

Keyingi vaqtlarda metalloxrom deb nomlangan maxsus indikatorlar bilan titrlash taklif qilinadi.

### **Bevosita va bilvosita titrlash metodlari.**

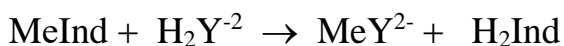
Titrlashni bevosita va bilvosita metodlar bilan olib borish mumkin.

**a) bevosita titrlash.** Bevosita titrlashning boshlanishida indikator miqdori aniqlanayotgan metall ionini bilan rangli kompleks hosil qiladi:



Titrlash oxirida, ya'ni reagent EDTA eritmasidagi metallning hammasi bilan

reaktsiyaga kirishib bo'lgach, indikator bilan hosil qilingan kompleks tarkibidan metall ionlarini tortib oladi va eritmada indikatorning dastlabki rangi chiqadi:

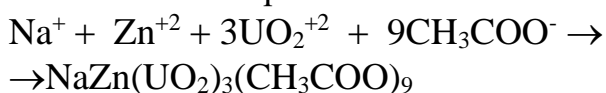


Demak, metall ionlarini bevosita titrlash uchun :  $K_{\text{MeY}^{2-}} > K_{\text{MeInd}}$  bo'lishi kerak Bunda  $K_{\text{MeY}^{2-}}$  metall kompleksining EDTA bilan hosil qilingan kompleksi:  $K_{\text{MeInd}}$  esa indikatorning metall ioni bilan hosil qilgan kompleksi barqarorlik konstantalari.

Agar metall kationining titrant bilan ta'sirlashish tezligi kichik bo'lsa, yoki bevosita titrlash uchun indikator bo'lmasa, bilvosita metod bilan titrlanadi.

**a) bilvosita titrlash.** Bu holda aniqlanayotgan elementning eritmasiga konsentratsiyasi aniq bo'lgan EDTA dan o'lchangan hajmdan ko'proq quyiladi, reaksiya oxirigacha borish uchun biroz kutiladi yoki qizdiriladi va reaktiv (reagent) ning reaksiyaga kirmay qolgan qismini  $\text{Mg}^{+2}$  ning standart eritmasi bilan erioxrom qora T indikator ishtirokida titrlab, metallning miqdori hisoblab topiladi. Bunda ortiqcha EDTA miqdorini titrlash uchun barqarorligi aniqlanayotgan metallning hosil qilingan kompleksonati barqarorligidan kichik bo'lishi kerak. Ko'pincha bu maqsad uchun EDTA ning ortiqcha miqdori  $\text{MgCl}_2$  bilan titrlanadi.

Masalan, natriy ionining miqdorini kompleks ion bilan titrlab bo'lmaydi. Ammo uni rux-uranil atsetat qo'shib cho'ktirilsa:



cho'kmani eritib rux miqdorini komplekson yordamida aniqlash mumkin.

Xuddi shu yo'l bilan fosfat, pirofosfat, molibdat, volframat va boshqa ionlarni magniy ammoniy fosfat, rux pirofosfat, kaltsiy molibdat, kaltsiy volframat holda cho'ktirib, cho'kmani yuvib eritilgach, eritmada  $\text{Mg}^{+2}$ ,  $\text{Zn}^{+2}$ ,  $\text{Ca}^{+2}$  ionlarini komplekson bilan titrlab topish mumkin.

Reaksiya sust borgani uchun  $\text{Al}^{+3}$ ,  $\text{Cr}^{+3}$ ,  $\text{Sb}^{+3}$ ,  $\text{Sn}^{+2}$ ,  $\text{Sn}^{+4}$  lar faqat bilvosita metod bilan aniqlanadi.

Trilon B bilan barcha kation va anionlarni bevosita yoki bilvosita metod bilan aniqlash mumkin.

Kompleksonometrik titrlash metodida indikator sifatida ko'pincha qora erioxrom T, mureksid, 4-(2-piridilazo) rezortsin (PAR), ksilenol zarg'aldog'i qo'llaniladi.

**Qora erioxrom T.**  $\text{pH} < 6$  da - qizil,  $\text{rN} \approx 7-8$  äà êûê,  $\delta\text{I} = 9$  da sariq-jigarrang: ammo komplekslarining hammasi qizil rangli bo'ladi. Indikator faqat  $\text{rN} > 7$  bo'lganda qo'llaniladi.

**Mureksid.**  $\text{pH} > 9$  da - gunafsha,  $\text{pH} < 9$  da - qizg'ish-gunafsha rangli: komplekslari esa qizil rangli va hokazo.

#### **Titrlash egrilarini hisoblash**

Kompleksonometriyada ham, titrlash egri chiziqlari indikatorni to'g'ri tanlash uchun zarur bo'ladi.

Masalan, 0,1 M  $\text{CaCl}_2$  eritmasini 0,1 M trilon B bilan titrlaylik.

$s(\text{CaCl}_2) = s(\text{H}_2\text{Y}^{2-}) = 0,1 \text{ M}$   $\mu = 1$ ,  $a = 1$ : shunga asosan:

$$s(\text{M}) = (\text{M}) = a_m \text{ va } s(\text{N}_2\text{Y}^{2-}) = [\text{H}_2\text{Y}^{2-}] = a_{\text{H}_2\text{Y}^{2-}}$$

Titrlash davomida eritmaning hajmi o'zgarmaydi deb hisoblaymiz.

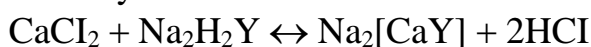


Titrlash boshlanmasdan eritmaning tarkibi  $\text{CaCl}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$

$$s(\text{Ca}^{+2}) = [\text{Ca}^{+2}] = 0,1 \text{ M}$$

$$pM = - \lg 0,1 = 1,00$$

Titrlash boshlangach, ionlar o'rtasida ta'sirlanish boshlanib, kompleks hosil bo'la boshlaydi:



Eritmaning tarkibi  $\text{CaCl}_2$ ,  $\text{Na}_2[\text{CaY}]$ , HCl dan iborat. Ekvivalent nuqttagacha tarkib o'zgarmaydi, faqat titrlanmagan  $\text{CaCl}_2$  ning miqdori kamayib boradi.

$\beta_{\text{CaY}^{2-}}^T = 3,72 \cdot 10^{10}$  bo'lganidan eritmada  $[\text{Ca}^{+2}]$  ning miqdori titrlanmay qolgan  $\text{CaCl}_2$  bilan aniqlanadi:

$$[\text{Ca}^{+2}] = c(\text{CaCl}_2) \text{ titrlanmagan (t.m.)}$$

Demak, ekvivalent nuqttagacha, umumiy holda:

$$[M] = [M] \text{ t.m.}$$

$$rM = - \lg M \text{ t.m.}$$

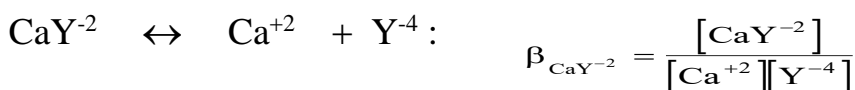
$$50\% \text{ titrlanganda } 0,1 \cdot 50,0 / 100 = 5 \cdot 10^{-2} \text{ M}; rSa = 2,00 - 0,70 = 1,30$$

$$90\% \text{ titrlanganda } 0,1 \cdot 10,0 / 100 = 1 \cdot 10^{-2} \text{ M}; rSa = 2,00$$

$$99,0\% \text{ titrlanganda } 0,1 \cdot 1,0 / 100 = 1 \cdot 10^{-3} \text{ M}; rSa = 3,00$$

$$99,9\% \text{ titrlanganda } 0,1 \cdot 0,1 / 100 = 1 \cdot 10^{-4} \text{ M}; rSa = 4,00$$

**Ekvivalent nuqta.** Eritmaning tarkibi  $\text{Na}_2[\text{CaY}]$ , HCl va  $\text{N}_2\text{O}$  dan iborat. Metalning konsentratsiyasi  $[M]$  hosil bo'lgan kompleksning barqarorligi bilan aniqlanadi:



Hosil bo'lgan kompleks natijalar barqaror bo'lgani uchun,  $\text{Ca}^{+2}$  ionlarining hammasi amalda kompleksga aylangan va  $[\text{CaY}^{2-}] = c(\text{Ca}^{+2})$ , ya'ni  $\text{CaCl}_2$  ning dastlabki konsentratsiyasiga teng. Kompleks monoligandli bo'lgani uchun  $[\text{Ca}^{+2}] = [\text{Y}^{4-}]$   
Demak:

$$\beta_{\text{CaY}^{2-}}^c = \frac{c(\text{Ca}^{+2})}{[\text{Ca}^{+2}]^2}; \quad [\text{Ca}^{+2}] = \sqrt{\frac{c(\text{Ca}^{+2})}{\beta_{\text{CaY}^{2-}}^c}}$$

yoki ekvivalent nuqtada umumiy holda

$$[M] = \sqrt{\frac{c(M)}{\beta_{MY}^c}}; \quad pM = \frac{1}{2} \lg \beta_{MY}^c - \frac{1}{2} \lg c(M)$$

yoki agar  $a \neq 1$ , bo'lsa

**Ekvivalent nuqtadan so'ng.** Eritmaga ortiqcha titrant qo'shiladi va eritmaning tarkibi  $\text{Na}_2[\text{CaY}]$ ,  $\text{Na}_2\text{H}_2\text{Y}$ , HCl va  $\text{N}_2\text{O}$  dan iborat bo'ladi.

Bu vaqtda  $[M]$  ning muvozanat konsentratsiyasi faqatgina kompleksning beqarorlik konstantasi bilangina emas, ortiqcha qo'shilgan titrantning miqdori bilan ham aniqlanadi. Xuddi ekvivalent nuqtadagi kabi  $s(M) = [MY]$ , lekin  $[M] \neq [\text{Y}^{4-}]$ , bo'ladi, chunki  $[\text{Y}^{4-}] = c(\text{Y}^{4-})$  (bunda  $s(\text{Y}^{4-})$  - ortiqcha qo'shilgan  $\text{Na}_2\text{H}_2\text{Y}$ ).

Bu belgilarni  $\beta_{MY}^s$  qo'ysak:

$$[M] = \sqrt{\frac{c(M)}{\beta_{MY}^c \cdot c(\text{Y}^{4-})}} \quad \text{ba} \quad pM = \lg \beta_{MY}^c + \lg c(\text{Y}^{4-}) - \lg c(M)$$

ortiqcha miqdorda (0,1%) qo'shilsa

$$[M] = \frac{0.1}{3.72 \cdot 10^{10} \frac{0.1 \cdot 0.1}{100}} = \frac{0.1 \cdot 100}{3.72 \cdot 10^8} = 2.7 \cdot 10^{-8}$$

va rM q 7,56

reagent 1% ortiqcha qo'shilganda  $[M] = 2,7 \cdot 10^{-9}$  ; rM = 8,56 va nihoyat reagent 10% ortiqcha qo'shilganda  $[M] = 2,7 \cdot 10^{-10}$  : rM = 9,56. Ko'rinib turibdiki, ekvivalent nuqtada ionning konsentratsiyasi juda kamayib ketadi. Titrant sakramasi olingan misolda 3,56 pM ga teng va indikator yordamida nuqtani osonlik bilan sezish mumkin.

### Mustahkamlash uchun savollar

1. Analizda kompleksonlardan foydalanish qachon boshlangan? Qanday qadimiy metodlarni bilasiz?
2. Kompleksonlar deb qanday moddalarga aytiladi? Ulardan kimyoviy analizda foydalanishni kim va qachon taklif qilgan?
3. Qanday kompleksonlapni bilasiz? Nomlarini ayting va formulalarini yozing.
4. Kompleksonlapning qaysi biri ko'p ishlatiladi? Nima uchun EDTA emas, uning natriyli tuzidan foydalaniladi?
5. Kompleksonometriya metodida titrlashning qanday usullari bor?
6. Bu metodda moddalapni bir-biridan ajratish nimaga asoslangan?
7. Bilvosita metod bilan qanday moddalapni aniqlash mumkin?
8. Kompleksonometriyada qanday indikatorlar ishlatiladi?

## 9-ma'ruza

### Cho'ktirish reaksiyasi asosida titrlash

*Mashg'ulotning maqsadi:* Cho'ktirish reaksiyasi asosida titrlash. Titrlash egriligini tuzish. Titrlash aniqligiga adsorbilanish xodisasining ta'siri. Titrlash egrisi tavsifiga cho'kma eruvchanligi, konsentratsiya va xdroratning ta'siri. Indikatorlar. Titrlash xatoliklari. Folgard, Mor, Fayans usullari. Titrlashning amaliyotda ishlatilishini mohiyatini tushintirish va o'rgatish.

*Ta'lim metodi:* Ko'rgazmali, informativ, ma'ruza, doska, proektor, jadvallar

*Ta'lim shakli:* Ommaviy, jamoada ishlash.

*Ta'lim sharoitlariya:* Talabalar guruhlari bilan hamkorlikda taqdimot o'tkazish imkoniyatini beradigan auditoriya.

### Ma'ruza rejasi

#### **Tashkiliy qism.**

Cho'ktirish reaksiyasi asosida titrlash. Titrlash egriligini tuzish. Titrlash aniqligiga adsorbilanish xodisasining ta'siri. Titrlash egrisi tavsifiga cho'kma eruvchanligi, konsentratsiya va xdroratning ta'siri. Indikatorlar. Titrlash xatoliklari. Folgard, Mor, Fayans usullari. Titrlashning amaliyotda ishlatilishi.

#### **Metodning mohiyati va turlari.**

Titrimetrik analizning bu metodlari aniqlanayotgan moddani yomon eriydigan birikma holda cho'ktirishga asoslangan. Gravimetrik analizda cho'ktirilgan moddaning massasi analitik tarozida tortib aniqlansa, hajmiy analizda unga sarf bo'lgan aniq konsentratsiyali titrantning hajmiga qarab aniqlanadi. Bu metodda cho'kmalarga quyidagi talablar qo'yiladi.

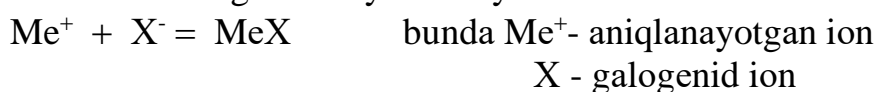
- 1) reaksiya tez va stexiometrik ravishda borishi ;
- 2) cho'kmaning eruvchanligi juda kam bo'lishi ;
- 3) begona ionlarni o'zi bilan olib tushmasligi ;
- 4) ekvivalent nuqtani aniqlash uchun indikator bo'lishi kerak.

Metodlar asosan galogenidlarni aniqlashda ishlatiladi. Ishlatiladigan titrantga qarab, quyidagi turlarga bûlinadi:

- 1) argentometriya - ishchi eritma sifatida  $\text{AgNO}_3$
- 2) merkurometriya - ishchi eritma sifatida  $\text{Hg}_2(\text{NO}_3)_2$
- 3) merkurimetriya ishchi eritma sifatida  $\text{Hg}(\text{NO}_3)_2$
- 4) rodanometriya - ishchi eritma sifatida  $\text{NH}_4\text{CNS}$  eritmaları ishlatiladi.

Titrlab cho'ktirishda moddalarni bevosita va bilvosita metodlar bilan olib borish mumkin.

Metodning umumiy reaksiyasi:



#### **Argentometriya**

#### **Ekvivalent nuqtani aniqlash metodlari.**

#### **Gey-Lyussak metodi.**

Bu metodda indikator ishlatilmaydi. Titrlash davomida geterogen sistema eritma

bilan muvozanatda bo'ladi va ekvivalent nuqtani aniqlash uchun 2 ta probirkaga 2 tomchidan eritma olinadi va ularning biriga aniqlanayotgan modda eritmasidan, ikkinchisiga esa, titrant eritmasidan 1-2 tomchi solinadi. Ekvivalent nuqttagacha probirkaning bittasidagi eritma quyqa bo'lib, ikkinchisida tiniq bo'ladi. Ekvivalent nuqtadan keyin shu hol ikkinchi probirkada takrorlanadi. har ikkala probirkada quyqalanish teng bo'lgan nuqta- ekvivalent nuqtaga to'g'ri keladi. SHuning uchun Gey-Lyussak metodi teng quyqalanish metodi deb ham ataladi.

Metod uzoq vaqt talab qilsada, juda aniq natija beradi. Lekin, cho'kmaning eruvchanligi juda kichik bo'lsa, ekvivalent nuqtani aniqlash qiyinlashadi. SHuning uchun  $\text{AgNO}_3$  yordamida  $\text{Cl}^-$  ni aniqlash mumkin,  $\text{Br}^-$ ,  $\text{I}^-$ .

### **Tiniq eritma hosil bo'lguncha titrlash**

Agar kolbadagi  $\text{NaCl}$  ustiga  $\text{AgNO}_3$  eritmasi qo'shilsa,  $\text{AgCl}$  cho'kmasi amorf holda bo'lganligi uchun unda kolloid sistema hosil qilishga moyillik katta bo'ladi va eritmadagi  $\text{Cl}^-$  ionlari ko'p bo'lganligidan  $\text{AgCl}$  cho'kmasi uni o'ziga adsorblyadi. Natijada zarracha  $\text{AgCl}\cdot\text{Cl}^-$  holda manfiy zaryadlanadi. Ekvivalent nuqtaga yaqinlashgan sari adsorblanish kamayib boradi. Ekvivalent nuqtada, xlorid ionning hammasi titrlangach, (shu jumladan, adsorblangan  $\text{Cl}^-$  ham) kolloid sistema, o'z turg'unligini yo'qotib, cho'kmaga tushadi va tiniq eritma hosil bo'ladi. Titrlash davom ettirilsa, yana quyqalanish boshlanadi va cho'kma musbat zaryadlanadi. Ekvivalent nuqtada eritmaning tiniqlanishi "*izoelektrik*" nuqta deyiladi. Bu metod bilan  $\text{Cl}^-$  va  $\text{Br}^-$  ionlarini aniqlash mumkin. Yodidlarni aniqlashda izoelektrik nuqta ekvivalent nuqta bilan mos kelmaydi. CHunki,  $\text{AgI}$ ning eruvchanligi juda kam bo'lgani uchun, qisman manfiy zaryadlangan bo'lib, izoelektrik nuqta ekvivalent nuqtadan keyin hosil bo'ladi.

## **10-ma'ruza**

### **Indikatorlar. Titrlash xatoliklari.**

#### **Reja:**

1. Moddalarni ajratish va konsentrlashni asosiy tushunchalari va tasnifi.
2. Cho'kmalar hosil qilish. Gomogen cho'ktirish.
3. Birgalashib cho'kish.
4. Amfoterlik va uni taxlilda qo'llanishi.
5. Kompleks birikmalarni kimyoviy taxlilda qo'llanishi.
6. Indikator xatolari.

#### **Moddalarni ajratish va konsentrlashni asosiy tushunchalari va tasnifi**

Tahlil jarayonida ko'pincha moddani juda oz miqdorini (izini) ochishga to'g'ri keladi. Ko'pchilik analitik reaksiyalarni ochish minimumi  $m=10^{-3} - 10^{-4}$  mkg bo'lgani

xolda ba`zan, yanada kam,  $10^{-7} - 10^{-8}$  mkg miqdordagi moddalarni ochish zarur bo`ladi. Bunday oz miqdordagi moddani ochishdan avval uni analitik reaksiya imkoniyatidagi ochish minimumi qiymatigacha konsentrlash (konsentratsiyasini orttirish) kerak.

Konsentrlash va ajratish tushunchalari: Dastlabki aralashma tarkibiy qismlarini bir biridan ajratish uchun bajarilgan amal-**ajratish**, aralashmadagi mikro-tarkibiy qismni konsentratsiyasini makro-tarkibiy qismga nisbatan orttirish amali **konsentrlash** deb ataladi. Nisbiy va absolyut konsentrlash usullari mavjud.

**Absolyut konsentrlash** – jarayonida katta xajm (massa)dagi mikro tarkibiy qism kichik xajm (massa)da yig`ilib qoladi. Masalan osh tuzini juda suyultirilgan eritmasi batamom bug`latilsa, tarkibidagi mikro miqdordagi tuz kichik xajmli (massa) eritmada yig`ilib qoladi.

**Nisbiy konsentrlashda** – mikro tarkibiy va uning ochilishiga xolaqit beruvchi makro tarkibiy qism miqdorlarining nisbati o`zgaradi. Nisbiy konsentrlash konsentrlash usulini xususiy xoli bo`lib uning natijasi **konsentrlash omili** yoki **koeffitsiyenti (F)** bilan tavsiflanadi

bu erda (1) mikro va (2) makro miqdorli moddalarni konsentrlashdan avval  $Q_0^1$ ,  $Q_0^2$  va keyingi  $Q_1$ ,  $Q_2$  konsentratsiyalari.

Misol: Bir litr eritmada  $10^{-4}$  g modda bo`lgan eritmani xajmi 10 ml gacha bug`latildi.

Konsentrlash koefitsienti eritma necha marta konsentrlanganini anglatadi. Analitik reaksiyalarni bajarishda, ishlatiladigan moddaning miqdoriga qarab, sifat analizi usullari 1955-yildan boshlab quyidagicha nomlanadigan bo`ldi.

## 11-ma`ruza

### Folgard, Mor, Fayans usullari

Argentometriya metodida  $Cl^-$  ionlari miqdori aniqlanayotganda indikator sifatida  $K_2CrO_4$  dan foydalaniladi. Bunda eruvchanligi kichik bo`lgani uchun birinchi navbatda  $AgCl$  cho`kmaga tushadi. Ekvivalent nuqtada  $Ag_2CrO_4$  cho`kadi.

Mor metodining kamchiliklari:

1)  $CNS^-$  ionini aniqlab bo`lmaydi, chunki ekvivalent nuqtani aniqlash qiyin bo`ladi.

2)  $Ag^+$  ionini bilan qiyin eriydigan birikmalar hosil qiluvchi ( $PO_4^{3-}$ ,  $AsO_4^{3-}$ ,  $C_2O_4^{2-}$ ,  $S^{2-}$ ,  $SO_3^{2-}$ ) va  $CrO_4^{2-}$  ionini bilan qiyin eriydigan chûkmalar beruvchi ( $Ba^{+2}$ ,  $Pb^{+2}$ ) ionlar ishtirokida qûllab bo`lmaydi.

Titrlash neytral yoki kuchsiz ishqoriy sharoitda ( $rN = 6,5-8,0$ ) olib borilishi kerak. Chunki, kislotali muhitda  $Ag_2CrO_4$  erib ketadi. Ishqoriy muhitda  $Ag_2O$  hosil bo`lib qoladi ( $Ag^+ + OH^- \rightarrow AgOH \rightarrow Ag_2O$ ). Titrlash uy haroratida olib borilishi kerak harorat yuqori bo`lsa,  $Ag_2CrO_4$  ning eruvchanligi ortib ketadi va indikatorning sezgirligi kamayadi.

Indikator  $K_2CrO_4$  ning konsentratsiyasi 0,01 mol/l bo`lishi kerak.

$$[Ag^+]^2 [CrO_4^{2-}] = 10^{-12}$$

$$[CrO_4^{2-}] = \frac{10^{-12}}{10^{-10}} = 0.01 \text{ моль/л}$$

Titrlash oxirida  $[CrO_4^{2-}] = 0,005$  mol/l bo`ladi. Indikatorning konsentratsiyasi

bundan ortib ketsa, ekvivalent nuqtada  $\text{Ag}_2\text{CrO}_4$  ning rangini sezish qiyin bûladi.

### Fayans metodi

Titrlab cho'ktirish metodida cho'kmaning tushishi jarayonida

begona ionlarning adsorblanishi ekvivalent nuqtani topishda qiyinchiliklarga olib kelsa ham, ba'zi bir bo'yoqlar yordamida adsorbtsiya hodisasidan foydalanish mumkin.

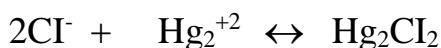
Xlorid, bromid, rodanid ionlarini titrlashda Fayans eozin, fluorestsein (kuchsiz organik kislotalar), dixlorfluorestsein bo'yoqlaridan foydalanishni taklif qiladi.

Eozin bo'yog'ini NE deb olaylik. Eritmada  $\text{NE} \leftrightarrow \text{N}^+ + \text{E}^-$  ga dissotsilanadi. Bromidlarni titrlayotganda  $\text{AgBr}$  o'z sathiga  $\text{Br}^-$  ionlarini adsorblab oladi va zarracha manfiy zaryadlanadi ( $\text{AgBr} \bullet \text{Br}^-$ ). Ekvivalent nuqtadan so'ng cho'kmaning zaryadi almashib ( $\text{AgBr} \bullet \text{Ag}^+$ ) o'z sathiga  $\text{Ag}^+$  ionlarini adsorblab oladi va zarracha manfiy zaryadlanadi ( $\text{AgBr} \bullet \text{Br}^-$ ).

Agar indikator o'rnida fluorestsein olinsa, (kuschiz kislota,  $K=10^{-8}$ ) kislotali muhitda kislota anionining konsentratsiyasi juda kam va rangli birikmaning hosil bo'lishini sezish qiyinlashadi. SHuning uchun fluorestsein ishtirokida galogenlarni titrlansa, neytral yoki ishqoriy muhit ( $\text{pH} = 7-10$ ) bo'lishi kerak.

### Merkurometriya

Merkurometrik titrlashda ishchi eritma sifatida  $\text{Hg}_2(\text{NO}_3)_2$  tuzi ishlatiladi.

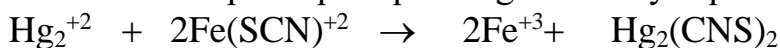


Indikator o'rnida difenilkarbazon olinadi.

Ekvivalent nuqtada indikator havo rang eritmadan to'q ko'k rangli bo'lib, cho'kmaning sathiga adsorblanib qoladi. Titrlash kislotali sharoitda olib boriladi.

Merkurometriyada indikatorga  $\text{Fe}(\text{CNS})_3$  tuzi olinsa ham bo'ladi.

Ekvivalent nuqtada qizil qon rangli eritma yo'qoladi.



### Titrlash egrilari

Titrlab cho'ktirish metodida ham titrlash egrilari xuddi kislota-asosli titrlashdagidek chiziladi.

100 ml 0,1 n NaCl ni 100 ml 0,1 n  $\text{AgNO}_3$  bilan titrlaymiz.

Titrlash boshlanmasdan,  $[\text{Cl}^-] = [\text{NaCl}] = 10^{-1}\text{n}$

$$\text{pCl}^- = -\lg[\text{Cl}^-] = -\lg 10^{-1} = 1$$

90 ml  $\text{AgNO}_3$  quyilganda

$$[\text{Cl}^-] = 10^{-2} \quad \text{pCl}^- = 2 \quad \text{pAg}^+ = 8$$

chunki

$$[\text{Ag}^+] = \frac{10^{-10}}{[\text{Cl}^-]} = \frac{10^{-10}}{10^{-2}} = 10^{-8}$$

$$\text{pAg}^+ = 8$$

99 ml  $\text{AgNO}_3$  quyilganda

$$[\text{Cl}^-] = 10^{-3} \quad \text{pCl}^- = 3 \quad \text{pAg}^+ = 7$$

99.9 ml  $\text{AgNO}_3$  quyilganda

$$[\text{Cl}^-] = 10^{-4} \quad \text{pCl}^- = 4 \quad \text{pAg}^+ = 6$$

100 ml  $\text{AgNO}_3$  quyilganda

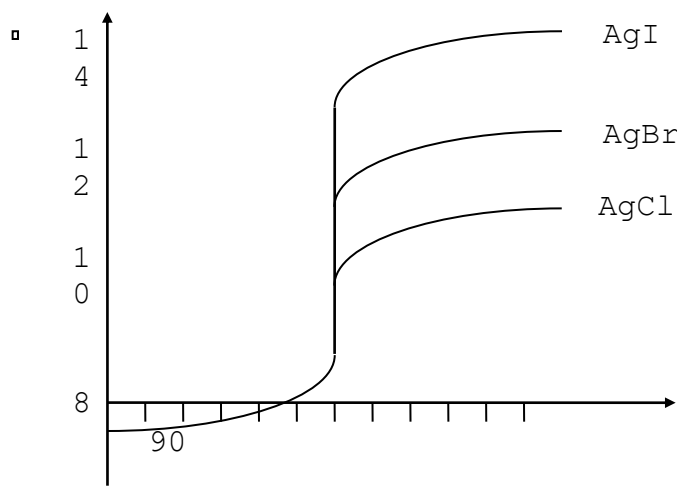
$$[\text{Cl}^-] = [\text{Ag}^+] = 10^{-5} \quad \text{pCl}^- = \text{pAg}^+ = 5$$

101 ml  $\text{AgNO}_3$  quyilganda

$$[\text{Ag}^+] = 10^{-3} \quad \text{pAg}^+ = 3 \quad \text{pCl}^- = 7$$

Cho'kmaning eruvchanlik ko'paytmasi qancha kichik va eritmalarning konsentratsiyalari qancha yuqori bo'lsa, titrlash sakramasi shuncha katta bo'ladi va teskari. ( $E_{\text{K}_{\text{AgCl}}} = 1.78 \cdot 10^{-10}$ ,  $E_{\text{K}_{\text{AgBr}}} = 5.3 \cdot 10^{-13}$ ,  $E_{\text{K}_{\text{AgI}}} = 8.3 \cdot 10^{-17}$ )

Demak,  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{Br}^-$ ,  $\text{I}^-$  ionlarini  $\text{AgNO}_3$  bilan titrlaganda titrlash sakramasi  $\text{AgI}$  da eng katta bo'lar ekan.



3-rasm. Titrlab cho'ktirish egrilari.

### Mustahkamlash uchun savollar

1. Titrlab cho'ktirish metodining mohiyatini aytib bering.
2. Titrlab cho'ktirish metodida qo'llaniladigan reaksiyalarga qanday talablar qo'yiladi?
3. Titrlab cho'ktirish metodlarining qanday turlari bor?
4. Argentometriya metodini tavsiflab bering. Ishchi eritma sifatida qanday modda ishlatiladi?
5. Merkurometriya metodini tavsiflab bering. Ishchi eritmasini tayyorlash va uni nima bilan standartlashni gapirib bering.
6. Titrlab cho'ktirish metodlarida qanday indikatorlar ishlatiladi?
7. Gey-Lyussak metodining mohiyatini aytib bering.
8. Titrlab cho'ktirish metodi bilan qanday moddalarni aniqlash mumkin?
9. Ekvivalent nuqtani aniqlashda Fayans metodi mohiyati nimada? Adsorbsion indikatorlarning qo'llanishini izohlab bering.
10. "Tiniq eritma hosil bo'lguncha titrlash" metodi qanday bajariladi? Izoelektrik nuqta deb qanday nuqtaga aytiladi?
11. Mor metodining mohiyati nimada? Qanday moddalarni va qaysi sharoitda bu metod bilan aniqlash mumkin?

## V semestr

### 1-ma'ruza Optik analiz usullari

*Mashg'ulotning maqsadi:* Elektromagnit nurlanish spektri: Uning to'liqin va korpuskulyar tabiati. Elektromagnit nurlanishni xarakterlovchi kattaliklar (to'liqin uzunlik, chastota, to'liqin soni, energiya). Molekulyar spektroskopiya usullari. Modda tomonidan yorug'lik nurining yutilishi. Buger-Ber -Lambert qonuni. Optik zichliklarning additivlik xossasi. Yorug'lik yutilishining molyar koeffitsienta. Buger-Ber -Lambert qonunidan chetlanish va uning sabablari. Fotometrik reaksiyalar. Spektrofotometrik usulning metrologik xarakteristikalar. Aniqlanadigan konsentratsiyaning quyi chegarasi. Sezgirligi. Tanlash (selektivlik). Selektivlikni cheklaydigan omillar. Spektral va fizik- kimyoviy xalaqitlar. Spektrofotometrik usulning qo'llanilish soxalari. Oddiy fotometrning tuzilishi, asosiy qismlari va ishlash printsiipi.

*Ta'lim metodi:* Ko'rgazmali, informativ, ma'ruza, doska, proektor, jadvallar

*Ta'lim shakli:* Ommaviy, jamoada ishlash.

*Ta'lim sharoitlariya:* Talabalar guruhlar bilan hamkorlikda taqdimot o'tkazish imkoniyatini beradigan auditoriya.

*Nazorat va baholash:* Oraliq va yakuniy nazorat: og'zaki, yozma

### Ma'ruza rejasi

#### **Tashkiliy qism.**

Elektromagnit nurlanish spektri: Uning to'liqin va korpuskulyar tabiati. Elektromagnit nurlanishni xarakterlovchi kattaliklar (to'liqin uzunlik, chastota, to'liqin soni, energiya). Molekulyar spektroskopiya usullari. Modda tomonidan yorug'lik nurining yutilishi. Buger-Ber -Lambert qonuni. Optik zichliklarning additivlik xossasi. Yorug'lik yutilishining molyar koeffitsienta. Buger-Ber -Lambert qonunidan chetlanish va uning sabablari. Fotometrik reaksiyalar. Spektrofotometrik usulning metrologik xarakteristikalar. Aniqlanadigan konsentratsiyaning quyi chegarasi. Sezgirligi. Tanlash (selektivlik). Selektivlikni cheklaydigan omillar. Spektral va fizik- kimyoviy xalaqitlar. Spektrofotometrik usulning qo'llanilish soxalari. Oddiy fotometrning tuzilishi, asosiy qismlari va ishlash printsiipi.

#### **Fizik-kimyoviy analiz usullari.**

Hozirgi vaqtda kimyoning turli sohalarida sifat va miqdoriy analizlarni o'tkazishda optik analiz usullarining ahamiyati ortib bormoqda. CHunki bu usullar o'zining umumiyliigi, sezgirligi, ayrim moddalarning to'g'ridan-to'g'ri aniqlash imkoniyati, ekspresligi (tahlil o'tkazish vaqtining qisqaligi), avtomatlashtirilganligi bilan ajralib turadi.



Optik analiz metodlari fizik–kimyoviy usullarning bir qismi bo’lib, nur energiyasining analiz qilinadigan modda bilan o’zaro ta’sirini o’rganishga asoslangan.

Optik analiz usullari quyidagi qismlarga bo’linadi:

1. Nurni yutilishiga asoslangan usullar.
2. Nurning chiqarilishiga asoslangan usullar.

Birinchi qismga kiradigan metodlar bu:

- 1). Fotometrik
- 2). Kinetik
- 3). Emission spektral analiz
- 4). Atom- absorbtсион
- 5). Aktivatsion
- 6). Mass-spektral analiz usullari.

Ikkinchi qismga kiradigan metodlar bu:

- 1). Fluorimetrik
- 2). Rentgeno–fluorestsent
- 3). Emission-spektral analiz metodlari.

Ushbu o’quv qo’llanmada hozirgi zamon optik analiz metodlarining nazariy asoslari va moddaning miqdorini aniqlashga asoslangan amaliy ishlar, molekularning tuzilishini, tarkibini o’rganishda ishlatilish imkoniyatlari ko’rib chiqilgan.

### **Optik spektroskopiya asoslari.**

Optik analiz usullari kimyoviy tadqiqotlarda keng tarqalgan va amaliy jihatdan katta ahamiyatga ega .

Hozirgi zamon optik analiz usullarida aniqlanayotgan moddani fizik yoki fizik–kimyoviy xossalari (matematik yoki grafik bog’liqligi) o’rganiladi.

Eng asosiysi kimyoviy analizda bu to’g’ri usulni tanlash, analitikning malakasiga bog’liq.

Har bir usulni ishlatish uchun usulning afzalligini, kamchiligini va metrologik xususiyatlarini bilish kerak.

Elektromagnit nurlarning yutilishi molekularning umumiy xossasi hisoblanadi, ammo yutilish hodisasi tanlash xususiyatiga egadir, ya’ni ma’lum to’lqin uzunligidagi nurlar molekula tomonidan kuchli yutilishi mumkin, boshqa to’lqin uzunligidagi nurlar esa kuchsiz yoki butunlay yutilmasligi mumkin. YUtilish doirasi spektr chizig’i deyiladi. Spektr chiziqlarining umumiy yig’indisi yutilish spektri deyiladi .

### Optik analiz metodlarining sezgirligi

№	Metodlar	Sezgirligi
1	Fotometriya	$10^{-4}$ - $10^{-6}$
2	Fluorimetriya	$10^{-5}$ - $10^{-8}$
3	Kinetik	$10^{-6}$ - $10^{-8}$
4	Emission-spektral	$10^{-7}$
5	Atom –absorbtсион	$10^{-5}$

6	Rentgeno-fluorestsent	$10^{-5}$ - $10^{-6}$
7	Aktivatsion	$10^{-13}$ gacha
8	Mass-spektral	$10^{-14}$ gacha

Elektromagnit nurlarning asosiy tavsifi bu to'liqin uzunligi  $\lambda$  yoki tebranmasi  $\nu$  (ko'pincha tebranmani o'rniga to'liqin soni  $\nu$  ishlatiladi).

Elektromagnit spektr bu – elektromagnit nurlanishning har xil to'liqin uzunligidir.

Spektrofotometriyada ultrabinafsha (UB), ko'rinadigan va infraqizil (IQ) elektromagnit spektrlarning soxalari ishlatiladi.

Elektromagnit nurlarining spektral sohalari .

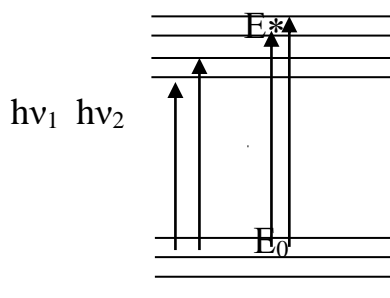
	UB	Ko'rinadigan nur	I+
$N, \text{sm}^{-1}$	50000-25000	25000-15000	<15000
$\lambda, \text{nm}(10^{-9}\text{m})$	200-400	400-700	>700

Atom yoki molekularning ichki energiyasi asosan ularning yaxlit butun holdagi aylanma energiyasi, yadrolarning tebranma energiyasi va elektronlarning atom yadrolari va boshqa elektronlar ta'sirida yaratilgan elektrostatik maydondagi harakat energiyasi yig'indisidan iborat . SHuning uchun ma'lum bir energetik satxda molekulaning umumiy energiyasi:

$$E = E_{el} + E_{tebr} + E_{ayl} \text{ dan iborat bo'ladi}$$

Molekulaning energetik sathlarini 1-rasmdagidek ifodalash mumkin.

Molekulaning eng pastki  $E_0$  elektron holati –asosiy holat,  $E^*$ -esa qo'zg'algan holat deyiladi.



Rasm 1. Molekulaning energetik sathlari

Bitta elektron energetik sathga asosiy va bir necha qo'zg'algan tebranma energetik sathlar to'g'ri keladi. Bitta tebranma energetik sathga bitta asosiy va bir necha qo'zg'algan aylanma energetik sathlar to'g'ri keladi. Atom yoki molekulaga tashqaridan biror energetik ta'sir bo'lmasa ,ular eng pastki asosiy energetik holatga joylashadi

IQ nurni yutilishi molekulani tebranma va aylanma energiyasini o'zgarishiga olib keladi.

UB va ko'rinadigan spektrlarning yutilishi elektronlar energiyasining o'zgarishiga ham olib keladi, natijada valent elektronlari asosiy holatdan qo'zg'algan holatga, ya'ni yuqori energetik pog'onaga o'tadi.

Molekulalar ma'lum bir nurlarni yutgandan keyin ularning energiyasi ortadi va pastki energetik pog'onadan ( $E_0$ ) yuqori energetik pog'onaga ( $E^*$ ) o'tadi.

Molekulalarning ichki energiyasining qiymati uzluksiz o'zgarmasdan, ular ma'lum bir diskret kvantlangan energetik holatlarnigina qabul qila oladi. Nur energiyasining yutilishi uchun shu nur kvantining energiyasi kvantlangan holatlar energiyasining farqiga teng bo'lishi kerak:

$$\Delta E = E^* - E_0 = h\nu = hc/\lambda$$

$E^* > E_0$  -yutilish

$E^* < E_0$  -nurlanish

$$\Delta E = h\nu - \text{foton energiyasi, } e, v$$

$\lambda$  -to'lqin uzunligi, nm

Bunda  $\nu$  -chastota, bir sekundda sodir bo'ladigan tebranishlar soni,  $\text{sek}^{-1}$

$N = 1/\lambda$  -to'lqin soni, 1sm masofaga to'g'ri keladigan uzunliklar soni,  $\text{sm}^{-1}$

$h$  -Plank doimiysi ( $6,5 \cdot 10^{-27}$  erg. sek.)

$s$  -yorug'likning bo'shliqdagi tezligi ( $3 \cdot 10^{10}$  sm/sek)

Tenglamada ifodalanganidek, kvant energiyasi tebranish chastotasiga to'g'ri proporsional, to'lqin uzunligiga esa teskari proporsional.

To'lqin soni  $1/\lambda$  / yoki  $\nu$  / asosan  $\text{sm}^{-1}$  o'lcham birligiga ega bo'lib, chastotasi va energiya qiymatiga to'g'ri proporsionaldir, shuning uchun ham mutlaq chastotaga nisbatan ham ko'p ishlatiladi (3-jadval). Masalan 300 mmk ( $3000 \text{A}^0$ ) mos keladigan to'lqinlar soni  $\lambda = 33333 \text{ sm}^{-1}$ , to'lqin chastotasi esa  $1 \cdot 10^{15} \text{ sek}^{-1}$  dir. Inson ko'zi elektromagnit to'lqinlarning 400-750mmk qabul qiladi.

To'lqin uzunligi va chastotani o'lchashda ishlatiladigan birliklar.

Tavsif	O'lcham birligi	qisqartirilgan belgisi	Ta'rifi
To'lqin uzunligi $\lambda$	Mikron Millimikron  Angstrom	Mk Mmk  $\text{A}^0$	$1 \text{mk} = 10^{-4} \text{sm}$ $1 \text{mmk} = 1 \text{nm} = 10^{-7} \text{sm}$ $10^{-9} \text{m}$ $1 \text{A}^0 = 10^{-8} \text{sm} = 10^{-10} \text{m}$
Chastota, $\nu$	—	$\text{Sek}^{-1}$	1 sekunddagi tebranishlar soni
To'lqin soni, $N$	—	$\text{Sm}^{-1}$	1 sm dagi to'lqinlar soni

Hosil qilish usullariga qarab spektrlar uch xilga bo'linadi: yutilish, tarqatish, sochilish. Ularning spektr chiziqlarining jadalligi molekulalar soniga va kvant

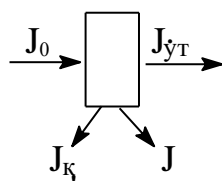
mexanikasi qoidalari asosida bo'ladigan o'tishlar ehtimoligiga bog'liq bo'ladi. Spektr chiziqlarining kengligi va shakli molekula ko'rsatkichlarining yig'indisiga va modda xususiyatlariga bog'liq bo'ladi.

### Nur yutilishining asosiy qonunlari

(Buger –Lambert –Ber qonuni )

Elektromagnit to'lqinlarning eritmada tarqalishdagi asosiy xususiyatlaridan biri intensivlik bo'lib, vaqt birligida maydondan o'tayotgan kvantlar soniga bog'liq kattalikdir.

Monoxromatik nur oqimi modda orqali o'tayotganda bu nurning bir qismi qaytariladi, bir qismi yutiladi va bir qismi esa eritmadan o'tib ketadi .



Rasm 2. Nur oqimining rangli eritmadan o'tishi.

$$J_0 = J_k + J_{yu} + J_o$$

Kyuvetalar bir xil bo'lganligi uchun qaytgan nurning miqdori bir xil ekanligini hisobga olsak, yuqoridagi tenglama soddalashadi:

$$J_0 = J_{yu} + J_o$$

O'tkazuvchi muhit yutgan nurning solishtirma miqdori, tushayotgan nurning intensivligiga bog'liq emas. bir xil qalinlikdagi har bir qatlam, eritmaning konsentratsiyasi o'zgarmas bo'lganda tushayotgan monoxromatik nurni teng miqdorda yutadi . Buger (1729) va Lamberg (1760) larning nur yutilishining birinchi qonuni .

Ma'lum bir qatlamdan o'tgan nurning intensivligi ikki baravar kamayada deb faraz qilsak nur oqimi intensivligining o'tgan qatlam qalinligiga bog'liqligini grafik ravishda ko'rsatish mumkin. Bu bog'lanish quyidagi matematik tenglama bilan ifodalanadi.

$$J = J_0 e^{-k l}$$

bunda J-qatlamdan o'tgan nurning intensivligi.

$J_0$ -tushayotgan yorug'lik nurining intensivligi.

K-yutilish koeffitsienti (jismning nur yutilishi va uning xossasiga bog'liqligini ifodalovchi koeffitsient).

l-yutilish qatlami, u tushayotgan nur intensivligini 10 marta kamaytirish uchun kerak bo'lgan nur yutuvchi qatlamning qiymatiga to'g'ri keladi.

Eritmadan o'tganda yorug'lik nurining intensivligi 10 baravar kamaygan bo'lsin deb faraz qilaylik ya'ni

$$\frac{J}{J_0} = \frac{1}{10} \text{ Bunda } \frac{1}{10} = 10^{-1} \text{ bo'lsa}$$

$$10^{-kl} = 10^{-1} \text{ va } kl = 1 \Rightarrow K = \frac{1}{l}$$

K-yutilish koeffitsienti faqat eritmada moddaning tabiatiga, tushayotgan nurning to'lqin uzunligi va haroratga bog'liq.

Nur yutilishining ikkinchi qonuni 1852 yil Ber tomonidan ochildi. U eritmalarda nurning yutilishini o'rganib yutilish koeffitsienti (k) ning nurni yutayotgan modda konsentratsiyasiga to'g'ri proporsional ekanligini aniqladi.

$$K = \epsilon c$$

bunda  $\epsilon$ -yutilish koeffitsienti va u konsentratsiyaga bog'liq emas. Bu koeffitsient molyar so'ndirish koeffitsienti deyiladi. S-moddaning konsentratsiyasi.

Buger-Lambert qonuni modda konsentratsiyasi o'zgarmas bo'lganda nurning yutilishi, yutuvchi qatlamning qalinligiga bog'liq ekanligini ifodalasa. Ber qonuni eritma qalinligi o'zgarmas bo'lganda nurning yutilishi konsentratsiyaga bog'liqligini ifodalaydi.

Ikkala qonun birlashtirilib **Buger-Lambert-Ber** qonuni deb qabul qilindi va quyidagi formula bilan ifodalandi.

$$J = J_0 10^{-\epsilon lc}$$

yoki logarifmik holda

$$\lg \frac{J_0}{J} = \epsilon lc$$

$$A = \lg \frac{J_0}{J} \text{ moddaning optik zichligi deb ataladi.}$$

Bu erda A-optik zichlik, nurning yutilgan miqdorini ifodalovchi o'lchovsiz kattalik.

Proporsionallik koeffitsienti  $\epsilon$ -yutilishning molyar koeffitsienti deyiladi va 1sm qalinlikdagi konsentratsiyasi 1mol/l bo'lgan eritmadan o'tayotgan nurning yutilishini ko'rsatadi. YUtilish o'lchamsiz kattalik bo'lganligi uchun  $\epsilon$ -qiymati lc-teskari kattalik qiymatiga ega bo'lishi kerak. Agar konsentratsiyasini (S) mol/l da, eritma qalinligini (l) sm da o'lchansa  $\epsilon$ -ning qiymati 1/mol.sm, bilan ifodalanadi. Eritma Buger-Lambert-Ber qonuniga bo'ysunganida, ma'lum qalinlikdagi qavatning optik zichligi modda konsentratsiyasiga to'g'ri chiziqli bog'lanishda bo'ladi. Bu esa miqdor jixatdan tahlil qilib borishga imkon beradi.

Eritmaning optik zichligi bir xil sharoitda moddaning molyar so'ndirish koeffitsienti va nur yutish qalinligi bir xil bo'lganda konsentratsiyaga to'g'ri proporsional. Bu birlashtirilgan Buger-Lambert-Ber qonuni deyiladi.

Aniqlanayotgan eritmadan o'tgan monoxromatik nur oqimi intensivligining dastlabki o'tgan nur oqimi intensivligiga nisbati shaffoflik yoki o'tkazuvchanlik deyiladi va (T) harfi bilan belgilanadi.

$$T = \frac{J}{J_0} = 10^{-\epsilon lc}$$

$$A = \lg \frac{1}{T} \text{ yoki } A = -\lg T$$

Bu nisbatni foizda ifoda qilish mumkin.

$$A = \lg \frac{1}{T} 100\% \text{ yoki } A = 2 - \lg T$$

Ber qonunidan foydalanilganda bir necha talablar qo'yiladi.

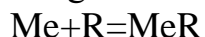
- 1). tushayotgan nur qat'iy monoxromatik;
- 2). rangli eritma etarlicha suyultirilgan;

- 3). aniqlanayotgan komponent barqaror tarkibli birikmaga aylantirilgan;
- 4). eritmaning barcha begona komponentlari konsentratsiyasi va tabiati hamma vaqt deyarli o'zgarishsiz bo'lishi kerak.

### **Buger-Lambert-Ber qonunidan chetlanish hollari**

Nur yutilish qonuni ko'p tajribalar o'tkazish yo'li bilan tekshirilgan va qonun sifatida qaror topgan. Lekin kompleks birikmalar bilan ishlanganda amalda bu qonundan chetlanish ro'y beradi. Ber qonuni faqat suyultirilgan eritmalar uchun to'g'ri keladi va shuning uchun uning ishlatilish sohasi bir oz chegaralangan. Bu qonundan chetlanish quyidagi hollarda sodir bo'ladi.

- 1). Aniqlanayotgan ion rangli birikmaga o'tkazilsa.



Bunda Me- aniqlanayotgan ion, ko'pincha rangsiz yoki juda och rangga ega bo'ladi.

R-reagent, uning rangi MeR rangidan farq qiladi.

MeR-rangli birikma.

Masalan, temir (III) ionini kuchsiz sariq rangda, rodanid ioni rangsiz, ammo temir rodanidi kompleksi to'q qizil ranglidir. Bu reaksiya qaytar reaksiya bo'lib, MeR ning dissotsilanish konstantasini quyidagicha ifodalash mumkin.

$$K = \frac{[\text{Me}][\text{R}]}{[\text{MeR}]} = C \frac{\alpha^2}{1-\alpha}$$

bunda S-rangli MeR kompleksining konsentratsiyasi

$\alpha$ -MeR birikmasining dissotsilanish darajasi. Eritmaning rang intensivligi rangli va rangsiz zarrachalarning nisbatiga bog'liq. Eritmaning umumiy konsentratsiyasining o'zgarishi bir vaqtning o'zida birikmaning dissotsilanishiga olib keladi. Natijada eritmani suyultirilganda yoki konsentratsiyasi oshirilganda fotometriyaning asosiy qonunidan chetlanish sodir bo'ladi.

- 2) Rangli birikmalarning ko'pchiligida eritmada rH o'zgariganda, kompleksning molyar so'ndirish koeffitsienti o'zgarib ketadi

3) Kompleks birikmalarning rang o'zgarishi vaqtga ham bog'liq bo'ladi. Ba'zan kompleks hosil bo'lganda rang och bo'lib, vaqt o'tishi bilan to'qlashadi va aksincha. Fotometrik analizda avval shu eritma rangining qancha vaqt ichida turg'un bo'lishini bilib olish kerak.

- 4) Rangining intensivligi, binobarin nurning yutilishi ham ko'pincha haroratga bog'liq bo'ladi.

Masalan. harorat ortishi bilan:

- a)  $\text{W}(\text{CN})_5$ -ning rang intensivligi ortadi;
- b)  $\text{Mo}(\text{CN})_5$ -ning rang intensivligi kamayadi;
- v)  $\text{J}_2 + \text{e} \rightarrow \text{J}_2^-$

- 5) Eritmada begona ionlarning bo'lishi bir necha xil ta'sir etadi (rangli begona ion bo'lsa, reagent reaksiyaga kirishsa yoki eritmaning rangiga ta'sir etsa, bu holda ham qonundan chetlanishga olib keladi)

### **Molyar so'ndirish koeffitsienti**

Nur yutuvchi har qanday sistemaning asosiy xarakterlovchi kattaligi berilgan to'lqin uzunlikdagi molyar so'ndirish koeffitsientidir. Nur yutilishining asosiy

qonuniga binoan

$$\varepsilon = A/l \cdot C$$

Bu kattalikning fizik ma'nosi shundan iboratki, eritmada erigan moddaning konsentratsiyasi 1 mol/l va yutish qalinligi 1sm, bo'lgandagi optik zichlikka molyar so'ndirish koeffitsienti deyiladi.

Nur yutilishning molyar so'ndirish koeffitsienti  $\varepsilon_\lambda$  Eritmadan o'tayotgan nurning to'liq uzunligiga, erigan moddaning tabiatiga, eritmaning haroratiga bog'liq bo'lib, yutayotgan qavatning qalinligiga va konsentratsiyasiga bog'liq emas. Moddaning har xil bo'lishiga qarab  $\varepsilon$  ham turli qiymatga ega bo'ladi.

$\varepsilon = 2,0 \cdot 10^3$  bo'lsa, reaksiya sezgirligi kam;

$\varepsilon = 60 \cdot 10^3$  bo'lsa, reaksiya sezgirligi o'rtacha;

$\varepsilon > 60 \cdot 10^3$  bo'lsa, reaksiya sezgirligi yuqori va

$\varepsilon = 2 \cdot 10^5$  bo'lsa, reaksiya eng yuqori sezgirlikka ega deb hisoblanadi.

Kompleks turg'un bo'lsa yaxshi natija olish mumkin, aks holda shartli  $\varepsilon$  topiladi xolos.

### **Optik zichlik.**

1) Eritmaning optik zichligi yutilayotgan nurning to'liq uzunligi ( $\lambda$ ) ga bog'liq. To'liq uzunligiga bog'liqligini ifodalaydigan egri chiziq, *yutilish spektri* deyiladi.

2) Konsentratsiyaga bog'liq.

Odatda bu bog'liqlikni *darajalangan grafik* deyiladi. Bu grafikdan foydalanib noma'lum, moddaning miqdori topiladi.

3) YUtish qalinligi ( $l$ ) bog'liqligi. YUtish qalinligini shunday tanlash kerakki, o'lchanayotgan optik zichliklar 0,1-1,0 oralig'ida bo'lsin. SHu oraliqda xatolik minimal bo'ladi.

**Additivlik qoidasi:** o'zaro kimyoviy reaksiyaga kirmaydigan moddalar aralashmasining optik zichligi qiymati alohida moddalar optik zichliklari yig'indisiga teng:

$$A_{\text{um.}} = \varepsilon_1 S_1 l + \dots + \varepsilon_2 S_2 l + \dots + \varepsilon_n S_n l = l \sum_{i=1}^n \varepsilon_i C_i$$

Bu qoida ko'p komponentli sistemalarni bir-biridan ajratmagan holda miqdoriy analiz qilishda ishlatiladi.

### **Fotometrik analizda optimal sharoitni tanlash.**

Fotometrik analizda aniq va bir xilda takrorlanuvchi natijalarni olishda tanlangan reagentning selektivligi va analizni bajarish sharoitlari juda katta ahamiyatga ega.

Reagentni tanlash. Ma'lumki kam miqdordagi elementlarni aniqlashda shu elementga xos bo'lgan analitik aktiv gruppasi bor organik reagentlardan foydalaniladi. Misol uchun, nikelni aniqlashda dimetilglioksimdan foydalaniladi. CHunki undagi oksim gruppasi =N-OH nikel uchun yoki shuningdek,  $\alpha$ -nitrozo  $\beta$ -naftoldagi -NO va -OH gruppalar kobalt ionlari uchun spetsifik hisoblanadi. Bunday gruppalar sezgir bo'lishi bilan birga, ularning hosil qilgan rangli kompleks birikmalariga ma'lum talablar ham qo'yiladi. Hosil bo'lgan kompleks birikmalar

etarli darajada barqaror va doimiy tarkibga ega bo'lishi kerak.

Yaxshi reagentni tanlash uchun quyidagilarni mezon qilib olish mumkin:

1) Kompleks bilan reagentning nurni yutish to'liqin uzunliklari farqi ( $\Delta\lambda.=\lambda_k-\lambda_R$ ) qanchalik katta bo'lsa, reaksiya shunchalik *kontrast* bo'ladi.

$\Delta\lambda.=\lambda_k-\lambda_R>100\text{nm}$  bo'lsa, reaksiyani kontrastligi yuqori bo'ladi.

2) Reagent va kompleksning molyar so'ndirish koeffitsientining farqi  $\Delta\varepsilon=\varepsilon_k-\varepsilon_R$  va  $\Delta q\varepsilon_k/\varepsilon_R$

qanchalik katta bo'lsa, reaksiya shuncha sezgir bo'ladi. Agar kompleks va reagentning molyar so'ndirish koeffitsientlari no'malum bo'lsa, kompleks birikma bilan reagentritmalari optik zichliklarining farqi olinadi.

$$\Delta A=A_{\text{um}}-A_R$$

Bunda  $A_{\text{um}}$ -kompleks birikma optik zichligi

**$A_R$ -reagentning optik zichligi.**

3) Hosil bo'lish vaqtda kompleksning rangli shakli va reagent orasidagi pH ning farqi katta bo'lgani ( $\Delta\text{pHN}$ ) yaxshi.

$$\Delta\text{pH}=\text{pH}_k-\text{pH}_R$$

4) Eritmaning optik zichligi pH ning qaysi qiymatlari orasida doimiy bo'lishi ham ahamiyatlidir.

### **Fotometrik aniqlashning optimal sharoitini tanlash quyidagi tartib bo'yicha amalga oshiriladi.**

1. Tekshiriladigan birikmaning eritmasi qaysi to'liqin uzunligida nurni maksimal yutishini aniqlash.

Buning uchun spektrofotometrda 200-760 nm oralig'ida eritmaning nur yutishi qaysi to'liqin uzunlikda katta ekanligini topiladi.

Aniqlanayotgan modda bilan reagentning eritmasi  $S_R:C_M$  1, 10, 0,1 nisbatda tayyorlanib, pH ning har xil qiymatlarida o'lchanadi. Bunda  $\text{pK}_a<\text{pH}$  bo'lishi kerak.

Eritmaning optik zichligi reagentga nisbatan o'lchanadi va yutilish spektridan  $\lambda_{\text{max}}$  topiladi. Keyingi eritmalarining optik zichliklari shu to'liqin uzunligida o'lchanadi.

Miqdor jihatdan aniqlanayotgan modda kompleksga to'la o'tishi uchun reagent 2-5 marta ortiqcha qo'shiladi. Agar kompleks bilan bir qatorda reagent ham nurni yutsa, reagent miqdorini juda ortiq solish yaramaydi, chunki solishtirma eritmaning optik zichligi ortib ketadi.

#### 2. pH ning optimal qiymatini topish.

Nur yutadigan birikmaning hosil bo'lishi uchun eng qulay pH chegarasi nechaga teng ekanligini aniqlash uchun pHning har xil qiymatlarida eritmaning optik zichligi o'lchanadi va  $A(\Delta A)=f(\text{pH})$  grafiga chiziladi. Grafikdan pH ning optimal qiymatlari chegarasi  $\Delta\text{pH}=\text{pH}_1-\text{pH}_2$  topiladi. Agar rangli birikma suvsiz erituvchi bilan ajratib olinsa, u vaqtda ekstraksiya maksimal bo'ladigan pH qiymatini topish kerak bo'ladi.

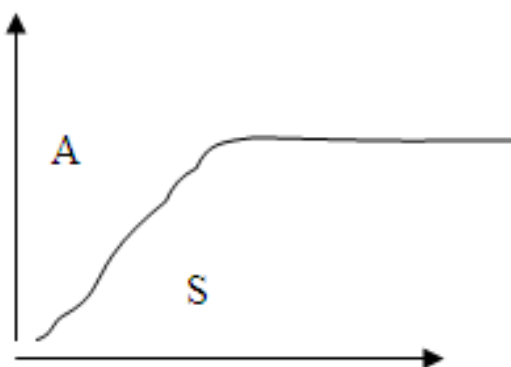
3. Aniqlanayotgan ionni rangli birikmaga to'la bog'lash uchun reagentning kerakli miqdorini aniqlash.

Reagentning kerakli miqdori nazariy hisob qilinadi va reaksiya mahsulotining maksimal hosil bo'lishi, ya'ni nurning eng ko'p yutilgan nuqtasi



aniqlanadi.

Buning uchun metall ionining miqdori bir xil, reagentning miqdorini har xil va har gal ortib boruvchi miqdorda bir necha eritmalar seriyasi tayyorlanadi. Eritmalarning optik zichliklari o'lchanib, optik zichlikning  $C_R$  konsentratsiyasiga bog'liqligi topiladi. Agar turgun kompleks hosil bo'lsa, egrisida keskin burilish paydo bo'lib, barqaror rangli eritma hosil bo'lganligi, «to'yinish nuqtasi» reaksiya mahsulotini maksimal miqdorda hosil qilish uchun sarf bo'ladigan reagentning minimal miqdorini ko'rsatadi. To'yinish egri chizig'ida keskin burilish bo'lmasa, hosil bo'lgan kompleksining turg'unligi kam bo'ladi: bu vaqtda to'yinish nuqtasini topish uchun, egri chiziq endigina ko'tarila boshlaganda reaktiv qo'shishni to'xtatish kerak. (2-egri).



3-rasm. Reagentning optimal miqdorini aniqlash.

1. Turg'un birikmaning hosil bo'lishi
2. Beqaror birikmaning hosil bo'lishi

4. Eritmaning nur yutishga harorat va vaqtning ta'sirini aniqlash. Harorat o'zgarishi bilan eritmaning optik zichligi ham o'zgarish mumkin. Agar 2-3<sup>0</sup>S ham natijasiga ta'sir qilsa, oxirgi nuqtani optik zichligini o'lchashdan oldin, fotometrlanadigan eritmani *termostatlash* kerak.

5. Eritma rangini vaqti-vaqti bilan (masalan har 5 minutda) optik zichlikning o'zgarishini o'lchab, turg'un bo'lgan oraliq aniqlanadi. Ko'pchilik rangli eritmalarda rang intensivligi uzoq vaqt saqlanadi.

#### **Fotometriya va spektrofotometriyada ishlatiladigan asboblari.**

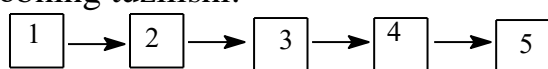
Nur yutilishini o'lchashni ta'minlaydigan asbob ikki asosiy vazifani bajarishi kerak:

1) polixromat nurni parchalab, zarur bo'lgan to'lqin uzunlikdagi nurni ajratib berishi kerak:

2) moddaning nur yutishini o'lchash imkonini berishi kerak:

Har qanday spektral asbob quyidagicha bo'limlar bilan ta'minlangan bo'ladi: nur manbai, bizga kerakli bo'lgan to'lqin uzunlikdagi nurni ajratib beradigan qurilmasi (monoxromator yoki nurfiltr), kyuvetalar joylashtiriladigan bo'limi) detektor va indikator joylashgan bo'limi bo'ladi. (rasm-7)

Rasm 7. Asbobning tuzilishi.



Nurning yutilishini o'lchaydigan asbobning asosiy bo'limlari.

1. Nur manbai
2. Monoxromator yoki nurfiltr
3. Kyuvetalar
4. Signalni tok kuchiga aylantiruvchi asbob
5. Indikator

To'lqin uzunlikning qaysi sohasida ishlashga qarab, manba', monoxromator va detektor tanlanadi.

Bunda optik asbobning detallari qaysi materialdan tayyorlangani juda ahamiyatli bo'lib, tekshirish olib borilayotgan sohada nur yutmasligi kerak, ya'ni shaffof bo'lishi kerak.

Nur manbai o'rnida asosan oddiy lampalardan foydalanilsa ham bo'ladi.

Volfarm simli lampa UB, K+. va IK sohalarda (350-3000nm) ishlatilishi mumkin.

UB sohada cho'g'lanuvchi lampaning intensivligi biroz etishmaydi shu sababdan to'lqin uzunligi 350 nmdan kichik bo'lgan sohada vodorod yoki deyteriy lampalari ishlatiladi.

### **Monoxromator va nurfiltrlari.**

YOrug'lik filtrlari shishalar, jelatina, tsellofanli moddalar yoki rangli suyuqliklar yorug'lik filtrlari bo'lishi mumkin. Bunday moddalar o'zidan qisqa intervaldagi to'lqin uzunligiga ega bo'lgan nurlarni o'tkazadi. Har bir yoru'lik filtri  $\lambda_{\max}$  o'tkazuvchanlik va maksimumning yarim kengligiga ega bo'lgan ma'lum egrisi bilan xarakterlanadi.

Maksimal o'tkazuvchanlikning yarim kengligi turli yorug'lik filtrlari uchun turlichadir uning qiymati 30-40nm dan 100nm gacha o'zgarishi mumkin.  $\Delta\lambda_{1/2}=30-40$ nm li yorug'lik filtrlari FEK-56, FEK-60, KFK-2, KFK-3 asboblarga o'rnatilgan. Bunday asboblarda yordamida moddaning unchalik aniqlikka ega bo'lmagan spektral xarakteristikalarini olish mumkin. Keyingi yillarda interfirentsion yorug'lik filtrlari ishlab chiqarilmoqda. Ularning yarim to'lqin potentsiali ( $\Delta\lambda_{1/2}$ ) 10, 20 va 40nm ga ega bo'lib, bunday yorug'lik filtrlari 400-800 nm li spektral sohalarni qamrab oladi.

Nurni monoxromatiruvchi absorptsion asboblarga qarab, ular fotometr va spektrofotometrlarga bo'linadilar. Fotometrlarda nurfiltrlar, spektrofotometrlarda esa prizma va difraksion panjara ishlatiladi.

Tekshirilayotgan eritma solingan kyuvetani *ishchi eritma* va boshqa kyuvetadagi eritmani solishtirma eritma deb olinadi.

Ko'zga ko'rinuvchi (KK) sohada ishlatiladigan kyuvetalar shishadan tayyorlanadi, ultrabinafsha (UB) sohada ishlatiladiganlari esa kvartsdan tayyorlanadi. Nurning yutilishi asosan fotoelektrokolorimetr (FEK) larda o'lchanadi.

### **FOTOELEKTROKOLORIMETRLAR**

KFK, FEK-56m, FEK-56, asboblarda 315-630 nm oralig'ida eritmalarining optik zichliklarini o'lchashga moslangan. Bu asboblarda bilan suspenziyalarning, emulsiyalarning va kolloid eritmalarining nurni tarqatish intensivligini ham, o'lchash mumkin bo'ladi.

O'tkazuvchanlikni o'lchaganda absolyut xato Tq1% dan oshmaydi.

FEK larning keyingi yaratilgan turlari FEK-n-57, FEK-60 ham ishlash yo'li bir

xil bo'lib, qisman takomillashgan nurfiltrlarning oralig'idagi to'lqin uzunliklari bilangina farqlanadi.

Hozir deyarli hamma erda KFK-2, KFK-3 qo'llanadi. Ular 9 nurfiltrga ega bo'lib, 315-980 nm, oraliqdagi barcha to'lqin uzunliklardagi nurning yutilishini o'lchashga imkon beradi.

### **Spektrofotometrilar.**

+ayd qilinmaydigan spektrofotometrilar SF-4, SF-4A, SF-16.

Nur manbai: vodorodli va deyteriyli lampalar UB sohada 186-380nm. CHo'g'lanish lampasi ko'rinuvchan va I+ sohada 350-1100nm.

Monoxromator-dispergirlovchi prizma.

Detektorlar: surma-tseziyli fotoelement 186-650nm. Kislorod-tseziyli fotoelement 600-1100.

Bunday spektrofotometrilar 1ta nur yo'liga ega bo'lgan asboblarning turiga kiradi.

Qayd qilinadigan spektrofotometrilar SF-10, SF-14, SF-26, SF-46 va boshq.

Bunday asboblarning eritmalarining nur yutish spektrlarini va qattiq hamda kukun holidagi rangli moddalar spektrlarini o'zi chizadi. Nur yo'liga bu moddalarni qo'yib, asbob elektr tokiga ulansa, sxema asosida o'zi spektrini chizadi.

Spektr yozuvi 2 minutdan 12 minutgacha davom etadi. Ikkilangan monoxromatorlar ishlatiladi. Nur manbai sifatida cho'g'lanish lampasi qo'llaniladi.

### **Yakunlovchi qism.**

## **Mustahkamlash uchun savollar**

1. Nur yutilishi birinchi qonunining mualliflari kim va uning ta'rifi nimadan iborat?

2. Yutilish koeffitsienti qanday omillarga bog'liq?

3. Shaffoflik va o'tkazuvchanlik deb nimaga aytiladi? O'tkazuvchanlikning matematik ifodasini keltiring.

4. Optik zichlik deb nimaga aytiladi?

1. Fotometriyada yana qanday usullar yordamida modda miqdorini aniqlash mumkin?

2. Kompleks birikmaning molyar so'ndirish koeffitsienti ma'lum bo'lsa, tajribada standart eritmadan foydalanmay ham moddaning miqdorini aniqlash mumkinmi? Javobingizni asoslang.

Nur yutilishini o'lchaydigan asbob qanday vazifalarni bajaradi?

5. Nur yutilishi birinchi qonunining mualliflari kim va uning ta'rifi nimadan iborat?

6. Yutilish koeffitsienti qanday omillarga bog'liq?

7. Shaffoflik va o'tkazuvchanlik deb nimaga aytiladi? O'tkazuvchanlikning matematik ifodasini keltiring.

8. Optik zichlik deb nimaga aytiladi?

9. Buger-Lambert-Ber umumlashgan qonunining ta'rifi nimadan iborat?

10. Qanday hollarda Ber qonunidan chetlanishlar ro'y beradi?

11. Qaysi holatlarda Ber qonuni o'rinli bo'ladi?

12. Eritmaning optik zichligi qanday omillarga bog'liq bo'ladi?

3. Molyar so'ndirish koeffitsienti deb nimaga aytiladi?
  4. Molyar so'ndirish koeffitsienti nimalarga bog'liq?
  5. Yutilish spektri deb nimaga aytiladi?
  6. Additivlik qoidasi nima?
  7. Fotometrik analizda optimal sharoitni tanlashda qanday omillar asos qilib olinadi?
  8. Optimal reagentni tanlashda qanday mezon asos qilib olinadi?
  9. Reaksiyaning kontrastligi nimani bildiradi?
  10. Fotometrik metodning sezgirligi qanday kattalik bilan aniqlanadi?
  11. Reagentning optimal miqdori qanday tanlanadi?
  12. Fotometrik analiz metodida qanday eritmalar bilan ishlanadi va nima uchun?
  13. Fotometriyada modda miqdorini (konsentratsiyasini) aniqlashning qaysi usullarini bilasiz?
  14. Solishtirma metodda modda miqdori qanday aniqlanadi? Misollar asosida tushuntiring
  15. Qaysi metodda aniqlik yuqoriroq bo'ladi, solishtirma metodmi yoki darajalangan grafik metodmi? Javobingizni asoslang.
  16. Qanday aralashmalar analizida qo'shimchalar qo'shish metodi ko'proq qo'llaniladi?
  17. Qo'shimchalar qo'shish metodidan grafik shaklda foydalanish mumkinmi?
  18. Fotometriyada yana qanday usullar yordamida modda miqdorini aniqlash mumkin?
  19. Kompleks birikmaning molyar so'ndirish koeffitsienti ma'lum bo'lsa, tajribada standart eritmadan foydalanmay ham moddaning miqdorini aniqlash mumkinmi? Javobingizni asoslang.
  20. Nur yutilishini o'ldiraydigan asbob qanday vazifalarni bajaradi?
  21. Fotoelektrokolorimetrlarning asosiy qismlari nimalardan iborat?
  22. Fotometrlarda va spektrofotometrlarda qanday nur manbalari ishlatiladi?
  23. Yorug'lik nurini elektr tokiga aylantiruvchi moslama qaysi qonuniyat asosida ishlaydi?
  24. Selenli fotoelementning ishlash prinsipi nimadan iborat?
  25. Spektrofotometrlarda qanday fotoelementlar ishlatiladi?
  26. Spektrofotometrlarning fotoelektrokolorimetrlardan asosiy farqi nimadan iborat?
  27. Yarim to'liq kengligi nima?
  28. Optik analiz metodining sezgirligi bilan nupHing monoxromatligi orasida qanday bog'lanish mavjud?
- Spektrofotometrlar bilan ishlashda yaqin IQ sohada qanday fotoelementdan foydalaniladi?

## **2-ma'ruza**

### **Atom-absorbtsion va Atom-emission spektrometriya**

*Mashg'ulotning maqsadi:* Atom-absorbtsion spektrometriya usulining asoslari. Atomlarning optik nurlarni yutishi. Atom bug'ining optik zichligi. Elektrotermik

atomizator, tuzilishi va ishlash printsipti. Elektrotermik atomizatorning ustunligi va kamchiliklari. Atom-absorbtsion spektrometr. Optik (spektral) halaqitlar; fon hosil qiluvchi nurlanish, fon nurlanishining yutilishi. Fonning signalini ajratish. Miqdoriy analiz usullari; tashqi standartlar (darajapash grafigi), qo'shimcha ko'shish. Atom-emission spektrometriya usulining asoslari. Atomlarning asosiy va qo'zg'algan xolatlari. Atomlarning Boltsman qonuniga ko'ra sathlarga taqsimlanishi. Energetik sathlar orasidagi o'tishlar va spektr chiziqlarning hosil bo'lishi. Tanlash qoidalari. Spektr chiziqlarni xarakterlovchi kattaliklar: chiziqning joyi, intensivligi, yarimkengligi. Usulning metrologik xarakteristikalari: sezgirligi, aniqlanadigan kontsentratsiya oraligi, natijalarning takrorlanishi. Qo'llanish sohalari to'g'risida ma'lumotlar berish.

*Ta'lim metodi:* Ko'rgazmali, informativ, ma'ruza, doska, proektor, jadvallar

*Ta'lim shakli:* Ommaviy, jamoada ishlash.

*Ta'lim sharoitlariya:* Talabalar guruhlari bilan hamkorlikda taqdimot o'tkazish imkoniyatini beradigan auditoriya.

*Nazorat va baholash:* Oraliq va yakuniy nazorat: og'zaki, yozma

## Ma'ruza rejasi

### Tashkiliy qism.

Atom-absorbtsion spektrometriya usulining asoslari. Atomlarning optik nurlarni yutishi. Atom bug'ining optik zichligi. Elektrotermik atomizator, tuzilishi va ishlash printsipti. Elektrotermik atomizatorning ustunligi va kamchiliklari. Atom-absorbtsion spektrometr. Optik (spektral) halaqitlar; fon hosil qiluvchi nurlanish, fon nurlanishining yutilishi. Fonning signalini ajratish. Miqdoriy analiz usullari; tashqi standartlar (darajapash grafigi), qo'shimcha ko'shish. Atom-emission spektrometriya usulining asoslari. Atomlarning asosiy va qo'zg'algan xolatlari. Atomlarning Boltsman qonuniga ko'ra sathlarga taqsimlanishi. Energetik sathlar orasidagi o'tishlar va spektr chiziqlarning hosil bo'lishi. Tanlash qoidalari. Spektr chiziqlarni xarakterlovchi kattaliklar: chiziqning joyi, intensivligi, yarimkengligi. Usulning metrologik xarakteristikalari: sezgirligi, aniqlanadigan kontsentratsiya oraligi, natijalarning takrorlanishi. Qo'llanish sohalari.

### Atom-spektroskopik analiz metodlari. Atom-absorbtsion analiz metodi

Atom-spektroskopik metodlar atom spektrlarini o'rganishga asoslangan bo'lib, bu metodlarda aniqlanishi kerak bo'lgan atomlarning ultrabinafsha va ko'zga ko'rinuvchan nurlarni yutishi yoki, aksincha, o'zidan chiqarishi o'rganiladi.

Atom spektroskopik metodlar asosan ikkiga bo'linadi:

1. Atom-absorbtsion spektroskopiya

2. Alangali fotometriya

Atom spektrlarining hosil qilishishi ma'lum miqdordagi energiyani sarflab kimyoviy birikmani atomlar holatiga o'tkaziladi.

Fizika kursidan ma'lumki, atomlarning yutilishi va chiqarish spektrlari, faqat o'rganilayotgan ayni atomlar uchun xarakterli bo'lgan diskret chiziqlar to'plamidan iborat. Molekulyar spektrlar esa bir tekis polosalardan iborat.

Birinchi dan molekular murakkab tuzilishiga ega, ikkinchi dan molekula erituvchi bilan o'zaro ta'sirda bo'ladi va shuning uchun bu erda energetik o'tishlar

atomlardagiga qaraganda sezilarli darajada yuqori. SHu sababli alohida chiziqlar amaliy jihatdan bir-biri bilan qo'shib spektral polosalar hosil qiladi.

Aniqlanayotgan birikmani atomar holatga o'tkazish uchun quyidagi energiyalardan foydalaniladi:

1. Alanga energiyasi
2. Elektr yoyi energiyasi
3. Plazma energiyasi

Atom-absorbtsion spektrometriyada analitik signalni qo'zg'almagan atomlardan olinadi, shuning uchun ham moddalarni atomar holatigacha parchalash uchun etarli energiyaga ega bo'lgan manbadan foydalaniladi. SHarti shuki, atomlar imkoni boricha qo'zg'algan holatga o'tmagan bo'lsin. +o'zg'algan atomlar miqdori 0,02-0,1% dan ortmasligi kerak. Bunday talablarga alangali va elektrotermik atomizatorlar javob beradi. SHuning uchun ham, ko'pincha, alanga energiyasidan foydalaniladi.

Alangada atomlarning hosil bo'lishi

Analiz qilinayotgan modda eritilib, gaz gorelkasiga purkalgan vaqtdan uning atomlari hosil bo'lguncha qadar murakkab jarayonlar sodir bo'ladi.

Purkalgan mayda tomchilar avvalo namlikni yo'qotib, quruq zarracha holiga keladi. Bunda erkin holdagi atomlar hosil bo'lishi uchun zarrachalar bug'ga aylanishi kerak. Bug'ning hosil bo'lish jarayonida moddaning mayda, quruq zarrachalari faqatgina atomni hosil qilmay, qisman molekullarni, hattoki, molekulyar, fragmentlarni hosil qiladi va analiz natijasiga deyarli ta'sir qilmaydi. YAXshi natija olish uchun sharoitni bir meyorda saqlab turish kerak.

Eritma alangaga purkalgan vaqtda uning mayda tomchilarga aylanishi eritmaning qovushqoqligi va namuna eritmasining sirt tarangligi va changlatgichning tuzilishiga bog'liq bo'ladi.

Namuna kontsentratsiyasi yuqori bo'lib, qovushqoqligi katta bo'lsa, erituvchi sifatida organik moddalar olinadi.

Namuna kontsentratsiyasi yuqori bo'lib, qovushqoqligi katta bo'lsa, erituvchi sifatida organik moddalar olinadi.

Erituvchining bug'lanishi (desolvatlanish). Alangaga purkalayotgan eritma tomchilarining desolvatlanishi ba'zi bir parametrlarga-alanganing harorati, erituvchining tabiati va tomchining alangada bo'lish davriga bog'liq. Eritmada namuna kontsentratsiyasi yuqori bo'lsa, qovushqoqlik ham yuqori bo'lib, tez bug'lanish va atomlarning soni ko'payishi uchun organik erituvchilarni ishlatgan ma'qul. Ular suvga qaraganda tez bug'lanadi va bug'lanish jarayonida alangani kamroq sovutadi.

Bug'ning hosil bo'lishi ham yuqoridagi parametrlarga bog'liq bo'ladi. Ammo element bug'ining hosil bo'lishi ko'p jihatdan bug'lanayotgan zarrachaning tabiatiga ham bog'liq bo'ladi. Masalan, alyuminiy oksidi natriy xlorid zarrachasiga qaraganda sekin bug'lanadi. Ammo bir xil sharoitda NaCl va Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> zarrachalarining bulutlarini tekshirilsa, bir vaqtning o'zida NaCl zarrachalari ko'pligini ko'ramiz.

Ionlanish. Ionlanish odatda, alanga harorati yuqori bo'lganda (2000<sup>0</sup>S dan yuqori) sodir bo'ladi. Lekin ionlanish energiyasi kichik bo'lgan elementlarga (ishqoriy-er metallari) bundan past haroratda ham ionlanadi.

Alanga, gorelka va changlatgich. Alanganing ma'lum analitik xususiyatlari bo'ladi. Alanga, so'zsiz, turg'un bo'lishi, xavfsiz bo'lishi va unga ketgan harajatlar (asbob-uskuna, yoqilg'i...) mumkin qadar arzon, kamsarf bo'lib, yuqori haroratni ta'minlashi va tarqalish tezligi (yonishi) sekinroq bo'lgani ma'qul. Bu holatlar erituvchining bug'lanishini oshiradi, analitik signal jonliroq bo'ladi. Buning ustiga analitik qaytaruvchi muhitini hosil qilishi kerak. Chunki ko'pchilik metallar alangada yonganda o'tga chidamli oksidlar hosil qiladi va oddiy haroratda ularning dissotsiyalanishi qiyin bo'ladi. Erkin atomlarning hosil bo'lishi uchun ularni qaytarish kerak. Oksidlarni qaytarish uchun esa gaz oqimining kelishi, reaksiyaga kerak bo'lganidan ko'proq bo'lishi kerak. Bunday alangani *boyitilgan alanga* deyiladi va yoqilg'i sifatida atsetilen ishlatilsa, yaxshi qaytaruvchi muhitni vujudga keltiradi, tarkibida uglerod tutgan radikal zarrachalarning hosil bo'lishi kuzatildi.

Gorelkalar 2 xil bo'ladi:

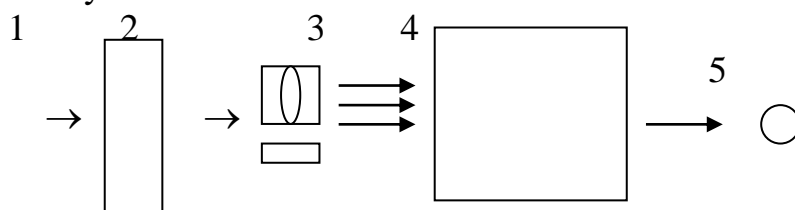
1. Purkalgan eritma to'g'ridan-to'g'ri alangaga etib boradigan gorelka «pryamotochnaya» deyiladi. Bu gorelka bir necha afzalliklarga ega:

1). Ishlatishda xavfsiz va narxi arzon

2). Gazlar-yonuvchi va oksidlovchi, gorelkadan tashqariga chiqmaguncha aralashmaydi, gazlar va oksidlovchining vodorod va kislorod, atsetilen-kislorod kabi aralashmalaridan qo'rqmay foydalanish mumkin. Boshqa sharoitlarda ularni ishlatish juda xavfli, portlab ketishi mumkin. Bunday aralashmalar juda yuqori harorat (3000<sup>0</sup>S) beradi va atsetilen bilan boyitilgan alanga oksidlanish-qaytarilish xususiyatiga ega bo'ladi.

2. YOnuvchi gaz bilan oksidlovchi, avvalo bir sistemada aralashtiriladi, so'ngra bu aralashma gorelkaga purkaladi. Ikkinchi gorelkaning tuzilishi boshqacha bo'ladi. Uning afzalligi shundaki, olingan alanga bir meyorda bo'ladi. Bu gorelkaning kamchiligi shundaki, namuna eritmasidan to'la foydalanib bo'lmaydi va yoqilg'i gaz bilan oksidlovchi avvalroq aralashtirilganidan gorelka ichida ozgina aralashma qolib, tasodifan alanganib ketsa, portlash yuz beradi. SHuning uchun bu gorelkalar xavfsiz bo'lishi uchun ularning konstruksiyalari tobora yaxshilanmoqda.

Alangadagi atomlarning yutilish spektrlarida spektral chiziqlarning joylashish tartibini o'rganib, moddalarning sifat analizini bajarish va shu atomlarga xarakterli bo'lgan chiziqlarning intensivligini aniqlanayotgan moddaning miqdoriy tarkibini aniqlash mumkin. Bu metod bilan aniqlashni atom-absorbtsion spektroskopik aniqlash metodi deyiladi.



1-katod lampasi; 2-modulyator; 3-alanga; 4-monoxromator; 5-detektor

absorbtsion spektrometrda ikkita nurlanish oqimining nisbiy intensivligi o'rtaligi. Bu nurlardan biri atom bug'daridan o'tadi, ikkinchisi esa solishtirma oqimi hisoblanadi. Solishtirma oqimning ishlatilishiga sabab aniqlanayotgan moddadagi qo'zg'algan atomlar fluorestsentsiyalangan nurlanishni chegirib

tashlashdan iboratdir. Buning uchun yorug'lik oqimining modulyatori ishlatiladi.

Nur manbai sifatida katod lampasi ishlatiladi. Katod lampasi albatta aniqlanishi kerak bo'lgan elementdan yasaladi.

Alangaga purkalgan aniqlanayotgan nurning to'lqin uzunligi qo'zg'almagan atomlar yutadigan nurning to'lqin uzunligidan juda kam farq qiladi. SHuning uchun tekshirilayotgan elementni aniqlanayotganda begona aralashmalar halaqit bermaydi.

Atom spektrlarini hosil qilish uchun ma'lum miqdordagi energiyani sarflab kimyoviy birikmani atomlar holatiga o'tkaziladi.

Fizika kursidan ma'lumki, atomlarning yutilish va chiqarish spektrlari, faqat o'rganilatgan atomlar uchun xarakterli bo'lgan diskret chiziqlar to'plamidan iborat. Molekulyar spektrlar esa bir tekis polosalardan iborat. Birinchidan molekulalar murakkab tuzilishga ega, ikkinchidan molekula erituvchi bilan o'zaro ta'sirida bo'ladi va shuning uchun bu erda energetik o'tishlar atomlaridagiga qaraganda murakkabroq bo'ladi.

Atom-emission va atom-absorbtsion analiz usullarining tushuntirish uchun atomlar molekulyar bog'larga bog'liq emas deb hisoblanadi

Agar atomlarga energiya berilsa, masalan qizdirilganda (issiqlik ta'sir ettirilsa), atomlar qo'zg'atiladi va asosiy holatdan qo'zg'algan yuqoridagi energetik qavatga o'tadi. Vaqt o'tgandan so'ng atomlar o'z holatiga qaytsa (asosiy holatga) issiqlik manbaidan olingan energiya ajralib chiqishi nur (yorug'lik) holatda ajralib chiqsa atomni emission spektri sodir bo'ladi.

Atomlarni qo'zg'atib, ularni emissiyasini hosil qilish uchun issiqlik energiyasidan tashqari yorug'lik energiyasini ta'sir ettirish mumkin. Bu energiya atomning paski qavatidan yuqori qavatiga o'tishga etarli bo'lishi kerak.

Nur yutib atomlar qo'zg'algan holatga o'tadi va nur chiqaradi. Bu jarayon atom fluorestsentsiyasi deyiladi

Atom-absorbtsion jarayonni kuzatish uchun namunani bug xolatiga utkazish kerak. Atomlarga energiyani xar xil yullar bilan utkazish mumkin :

1. issiqlik energiyasi bilan o'tkazish :

a) uchqun

b) plazma

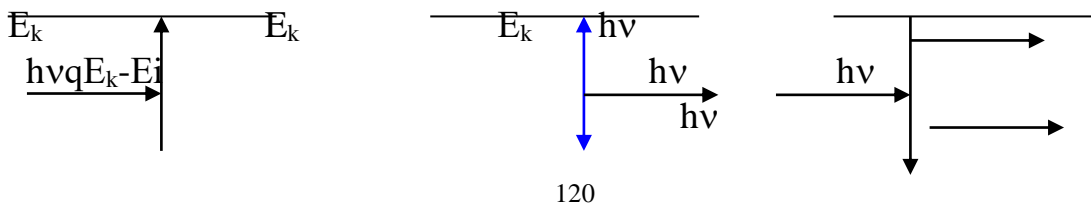
v) olov

g) elektr yoy va hokazolar.

2)Optik energiya ya'ni lazer energiyasi bilan o'tkazish .

### Metallni atom- absorbtsion anilash metodi.

Atom parlari muvozanat xolatiga kelishi uchun atomlar diskret energetik xolatlari yordamida 3 xil utishlar sodir bulishi kerak :





$$\overline{E_i} \quad \overline{E_i} \quad \overline{E_i} \quad \overline{E_i}$$

Atomlarning energetik pogonalar orasida o'tish turlari:

1) Fotonni yutish natijasida atom pastki ( $E_i$ ) pogonadan yukori ( $E_k$ ) energetik pog'onaga o'tadi. Bu utish quyidagi formula bilan ifodalanadi:

$$B_{ik} = \Delta N_{ik} / N_i \rho(\nu_{ik})$$

2) atomni yuqori ( $K$ ) pogonadan pastki pog'onaga o'tishi natijasida spontan nurlanish quyidagi formula bilan ifodalanadi:

$$A_{ki} = \Delta N_{ki} / N_k$$

3) Atomni yuqori ( $K$ ) energetik pogonadan pastki ( $i$ ) energetik pogonaga o'tishi induktsion nurlanish yoki manfiy yutilish deyiladi. Bu quyidagi formula bilan ifodalanadi.

$$B_{ki} = \Delta N'_{ki} / N_k \rho(\nu_{ki})$$

Bunda  $N$ -atomlarni  $i$  va  $k$  holatdagi konsentratsiyasi ;

$\Delta N_{ki}$  – Spontan nurlanish holatdagi o'tish soni ;

$\Delta N_{ik}$  – yutilish holatdagi soni ;

$\Delta N'_{ki}$  – induktsion o'tish soni ;

$\rho(\nu_{ki})$  -energiyani hajmiy zichligi ,  $k-i$  o'tishda tebranma nurlanish ( $\nu$ )

Muvozanat qaror topganda :

$$\Delta N_{ik} = \Delta N'_{ki} + \Delta N_{ki}$$

$A_{ki}$  ,  $B_{ki}$  va  $B_{ik}$  o'tishlar orasidagi bog'lanish quyidagi formula bilan ifodalanadi:

$$A_{ki} = \frac{g_i}{g_k} (8\pi h \nu_{ik}^3 / c^3) B_{ik}$$

$$B_{ik} = \frac{g_i}{g_k} B_{ki}$$

Bunda  $g$  -statik massa

$$g_i = g_k = 1$$

$$V_{ik} = V_{ki}$$

Atomlar soni  $N$  va  $K$  energetik holatga qo'zg'atib o'tishi uchun Boltsman formulasi bilan ifodalanadi:

$$N_i = N_k (g_i / g_k) \exp((E_i - E_k) / kT)$$

Bunda  $N_0$  asosiy holatdagi atomlar soni

$g_i$  va  $g_k$  – asosiy va qo'zg'algan holatdagi atomlarning statik massasi,

$E_i$ -qo'zg'atish energiyasi

$k$ -Boltsman konstantasi

$T$ -bug'ning absolyut temperaturasi

Uolsh  $N_i / N_k$  temperaturani funktsiyasi deb hisoblab, qaysi qo'zg'algan holatda atomlar ko'pligini hisoblab chiqdi.

Qo'zg'algan atomlar soni

Rezonans uzunligi $\text{A}^\circ$	$g_i / g_k$	$N_i / N_k$		
		$2000^\circ\text{k}$	$3000^\circ\text{k}$	$4000^\circ\text{k}$

C <sub>r</sub> 8521	2	4 * 10 <sup>-4</sup>	7 * 10 <sup>-3</sup>	3 * 10 <sup>-2</sup>
Na 5890	2	1 * 10 <sup>-5</sup>	6 * 10 <sup>-4</sup>	4 * 10 <sup>-3</sup>
Ca 4227	3	1 * 10 <sup>-7</sup>	4 * 10 <sup>-5</sup>	6 * 10 <sup>-4</sup>
Zn 2139	3	7 * 10 <sup>-15</sup>	6 * 10 <sup>10</sup>	1 * 10 <sup>-7</sup>

Agar atom bug'i nur manbaidan tashqari kimyoviy elektrik energiyani olsa unda radiatsion muvozanat qaror topmaydi unda

$$\Delta N_{ki} > \Delta N_{ik} - \Delta N_{ki}^*$$

nurlanayotgan energiyaning miqdori yutilayotgan energiyadan ko'p yoki yutilgan va nurlangan energiya orasida balans topadi.

Atom bug'i konsentratsiyasi hamda yutilish intensivligi orasidagi bog'lanish.

Nur  $dF_0 = qf_0(\lambda)d\lambda$ , interval  $\lambda$ ,  $\lambda+d\lambda$  bog'lik bo'lib, bir xil yutilish qatlamidan o'tib, eksponentsial qonun bo'yicha kamayadi;

$$dF_e = f_0(\lambda) \exp(-K(\lambda)L) d\lambda$$

$k(\lambda)qf_0(\lambda)$ -atom bug'ni yutilish koefitsenti deb aytiladi.

$K(\lambda)$  o'lchovi  $\text{sm}^{-1}$

$$K(\lambda) = \frac{1}{l} \ln F_0(\lambda)/F_e(\lambda)$$

$$K(\lambda) = \frac{2,3}{l} \lg \frac{\Phi_0(\lambda)}{\Phi_e(\lambda)} = \frac{2,3}{l} A(\lambda);$$

Bunda  $A(\lambda)$  atom nurini optik zichligi

$$A(\lambda) = 0,43 K(\lambda) \cdot l$$

Atomning absorbttsiya jarayonini kuzatish uchun namunani bug' holatga o'tkazish kerak.

Atom bug'ini olish uchun kimyoviy moddani termik parchalash yuli bilan olish mumkin. Ikki atomli oksidlarni (galliy va indiyning gidrooksidlari) termik parchalanishi juda ham qiyin.

Atom-absorbtsion analizda termik parchalanish reaksiyasi bosim const bo'lganda o'tkaziladi, reaksiyani muvozanat konstantasi:  $\text{MeO} \leftrightarrow \text{Me} + \text{O}$

$$K_p = P_{\text{Me}} \cdot P_{\text{O}} / P_{\text{MeO}}$$

Bunda  $R_{\text{me}}$ ,  $R_{\text{O}}$ ,  $R_{\text{meO}}$  -metal, kislorod, oksid bug'larini partsiyal bosimi;

$R$ -metal va oksidni partsiyal bosimlarining yig'indisi;

$\alpha$ -termik dissotsialanish darajasi;

$$P = P_{\text{Me}} + P_{\text{MeO}}$$

$$P_{\text{Me}} = \alpha P$$

$$P_{\text{MeO}} = (1-\alpha)P \quad \text{bundan}$$

$$\alpha = 1 / (1 + P_{\text{O}} / K_p)$$

Termik dissotsialanish darajasiga ikkita omil ta'sir etadi. Muvozanat konstantasi  $K_r$  va atomar kislorodni partsiyal bosimi  $R_{\text{O}}$ .

Ikki atomli oksidlar uchun muvozanat konstantasi temperatura va dissotsialanish energiyasini bir-biri bilan bog'liqligi Kulikov tenglamasi bilan ifodalanadi:

$$\lg K_p = 30,81 - \frac{0,28}{T} E_0 + 1,19 \cdot 10^{-5} \cdot E_0 - \frac{3535}{T}$$

Temperatura kelvinda o'lchanadi, Eo-Dj/mol, K r-paskalda(Pa)

Havoda kislorodni atom bug'iga o'tkazilsa, uning partial bosimi juda yuqori  $10^4$  Pa bo'ladi. Bu sharoitda  $T=3000K$  bo'lganda ham ko'pchilik oksidlarni termik dissotsilanish darajasi ham past bo'ladi.

Kislorodni havoda atom bo'g'iga o'tkazib bo'lmaydi, chunki uning partial bosimi juda yuqori  $\sim 10000$  Pa bo'ladi. Bu sharoitda  $T/3000K$  bo'lganda ham ko'pchilik oksidlarni termik dissotsialanish darajasi hali past bo'ladi. SHuning uchun kislorodni past partial bosimli atomlarining masalan :atsetilen, butan, propan va hokazolar bilan yondirish natijasida atom bo'g'iga o'tkazish mumkin .

Xar hil elementlar gazli fazada xar hil to'lqin uzunlikdagi nurni yutadi .

Atom-absorbtsion va alangali fotometriya analizi uchun umumiy narsa shuki, ikkala metodda ham modda eritmasi alangaga purkaladi va atomar holatga o'tkaziladi.

Bu metodlarning farqi shundan iboratki, alangali fotometriyada qo'zg'algan atomlardan foydalanilsa, atom-absorbtsion metodda qo'zg'almagan atomlardan foydalaniladi. Bu metod yordamida 80 ga yaqin elementlarni aniqlash mumkin. Metodning ekspressligi, tanlab ta'sir etuvchanligi va sezgirligi yuqori, aniqlanish chegarasi  $10^{-3}$  mkg/ml gacha etadi. Aniqlashdagi xatolik 1-4% dan oshmaydi.

#### **Atom-absorbtsion metodlarning analitik tavsiflari:**

1. Atom-absorbtsion metodlar yordamida 70 dan ortiq elementlarni aniqlash mumkin.

2. Atom-absorbtsion metodi yordamida miqdoran juda kam bo'lgan moddalar yuqlarini aniqlash mumkin, bunda nisbiy standart chetlanish 0,001-0,05 dan ortmaydi.

1. Bir marotaba analiz qilish natijasida bir nechta elementlarni makro va mikro kontsentratsiyalarini aniqlash mumkin. Hozirgi zamon atom-absorbtsion metodlari avtomatlashtirilganligi sababli 1 soat ichida 500 tadan ortiq elementlarni aniqlash mumkin. Masalan: "Perkin Elmer" firmasi AA-spektrometri (model 5000) 50 namunadagi elementlarni 35 minutda aniqlab beradi.

2. Metodning sezgirligi va aniqlik chegarasi yuqori, bu analitik tavsiflar spektrometрни nur kuchiga, namunalarni turiga qarab va qo'zg'atish manbasiga bog'liq bo'lib IYUPAK sistemasi bo'yicha hisoblanadi:

$$PUq3 S_{fon} \quad PUq3 S_{fon}/S$$

Aniqlash chegarasi  $10^{-7}$ - $10^{-4}$  g/l ga teng.

#### **Alanga fotometriyasi.**

Bu metodda analiz qilinayotgan modda eritmaga o'tkazilib, aerosol holida yuqori haroratdagi alangaga purkaladi. Harorat yuqori bo'lgani uchun erituvchi tezda uchun ketadi va qattiq zarrachalar atom holigacha dissotsilanadi. Ularning ba'zi bir atomlari alangadan energiya olib qo'zg'algan holga keladilar va ma'lum chastotali fotonlarni chiqarib, asosiy holiga qaytadilar. CHiqqan nur tegishli sistemadan o'tadi. Sistema esa yorug'likning umumiy oqimidan analiz qilinayotgan eritmaga taalluqli bo'lgan fotonlarnigina ajratadi.

Takrorlanuvchi natijalar olish uchun gaz oqimi tezligi bir xil bo'lishi kerak. Bunda maxsus gorelkalar bo'lib uning ichiga bir maromda gaz va oksidlovchi kiritilib

turadi.

Aniqlanayotgan moddaning eritmasi gaz bilan aralashib, so'ngra yonib ketadi. Gaz bilan havo aralashmasidan hosil bo'lgan qo'zg'algan atomlar soni ko'p bo'lmaydi, alanganing harorati katta emas (1700-3000<sup>0</sup>-S). Bu haroratda oson qo'zg'aluvchi elementlarnigina aniqlash mumkin. (Li, Na, K, Pb, Co, Sr, Ba, Ca, Zn, Ag va boshqalar).

Miqdoriy aniqlash uchun darajalangan grafik tuziladi. Natijani tekshirib ko'rish uchun qo'shimchalar metodidan ham foydalanish mumkin.

Alanga fotometriyasining eng afzallik tomoni shuki, bir-biriga yaqin natijalar beradi.

Alanga fotometriyasida olingan spektrlar, elektr yoyi yoki uchqun haroratidan past.

Alanga har xil organik moddalarni oksidlovchi ishtirokida yonishidan hosil bo'ladi.

Alanga bir necha zonadan iborat bo'ladi. Bir xilda yonayotgan alangada ichki, tashqi va oraliq zona bo'ladi.

Alangani moddaning plazma holatidagi ko'rinishidan biri deb qarash mumkin. CHunki uning ichida oz miqdorda bo'lsa ham, erkin elektronlar ionlarning bo'lishi, uning elektr o'tkazuvchanligi bilan isbotlangan.

Alanganing ichki konusida kislorodning etishmasligi va shuning uchun to'la yonmaslik natijasida SO va N<sub>2</sub> mahsulotlar hosil bo'ladi. Alanganing ichki konusi havorang holda bo'ladi. Tashqi konusda esa, SO va N<sub>2</sub> yonib ketadi. Oraliq zonada yonish reaksiyasi ketmaydi. Gaz doimo bir xil maromda berilsa, barqaror plazma hosil bo'ladi va elementni aniqlashda yaxshi natija olinadi. Aniqlash xatosi 2-4%, ba'zan 0,5-1% bo'ladi.

Alanganing harorati yondirish uchun ishlatilayotgan moddaga bog'liq. +uyida har xil tarkibli gazlar aralashmasining yonish harorati keltirilgan.

Gazlar aralashmasi	Harorat
qaldiraq gaz-havo	1700-1840
propan-havo	1925
atsetilen-havo	2125-2357
vodorod-havo	2000-2045
qaldiraq gaz-kislorod	2730
atsetilen-kislorod	3000-3137
ditsian-kislorod	4380

Analiz qilinayotgan modda eritmasini alangaga purkalganda atomlarning ortiqcha energiyasini ma'lum to'lqin uzunlikdagi nur holatida chiqarguniga qadar juda murakkab jarayonlar sodir bo'ladi.

Alanga eng qulay qo'zg'atuvchi hisoblanadi. Ammo alanga metodining kamchiligi ham bor. Uning sharorati past bo'lgani uchun (masalan 2200<sup>0</sup>S da bor-yo'g'i 0,02% natriy atomlari qo'zg'algan holda bo'ladi, xolos.

Aniqlanayotgan modda alangaga eritma holda purkaladi. Sifat analizi uchun alangaga qattiq moddani ham qo'yish mumkin. Bunda alanga ichida ko'p jarayonlar

sodir bo'ladi, eritmaning bug'lanib

- 1) qattiq zarrachalarning hosil bo'lishi;
- 2) qattiq zarrachalarning bug'lanib atom bug'larini hosil qilishi;
- 3) molekullarning atomgacha dissotsilanishi;
- 4) qisman ionlanish va nihoyat;
- 5) atomlarning kvant nur chiqarib avvalgi holatiga qaytishi mumkin.;

Atomlarning nurlanish intensivligi ularning alangadagi konsentratsiyasi va o'z navbatida eritmadagi ionlar konsentratsiyasiga to'g'ri proporsional

IqKS

Emission metodlarda nurning intensivligi alanga nur oqimini fotoelement yordamida elektr toki (fototok) aylantiruvchi fotometrlarda va spektrofotometrlarda o'lchanadi.

Natijani hisoblash uchun fototok-konsentratsiya koordinatlarida darajalangan grafik tuziladi. Konsentratsiya juda kichik bo'lgan vaqtda atomlar ionlanadi va juda katta bo'lganida qo'zg'almagan atomlar bir-birini qoplab ketadi. Bunday vaqtda qo'shilmalar metodidan foydalanish mumkin. (Bu metodning matni spektrofotometriya bo'limida keltirilgan).

Miqdoriy analiz natijalariga salbiy ta'sir etuvchi omillar:

- 1) Spektral (instrumental) metodlar
- 2) Kimyoviy metodlar
- 3) Fizikaviy metodlar

Spektral metodlarda natijaning to'g'ri chiqmasligi, asosan nurning etarli darajada monoxromat bo'lmasligi bo'lishi mumkin. Bunda o'lchanayotgan chiziq bilan birga detektorga fonning yoki boshqa komponentlarni detektorga tushib qolishi natijaga ta'sir qiladi, ya'ni unga halal beradi.

Kimyoviy to'siqlar jarayonni juda murakkablashtirib yuboradi:

masalan atomlardan molekulaning hosil bo'lishi (misol uchun kaltsiy tuzlarini alangaga purkganda  $\text{SaO}$  va  $\text{SaON}$  hosil bo'ladi, aniqlanayotgan modda alanganing komponentlari bilan qiyin uchuvchi moddalarni (masalan karbidlar) atomlardan ionlarning hosil bo'lishi va hakoza.

Fizikaviy to'siqlar alangaga purkaladigan eritmaning fizik hususiyatlariga bog'liq. Masalan, eritmaning qovushqoqligi va zichligi purkash jarayoniga ta'sir qiladi. Aerosol tomchisining katta-kichikligi va eritmani purkagichga yuborilishi va hakoza.

Aniqlanayotgan komponentning atomlari ionlanmasligi uchun eritmaga boshqa bir element solinadi.

Masalan, alangaga kaliy tuzlari kiritilsa natriyni aniqlashning sezgirligi ortadi, chunki kaliy natriyga qaraganda oson ionlanadi va natriyning ionlanishni kamaytiradi. Plazmatronlarda harorat bir necha mingga teng bo'ladi, qiyin qo'zg'aluvchi ionlarning ionlanmasligi uchun argon solinadi. Bunday oson ionlanadigan elementlarni spektroskopiyada spektral buferlar deyiladi.

### **Mustahkamlash uchun savollar**

1. Atom-spektroskopik analiz metodi qanday spektrlarni aniqlashga asoslangan?
2. Atom spektrlar molekulyar spektrlardan nimasi bilan farq qiladi?

3. Nima uchun molekulyar spektrlar polosalardan iborat?
  4. Aniqlanayotgan birikmani atomar holatga o'tkazish uchun qanday energiyadan foydalaniladi?
  5. Atom-absorbsion analiz metodi qanday atomlarning nur yutilishini o'rganishga asoslangan? Bu metodda nur manbai sifatida nimalardan foydalaniladi?
  6. Atom-absorbsion analizning afzalliklari nimalardan iborat? Bu metodning alangali fotometriya metodi bilan qanday o'xshashlik va farqli tomonlari bor?
  7. Atom-absorbsion analiz metodi qanday kamchiliklarga ega?
  8. Alangali fotometriya metodi deb qanday metodga aytiladi?
  9. Alangali fotometriyada moddalarning miqdorini aniqlash nimaga asoslangan?
  10. Alangali fotometriya metodi yordamida asosan qanday metallarni aniqlash mumkin?
  11. Alangali spektrofotometrlarda monoxromator vazifasini nima bajaradi?
  12. Bu metodda detektorlar vazifasini qanday fotoelementlar bajaradi?
  13. Alangali fotometrlar qanday afzallik va kamchiliklarga ega?
- Qaysi hollarda alangali fotometriya metodi yordamida og'ir metallarni ham aniqlash mumkin?

### **3-ma'ruza**

#### **Molekulyar lyuminestsentsiya**

*Mashg'ulotning maqsadi:* Lyuminestsentsiyaning ta'rifi, turlari va boshqa nurlanishlardan farqi. Molekulyar lyuminestsentsiyaning asosiy xarakteristikalar. Lyuminestsentsiya va lyuminestsentsiyani qo'zgatish spektrlari. Lyuminestsentsiyaning energetik va kvant chiqishlari. Lyuminoforlar. Lyuminescent analizning spektrofotometrik analizdan ustunligi va kamchiliklari. Xemilyuminestsentsiya xodisasi va uning analizda ishlatilishi. Molekulyar lyuminescent analizda ishlatiladigan asboblari va texnik vositalar.

*Ta'lim metodi:* Ko'rgazmali, informativ, ma'ruza, doska, proektor, jadvallar

*Ta'lim shakli:* Ommaviy, jamoada ishlash.

*Ta'lim sharoitlariya:* Talabalar guruhlar bilan hamkorlikda taqdimot o'tkazish imkoniyatini beradigan auditoriya.

*Nazorat va baholash:* Oraliq va yakuniy nazorat: og'zaki, yozma

#### **Ma'ruza rejasi**

##### **Tashkiliy qism.**

Lyuminestsentsiyaning ta'rifi, turlari va boshqa nurlanishlardan farqi. Molekulyar lyuminestsentsiyaning asosiy xarakteristikalar. Lyuminestsentsiya va lyuminestsentsiyani qo'zgatish spektrlari. Lyuminestsentsiyaning energetik va kvant chiqishlari. Lyuminoforlar. Lyuminescent analizning spektrofotometrik analizdan ustunligi va kamchiliklari. Xemilyuminestsentsiya xodisasi va uning analizda ishlatilishi. Molekulyar lyuminescent analizda ishlatiladigan asboblari va texnik vositalar.

## **Lyuminesstent analiz. Lyuminesstentsiyaning hosil bo'lishi va uning sinflanishi.**

Molekula tashqaridan energiya qabul qilib (masalan foton energiyasi), qo'zg'algan holatga keladi va qabul qilgan energiyaning ortiqcha miqdori boshqa modda bilan to'qnashib, uni isitishga-ya'ni aylanma tebranma va elektron energiyasini oshirishga sarf bo'lishi mumkin.

Agar molekula bu ortiqcha energiyaning hammasini yoki bir qismini yorug'lik energiyasi sifatida chiqarsa bunday hodisani lyuminesstentsiya hodisasi deyiladi.

Lyuminesstentsiya bu moddaning yutilgan energiyani yorug'lik energiya holatida chiqarish va nurlanish qobiliyatidir.

Lyuminesstentsiyaning akademik S.I.Vavilov quyidagicha ta'riflagan: jismning nurlanishida ortiqcha energiya nur sifatida ajralib chiqsa va uning nurlanish davri  $10^{-10}$  sekunddan ortiq bo'lsa lyuminesstent nurlanish sodir bo'ladi.

Fan sifatida lyuminesstentsiya birinchi bo'lib 1861 yil Stoks ma'ruzasida ko'rsatiladi, lekin 1945 yilgacha ko'pchilik olimlarning fikricha fluorimetriya ishonchli usul emas deb hisoblangan.

Hozirgi kunda esa, bu qonun haqidagi izlanishlar shuni ko'rsatdiki, sifat va miqdoriy jihatdan bu usul ancha yutuqlarga erishgan.

Lyuminesstent analiz 3 qismga bo'linadi. Bu navli analiz, lyuminesstent mikroskopiya va kimyoviy lyuminesstent analiz.

Navli analiz-moddaning ultrabinafsha nurlarida turli darajada navlanishiga asoslangan va keng sohada qo'llaniladi. Masalan, yoqilg'i, oyna va boshqa ob'ektlar analizida.

Lyuminesstent mikroskopiyaning turli defektlarni aniqlashda ishlatiladi: metall va boshqa moddalarning ustki qismini fluorestsent modda bilan qoplanadi. Agar metall jismda darz ketgan joyi bo'lsa, fluorestsent modda shu yoriqlar ichiga kirishi hisobiga joylari aniq fluorestsent rang beradi.

Kimyoviy lyuminesstent analiz moddaning konsentratsiyasini aniqlashda intensivligining o'zgarishi va fluorestsentsiya rangiga qarab yoki reaksiyadan hosil bo'lgan mahsulotning fluorestsentsiyalanishga uchrashishi yoki bo'lmasa aniqlovchi komponent ishtirokida fluorestsentsiyaning so'nishi asosida topiladi.

Analitik fotolyuminesstentsiyaga to'g'ri talqin berish uchun, boshqa analitik metodlar bilan solishtirib, uning afzalligi va kamchiliklarini bilish kerak.

Bu metodning eng asosiy ustunligi - bu uning yuqori sezuvchanligi, ayrim holatlarda sezuvchanligi radiokimyoviy metodlarga yaqinlashadi.

Analitik muammolarni echish uchun lyuminesstent analiz muhim ahamiyatga ega, masalan ekstraksion-lyuminesstent analiz metodi yordamida begona elementlarni  $10^{-10}$  gr/ml gacha xromni aniqlash mumkin, begona ionlar xalaqit bermaydi.

Juda kam moddalarning miqdorini bu metod yordamida aniqlash mumkin, masalan porfirirlarda  $10^{-9}$  gr mis  $10^{-8}$  gr rux birgalikda aniqlanishi mumkin. Lyuminesstent analiz 0,0001 RZE qo'shilgan holatda alohida ajratib olmay aniqlash qobiliyatiga ega bo'lgan yagona amaliy usul hisoblanadi. Spektrofotometrik usuli bilan  $10^{-5}$  gacha, lyuminesstent usul bilan  $10^{-9}$  gr aniqlash mumkin.

Organik moddalar analizida fotolyuminesstsiya boshqa metodlar orasida kam raqobatga ega, ayniqsa, agar gap kam miqdorli moddalar haqida borsa.

Boshqa metodlarga qaraganda (masalan adsorbtsion spektroskopiya) lyuminesstsiya spektrida bitta emas, bir nechta, ayrim hollarda to'rttagacha spektr berishi mumkin. Bundan identifikatsiyaga asos sifatida foydalanish mumkin.

Noorganik moddalarning lyuminesstsent analizini ko'rilsa barcha moddalar yutgan nurini nur tarzida chiqaravermaydi (lyuminesstsiyalanmaydi). Bu metodning ham kamchiligi, ham afzalligi deyish mumkin. Kamchiligi-shu moddani lyuminesstsent metodi bilan aniqlab bo'lmaydi, afzalligi-boshqa moddani aniqlashda esa xalaqit bermaydi (lyuminesstsiyalanmaydigan moddani ajratib olish shart emas).

Ko'p komponentli aralashmalar analizida noorganik moddalar lyuminesstsent analizini 10 tadan ortiq elementlarni birgalikda bo'lganda ham aniqlash imkoniyatiga ega bo'lgan mass-spektroskopiya va emission spektral analiz metodlari bilan raqobatlasha olmaydi.

Lyuminesstsent analizning ko'proq ishlatiladigan sohasi-bu titrimetriyada (fluorestsent indikator yordamida rN-, metallo-redoks va adsorbtsion indikator sifatida) lyuminoformlarni ishlatish mumkin. Lyuminesstsent titrimetriya yordamida 60 tadan ortiq kimyoviy elementlarni aniqlash mumkin.

### **Lyuminesstsent analizning tavsifi**

1. Qo'zg'atish usuli bilan:

- Fotolyuminesstsiya-elektromagnit nurlanish ta'sirida qo'zg'atilsa;
- Katodolyuminesstsiya-katod nurlari ta'sirida;
- Rentgenolyuminesstsiya-rentgen nurlari ta'sirida;
- Xemilyuminesstsiya-kimyoviy reaksiya energiyasi ta'sirida;
- Tribolyuminesstsiya-kristallarni mexanik ravishda parchalash ta'sirida qo'zg'atilsa;
- Radiolyuminesstsiya-radioaktiv nurlari ta'sirida;
- Ionolyuminesstsiya-ishqoriy metallar ionlari vakuumda nurlanishi ta'sirida;
- Sonolyuminesstsiya-ultratovush ta'sirida;
- Kandolyuminesstsiya-termik qo'zg'atish ta'sirida;
- Atom fluorestsentsiya-atomlarni nurlanishi: alangada optik qo'zg'atish natijasida.

2. Lyuminesstsent usulning mexanizmi yoki kinetikasi asosida:

a) rezonans lyuminesstsiya;

b) spontan lyuminesstsiya;

v) majburiy lyuminesstsiya;

g) rekombinatsiyali lyuminesstsiya;

3. Lyuminesstsiyalanish vaqti asosida:

a) Fluorestsentsiya-spontan nurlanish uzunligi  $10^{-9}$ - $10^{-10}$  sekund. Nur manbai o'chirilganda nurlanish ham shu zahoti to'xtaydi.

b) Fosforestsentsiya-majburiy nurlanish, uzunligi 0,01 sekunddan bir necha sekundgacha. Nur manbai o'chirilganda ham ma'lum vaqtgacha nurlanib turadi.



4. Nurlanish turi asosida:

- a) Diskret markazlarning nurlanishi;
- b) Kristallofosforlarning nurlanishi.

#### **Lyuminestsent moddalarning asosiy tavsifi**

Eng asosiy lyuminestsent moddalarni lyuminestsent analizda ishlatish uchun kerakli tavsifi, bu lyuminestsentsiya spektri va lyuminestsentsiyaning chiqishidir.

Molekulalar, atomlar yoki ionlar qo'zg'almagan holatdan qo'zg'algan holatga o'tganda, nur yutish spektri paydo bo'ladi, qo'zg'atilgan holatdan asosiy holatga o'tganda lyuminestsentsiyani elektron spektri paydo bo'ladi.

Nur yutilishi va chiqarilishini tushuntirish uchun kvant nazariyasi ishlatiladi, bu nazariya bo'yicha, nur energiyasi alohida portsiyalar (kvantlar) holida yutiladi va chiqariladi.

Amaliyotda lyuminestsent metodlarda nur chiqarish intensivligi eng yuqori bo'lgan to'lqin uzunligi tanlanadi.

Organik moddalarni va ularning metallar bilan komplekslari o'rganilayotganda (ayniqsa suyuq azot haroratida) lyuminestsentsiya spektrini bilish shart bo'ladi. Chunki bu spektrlar asosida sifat va miqdoriy analiz qilish mumkin.

Organik reagentlarning lyuminestsentsiyasini o'rganilayotganda nurlanishning 2 turini bilish kerak: kam yashaydigan ( $10^{-9}$ - $10^{-7}$  sek), va uzun yashaydigan ( $10^{-4}$ - $10^{-2}$  sek). Kishning nazariyasi bo'yicha ko'pchilik ma'lum bo'lgan organik reagentlar nurni chiqaradi faqat eng pastki elektron-qo'zg'algan holatda ( $S_1^*$  yoki  $T_0$ -holatlarda). Molekula qo'zg'algan holatdan turg'un holatga o'tishi 3 xil bo'ladi.

1)  $S_1^x \rightarrow S^0$  -o'tish fluorestsentsiya deyiladi, bunda molekula energiyasini kvant nur holida chiqarib asosiy holatning tebranma harakatdagi istagan pog'onasiga (elektron spini o'zgarmagan holda) qaytishi mumkin.

2) Molekula boshqa zarrachalar bilan to'qnashganda o'z energiyasini issiqlik energiyasi holda chiqarishi mumkin. Bu hol ichki konversiya deyiladi ((a) katta to'lqinli strelka).

3) Molekulaning qo'zg'algan  $S^x$  holatdan metastabil  $T^0$  holatga va so'ngra ichki konversiya natijasida issiqlik chiqarib yoki nur kvanti chiqarib asosiy  $S_0$  holatga o'tishi fosforestsentsiya deyiladi.

$S^0$  - $S^*$ -nur yutilish  $S^* \rightarrow T^0$ -nur yutishsiz tripletga interkombinatsion o'tish. Kvant kimyosi nazariyasi bo'yicha bir xil multipl holatlarda o'tish mumkin (masalan, singlet-singlet yoki triplet-triplet)  $T^0 \neq S^0$ .

Suyuq azotni temperaturasiga keltirilsa  $S_1^*$  holatdan  $T^0$  holatga va  $T^0 \rightarrow S^0$  ga o'tish mumkin bo'ladi va chiqqan nurning nomi fosforestsentsiya deyiladi.

Ko'pchilik molekulalarning eng turg'un holati singlet hisoblanadi, ya'ni spinlar yig'indisi nolga teng. Singlet holatda bir orbitalda joylashgan elektronlar antiparallel.

Spinning o'zgarmasdan elektronlarning o'tishi singlet-singlet o'tish deyiladi. Masalan,  $S_0 \rightarrow S_1^*$ ,  $S_0 \rightarrow S_2^*$  o'tishlar nur yutilish bilan boradi.  $S^* \rightarrow S^0$  o'tish esa fluorestsentsiya bo'ladi.

Triplet ( $T_1$ ,  $T_2$ , ... va h.k) holatda qo'zg'algan va asosiy holatda qolgan elektronlarning spinlari parallel.

Spinlar yig'indisi birga teng.

Singlet va triplet holatlar o'rtasida o'tishga, masalan  $S_1^* \rightarrow T$  misol bo'la oladi.

Bunday o'tishlar **interkombinatsion konversiya** deyiladi, ayrim hollarda masalan og'ir atomlarni aniqlashda (masalan galogenlarni) bo'lib qolishi mumkin.

Triplet holda molekula o'z energiyasini tez yo'qotishi mumkin, juftlashmagan elektroni bo'lgan elementlar (masalan kislorod molekulasi bilan boshqa molekulalar to'qnashishi va hokazo). SHuning uchun fluorestsentsiyaga qaraganda fosforestsentsiya ancha kam uchraydi. Fosforestsentsiya organik moddalarda, ayniqsa ular sovutilgan holda bo'lsa ko'p uchraydi.

### **Stoks-Lommel qoidasi.**

Jism tomonidan yutilgan energiyaning bir qismi issiqlik energiyasi holida chiqadi. SHuning uchun lyuminestsentsiyada chiqayotgan yorug'lik nurining kvantlari energiyasi qo'zg'atuvchi nurning kvantlari energiyasidan kam bo'ladi. Stoks qoidasi bo'yicha fluorestsentsiya spektrining to'lqin uzunligi nur yutilish spektrining to'lqin uzunligiga qaraganda doim katta bo'ladi.

$S^0 \rightarrow S^*$ -nur yutilish

$S^* \rightarrow S^0$ -lyuminestsentsiya qoidasi

Lyuminestsentsiyalanish xossasiga ega bo'lgan modda birinchi bo'lib nur yutadi. (Stoks qoidasi).

Auksoflorlar-bu lyuminestsentsiya intensivligini kuchaytiradigan moddalar. Stoks qonuni lyuminestsentsiya moddani rangini oldindan aytib bera oladi.

Lyuminestsentsiyani spektri va uning maksimumi nur yutilish spektriga va uning maksimumiga qaraganda batoxrom siljigan bo'ladi.

YUtilish spektrining maksimumi bilan fluorestsentsiya maksimumi orasidagi masofa **stoks siljishi** deyiladi. Bu masofa qanchalik katta bo'lsa, qo'zg'atuvchi nurni ajratish shunchalik oson bo'ladi.

### **Lyovshinning ko'zgu simmetriyasi qoidasi.**

#### **Lyuminestsentsiyani energetik va kvant chiqishi.**

V.L. Lyovshin 1931 yilda o'zi kuzatgan hodisani quyidagicha tavsifladi: Agarda lyuminestsentsiyani va nur yutish spektrini koordinatada chizilsa, unda lyuminestsentsiya va nur yutilish spektrlari chastotalar kesishgan nuqtadan perpendikulyar chiziqqa nisbatan simmetrik xolda bo'ladi.

Ko'zgu simmetriyasi qoidasi yutilish va lyuminestsentsiya spektrining biri bo'lsa, ikkinchisining grafigini tuzishga imkon beradi.

YUtilish va nurlanish spektrlarining ko'zgu simmetriyasi faqat murakkab molekulalar uchun mavjud bo'lib, oddiy molekulalarda kuzatilmaydi. Bu qoidadan foydalanib, elektronning o'tish chastotasini topish mumkin ( $\lambda_0$ ni topish qiyin bo'lgan hollarda).

Ko'zgu simmetriyasining hosil bo'lishi molekulaning qo'zg'algan va asosiy holatdagi spektrlarining o'xshashligi molekulalararo ta'sirlanish kuchlarining o'zgarmasligini ko'rsatadi. YUtilish spektri ko'pincha ultrabinafsha yoki ko'rinuvchan nurning boshlang'ich qismida bo'ladi.

Antistoks sohasida Stoks qoidasi to'g'ri kelmaydi, chunki  $\lambda_{yu} > \lambda_1$  ( $\nu_{yu} < \nu_1$ ).

#### **Lyovshin qoidasi bo'ysinishi:**

1. Agar asosiy va qo'zg'atilgan holatlarda qavatcha sonlari to'g'ri kelsa.

2. +avatcha orasi har bir holatda bir xil bo'lsa.

Lyovshin qoidasini matematik ifodasi:

$$v_{yu} + v_l = 2v_0. \quad v_{yu} + v_l = 2(v_{yu} + v_0)$$

bunda  $v_{yu}$  va  $v_l$  - nur yutilishini va lyuminescentsiyani simmetrik chastotalari.

$v_0$  - simmetriya chizig'ini chastotasi.

Bu tenglamalardan ko'rish mumkin:  $\Delta v = v_{yu} + v_l$  va  $v_{yu}$  lar, bir-biri bilan to'g'ri chizikli bog'lanishda bo'ladi. Ordinatanidan  $\Delta v$ , abtsissadan  $v_{yu}$  sonlari qo'yib chiqilsa, ko'zgu simmetriyasi qoidasi bajarilganda to'g'ri chiziq olish mumkin. Burchakning tangensi 2 ga teng bo'ladi.

Ko'zgu simmetriyasi qoidasi yutish yoki lyuminescentsiya spektrining biri bo'lsa, ikkinchisining grafigini tuzishga imkon beradi.

YUtilish va nurlanish spektrlarining ko'zgu simmetriyasi faqat murakkab molekulalar uchun mavjud bo'lib, oddiy molekulalarda kuzatilmaydi.

Bu qoidadan foydalanib elektronning o'tish chastotasini topish mumkin. Ba'zi moddalarning nurlanish spektri orqali uning yutilish spektrini topish mumkin ( $v_{yu}$  ni topish qiyin bo'lgan hollarda).

Ko'zgu simmetriyasining hosil bo'lishi molekulaning qo'zg'algan va normal holatdagi spektrlarining o'xshashligi, molekulalararo ta'sirlanish kuchlarining o'zgarmasligini ko'rsatadi. YUtilish spektri ko'pincha ultrabinafsha yoki ko'rinuvchi nurning boshlang'ich qismida bo'ladi.

### **Fluorestsentsiya intensivligini konsentratsiyaga bog'liqligi**

Nur oqimi konsentratsiyasi  $S$  bo'lgan eritmadan o'tganda bir qismi yutiladi. Lekin yutilgan nurning bir qismigina fluorestsentlanadi va bu miqdor lyuminescentsiyaning kvant chiqishi- $V_l$  bilan ifodalanadi:  $I_q B_l I_{yu}$

Nurning yutilish intensivligi  $I_{yu}$  tushayotgan nur bilan eritmadan o'tgan (eritma qalinligi  $I_0$ ) nurning ( $I_1$ ) farqiga teng.  $I_{yu} q I_0 - I_1$ .

Buger-Lambert-Ber qonuniga asosan  $I_1 q I_0 \cdot 10^{-\epsilon l C}$ .

Demak  $I_{yu} q I_0 - I_1$

$I_{yu} q I_0 - I_0 \cdot 10^{-\epsilon l C} q I_0 (1 - 10^{-\epsilon l C})$  va  $I_{Aq} B_A \cdot I_0 (1 - 10^{-\epsilon l C})$

agar 6 s ko'paytmaning qiymati kichik ( $\ll 0,01$ ) bo'lsa, u vaqtda birni hisobga olmasa ham bo'ladi.

U vaqtda  $I_{Aq} 2,3 B_A I_0^{-\epsilon l C}$  bo'ladi.

Kyuvetaning qalinligi bir xil bo'lganida  $2,3 B_A I_0^{bl}$  doimiy son bo'lib qoladi va koeffitsient  $K$  bilan ifodalash mumkin. Unda lyuminescentsiya intensivligi  $I_{Aq} K S$  bo'ladi. SHunday qilib lyuminestsentsiyalanadigan modda konsentratsiyasi juda kichik bo'lgan xollarda lyuminescentsiya intensivligi bilan konsentratsiya o'rtasida chizikli bog'lanish bor ekan. Bu esa lyuminescentsiyalanadigan moddalarni miqdoriy aniqlash imkonini beradi.

### **Lyuminescentsiyaning so'nishi**

Lyuminescentsiyaning kvant chiqishining kamayishi lyuminescentsiyaning so'nishi deyiladi. Bunda har xil sabablar bo'lishi mumkin: Haroratning ortishi, konsentratsiyaning o'zgarishi, tashqi ionlar ta'siri, molekulalarda ichki o'zgarishlar va h.k.

Vavilov lyuminescentsiyaning so'nishini ikki turga bo'ladi.

1) So'nishning birinchi turi - molekula ichki strukturasi o'zgarishidir. Bu o'zgarishlar molekula qo'zg'algan holatda ham sodir bo'lishi mumkin. Lekin bu holatdan qo'zg'atuvchi manba olib qo'yilganda fosforesentsiyaga ta'siri bo'lmaydi.

2) So'nishning ikkinchi turi - tashqi faktorlarning ta'siri, masalan eritmada begona ionlar ta'siri, nurni so'ndirishning boshqa sabablari ham bor.

Haroratning ortishi bilan ham nurlanish so'nadi.

Organik moddalarning qovushqoqligi harorat ortishi va natijada molekulaning tebranma harakati ortishi natijasida atomlar nur chiqarmasdan normal holatga o'tishi mumkin.

Xona haroratida ko'pchilik organik moddalar nur chiqarmaydi. Ularni sovitilsa nurlanish hosil bo'ladi, chunki sovutilganda ba'zi bir molekulalarning aylanma harakati kamayib ketadi.

A.N. Trenin ma'lumoticha, aromatik birikmalarning bug'ida, ya'ni molekulalarning o'zaro ta'siri deyarli bo'lmagan holda ham lyuminesentsiya kuchli so'nadi.

V.I. Levshinning kuzatishi bo'yicha, bo'yoqlarning eritmalarida harorat ta'sirida lyuminesentsiyaning so'nishi, modda konsentratsiyasiga bog'liq emas.

Konsentratsion so'nish. Modda konsentratsiyasi ortsa ham nurlanish suayadi yoki butunlay so'nadi.

Lyuminesentsiyaning so'nishi qaytar jarayondir. Modda konsentratsiyasining ortishi nurlanishni kamaytira yoki butunlay so'ndirsa konsentrlangan eritmalarini suyultirganda esa nurlanish yana paydo bo'ladi.

Nurlanishning so'nishi haqida ikki nazariya bor:

1. Molekulalarning assotsiatlanishi nazariyasi.

2. Energiyaning migratsiyalanish nazariyasi.

1) Konsentratsiyaning ortishi zarrachalar orasidagi masofaning kamayishiga olib keladi. Ko'pchilik moddalar uchun konsentratsiya  $10^{-4}$ - $10^{-3}$  g/mol orasida bo'ladi. Bu vaqtda molekulalar oralig'i 25-100Å ga to'g'ri keladi va nurning to'lqin uzunligidan ancha kam assosiatlarning hosil bo'lishida muhit juda ahamiyatli.

Masalan konsentratsiya  $10^{-3}$  g/sm<sup>3</sup> bo'lgan rodaminning suvli eritmasida lyuminesentsiyaning chiqishi nolga teng, ammo butil spirtidagi eritmasi  $10^{-2}$  g/sm<sup>3</sup> bo'lganda nurlanish 40% gacha ko'tariladi.

2) Ikkinchi- migratsion nazariya Vavilov S.I. tomonidan ishlab chiqilgan bo'lib, uning fikricha yutilish va nurlanish spektrlari bir-birini qoplab yuborsa so'nish eng kuchli bo'ladi.

Birinchi turdagi nurlanishni so'ndiruvchilarga I<sup>-</sup>, Br<sup>-</sup>, SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>, Cu<sup>2+</sup>, Fe<sup>2+</sup>, gidroksinon, anilin va boshqa oson oksidlanuvchilar misol bo'lib, quyidagi qatorga qo'yish mumkin: I<sup>-</sup> > SCN<sup>-</sup> > Br<sup>-</sup> > Cl<sup>-</sup> > [COO]<sub>2</sub><sup>2-</sup> > Ac<sup>-</sup> > SO<sub>4</sub><sup>2-</sup> > NO<sub>3</sub><sup>-</sup> > F<sup>-</sup>

Kimyoviy xarakter belgilari quyidagicha:

1) So'ndiruvchini eritmaga qo'shilganda lyuminesentsiya spektrining o'zgarishi.

2) Eritmaning suyultirilgan vaqtda nur chiqishini avvalgi holiga kelmasligi.

SHu belgilar bo'lmagan holda lminestsentsiya kamaysa yoki tamoman yo'qolsa, u vaqtda nurlanish fizikaviy ta'sir natijasida ro'y bergan bo'ladi. Bunda qo'zg'algan molekula o'z energiyasini so'ndiruvchi moddaga bergan bo'ladi.

### Lyuminestsentsiyani energetik va kvant chiqishi.

Lyuminestsent moddalarni asosiy kattaligi bu lyuminestsentsiyani chiqishi. Lyuminestsentsiya chiqishi qo'zg'algan nurning qancha qismi lyuminestsent nurlanishga sarf bo'lganligini ko'rsatadi.

Lyuminestsent chiqish ikkiga bo'linadi: energetik chiqish ( $Q_{en}$ ) va kvant chiqish ( $Q_{kv}$ ).

$Q_{kv}q \frac{N_{\pi}}{N_{\sigma}}$  Kvant chiqish, bu lyuminestsent kvantlar sonining umumiy yutilgan kvantlar soniga nisbatidir.

$Q_{en}q \frac{E_{\pi}}{E_{\sigma}}$  Energetik chiqish bu lyuminestsent energiyasining umumiy yutilgan energiya soniga nisbatidir.

E $q$ h $v$  (Bunda  $h$ -Plank doimiysi,  $v$ -nur to'lqin chastotasi).

$$Q_{en}q \frac{h\nu_{\pi}}{h\nu_{\sigma}} \quad \frac{h\nu_{\pi}^1}{h\nu_{\sigma}^1} < \frac{h\nu_{\pi}^2}{h\nu_{\sigma}^2} < \frac{h\nu_{\pi}^3}{h\nu_{\sigma}^3} < \frac{h\nu_{\pi}^4}{h\nu_{\sigma}^4} < \frac{h\nu_{\pi}^5}{h\nu_{\sigma}^5}$$

$$\nu_{\sigma}^1 > \nu_{\sigma}^2 > \nu_{\sigma}^3 > \nu_{\sigma}^4 > \nu_{\sigma}^5$$

0-Antistoks sohasi  $\nu_{yu} < \nu_l$ ,  $\lambda_{yu} > \lambda_l$

Stoks sohasi  $\nu_{yu} > \nu_l$ ,  $\lambda_{yu} > \lambda_l$

Qo'zg'atilgan nurni to'lqin uzunligi oshishi bilan energetik chiqish ma'lum bir chastotagacha oshadi, shu chastotadan keyin keskin kamayadi va 0ga yaqinlashadi. Bu Vavilovning birinchi qoidasi.

Energetik chiqishni keskin kamayib ketishi antistoks sohasida sodir bo'ladi (bunda  $\lambda_{yu} < \lambda_l$ ).

$$Q_{en}q \alpha \lambda_{yu} \quad Q_{en}q \quad Q_{kv}q \frac{\lambda_{\sigma}}{\lambda_{\pi}} \quad q \quad \alpha \lambda_{yu} \quad Q_{kv} \quad q \alpha \lambda_l q \text{const}$$

Kvant chiqish yutilgan nur to'lqin uzunligiga bog'liq emas.  $Q_{kv}$   $\lambda_{yu}$  oshirilganda o'zgarmaydi. Bu Vavilovning ikkinchi qoidasi.

Antistoks sohasida  $Q_{kv}$  kamayib boradi.

Kvant chiqish lyuminestsent modda konsentratsiyasiga, temperaturaga, begona ionlar konsentratsiyasiga bog'liq.

Kvant chiqishining kamayib borishi, lyuminestsentsiyaning so'nishi ham deyiladi. Analitik lyuminestsent moddani konsentratsiyasi katta bo'lsa unda lyuminestsent so'nishi boshlanishini bilishi kerak:

$$Q_{kv}q Q_0 \bullet C^{-k(C-C_0)}$$

Bunda  $Q_0$ -juda suyultirilgan holatda lyuminestsentsiyani chiqishi.  $k$ -konstanta.

Har xil lyuminestsent moddalar uchun  $S_0$  va  $k$  spetsifik bo'ladi. Agar  $S < S_0$ ; unda  $Q_{kv} = \text{const}$ .

Lyuminesstent metodda kvant chiqishi shu moddaning sezgirligini bildiradi. Kvant chiqishi qanchalik katta bo'lsa, sezgirligi shunchalik katta bo'ladi.

Lyuminesstent analizda moddaning kontsentratsiyasini bilish uchun uning chiqarishi intensivligini (fluorestsentsiya intensivligi)  $I_{fl}$  bilish kerak.  $I_{fl}$  moddaning yutilgan nurni energiyasiga to'g'ri proporsional ( $I_{yut}$ ) va  $\varphi_k$ .

$$I_{fl} = I_{yut} \cdot \varphi_k$$
$$I_{fl} = I_0 \cdot \varepsilon \cdot C \cdot l \cdot \varphi_k$$

$\varepsilon$ ,  $l$  va  $I_0$ -konstantalar.  $a \cdot \varphi_k \cdot \text{const}(S < S_0)$  bo'lganda  $I_{fl} = k \cdot C$ .

Ordinatada-  $I_{fl}$ , abtsissaga- $S$  sonlari qo'yilsa, lyuminesstent metodlarida ishlatiladigan to'g'ri chiziqli bog'lanishni olish mumkin.

Lyuminesstent analizda eng ko'p ishlatiladigan molekulyar lyuminesstentsiya, xususiy holda fluorestsentsiyadir.

### **Lyuminesstentsiyaga ta'sir etuvchi omillar.**

Lyuminesstentsiyaning intensivligi har xil omillarga bog'liq:

#### **1. Kontsentratsiya.**

Kontsentratsiyaga bog'liqligi analitik uchun eng kerakli bo'lib, u ikki xil xususiyatga ega.

a) Kontsentratsiya oshishi bilan lyuminesstentsiya intensivligi oshadi.

b) Ba'zi hollarda bog'liqligi to'g'ri proporsional

$$u = a + vx$$

#### **2. Temperatura.**

A) Harorat oshirilsa lyuminesstentsiya intensivligi kamayadi. Energiya issiqlik harakatiga sarf bo'ladi. Molekula ionlarga dissotsilanadi.

B) Harorat pasaysa  $I_{fl}$  ortib boradi, chunki aylanma tebranma energiyalari kamayadi.  $Q_{kv}$  ortadi.

3. Eritma va erituvchining pHi, ion va molekulyar holatlardan har xil  $I_{fl}$ ga ega.

#### **4. Metall ion ta'siri.**

A) Me (Fe, Co, Ni, Cr, o'tish metallari) lyuminesstentsiyani so'ndiradi.

B) Me (Be, Ca, Na, Al, Ga) lyuminesstentsiya intensivligini oshiradi.

### **Lyuminoforlarning kimyoviy tarkibi.**

Lyuminesstentlanuvchi barcha moddalar umumiy holda lyuminoforlar deb ataladi.

Kimyoviy tabiatiga qarab ular ikki sinfga bo'linadi:

1. Anorganik lyuminoforlar, ko'pincha ularni sodda qilib, lyuminoforlar deyiladi.

2. Organik lyuminoforlar yoki organolyuminoforlar deyiladi.

Anorganik va organik lyuminoforlar nurlanish tabiatiga qarab bir-biridan farqlanadi. Organik lyuminoforlarda qo'zg'atuvchi nurni yutish va nurlanish jarayoni lyuminesstentlanishga qodir bo'lgan har bir molekulada bo'ladi.

Anorganik lyuminofor aktivlashtirilgan va kristall tuzilishga ega bo'lgan moddalarga lyuminesstentlanish vaqtida atomlar yoki molekulalar emas, ularning kristallari ishtirok etadi. Bunday lyuminoforlar kristallofosforlar deb ataladi. Yutilgan energiyani nur sifatida chiqarish hamma organik moddalarga emas, balki ularning kimyoviy strukturasi bog'liq.

## Mustahkamlash uchun savollar

1. Lyuminesstsent analiz.
2. Lyuminesstsentatsiyaning hosil bo'lishi
3. Lyuminesstsentatsiyaning sinflanishi.
4. Lyuminesstsent analizning tavsifi.
5. Qo'zg'atish usuli bilan.
6. Lyuminesstsent usulning mexanizmi
7. Lyuminesstsent usulning kinetikasi
8. Lyuminesstsentatsiyalanish vaqti
9. Nurlanish turi
10. Lyuminesstsent moddalarning asosiy tavsifi.
11. Stoks-Lommel qoidasi.
12. Lyovshinning ko'zgu simmetriyasi qoidasi.
13. Lyuminesstsentatsiyani energetik va kvant chiqishi.

### 4-ma'ruza

#### Elektrokimyoviy analiz usullari

*Mashg'ulotning maqsadi:* Elektrokimyoviy analiz usullarining umumiy tavsifi va sinflanishi. Elektrokimyoviy zanjir. Indikatorli elektrod va solishtirma elektrodlar. Elektrokimyoviy muvozanat potentsiali. Tok o'tayotganda elektrokimyoviy zanjirlarda kuzatiladigan xodisalar: kuchlanishning qarshilik ta'sirida pasayishi, kontsentratsion va kinetik qutblanishlar. Elektrokimyoviy analiz usullarining sezgirligi va tanlanuvchanligi mazmun va mohiyatini ochib berish.

*Ta'lim metodi:* Ko'rgazmali, informativ, ma'ruza, doska, proektor, jadvallar

*Ta'lim shakli:* Ommaviy, jamoada ishlash.

*Ta'lim sharoitlariya:* Talabalar guruhlarini bilan hamkorlikda taqdimot o'tkazish imkoniyatini beradigan auditoriya.

### Ma'ruza rejasi

#### Tashkiliy qism.

Elektrokimyoviy analiz usullarining umumiy tavsifi va sinflanishi. Elektrokimyoviy zanjir. Indikatorli elektrod va solishtirma elektrodlar. Elektrokimyoviy muvozanat potentsiali. Tok o'tayotganda elektrokimyoviy zanjirlarda kuzatiladigan xodisalar: kuchlanishning qarshilik ta'sirida pasayishi, kontsentratsion va kinetik qutblanishlar. Elektrokimyoviy analiz usullarining sezgirligi va tanlanuvchanligi

- Kimyoviy analizning bu usuli elektrodlar ustida yoki elektrodlar oralig'ida sodir bo'layotgan jarayonlarga asoslangan.

- Bunda sistemaning qator kattaliklari (potensial, tok kuchi, elektr miqdori, qarshilik, sig'im, elektr o'tkazuvchanlik yoki dielektrik xossalari) o'zgaradi.

- 1) ELEKTROD REAKTSIYALARIGA ASOSLANGAN

(potentsiometriya, voltamperometriya: polyarografiya, amperometriya, inversion voltamperometriya, xronoamperometriya, xronopotentsiometriya va boshqa voltamperometrik usullar, kulonometriya, elektr gravimetriya);

• 2) ELEKTROD REAKTSIYALARI BILAN ALOQADOR BO'LMAGAN (past va yuqori chastotali konduktometriya, dielkometriya);

• 3) QO'SH ELEKTR QAVATNING O'ZGARISHI BILAN BOG'LIQ BO'LGAN (tenzometriya, elektr sorbtion analiz).

• Konduktometriyada aniqlanuvchi moddalar eritmalarining elektr o'tkazuvchanliklarini o'lchashga asoslangan. Elektr o'tkazuvchanlik kimyoviy reaksiyalar natijasida o'zgaradi va elektrolitning tabiatiga, uning temperaturasiga va eritmaning konsentratsiyasiga bog'liq bo'ladi

• Elektr o'tkazuvchanlik: Birlik: Sm-simens (1 Om qarshilikli o'tkazuvchining elektr o'tkazuvchanligi-EO')

• Solishtirma EO' –  $\kappa$ : (Sm/m): 1m<sup>3</sup> eritmadagi 1 m uzoqlikda turgan 1 m<sup>2</sup> li elektrodning o'tkazuvchanligi.

• SEO' ulushi: Sm/sm. Eritma ml.

• Ekvivalent-1 mol ekv eritmadagi 1 sm masofada turgan elektrodning EO'

• To'g'ri konduktometriya: Suyultirilgan yoki chergarali konsentrlangan eritmalarining elektr o'tkazuvchanligini konsentratsiyaga bog'liqligi.

To'g'ri konduktometriyani amalda qo'llanilishi: Distillangan suvning sifatini. Texnik suvni. Oqava suvlarni. Metallurgiyada uglerod konts. (10<sup>-2-3</sup> %). Oziq ovqatda: sut, ichimliklar

To'g'ri konduktometriyani tavsifi: YUqori ekspresslik. O'lchash asboblarning oddiyliigi, topish mumkinligi, ishlatish qulayligi va etarlicha aniqligi. Avtomatik va masofaviy analiz. Aniqligi: 1...2%, 0,2% gacha.

• POTENTSIOMETRIYA: tekshiriluvchi eritmaga botirilgan indikator-elektrod potentsialining kimyoviy reaksiya natijasida o'zgarishini o'lchashga asoslangan, potentsialning qiymati temperaturaga va eritma konsentratsiyasiga bog'liq bo'ladi

• BEVOSITA POTENTSIOMETRIYA: (ionometriya) Elektrod reaksiyasining ishtirokchisi aktivligini yoki konsentratsiyasini, zanjir EYUK si yoki elektrod potentsialini o'lchash orqali topishga asoslangan

• Eritmaga botirilgan elektrod potentsiali eritmadagi erigan modda miqdoriga qarab o'zgaradi.

• Demak elektrod potentsialining o'zgarishini o'lchash yo'li bilan moddaning miqdor analizini o'tkazish mumkin. Elektrodlar bitta eritmaga botirilgan bo'lsa ion ko'chmaydigan, boshqa-boshqa eritmaga botirilgan bo'lsa ion ko'chadigan zanjir bo'ladi

• Potentsiometrik analiz metodi aniqlanishi kerak bo'lgan modda eritmasiga botirilgan ikkita elektrodning potentsiallar ayirmasini o'lchashga asoslangan.

• Nernst tenglamasi bo'yicha aniqlanadigan indikator elektrodning potentsiali eritma konsentratsiyasiga proporsionaldir.

•  $E = E^0 + RT \ln C/nF$

• Indikator elektrodning potentsialini to'g'ridan-to'g'ri o'lchab bo'lmaydi. Uning potentsiali amaliyotda indikator elektrod va solishtirma elektrodlardan tuzilgan



galvanik elementning elektr yurituvchi kuchi (e.yu.k) qiymati bilan o'lchanadi.

$$E_{\text{ind.el.}} = E_{\text{galvanik}}$$

$$E_{\text{solishtirma}} = \text{const}$$

Quyidagi sabablarga ko'ra voltmetrni elektrodلarga to'g'ridan-to'g'ri ulab aniqlash mumkin emas

- 1. Vol'tmetrning ishlashi uchun ma'lum miqdordagi elektr toki kerak.
- 2. Agar bu tokni tuzilgan galvanik element hosil qiladigan bo'lsa, u holda reaksiyaga kirishuvchi moddalar konsentratsiyasining o'zgarishi natijasida, shu galvanik element potentsialining pasayishi kuzatiladi.

Elementning ichki qarshiligi ham kuchlanishning pasayishiga olib keladi. SHuning uchun elementning o'lchanadigan potentsiali uning real potentsialidan kichik bo'ladi.

Element potentsialining haqiqiy qiymatini olish uchun, o'lchash jarayonida undan kam miqdordagi tok o'tib turish kerak.

Bu talablarga javob beradigan o'lchov asbobi potentsiometrdir

Potentsiallarni to'g'ridan-to'g'ri o'lchash elektron-vol'tmetrlarda amalga oshiriladi

Elektron vol'tmetrlari zanjirda tok kuchi  $10^{-12} - 10^{-14}$  a bo'lganda ishlaydi va ular ulanganda aniqlanayotgan element potentsiali o'zgarmaydi.

Bunday asboblarni rN-metrlar deyiladi va ularning shkalalari millivoltlarda darajalangan bo'ladi.

rN tushunchasi fanga 1909 yilda Zyorensen tomonidan kiritilgan

• Polyarografiya: yacheykada elektrokimyoviy reaksiyaga bog'liq ravishda o'zgaruvchi tok kuchini o'lchashga, moddaning oksidlanishi yoki qaytarilishi natijasida indikator – simob mikroelektrod yuzasida vujudga keladigan tok kuchini o'lchashga asoslangan

• YAcheyka - eritilgan modda va bufer eritma aralashmasi quyilgan va tomchi simob elektrod tushirilgan shisha idish

• Tomchi simob elektrodidan simob tomib, yuzasi yangilanib turadi. Elektrodning potentsiali reaksiya uchun zaruriy potentsialdan farq qiladi va qutblanish ro'y beradi.

• Polyarografiya – qutblanishni yozish (voltamperimetriya xam deyiladi)

• Sistemaning potentsiali oshganda aniqlanuvchi modda elektrokimyoviy reaksiyaga kirishadi va tok keskin ortadi. Potentsial yana ortirilsa o'sha qatlamda modda tugab, tok o'zgarmay qoladi, natijada modda qatlam tomon diffuziyalanadi. Tezlik o'zgarmas bo'ladi. Bu tokni diffuzion tok deyiladi.

• YArim to'lqin potentsial modda sifatini

• Diffuzion tok uning konsentratsiyasini aniqlaydi

• Bevosita polyarografiya: Noma'lum moddani aniklash uchun yarim tulkin potentsialini ulchab jadvaldan foydalanib elementning sifati aniklanadi. Bu usuldan fon elektrolit tanlashda foydalaniladi.

• Mikdoriy polyarografiya: Darajalash grafigi usuli: 5-6 standart eritmalarini polyarografiyalash natijasida grafik tuziladi.

• Standart va aniklanadigan modda mutlako bir xil sharoitda polyarografiyalanadi

- Standart eritmalar usuli.

$$C_x = C_{ct} \cdot h_x / h_{st}$$

S-kontsentratsiya

h-tulkin balandligi

Kushimchala kushish usuli: bu usulda murakkab aralashmalarni aniklashda ishlatiladi.

M: ruda tarkibidagi mis va ruxni ajratmasdan aniklanadi.

- Differentsial polyarografiya: Tok ortishini potentsialga bog'liklik grafigi – differentsial polyarogramma olinadi.

- CHO'qqi ko'rinishida bo'ladi. Joylashgan urni modda sifatini, balandligi yoki satxi miqdorini belgilaydi.

- Polyarografiya vaktida uzi yozib oluvchi kurilma ishlatiladi.

- Anikligi juda yukori

- Differentsial usul chukkilar maksimumlarini va xolatini kayt etish darajasiga karab anikligi yukori usul deyish mumkin.

- Bu usulda simob elektrodan tashkari inert (oltin, platina, grafit) elektrodlar ishlatiladi. Ularning afzalligi kulay, musbat soxalarda (1,3V) aniklash mumkin va zaxarli emas

Polyarografda voltampermetrik usulda analizni utkazish uslubi: 1. Elektrodlar sistemasini tayyorlash:

Mos takkoslash elektrod tanlanadi. Kattik elektrod yuzasi tozalanadi yoki simobni tomish rejimi rostlanadi

2. YAcheykaga aniklanuvchi eritma tuldiriladi, unga ishchi mikro va takkoslash elektrod botiriladi

3. Tekshirilayotgan eritma azotni utkazish yuli bilan xavfsizlantiriladi.

4. Kutblarini mos kilib elektrod ulanadi. 5. Polyarografni tokka ulab isitiladi

6. Polyarografda zaruriy ish rejim urnatiladi.  $E_{1/2} > 0,2V$   $h \sim 25sm$

7. Sezgirlik va kutblanishning boshlanish potentsiali tugrilab olinadi va volt-amper egri chizigi chiziladi. Komponentlar soni chizikka mos buladi.

8. Elektrolizyor polyarografdan ajratiladi. Tartib bilan uchiriladi. Elektrolizyor yuvib ichiga distilangan suv tuldiriladi. Takkoslash elektrod kaliy xloridning tuyingan eritmasiga botiriladi. Kattik elektrod kuritiladi, tomchi elektrod tuxtatiladi.

Afzalliklari:

1. Metallarni, kation va anionlarni, organik birikmalarni analiz kilish

2. Juda sezgir ( $10^{-5}$ - $10^{-6}$  mol/l)

3. Aralashmalarni analiz kilish

4. Aniklash chegarasi un minglab moddalar

5. Tuk rangli koramtir moddalarni aniklash

6. Biologik faol moddalarni analiz kilish

### Mustahkamlash uchun savollar

1. Qanday metodga elektrocho'ktirish metodi deyiladi?
2. Elektrocho'ktirish metodi necha turga bo'linadi?
3. Katod qutbsizlantiruvchilari deb qanday moddalarga aytiladi?

4. Qaysi hollarda katodda vodorod yoki boshqa elektroaktiv modda ajraladi? Qanday qilib uning oldini olish mumkin?
  5. Katod potensialini qanday qilib o'zgartirmasdan ushlab turish mumkin?
  6. Ichki elektroliz deb nimaga aytiladi?
  7. Ichki elektrolizda metallning cho'kishi nima hisobiga bo'ladi?
  8. Ichki elektrolizda katodga metallning zich va mustahkam o'tirishi uchun sharoitni qanday olib borish kerak bo'ladi?
- Katodda vodorod hosil bo'lishining oldini olish uchun aniqlanadigan eritmaga qachon va qanday modda qo'shiladi?

## **5-ma'ruza**

### **Elektrogravimetrik analiz va bevosita potentsiometriya**

*Mashg'ulotning maqsadi:* Elektrogravimetrik analiz. Metodning qo'llanilish soxalari, qulayligi va kamchiliklari. Doimiy elektrod potentsiali va doimiy tok kuchida elementning ajralishi. Ichki elektroliz metodi, uni mikroelementlarni kontsentrlash va aniqlashda qo'llanilishi. Ishchi elektrodning doimiy potentsiali va doimiy tok kuchida simob va qattik elektrodni qo'llash orkali elementlarni ajratish. Elektrolitik ajratishda, kompleks hosil bo'lishdan foydalanish. O'ta sof materiallar analizida simob katodidan foydalanish. Bevosita potentsiometriya. Potentsialni o'lchash. Nernst tenglamasi. Qaytar va qaytmaz oksidlanish-qaytarilish sistemalari. Indikatorli elektrodlar. Ionometriya, ion selektiv elektrodlar, sinflanishi. Ionometriyaning amaliyotda ishlatilishi. Potentsiometrik titrlashda ishlatiladigan reaksiya turlari. Kislota va ishqorlar miqdorini aniqlash. Kislotalar aralashmasini, ko'p asosli kislota va asoslar aralashmasini miqdoriy analiz qilish to'g'risida ma'lumotlar berish.

*Ta'lim metodi:* Ko'rgazmali, informativ, ma'ruza, doska, proektor, jadvallar. SWOT tahlil

*Ta'lim shakli:* Ommaviy, jamoada ishlash.

*Ta'lim sharoitlariya:* Talabalar guruhlari bilan hamkorlikda taqdimot o'tkazish imkoniyatini beradigan auditoriya.

*Nazorat va baholash:* Oraliq va yakuniy nazorat: og'zaki, yozma

### **Ma'ruza rejasi**

#### **Tashkiliy qism.**

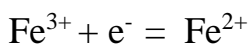
Elektrogravimetrik analiz. Metodning qo'llanilish soxalari, qulayligi va kamchiliklari. Doimiy elektrod potentsiali va doimiy tok kuchida elementning ajralishi. Ichki elektroliz metodi, uni mikroelementlarni kontsentrlash va aniqlashda qo'llanilishi. Ishchi elektrodning doimiy potentsiali va doimiy tok kuchida simob va qattik elektrodni qo'llash orkali elementlarni ajratish. Elektrolitik ajratishda, kompleks hosil bo'lishdan foydalanish. O'ta sof materiallar analizida simob katodidan foydalanish. Bevosita potentsiometriya. Potentsialni o'lchash. Nernst tenglamasi. Qaytar va qaytmaz oksidlanish-qaytarilish sistemalari. Indikatorli elektrodlar. Ionometriya, ion selektiv elektrodlar, sinflanishi. Ionometriyaning amaliyotda ishlatilishi. Potentsiometrik titrlashda ishlatiladigan reaksiya turlari.

Kislota va ishqorlar miqdorini aniqlash. Kislotalar aralashmasini, ko'p asosli kislota va asoslar aralashmasini miqdoriy analiz qilish.

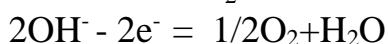
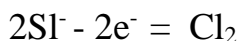
### **Elektroliz qonunlari**

Moddalar elektr toki ta'sirida parchalanadi.

KATOD



ANOD



Elektrocho'ktirish shunday metodki, bunda aniqlanadigan komponent elektr toki yordamida elektroliz kamerasidagi elektrodlardan biriga cho'kadi va uning miqdori gravimetrik usulda aniqlanadi. Odatda bu metod katodda elementar holda ajraladigan metallarni aniqlash uchun ishlatiladi. Ayrim hollarda metall ioni yuqori oksidlanish darajasigacha oksidlanishi mumkin va anodda tegishli oksidlar holida ajraladi. Masalan,  $\text{Pb}^{2+}$  va  $\text{Mn}^{2+}$  ionlari qulay sharoitda anodda  $\text{PbO}_2$  va  $\text{MnO}_2$  holida cho'kadi. Elektrogravimetrik metod sezgir metodlardan hisoblanadi, ammo analiz uchun ko'p vaqt sarflanadi. Tok kuchining etarlicha katta miqdorida amalga oshirish metod selektivligining kamayishiga olib keladi.

### **Elektrocho'ktirish usullari.**

• 1) *Doimiy berib turiladigan kuchlanish hisobiga elektroliz.*

Bunday usul bilan elektroliz qilinganda oson qaytariladigan metall ionlarini vodorodga nisbatan qiyin qaytariladigan metallardan ajratish mumkin. Elektroliz oxirida tegishli sharoit hosil qilish hisobiga katodda vodorodning ajralib chiqishining oldini olish mumkin. Nitrat ioni katodli qutbsizlantiruvchidir.

2) *Doimiy tok kuchi ta'sirida elektroliz.*

Bu usulda jarayonning boshlanishida elektrodلarga ma'lum tok bilan ta'minlovchi potentsial beriladi. Bu tokning qiymati elektroliz jarayoni davomida doimiy holda saqlab turiladi

$$I = \text{const.}$$

Tok kuchini o'zgarmas holda saqlab turish uchun elektroliz jarayonida berilayotgan potentsialning qiymatini oshirib borish zarur.

3) *Katod potentsiali doimiy bo'lgandagi elektroliz.*

Elektroliz jarayonida katod potentsialini doimiy holda saqlab turilganda elektrogravimetrik aniqlashning selektivligini oshirish mumkin. Elektroliz jarayonida katod potentsialini doimiy holda saqlab turish uchun maxsus qurilmadan foydalaniladi:

Elektrogravimetrik metod ishlatilishi

Rangli metallarni va ularning qotishmalarini aniqlashda.

Doimiy tok manbaasi sifatida akkumulyatorlar va vipryametrlar ishlatiladi.

Potentsiallar farqini voltmetrlar, tok kuchini ampermetrlar yordamida o'lchanadi.

Elektroliz eritmani qizdirilganda va aralashtirilganda tezlashadi.

Platinali elektrodلar bilan ishlashda quyidagi qoidalarga amal qilish kerak:

1. Elektrocho'ktirish metodida aniqlashda platina bilan qotishma xosil qiluvchi metallar (Zn, Sn, In) ni aniqlashda platina elektrodlar katoddan oson ajratib olinuvchi Cu yoki Cd bilan avvaldan qoplanadi.

2. Platinani emiruvchi Cl ioni bilan aniqlashni olib borib bo'lmaydi.

3. Elektroliz maxsulotlarini yo'qotishda NCl qo'shilmagan nitrat kislotasi yoki  $\text{NNO}_3 + \text{H}_2\text{SO}_4$  aralashmasi ishlatiladi.

Simob katodda elektroliz.

- Katodda turli metallar amalgamalari xosil bo'ladi.

- Kislotali muxitda platina katodda ajralmaydigan 20 dan ortiq metallar ajraydi.

(Bi, Co, Cr, Cu, Fe, Mo, Ni, Os, Pb, Pd, Pt)

- Al, V, U, Ti lar chiqmaydi.

- Ular aralashmalarini ajratish mumkin.

- Galvanik elementda quyidagicha reaksiya amalga oshadi:

- $\text{Cu}^{2+} + \text{Zn}_{(\text{qattiq})} \leftrightarrow \text{Cu}_{(\text{qattiq})} + \text{Zn}^{2+}$

- Muvozanat o'rnatilganda eritmada mis(II) ionlari deyarli qolmaydi va ularning hammasi Pt elektrodga o'tiradi.

- Elektrolizning bunday turi ichki elektroliz deyiladi.

- Anod metallini tanlash bilan metodning selektivligini oshirish mumkin.

- Elektroliz jarayonini tezlatish va katodda metallning mustahkam o'tirishi uchun analiz qilinyotgan eritmani aralashtirish va haroratni qisman ko'tarish lozim.

**Kulonometriya (1938).**

- Elektroliz uchun sarflangan tok miqdorini aniqlanadi.

Aniqlanadigan modda kulonometrik yacheykada doimiy nazorat qilinadigan potentsial ta'sirida elektrokimyoviy reaksiyaga uchraydi.

**Amaliyotda qo'llanishi.**

Elektrogravimetriya:

- Aniqligi 0,1...0,2 %

- Ajratmasdan analiz

- Oddiy qurilma

- Oz elementlarni analizi

- Sezgirligi past

- Vaqt ko'p sarflanadi

Kulonometriya:

- Aniqligi 0,05...0,1 %

- Ajratmasdan analiz

- Oddiy qurilma

- Ko'p elementlarni analizi

- Sezgirligi yuqori

- Tok ta'sir qilmaydigan moddalarni analizi

- Organik moddalar analizi

**Indikator elektrodlar**

Elektrod potentsiali, o'zi botirilgan eritma konsentratsiyasi bilan o'lchansa, bunday elektrodlar indikator elektrodleri detsqiyiladi.

Potentsiometrik o'lchashlarda indikator elektrodlerining 2 ta asosiy turidan

foydalaniladi.

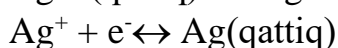
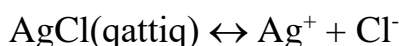
- 1) Metallik indikator elektrodleri.
- 2) Membranali indikator elektrodleri.

#### **A) Metall indikator elektrodler.**

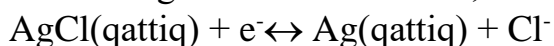
Metall indikator elektrodleri qaytar yarim reaksiyalarni beruvchi metallardan tayyorlanadi, masalan, Ag, Cu, Hg, Pb, Cd va boshqalar. Bu metallarning ionlari ma'lum konsentratsiyalarida potentsiallari o'zgarmasdir. Ayrim metallarning potentsiallari kristallik strukturasiining deformatsiyasiga, kuchlanishga va sirt qismida metall oksidlarining hosil bo'lishiga bo'liqdir. Bunday metallarni indikator elektrodler sifatida ishlatib bo'lmaydi (masalan Fe, Ni, Co, W, Cr va boshqalar).

Metall indikator elektrodleri nafaqat o'zlarining kationlarini balki o'zlari bilan qiyin eruvchan birikma hosil qiladigan anionlarni ham aniqlashda ishlatiladi. Buning uchun zarur bo'lgan sharoit shundan iboratki, bunda analiz qilinayotgan eritma shu qiyin eruvchan birikma bilan to'yintirilishi kerak.

Masalan, Ag dan qilingan indikator elektrod yordamida AgCl ning to'yingan eritmasidan Cl<sup>-</sup> ionlarining konsentratsiyasini aniqlash mumkin. Elektrod xossasini ko'rsatuvchi 2 ta muvozanat



Ikkala tenglamani birlashtirsak,



Agar Nernst tenglamasini qo'llaydigan bo'lsak, u holda indikator elektrod potentsiali faqat Cl<sup>-</sup> ionlarining eritmadagi konsentratsiyasiga bo'liq bo'ladi.

$$E_{\text{ind.}} = E^0_{\text{ag/ag}} + 0,059 \lg[\text{Ag}^+]$$

Metallik indikator elektrodler uchga bo'linadi:

1) Ionlarkonsentratsiyalarini aniqlashda ishlatiladigan elektrodler elektronlar tashishda ishtirok etadi;

2) Ionlar konsentratsiyasini aniqlashda ishlatiladigan elektrodler elektronlarni tashishda ishtirok etmaydi. Masalan, Ag dan tayyorlangan elektrod Ag<sup>+</sup> ionlarini aniqlashda elektron tashishda ishlatiladi, Cl<sup>-</sup> ionlarini aniqlashda esa elektron tashishda ishtirok etmaydi. Demak, birinchi holda birinchi tur elektrodlerga kirsa, ikkinchi holda esa ikkinchi tur elektrodlerga kiradi.

3) Qiyin oksidlanuvchan metallardan (Pt, Au) tayyorlangan elektrodler oksidlanish-qaytarilish reaksiyalarida ishlatiladi. Bunday elektrodlerdagi potentsial moddaning bir yoki bir necha oksidlangan va qaytarilgan formalarining konsentratsiyalariga bo'liq bo'ladi. Bunday elektrodlerden foydalanilganda har gal elektrodning sirtini yaxshilab tozalash kerak. Buning uchun ular konsentrlangan HNO<sub>3</sub> ga botiriladi va distillangan suvda yuviladi.

#### **B) Membranali indikator elektrodler.**

Materiali va bajarilish usuli asosida indikator elektrodler 4 ga bo'linadi:

##### **1) Shisha membranali elektrod- vodorod elektrod.**

Vodorod ionlarining konsentratsiyasi har xil bo'lgan ikkita eritmani bir-biridan ajratib turadigan yupqa shisha membrananing yuzasidagi hosil bo'ladigan potentsialni o'lchash yo'li bilan istalgan suvli eritmaning pH ini aniqlash mumkin.

Bunday shisha membrana yuzasida hosil bo'ladigan potentsial faqat  $N^+$  ionlarining kontsentratsiyasiga bo'liq bo'ladi. Boshqa ionlar kontsentratsiyasining o'zgarishi ta'sir ko'rsatmaydi. SHuning uchun bunday elektrodlar ionselektiv elektrodlar deyiladi.

1- kumush sim;

2- Bufer eritma ( $KCl + HCl$ )  $[H^+] = const$

3-yupqa shisha plastinka-membrana

SHisha elektrodning potentsiali ham Nernst tenglamasi yordamida aniqlanadi:

$$E = A + 0,059 \lg [H_3O^+]$$

Shisha elektrod yordamida to'ridan-to'ri vodorod ionlarining kontsentratsiyasini eritmada aniqlash mumkin.

## 2)Suyuq membranali indikator elektrod.

Bu elektrodning ishlash printsipi qo'yidagiga asoslangan: Aniqlanayotgan va undagi aniqlanishi kerak bo'lgan ion bilan o'zaro selektiv ta'sir etuvchi aralashmaydigan qavat

(aniqlanayotgan eritma bilan aralashmaydi) orasida hosil bo'ladigan potentsiallar ayirmasini o'lchashga asoslangan.

Bu elektrod yordamida ko'p zaryadli kationlar va ayrim anionlarni to'ridan-to'ri potentsiometrik metod yordamida aniqlash mumkin.

Suyuq membranali elektrodning farqi shundan iboratki, kontsentratsiyasi ma'lum bo'lgan eritma aniqlanayotgan eritmada suv bilan aralashmaydigan yupqa suyuqlik qavat bilan ajralgan holda bo'ladi. Ana shu yupqa qavat membrana rolini o'ynaydi. Bu membrana yordamida  $Ca^{2+}$ ,  $Cl^-$ ,  $NO_3^-$ ,  $K^+$ ,  $ClO_4^-$ ,  $BF_4^-$  va boshqalarni aniqlash mumkin.

## 3) Qattiq yoki geterogen membranali indikator elektrodlar.

Bunda membranalar sifatida siqilgan (presslangan) kumushning galogenidlari ishlatiladi, ular organik polimerlardan tayyorlanadi. Ion almashtirgich smolalar va ularga to'ri keladigan inert massalar ( polietilen, polistirool va boshqalar) dan ham yasash mumkin. Bunday elektrodlar yordamida  $Br^-$ ,  $Cl^-$ ,  $Cd^{2+}$ ,  $Cu^{2+}$ ,  $CN^-$ ,  $F^-$ ,  $I^-$ ,  $Pb^{2+}$ ,  $Ag^+$ ,  $S^{2-}$ ,  $Na^+$ ,  $SCN^-$ ,  $PO_4^{3-}$  va hokazo ionlarni aniqlash mumkin.

## 4) Gaz sezuvchan membranali elektrodlar.

Bunday turdagi membranalar gidrofob plastinkalardan yasaladi.

Hozirgi vaqtlarda sanoatda  $NO_2$ ,  $NH_3$ ,  $SO_2$ ga selektiv bo'lgan membranali elektrodlar ishlab chiqarilmoqda.

Ko'rib o'tilgan membranali indikator elektrodleri o'zlarining selektivligi, tez aniqlash darajasi, sezgirligi va metodning oddiyliigi bilan ajralib turadi. SHuning uchun elektrokimyoning bu sohasi amaliyotda keng qo'llaniladi va tez rivojlanayotgan istiqbolli sohalardan biri hisoblanadi.

*Indikator elektrod- potentsiali o'zi botirilgan eritma kontsentratsiyasiga bo'liq bo'lgan elektrod.*

*Ionoselektiv elektrod-membrana sirtiga aniqlanadigan eritma ioni bilan eritmasi o'rtasida hosil bo'ladigan potentsial faqat ayni ion kontsentratsiyasigagina bo'liq bo'ladigan elektrod.*

## Mustahkamlash uchun savollar

1. Elektroliz.
2. Elektroliz qonunlari.
3. Elektrocho'ktirish.
4. Elektrodlar.
5. Simob katodda elektroliz.
6. Ichki elektroliz.
7. Kulonometriya.
8. Indikator elektrodlar, ulapning turlar.

## **6-ma'ruza**

### **Kulonometriya va konduktometriya**

*Mashg'ulotning maqsadi:* Kulonometriyaning nazariy asoslari. Faradey qonunlari. Elektr miqdorini aniqlash usullari. Bevosita va bilvosita kulonometrik analiz (kulonometrik titrlash). Kulonometrik titrantni ichki va tashqi generatsiyalash. Kulonometrik titrlashning boshqa titrimetrik usullarga nisbatan afzalliklari va kamchiliklari. Kulonometrik titrlashning amaliyotda qo'llanilishi. Bevosita va bilvosita konduktometrik usullar. Past va yuqori chastotali konduktometriya. Konduktometrik bo'g'in (yacheyka) va ishlatiladigan elektrodlar. Konduktometrik titrlash egri chiziqdari va ularga ta'sir etuvchi omillar. Konduktometrik usullarning amaliyotda qo'llanilishi to'g'risida ma'lumotlar berish.

*Ta'lim metodi:* Ko'rgazmali, informativ, ma'ruza, doska, proektor, jadvallar.  
SWOT tahlil

*Ta'lim shakli:* Ommaviy, jamoada ishlash.

*Ta'lim sharoitlariya:* Talabalar guruhlar bilan hamkorlikda taqdimot o'tkazish imkoniyatini beradigan auditoriya.

### **Ma'ruza rejasi**

#### **Tashkiliy qism.**

Kulonometriyaning nazariy asoslari. Faradey qonunlari. Elektr miqdorini aniqlash usullari. Bevosita va bilvosita kulonometrik analiz (kulonometrik titrlash). Kulonometrik titrantni ichki va tashqi generatsiyalash. Kulonometrik titrlashning boshqa titrimetrik usullarga nisbatan afzalliklari va kamchiliklari. Kulonometrik titrlashning amaliyotda qo'llanilishi. Bevosita va bilvosita konduktometrik usullar. Past va yuqori chastotali konduktometriya. Konduktometrik bo'g'in (yacheyka) va ishlatiladigan elektrodlar. Konduktometrik titrlash egri chiziqdari va ularga ta'sir etuvchi omillar. Konduktometrik usullarning amaliyotda qo'llanilishi

Kulonometrik analiz metodi aniqlanadigan moddaning elektrokimyoviy o'zgarishi uchun zarur bo'lgan elektr miqdorini o'lchashga asoslangan.

Analiz qilinadigan eritmaga maxsus tanlangan yordamchi reagent qo'shiladi. Undan elektroliz qilinganda analiz qilinadigan eritmaning aniqlanadigan komponenti bilan tez va miqdordan stexiometrik reaksiyaga kirisha oladigan titrlovchi reagent hosil bo'ladi. Elektroliz o'zgarish tok kuchida olib boriladi. Ekvivalent nuqtani vizual



yoki indikator yordamida yoki biror fizik-kimyoviy metod yordamida aniqlanadi (fotometrik, amperometrik). Elektroliz boshlanishidan to ekvivalent nuqtagacha bo'lgan vaqtni sekundomer yordamida o'lchanadi.

$$q = I \cdot t$$

q- elektr miqdori (kulonlarda),  
I- tok kuchi (amperlarda),  
t- vaqt (sekundlarda).

Faradeyning birinchi qonuni: Elektrolarda ajralib chiqqan moddaning miqdori eritmadan o'tayotgan elektr miqdoriga to'g'ri proporsional. Istagan moddaning elektrodda 1 g-ekvivalent miqdorini ajratish uchun zarur bo'lgan elektr miqdori faradey soni deyiladi va u 96500 kulonga teng.

Aniqlanadigan moddaning miqdorini Faradeyning birlashgan qonuni formulasi bo'yicha hisoblab topiladi:

$$m = \frac{\vartheta}{96500} \cdot q$$

m-qaytarilgan yoki oksidlangan moddaning massasi, g.

E-moddaning gramm-ekvivalenti.

Katodda qaytarilgan hamda anodda oksidlangan har qaysi moddaning miqdori eritmadan o'tgan elektr miqdoriga va moddaning kimyoviy ekvivalentiga proporsionaldir.

Kulonometrik analizda ikkita keng tarqalgan metoddan foydalaniladi. Birinchisi yuqorida keltirilgan usul, u "To'g'ri kulonometriya" usuli deyiladi. Bu usulda ishchi elektrodning potentsiali o'zgarmas bo'lishi kerak (bunda aniqlanadigan modda elektrolarda oksidlanadi yoki qaytariladi).  $E = \text{const}$

To'g'ri kulonometriyada yonaki jarayonlar bormasligi kerak.

Ikkinchi usul "Kulonometrik titrlash" usuli deyiladi. Bu usulning mohiyati quyidagicha: aniqlanadigan modda to'la hosil bo'lguncha aniqlanadigan eritmadan doimiy tok (tok kuchi o'zgarmas bo'ladi) o'tkazib turiladi. Reaksiyaning oxiriga etganligi indikator yordamida aniqlanadi. Reaksiya uchun sarflangan elektr miqdori  $q = I \cdot t$  formula yordamida aniqlanadi.

Kulonometrik titrlashda ekvivalent nuqtani aniqlash uchun quyidagi usullardan foydalaniladi:

1) vizual indikatsiya; 2) potentsiometrik indikatsiya; 3) amperometrik indikatsiya; 4) konduktometrik indikatsiya

Kulonometrik titrlashda xuddi potentsiometrik titrlashdagi kabi 4 xil reaksiyalardan foydalanish mumkin:

1) neytrallanish; 2) oksidlanish-qaytarilish; 3) kompleks hosil qilish; 4) qiyin eruvchan birikma hosil qilish.

Kulonometrik analizda reaksiyalarga qo'yiladigan talablar quyidagilardan iborat:

- 1) Reaksiya juda tez borishi kerak
- 2) Reaksiya oxirigacha borishi kerak
- 3) Yonaki jarayonlar bormasligi kerak.

Kulonometrik analiz metodi quyidagi afzalliklarga ega:

- 1) Eritmalarni standartlash va asbobni kalibrash shart emas.
- 2) Tortma va titrimetrik analizga nisbatan aniqligi katta.
- 3) Analiz qilinadigan moddaning kam miqdori bilan ishlash imkoniyati.

4) jarayonni avtomatlashtirish mumkinligi.

### **Mustahkamlash uchun savollar**

1. Elektroliz qonunlari.
2. Elektrocho'ktirish.
3. Elektrodlar.
4. Simob katodda elektroliz.
5. Ichki elektroliz.
6. Kulonometriya.
7. Indikator elektrodlar, ulapning turlar.

### **7-ma'ruza**

#### **Voltampermetriya va Amperometriya**

*Mashg'ulotning maqsadi:* Voltampermetrik usullarning sinflanishi. Indikatorli elektrod va solishtirma elektrodlar. Simob elektrodining afzalliklari va kamchiliklari. Voltampermetriya egriligi (polyarogramma)ni olish va tavsiflash. Ilkovich tenglamasi. Polyarografik to'liq uchun Ilkovich- Geyrovskiy tenglamasi. Yarim to'liq potentsiali va unga ta'sir etuvchi omillar. Polyarografik sifat va miqdoriy analiz. Voltampermetrik analiz usullarining takomillashtirilgan xillari. Amperometrik titrlash, usulning mohiyati. Indikatorli elektrodlar. Indikatorli elektrod potentsialini tanlash. Bir va ikki indikatorli kutblangan elektrodlar yordamida amperometrik titrlashlar, titrlash egrilarining ko'rinishlari to'g'risida ma'lumotlar berish.

*Ta'lim metodi:* Ko'rgazmali, informativ, ma'ruza, doska, proektor, jadvallar.

SWOT tahlil

*Ta'lim shakli:* Ommaviy, jamoada ishlash.

*Ta'lim sharoitlariya:* Talabalar guruhlari bilan hamkorlikda taqdimot o'tkazish imkoniyatini beradigan auditoriya.

### **Ma'ruza rejasi**

#### **Tashkiliy qism.**

Voltampermetrik usullarning sinflanishi. Indikatorli elektrod va solishtirma elektrodlar. Simob elektrodining afzalliklari va kamchiliklari. Voltampermetriya egriligi (polyarogramma)ni olish va tavsiflash. Ilkovich tenglamasi. Polyarografik to'liq uchun Ilkovich- Geyrovskiy tenglamasi. Yarim to'liq potentsiali va unga ta'sir etuvchi omillar. Polyarografik sifat va miqdoriy analiz. Voltampermetrik analiz usullarining takomillashtirilgan xillari. Amperometrik titrlash, usulning mohiyati. Indikatorli elektrodlar. Indikatorli elektrod potentsialini tanlash. Bir va ikki indikatorli kutblangan elektrodlar yordamida amperometrik titrlashlar, titrlash egrilarining ko'rinishlari

Bu metodda ekvivalent nuqta aniqlanadigan moddaning oksidlanish yoki qaytarilishi hisobiga yuzaga keladigan chekli polyarografik tok kuchining keskin

o'zgarishi asosida aniqlanadi.

Bu metod polyarografik metodga qaraganda ham aniqroqdir.

Bu metodda aniqlanadigan modda elektroaktiv bo'lishi shart emas, titrant yoki reaksiya mahsulotining elektroaktiv bo'lishi etarlidir.

Amperometrik titrlashda quyidagi titrlash egrilari uchraydi.

1) Aniqlanadigan modda elektroaktiv, titrant elektroaktiv bo'lmagandagi titrlash egrisi. Masalan  $Rb^{2+}$  ionlarini  $SO_4^{2-}$  yoki  $C_2O_4^{2-}$  bilan titrlashda.

2) Titrant elektroaktiv, aniqlanadigan modda elektroaktiv bo'lmagandagi titrlash egrisi. Masalan,  $Mg^{2-}$  ni 8 – oksixinolin bilan, yoki bixromat ionlarini Mor tuzi yordamida titrlashda.

3) Aniqlanadigan modda ham, titrant ham elektroaktiv bo'lgandagi titrlash egrisi. Masalan  $Pb^{2+}$  ionlarini bixromat ionlari bilan titrlashda.

Qutblanmaydigan solishtirma elektrod sifatida to'yingan kalomel' elektrod ishlatiladi. Qutblanadigan indikator mikroelektrodi sifatida tomib turuvchi platina elektrod ishlatiladi.

Amperometrik titrlashni ikkita qutblanadigan indikator mikro elektrodi yordamida ham amalga oshirish mumkin.

Bunda elektrodarga uncha katta bo'lmagan potensial (0.1-0.2 v) berilib, qo'shilgan titrant hajmiga bog'liq bo'lgan yacheykadagi o'tayotgan tok o'lchanadi. Ekvivalent nuqta

a) tokning keskin ortishi asosida;

b) tokning nol'gacha kamayishi asosida;

v) V shaklidagi egrining minimumi asosida aniqlanadi.

Amperometrik titrlashning bu metodi biampermetrik titrlash metodi deyiladi.

Biamperometrik titrlash metodini oksidlanish-qaytarilish reaksiyalari bo'yicha titrlashning oxirgi nuqtasini aniqlash uchun qo'llash qulaydir.

Biamperometrik titrlashning afzaligi metodning oddiyligidadir, bu metodda solishtirma elektrod ishlatilmaydi.

Elektrod potentsiali, o'zi botirilgan eritma konsentratsiyasi bilan o'lchansa, bunday elektrodlar indikator elektrodleri deyiladi.

Potentsiometrik o'lchashlarda indikator elektrodlerining 2 ta asosiy turidan foydalaniladi.

1) Metallik indikator elektrodleri.

2) Membranali indikator elektrodleri.

a) Metall indikator elektrodler.

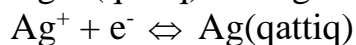
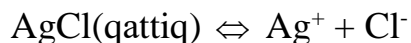
Metall indikator elektrodleri qaytar yarim reaksiyalarni beruvchi metallardan tayorlanadi, masalan, Ag, Cu, Hg, Pb, Cd va boshqalar. Bu metallarning ionlari ma'lum konsentratsiyalarida potentsiallari o'zgarib qolmaydi. Ayrim metallarning potentsiallari kristallik strukturasi deformatsiyasiga, kuchlanishga va sirt qismida metall - oksidlarining hosil bo'lishiga bog'liqdir. Bunday ietallarni indikator elektrodler sifatida ishlatib bo'lmaydi ( masalan Fe, Ni, Co, W, Cr va boshqalar).

Metall indikator elektrodleri nafaqat o'zlarining kationlarini balki o'zleri bilan qiyin eruvchan birikma hosil qiladigan anionlarni ham aniqlashda ishlatiladi. Buning uchun zarur bo'lgan sharoit shundan iboratki, bunda analiz kilinayotgan eritma shu

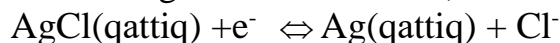
qiyin eruvchan birikma bilan to'yintirilishi kerak.

Masalan, Ag dan qilingan indikator elektrod yordamida AgCl ning to'yingan eritmasidan Cl<sup>-</sup> ionlarining konsentratsiyasini aniqlash mumkin.

Elektrod xossasini ko'rsatuvchi 2 ta muvozanat



Ikkala tenglama birlashtirilsa,



Agar Nernst tenglamasini qo'llaydigan bo'lsak, u holda indikator elektrod potentsiali faqat Cl<sup>-</sup> ionlarining eritmadagi konsentratsiyasiga bog'liq bo'ladi.

$$E_{\text{ind}} = E^0_{\text{Ag}^+/\text{Ag}} + 0,059 \lg[\text{Ag}^+]$$

$$K_{\text{ek}} = [\text{Ag}^+][\text{Cl}^-]; \quad [\text{Ag}^+] = \frac{K_{\text{ek}}}{[\text{Cl}^-]} \quad \text{o'rniga qo'ysak}$$

$E_{\text{ind}} = E^0_{\text{Ag}^+/\text{Ag}} + 0,059 \lg K_{\text{ek}} - 0,059 \lg[\text{Cl}^-]$  bu tenglamada birinchi va ikkinchi a'zolari doimiy sonlar bo'lgani uchun

$$E_{\text{ind}} = E^{01}_{\text{Ag}^+/\text{Ag}} - 0,059 \lg[\text{Cl}^-] \text{ bo'ladi.}$$

Metallik indikator elektrodlar uchga bo'linadi:

1) Ionlar konsentratsiyalarini aniqlashda ishlatiladigan elektrodlar elektronlar tashishda ishtirok etadi;

2) Ionlar konsentratsiyasini aniqlashda ishlatiladigan elektrodlar elektronlarni tashishda ishtirok etmaydi. Masalan, Ag dan tayorlangan elektrod Ag<sup>+</sup> ionlarini aniqlashda elektron tashishda ishlatiladi, Cl<sup>-</sup> ionlarini aniqlashda esa elektron tashishda ishtirok etmaydi. Demak, birinchi holda birinchi tur elektrodga kirsa, ikkinchi holda esa ikkinchi tur elektrodga kiradi.

3) Qiyin oksidlanuvchan metallardan (Pt, Au) tayyorlangan elektrodlar oksidlanish- qaytarilish reaksiyalarida ishlatiladi. Bunday elektrodlardagi potentsial moddaning bir yoki bir necha oksidlangan va qaytarilgan formalarining konsentratsiyalariga bog'liq bo'ladi. Bunday elektrodlardan foydalanilganda har gal elektrodning sirtini yaxshilab tozalash kerak. Buning uchun ular konsentrlangan HNO<sub>3</sub> ga botiriladi va distillangan suvda yuviladi.

b) Membranali indikator elektrodlar.

Materiali va bajarilish usuli asosida indikator elektrodlar 4ga bo'linadi:

1) SHisha membranali elektrod – vodorod elektrod.

Vodorod ionlarining konsentratsiyasi har xil bo'lgan ikkita eritmani bir-biridan ajratib turadigan yupqa shisha membrananing yuzasida hosil bo'ladigan potentsialni o'lchash yo'li bilan istalgan suvli eritmaning rN ini aniqlash mumkin. Bunday shisha membrana yuzasida hosil bo'ladigan potentsial faqat N<sup>+</sup> ionlarining konsentratsiyasining o'zgarishi ta'sir ko'rsatmaydi. SHuning uchun bunday elektrodlar ionsektiv elektrodlar deyiladi.

SHisha elektrodning potentsiali ham Nernst tenglamasi yordamida aniqlanadi:

$$E = A + 0,059 \lg[\text{H}_3\text{O}^+]$$

SHisha elektrod yordamida to'g'ridan-to'g'ri vodorod ionlarining konsentratsiyasini eritmada aniqlash mumkin.

2) Suyuq membranali indikator elektrod.

Bu elektrodning ishlash printsiipi quyidagiga asoslangan: Aniqlanayotgan

eritma va undagi aniqlanishi kerak bo'lgan ion bilan o'zaro selektiv ta'sir etuvchi aralashmaydigan qavat (aniqlanayotgan eritma bilan aralashmaydi) orasida hosil bo'ladigan potentsiallar ayirmasini o'lchashga asoslagan.

Bu elektrod yordamida ko'p zaryadli kationlar va ayrim anionlarni to'g'ridan-to'g'ri potentsiometrik metod yordamida aniqlash mumkin.

Suyuq membranali elektrodning farqi shundan iboratki, konsentratsiyasi ma'lum bo'lgan eritma aniqlanayotgan eritmada suv bilan aralashmaydigan yupqa suyulik qavati bilan ajralgan holda bo'ladi. Ana shu yupqa qavat membrana rolini o'ynaydi. Bu membrana yordamida  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{NO}_3^-$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{ClO}_4^-$ ,  $\text{BF}_4^-$  va boshqalarni aniqlash mumkin.

3) Qattiq yoki geterogen membranali indikator elektrodlar.

Bunda membranalar sifatida siqilgan (presslangan) kumushning galogenidlari ishlatiladi, ular organik polimerlardan tayyorlanadi. Ion almashtirgich smolalar va ularga to'g'ri keladigan inert massalar (polietilen, polistirol va boshqalar) dan ham yasash mumkin. Bunday elektrodlar yordamida  $\text{Br}^-$ ,  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{Cd}^{2+}$ ,  $\text{Cu}^{2+}$ ,  $\text{CN}^-$ ,  $\text{F}^-$ ,  $\text{J}^-$ ,  $\text{Pb}^{2+}$ ,  $\text{Ag}^+$ ,  $\text{S}^{2-}$ ,  $\text{Na}^+$ ,  $\text{SCN}^-$ ,  $\text{PO}_4^{3-}$  va hokazo ionlarni aniqlash mumkin.

4) Gaz sezuvchan membranali elektrodlar.

Bunday turdagi membranalar gidrofob plastinkalardan yasaladi.

Hozirgi vaqtlarda sanoatda  $\text{NO}_2$ ,  $\text{NH}_3$ ,  $\text{SO}_2$  ga selektiv bo'lgan membranali elektrodlar ishlab chiqarilmoqda. Ko'rib o'tilgan membranali indikator elektrodleri o'zlarining selektivligi, tez aniqlash darajasi, sezgirligi va metodning oddiyligi bilan ajralib turadi. SHuning uchun elektrokimyoning bu sohasi amaliyotda keng qo'llanilayotgan va tez rivojlanayotgan istiqbolli sohalardan biri hisoblanadi.

### **Mustahkamlash uchun savollar**

1. Elektroliz qonunlari.
2. Elektrocho'ktirish.
3. Elektrodlar.
4. Simob katodda elektroliz.
5. Ichki elektroliz.
6. Kulonometriya.
7. Indikator elektrodlar, ularning turlar.

### **8-ma'ruza**

#### **Xromatografik analiz usullari**

*Mashg'ulotning maqsadi:* Xromatografiyaning mohiyati. Harakatli va harakatsiz fazalar haqida tushuncha. Harakatli va harakatsiz fazalar agregat xolati, ajratish mexanizmi va ishlash mexanizmiga ko'ra xromatografik usullarning klassifikatsiyasi. Xromatografik analizni maqbullashtirish. Xromatografik sifat va miqdor analiz usullari to'g'risida ma'lumotlar berish.

*Ta'lim metodi:* Ko'rgazmali, informativ, ma'ruza, doska, proektor, jadvallar.  
SWOT tahlil

*Ta'lim shakli:* Ommaviy, jamoada ishlash.

*Ta'lim sharoitlariya:* Talabalar guruhlari bilan hamkorlikda taqdimot o'tkazish imkoniyatini beradigan auditoriya.

## Ma'ruza rejasi

### Tashkiliy qism.

Xromatografiyaning mohiyati. Harakatli va harakatsiz fazalar haqida tushuncha. Harakatli va harakatsiz fazalar agregat xolati, ajratish mexanizmi va ishlash mexanizmiga ko'ra xromatografik usullarning klassifikatsiyasi. Xromatografik analizni maqbullashtirish. Xromatografik sifat va miqdor analiz usullari

### 1. Taxlilni xromatografik usullari. Ion almashinish xromatografiyasi .

Xromatografik tahlil zamonaviy fizik-kimyoviy tahlil usullaridan bo'lib, dorivor va biologik faol moddalarning tahlilida keng qo'llanadi.

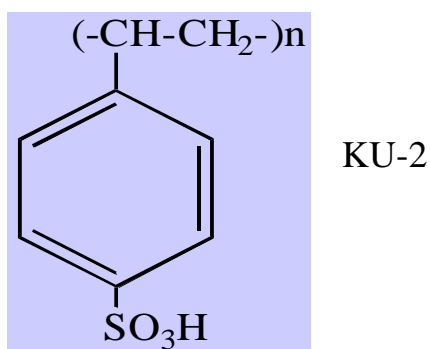
**Xromatografik taxlil usuli- aralashma tarkibiy qismlarining qo'zg'almas faza – adsorbentga turlicha yutilishiga, adsorbsiyalanishiga asoslangan.**

*Umumiy holda:* tahlil qilinuvchi aralashma qo'zg'aluvchan faza (suyuq yoki gaz) tarkibida qo'zg'almas faza bo'ylab harakatlanganida, aralashma tarkibiy qismlarini qo'zg'aluvchan va qo'zg'almas fazaga nisbatan moyilligiga ko'ra ajraladi.

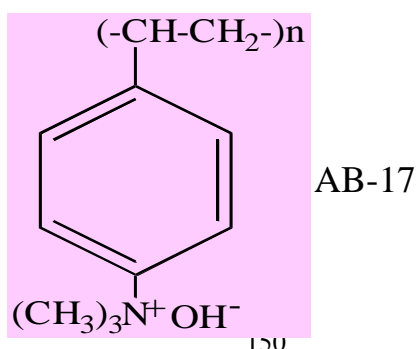
### Ion almashinish xromatografiyasi.

Usul tahlil qilinuvchi elektrolit va ionitning ionogen guruhlarida orasida almashinish reaksiyasiga asoslangan. **Ionitlar** yuqori molekulyar polikislota, poliasoslar bo'lib, yon zanjirida ionogen guruhlarni saqlaydi. Ionogen guruhlarning tabiatiga ko'ra ular:

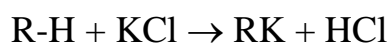
**Kationitlar** – elektrolit kationini protonga almashtiruvchi ionitlar.



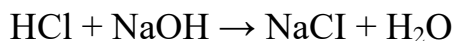
**Anionitlar** – elektrolit anionini OH<sup>-</sup> guruhiga almashtiruvchi ionitlar.



Ish boshlashdan avval kationit 0,1 n HCl ga 3 sutkaga bo'ktirilib, so'ng kolonkada neytral muhitgacha yuviladi. Keyin esa tahlil qilinuvchi elektrolit alikvot qismi solinadi. Bunda quyidagi reaksiya ketadi:



Elyuat tarkibida kislota bo'lib, uning miqdori elektrolitga ekvivalentdir. Elyuat alkalimetrik usulda titrlanadi.



**Ionitning ish layoqati** (kuchi) - solishtirma ionalmashinish sig'imi tavsiflanib, u 1 g quruq ionitni almashinaoladigan ionlarini **millimol** soni bilan ifodalanadi. (**mmol/g**). Ionalmashinish sig'imi ionitdagi ionogen guruhlarining tabiatiga, ularning soniga ionlashish qobiliyatiga, xaroratga va boshqa omillarga bog'liq. Solishtirma sig'imni aniqlash uchun 1 g quruq kationit 100 sm<sup>3</sup> 0,1 n CaCl<sub>2</sub> ga bo'ktirib, yaxshilab aralashtiriladi. Elyuat kolonkada neytral muhitgacha yuviladi. Elyuatning alikvot qismi ishqor eritmasi bilan titrlanadi:

$$E = N \cdot V \cdot K \cdot 1000 / Q (100 - W)$$

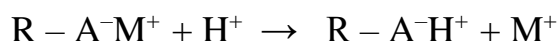
E - sig'im

N V K - NaOH normal, tuzat. koeffitsenti, hajm

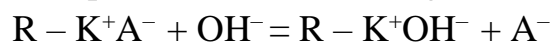
Q-quruq kationit massasi

W-kationit namligi

Ion almashinish va ionlarni ajratish jarayoni tugallangach, ionitlar **regeneratsiya** qilinadi, ya'ni ionitni ionalmashinishdan avvalgi xoliga qaytarish amali bajariladi. Masalan: kationitni regeneratsiyasi kislota eritmasi bilan qo'yidagi sxema asosida yuviladi:

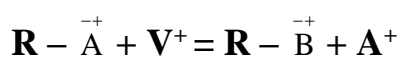


Anionitlar regeneratsiyasi ishqor eritmasi bilan amalga oshiriladi:



### Ion almashinish muvozanati

Ion almashinish reaksiyasini quyidagicha yozsak:



MTQ ni qo'llaymiz:

$$K_{B,A} = \frac{[\bar{B}][A^+]}{[\bar{A}][B^+]}$$

$K_{V,A}$  qiymati ionalmashinish doimiysi deb ataladi.

Ionalmashinish doimiysini qiymati sorbent, suyuq faza, almashinuvchi ionlarning tabiatlariga, ularning zaryad sonlariga bog'liq bo'lib, ayni sorbentda ionalmashinish

jarayoning eng muhim tavsifi hisoblanadi. Agar  $K_{V,A} = 1$  bo'lsa,  $A^+$  va  $V^+$  kationlarni ionitga moilligi bir xil, ion almashinuvi amalda sodir bo'lmaydi. Agar  $K_{V,A} > 1$  bo'lsa, ion almashinish muvozanati o'ng tomonga siljigan,  $V^+$  ionlari  $A^+$  ionlariga almashadi, aksincha  $K_{V,A} < 1$  bo'lsa, ion almashinish muvozanati chapga siljigan.

## 2. Yupqa qavat xromatografiyasini sifat va miqdoriy tahlilda qo'llanishi.

Yupqa qavat xromatografiyasi (YUQX) – sorbentning yupqa qavatida bajariladi. Aralashma komponentlari eritmasining bir tomchisi kapillyar yordamida xromatografik plastinkaning start chizig'iga tomiziladi va kolonkadagi xarakatlanuvchi suyuq fazaga (maxsus tanlangan erituvchilar aralashmasi) tushiriladi. Bunda aralashma komponentlari erituvchilar aralashmasida erib, finish tomon xarakatlana boshlaydi. Aralashmadagi moddalar turg'un va xarakatchan fazaga bo'lgan moilliklariga ko'ra bir – biridan ajraladi va ochuvchi maxsus reagentlar bilan xromatografik plastinka purkalganda elips shaklidagi rangli dog'lar xosil bo'ladi. Startdan dog' markazigacha bo'lgan masofa (a) ni startdan finishgacha bo'lgan (v) masofaga nisbati  $R_f$  deb ataladi va bu kattalik *sifat taxlil* uchun ishlatiladi.

$$R_f = a/v$$

Dog' yuzasining qiymatiga ko'ra *miqdoriy taxlil* bajariladi. Plastinkada hosil bo'luvchi dog' yuzasi bir tomchidagi modda miqdoriga to'g'ri proporsional.

Tomchidagi modda miqdorini uch xil yo'l bilan aniqlanadi.

- 1) Planimetrik usul
- 2) Densiometrik usul
- 3) Ekstraksion – fotometrik usul

**Planimetrik usul** – dog'(elips) yuzasi maxsus planimetr asbob bilan o'lchaniladi:

$$S = \pi \cdot R_1 \cdot R_2 \text{ - elips radiuslari}$$

Standart eritmalaridagi modda massasi logarifmi-lgm, dog' yuzasining kvadrat ildizi- $\sqrt{S}$  orasida bog'lanish egriligi tuziladi va nazorat eritmasi tahlil qilinadi. Moddaning % miqdori:

$$X \% = \frac{m \cdot 10^{-6} \cdot 100}{V}$$

m- V hajmdagi moddaning mkg massasi

V- tahlil qilinuvchi eritma hajmi (0,01- 0,02 sm<sup>3</sup>)

10<sup>-6</sup> – mkg ni grammga o'tkazish koeffitsienti

**Densiometrik usul** – xromatografik dog'ning nur yutishi yoki aks etirishiga asoslangan. Optik zichlik va modda konsentratsiyasi orasida to'g'ri proporsional bog'liqlik bor. Optik zichlik densiometr bilan o'lchanadi. Xatoligi 1-2%

**Ekstraksion – fotometrik usul** – xromatografik dog'ni organik erituvchiga ekstraksiyalab, uni fotometrik tahlil qilishga asoslangan. Olingan ekstraktlar fotometrlanadi va kalibrlash grafigi tuziladi.  $A \sim m$  (mkg/ml).



## 2. Gel xromatografiyasi.

**Gel xromatografiyasi – aralashmadagi molekulalarni o‘lchamlariga ko‘ra ajralishiga asoslangan.** Bo‘ktirilgan (jelatina) geli to‘ldirilgan kolonka orqali Yu.M.B.ning kichik o‘lchamdagi molekulalari gel g‘ovaklarda ushlanib, yirik molekulalar kolonkadan avvalroq chiqadi. Bu usul **molekulyar elak usuli** deb ataladi va biopolimerlarni molyar massasiga ko‘ra ajratish uchun ishlatiladi.

### Mustahkamlash uchun savollar

1. Xromatografiya mohiyati
2. Xromatografiyaning tasnifi
3. Ion almashinish xromatografiyasi haqida gapiring
4. Kationitlar va anionitlar
5. Molekulyar elak usuli

### 9-ma’ruza

#### Mass-spektrometriya usuli

*Mashg‘ulotning maqsadi:* Mass-spektrometriya usuli, sinflanishi, analitik tavsiflari, ionlanish manbalari. Detektorlar; Faradey elektrometri va elektron ko‘paytirgich. Organik va noorganik kimyoda qo‘llaniladigan mass-spektrometrlarning farqi. Mass-spektrometriyaning noorganik moddalarning element tarkibini aniqlashda qo‘llanilishi. Organik moddalarning molekulyar massasini topish to‘g‘risida ma’lumotlar berish.

*Ta’lim metodi:* Ko‘rgazmali, informativ, ma’ruza, doska, proektor, jadvallar. SWOT tahlil

*Ta’lim shakli:* Ommaviy, jamoada ishlash.

*Ta’lim sharoitlariya:* Talabalar guruhlar bilan hamkorlikda taqdimot o‘tkazish imkoniyatini beradigan auditoriya.

### Ma’ruza rejasi

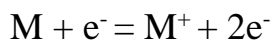
#### Tashkiliy qism.

Mass-spektrometriya usuli, sinflanishi, analitik tavsiflari, ionlanish manbalari. Detektorlar; Faradey elektrometri va elektron ko‘paytirgich. Organik va noorganik kimyoda qo‘llaniladigan mass- spektrometrlarning farqi. Mass-spektrometriyaning noorganik moddalarning element tarkibini aniqlashda qo‘llanilishi. Organik moddalarning molekulyar massasini topish.

Mass-spektrometriyaning nazariy asoslari:

- Gazsimon ionlarning magnit maydonida  $m/e$  nisbatga bog‘liqligi bo‘yicha ajralishiga asoslangan
- Molekulaning ionlanishi elektronlar oqimida bo‘ladi. Asosan  $+1$  ion xosil

bo'ladi



- $2^+$  va undan katta yoki anionlar juda kam xosil bo'ladi.

m/e kattaligi bo'yicha ionlar og'irligidan sifat, mos signallar intensivligidan miqdor topiladi

Printsipial sxema:

- Aniqlanadigan namuna kamerada  $10^{-2}$ ... $10^{-3}$  Pa bomimda gaz xoliga o'tkaziladi.
- Kameraning rejimi namunaning gazlanishiga qarab tanlanadi, *agar gaz bo'lsa bu bosqich amalga oshirilmaydi*
- Molekulyar bug' ionlanadi. *Qattiq namunalarda ko'proq bug'latish va ionlanish teng boradi.*
- Ionlanish: *foton, ion, elektr maydoni, elektron zarbalar orqali amalga oshiriladi.*

Elektronli bombardimon usulida stabil elektronlar oqimi gazsimon namuna oqimiga perpendikulyar yuboriladi.

#### **Mass-spektrometr analiz ob'ektlari:**

1) Ob'ektlari ko'pincha suvli eritmalar.

Qattiq namuna kislotada eritiladi va analiz qilinadi. Erituvchi  $\text{HNO}_3$  suyult. (2–5%).

2)  $\text{HCl}$  kam ishlatiladi. U uchuvchan, korroziya keltirib chiqaradi, xloridlari analizga xalaqit beradi va ayrimlari uchuvchan bo'lib yo'qolib qoladi.

3)  $\text{H}_2\text{SO}_4$  va  $\text{H}_3\text{PO}_4$  yuqori qovushqoqlik uchun yaroqsiz.

4) Agar apparatning ayrim qismlari ftoroplast yoki korunddan yasalgan bo'lsa HF samarali

5) Lazerli namuna olgich yordamida qattiq namunalarni to'g'ridan-to'g'ri analiz qilish mumkin.

6) Organik erituvchi bo'lsa plazmaga kislorod qo'shiladi. Bu xalaqit beruvchi karbidlarni xosil bo'lishini konusni ko'mirlanib qolishini oldini oladi.

#### **Plazmali metodning moxiyati:**

1. Aniqlanayotgan eritma nasos yordamida purkagichga yuboriladi. Bunda argon oqimida aerozolga aylantiriladi.

2. Aerozol plazmali goretkaning markaziy kanali orqali plazmaga tushadi. Bu erda namuna tarkibidagi moddalar yuqori temperatura ta'sirida (7000–8000 K) atomlarga dissotsilanadi, keyin ionlanadi.

3. Xosil bo'lgan musbat ionlar analizatoridagi ion optikali sistema orqali o'tadi. Bu erda ionlar og'irligi bo'yicha filtrlanadi va ularning intensivligi o'lchanadi.

#### **Mass-spektrometr konstruksiyasi:**

1. Namuna kiritish sistemasi: nasos va pnevmatik purkagichli kamera

2. Plazmali goretka blogi: u ultrabinafsha nur ta'sirida xavodagi kisloroddan xosil bo'lgan ozonni, ta'sirlashish maxsulotlarini va issiqlikni chiqarib yuboruvchi mo'rili tortgichga ulanadi.

3. Interfeysli qism: plazmadan ionlarni oladi va ularni mass-spektrometrning yukorivakuumli qismiga tashiydi

4. Ion optika sistemasi

5. Mass-filtr

## 6. Ionlar detektor.

Amaliyotda qo'llanishi:

- Izotoplarni aniqlash. Asosan barcha stabil izotoplar shu usulda kashf qilingan
- Kattiq, suyuq va gaz namunalarni analiz qilishda.
- Organik moddalar aralashmalarini analizida (ko'p ishlatiladi). Ko'p komponentli uglevodorodlar aralashmalari
- Noorganik moddalar tekhnologiyasi
- Kam xajmli gaz aralashmalarini ajratmasdan analiz qilish imkonidan metall gazlarini aniqlash
- Gibril usul

Gazsimon moddalarning molekulyar tuzilishi va termodinamik tavsiflarini aniqlash.

## **Laboratoriya mashg'ulotlari**

### **II semester**

#### **Laboratoriyada ishlashning umumiy qoidalari. Havfsizlik texnikasi.**

##### **Kimyoviy idishlar, ularni ishga tayyorlash**

Analitik kimyoda ishlatiladigan ko'pgina moddalar u yoki bu darajada zaxarlidir, shuning uchun ulardan foydalanishda ishlash qoidalariga rioya qilmoq kerak.

Taxlil qilinuvchi modda va reagentlarni tatib ko'rish qat'iyan man etiladi! Ish boshlashdan avval talabalar laboratoriyada ishlashning umumiy va maxsus qoidalari bilan tanishib chiqishlari hamda maxsus jumalga imzo chekishlari kerak.

Laboratoriyada ish boshlashdan avval, bajariladigan ishning maqsadi aniqlanadi, reja tuzilib, kerakli idish, asbob, materiallar tayyorlanadi

Ish stolida yuqoridagilardan tashqari ish natijalarini qayd etish uchun laboratoriya jurnali bo'lishi mumkin.

Laboratoriyada texnika xavfsizligiga rioya qilgan xolda tartib va ozodalik, ayniqsa reaktivlarni iflos qilmaslik zarur:

- a) reaktiv saqlanadigan idishni o'ng qo'lda ushlab, uning qopqog'ini idish ichiga kirib turadigan qismini stolga tegizmay yuqoriga qaratib qo'yiladi.
- b) reaksiya olib borilayotgan idishni devoriga pipetkaning uchi tegmasligi kerak.
4. Ishni shunday uyushtirish kerakki, laboratoriya ishlari uchun (tindirish, sentrifugalash, qaynatish, eritmani bug'latish va boshqalar) ajratilgan vaqt mobaynida, bajarilishi uchun ko'p vaqt talab qilmaydigan ishlarni (idish yuvish, reaktivlar tayyorlash, alohida ionlarni aniqlash va boshqalarni) ham bajarish mumkin bo'lsin.
5. Reaksiyaga kirishuvchi eritmalarini alangada isitish boshlang'ich moddalarni kamayishiga olib keladi, shuning uchun bu ishni suv hammomida olib boriladi. Bunda probirka o'g'zi o'ziga yoki yonida ishlayotgan o'rtoq'iga qaratilmasligi lozim. Probirkada qaynatilayotgan eritma ko'zga tushmasligi uchun uni ishlovchi shaxs bo'lmagan tomonga qaratiladi.
6. Eritmaning hidini bilish uchun, probirkadan o'ziga qarata qo'l yordamida xavo oqimini engil xarakterga keltiriladi.
7. Tutun, zaxarli yoki noxush bug' va gazlar (masalan, ammiak, konsentrik kislota va boshqalar)ni xosil bo'lishi bilan boradigan ishlar mo'ri ostida olib boriladi.
8. Vodorod sulfidi (zaxar!) qo'llash bilan boradigan tajribalar mo'rili shkaf ostida olib boriladi. Chiqindilar shkaf ichidagi maxsus idishlarga bo'shatilishi kerak.
9. Simob, mishyak (zaxar!) va kumush tuzlari qoldiqlarini rakovinaga to'kish mumkin emas. Ular ajratilgan alohida idishlarga quyiladi.
10. Ish yakunida qo'lni yaxshilab yuvish zarur.
11. Reaktiv, distillangan suv, gaz va elektrni tejash lozim.
12. Ishni tamomlagach, talaba ish joyini tartibga keltirishi, elektr asboblarni, gaz va suv kranlarini berkitishi zarur.

Baxtsiz xodisalarda ko'rsatiladigan birinchi tibbiy yordam

Teri engil kuyganda jaroxatlangan joyga glitserin surtilib, spirt xo'llangan paxta

bilan bosib qo'yiladi. Qattiq kuyganda esa taninning 3%li eritmasi xo'llangan doka yoki paxta bilan berkitiladi.

Kiyim yoki teriga kislota, ishqor to'kilganda awal o'sha yer ko'p miqdordagi suv, so'ngra kislota bilan kuygan bo'lsa, 3%li NaHCO<sub>3</sub> ishqordan kuygan bo'lsa, 1-2% sirka kislotasi eritmalari bilan yuviladi.

Kislota, ishqor tomchilari ko'zga tushgan xolda ulami suv, so'ngra (agar kislota sachragan bo'lsa) 3%li NaHCO<sub>3</sub> yoki (ishqordan kuygan bo'lsa) borat kislotasining to'yingan eritmasi bilan yuviladi.

## **Laboratoriya ishi-2**

### **I guruh kationlari (K<sup>+</sup>, Na<sup>+</sup>, NH<sub>4</sub><sup>+</sup>) ning analitik reaksiyalari**

#### **I-analitik guruh kationlarini aniqlash.**

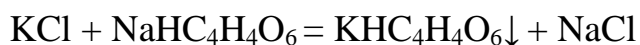
Tajriba uchun olingan eritmadan 3-4 tomchi olib unga 2-3tomchi Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> eritmasidan tomiziladi. Agar eritmada cho'kma hosil bo'lmasa eritma tarkibida birinchi analitik guruh kationlari bo'lishi mumkin. Birinchi guruh kationlari ularning xususiy reaksiyalari yordamida aniqlanadi.

Kislota asos sistemasi bo'yicha birinchi analitik guruh kationlarini natriy, kaliy va ammoniy ionlari tashkil etadi. Bu kationlar tuzlarining ko'pchiligi suvda yaxshi eriydi. Shu sababli ular uchun guruh reagenti (umumiy reagent) yo'q. K<sup>+</sup> kationini to'ishda cho'kma hosil qilishga asoslangan reaksiyalar ko'p emas. Ulardan eng muhimlari quyidagilardir.

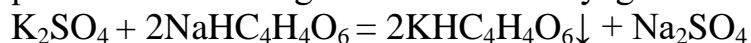
#### **K<sup>+</sup> ionlarining reaksiyalari**

**1. Vino kislota H<sub>2</sub>C<sub>4</sub>H<sub>4</sub>O<sub>6</sub>** yoki uning natriyli nordon tuzi - natriy gidrotartarat NaHC<sub>4</sub>H<sub>4</sub>O<sub>6</sub> kaliy tuzlarining eritmalari bilan oq kristall cho'kma - kaliy gidrotartrat KHC<sub>4</sub>H<sub>4</sub>O<sub>6</sub> beradi.

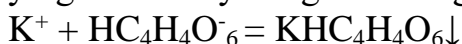
Vino (boshqacha aytganda tartrat) kislota ancha kuchsiz organik kislota. Uning molekulasida oltita vodorod atomi bo'lsa ham, ulardan faqat ikkitasigina H<sup>+</sup> ionlari holida ajraladi. Shuning uchun ham u ikki asosli kislota. U o'rta va nordon tuzlar hosil qila oladi. Vino kislotaning kaliyli va natriyli o'rta tuzlari (tartratlar) K<sub>2</sub>C<sub>4</sub>H<sub>4</sub>O<sub>6</sub>, NaC<sub>4</sub>H<sub>4</sub>O<sub>6</sub> hamda natriy gidrotartrat NaHC<sub>4</sub>H<sub>4</sub>O<sub>6</sub> suvda yaxshi eriydi. Aksincha, kaliy gidrotartrat KHC<sub>4</sub>H<sub>4</sub>O<sub>6</sub> suvda ancha kam eriydi, bundan K<sup>+</sup> ionini to'ishda foydalaniladi:



Kaliyning boshqa tuzlari ham shunga o'xshash reaksiyaga kirishadi, masalan:



Albatta, shunday bo'lishi kerak edi, chunki reaksiyada faqat K<sup>+</sup> va HC<sub>4</sub>H<sub>4</sub>O<sub>6</sub><sup>-</sup> ionlarigina ishtirok etadi. Boshqa hamma ionlarni tenglamadan tushirib qoldirish mumkin. Bunda ko'rib chiqilayotgan reaksiyaning ionli tenglamasini hosil qilamiz.



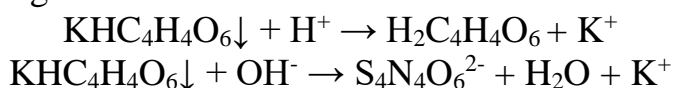
Reaksiyani o'rganish uchun konussimon 'robirkaga kaliy tuzi (KCl yoki KNO<sub>3</sub>) eritmasidan 4 – 5 tomchi olib, NaHC<sub>4</sub>H<sub>4</sub>O<sub>6</sub> eritmasidan shuncha tomchi qo'shiladi. 'robirkadagi suyuqlik shisha tayoqcha bilan aralashtiriladi, agar shu ondayoq cho'kma tushmasa, shisha tayoqcha bilan 'robirka devori sekin ishqalanadi. Ga' shundaki, reaksiya natijasida ko''incha bir oz vaqtdan keyingina cho'kma

ajratadigan o'ta to'yingan eritmalar hosil bo'ladi. Ishqalash, chayqatish va shunga o'xshash mexanikaviy ta'sirlar cho'kma hosil bo'lishini tezlashtiradi.

Cho'kma hosil qilingach, uning xossalarini o'rganiladi.

1. Eng avval uning kristall tuzilishga ega ekanligi aniqlanadi. Buning uchun 'robirka og'zini yo'ib to'ngariladi va uning tagiga hamda devorlariga yo'ishib qolgan  $\text{KHC}_4\text{H}_4\text{O}_6$  kristallari ko'zdan kechiriladi. 'robirka shunday ushlanganda amorf (hamda juda mayda kristall tuzilishli) cho'kmalar uning devorlaridan ko'chib chiqadi.

2. Cho'kmaga kislota va ishqorlar ta'sir etish - etmasligi tekshirilib ko'riladi. Buning uchun, 'robirkadagi suyuqlikni chayqatib turib, loyqa suyuqlikdan tomchi 'lastinkasining uchta chuqurchasiga (yoki uchta 'robirkaga) bir tomchidan solinadi. Ulardan biriga bir tomchi kuchli kislota ( $\text{HCl}$ ,  $\text{HNO}_3$  yoki  $\text{H}_2\text{SO}_4$ ), ikkinchisiga bir tomchi ishqor ( $\text{NaOH}$  yoki  $\text{KOH}$ ) va uchinchisiga bir tomchi sirka kislota ta'sir ettiriladi. Oxirgisidan boshqa barcha hollarda cho'kma eriydi. Bunda bo'ladigan reaksiyalar quyidagi tenglamalar bilan ifodalanishi mumkin:



3. Cho'kmaning qolgan qismiga ikki tomchi distillangan suv qo'shiladi va 'robirkadagi suyuqlikni shisha tayoqcha bilan aralashtirib turib, suv hammomida isitiladi. Bunda ham cho'kma eriydi. Demak,  $\text{KHC}_4\text{H}_4\text{O}_6$  ning eruvchanligi tem'eratura ko'tarilishi bilan ortar ekan.

Shunday qilib,  $\text{KHC}_4\text{H}_4\text{O}_6$  cho'kmasi oq kristall modda bo'lib, issiq suvda, kuchli kislotalarda va ishqorlarda eriydi, lekin kuchsiz kislota bo'lgan sirka kislotalada erimaydi. Shuni ham aytish kerakki,  $\text{KHC}_4\text{H}_4\text{O}_6$  ko'' miqdordagi sovuq suvda ham eriydi, shuning uchun uning reaksiyasi uncha seziluvchan emas (suyultirish chegarasi 1:1000).

Cho'kmaning bu xossalari reaksiyani qanday sharoitda o'tkazish kerakligini belgilab beradi. CHunonchi,  $\text{KHC}_4\text{H}_4\text{O}_6$  cho'kmasi issiq eritmada hamda kuchli kislotali va kuchli ishqoriy muhitdagi eritmada hosil bo'lmaydi. Bunga ishonch hosil qilish uchun 2 - 3 tomchi kaliy tuzi eritmasiga bir necha tomchi kuchli kislota yoki ishqor qo'shingda, hosil bo'lgan eritmada  $\text{K}^+$  ionini to'ib ko'ring. Uni to'ib bo'larmikan?

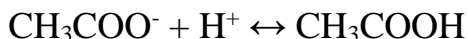
Eritmada  $\text{K}^+$  ionining konsentratsiyasi oz bo'lsa ham  $\text{KHC}_4\text{H}_4\text{O}_6$  cho'kma hosil bo'lmasligi mumkin.

O'tkazilgan hamma tajribalardan  $\text{NaHC}_4\text{H}_4\text{O}_6$  yordamida  $\text{K}^+$  kationini to'ish sharoitlari quyidagicha bo'ladi, degan xulosa chiqarish mumkin:

- a) eritmada  $\text{K}^+$  ionining konsentratsiyasi yetarli darajada yuqori bo'lishi;
- b) reaksiyaning sovuqda o'tkazilishi;
- c) eritma kuchsiz kislotali yoki neytral ( $rH = 4 - 7$ ) bo'lishi.

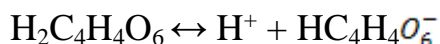
Analiz vaqtida reaksiya boradigan sharoitni talabaning o'zi yaratishga to'g'ri keladigan hollar ham bo'ladi. Agar eritma juda suyultirilgan bo'lsa, uni bug'latib konsentrlanadi. Agar eritma kislotali yoki ishqoriy bo'lsa, uni pH kerakli qiymatga kelgunga qadar neytrallanadi. Ishqoriy eritmalarini laboratoriyadagi istalgan kislota bilan, yaxshisi sirka kislota bilan neytrallash kerak, chunki uning ortiqcha miqdori  $\text{KHC}_4\text{H}_4\text{O}_6$  cho'kmaning tushishiga xalaqit bermaydi. Kuchli kislotali eritmalarini  $\text{NaOH}$  bilan neytrallash mumkin-u, lekin  $\text{KOH}$  bilan qat'iyani mumkin emas, chunki

bunda to'ishimiz kerak bo'lgan ionni eritmaga kiritib qo'ygan bo'lamiz. NaOH ning o'rniga natriy atsetat  $\text{CH}_3\text{COONa}$  dan foydalanish qulay. Natriy atsetat tekshirilayotgan eritmadagi kuchli kislota bilan reaksiyaga kirishib kuchsiz sirka kislotani hosil qiladi:

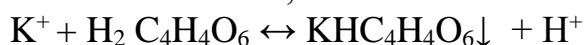


Agar eritmaga natriy atsetatdan biroz ortiqroq qo'shilsa,  $\text{pH} = 5$  bo'lgan atsetatli bufer aralashma hosil bo'ladi. Bunday muhitda  $\text{KHC}_4\text{H}_4\text{O}_6$  to'liq ko'chadi. Tekshiriladigan ishqoriy eritmaga *bir oz* ortiqroq sof sirka kislota qo'shilsa ham atsetatli bufer aralashma hosil bo'ladi.

Yuqorida aytib o'tildiki,  $\text{K}^+$  ioniga reaktiv qilib,  $\text{NaHC}_4\text{H}_4\text{O}_6$  o'rniga vino kislotadan foydalanish mumkin, chunki uning birinchi bosqich dissotsiyasida  $\text{K}^+$  cho'ktiruvchi  $\text{HC}_4\text{H}_4\text{O}_6^-$  ionlari hosil bo'ladi.

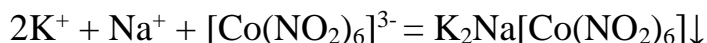


Lekin bunda kuchli kislota hosil bo'ladi, masalan:



Bu kislota reaksiyani qaytar qilib qo'yadi. Shuning uchun reaksiya qilishda tekshiriladigan eritmaga tegishli reaktivdan tashqari, kislota bilan reaksiyaga kirishib, atsetatli bufer aralashma hosil qiladigan natriy atsetat ham qo'shish kerak bo'ladi.

**Natriy kobaltnitrit  $\text{Na}_3[\text{Co}(\text{NO}_2)_6]$**  kaliy tuzlari eritmasi bilan asosan  $\text{K}_2\text{Na}[\text{Co}(\text{NO}_2)_6]$  tarkibli sariq cho'kma hosil qiladi. Bunda reagent kobaltning (III) kompleks tuzi bo'lib, dissotsiyalanganda  $[\text{Co}(\text{NO}_2)_6]^{3-}$  ionini hosil qiladi va bu ion  $\text{K}^+$  va  $\text{Na}^+$  ionlari bilan birikadi:



Reaksiyani 'robirkada yoki tomchi 'lastinkasida o'tkazish mumkin. Bir tomchi kaliy tuzi eritmasiga reagent eritmasidan 1-2 tomchi qo'shiladi, agar cho'kma tushmasa, bir oz kutiladi. Bu cho'kma  $\text{KHC}_4\text{H}_4\text{O}_6$  ga qaraganda kislotalarda ancha qiyin eriydi, biroq reaksiya yanada seziluvchan bo'lishi uchun bu tajribada ham kislotali eritmalarga eritmaning  $\text{pH}$  i 4-5 atrofida bo'lguncha natriy atsetat qo'shish kerak.

Cho'kma sirka kislotalarda erimaydi, chunki u  $[\text{Co}(\text{NO}_2)_6]^{3-}$  kompleks ion tarkibiga kiradigan nitrit kislotadan kuchsizdir:

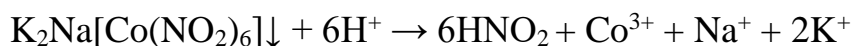
$$K_{\text{HNO}_3} = 5,1 \cdot 10^{-4}$$

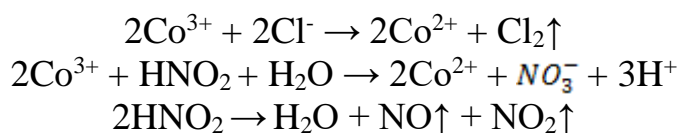
$$K_{\text{CH}_3\text{COOH}} = 1,74 \cdot 10^{-5}$$

$[\text{Co}(\text{NO}_2)_6]^{3-}$  kompleks yetarli darajada barqaror bo'lgani uchun bu kompleksdan eritmaga o'tayotgan  $\text{NO}_2^-$  ionlarining miqdori juda kam. Sirka kislotaning ionlanishidan hosil bo'ladigan  $\text{H}^+$  ionlari ancha kamligi uchun kuchliroq nitrit kislotaning hosil bo'lishiga yetarli emas. Shuning uchun cho'kma sirka kislotalarda erimaydi.

Cho'kma kuchli mineral kislotalarda erib, juda ham beqaror kuchsiz nitrit kislota hosil qiladi. Bu kislota juda oson 'archalanadi. Bir vaqtning o'zida kobalt (III) kobalt (II) gacha qaytariladi.

Bu 'rotsesslarning hammasini quyidagi bir qator reaksiya tenglamalari ko'rinishida berish mumkin:





Bu reaksiyalarni tegishli oksidlovchi - qaytaruvchi juftlarning standart 'otentsiallari qiymati bilan tushuntirish oson:

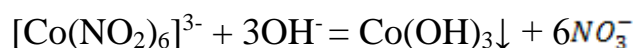
$$E_{\text{Co}^{3+}/\text{Co}^{2+}}^0 = 1,84\text{v}$$

$$E_{\text{Cl}_2/2\text{Cl}^-}^0 = 1,36\text{v}$$

$$E_{\text{NO}_3^-/\text{HNO}_2}^0 = 0,94\text{v}$$

Shunday qilib  $\text{Co}_0^{\text{III}}\text{Co}_0^{\text{III}}$  erkin xlor va nitrat kislotaga qaraganda kuchli oksidlovchi, shuning uchun  $\text{Cl}^-$  erkin xlogacha, nitrit kislotaga esa nitrat kislotagacha oksidlanadi.

Eritma *ishqoriy* ( $\text{pH} > 7$ ) bo'lmash kerak, chunki ishqorlar ta'sirida reaktiv 'archalanib,  $\text{Co}(\text{OH})_3$  ning to'q qo'ng'ir cho'kmasini hosil qiladi:



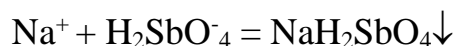
Ko'rib chiqilayotgan reaksiya  $\text{NaHC}_4\text{H}_4\text{O}_6$  bilan (suyultirish chegarasi 1:13000 ga yaqin) qilinadigan reaksiyaga nisbatan birmuncha seziluvchan. Shuning uchun analizda  $\text{K}^+$  ionini to'rish uchun shu reaksiyadan foydalanish ma'qul. Bunda agar  $\text{Na}_3[\text{Co}(\text{NO}_2)_6]$  uzoq turib qolsa, 'archalanib uning qo'ng'ir rangi 'ushti rangga ( $\text{Co}^{2+}$  ionining rangi) o'tishiga e'tibor berish kerak. Bunday 'ushti rangli eritma esa  $\text{K}^+$  ni to'rish uchun yaramaydi.

$\text{NH}_4^+$  ioni yuqoridagiga o'xshash sariq cho'kma -  $(\text{NH}_4)_2\text{Na}[\text{Co}(\text{NO}_2)]_6$  hosil qiladi. Bu moddani kaliyning tegishli birikmasidan farqi shundaki bu cho'kma qizdirilganda parchalanadi. Shuning uchun reaksiyani qizdirish yo'li bilan olib borish kerak.  $\text{NH}_4^+$  ning xalal berish xususiyatini yo'qotish uchun eritmaga formaldegid eritmasi qo'shiladi, u  $\text{NH}_4^+$  bilan geksametilentetramin  $(\text{CH}_2)_6\text{N}_4$  (urotro'in) hosil qiladi. Reaksiyani olib borish sharoiti bobning oxirida yozilgan ( $\text{K}^+$  ni to'rish reaksiyasiga qarang). Birinchi gru''aning qolgan kationlari va ikkinchi gru''a kationlari bu reaksiyaning borishiga xalaqit bermaydi.

### Na<sup>+</sup> ionlarining reaksiyalari

Natriyning ko'pchilik tuzlari suvda yaxshi eriydi. Shuning uchun  $\text{Na}^+$  ionini to'rishda qiyin eriydigan cho'kmalar hosil qilishga asoslangan reaksiyalar juda oz. Quyida shu reaksiyalardan ba'zilarini keltiramiz.

**1. Kaliy digidroantimonat  $\text{KH}_2\text{SbO}_4$**  (ya'ni ortosurma kislotaga  $\text{H}_2\text{SbO}_4$  ning kaliyli nordon tuzi) natriy tuzlarining eritmalari bilan oq kristall cho'kma – natriy digidroantimonat hosil qiladi:



Reaksiyani qilib ko'rish uchun natriy tuzi eritmasidan 2-3 tomchi olib unga reagent eritmasidan ham xuddi shuncha qo'shiladi va 'robirka devorlari shisha tayoqcha bilan ishqalanadi. Cho'kma kristall holatda ekaniga ishonch hosil qilinadi (bu  $\text{NaH}_2\text{SbO}_4$  ning muhim belgisi). Buning uchun cho'kma batamom tushguncha eritma tinch qo'yiladi, keyin 'robirkaning og'zi teshikli 'robka bilan bekitiladi va

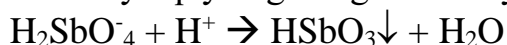


‘robirka to’ nkariladi. ‘robirka devorlarida kub shaklidagi yirik kristallar ko’rinadi.

Bu reaksiyani o’tkazishda quyidagi shart – sharoitlarga rioya qilish kerak:

1) *Natriy tuzining kontsentratsiyasi yetarli darajada yuqori bo’lishi zarur*,  $\text{NaH}_2\text{SbO}_4$  yaxshi eriydigan tuz bo’lib, u o’ta to’yingan eritmalar hosil qilishga ko’roq moyildir, shuning uchun uning suyultirilgan eritmalaridan butunlay cho’kma tushmasligi yoki tushsa ham uzoq vaqtdan so’ng tushishi mumkin. Demak, bu reaksiya u qadar seziluvchan emas. Shuning uchun bu tuzning suyultirilgan yoki kontsentratsiyasi noma’lum bo’lgan eritmalarini oldin bug’latib kontsentratsiyasini oshirish kerak. Cho’kma birdaniga hosil bo’lmasa, ‘robirkadagi suyuqlikni ma’lum vaqtgacha tinch qo’yish kerak va shunda ham cho’kma hosil bo’lmasagina eritmada  $\text{Na}^+$  ioni yo’q, degan xulosa chiqarish mumkin.

2) *Tekshiriladigan eritmaning muhiti neytral ( $\text{pH} \approx 7$ ) bo’lishi lozim*. Kislotali ( $\text{pH} < 7$ ) muhitda reagent ‘archalanib, oq rangli amorf holatdagi cho’kma – metastabiat kislotasi  $\text{HSbO}_3$  hosil bo’ladi. Reaksiya quyidagi tenglama bo’yicha boradi:



Ishqoriy muhit  $\text{NaH}_2\text{SbO}_4$  cho’kmaning erishiga yordam beradi, bunda suvda eriydigan o’rta tuz  $\text{Na}_2\text{SbO}_4$  hosil bo’ladi. Reaksiya yaxshi chiqishi uchun kislotali eritmalar  $\text{KOH}$  bilan, ishqoriy eritmalar esa  $\text{CH}_3\text{COOH}$  bilan neytrallanadi.

Agar eritma yetarli darajada neytrallanmagan bo’lsa  $\text{Na}^+$  ioni yo’qligida amorf holatdagi cho’kma  $\text{HSbO}_3$  hosil bo’lishi mumkin. Uni krisatall holatdagi cho’kma  $\text{NaH}_2\text{SbO}_4$  dan farq qila bilish kerak. *Faqat amorf holatdagi cho’kma hosil bo’lishiga qarab eritmada  $\text{Na}^+$  ioni bor, deb xulosa chiqarish yaramaydi.*

3) Reaksiyani sovuqda o’tkazish lozim chunki  $\text{NaH}_2\text{SbO}_4$  ning eruvchanligi ( $\text{KHC}_4\text{H}_4\text{O}_6$  ning eruvchanligi kabi) tem’eratura ko’tarilishi bilan juda ortib ketadi.

## **2. Uranilatsetat bilan bo’ladigan mikrokrystallosko’ik reaksiya.**

Tekshirilayotgan natriy tuzi eritmasidan bir tomchisini shisha ‘lastinka ustida ehtiyotlik bilan bug’latib quriting. Quruq qoldiq sovugandan keyin unga bir tomchi uranilatsetat  $(\text{CH}_3\text{COO})_2\text{UO}_2$  qo’shing, bir necha minutdan so’ng  $\text{CH}_3\text{COONa} \cdot (\text{CH}_3\text{COO})_2\text{UO}_2$  (natriy uranilatsetat) kristallarini mikrosko’da ko’ring. Ular to’g’ri tetraedrlar yoki oktaedrlar shaklida bo’ladi.

Bu reaksiya juda seziluvchandir ( $\text{Na}^+$  ning to’ilish minimumi 0,8 mk).  $\text{Mg}^{2+}$  ishtirokida  $\text{CH}_3\text{COONa}(\text{CH}_3\text{COO})_2 \text{Mg} \times 3(\text{CH}_3\text{COO})_2\text{UO}_2 \cdot 9\text{H}_2\text{O}$  tarkibli uchlamchi tuzning kristallari hosil bo’ladi. Ular natriyning hosil qilgan kristallariga o’xshaydi.

Reaksiyani natriy tuzlarining neytral yoki sirka kislotali eritmaları ta’sirida tarkibi  $(\text{CH}_3\text{COO})_2\text{Me} \cdot \text{CH}_3\text{COONa} \cdot 3(\text{CH}_3\text{COO})_2\text{UO}_2 \cdot 9\text{H}_2\text{O}$  yoki  $\text{NaMe}(\text{UO}_2)_3(\text{CH}_3\text{COO})_9 \cdot 9\text{H}_2\text{O}$  formulaga to’g’ri keladigan sarg’ish kristall cho’kma hosil qiladigan rux uranilatsetat yoki nikel uranilatsetat bilan ham olib borish mumkin.

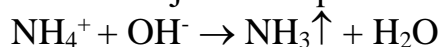
Bu reaksiya kaliy digidroantimonat (1tomchi eritmada to’ilish minimumi 12,5 mkg) bilan qilinadigan reaksiyaga qaraganda ancha serunumdur. Bundan tashqari u natriy uchun s’etsifikdir. Eritmada  $\text{K}^+$ ,  $\text{NH}_4^+$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Sr}^{2+}$ ,  $\text{Ba}^{2+}$ ,  $\text{Al}^{3+}$ ,  $\text{Fe}^{3+}$ ,  $\text{Mn}^{2+}$ ,  $\text{Zn}^{3+}$ ,  $\text{Co}^{2+}$ ,  $\text{Ni}^{2+}$ ,  $\text{Cd}^{2+}$ ,  $\text{Bi}^{3+}$ ,  $\text{Cu}^{2+}$ , ‘ $\text{b}^{2+}$  va  $\text{Hg}^{2+}$  ionlarining 20 marta ko’r miqdorda bo’lishi ham natriyni to’ishga xalal bermaydi. SHuning uchun Rux uranilatsetat rux, marganets, temir, qo’rg’oshin, mis va shunga o’xshashlarning tuzlari tarkibida bo’lgan juda oz miqdordagi  $\text{Na}^+$  ni to’ishda ishlatiladi. Ko’r miqdor  $\text{K}^+$  ishtirokida

$\text{CH}_3\text{COOK}(\text{CH}_3\text{COO})_2\text{UO}_2$  ning ignasimon kristallari hosil bo'lishi mumkin. Uning hosil bo'lmasligi uchun, agar tekshiriladigan eritmada  $\text{K}^+$  ning konsentratsiyasi yuqori bo'lsa (uni to'ishda mo'l cho'kma hosil bo'lgan bo'lsa), ruxuranilatsetat bilan  $\text{Na}^+$  ionini to'ishdan avval eritmani suv bilan 2-3 marta suyultirish va reaksiya uchun suyultirilgan eritmadan bir tomchi olish kerak.

$\text{Na}^+$  ni to'ishda eritmaning muhiti mumkin qadar neytralga yaqin bo'lishi kerak. Kislotali eritmalar oldindan ammiak yoki rux oksid bilan neytrallanadi. Rux oksid bilan neytrallanganda ortiqcha rux oksid sentrifugalash yo'li bilan eritmadan ajratiladi, so'ngra tsentrafugatning bir tomchisi bilan reaksiya qilib ko'riladi.

### **$\text{NH}_4^+$ ionlarining reaksiyalari**

**1. O'yuvchi ishqorlar NaOH, KOH bilan ammoniy tuzlarining eritmaları qo'shib qizdirilganda gazzimon ammiak ajralib chiqadi:**



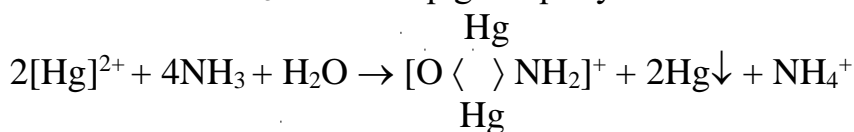
Bu reaksiyani bajarish uchun soat oynasiga ammoniy tuzi eritmasidan 1-2 tomchi va ishqor eritmasidan 3-4 tomchi tomizib bir oz isitiladi. Ammiakni faqat hididangina emas, balki boshqa usullar bilan ham bilish mumkin.

1) Soat oynasiga ammoniy tuzi va ishqor eritmaları aralashmasi tomizib, uni ichki tomoniga namlangan fenolftaleinli qog'oz yo'ishtirilgan xuddi shunday *quruq* soat oynasi bilan yo'iladi. SHunday qilib, hosil qilingan gaz kamerasidagi indikator qog'oz bir necha minutdan keyin qizaradi, chunki reaksiya natijasida ajralib chiqqan ammiak suvda erib, ishqor ( $\text{NH}_4\text{OH}$ ) hosil qiladi.

Ammiak ajralib chiqishini tezlashtirish uchun reaksiya boradigan aralashmani suv hammomida *bir oz isitish* mumkin.

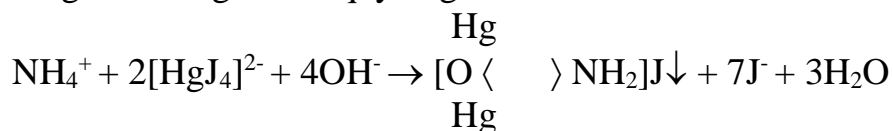
Fenolftaleinli qog'oz o'rniga ammiak ta'sirida ko'karadigan lakmusli qog'oz ishlatish ham mumkin. Lekin bunda rang o'zgarishi uncha ravshan bo'lmaydi.

2) Fenolftaleinli qog'oz o'rniga  $\text{Hg}_2(\text{NO}_3)_2$  eritmasi shimdirilgan filtr qog'oz ishlatish ham mumkin. Bunda  $\text{NH}_3$  ta'sirida qog'oz qorayadi:



**2. Nessler reaktivi**, ya'ni  $\text{K}_2[\text{HgJ}_4]$  kompleks tuzning KOH dagi eritmasi ammoniy tuzlari eritmasi bilan xarakterli qizil -qo'ng'ir rangli cho'kma hosil qiladi.

Reaksiyaning ionli tenglamasi quyidagicha:



Ammoniy tuzlarining juda kam miqdori qizil - qo'ng'ir rangli cho'kma o'rniga sariq rang beradi. Bu reaksiya juda kam seziluvchan. Bu reaksiyani o'tkazish uchun tomchi 'lastinkasidagi bir tomchi ammoniy tuzining suyultirilgan eritmasiga Nessler reaktivi eritmasidan 1-2 tomchi qo'shing (reaktivni ammoniy tuziga qaraganda mo'lroq olish kerak, chunki cho'kma ortiqcha ammoniy tuzida eriydi).

Nessler reaktivi tarkibida ishqor bor; ishqorlar ko'chilik kationlar bilan

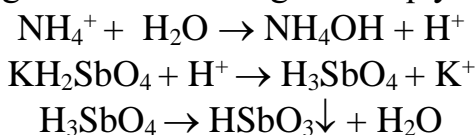
qiyin eruvchan gidroksidlar cho'kmasini hosil qiladi, ularning ko'chiligi rangli bo'ladi. Bunday rangli cho'kmalarning hosil bo'lishi  $\text{NH}_4^+$  ionini to'ishda hosil bo'ladigan cho'kmaning rangini kuzatishga xalal berishi mumkin. Yuqorida ko'rib o'tilgan reaksiyaga qaraganda  $\text{NH}_4^+$  ion uchun uncha xos emas. Lekin bu noqulaylikni osongina bartaraf qilish mumkin. Buning uchun tajriba gaz kamerasida o'tkazilishi va uning yuqorigi shishasiga fenolftalein qog'ozi o'rniga bir tomchi Nessler reaktivi tomizish kifoya. Bunda ishqor ta'sirida ajralib chiqadigan  $\text{NH}_3$  Nessler reaktivida yutilib, xarakterli qizil - qo'ng'ir cho'kma hosil qiladi.

Tajribani boshqacha qilib ham o'tkazish mumkin, chunonchi 'robirkaga solingan 2-3 tomchi eritmaga  $\text{NaOH}$  yoki  $\text{KOH}$  eritmasidan mo'lroq ta'sir ettirib, metall gidroksidlari cho'ktiriladi, cho'kmani eritmadan sentrifugalab ajratib olinadi va shundan keyin, qolgan eritmaga Nessler reaktivi ta'sir ettiriladi.

**3.  $\text{NH}_4^+$  ionining  $\text{K}^+$  va  $\text{Na}^+$  ionlari reaktivlari ta'siriga munosabati.** Biz  $\text{NH}_4^+$  ionining eng muhim sifat reaksiyalarini o'rganib oldik, endi uning  $\text{K}^+$  va  $\text{Na}^+$  ionlarini to'ishda ishlatiladigan reaktivlar ta'siriga qanday munosabatda bo'lishini ko'rib chiqaylik. Bu I gru'a kationlarini sistematik analiz qilish yo'lini tushunib olish uchun juda zarurdir :

a)  $\text{NaHC}_4\text{H}_4\text{O}_6$ ,  $\text{Na}_3[\text{Co}(\text{NO}_2)_6]$  va  $\text{Na}_2\text{bCu}(\text{NO}_2)_6$  lar  $\text{NH}_4^+$  ionlari bilan ko'rinishda  $\text{K}^+$  ionlari hosil qiladigan cho'kmadan farq qilmaydigan cho'kma hosil qiladi. Bunga o'zingiz tajriba qilib ko'rib ishonch hosil qiling. *Demak,  $\text{NH}_4^+$  ning bo'lishi  $\text{K}^+$  ni to'ishga xalal beradi.*

b)  $\text{KH}_2\text{SbO}_4$  ammoniy tuzlari eritmasi bilan reaksiyaga kirishib, ularning eritmaları kislotali bo'lgani uchun (gidrolizlanishi tufayli) oq amorf cho'kma  $\text{HSbO}_3$  ni hosil qilishi mumkin. Uning hosil bo'lish tenglamasi quyidagicha:



Demak,  $\text{NH}_4^+$  ning bo'lishi bu reaksiya bilan  $\text{Na}^+$  ni to'ishga ham xalal beradi.

Lekin, rux uranil atsetat bilan qilinadigan reaksiyani yoki  $(\text{CH}_3\text{COO})_2\text{UO}_2$  bilan qilinadigan mikrokristallosko'ik reaksiyadan foydalanib,  $\text{NH}_4^+$  ishtirokida ham  $\text{Na}^+$  ionini to'ish mumkin.

**4. Ammoniy ionini ajratish.** Yuqorida ko'rdikki,  $\text{NH}_4^+$  ionini  $\text{K}^+$  ionini hamda ( $\text{KH}_2\text{SbO}_4$  bilan boradigan reaksiyada)  $\text{Na}^+$  ionini to'ishga xalal beradi. SHuning uchun: a)  *$\text{K}^+$  va  $\text{Na}^+$  ionlarini to'ishdan oldin eritmada  $\text{NH}_4^+$  bor yoki yo'qligini aniqlash kerak;* b) *agar  $\text{NH}_4^+$  bo'lsa, uni eritmadan butunlay yo'qotish kerak.*  $\text{NH}_4^+$  ionini yo'qotish uchun ammoniy tuzlarining qizdirilganda eruvchanligidan foydalaniladi.

### Laboratoriya ishi-3

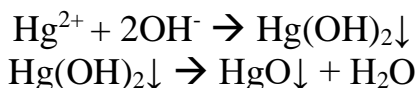
#### II guruh kationlari ( $\text{Ag}^+$ , $\text{Pb}^{2+}$ , $\text{Hg}_2^{2+}$ ) ning analitik reaksiyalari

Kislota asos sistemasida VI analitik guruh kationlarini  $\text{Ag}^+$ ,  $\text{Hg}^+$  va  $\text{Pb}^{2+}$  ionlari tashkil qilib, guruh reagenti vazifasini xlorid kislotaning 2n eritmasi bajaradi. Bu

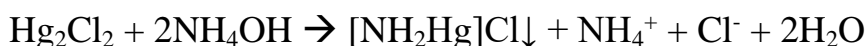
guruh kationlari xloridlaridan faqat  $\text{PbCl}_2$  suvda qisman eriydi, shuning uchun xlorid kislotasi vositasida bu kationlar cho'ktirilganda  $\text{Pb}^{2+}$  ionining bir qismi eritmada kolishi mumkin.

### **$\text{Hg}^{2+}$ ionlarning reaksiyalari**

1. **O'yuvchi ishqorlar NaOH va KOH** simob (II) tuzlari bilan sariq cho'kma  $\text{HgO}$  ni hosil qiladi, chunki simob (II) - gidroksid beqarordir:

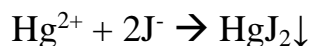


2. **Ammiak  $\text{NH}_4\text{OH}$**  oq cho'kma holdagi kompleks tuzni hosil qiladi, masalan:

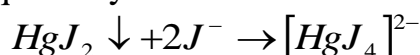


Cho'kma kislotalarda eriydi.

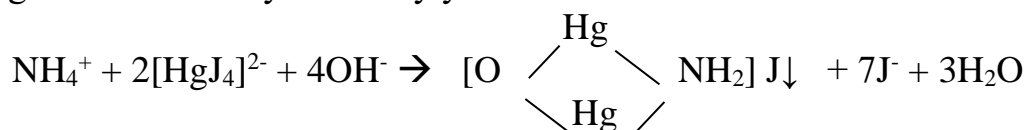
3. **Kaliy yodid KI** reaktivi  $\text{Hg}^{2+}$  ion bilan o'zaro ta'sirlashib, sarg'ish - qizil cho'kma  $\text{HgI}_2$  ni hosil qiladi:



Mo'l miqdordagi reaktivda cho'kma ancha barqaror  $[\text{HgJ}_4]^{2-}$  kompleks ionni ( $K_{\text{beqaror}} = 1,5 \cdot 10^{-30}$ ) hosil qilib eriydi:



Hosil qilingan eritmaga  $\text{NH}_4\text{OH}$  yoki biror ammoniy tuzi eritmasidan bir tomchi va konsentrlangan ishqor eritmasidan bir necha tomchi qo'shilsa, xarakterli qizil qo'ng'ir tusli merkuriy ammoniy yodid cho'kmasi hosil bo'ladi:



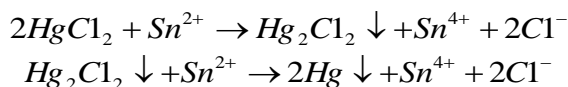
Nessler reaksiyasi deb ataluvchi bu reaksiyani  $\text{NH}_4^+$  ionlarni to'ishda qo'llagan edik. Xuddi o'shanday muvaffaqiyat bu reaksiyani  $\text{Hg}^{2+}$  ionlarni to'ish uchun qo'llash mumkin.

4. **Kaliy xromat  $\text{K}_2\text{CrO}_4$**  turib qolganda qizaradigan (asosli tuz hosil bo'lishi sababli) sariq cho'kma  $\text{HgC}_2\text{O}_4$  ni hosil qiladi.

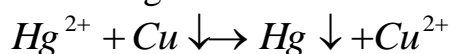
5.  **$\text{Hg}^{2+}$  ni  $[\text{Hg}_2]^{2+}$  gacha va metall holatdagi simobgacha qaytarish.**

1) Simob (II) tuzlari eritmasiga  $\text{SnCl}_2$  ta'sir ettirilsa, avval oq cho'kma  $\text{Hg}_2\text{Cl}_2$  hosil bo'ladi, u esa mo'l miqdordagi reaktiv ta'sirida asta - sekin kul tusiga kiradi, ya'ni  $[\text{Hg}_2]^{2+}$  metall simobgacha qaytariladi.

Reaksiyaning borishi quyidagi tenglamalar bilan ifodalanishi mumkin:



2) mis metalli simob ionlarini uning tuzlari eritmalaridan siqib chiqaradi:

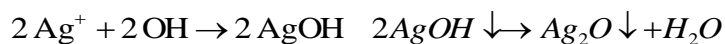


Kuchlanish qatorida simobdan cha'da joylashgan ko'chilik metallar ham xuddi shunga o'xshash ta'sir ko'rsatadi.

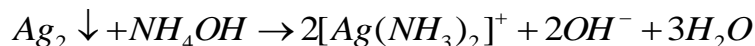
### **$\text{Ag}^+$ ionlarning reaksiyalari**

$\text{Ag}^+$  ion suvli eritmalarda rangsizdir.

1. **NaOH va KOH o'yuvchi ishqorlar**  $Ag^+$  ionlar bilan qo'ng'ir  $Ag_2O$  cho'kmani hosil qiladi, bu dastlab hosil bo'ladigan beqaror kumush gidroksidning parchalanishidan hosil bo'ladi:



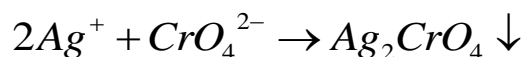
Cho'kmaning  $NH_4OH$  da erishiga sabab kumushning ammiakli kompleksi hosil bo'lishidir:



$Ag_2O$  ni  $NH_4OH$  da ammoniy tuzlari ishtirokida eritish kerak, aks holda idishni salgina silkitganda 'ortlab ketadigan kumush qoldig'i  $Ag_2N$  hosil bo'lishi mumkin.

Kumush tuzlari eritmasiga  $NH_4OH$  ni ta'sir ettirilganda  $Ag_2O$  cho'kma hosil bo'lishi mumkin, ammo u ortiqcha miqdordagi reaktiv ta'sirida erib ketadi.

2. **Kaliy xromat  $K_2CrO_4$**  reaktivi  $Ag^+$  ionlar bilan qizil g'isht tusli cho'kma  $Ag_2CrO_4$  ni hosil qiladi:



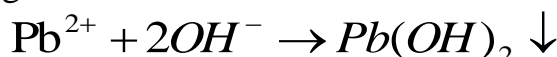
Cho'kma  $HNO_3$  va  $NH_4OH$  da eriydi, ammo  $CH_3COOH$  da juda qiyinchilik bilan eriydi.

Reaksiya  $pH \approx 7$  bo'lgan muhitda o'tkazilishi zarur. Ishqoriy muhitda cho'kma holatdagi kumush oksid ( $Ag_2O$ ) hosil bo'ladi. Amimakli va kuchli kislotali muhitda cho'kma hosil bo'lmaydi.

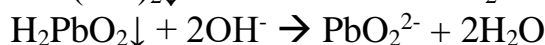
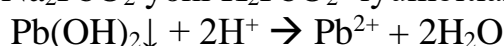
### **$Pb^{2+}$ ionlarining reaksiyalari**

$Pb^{2+}$  ion suvli eritmalarda rangsizdir.

1. **NaOH, KON ishqorlar va  $NH_4OH$**  ning  $Pb^{2+}$  kationlarga ta'siridan oq tusli cho'kma qo'rg'oshin (II)- gidroksid hosil bo'ladi:

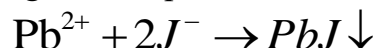


Cho'kma amfoter xossaga ega, ya'ni kislotalarda ham, ishqorlarda ham eriydi. Ishqorlarda eriganda  $Na_2PbO_2$  yoki  $K_2PbO_2$  'lyumbitlar hosil bo'ladi:



$Pb(OH)_2$  cho'kma ammiakda erimaydi.

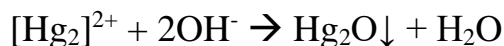
2. **Kaliy yodid KJ**  $Pb^{2+}$  ionlarga ta'sir qilib,  $PbJ_2$  sariq cho'kmani hosil qiladi:



Cho'kma hosil bo'lgandan so'ng 'robirkaga bir necha tomchi suv va  $CH_3OOH$  ning 2 n. li eritmasidan qo'shib qizdiriladi. Bunda cho'kma erib ketadi, ammo 'robirka sovuq suv bilan sovutilganda  $PbJ_2$  yaltiroq tilla rang kristall ko'rinishida qaytadan cho'kmaga tushadi.  $Pb^{2+}$  uchun xarakterli bo'lgan bu reaksiya ayni bir vaqtda chiroyli analitik reaksiyalardan biri bo'lib ham hisoblanadi.

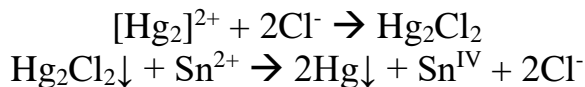
### **$[Hg_2]^{2+}$ ionlarning reaksiyalari**

1. **NaOH va KOH o'yuvchi ishqorlar**  $[Hg_2]^{2+}$  bilan reaksiyaga kirishib, qora cho'kma holidagi simob (II) – oksidni hosil qiladi:

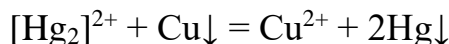


## 2. $[\text{Hg}_2]^{2+}$ ni metall holatdagi simobgacha qaytarish.

1) Bir tomchi simob (II) tuzi eritmasi ustiga 2-3 tomchi  $\text{SnCl}_2$  eritmasidan qo'shilsa,  $[\text{Hg}_2]^{2+}$  ning metall holdagi simobgacha qaytarilishi tufayli qorayib boruvchi  $\text{Hg}_2\text{Cl}_2$  oq cho'kma hosil bo'ladi:



2) Agar  $\text{Hg}_2(\text{NO}_3)_2$  eritmaning bir tomchisi yaltiroq mis 'lastinka ustiga (yoki chaqaga) tomizilib bir oz kutilsa, 'lastinkada simob metalining kul rang dog'i 'aydo bo'ladi:



Agar chaqaning eritma tekkan joyini suv bilan yuvib, dog' latta yoki filtr qog'ozi bilan artilsa, u yaltiroq bo'lib qoladi.

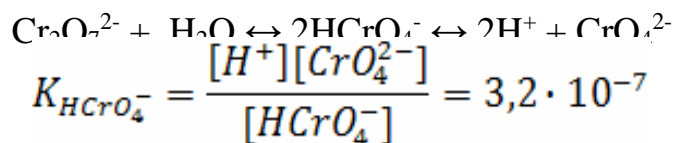
### Laboratoriya ishi-3

#### III guruh kationlari ( $\text{Ba}^{2+}$ , $\text{Sr}^{2+}$ , $\text{Ca}^{2+}$ ) ning analitik reaksiyalari

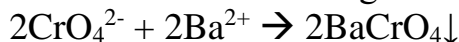
2-analitik guruh kationlarini  $\text{Ba}^{2+}$ ,  $\text{Sr}^{2+}$  va  $\text{Ca}^{2+}$  ionlari tashkil qilib, ular uchun 2 n sulfat kislota eritmasi guruh regenti bo'lib hisoblanadi. Bu guruh kationlari sulfatlari kislota va ishqor eritmalarida erimaydi. Ularning suvdagi eruvchanligi ionlar yozilgan qatorga mos ravishda ortadi, ya'ni  $\text{CaSO}_4$  ning eruvchanligi nisbatan yuqori bo'lib,  $\text{Ca}^{2+}$  ionlari sulfat ionlari ta'sirida to'liq cho'kmaga tushmaydi. Biroq eritmaga etil spirti qo'shilganda kalsiy ionlarini to'liq cho'kmaga tushishi kuzatiladi.

#### $\text{Ba}^{2+}$ ionlarining reaksiyalari

**Kaliy bixromat  $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$**   $\text{Ba}^{2+}$  ionlari bilan, kuzatilganidek  $\text{BaCr}_2\text{O}_7$  emas, balki sariq cho'kma  $\text{BaCrO}_4$  hosil qiladi. Bunga sabab shuki,  $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$  eritmasida  $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$  ionlaridan tashqari shu ionlarning suv bilan o'zaro ta'siridan hosil bo'ladigan oz miqdordagi  $\text{CrO}_4^{2-}$  ionlari ham bo'ladi:



Ammo  $\text{CrO}_4^{2-}$  ionlarining konsentratsiyasi  $\text{Ba}^{2+}$  ning eruvchanlik ko'rsatkichi  $\text{BaCr}_2\text{O}_7$  ning eruvchanlik ko'rsatkichidan oldinroq o'z qiymatiga yetishi uchun yetarli bo'ladi. SHuning uchun ham  $\text{BaCrO}_4$  cho'kmaga tushadi:

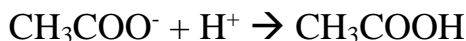


Ikkala tenglamani qo'shib ko'rib chiqilayotgan reaksiyaning umumiy tenglamasini hosil qilamiz:



$\text{BaCrO}_4$  cho'kmasi kuchli kislotalarda eriydi, sirka kislotada esa erimaydi. Bu yerda reaksiyaning o'zida kuchli kislota hosil bo'lishi sababli reaksiya oxirigacha bormaydi. Ammo eritmaga  $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$  dan tashqari  $\text{CH}_3\text{COONa}$  ham qo'shilsa,  $\text{Ba}^{2+}$  ni to'la cho'ktirish mumkin; bu vaqtda kuchli kislota o'rniga  $\text{BaCrO}_4$  ni erita

olmaydigan kuchsiz sirka hosil bo'ladi:

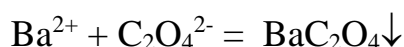


Bunda  $\text{CH}_3\text{COONa}$  dan mo'l qo'shish kerak, chunki shunda uning bir qismi reaksiyada ortib qolib atsetatli bufer aralashma hosil qiladi; bu aralashma  $\text{BaCrO}_4$  ning to'liq cho'kishiga yetarli bo'lgan pH qiymatini ( $\sim 5$ ) o'zgartirmay saqlab turadi.

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

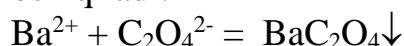
$\text{BaCrO}_4$  cho'kmasi bariy tuzlarining eritmalariga kaliy xromat ta'sir ettirilganda ham hosil bo'aldi. Biroq  $\text{K}_2\text{CrO}_4$  eritmada  $\text{Sr}^{2+}$  ioni bilan ham sariq cho'kma  $\text{SrCrO}_4$  hosil qiladi, bu cho'kma  $\text{BaCrO}_4$  dan sirka kislotada eruvchanligi bilan farq qiladi, xolos. SHunga ko'ra  $\text{SrCrO}_4$  hosil bo'lib qolmasligi uchun reaksiyani  $\text{CH}_3\text{COOH}$  yoki yaxshisi, atsetatli bufer aralashma ishtirokida olib borish kerak. Sirka kislotaning  $\text{H}^+$  ionlari  $\text{CrO}_4^{2-}$  anionlarini  $\text{HCrO}_4^{2-}$  ga aylantirish bilan uning eritmada kontsentratsiyasini shu qadar kamaytirib yuboradiki, ion ko'aytmasining  $[\text{Sr}^{2+}]$   $[\text{CrO}_4^{2-}]$  qiymati  $\text{SrCrO}_4$  ning eruvchanlik ko'aytmasi qiymatiga yeta olmaydi va cho'kma tushmaydi. Aksincha, oz eriydigan bariy xromatning eruvchanlik ko'aytmasi  $\text{CH}_3\text{COOH}$  ishtirokida o'z qiymatidan oshib ketadi. SHuning uchun ham eritmada  $\text{CH}_3\text{COOH}$  ning bo'lishi bariy xromatning cho'kishiga xalal bera olmaydi.

**1. Sulfat kislota va eruvchan Sulfatlar ( $\text{SO}_4^{2-}$  ionlari)**  $\text{Ba}^{2+}$  ioni bilan oq cho'kma  $\text{BaSO}_4$  hosil qiladi:



Bariy Sulfat kuchli kislotaning qiyin eruvchan tuzi bo'lgani uchun kislotalarda erimaydi.

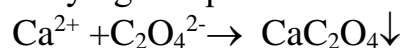
**3. Ammoniy oksalat ( $(\text{NH}_4)_2\text{C}_2\text{O}_4$ ),** ya'ni ammoniy va oksalat kislota tuzi  $\text{Ba}^{2+}$  ioni bilan oq cho'kma  $\text{BaC}_2\text{O}_4$  hosil qiladi:



Cho'kma  $\text{HCl}$  va  $\text{HNO}_3$  da eriydi, qizdirilganda esa kontsentrlangan  $\text{CH}_3\text{COOH}$  da ham eriydi.

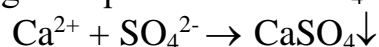
### **$\text{Ca}^{2+}$ ionlarining reaksiyalari.**

**1. Ammoniy oksalat ( $(\text{NH}_4)_2\text{C}_2\text{O}_4$ )**  $\text{Ca}^{2+}$  ioni bilan mineral kislotalarda eriydigan, lekin sirka kislotada erimiydigan oq cho'kma - kalsiy oksalat hosil qiladi:



$\text{Ca}^{2+}$  ionining ana shu muhim sifat reaksiyasiga eritmada  $(\text{NH}_4)_2\text{C}_2\text{O}_4$  bilan xuddi shunday cho'kma hosil qiluvchi  $\text{Ba}^{2+}$  va  $\text{Sr}^{2+}$  ionlarining bo'lishi xalal beradi.

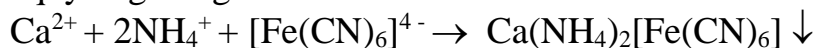
**2. Eruvchan Sulfatlar ( $\text{SO}_4^{2-}$  ionlari)** kaltsiy tuzlarining ancha yuqori kontsentratsiyali eritmalarini bilangina oq cho'kma  $\text{CaSO}_4$  hosil qiladi:



Cho'kma  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$  da kompleks tuz  $(\text{NH}_4)_2[\text{Ca}(\text{SO}_4)_2]$  hosil qilishi tufayli eriydi. Gi'sli suv kaltsiy tuzlarining eritmalarini bilan loyqa bermaydi (uning  $\text{Ba}^{2+}$  va  $\text{Sr}^{2+}$  dan farqi).

**3. Kaliy geksatsianoferrat (II)  $K_4[Fe(CN)_6]$   $Sr^{2+}$  ishtirokida  $Ca^{2+}$  ni to'ishga, shuningdek, bu kationlarni bir - biridan ajratishga imkon beradi.**

Reaksiya quyidagi tenglama bilan ifodalanadi:



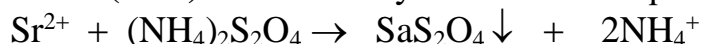
Reaksiya  $pH \approx 9$  bo'lganda, ya'ni ammoniyli bufer aralashma ishtirokida olib boriladi. SHuning uchun reaksiya qilinayotgan 1-2 tomchi tekshirilayotgan eritmaga  $NH_4Cl$  va  $NH_4OH$  eritmasidan bir tomchidan qo'shib isitiladi va  $K_4[Fe(CN)_6]$  ning taxminan baravar hajmdagi to'yingan eritmasi ta'sirida cho'ktiriladi. Bunda *sirka kislotada erimaydigan* oq kristall cho'kma  $Ca(NH_4)_2[Fe(CN)_6]$  hosil bo'ladi. Bu hol uni reaksiyada qo'llaniladigan ammiakda  $(NH_4)_2CO_3$  bo'lishi tufayli hosil bo'lishi mumkin bo'lgan  $SrCO_3$  dan farq qilishga imkon beradi.  $Ba^{2+}$  ioni ham ma'lum kontsentratsiyada  $K_4[Fe(CN)_6]$  ta'sirida cho'kma berishi mumkin. SHuning uchun eritmada  $Ba^{2+}$  ioni bo'lsa, bu reaksiyadan  $Ca^{2+}$  ni to'ish uchun foydalanib bo'lmaydi.

**$Sr^{2+}$  Stronsiy kationi xususiy reaksiyalari.**

**Gipsli suv**, ya'ni  $CaSO_4$  ning tuyingan eritmasi stronsiy ionlari mineral kislotalarda erimaydigan oq cho'kma hosil qiladi Bu usul bilan stronsiyini aniqlashga  $Ba^{2+}$  ionlari halaqit beradi. Cho'kma hosil bo'lishi uchun eritmani biroz isitib .so'ngra sovutish kerak.

Tajribaning bajarilishi: Probirkaga 4 tomchi stronsiy eritmasidan olib unga 5-6 tomchi gipsli suv qo'shing va suv hammomida isitiladi. Eritma sovutilganda 10 –15 daqiqadan so'ng oq kristall cho'kma hosil bo'ladi .

**Ammoniy oksalati  $(NH_4)_2S_2O_4$**  stronsiy kationi bilan oq cho'kma hosil qiladi:



**Alangani bo'yash.** Rangsiz platina yoki nixrom simga yuktirilgan stronsiyning uchuvchan tuzlari tutilsa . alanga qirmizi qizil rangga bo'yaladi.

Tajribaning bajarilishi: 1.2.3. tajribaga qaralsin

## Laboratoriya ishi-5

### I, II, III guruh kationlari aralashmasi analizi

**Mashg'ulotning maqsadi:**

I, II va III analitik guruh kationlarining analitik reaksiyalarini bajarishni o'rganish

Analitik reaksiya sezgirligi, ion kuchi va faollikka doir masalalarni xisoblash, hamda eritma tayyorlashga doir hisoblarni bajarish

**Maqsadiy vazifalar:** darsning ohirida talaba bilishi kerak:

1. I, II va III analitik guruh kationlariga xarakterli reaksiyalarni bajarish va ularga guruh reagentini tanlash

2. mashg'lotga doir masalalar echish

3. I, II guruh kationlarining qaysilari guruh reaktivi bilan qanday rangli cho'kmalar hosil qiladi?



4. Konsentrik ammiakda kumush xlorid, bromid, yodid cho'kmalarining qaysilari eriydi? Reaksiya tenglamalarini ezing.

5. Xloridlar xossasidan foydalanib, II guruh kationlari qanday ketma-ketlikda ochildi?

6. Mashg'ulot natijasida orttirilgan nazariy bilim va amaliy ko'nikmalar quyidagi mavzularni o'zlashtirish uchun kerak bo'ladi.

### **Laboratoriya ishi:**

Reaktivlar:

1. 0,05 mol/l kumush, qo'rg'oshin, bariy, stronsiy va kalsiy nitrat tuzlari;
2. Ammoniy oksalat, kaliy dixromat, xromat, gekstatsianoferrit (II), qalay (II) xloridi, natriy va kaliy xloridi, bromid, yodidlar.
3. 30%-li natriy va ammoniy atsetat, ammoniy xloridning to'yingan eritmasi;
4. «gipsli suv» (kalsiy sulfatning to'yingan eritmasi);
5. etanol;

25% li konsentrik ammiak eritmasi

### III semester

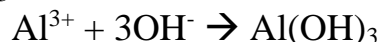
#### Laboratoriya ishi-1

#### IV guruh kationlari ( $\text{Al}^{3+}$ , $\text{Cr}^{3+5+}$ , $\text{Zn}^{2+}$ , $\text{Sn}^{2+4+}$ ) ning analitik reaksiyalari

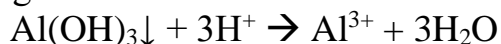
##### $\text{Al}^{3+}$ ionlarining reaksiyalari

$\text{Al}^{3+}$  ioni suvdagi eritmalarda rangsiz bo'ladi.

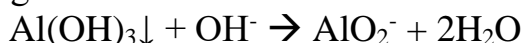
1. O'yuvchi ishqorlar NaOH va KOH ehtiyotlik bilan (tomchilatib) qo'shilganda  $\text{Al}^{3+}$  ionini oq cho'kma  $\text{Al}(\text{OH})_3$  holida cho'ktiradi:



Probirkaga aluminiy tuzining eritmasidan 5-6 tomchi olib, unga 2n. NaOH eritmasidan 1 tomchi qo'shing. Cho'kma bilan loyqalangan suyuqlikning bir qismini boshqa 'robirkaga quyung va bironta kislotadan bir necha tomchi qo'shib cho'kmaning erishini kuzating:

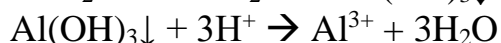


Suyuqlikning qolgan qismiga bir necha tomchi NaOH yoki KOH eritmasidan ta'sir ettiring va aralashiring. Bunda aluminat hosil bo'lishi tufayli cho'kma eriydi:

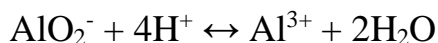


Shunday qilib,  $\text{Al}(\text{OH})_3$  ti'ik amfoter gidroksiddir. Reaksiya (1) da uning asos xossasi, reaksiya (2) da esa kislota xossasi namoyon bo'ladi.

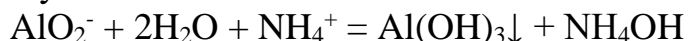
pH $\approx$ 5 bo'lganda  $\text{Al}(\text{OH})_3$  to'liq cho'kadi, keyin yana pH > 10 bo'lguncha ishqor qo'shish  $\text{Al}(\text{OH})_3$  ning erishiga va, binobarin,  $\text{AlO}_2^-$  ioni hosil bo'lishiga olib keladi. Bundan ko'rinadiki, alyuminat eritmasidan  $\text{Al}(\text{OH})_3$  cho'kmasini va keyin  $\text{Al}^{3+}$  kationlarini olish uchun eritmaning pH qiymatini biror kislota ta'sir ettirish yo'li bilan 'asaytirish kerak. Bunga ishonch hosil qilish uchun oldingi tajribada olingan alyuminat eritmasiga suyultirilgan HCl eritmasidan *bir tomchidan* qo'shiladi. Oldin  $\text{Al}(\text{OH})_3$  cho'kmasi tushadi. Kislotadan yana qo'shilganda (ya'ni pH kamaytirilganda) cho'kma qaytadan eriydi:



Bularni jamlab,  $\text{AlO}_2^-$  anionining  $\text{Al}^{3+}$  kationiga o'tishidagi reaksiyaning umumiy tenglamasini olamiz:



Agar reaksiyani  $\text{Al}(\text{OH})_3$  ning hosil bo'lish bosqichida to'xtatish kerak bo'lsa, eritmaning pH ini kamaytiradigan (lekin pH qiymatini 5 dan kamaytirib yubormaydigan) reaktiv ta'sir ettirish kerak. Bunday reaktiv  $\text{NH}_4\text{Cl}$  dir. Haqiqatdan ham  $\text{NH}_4^+$  ionlari  $\text{OH}^-$  ionlarini bog'lab, shu bilan eritmaning pH qiymatini kamaytiradi. Ammo hosil bo'ladigan  $\text{NH}_4\text{OH}$  ortiqcha  $\text{NH}_4\text{Cl}$  bilan birga pH $\approx$ 9 bo'lgan (ikkala kom'onentning konsentratsiyasi teng bo'lganda) ammoniyli bufer aralashmadir. Binobarin, bu holda cho'kma erimaydi va reaksiya  $\text{Al}(\text{OH})_3$  hosil bo'lish bosqichida to'xtaydi:



Bu reaksiyadan sistematik analizda  $\text{Al}^{3+}$  ionini to'rish uchun ko'' foydalaniladi.

Bir necha tomchi alyuminat eritmasiga  $\text{NH}_4\text{Cl}$  ning to'yingan eritmasidan (yoki ozgina qattiq tuzidan) qo'shib, bir necha minut isitiladi.  $\text{Al}(\text{OH})_3$  cho'kmasi ko''incha eritmaning yuziga qalqib chiqadigan oq iviq holida hosil bo'ladi.

Reaksiya yaxshi chiqishi uchun eritmani ammiak batamom chiqib ketguncha uzoq vaqt qizdirish (qaynatish) kerak. Eritmadagi ishqor bilan  $\text{NH}_4\text{Cl}$  ning o'zaro ta'siridan hosil bo'ladigan ammiakning miqdori ko'' bo'lib, eritmaning pH i 10 dan ortib ketsa, u holda  $\text{Al}(\text{OH})_3$  cho'kmasi hosil bo'lmaydi. SHuning uchun, eritma kislotali muhitga o'tishiga qadar unga  $\text{HCl}$  qo'shish yo'li bilan  $\text{AlO}_2^-$  ionini  $\text{Al}^{3+}$  kationiga o'tkazilgandan keyingina alyuminiy gidroksidni  $\text{NH}_4\text{OH}$  ta'sirida cho'ktirish ancha yaxshi chiqadi.

**2. Ammiak  $\text{NH}_4\text{OH}$**  ham  $\text{Al}^{3+}$  ionini  $\text{Al}(\text{OH})_3$  holida cho'kmaga tushiradi, lekin cho'kma ortiqcha reagent ta'sirida bir oz eriydi. (Alyuminiy gidroksidning amfoterlik xossasi namoyon bo'lishi)  $\text{Al}(\text{OH})_3$  ning eruvchanlik ko''aytmasi juda kichik bo'lganligi va  $\text{Al}^{3+}$  ionni ammiak bilan kompleks hosil qilmasligi sababli  $\text{Al}(\text{OH})_3$  cho'kmasi ammoniy tuzlarida erimaydi. SHuning uchun  $\text{Al}^{3+}$  eritmadan ammiak eritmasi bilan ammoniy tuzlari aralashmasi ta'sirida ham cho'kmaga tushadi.

Bu shundan ham tushunarliki,  $\text{Al}(\text{OH})_3$  ning cho'kmaga to'liq tushishi uchun pH  $\approx 5$  bo'lishi kerak bo'lsa,  $\text{NH}_4\text{OH} + \text{NH}_4\text{Cl}$  aralashmasining pH va kom'onentlar kontsentratsiyalarining nisbatiga qarab 8-10 bo'ladi.

**3. Alizarin** alyuminiy gidroksid bilan "alyuminiy loki" deb ataladigan to'q qizil rangli qiyin eruvchan birikma hosil qiladi.

### **Xrom ionlarining reaksiyalari**

Xrom xromat (va bixromat) kislotaning ikki qator [(xrom (III) va xrom(IV)] barqaror tuzlarini hosil qiladi.

Xrom (III) oksidlari tuzlarining eritmalarida xrom uch zaryadli kationi holida bo'ladi.

Har xil oksidlovchilar ta'sirida xrom (III) xromat kislotaning  $\text{CrO}_4^{2-}$  (xromat – ion) yoki bixromat kislotaning  $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$  (bixromat - ion) anionlarini hosil qilib, olti valentli bo'lib qoladi.

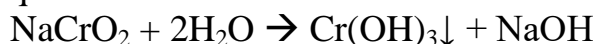
Xrom (III) tuzlarining eritmaları yashil yoki binafsha xromatlarning eritmasi sariq va bixromatlarning eritmasi to'q sariq bo'ladi.

### **$\text{Cr}^{3+}$ ionining reaksiyalari**

**1. O'yuvchi ishqorlar  $\text{NaOH}$  va  $\text{KOH}$**   $\text{Cr}^{3+}$  ionni bilan amfoter xossaga ega bo'lgan binafsha yoki xira ko'k rangli cho'kma  $\text{Cr}(\text{OH})_3$  hosil qiladi. Reaksiya tenglamalari  $\text{Al}^{3+}$  ionining shunga muvofiq keladigan reaksiyalariga o'xshashdir.

$\text{Cr}(\text{OH})_3$  ga ishqor ta'sir ettirilganda hosil bo'ladigan xromitlar  $\text{NaCrO}_2$  va  $\text{KCrO}_2$  tiniq yashil ranglidir.

Bu tuzlar eritmasi qaynatilganda 'archalanib (gidroliz)  $\text{Cr}(\text{OH})_3$  hosil qilishi bilan aluminatlardan farq qiladi.



**2. Xrom (III) ning oksidlanib xrom (VI) ga aylanishi** turli oksidlovchilar, masalan  $\text{H}_2\text{O}_2$ ,  $\text{Na}_2\text{O}_2$ ,  $\text{Cl}_2$ ,  $\text{Br}_2$ ,  $\text{KMnO}_4$ ,  $(\text{NH}_4)_2\text{S}_2\text{O}_8$  va shu kabi moddalar ta'sirida amalga oshirilishi mumkin. Ishqoriy muhitda  $\text{CrO}_4^{2-}$  ionlari hosil bo'ladi. Kislotali muhitda oksidlanish  $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$  ionlarining hosil bo'lishiga olib keladi.

Yuqorida bayon qilinganlarni hisobga olib, oksidlanishning har ikki holini alohida ko'rib chiqaylik.

*Ishqoriy muhitda oksidlash* ko''incha vodorod 'eroksid yoki natriy 'eroksid ta'sirida o'tkaziladi. Vodorod 'eroksid bilan oksidlashni ko'rib chiqamiz. Uch valentli xrom ishqoriy muhitda xromitlar, masalan,  $\text{KCrO}_2$  holida bo'ladi. SHuning uchun reaksiyani quyidagi tenglama bilan ko'rsatish mumkin:

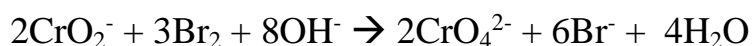


Xrom (III) tuzining 2-3 tomchi eritmasiga 4-5 tomchi 2 n. li NaOH eritmasidan, 2-3 tomchi 3% li vodorod 'eroksid eritmasidan qo'shib, eritmaning yashil rangi sariqqa o'tguncha bir necha minut isitiladi.

Eritmani keyingi tajribalar uchun ( $\text{CrO}_4^{2-}$  ni to'ish uchun) saqlab qo'yiladi.

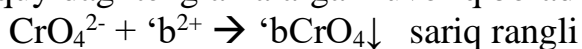
Bayon etilgan tajribada vodorod 'eroksid o'rniga natriy 'eroksid (suv ta'sir ettirganda  $\text{H}_2\text{O}_2$  va NaOH beradigan) yoki bromli (yoki xlorli) suv ishlatish ham mumkin.

Bromli suv ta'sir ettirilganda reaksiya quyidagi tenglamaga muvofiq boradi:



### **$\text{CrO}_4^{2-}$ va $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ ionlarining reaksiyalari**

**1. Qiyin eruvchan tuzlarning hosil bo'lishi.**  $\text{CrO}_4^{2-}$  ionlari  $\text{b}^{2+}$ ,  $\text{Ag}^+$  va  $\text{Ba}^{2+}$  ionlari bilan qiyin eruvchan tuzlar beradi, bundan uni to'ishda va ajratishda foydalanish mumkin. Bu reaksiyalar quyidagi tenglamalarga muvofiq boradi:



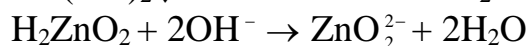
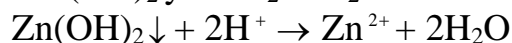
Reaksiyani o'tkazishda atsetat bufer aralashma qo'shish kerak.

**2. Benzidin**  $\text{C}_{12}\text{H}_8(\text{NH}_2)_2$  sirka kislota ishtirokida xrom (VI) ionlari bilan oksidlanib, ko'k rangli mahsulot hosil qiladi. Bu usulda  $\text{Cr}^{3+}$  ionini to'ish uchun avval  $\text{Cr}^{3+}$  ionini  $\text{H}_2\text{O}_2$  (yoki  $\text{Na}_2\text{O}_2$ ) ta'sirida oksidlab  $\text{CrO}_4^{2-}$  ga aylantiradi, so'ngra benzidin bilan tomchi reaksiyasi bajariladi.  $\text{H}_2\text{O}_2$  bilan qilingan reaksiya natijasida hosil bo'lgan eritmadan filtr qog'ozga bir tomchi tomizing va unga bir tomchi benzidin atsetat eritmasidan qo'shing. Dog' ko'karadi. Reaksiya 0,25 mkg ni to'ishga imkon beradi. Suyultirish chegarasi 1: 200000.

### **$\text{Zn}^{2+}$ ionlarning reaksiyalari**

$\text{Zn}^{2+}$  tuzlarining eritmalari rangsizdir.

**1. NaOH va KOH o'yuvchi ishqorlar**  $\text{Zn}^{2+}$  ionlari bilan kislota va ishqorlarda eriydigan (amfoter) oq rangli  $\text{Zn}(\text{OH})_2$  yoki  $\text{H}_2\text{ZnO}_2$  cho'kmani hosil qiladi, masalan:



tsinkat ionlari  $\text{ZnO}_2^{2-}$  alyuminatlardan farqli ravishda  $\text{NH}_4\text{Cl}$  ta'sirida  $\text{Zn}(\text{OH})_2$  cho'kmasini hosil qilmaydi, chunki  $\text{Zn}(\text{OH})_2$  ammoniy tuzlarida erib ketadi.

**2. Ammiak**  $\text{NH}_4\text{OH}$   $\text{Zn}^{2+}$  ionlari bilan  $\text{Zn}(\text{OH})_2$  cho'kmasini hosil qiladi. Bu cho'kma mo'l  $\text{NH}_4\text{OH}$  da  $[\text{Zn}(\text{NH}_3)_6]^{2+}$  yoki  $[\text{Zn}(\text{NH}_3)_4]^{2+}$  hosil qilib eriydi, masalan:

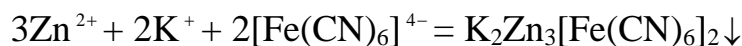


Rux gidroksid eruvchanlik ko'aytmasi ancha katta ( $EK_{\text{Zn(OH)}_2} = 7,1 \cdot 10^{-18}$ ) bo'lganiga ko'ra ammoniy xlorid tuzlarida ham eriydi.

Shuning uchun  $\text{Zn}^{2+}$  ionni ammoniy tuzi ishtirokida gidroksid holida cho'kmaydi.

**3. Ishqoriy metallarning karbonatlari va ammoniy karbonat**  $\text{Zn}^{2+}$  ionni bilan kislotalarda eriydigan, o'zgaruvchan tarkibli oq cho'kma hosil qiladi.

**4. Kaliy geksasianoferrat (II)**  $\text{K}_4[\text{Fe(CN)}_6]$   $\text{Zn}^{2+}$  ionni bilan ishqorlarda eriydigan oq rangli cho'kma - rux va kaliy geksasianoferrat (II) qo'shaloq tuzini hosil qiladi:



SHu reaksiya tufayli  $\text{Zn}^{2+}$  ionni  $\text{Al}^{3+}$  ionidan farq qiladi, chunki  $\text{Al}^{3+}$  ionni  $\text{K}_4[\text{Fe(CN)}_6]$  bilan cho'kma hosil qilmaydi.

### Laboratoriya ishi-2

#### V guruh kationlari ( $\text{Fe}^{2+}$ , $\text{Fe}^{3+}$ , $\text{Mn}^{2+}$ , $\text{Bi}^{3+}$ , $\text{Mg}^{2+}$ , $\text{Sb}^{3+5+}$ ) ning analitik reaksiyalari

##### Temir ionlarining reaksiyalari

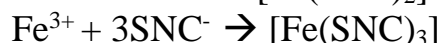
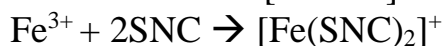
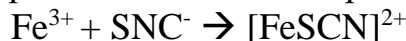
Temir ikki qator temir (III), temir (II) tuzlar hosil qiladi. Temir (III) tuzlari eritmalarida uch zaryadli  $\text{Fe}^{3+}$  kationlari, temir (II) tuzlari eritmalarida esa ikki zaryadli  $\text{Fe}^{2+}$  kationlari bo'ladi. Bu ionlarning reaksiyalari bir-biridan farqli bo'lgani uchun alohida-alohida tanishiladi.

##### $\text{Fe}^{3+}$ ionining reaksiyalari

Temir (III) tuzlarining eritmaları sariq yoki qizil – qo'ng'ir rangli bo'ladi.

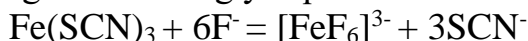
**1. O'yuvchi ishqorlar**  $\text{NaOH}$ ,  $\text{KOH}$  va **ammiak**  $\text{NH}_4\text{OH}$   $\text{Fe}^{3+}$  ionni bilan qizil-qo'ng'ir rangli cho'kma  $\text{Fe(OH)}_3$  hosil qiladi. Temir (III)-gidroksid amfoter xossaga ega emasligi bilan  $\text{Al(OH)}_3$  va  $\text{Cr(OH)}_3$  lardan farq qiladi. SHuning uchun ortiqcha miqdorda olingan ishqorda erimaydi (tekshirib ko'ring).  $\text{Fe(OH)}_3$   $\text{pH}=3,5$  bo'lganda cho'kmaga to'la tushgani sababli  $\text{Al(OH)}_3$  va  $\text{Cr(OH)}_3$  kabi ammiak va uning ammoniyli tuzlari bilan aralashmasi ta'sirida ham cho'kmaga tushadi.

**2. Ammoniy rodanid**  $\text{NH}_4\text{CNS}$  yoki **kaliy rodanid**  $\text{KCNS}$   $\text{Fe}^{3+}$  ionni bilan eritmani qizil qon rangiga kiritadigan temir rodanidlarini hosil qiladi. Rodanid – ionlarining konsentratsiyasiga qarab turli tarkibli komplekslar hosil bo'ladi:



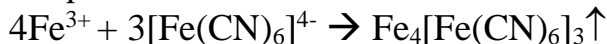
va hokazo. Reaksiya qaytar bo'lgani uchun reaktivdan ortiqcha qo'shish eritma rangini kuchaytiradi. Bu  $\text{Fe}^{3+}$  ionni eng muhim va eng seziluvchan reaksiyalaridan biridir. Ammo bu reaksiya hamma vaqt ham yaxshi kechavermaydi, chunki  $\text{Fe}^{3+}$  ionni bilan komplekslar hosil qiladigan bir qancha moddalar rang 'aydo bo'lishiga xalal beradi. Bunday moddalarga, masalan, fluoridlar kiradi, chunki  $\text{F}^-$  ionni  $\text{Fe}^{3+}$  ionni bilan juda kam dissotsilanadigan kompleks  $[\text{FeF}_6]^{3-}$  hosil qiladi. Temir (III) tuzi eritmasiga  $\text{NH}_4\text{SCN}$  eritmasidan 1-2 tomchi qo'shilsa, qizil rang 'aydo bo'ladi, so'ngra unga

NH<sub>4</sub>F yoki NaF ta'sir ettirilganda bu rang yo'qoladi.



Temir (III) tuzlari eritmasiga fosfat kislotaga hamda oksalat kislotaning tuzlari, vino (tartrat), limon va boshqa kislotalarning tuzlari ham xuddi shunday ta'sir etadi.

**3. Kaliy geksasianoferrat K<sub>4</sub>[Fe(CN)<sub>6</sub>] Fe<sup>3+</sup> ioni bilan «berlin lazuri» ning to'k ko'k tusli cho'kmasini hosil qiladi:**

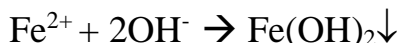


Eritmani o'rtacha kislotali muhitga keltirish Fe<sup>3+</sup> ioni uchun muhim bo'lgan bu reaksiyaning borishiga qulaylik tug'diradi. Eritmani kuchli kislotali muhitga keltirish yaxshi natija bermaydi: bunda ham, xuddi ortiqcha reaktiv qo'shilgandagidek, cho'kma erib ketadi. Ishqorlar ta'sirida berlin lazuri 'archalanib, Fe(OH)<sub>3</sub> ajralib chiqadi.

### Fe<sup>2+</sup> ionining reaksiyalari

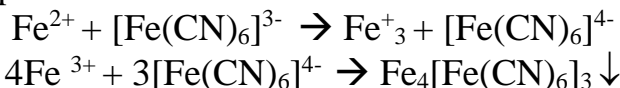
Ikki valentli temir tuzlarining eritmalari och yashil rangli, suyultirilgan eritmalari esa rangsiz bo'ladi.

**1. NaOH va KOH o'yuvchi ishqorlar Fe<sup>2+</sup> ionini Fe(OH)<sub>2</sub> holida cho'kmaga tushiradi:**



Cho'kmaga tushirish havo kirmaydigan idishda o'tkazilsa, oq rangli Fe(OH)<sub>2</sub> cho'kmasi hosil bo'ladi. Odatdagi sharoitda u qisman oksidlanishi tufayli, xira – yashil tusli bo'ladi. Cho'kma rangining havoda tez o'zgarishini uni fil'tratdan ajratib olgandan keyin kuzatish qulayroq. Oksidlanishning so'nggi mahsuloti Fe(OH)<sub>3</sub> dir. Fe(OH)<sub>2</sub> ham xuddi Fe(OH)<sub>3</sub> ga o'xshash kislotalarda erib, ishqorlarda erimaydi.

**2. Kaliy geksatsianoferrat (III) K<sub>3</sub>[Fe(CN)<sub>6</sub>] Fe<sup>2+</sup> ioni bilan ko'k cho'kma «turnbul ko'kini» hosil qiladi:**



«Berlin lazuri» bilan «Turnbul ko'ki» ranglarining farqi cho'kmaning tarkibi yuqorida yozilgan formulaga to'liq javob bermasligi bilan tushuntiriladi. CHunonchi birikma tarkibiga K<sup>+</sup> ioni ham kiradi. Bu tarkib cho'kmaga tushirish sharoitiga qarab o'zgaradi.

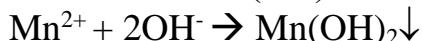
Cho'kma kislotalarda erimaydi, lekin ishqorlar ta'sirida 'archalanadi.

Bu reaksiya Fe<sup>2+</sup> ioni uchun eng xarakterli reaksiyadir.

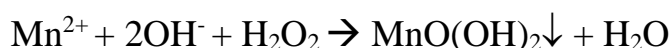
### Mn<sup>2+</sup> ionlarining reaksiyalari

Marganets tuzlarining eritmalari och 'ushti rangli, suyultirilgan eritmalari esa rangsiz bo'ladi.

**1. O'yuvchi ishqorlar NaOH va KOH Mn<sup>2+</sup> ioni bilan kislotalarda eriydigan, lekin ishqorlarda erimaydigan och cho'kma Mn(OH)<sub>2</sub> hosil qiladi:**



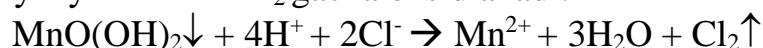
cho'kma havoda to'rt valentli marganets birikmasiga, aniqrog'i manganit kislotaga MnO(OH)<sub>2</sub> (yoki H<sub>2</sub>MnO<sub>3</sub>) qadar oksidlanishi sababli tezda xiralanadi. Agar marganets (II) tuziga ishqordan tashqari, oksidlovchilar (vodorod 'eroksid yoki bromli suv) ta'sir ettirilsa, darhol MnO(OH)<sub>2</sub> hosil bo'lib, to'q qo'ng'ir cho'kma holida cho'ka boshlaydi:



$\text{MnO}(\text{OH})_2$  cho'kmasi  $\text{Mn}(\text{OH})_2$  dan farq qilib suyultirilgan  $\text{H}_2\text{SO}_4$  da erimaydi. Biroq agar  $\text{H}_2\text{SO}_4$  dan tashqari  $\text{H}_2\text{O}_2$  eritmasidan ham 1-2 tomchi qo'shib qizdirilsa,  $\text{MnO}(\text{OH})_2$  erib ketadi (tekshirib ko'ring). Bunda (ya'ni kislotali muhitda)  $\text{H}_2\text{O}_2$   $\text{Mn}^{+IV}$  ga xuddi qaytaruvchidek ta'sir etib, o'zi erkin kislorodgacha oksidlanadi:

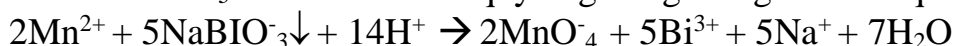


$\text{MnO}(\text{OH})_2$  cho'kmasini Sulfat kislotada erishida eritmaga nitratlarga ( $\text{NaNO}_3$  yoki  $\text{KNO}_3$  ga qadar) oksidlanadigan nitritlar ( $\text{NaNO}_2$  yoki  $\text{KNO}_2$ ) eritmasini qo'shib ham marganets (IV) ni marganets (II) ga qaytarish mumkin. Xlorid kislotada Sulfat kislotadan farq qilib,  $\text{MnO}(\text{OH})_2$  ni erita oladi (qizdirilganda). Bunda  $\text{Cl}^-$  ioni qaytaruvchi rolini o'ynaydi va o'zi  $\text{Cl}_2$  gacha oksidlanadi:



**2.  $\text{Mn}^{2+}$  ning oksidlanib  $\text{MnO}_4^{2-}$  ga aylanishi**  $\text{Mn}^{2+}$  ionini to'ishda katta ahamiyatga ega bo'lib, bu reaksiya turli oksidlovchilar ta'sirida borishi mumkin.

*Natriy vismutat  $\text{NaBiO}_3$  bilan oksidlash* quyidagi tenglamaga muvofiq boradi:



Bu reaksiya oldin o'rganilgan reaksiyalardan farq qilib sovuqda boradi va shuning uchun marganets (II) tuzining *sal ortiqchasi* unga xalal bermaydi.

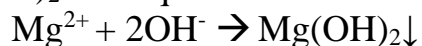
Sovuqda  $\text{Cl}^-$  ioni  $\text{MnO}_4^{2-}$  ioni bilan ancha sekin reaksiyaga kirishadi. SHuning uchun dastlab eritmaning 'ushti rangga kirishini  $\text{Cl}^-$  ionlari ishtirokida ham kuzatish mumkin. Lekin eritmada xloridlar ko'' bo'lmasligi kerak.

Reaksiya qilish uchun 1-2 tomchi marganets (II) tuzi eritmasiga 3-4 tomchi 6 n.  $\text{HNO}_3$  eritmasi va 5-8 tomchi suv qo'shing, shundan keyin eritmaga shisha kurakcha yordamida ozgina  $\text{NaBiO}_3$  kukunidan soling. Aralashtirib, ortiqcha reaktivni tsentrifugalang va eritma rangini ko'ring. Bu reaksiya juda seziluvchan va qulaydir.

### **$\text{Mg}^{2+}$ ionlarining reaksiyalari**

$\text{Mg}^{2+}$  reaksiyalari I gru''aning boshqa kationlari reaksiyalaridan keskin farq qiladi.

**1. O'yuvchi ishqorlar**  $\text{Mg}^{2+}$  ioni bilan oq rangli amorf holatidagi cho'kma  $\text{Mg}(\text{OH})_2$  hosil qiladi:



Bu reaksiyadan  $\text{Mg}^{2+}$  ionini boshqa kationlardan ajratish uchun foydalanish mumkin, chunki I gru''adagi boshqa metallarning gidroksidi suvda yaxshi eriydi

Magniy gidroksidi kislotalarda va ammoniy tuzlarida eriydi (tajriba qilib ko'rib bunga ishonch hosil qiling), demak  $\text{NH}_4^+$  ionlari ishtirokida  $\text{Mg}^{2+}$  ni to'liq ajratib bo'lmaydi. Ba'zan eritmada  $\text{NH}_4^+$  ioni bo'lganda  $\text{Mg}(\text{OH})_2$  cho'kmasi butunlay cho'kmasligi mumkin.

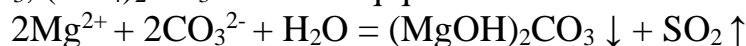
**2. Natriy gidrofosfat  $\text{Na}_2\text{HPO}_4$  tuzi**  $\text{NH}_4\text{OH}$  va  $\text{NH}_4\text{Cl}$  ishtirokida magniy tuzlari bilan oq kristall cho'kma magniy va ammoniy fosfat  $\text{MgNH}_4\text{PO}_4$  hosil qiladi.



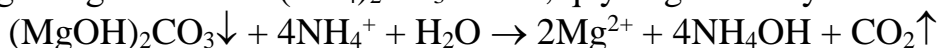
Ammiak ta'sirida  $\text{Mg}(\text{OH})_2$  cho'kmaga tushmasin uchun ammoniy tuzi qo'shiladi. Bu muhim reaksiyani kislotali eritmada boshlash, eritmaga  $\text{NH}_4\text{OH}$

tomchilatib turib, uning kislotaligini kamaytira borish yo'li bilan o'tkazish yaxshi natija beradi. Bunda  $MgNH_4O_4$  ning eruvchanligi asta-sekin kamayib boradi, binobarin, sekinlik bilan kristallanib yaxshi va aniq krisatall cho'kma hosil qilishi uchun sharoit vujudga keladi.

**3. Eriyidigan karbonatlar.**  $CO_3^{2-}$  ioni  $Mg^{2+}$  bilan magniyning oq amorf cho'kma holatdagi asosli karbonati  $(MgOH)_2CO_3$  ni hosil qiladi, u suvda qiyin erishi bilan  $Na_2CO_3$ ,  $K_2CO_3$ ,  $(NH_4)_2CO_3$  lardan farq qiladi:



Cho'kma kislotalarda hamda ammoniy tuzlarida eriydi. SHuning uchun agar  $Na_2CO_3$  o'rniga reagent sifatida  $(NH_4)_2CO_3$  olinsa, quyidagi reaksiya



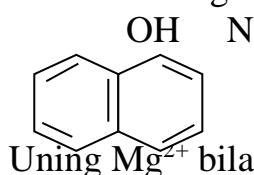
sodir bo'lishi tufayli  $Mg^{2+}$  to'liq cho'kmaga tushmaydi.

Agar tekshirilayotgan eritmaga ammoniy tuzidan qo'shib turib uning konsentratsiyasi oshirilsa,  $(MgOH)_2CO_3$  cho'kma mutlaqo hosil bo'lmaydi. Bu hodisani tajriba bilan o'tkazib kuzatish mumkin.

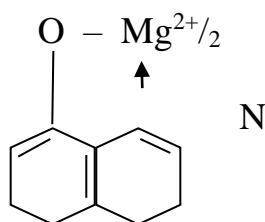
Yuqorida ko'rsatib o'tilganidek  $Mg^{2+}$  ionining  $NH_4Cl$  ishtirokida  $(NH_4)_2CO_3$  ta'siriga munosabati uni I gru'a kationlariga kiritish uchun asos bo'ladi, chunki u sistematik analizda I gru'a kationlari bilan birga bo'ladi.

**4. Oksixinolin**  $C_9H_7ON$  magniy tuzlarining ammiakli eritmalari bilan yashil - sarg'ish kristall cho'kma magniy oksixinolinat  $Mg_2(O_2C_9H_6ON)_2$  hosil bo'ladi. Bu qiyin eriydigan ichki kompleks birikmadir.

Oksixinolinning struktura formulasini tasvirlash mumkin



Uning  $Mg^{2+}$  bilan birikmasining struktura formulasi:



Reaksiyani qilib ko'rish uchun mangiy tuzi eritmasining bir tomchisini  $NH_4Cl$  va  $NH_4OH$  eritmalaridan bir tomchidan qo'shing va unga reaktivning s'irtdagi 5% li eritmasidan bir tomchi tomizing.  $Na^+$ ,  $K^+$ ,  $NH_4^+$  hamda  $Ba^{2+}$ ,  $Sr^{2+}$  va  $Ca^{2+}$  ionlari reaksiyaga xalal bermaydi.

Oksixinolinning o'zi cho'kmaga tushib qolmasligi uchun (magniy tuzining suvdagi eritmasiga oksixinolinning s'irtdagi eritmasi qo'shilganda ko''incha shunday bo'ladi) reaksiyani qizdirish bilan olib borish kerak.

### Laboratoriya ishi-3

#### VI guruh kationlari ( $Cu^{2+}$ , $Ni^{2+}$ , $Co^{2+}$ , $Cd^{2+}$ , $Hg^{2+}$ ) ning analitik reaksiyalari

##### $Co^{2+}$ ionlarining reaksiyalari

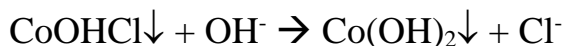


Kobalt tuzlarining suyultirilgan eritmalari va kristallogidratlari ‘ushti ranglidir. Bu rang gidratlangan  $[\text{Co}(\text{OH})_2]_6^{2+}$  ionga tegishlidir. Eritmalarni bug’latish yoki digidratlovchi moddalar, masalan, s’irt, konsentrlangan HCl va hokazolar ta’sirida kompleks ionlarning suvni yo’qotish va ulardagi  $\text{H}_2\text{O}$  molekulasining boshqa ligandlar bilan almashinishi tufayli eritmaning ‘ushti ranggi ko’kka o’tadi.

**1. O’yuvchi ishqorlar NaOH va KOH**  $\text{Co}^{2+}$  ion bilan ko’k rangli asosli tuz cho’kmasini hosil qiladi:



Yana ishqor qo’shilsa va cho’kma qizdirilsa, ‘ushti rangli kobalt (II) – gidroksidga aylanadi:



$\text{Co}(\text{OH})_2$  cho’kma havoda asta – sekin kobalt (III) – gidroksidiga aylanib qo’ng’ir rangga kiradi:

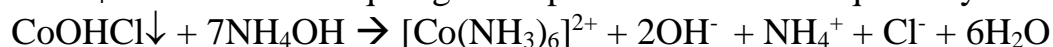


Agar kobalt tuzi eritmasiga ishqor va vodorod ‘eroksid ta’sir ettirilsa, darhol qora – qo’ng’ir cho’kma  $\text{Co}(\text{OH})_3$  hosil bo’ladi, masalan:



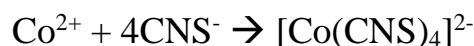
Cho’kma  $\text{H}_2\text{SO}_4$  da erimaydi, lekin kislotali muhitda  $\text{Co}^{\text{III}}$  ni  $\text{Co}^{\text{II}}$  gacha qaytaradigan aralashma ( $\text{H}_2\text{SO}_4$  ning  $\text{H}_2\text{O}_2$  yoki  $\text{Na}_2\text{NO}_2$  bilan aralashmasi) da eriydi (bu reaksiyani Mn ning xuddi shunday reaksiyasi bilan solishtiring).

**2. Ammiak  $\text{NH}_4\text{OH}$**   $\text{Co}^{2+}$  ion bilan ko’k rangli asosli tuz cho’kmasini beradi. Bu tuz mo’l  $\text{NH}_4\text{OH}$  da xira - sariq rangli kompleks birikma hosil qilib eriydi:



Ammiak ammoniy tuzlari ishtirokida  $\text{Co}^{2+}$  ionini cho’ktirmaydi. Agar eritmada  $\text{Fe}^{3+}$ ,  $\text{Al}^{3+}$  yoki  $\text{Cr}^{3+}$  kationlar bo’lsa, ularni ajratishda  $\text{Co}^{2+}$  ham qisman birga cho’kadi.

**3. Ammoniy rodanid  $\text{NH}_4\text{CNS}$**   $\text{Co}^{2+}$  ion bilan  $(\text{NH}_4)_2 \rightarrow [\text{Co}(\text{CNS})_4]$  tarkibli kompleks tuzni hosil qiladi:



Eritmaga amil s’irt (yoki uning efir bilan aralashmasi) qo’shib chayqatilsa, hosil bo’ladigan kompleks birikma shu erituvchilar qavatiga o’tib (suvga nisbatan ularda yaxshiroq erigani uchun), uni ko’k rangga kiritadi.

$\text{Co}^{2+}$  ionning bu xarakterli reaksiyasini qilib ko’rishda  $[\text{Co}(\text{CNS})_4]^{2-}$  kompleksning nihoyatda beqarorligini nazarda tutish kerak ( $K_{\text{beqaror}} = 1 \cdot 10^{-3}$ ).

SHunga ko’ra reaksiya yaxshi chiqishi uchun kompleksning  $\text{Co}^{2+}$  va  $\text{CNS}^-$  ionlarga dissotsilanishini kamaytirish, ya’ni  $\text{CNS}^-$  dan ko’roq kiritish kerak. 2 tomchi kobalt (II) tuzi eritmasiga 8 tomchi  $\text{NH}_4\text{CNS}$  ning to’yingan eritmasidan ozgina qattiq tuzidan solinsa yana ham yaxshi) va 5-6 tomchi amil s’irtidan qo’shiladi.  $\text{Fe}^{3+}$  ion bu reaksiyaga xalal beradi, chunki u ammoniy rodanid bilan qizil qon rang berib,  $\text{Co}^{2+}$  ion hosil qiladigan rangni bo’g’ib qo’yadi. SHuning uchun eritmaning qizil rangi yo’qolguncha  $\text{NH}_4\text{F}$  yoki  $\text{NaF}$  eritmasidan qo’shib,  $\text{Fe}^{3+}$  ion  $[\text{FeF}_6]^{3-}$  kompleksga bog’lanadi.

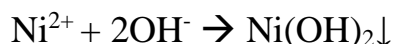
Reaksiya mana bunday o’tkazilsa yanada seziluvchan bo’ladi: bir oz kislota qo’shilgan 1-2 tomchi tekshiriladigan eritmaga (agar  $\text{Fe}^{3+}$  bo’lsa, bir necha

milligramm quruq fluorid qo'shib) aralashtirib turib  $\text{NH}_4\text{CNS}$  ning atsetondagi to'yingan eritmasidan 5 tomchi qo'shiladi.  $\text{Co}^{2+}$  ning oz – ko'ligiga qarab eritma ko'k yoki yashil rangga kiradi.  $\text{Co}^{2+}$  ning konsentratsiyasi juda kam bo'lsa, ammoniy rodanidni quruq tuz holda olish kerak.

### **$\text{Ni}^{2+}$ ionlarining reaksiyalari**

$\text{Ni}^{2+}$  ion gidratlangan ionlar hosil qilgani uchun suvli eritmalarda yashil rangli bo'ladi.

**1. O'yuvchi ishqorlar NaOH va KOH**  $\text{Ni}^{2+}$  ion bilan ko'k  $\text{Ni}(\text{OH})_2$  cho'kmani hosil qiladi:



Cho'kma kislotada, ammiakda va ammoniy tuzlarida eriydi.

**2. Ammiak  $\text{NH}_4\text{OH}$**  avval  $(\text{NiOH})_2\text{SO}_4$  asosli tuzning yashil cho'kmasini hosil qiladi, so'ngra u mo'l  $\text{NH}_4\text{OH}$  da erib, ko'k tusli kompleks tuz hosil qiladi:



Ammiak  $\text{Ni}^{2+}$  ion bilan  $[\text{Ni}(\text{NH}_3)_6]^{2+}$  kompleks kationni hosil qilishi sababli  $\text{Ni}^{2+}$  ion cho'kmaga tushmaydi.

**3. Dimetilglioksim (Chugaev reaktivi)**  $\text{Ni}^{2+}$  ion bilan ammiakli muhitda xarakterli lola rang qizil cho'kma ichki kompleks tuzni hosil qiladi. Reaksiya tenglamasi yuqorida keltirilgan.

Reaksiyani qilib ko'rish uchun nikel tuzi eritmasining bir tomchisiga dimetilglioksim eritmasidan bir tomchi va suyultirilgan ammiak eritmasidan ham bir tomchi ta'sir ettirib, hosil bo'lgan nikel dimetilglioksim cho'kmasi kuzatiladi.

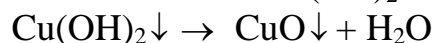
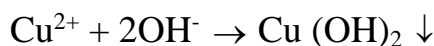
$\text{Ni}^{2+}$  ionning bu muhim reaksiyasini qilib ko'rishda eng avval eritmaning pH iga e'tibor berish kerak.

Xiyla kuchli kislotali eritmalarda reaksiya chiqmaydi. Chunki dimetilglioksim kuchsiz kislotada va u bilan hosil bo'ladigan kompleks  $\text{H}^+$  ionlar ta'sirida buziladi. Shuningdek, ammiak ham ortiqcha bo'lmasligi kerak, aks holda nikelning ammiakli kompleksi hosil bo'lib qolishi mumkin. Umuman  $\text{Ni}^{2+}$  ni dimetilglioksim bilan to'la cho'ktirish uchun pH 5 bilan 10 o'rtasida bo'lishi kerak. Reaksiyani atsetatli bufer aralashma ( $\text{CH}_3\text{COOH}$  bilan mo'l  $\text{CH}_3\text{COONa}$  aralashmasi) ishtirokida pH  $\approx 5$  bo'lganda olib borish mumkin.

### **$\text{Cu}^{2+}$ ionlarining reaksiyalari**

Mis (II) tuzlarining eritmaları havo rang yoki yashil ranglidir.

**1. NaOH va KOH o'yuvchi ishqorlar**  $\text{Cu}^{2+}$  bilan havo rang cho'kma  $\text{Cu}(\text{OH})_2$  hosil qiladi. Bu cho'kma qizdirilganda u  $\text{CuO}$  ga aylanishi sababli qorayadi:

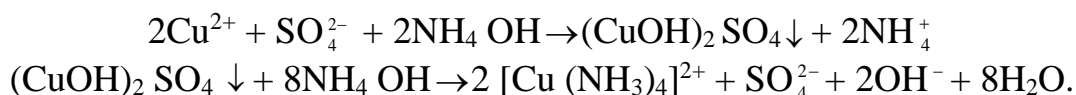


Mis(II) – gidroksid kuchsiz amfoter xossaga ega, shuning uchun ham ortiqcha miqdordagi KOH yoki NaOH da qisman erib (ayniqsa qizdirilganda), ku'ritlar hosil qiladi.

$\text{Cu}^{2+}$  ioni glitserin, shuningdek, limon va vino kislotalar hamda tarkibida gidroksid gru'alari bo'lgan boshqa bir qancha organik birikmalar bilan o'zaro ta'sirlanib, ishqorlar ta'sirida cho'kmaydigan ko'k tusli kompleks birikmalar hosil

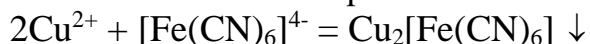
qiladi. Mis tuzi eritmasiga bir necha tomchi glitserin yoki vino kislota qo'shib, so'ngra ishqor ta'sir ettirib ko'rib, buning to'g'riligiga ishonch hosil qilsa bo'ladi.

**2. Ammiak  $\text{NH}_4\text{OH}$**  (ozroq miqdorda qo'shilsa) yashil tusli asosli tuz, masalan,  $(\text{CuOH})_2\text{SO}_4$  ni hosil qiladi, bu tuz mo'l ammiakida osongina eriydi. Bunda ( $\text{pH}>9$ ) misning ravshan ko'k tusli ammiakli kompleksi hosil boladi.  $\text{Cu}^{2+}$  ioni uchun xarakterli bo'lgan bu reaksiyaning tenglamasi ionli shaklda quyidagicha ifodalanishi mumkin.

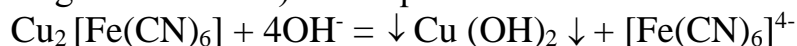


Misning ammiakli kompleksiga kislota qo'shilganda  $\text{NH}_3$  molekularining  $\text{H}^+$  ionlari bilan bog'lanib, barqaror  $\text{NH}_4^+$  kompleksni hosil qilishi natijasida u 'archalanadi. Bunda ko'k tusli eritma havo rangga kiradi ( $\text{Cu}^{2+}$  ionning rangi).  $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]^{2+}$  kompleks ham  $\text{H}_2\text{S}$  ta'sirida xuddi shunday 'archalanadi, chunki bunda  $\text{Cu}^{2+}$  ionlarning konsentratsiyasi  $\text{CuS}$  ning eruvchanlik ko'rsatkichini orttirishga yetarli bo'ladi, shuning uchun u cho'kmaga tushadi.

**3. Kaliy ferrotsianid  $\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$**   $\text{pH} \leq 7$  bo'lganda  $\text{Cu}^{2+}$  ionlar bilan qizil qo'ngir tusli mis ferrotsianid cho'kmasini hosil qiladi:



Cho'kma suyultirilgan kistolatalarda erimaydi, ammo ammiakda eriydi (kompleks birikmaning hosil bo'lishi). U ishqorlar ta'sirida ham 'archalanadi:



Bu reaksiya  $\text{NH}_4\text{OH}$  bilan bo'ladigan reaksiyaga qaraganda bir muncha seziluvchandir.

#### **Laboratoriya-4** **IV, V, VI guruh kationlari aralashmasi analizi**

Tekshiriluvchi eritmaga aralastirib turgan xolatda tomchilab  $2 \text{ mol/dm}^3$   $\text{NaOH}$  eritmasidan neytral sharoit xosil bo'lguncha qo'shiladi. 1,5 baravar xajmda yana  $\text{NaOH}$  xamda 7-8 tomchi 3%  $\text{H}_2\text{O}_2$  tomiziladi va suv xammomida isitiladi. V va VI gurux kationlari gidroksid (oksid asosli tuz) xolatda cho'kmaga tushadi. IV gurux kationlari eritmada qoladi.

#### **V va VI gurux kationlarining gidroksidlarini ajratish**

Yangi xosil bo'lgan cho'kmani (V va VI gurux) ortiqcha 25%li ammiak eritmasi, shisha tayoqcha yordamida aralastirib, 2-3 min suv xammomida isitiladi. VI gurux kationlari gidroksid xolatida qoladi. Aralashma sentrifugalanadi. Cho'kma va eritma rangiga e'tibor bering. Cho'kma taxlil qilinadi, sentrifugalanib, saqlab qo'yiladi.

I gurux anionlari ( $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{SO}_3^{2-}$ ,  $\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$ ,  $\text{CO}_3^{2-}$ ,  $\text{HPO}_4^{2-}$ ,  $\text{B}_4\text{O}_7^{2-}$ ,  $\text{SiO}_3^{2-}$ ) ning xususiy reaksiyalari

#### **Laboratoriya ishi-5** **I gurux anionlari ( $\text{SO}_4^{2-}$ , $\text{SO}_3^{2-}$ , $\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$ , $\text{CO}_3^{2-}$ , $\text{HPO}_4^{2-}$ , $\text{B}_4\text{O}_7^{2-}$ , $\text{SiO}_3^{2-}$ ) ning** **xususiy reaksiyalari** **$\text{SO}_4^{2-}$ ionlarining reaksiyalari**

Neytral yoki kuchsiz ishqoriy eritmaga 2 tomchi  $\text{BaCl}_2$  qo'shiladi. Agar cho'kma hosil bo'lsa u holda eritmada I- guruh anionlari borligidan dalolatdir.

Sulfat-ion  $\text{SO}_4^{2-}$  sulfat kislota  $\text{H}_2\text{SO}_4$  ning anionidir. Sulfat kislota kuchli kislota bo'lib kuchi jihatidan faqat galogenid kislotalar  $\text{HCl}$ ,  $\text{HBr}$ ,  $\text{HI}$  va nitrat kislotalardan bir oz 'astroq turadi.

Sulfat kislolaning bariy, strontsiy, kaltsiy va qo'rg'oshin tuzlari suvda qiyin eriydi. Boshqa sulfatlar yaxshi eriydi.  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  va  $\text{K}_2\text{SO}_4$  eritmaları neytral muhit va aksincha,  $\text{NaHSO}_4$  va  $\text{KHSO}_4$  ning 0,1 n. eritmaları kislotali muhit ( $\text{pH} \approx 2$ ) hosil qiladi.  $\text{SO}_4^{2-}$  rangsiz iondir.

**1. Bariy xlorid  $\text{BaCl}_2$  ( $\text{Ba}^{2+}$  ion)  $\text{SO}_4^{2-}$  ion bo'lgan eritmalar bilan oq cho'kma  $\text{BaSO}_4$  hosil qiladi.** Bariy sulfat kuchli kislolaning tuzi bo'lib suvda qiyin eriydi, *kislotalarda esa erimaydi*. Bu bilan  $\text{BaSO}_4$  boshqa hamma ionlarning bariy tuzlaridan farqlanadi; uning ana shu xossasidan  $\text{SO}_4^{2-}$  ionini to'ishda foydalaniladi.

### **$\text{CO}_3^{2-}$ ionlarining reaksiyalari**

Karbonat-ion  $\text{CO}_3^{2-}$  erkin holatda ma'lum bo'lmagan karbonat kislota  $\text{H}_2\text{CO}_3$  ning anionidir. Bu kislota o'z tuzlaridan olinganda batamom angidrid ( $\text{CO}_2$ ) va suvga 'archalanib ketadi.  $\text{H}_2\text{CO}_3$  juda kuchsiz kislota bo'lganidan ishqoriy metallarning karbonatlari ishqoriy muhitga ega.  $\text{H}_2\text{CO}_3$  ning o'rta tuzlaridan faqat kaliy, natriy va ammoniy tuzlari suvda eriydi. Boshqa gru'a kationlari  $\text{CO}_3^{2-}$  ion ta'sirida o'rta va asosli tuzlar holida, ba'zilar (masalan  $\text{Al}^{3+}$ ,  $\text{Cr}^{3+}$ ,  $\text{Ti}^{4+}$ ) esa gidroksidlar holida cho'kmaga tushadi.  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  va  $\text{K}_2\text{CO}_3$  gidrolizlanishi tufayli bu tuzlarning 0,1 n. eritmaları kuchli ishqoriy muhitga ( $\text{pH} \approx 11,6$ ) ega bo'ladi  $\text{CO}_3^{2-}$  rangsiz iondir.

**Bariy xlorid  $\text{BaCl}_2$   $\text{CO}_3^{2-}$  ionini oq cho'kma  $\text{BaCO}_3$  holida cho'ktiradi.** Bu cho'kma  $\text{HCl}$ ,  $\text{HNO}_3$  va  $\text{CH}_3\text{COOH}$  da eriydi va bunda  $\text{CO}_2$  ajralib chiqadi.

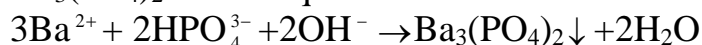
### **$\text{PO}_4^{3-}$ ionlarning reaksiyalari**

Fosfat-ion  $\text{PO}_4^{3-}$  o'rtacha kuchga ega bo'lgan ortofosfat kislota  $\text{H}_3\text{PO}_4$  ning anionidir. U uch asosli kislota bo'lib, uch qator tuz beradi. Fosfatlar:  $\text{Na}_3\text{PO}_4$ ,  $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ ,  $\text{AlPO}_4$  va boshqalar; gidrofosfatlar:  $\text{Na}_2\text{HPO}_4$ ,  $\text{CaHPO}_4$  va boshqalar; digidrofosfatlar:  $\text{NaH}_2\text{PO}_4$ ,  $\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2$  va boshqalar.

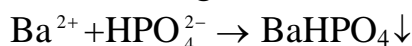
Fosfat kislolaning tuzlaridan faqat ishqoriy metallar va ammoniy tuzlari hamda ishqoriy -er metallarning digidrofosfatlari, masalan,  $\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2$  suvda eriydi. Boshqa tuzlari suvda erimaydi. Lekin mineral kislotalarda, ko'chiligi esa sirka kislotalarda ham eriydi.  $\text{FePO}_4$  va  $\text{AlPO}_4$  sirka kislotalarda erimaydi. Vismut tuzi  $\text{BiPO}_4$  suyultirilgan (0.5 n.)  $\text{HNO}_3$  da qiyin eriydi. Ishqoriy metal fosfatlarining eritmaları kuchli ishqoriy muhit hosil qiladi. 0,1 M  $\text{Na}_3\text{PO}_4$  eritmasi uchun  $\text{pH} \approx 12$ ;  $\text{Na}_2\text{HPO}_4$  ning shu kotsentratsiyadagi eritmasi uchun  $\text{pH} \approx 9,98$ ;  $\text{NaH}_2\text{PO}_4$  ning ham xuddi shu kotsentratsiyadagi eritmasi uchun esa  $\text{pH} \approx 4,6$  ekanligi hisoblangan.  $\text{PO}_4^{3-}$  rangsiz iondir.

Reaksiyalarni o'rganish uchun  $\text{Na}_2\text{HPO}_4$  eritmasini oling.

**Bariy xlorid  $\text{BaCl}_2$   $\text{Na}_2\text{HPO}_4$  eritmasi bilan  $\text{H}_2\text{SO}_4$  dan boshqa kislotalarda eriydigan oq cho'kma  $\text{Ba}_3(\text{PO}_4)_2$  ni hosil qiladi:**



Agar reaksiya ishqorlar yoki  $\text{NH}_4\text{OH}$  ishtirokida olib borilsa,  $\text{HPO}_4^{2-}$  ioni  $\text{PO}_4^{3-}$  ioniga aylanadi va  $\text{Ba}_3(\text{PO}_4)_2$  cho'kmaga tushadi:



$\text{BaHPO}_4$  kislotalarga qanday munosabatda bo'lsa, hosil qilingan cho'kma ham shunday munosabatda bo'ladi.

Ikkinchi ( $\text{Cl}^-$ ,  $\text{Br}^-$ ,  $\text{J}^-$ ) va uchinchi ( $\text{NO}_3^-$ ,  $\text{NO}_2^-$ ,  $\text{CH}_3\text{COO}^-$ ) guruh anionlarining analitik reaksiyalari

### Laboratoriya ishi-6

#### Ikkinchi ( $\text{Cl}^-$ , $\text{Br}^-$ , $\text{J}^-$ ) va uchinchi ( $\text{NO}_3^-$ , $\text{NO}_2^-$ , $\text{CH}_3\text{COO}^-$ ) guruh anionlarining analitik reaksiyalari

2 tomchi eritmaga 2 tomchi 2n  $\text{HNO}_3$  eritmasidan va 1 tomchi  $\text{AgCl}$  qo'shiladi. Cho'kmaning hosil bo'lishi II-guruh anionlar: borligini bildiradi. 2-guruppa anionlari qatoriga xlorid  $\text{Cl}^-$ , yodid  $\text{J}^-$ , bromid  $\text{Br}^-$  va boshqa anionlar kiradi. Ularni  $\text{Ag}$  ioni bilan hosil qilgan tuzlari suvda va suyiltirilgan  $\text{HNO}_3$  da erimaydi. 2-gruppa anionlariga suyiltirilgan  $\text{HNO}_3$  ishtirokida  $\text{AgNO}_3$  guruppa reagenti hisoblanadi.

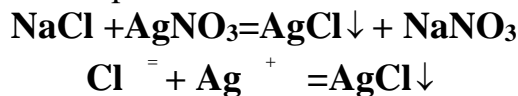
Anionlar Reaktivlar	$\text{Cl}^-$	$\text{Br}^-$	$\text{J}^-$
$\text{AgNO}_3$ , $\text{HNO}_3$ ishtirokida	$\text{AgCl}$ oq cho'kma	$\text{AgBr}$ och-sariq cho'kma	$\text{AgJ}$ sariq cho'kma
Kumush tuzlariga $\text{NH}_4\text{OH}$ ning ta'siri	$[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]\text{Cl}$ hosil qilib eriydi	$[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]\text{Br}$ hosil qilib eriydi	Oz eriydi
Kuchli oksidlovchilar ( $\text{MnO}_2$ , $\text{KMnO}_4$ , $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ )	$\text{Cl}_2$ ajiraladi	$\text{Br}_2$ ajiraladi	$\text{J}_2$ ajiraladi
$\text{Cl}_2$ li suv (benzol ishtirokida)		$\text{Br}_2$ ta'sirida benzol qavatini qo'ng'ir rangga kiradi	$\text{J}_2$ benzol qavatini binafsha rangga kiritadi
$\text{NaNO}_2$ yoki $\text{KNO}_2$			$\text{J}_2$ ajiraladi
$\text{Pb}(\text{CH}_3\text{COO})_2$			$\text{PbJ}_2$ Sariq cho'kma
$\text{CaCO}_3$			

#### Xlorid $\text{Cl}^-$ ionining reaksiyalari

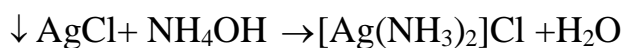
Xlorid ioni xlorid kislotaning anionidir, rangsiz. Xlorid kislota eng kuchli

kislotalardan biri. Uning tuzlari xloridlar deb ataladi. Ko'pincha xloridlar suvda yaxshi eriydi,  $\text{AgCl}$ ,  $\text{Hg}_2\text{Cl}_2$ ,  $\text{PbCl}_2$  va b. suvda yaxshi erimaydi.

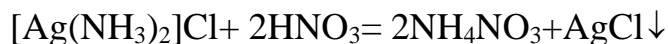
1. **Kumush nitrat**  $\text{AgNO}_3$  xlorid ionlari bilan kumush xloridning suzmasimon oq cho'kmasini hosil qiladi:



Cho'kma nitrate kislotalarda erimaydi, biroq  $\text{NH}_4\text{OH}$  da oson erib, kompleks birikma hosil qiladi:

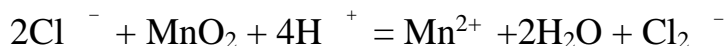


Agar shu eritmaga konsentrlangan nitrat kislota qo'shilsa,  $\text{AgCl}$  cho'kmasi yana qaytadan ajraladi:



**Reaksiyaning bajarilishi:** 2-3 tomchi natriy xlorid eritmasiga 2-3 tomchi kumush nitrat eritmasidan tomiziladi. Hosil bo'lgan cho'kmaga to'la eriguncha konsentirlangan ammiak eritmasidan qo'shiladi. Eritmaga yana konsentirlangan nitrat kislota qo'shilsa, cho'kmaning qaytadan tushishi kuzatiladi.

2. Oksidlovchilar ( $\text{MnO}_2$ ,  $\text{KMnO}_4$ ,  $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$  va b.) kislotali muhitda xlorid-ionlarini erkin xlogacha oksidlaydi:



**Reaksiyaning bajarilishi:** 2-3 tomchi natriy xlorid eritmasiga ozgina quruq marganes(4)-oksididan qo'shib ustiga 1-2 tomchi sulfat kislota tomiziladi va ehtiyotlik bilan qizdiriladi. Ajralib chiqayotgan xlorni rangi va xididan yoki probirkaning og'ziga tutib turilgan yod-kraxmalli qog'ozning ko'karishidan aniqlash mumkin.

### III-GURUX ANIONLARIGA XOS REAKSIYALAR

Agar I va II-guruh anionlarini aniqlash tajribalarida eritilganda cho'kma hosil bo'lmasa holda III guruh anionlari bo'lishi mumkin. Anionlarning uchinchi gurupasiga ion nitrat  $\text{NO}_3$  nitrit  $\text{NO}_2$  atsetat  $\text{CH}_3\text{COO}^-$  va boshqalar kiradi. Bu anionlarning bariy kumush bilan hosil qilgan tuzlari eruvchandir. Shu sababli  $\text{AgNO}_3$  ham  $\text{BaCl}_2$  ham uchinchi gurupga anionlarini cho'kmaga tushurmaydi. Kumush tuzlaridan  $\text{AgNO}_2$  ( $EK=1.6 \cdot 10^{-4}$ )  $\text{CH}_3\text{COOAg}$  ( $EK=4 \cdot 10^{-3}$ ) va  $\text{AgNO}_3$  ( $EK=5 \cdot 10^{-2}$ ) boshqalariga nisbatan kamroq eriydi, shuning uchun ular yetarli darajada konsentrlangan eritmalaridan foydalaniladi. Shuguruppa anionlari umumiy reagenti yo'q  $\text{NO}$  anionlari rangsiz ionlardir. Anionlarni aniqlashda qo'laniladigan jadval orqali bilish mumkin.

#### **$\text{NO}_3$ -anioniga xos reaksiyalar.**

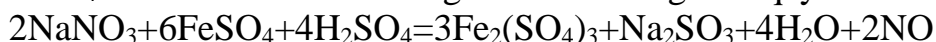
Nitrat ioni eng kuchli mineral kislotalardan bo'lgan nitrit kislota anionidir. Nitrat kislota ko'pgina qataruvchilardan oksidlaydigan oksidlovchidir. Shu sababli nitrat

kislota analiz paytida xlorit kislota va sulfat kislota erimaydigan ko'pgina metall va qotishmalarni, bazi sulfidlarni eritishda va boshqa maqsadlarda ishlatiladi. Uning qaytarilishidan ko'pincha  $\text{NO}_2$  yoki  $\text{NO}$  hosil bo'ladi.

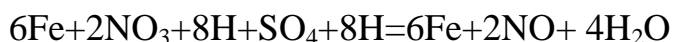
$\text{NO}_2$  xar xil moddalarning konsentrlangan  $\text{HNO}_3$  tasirida oksidlanishidan,  $\text{NO}$  esa shu moddalarning suyultirilgan  $\text{HNO}_3$  tasirida oksidlanishidan hosil bo'ladi. Bazi xollarda nitrat kislota azot yoki amiak hosil qilishi mumkun. Bazi anionlar suvda yaxshi eriydi, shu sababli  $\text{NO}_3^-$  ionini topishda deyarli hamma vaqt bu ion bilan boradigan oksidlash reaksiyalaridan foydalaniladi.

### **Temir 2 sulfit bilan o'tkaziladigan reaksiya**

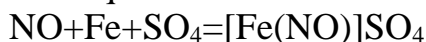
$\text{FeSO}_4$  nitrat kislota va uning tuzlarini  $\text{NO}$  gacha qaytaradi.



yoki



Azot(3) oksid ortiqcha miqdordagi reaktiv bilan qo'ng'ir rangli beqaror kompleks eritma ion  $[\text{Fe}(\text{NO})]^2$  xosil qiladi

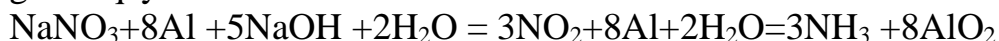


Bu reaksiyani tajribada ko'rish uchun  $\text{FeSO}_4$  ning to'yigan 5-6 tomchi eritmasiga  $\text{NaNO}_3$  eritmasidan 2,3 tomchi qo'shiladi va aralastiriladi. So'ngra ehtiyotlik bilan probika devorlari bo'ylab 5,6 tomchi suyultirilgan  $\text{H}_2\text{SO}_4$  quyiladi. Ikala suyuqlikning bir biri bilan tutashgan joyida to'q qo'ng'ir rangli xalqa xosil bo'ladi.

Reaksiyani boshqa usulda bajarish ham mumkun. Soat oynasiga natriy nitrat eritmasi tomiziladi uning ustiga  $\text{FeSO}_4$  ning kichkinakristali solinadi va bir tomchi konsentrlangan  $\text{H}_2\text{SO}_4$  qo'shiladi.  $\text{FeSO}_4$  kristali atrofida qo'ng'ir rangli kompleks birikma  $[\text{Fe}(\text{NO})]\text{SO}_4$  hosil bo'ladi.  $\text{NO}_2$  ioni ham shunday reaksiya beradi bu holda reaksiya suyultirilgan  $\text{H}_2\text{SO}_4$  bilan va xatto  $\text{CH}_3\text{COOH}$  bilan hamboradi.

### **Ammiakgacha qaytarilish reaksiyalari.**

Alyuniy yoki ruh metali  $\text{NaOH}$  ishtirokida nitrat kislota va uning tuzlaritarkda nitrat kislota va uning tuzlari tarkikida nitrat kislota va uning tuzlari tarkibidagi nitrat ionini amiakgacha qaytaradi



### **Reaksiyaning bajarilishi:**

Natriy nitrat yoki natriy gidroksidning 4-5 tomchi eritmasiga 5-6 tomchi natriy gidroksid eritmasi va al yoki ruh metalining 1-2 tomchi qoshiladi. Probirkadagi aralashma suv hammomida bir oz qizdiriladi. Ajralib chiqqan amiakni hididan yoki probirka og'ziga tutilgan namlangan qizil lakmus qog'ozining ko'karishiga bilish mumkin.  $\text{NO}_3$  ionini topishda  $\text{NH}_4$  ioni mavjud bo'lsa eritmaga ishqor qo'shib qizdirish yo'li bilan uyo'qotiladi

Nitron  $\text{C}_{12}\text{H}_{16}\text{N}_4$  bilan o'tkaziladigan mikrokrystalikkopik reaksiya

Nitron sirka kislotali muhitda nitratlar tasirida  $\text{C}_{20}\text{H}_{16}\text{N}_4$

\* $\text{HNO}_3$  tarkibida ignasimon kristallar hosil bo'ladi

Reaksiyaning bajarilishi

Tekshirilayotgan nitrat eritmasining 1 tomchisiga 5% li

Sirka kislota eritilgan organic asos nitronning 10%li eritmasidan bir tomchi tomiziladi. Bunda nitratning mikroskop ortida qaraganda ko'rsatilgan shakldagi igna

boylamlariga o`hshash kristallariga hosil bo`ladi nitron bilan nitrat ionlari ham kiristal holatda chokmaga tushadi CH<sub>3</sub>COO Anioniga hos reaksialar

Atsetat ion bir asosli ancha kuchsiz bolgan sirka kislota CH<sub>3</sub>COOH anionidir Uning deyarli atsetat suvda yahshi eriydi bazi asoslarisuvda yahshi eriydi. Kumush atsetat boshqalarga qaraganda kamroq eriydi bazi asoslituzlar esa qiyin

### Etil spirt bilan o`tkaziladigan reaksiya

sirka kislota va uning tuzlarieritmalariga konsentirlangan H<sub>2</sub>O uni hididan bilish mumkin CH<sub>3</sub>COOH +C<sub>2</sub>H<sub>5</sub>OH =CH<sub>3</sub>COOC<sub>2</sub>H<sub>5</sub>+H<sub>2</sub>O Reaksiya o`tkazish uchun 5-6 tomchi natriy atsetat

Bunda hushboy efir hidining kelishi dastlabki eritmada atsetat ion borligini bildiradi.

### FeCl<sub>3</sub> bilan o`tkaziladigan reaksiya

FeCl<sub>3</sub> sirka kislota tuzlarining eritmaları bilan reaksiyaga kirishib temir asetat hosil qiladi.  $3\text{CH}_3\text{COONa} + \text{FeCl}_3 = \text{Fe}(\text{CH}_3\text{COO})_3 + 3\text{NaCl}$

Eritma qizdirilganda gidroliz sodir bo`lishi natijasida temirgidroksid atsetatning qizil qong`ir cho`kmasi hosil boldi



8-10 tomchini natriy asetat eritmasiga 3-4tomchi FeCl<sub>3</sub>

Eritmasi va 8-10 tomchi suv qo`shiladialanaliz natijalari jadvalda ko`rsatilgan

Anionlar	NO <sub>3</sub> -	NO <sub>2</sub>	CH <sub>3</sub> COO
FeSO <sub>4</sub> (kons)	Fe(NO)SO <sub>4</sub>		-----
Cu+H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	NO <sub>2</sub>	-----	
HCl; H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> (suyul)	-----	NO <sub>2</sub> ajraladi	CH <sub>3</sub> COOH
KJ(sulfat kislota )	-	J <sub>2</sub> ajraladi	
KMnO <sub>4</sub>	-	ioniga hos olcha	
NH <sub>4</sub> Cl	-	NO <sub>3</sub>	
FeSO <sub>4</sub> (kons)			Fe(OH)(CH <sub>3</sub> COO) <sub>2</sub>

## Laboratoriya ishi-7

### I, II, III guruh anionlari aralashmalari analizi

Anionlar klassifikatsiyasi asosan tegishli kislotalar hosil qiladigan bariy va kumush tuzlarining eruvchanliklarini bir biridan farq qilishiga asoslangan bo`lib, ularni analiz qilishda bir biriga xalaqit bermaydi, shuning uchun ularni bir biridan ajratishga yordam beradigan reaksiyalardan foydalaniladi.

Analiz uchun olingan eritma tarkibidagi u yoki bu kationlarni borligini aniqlash eritma tarkibidagi anionlarni aniqlashni ancha osonlashtiradi. Eruvchanlik jadvalidan foydalanib anion uchun olingan eritma tarkibida ayrim anionlarni borligini oldindan aytish mumkin.

Masalan: Agar tuz suvda yaxshi erisa va neytral suv eritmasida Ba<sup>2+</sup> kationi bo'lsa u holda bu eritmada SO<sub>4</sub><sup>-2</sup>, CO<sub>3</sub><sup>2-</sup>, SO<sub>3</sub><sup>2-</sup> anionlari bo'lmaydi. Eritma tarkibida ayrim guruh anionlari borligi taxminiy bilgach ularni xususiy reaksiyalar yordamida aniqlanadi. Eritma tarkibidagi anion va kationlar miqdoriga qarab



analizlar xilma-xil bo'lishi mumkin. Masalan: Analiz uchun olingan moddani suvdagi eritmasi neytral reaksiyaga ega.

Alohida namunadagi eritmaga HCl ta'sir ettirilsa cho'kma hosil bo'ladi va bu cho'kma issiq suvda eriydi. Bu esa eritmada bu kationi borligini anglatadi.  $Pb^{2+}$  kationini topish uchun unga xususiy reaksiyalardan bo'lgan kaliy yodid KJ ta'sir ettiriladi. So'ngra anionlar aniqlanadi. Ular faqat III-guruh anionlari bo'lishi mumkin:

Chunki ular  $Pb^{2+}$  kationi bilan suvda eruvchi tuzlar hosil qiladi.

Ko'pgina anionlar eritmalarini bo'lib-bo'lib analiz qilish usuli bilan bilan topiladi. SHunga ko'ra anionlarni analiz qilishda gurux reagentlari odatda shu guruxga kiruvchi anionlarni bir biridan ajratish uchun emas, ularni bor yo'qligini bilish uchun foydalaniladi.

Olimlar tomonidan anaionlarni guruxlarga ajratishda juda ko'plab klassifikatsiyalar taklif qilinganbo'lib, ular 2, 3,4, 5, 6 va xatto 8 ta guruxga ham ajratishni taklif etganlar.

Anionlar sinflari ning mavjud sistemalari ularning bariyli va kumushli tuzlari ning eruvchanligiga, anionlarning kislotalarga bo'lgan munosabatlariga, oksidlovchi va qaytaruvchi reaktivlar bilan reaksiyaga qanday krishishiga asoslangan.

Lekin anionlarni guruxlarga ajratishning umumiy e'tirof etilgan yagona sistemasi mavjud emas.

Anionlarni analiz kilishni, kationlarni analiz qilishdan farqi shundaki, deyarli hamma anionlarni tekshirilayotgan eritmada aloxida aloxida ulushlaridan boshqa anionlar ishtrokida topish mumkin.

Gurux nomeri	Anionlar	Gurux reagenti
I	$SO_4^{-2}$ ; $SO_3^{-2}$ ; $S_2O_3^{-2}$ ; $CO_3^{-2}$ ; $PO_4^{-3}$ ; $AsO_4^{-3}$ ; $AsO_3^{-2}$ ; $BO_2^{-2}$ ; $B_4O_7^{-2}$ ; $SiO_3^{-2}$ ; $C_2O_4^{-2}$ ; $Cr_2O_7^{-2}$ ; $F^-$	$BaCl_2$ kuchsizishqoriymuxit, tuzlarsuyultirilgan( $BaSO_4$ dantashqari) kislotalardaeriydi
II	$Cl^-$ ; $Br^-$ ; $J^-$ ; $S^{-2}$ ; $CN^{-1}$ ; $CNS^-$ ; $BrO_3^-$ ; $ClO_4^-$ $ClO^-$	Nitrat kislota ishtrokida $AgNO_3$
III	$NO_3^-$ ; $NO_2^-$ ; $CH_3COO^-$ ; $MnO_4^-$	Yo`q

Agar gurux reagenti eritmadaagi biror anion bilan tegishli spetsifik reaksiya bermasa, boshqa anionlarni tekshirishga xojat yo`q.

Agar gurux reagentlari bilan cho'kma bermasa, demak 1- guruxga kiradi.

### **Laboratoriya ishi-8** **Quruq tuzlar aralashmasi analizi**

Qattiq moddalarni analiz qilish uchun undan 0,1-0,3 g olamiz. Tajribadan oldin qattiq moddani hovvonchada maydalaymiz. Maydalangan moddani 3 qismga bo'lib, 1-kationlar analizi uchun, 2- anionlar analizi uchun, 3- tajribani qaytadan tekshirish uchun. Tajribani moddani har xil erituvchilarda qanday erishini kuzatishdan boshlaymiz. Keyin qizdirish orqali

erishini ko'ramiz. Buning uchun 1 bo'lagini olib, uni 10-12 tomchi suvda shisha tayoqcha yordamida aralashtirib tozalab olamiz. Agar issiq suvda erimasa, unda  $2n \text{ CH}_3\text{COOH}$  yoki  $\text{HCl}$  da eritib ko'ramiz. Ularda ham erimasa, konsentrlangan kislotalar ( $\text{HCl}$ ,  $\text{HNO}_3$ ),  $\text{NH}_4\text{OH}$  da eritib ko'riladi. Tekshirilayotgan moddani erishiga qarab har xil usulda o'tkazish mumkin.

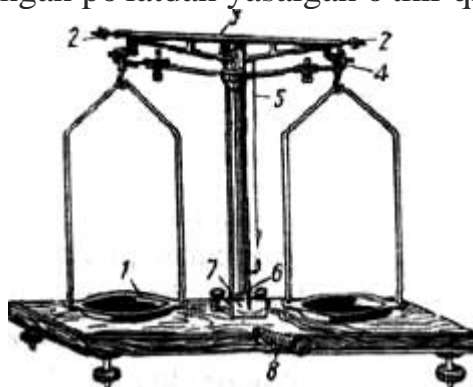
### Laboratoriya ishi-9

#### Gravimetriya. Idishlarni olish va ularni ishga tayyorlash. Tigellarni doimiy massaga keltirish. Texnik va analitik tarozilar bilan ishlashni o'rganish

Analitik kimyoda o'lchash analitik signalni olishning keng tarqalgan usulidir. Massasi noma'lum boigan har qanday modda oldin texnik tarozida (1-rasm) 0,01 g aniqlikda, keyin analitik tarozida 0,0001 g aniqlikda o'lchanadi.

Hozirgi vaqtda analitik kimyoda kam miqdordagi moddalar bilan ishlanadi. Shuning uchun ham analitik tarozilar massasi 100-200 g gacha boigan moddalarni tortishga moijallangan. Analitik tarozilar ikki yoki bir pallali bo'ladi.

Ikki pallali tarozilarning eng muhim qismi boigan shayin agat yoki yaxshilab toblangan po'latdan yasalgan o'tkir qirrali uchta



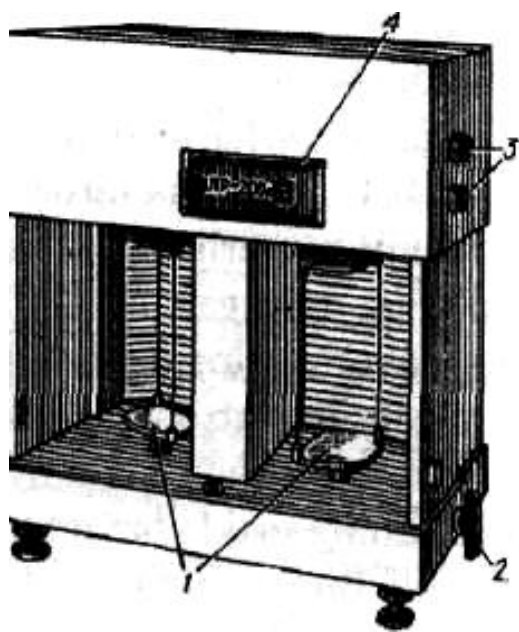
1-rasm. Kimyoviy texnik tarozi:  
1-palla; 2-nol nuqtasiniroslash yuklari  
(porsangi);  
3-shayin; 4-halqalar; 5-shoqul; 6-strelka;  
7-shkala; 8-arretir dastasi

prizmalı bo'lib, ulardan biri shayinning o'rta qismida qirrali tarozi yelkasiga yo'nalgan tarzda joylashtirilgan bo'ladi. U tarozining tayanch nuqtasi bo'lib xizmat qiladi. Qolgan ikkita prizma shayinning shu nuqtasidan teng masofada qirralari (o'rta prizma qirrali bilan bir tekislikda parallel) bilan yuqoriga qaragan holda joylashtirilgan bo'ladi. Ularga pallalarni osishga mo'ljallangan halqachalar o'rnatiladi. Tarozining yelkasi va halqachalarning tayanch chiziqlari qancha yaxshi silliqlangan va prizmalarning qirralari qancha o'tkir bo'lsa, tarozi shuncha sezgir bo'ladi. Shayinning o'rtasiga maxsus strelka o'rnatilgan bo'lib, u darajalangan shkala bo'ylab harakatlanadi.

Tarozi ishlatilganda prizmalarning qirralari va tayanch yuzalar asta-sekin siyqalanib, tarozining tortish aniqligi kamaya boradi. Buning oldini olish uchun tarozi ishlamay turganda prizmalar tayanch nuqtalardan *arretir* moslamasi (tirgak) yordamida ajratib qo'yiladi. Tirgak yordamida tarozi shayinini ko'tarib qo'yish tarozini «*arretirlash*» deyiladi. Tarozini ishga tushirganda uning arretir diski sekin buralishi kerak. Tortiladigan modda tarozi pallasiga qo'yilishidan va olinishidan oldin tarozi albatta arretirlangan bo'lishi kerak. Analitik tarozilar oynali quti ichiga joylashtirilgan bo'ladi. Oynali quti tarozini chang, xonada ishlovchilarning harakati tufayli yuzaga keladigan havoning harakati, tarozida ishlovchining nafas olishi va

chiqarishi kabi ta'sirlardan saqlaydi.

Tarozi binoning tebranishlardan eng ozod bo'lgan joyiga o'rnatilgan stol ustida joylashtiriladi. Tarozi yelkasi qat'iy vertikal holatda bo'lishi kerak. Tarozi bunday joylashtirish uchun uning orqa tomoniga o'rnatilgan ipga osilgan uchli yukdan foydalaniladi. Zamonaviy tarozilarda yukli ip o'rnida vaterpas(adilak, shay ton) bo'lib, vaterpasdagi suyuqlik ustidagi havo uning o'rtasiga tarozining oyoqlaridagi vintlarni burash orqali keltiriladi. Shunda tarozining yelkasi vertikal (yuzasi - gorizont) bo'ladi. Tarozi pallaslarini oksidlanishdan himoyalash uchun nikellaydilar, ayrim tarozilarning pallaslari oltin yoki boshqa zanglamaydigan metallning yupqa qatlami bilan qoplanadi.



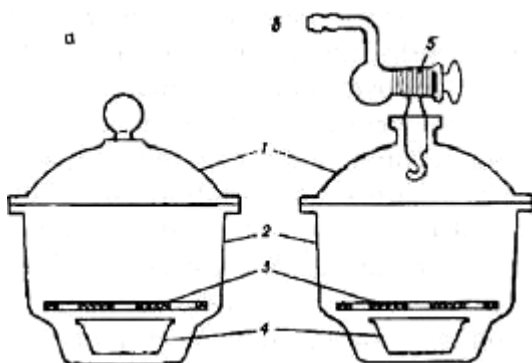
2-rasm. Ikki pallali VLR-rusumli analitik tarozi: 1-pallaslar; 2-arretir; 3-milligrammassali toshchalarni o'rnatish dastalari; 4-o'Ichash natijasini olish ekrani

Modda quruq yoki ho'l holda tortilishi mumkin. Gravimetrik analizda aniq natijalar olish uchun modda quritilgan shaklda tortiladi. Tarozi pallasiga tortiladigan moddani bevosita qo'yish yaramaydi. Modda biror idishda tortiladi. Moddalarni tortish uchun byuks, soat oynasi, tigel, stakan, probirka singari idishlar ishlatiladi. Tortiladigan modda nam tortar (gigroskopik)

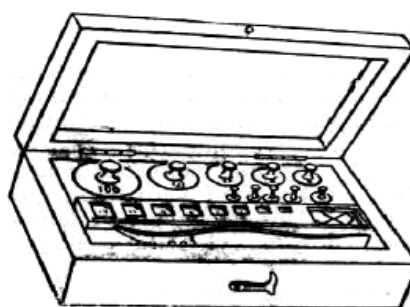
boisa, uni qopqoqli byukslar yordamida tortish maqsadga muvofiqdir. Modda tortiladigan idish tortishdan avval yaxshilab tozalab yuviladi va *doimiy massaga* quritiladi. Yaxshilab quritilgan idish yoki moddaning massasi takroriy quritishdan keyin amalda o'zgarmasa, uning massasi *doimiy* hisoblanadi. Analitik kimyo laboratoriyasida moddalarni qog'oz ustida tortish mumkin emas. Qog'oz gigroskopik bo'lganligi uchun u havo namini tortadi. Bundan tashqari, tortilgan moddani qog'ozdan to'liq ajratib olishning imkoniyati yo'q. Gravimetrik analizdagi tortishlarning ko'p qismi moddani quritish va kuydirish bilan bogliq. Issiq buyum tarozi pallasiga qo'yilsa, uning massasi haqiqiy qiymatidan farq qiladi. Issiqlik tarozi shayinini uzaytiradi, issiq oqim esa pastdan yuqoriga tomon harakatlanadi. Issiq oqimning pastdan yuqoriga tomon harakati natijasida tarozi pallaslari ham ko'tarilishi mumkin. Tortish aniqligining yetarli talab darajasida bo'lishi uchun quritish yoki kuydirish pechidan olingan tekshiriladigan modda bo'lgan idish sovitiladi. Sovuq buyumlar tortilganda buning teskarisi bo'ladi. Shuning uchun ham tortilishi talab etilgan issiq yoki sovuq buyumning harorati tarozixona haroratigacha keltirilgan bo'lishi kerak. Issiq buyumni sovitish davomida uning sirtida havo tarkibida doimo bo'ladigan namlik kondensatlanadi. Buning oldini olish uchun buyum *eksikatorga* joylanadi.

**Eksikator** pastki qismiga namlikni yutuvchi quritadigan moddalar (kuydirilgan

kalsiy xlorid, kalsiy oksid, konsentrlangan sulfat kislota va boshqa) solingan idish bo'lib (3-rasm), tortiladigan buyum uning chinni tagligi ustiga joylangandan so'ng tarozixonaga olib boriladi va soviguncha kutib turiladi. 110-150 °C haroratda quritilgan idish taxminan 30-40 daqiqa ichida xona haroratigacha soviydi. Eksikatorning qopqog'ini ochish uchun qopqoq o'ng qo'l bilan ushlanadi. Chap qo'l bilan eksikatorning o'zimizga qaragan tomonidan ushlagan holda, qopqoqni ko'tarmasdan gorizontal yo'nalishda sekin tortish kerak. Qopqoqni yopish uchun buning teskarisi qilinadi. Eksikatorni bir joydan boshqa joyga ko'chirish uchun ikkala qo'limizning bosh barmoqlari bilan uning qopqog'i ushlanadi va pastidan ikki qo'llab ushlab ko'tariladi. Eksikatorning qopqog'i havo namligini o'tkazmasligi va tushib ketmasligi uchun uning silliqlangan qismiga mum yoki parafm aralashtirilgan texnik vazelin surtiladi.



3-rasm. Eksikatorlar: A-jo'mraksiz; B-jo'mrakli; 1-qopqoq; 2-tana; 3-modda qo'yish joyri; 4-kosacha; 5-vakuum jo'mrak



4-rasm. Analitik tarozi toshlari

**Tarozi toshlari** maxsus qutichalarga muayyan tartib bilan joylangan (4-rasm) bo'ladi. Tarozi toshlarini tarozi pallasiga qo'yish, undan olib qutichaga joylash uchun uchlariga muguz yopishtirilgan qisqich ishlatiladi. Toshlarni qisqich bilan ushlaganda qattiq qismaslik kerak. Qutidagi toshlar ko'pincha 0,01-100 g massali bo'ladi. Milligramm massali toshlar yelkasiga joylashtirilgan tarozilarning toshlari qutisida 1-100 g massali toshlar bo'ladi. Toshlar zanglamasligi, ustiga chang va namlik o'tirmasligi kerak. Toshlarga tasodifan reaktiv, suv yoki boshqa biror modda tegsa, darhol ulardan tozalanishi, artilishi, zarur hollarda, yuvilishi kerak. Toshlar zanglamasligi uchun ularning sirti zanglamas qatlam bilan qoplanadi. Toshlarning qutidagi o'rinlari qat'iy bir xil bo'lganligi uchun modda massasini toshlarning qutidagi bo'sh o'rinlariga qarab ham yozish mumkin. Toshlarni qutichaga joy lay otganda yozuvning to'g'riligi tekshiriladi.

### Analitik tarozilarda tortish qoidalari

Analitik tarozi aniq fizik asbob bo'lib, unda tortganda juda ehtiyot bo'lish talab etiladi. Tarozining ishdan chiqmasligi va aniq tortish natijasini olish uchun qator qoidalarga rioya qilishga to'g'ri keladi:

1. Tortishga kirishishdan oldin tarozi pallalaridagi changni yumshoq mato yoki

- cho'tka yordamida ehtiyotlik bilan tozalang va tarozining nolinchi nuqtasini toping. Agar tarozini tekshirayotganda biror noaniqlikni kuzatsangiz, darhol mas'ul laborantga bu haqda ma'lum qiling.
2. Tarozining pallasiga tortiladigan buyum va toshlarni qo'yishdan avval uning arretirlanganligiga ishonch hosil qiling. Agar tarozi reyterli bo'lsa, reyterni o'rnatayotganda yoki siljitayotganda ham tarozi arretirlangan bo'lishi kerakligini unutmang. Arretir diskini sekin va ehtiyotlik bilan burang.
  3. Tarozida belgilangan miqdor moddadan ortiqcha moddani tortmang, aks holda tarozi buziladi.
  4. Biror idishdagi moddaning (yoki bo'sh idishni) og'irligi noma'lum bo'lsa, uni texnik tarozida tortib, uning taxminiy massasini aniqlang. So'ngra uni analitik tarozining chap pallasiga joylashtiring va tarozining derazachasini yoping. Tarozining pallasiga kimyoviy moddani bevosita yoki qog'ozga solib tortmang, balki soat oynasi, byuks, tigel, probirka va hokazolarga solib torting. Tarozining o'ng pallasiga toshchalar texnik tarozida o'lchangan massa analitik tarozining o'ng pallasiga qo'yib, tarozining derazachasini yoping va tarozini arretirdan sekin bo'shating.
  5. Issiq yoki sovuq moddalarni tortishdan oldin ularning haroratini tarozi haroratiga keltiring. Buning uchun uni eksikatora tarozixonada kamida 20-25 daqiqa saqlang.
  6. Tarozining pallasiga nam, iflos va ho'l moddalarni qo'ymang. Tarozini joylashtirilgan qutiga reaktiv, suyuq modda to'kmang.
  7. Namni yutadigan moddalar, suyuqliklar, uchuvchan va o'yuvchi moddalarni faqat yopiq idishlarda (byuks) torting.
  8. Tarozining o'lchash bilan bog'liq joylari (pallasi, shayini, strelkasi va boshqa), toshlar va reyterga qo'l tegizmang. Qo'lingizdagi namlik, yog' va boshqalar ularda qoladi. Toshlarini faqat qisqich bilan ushlang. Agar reyter tasodifan tushib qolsa, uni qisqich yordamida o'z o'rniga joylashtiring.
  9. Tortish vaqtida tarozining derazachalari yopiq bo'lishikerakligini unutmang.
  10. Bir ishni bajarish davomida faqat bitta tarozi va toshlarmajmuasidan foydalaning.
  11. Tarozini o'rnatilgan stolga suyanmang. Tarozini joyidan asloqo'zg'atmang.
  12. Tarozixonaga behuda kirmang, ishlayotganlarga xalaqitbermang, ular fikrini chalg'itmang, tarozixonada qattiq ovoz bilanso'zlashmang, chopib yurmang.
  13. Tarozining nolinchi nuqtasini topish va tortish. Analitik tarozilarning ayrimlarida tarozi strelkasi shkala bo'ylab, ayrimlarida esa shkala qo'zg'almas chiziq bo'ylab o'ngga va chapga tebranadi. Strelkaning shkala yoki shkalaning chiziq bo'ylab tebranishi to'xtagandan keyingi turish nuqtasiga *tarozining nolinchi nuqtasi* deyiladi. Har xil tasodiflar tufayli tarozining nolinchi nuqtasi o'zgarib turganligi uchun tortishdan avval nolnchi nuqta topiladi. Amalda natijasida yo'l qo'yiladigan xatolarning ta'sirini yo'qotish uchun ikki marta tortish, o'rin almashtirib tortish va tarozining maksimal tortishga mo'ljallangan massali buyumni tortish (Mendeleev usuli) usullaridan foydalaniladi.
  14. Jismning haqiqiy massasini topish uchun formuladan foydalaniladi. Bu yerda,  $P_o$  - jismning bo'shliqdagi haqiqiy massasi;  $p_h$  - havoning zichligi;  $p$  - jismning zichligi;  $r$  - toshlarning zichligi. Havoning zichligi bosim, namlik va haroratga bog'liq.

Ko'pchilik hollarda uni 0,0012 deb olish mumkin. Toshlarining zichligi ular yasalgan metallga bog'liq bo'lib, jezdan yasalgan toshlarning zichligi 8,4, alyuminiydan yasalganiniki 2,6 ga teng.

15. Tortishning to'g'riligi tarozi toshlari massasining nominalga mosligiga bog'liq. Tarozi toshlari aniq massali qilib yasalsa-da, ulardan foydalanish jarayonida massalari biroz kamayishi mumkin. Shuning uchun toshlarning massalari vaqti-vaqti bilan tekshirib turiladi (odatda bu ish davlat etalon korxonalari xodimlari tomonidan amalga oshiriladi). 2 g massali toshning massasi ikkita 1 g massali toshlar massalariga teng bo'lishi kerak. Toshlarning massalarini tekshirish uchun ikki marta tortish usulidan foydalaniladi.

### **Miqdoriy analiz metodlari va vazifasi**

Analitik kimyo - moddaning kimyoviy tarkibi va uning miqdorini o'rganish usullari to'g'risidagi fan bo'lib, u ikki qismga bo'linadi:

1. Sifat analiz.
2. Miqdoriy analiz.

Miqdoriy analiz—moddaning tarkibini miqdoriy jihatdan aniqlash usullarini o'rgatadi. Miqdoriy analiz fanda va ishlab chiqarishda katta ahamiyatga ega. Masalan, noma'lum moddaning kimyoviy formulasi uning tarkibiy qismlarini analizda topilgan protsent miqdoriga qarab aniqlanadi. Miqdoriy analiz kimyoviy, fizik va fizik–kimyoviy metodlardan iborat. Kimyoviy analiz usuli tortma analiz, hajmiy va gaz analiz usullarini o'z ichiga oladi. Analizning fizik va fizik-kimyoviy usullari moddaning elektr o'tkazuvchanligi, yorug'lik nurini yutishi, nur sindirishi va boshqa xossalardan foydalanishga asoslangan. Fizik metodlar miqdoriy spektral analiz, lyuminesstent analiz, fizik–kimyoviy usullar esa kolorimetrik, nefelometrik, xromatografik va boshqa analiz usullaridan iborat.

### **Tarozi va tarozida tortish**

Kimyo laboratoriyasida qilinadigan ishning xususiyatiga qarab quyidagi tarozilar ishlatiladi:

1. Aniq tortish uchun ishlatiladigan (0,01 g.gacha aniqlik bilan tortadigan), ya'ni texnokimyoviy tarozi.
2. Analitik tarozi (0,0002 g.gacha aniqlik bilan tortadigan).
3. Maxsus tarozilar (0,000001 g.gacha aniqlikdagi probirkali va tortish aniqligi  $10^{-9}$ - $10^{-12}$  g bo'lgan ultramikrokimyoviy tarozi).

Analitik kimyoning miqdoriy makroanalizida eng ko'p ishlatiladigan tarozilar analitik tarozilardir.

Oddiy analitik tarozilar ikki xil:

1. Davriy tebranadigan;
2. Tebranishi davriymas, ya'ni dempferli bo'ladi (dempfer–havo yordamida to'xtadigan moslama).

Analitik tarozi va aniq tarozilarning barcha xillari juda puxta hamda batartib ishlashni talab etadi. Har safar tarozida tortishdan oldin tarozini nolinch nuqtasini aniqlash kerak. Moddani to'g'ridan-to'g'ri tarozi pallasiga qo'yish yaramaydi.

Tortiladigan modda soat oynasi, byuks, tigel yoki boshqa idishlarga solib tortiladi. Tortiladigan moddaning temperaturasi tortish oldida tarozining temperaturasi bilan bir xil bo'lish kerak. Tortiladigan moddani ham, toshlarni ham tarozi pallasining o'rtasiga qo'yish lozim. Analitik tarozida tortishni tezlashtirish uchun tortiladigan moddani avval aniq tarozida tortib, og'irligini taxminan bilib olish va so'ngra analitik tarozida tortish kerak.

### **Moddani analizga tayyorlash**

Moddani tekshirishdan oldin uni analizga tayyorlash kerak. Bu ikki xil yo'l bilan amalga oshirilishi mumkin:

1. Biror toza moddaning tarkibini aniqlash talab qilinsa;
2. Ozmi-ko'pmi bir jinsli bo'lmagan ko'p miqdordagi aralashmalarning tarkibini topish talab qilinsa.

Birinchi holda moddani analizga tayyorlash – uni har xil qo'shimchalardan tozalash, ya'ni moddani kimyoviy toza holda olishdan iboratdir. Buning uchun odatda modda qayta kristallantiriladi. Qayta kristallash bu tozalanadigan moddani mumkin qadar kam erituvchida eritib, so'ngra hosil bo'lgan eritmani filtrlashdan, hamda filtratni sovutib yangi kristallar hosil qilishdan iborat. Qayta kristallashdan tashqari moddani tozalashda sublimatlash, haydash usullaridan foydalanish ham yaxshi natija beradi. Ikkinchi holda moddani analizgacha tayyorlash uchun tarkibi aniqlanishi kerak bo'lgan moddan o'rtacha namuna, ya'ni analiz qilinadigan moddaning o'rtacha tarkibini xarakterlovchi namuna olinadi. O'rtacha namuna olishning asosiy printsipti shundan iboratki, o'rtacha namuna tekshirilayotgan moddaning har qeridan mutlaqo beixtiyor ravishda olingan ko'proq qismlaridan iborat bo'lishi kerak.

**Tortma analiz usuli:** Tortma analiz usuli mohiyati quyidagilardan iborat: aniqlanayotgan element ionining analiz uchun olingan namunasi oddiy modda holida yoki o'zgarmas tarkibli kimyoviy birikma holida ajratiladi, keyin uning miqdori analitik tarozilarda tortiladi. Ajratib olingan moddaning tarkibi va massasini hamda analiz uchun olingan namuna massasini bilgan holda aniqlanayotgan biror moddaning tarkibiy qismini quyidagi formulalardan topishimiz mumkin:

$$X = \frac{b \cdot f \cdot 100}{a} (\%) \quad (1)$$

bu formula izlanayotgan tarkibiy qismning protsent miqdorini aniqlaydi.

Bu erda  $a$ -analiz uchun olingan namuna massasi.

$b$ -ajratib olingan modda massasi.

$f$ -qayta hisoblash faktori yoki analitik ko'paytuvchi deyiladi.

$$f = \frac{\mathcal{G}_1 A (\text{аникланаётган модда})}{\mathcal{G}_2 M (\text{тортилаётган модда})}$$

$A$ -aniqlanayotgan moddaning atom yoki molekulyar massasi;

$M$ -cho'kmadagi moddaning molekulyar massasi;

$\mathcal{G}_1, \mathcal{G}_2$ -stexiometrik koeffitsientlar.

Masalan:  $\text{Mg}_2\text{P}_2\text{O}_7$  dagi magniy uchun  $f$  ning qiymati quyidagicha hisoblanadi.

$$f = \frac{2A(Mg)}{M(Mg_2P_2O_7)}$$

Tortma analizning asosiy jarayoni namunadan aniqlanadigan qismini ajratib olishdir. Ajratib olishning yo‘liga qarab tortma analiz haydash usuliga, cho‘ktirish va boshqa usullarga bo‘linadi. Bu usullardan eng ko‘p ishlatiladigani cho‘ktirish usulidir.

Bu usulda namunaning aniqlanadigan qismi eritmadan ma‘lum kimyoviy tarkibli kam eruvchan modda holida cho‘ktiriladi, cho‘kma ajratilib yuviladi va quritish yoki qizdirishdan keyin analitik tarozilarda tortiladi.

Tortma analizda modda ikki xil shaklda bo‘ladi. *Cho‘ktiriladigan shakl*-tarkibida aniqlanadigan ion yoki element bo‘ladigan kam eriydigan birikma va *tortiladigan shakl*-cho‘kmani filtrlash, yuvish, quritishdan keyin olingan muayyan tarkibli qattiq modda. Cho‘ktiriladigan va tortiladigan shakldagi moddalar quyidagi talablarga javob berishi lozim.

Cho‘ktiriladigan shakldagi modda:

- 1) kam eruvchan, ya‘ni eruvchanlik ko‘paytmasi (EK) qiymati kichiq bo‘lishi;
- 2) yirik kristallar hosil bo‘lishi;
- 3) tortiladigan moddaga oson va to‘liq aylanadigan bo‘lishi kerak.

Tortiladigan shakldagi modda:

- 1) muayyan kimyoviy tarkibga ega bo‘lishi;
- 2) kimyoviy jihatdan barqaror bo‘lishi kerak.

*Tortma analizda aniqlanayotgan namunaning va cho‘ktiruvchining zaruriy miqdori*

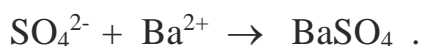
Tortma analizda namunani va cho‘ktiruvchining reagent miqdorini to‘g‘ri tanlab olish muhim ahamiyatga ega. Tekshirishlar shuni ko‘rsatadiki, namunani zaruriy miqdori 0,1-1,0 grammga qadar olinsa, tortma analiz tez va aniq qilinadi. Agar 0,1 gr dan kam olinsa, xatolik 0,1% dan oshadi, chunki absolyut xatolik analitik tarozilarda 0,0001 gr dan kam emas. Tortiladigan shaklning massasi shu bilan birga hajmi juda katta bo‘lsa, unda yuvish ko‘p mehnat va vaqt talab qiladi.

Agar cho‘kma kristall cho‘kmalardan iborat bo‘lsa, qizdirilganda cho‘kmaning massasi 0,3-0,5 gr va amorf cho‘kmalar uchun 0,10-0,15 gr ga teng bo‘lishi kerak. Tortma analizda EK qoidasidan cho‘ktirilgan shaklning eruvchanligi kam bo‘lishi uchun cho‘ktiruvchi miqdori ekvivalent miqdordan ortiqcha bo‘lishi kerak. Lekin juda ko‘p solingan cho‘ktiruvchi cho‘kmaning adsorbtsiya natijasida ifloslanishi, bundan tashqari eruvchanligini kamaytiribgina qolmay, aksincha, ion kuchini oshishiga sabab bo‘ladi. Hisoblashlar shuni ko‘rsatadiki, cho‘ktiruvchi miqdori reaksiyada kerak bo‘ladiganidan 20%-50% ko‘p miqdor olinsa, eng yaxshi natija olinadi.

### **Laboratoriya ishi-10** **Eritmadagi sulfat ionlari miqdorini aniqlash**

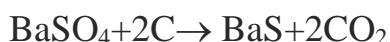
Usul sulfat ionining bariy ionlari bilan kam eriydigan ( $K_s^\circ = 1,1 \cdot 10^{-10}$ ) mayda kristall cho‘kma hosil → qilishiga asoslangan:





BaSO<sub>4</sub> cho'kmasi mayda kristall tuzilishli bo'lganligi uchun hosil bo'ladigan cho'kmaning mumkin qadar yirikroq bo'lishi uchun sharoit yaratishga e'tibor berish kerak. Hosil qilingan cho'kma dekantatsiya qilinib yuviladi, filtrlanadi, filtr ustida yana yuvib, adsorbilangan begona moddalar qoldiqlaridan tozalanadi. Filtr bilan cho'kma yuvilgandan so'ng quritiladi va kuydiriladi. Kuydirilgan qoldiq bo'yicha tekshiriladigan modda tarkibidagi sulfatning miqdori aniqlanadi.

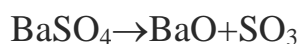
Sulfatni aniqlashda cho'ktiriladigan va tortiladigan shakllar bir xil bo'lib, cho'kmani kuydirish vaqtida analizga qator xalaqit beruvchi jarayonlar sodir bo'lishi mumkin. Bular qatoriga filtrni kuydirishda hosil bo'lgan ko'miming cho'kmani qisman qaytarishi



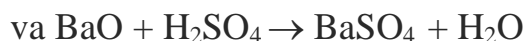
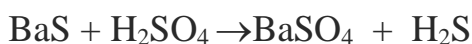
natijada hosil bo'lgan sulfidning havo kislorodi ta'siridan oksidlanib, BaSO<sub>4</sub> hosil qilishi



qizdirish juda katta haroratda o'tkazilayotgan bo'lsa, BaSO<sub>4</sub> cho'kmasining parchalanishi



kiritilishi mumkin. Bunday jarayonlar analizga tegishli xato kiritadi. Ayrim hollarda xatoning oldini olish maqsadida mazkur reaksiyalar davomida hosil bo'lgan BaS va BaO moddalarini sulfatga aylantirish uchun qoldiq 2-3 tomchi konsentrlangan sulfat kislota eritmasi bilan ishlanadi:



So'ngra asta-sekin mo'rili shkafda ortiqcha kislota parchalanib ketgunga qadar qizdiriladi

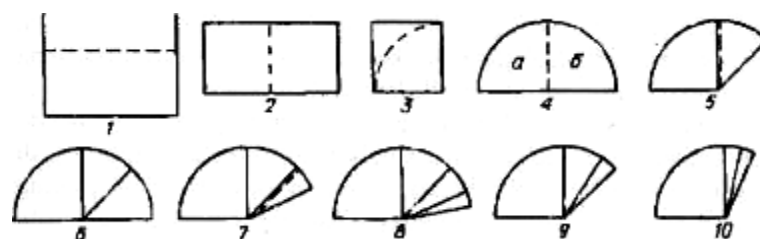


Shuni unutmaslik kerakki, bunday amal analizga xato kiritishi ham mumkin. Shu bois undan juda ehtiyotkorlik qilingan kam hollardagina foydalanish mumkin.

### **Laboratoriya ishi-11**

#### **Cho'kmalarni filtrlash, yuvish va gaz gorelkasida kuydirish va tigellarni doimiy massaga keltirish**

Hosil bo'ladigan cho'kma mayda kristall tuzilishli bo'lganligi uchun tortiladigan shaklning massasi ~0,5 g bo'lishi kerak. Shundan kelib chiqib, tortimning massasi aniqlanadi. Aniqlangan va analitik tarozida massasi oldindan ma'lum bo'lgan soat oynasida aniq tortib olingan tekshiriladigan sulfat tortimi 200-250 ml sig'imli stakanga solinadi va hajmi -100 ml bo'lgan suvda eritiladi. Hosil qilingan eritmaga pH<2 bo'lishi uchun 2 ml 6 N xlorid kislota eritmasi qo'shib, stakandagi aralashma qariyb qaynaguncha qizdiriladi. Cho'ktiruvchi sifatida, odatda, konsentratsiyasi 0,5-1 N bo'lgan BaCl<sub>2</sub> · 2H<sub>2</sub>O eritmasi ishlatiladi. Gravimetrik aniqlashlarda cho'ktiruvchining miqdori cho'ktiriladigan tarkibiy qism miqdoridan stexiometrik qiymatlarga ko'ra taxminan 1,5 marta ortiq olinadi. Shunga ko'ra hisoblab olingan cho'ktiruvchi eritmasining barchasi ~50 ml hajmgacha distillangan



Filtr qog'ozini buklash tartibi

suv bilan suyultiriladi. Bu eritma ham qariyb qaynaguncha qizdiriladi. Qariyb qaynoq eritmalar yordamida cho'ktirish bajariladi. Buning uchun tekshiriladigan sulfat eritmasini uchiga rezina kiydirilgan shisha tayoqcha yordamida to'xtovsiz aralashtirib turgan holda (tayoqcha stakandan chiqarilmasin) cho'ktiruvchi bariy xlorid eritmasi tomchilab qo'shilib, bariy sulfat cho'ktiriladi. Cho'ktiruvchi eritmasining 80-90 % qo'shib bo'lingandan so'ng stakan qaynab turgan suv hammomiga joylashtiriladi. Hosil qilingan cho'kma stakan tubiga tushganda eritma tiniqlashadi. Cho'kma ustidagi eritma tiniqlashgandan so'ng to'la cho'ktirish tekshiriladi. Buning uchun tiniq eritmaga bariy xloridning issiq eritmasidan 2-3 tomchi ohista (shisha tayoqcha bo'ylab) tomiziladi. Agar tiniq eritma loyqalanmasa, to'la cho'kishga erishilgan bo'ladi. Tiniq eritma loyqalansa, cho'ktiruvchi eritmasidan yana ~ 1 ml yuqoridagi tartibda qo'shiladi. Cho'ktiruvchi eritmasidan to'la cho'kishga erishilgunga qadar qo'shiladi. To'la cho'kishga erishilgandan so'ng stakan qaynoq suv hammomida 2 soat davomida yetiltiriladi (yoki keyingi darsgacha yopiq holda shkafda qoldiriladi). Cho'kma yetilganidan so'ng eritma sovutiladi. Sovuq eritma dekantatsiyalanadi. Buning uchun oldindan tayyorlab qo'yilgan (5-rasm) va voronkaga o'rnatilgan «ko'k tasmali» kulsiz filtrning chetrog'iga cho'kma ustidagi eritma shisha tayoqcha orqali jildiratib quyiladi. Dekantatsiyalash davomida eritma ostidagi cho'kmani qo'zg'atib yubormaslikka harakat qilish kerak. Stakandagi eritma deyarli ajratib bo'lingandan so'ng cho'kmani yuvishga kirishiladi. Stakandagi cho'kmani yuvish uchun yuvadigan suyuqlik tanlanadi. Yuvadigan suyuqlik sifatida ozgina xlorid kislotasi qo'shilgan distillangan suvdan foydalaniladi. Stakanga 15-20 ml yuvadigan suyuqlik solinib, cho'kma shisha tayoqcha yordamida loyqalatiladi so'ngra eritma tindiriladi va cho'kma ustidagi eritma filtr qog'oziga yuqoridagi tartibda quyilib, filtrlanadi. Cho'kmani yuvish kamida uch marta takrorlanadi (cho'kmani stakanda yuvish filtr ustida yuvishdan ko'ra ancha oson). Cho'kmani yuvib dekantatsiyalash tugatilgandan keyin cho'kma filtr qog'oziga o'tkaziladi. Buning uchun stakanga yuvadigan suyuqlikdan yana 20-25 ml solib, chayqatiladi va ohista shisha tayoqcha orqali cho'kmali eritma filtrga o'tkaziladi. Stakanning tubi va devorlarida qolgan cho'kma zarralari shisha tayoqcha yordamida to'plab filtrga o'tkazilgandan so'ng shisha tayoqcha stakandan chiqarib olinadi va stakan ustiga ko'ndalang qilib qo'yiladi. Stakan jo'mragidan 3-5 sm bo'rtib turgan tayoqchani stakanga chap qo'lning ko'rsatkich barmog'i bilan qisib turgan holda stakan voronkaga engashtiriladi. Bunda eritma shisha tayoqcha orqali filtrga sachramasdan o'tishi kerak. Stakanni shu holatda ushlab turib, o'ng qo'lga yuvgichni olib, undan distillangan suvni (yaxshisi yuvadigan suyuqlikni) stakanning tubi va ichki devorlari bo'ylab oqizish kerak. Bunda stakan tubi va devorlaridagi cho'kma zarralari filtrga

o'tadi. Stakan devoriga yopishib qolgan cho'kma zarralari rezinali shisha tayoqchanning rezinasi yordamida chiqarib olish tavsiya qilinadi. Shundan keyin stakan yorug'da yaxshilab qarab chiqiladi, agar unda cho'kma zarralari qolganligi aniqlansa, yuqoridagi amal takrorlanadi.

Stakandagi cho'kma to'liq filtrga o'tkazilgandan so'ng cho'kmani filtrda yuvishga kirishiladi. Filtrda cho'kmani yuvish uchun yuvgichdagi yuvadigan suyuqlik oqimi filtrning yuqori qismidan boshlab aylantirib oqiziladi. Voronkadagi suyuqlik filtrning taxminan yarmigacha to'ldirganda yuvadigan suyuqlikni oqizish to'xtatiladi va suyuqlikning filtrdan o'tib ketishi kutiladi. Bariy sulfatning eruvchanligi ancha yaxshi bo'ganligi uchun yuvishda ishlatilgan yuvadigan suyuqlikning jami hajmi 200 ml dan oshmasligiga e'tibor beriladi. Cho'kmani yuvish vaqtida uchuvchan bo'lmagan, cho'kmaga yutilib qolgan begona moddalar ajratiladi. Odatda yuvish filtratdan xlorid ionini topish mumkin bo'lmay qolgungacha davom ettiriladi.

## Laboratoriya ishi-12

### Tigelni tuz bilan doimiy massaga keltirish va analizni hisoblash

Filtrlash tugatilgandan keyin filtr buklanadi va voronkasi bilan quritish uchun quritish shkafiga joylanadi. Quraq filtr cho'kmasi bilan voronkadan ohista olinib, oldindan doimiy massagacha quritib, tayyorlab qo'yilgan tigelga joylanadi. Filtrda cho'kma bo'lgan tigel chinnili uchburchak yoki asbest to'r ustiga qo'yiladi va gorelkaning past alangasida filtrning yonib ketishi oldi olingan holda kulsizlantiriladi. Filtr to'liq kulsizlangandan so'ng tigeldagi cho'kma 600-800 °C haroratda 40-45 daqqa kuydiriladi. Kuydirish tugagandan keyin cho'kmali tigel qisqich yordamida eksikatorga joylashtirilib, sovitiladi. Sovuq tigel cho'kmasi bilan analitik tarozida tortiladi. Cho'kmani kuydirish doimiy massaga yetguncha davom ettiriladi.

**Hisoblash.** Hisoblash uchun olingan qiymatlardan foydalaniladi.

Soat oynasining massasi:  $m_c$ .

Soat oynasining modda bilan birgalikdagi massasi:  $m_A$  '.

Analiz uchun olingan moddaning massasi:  $m_A$ .

Tigelning massasi:  $m_t$

Tigelning bariy sulfat bilan massasi:  $m_{BaSO_4}$ .

Bariy sulfatning massasi: Sulfatning massasi:

$$m_{SO_4} = \frac{m_{BaSO_4} \cdot M_{SO_4}}{M_{BaSO_4}} = \frac{m_{BaSO_4} \cdot 96,062}{233,4} = 0,4116 \cdot m_{BaSO_4}$$

Sulfatning berilgan namunadagi massa ulushi:  $\omega_{SO_4} = \frac{m_{SO_4}}{m_A}$

formula yordamida hisoblanadi. Agar analiz qilish uchun aniq modda olingan bo'lsa, nalizning aniqligi baholanadi. Buning uchun sulfatning modda tarkibidagi massa ulushi bilan aniqlangan massa ulush qiymatlari solishtiriladi.

Mazkur tartibda sulfatlar tarkibidagi oltingugurt, oltingugurtning boshqa

shakllari (sulfatga aylantirilgandan so'ng) va bariy miqdorlari aniqlanishi mumkin.

*Eslatma.*  $\text{SiO}_3^{2-}$ ,  $\text{SnO}_3^{2-}$ ,  $\text{WO}_4^{2-}$  va boshqa ayrim ionlar cho'kmalar ( $\text{H}_2\text{SiO}_3$ ,  $\text{H}_2\text{SnO}_3$ ,  $\text{H}_2\text{WO}_4$  singari) hosil qilgani uchun analizga xalaqit beradi. Shutting uchun ular analizni boshlashdan oldin ajratilishi kerak. Tekshiriladigan namuna tarkibida ko'p miqdor bariy ta'siridan cho'kmaydigan temir (III), alyuminiy, permanganat, ftorid kabi ionlarning bo'lishi ham xatoga olib kelganligi uchun ular ajratilishi kerak.

### **Laboratoriya ishi-13**

#### **Idishlarni olish va ularni ishga tayyorlash.**

#### **Pipetka va byuretka bilan ishlash texnikasini o'rganish**

O'lchov pipetkalari 5,10, 15, 20 25, 50 va 100 ml sig'imli bo'lib, ularda hajm va uni oichash temperaturasi (odatda 20 °C) ko'rsatilgan bo'ladi. Bulardan tashqari darajalangan 1,2, 5,10 ml sig'imli pipetkalar ham keng qo'llaniladi. Pipetkaning haqiqiy hajmi ham unda ko'rsatilgandan farq qilishi mumkin. Shuning uchun uning sig'imi tekshiriladi.

*Pipetkalar bilan ishlash qoidalari.* Pipetkalarining o'rta kengaygan qismiga tegmaslik kerak, chunki uning qo'l issig'i bilan kengayishi natijasida o'lchanadigan suyuqlikning hajmi noto'g'ri bo'ladi. Ish vaqtida pipetkaning yuqorigi qismiga so'rg'ich ulangan shlang kiydirilib, pipetkaning shu qismidan katta va o'rta barmoqlar bilan ushlab kerak. So'rg'ich kaftda ushlanadi, ko'rsatkich barmoq pipetkaga suyuqlik so'rilgandan keyin unga kiydirilgan shlangni qisib berkitish uchun ishlatiladi. Chap qo'l bilan suyuqlik olinadigan idish ushlanib, unga pipetka tushiriladi. Pipetkani suyuqlikka botirishdan oldin so'rg'ich qisilgan bo'lishi kerak. Suyuqlikni pipetkaga tortish uchun kaftdagi qisilgan so'rg'ich sekin qo'yib yuboriladi. Bunda pipetkaga suyuqlik so'riladi. Suyuqlikning sathi pipetkaning chizig'idan sal yuqoriroq ko'tarilganda ko'rsatkich barmoq bilan pipetkaga kiydirilgan rezina shlang pipetkaning og'ziga qisiladi. Bu suyuqlikning pipetkadan oqib tushishiga yo'l qo'ymaydi. Pipetkaning chizig'idan yuqoridagi ortiqchasini ko'rsatkich barmoq bilan qisilgan rezinani sekin bo'shatib to'kiladi. Pipetkaning chizig'i bilan suyuqlik *meniskmmg* pastki qismi tenglashgach (bunda pipetka chizig'i bilan ko'z bir xil balandlikda bo'lishi kerak), rezina yana qattiq qisiladi va pipetka titrlash kolbasiga o'tkaziladi. Pipetkadagi suyuqlikni titrlash kolbasiga quyish uni vertikal ushlagan holda sekin bajarilishi kerak, aks holda suyuqlikning bir qismi pipetka devorlarida qolib ketadi. Pipetkaning uchida qolgan suyuqlikni titrlash kolbasiga to'liq o'tkazish uchun uning uchini titrlash kolbasining devoriga tegizish kerak. Pipetkani to'ldirish va bo'shatishning boshqa usullarini ham qo'llash mumkin, biroq ish vaqtida faqat bir usulnigina qo'llash kerak. Suyuqlikni pipetkaga bosim ostida ham o'tkazish mumkin. Buning uchun konussimon kolba yo'g'onroq to'g'ri va ingichka naylar kiydirilgan tiqin bilan berkitiladi.

#### **O'lchov idishlarining sig'imini aniqlash**

O'lchov idishlarining sig'imini aniqlash uchun ular darajalanadi. Bunday maqsadda unga solingan yoki undan to'kilgan distillangan suvning massasi o'lchanadi. Suvning massasini o'lchashda uning harorati muhim ahamiyatga ega. Suvning 4 °C dagi zichligi 1 g/ml bo'lganligi uchun uy haroratida 1 l hajmli suv 1 kg

dan kam bo'ladi. Shuning uchun ham suvga 1000-1000p (bu yerda, p— suvning berilgan temperaturadagi zichligi) *tuzatish* kiritiladi. Bundan tashqari havoda tortishga ham tuzatish kiritiladi, chunki jismning massasi havoning massasi miqdorida haqiqiy massasidan farq qiladi. Odatda bu qiymat katta bo'lmaganligi uchun uni hisobga olmaslik ham mumkin.

**Kolbaning sig'imini tekshirish tartibi.** O'lchov kolbalari 25 - 2000 ml sig'imli bo'lib, ularda hajm va uni o'lchash temperaturasi (odatda 20 °C) ko'rsatilgan bo'ladi. Kolbaning haqiqiy hajmi unda ko'rsatildandan farq qilishi mumkin. Shuning uchun uning sig'imi tekshiriladi.

Yuqoridagi kolbalar uy temperaturasida quritiladi. Quritilgan kolba uning hajmiga teng massali tarozi toshi bilan texnik tarozining chap pallasiga qo'yiladi, tarozining o'ng pallasiga metal bo'laklari (rax, mixlar) qo'yiladi va tarozi muvozanatga keltiriladi. So'ngra tarozi toshlari olinib, o'lchov kolbasining belgisiga qadar distillangan suv quyiladi. Belgidan yuqoridagi suv tomchilari o'ralgan filtr qog'oz yordamida olib tashlanadi. Suvli kolba yana tarozining pallasiga qo'yiladi. Bunda tarozining o'ng pallasidagi yuk massasi bilan suvli kolba massasi tarozini muvozanatga keltirmasligi mumkin. Bunday holda tarozining o'ng yoki chap pallasiga mayda milligramm massali toshlar qo'yish bilan muvozanatga keltiriladi. Kolbadagi suvning massasi massalar farqidan topiladi. Agar mayda milligramm massali toshlar chap pallaga qo'yilib, tarozi muvozanatga keltirilsa, u holda suvning massasi nominalga to'g'ri keladigan massadan, masalan, 250 ml kolba olingan bo'lsa, 250 g dan kichik bo'ladi, aks holda esa 250 g dan katta bo'ladi. Faraz qilaylik, tarozining chap pallasiga 0,45 g tosh qo'yilgan bo'lsin. Bu kolbadagi suvning massasi shu pallaga oldin qo'yilgan toshlar massasidan 0,45 g kam ekanligini ko'rsatadi. Shunday qilib, suvning massasi  $250 - 0,45 = 249,55$  g ga teng bo'ladi.

Agar kolbaning sig'imi 20 °C da aniq 250 ml bo'lsa, tajriba sharoitidagi temperaturada uning massasi qanday bo'lishini hisoblab topish mumkin. Kolbadagi suvning temperaturasi, termometr yordamida 2-3 *daqiq*a davomida 0,5 °C aniqlikda o'lchanadi. Faraz qilaylik, kolbaga solingan suvning temperaturasi 24 °C ga teng. O'lchov idishlarini darajalash jadvalida shu temperatura qarshisidagi oxirgi ustunda 996,39 soni turadi. U 20 °C da aniq 1,0 l sig'imga ega bo'lgan biror shisha idishga sig'adigan suvning 24 °C da havoda tortilgandagi massasi qancha bo'lishini ko'rsatadi. 250 ml suvning massasi esa  $996,39 : 4 = 249,10$  g amalda topilgan massa (249,55 g) dan 0,45 g ko'p. Bu esa kolbaning sig'imi 250 ml dan 0,45 ml ortiq, ya'ni 250,45 g/ml ekanligini ko'rsatadi.

#### Laboratoriya ishi-14

#### 250 ml li o'lchov kolbasining sig'imini tekshirish. Taxminiy 0,1 n 500ml NaOH eritmasini tayyorlash

##### O'lchov kolbasini darajalash natijalarini hisoblash:

1. Kolbadagi suvning massasi, g. Suvning temperaturasi, °C.
2. O'lchangan temperaturada aniq hajmli kolbadagi suvning massasi, g.  
(Ma'lumotnomadan olinadi).
3. Suvning tajribada o'lchangan massasi va ma'lumotnomadan olingan suv

zichligi asosida hisoblangan massalarining farqi, *g*.

*Pipetkaning haqiqiy sig'imini tekshirish.* Kichik kolba (50 yoki 100 ml hajmli) analitik tarozida 0,001 g aniqlikda tortiladi. Boshqa idishdan pipetka bilan distillangan suv olinadi. Suv sathi pipetka belgisidan yuqorida bo'lishi kerak, pipetkaning pastki qismi filtr qog'oz bilan quritilib, undan so'ng belgisiga keltiriladi va analitik tarozida tortilgan bo'sh kolbaga quyiladi. Kolbaning bo'g'zi tiqin bilan berkitilib, yana analitik tarozida 0,001 g aniqlikda tortiladi. Suvning massasi massalar farqidan topiladi. Tajriba bir necha marta takrorlanadi va o'rtachasi olinadi. Natijalar orasidagi farq 0,005 g dan ortiq bo'lmasligi kerak. Pipetkaning sig'imi xuddi o'lchov kolbasining sig'imini oichashdagi kabi hisoblanadi.

### **Tortish natijalari:**

Kolbaning suv bilan massasi, *g*. Bo'sh kolbaning massasi, *g*.

Suvning massasi, *g*. Suvning ortiqcha massasi, *g*. Suvning temperaturasi, "C.

Hajmi aniq pipetkadan quyilgan suvning massasi, *g*.

Hajmi aniqlanayotgan pipetkadan quyilgan suvning haqiqiy hajmi, *ml*.

Alikvot ko'paytuvchi kolba hajmining pipetka hajmiga nisbati, *ml*.

Kolba bilan ishlaganda bo'g'zining yuqori qismidan ushlab kerak. Kolbaning pastki qismlaridan ishlaganda uning sig'imi va o'lchanayotgan suyuqlikning hajmi ortadi. Kolbani suv yoki eritma bilan to'ldirishdan avval stolning yorug' va tekis joyiga qo'yish kerak. Agar kolbada modda eritilmoqchi bo'lsa, modda kolbaga joylangandan so'ng uning 2/3 qismigacha erituvchi solinishi mumkin. Modda va erituvchi solingan kolba sekin chayqatilib, undagi modda eritiladi. Ayrim hollarda yomon eriydigan moddalarni eritish uchun qizdirishga to'g'ri keladi. Bunday hollarda eritiladigan modda boshqa issiqlikka chidamli idishda eritilib, sovutilgandan keyin o'lchov kolbasiga o'tkaziladi. Shundan so'ng kolbadagi eritma erituvchining yangi ulushi bilan suyultiriladi, oxirgi 1-2 ml erituvchi tomchilab qo'shiladi. Bunda ko'z va kolba chizig'i bir tekislikda bo'lishi kerak. Kolba chizig'i va suyuqlik meniskining pastki qismi (rangli eritmalar uchun yuqorigi qismi) to'g'ri kelishi kerak. Kolbaning bo'g'zida qolgan erituvchi tomchilari o'ralgan filtr qog'ozi yordamida olib tashlanadi. So'ngra kolbaning qopqog'ini yopib, yaxshilab aralashtiriladi. O'lchov kolbalarini qizdirish, ularda eritmalarini uzoq muddat saqlash va qiyin eriydigan moddalar eritmalarini ularga quyish va saqlash qat'iyan man qilinadi. Ishlatishdan oldin kolba tozalanishi kerak. Kolba va boshqa idishlarni tozalash uchun xromli aralashma {to'yingan kaliy dixromatning sovuq eritmasi va konsentrlangan sulfat kislotani teng hajmlarda aralashtirib tayyorlanadi. Xromli aralashma teri yoki kiyimga tushsa kuydiradi, shuning uchun i bilan ehtiyot bo'lib ishlash, qoldiqlarini yana o'z idishiga solib qo'yish kerak} ishlatiladi. Ayrim hollarda tozalashning boshqa usullaridan foydalaniladi. Yuvilgan idishdagi suv to'kilganda, idish devorlarida tomchi qolmasa, u toza hisoblanadi.

### **Natriy gidroksidning 0,1 N eritmasini tayyorlash.**

Tarkibida soda bo'lmagan 0,1 N natriy gidroksid eritmasini tayyorlash uchun uning oldindan tayyorlab qo'yilgan 50 % li eritmasidan foydalaniladi. Bunday eritmada soda erimaganligi uchun to'la cho'kmaga tushadi.

*50% li NaOH eritmasini tayyorlash.* 75 g «analiz uchun toza» NaOH 75 ml

distillangan suvda eritiladi. Hosil boigan eritma sig'imi 150-200 ml boigan ingichka silindrga solinib, uning bo'g'zi tiqin bilan berkitiladi. 5-7 kunga qoldirilgan bunday eritmada sodaning hammasi cho'kadi va eritma tiniq bo'ladi. Natriy ishqorining taxminiy 0,1 N eritmasini tayyorlash uchun uning 50 % li eritmasidan ( $s_{\text{NaOH}} = 18 \text{ N}$ ) qancha hajm olish kerakligini quyidagicha hisoblaymiz:

$$V_{\text{NaOH}, 50\%} = \frac{0,1 \cdot V_k}{c_{\text{NaOH}}} = \frac{0,1 \cdot 250}{18} = 1,39 \text{ ml.}$$

Tayyorlanadigan eritma taxminiy konsentratsiyali bo'lganligi uchun 50 % li ishqor eritmasidan darajalangan pipetka yordamida 1,5 ml o'lchab, 250 ml hajmli o'lchov kolbasiga quyamiz va uni kolbaning chizig'igacha distillangan suv bilan suyultirib, yaxshilab aralashtiramiz.

Ishqorning titrini oksalat kislota eritmasi yordamida aniqlaymiz.

### Laboratoriya ishi-15

#### Oksalat kislotaning 0,1 n standart eritmasini tayyorlash va uning yordamida 0,1n NaOHeritmasini standartlash. Eritmadagi kislota miqdorini aniqlash

Oksalat kislota ( $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ) ekvivalentining molyar massasi uning molyar massasining yarmiga (63,04 g) teng. 250 ml 0,1 N li eritma tayyorlash uchun 1,5758 g modda tortib olinadi.

**Oksalat kislota eritmasini tayyorlash tartibi.** Toza, quruq byuks yoki tigelda oldin texnik tarozida -1,60 g, so'ngra analitik tarozida aniq 0,0001 g aniqlik bilan oksalat kislota tortib olinadi. 250 ml li o'lchov kolbasiga toza voronka qo'yib, unga byuksdagi modda solinadi. Byuks oksalat kislota yuqi bilan yana analitik tarozida tortiladi. Kolbaning yarmigacha suv solib, oksalat kislota to'la eritiladi, so'ngra kolbaning belgisigacha suv solinib, yaxshilab aralashtiriladi.

*Tortish natijalari:*

Byuksning oksalat bilan massasi, g.

Byuksning oksalat kislota yuqi bilan massasi, g.

Kolbaga solingan oksalat kislota massasi (a), g.

Oksalat kislotaning normalligi quyidagi tenglama yordamida hisoblanadi:

$$N_{\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}} = \frac{a \cdot 1000}{\mathcal{E}_{\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}} \cdot V_k}$$

#### Taxminiy 0,1 N NaOH eritmasini oksalat kislotaning birlamchi standart eritmasi bo'yicha standartlash.

Byuretkada ishqorning tayyorlangan eritmasi bilan, Mog pipetkasida tayyorlangan oksalat kislota eritmasi bilan 2-3 martadan chayib tashlanadi. So'ngra shu pipetka yordamida konussimon kolbaga oksalat kislota eritmasidan alikvot qism (20-25 ml) solinib, uning ustiga fenolftalein eritmasidan 2-3 tomchi tomiziladi. Konussimon kolbadagi oksalat kislotaning standart eritmasi byuretkadagi NaOH eritmasi bilan kolbani uzluksiz aralashtirib turgan holda, 30 sek mobaynida yo'qolmaydigan och

qizg'ish rang hosil bo'lguncha titrlanadi. Qayta titrlashlarda qo'shilayotgan NaOH eritmasi indikator rangi o'zgarishiga 0,5 ml chamasi qolganda asta-sekin tomchilatib qo'shiladi. Titrlash kamida uch marta takrorlanadi.

NaOH eritmasining normalligi quyidagi formula yordamida hisoblanadi:

$$N_{NaOH} = \frac{N_{H_2C_2O_4 \cdot 2H_2O} \cdot V_{H_2C_2O_4 \cdot 2H_2O}}{V_{NaOH}}$$

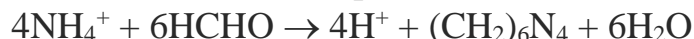
## Laboratoriya ishi-16

### Ammoniy tuzlari tarkibidagi ammiak miqdorini aniqlash

Anorganik va organik moddalar tarkibiga kiradigan azot katta ahamiyatga ega bo'lganligi uchun uni aniqlash muhim analitik vazifadir. Azotni aniqlash uchun u ammiakka aylantiriladi. Buning uchun ammoniy tuzlari ishqor bilan qaynatiladi, nitrat va nitritlar tarkibida 45 % Al, 5 % Zn va 50 % Cu bo'lgan Devard qotishmasi bilan qaytariladi, azotli organik birikmalar konsentrlangan H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> bilan qizdiriladi va hosil bo'lgan ammoniy gidrosulfat ishqor (Keldal usuli) bilan parchalanadi.

Ammiakni aniqlashning qator usullari bo'lib, ulardan ayrimlarini ko'rib chiqamiz.

**Birinchi usul.** Ammoniy tuzlari eritmasiga mo'l miqdorda formaldegid qo'shilganda, reaksiya natijasida qo'shilgan formaldegidga ekvivalent miqdorda vodorod ion va geterotsiklik birikma - urotropin hosil bo'ladi



Hosil bo'lgan vodorod ionini natriy gidroksidning standart eritmasi bilan titrlab azot miqdori aniqlanadi. Urotropin kuchsiz asos xossasiga ega ( $K_b=1,4 \cdot 10^{-9}$ ) bo'lganligi tufayli, ekvivalent nuqtada eritmaning pH qiymati 9 ga teng bo'ladi. Shuning uchun indikator sifatida fenolftaleindan foydalanish maqsadga muvofiqdir.

#### Analizni bajarish tartibi.

Byuksga ammoniy tuzidan 1,5-3,0 g (tuzning tabiatiga qarab) solinadi va texnik tarozida tortiladi. So'ngra byuks tuz bilan analitik tarozida aniq tortiladi. Byuksdagi tuzni quruq voronka yordamida 250 ml hajmli o'lchov kolbasiga solgandan keyin byuks tuz yuqi bilan yana analitik tarozida tortiladi. Massalar farqi olingan tuzning massasiga teng. Voronkadagi tuzni distillangan suv bilan o'lchov kolbasiga to'liq o'tkazgandan so'ng u to'la eritiladi.

Tuz eritilgach, kolbaning belgisigacha suv qo'shiladi va hosil'qilingan eritma yaxshilab aralashtiriladi. Titrlash kolbasiga pipetka yordamida 5 ml 40 % li formaldegid eritmasi solinadi. Olingan eritmaga 3-4 tomchi fenolftalein eritmasi qo'shib, 0,1 N NaOH eritmasi bilan och qizil rang paydo bo'lmaguncha titrlanadi. So'ngra shu eritmaga pipetka yordamida ammoniy tuzi eritmasidan 25,00 ml solinib, aralashtiriladi va 3-4 daqiqadan so'ng NaOH ning standart eritmasi bilan 30 sek davomida yo'qolmaydigan och qizg'ish rang hosil bo'lguncha titrlanadi. Titrlashni 3-4 marta takrorlab, titrantning o'rtacha qiymati olinadi.

Tortish natijalari:

Byuksning tuz bilan massasi, g.

Byuksning tuz yuqi bilan massasi, g.



Kolbadagi tuzning massasi, g.

Analiz natijalarini hisoblash uchun quyidagi formuladan foydalaniladi:

$$\omega_A = \frac{N_B \cdot E_A \cdot f \cdot V_B}{10 \cdot a}$$

bu yerda,  $N_B$  - natriy gidroksid eritmasining normalligi;

$E_A$  - aniqlanadigan ammiak ekvivalentining molyar massasi, 17,03;

$f$  - alikvot ko'paytuvchi;

$V_B$  — sarflangan ishqor eritmasining hajmi, ml;  $a$  - namunaning massasi, g.

Agar arhmiakning namunadagi massa ulushi ammoniyning biror tuziga yaqin yoki bir xil bo'lsa, tekshirilayotgan tuzning formulasi to'g'risida tegishli xulosaga kelinadi. Ammiakning analiz natijasida olingan massa ulushi bilan o'qituvchidan olingan qiymatlar asosida absolyut va nisbiy xatolar topiladi.

**Ikkinchi usul** ammoniy tuzlari tarkibidagi azotni mo'l ishqor eritmasi yordamida ammiakka aylantirish va ishqorning reaksiyadan ortgan qismini kislota eritmasi bilan titrlashga asoslangan:



Ammoniy tuzi eritmasiga qo'shilgan ishqorning eritmani qaynatguncha va qaynatgandan keyingi miqdorlarini bilgan holda tuz tarkibidagi ammiak miqdorini aniqlash mumkin.

#### **Analizni bajarish tartibi.**

Taxminiy konsentratsiyasi 0,1 N bo'lgan 250 ml ammoniy tuzi eritmasini tayyorlash uchun olinadigan tuzning massasi hisoblanadi. Hisoblangan massadagi ammoniy tuzi byuksda avval texnik tarozida, keyin analitik tarozida tortiladi. Byuksdagi tuz namunasi voronka yordamida 250 ml sig'imli o'lchov kolbasiga o'tkaziladi. Byuks qolgan ammoniy tuzi qoldiqlari bilan yana analitik tarozida tortilib, massalar farqi bo'yicha analiz uchun olingan tuzning aniq massasi topiladi. Kolbadagi va voronkadagi tuz to'liq eritilib, kolbaga tushirilgandan so'ng eritmadagi erkin kislota metil qizil indikatorida NaOH eritmasining bir necha tomchisi bilan neytrallanadi va so'ngra kolbaning belgisigacha distillangan suv bilan suyultirilib, yaxshilab aralashtiriladi.

Shu eritmadan 25 ml dan pipetka yordamida o'lchanib, uchta 200 ml sig'imli issiqlikka chidamli stakanga solinadi. Har bir stakanga NaOH ning standart eritmasidan 50 ml dan solib, qum hammomida stakandagi eritmaning 1/3 qismi qolguncha past olovda qizdiriladi. Bunda hosil bo'lgan ammiak to'liq uchib ketadi. Agar simob (I) nitrat eritmasi bilan ho'llangan filtr qog'oz qoraymasa, ammiak to'liq uchib ketgan bo'ladi.

Eritmadagi ammiak to'liq yo'qotilgandan keyin stakanlar qum hammomida olinib, soat oynasi bilan berkitilib, sovitish uchun olib qo'yiladi. Stakandagi sovuq eritmaga 1-2 tomchi metil qizili eritmasidan tomizib, xlorid kislotaning standart eritmasi bilan titrlanadi. Bayon qilingan usul ancha sodda bo'lsa-da, uning aniqligi past.

**Analiz natijasini hisoblash** yuqoridagiday amalga oshiriladi.

**Uchinchi usul** ammoniy tuzlaridagi ammiakni haydashga asoslangan. Analizni bajarish uchun ammoniy tuzi eritmasiga ishqor eritmasidan qo'shib, aralashma

qizdiriladi. Natijada ajralib chiqadigan ammiak kislota eritmasiga yuttiriladi va ortib qolgan kislota ishqorning standart eritmasi bilan titrlanib, ammiakning miqdori aniqlanadi. Titrlash natijasiga ko'ra ishqor bilan ta'sirlashgan kislota miqdori va u o'yicha ammiak bilan ta'sirlashgan kislota miqdori aniqlanadi. Bu ammiakning miqdorini aniqlash imkonini beradi.

#### **Analizni bajarish tartibi.**

Taxminan 30 ml hajmli 0,1 N HCl eritmasini neytrallashga qariyb yetadigan ammoniy tuzi tortimi o'lchab olinadi. O'lchab olingan tortim voronka yordamida hajmi~ 1 l bo'lgan dumaloq jo'mrakli kolbaga solinadi va unga bir necha dona maydalangan farfor bo'laklari (qaynashning ravori bo'lishi uchun) tashlanadi. Jo'mrakli kolba shtativga taxminan 20 sm, gaz gorelkasi sig'adigan balandlikda joylashtiriladi. Uning bo'g'zi maxsus tomchilash voronkasi o'rnatilgan tiqin bilan berkitilib, voronkaga ishqor eritmasi solinadi. Kolbaning jo'mragi nishob nay yordamida tikka o'rnatilgan sovitgichning yuqori qismidagi uchiga zich berkitiladi. Sovitgichning pastki uchi konussimon kolbadagi xlorid kislotaning 50 ml hajmli standart eritmasiga (2-4 tomchi metiloranj yoki metil qizili tomizilgan) taxminan 1-1,5 sm botiriladi. Tomchilash voronkasidagi 50 % li ishqor eritmasidan taxminan 50 ml jo'mrakli kolbaga solinib, voronkaning krani berkitilgandan so'ng kolbadagi aralashma qizdira boshlanadi. Gorelka alangasi aralashmaning bir tekis va sekin qaynashini ta'minlashiga e'tibor berilgan holda o'rnatilishi kerak. Qizdirish davomida idishdagi havo chiqib, havo tugagach konussimon kolbaga tushirilgan sovitgichning pastki uchi bo'ylab xlorid kislota eritmasi ko'tarila boshlaydi (bunga e'tibor bermaslik kerak). Konussimon kolbadagi kislota eritmasi ammiakni haydashdan keyin ham qizilligicha qolishi kerak. Agar eritma sarg'aya boshlasa, unga yana biroz o'lchangan kislota eritmasi solinishi kerak. Odatda jo'mrakli kolbadagi eritmaning 2/3 qismi konussimon kolbaga o'tmagunicha haydash davom ettiriladi. Haydash tugagandan so'ng sovitgichning uchi konussimon kolbadan chiqarib olinadi va u distillangan suv bilan yaxshilab yuvilib, yuvindi suv shu kolbaga oqiziladi. Shundan keyin eritma natriy ishqorining standart eritmasi bilan to'q sariq rang paydo bo'lguncha titrlanadi.

**Analiz natijalarini hisoblash.** Ammiakning massa ulushi quyidagi formula yordamida hisoblanadi:

$$x = \frac{N_{HCl} V_{HCl} \mathcal{E}_{NH_3}}{1000} \frac{100}{a} \%$$

#### **Laboratoriya ishi-17**

#### **Xlorid kislotaning taxminiy 0,1n 500ml eritmasini va buraning 0,1n standart eritmasini tayyorlash. Xlorid kislotani buraning standart eritmasi bilan standartlash**

Xlorid kislota dastlabki moddalarga qo'yiladigan talablarga javob bermaydi. Shuning uchun odatda uning taxminiy konsentratsiyali eritmasi tayyorlanib, uning

titri buraning standart eritmasi yordamida aniqlanadi. Xlorid kislotaning taxminiy 0,1 N eritmasini tayyorlash uchun laboratoriyada mavjud bo'lgan konsentrlangan kislotaning molyar konsentratsiyasini uning zichligi ( $\rho$ ) bo'yicha ma'lumotnomadan (YU.YU.Lure Cnpavochnik po analiticheskoy ximii. - M.: Ximiya, 1979) topamiz va tayyorlanishi mo'ljallangan hajmli ( $V_k$ ) eritmani tayyorlash uchun talab etiladigan kislotaning hajmi quyidagi formula bilan hisoblanadi:

$$V_{HCl} = \frac{0.1 \cdot V_k}{c_{HCl}}$$

Agar ma'lumotnomadan konsentrlangan kislotaning massa ulushi ( $c_o$ ) olingan bo'lsa, uni normal konsentratsiyaga aylantirish uchun

$$N_{HCl} = 10 \cdot \rho \cdot \omega / 36,455$$

ormuladan foydalaniladi. Masalan, 250 ml 0,1 N eritma tayyorlanishi kerak bo'lsa, zichligi 1,19 g/sm<sup>3</sup> bo'lgan 38 % li HCl eritmasining normalligi:

$$N_{HCl} = \frac{10 \cdot 38 \cdot 1,19}{36,453} = 12,40 \text{ N}$$

bo'ladi va undan

$$V_{HCl} = \frac{0,1 \cdot V_k}{c_{HCl}} = \frac{0,1 \cdot 250}{12,4} = 2,016 \text{ ml}$$

olib, 250 ml hajmli kolbada eritib, eritma hajmini distillangan suv bilan kolbaning belgisigacha yetkazish kerak.

#### **Buraning 0,1000 N birlamchi standart eritmasini tayyorlash.**

Buraning ( $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ ) molyar massasi 381,37 g/mol ga teng.

Bura HCl bilan quyidagi tenglamaga muvofiq reaksiyaga kirishadi:



Shuning uchun bura ekvivalentining molyar massasi uning molekulyar massasining yarmiga teng:

$$\mathcal{E}_{\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}} = \frac{M_{\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}}}{2} = \frac{381,37}{2} = 190,69 \text{ g}$$

250 ml 0,1 N bura eritmasini tayyorlashda 4,7671 g bura olish kerak bo'ladi.

#### **Buraning standart eritmasini tayyorlash tartibi.**

Qayta kristallanib, namligi quritilgan buradan byuks yoki tigelga 4,8 g atrofida solib, awal texnik tarozida 0,10 g aniqlikda, so'ngra analitik tarozida 0,0001 g aniqlikda tortib olinadi. 250 ml hajmli o'lchov kolbasiga voronka o'rnatib, unga byuksdagi tuz solinadi va byuksda qolgan tuz qoldiqlari (yuqi) bilan yana analitik tarozida tortiladi. Kolbaning 2/3 qismigacha iliq suv solib, tuz to'la eritiladi, so'ngra uy temperaturasigacha sovutilib, yana belgisigacha suv solinadi. Hosil bo'lgan eritma yaxsilab aralashtiriladi.

Tortish natijalari:

Byuksning tuz bilan massasi, g.

Byuksning tuz qoldiqlari (yuqi) bilan massasi, g.

Kolbaga tushgan buraning massasi, g.

Tayyorlangan eritmaning normalligi quyidagi formula yordamida hisoblanadi:

$$N_{Na_2B_4O_7 \cdot 10H_2O} = \frac{a \cdot 1000}{190,69 \cdot V_k}$$

Bu yerda, a - buraning tortib olingan massasi, g.

### **Xlorid kislotasi eritmasini buraning birlamchi standart eritmasi bo'yicha standartlash.**

*Titrlash tartibi.* Toza byuretkasi standartlangan HCl eritmasidan oz-ozdan olib, uch marta chayilgandan so'ng shu eritma bilan to'ldiriladi. So'ngra toza Mor pipetkasi 2-3 marta buraning standart eritmasi bilan chayib tashlanadi. So'ngra shu pipetka yordamida bura eritmasidan alikvot qism (20 ml) olib konussimon kolbaga solinadi.

Konussimon kolbadagi bura eritmasiga 2-3 tomchi metiloranj indikator eritmasidan tomiziladi. Konussimon kolbadagi eritma aralastirib turilgan holda sariq rangdan qizg'ish rangga o'tguncha byuretkadagi HCl eritmasi bilan titrlanadi. Rangning o'zgarish sohasida titrant tomchilab, shoshilmay bajariladi (oxirgi tomchidan eritmaning rangi o'zgarib ketishi mumkin). Titrlash kamida uch marta takrorlanadi.

Titrlash natijalari jadvalga kiritiladi:

### **Bura eritmasini titrlash natijalari**

Olingan bura eritmasining hajmi, ml	Sarflangan HCl eritmasining hajmi $V_{HCl}$ , ml	HCl eritmasining normalligi, $N_{HCl}$
O'rtacha qiymat, ml	O'rtacha qiymat $V_{HCl}$ , ml	O'rtacha qiymat, $N_{HCl}$

HCl eritmasining normalligini hisoblash quyidagi formula yordamida amalga oshiriladi:

$$N_{HCl} = \frac{N_{Na_2B_4O_7 \cdot 10H_2O} \cdot V_{Na_2B_4O_7 \cdot 10H_2O}}{V_{HCl}}$$

### **Laboratoriya ishi-18**

### **Texnik natriy gidroksidagi soda miqdorini aniqlash**

Texnik natriy ishqori tarkibida natriy gidroksid va natriy karbonat bo'ladi. Texnik natriy ishqori tarkibidagi natriy gidroksid va natriy karbonat miqdorlarini protolitometrik aniqlashning ikki usuli mavjud.

*Birinchi usul* tarkibida natriy gidroksid va soda bo'lgan eritmani 0,1 /V xlorid kislotaning standart eritmasi bilan fenolftalein indikatorini ishtirokida titrlashga asoslangan bo'lib, unda ekvivalent nuqtada gidroksil ioni to'liq, karbonat ioni esa gidrokarbonat ionigacha titrlanadi. So'ngra titrlashni shu eritmaning o'ziga metiloranj indikatorini qo'shib davom ettirganda, gidrokarbonat ion karbonat kislotagacha titrlanadi. Birinchi va ikkinchi ekvivalent nuqtalargacha sarflangan titrant hajmlaridan har ikkala tarkibiy qismning konsentratsiyalari hisoblanadi.

Birinchi ekvivalentlik nuqtasida

$$pH = \frac{1}{2}(pK_{H_2CO_3} + pK_{HCO_3^-}) = \frac{1}{2}(6,4 + 10,3) = 8,35$$

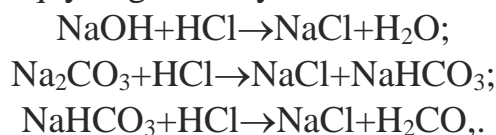
bo'lib, u ishqorning to'liq va karbonat ionning gidrokarbonatga aylanishiga to'g'ri keladi. Muhit kuchsiz ishqoriy bo'lganligi uchun oxirgi nuqtani fenolftalein (o'zgarish sohasi pH=8-10) bilan aniqlash qulay.

Ikkinchi ekvivalentlik nuqtasida

$$pH = \frac{1}{2}(pK_{H_2CO_3} - \lg c_{H_2CO_3})$$

bilan belgilanadi. Bunda pH~4 bo'lgani uchun oxirgi nuqtani metiloranj (o'zgarish sohasi pH=3,1-4,4) yordamida aniqlash tavsiya qilinadi.

Ekvivalent nuqtalarda quyidagi reaksiyalar boradi:



### **Analizni bajarish tartibi.**

Byuks qopqog'i bilan analitik tarozida tortiladi, so'ngra unga texnik NaOH ning hisoblangan miqdori solinadi va qopqog'i darhol berkitilib yana analitik tarozida tortiladi. Byuksdagi NaOH voronka yordamida to'liq 250 ml li o'lchov kolbasiga solinadi. Eritma kolbaning belgisigacha suv bilan suyultiriladi va yaxshilab aralashtiriladi. Foydalaniladigan distillangan suv qaynatilib, undan CO<sub>2</sub> chiqarib yuborilgan va uy temperaturasigacha sovitilgan bo'lishi kerak.

Hosil qilingan eritmada pipetka yordamida alikvot qism olib titrlash kolbasiga solinadi, unga 3-4 tomchi fenolftalein qo'shib, HCl ning standart eritmasi bilan qizil rang yo'qolguncha titrlanadi. Sarflangan HCl hajmi ( $V_{HClI}$ ) yozib olinadi, rangsiz eritmaga 1-2 tomchi metiloranj indikatorini qo'shib, eritma sarg'ish rangdan qizg'ish rangga o'tguncha titrlash davom ettiriladi. Sarflangan kislota hajmi ( $V_{HClII}$ ) yana yozib olinadi.

Natriy gidroksidning titrlash uchun zarur bo'lgan tortimi

$$X_A = \frac{N_B \cdot \mathcal{E}_A \cdot f \cdot V_B}{10 \cdot a}$$

formula yordamida hisoblanadi.

### **Tortish natijalari:**

Byuks va NaOH namunasi massasi, g.

Bo'sh byuks massasi, g. Namuna massasi, a, g.

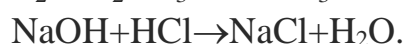
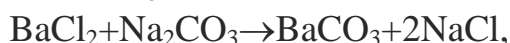
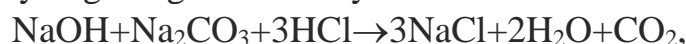
**Analiz natijalarini hisoblash** quyidagi formulalar yordamida amalga oshiriladi:

$$x_{Na_2CO_3} = \frac{N_{HCl} \cdot 2(V_{HCl,II} - V_{HCl,I}) \cdot \vartheta_{Na_2CO_3} \cdot V_k \cdot 100}{1000 \cdot V_A \cdot a}, \%$$

$$x_{NaOH} = \frac{N_{HCl} \cdot (2V_{HCl,II} - V_{HCl,I}) \cdot \vartheta_{NaOH} \cdot V_k \cdot 100}{1000 \cdot V_A \cdot a}, \%$$

*Ikkinchi usulda* avval ishqor va natriy karbonatning umumiy miqdori metiloranj ishtirokida titrlab aniqlanadi. Sarflangan kislotaning hajmi  $V_{HCl,II}$  yozib olinadi. So'ngra tekshiriladigan eritmadan shuncha alikvot qism olinib, undagi karbonat bariy xlorid ta'siridan bariy karbonat shaklida cho'ktiriladi va fenolftalein ishtirokida titrlanib, NaOH ning miqdori aniqlanadi. Bunda sarflangan kislota hajmi  $V_{HCl,I}$  bo'ladi. Titrantning sarflangan hajmlari orasidagi farq ( $V_{HCl,II} - V_{HCl,I}$ ) natriy karbonatning titrlanishiga ketadigan hajmga teng bo'ladi.

Reaksiyalar quyidagi tenglamalar bo'yicha boradi:



### **Analizni bajarish tartibi.**

Titrlash uchun tayyorlangan eritmadan alikvot qism (20-25 ml) olinadi va titrlash kolbasiga solinadi. Eritmaga 2-3 tomchi metiloranj eritmasidan tomizib, kislotaning standart eritmasi yordamida eritma rangi qizarguncha titrlab, natriy gidroksid va natriy karbonatning umumiy miqdorini titrlashga sarflangan kislotaning hajmi ( $V_{HCl,II}$ ) aniqlanadi. So'ngra shuncha hajm tekshiriladigan eritmaning yangi ulushiga 1N BaCl<sub>2</sub> eritmasidan 15-20 ml qo'shiladi, bunda karbonat cho'kmaga tushadi. Karbonat to'la cho'ktirilgandan keyin eritmaga 3-4 tomchi fenolftalein tomizib, eritma rangsizlanguncha kislota eritmasi bilan titrlanadi ( $V_{HCl,I}$ ).

Shuni ta'kidlash kerakki, ishqorli eritma havodan karbonat anhidridni yutishi mumkin. Bunda eritmadagi ishqor kamayib, natriy karbonat ko'payadi. Shuning uchun ham titrlash uchun olingan eritma mumkin qadar tez titrlanishi va titrlash davomida ortiqcha chayqatilmasligi kerak.

**Analiz natijalarini hisoblash** uchun kislotaning titrlashga sarflangan va yozib olingan, hamda alikvot qismlarning hajmlaridan foydalaniladi. Agar aralashmani titrlashga  $V_{HCl,II}$  ml, ishqorni titrlashga  $V_{HCl,I}$  ml kislota sarflangan bo'lsa, Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> ni titrlashga  $V_{HCl,III} = V_{HCl,II} - V_{HCl,I}$  ml kislota sarflanadi. Shundan foydalanib, har bir tarkibiy qismning massasi va tortimning massasi bo'yicha ularning massa ulushlari hisoblanadi

### **Laboratoriya ishi-19**

#### **Oksidlanish-qaytarilish metodi yordamida titrlash.**

#### **Ishlatiladigan indikatorlar, titrlash egrilari**

Redoksimetrik reaksiyalarga qo'yiladigan talablar

- Reaksiya tez ketishi kerak (tezlikka  $S_{oks}$ ,  $S_{qay}$ ,  $t^o$ , modda tabiyati, katalizator,

muxit ta'sir qiladi).

- Reaksiya stexiometrik ketishi kerak.
- Reaksiya miqdoriy va oxirigacha borishi kerak
- Reaksiya qaytmas bo'lishi kerak.
- Ekvivalentlik nuqtasini aniqlash imkoni bo'lishi kerak.
- Titrlash sharoitida raqobat reaksiyalar ketmasligi kerak.

Redoksimetriyada titrlash egri chiziqlari



Xar bir yarim reaksiya Nernst tenglamasiga mos keladi ( $\mu=0, f \pm=1$ ):

$$E_1 = E_1^\circ + \frac{0,059}{n_1} \lg \frac{[\text{Ox}_1]}{[\text{Red}_1]},$$

Titrlash egri chiziqlari koordinatalarda ifodalanadi.

Sistemaning elektrod potentsiali ( $E, V$ ) ni titrant xajmi ( $V, \text{ml}$ ) yoki titrlanish darajasiga ( $f$ ) bog'liqligi.

Sakrash qiymatiga ta'sir etuvchi omillar

- Titrlanayotgan va titrant moddasi tabiati (ularning standart potentsiali orasidagi farq qancha katta bo'lsa, sakrash xam katta bo'ladi)
- Muxitning  $rN$  kattaligi (agar redoks yarim reaksiyasida  $N^+$  ionlari ishtirok etsa)
- Titrlash egri chizig'ini indikator yordamida ekvivalent nuqtasini aniq kayd etishda ishlatish mumkin

Redoksimetriya indikatorlari

- Spetsifik: kraxmal, temir (III) ionlariga tiotsianat
- Osidlanish-qaytarilish yoki redoks indikatorlar
- Qaytmaydigan spetsifik indikatorlar
- Titrlashda indikatorning rangi keskin farq qilishi va titrlashning indikator xatosi sezilarsiz bo'lishi uchun, titrlash egri chizig'ida indikatorning o'tish intervali potentsialning sakrash chegarasida bo'lishi kerak

## Laboratoriya ishi-20

### Oksidimetriya 0,05n $\text{KMnO}_4$ eritmasini tayyorlash va uning aniq normalligini oksalat kislotaning standart eritmasi bilan aniqlash

**Mashg'ulotning maqsadi:** titrimetrik tahlilning oksidlanish-qaytarilish turlaridan permanganometrik titrlash xaqida mukammal ma'lumot berib, titrant eritmasini tayyorlab, konsentratsiyasini aniqlashni o'rganish.

**Maqsadga muvofiq vazifalar:**  $\text{KMnO}_4$  titrant eritmasini, uning 5% li quyuc eritmasini suyultirib tayyorlash Tayyorlangan titrant eritmasini shovul kislotasi eritmasi bo'yicha standartlash. Mor tuzi eritmasidagi  $\text{Fe(II)}$  massasini aniqlash.

## Laboratoriya ishlari

Reaktivlar:

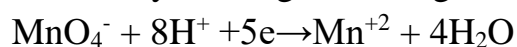
1.  $\text{KMnO}_4$  5%li eritmasi
2. 2 ekvimolyar  $\text{H}_2\text{SO}_4$  eritmasi
3. 1- mashg'ulotda tayyorlangan shovul kislotasi eritmasi
4. Distillangan suv

O'lchov idishlari:

1. Silindr  $V=20 \text{ sm}^3$ ,  $V=10 \text{ sm}^3$ ,  $V=100 \text{ sm}^3$
2. Byuretkalar  $V=25,00 \text{ sm}^3$
3. Titrlash kolbalari
4. Mor pipetkasi  $V=10,00 \text{ sm}^3$

### Permanganometriya

Permanganometriya - oksidimetrik titrlash usuliga kirib, ishchi eritma sifatida kaliy permanganat ishlatiladi. Kaliy permanganat oksidlovchilik xossalarini kislotali, neytral va ishqoriy muhitlarda namoyon qiladi. Oksidlashni titrimetrik tahlilda kislotali muhitda olib boriladi, chunki unda bu moddaning oksidlovchilik xususiyati ko'proq namoyon bo'ladi ( $E^0_{\text{MnO}_4^-/\text{Mn}^{+2}} = 1,51 \text{ v}$ ), titrlashda esa uning tarkibiga kirgan va rangli  $\text{MnO}_4^-$  deyarli rangsiz  $\text{Mn}^{+2}$  gacha qaytariladi:



$$E = M / 5 = 32$$

Ekvivalent nuqtaga erishilgandan so'ng ortiqcha tomchining birinchisiyoq titrlanayotgan eritmani pushti rangga bo'yaydi, bu esa titrlashni indikatorsiz olib borish imkonini beradi.

#### 5% li $\text{KMnO}_4$ eritmasidan $150 \text{ sm}^3$ 0,1 N ishchi eritmasini tayyorlash

$\text{KMnO}_4$  boshlang'ich moddalarga qo'yilgan talablarga javob bermagani sababli (yorug'lik va issiqlik ta'siriga beqaror, tezda parchalanadi, qaytaruvchilar ta'sirida tarkibi o'zgaradi) uning taqribiy 0,1 ekvimol ishchi eritmasi 5% eritmasidan suyultirib tayyorlanadi.

Diqqat! Permanganat eritmasi kuchli oksidlovchi. Xalat yoki ish joyingizga tomganda uni qoraytirib qo'yadi. Shuning uchun  $\text{KMnO}_4$  eritmasini tayyorlash va titrlash jarayonida ish joyiga qog'ozlar yoyib qo'yishni, ish tugagach darhol byuretkani bo'shatib suv bilan chayib, byuretkaga suv to'ldirib qo'yishni unutmang!

5%  $\text{KMnO}_4$  eritmasining (tortimi) xajmi (3) formula asosida hisoblanadi:

$$V_{5\% \text{ KMnO}_4} = \frac{0,1 \cdot 150 \cdot 32 \cdot 100}{1000 \cdot 5 \cdot 1} = 9,6 \text{ sm}^3 \approx 10 \text{ sm}^3$$
$$V_{\text{suv}} = 150 - 10 = 140 \text{ sm}^3$$



Ishning borishi:

KMnO<sub>4</sub> ning 5% li eritmasidan silindr yordamida 10 sm<sup>3</sup> o'lchab, tayyorlangan qopqoqlik qo'ng'ir shisha idishga quyiladi va 140 sm<sup>3</sup> suv qo'shib aralashtiriladi.

### Tayyorlangan taqribiy konsentratsiyali KMnO<sub>4</sub> ishchi eritmasini shovul kislotasi bo'yicha standartlash

KMnO<sub>4</sub> eritmasi konsentratsiyasi boshlang'ich modda bo'lgan shovul kislotasining standart eritmasi yordamida aniqlanadi:



Ishning borishi:

Titrlash kolbasiga 2 ekvimol H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> eritmasidan 10-15 sm<sup>3</sup> silindrda o'lchab quyiladi va qum xammomida 80-90 °S gacha qizdiriladi. Issiq eritmaga pipetka yordamida 10,00 sm<sup>3</sup> H<sub>2</sub>C<sub>2</sub>O<sub>4</sub>·2H<sub>2</sub>O eritmasi o'lchab solinadi va aralashtirilib, KMnO<sub>4</sub> eritmasi bilan turg'un pushti rang hosil bo'lgunicha titrlanadi. Titrlash kamida 2 marta olib boriladi. Titrant hajmi byuretkadagi eritmaning sath chizig'i bo'yicha olinadi.

No	V <sub>H<sub>2</sub>C<sub>2</sub>O<sub>4</sub></sub> , sm <sup>3</sup>	V <sub>KMnO<sub>4</sub></sub> , sm <sup>3</sup>
1	10,00	
2	10,00	

$$N_{\text{KMnO}_4} = \frac{N_{\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4} \cdot V_{\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4}}{V_{\text{KMnO}_4}} \text{ g.ekv/dm}^3; \quad T_{\text{KMnO}_4} = \frac{N_{\text{KMnO}_4} \cdot E_{\text{KMnO}_4}}{1000} \text{ g/sm}^3$$

### Laboratoriya ishi-21 Eritmadagi temir (III) ionni miqdorini aniqlash

Temir eritmalarda ikki va uch valentli ionlar ko'rinishida bo'ladi. Temir (III) ning birikmalari temir (II) birikmalariga qaraganda barqarorroq bo'ladi. Temirning ikki va uch valentli ionlari xromofor xossasiga ega. Shuning uchun fotokolorimetrik aniqlashlarda xromofor gruppasiga ega bo'lmagan reagentlardan foydalanish ham mumkin.

**Eritmadagi temir (III) ionni ammoniy rodanid yordamida aniqlash.** Kuchli bo'lmagan kislotali muhitda rodanid ionni temir (III) ionni bilan qizil rangli kompleks birikma hosil qiladi. Temir (II) ionni oksidlab, Fe (III) ga o'tkazgandan so'ng bu reaksiya eritmadagi temirning umumiy miqdorini aniqlashda ishlatiladi. Bosqichli reaksiya natijasida [Fe(SCN)]<sup>2+</sup> va [Fe(SCN)<sub>2</sub>]<sup>+</sup> dan [Fe(SCN)<sub>6</sub>]<sup>3-</sup> gacha bo'lgan komplekslar hosil bo'ladi. Komplekslarning qaysi biri hosil bo'lishi eritmaning

konsentratsiyasi va pH qiymatiga bog'liq. Eritmada temir ioni mikrogramm atrofida bo'lsa, asosan qatorning birinchi komplekslari hosil bo'ladi. Rodanidga boyroq bo'lgan komplekslarning rangi ham to'qroq (intensiv) bo'ladi. Rodanid yordamida suvli eritmalaridagi temirning miqdorini aniqlash uchun tekshirilayotgan va taqqoslanayotgan eritmalaridagi ammoniy rodanidning konsentratsiyasi bir xil bo'lishi kerak. Temir (III) ioni gidrolizlanmasligi uchun eritmaning kislotaliligi yetarli darajada bo'lishi shart. Eritmaning pH qiymati 2-3 bo'lganda reaksiya boshlanadi. Ammo eritma juda kislotali ham bo'lmasligi kerak, chunki bunday muhit eritmadagi SCN<sup>-</sup> ioni konsentratsiyasining kamayishiga olib keladi. Temirning rodanid bilan hosil qilgan komplekslari eritmada SCN<sup>-</sup> ionining konsentratsiyasi yuqori bo'lgan hollardagina mavjud bo'ladi. Eritmada nitrat, xlorid yoki sulfat kislotalardan birining konsentratsiyasi 0,05-0,2 N atrofida bo'lganda, barqaror kompleks hosil bo'ladi. Bu muhit eng optimal hisoblanadi. Kompleksning nur yutish xususiyati katta bo'lib, u  $\epsilon=0,8510^4$  ga teng.

Rodanid komplekslari bo'lgan temirning suvli eritmaları rangi vaqt o'tishi bilan o'zgaradi. Eritma tayyorlanganidan 30 daqiqa o'tgandan keyin, rangning intensivligi bir necha foizga, 6 soatdan keyin esa yarmisigacha kamayadi. Eritmalar rangining vaqt o'tishi bilan o'zgarishi ularni tez vaqt ichida tekshirishni taqozo qiladi.

**Ishni bajarish tartibi.** Temir tuzining eritmasmi tayyorlash uchun tortib olingan 3,2 g ammoniy temir (III) sulfat achchiqtoshi [FeNH<sub>4</sub>(SO<sub>4</sub>)<sub>2</sub>12H<sub>2</sub>O] namunasi 200 ml hajmli o'lchov kolbasiga solinib, distillangan suvda eritiladi va 5 ml konsentrlangan sulfat kislota (zichligi 1,84 g/sm<sup>3</sup>) qo'shiladi. Distillangan suv bilan eritmaning hajmi kolbaning belgisigacha yetkazilganda, tayyorlangan eritmaning konsentratsiyasi 0,1N FeNH<sub>4</sub>(SO<sub>4</sub>)<sub>2</sub> ga teng bo'ladi. Ammoniy rodanid eritmasini tayyorlash uchun o'lchab olingan 1,52 g NH<sub>4</sub>SCN 200 ml hajmli o'lchov kolbasida eritilib, undan so'ng kolba belgisiga qadar distillangan suv bilan to'ldiriladi. Bunda tayyorlangan eritmadagi ammoniy rodanidning konsentratsiyasi 0,1 N bo'ladi.

**Yorug'lik filtrini tanlash.** Kolorimetrlarda zaruriy to'lqin uzunligiga ega bo'lgan nurni tanlash uchun turli yorug'lik filtrlari va har xil qalinlikka ega bo'lgan kyuvetalar mavjud. Ularni muvofiqlashtirib, to'g'ri tanlash orqali analizning optimal sharoiti tanlanadi. Shunda konsentratsiyani o'lchashdagi xato eng kichik bo'ladi. Yorug'lik filtrini tanlashda kyuvetaga tekshiriladigan eritmadan quyilib, uning optik zichligi hamma yorug'lik filtrlari ishlatilgan holda ketma-ket o'lchanadi. So'ngra olingan ma'lumotlar asosida optik zichlikning (A) to'lqin uzunligiga (1) bog'liqlik chizmasi tuziladi. Bunda koordinata sistemasining absissa o'qiga yorug'likning to'lqin uzunligi (X) (2.6-jadval), ordinata o'qiga esa ularga mos keluvchi optik zichliklar (A) qiymatlari qo'yiladi. Chizmaning optik zichligi eng katta bo'lgan to'lqin uzunligi qiymati topiladi. Shu to'lqin uzunligiga ega bo'lgan yorug'lik filtri tanlab olinadi. Agar yuqoridagi shartlar bir nechta yorug'lik filtrlari uchun bajarilsa, ularning orasidan sezgirligi eng kattasi tanlanadi.

**Kyuveta tanlash.** Kolorimetrning texnik ma'lumotlarida berilishi bo'yicha o'tkazish koeffitsientini o'lchashda yo'l qo'yiladigan absolyut xato 1% dan oshmasligi kerak. Kolorimetr shkalasining turli qismlarida ishlaganda eritmaning konsentratsiyasini aniqlashdagi nisbiy xato har xil bo'ladi. Optik zichlikning qiymati 0,4 bo'lganda, bu xato minimal bo'ladi. Shuning uchun kolorimetrda ishlaganda,

tegishli kyuvetani tanlash bilan optik zichlikning yuqorida aytilgan qismiga yaqin joylarida ishlash tavsiya qilinadi. Dastlab kyuveta eritma rangining intensivligini hisobga olib, chamalash orqali tanlanadi. Agar eritmaning rangi intensiv (to'q) bo'lsa, yorug'lik yo'lining uzunligi kam bo'lgan kyuvetalar, eritmaning rangi och bo'lgan hollarda esa qalin kyuvetalar qo'llash maqsadga muvofiqdir. Shunday yo'l bilan tanlangan kyuvetaga eritma quyiladi va shu eritma uchun tanlangan yorug'lik filtri yordamida uning optik zichligi o'lchanadi. Bir nechta eritmaning optik zichligi o'lchanayotgan bo'lsa, konsentratsiyasi o'rtacha bo'lgan eritma kyuvetaga quyiladi. Agar o'lchangan optik zichlikning qiymati  $\sim 0,3-0,5$  orasida bo'lsa, bu eritmalar bilan ishlashda aynan shu kyuveta tanlanadi. Bu shart bajarilmasa, boshqa kyuveta tanlashga to'g'ri keladi. Optik zichlikning qiymati  $0,5-0,6$  dan katta bo'lsa, yorug'lik yo'lining uzunligi kam bo'lgan kyuveta, optik zichlik  $0,3-0,2$  dan kam bo'lgan hollarda esa qalinligi katta bo'lgan kyuveta tanlanadi.

*Darajalash chizmasini tuzish* uchun standart eritmalar tayyorlanadi. 50 ml hajmli 5 ta o'lchov kolbasiga titri 0,1 mg/ml bo'lgan ammoniy-temir (III) achchiqtoshi eritmasidan darajalangan pipetka yordamida mos ravishda 0,3; 0,6; 0,8; 1,0; 1,2 ml quyiladi. Har bir kolbaga 1 ml dan suyultirilgan  $\text{HNO}_3$  eritmasi va 5 ml dan 10 % li  $\text{NH}_4\text{SCN}$  eritmasi quyiladi. So'ngra kolbaning belgisigacha distillangan suv to'ldiradi. Kolbalardagi eritmalar yaxshilab aralashtiriladi, shundan keyin tanlangan yorug'lik filtri va tegishli kyuvetada eritmalarining optik zichliklari navbat bilan o'lchanadi. O'lchash natijalari asosida optik zichlikning eritmalar konsentratsiyalariga bog'liqlik chizmasi tuziladi. Buning uchun koordinata sistemasining absissa o'qiga standart eritmalarining konsentratsiyalari, ordinata o'qiga esa ularga tegishli optik zichliklar qo'yiladi.

*Eritmada erigan moddaning konsentratsiyasini aniqlash.* Standart eritmalar o'lchangan kyuvetaga konsentratsiyasi noma'lum eritma quyiladi va tanlangan yorug'lik filtri yordamida uning optik zichligi o'lchanadi. Optik zichlikning bu qiymati darajalash chizmasi tuzilgan koordinata sistemasining A o'qiga qo'yiladi. Shu nuqtadan darajalash chizmasi bilan kesishguncha  $s$  o'qiga parallel chiziq tortiladi. Bu chiziq bilan darajalash chizmasi kesishgan nuqtadan  $s$  o'qiga perpendikulyar tushiriladi. Konsentratsiya o'qining shu chiziq kesgan nuqtasidagi qiymati eritmaning konsentratsiyasiga teng bo'ladi.

**Sulfosalitsil kislota yordamida temir (III) ni aniqlash.** Temir (III) ioni elektronlar bilan to'liq to'lmaganligi uchun xromofor xossasiga ega. Shuning uchun uni aniqlashda sulfosalitsil kislota kabi rangsiz reagentlardan ham foydalanish mumkin. Temir (III) ning sulfosalitsilat bilan hosil qilgan kompleksi rangli bo'lib, rang ligandning orbitalida lokallangan elektronning metall atomidagi bo'sh orbitalga o'tishi hisobiga paydo bo'ladi. Eritmaning kislotaliligiga qarab temir (III) sulfosalitsil kislota (2—gidroksi-5— sulfobenzoy) bilan tarkibi har xil bo'lgan komplekslar hosil qiladi. Eritmaning pH qiymati 1,8 dan 2,5 gacha bo'lsa, qizil-binafsha rangli ( $K_{mn}=510$  nm va  $e=1800$ ) monosulfosalitsilat, pH=4,0-8,0 bo'lganda disulfosalitsilat va pH=8,0—11,5 bo'lganda sariq rangli ( $\lambda_{max}=416$  nm va  $e=5800$ ) trisulfosalitsilatli komplekslar hosil bo'ladi. Kislotali muhitda mis va aluminiyning sulfosalitsilatli komplekslari temir (III) nikiga qaraganda beqarorroqdir. Shu bois bu ionlar temirni aniqlashga xalaqit bermaydi. Temirning trisulfosalitsilatli kompleksi yetarli darajada

barqaror bo'lganligi uchun eritmada atsetat, borat, fosfat va fluorid ionlari bo'lgan vaqtda ham temirni aniqlash mumkin.

**Ishni bajarish tartibi:** Asosiy standart eritma tayyorlash uchun kimyoviy toza  $\text{NH}_4\text{Fe}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$  temir achchiqtoshidan tarozida 0,5190 g tortib olib, u hajmi 100 ml bo'lgan kolbaga solinadi. Eritmani nordonlashtirish uchun kolbaga 10 ml suyultirilgan (1:1) sulfat kislota va belgisigacha distillangan suv quyiladi. Bunda standart eritmaning konsentratsiyasi 0,06 mg/ml bo'ladi. So'ngra sulfosalitsil kislota va ammiakning 10 % li eritmaları tayyorlanadi. Keyin beshta standart ishchi eritma quyidagicha tayyorlanadi: beshta 100 ml hajmli kolbaga asosiy standart eritmadan 1,2,3,4 va 5 ml o'lchab quyiladi. Har bir kolbaga sulfosalitsil kislota va ammiak eritmalaridan ham 10 ml dan qo'shiladi. Kolbalarga belgisigacha distillangan suv quyilib, eritmalar yaxshilab aralashtiriladi. Standart eritmalarining erituvchiga nisbatan optik zichliklari  $\lambda = 416 \text{ nm}$  to'lqin uzunligida besh martadan o'lchanadi. Ishlatiladigan erituvchini tayyorlashda 100 ml hajmli kolbaga 10 ml sulfosalitsil kislota, 10 ml ammiak eritmaları quyiladi va kolba belgisigacha distillangan suv bilan to'ldiriladi. O'lchash natijalarining o'rtachasi topilib, eritmaning optik zichligi va konsentratsiyasi orasidagi bog'lanishni ifodalovchi darajalash chizmasi tuziladi.

Tarkibida 0,1 dan 0,6 mg gacha temir bo'lgan namuna 100 ml sig'imli kolbaga o'tkaziladi. Unga 10 % sulfosalitsil kislota va ammiak eritmalaridan 10 ml dan quyiladi, hamda distillangan suv qo'shib eritma sathi kolbaning belgisiga qadar yetkaziladi. Shundan so'ng tekshiriladigan eritmaning optik zichligi o'lchanadi va uning konsentratsiyasi topiladi. Olingan natijalar yordamida namunadagi temirning umumiy miqdori hisoblanadi

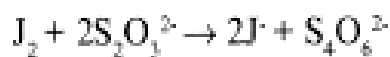
## Laboratoriya ishi-22

### Iodometriya. Natriy tiosulfatning 0,05n eritmasini tayyorlash va uni kaliy bixromatning standart eritmasi bilan standartlash

Natriy tiosulfatning ishchi eritmasini tayyorlash. Natriy tiosulfatning erkin yod bilan reaksiyasida  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$  ekvivalentining molyar massasi

$$\mathcal{E}_{\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}} = \frac{2M_{\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}}}{2} = \frac{2 \cdot 248,18}{2} = 248,18$$

ga teng.



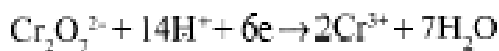
Demak, 500 ml 0,05 N li eritma tayyorlash uchun 6,2045 g tuz kerak bo'ladi. Odatda laboratoriyada natriy tiosulfatning 5 yoki 10 % li eritmasi tayyor holda bo'ladi. Masalan, 5% li eritmadan taxminan necha ml olish kerakligi quyidagicha hisoblanadi:

$$V = \frac{100 \cdot 6,2045}{5} = 124,09 \text{ ml.}$$

**0,05 N eritmani tayyorlash tartibi.** 500 ml hajmli o'lchov kolbasiga 124 ml 5 % li natriy tiosulfat eritmasidan olib, eritmaning hajmi distillangan suv bilan

kolbaning belgisiga yetkaziladi va eritma yaxshilab aralashtiriladi.

**Kaliy dixromatning standart eritmasini tayyorlash.** Kaliy dixromat kaliy yodid bilan reaksiyaga kirishganda 6 ta elektron biriktirib oladi:



u holda  $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$  ekvivalentining molyar massasi

$$\mathcal{E}_{\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7} = \frac{M_{\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7}}{6} = \frac{294,192}{6} = 49,032$$

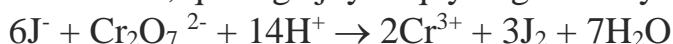
Demak, 250 ml eritma tayyorlash uchun  $m(\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7) = 0,05 \cdot 0,25 \cdot 49,032 = 0,6129$  g modda tortib olish kerak bo'ladi.

Analitik tarozida kaliy dixromatdan taxminan 0,6 g atrofidagi modda aniq tortib olinadi va u to'liq 250 ml hajmli o'lchov kolbasiga solinadi. Bo'sh idish va modda yuqi qolgan idish massalari farqi asosida kaliy dixromatning aniq massasi topiladi. O'lchov kolbasiga o'tkazilgan modda eritilib, kolbaning belgisigacha suv qo'shilgandan keyin hosil qilingan eritma yaxshilab aralashtiriladi. Tayyorlangan eritmaning normalligi

$$N = \frac{m_{\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7}}{250 \cdot 49,032} \cdot 1000$$

formula yordamida hisoblanadi.

Natriy tiosulfat eritmasini kaliy dixromatning birlamchi standart eritmasi bo'yicha standartlash. Titrlash kolbasiga kaliy dixromatning standart eritmasidan pipetka yordamida alikvot qism (20 ml) olib, unga menzurka yordamida 15 ml 2 N li sulfat yoki xlorid kislota eritmasi va 10-15 ml 10 % li kaliy yodid eritmasi qo'shiladi. Kolbani soat oynasi bilan berkitib, qorong'i joyda quyidagi reaksiya



oxiriga yetishi uchun 5 daqiqa saqlanadi. So'ngra kolbaga taxminan 200 ml suv solib, ajralib chiqqan yod standartlanadigan natriy tiosulfat eritmasi bilan to'q qo'ng'ir rangli eritma och sariq rangga kiringuncha titrlanadi. Shundan so'ng bu eritmaga 3-5 ml kraxmal bo'tqasi eritmasi qo'shilib, eritmaning havo rangi och yashil rangga kiringuncha titrlash davom ettiriladi. Titrlash 3-4 marta takrorlanadi. Bunda titrlashga sarf bo'lgan tiosulfat hajmining farqi 0,1 ml dan oshmasligi kerak.

Titrlash natijalari yuqoridagi tartibda laboratoriya jurnalida qayd qilinadi. Natriy tiosulfatning normalligi yuqoridagi tartibda hisoblanadi.

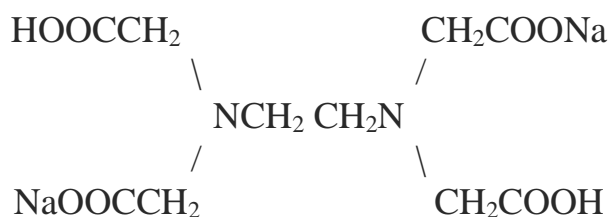
### Laboratoriya ishi-23

#### **Kompleksonometriya EDTA ning 0,05n eritmasini tayyorlash va ruxning standart eritmasi bilan standartlash. Eritmadagi metall ionlari miqdorini kompleksometrik aniqlash**

Kompleksimetriya usulida turli xil kompleks birikmalar hosil qiladigan moddalarni aniqlash mumkin. Kompleks hosil qiluvchi moddalarning turlariga ko'ra

kompleksimetriya usullari kompleksometriya, merkurimetriya, ftorometriya va boshqa usullarga bo'linadi. Bu usullar orasida kompleksometrik usullar eng ko'p tarqalgan va ular boshqa usullarga ko'ra talaygina afzalliklarga ega. Bular qatoriga hosil bo'ladigan komplekslarning barqarorligi komplekslarning nisbatan arzonligi va eng muhimi xavfsizligi singarilar kiradi.

Kompleksonometrik titrlash metall kationlarining komplekslar bilan kompleks birikma hosil qilish reaksiyasiga asoslangan. Bunda juda barqaror, suvda yaxshi eruvchan ichki kompleks birikmalar hosil bo'ladi. Titrimetrik analizda asosan komplekson III yoki trilon B deb ataladigan natriy digidroetilendiamintetraatsetat (EDTA) tuzi ishlatiladi. Komplekson III ning molekulyar grafik formulasi quyidagicha:



Bu moddaning ionlanish konstantasi katta bo'lib, metallar bilan hosil qilgan kompleksining barqarorligi metallarning xususiyatiga bog'liq. Ichki kompleksning hosil bo'lishida metall ioni karboksil gruppadagi vodorod atomining o'rnini egallaydi, azot atomi bilan esa koordinatsion bog' hosil qiladi. Ajralgan vodorodni bog'lash uchun reaksiya ammiakli bufer aralashma ishtirokida olib boriladi. EDTA ni qisqacha  $\text{H}_2\text{Y}^{2-}$  shaklda ifodalasak, reaksiya tenglamasi quyidagicha bo'ladi:



### 0,05 N li EDTA eritmasini tayyorlash.

EDTA ning kationlar bilan kompleks hosil qilish reaksiyalarida ikkita vodorod atomi almashganligi uchun modda ekvivalentining molyar massasi:

$$\vartheta = \frac{M_{\text{EDTA}}}{2} = \frac{372,24}{2} = 186,12$$

Demak, 1,0 litr 0,05 N li eritma tayyorlashda  $186,12 \cdot 0,05 = 9,306$  g EDTA, 500 ml tayyorlashda esa,  $9,305 \cdot 500/1000 = 4,653$  g EDTA olishkerak bo'ladi.

EDTA ning eritmasini tayyorlashda uning hisoblangan tortimi texnik tarozida o'lchanib, o'lchov kolbasiga solinadi, ustiga kolbaning 1/3 qismigacha distillangan suv quyiladi va to'la erigyncha aralastiriladi. Agar laboratoriyada EDTA ning yuqoriroq konsentratsiyali tayyor eritmasi bo'lsa, u holda shu eritmani suyultirib ham eritma tayyorlash mumkin.

### 0,05 N li EDTA eritmasining titrini o'rnatish.

EDTA eritmasining titrini o'rnatishda kimyoviy toza  $\text{CaCO}_3$ , yoki kimyoviy toza Zn metali ishlatiladi. Shuningdek, EDTA ning titri magniy sulfat fiksanali yordamida ham aniqlanishi mumkin.

### Ruxning birlamchi standart eritmasini rux metalidan tayyorlash.

*Rux tortimini hisoblash.* Ruxning EDTA bilan reaksiyasidagi ekvivalentining

molyar massasi uning molekulyar massasining yarmisiga, ya'ni  $E_{Zn} = 65,37/2 = 32,69$  ga teng. Demak, 250 ml 0,05 N li rux eritmasini tayyorlashda rux metalidan  $32,69 \cdot 0,05/4 = 0,4086$  g olish kerak bo'ladi.

Eritmani tayyorlashda 0,4-0,5 g massali "k.t." rux metali granulatsiya oldin texnik tarozida o'lchab olinadi va so'ngpa uning aniq massasi analitik tarozida tortib aniqlanadi. Tortim 250 ml li o'lchov kolbasiga solinadi, ustiga 5-6 ml konsentrlangan HCl va 5 ml suv quyiladi.

Ruxning hammasi erib bo'lgach, kolbaning belgisigacha suv solinadi va eritma yaxshilab aralashtiriladi.

Rux eritmasining normalligi quyidagi formula yordamida hisoblanadi:

$$N_{Zn} = m_{Zn} \cdot 100 / 32,69 \cdot 250$$

bu yerda,  $m_{Zn}$  - ruxning massasi.

### **Ruxning birlamchi standart eritmasi yordamida EDTA eritmasini standartlash.**

Titrlash kolbasiga ruxning standart eritmasidan alikvot qism olinadi, ustiga 20 ml pH=11 bo'lgan ammiakli bufer aralashma va 1 % li erioxrom qora T indikatorining bir necha kristallari (odatda ~1 % li erioxrom qorasi osh tuzining mayda kristallari bilan aralashtirib tayyorlanadi) qo'shiladi. So'ngra hosil bo'lgan eritma standartlanadigan EDTA eritmasi bilan aralashmaning qizil rangi ko'kka kiringunga qadar titrlanadi. Oxirgi nuqtaga yaqin qolganda titrant juda sekinlik bilan tomchilatib qo'shilishi zarur. Titrlash kamida uch marta takrorlanadi va o'rtacha natija olinadi.

### **Eritmadagi rux yoki boshqa kationlar miqdorini EDTA eritmasi yordamida aniqlash**

Aniqlash metali kationini EDTAning standart eritmasi yordamida pH=10—11 bo'lganda metalloxrom indikatorini – erioxrom qora T ishtirokida titrlashga asoslangan. Titrlashga ishqoriy metallar, ammoniy, kumush, talliy (I) kationlari xalaqit bermaydi. Boshqa kationlarning xalaqit beruvchi ta'siri tegishli reagentlar yordamida bartaraf qilinadi.

#### **Analizni bajarish tartibi.**

Analiz qilinadigan namunaning hisoblangan tortimi 250 ml li o'lchov kolbasiga solinadi, suvda yoki suyultirilgan HCl da eritiladi. So'ngra kolbaning belgisigacha suv solib, eritma yaxshilab aralashtiriladi. Shu eritmadan titrlash kolbasiga alikvot qism olib titrlanadi. Titrlash xuddi EDTA ni standartlashdagi kabi bajariladi.

Titrlash natijalari yuqorida ko'rsatilgan tartibda rasmiylashtiriladi. Analiz natijasi yuqorida keltirilgan tartibda hisoblanadi.

### **Laboratoriya ishi-24**

**Cho'ktirish metodi yordamida titrlash. 0,05n simob (I)-nitrat eritmasini tayyorlash va uni kaliy xloridning standart eritmasi bilan standartdash.**

**Eritmadagi xlor ionlari miqdorini aniqlash**

Titrimetrik cho'ktirish usullari qiyin eriydigan birikmalar hosil bo'ladigan reaksiyalarni qo'llashga asoslangan. Titrimetrik analizda qo'llaniladigan cho'ktirish reaksiyalarida ishlatiladigan cho'ktiruvchining nomi asosida usulning nomi yasaladi. Masalan, cho'ktiruvchi kumush birikmalari bo'lganda - argentometriya, simob (I) birikmalari bo'lganda - merkurometriya, ferrosianid bo'lganda -ferrosianidometriya va hk.

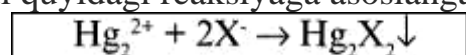
Juda ko'p cho'ktirish reaksiyalari ma'lum bo'lsa-da, titrimetrik analizda ularning ba'zilarigina qo'llaniladi. Buning qator sabablari bor. Ulardan biri quyidagi shartlarning bajarilishidir:

- 1) cho'kma amalda erimaydigan bo'lishi lozim;
- 2) cho'kma tez tushishi, o'ta to'yingan eritmalarning hosil bo'lishi yuz bermasligi kerak;
- 3) adsorbsiya hodisalari titrlash natijalariga salbiy ta'sir ko'rsatmasligi kerak;
- 4) titrlashda ekvivalentlik nuqtasini topish oson bo'lishi kerak.

Bu shartlar titrimetrik analizda qo'llanishi mumkin bo'lgan reaksiyalar sonini kamaytirib yuboradi. Bularidan tashqari, qo'llaniladigan reaktivlarning tannarxi, inson organizmiga ko'rsatadigan zaharli ta'siri va boshqalar usullar qo'llanilishini ancha cheklaydi.

### Merkurometriya

Merkurometriya usuli simob (I) ion bilan cho'kma hosil qiladigan anionlarni aniqlashda ishlatiladi. Bu usul quyidagi reaksiyaga asoslangan:

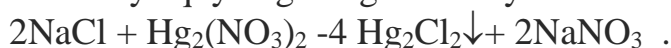


Merkurometriya usuli argentometriya usuliga ko'ra ayrim afzalliklarga ega: tannarxi arzon, qimmatbaho reaktivlar talab etmaydi; simob (I) birikmalari kumush birikmalaridan kamroq eriydi; merkurometrik aniqlashlarni kislotali eritmalarda o'tkazish mumkin.

Usulning kamchiligi — simob birikmalarining zaharluligidir. Titrlashning oxirgi nuqtasini topish uchun  $\text{Fe}(\text{SCN})_3$  (qizil rangli eritma rangsizlanadi) va difenilkarbazon (ko'k rangli cho'kma tushadi) ishlatiladi.

### Xloridlarni aniqlash

Xloridni merkurometrik usulda aniqlashda ularning eritmaları simob (I) nitrat eritmasi bilan titrlanadi. Reaksiya quyidagi tenglama bo'yicha boradi:



Indikator sifatida difenilkarbazon eritmasidan foydalaniladi. Bunda ekvivalentlik nuqtasini aniqlash ortiqcha miqdordagi  $\text{Hg}_2^{2+}$  ionini bilan difenilkarbazon nitrat kislotaning 6 N li eritmasida eriydigan ko'k rangli cho'kma hosil qilishiga asoslangan.

*Kaliy xlorid toptimining massasini hisoblash.* Kaliy xloridning simob (I) ionini bilan bo'lgan reaksiyasida ekvivalentining molyar massasi 74,56 ga teng. 1,0 I 0,05 N li eritma tayyorlash uchun uning tuzidan  $m = 74,56 \cdot 0,05 = 3,728\text{g}$ , 250 ml 0,05 N li eritma tayyorlash uchun esa:  $m = 3,728 \cdot 0,25 = 0,932\text{ g}$  olish kerak bo'ladi.

Eritmani tayyorlash uchun 0,9-1,0 g atrofida «kimyoviy toza» kaliy xlorid tuzi byuksga solinib, analitik tarozida tortiladi. Byuksdagi tuzni 250 ml o'lchov kolbasiga



toza va quruq voronka orqali solinadi. Byuks tuz yuqi bilan yana analitik tarozida tortilib, massalar farqi asosida eritilgan tuzning massasi topiladi. Voronka devorlaridagi tuz yuvgich yordamida o'lchov kolbasiga yuvib tushiriladi. Tuz toiiq erib bo'lgach, kolbaning belgisigacha suv quyilib, eritma yaxshilab aralashtiriladi.

Tayyorlangan eritmaning normalligi quyidagi formula yordamida hisoblanadi:

$$N_{KCl} = \frac{a_{KCl} \cdot 1000}{74,56 \cdot 250}$$

bu yerda,  $a_{KCl}$  - KCl tortimining massasi.

### **Simob (I) nitrat eritmasini kaliy xloridning birlamchi standart eritmasi yordamida standartlash.**

Simob (I) nitratning gidrolizlanmasligi uchun nitrat kislota qo'shilgan taxminiy 0,05 N li eritmasi laboratoriyada tayyor holda bo'ladi. Bu eritmadan o'lchov kolbasiga 500 ml olinadi. Agar laboratoriyada shunday konsentratsiyali eritma bo'lmasa, «kimyoviy toza» yoki «analiz uchun toza» nusxadagi  $Hg_2(NO_3)_2$  tuzidan eritma tayyorlanadi.

Simob (I) nitrat eritmasini standartlash uchun titrlash kolbasiga pipetka yordamida kaliy xloridning standart eritmasidan alikvot qism (20-25 ml) olib, unga 10 ml 2 N li nitrat kislota eritmasi, 5-6 tomchi difenilkarbazon indikator, ozgina (0,5 g) quruq mochevina (azot oksidlarini bog'lash uchun) qo'shiladi. So'ngra simob (I) nitratning standartlanadigan eritmasi bilan simob (I) xlorid suspenziyasining och havorangi ko'k binafsha pangga o'tguncha titrlanadi. Keyingi titrlashlarda indikatorni ekvivalentlik nuqtasiga titrantdan atigi 0,5 ml qo'shish kerak bo'lganda kiritish kerak, chunki bunda suspenziya rangining o'zgarishi keskin bo'ladi. Titrlash kamida 3 marta takrorlanadi.

**Simob (I) nitrat eritmasining normalligi** quyidagi formula yordamida hisoblanadi:

$$N_{Hg_2(NO_3)_2} = \frac{N_{KCl} \cdot V_{KCl}}{V_{Hg_2(NO_3)_2}}$$

### **Eritmadagi xlorid ionining miqdorini aniqlash.**

Xlorid ionini aniqlash nitrat kislotali muhitda oxirigacha miqdoriy va stexiometrik boradigan quyidagi reaksiyaga asoslangan:



**Analizni bajarish tartibi.** 250 ml hajmli o'lchov kolbasidagi tekshiriladigan eritma kolbaning belgisigacha suv bilan suyultiriladi, eritma yaxshilab aralashtirilgandan so'ng undan pipetka yordamida alikvot qism olinib, simob (I) nitratning standart eritmasi yordamida titrlanadi. Titrlash tartibi yuqorida simob (I) nitratni kaliy xloridning birlamchi standart eritmasi bo'yicha standartlashda keltirilgan.

Analiz natijalari yuqoridagi kabi hisoblanadi. Xatoni hisoblash uchun xlorid ionining haqiqiy miqdorini o'qituvchidan biling.

## GLOSSARIY

Qutbsizlantiruvchi (depolyarizator)- elektrod reaksiyalarida yonaki jarayonlarning oldini olish uchun eritmaga qo'shiladigan modda.

Elektroliz-elektr toki yordamida elektrodlarda boradigan oksidlanish –qaytarilish jarayoni .

Potentsiostat-elektroliz jarayonida katod potensialini doimiy xolda saqlab turuvchi qurilma.

Ichki elektroliz-faqat gal'vanik element energiyasi hisobiga katodda metallning erkin holda ajralishi.

Volt-amper egrisi – tok kuchining tashqi berilgan kuchlanishga bog'liqligi egrisi.

Indifferent elektrolit – oksidlanish-qaytarilishga moyilligi kam bo'lgan elektrolit.

Polyarografik fon – eritmaning elektr o'tkazuvchanligini oshirish,qutbsizlanayotgan zarrachalarning elektrodlar orasida elektr maydon ta'siridagi xarakatining oldini oluvchi indifferent elektrolit.

YArim to'lqintentsiali –egrining diffuzion tok qiymati yarmiga teng bo'lgandagi nuqtasiga to'g'ri keladigan potensial qiymati.

Diffuzion tok – potensialning ma'lum qiymatidagi aniqlanadigan modda tok qiymatining konsentratsiyasiga bog'liqligi.

CHekli tok – diffuzion tokning berilayotgan o'zgaruvchan potensialga bog'liq bo'lmaydigan doimiy sohasi.

To'g'ri kulonometriya – ishchi elektrodning doimiy potensialidagi kulonometriya.

Kulonometrik titrlash – yacheykaning doimiy tok kuchida vaqtga bog'liq ravishda titrlash.

Kulon – Doimiy tok kuchi 1 amper bo'lganda 1 sek da o'tgan elektr miqdori.

Faradey – 1g-ekvivalent moddaning elektrokimyoviy o'zaro ta'sir reaksiyasini amalga oshirish uchun zarur bo'lgan elektr miqdori (96487 -96500 kulon).

Potentsiometrik titrlash- eritmaga botirilgan elektrod potensialining erigan modda miqdoriga bog'liq ravishda o'zgarishiga asoslangan titrlash.

Indikator elektrod- aniqlanadigan modda konsentratsiyasiga qaytar ta'sir etuvchi elektrod.

Solishtirma elektrod – o'zi botirilgan eritmaning tarkibi qandayligidan qat'iy nazar yacheykadan oz miqdordagi tok o'tganda potensialini o'zgarmaydigan elektrod.

Katod-qaytarilish jarayoni boradigan elektrod.

Anod – oksidlanish jarayoni boradigan elektrod.

Indikator elektrod – potensialini o'zi botirilgan eritma konsentratsiyasiga bog'liq bo'lgan elektrod.

Ionselektiv elektrod – membrana sirtiga aniqlanadigan eritma ioni bilan elektrod eritmasi o'rtasida hosil bo'ladigan potentsial faqat ayni ion konsentratsiyasigagina bog'liq bo'ladigan elektrod.

ЎЗБЕКИСТОН RESPUBLIKASI  
ОЛИЙ ВА ЎРТА МАХСУС ТАЪЛИМ ВАЗИРЛИГИ



АНАЛИТИК КИМЁ  
ФАН ДАСТУРИ

Билим соҳаси:	100000 – Гуманитар соҳа
Таълим соҳаси:	140000 – Табiiй фанлар
Таълим йўналиши:	5140500 – Кимё

Тошкент – 2018

Фан дастури Олий ва ўрта махсус, касб-хунар таълими йўналишлари бўйича Ўқув-услубий бирлашмалар фаолиятини Мувофиқлаштирувчи Кенгашнинг 2018 йил "13" 08 даги "4"-сонли баённомаси билан маъқулланган.

Ўзбекистон Республикаси Олий ва ўрта махсус таълим вазирлигининг 2018 йил "25" 08 даги "744"-сонли буйруғи билан маъқулланган фан дастурларини таянч олий таълим муассасаси томонидан тасдиқлашга розилик берилган.

Фан дастури Мирзо Улугбек номидаги Ўзбекистон Миллий университетидан ишлаб чиқилди.

#### Тузувчилар:

- Н.Т.Турабов – ЎзМУ, "Аналитик кимё" кафедраси  
доценти, кимё фанлари номзоди, доцент.
- З.А.Сманова – ЎзМУ, "Аналитик кимё" кафедраси  
мудир, кимё фанлари доктори, профессор.

#### Такрирчилар:

- М.Фатхуллаева – ФармИ, "Анорганик, аналитик, физик ва  
коллоид кимё" кафедраси доценти, кимё фанлари  
номзоди, доцент.
- Т.А.Азизов – ЎзР ФА Умумий ва ноорганик кимё институти,  
физик кимёвий анализ усуллари лабораторияси  
мудир, кимё фанлари доктори, профессор.

Фан дастури Мирзо Улугбек номидаги Ўзбекистон Миллий университети Кенгашида кўриб чиқилган ва тасвир қилинган (2018 йил "13" 08 даги "3"-сонли баённома).

## I. Ўқув фанининг долзарблиги ва олий касбий таълимдаги ўрни

Фан ва техниканинг тараққиёти санъатнинг ривожланиши билан бир каторда экологик муаммоларнинг келиб чиқишига сабаб бўлмоқда. Бу муаммоларни олдини олишда кимёвий анализнинг аҳамияти бекиёсдир. Бу биринчи навбатда “Аналитик кимё” фанининг ривожланиши билан узвий боғлиқдир. Шунинг учун “Аналитик кимё” нинг назарий ва амалий конуниятларини чуқур эгаллашни йўлга қўйиш муҳим аҳамиятга эга.

“Аналитик кимё” фанининг ривожланиши бошқа фанларнинг ривожланишига нисбатан бир неча мартаба жадалроқ бўлиши керак.

## II. Ўқув фанининг мақсади ва вазифаси

Фанни ўқитишдан мақсад - талабаларга аналитик кимёнинг назарий асосларини, асосий тушунчалари ва усулларини, атроф-муҳитдаги ҳар хил объекتلарнинг элементар кимёвий тузилишини, сифат ва миқдорий аниқлашнинг таъминлайдиган методларнинг маълумотларидан фойдаланиб чуқур билим бериш ҳамда уларни амалиётда тadbик этиш қуникмасини ҳосил қилишдан иборат.

Фанни ўқиш давомида талабаларни анализнинг умумий ва назарий асослари, кимёвий, физик-кимёвий ва физикавий методларнинг асосий принциплари билан таништирадилар.

Фан бўйича талабаларнинг билим, қўникма ва малакаларига қуйидаги талаблар қўйилади. **Талаба:**

Аналитик кимё фанини ўрганиш жараёнида бакалавр қуйидагиларни бажара олиши лозим:

- аналитик кимёнинг предмети ва вазифалари тўғрисида;
- реакцияни амалга оширишнинг шарт-шароитлари ва бажариш усуллари;
- намуна олиш ва уни анализга тайёрлаш;
- анализнинг гравиметрик, титриметрик, электрокимёвий ва спектроскопик усуллар *ҳақида тасаввурга эга бўлиши;*
- моддаларнинг сифат ва миқдорий таркибини аниқлашнинг;
- аналитик реакцияларни бажариш усулларини;
- нур ютилиши ва чиқарилишига асосланган анализ усулларини оптик ва электрокимёвий анализ конуниятларини *билиши ва улардан фойдалана олиши;*
- аралашмалар таркибидаги моддаларни сифат ва миқдорий таркибини аниқлаш;
- рН-метрлар, спектофотометрлар, фотоэлектроколориметрлар, алангали фотометрлар, атом-абсорбцион спектрометрлар, полярографлар, амперометрларда ишлаш;
- миқдорий анализнинг гравиметрик, титриметрик, электрокимёвий ва спектроскопик усулларидан фойдаланиш *қўникмаларига эга бўлиши керак.*



### III. Асосий назарий қисм (маъруза машғулоти)

#### 1-мавзу. Аналитик кимё фани, тадқиқот доираси, максоди ва вазифалари

“Аналитик кимё” фани турли мураккаб объектлар (сув, туپроқ, хаво, қотишмалар, геологик, биологик, атроф-муҳит объектлари ва ҳоқ.) анализини амалга оширишни ўрганади.

Фанининг максоди кимёвий анализнинг назарий асослари ва методларини ишлаб чиқиш, атроф-муҳитдаги ҳар хил объектларнинг элементар кимёвий тузилишини, сифат ва миқдорий аниқлашни таъминлайдиган методлар ишлаб чиқиш ва ўргатишдан иборат.

#### 2-мавзу. Кимёвий анализнинг метрологик асослари

Асосий метрологик тушунчалар ва тавсифлар: ўлчаш, ўлчаш усуллари ва асбоблари. Ўлчаш натижаларининг ҳақиқийлигини таъминлайдиган асосий принциплар ва услублар. Анализдаги хатоликлар классификацияси: систематик, тасодифий, қўпол, абсолют ва нисбий хатоликлар. Анализнинг асосий босқичлари. Намунани анализ қилинадиган шаклга ўтказиш, босим ва ҳарорат таъсирида нарчалаш ва ҳоқ.

#### 3-мавзу. Кимёвий мувозанатнинг асосий турлари

*Кимёвий қайтар реакциялар.* Массалар таъсири қонуни. Аналитик кимёда мувозанатнинг асосий турлари: кислота-асосли мувозанат, комплекс ҳосил қилиш, оксидланиш-қайтарилиш, чўктириш. Аналитик ва мувозанат концентрация. Электростатик кучларнинг электролит табиатига ва реакция қобилиятга таъсири. Активлик, активлик коэффициенти. Эритманинг ион кучи. Чекли ва кенгайтирилган Дебай ва Гюккель қонуни. Модданing стандарт ҳолатдаги активлиги. Мувозанат константалари (термодинамик, концентрацион ва шартли) улар орасидаги боғлиқлик.

#### 4-мавзу. Кислота-асосли реакцияларда мувозанат.

Кислота ва асослар ҳақида ҳозирги замон тушунчалари. Бренстед-Лоури назарияси. Асосли ва кислотали константалари. Ҳар хил кўринишдаги протолитик эритмаларда рНни ҳисоблаш. Протолит кучига таъсир этувчи омиллар. Буфер эритмалар ва уларнинг хоссалари. Буфер сизими. Буфер системаларда рН ни ҳисоблаш.

#### 5-мавзу. Комплекс ҳосил қилиш реакцияларида мувозанат.

Аналитик кимёда ишлатиладиган комплексларнинг турлари. Аналитик аҳамиятга эга бўлган комплекс бирикмаларнинг хоссалари: барқарорлик, эрувчанлик, рангдорлик, учувчанлик. Барқарорлик константалари (умумий босқичли). Ҳосил бўлиш функцияси. Комплекс бирикмалар диссоциацияси. Комплекс бирикмалар ва қўш тузлар. Комплекс бирикмалар ва органик реагентларни ҳар хил анализ усулларида ишлатилиш имкониятлари.

#### 6-мавзу. Оксидланиш-қайтарилиш реакциялари.

Электрод потенциалли, Нернст тенгламаси. Стандарт ва формал потенциаллар билан боғлиқлиги. Оксидланиш-қайтарилиш реакцияларининг йўналиши. Оксидланиш-қайтарилиш реакцияларининг механизми. Анализда қўлланиладиган асосий органик ва аорганик оксидловчилар ва



### III. Асосий назарий қисм (маъруза машғулотлари)

#### 1-мавзу. Аналитик кимё фани, тадқиқот доираси, максали ва вазифалари

“Аналитик кимё” фани турли мураккаб объектлар (сув, тупроқ, хаво, котишмалар, геологик, биологик, атроф-муҳит объектлари ва ҳоқ.) аналитикини амалга оширишни ўрганadi.

Фанининг максали кимёвий анализнинг назарий асослари ва методларини ишлаб чиқиш, атроф-муҳитдаги ҳар хил объектларнинг элементар кимёвий тузилишини, сифат ва миқдорий аниқлашни таъминлайдиган методлар ишлаб чиқиш ва ўргатишдан иборат.

#### 2-мавзу. Кимёвий анализнинг метрологик асослари

Асосий метрологик тушунчалар ва тавсифлар: ўлчаш, ўлчаш усуллари ва асбоблари. Ўлчаш натижаларинининг ҳақиқийлигини таъминлайдиган асосий принциплар ва услублар. Анализдаги ҳатоликлар классификацияси: систематик, тасодифий, кўпол, абсолют ва нисбий ҳатоликлар. Анализнинг асосий босқичлари. Намунани анализ қилинадиган шаклга ўтказиш, босим ва ҳарорат таъсирида парчалаш ва ҳоқ.

#### 3-мавзу. Кимёвий мувозанатнинг асосий турлари

*Кимёвий қайтар реакциялар.* Массалар таъсири қонуни. Аналитик кимёда мувозанатнинг асосий турлари: кислота-асосли мувозанат, комплекс ҳосил қилиш, оксидланиш-қайтарилиш, чўктириш. Аналитик ва мувозанат концентрация. Электростатик кучларнинг электролит табиатига ва реакция қобилиятга таъсири. Активлик, активлик коэффициенти. Эритманинг ион қучи. Чеқли ва кенгайтирилган Дебай ва Гюккель қонунилари. Модданинг стандарт ҳолатдаги активлиги. Мувозанат константалари (термодинамик, концентрацион ва шартли) улар орасидаги боғлиқлик.

#### 4-мавзу. Кислота-асосли реакцияларда мувозанат.

Кислота ва асослар ҳақида ҳозирги замон тушунчалари. Бренстед-Лоури назарияси. Асосли ва кислотали константалари. Ҳар хил кўринишдаги протолитик эритмаларда рНни ҳисоблаш. Протолит қучиға таъсир этувчи омиллар. Буфер эритмалар ва уларнинг хоссалари. Буфер сизими. Буфер системаларда рН ни ҳисоблаш.

#### 5-мавзу. Комплеке ҳосил қилиш реакцияларида мувозанат.

Аналитик кимёда ишлатиладиган комплексларнинг турлари. Аналитик аҳамиятта эга бўлган компеке бирикмаларнинг хоссалари: барқарорлик, эрувчанлик, рангдорлик, учувчанлик. Барқарорлик константалари (умумий босқичи). Ҳосил бўлиш функцияси. Комплеке бирикмалар диссоциацияси. Комплеке бирикмалар ва кўш тузлар. Комплеке бирикмалар ва органик реагентларни ҳар хил анализ усулларида ишлатилиш имкониятлари.

#### 6-мавзу. Оксидланиш-қайтарилиш реакциялари.

Электрод потенциали, Нернст тенгламаси. Стандарт ва формал потенциаллар билан боғлиқлиги. Оксидланиш-қайтарилиш реакцияларининг йўналиши. Оксидланиш-қайтарилиш реакцияларининг механизми. Анализда қўлланиладиган асосий органик ва аорганик оксидловчилар ва



кайтарувчилар. Аниқланидиган элементни олдиндан оксидлаш ва кайтарини усуллари.

#### **7-мавзу. Чўктириш реакциялари.**

Эрувчанлик кўпайтмаси ва эрувчанлик. Уларга таъсир этувчи омиллар. Бўлаклаб ва систематик чўктириш.

#### **8-мавзу. Очиш ва идентификациялаш усули.**

Очиш ва идентификациялаш усулларини танилаш ва уларнинг вазифалари. Атомлар, ионлар, молекула ва моддаларни идентификациялаш. Бўлаклаб ва систематик анализ қилиш. Анорганик ва органик моддаларни очиш ва идентификациялашнинг физик усуллари. Микрокристаллоскопик анализ, пирохимёвий анализ. Сифат анализининг хроматографик усуллари. Анализининг ҳўл ва қурук усуллари. Ажратиш ва концентрлашнинг кимёвий, физик-кимёвий ва физикавий усуллари ва концентрлашнинг экстракция ва хроматографик усуллари.

#### **9-мавзу. Миқдорий анализ**

Методнинг моҳияти. Бевоқифа ва билвоқифа аниқлаш усуллари. Гравиметрик анализда ҳатоликлар. Аниқлашнинг умумий схемаси. Тортим, чўкманнинг миқдори ва зритманинг ҳажми. Аморф ва кристалл чўкмалар, йирик кристалларни олиш шароитлари. Гомоген чўктириш, чўкманнинг етилиши. Чўкманнинг ифлосланиш сабаблари. Биргалашиб чўкишнинг синфланиши (адсорбция, окклюзия, изоморфизм). Аналитик тарозилар, уларнинг турлари ва сезгирликлари. Тортиш техникаси. Гравиметрик анализга мисоллар.

#### **10-мавзу. Титриметрик анализ усуллари**

Титриметрик анализ усулларининг синфланиши. Титриметрик анализда ишлатиладиган реакцияларга қўйиладиган талаблар. Кислота-асосли титрлаш. Титрлаш зерилари. Титрлаш сакрамаси ва унга таъсир этувчи омиллар. Титрлашнинг индикатор ҳатоликлари.

Оксидланиш-кайтарилиш реакциялари асосида титрлаш. Титрлаш ҳатоликлари. Амалиётда ишлатилиши. Перманганатометрия. Йодометрия. Бихроматометрия.

Комплексонометрик титрлаш. Комплексонометрик титрлашнинг амалиётда қўлланилиши. Сувнинг каттиклигини аниқлаш.

Чўктириш реакцияси асосида титрлаш. Титрлаш эгрилигини тузиш. Титрлаш аниқлигига адсорбланиш ҳодисасининг таъсири. Титрлаш эгриси тавсифига чўкма эрувчанлиги, концентрация ва ҳароратнинг таъсири. Индикаторлар. Титрлаш ҳатоликлари. Фольгард. Мор. Фаянс усуллари. Титрлашнинг амалиётда ишлатилиши.

#### **11-мавзу. Оптик анализ усуллари**

Электромагнит нурланиш спектри: Унинг тўлкини ва корпускуляр табиати. Электромагнит нурланишнинг характерловчи катталиклар (тўлкин узунлиги, частота, тўлкин сони, энергия).

*Молекуляр спектроскопия* усуллари. Модда томонидан ёруклик нурининг ютилиши. Бугер-Бер –Ламберт қонуни. Оптик зичликларнинг аддитивлик

хоссаи. Ёруғлик ютилишининг моляр коэффициенти, Бугер-Бер –Ламберт қонунидан четланиш ва унинг сабаблари. Фотометрик реакциялар.

Спектрофотометрик усулнинг метрологик характеристикалари. Аниқланадиган концентрациянинг қуйи чегараси. Сизгирлиги. Танлаш (селективлик). Селективликни чеклайдиган омиллар. Спектрал ва физик-кимёвий халакитлар. Спектрофотометрик усулнинг қўлланилиш сохалари.

Оддий фотометрнинг тузилиши, асосий қисмлари ва ишлаш принципи.

#### **12-мавзу. Атом-абсорбцион спектрометрия**

ААС усулининг асослари. Атомларнинг оптик нурларни ютиши. Атом бугининг оптик зичлиги. Электротермик атомизатор, тузилиши ва ишлаш принципи. Электротермик атомизаторнинг устуңлиги ва камчиликлари. Атом-абсорбцион спектрометр. Оптик (спектрал) халакитлар; фон ҳосил қилувчи нурланиш, фон нурланишининг ютилиши. Фоннинг сигнални ажратиш. Миқдорий анализ усуллари; ташқи стандартлар (даражалаш графиги), қўшимча қўшиш.

#### **13-мавзу. Атом-эмиссион спектрометрия**

АЭС усулининг асослари. Атомларнинг асосий ва қўзғалган ҳолатлари. Атомларнинг Большман қонунига қўра сатҳларга тақсимланиши. Энергетик сатҳлар орасидаги ўтишлар ва спектр чизикларнинг ҳосил бўлиши. Танлаш қондалари. Спектр чизикларни характерловчи катталиклар: чизикнинг жойи, интенсивлиги, яримкенглиги. Усулнинг метрологик характеристикалари: сезгирлиги, аниқланадиган концентрация оралиги, натижаларнинг такрорланиши. Қўлланиш сохалари.

#### **14-мавзу. Молекуляр люминесценция**

Люминесценциянинг таърифи, турлари ва бошқа нурланишлардан фарқи. Молекуляр люминесценциянинг асосий характеристикалари. Люминесценция ва люминесценцияни қўзғатиш спектрлари. Люминесценциянинг энергетик ва квант чиқошлари. Люминофорлар. Люминесцент анализнинг спектрофотометрик анализдан устуңлиги ва камчиликлари. Хемилюминесценция ҳодисаси ва унинг анализда ишлатилиши. Молекуляр люминесцент анализда ишлатиладиган асбоблар ва техник воситалар.

#### **15-мавзу. Электрокимёвий анализ усуллари**

Электрокимёвий анализ усулларининг умумий таъсифи ва синфланиши. Электрокимёвий таъжир. Индикаторли электрод ва солиштирма электродлар. Электрокимёвий мувозанат потенциали. Ток ўтаётганда электрокимёвий занжирларда кузатиладиган ҳодисалар: қучланишнинг қаршилиқ таъсирида пасайиши, концентрацион ва кинетик қутбланишлар. Электрокимёвий анализ усулларининг сезгирлиги ва таъланувчанлиги.

#### **16-мавзу. Электрогравиметрик анализ**

Методнинг қўлланилиш сохалари, қудайлиги ва камчиликлари. Доимий электрод потенциали ва доимий ток қучида элементнинг ажралаши. Ички электролиз методи, уни микроэлементларни концентрлаш ва аниқлашда қўлланилиши. Иччи электроднинг доимий потенциали ва доимий ток қучида симоб ва қаттиқ электродларни қўллаш орқали элементларни ажратиш.



Электродитик ажратишда, комплекс ҳосил бўлишдан фойдаланиш. Ута соф материаллар анализда симоб катодидан фойдаланиш.

#### **17-мавзу. Бевосита потенциометрия**

Потенциални ўлчаш. Нернст тенгламаси. Қайтар ва қайтмас оксидланиш-қайтарилиш системалари. Индикаторли электродлар. Ионометрия, ион селектив электродлар, синфланиши. Ионометриянинг амалиётда ишлатилиши. Потенциометрик титрлашда ишлатиладиган реакция турлари. Кислота ва ишқорлар миқдорини аниқлаш. Кислоталар аралашмасини, кўп асосли кислота ва асослар аралашмасини миқдорий анализ юлиш.

#### **18-мавзу. Кулонометрия**

Кулонометриянинг назарий асослари. Фаралей қонунлари. Электр миқдорини аниқлаш усуллари. Бевосита ва билвосита кулонометрик анализ (кулонометрик титрлаш). Кулонометрик титрантни ички ва ташқи генерациялаш. Кулонометрик титрлашнинг бошқа титриметрик усулларга нисбатан афзалликлари ва камчиликлари. Кулонометрик титрлашнинг амалиётда қўлланилиши.

#### **19-мавзу. Кондуктометрия**

Бевосита ва билвосита кондуктометрик усуллар. Паст ва юқори частотали кондуктометрия. Кондуктометрик бўғин (ячейка) ва ишлатиладиган электродлар. Кондуктометрик титрлаш эгри чизиклари ва ударга таъсир этувчи омиллар. Кондуктометрик усулларнинг амалиётда қўлланилиши.

#### **20-мавзу. Вольтамперметрия**

Вольтамперметрик усулларнинг синфланиши. Индикаторли электрод ва солициформа электродлар. Симоб электродининг афзалликлари ва камчиликлари. Вольтамперметрия эрилиги (полярограмма)ни олиш ва тавсифлаш. Илькович тенгламаси. Полярографик тўлқин учун Илькович-Гейровский тенгламаси. Ярим тўлқин потенциали ва унга таъсир этувчи омиллар. Полярографик сифат ва миқдорий анализ. Вольтамперметрик анализ усулларининг такомиллаштирилган хиллари.

#### **21-мавзу. Амперометрия**

Амперометрик титрлаш, усулнинг моҳияти. Индикаторли электродлар. Индикаторли электрод потенциалини таңлаш. Бир ва икки индикаторли кутбланган электродлар ёрдамида амперометрик титрлашлар, титрлаш эриқларининг кўринишлари.

#### **22-мавзу. Хроматографик анализ усуллари**

Хроматографиянинг моҳияти. Ҳаракатли ва ҳаракатсиз фазалар ҳақида тушунча. Ҳаракатли ва ҳаракатсиз фазалар агрегат ҳолати, ажратилиш механизми ва ишлаш механизмига кўра хроматографик усулларнинг классификацияси. Хроматографик анализни мақбуллаштириш. Хроматографик сифат ва миқдор анализ усуллари.

#### **23-мавзу. Активацион анализ**

Активацион анализнинг физикавий асослари. Иссиқ нейтронларда ўтказиладиган нейтрон активацион анализ. Турғун элементларни

## V. Лабораторни машғулотлар бўйича кўрсатма ва тавсиялар

Лаборатория ишларининг тавсия этиладиган мавзулари:

1. Лабораторияда ишлашнинг умумий қондалари.Хавфсизлик техникаси. қимёвий идишлар, уларни ишга тайёрлаш.
2. I гуруҳ катионлари ( $K^+$ ,  $Na^+$ ,  $NH_4^+$ ) нинг аналитик реакциялари.
3. II гуруҳ катионлари ( $Ag^+$ ,  $Pb^{2+}$ ,  $Hg_2^{2+}$ ) нинг аналитик реакциялари.
4. III гуруҳ катионлари ( $Ba^{2+}$ ,  $Sr^{2+}$ ,  $Ca^{2+}$ ) нинг аналитик реакциялари.
5. I, II, III гуруҳ катионлари аралашмаси анализи.
6. IV гуруҳ катионлари ( $Al^{3+}$ ,  $Cr^{3+5+}$ ,  $Zn^{2+}$ ,  $Sn^{2+4+}$ ) нинг аналитик реакциялари.
7. V гуруҳ катионлари ( $Fe^{2+}$ ,  $Fe^{3+}$ ,  $Mn^{2+}$ ,  $Bi^{3+}$ ,  $Mg^{2+}$ ,  $Sb^{3+5+}$ ) нинг аналитик реакциялари.
8. VI гуруҳ катионлари ( $Cu^{2+}$ ,  $Ni^{2+}$ ,  $Co^{2+}$ ,  $Cd^{2+}$ ,  $Hg_2^{2+}$ ) нинг аналитик реакциялари.
9. IV, V, VI гуруҳ катионлари аралашмаси анализи.
10. I гуруҳ анионлари ( $SO_4^{2-}$ ,  $SO_3^{2-}$ ,  $S_2O_3^{2-}$ ,  $CO_3^{2-}$ ,  $HPO_4^{2-}$ ,  $B_4O_7^{2-}$ ,  $SiO_3^{2-}$ ) нинг хусусий реакциялари.
11. Иккинчи ( $Cl^-$ ,  $Br^-$ ,  $I^-$ ) ва учинчи ( $NO_3^-$ ,  $NO_2^-$ ,  $CH_3COO^-$ ) гуруҳ анионларининг аналитик реакциялари.
12. I, II, III гуруҳ анионлари аралашмалари анализи.
13. Қурук тузлар аралашмаси анализи.
14. Гравиметрия. Идишларни олиш ва уларни ишга тайёрлаш. Тигелларни доимий массага келтириш. Техник ва аналитик тарозилар билан ишлашни ўрганиш.
15. Эритмадаги сульфат ионлари миқдорини аниклаш.
16. Назорат иш №1 нинг давоми. Чўкмаларни филтрлаш, ювиш ва газ горелкасида куйдириш ватигелларни доимий массага келтириш.
17. Тигелни туз билан доимий массага келтириш ва анализни ҳисоблаш.
18. Идишларни олиш ва уларни ишга тайёрлаш. Пипетка ва бюретка билан ишлаш техникасини ўрганиш.
19. 250 мл ли ўлчов колбасининг снғимини текшириш. Тахминий 0,1 н 500мл NaOH эритмасини тайёрлаш.
20. Оксалат кислотанинг 0,1н стандарт эритмасини тайёрлаш ва унинг ёрдамида 0,1н NaOH эритмасини стандартлаш. Назорат иши №2. Эритмадаги кислота миқдорини аниклаш.
21. Аммоний тузлари таркибдаги аммиак миқдорини аниклаш.
22. Хлорид кислотанинг тахминий 0,1н 500мл эритмасини ва буранинг 0,1н стандарт эритмасини тайёрлаш. Хлорид кислотани буранинг стандарт эритмаси билан стандартлаш.
23. Техник натрий гидроксиддаги сода миқдорини аниклаш.
24. Оксидланиш-кайтарилиш методи ёрдамида титрлаш. Ишлатиладиган индикаторлар, титрлаш эгрилари.
25. Оксидиметрия 0,05н  $KMnO_4$  эритмасини тайёрлаш ва унинг аниқ нормаллигини оксалат кислотанинг стандарт эритмаси билан аниклаш.
26. Эритмадаги темир (III) ионлари миқдорини аниклаш.



## V. Лаборатория машғулотлар бўйича кўрсатма ва тавсиялар

Лаборатория ишларининг тавсия этиладиган мавзулари:

1. Лабораторияда ишлашнинг умумий қоидалари.Хавфсизлик техникаси. кимёвий идишлар, уларни ишга тайёрлаш.
2. I гуруҳ катионлари ( $K^+$ ,  $Na^+$ ,  $NH_4^+$ ) нинг аналитик реакциялари.
3. II гуруҳ катионлари ( $Ag^+$ ,  $Pb^{2+}$ ,  $Hg_2^{2+}$ ) нинг аналитик реакциялари.
4. III гуруҳ катионлари ( $Ba^{2+}$ ,  $Sr^{2+}$ ,  $Ca^{2+}$ ) нинг аналитик реакциялари.
5. I, II, III гуруҳ катионлари аралашмаси анализи.
6. IV гуруҳ катионлари ( $Al^{3+}$ ,  $Cr^{3+5+}$ ,  $Zn^{2+}$ ,  $Sn^{2+4+}$ ) нинг аналитик реакциялари.
7. V гуруҳ катионлари ( $Fe^{2+}$ ,  $Fe^{3+}$ ,  $Mn^{2+}$ ,  $Bi^{3+}$ ,  $Mg^{2+}$ ,  $Sb^{3+5+}$ ) нинг аналитик реакциялари.
8. VI гуруҳ катионлари ( $Cu^{2+}$ ,  $Ni^{2+}$ ,  $Co^{2+}$ ,  $Cd^{2+}$ ,  $Hg_2^{2+}$ ) нинг аналитик реакциялари.
9. IV, V, VI гуруҳ катионлари аралашмаси анализи.
10. I гуруҳ анионлари ( $SO_4^{2-}$ ,  $SO_3^{2-}$ ,  $S_2O_3^{2-}$ ,  $CO_3^{2-}$ ,  $HPO_4^{2-}$ ,  $B_4O_7^{2-}$ ,  $SiO_3^{2-}$ ) нинг хусусий реакциялари.
11. Иккинчи ( $Cl^-$ ,  $Br^-$ ,  $I^-$ ) ва учинчи ( $NO_3^-$ ,  $NO_2^-$ ,  $CH_3COO^-$ ) гуруҳ анионларининг аналитик реакциялари.
12. I, II, III гуруҳ анионлари аралашмалари анализи.
13. Қуруқ тузлар аралашмаси анализи.
14. Гравиметрия. Идишларни олиш ва уларни ишга тайёрлаш. Тигелларни доимий массага келтириш. Техник ва аналитик тарозилар билан ишлашни ўрганиш.
15. Эритмадаги сульфат ионлари миқдорини аниқлаш.
16. Назорат иши №1 нинг давоми. Чўкмаларни филтрлаш, ювиш ва газ горелкасида куйдириш ватигелларни доимий массага келтириш.
17. Тигелни туз билан доимий массага келтириш ва анализни ҳисоблаш.
18. Идишларни олиш ва уларни ишга тайёрлаш. Пипетка ва бюретка билан ишлаш техникасини ўрганиш.
19. 250 мл ли ўлчов колбасининг сизгимини текшириш. Тахминий 0,1 н 500мл NaOH эритмасини тайёрлаш.
20. Оксалат кислотанинг 0,1н стандарт эритмасини тайёрлаш ва унинг ёрдамида 0,1н NaOH эритмасини стандартлаш. Назорат иши №2. Эритмадаги кислота миқдорини аниқлаш.
21. Аммоний тузлари таркибидаги аммиак миқдорини аниқлаш.
22. Хлорид кислотанинг тахминий 0,1н 500мл эритмасини ва буранинг 0,1н стандарт эритмасини тайёрлаш. Хлорид кислотани буранинг стандарт эритмаси билан стандартлаш.
23. Техник натрий гидроксиддаги сода миқдорини аниқлаш.
24. Оксидланиш-кайтарилиш методи ёрдамида титрлаш. Ишлатиладиган индикаторлар, титрлаш эгрлари.
25. Оксидиметрия 0,05н  $KMnO_4$  эритмасини тайёрлаш ва унинг аниқ нормаллигини оксалат кислотанинг стандарт эритмаси билан аниқлаш.
26. Эритмадаги темир (III) ионлари миқдорини аниқлаш.

27. Иодометрия. Натрий тiosульфатнинг 0,05н эритмасини тайёрлаш ва уни калий бихроматнинг стандарт эритмаси билан стандартлаш.
  28. Комплексометрия ЭДТА нинг 0,05н эритмасини тайёрлаш ва рухнинг стандарт эритмаси билан стандартлаш.
  29. Эритмадаги металл ионлари миқдорини комплексометрик аниклаш.
  30. Чўктириш методи ёрдамида титрлаш. 0,05н симоб (I) нитрат эритмасини тайёрлаш ва уни калий хлориднинг стандарт эритмаси билан стандартлаш. Эритмадаги хлор ионлари миқдорини аниклаш.
  31. Ионометрия. Катсион ёки анионларни ион-селектив электродлар ёрдамида аниклаш ионини аниклаш.
  32. Потенциометрия. Кучли ёки кучсиз кислоталарни ва ишкорлар миқдорини аниклаш.
  33. Оксидиметрик (йодни) ёки комплексометрик ( $Fe^{3+}$  ионини) потенциометрик титрлаш.
  34. Кулонометрия. Кислота ёки ишкорларни кулонометрик титрлаб аниклаш.
  35. Кондуктометрия. Сирка кислотани бевосита кондуктометрик аниклаш. Сульфат кислотани юкори частотали ёки ишкорларни паст частотали кондуктометрик титрлаб аниклаш.
  36. Амперометрик анализ. Калий бихромат миқдорини аниклаш.
  37. Полярографик анализ методи. Аралашмадаги металлларни сифат ва миқдорий аниклаш.
  38. Фотометрик анализ методлари. Эритмадаги темир ёки никель (III) ионлари миқдорини аниклаш.
  39. Алангали фотометрия. Ишкорий металллар миқдорини алангали фотометрия методи ёрдамида аниклаш.
  40. Люминесцент титрлаш методи. Кучли кислота миқдорини аниклаш.
  41. Эритмадаги темирнинг миқдорини спектрофотометрик усул билан аниклаш.
  42. OPTIZEN III спектрофотометрида органик модданинг УБ спектрини олиш. Спектр полосасининг асосий катталикларини аниклаш.
  43. Стилоскоп ёрдамида сифат ва яриммиқдор анализлари ўтказиш.
  44. Эмиссион спектр ёрдамида руданинг таркибини аниклаш.
  45. Фотометрик титрлаш.
  46. Анилинни йодлаш реакциясининг тезлик доимийсини топиш.
- Изоҳ:* Лаборатория иши учун ажратиладиган соатлар ўқув режадаги соатга мослаштирилади. Ушбу келтирилган лаборатория машғулотларидан 20 таси бажарилиши шарт.

## VI. Фан бўйича курс иши (лойихаси)

Курс иши фан маъзуларига тааллуқли масалалар юзасидан талабаларга яқка тартибда тегишли топширик шаклида берилди. Курс ишининг хажми, расмийлаштириш шакли, баҳолаш мезонлари ишчи фан дастурида ва тегишли кафедра томонидан белгиланади. Курс ишини бажариш талабаларда фанга оид билим, қуниқма ва малакаларни шакллантиришга



11. Атом-флуоресцент анализ методи
12. Ион алмашиниш хроматографияси
13. Углерод-13 ядросининг спектроскопияси.
14. Юпка кават хроматографияси.
15. Дифференциал спектрофотометрик анализ
16. Эксклюзион хроматография.
17. Ион-алмашиниш хроматографияси.
18. Аналитик кимёда органик реагентларнинг қўлланилиши
19. Икки ўлчамли корреляцион ЯМР спектроскопия. COSY спектрлари. Икки ўлчамли COSY спектрининг кўриниши.
20. Пулат таркибидаги мис ва кадмийни полярографик аниклаш
21. Сувоқлик хроматографияси
22. Адсорбцион сувоқлик хроматографияси.
23. Бронза таркибидаги миснинг микдорини аниклаш
24. Хлорид ва сирка кислотаси аралашмасини потенциометрик аниклаш.
25. Нитрит кислотасини потенциометрик аниклаш
26. Ароматик углеводородлар ва гетероароматик бирикмаларнинг ИҚ спектрлари. Карбонил тутган бирикмаларнинг ИҚ спектрларининг аналитик таҳлили.
27. Эритмадаги темир (II)ни бихроматометрик аниклаш.
28. Алканлар, алкенлар ва алкинларнинг ИҚ спектрларидаги характеристик полосалар.
29. Пулат таркибидаги никель микдорини фотометрик аниклаш.
30. Сульфат ва нитрит кислота аралашмасини потенциометрик аниклаш.
31. Ядро магнит резонанси спектроскопияси
32. Мор тузи таркибидаги темирни амперометрик аниклаш.
33. ПМР спектроскопияни органик кимёда қўллаш: Бир ўлчамли ЯМР спектрларининг асосий характеристикалари.
34. Доломит таркибидаги кальций ва магний микдорини титриметрик аниклаш.
35. Никель ва қумуш аралашмасидаги қумуш микдорини чўктириш методи ёрдамида аниклаш

Мустақил ўзлаштирилган мавзулар бўйича талабалар томонидан рефератлар тайёрлаш ва уни тақдимот қилиш тавсия этилади.

11. Атом-флуоресцент анализ методи
12. Ион алмашиниш хроматографияси
13. Углерод-13 ядросининг спектроскопияси.
14. Юпка кават хроматографияси.
15. Дифференциал спектрофотометрик анализ
16. Эксклюзион хроматография.
17. Ион-алмашиниш хроматографияси.
18. Аналитик кимёда органик реагентларнинг қўлланилиши
19. Икки ўлчамли корреляцион ЯМР спектроскопия. COSY спектрлари. Икки ўлчамли COSY спектрининг кўриниши.
20. Пулат таркибидаги мис ва кадмийни полярографик аниклаш
21. Суяқлик хроматографияси
22. Адсорбцион суяқлик хроматографияси.
23. Бронза таркибидаги миснинг миқдорини аниклаш
24. Хлорид ва сирка кислотаси аралашмасини потенциометрик аниклаш.
25. Нитрит кислотани потенциометрик аниклаш
26. Ароматик углеводородлар ва гетероароматик бирикмаларнинг ИҚ спектрлари. Карбонил тутган бирикмаларнинг ИҚ спектрларининг аналитик таҳлили.
27. Эритмадаги темир (II)ни бихроматометрик аниклаш.
28. Алканлар, алкенлар ва алкинларнинг ИҚ спектрларидаги характеристик полосалар.
29. Пулат таркибидаги никель миқдорини фотометрик аниклаш.
30. Сульфат ва нитрит кислота аралашмасини потенциометрик аниклаш.
31. Ядро магнит резонанси спектроскопияси
32. Мор тузи таркибидаги темирни амперометрик аниклаш.
33. ПМР спектроскопияни органик кимёда қўллаш: Бир ўлчамли ЯМР спектрларининг асосий характеристикалари.
34. Доломит таркибидаги кальций ва магний миқдорини титриметрик аниклаш.
35. Никель ва кумуш аралашмасидаги кумуш миқдорини чуқтириш методи ёрдамида аниклаш

Мустақил ўзлаштирилган мавзулар бўйича талабалар томонидан рефератлар тайёрлаш ва уни тақдимот қилиш тавсия этилади.



## VIII. Asosiy va qo'shimcha uquv adabiyotlari hamda axborot manbaalari

### Asosiy adabiyotlar

1. Кристьян Г., М. Бином// Аналитическая химия, том 1, 2009. 623 с.
2. Кристьян Г., М. Бином// Аналитическая химия, том 2, 2009. 504 с.
3. Donald Skoog, M. West. Fundamentals of Analytical Chemistry Brouks.Cole. Cengage, 2014.
4. Fayzullaev O. Analitik kimyo. Toshkent, «Yangi asr avlodlari», 2006, 488 b.

### Qo'shimcha adabiyotlar

5. Мирзиёв Ш.М. Танқидий таҳлил, қатъий тартиб-интизом ва шахсий жавобгарлик - ҳар бир раҳбар фаолиятининг қуддатлик қондаси бўлиши керак. Ўзбекистон Республикаси Вазирлар Мадмасининг 2016 йил якунлари ва 2017 йил истиқболларига бағишланган мажлисидаги Ўзбекистон Республикаси Президентининг нутқи. // Халқ сузи газетаси, 2017 йил 16 январь, №11.
6. Васильев В.П. Аналитик кимё. 1-кўсм. Тошкент: Ўзбекистон, 1999, 337б.
7. Золотов Ю.А., Дорохова Е.Н., Фадеева В.И. и др. Основы аналитической химии: Учеб.пособ. М.: Высшая школа, В 2 кн. Кн.2. М.: Высшая школа, 2004, 496 с.
8. Васильев В.П. Аналитическая химия. М.: Высшая школа, 1989, В 2 кн.
9. Пилипенко А.Т., Пятницкий И.В. Аналитическая химия. В 2 т. М.: Химия 1990
10. Васильев В.П. Аналитическая химия. М.: «Дрофа», 2004 В 2-х кн.
11. Коренман Я.И. Практикум по аналитической химии. М.: 2005, «Колос» Кн.1.
12. Коренман Я.И. Титриметрические методы анализа. М.: 2005, «Колос» Кн.2.
13. Под ред. Золотова Ю.А. Основы аналитической химии, Книга 1. Общие вопросы. Методы разделения. М.: Высш. шк. 2000. 351 с.
14. Яков Э.Ю. Теоретические основы аналитической химии: Учебное пособие. М.: Высшая школа. 1987, 261 с.
15. Алексеев В.Н. Курс качественного химического полумикроанализа. М.: Химия, 1973, 584 с.
16. Fayzullaev O. Turabov N., Ro'ziev E., Quvatov A., Muhamadiev N. Analitik kimyo. Laboratoriya mashg'ulotlari. Toshkent, «Yangi asr avlodlari», 2006, 448 b.
17. Ф.Гельм. Основы тонкослойной хроматографии, том 1, 2006, 400 с.
18. Под ред. Золотова Ю.А. Основы аналитической химии, Книга 2. Методы химического анализа. М.: Высш. шк. 2004. 503 с.
19. Бончев П.Р. Введение в аналитическую химию. Л.: Химия, 1978, 496 с.

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

**NAMANGAN DAVLAT UNIVERSITETI**



**ANALITIK KIMYO  
FANINING**

**ISHCHI O‘QUV DASTURI**

*2-kurs, kechki ta‘lim shakli uchun*

**Bilim sohasi: 500000-Tabiiy fanlar, matematika va statistika**  
**Ta‘lim sohasi: 530000-Fizika va tabiiy fanlar**  
**Ta‘lim yo‘nalishi: 60530100-Kimyo (turlari bo‘yicha)**

*Namangan – 2023*



<b>Fan/Modul kodi</b> AK1520	<b>O'quv yili</b> 2023/2024	<b>Semestr</b> 3-4	<b>ECTS-Kreditlar</b> 6+4=10	
<b>Fan/Modul turi</b> Majburiy	<b>Ta'lim tili</b> O'zbek		<b>Xaftadagi dars soatlari</b> 3-semestr – 6 soat 4-semestr – 4 soat	
<b>1</b>	<b>Fanning nomi</b>	<b>Auditoriya mashg'ulotlari (soat)</b>	<b>Mustaqil ta'lim (soat)</b>	<b>Jami yuklama (soat)</b>
	<b>Analitik kimyo</b>	240	360	600

### I. Fanning mazmuni

**Fanni o'qitishdan maqsad** - Fanni o'qitishdan maqsad-Talabalarga analitik kimyo fanining nazariy asoslarini, asosiy tushunchalari va usullarini, atrof-muhitdagi har xil obyektlarning elementar kimyoviy tuzulishini, sifat miqdoriy aniqlanishni taminlaydigan metodlarning ma'lumotlaridan foydalanib chuqur bilim berish hamda ularni amaliyotga tadbiiq etish ko'nikmasini hosil qilishdan iborat.

**Fanning vazifasi** - analitik kimyoning predmeti va vazifalari, reaksiyani amalga oshirishning shart-sharoitlari va bajarish usullari, namuna olish va uni analizga tayyorlash, analizning gravimetrik, titrimetrik, elektrokimyoviy va spektroskopik usullari, moddalarning sifat va miqdoriy tarkibini aniqlashni, analitik reaksiyalarni bajarish usullari, nur yutilishi va chiqarilishiga asoslangan analiz usullarini optik va elektrkimyoviy analiz qonuniyatlari, aralashmalar tarkibidagi moddalarni sifat va miqdoriy tarkibini aniqlash, pH-metrlar, spektrofotometrilar, fotoelektrmetrlar, alanga fotometrilar, atom-absorbsion spektrometrlar, polyarograflar va amperometrlarda ishlash, miqdoriy analizning gravimetrik, titrimetrik, elektrokimyoviy va spektroskopik usullari va boshqalar bo'yicha bilim berish, amaliy ko'nikma va malaka xosil qilish.

## II. ASOSIY NAZARIY QISM(MA'RUZA MASHG'ULOTLARI)

### II.I. Fan tarkibiga quyidagi mavzular kiradi:

#### 1-mavzu. Analitik kimyo fani, tadqiqot doirasi, maqsadi va vazifalari.

“Analitik kimyo” fani turli murakkab ob'ektlar (suv, tuproq, xavo, qotishmalar, geologik, biologik, atrof-muhit ob'ektlari va xok.) analizini amalga oshirishni o'rganadi. Fanning maqsadi kimyoviy analizning nazariy asoslari va metodlarini ishlab chiqish, atrof-muhitdagi har xil ob'ektlarning elementar kimyoviy tuzilishini, sifat va miqdoriy aniqlashni ta'minlaydigan metodlar ishlab chiqish va o'rgatishdan iborat.

#### 2-mavzu. Kimyoviy analizning metrologik asoslari.

O'lchash, o'lchash usullari va asboblari. O'lchash natijalariniing xaqiqiyiligini ta'minlaydigan asosiy prinsiplar va uslublar. Analizdagi xatoliklar klassifikatsiyasi: sistematik, tasodifiy, qo'pol, absolyut va nisbiy xatoliklar. Analizning asosiy bosqichlari. Namunani analiz qilinadigan shaklga o'tkazish, bosim va xarorat ta'sirida parchalash va xok.

### **3-mavzu. Kimyoviy muvozanatning asosiy turlari.**

Kimyoviy qaytar reaksiyalar. Massalar ta'siri qonuni. Analitik kimyoda muvozanatning asosiy turlari: kislota-asosli muvozanat, kompleks hosil qilish, oksidlanish-qaytarilish, cho'ktirish. Analitik va muvozanat kontsentratsiya. Elektrostatik kuchlarning elektrolit tabiatiga va reaksiyon qobiliyatga ta'siri, aktivlik koeffitsienta. Eritmaning ion kuchi. Chekli va kengaytirilgan Debay va Gyukkel qonunlari. Moddaning standart xolatdagi aktivligi. Muvozanat konstantalari (termodinamik, kontsentratsion va shartli) ular orasidagi bog'liqlik.

### **4-mavzu. Kislota-asosli reaksiyalarda muvozanat.**

Kislota va asoslar haqida hozirgi zamon tushunchalari. Brensted-Louri nazariyasi. Asosli va kislotali konstantalari. Har xil ko'rinishdagi protolitik eritmalarda pHni hisoblash. Protolitik kuchiga ta'sir etuvchi omillar. Bufer eritmalar va ularning xossalari. Bufer sigimi. Bufer sistemalarda pH ni hisoblash.

### **5-mavzu. Kompleks hosil qilish reaksiyalarida muvozanat.**

Analitik kimyoda ishlatiladigan komplekslarning turlari. Analitik ahamiyatga ega bo'lgan kompleks birikmalarning xossalari: barqarorlik, eruvchanlik, rangdorlik, uchuvchanlik. Barqarorlik konstantalari (umumiy bosqichli). Hosil bo'lish funksiyasi. Kompleks birikmalar dissotsiatsiyasi. Kompleks birikmalar va ko'sh tuzlar. Kompleks birikmalar va organik reagentlarni har xil analiz usullarida ishlatilish imkoniyatlari

### **6-mavzu. Oksidlanish-qaytarilish reaksiyalari.**

Elektrod potentsiapi, Nernst tenglamasi. Standart va formal potentsiallar bilan bog'liqligi. Oksidlanish-qaytarilish reaksiyalarining yo'napishi. Oksidlanish-qaytarilish reaksiyalarining mexanizmi. Analizda qo'llaniladigan asosiy organik va anorganik oksidlovchilar va qaytaruvchilar. Aniqlanadigan elementni oldindan oksidlash va qaytarish usullari.

### **7-mavzu. Cho'ktirish reaksiyalari.**

Eruvchanlik ko'paytmasi va eruvchanlik. Ularga ta'sir etuvchi omillar. Bo'laklab va sistematik cho'ktirish

### **8-mavzu. Miqdoriy analiz.**

Miqdoriy analiz. Metodning mohiyati. Bevosita va bilvosita aniqlash usullari. Gravimetrik analizda xatoliklar. Aniqlashning umumiy sxemasi. Tortim, cho'kmaning miqdori va eritmaning hajmi. Amorf va kristall cho'kmalar, yirik

kristaplarni olish sharoitlari. Gomogen cho'ktirish, cho'kmaning etilishi. Cho'kmaning ifloslanish sabablari. Birgalashib cho'kishning sinflanishi (adsorbtsiya, okklyuziya, izomorfizm). Analitik tarozilar, ularning turlari va sezgirliklari. Tortish texnikasi. Gravimetrik analizga misollar.

### **9-mavzu. Titrimetrik analiz usullari.**

Titrimetrik analiz usullarining sinflanishi. Titrimetrik analizda ishlatiladigan reaksiyalarga qo'yiladigan talablar. Kislota-asosli titrlash. Titrlash egrilari. Titrlash sakramasi va unga ta'sir etuvchi omillar. Titrlashning indikator xatoliklari. Oksidlanish-qaytarilish reaksiyalari asosida titrlash. Titrlash xatoliklari. Amaliyotda ishlatilishi. Permanganometriya. Iodometriya. Bixromometriya. Kompleksonometrik titrlash. Komponometrik titrlashning amaliyotda qo'llanilishi. Suvning qattiqligini aniqlash. Cho'ktirish reaksiyasi asosida titrlash. Titrlash egriligini tuzish. Titrlash aniqdiligiga adsorbilanish xodisasining ta'siri. Titrlash egrisi tavsifiga cho'kma eruvchanligi, konsentratsiya va haroratning ta'siri. Indikatorlar. Titrlash xatoliklari. Indikatorlar. Titrlash xatoliklari. Folgard, Mor, Fayans usullari. Cho'ktirish reaksiyasi asosida titrlashning amaliyotda ishlatilishi.

### **10-mavzu. Optik analiz usullari.**

Elektromagnit nurlanish spektri: Uning to'liq va korpuskulyar tabiati. Elektromagnit nurlanishni xarakterlovchi kattaliklar (to'liq uzunlik, chastota, to'liq soni, energiya). Molekulyar spektroskopiya usullari. Modda tomonidan yorug'lik nurining yutilishi. Buger-Ber -Lambert qonuni. Optik zichliklarning additivlik xossasi. Yorug'lik yutilishining molyar koeffitsienta. Buger-Ber -Lambert qonunidan chetlanish va uning sabablari. Fotometrik reaksiyalar. Spektrofotometrik usulning metrologik xarakteristikalar. Aniqlanadigan konsentratsiyaning quyi chegarasi. Sezgirliigi. Tanlash (sektivlik). Sektivlikni cheklaydigan omillar. Spektral va fizik-kimyoviy xalaqitlar. Spektrofotometrik usulning qo'llanilish soxalari. Oddiy fotometrning tuzilishi, asosiy qismlari va ishlash printsipi.

### **11-mavzu. Atom-absorbtsion spektrometriya.**

Atom-absorbtsion spektrometriya usulining asoslari. Atomlarning optik nurlarni yutishi. Atom bug'ining optik zichligi. Elektrotermik atomizator, tuzilishi va ishlash printsipi. Elektrotermik atomizatorning ustunligi va kamchiliklari. Atom-absorbtsion spektrometr. Optik (spektral) halaqitlar; fon hosil qiluvchi nurlanish, fon nurlanishining yutilishi. Fonning signalini ajratish. Miqdoriy analiz usullari; tashqi standartlar (darajapash grafigi), qo'shimcha ko'shish.

### **12-mavzu. Atom-emission spektrometriya.**

Atom-emission spektrometriya usulining asoslari. Atomlarning asosiy va qo'zg'algan xolatlari. Atomlarning Boltsman qonuniga ko'ra sathlarga taqsimlanishi. Energetik sathlar orasidagi o'tishlar va spektr chiziqlarning hosil bo'lishi. Tanlash qoidalari. Spektr chiziqlarni xarakterlovchi kattaliklar: chiziqning joyi, intensivligi, yarimkengligi. Usulning metrologik xarakteristikalar: sezgirliigi, aniqlanadigan konsentratsiya oraligi, natijalarning takrorlanishi. Qo'llanilish sohalari.

### **13-mavzu. Molekulyar lyuminestsentsiya.**

Lyuminestsentsiyaning ta'rifi, turlari va boshqa nurlanishlardan farqi. Molekulyar lyuminestsentsiyaning asosiy xarakteristikalari. Lyuminestsentsiya va lyuminestsentsiyaning qo'zgatish spektrlari. Lyuminestsentsiyaning energetik va kvant chiqishlari. Lyuminoformalar. Lyuminestsent analizning spektrofotometrik analizdan ustunligi va kamchiliklari. Xemilyuminestsentsiya xodisasi va uning analizda ishlatilishi. Molekulyar lyuminestsent analizda ishlatiladigan asboblari va texnik vositalari.

### **14-mavzu. Elektrokimyoviy analiz usullari.**

Elektrokimyoviy analiz usullarining umumiy tavsifi va sinflanishi. Elektrokimyoviy zanjir. Indikatorli elektrod va solishtirma elektrodlar. Elektrokimyoviy muvozanat potentsiali. Tok o'tayotganda elektrokimyoviy zanjirlarda kuzatiladigan xodisalar: kuchlanishning qarshilik ta'sirida pasayishi, konsentratsion va kinetik qutblanishlar. Elektrokimyoviy analiz usullarining sezgirligi va tanlanuvchanligi.

### **15-mavzu. Elektrogravimetrik analiz.**

Elektrogravimetrik analiz. Metodning qo'llanilish soxalari, qulayligi va kamchiliklari. Doimiy elektrod potentsiali va doimiy tok kuchida elementning ajralishi. Ichki elektroliz metodi, uni mikroelementlarni konsentrlash va aniqlashda qo'llanilishi. Ishchi elektrodning doimiy potentsiali va doimiy tok kuchida simob va qattik elektrodni qo'llash orkali elementlarni ajratish. Elektrolitik ajratishda, kompleks hosil bo'lishdan foydalanish. O'ta sof materiallar analizida simob katodidan foydalanish.

### **16-mavzu. Bevosita potentsiometriya.**

potentsiometriya. Potentsialni o'lchash. Nernst tenglamasi. Qaytar va qaytmas oksidlanish-qaytarilish sistemalari. Indikatorli elektrodlar. Ionometriya, ion selektiv elektrodlar, sinflanishi. Ionometriyaning amaliyotda ishlatilishi. Potentsiometrik titrlashda ishlatiladigan reaksiya turlari. Kislota va ishqorlar miqdorini aniqlash. Kislotalar aralashmasini, ko'p asosli kislota va asoslar aralashmasini miqdoriy analiz qilish.

### **17-mavzu. Kulonometriya.**

Kulonometriyaning nazariy asoslari. Faradey qonunlari. Elektr miqdorini aniqlash usullari. Bevosita va bilvosita kulonometrik analiz (kulonometrik titrlash). Kulonometrik titrantni ichki va tashqi generatsiyalash. Kulonometrik titrlashning boshqa titrimetrik usullarga nisbatan afzalliklari va kamchiliklari. Kulonometrik titrlashning amaliyotda qo'llanilishi.

### **18-mavzu. Konduktometriya.**

Bevosita va bilvosita konduktometrik usullar. Past va yuqori chastotali konduktometriya. Konduktometrik bo'g'in (yacheyka) va ishlatiladigan elektrodlar. Konduktometrik titrlash egri chiziqdari va ularga ta'sir etuvchi omillar.

Konduktometrik usullarning amaliyotda qo'llanilishi.

### **19-mavzu. Voltampermetriya.**

Indikatorli elektrod va solishtirma elektrodlar. Simob elektrodining afzalliklari va kamchiliklari. Voltampermetriya egriligi (polyarogramma)ni olish va tavsiflash. Ilkovich tenglamasi. Polyarografik to'lqin uchun Ilkovich - Geyrovskiy tenglamasi. Yarim to'lqin potentsiali va unga ta'sir etuvchi omillar. Polyarografik sifat va miqdoriy analiz. Voltampermetrik analiz usullarining takomillashtirilgan xillari.

### **20-mavzu. Amperometriya.**

Amperometrik titrlash, usulning mohiyati. Indikatorli elektrodlar. Indikatorli elektrod potentsialini tanlash. Bir va ikki indikatorli kutblangan elektrodlar yordamida amperometrik titrlashlar, titrlash egrilarining ko'rinishlari.

### **21-mavzu. Xromatografik analiz usullari.**

Xromatografiyaning mohiyati. Harakatli va harakatsiz fazalar haqida tushuncha. Harakatli va harakatsiz fazalar agregat xolati, ajratish mexanizmi va ishlash mexanizmiga ko'ra xromatografik usullarning klassifikatsiyasi. Xromatografik analizni maqbullashtirish. Xromatografik sifat va miqdor analiz usullari

### **22-mavzu. Mass-spektrometriya usuli.**

Mass-spektrometriya usuli, sinflanishi, analitik tavsiflari, ionlanish manbalari. Detektorlar; Faradey elektrometri va elektron ko'paytirgich. Organik va noorganik kimyoda qo'llaniladigan mass- spektrometrlarning farqi. Mass-spektrometriyaning noorganik moddalarning element tarkibini aniqlashda qo'llanilishi. Organik moddalarning molekulyar massasini topish.

<b>Ma'ruza mashg'ulotlari mazmuni va unga ajratilgan soatlar</b>		
<b>№</b>	<b>Mavzular</b>	<b>Soati</b>
1	Analitik kimyo fani, tadqiqot doirasi, maqsadi va vazifalari	2
2	Kimyoviy analizning metrologik asoslari	2
3	Analiz xatoliklari	2
4	Namuna olish	2
5	Kimyoviy muvozanatning asosiy turlari	2
6	Aktivlik	2
7	Kislota-asosli reaksiyalarda muvozanat	2
8	Bufer eritmalar	2
9	Kompleks hosil qilish reaksiyalarida muvozanat	2
10	Kompleks birikmalar va qo'sh tuzlar	2
11	Oksidlanish-qaytarilish reaksiyalari	2
12	Analizda qo'llaniladigan oksidlovchi va qaytaruvchilar.	2
13	Cho'ktirish reaksiyalari	2
14	Bo'laklab va sistematik cho'ktirish	2
15	Miqdoriy analiz	2



16	Gravimetrik analiz	2
17	Amorf va kristall cho'kmalar	2
	<b>III semestr bo'yicha jami</b>	<b>34</b>
1	Analitik tarozilar	2
2	Titrimetrik analiz usullari	2
3	Kislota-asosli titrlash	2
4	Kislota-asosli titrlashning xatoliklari	2
5	Oksidlanish-qaytarilish reaksiyalari asosida titrlash	2
6	Permanganometriya. Iodometriya. Bixromatometriya	2
7	Kompleksonometrik titrlash	2
8	Suvning qattiqligini aniqlash	2
9	Cho'ktirish reaksiyasi asosida titrlash	2
10	Indikatorlar. Titrlash xatoliklari.	2
11	Folgard, Mor, Fayans usullari	2
	<b>IV semestr bo'yicha jami</b>	<b>22</b>
1	Optik analiz usullari	2
2	Molekulyar spektroskopiya qonunlari	2
3	Fotometrik analiz usullari	2
4	Atom-absorbtsion spektrometriya	2
5	Atom-emission spektrometriya	2
6	Molekulyar lyuminesentsiya	2
7	Elektrokimyoviy analiz usullari	2
8	Elektrogravimetrik analiz	2
9	Bevosita potentsiometriya	2
10	Kulonometriya	2
11	Konduktometriya	2
12	Voltampermetriya	2
13	Amperometriya	2
14	Xromatografik analiz usullari	2
15	Xromatografik sifat va miqdor analiz usullari	2
16	Mass-spektrometriya usuli	2
17	Mass-spektrometriyaning qo'llanilishi	2
	<b>V semestr bo'yicha jami</b>	<b>34</b>
	<b>Hammasi</b>	<b>90</b>

### III.1. AMALIY MASHG'ULOT MAVZULARINI

#### **1-amaliy mashg'ulot. Kimyoviy analizning metrologik asoslari. O'lchash, o'lchash usullari va asboblari.**

O'lchash, o'lchash usullari va asboblari. O'lchash natijalariniing xaqiqiyiligini ta'minlaydigan asosiy prinsiplar va uslublar. Analizdagi xatoliklar klassifikatsiyasi: sistematik, tasodifiy, qo'pol, absolyut va nisbiy xatoliklar. Analizning asosiy bosqichlari. Namunani analiz qilinadigan shaklga o'tkazish, bosim va xarorat

ta'sirida parchalash va xok. Analitik tarozilar, ularning turlari va sezgirliklari. Tortish texnikasi. Gravimetrik analizga misollar.

## **2-amaliy mashg'ulot. Elektrostatik kuchlarning elektrolit tabiatiga va reaksiya qobiliyatiga ta'siri, aktivlik koeffitsienta. Eritmaning ion kuchi. Chekli va kengaytirilgan Debay va Gyukkel qonunlari**

Elektrogravimetrik analiz. Metodning qo'llanilish soxalari, qulayligi va kamchiliklari. Doimiy elektrod potentsiali va doimiy tok kuchida elementning ajralishi. Ichki elektroliz metodi, uni mikroelementlarni kontsentrlash va aniqlashda qo'llanilishi. Ishchi elektrodning doimiy potentsiali va doimiy tok kuchida simob va qattik elektrodni qo'llash orkali elementlarni ajratish. Elektrolitik ajratishda, kompleks hosil bo'lishdan foydalanish. O'ta sof materiallar analizida simob katodidan foydalanish.

## **3-amaliy mashg'ulot. Analitik ahamiyatga ega bo'lgan kompleks birikmalarning xossalari: barqarorlik, eruvchanlik, rangdorlik, uchuvchanlik. Barqarorlik konstantalari**

Analitik ahamiyatga ega bo'lgan kompleks birikmalarning xossalari: barqarorlik, eruvchanlik, rangdorlik, uchuvchanlik. Barqarorlik konstantalari (umumiy bosqichli). Hosil bo'lish funktsiyasi. Kompleks birikmalar dissotsiatsiyasi. Kompleks birikmalar va ko'sh tuzlar. Kompleks birikmalar va organik reagentlarni har xil analiz usullarida ishlatilish imkoniyatlari

## **4-amaliy mashg'ulot. I, II, III guruh kationlari aralashmasi analizi**

I, II, III guruh kationlari aralashmasi analizi I-guruh kationlarining xususiy va umumiy reagentlari, II-guruh kationlarning umumiy va xususiy reagentlari, III-guruh kationlarning umumiy va xususiy reagentlari analizi.

## **5-amaliy mashg'ulot. IV, V, VI guruh kationlari aralashmasi analizi.**

IV, V, VI guruh kationlari aralashmasi analizi. IV-guruh kationlarining xususiy va umumiy reagentlari, V-guruh kationlarning umumiy va xususiy reagentlari, VI-guruh kationlarning umumiy va xususiy reagentlari analizi.

## **6-amaliy mashg'ulot. I, II, III guruh anionlari aralashmalari analizi.**

### **Quruq tuzlar aralashmasi analizi.**

I, II, III guruh anionlari aralashmalari analizi. Quruq tuzlar aralashmasi analizi. I-guruh anionlarining xususiy va umumiy reagentlari, II-guruh anionlarning umumiy va xususiy reagentlari, III-guruh anionlarning umumiy va xususiy reagentlari analizi.

## **7-amaliy mashg'ulot. Massalar ta'siri qonuniga doir masalalar yechish.**

Massalar ta'siri qonuniga doir masalalar yechish. Miqdoriy analiz, analiz hatoliklari. Tasodifiy, qo'pol hatoliklar.

## **8-amaliy mashg'ulot. Titrimetrik analiz metodlarining sinflanishi. Standart eritmalar. Kislota va asoslarni aniqlash**

Titrimetrik analiz usullarining sinflanishi. Titrimetrik analizda ishlatiladigan reaksiyalarga qo'yiladigan talablar. Kislota-asosli titrlash. Titrlash egrilari. Titrlash

sakramasi va unga ta'sir etuvchi omillar. Titrlashning indikator xatoliklari. Oksidlanish-qaytarilish reaksiyalari asosida titrlash. Titrlash xatoliklari. Amaliyotda ishlatilishi.

**9-amaliy mashg'ulot. Titrimetrik analizda olingan natijalarning tasodifiy va qo'pol xato qiymatlarini matematik statistika usullari yordamida qayta ishlash va metrologik baholash.**

Analizda olingan natijalarning tasodifiy va qo'pol xato qiymatlarini matematik statistika usullari yordamida qayta ishlash va metrologik baholash. Qo'pol va tasodifiy hatoliklarga doir masalalar yechish ko'nikmalarini hosil qilish.

**10-amaliy mashg'ulot. Titrimetrik analizda natijalarni hisoblash. Eritmalar konsentratsiyalarini hisoblashga doir masalalar yechish**

Permanganometriya. Iodometriya. Bixromatometriya. Kompleksonometrik titrlash. Komponometrik titrlashning amaliyotda qo'llanilishi. Suvning qattiqligini aniqlash. Cho'ktirish reaksiyasi asosida titrlash. Titrlash egriligini tuzish. Titrlash aniqligiga adsorbilanish xodisasining ta'siri. Titrlash egrisi tavsifiga cho'kma eruvchanligi, konsentratsiya va haroratning ta'siri. Indikatorlar. Titrlash xatoliklari. Indikatorlar. Titrlash xatoliklari. Folgard, Mor, Fayans usullari. Cho'ktirish reaksiyasi asosida titrlashning amaliyotda ishlatilishi.

**11-amaliy mashg'ulot. Fizik-kimyovay analizda natijalarni hisoblash.**

Fizik-kimyovay analizda natijalarni hisoblash. UB, IQ larda olingan natijalar asosida fo'rmulalarni hisoblab toppish.

**12-amaliy mashg'ulot. Elektrokimyoviy analiz usullarining umumiy tavsifi va sinflanishi. Elektrokimyoviy zanjir. Indikatorli elektrod va solishtirma elektrodlar. Elektrokimyoviy muvozanat potentsiali.**

Elektrokimyoviy analiz usullarining umumiy tavsifi va sinflanishi. Elektrokimyoviy zanjir. Indikatorli elektrod va solishtirma elektrodlar. Elektrokimyoviy muvozanat potentsiali. Indikatorlar va ular turlari.

**13-amaliy mashg'ulot. Potentsiometriya. Potentsialni o'lchash. Nernst tenglamasi. Kulonometriya, Konduktometriya**

Potentsiometriya. Potentsialni o'lchash. Nernst tenglamasi. Kulonometriya, Konduktometriya. Patensiometrik titrlash asosida olingan natijalarni solishtirish.

**14-amaliy mashg'ulot. Polyarogafik sifat va miqdoriy analiz.**

**Amperometrik titrlash, usulning mohiyati. Indikatorli elektrodlar. Indikatorli elektrod potentsialini tanlash.**

Polyarogafik sifat va miqdoriy analiz. Amperometrik titrlash, usulning mohiyati. Indikatorli elektrodlar. Indikatorli elektrod potentsialini tanlash. Polyarogramma natijalarini hisoblash.

**15-amaliy mashg'ulot. Xromatografik analiz usullari. Xromatografiyaning mohiyati. Harakatli va harakatsiz fazalar haqida tushuncha.**

Xromatografik analiz usullari. Xromatografiyaning mohiyati. Harakatli va harakatsiz fazalar haqida tushuncha. Qofg'oz xromatografiyasi, kalonkali xromatografiya.

**16-amaliy mashg'ulot. Mass-spektrometriya usuli. Mass-spektrometriya usuli.**

**Mass-spektrometriyaning noorganik moddalarning element tarkibini aniqlashda qo'llanilishi.**

Mass-spektrometriya usuli, sinflanishi, analitik tavsiflari, ionlanish manbalari. Detektorlar; Faradey elektrometri va elektron ko'paytirgich. Organik va noorganik kimyoda qo'llaniladigan mass- spektrometrlarning farqi. Mass-spektrometriyaning noorganik moddalarning element tarkibini aniqlashda qo'llanilishi. Organik moddalarning molekulyar massasini topish.

**17-amaliy mashg'ulot. Titrimetrik analiz metodlarining sinflanishi.**

**Standart eritmalar. Kislota va asoslarni aniqlash**

Titrimetrik analiz metodlarining sinflanishi. Standart eritmalar. Kislota va asoslarni aniqlash Titrimetrik analiz usullarining sinflanishi. Titrimetrik analizda ishlatiladigan reaksiyalarga qo'yiladigan talablar. Kislota-asosli titrlash. Titrlash egrilari. Titrlash sakramasi va unga ta'sir etuvchi omillar. Titrlashning indikator xatoliklari. Oksidlanish-qaytarilish reaksiyalari asosida titrlash. Titrlash xatoliklari. Amaliyotda ishlatilishi.

<b>III. Amaliy mashg'ulotlar taqsimoti</b>		
<b>№</b>	<b>Mavzular</b>	<b>Soati</b>
1	Kimyoviy analizning metrologik asoslari. O'lchash, o'lchash usullari va asboblari.	2
2	Elektrostatik kuchlarning elektrolit tabiatiga va reaksiya qobiliyatiga ta'siri, aktivlik koeffitsienta. Eritmaning ion kuchi. Chekli va kengaytirilgan Debay va Gyukkel qonunlari	2
3	Analitik ahamiyatga ega bo'lgan kompleks birikmalarning xossalari: barqarorlik, eruvchanlik, rangdorlik, uchuvchanlik. Barqarorlik konstantalari	2
4	IV, V, VI guruh kationlari aralashmasi analizi	2
5	I, II, III guruh anionlari aralashmalari analizi. Quruq tuzlar aralashmasi analizi	2
6	Massalar ta'siri qonuniga doir masalalar yechish	2
<b>III semester bo'yicha jami</b>		<b>12</b>
1	Titrimetrik analiz metodlarining sinflanishi. Standart eritmalar. Kislota va asoslarni aniqlash	2
2	Titrimetrik analizda olingan natijalarning tasodifiy va qo'pol xato qiymatlarini matematik statistika usullari yordamida qayta ishlash va metrologik baholash	2

3	Titrimetrik analizda natijalarni hisoblash. Eritmalar konsentratsiyalarini hisoblashga doir masalalar yechish, Fizik-kimyoviy analizda natijalarni hisoblash	2
4	Elektrokimyoviy analiz usullarining umumiy tavsifi va sinflanishi. Elektrokimyoviy zanjir. Indikatorli elektrod va solishtirma elektrodlar. Elektrokimyoviy muvozanat potentsiali.	2
<b>IV semester bo'yicha jami</b>		<b>8</b>
1	Potentsiometriya. Potentsialni o'lchash. Nernst tenglamasi. Kulonometriya, Konduktometriya	2
2	Polyarogafik sifat va miqdoriy analiz. Amperometrik titrlash, usulning mohiyati. Indikatorli elektrodlar. Indikatorli elektrod potentsialini tanlash	2
3	Xromatografik analiz usullari. Xromatografiyaning mohiyati. Harakatli va harakatsiz fazalar haqida tushuncha.	2
4	Mass-spektrometriya usuli. Mass-spektrometriya usuli. Mass-spektrometriyaning noorganik moddalarning element tarkibini aniqlashda qo'llanilishi.	2
5	Farmatseftikada, Sud-med ekspertizada, mineralogiyada va sanoat sohalarida Analitik kimyoning roli	2
<b>V semester bo'yicha jami</b>		<b>10</b>
<b>Hammasi</b>		<b>60</b>

#### **IV. 2.LABORATORIYA MASHG'ULOTLAR MAVZULARINI**

##### **1-laboratoriya mashg'ulot. Laboratoriyada ishlashning umumiy qoidalari.**

###### **Havfsizlik texnikasi. Kimyoviy idishlar, ularni ishga tayyorlash**

Laboratoriyada ishlashning umumiy qoidalari. Havfsizlik texnikasi. Kimyoviy idishlar, ularni ishga tayyorlash. kimyo laboratoriya hnasini ko`zdan kechirish v ishchi holatga keltrish.

##### **2-laboratoriya mashg'ulot. I guruh kationlari ( $K^+$ , $Na^+$ , $NH_4^+$ ) ning analitik reaksiyalari**

I guruh kationlari ( $K^+$ ,  $Na^+$ ,  $NH_4^+$ ) ning analitik reaksiyalari.  $K^+$ ,  $Na^+$ ,  $NH_4^+$  kationlarning xususiy reagentlari vaularning ajratish usullari.

##### **3-laboratoriya mashg'ulot. II guruh kationlari ( $Ag^+$ , $Pb^{2+}$ , $Hg_2^{2+}$ ) ning analitik reaksiyalari**

II guruh kationlari ( $Ag^+$ ,  $Pb^{2+}$ ,  $Hg_2^{2+}$ ) ning analitik reaksiyalari.  $Ag^+$ ,  $Pb^{2+}$ ,  $Hg_2^{2+}$  kationlarining umumiy va xususiy reaksiyalari.

##### **4-laboratoriya mashg'ulot. III guruh kationlari ( $Ba^{2+}$ , $Sr^{2+}$ , $Ca^{2+}$ ) ning analitik reaksiyalari**

III guruh kationlari ( $Ba^{2+}$ ,  $Sr^{2+}$ ,  $Ca^{2+}$ ) ning analitik reaksiyalari.  $Ba^{2+}$ ,  $Sr^{2+}$ ,  $Ca^{2+}$  kationlarining umumiy va xususiy reaksiyalari.

**5-labaratoriya mashg'ulot. I, II, III guruh kationlari aralashmasi analizi**

I, II, III guruh kationlari aralashmasi analizi. Aralashmaning birinchi guruh kationi, ikkinchi guruh kationi, guruh reagentlari.

**6-labaratoriya mashg'ulot. IV guruh kationlari ( $\text{Al}^{3+}$ ,  $\text{Cr}^{3+5+}$ ,  $\text{Zn}^{2+}$ ,  $\text{Sn}^{2+4+}$ ) ning analitik reaksiyalari**

IV guruh kationlari ( $\text{Al}^{3+}$ ,  $\text{Cr}^{3+5+}$ ,  $\text{Zn}^{2+}$ ,  $\text{Sn}^{2+4+}$ ) ning analitik reaksiyalari. Guruh kationlarining umumiy va xususiy reagentlari.

**7-labaratoriya mashg'ulot. V guruh kationlari ( $\text{Fe}^{2+}$ ,  $\text{Fe}^{3+}$ ,  $\text{Mn}^{2+}$ ,  $\text{Bi}^{3+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{Sb}^{3+5+}$ ) ning analitik reaksiyalari**

V guruh kationlari ( $\text{Fe}^{2+}$ ,  $\text{Fe}^{3+}$ ,  $\text{Mn}^{2+}$ ,  $\text{Bi}^{3+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{Sb}^{3+5+}$ ) ning analitik reaksiyalari. Guruh kationlarining xususiy va umumiy reagentlari.

**8-labaratoriya mashg'ulot. VI guruh kationlari ( $\text{Cu}^{2+}$ ,  $\text{Ni}^{2+}$ ,  $\text{Co}^{2+}$ ,  $\text{Cd}^{2+}$ ,  $\text{Hg}^{2+}$ ) ning analitik reaksiyalari.**

VI guruh kationlari ( $\text{Cu}^{2+}$ ,  $\text{Ni}^{2+}$ ,  $\text{Co}^{2+}$ ,  $\text{Cd}^{2+}$ ,  $\text{Hg}^{2+}$ ) ning analitik reaksiyalari. Guruh kationlarining xususiy va umumiy reagentlari.

**9-labaratoriya mashg'ulot. IV, V, VI guruh kationlari aralashmasi analizi.**

IV, V, VI guruh kationlari aralashmasi analizi. IV – guruh xususiy va umumiy reagent, V – guruh xususiy va umumiy reagent, VI – guruh xususiy va umumiy reagent,

**10-labaratoriya mashg'ulot. I guruh anionlari ( $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{SO}_3^{2-}$ ,  $\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$ ,  $\text{CO}_3^{2-}$ ,  $\text{HPO}_4^{2-}$ ,  $\text{B}_4\text{O}_7^{2-}$ ,  $\text{SiO}_3^{2-}$ ) ning xususiy reaksiyalari.**

I guruh anionlari ( $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{SO}_3^{2-}$ ,  $\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$ ,  $\text{CO}_3^{2-}$ ,  $\text{HPO}_4^{2-}$ ,  $\text{B}_4\text{O}_7^{2-}$ ,  $\text{SiO}_3^{2-}$ ) ning xususiy reaksiyalari Guruh anionlarining xususiy va umumiy reagentlari.

**11-labaratoriya mashg'ulot. Ikkinchi ( $\text{Cl}^-$ ,  $\text{Br}^-$ ,  $\text{J}^-$ ) va uchinchi ( $\text{NO}_3^-$ ,  $\text{NO}_2^-$ ,  $\text{CH}_3\text{COO}^-$ ) guruh anionlarining analitik reaksiyalari**

Ikkinchi ( $\text{Cl}^-$ ,  $\text{Br}^-$ ,  $\text{J}^-$ ) va uchinchi ( $\text{NO}_3^-$ ,  $\text{NO}_2^-$ ,  $\text{CH}_3\text{COO}^-$ ) guruh anionlarining analitik reaksiyalari Guruh anionlarining xususiy va umumiy reagentlari

**12-labaratoriya mashg'ulot. I, II, III guruh anionlari aralashmalari analizi**

I, II, III guruh anionlari aralashmalari analizi. Birinchi guruh anionlari, ikkinchi guruh anionlari, uchinchi guruh anionlarining guruh reagentlari.

**13-labaratoriya mashg'ulot. Quruq tuzlar aralashmasi analizi**

Quruq tuzlar aralashmasi analizi. Quruq tuzlardan na`muna olish, mineralla moddalar na`munaga tayorlash.

**14-labaratoriya mashg'ulot. Gravimetriya. Idishlarni olish va ularni ishga tayyorlash. Tigellarni doimiy massaga keltirish.**

**Texnik va analitik tarozilar bilan ishlashni o'rganish.**

Gravimetriya. Idishlarni olish va ularni ishga tayyorlash. Tigellarni doimiy

massaga keltirish. Texnik va analitik tarozilar bilan ishlashni o'rganish.. idish hajmini o'lchash va hatoligini tekshirish.

**15-labaratoriya mashg'ulot. Eritmadagi sulfat ionlari miqdorini aniqlash.**

Eritmadagi sulfat ionlari miqdorini aniqlash. Bariy hloridning standart eritmasini tayyorlash.

**16-labaratoriya mashg'ulot. Idishlarni olish va ularni ishga tayyorlash. Pipetka va byuretka bilan ishlash texnikasini o'rganish.**

**17-labaratoriya mashg'ulot. 250 ml li o'lchov kolbasining sig'imini tekshirish. Taxminiy 0,1 n 500ml NaOH eritmasini tayyorlash.**

250 ml li o'lchov kolbasining sig'imini tekshirish. Taxminiy 0,1 n 500ml NaOH eritmasini tayyorlash. Xlorid kislotaning 0,1 n 500ml eritmasini tayyorlash.

**18-labaratoriya mashg'ulot. Oksalat kislotaning 0,1 n standart eritmasini tayyorlash va uning yordamida 0,1n NaOH eritmasini standartlash.**

**Eritmadagi kislota miqdorini aniqlash.**

Oksalat kislotaning 0,1 n standart eritmasini tayyorlash va uning yordamida 0,1n NaOH eritmasini standartlash. Eritmadagi kislota miqdorini aniqlash.

**19-labaratoriya mashg'ulot. Ammoniy tuzlari tarkibidagi ammiak miqdorini aniqlash.**

Ammoniy tuzlari tarkibidagi ammiak miqdorini aniqlash. Kuchli kislotalarning standart eritmasini tayyorlash.

**20-labaratoriya mashg'ulot. Xlorid kislotaning taxminiy 0,1n 500ml eritmasini va buraning 0,1n standart eritmasini tayyorlash. Xlorid kislotani buraning standart eritmasi bilan standartlash.**

Xlorid kislotaning taxminiy 0,1n 500ml eritmasini va buraning 0,1n standart eritmasini tayyorlash. Xlorid kislotani buraning standart eritmasi bilan standartlash.

**21-labaratoriya mashg'ulot. Texnik natriy gidroksiddagi soda miqdorini aniqlash.**

Texnik natriy gidroksiddagi soda miqdorini aniqlash.

**22-labaratoriya mashg'ulot. Oksidimetriya. 0,05n  $\text{KMnO}_4$  eritmasini tayyorlash va uning aniq normalligini oksalat kislotaning standart eritmasi bilan aniqlash.**

**23-labaratoriya mashg'ulot. Iodometriya. Natriy tiosulfatning 0,05n eritmasini tayyorlash va uni kaliy bixromatning standart eritmasi bilan standartlash.**

Iodometriya. Natriy tiosulfatning 0,05n eritmasini tayyorlash va uni kaliy bixromatning standart eritmasi bilan standartlash.. kaliy bixromat eritmasini standartini tayyorlash.

**24-labaratoriya mashg'ulot. Kompleksonometriya EDTA ning 0,05n eritmasini tayyorlash va ruxning standart eritmasi bilan standartlash.**

Kompleksonometriya EDTA ning 0,05n eritmasini tayyorlash va ruxning

standart eritmasi bilan standartlash.ruxninin tahminiy 0,05n eritmasidan 500ml tayorlash.

**25-labaratoriya mashg'ulot. Eritmadagi metall ionlari miqdorini kompleksometrik aniqlash**

**Eritmadagi metall ionlari miqdorini kompleksometrik aniqlash.**

Analitik kimyoda ishlatiladigan komplekslarning turlari. Analitik ahamiyatga ega bo'lgan kompleks birikmalarning xossalari: barqarorlik, eruvchanlik, rangdorlik, uchuvchanlik. Barqarorlik konstantalari (umumiy bosqichli). Hosil bo'lish funksiyasi. Kompleks birikmalar dissotsiatsiyasi. Kompleks birikmalar va ko'sh tuzlar. Kompleks birikmalar va organik reagentlarni har xil analiz usullarida ishlatilish imkoniyatlari

**26-labaratoriya mashg'ulot.** Cho'ktirish metodi yordamida titrlash. 0,05n simob (I)-nitrat eritmasini tayyorlash va uni kaliy xloridning standart eritmasi bilan standartdash. Eritmadagi xlor ionlari miqdorini aniqlash.

**27-labaratoriya mashg'ulot. Ionometriya. Kation yoki anionlarni ion-selektiv elektrodlar yordamida ionini aniqlash.**

Aniqlash suvli yoki suvsiz erituvchilar muhitida kislota asosli titrlashga asoslangan. Kuchli kislota yoki ishqor eritmasi suvli, kuchsiz kislota yoki asos eritmasi suvsiz erituvchilar muhitida titrlanadi. Ayrim olingan kislota eritmasini titrlash uchun protofil erituvchi yoki ayrim olingan asosni titrlash uchun protogen erituvchi tanlansa, kuchsiz elektrolitlar kuchli elektrolitlarga aylanadi.

**28-labaratoriya mashg'ulot. Potentsiometriya. Kuchli yoki kuchsiz kislotalar va ishqorlar miqdorini aniqlash**

Aniqlash suvli yoki suvsiz erituvchilar muhitida kislota asosli titrlashga asoslangan. Kuchli kislota yoki ishqor eritmasi suvli, kuchsiz kislota yoki asos eritmasi suvsiz erituvchilar muhitida titrlanadi. Ayrim olingan kislota eritmasini titrlash uchun protofil erituvchi yoki ayrim olingan asosni titrlash uchun protogen erituvchi tanlansa, kuchsiz elektrolitlar kuchli elektrolitlarga aylanadi.

**29-labaratoriya mashg'ulot. Oksredmetrik (yodni) yoki kompleksometrik ( $\text{Fe}^{3+}$  ionini) potentsiometrik titrlash.**

Oksredmetrik (yodni) yoki kompleksometrik ( $\text{Fe}^{3+}$  ionini) potentsiometrik titrlash. Yodni aniqlash oksidlash-qaytarilish reaksiyasi, u natriy tiosulfatning standart eritmasi yordamida titrlanadi. Bu ishni bajarishda oxirgi nuqtani topishning hisoblash usulidan foydalanishko'zdatutilgan.

**30-labaratoriya mashg'ulot. Konduktometriya. Sirka kislotani bevosita konduktometrik aniqlash,**

Konduktometriya. Sirka kislotani bevosita konduktometrik aniqlash, NaOH ning 0,5n li 500ml eritmasidan tayorlash. Sirka kislotani titrlash.

**31-labaratoriya mashg'ulot. Amperometrik analiz.**



### **Kaliy bixromat miqdorini aniqlash**

Amperometrik analiz. Kaliy bixromat miqdorini aniqlash. Amperometrik titrlash, usulning mohiyati. Indikatorli elektrodlar. Indikatorli elektrod potentsialini tanlash. Bir va ikki indikatorli kutblangan elektrodlar yordamida amperometrik titrlashlar, titrlash egrilarining ko'rinishlari.

### **32-laboratoriya mashg'ulot. Polyarografik analiz metodi. Aralashmadagi metallarni sifat va miqdoriy aniqlash**

Polyarografik titrlash, usulning mohiyati. Indikatorli elektrodlar. Indikatorli elektrod potentsialini tanlash. Bir va ikki indikatorli kutblangan elektrodlar yordamida amperometrik titrlashlar, titrlash egrilarining ko'rinishlari.

### **33-laboratoriya mashg'ulot. Fotometrik analiz metodlari.**

#### **Eritmadagi temir yoki nikel (III) ionlari miqdorini aniqlash.**

Fotometrik analiz metodlari. Eritmadagi temir yoki nikel (III) ionlari miqdorini aniqlash. Fotometrik analizning mohiyati. Kyuvettalar bilan ishlash. KFK-2, KFK-3 aparatlar bilan ishlash.

### **34-laboratoriya mashg'ulot. Eritmadagi temirning miqdorini spektrometrik usul bilan aniqlash**

Eritmadagi temirning miqdorini spektrometrik usul bilan aniqlash. Kyuvettalar bilan ishlash. KFK-2, KFK-3 aparatlar bilan ishlash.

### **35-laboratoriya mashg'ulot. Fotometrik titrlash.**

Fotometrik titrlash mohiyati, Kyuvettalar bilan ishlash. KFK-2, KFK-3 aparatlar bilan ishlash.

<b>IV. Laboratoriya mashg'ulotlar taqsimoti</b>		
<b>№</b>	<b>Mavzular</b>	<b>Soat</b>
1	Laboratoriyada ishlashning umumiy qoidalari. Havfsizlik texnikasi. Kimyoviy idishlar, ularni ishga tayyorlash	2
2	I guruh kationlari ( $K^+$ , $Na^+$ , $NH_4^+$ ) ning analitik reaksiyalari	2
3	II guruh kationlari ( $Ag^+$ , $Pb^{2+}$ , $Hg_2^{2+}$ ) ning analitik reaksiyalari	2
4	III guruh kationlari ( $Ba^{2+}$ , $Sr^{2+}$ , $Ca^{2+}$ ) ning analitik reaksiyalari	2
5	I, II, III guruh kationlari aralashmasi analizi	2
6	IV guruh kationlari ( $Al^{3+}$ , $Cr^{3+5+}$ , $Zn^{2+}$ , $Sn^{2+4+}$ ) ning analitik reaksiyalari	2
7	V guruh kationlari ( $Fe^{2+}$ , $Fe^{3+}$ , $Mn^{2+}$ , $Bi^{3+}$ , $Mg^{2+}$ , $Sb^{3+5+}$ ) ning analitik reaksiyalari	2
8	VI guruh kationlari ( $Cu^{2+}$ , $Ni^{2+}$ , $Co^{2+}$ , $Cd^{2+}$ , $Hg^{2+}$ ) ning analitik reaksiyalari	2
9	IV, V, VI guruh kationlari aralashmasi analizi	2
10	I guruh anionlari ( $SO_4^{2-}$ , $SO_3^{2-}$ , $S_2O_3^{2-}$ , $CO_3^{2-}$ , $HPO_4^{2-}$ , $B_4O_7^{2-}$ , $SiO_3^{2-}$ ) ning xususiy reaksiyalari	2
11	Ikkinchi ( $Cl^-$ , $Br^-$ , $J^-$ ) va uchinchi ( $NO_3^-$ , $NO_2^-$ , $CH_3COO^-$ ) guruh	2

	anionlarining analitik reaksiyalari	
12	I, II, III guruh anionlari aralashmalari analizi	2
13	Quruq tuzlar aralashmasi analizi	2
14	Gravimetriya. Idishlarni olish va ularni ishga tayyorlash. Tigellarni doimiy massaga keltirish. Texnik va analitik tarozilar bilan ishlashni o'rganish.	2
15	Eritmadagi sulfat ionlari miqdorini aniqlash.	2
16	Idishlarni olish va ularni ishga tayyorlash. Pipetka va byuretka bilan ishlash texnikasini o'rganish.	2
17	250 ml li o'lchov kolbasining sig'imini tekshirish. Taxminiy 0,1 n 500ml NaOH eritmasini tayyorlash.	4
18	Oksalat kislotaning 0,1 n standart eritmasini tayyorlash va uning yordamida 0,1n NaOH eritmasini standartlash. Eritmadagi kislota miqdorini aniqlash.	4
19	Ammoniy tuzlari tarkibidagi ammiak miqdorini aniqlash.	4
<b>III semester bo'yicha jami</b>		<b>44</b>
1	Ammoniy tuzlari tarkibidagi ammiak miqdorini aniqlash.	2
2	Xlorid kislotaning taxminiy 0,1n 500ml eritmasini va buraning 0,1n standart eritmasini tayyorlash. Xlorid kislotani buraning standart eritmasi bilan standartlash.	4
3	Texnik natriy gidroksiddagi soda miqdorini aniqlash.	4
4	Oksidimetriya. 0,05n $KMnO_4$ eritmasini tayyorlash va uning aniq normalligini oksalat kislotaning standart eritmasi bilan aniqlash.	4
5	Iodometriya. Natriy tiosulfatning 0,05n eritmasini tayyorlash va uni kaliy bixromatning standart eritmasi bilan standartlash.	4
6	Kompleksonometriya EDTA ning 0,05n eritmasini tayyorlash va ruxning standart eritmasi bilan standartlash.	4
7	Eritmadagi metall ionlari miqdorini kompleksometrik aniqlash	4
8	Cho'ktirish metodi yordamida titrlash. 0,05n simob (I)-nitrat eritmasini tayyorlash va uni kaliy xloridning standart eritmasi bilan standartdash. Eritmadagi xlor ionlari miqdorini aniqlash.	4
<b>IV semester bo'yicha jami</b>		<b>30</b>
1	Ionometriya. Kation yoki anionlarni ion-selektiv elektrodlar yordamida ionini aniqlash.	6
2	Potentsiometriya. Kuchli yoki kuchsiz kislotalar va ishqorlar miqdorini aniqlash	6
3	Oksredmetrik (yodni) yoki kompleksometrik ( $Fe^{3+}$ ionini) potentsiometrik titrlash.	6
4	Konduktometriya. Sirka kislotani bevosita konduktometrik aniqlash	6
5	Amperometrik analiz. Kaliy bixromat miqdorini aniqlash	4
6	Polyarografik analiz metodi. Aralashmadagi metallarni sifat va miqdoriy aniqlash	4
7	Fotometrik analiz metodlari. Eritmadagi temir yoki nikel (III) ionlari	6

	miqdorini aniqlash	
8	Eritmadagi temirning miqdorini spektrometrik usul bilan aniqlash	4
	Fotometrik titrlash	4
<b>V semester bo'yicha jami</b>		<b>46</b>
<b>Hammasi</b>		<b>120</b>

<b>V. Mustaqil ish mavzulari</b>		
<b>№</b>	<b>Mavzu nomi</b>	
<b>III semester</b>		
1	Kationlar va anionlar tahlilida kompleks birikmalar va organik reagentlarning ahamiyati	
2	Bufer eritmalar tarkibi va ishlatilish sohalari	
3	Kreshkovning kislota assolar to'g'risidagi proton-elektron-gidrid konsepsiyasi	
4	Analitik kimyoda organik reagentlarning qo'llanilishi	
5	Eritmadagi temir (II) ni bixromatometrik aniqlash	
6	Ajratishtirish va konsentrlashning kimyoviy, fizik-kimyoviy va fizikaviy usullari va konsentrlashning ekstraksiyon va xromatografik usullari.	
7	Gaz, suyuqlik va gaz-suyuqlik xromatografik usullari.	
8	Ion almashinish xromatografiyasi	
9	Yupqa qavat xromatografiyasi.	
<b>IV semester</b>		
1	Suyuqlik xromatografiyasi	
2	Adsorbtion suyuqlik xromatografiyasi.	
3	Ekslyuzion xromatografiya.	
4	Elektrokimyoviy analiz metodlari	
5	Polyarografik analiz metodi	
6	Po'lat tarkibidagi nikel miqdorini fotometrik aniqlash.	
7	Differentsial spektrofotometrii analiz	
<b>V semester</b>		
1	Atom-fluorestsent analiz metodi	
2	Aromatik uglevodorodlar va geteroaromatik birikmalarning IQ spektrlari. Karbonil tutgan birikmalarning IQ spektrlarining analitik tahlili	
3	Alkanlar, alkenlar va alkinlarning IQ spektrlaridagi xarakteristik polosalar	
4	Yadro magnit rezonansi spektroskopiyasi	
5	Uglerod-13 yadrosining spektroskopiyasi	
6	Ikki o'lchamli korrelyatsion YaMR spektroskopiya. COSYspektrlari. Ikki o'lchamli COSYspektrining ko'rinishi	
7	PMR spektroskopiyani organik kimyoda qo'llash: Bir o'lchamli YaMR spektrlarining asosiy xarakteristikalar	

## VI. Fan o'qitilishining natijalari (shakllanadigan kompetensiyalar)

Fanni o'zlashtirish natijasida talaba:

-analitik kimyoning predmeti va vazifalari, reaksiyani amalga oshirishning shart-sharoitlari va bajarish usullari, namuna olish va uni analizga tayyorlash, analizning gravimetrik, titrimetrik, elektrokimyoviy va spektroskopik usullar haqida tasavvurga ega bo'lish;

-moddalarning sifat va miqdoriy tarkibini aniqlashni, analitik reaksiyalarni bajarish usullarini, nur yutilishi va chiqarilishiga asoslangan analiz usullarini optik va elektrokimyoviy analiz qonuniyatlarini bilish va ulardan foydalana olishi;

-aralashmalar tarkibidagi moddalarni sifat va miqdoriy tarkibini aniqlash, pH-metrlar, spektrofotometrlar, fotoelektrofotometrlar, alangali fotometrlar, atom-absorbsion spektrometrlar, polyarograflar, amperometrlarda ishlash, miqdoriy analizning gravimetrik, titrimetrik, elektrokimyoviy va spektroskopik usullarini bilish va ulardan foydalanish ko'nikmalariga ega bo'lishi kerak.

#### **VII. Ta'lim texnologiyalari va metodlari:**

- ✓ ma'ruzalar;
- ✓ interfaol keys-stadilar;
- ✓ mantiqiy fikrlash, tezkor savol-javoblar;
- ✓ guruhlarda ishlash;
- ✓ taqdimotlarni tayyorlash;
- ✓ individual loyihalar;
- ✓ jamoa bo'lib ishlash va ximoya qilish uchun loyihalar

#### **VIII. KREDITLARNI OLISH UCHUN TALABLAR**

Fanga ajratilgan kreditlar talabalarga har bir semestr bo'yicha nazorat turlaridan ijobiy natijalarga erishilgan taqdirda taqdim etiladi.

Fan bo'yicha talabalar bilimni baholashda oraliq (ON) va yakuniy (YaN) nazorat turlari qo'llaniladi. Nazorat turlari bo'yicha baholash: 5 – "a'lo", 4 – "yaxshi", 3 – "qoniqarli", 2 – "qoniqarsiz" baho mezonlarida amalga oshiriladi.

Oraliq nazorat har semestrda bir marta yozma ish shaklida o'tkaziladi.

Talabalar semestrlar davomida fanga ajratilgan amaliy (seminar) mashg'ulotlarda muntazam, har bir mavzu bo'yicha baholanib boriladi va o'rtachalanadi. Bunda talabaning amaliy (seminar) mashg'ulot hamda mustaqil ta'lim topshiriqlarini o'z vaqtida, to'laqonli bajarganligi, mashg'ulotlardagi faolligi inobatga olinadi.

SHuningdek, amaliy (seminar) mashg'ulot va mustaqil ta'lim topshiriqlari bo'yicha olgan baholari oraliq nazorat turi bo'yicha baholashda inobatga olinadi. Bunda har bir oraliq nazorat turi davrida olingan baholar o'rtachasi oraliq nazorat turidan olingan baho bilan **qayta o'rtachalanadi**.

O'tkazilgan oraliq nazoratlardan olingan baho **oraliq nazorat natijasi** sifatida qaydnomaga rasmiylashtiriladi.

Yakuniy nazorat turi semestrlar yakunida tasdiqlangan grafik bo'yicha **og'zaki** shaklda o'tkaziladi.

Oraliq (ON) va yakuniy (YaN) nazorat turlarida:

Talaba mustaqil xulosa va qaror qabul qiladi, ijodiy fikrlay oladi, mustaqil mushohada yuritadi, olgan bilimni amalda qo'llay oladi, fanning (mavzuning)

mohiyatini tushunadi, biladi, ifodalay oladi, aytib beradi hamda fan (mavzu) bo'yicha tasavvurga ega deb topilganda – **5 (a'lo) baho**;

Talaba mustaqil mushohada yuritadi, olgan bilimni amalda qo'llay oladi, fanning (mavzuning) mohiyatini tushunadi, biladi, ifodalay oladi, aytib beradi hamda fan (mavzu) bo'yicha tasavvurga ega deb topilganda – **4 (yaxshi) baho**;

Talaba olgan bilimni amalda qo'llay oladi, fanning (mavzuning) mohiyatini tushunadi, biladi, ifodalay oladi, aytib beradi hamda fan (mavzu) bo'yicha tasavvurga ega deb topilganda – **3 (qoniqarli) baho**;

Talaba fan dasturini o'zlashtirmagan, fanning (mavzuning) mohiyatini tushunmaydi hamda fan (mavzu) bo'yicha tasavvurga ega emas, deb topilganda – **2 (qoniqarsiz) baho** bilan baholanadi.

### **Asosiy adabiyotlar**

1. Под ред. Золотова Ю.А. Основы аналитической химии, В 2 т. Т. 1. 6 изд.: М.: Академия. 2014. 400 с.
2. Под ред. Золотова Ю.А. Основы аналитической химии, Задачи и вопросы. 3 изд.: М.: Высш. шк. 2020. 413 с.
3. Турабов Н.Т., Аналитик кимё. Тошкент. «Ношир», 2019, 438 б.
4. Turabov N.T., Qutlimuratova N.H., Smanova Z.A., Analitik kimyo. Toshkent, «Noshir», 2019, 247 b.

### **Qo`shimcha adabiyotlar**

1. Fayzullaev O. Analitik kimyo. Toshkent, «Yangi asr avlodi», 2006, 488b.
2. Fayzullaev O. Turabov N., Ro'ziev E., Quvatov A., Muhamadiev N. Analitik kimyo. Laboratoriya mashg'ulotlari. Toshkent, «Yangi asr avlodi», 2006, 448 b.
3. Харитонов Ю.Я. Аналитическая химия. Аналитика. Общие теоретические основы. Качественный анализ. Кн.1. М.: Высшая школа. 2001. 615 с.
4. Алексеев В.Н. Курс качественного химического полумикроанализа. М.:Химия, 1973, 584 с.
5. Алексеев В.Н. Количественный анализ: Учебн. М.: Химия, 1972, 504 с.
6. Васильев В.П. Аналитическая химия. М.: «Дрофа», 2004, В 2-х кн.
7. [Donald Ckoog, M.West.](#) Fundamentals of Analytical Chemistry Brouks. Cole. Cengage, 2014.
8. Кристиан Г., Бином М. //Аналитическая химия, том 1, 2009. 623 с.
9. Кристиан Г., Бином М. //Аналитическая химия, том 2, 2009. 504 с.

### **Axborot manbalari**

1. <http://www.chem.msu.ru>
2. <http://www.rushim.ru>
3. <http://www.Ziyo.net>

### **Namangan davlat universiteti tomonidan ishlab chiqilgan va tasdiqlangan**

- “Noorganik kimyo” kafedrasining 2023-yil, “\_\_\_”-iyundagi № \_\_\_-sonli majlisida muhokama qilingan va tasdiqqa tavsiya etilgan.

- Tabiiy fanlar fakulteti kengashining 2023-yil, “\_\_\_”-\_\_\_\_\_dagi № \_\_\_-sonli majlisida ma'qullangan va tasdiqqa tavsiya etilgan.

- NamDU O'quv-uslubiy kengashining 2023-yil, "\_\_\_\_"-\_\_\_\_\_dagi № \_\_\_\_ -  
sonli majlisida muhokama qilingan va tasdiqlangan.

**Fan /Modul uchun mas'ul:**

M.A. Ziyayev – NamDU, Noorganik kimyo kafedrası katta o'qituvchisi

**Taqrizchi:**

O.G.Abdullayev – NamDU, Noorganik kimyo kafedrası dotsenti, kimyo fanlari  
nomzodi

**NamDU o'quv-uslubiy boshqarma boshlig'i**  
**Tabiiy fanlar fakulteti dekani**  
**Noorganik kimyo kafedrası mudiri**  
**Tuzuvchi**

**X. Mirzaaxmedov**  
**A.Baratov**  
**T.Sattarov**  
**M.Ziyayev**

.

