

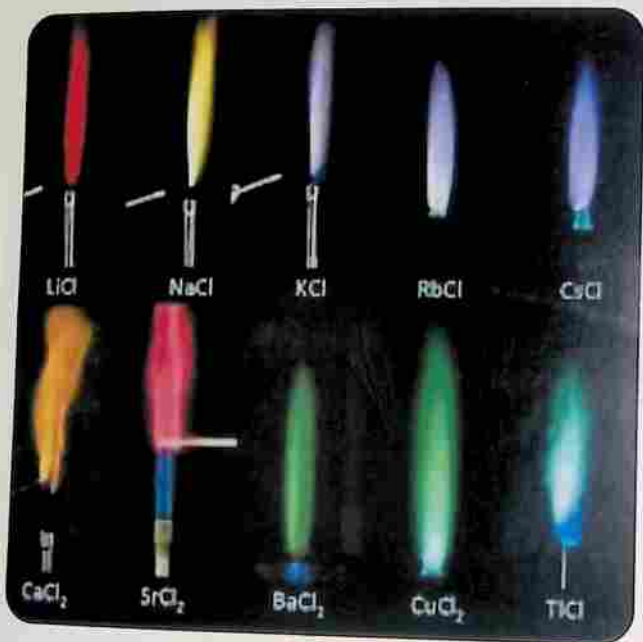
026.2
543
1-92

G.A. Ixtiyarova, M.T. Aliyeva, Z.U. Ishmanova

ANALITIK KIMYO

amaliy mashg'ulotlar va laboratoriya ishlari

O'quv qo'llanma



028.2
543
1-92

c/p.

O'ZBEKISTON RESPUBLIKASI
OLIV VA O'RTA MAXSUS TA'LIM VAZIRLIGI

G.A. Ixtiyarova, M.T. Aliyeva, Z.U. Ishmanova

ANALITIK KIMYO

amaliy mashg'ulotlar va laboratoriya ishlari

O'QUV QO'LLANMA

O'ZMU
KIMYO
FAKULTETI
ARM

Toshkent
«Tafakkur avlodi»
2023

UO'K: 543(075.8)

KBK: 24.4ya73

I - 91

Ixtiyarova, G.A.

Analitik kimyo: amaliy mashg'ulotlar va laboratoriya ishlar [Matn]: o'quv qo'llanma / G.A. Ixtiyarova, M.T. Aliyeva, Z.U. Ishmanova. – Toshkent: «Tafakkur avlodi», 2023. – 160 b.

ISBN 978-9943-9093-3-5

Ushbu “**Analitik kimyo**” fanidan tayyorlangan o'quv qo'llanma texnika ta'lim yo'nalishi “60720900” - “Neft va gaz sanoati texnologiyasi” ta'lim yo'nalishi talabalari uchun tasdiqlangan namunaviy dastur asosida tuzilgan bo'lib, Davlat ta'lim standartlari talablariga to'la mos keladi. Mazkur o'quv qo'llanma hozirgi zamon darajasida, yuqori malakali mutaxassislar tayyorlashga qo'yiladigan talablar asosida tayyorlangan. Ushbu o'quv qo'llanma talabalarni analitik kimyoviy jihatdan fikrlash qobiliyatini o'stirish, texnikada analitik kimyoviy qonunlarni qo'llash eksperimental metodlar bilan tanishtirishdek o'zining maqsadiga ega. O'quv qo'llanmaning har bir ishida qisqacha nazariy tushunchalar, amaliy mashg'ulotlar va laboratoriya ishlarini bajarish uchun zarur ma'lumotlar keltirilgan.

Taqrizchilar:

Mengliyev A.S.

Toshkent davlat texnika universiteti,
“Umumiy kimyo” kafedrasi dotsenti

Qutlimuradova N.X.

O'zbekiston Milliy Universiteti “Analitik kimyo” kafedrasi k.f.d., dotsenti

O'zbekiston Respublikasi Oliy va o'rta maxsus ta'lim vazirligining
2022-yil 19-iyul sanasidagi 233-sonli buyrug'iga asosan o'quv
qo'llanma sifatida nashrga tavsiya etilgan.

UO'K: 543(075.8)

KBK: 24.4ya73

ISBN 978-9943-9093-3-5

© G.A. Ixtiyarova,
M.T. Aliyeva, Z.U. Ishmanova
© «Tafakkur avlodi», 2023

KIRISH

Bugungi kunda respublikamızda olib borilayotgan islohatlarning deyarli ko'pgina qismini ta'lim sohasiga va uning rivojlanishi salohiyati kadrlar yetishib chiqishiga qaratilgan. Chunki, mamlakatimizda ta'lim tizimi tubdan rivojlanmoqda, bu esa o'z navbatida ta'lim muassasalarining resurs, kadrlar va axborot bazalarini yanada mustahkamlash, o'quv tarbiya jarayonini o'quv qo'llanmalar yangi darsliklar, o'quv uslubiy majmualar, ilg'or pedagogik texnologiyalar bilan to'liq ta'minlashni talab etadi. Bu islohatlarda belgilangan talablarni amalga oshirish uchun o'qituvchi – murabbiylarga yangi avlod adabiyotlarini yaratish o'ta dolzarb muammolardan biridir. Demak tajribali o'qituvchilardan o'z tajribalarini tahlil etish va umumlashtirish asosida mamlakatni ijtimoiy-iqtisodiy rivojlantirish istiqbollari muvofiq keladigan yangi adabiyotlar bilan boyitish vazifasi zarur va shart hisoblanadi.

Analiitik kimyo - moddalarning sifatini va miqdoriy tarkibini analiz qilishning nazariy asoslari va usullarini o'rganadigan fanidir. Analitik kimyo sifat va miqdor analizi kabi 2 turga bo'lib o'rganiladi. Sifat analizining vazifasi tarkibi nomal'um modda yoki aralashmaning tarkibiy qismlarini, ya'ni u qanday element yoki ionlardan tarkib topganligini aniqlashdir. Miqdoriy analizning vazifasi esa moddadagi yoki aralashmadagi bir yoki bir nechta tarkibiy qismlar miqdorini aniqlashdan iboratdir.

Analiitik kimyoni o'qitishdan maqsad – shu sohaga oid mavjud barcha materiallarni talabalarga yetkazish va ularning o'zlari olgan nazariy, amaliy bilimlari asosida aniq amaliy muammolarni yechishga o'rgatishdir.

Ushbu darslik texnika ta'lim yo'nalishi talablari uchun mo'ljallangan dastur asosida tuzilgan bo'lib, DTS lari talabalariga to'la mos keladi. Mazkur o'quv qo'llanma zamon talablari darajasida, yuqori malakali mutaxassislar tayyorlashga qo'yilgan talablar asosida tayyorlangan.

Mazkur o'quv qo'llanma lotin yozuvida bo'lib, bugungi kun talablarini qanoqlantiradi, shu bilan birga talabaning mustaqil ishlarini bajarishiga imkon beradi, sababi o'quv qo'llanma sodda va tushunarli qilib yozilgan. Biz tavsiya etgan o'quv qo'llanma "Analiitik kimyo" fanidan o'rganilishi lozim bo'lgan barcha amaliy va laboratoriya mavzularini o'zlashtirishda talabalarga yordam beradi. Oliy ta'lim muassasalarida ushbu fandan uzoq yillar davomida olib borilgan faoliyatimiz natijasida mazkur o'quv qo'llanmani sizning e'tiboringizga havola etmoqdamiz.

1-Amaliy mashg'ulot

Mavzu: Ionlanish darajasi va ionlanish konstantasi, eritma pH ni hisoblash

Ishning maqsadi: Ionlanish darajasi va ionlanish konstantasi, eritma pH ni hisoblashni o'rganish.

Ionlanish-muhit elektroneytral zarrachalarning zaryadlangan zarralarga aylanishi; neytral zaryadli atomlar va molekulalardan musbat va manfiy ionlar hamda erkin elektronlar vujudga kelishi; gaz va suyuqliklarning qo'zg'almagan holatdagi neytral atom(molekula)ning ikki va undan ortiq zaryadlangan zarralarga ajralish jarayoni. Eritmalar toza suvdagi vodorod ionlarining konsentratsiyasiga ko'ra kislotali va asosli turlarga ajratiladi. Kislotali eritmalar suvga nisbatan H^+ yuqori konsentratsiyaga ega. Asosli eritmalarda esa H^+ konsentratsiyasi kamroq bo'ladi. Odatda eritmalarining vodorod ioni konsentratsiyasi pH eritma vodorod ioni konsentratsiyasining manfiy logarifimi sifatida hisoblanadi.

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

H^+ ning atrofidagi kvadrat qavslar biz shunchaki uning konsentratsiyasini ifodalayotganimizni bildiradi. Agar siz ushbu tenglamaga vodorod ioni konsentratsiyasining 7 qiymatini olsangiz, bunda muhit neytral $pH=7$ yoki neytral eritma deb nomlanadi. Inson tanasidagi qon ham, hujayralar tarkibidagi sitozol (suvdan iborat "yopishiq" suyuqlik) ham neytral pH ko'rsatkichiga yaqin qiymatga ega. Bu formulani eritmani, ion kuchini va konkurent (teskari raqobat) reaksiyalarni hisobga olmaganda ishlatish mumkin. Ionlarning aktivlik koeffitsiyenti faqat eritmadagi elektrolitning konsentratsiyasiga bog'liq bo'lib qolmay, balki shu eritmadagi tashqi ionlar konsentratsiyasiga ham bog'liqdir. Shu ionlarning o'zaro ta'sir kuchini ifodalovchi kattalik *ion kuchi* deb ataladi. Eritmaning ion kuchi (μ) eritmadagi barcha ionlar konsentratsiyalari bilan zaryadlari kvadratik o'paytmasi yig'indisining yarmiga teng, ya'ni:

$$\mu = 1/2 (C_1 Z_1^2 + C_2 Z_2^2 + \dots + C_n Z_n^2), \text{ umumiy holda:} \quad (1.1)$$
$$\mu = 1/2 \sum C_i Z_i^2$$

bunda C_1, C_2, \dots, C_n - eritmadagi ionlarning molyar konsentratsiyalari (M); Z_1, Z_2, \dots, Z_n - ionlarning zaryadlari.

Eritmalarining ion kuchi bilan aktivlik koeffitsiyenti orasidagi matematik bog'lanishni 1923 yilda P. Debay va E.Xyukkel aniqlagan. Eritmaning konsentra-tsiyasiga qarab, bu bog'lanish turlicha ifodalanadi.

Suyultirilgan eritmalar $\mu \leq 0,01$ uchun aktivlik koeffitsiyenti quyidagi formula bo'yicha hisoblanadi:

$$\lg \gamma_A = -0,5Z^2 \sqrt{\mu}, \quad (1.2)$$

Yuqori konsentratsiyali eritmalar $0,5 \geq \mu \geq 0,01$ uchun aktivlik koeffitsiyenti quyidagi formula yordamida topiladi:

$$\lg \gamma_A = -0,5 \cdot Z^2 \frac{\sqrt{\mu}}{1 + \sqrt{\mu}}, \quad (1.3)$$

Kuchli konsentrlangan eritmalar uchun formula bir oz murakkablashadi:

$$\lg \gamma_A = -\frac{0,5 \cdot Z^2 \sqrt{\mu}}{1 + a + 0,33 \cdot 10^8 \sqrt{\mu}} + A, \quad (1.4)$$

bunda a – ion radiusi, sm; A – empirik koeffitsiyent.

Kuchli elektrolitlar uchun juda suyultirilgan eritmalarda ($\sim 0,0001 M$) $\gamma = 1$ va $a = C$ bo'ladi. Aktivlik koeffitsiyentini, shuningdek dissotsilanmagan molekula uchun ham e'tiborga olmaslik mumkin. Osonlashtirish uchun bundan keyingi ham-ma hollarda maxsus talab etilganlardan tashqari, aktivlik o'rnida konsentratsiyadan foydalaniladi.

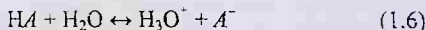
Eritma ion kuchining berilgan qiymatida elektrolitning ionlanish konstantasini Devis tenglamasi bo'yicha ham aniqlash mumkin:

$$\rho K = \rho K^0 - \Delta Z^2 \cdot 0,5 \left(\frac{\sqrt{\mu}}{1 + \sqrt{\mu}} - 0,2\mu \right), \quad (1.5)$$

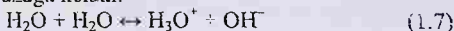
bunda $\Delta Z^2 = \sum nZ_{\text{muh}}^2 - \sum mZ_{\text{dast}}^2$ (n, m – stexiometrik koeffitsiyentlar, Z – ion zaryadi).

Protolitik nazariyaga muvofiq eritmalarda protonlar berishga qobiliyatli kimyoviy birikmalar kislotalarga, protonlarni birlashtirib olishga qobiliyatli moddalar esa asoslarga kiradi. Kislotaga proton bera olishi uchun bu protonni qabul qiluvchi asos bo'lishi shart. Proton berib kislotaga asos hosil qiladi, asos esa protonni qabul qilib, kislotaga hosil qiladi.

Kislotalarning suvdagi eritmalarida quyidagicha muvozanat vujudga keladi:



Suv bir vaqtning o'zida ham kislotaga va ham asosga hisoblanib, quyidagicha muvozanat yuzaga keladi:



Qisqartirilgan ko'rinishda:



Bu reaksiyaning muvozanat konstantasi $25^\circ C$ haroratda

$$K = \frac{[H^+][OH^-]}{[H_2O]} = 1,8 \cdot 10^{-16} \text{ ga teng.} \quad (1.9)$$

Suvdagi eritmalarda suvning massasi ko'pchilik hollarda eritilgan moddaning massasi bilan taqqoslaganda juda yuqori, uning 1 litr eritmadagi miqdorini doimiy deb hisoblash mumkin. Unda muvozanat konstantasi uchun ifoda quyidagicha yoziladi:

$$K [\text{H}_2\text{O}] = [\text{H}^+][\text{OH}^-]. \quad (1.10)$$

(1.10) tenglamadan ko'rinadiki, ion ko'paytma doimiy haroratda doimiy kattalik hisoblanadi. Bu konstantaga suvning *ion ko'paytmasi* deyiladi va 25 °C haroratda

$$K_{\text{H}_2\text{O}} = [\text{H}^+][\text{OH}^-] = 1 \cdot 10^{-14} = K_w \text{ ga teng.} \quad (1.11)$$

Toza suvda $[\text{H}^+] = [\text{OH}^-] = 1 \cdot 10^{-7} \text{ M}$.

Agar $[\text{OH}^-]$ ortiq bo'lsa,

$$[\text{H}^+] = \frac{K_{\text{H}_2\text{O}}}{[\text{OH}^-]} \text{ M} \quad (1.12)$$

$[\text{H}^+]$ ortiq bo'lsa,

$$[\text{OH}^-] = \frac{K_{\text{H}_2\text{O}}}{[\text{H}^+]} \text{ M} \quad (1.13)$$

Vodorod ionlarining konsentratsiyasidan odatda muhitning tavsifi uchun foydalaniladi. Kislotasimon muvozanatga tegishli ko'pgina hisoblashlarda konsentratsiyalar va boshqa kattaliklarni ifodalashda bu kattaliklarning manfiy logarifmidan foydalaniladi va «p» belgisi bilan ifodalaniadi:

$$-\lg[\text{H}^+] = \text{pH} \quad (1.14)$$

$$-\lg[\text{OH}^-] = \text{pOH} \quad (1.15)$$

Suvning ion ko'paytmasini ham logarifmik ko'rinishda ifodalash mumkin:

$$\text{pH} + \text{pOH} = \text{p}K_{\text{H}_2\text{O}} = 14.$$

Eritmadagi vodorod ionlari konsentratsiyasining o'nlik manfiy logarifmi vodorod ko'rsatkich, yoki pH deb ataladi:

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

Demak: $[\text{H}^+] = 10^{-7}$ neytral muhit uchun $\text{pH}=7$;

$[\text{H}^+] > 10^{-7}$ bo'lsa $\text{pH} < 7$;

$[\text{H}^+] < 10^{-7}$ bo'lsa $\text{pH} > 7$ bo'ladi.

Kuchli kislotali, kuchsiz kislotali, neytral, kuchli ishqoriy va kuchsiz ishqoriy eritmalar uchun quyidagi pH qiymatlarini ko'rsatamiz (1-jadval):

pH	1, 2, 3	4, 5, 6	7	8, 9, 10	11, 12, 13, 14
muhit	kuchii kislotali	kuchsiz kislotali	neytral	kuchsiz ishqoriy	kuchli ishqoriy

Masalalar yechishga doir namunalar

1-masala. Toza suv 10°C dan 25°C gacha qizdirilganda undagi ionlarining kon-sentratsiyasi necha marta oshadi?

Yechish:

$$\text{H}_2\text{O} \leftrightarrow \text{H}^+ + \text{OH}^-$$

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

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

Suvning ion ko'paytmasi haroratga bog'liq holda o'zgaradi. $K_{\text{H}_2\text{O}}$ 10°C da $0,3 \cdot 10^{-14}$; 25°C da $1,00 \cdot 10^{-14}$ ga teng.

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

$$[\text{H}^+]_1 = [\text{OH}^-]_1 = \sqrt{0,3 \cdot 10^{-14}} = 0,5477 \cdot 10^{-7} \approx 0,55 \cdot 10^{-7},$$

$$[\text{H}^+]_2 = [\text{OH}^-]_2 = \sqrt{1 \cdot 10^{-14}} = 1,00 \cdot 10^{-7}.$$

Binobarin, toza suvdagi ionlarining miqdori 10°C dagiga nisbatan 25°C da:

$$\frac{[\text{H}^+]_2}{[\text{H}^+]_1} = \frac{[\text{OH}^-]_2}{[\text{OH}^-]_1} = \frac{1,00 \cdot 10^{-7}}{0,55 \cdot 10^{-7}} = 1,818 \approx 1,82 \text{ marta ortiq bo'ladi.}$$

2-masala. $3,5 \cdot 10^{-2}$ M vodorod ionlari saqlagan eritmaning pH ini hisoblang.

Yechish:

$$\text{pH} = -\lg[\text{H}^+] = -\lg 3,5 \cdot 10^{-2} = 2 - \lg 3,5 = 1,46.$$

3-masala. Vodorod ionlari konsentratsiyasi $0,02$ M ga teng bo'lgan eritmaning pH ini hisoblang.

Yechish:

$$\text{pH} = -\lg[\text{H}^+] = -\lg 2 \cdot 10^{-2} = 2 - 0,30 = 1,70.$$

Bunga teskari masalani yechib, pH ning ma'lum qiymati bo'yicha vodorod va gidroksid ionlarning konsentratsiyasi oson topiladi.

4-masala. $\text{pH} = 10,33$ ga teng bo'lsa, eritmadagi $[\text{H}^+]$ va $[\text{OH}^-]$ ionlarining konsentratsiyasini hisoblang.

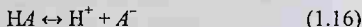
Yechish.

$$[\text{H}^+] = 1 \cdot 10^{-10,33} = 1 \cdot 10^{0,67} \cdot 10^{-11} = 4,7 \cdot 10^{-11} \text{ M}$$

$$\text{pOH} = 14 - 10,33 = 3,67$$

$$[\text{OH}^-] = 1 \cdot 10^{-3,67} = 1 \cdot 10^{0,33} \cdot 10^{-4} = 2,1 \cdot 10^{-4} \text{ M.}$$

Kuchli kislotalar (HA) va kuchli asoslar (BOH) suvli eritmalarda amalda to'liq dissotsilanadi:



bu eritmalarda H^+ va OH^- konsentratsiyalarini tegishlicha kislotaga (HA) va asos (BOH) ning umumiy konsentratsiyasi C_A ga teng deb hisoblash mumkin. Demak,

$$\text{pH} = -\lg C_{\text{HA}}; \quad (1.18)$$

$$\text{pOH} = -\lg C_{\text{BOH}}. \quad (1.19)$$

Bu ifodalar taxminiy hisoblanadi. Yuqori aniqlik bilan hisoblashlarda elektrolitlarning konsentratsiyalari ionlarning aktivliklariga almashtiriladi. Ion konsentratsiyasi va uning aktivligi orasida quyidagicha bog'liqlik mavjud:

$$a_A = \gamma_A \cdot C_A \quad (1.20)$$

bunda γ_A – aktivlik koeffitsiyenti.

Aktivlikni ionning haqiqiy konsentratsiyasiga nisbati *aktivlik koeffitsiyenti* (γ) deyiladi:

$$\gamma = \frac{a}{C} \quad (1.21)$$

Demak, aktivlik son jihatdan konsentratsiya bilan aktivlik koeffitsiyenti (γ) ko'paytmasi ga teng.

5-masala. Aktivlik koeffitsiyentini e'tiborga olgan holda 0,5 M HCOOH erit-masining konsentratsiyasini va dissotsilanish darajasini hisoblang, $K_{\text{HCOOH}} = 1,78 \cdot 10^{-4}$

Yechish.



$$K_{\text{HCOOH}} = \frac{[\text{H}^+][\text{HCOO}^-]}{[\text{HCOOH}]} = 1,78 \cdot 10^{-4} \quad (\mu = 0).$$

$$[\text{H}^+] = [\text{HCOO}^-]; \quad [\text{HCOOH}] = C.$$

$[\text{H}^+]$ ionlarining taxminiy konsentratsiyasini topamiz:

$$[\text{H}^+] = \sqrt{K_{\text{HCOOH}} \cdot C};$$

$$[\text{H}^+] = \sqrt{1,78 \cdot 10^{-4} \cdot 0,5} = 9,434 \cdot 10^{-3}$$

$$\mu = \frac{1}{2} (9,434 \cdot 10^{-3} \cdot 1^2 + 9,434 \cdot 10^{-3} \cdot 1^2) = 9,434 \cdot 10^{-3}.$$

HCCOH ning ionlanish konstantasini Devis tenglamasi bo'yicha aniqlaymiz:

$$pK = pK^0 - \Delta Z^2 \cdot 0,5 \left\{ \frac{\sqrt{\mu}}{1 + \sqrt{\mu}} - 0,2\mu \right\};$$

$$\Delta Z^2 = \sum nZ_{\text{tab}}^2 - \sum mZ_{\text{yosh}}^2 = 1 + 1 - 0 = 2;$$

$$pK = 3,75 - 2 \cdot 0,5 \left\{ \frac{\sqrt{9,434 \cdot 10^{-3}}}{1 + \sqrt{9,34 \cdot 10^{-3}}} - 0,2 \cdot 9,434 \cdot 10^{-3} \right\} = 3,6634;$$

$$K = 2,17 \cdot 10^{-4}.$$

$[H^+]$ ionlarining konsentratsiyasini aniqlaymiz:

$$[H^+] = \sqrt{2,17 \cdot 10^{-4} \cdot 0,5} = 1,04 \cdot 10^{-2} \text{ mol/l};$$

$$pH = -\lg 0,0104 = 1,98;$$

$$\alpha = \frac{\sqrt{K}}{\sqrt{C}}; \quad \alpha = \sqrt{\frac{2,17 \cdot 10^{-4}}{0,5}} = 2,083 \cdot 10^{-2} = 2,08\%.$$

Mustaqil yechish uchun masalalar

1-masala. Tarkibida 0,01 mol/dm³ KCl va 0,02 mol/dm³ CaCl₂ bo'lgan eritmaning ion kuchini hisoblang.

2-masala. Kalsiy xloridning 0,02 n eritmasida Ca²⁺ va Cl⁻ ionlarining aktivligi nimaga teng?

3-masala. 500 ml eritmada 1,07 g ammoniy xlorid saqlagan tuzning gidroliz darajasi va pH ini hisoblang.

4-masala. 0,02 n ammoniy sulfid tuzi eritmasining gidroliz darajasini birinchi

bosqichga nisbatan va pH ini hisoblang.

5-masala. 0,5 l eritmada 4,1 g CH₃COONa saqlagan tuzning gidroliz darajasini va eritma pH ini hisoblang.

6-masala. 200 ml eritmada 0,65 g KCN saqlagan tuzning gidroliz darajasi va eritma pH ini hisoblang. **7-masala.** 30 ml suvga 5 ml 3 m li kaliy nitrit KNO₂ qo'shilgan. Hosil bo'lgan eritmani pH ini tuzning gidroliz darajasini hisoblang.

8-masala. 500 ml eritmada 2,52 g Na₂CO₃ saqlagan tuzning gidroliz darajasi va eritma pH ini hisoblang.

9-masala. 0,05 M li Na₂CO₃ tuzi eritmasining pH ini va gidroliz darajasini hisoblang.

10-masala. 0,05 M li Na₂C₂O₄ tuz eritmasi 10 marta suyultirilganda, hosil bo'lgan eritmaning pH ini va tuzning gidroliz darajasini hisoblang.

11-masala. Eritma pH i 12,94 bo'lgan 100 ml eritmadagi Na_2S ning miqdorini, tuzning gidroliz darajasini hisoblang.

12-masala. Eritma pH i 28 bo'lgan 25 ml eritmadagi $\text{Na}_2\text{C}_2\text{O}_4$ ning miqdorini, tuzning gidroliz darajasini hisoblang.

13-masala. Eritma pH i 11,10 bo'lgan 10 ml eritmadagi KCN ning miqdorini hisoblang.

14-masala. 40 ml 0,3 m li HCOOK va 20 ml 0,15 m li KOH eritmaları aralash-tirildi. Eritmaning pHini va tuzning gidroliz darajasini hisoblang.

15-masala. 250 ml eritmada 0,535 g NH_4Cl saqlagan tuz eritmasining pH ini va gidroliz darajasini hisoblang.

16-masala. 0,01 m li Rux xlorid ZnCl_2 tuzi eritmasining pHini va gidroliz daraja-sini hisoblang.

17-masala. Eritma pH i 8,52 teng bo'lishi uchun 500 ml suvga necha gramm CH_3COONa qo'shish kerak.

18-masala. 0,1 m li mis nitrat $\text{Cr}(\text{NO}_3)_2$ tuzi eritmasining pH ini va gidroliz darajasi hisoblang.

19-masala. 0,01 m li Rux xlorid ZnCl_2 tuzi eritmasining pH ini va gidroliz darajasini hisoblang.

20-masala. 250 ml eritmada 0,535 g NH_4Cl saqlagan tuz eritmasining pHini va gidroliz darajasini hisoblang.

21-masala. 0,01 M li kobalt xlorid CoCl_2 tuzi eritmasining pHini va gidroliz dara-jasi hisoblang.

22-masala. Ca^{2+} ionini kalsiy oksalat holda cho'ktirish reaksiyasi uchun cheksiz suyultirish chegarasi 2000 ml/g topilish minimumi 25 mkg bo'lsa, sifat reaksiyasi bajarish uchun zarur bo'lgan eng kam eritma hajmini hisoblang.

Nazorat savollari

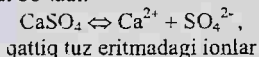
1. Suvning ionlanishi pH va pOH haqida tushuncha bering.
2. Kislota va asos eritmalarining pH i qanday hisoblanadi.
3. Bufer eritma nima? Bufer sig'imi nima?
4. Bufer eritmalarining pH i qanday hisoblanadi.
5. Bufer eritmalaridan analitik kimyoda qanday foydalaniladi.
6. Gidroliz nima? Qanday tuzlar gidrolizga uchraydi?
7. Gidroliz doimiyligi va darajasiga izoh bering.
8. Gidroliz doimiyligi va darajasiga qanday omillar ta'sir qiladi.
9. Gidrolizga uchragan tuz eritmalarining pH i qanday hisoblanadi?
10. Gidrolizidan analitik kimyoda foydalanishga misellar keltiring.

2-Amaliy mashg'ulot

Mavzu: Eruvchanlik ko'paytmasi va eruvchanlikni hisoblashga oid masalalar yechish

Ishning maqsadi: Eruvchanlik ko'paytmasi va eruvchanlikni hisoblashga oid masalalar yechishni o'rganish.

Biz bilamizki, qattiq moddalar suvda eriganda ba'zi hollarda to'yingan eritma hosil bo'lib, cho'kma holda qoladi. Muvozanat sodir bo'ladi. Elektrolitlar eriganda, masalan, tuzlar, eritmaga molekulalar emas, ionlar o'tadi. Shuning uchun to'yingan eritmalarda muvozanatda qattiq tuz bilan ionlar bo'ladi. Masalan, CaSO_4 ning to'yingan eritmasida quyidagicha muvozanat bo'ladi:



Shu jarayon uchun muvozanat konstantasi:

$$K = \frac{[\text{Ca}^{2+}][\text{SO}_4^{2-}]}{[\text{CaSO}_4]}$$

Tenglama maxrajidagi $[\text{CaSO}_4]$ o'zgarmas qiymatga ega, K ham o'zgarmas. Shuning uchun o'zgarmas qiymatlarni bir tomonga olib $K[\text{CaSO}_4] = K'$ bilan belgilasak $K' = [\text{Ca}^{2+}][\text{SO}_4^{2-}]$ bo'ladi.

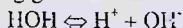
Shunday qilib, elektrolitning to'yingan eritmasida uning ionlarni konsentratsiyalarining ko'paytmasi ayni temperaturada o'zgarmas qiymatga ega. Bu qiymat elektrolitni eruvchanligini miqdoriy tavsiflaydi va elektrolitning eruvchanlikko'paytmasi deb ataladi va EK bilan belgilanadi:

$$EK_{\text{CaSO}_4} = [\text{Ca}^{2+}][\text{SO}_4^{2-}]$$

Tuzni eruvchanligini bilgan holda EK qiymatini topish qiyin emas.

EK qiymatidan kimyoviy reaksiyalarda cho'kma hosil bo'lishi yoki uni erib ketishini aniqlashda foydalaniladi.

Toza suv elektr tokini juda yomon o'tkazadi. Ammo toza suvni ham olish qiyin. F.Kolraush suvni ko'p marta tozalash natijasida toza suv olgan. Bu suv ham oz bo'lsada elektr o'tkazuvchanlikka ega bo'lgan. Uning elektr o'tkazuvchanligiga sabab dissotsilanishidir:



Suvni juda kuchsiz elektrolit deb qarab, uning dissotsilanish doimiysini quyidagicha yozish mumkin:

$$K_d = \frac{[H^+][OH^-]}{[H_2O]}$$

Suvning elektr o'tkazuvchalligidan foydalanib, dissotsilanish doimiysi hisoblab topilgan. 22°C da o'tkazilgan tekshirishlar $K_d = 1,8 \cdot 10^{-16}$ ekanligini ko'rsatdi.

Yuqoridagi tenglamani $[H^+] \cdot [OH^-] = K_d \cdot [H_2O]$ shaklida yozaylik. Bu tenglamada suvning konsentratsiyasi $[H_2O]$ qiymatini suvning dissotsilanish darajasi juda kichik bo'lgani uchun o'zgarmas qiymat deb qarash:

$$n_{(suv)} = 1000:18 = 55,56 \text{ mol} \cdot \text{l}^{-1}$$

$K_d \cdot [H_2O]$ ni K_w bilan belgilaymiz. U holda $K_w = 1,8 \cdot 10^{-16} \cdot 55,56 = 1 \cdot 10^{-14}$ bo'ladi. $K_w = 1 \cdot 10^{-14} = [H^+] \cdot [OH^-]$ hisobga olsak, ayni temperaturada suvdagi H^+ va OH^- ionlarining konsentratsiyasi ko'paytmasi o'zgarmas ekanligiga amin bo'lamiz. Demak, $[H^+] \cdot [OH^-] = \sqrt{10^{-14}}$, $[H^+] = [OH^-] = 1 \cdot 10^{-7} \text{ mol/l}$ bu neytral muhit uchun. Kislotali muhitda H^+ ionlarining konsentratsiyasi 10^{-7} mol/l dan ortiq, OH^- ionlariniki esa 10^{-7} mol/l dan kam bo'ladi.

Eruvchanlik aktivligining formulasi

$$EK_{MmAn} = [M^{n+}]^m [A^{m-}]^n \quad (2.1)$$

EK – ayrim holda eruvchanlik aktivligi ham deyiladi, chunki qiyin eruvchan elektrolitlarning eruvchanlik ko'paytmasi juda aniq hisoblash uchun ionlarni aktivligidan foydalaniladi. Amalda elektrolit eritmasida ionlararo ta'sir kuch bo'ladi.

$$EK = a^m \cdot a^n \cdot n- \quad (2.2)$$

$$EA = EK \cdot f \quad (2.3)$$

Kam eruvchan elektrolit ionlarining konsentratsiyalarini ko'paytmasi o'zining eruvchanlik ko'paytmasi qiymatiga erishganda cho'kma hosil bo'ladi, ya'ni eritma o'ta to'yingan bo'lganda, to'yinmagan eritmalardan cho'kma hosil bo'lmaydi, aksincha qattiq faza crydi.

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

Eruvchanlikni g/l (dm^3) hisoblash uchun molyar konsentratsiyani moddaning molekulyar og'irligiga ko'paytirish kerak.

Masalalar yechish uchun namunalar

1-masala. 25°C da eruvchanligi $2,865 \times 10^{-6}$ g/l bo'lgan AgI ning eruvchanlik ko'paytmasini hisoblang.

Yechish. 1) AgI ning dissotsialanish tenglamasi yoziladi:



Undan eruvchanlik ko'paytmasi ifodasi yoziladi.

$$EK_{\text{AgI}} = [\text{Ag}^+][\text{I}^-]$$

2) AgI ning eruvchanligini mol/l da hisoblash uchun AgI ning molekulyar massasi 234.8 bilan holda eritma konsentratsiyasi:

$$[\text{AgI}] = \frac{2,865 \cdot 10^{-6}}{234,8} = 1,22 \cdot 10^{-8}$$

3) 1 mol AgI dissotsiatsiyalanganda 1 mol Ag⁺ 1 mol I⁻ hosil bo'ladi. Ularning konsentratsiyasi:

$$[\text{Ag}^+] = [\text{I}^-] = [\text{AgI}] = 1,22 \times 10^{-8} \text{ mol/l}$$

4) Eruvchanlik ko'paytmasi ifodasiga [Ag⁺] va [I⁻] qiymati qo'yilsa,

$$EK_{\text{AgI}} = 1,22 \times 10^{-8} \times 1,22 \times 10^{-8} = 1,5 \times 10^{-16}$$

2-masala. CaCO₃ suvdagi eruvchanligini g/l hisoblang.

$$EK_{\text{CaCO}_3} = [\text{Ca}^{2+}][\text{CO}_3^{2-}] = 3,8 \times 10^{-9}$$

$$E = \sqrt{EK} = \sqrt{3,8 \times 10^{-9}} = 6,16 \times 10^{-5} \text{ mol/l}$$

$$M_{\text{CaCO}_3} = 100 \text{ g}$$

$$E = 6,16 \times 10^{-5} \times 100 = 6,16 \times 10^{-3} \text{ g/l}$$

Mustaqil yechish uchun masalalar

1. SnCO₃ ning suvda eruvchanligi 0,007800 g/l ga teng, uning EK qiymatini hisoblang?

2. Fe(OH)₂ ning suvda eruvchanlik ko'paytmasi $2,0 \times 10^{-10}$ ga teng, uning to'yingan eritmasidagi Fe²⁺ va OH⁻ ionlari konsentratsiyasini hisoblang.

3. AgCl ning EK qiymati $1,1 \times 10^{-10}$, uning eruvchanligini g/l va mol/l da hisoblang.

4. Pb(NO₃)₂ ning 0,01000 n eritmasiga teng hajmda: a) KCl ning 0,02000 n eritmasidan; b) KCl ning 0,3000 n eritmasidan qo'shilganda cho'kma tushish yoki tushmasligini isbotlang.

5. Agar NaCl bilan NaJ 0,2000 M li eritmalari aralashmasiga asta-sekin AgNO₃ eritmasi qo'shilsa, avval qaysi modda cho'kmaga tushadi?

$$(EK = 1,1 \times 10^{-10}, EK_{\text{AgJ}} = 1,0 \times 10^{-16})$$

6. Agar bir xil konsentratsiyali Ba²⁺ va Sr²⁺ ionlari aralashmasiga asta-sekin H₂SO₄ qo'shilsa, avval qanday modda cho'kmaga tushadi? Nima uchun?

7. 50,0 ml 0,5000 M K_2CrO_4 va 0,005000 M $AgNO_3$ eritmaları aralash tirildi. Cho'kma hosil bo'ladimi? Javobingizni asoslang. (EK $Ag_2CrO_4 = 8.8 \times 10^{-12}$)

8. $PbCl_2$ ning EK qiymati $2,4 \times 10^{-4}$ ga teng. Uning eruvchanligini g/l va mol/l da hisoblang.

9. 45,0 ml 0,0400 M KCl va 35 ml 0,0200 M $Pb(NO_3)_2$ eritmaları aralash tirildi. Cho'kma hosil bo'ladimi? Javobingizni asoslang.

10. $CaC_2O_4 \cdot 2H_2O$ ning eruvchanlik ko'paytmasi $2 \cdot 10^{-9}$ ga teng. Uning eruvchanligini g/l va mol/l da hisoblang.

11. AgI ning eruvchanlik ko'paytmasi $1,5 \cdot 10^{-16}$ ekanligini bilgan holda uning eruvchanligini g/l va mol/l da hisoblang.

12. Bir xil konsentratsiyali xlorid, bromid va yodid ionlari bor bo'lgan eritmaga $AgNO_3$ eritmasi qo'shganda qaysi cho'kma birinchi cho'kadi.

13. Qaysi bir birikmalarning – $BaSO_4$, $CaCO_3$, $AgCl$, ZnS , $(MgOH)_2CO_3$

eruvchanligi eritma kislotaligiga bog'liq emas? Nima uchun ?

Nazorat savollari

1. Eruvchanlik, eruvchanlik ko'paytmasi nima?

2. Cho'kmalarni hosil bo'lish shartlari qanday? To'la cho'kishga qanday omillar ta'sir qiladi?

3. Bir xil konsentratsiyali xlorid, bromid va yodid ionlari bor bo'lgan eritmaga $AgNO_3$ eritmasi qo'shganda qaysi cho'kma birinchi cho'kadi.

4. Qaysi eritma muhitida a) 2 M CH_3COOH ; b) 2 M HCl; v) 0,2 M CH_3COONa , Ba^{2+} ionni $K_2Cr_2O_7$ bilan to'liq cho'ktiriladi.

5. Qaysi eritma muhitida a) 2 M CH_3COOH ; b) 2 M HCl; v) 0,2 M CH_3COONa , Ba^{2+} ionni $K_2Cr_2O_7$ bilan to'liq cho'ktiriladi.

6. Qaysi muhitda $pH = 7$; $pH = 10$ $Mg(OH)_2$ ning eruvchanligi katta.

7. Eritma konsentratsiyasi qanday usullar bilan ifodalanadi.

8. Eruvchanlik ko'paytmasi qanday omillar ta'sir qiladi?

3-Amaliy mashg'ulot

Mavzu: Tuzlarning gidroliz konstantasi va gidroliz darajasini hisoblashga oid masalalar yechish.

Ishning maqsadi: Tuzlarning gidroliz konstantasi va gidroliz darajasini hisoblashga oid masalalar yechishni o'rganish.

Analizda tuzlar gidrolizi nazariy va amaliy ahamiyatga ega. Gidroliz jarayonini bilish qator murakkab jarayonlarni o'rganishga imkon beradi. Gidroliz reak-siyalaridan kationlarni va anionlarni ochishda xususiy reaksiya sifatida, shuningdek eritmalarining pH va pOHini regulyatori sifatida foydalaniladi.

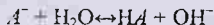
Gidroliz – erigan tuz ionlari bilan suv ionlarining (H^+ va OH^-) o'zaro ta'siri natijasida eritma muhitining o'zgarishidir.

Gidroliz darajasi tuzning gidrolizlangan qismi konsentratsiyasini (mol/l) uning shu eritmadagi umumiy konsentratsiyaga nisbatini ifodalaydi:

$$h = C_{gidr} / C_{umum}$$

Turli tipdagi gidrolizlanadigan tuzlarning eritmalarida K_h , h ni hisoblash tenglamalari bilan tanishamiz.

Bir asosli kuchsiz kislota va bir negizli kuchli asosdan hosil bo'lgan tuzlar. KCN, KClO, CH_3COONa va shu kabilar faqat anion (A^-) bo'yicha gidrolizlanadi (HA – kuchsiz kislota: HCN, HClO, CH_3COOH).



$$K = \frac{[HA][OH^-]}{[A^-]}$$

Bu reaksiyaning muvozanat konstantasi tuzning gidrolizlanish konstantasiga teng bo'ladi:

$$K = K_h$$

Agar tuzning ununuy konsentratsiyasi C_M bo'lsa, x moli gidrolizga uchragan, unda muvozanat konsentratsiyasi $[A^-] = C - x$ M ga teng bo'ladi.

$$[HA] = xM; [OH^-] = xM;$$

$$K_h = \frac{x^2}{C-x} = \frac{K_{H_2O}}{K_a}$$

Agar K_h kichik va $C \gg x$ bo'lsa, unda

$$x = [\text{OH}^-] = [\text{HA}] = \sqrt{\frac{K_{\text{H}_2\text{O}} \cdot C}{K_a}};$$

$$\text{pOH} = \frac{1}{2} \text{p}K_{\text{H}_2\text{O}} - \frac{1}{2} \text{p}K_a - \frac{1}{2} \lg C;$$

$$\text{pH} = 14 - \text{pOH} = 7 + \frac{1}{2} \text{p}K_a + \frac{1}{2} \lg C.$$

Agar K_h katta va C dan x kam farq qilsa, HA va OH^- larning muvozanat konsentratsiyasi to'liq kvadrat tenglamani yechib topiladi.

Gidrolizlanish darajasini (%) quyidagi ifodalardan topish mumkin:

$$h = \frac{[\text{HA}]}{C} \cdot 100 = \frac{[\text{OH}^-]}{C} \cdot 100\%;$$

$$h = \sqrt{\frac{K_{\text{H}_2\text{O}}}{K_a} \cdot C} \cdot 100\%.$$

Masalalar yechishga doir namunalar

1-masala. 0,05 M KCN eritmasining h ini hisoblang ($K_a = 5 \cdot 10^{-10}$).

Yechish.



$$K_h = \frac{[\text{HCN}][\text{OH}^-]}{0,05 - [\text{CN}^-]} \approx \frac{1 \cdot 10^{-14}}{5 \cdot 10^{-10}} = 2 \cdot 10^{-5}.$$

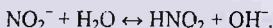
$$[\text{HCN}] = [\text{OH}^-] = x, \text{ unda}$$

$$\frac{x_2}{0,05} = 2 \cdot 10^{-5}; \quad x = \sqrt{1 \cdot 10^{-6}} = 1 \cdot 10^{-3} \text{ M},$$

$$h = \frac{1 \cdot 10^{-3}}{0,05} \cdot 100 = 2,00\%$$

2-masala. 30 ml suvga 3 M KNO_2 eritmasi qo'shildi. Eritmadagi tuzning gidrolizlanish darajasini hisoblang, $K_{\text{H}_2\text{O}} = 1 \cdot 10^{-14}$; $K_{\text{HNO}_2} = 6,2 \cdot 10^{-4}$.

Yechish. KNO_2 tuzining gidrolizi anionli mexanizm bo'yicha beradi:



KNO_2 eritmasining 30 ml suv qo'shilgan dan keying hajmini $V_1 + V = 35$ ml V_2 bilan belgilaymiz. KNO_2 tuzining suyultirilgandan keying konsentratsiyasini hisoblaymiz:

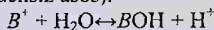
$$\frac{V_2}{V_1} = \frac{C_1}{C_2}; C_2 = \frac{V_1 \cdot C_1}{V_2} = \frac{3 \cdot 5}{35} = 0,4286 \text{ M KNO}_2 \text{ eritmasi.}$$

Tuzning konsentratsiyasini bilgan holda uning gidrolizlanish darajasini topamiz:

$$h = \sqrt{\frac{K_{\text{H}_2\text{O}}}{K_{\text{HNO}_2} \cdot C}}; h = \sqrt{\frac{1 \cdot 10^{-14}}{6,2 \cdot 10^{-4} \cdot 0,4286}} = 6,135 \cdot 10^{-6}$$

yoki $6,135 \cdot 10^{-4} \%$;

Bir asosli kuchli kislota va bir negizli kuchsiz asosdan hosil bo'lgan tuzlar. NH_4NO_3 , NH_4Cl va shu kabi tuzlar faqat kation (B^+) bo'yicha gidrolizlanadi (BOH – kuchsiz asos).



$$K_h = \frac{[\text{BOH}][\text{H}^+]}{[B^+]} = \frac{K_{\text{H}_2\text{O}}}{K_a}$$

$$[B^+] = C - x; [\text{BOH}] = [\text{H}^+] = x;$$

$$\frac{x^2}{C - x} = \frac{K_{\text{H}_2\text{O}}}{K_b}$$

Agar $x \ll C$ bo'lsa, unda

$$x = [\text{H}^+] = \sqrt{\frac{K_{\text{H}_2\text{O}} \cdot C}{K_b}}$$

$$\text{pH} = 7 - 1/2\text{p}K_b - 1/2 \lg C;$$

$$h = \frac{[\text{H}^+]}{C} \cdot 100 = \sqrt{\frac{K_{\text{H}_2\text{O}}}{K_b \cdot C}} \cdot 100\%$$

3-masala. 0,01 M NH_4NO_3 eritmasining pH i va h ini hisoblang. Yechish.



$$K_h = \frac{[\text{NH}_3][\text{H}^+]}{0,01 - [\text{NH}_3]} = \frac{1 \cdot 10^{-14}}{1,76 \cdot 10^{-5}} = 5,68 \cdot 10^{-10}$$

$$[\text{H}^+]^2 = 5,68 \cdot 10^{-10} \cdot 10^{-2} = 5,68 \cdot 10^{-12};$$

$$[\text{H}^+] = \sqrt{5,68 \cdot 10^{-12}} = 2,38 \cdot 10^{-6} \text{ M};$$

$$\text{pH} = 6 - \lg 2,38 = 5,62;$$

$$h = \frac{2,38 \cdot 10^{-6}}{0,01} \cdot 100 = 0,02\%$$

Bir asosli kuchsiz kislota va bir negizli kuchsiz asosdan hosil bo'lgan tuzlar. NH_4CN , $\text{CH}_3\text{COONH}_4$ va shu kabi tuzlar ham kation bo'yicha va ham anion bo'yicha gidrolizlanadi: $\text{V}^+ + \text{A}^- + \text{H}_2\text{O} \leftrightarrow \text{VOH} + \text{HA}$;

$$K_h = \frac{[\text{BOH}][\text{HA}]}{[\text{B}^+][\text{A}^-]} = \frac{K_{\text{H}_2\text{O}}}{K_b \cdot K_a}$$

Tuzning umumiy konsentratsiyasini S_M , gidrolizlanish darajasini h bilan belgilab, muvozanat konsentratsiyalarini topamiz:

$$[\text{B}^+] = [\text{A}^-] = C - C \cdot h = (1 - h).$$

Agar $[\text{BOH}] = [\text{HA}] = C \cdot h$ bo'lsa, unda

$$K_h = \frac{C \cdot h \cdot C \cdot h}{C^2(1-h)^2} = \frac{h^2}{(1-h)^2} = \frac{K_{\text{H}_2\text{O}}}{K_b \cdot K_a};$$

$$\frac{h}{1-h} = \sqrt{\frac{K_{\text{H}_2\text{O}}}{K_b \cdot K_a}}$$

Agar $h < 1$ bo'lsa, tuzning gidroliz darajasi $h = \sqrt{K_h}$ gidroliz darajasi

yetarlicha katta bo'lsa, unda $h = \frac{\sqrt{K_h}}{1 + \sqrt{K_h}}$ bo'ladi.

Agar bunday tuzlarning gidroliz konstantasi kichik bo'lsa, unda eritmaning kislotaligini quyidagicha aniqlash mumkin. $[\text{BOH}] \approx [\text{HA}]$ va $[\text{B}^+] \approx [\text{A}^-] \approx C_{\text{HA}}$ deb qabul qilib, bu qiymatlarni

$$K_h = \frac{[\text{BOH}][\text{HA}]}{[\text{B}^+][\text{A}^-]} = \frac{K_{\text{H}_2\text{O}}}{K_b \cdot K_a} \text{ tenglamaga qo'yamiz:}$$

$$K_h = \frac{K_{\text{H}_2\text{O}}}{K_b \cdot K_a} = \frac{[\text{HA}]^2}{C_{\text{HA}}^2}$$

Bundan

$$[\text{HA}] = \frac{[\text{H}^+] \cdot C_{\text{HA}}}{K_a}; \quad [\text{H}^+] = \sqrt{\frac{K_{\text{H}_2\text{O}} \cdot K_a}{K_b}}$$

4-masala. 0,01 M ammoniy atsetatitrasining h ini hisoblang.

Yechish. $K_h = \frac{K_{H_2O}}{K_b \cdot K_a}$ tenglama bo'yicha gidrolizlanish konstantasi

K_h ni topamiz:

$$K_h = \frac{1 \cdot 10^{-14}}{1,76 \cdot 10^{-5} \cdot 1,74 \cdot 10^{-5}} = 3,06 \cdot 10^{-5}.$$

$\frac{h}{1-h} = \sqrt{\frac{K_{H_2O}}{K_b \cdot K_a}}$ tenglama bo'yicha h ni hisoblab topamiz:

$$\frac{h}{1-h} = \sqrt{3,06 \cdot 10^{-5}} = 5,53 \cdot 10^{-3};$$

$$h = 5,53 \cdot 10^{-3} - 5,53 \cdot 10^{-3} \cdot h;$$

$$h(1 + 5,53 \cdot 10^{-3}) = 5,53 \cdot 10^{-3};$$

$$h = \frac{5,53 \cdot 10^{-3}}{1,0055} \cdot 100 = 0,55\%$$

10-masala. Agar 0,1M $HCOONH_4$ eritmasining $pH = 6,50$ bo'lsa, $HCOOH$ ning dissotsilanish konstantasini va dissotsilanish darajasini hisoblang.

Yechish. $HCOONH_4$ ning gidrolizi ham kationli va ham anionli mexanizm bo'yicha boradi: $NH_4^+ + HCOO^- + HOH \leftrightarrow NH_4OH + HCOOH$.

Bu tuz eritmasining pH ini hisoblaymiz:

$$pH = 1/2pK_{H_2O} + 1/2pK_{HCOOH} - 1/2pK_{NH_4OH}$$

Bu tenglamani pK_{HCOOH} ga nisbatan quyidagi shaklda yozamiz va unga ko'rsatilgan kattaliklarning son qiymatlarini qo'yib yechamiz:

$$1/2pK_{HCOOH} = pH - 1/2pK_{H_2O} + 1/2pK_{NH_4OH};$$

$$K_{HCOOH} = 2(pH - 1/2pK_{H_2O} + 1/2pK_{NH_4OH}) = 2(6,50 - 7 + 2,38) = -3,76;$$

$$K_{HCOOH} = 1,74 \cdot 10^{-4}.$$

Ostvaldning suyultirish qonunidan dissotsilanish darajasi:

$$\alpha = \sqrt{\frac{K}{C}} = \sqrt{\frac{1,74 \cdot 10^{-4}}{0,1}} = \sqrt{1,74 \cdot 10^{-3}} = 4,17 \cdot 10^{-2} \text{ yoki } 4,17\%.$$

Mustaqil yechish uchun masalalar

1-masala. Agar pH H_2SO_3 ning ionlanish konstantasi $K_1 = 1,7 \cdot 10^{-2}$ va $K_2 = 6,2 \cdot 10^{-8}$ bo'lsa, 1 M eritmada NaHSO_3 ning gidrolizlanish darajasini hisoblang.

2-masala. Qo'rg'oshin atsetat $(\text{CH}_3\text{COO})_2\text{Pb}$ eritmasining I bosqich bo'yicha gidrolizlanish konstantasi va darajasini hisoblang.

$$K_{2^{\text{d}}(\text{CH}_3\text{COO})_2} = 3,0 \cdot 10^{-8}$$

3-masala. 0,01 M natriy sulfit eritmasining h ini hisoblang.

4-masala. 0,1 M CH_3COONa eritmasining gidroliz darajasini hisoblang.

5-masala. 0,1 M K_3PO_4 tuzining gidroliz darajasini hisoblang.

Nazorat savollar

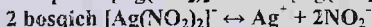
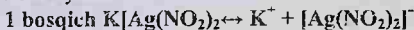
1. Gidroliz nima? Qanday tuzlar gidrolizga uchraydi?
2. Gidroliz doimiyligi va darajasiga izoh bering.
3. Gidroliz doimiyligi va darajasiga qanday omillar ta'sir qiladi.
4. Gidrolizga uchragan tuz eritmalarining pHi qanday hisoblanadi
5. Ham kation, ham anion bo'yicha gidrolizga uchraydigan tuzlar haqida ma'lumot bering.

4-Amaliy mashg'ulot

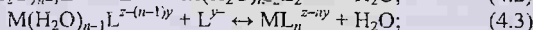
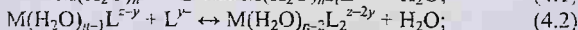
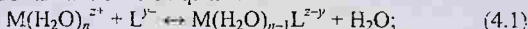
Mavzu: Kompleks birikmalarning beqarorlik doimiyligi. Kompleks birikmalarning xossalriga doir masalalar yechish.

Ishning maqsadi: Kompleks birikmalarning beqarorlik doimiyligi. Kompleks birikmalarning xossalriga doir masalalar yechishni o'rganish.

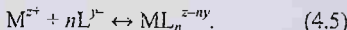
Kompleks birikmalarning barqarorligi ularning dissotsiatsiyalanishi bilan tavsiflanadi. Kompleks birikmalar ikki bosqichda dissotsiatsiyalanadi:



1-bosqich–kuchli elektrolitning dissotsiatsiyalanishi. 2 bosqich kuchsiz elektrolitlarning dissotsiatsiyalanishi kabidir. Eritmalarda kompleks birikmalarning hosil bo'lishi va ularning dissotsilanishi bosqichli boradi. Metallning akva -ioni $M(H_2O)_n^{z+}$ va ligand L^{y-} orasidagi kompleks hosil bo'lishini ko'rib chiqamiz:



Qisqartirilgan holda:



Eritmada kompleksning eng muhim xarakteristikasi uning barqarorlik kon-stantasi hisoblanadi. ML_n^{z-ny} kompleksning umumiy barqarorlik konstantasi β_n (4.4) umumiy reaksiyaga muvofiq keladi va quyidagicha ifodalanadi:

$$\beta_n = \frac{[ML_n]^{z-ny}}{[M][L]^n} \quad (4.6)$$

* bunda va bundan keyin soddalashtirish uchun zaryadlar tushurib qoldiriladi.

Oraliq komplekslar ML_i ning umumiy barqarorlik konstantasi quyidagiga teng bo'ladi:

$$\beta_i = \frac{[ML_i]}{[M][L]^i}. \quad (4.7)$$

Kompleks hosil bo'lishining har bir bosqichi bosqichli barqarorlik konstantasi K_i ga mos keladi va quyidagicha ifodalanadi:

$$K_i = \frac{[ML_i]}{[ML_{i-1}][L]} \quad (4.8)$$

Umumiy va bosqichli barqarorlik konstantalari o'zaro quyidagi ifoda bilan bog'langan:

$$\beta_i = K_1 K_2 \dots K_i \quad (4.9)$$

Konstanta ifodasiga molekula va ionlarning muvozanat konsentratsiyalari (mol/l) kiradi. Olingan metall tuzining umumiy konsentratsiyasi C_M metal ioni saqlagan hamma shakllar konsentratsiyasining yig'indisidir:

$$C_M = [M] + [ML] + [ML_2] + \dots + [ML_n].$$

(4.7) tenglamani e'tiborga olsak:

$$C_M = [M](1 + \beta_1[L] + \beta_2[L]^2 + \dots + \beta_n[L]^n). \quad (4.10)$$

Ligandning umumiy konsentratsiyasi C_L ni quyidagi tenglama bilan ifodalash mumkin:

$$C_L = [L] + [ML] + 2[ML_2] + \dots + n[ML_n]. \quad (4.11)$$

Agar eritmada mustahkam kompleks ML_n yetarlicha ko'p bo'lsa, unda birinchi yaqinlashishda $[ML_n] = C_M$ deb hisoblash mumkin,

$$[L] = C_L - nC_M. \quad (4.12)$$

Ligand ko'p ortiqcha bo'lsa, $[L] \cong C_L$ deb qabul qilish mumkin. Metall tuzi umumiy konsentratsiyasini ionlarning muvozanat konsentratsiyasiga nisbati komplekslanganlik funksiyasi (F) ni ifodalaydi:

$$F = \frac{C_M}{[M]} \quad (4.13)$$

yoki, agar (4/10) tenglama inobatga olinsa,

$$F = 1 + \beta_1[L] + \beta_2[L]^2 + \dots + \beta_n[L]^n. \quad (4.14)$$

Bunda $\beta_1, \beta_2, \dots, \beta_n$ - tegishlicha oraliq komplekslarning barqarorlik konstantalari.

Eritmada bitta ML_n kompleks ko'p bo'lgan holda

$$F \cong \beta_n [L]^n. \quad (4.15)$$

Bu kompleks ML_i ning ulushini (x_i) quyidagi nisbatdan topish mumkin:

$$x_i = \frac{[ML_i]}{C_M} = \frac{\beta_i [M][L]^i}{C_M} \quad (4.16)$$

(4.13) tenglamani e'tiborga olsak

$$x_i = \frac{\beta_i [L]^i}{F}. \quad (4.17)$$

Agar ligand kuchsiz kislota yoki asos anioni hisoblansa, komplekslanganlik funksiyasi eritmaning pH ga bog'liq bo'ladi, chunki eritmaning kislotaliligi o'zgarishi bilan ligandning muvozanat konsentratsiyasi o'zgaradi. Kuchsiz ko'p asosli kislota anioni H_mL konsentratsiyasining H^+ konsentratsiyasiga bog'liqligi quyidagicha ifodalanadi:

$$[L^{m-}] = C_{H_mL} \cdot \alpha_m \quad (4.18)$$

bunda C_{H_mL} – kislota umumiy konsentratsiyasi, α_m – anion (L^{m-}) ning ulushi.

α_m ni esa quyidagi formula yordamida topish mumkin:

$$\alpha_m = \frac{K_1 K_2 \dots K_m}{[H^+]^m + K_1 [H^+]^{m-1} + K_1 K_2 [H^+]^{m-2} + \dots + K_1 K_2 \dots K_m} \quad (4.19)$$

bunda K_1, K_2, \dots, K_m – kislota dissotsilanish konstantalari.

Ushbu pH da komplekslanganlikni baholash uchun shartli barqarorlik konstantasi β dan foydalanish qulay. Kuchsiz kislota (H_mL) bilan hosil bo'lgan ML_n kompleks uchun shartli barqarorlik konstantasi quyidagiga teng:

$$\beta_n = \beta_n \alpha_n^n \quad (4.20)$$

Komplekslanganlik bu holda quyidagi tenglama bo'yicha hisoblanadi:

$$F = 1 + \beta_1 C_{H_mL} + \beta_2 (C_{H_mL})^2 + \dots + \beta_n (C_{H_mL})^n \quad (4.21)$$

Bu yerda C_{H_mL} – kompleksga bog'lanmagan kislota

konsentratsiyasini ifodalaydi, ya'ni $C_{H_mL} = C_{H_mL} - nC_M$. (4.22)

Berilgan pH da ushbu kompleksning ulushini hisoblash uchun quyidagi tenglamadan foydalaniladi:

$$x_i = \frac{\beta_i (C_{H_mL})^i}{F} \quad (4.23)$$

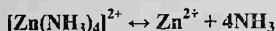
Komplekslarning barqarorlik konstantasini bilish analitik kimyo uchun qator muhim xulosalar chiqarishga imkon beradi.

Metall ionlarining muvozanat konsentratsiyasini, ligandning berilgan konsentratsiyasida komplekslanganlikni va pH ni hisoblash, metall ionini niqoblash uchun zarur bo'lgan ligandning konsentratsiyasini topish mumkin. Barqarorlik konstantalarining qiymati haroratga va eritmaning ion kuchiga bog'liq.

Masalalar yechish uchun namunalar

1-masala. 1 M $[\text{Zn}(\text{NH}_3)_4]\text{Cl}_2$ eritmasidagi Zn^{2+} , NH_3 ionlarini konsentratsiyasi va kompleks ionning dissotsiatsiyalanish darajasi hisoblang.

Yechish. 1) Kompleks ionning eritmada quyidagicha dissotsiatsiyalanadi:



2) Kompleks ionning beqarorlik doimiyligi yoziladi:

$$K_{\text{beqaror}} = \frac{[\text{Zn}^{2+}][\text{NH}_3]^4}{[\text{Zn}(\text{NH}_3)_4]^{2+}}$$

$[\text{Zn}^{2+}] = X$ $[\text{NH}_3] = 4X$ ionlarga ajralmagan ionlar konsentratsiyasi 1 - X bilan ifodalanadi.

3) Beqarorlik doimiyligi formulasiga ifodalari qo'yilsa.

$$K_{\text{beqaror}} = \frac{x \cdot (4x)^4}{1-x} = 2,6 \cdot 10^{-12}$$

X_1 ga nisbatan juda kichik bo'lganligi sababli X ning qiymatini hisobga olinmaydi:

$$K = X(4x)^4 = 256 X^5 = 2,6 \times 10^{-10}$$

$$x = [\text{Zn}^{2+}] = \sqrt[5]{\frac{2,6 \times 10^{-10}}{256}} = 3,99 \times 10^{-3}$$

$$[\text{Zn}^{2+}] = 4,0 \times 10^{-3} \text{ mol/l}$$

Unda ammiakning konsentratsiyasi:

$$[\text{NH}_3] = 4,0 \times 10^{-3} \times 4 = 16 \times 10^{-3} = 1,6 \times 10^{-2} \text{ mol/l}$$

4) Dissotsiatsiyalanish darajasi hisoblanadi

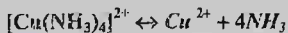
$$\alpha = C_{\text{diss}} = 4,0 \times 10^{-3} = 0,004$$

$$C_{\text{umum}} = 1$$

$$\text{Foizlarda } \alpha = 0,004 \times 100 = 0,4$$

2-masala. 0,2 M CuSO_4 eritmasiga teng hajmda 2 M ammiak eritmasi qo'shildi. eritmada $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]^{2+}$ kompleks ion hosil bo'lgan deb, Cu^{2+} ionni konsentratsiyasi hisoblang.

Yechish. 1) Kompleks ion quyidagicha dissotsiatsiyalanadi:



$$K_{\text{beqorov}} = \frac{[\text{Cu}^{2+}][\text{NH}_3]_4}{[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]^{2+}} = 9,33 \cdot 10^{-13}$$

2) Cu^{2+} ionlarining muvozanatdagi konsentratsiyasi X deb, $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]^{2+} = 0,2 - x$. Kompleks hosil bo'lganda ammiakning konsentratsiyasi $4 \times (0,2 - x)$ ga kamayadi.

Muvozanatdagi konsentratsiyasi

$$2 - 4(0,2 - x) = 1,2 - 4x \text{ (mol)}$$

$$\text{Eritmada: } [\text{Cu}^{2+}] = x, \quad [\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]^{2+} = 0,2 - x, \quad [\text{NH}_3] = 1,2 - 4x$$

x

3) Topilgan ifodalar beqarorlik doimiyligi ifodasi quyiladi:

$$\frac{x \cdot (1,2 - 4x)^4}{0,2 - x} = 9,33 \cdot 10^{-13}$$

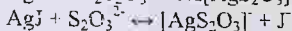
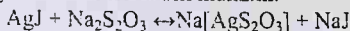
0,02 va 1,2 qiymatlari x dan katta bo'lganligi sababli

$$x = \frac{9,33 \times 10^{-13} \times 0,2}{1,2^4} = \frac{18,66 \times 10^{-14}}{2,074} = 8,1 \times 10^{-14}$$

4) Demak, eritmadagi Cu^{2+} ionlari konsentratsiyasi $8,1 \times 10^{-14}$ mol/l. Kompleks ionlarning buzilish va cho'kmalarning erishidan ularning bo'lishi kompleks ionning beqarorlik doimiyligi va qiyin eruvchanlik birikmani eruvchanlik ko'paytmasi ma'lum bo'lsa, kompleks ionni buzilishi va qiyin eruvchan birikma hosil bo'lishi to'g'risidagi masalani yechish mumkin.

4-masala. 0,1 g AgJ eritish uchun 1 m $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ eritmasidan necha ml kerak.

Yechish. 1) AgJ ning $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ da erish jarayonini quyidagi tenglama bilan ifodalash mumkin.



2) Muvozanat doimiyligi quyidagicha yoziladi:

$$K_{\text{muvozanat}} = \frac{[\text{AgS}_2\text{O}_3]^- [\text{J}^-]}{[\text{S}_2\text{O}_3]^{2-}} \quad (4.24)$$

$$EK_{AgJ} = [Ag^+][J^-] \text{ bundan } \frac{EK_{AgJ}}{[Ag^+]=[J^-]} \quad (4.25)$$

(2) —chi formula (1) chi formulaga quyilsa,

$$K_{muvozz} = \frac{[AgS_2O_3]^- \cdot EK_{AgJ}}{[S_2O_3]^{2-} [Ag^+]} \quad (4.26)$$

$$K_{muvozz} = \frac{[AgS_2O_3]^-}{[S_2O_3]^{2-} [Ag^+]} \quad (4.27)$$

(4.27) — formula (4.26)- formulaga quyilsa,

$$K_{muvozz} = \frac{EK_{AgJ}}{K_{[AgS_2O_3]^-}}$$

Ilovadagi jadvaldan $EK_{AgJ} = 8,3 \times 10^{-17}$; $K_{[AgS_2O_3]^-} = 1,5 \times 10^{-4}$

$$K_{muvozz} = \frac{x \cdot x}{1,5 \cdot 10^{-9}} = 5,54 \cdot 10^{-8}$$

3) eritmaga o'tgan AgJ ning mol miqderini x bilan, unda AgJ ning erish tenglamasidan $[AgS_2O_3]^- = [J^-] = x$, muvozanatdagi $[S_2O_3^{2-}] = 1-x$. Bu qiymatlarni muvozanat doimiyligi qiymatiga qo'yilsa,

$$K_{muvozz} = \frac{x \cdot x}{1-x} = 5,54 \cdot 10^{-8}$$

Maxrajdagi x hisobga olinmasa

$$\frac{x^2}{1} = 5,54 \cdot 10^{-8}; x = \sqrt{5,54 \cdot 10^{-8}} = 2,35 \cdot 10^{-4} \text{ mol/l}$$

Demak, 1 l 1 M $Na_2S_2O_3$ eritmasida $2,35 \cdot 10^{-4}$ mol AgJ erishi mumkin.

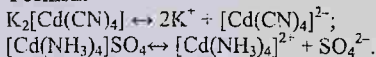
$$4) 0,1 \text{ g AgJ} \quad \frac{0,1}{234,8} = 4,254 \cdot 10^{-4} \text{ mol}$$

Agar 1 l $Na_2S_2O_3$ $2,35 \cdot 10^{-4}$ mol AgJ ni eritsa, $4,25 \cdot 10^{-4}$ mol AgJ ni eritish uchun qancha hajm $Na_2S_2O_3$ kerak bo'ladi.

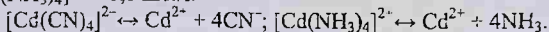
$$V = \frac{4,25 \times 10^{-1}}{2/35 \times 10^{-4}} = 1,80l = 1800ml$$

5-masala. 0,1M $K_2[Cd(CN)_4]$ va 0,1M $[Cd(NH_3)_4]SO_4$ eritmalarning qaysi birida $[Cd^{2+}]$ konsentratsiyasi yuqori? $K_{[Cd(CN)_4]^{2-}} = 7,76 \cdot 10^{-18}$; $K_{[Cd(NH_3)_4]^{2+}} = 2,75 \cdot 10^{-7}$

Yechish.



Kompleks ionlarning konsentratsiyasi: $[Cd(CN)_4]^{2-} = 0,1 \text{ mol/l}$;
 $[Cd(NH_3)_4]^{2+} = 0,1 \text{ mol/l}$.



$$K_{[Cd(CN)_4]^{2-}} = \frac{[Cd^{2+}][CN^-]^4}{[Cd(CN)_4]^{2-}}; K_{[Cd(NH_3)_4]^{2+}} = \frac{[Cd^{2+}][NH_3]^4}{[Cd(NH_3)_4]^{2+}}.$$

Ikkala holda ham $[Cd^{2+}]$ ionlari konsentratsiyasini x bilan belgilaymiz, unda $[CN^-]$ ionlari konsentratsiyasi $[CN^-] = 4x$, $[NH_3]$ konsentratsiyasi esa $[NH_3] = 4x$ bo'ladi. $[Cd(CN)_4]^{2-}$ va $[Cd(NH_3)_4]^{2+}$ kompleks ionlarning beqarorlik konstantalari tegishli 7,76·10⁻¹⁸ va 2,75·10⁻⁷ ga teng. Bundan:

$$[Cd^{2+}]_1 = \frac{K_{[Cd(CN)_4]^{2-}} [Cd(CN)_4]^{2-}}{[CN^-]^4}$$

$$x_1 = \frac{7,76 \cdot 10^{-18} \cdot 0,1}{(4x_1)^4}; \quad 256x_1^5 = 7,76 \cdot 10^{-19};$$

$$x_1 = \sqrt[5]{\frac{7,76 \cdot 10^{-19}}{256}} = 7,875 \cdot 10^{-5} \text{ mol/l } [Cd^{2+}]_1;$$

$$[Cd^{2+}]_2 = \frac{K_{[Cd(NH_3)_4]^{2+}} [Cd(NH_3)_4]^{2+}}{[NH_3]^4};$$

$$x_2 = \frac{2,75 \cdot 10^{-7} \cdot 0,1}{(4x_2)^4}; \quad 256x_2^5 = 2,75 \cdot 10^{-8};$$

$$x_2 = \sqrt[5]{\frac{2,75 \cdot 10^{-8}}{256}} = 1,014 \cdot 10^{-2} \text{ mol/l } [Cd^{2+}]_2.$$

$$\frac{[Cd^{2+}]_2}{[Cd^{2+}]_1} = \frac{1,014 \cdot 10^{-2}}{7,875 \cdot 10^{-5}} = 128,76 \approx 129.$$

$[Cd(NH_3)_4]^{2+}$ kompleks ionidagi $[Cd^{2+}]$ ionlari konsentratsiyasi $[Cd(CN)_4]^{2-}$ kompleks ionidagi $[Cd^{2+}]$ ionlari konsentratsiyasidan 129 marta ortiq.

6-masala. 0,5 M KI saqlagan 0,01 M K_2HgI_4 eritmasidagi simob (II) ionlarining muvozanat konsentratsiyasini hisoblang.

Yechish. Kaliy yodid konsentratsiyasi asosida eritmaning ion kuchini topamiz:

$$\mu = \frac{\sum C \cdot Z^2}{2} = \frac{0,5 + 0,5}{2} = 0,5$$

Jadvaldan, shu ion kuchiga mos keladigan HgI_4^{2-} kompleksi uchun $\lg\beta_4 = 29,86$ ekanligini aniqlaymiz. Bundan:

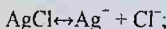
$$\beta_4 = \frac{[HgI_4^{2-}]}{[Hg^{2+}][I^-]^4} = 7,2 \cdot 10^{29}$$

Bu kompleks barqaror bo'lganligi uchun uning dissotsilanishini hisobga olmasa ham bo'ladi, HgI_4^{2-} ning konsentratsiyasini K_2HgI_4 tuzining umumiy konsentratsiyasi (0,01 M) ga teng deb olish mumkin. I ning muvozanat konsentratsiyasini ortiqcha miqdorda olingan KI ning umumiy konsentratsiyasiga teng deb hisoblasak, unda:

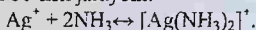
$$[Hg^{2+}] = \frac{[HgI_4^{2-}]}{\beta_4} = \frac{10^{-2}}{7,24 \cdot 10^{29} \cdot (0,5)^4} = 2,2 \cdot 10^{-3} \text{ M}$$

7-masala. 0,1 M NH_3 eritmasidagi kumush xloridning eruvchanligini hisoblang.

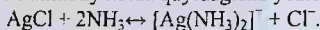
Yechish. 1) erituvchi (H_2O) molekulari ta'sirida $AgCl$ ning ionlanish jarayoni:



2) kompleks hosil bo'lish jarayoni:



Ikkala jarayonni umumiy holda quyidagicha yozish mumkin:



Kumush ionlarining $[Ag(NH_3)_2]^+$ kompleksga bog'lanishi kumush xlorid cho'kmasining erishiga olib keladi. Massalar ta'siri qonuni bo'yicha bu jarayon eruvchanlik konstantasi bilan ifodalanadi:

$$K_S = \frac{[Ag(NH_3)_2]^+ [Cl^-]}{[NH_3]^2}, [AgCl] = \text{const qiyin eriydigan elektrolit.}$$

Ma'lumki, $[Ag^+][Cl^-] = K_S^T(AgCl) = 1,78 \cdot 10^{-10}$ (jadvalga qarang),

$$\text{va } K_{[Ag(NH_3)_2]^+} = \frac{[Ag^+][NH_3]^2}{[Ag(NH_3)_2]^+} = 5,75 \cdot 10^{-8} \text{ (jadvalga qarang).}$$

Ionlar konsentratsiyasi $[Cl^-] = \frac{K_S^T(AgCl)}{[Ag^+]}$, unda K_S ni quyidagi ishchi formula ko'rinishida yozamiz:

$$K_s = \frac{K_{S(AgCl)}^T \cdot [Ag(NH_3)_2]^+}{[Ag^+][NH_3]^2} = \frac{K_{S(AgCl)}^T}{K_{[Ag(NH_3)_2]^+}^T}$$

yoki

$$\frac{K_{S(AgCl)}^T}{K_{[Ag(NH_3)_2]^+}^T} = \frac{[Ag(NH_3)_2]^+ [Cl^-]}{[NH_3]^2}$$

Umumiy tenglama bo'yicha, $[Cl^-]$ ionlari konsentratsiyasi $[Ag(NH_3)_2]^+$ kompleks ionlarning konsentratsiyasiga teng, uni x bilan belgilaymiz. Kompleksga bog'lanmagan ammiak molekularining muvozanat konsentratsiyasi $(0,1 - x)$ ga teng bo'ladi. Yozilgan barcha kattaliklarning son qiymatlarini oxirgi ishchi tenglamaga qo'yamiz va uni yechamiz:

$$\begin{aligned} \frac{K_{S(AgCl)}^T}{K_{[Ag(NH_3)_2]^+}^T} &= \frac{[Ag(NH_3)_2]^+ [Cl^-]}{[NH_3]^2} \\ \frac{1,78 \cdot 10^{-10}}{5,75 \cdot 10^{-8}} &= \frac{x^2}{(0,1 - x)^2} \\ 0,31 \cdot 10^{-2} \cdot (0,01 - 0,2x + x^2) &= x^2 \\ 3,1 \cdot 10^{-5} - 6,2 \cdot 10^{-4} x + 3,1 \cdot 10^{-3} x^2 &= x^2 \\ 0,9969 x^2 + 6,2 \cdot 10^{-4} x - 3,1 \cdot 10^{-5} &= 0 \\ x &= \frac{-6,2 \cdot 10^{-4} \pm \sqrt{(6,2 \cdot 10^{-4})^2 + 4 \cdot 0,9969 \cdot 3,1 \cdot 10^{-5}}}{2 \cdot 0,9969} \\ &= \frac{-6,2 \cdot 10^{-4} \pm 1,11 \cdot 10^{-2}}{1,9938} = \frac{1,05 \cdot 10^{-2}}{1,9938} = 0,526 \cdot 10^{-2} = 0,00526 \text{ mol/l.} \end{aligned}$$

Demak, kumush xloridning 0,1 M ammiak eritmasidagi eruvchanligi 0,00526 mol/l ga teng.

3-masala. 10 ml 0,25M kumush nitrat eritmasiga 40 ml 0,5M kaliy sianid eritmasi qo'shildi. Aralashmadagi $[Ag^+]$ ning muvozanat konsentratsiyasini hisoblang.

Yechish.

$$\frac{V_1}{V_0} = \frac{C_0}{C_1}$$

Bunda C_0 – kumush nitrat eritmasining suyultirilgandan keying konsentratsiyasi; V_0 – eritmaning umumiy konsentratsiyasi ($V_1 + V_2$) ga teng.

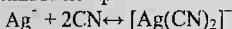
Bundan

$$C_0 = \frac{V_1 C_1}{V_0}; \quad C_0 = \frac{0,25 \cdot 10}{50} = 0,05 \text{ mol/l.}$$

Shunga o'xshash kaliy sianidning suyultirilgandan keying konsentratsiyasini topamiz:

$$C_2 = \frac{0,5 \cdot 40}{50} = 0,4 \text{ mol/l.}$$

Hisoblashlar bo'yicha kaliy sianid ortiqcha olingan (kumush nitratga nisbatan), binobarin, eritmada kompleks hosil bo'lish jarayoni kuzatiladi:



Bir vaqtning o'zida eritmada teskari jarayon boradi, uning muvozanatini miqdoriy beqarorlik konstantasi bilan ifodalash mumkin, $K_{\text{beqaror}} = 1,0 \cdot 10^{-21}$ (jadvalga qarang):

$$K_{\text{beqaror}} = \frac{[\text{Ag}^+][\text{CN}^-]^2}{[\text{Ag}(\text{CN})_2]^-}$$

$[\text{Ag}^+]$ ionlari konsentratsiyasini x bilan belgilaymiz. Kompleksning dissotsilanish tenglamasi $[\text{Ag}(\text{CN})_2]^- \leftrightarrow \text{Ag}^+ + 2\text{CN}^-$ dan sianid ionlari konsentratsiyasini topamiz:

$$[\text{CN}^-] = C_{\text{CN}^-} - 2(C_{\text{Ag}^+} - x) = 0,4 - 2(5 \cdot 10^{-2}) \approx 0,3 \text{ mol/l};$$

$$[\text{Ag}(\text{CN})_2]^- = C_{\text{Ag}^+} - x = 5 \cdot 10^{-2} - x \approx 5 \cdot 10^{-2} \text{ mol/l},$$

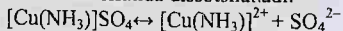
$$\text{bunda } C_{\text{CN}^-} = C_{\text{KCN}}; \quad C_{\text{Ag}^+} = C_{\text{AgNO}_3}$$

Beqarorlik konstantasi ifodasiga ionlar konsentratsiyasi qiymatlarini qo'yamiz:

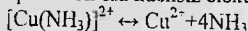
$$\frac{x(0,3)^2}{0,05} = 1,0 \cdot 10^{-21}; \quad x = \frac{5 \cdot 10^{-19}}{1,6 \cdot 10^{-1}} = 3,1 \cdot 10^{-18} \text{ mol/l } [\text{Ag}^+].$$

9-masala. 0,1M $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]\text{SO}_4$ eritmasidagi $[\text{Cu}^{2+}]$ ionlari va $[\text{NH}_3]$ konsentra-tsiyasini hisoblang, $K_{[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]^{2+}} = 9,33 \cdot 10^{-13}$.

Yechish: Tetra amino mis (II)-sulfat bosqichli ionlanadi. I bosqichda u kuchli elektrolit sifatida dissotsilanadi:



Binobarin, ionlarning konsentratsiyasi $[\text{Cu}(\text{NH}_3)]^{2+} = \text{SO}_4^{2-} = 0,1$ mol/l. $[\text{Cu}(\text{NH}_3)]^{2+}$ kompleks ion esa kuchsiz elektrolit sifatida ionlanadi:



Kompleks ion dissotsilanishining bu bosqichini kompleksning beqarorlik konstantasi bilan quyidagicha ifodalash mumkin:

$$K_{[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]^{2+}} = \frac{[\text{Cu}^{2+}] \cdot [\text{NH}_3]^4}{[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]^{2+}}$$

Kompleks hosil qiluvchi $[Cu^{2+}]$ ionlari konsentratsiyasini x bilan belgilaymiz, unda ammiak $[NH_3]$ konsentratsiyasi $4x$ ga teng bo'ladi:

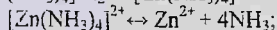
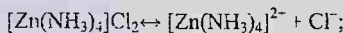
$$9,33 \cdot 10^{-13} = \frac{x(4x)^4}{0,1}$$

$$x = \sqrt[5]{\frac{9,33 \cdot 10^{-14}}{256}} = 8,2 \cdot 10^{-4} \text{ mol/l } [Cu^{2+}]$$

Demak, ammiak konsentratsiyasi $8,2 \cdot 10^{-4} \cdot 4 = 3,28 \cdot 10^{-3} \text{ mol/l } [NH_3]$ gateng.

10-masala. $[Zn(NH_3)_4]Cl_2$ tarkibli kompleks tuzning 0,1M eritmasi orqali sulfid-ionlarning boshlang'ich konsentratsiyasi 10^{-10} mol/l ga teng bo'lguncha vodород sulfid yuborildi. Kompleksion parchalanadi min va rux sulfid cho'kmaga tushadimi aniqlang.

Yechish.



$$K_{[Zn(NH_3)_4]^{2+}} = \frac{[Zn^{2+}][NH_3]^4}{[Zn(NH_3)_4]^{2+}};$$

jadvaldan $K_{[Zn(NH_3)_4]^{2+}} = 2,0 \cdot 10^{-9}$ ekanligini aniqlaymiz;

$$[Zn^{2+}] = x; [NH_3] = 4x.$$

Unda ionlarning konsentratsiyasi:

$$[Zn^{2+}] = \frac{K_{[Zn(NH_3)_4]^{2+}} \cdot [Zn(NH_3)_4]^{2+}}{[NH_3]^4}.$$

Kattaliklarning son qiymatlarini qo'yamiz va tenglamani yechamiz:

$$x = \frac{2,0 \cdot 10^{-9} \cdot 0,1}{256x^4}; \quad 256x^5 = 2,0 \cdot 10^{-10};$$

$$x = \sqrt[5]{\frac{2,0 \cdot 10^{-10}}{256}} = 3,789 \cdot 10^{-3} \text{ mol/l } [Zn^{2+}].$$

Eruvchanlik ko'paytmasi qoidasiga muvofiq, agar ionlar konsentratsiyalarining ko'paytmasi eruvchanlik ko'paytmasidan katta bo'lsa, rux sulfid cho'kmaga tushishi mumkin:

$$[Zn^{2+}][S^{2-}] > K_{S(ZnS)}^T$$

Ionlar konsentratsiyalari ko'paytmasini hisoblaymiz va $K_{S(ZnS)}^T$ qiymati bilan solishtiramiz:

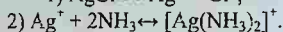
$$[Zn^{2+}][S^{2-}] = 3,789 \cdot 10^{-3} \cdot 1 \cdot 10^{-10} = 3,789 \cdot 10^{-13} \text{ mol/l},$$

Rux sulfidning eruvchanlik ko'paytmasi jadval bo'yicha $1,6 \cdot 10^{-24}$ ga teng.

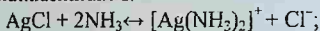
Modomiki, ionlar konsentratsiyalarining ko'paytmasi eruvchanlik ko'paytmasidan katta ($3,789 \cdot 10^{-13} > 1,6 \cdot 10^{-24}$) ekan ZnS cho'kmasi hosil bo'ladi va $[Zn(NH_3)_4]Cl_2$ kompleksi parchalanadi.

11-masala. 10 mg kumush xloridni to'liq eritish uchun yetarli bo'lgan 5 ml ammiak eritmasining boshlang'ich konsentratsiyasin mol/l da hisoblang.

Yechish.



bu jarayonlarni umumlashtiramiz:



$$K_S = \frac{[Ag(NH_3)_2]^+ \cdot [Cl^-]}{[NH_3]^2};$$

$K_{S(AgCl)}^T = [Ag^+][Cl^-] = 1,78 \cdot 10^{-10}$ (jadvalga qarang) va beqarorlik

konstantasi $K_{[Ag(NH_3)_2]^+}^T = \frac{[Ag^+][NH_3]^2}{[Ag(NH_3)_2]^+} = 5,75 \cdot 10^{-8}$ (jadvalga qarang).

Agar $[Cl^-] = \frac{K_{S(AgCl)}^T}{[Ag^+]}$ bo'lsa, unda K_S tenglamasi quyidagi ko'rinishni

oladi:

$$K_S = \frac{K_{S(AgCl)}^T [Ag(NH_3)_2]^+}{[Ag^+][NH_3]^2} = \frac{K_{S(AgCl)}^T}{K_{[Ag(NH_3)_2]^+}^T}$$

$$\frac{K_{S(AgCl)}^T}{K_{[Ag(NH_3)_2]^+}^T} = \frac{[Ag(NH_3)_2]^+ \cdot [Cl^-]}{[NH_3]^2}$$

5 ml ammiak eritmasida 10 mg AgCl, 1000 ml ammiak eritmasida esa x mg AgCl to'liq erishi mumkin. Bundan

5 ml NH_3 — 10 mg AgCl;

1000 ml NH_3 — x g AgCl;

$$x = \frac{10 \cdot 1000}{5} = 2000 \text{ mg} = 2 \text{ g AgCl}.$$

AgCl ning ammiakdagi eruvchanligi:

$$S = \frac{m_{AgCl}}{M_{AgCl}}, S = \frac{2}{143,321} = 0,0139 \text{ mol/l AgCl}; \text{ demak}$$

$$[Cl^-] = [Ag^+] = 0,0139 \text{ mol/l}.$$

0,0139 mol/l AgCl ning to'liq erishida kompleks bilan bog'lanmagan ammiakning eritmadagi konsentratsiyasi: $[NH_3] = 2 \cdot 0,0139 = 0,0278 \text{ mol/l}$, muvozanat konsentra-tsiyasi esa:

$$[\text{NH}_3] = C - 0,0278 \text{ mol/l ga teng.}$$

Bunda C – ammiakning boshlang'ich konsentratsiyasi.

Olingan qiymatlarni ishchi formulaga qo'yamiz va uni ammiakning boshlang'ich konsentratsiyasiga nisbatan yechamiz:

$$\frac{1,78 \cdot 10^{-10}}{5,75 \cdot 10^{-8}} = \frac{(0,0139)^2}{(C - 0,0278)^2}; \quad 3,1 \cdot 10^{-3} = \frac{(0,0139)^2}{(C - 0,0278)^2}$$

$$\frac{0,0139}{C - 0,0278} = \sqrt{3,1 \cdot 10^{-3}}; \quad \frac{0,0139}{C - 0,0278} = 5,57 \cdot 10^{-2};$$

$$0,0139 = 0,056 C - 0,0016; \quad 0,0154 = 0,056 C;$$

$$C = 0,0154/0,056 = 0,275 \text{ mol/l NH}_3.$$

12-masala. 0,1M NH_3 saqlagan 10^{-3} M $\text{Cd}(\text{NO}_3)_2$ eritmasidagi kadmiy ionlarining komplekslanganligini va muvozanat konsentratsiyasini toping. Eritmaning ion kuchi 2 ga teng.

Yechish. Jadvaldan $\mu = 2$ bo'lganda kadmiyning ammiakli komplekslarining $\lg\beta$ qiymatlarini topamiz:

$$\lg\beta_1 = 2,65; \quad \lg\beta_3 = 6,19;$$

$$\lg\beta_2 = 4,75; \quad \lg\beta_4 = 7,12.$$

B ning qiymatini hisoblaymiz:

$$\beta_1 = 4,47 \cdot 10^2; \quad \beta_3 = 1,55 \cdot 10^6;$$

$$\beta_2 = 5,62 \cdot 10^4; \quad \beta_4 = 1,32 \cdot 10^7.$$

Komplekslanganlikni aniqlash uchun ammiakning muvozanat konsentratsiyasini bilish kerak. Ammiak ortiqcha miqdorda kiritilganligi uchun uning muvozanat konsentratsiyasini umumiy konsentratsiyasiga C (NH_3), ya'ni 0,1 mol/l ga teng deb olish mumkin. Quyidagi tenglama bo'yicha komplekslanganlik topiladi:

$$F = 1 + \beta_1[L] + \beta_2[L]^2 + \dots + \beta_n[L]^n.$$

$$F = 1 + 4,47 \cdot 10^2 \cdot 10^{-1} + 5,62 \cdot 10^4 \cdot (10^{-1})^2 + 1,55 \cdot 10^6 \cdot (10^{-1})^3 + 1,32 \cdot 10^7 \cdot (10^{-1})^4 =$$

$$= 1 + 44,7 + 5,62 \cdot 10^2 + 1,55 \cdot 10^3 + 1,32 \cdot 10^3 = 3,48 \cdot 10^3.$$

Cd^{2+} ning muvozanat konsentratsiyasini $F = \frac{C_M}{[M]}$ tenglama bo'yicha

hisoblaymiz

$$[\text{Cd}^{2+}] = \frac{C_M}{F} = \frac{10^{-3}}{3,48 \cdot 10^3} = 2,88 \cdot 10^{-7} \text{ M.}$$

13-masala. Tarkibida 2M CH_3COONa va 10^{-4} M $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ saqlagan eritmada qo'rg'oshin ionlarining muvozanat konsentratsiyasini, komplekslanganlikni va $\text{Pb}(\text{CH}_3\text{COO})_4^{2-}$ kompleks ionlarining uishini aniqlang.

Yechish. Ko'rsatilgan sharoitda (ion kuchi 2 gateng) qo'rg'oshinning atsetatli komplekslarining β qiymatlari:

$$\beta_1 = 31,6; \quad \beta_3 = 81,3;$$

$$\beta_2 = 109,6; \quad \beta_4 = 25,7.$$

CH_3COO^- ning muvozanat konsentratsiyasini natriy atsetatning umumiy konsentratsiyasiga teng deb olish mumkin. F ni topamiz:

$$F = 1 + 31,6 \cdot 2 + 109,6 \cdot 4 + 8,13 \cdot 8 + 25,7 \cdot 16 = 1564,2 = 1,56 \cdot 10^3.$$

$\text{Pb}(\text{CH}_3\text{COO})_4^{2-}$ kompleksining ulushini hisoblaymiz:

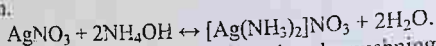
$$x_4 = \frac{\beta_4 [\text{CH}_3\text{COO}^-]^4}{F} = \frac{4,11 \cdot 10^{-2}}{1,56 \cdot 10^3} = 0,263.$$

Binobarin, eritmada 26,3% kompleksli anion mavjud. $F = \frac{C_M}{[M]}$ tenglama bo'yicha qo'rg'oshin ionlarining muvozanat konsentratsiyasini topamiz:

$$[\text{Pb}^{2+}] = \frac{10^{-4}}{1,56 \cdot 10^3} = 6,4 \cdot 10^{-8} \text{ M}.$$

14-masala. $1 \cdot 10^{-3}$ M kumush nitrat va 0,022 M ammiak saqlaguchi eritmada komplekslanganlik va $[\text{Ag}^+]$ ning muvozanat konsentratsiyasini hisoblang. Ion kuchi 0,5 ga teng.

Yechish.



Ma'lumotnomadan $\mu=0,5$ bo'lganda kumushning ammiak komplekslarining $\lg\beta_1$ qiymatini topamiz:

$[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]^+$ uchun $\lg\beta_1 = 3,24$ va $[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]^+$ uchun $\lg\beta_1 = 7,0$ ya'ni

$$\beta_1 = 1,74 \cdot 10^3; \quad \beta_2 = 1,12 \cdot 10^7.$$

Modomiki kumush nitratga nisbatan ammiak ortiqcha kiritilgan ekan, urda uning muvozanat konsentratsiyasini uni umumiy konsentratsiyasiga ($C_2 = 2,2 \cdot 10^{-2}$ mol/l) teng deb qabul qilish mumkin. Unda komplekslanganlikni quyidagi formula bo'yicha aniqlaymiz:

$$F = 1 + \beta_1[L] + \beta_2[L]^2,$$

Bunda L - ligand konsentratsiyasi, ya'ni ammiakni suvdagi eritmasining konsentratsiyasi.

Kattaliklarning son qiymatlarini formulaga qo'yib, hisoblaymiz:

$$F = 1 + 1,74 \cdot 10^3 \cdot 0,022 + 1,12 \cdot 10^7 \cdot (0,022)^2 = 1 + 38,28 + 5420,8 = 5460,08 = 5,46 \cdot 10^3.$$

Kumush ionining muvozanat konsentratsiyasini quyidagi formula bo'yicha hisoblaymiz: $[Ag^+] = \frac{C_1}{F}$. Kattaliklarning son qiymatlarini formulaga qo'yib, hisoblaymiz:

$$[Ag^+] = \frac{1 \cdot 10^{-3}}{5,46 \cdot 10^3} = 1,83 \cdot 10^{-7} \text{ mol/l.}$$

15-masala. Kompleks ionlar $[HgBr_4]^{2-}$, $[HgI_4]^{2-}$, $[Hg(CN)_4]^{2-}$ ning qaysi biri barqarorroq? Tegishli kompleks tuzning 0,2 M eritmasida uning parchalanish % ini hisoblang.

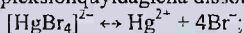
Yechish. Ma'lumotnomadan ko'rsatilgan kompleks ionlarning beqarorlik konstantalari qiymatlarini topamiz (jadvalga qarang):

$$K_{[HgBr_4]^{2-}} = 2,2 \cdot 10^{-22}; \quad K_{[HgI_4]^{2-}} = 5 \cdot 10^{-31}; \quad K_{[Hg(CN)_4]^{2-}} = 4 \cdot 10^{-42}$$

Kompleks ionning dissotsilanish (parchalanish) darajasi kompleks ionni dissotsilangan qismi konsentratsiyasini kompleks ionni umumiy konsentratsiyasiga nisbati bilan ifodalanadi. Kompleks ionning parchalanish darajasi ko'pincha foizlarda hisoblanadi:

$$\frac{[Hg^{2+}]}{[HgBr_4]^{2-}} \cdot 100\%.$$

$[HgBr_4]^{2-}$ ionning konsentratsiyasi masala sharti bo'yicha 0,2 mol/l ga teng. $[HgBr_4]^{2-}$ kompleksion quyidagicha dissotsilanadi:



$$[Hg^{2+}] = x; \quad [Br^-] = 4x;$$

$[HgBr_4]^{2-}$ ionning beqarorlik konstantasi

$$K_{[HgBr_4]^{2-}} = \frac{[Hg^{2+}][Br^-]^4}{[HgBr_4]^{2-}}$$

Kattaliklarning son qiymatlarini beqarorlik konstantasi formulasiga qo'yamiz va x ga nisbatan yechamiz:

$$2,2 \cdot 10^{-22} = \frac{x(4x)^4}{0,2}; \quad 256x^5 = 4,4 \cdot 10^{-23};$$

$$x = \sqrt[5]{\frac{4,4 \cdot 10^{-23}}{256}} = \sqrt[5]{0,0172 \cdot 10^{-23}} = \sqrt[5]{1,72 \cdot 10^{-25}} = 1,12 \cdot 10^{-5} \text{ M } [Hg^{2+}].$$

$[HgBr_4]^{2-}$ ionning parchalanish darajasi:

$$\frac{1,12 \cdot 10^{-5} \cdot 100}{0,2} = 5,6 \cdot 10^{-3}\%.$$

Shu kabi $[HgI_4]^{2-}$ va $[Hg(CN)_4]^{2-}$ kompleks ionlar uchun parchalanish darajasini hisoblaymiz, shuning uchun, tushuntirishsiz faqat matematik hisoblashlarni keltiramiz:

$$K_{[\text{HgI}_4]^{2-}} = \frac{[\text{Hg}^{2+}][\text{I}^-]^4}{[\text{HgI}_4]^{2-}}$$

$$5 \cdot 10^{-31} = \frac{x(4x)^4}{0,2}; \quad 256x^5 = 1,0 \cdot 10^{-31};$$

$$x = \sqrt[5]{\frac{1 \cdot 10^{-31}}{256}} = \sqrt[5]{0,0039 \cdot 10^{-31}} = \sqrt[5]{39 \cdot 10^{-35}} = 2,08 \cdot 10^{-7} \text{ M } [\text{Hg}^{2+}].$$

$[\text{HgI}_4]^{2-}$ ning parchalanish darajasi:

$$\frac{2,08 \cdot 10^{-7} \cdot 100}{0,2} = 1,04 \cdot 10^{-4} \% \text{ ga teng.}$$

$$K_{[\text{Hg}(\text{CN})_4]^{2-}} = \frac{[\text{Hg}^{2+}][\text{CN}^-]^4}{[\text{Hg}(\text{CN})_4]^{2-}}$$

$$4 \cdot 10^{-42} = \frac{x(4x)^4}{0,2}; \quad 256x^5 = 8 \cdot 10^{-43},$$

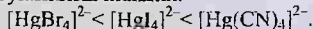
$$x = \sqrt[5]{\frac{8 \cdot 10^{-43}}{256}} = \sqrt[5]{0,031 \cdot 10^{-43}} = \sqrt[5]{3,1 \cdot 10^{-45}} = 1,26 \cdot 10^{-9} \text{ M } [\text{Hg}^{2+}].$$

$[\text{Hg}(\text{CN})_4]^{2-}$ ning parchalanish darajasi:

$$\frac{1,26 \cdot 10^{-9} \cdot 100}{0,2} = 6,3 \cdot 10^{-7} \% \text{ ga teng.}$$

$$5,6 \cdot 10^{-3} > 1,04 \cdot 10^{-4} > 6,3 \cdot 10^{-7} \%.$$

Binobarin, ushbu kompleks ionlarni barqarorlik darajasi bo'yicha quyidagi qatorga joylashtrishi mumkin:



16-masala. Quyidagi sharoitlarda In^{3+} ning komplekslanganligini va InF_4^- kompleksining konsentratsiyasini hisoblang; $\text{pH} = 3$ ga teng bo'lgan 100 ml 10^{-3} M $\text{In}(\text{ClO}_4)_3$ eritmasida 4,199 g NaF eritilgan.

Yechish. Natriy floridning umumiy konsentratsiyasini C_F (mol/l) hisoblaymiz:

$$C_F = \frac{4,199 \cdot 1000}{41,9 \cdot 100} = 1,0 \text{ mol/l.}$$

Eritmaning ion kuchini 1 ga teng deb qabul qilish mumkin. Bu sharoitlarda indiyini floridli komplekslarining barqarorlik konstantalari:

$$\beta_1 = 5,0 \cdot 10^3; \beta_2 = 1,8 \cdot 10^6; \beta_3 = 4,0 \cdot 10^8; \beta_4 = 5,0 \cdot 10^9 \text{ ga teng.}$$

HF ning dissotsilanish konstantasini ($6,2 \cdot 10^{-4}$) hisobga olgan holdarn = 3 bo'lsa, F^- uchun α_1 ni topamiz:

$$\alpha_1 = \frac{6,2 \cdot 10^{-4}}{10^{-3} + 6,2 \cdot 10^{-4}} = 0,382.$$

Shartli barqarorlik konstantalarni aniqlaymiz:

$$\beta_1^* = \beta_1 \cdot \alpha_1 = 5,0 \cdot 10^3 \cdot 0,382 = 1,91 \cdot 10^3;$$

$$\beta_2^* = \beta_2 \cdot \alpha_1^2 = 1,8 \cdot 10^6 \cdot 0,382^2 = 2,61 \cdot 10^5;$$

$$\beta_3^* = \beta_{31} \cdot \alpha_1^3 = 4,0 \cdot 10^8 \cdot 0,382^3 = 2,20 \cdot 10^7;$$

$$\beta_{41}^* = \beta_{41} \cdot \alpha_1^4 = 5,0 \cdot 10^9 \cdot 0,382^4 = 1,05 \cdot 10^8.$$

C_F ning qiymati \ln^{3+} konsentratsiyasidan ancha yuqori bo'lganligi uchun $C_F = C_{F=1M}$ deb qabul qilish mumkin

va $F = 1 + \beta_1^* C_F + \beta_2^* C_F^2 + \beta_3^* C_F^3 + \beta_4^* C_F^4$ tenglama bo'yicha F ni hisoblaymiz:

$$F = 1 + 1,91 \cdot 10^3 + 2,61 \cdot 10^5 + 2,20 \cdot 10^7 + 1,05 \cdot 10^8 = 1,27 \cdot 10^8.$$

$\ln F_4^-$ kompleksining ulushini (x_4) hisoblaymiz:

$$x_4 = \frac{\beta_4^* C_F^4}{F} = \frac{1,05 \cdot 10^8}{1,27 \cdot 10^8} = 0,83.$$

Bu kompleksning konsentratsiyasi

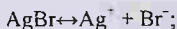
$$[\ln F_4^-] = x_4 C_M = 0,83 \cdot 10^{-3} = 8,3 \cdot 10^{-4} \text{ M ga teng bo'ladi.}$$

17-masala. Agar 10 ml 4 M natriy tiosulfat eritmasi bilan AgBr eritmasi chayqatilsa, necha milligramm AgBr eriydi?

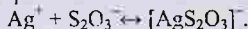
$$K_{S(\text{AgBr})}^T = 5,3 \cdot 10^{-13}; \quad K_{[\text{AgS}_2\text{O}_3]^-} = 1,51 \cdot 10^{-9}.$$

Yechish. Kumush bromidning erishi ikki jarayonda sodir bo'ladi:

1) erituvchi (H_2O) molekulari ta'sirida kumush bromidning ionlanish jarayoni:



2) kompleks hosil bo'lish jarayoni – Ag^+ ionlari tiosulfat ionlari bilan bog'lanib, barqaror kompleks birikma hosil bo'lishi:



Bu ikkala jarayonni quyidagicha yozish mumkin:



Kumush ionlarining $[\text{AgS}_2\text{O}_3]^-$ kompleksida bog'lanishi ham cho'kmaning erishiga olib keladi. Massalar ta'siri qonuniga ko'ra ushbu jarayonni eruvchanlik konstantasi bilan miqdoriy ifodalash mumkin:

$$K_S = \frac{[\text{AgS}_2\text{O}_3]^- \cdot [\text{Br}^-]}{[\text{S}_2\text{O}_3^{2-}]}, \quad [\text{AgBr}] = \text{const.}$$

AgBr qiyin eriydigan elektrolitlarga kiradi,
 $K_{S(\text{AgBr})}^T = [\text{Ag}^+][\text{Br}^-] = 5,3 \cdot 10^{-13}.$

$$K_{[\text{AgS}_2\text{O}_3]^-} = \frac{[\text{Ag}^+][\text{S}_2\text{O}_3^{2-}]}{[\text{AgS}_2\text{O}_3]^-} = 1,51 \cdot 10^{-9}.$$

Shunday qilib, $[\text{Br}^-]$ ionlari konsentratsiyasini AgBr ning eruvchanlik ko'payt-masidan aniqlash mumkin:

$$[\text{Br}^-] = \frac{K_{S(\text{AgBr})}^T}{[\text{Ag}^+]}$$

K_S tenglamasi quyidagi shaklda yoziladi:

$$K_S = \frac{K_{S(\text{AgBr})}^T \cdot [\text{AgS}_2\text{O}_3]^-}{[\text{Ag}^+][\text{S}_2\text{O}_3^{2-}]} = \frac{K_{S(\text{AgBr})}^T}{K_{[\text{AgS}_2\text{O}_3]^-}}$$

$$\frac{K_{S(\text{AgBr})}^T}{K_{[\text{AgS}_2\text{O}_3]^-}} = \frac{[\text{AgS}_2\text{O}_3]^- \cdot [\text{Br}^-]}{[\text{S}_2\text{O}_3^{2-}]}$$

Dastlabki eritmalardagi $[\text{Br}^-]$ ionlari konsentratsiyasini x bilan belgilaymiz, unda $[\text{S}_2\text{O}_3^{2-}]$ ionlari konsentratsiyasi $4-x$ ga teng bo'ladi.

$$\frac{K_{S(\text{AgBr})}^T}{K_{[\text{AgS}_2\text{O}_3]^-}} = \frac{[\text{AgS}_2\text{O}_3]^- \cdot [\text{Br}^-]}{[\text{S}_2\text{O}_3^{2-}]}, \quad \frac{5,3 \cdot 10^{-13}}{1,51 \cdot 10^{-9}} = \frac{x^2}{4-x}$$

$$3,51 \cdot 10^{-4} (4-x) = x^2;$$

$$x^2 + 3,51 \cdot 10^{-4} x - 1,404 \cdot 10^{-3} = 0;$$

$$x = \frac{-3,51 \cdot 10^{-4} \pm \sqrt{(3,51 \cdot 10^{-4})^2 + 4 \cdot 1,404 \cdot 10^{-3}}}{2} =$$

$$= \frac{-3,51 \cdot 10^{-4} \pm 7,49 \cdot 10^{-2}}{2} = 3,73 \cdot 10^{-2}$$

Binobarin, kumush bromidning 4 M natriy tiosulfat eritmasidagi eruvchanligi $3,73 \cdot 10^{-2}$ mol/l ga teng.

$$C = 3,73 \cdot 10^{-2} \cdot 187,8 = 7,005 \text{ g/l.}$$

Unda 10 ml 4M natriy tiosulfat eritmasida 0,07 g (70 mg) kumush bromid erishi mumkin.

18-masala. CuSO_4 tuzi va ammiakning boshlang'ich konsentratsiyalari tegishlicha 0,01 M va 0,02 M bo'lgan eritmada Cu^{2+} ionlari, ammiak va koordinatsion sonlari 1 dan 4 gacha bo'lgan bosqichli komplekslarining konsentratsiyalarini hisoblang.

Yechish. Erkinligandlar $[\text{NH}_3]$ ning muvozanat konsentratsiyasini hisoblash uchun hosil bo'lish konstantasining umumiy ifodasidan foydalanamiz (ma'lumotnoma bo'yichau $10^{12,03}$ ga teng).

$$K_4 = \frac{[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]}{[\text{Cu}^{2+}][\text{NH}_3]^4}$$

$[\text{Cu}^{2+}] \approx 1/4[\text{NH}_3]$ deb olinsa,

$$K_4 = 10^{12,03} = \frac{0,01 \cdot 4}{[\text{NH}_3]^4},$$

bundan

$$[\text{NH}_3] = \sqrt[3]{\frac{0,01 \cdot 4}{10^{12,03}}} = 10^{-2,686} = 2,06 \cdot 10^{-3} \text{ mol/dm}^3.$$

Hosil bo'lish konstantasining umumiy qiymati va ammiakning topilgan muvozanat konsentratsiyasidan foydalanib, har bir kompleksning molyar ulushini hisoblaymiz:

$$\begin{aligned} X(\text{Cu}^{2+}) &= \frac{1}{1 + K_1[\text{NH}_3] + K_2[\text{NH}_3]^2 + K_3[\text{NH}_3]^3 + K_4[\text{NH}_3]^4} = \\ &= \frac{1}{1 + 10^{3,99} \cdot 10^{-2,686} + 10^{7,33} \cdot 10^{-5,372} + 10^{10,06} \cdot 10^{-8,058} + 10^{12,03} \cdot 10^{-10,7}} = \\ &= \frac{1}{1 + 10^{1,304} + 10^{1,958} + 10^{2,002} + 10^{1,286}} = \frac{1}{231,7} = 0,00432; \\ X(\text{Cu}(\text{NH}_3)^{2+}) &= \frac{K_1[\text{NH}_3]}{1 + \sum_1^4 K_n[\text{NH}_3]^n} = \frac{10^{3,99} \cdot 10^{-2,686}}{231,7} = 0,0869; \\ X(\text{Cu}(\text{NH}_3)_2^{2+}) &= \frac{K_2[\text{NH}_3]^2}{1 + \sum_1^4 K_n[\text{NH}_3]^n} = \frac{10^{7,33} \cdot 10^{-5,372}}{231,7} = 0,3918; \\ X(\text{Cu}(\text{NH}_3)_3^{2+}) &= \frac{K_3[\text{NH}_3]^3}{1 + \sum_1^4 K_n[\text{NH}_3]^n} = \frac{10^{10,06} \cdot 10^{-8,058}}{231,7} = 0,4336; \\ X(\text{Cu}(\text{NH}_3)_4^{2+}) &= \frac{K_4[\text{NH}_3]^4}{1 + \sum_1^4 K_n[\text{NH}_3]^n} = \frac{10^{12,03} \cdot 10^{-10,744}}{231,7} = 0,0837. \end{aligned}$$

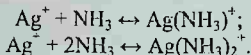
Topilgan ma'lumotlardan foydalanib, barcha komplekslarning muvozanat konsentratsiyalarini hisoblaymiz:

$$\begin{aligned} [\text{Cu}^{2+}] &= 0,00432 \cdot 0,01 = 4,32 \cdot 10^{-5} \text{ mol/dm}^3; \\ [\text{Cu}(\text{NH}_3)^{2+}] &= 0,0869 \cdot 0,01 = 8,69 \cdot 10^{-4} \text{ mol/dm}^3; \\ [\text{Cu}(\text{NH}_3)_2^{2+}] &= 0,3918 \cdot 0,01 = 3,918 \cdot 10^{-3} \text{ mol/dm}^3; \\ [\text{Cu}(\text{NH}_3)_3^{2+}] &= 0,4336 \cdot 0,01 = 4,336 \cdot 10^{-3} \text{ mol/dm}^3; \\ [\text{Cu}(\text{NH}_3)_4^{2+}] &= 0,0837 \cdot 0,01 = 8,37 \cdot 10^{-4} \text{ mol/dm}^3. \end{aligned}$$

Yuqorida keltirilgan hisoblashlar, albatta taxminiy hisoblanadi, chunki eritmadagi Cu^{2+} va NH_3 zarrachalarning konsentratsiyalari oldinroq $\text{Cu}^{2+} \approx 1/4[\text{NH}_3]$ deb olgan taxminimizga mos kelmaydi.

19-masala. Quyidagi boshlang'ich konsentratsiyalarda: $C(\text{Ag}^+) = 0,01\text{M}$; $C(\text{NH}_3) = 0,1\text{M}$ kumush ionlari va uning ammiakli komplekslarining muvozanat konsentratsiyalarini hisoblang.

Yechish. Ag^+ ionlarining NH_3 bilan o'zaro ta'siri quyidagi tenglamalar bilan ifodalanadi:



Erkin ligandlarning muvozanat konsentratsiyasini uning boshlang'ich konsentra-tsiyasi va kompleks ion $\text{Ag}(\text{NH}_3)^+$ ga bog'langan konsentratsiyasi (u $0,01 \cdot 2 = 0,02 \text{ mol/dm}^3$ ga teng) farqidan hisoblash mumkin, chunki komplekslarning dissotsilanishi hisobiga hosil bo'ladigan erkin NH_3 molekulari konsentratsiyasini inobatga olmaslik mumkin:

$$[\text{NH}_3] = 0,1 - 0,02 = 0,08 \text{ mol/dm}^3.$$

NH_3 konsentratsiyasi va bosqichli hosil bo'lish konstantalari qiymatlaridan foydalanib, muvozanatda bo'lgan barcha zarrachalarning molyar ulushlari va konsentratsiyalarini hisoblaymiz:

$$\begin{aligned}X(\text{Ag}^+) &= \frac{i}{1 + 10^{3,32} \cdot 0,08 + 10^{7,23} \cdot (0,08)^2} = \\ &= \frac{1}{1 + 167,1 + 108687,4} = \frac{1}{108855,5} = 9,186 \cdot 10^{-6};\end{aligned}$$

$$X(\text{Ag}(\text{NH}_3)^+) = \frac{167,1}{108855,5} = 1,535 \cdot 10^{-3};$$

$$X(\text{Ag}(\text{NH}_3)_2^+) = \frac{108687,4}{108855,5} = 0,9984;$$

$$[\text{Ag}^+] = 9,186 \cdot 10^{-8} \text{ mol/dm}^3; [\text{Ag}(\text{NH}_3)^+] = 1,535 \cdot 10^{-5} \text{ mol/dm}^3;$$

$$[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2^+] = 9,984 \cdot 10^{-3}.$$

Bu eritmada hisoblangan konsentratsiya qiymatlari shuni ko'rsatadiki, ligandlarning miqdorida asosan $\text{Ag}(\text{NH}_3)_2^+$ ionlari hosil bo'ladi (100% ga yaqin).

Mustaqil yechish uchun masalalar.

1-masala. 100 cm^3 $0,5 \text{ M}$ ammiak eritmasida kompleks hosil bo'lishi hisobiga AgCl cho'kmasining eriydigan massasini hisoblang.

2-masala. $0,01 \text{ M}$ li $\text{K}[\text{Au}(\text{CN})_6]$ kompleks tuz eritmasidagi oltin ionini Au^+ konsentratsiyasi hisoblang.

3-masala. Bir xil konsentratsiyali kompleks tuz eritmalarining qaysi birida kumush ionini konsentratsiyasi katta $[\text{Ag}(\text{NH}_3)_4] \text{OH}$ yoki $\text{K}[\text{AgS}_2\text{O}_3]$.

4-masala. Qaysi kompleks birikmada $0,1 \text{ M}$ li $\text{Cd}(\text{NH}_3)\text{Cl}_2$ i yoki $0,1 \text{ M}$ li $\text{K}_2[\text{Cd}(\text{CN})_4]$ da kadmiy ionini – Cd^{2+} konsentratsiyasi ko'p.

5-masala. 0,1 M li $K[Ag(CN)_2]$ kompleks tuzi eritmasidagi Ag^+ ionlari konsentratsiyasi hisoblang.

6-masala. 0,1 M li $K_4[Fe(CN)_6]$ kompleks tuzi eritmasidagi Fe^{2+} ionlari konsentratsiyasi hisoblang.

7-masala. 0,5 m li 1 l $AgNO_3$ eritmasidagi Ag^+ ionlari konsentratsiyasi 10^{-5} mol/l gacha kamaytirish uchun necha mol ammiak qo'shish kerak.

8-masala. 20 ml suvda 0,1842 g $K_4[Fe(CN)_6]$ eritildi. Eritmadagi Fe^{2+} ionlari konsentratsiyasi hisoblang.

9-masala. 0,1 M li $[Cd(CN)_4]Cl_2$ tarkibli kompleks tuzga teng hajmda 0,1 M li Na_2S qo'shilganda kadmiy sulfidi CdS cho'kmaga tushadimi.

10-masala. 0,2 M li $K_4[Fe(CN)_6]$ tarkibli kompleks tuzga 0,02 M li Na_2S qo'shganda FeS cho'kmasi hosil bo'ladimi.

11-masala. 0,1 M li ammiak eritmasida kumush brom – $AgBr$ ning eruvchanligini mol/l da hisoblang.

Nazorat savollari

1. Quyidagi har bir kompleks birikmaning dissotsiyalanish reaksiya tenglamalarini tuzing va ularni nomlang. $[Ag(NH_3)_2]Cl$; $K[Co(NH_3)_2(NO_2)_4]$; $[Cr(H_2O)_6]Cl_3$; $K[Au(CNS)_4]$.

2. Quyidagi kompleks birikmalarni hosil bo'lish, parchalanish reaksiya tenglamalarini yozing: a) $[Cu(NH_3)_4](OH)_2$; $Na[Ag(CN)_2]$; $K_2[HgJ_4]$. Elektrolitik

dissotsiatsiyasi va barqarorlik konstantalarini qiymatini keltiring. b) $K_2[Ni(CN)_4]$; $K_2[Hg(CN)_4]$; $[Ag(NH_3)_2]$;

v) $[Ag(NH_3)_2]OH$; $[Co(NH_3)_6]Cl$; $K_2[N(CN)_4]$;

g) $[Zn(NH_3)_4](OH)_2$; $K_4[Fe(CN)_6]$; $K[Ag(CN)_2]$;

d) $[Ag(NH_3)_2]$; $(NH_4)_2[ClO(SCN)_4]$; $K_4[Fe(CN)_6]$;

e) $K[BiJ_4]$; $[Cu(NH_3)_4]SO_4$; $Fe_4[Fe(CN)_6]_3$

j) $Na_3[Co(NO_2)_6]$; $(NH_4)_2[Hg(SCN)_4]$; $[Ni(NH_3)_6]SO_4$

3. Quyidagi kompleks birikmalar uchun hosil bo'lish va elektrolitik dissotsiatsiyalanish tenglamalarini yozing va barqarorlik doimiysining qiymatini keltiring.

1. $[Cu(NH_3)_4](NO_3)_2$; $(NH_4)_2[Tl(SO_4)_2]$; $[Ag(NH_3)_4]Cl$.

2. $[Cu(NH_3)_4]SO_4$; $[Zn(NH_3)_6](OH)_2$; $[Cr(NH_3)_6]Cl_3$.

3. $[Ni(NH_3)_6](OH)_2$; $Na_3[FeF_6]$; $[Cr(H_2O)_6]Cl_3$.

4. $[Cd(NH_3)_4]Cl_2$; $[Ag(NH_3)_2]NO_3$; $Na_2[ZrO(SO_4)_2]$.

5. $\text{Na}[\text{BiJ}_4]$; $\text{K}_2[\text{TlF}_5]$; $\text{Na}[\text{Cr}(\text{H}_2\text{O})_2(\text{Cr}_2\text{O}_4)_3]$.

6. $\text{Fe}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]_3$; $\text{H}_2[\text{PbCl}_4]$; $\text{K}_3[\text{ZrF}_7]$.

7. $\text{Fe}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]_2$; $\text{Na}_2[\text{SF}_6]$; $\text{H}_3[\text{Cr}(\text{Cl}_2\text{O}_2)_3]$.

4. Quyidagi kompleks birikmalarni IYUPAK qoidalari bo'yicha nomlang va analitik xususiyatlarini (rangi, kristall tuzilishi, eruvchanligi, barqarorlik doimiysi qiymatlarini) keltiring.

$[\text{Ni}(\text{NH}_3)_4](\text{NO}_3)_2$; $(\text{NH}_4)_2[\text{Ti}(\text{SO}_4)_2]$; $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]\text{Cl}$.

$[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]\text{SO}_4$; $[\text{Zn}(\text{NH}_3)_6](\text{OH})_2$; $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]\text{Cl}_2$

$[\text{Co}(\text{NH}_3)_6](\text{OH})_2$; $\text{Li}_3[\text{FeF}_6]$; $[\text{Cr}(\text{H}_2\text{O})_4]\text{Cl}_3$

$[\text{Cd}(\text{NH}_3)_4]\text{SO}_4$; $[\text{Ag}(\text{CN})_4]\text{NO}_3$; $\text{K}_2[\text{ZnO}(\text{NO}_2)_4]$

$\text{KNa}_2[\text{Co}(\text{NO}_2)_6]$; $\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CIN})_6]$; $[\text{Ni}(\text{NH}_3)_4]\text{SO}_4$

$\text{K}[\text{Ag}(\text{CIN})_2]$; $[\text{Ni}(\text{CN})_4]\text{SO}_4$; $\text{K}_2[\text{Zn}(\text{OH})_4]$

$[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]\text{Cl}$; $[\text{Zn}(\text{NH}_3)_4]\text{SO}_4$; $\text{Na}_2[\text{Hg}(\text{CNS})_4]$

4. Kompleks birikmalar deb nimaga aytiladi? Ularning qo'sh tuzlardan farqi nimada?

5. Sifat analizida ishlatiladigan kompleks tuzlarning qanday turlarini bilasiz?

6. Sifat analizida: a) ionlarni topishda b) xalaqit beradigan ionlarni niqoblashda; v) cho'kmalarni eritishda; g) oksidlanish-qaytarilish xossasi o'zgartirishda; d) kislotasosli xossasi o'zgartirishda ishlatiladigan kompleks birikmalarga misol keltiring.

7. Quyidagi kompleks tuzlarning suvli eritmada dissotsiatsiyalanish tenglamalarini yozing: a) $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]\text{Cl}_2$; b) $\text{K}_2[\text{HgJ}_4]$; v) $[\text{Ni}(\text{NH}_3)_4]\text{SO}_4$ g) $\text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]$; d) $\text{K}_2[\text{Cd}(\text{CN})_4]$.

8. Koordinatsion birikmalarning barqarorlik doimiyligi nima? Uning qiymatiga qanday omillar ta'sir qiladi?

9. Eritmada a) $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]^{2+}$; b) $[\text{Cu}(\text{CN})_4]^{3-}$; v) $[\text{CuCl}_4]^{2-}$ ionlari bo'lgan eritma vodorod sulfid bilan to'yintirilganda mis sulfid CuS cho'kmaga tushadimi?

10. Quyidagi kompleks birikmalarda kompleks ionning zaryadi va kompleks

hosil qiluvchining koordinatsion sonini va oksidlanish darajasi aniqlang. A) $\text{K}[\text{Ag}(\text{CN})_2]$; $\text{K}_2[\text{Ni}(\text{CN})_4]$; $[\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]]$; $[\text{Co}(\text{NH}_3)_6]\text{Cl}$

B) $[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]\text{Br}$; $\text{K}_2[\text{Ni}(\text{CN})_4]$; $\text{K}_2[\text{Hg}(\text{CN})_4]$; $[\text{Co}(\text{NH}_3)_6](\text{NO}_3)_3$

5-Analiy mashg'ulot

Mavzu: Gravimetrik analiz bo'yicha masalalar yechish.

Ishning maqsadi: Gravimetrik analiz bo'yicha masalalar yechishni o'rganish.

Miqdoriy analizning gravimetrik usuli analiz qilinadigan modda massasini aniq o'lchashga asoslangan. Buning uchun analiz qilinadigan obyekt tortini eritmaga o'tkaziladi, aniqlanadigan komponent qiyin eriydigan birikma ko'rinishida (cho'ktiriladigan shakl) cho'ktiriladi. Ajralgan cho'kma qator analitik operatsiyalar (filtrlash, yuvish, quritish yoki qizdirish) dan so'ng qat'iy muayyan tarkibli birikma ko'rinishida (tortiladigan shakl) analitik tarozida tortiladi. Cho'kmaning quritilgan yoki qizdirilgan massasi bo'yicha namunadagi aniqlanadigan komponentning miqdori hisoblanadi.

1. Minimal tortimni hisoblash.

Tortimning miqdori ixtiyoriy tanlanishi mumkin emas. Minimal tortimni hisoblashda o'lchash xatoligini e'tiborga olish zarur. Odatdagi analitik tarozilarning xatoligi $\pm 1 \cdot 10^{-4}$ g ni tashkil etadi. Bu miqdor tortiladigan shaklning minimal miqdori (x) dan 0,1% dan ortiq bo'lmashligi kerak, chunki gravimetrik usulda yo'l qo'yish mumkin bo'lgan nisbiy xato 0,1% ni tashkil etadi. Demak,

$$x \geq \frac{0,1 \cdot 10^{-4} \cdot 100}{0,1} \geq 0,1 \text{ g.}$$

Minimal tortimni (a_{\min}) hisoblash uchun aniqlanadigan element foiz miqdori (ω) taxminiy ma'lum bo'lishi kerak.

Aniqlanadigan M elementning tortiladigan shakli $M_n A_m$ formulaga to'g'ri kelsin. $M_n A_m$ ning molekulyar massasini M_B bilan, M ning atom massasini A_M bilan belgilaymiz. M ning minimal miqdorini quyidagi formula bo'yicha hisoblash mumkin:

$$C_{\min} = \frac{n \cdot A_M \cdot 0,1}{M_B} \text{ g.} \quad (5.1)$$

Minimal tortim quyidagi formula bo'yicha aniqlanadi:

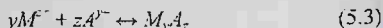
$$a_{\min} = \frac{n \cdot A_M \cdot 0,1 \cdot 100}{M_B \cdot \omega} \text{ g} \quad (5.2)$$

Reaktivning miqdorini aniqlash

Reaktivning stexiometrik miqdorini hisoblash. Aniqlanadigan elementni cho'ktirish uchun zarur bo'ladigan reaktivning ekvivalent

miqdorini hisoblash, tegishli reaksiya tenglamalariga reaksiyaga kirishuvchi moddalarning stexiometrik nisbatlariga asoslangan.

Metall ionlari M^{z+} ning cho'ktiruvchi anionlari A^{y-} bilan cho'kish reaksiya tenglamasini yozamiz:



Agar analiz qilinadigan moddaning tarkibi (M_xX_p) ma'lum bo'lsa, unda B_cA_d reaktivning miqdori (b) quyidagi formula bo'yicha hisoblanadi:

$$b = \frac{M_x \cdot a \cdot q \cdot z}{M_a \cdot y \cdot p} \text{ g}, \quad (5.4)$$

bunda M_x - B_cA_d reaktivning molekulyar massasi; M_a - analiz qilinadigan M_xX_p moddaning molekulyar massasi; a - namuna tortimi; y, z, q, p - stexiometrik koef-fitsiyentlar.

Ammo ko'pincha analiz qilinadigan namunadagi M ning miqdori ($\omega\%$) taxminiy ma'lum bo'ladi. Bu holda hisoblash quyidagicha o'tkaziladi.

Namunadagi M ning miqdori topiladi:

$$C = \frac{\omega \cdot d}{100} \quad (5.5)$$

Quyidagi formula bo'yicha reaktivning miqdori (b) aniqlanadi:

$$b = \frac{z \cdot M_x \cdot c}{y \cdot A_M \cdot d} = \frac{z \cdot M_x \cdot \omega \cdot a}{100 \cdot y \cdot A_M \cdot d} \quad (5.6)$$

bunda A_M - M elementning atom massasi; M_x - B_cA_d reaktivning molekulyar massasi.

Analiz natijalarini hisoblash

Aniqlanadigan moddaning foiz miqdorini hisoblash. Gravimetrik usul ma'lumotlari bo'yicha analiz qilinadigan namunadagi moddaning foiz miqdorini hisoblash, tortma shaklining tarkibini aniq bilishga asoslangan.

Masalan, biror namunada M elementning foiz miqdorini aniqlash talab etilsin. Olingan namuna tortimi a g ga teng. Tortma shakl M_nA_m tarkibga ega, unung massasi b g ga teng. M_nA_m ning molekulyar massasini M_B bilan, M elementning atom massasini esa A_M bilan ifodalaymiz. Aniqlanadigan elementning miqdorini (x) g da quyidagi formula bo'yicha topamiz:

$$x = \frac{n \cdot A_M \cdot b}{M_B} \quad (5.7)$$

M ning miqdori % da

$$\%M = \frac{x \cdot 100}{a} = \frac{n \cdot A_M \cdot b \cdot 100}{M_B \cdot a} \text{ ga teng bo'ladi.} \quad (5.8)$$

Agar namunadagi biror bir element birikmasining (masalan, M_qL_p) miqdorini topish talab etilsa, unda hisoblash quyidagicha o'tkaziladi:

$$M_qL_p = \frac{n \cdot M_B \cdot b \cdot 100}{q \cdot M_A \cdot a} \% \quad (5.9)$$

bunda $M_q - M_qL_p$ ning molekulyar massasi.

Ba'zi hollarda (aniqlanadigan moddaning miqdori ko'p bo'lganda) analiz tortimining hammasi bilan emas, balki unung biror bir qismi (aliquot qismini) bilan o'tkaziladi. Buning uchun tortim eritilgandan so'ng o'lchov kolbasiga o'tkaziladi va suv bilan V ml hajmgacha suyultiriladi. So'ngra analiz uchun pipetka bilan eritmaning muayyan qismi (v ml) olinadi. Hisoblash tortim $a \cdot v/V$ g ga tengligini inobatga olib o'tkaziladi:

$$\%M = \frac{n \cdot A_M \cdot b \cdot 100 \cdot V}{M_B \cdot a \cdot v} \quad (5.10)$$

Mas'ulalar yechish uchun namunalar

1-masala. Gravimetrik usul bilan Ba ni $BaSO_4$ shaklida aniqlash uchun 20% Ba saqlagan texnik bariy xloridning minimal tortimini hisoblang.

Yechish. Shart bo'yicha tortiladigan shakl ($BaSO_4$) ning miqdori 0,1 g dan kam bo'lmasligi kerak, $M(BaSO_4) = 233,4$; $A(Ba) = 137,33$.

$C_{min} = \frac{n \cdot A_M \cdot 0,1}{M_B}$ g tenglamadan bariyning minimal miqdori (C_{min}) ni aniqlaymiz:

$$C_{min} = \frac{0,1 \cdot 137,33}{233,4} \approx 0,06 \text{ g.}$$

Minimal tortim (a) esa: $a = \frac{0,06 \cdot 100}{20} \approx 0,30$ g ga teng bo'ladi.

2-masala. Gravimetrik usul bilan gidroksid ko'rinishida cho'ktirib aniqlash uchun 10% temir saqlagan rudaning minimal tortimini toping.

Yechish. Ko'rsatilgan usulda Fe ni aniqlashda tortiladigan shakl Fe_2O_3 hisoblanadi, $M(Fe_2O_3) = 159,7$; $A(Fe) = 55,85$.

$C_{min} = \frac{n \cdot A_M \cdot 0,1 \cdot 100}{M_B \cdot 10}$ formula bo'yicha minimal tortimni hisoblaymiz:

$$C_{min} = \frac{2 \cdot 55,85 \cdot 0,1 \cdot 100}{159,7 \cdot 10} \approx 0,7 \text{ g.}$$

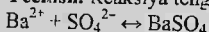
3-masala. Alyuminiyni gidroksid shaklda cho'ktirib aniqlash uchun $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \times 18\text{H}_2\text{O}$ ning qanday minimal tortimini olish kerak?

Yechish. Berilgan holda aniqlanayotgan namunaning tarkibi ma'lum. O'lchanadigan shaklning miqdori 0,1 dan ortiq bo'lmasligi kerak. Quyidagi nisbatdan minimal tortimini (a) topamiz:

$$a = \frac{M \cdot 0,1}{M_B} = \frac{666,5 \cdot 0,1}{102} = 0,65 \text{ g.}$$

4-masala. 0,5 g bariy xlorid digidratidan Ba ni cho'ktirish uchun qancha hajm (ml) 0,5 M H_2SO_4 eritmasi talab etiladi?

Yechish. Reaksiya tenglamasini yozamiz:



$$M(\text{BaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}) = 244,27; M_x(\text{H}_2\text{SO}_4) = 98,08.$$

$$\text{H}_2\text{SO}_4 \text{ ning miqdorini grammda hisoblaymiz: } b = \frac{98,08 \cdot 0,5}{244,27} = 0,2 \text{ g.}$$

$$0,5 \text{ M } \text{H}_2\text{SO}_4 \text{ eritmasining hajmini (V) topamiz: } V = \frac{1000 \cdot 0,2}{49} = 4 \text{ ml.}$$

5-masala. 40% bariy saqlagan 0,3 g namunadan bariyni cho'ktirish uchun zichligi $\rho = 1,07$ bo'lgan H_2SO_4 eritmasining hajmini toping.

Yechish.

$$b = \frac{z \cdot M_x \cdot c}{y \cdot A_M \cdot d} = \frac{z \cdot M_x \cdot \omega \cdot a}{100 \cdot y \cdot A_M \cdot d}$$

formula bo'yicha H_2SO_4 ning stexiometrik miqdorini grammda aniqlaymiz (b):

$$b = \frac{98 \cdot 40 \cdot 0,3}{100 \cdot 137,33} = 0,08 \text{ g.}$$

Jadvaldan $\rho = 1,07$ bo'lganda H_2SO_4 ning konsentratsiyasi 10,19% ga teng ekanligini topamiz. H_2SO_4 ning hajmini (V) ml da aniqlaymiz:

$$V = \frac{100 \cdot 0,08}{1,07 \cdot 10,19} = 0,73 \text{ ml.}$$

Amalda to'liq cho'ktirish uchun ortiqcha reaktivni hisoblash. Gravimetrik analizda cho'ktirilgan shaklning miqdori berilgan hajradagi eritmada $1 \cdot 10^{-4}$ g dan ortiq bo'lmasa, amalda to'liq cho'kkan hisoblanadi.

Cho'kmaning cho'kish jarayonida erishi va yuvish hisobiga sezilarli yo'qotish bo'lmasligi uchun aniqlanadigan cho'kmaning eruvchanlik konstantasi va eritma hajmiga qarab cho'ktiruvchi bir oz ortiqcha qo'shiladi.

Masalan, M^{2+} ionlarini M_1A_2 ko'rinishida cho'ktirish V ml hajmda o'tkazilsin. Shart bo'yicha V ml da M_1A_2 ning miqdori $1 \cdot 10^{-4}$ g dan ortiq bo'lmashligi kerak (bundan kam bo'lishi mumkin).

Bu eritmada M^{2+} ning konsentratsiyasi $[M^{2+}]$ ni topamiz:

$$[M^{2+}] \leq \frac{y \cdot 1000 \cdot 10^{-4}}{V \cdot M_0} \leq \frac{y \cdot 0,1}{V \cdot M_0} M,$$

bunda $M_0 - M_1A_2$ ning molekulyar massasi.

Cho'kmaning eruvchanlik konstantasini (K_S) bilgan holda, M_1A_2 ning zarur bo'lgan cho'ktiruvchi ionlarning konsentratsiyasi $[A^y]$ ni hisoblaymiz:

$$[A^y] \geq \sqrt[y]{\frac{K_S}{[M^{2+}]^2}} \geq \sqrt[y]{\frac{K_S (V \cdot M_0)^y}{(y \cdot 10^{-1})^y}} M. \quad (5.11)$$

Reaktivning umumiy miqdori (5.10) yoki (5.11) tenglama bo'yicha hisoblanadi.

6-masala. 200 ml eritmada $PbSO_4$ ni amalda to'liq cho'ktirish uchun qancha H_2SO_4 ni kiritish kerak? $K_S(PbSO_4) = 1,6 \cdot 10^{-6}$.

Yechish. 200 ml eritmada $PbSO_4$ ($M_0 = 303,3$) ning miqdori $1 \cdot 10^{-4}$ g dan ortiq bo'lmashligi va Pb^{2+} ning konsentratsiyasi quyidagi qiymatdan ortmasligi kerak:

$$[Pb^{2+}] \leq \frac{1 \cdot 10^{-4}}{200 \cdot 303,3} \leq 1,65 \cdot 10^{-6} M.$$

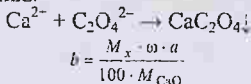
Amalda to'liq cho'ktirish uchun talab etiladigan SO_4^{2-} ning konsentratsiyasini aniqlaymiz:

$$[SO_4^{2-}] \geq \frac{1,6 \cdot 10^{-6}}{1,65 \cdot 10^{-6}} \geq 9,6 \cdot 10^{-3} M.$$

Demak, H_2SO_4 ning konsentratsiyasi yoki uning ekvivalent miqdori $9,6 \cdot 10^{-3} M$ dan yuqori bo'lishi kerak.

7-masala. Agar analiz uchun hajmi 250 ml bo'lgan 43% kalsiy oksid saqlagan 0,4154 g ohaktosh olingan bo'lsa, kalsiy oksalatni amalda to'liq cho'ktirish uchun qancha hajm (ml) 4%-li ammoniy oksalat olish kerak?

Yechish. Reaksiya tenglamasini yozamiz va reaktivning ekvivalent miqdorini (g) hisoblaymiz:



bunda $M_x((NH_4)_2C_2O_4) = 124,1$; $M_{CaO} = 56,08$; $a = 0,4154$ g; $\omega = 43\%$;

$$b = \frac{124,1 \cdot 43 \cdot 0,4154}{100 \cdot 56,08} = 0,3949 \text{ g.}$$

4%-li $(\text{NH}_4)_2\text{C}_2\text{O}_4$ eritmasining hajmini (V) hisoblaymiz:

$$V = \frac{100 \cdot 0,3949}{4} = 9,9 \text{ ml.}$$

Cho'kmaning eruvchanligini kamaytirish uchun kerak bo'ladigan reaktiv miqdorini aniqlashdan oldin, 250 ml eritmada $\text{CaC}_2\text{O}_4 \cdot 1 \cdot 10^{-4}$ g dan ortiq bo'lmasligini inobatga olish kerak ($M_r(\text{CaC}_2\text{O}_4) = 128$).

Ca^{2+} ning konsentratsiyasi:

$$[\text{Ca}^{2+}] \leq \frac{1 \cdot 10^{-4} \cdot 1000}{250 \cdot 128} \leq 3,12 \cdot 10^{-6} \text{ M dan ortiq bo'lmasligi kerak.}$$

Ca^{2+} ko'rsatilgan konsentratsiyaga yetishi uchun qo'shilishi zarur bo'lgan ortiqcha $\text{C}_2\text{O}_4^{2-}$ ni topamiz:

$$[\text{C}_2\text{O}_4^{2-}] = \frac{2,3 \cdot 10^{-9}}{3,12 \cdot 10^{-6}} = 7,37 \cdot 10^{-4} \text{ M.}$$

$(\text{NH}_4)_2\text{C}_2\text{O}_4$ konsentratsiyasi g/l da $7,37 \cdot 10^{-4} \cdot 124,1 = 9,2 \cdot 10^{-2}$ ga teng bo'ladi. 250 ml eritmaga $9,2 \cdot 10^{-2} / 4 = 2,3 \cdot 10^{-2}$ g $(\text{NH}_4)_2\text{C}_2\text{O}_4$ qo'shilishi kerak bo'lgan 4%-li eritmaning hajmi (V)

$$V = \frac{2,3 \cdot 10^{-2} \cdot 100}{4} \approx 0,6 \text{ ml ni tashkil etadi.}$$

CaC_2O_4 ni cho'ktirish uchun zarur bo'lgan reaktivning umumiy miqdori

$$9,9 + 0,6 = 10,5 \text{ ml ga teng bo'ladi.}$$

8-masala. Agar 0,5618 g tortimdan 0,1012 g alyuminiy oksid olingan bo'lsa, qo'tishmadagi alyuminiyning foiz miqdorini aniqlang.

Yechish. $M_r(\text{Al}_2\text{O}_3) = 101,96$; $A(\text{Al}) = 26,98$.

$x = \frac{n \cdot A_M \cdot b}{M_B}$ formuladan Al ning miqdorini (x) g da aniqlaymiz:

$$x = \frac{2 \cdot 26,98 \cdot 0,1012}{101,96} = 0,05354 \text{ g.}$$

Qotishmadagi Al ning foiz miqdorini aniqlaymiz:

$$\% \text{Al} = \frac{0,05354 \cdot 100}{0,5618} = 9,53.$$

9-masala. Ohaktoshning tortimi 0,5120 g ga teng. Eritilgandan so'ng, kalsiy oksalat shaklida cho'tirildi va cho'kma qizdirilgandan keyin 0,2160 g kalsiy oksid olindi. Ohaktoshdagi kalsiy karbonatning foiz miqdorini aniqlang.

Yechish. CaCO_3 ning foiz miqdorini $\%M_{qLp} = \frac{n \cdot M_q \cdot b \cdot 100}{q \cdot M_B \cdot a}$ formula bo'yicha hisoblaymiz. Bu holda $M(\text{CaO}) = 56,08$; $M(\text{CaCO}_3) = 100,09$; $n = 1$;

$$q = 1. \quad \% \text{CaCO}_3 = \frac{100,09 \cdot 0,2160 \cdot 100}{56,08 \cdot 0,5120} = 75,28.$$

10-masala. Quyidagi ma'lumotlar bo'yicha namunadagi magniyning foiz miqdorini aniqlang. Namunaning 0,8619 g tortimi kislotada eritildi, olingan eritma 250 ml sig'imli o'lchov kolbasiga o'tkazildi va kolbaning belgisigacha suyultirildi. Analiz uchun 50 ml eritma olindi. Magniy MgNH_4PO_4 shaklda cho'ktirilgandan va cho'kma qizdirilgandan so'ng 0,2516 g $\text{Mg}_2\text{P}_2\text{O}_7$ olindi.

Yechish. Hisoblashni quyidagi formula bo'yicha o'kazamiz:

$$\%M = \frac{n \cdot A_M \cdot b \cdot 100 \cdot V}{M_B \cdot a \cdot v}$$

$$M_B = 222,55; A_M = 24,31.$$

$$\%M = \frac{2 \cdot 24,31 \cdot 0,2516 \cdot 100 \cdot 250}{222,55 \cdot 0,8619 \cdot 50} = 31,85$$

11-masala. Suv analizida u $4,87 \cdot 10^{-3}$ mol/l magniy ionlari va $19,75 \cdot 10^{-3}$ mol/l sulfat ionlari saqlashi aniqlandi. Ionlarning miqdorini milligramm-ekvivalentda aniqlang.

Yechish. Mg^{2+} va SO_4^{2-} ionlarining milligramm-ekvivalentlari quyidagiga teng bo'ladi:

$$\frac{1}{2} M(\text{Mg}^{2+}) = \frac{4,87 \cdot 10^{-3}}{12,15} = 4,01 \cdot 10^{-4} \text{ mg-ekv};$$

$$\frac{1}{2} M(\text{SO}_4^{2-}) = \frac{19,75 \cdot 10^{-3}}{48,03} = 4,11 \cdot 10^{-4} \text{ mg-ekv}.$$

12-masala. Mineral suv namunasi analiz qilinganda hamma kationlarning milli-gram-ekvivalentlari (mg-ekv) yig'indisi 418,7; anionlarniki 416,7; kalsiy kationi esa 203,6 ni tashkil etdi. Kalsiyning ekvivalent-foizini va analiz xatosini foizda aniqlang.

Yechish. Namunadagi kationlarning milligramm-ekvivalentlari yig'indisi 100% bo'lsa, Ca^{2+} ning mg-ekv miqdori $x\%$ ga to'g'ri keladi, ya'ni

$$418,7 \text{ mg-ekv} \text{ --- } 100\% \\ 203,6 \text{ mg-ekv} \text{ --- } x\%$$

$$x = \frac{203,6 \cdot 100}{418,7} = 48,63\% \text{ Ca}^{2+}.$$

Analizning xatosini quyidagi formula bilan topamiz:

$$D = \frac{(\sum K - \sum A)}{(\sum K + \sum A)} \cdot 100.$$

Kattaliklarning son qiymatlarini tenglamaga qo'yamiz va u yechamiz:

$$D = \frac{(418,7 - 416,7) \cdot 100}{418,7 + 416,7} = 0,24\%$$

Analitik ko'paytuvchilarni hisoblash. Bir xildagi qator analizlard hisoblashlarni tezlashtirish uchun ko'p hollarda analitik ko'paytuvchi yoki qayta hisoblash faktori (F) dan foydalaniladi. Bu kattalik quyidagi tenglamalarga doirini ko'paytuvchi sifatida kiradi:

$$F = \frac{n \cdot A_M}{M_B}$$

Bu turdagi hisoblashlarda tenglamani quyidagicha ifodalash mumkin:

$$\%M = \frac{F \cdot b - 100}{a}$$

Berilgan sharoitda tortimni hisoblash. Analiz natijalarini hisoblashni osonlashtirish uchun shunday tortim tanlash kerakki, tortiladigan shakl miqdori (g da) aniqlanadigan moddaning % soniga (yoki uning biror ulushiga) arifmetik teng bo'lsin. Bu holda tortimni hisoblash uchun (5.10) tenglamadan foydalanish mumkin.

13-masala. Toshko'mir tortimi 2,6248 g ga teng, doimiy massagacha quritilgandan so'ng 2,5420 g ga teng bo'lib qoldi. Namuna necha foiz nam saqlagan?

Yechish. Proporsiya tuzamiz:

$$m_1 \text{ — } 100\%;$$

$$(m_1 - m_2) \text{ — } x\%;$$

$$2,6248 \text{ g — } 100\%;$$

$$(2,6248 - 2,5420) \text{ g — } x\%;$$

$$x = \frac{(2,6248 - 2,5420) \cdot 100}{2,6148} = 3,16\% \text{ H}_2\text{O}.$$

Mustaqil yechish uchun masalalar:

1. Olingan alyuminiy oksidning massasi 100 ga ko'paytirilganda namunadagi alyuminiyning foiz miqdoriga teng bo'lishi uchun, alyuminiy saqlagan namunaning tortimi qanday bo'lishi kerak?

2. 1% olingugurt saqlagan ko'mirning qanday tortimi tegishli ishlov berilsa, 0,2 g bariy sulfat olinadi?

3. 0,30 g qizdirilgan kalsiy oksid cho'kmasini olish uchun, analizga kalsiy fosfatning qanday tortimini olish kerak?

4. Bariy xlorid tahlil qilinganda tarkibida 56,22% bariy va 14,73% kristalizatsion suv borligi aniqlandi. Mutlaqo quruq moddadagi bariyning foiz miqdorini aniqlang.

5. O'g'itning 1,000 g namunasi tarkibiga kirgan fosfat-ion $MgNH_4PO_4$ ko'rinishida cho'ktirildi. U $900\text{ }^{\circ}C$ haroratda qizdirilib magniy pirofosfatga aylantirilganda, uning massasi 0,2550 g ni tashkil etdi. O'g'itdagi fosforning massa ulushini (% da) hisoblang.

6. Ochiq havoda quritilgan ohaktosh analiz qilinganda uning tarkibida 64,77% CaO; 25,1% qum va 10,13% nam borligi aniqlandi. Mutlaqo quruq ohaktosh tarkibidagi kalsiy oksid va qumning massa ulushini foizda aniqlang.

Nazorat savollari

1. Gravimetrik analiz reaksiyalariga misol keltiring.

2. Qanday reaksiyalarga analitik reaksiyalar deyiladi. Analitik reaksiyalarning ochilish minimumi, sezgirligi va o'ziga xosligi tushunchalarini misollar bilan tushuntiring.

3. Analitik guruh va guruh reagenti nima. Kationlarning guruhlarga taqsimlanishi nimaga asoslangan.

6-Amaliy mashg'ulot

Mavzu: Oksidlanish-qaytarilish potentsiali. Permanganometriyaga oid masalalar yechish.

Ishning maqsadi: Oksidlanish-qaytarilish potentsiali. Permanganometriyaga oid masalalar yechishni o'rganish.

Analytik kimyoda oksidlanish-qaytarilish jarayonlaridan keng foydalaniladi. Eritmada oksidlovchi va qaytaruvchilarni kimyoviy aktivligi vodorod elektrod $E_{2H^+/H_2}^0 = 0$ ga nisbatan o'lchangan normal oksidlanish-

qaytarilish potentsialining qiymati tavsiflanadi. Sistemaning oksidlanish-qaytarilish potentsialini qiymati ayrim fizik kattaliklar va oksidlovchi va qaytaruvchi konsentratsiyalari nisbatiga bog'liqligi Nemst tenglamasi bilan ifodalanadi.

$$E = E^0 + \frac{RT}{nF} \ln \frac{a^{ok}}{a^{qay}} \quad (6.1)$$

E^0 - normal oksidlanish-qaytarilish potentsiali

a^{ok} , a^{qay} - oksidlangan va qaytarilgan formalarni aktivligi, mol/l R - gaz doimiyligi, 8,314 Dj/k.mol

T - absolyut harorat, K

F - Faradey soni, 96500 K

n - yarim reaksiyada ishtirok etadigan elektronlar soni

ν - stexiometrik koeffitsienti.

Suyultirilgan eritmalar uchun aktivlik o'rniga muvozanatdagi konsentratsiya ishlatiladi.

$$E = E^0 + \frac{RT}{nF} \ln \frac{[oks]^\nu}{[qay]^\nu} \quad (6.2)$$

$t = 25^\circ C$. $n=1$ bo'lganda,

$$E = 2,3RT = 0,059 B = 59 mv$$

Oksidlanish-qaytarilish metodi.

Oksidlanish-qaytarilish metodida indikator xatosi indikator normal oksidlanish-qaytarilish potentsiali qiymatining sistemaning ekvivalent nuqtasidagi potentsiali qiymati bilan mos kelmasligi hisobiga yuzaga keladi.

Masalan, $Red_1 + Ox_2 \leftrightarrow Ox_1 + Red_2$ reaksiya bo'yicha oksidlovchi (Ox_2) ning standart eritmasi bilan qaytaruvchi (Red_1) tititrlashning

oxirgi nuqtasini aniqlashda rang o'zgarishi intervali $E_{\text{ind}}^0 \pm 0,058/n$ bo'lgan oksidlanish-qaytarilish indikatorlari ishlatiladi. Indikator rangi o'zargan vaqtda $E = E_{\text{ind}}^0$ bo'ladi va

$$E_{\text{ind}}^0 = E_{\text{Ox}_1/\text{Red}_1}^0 + \frac{0,058}{n} \lg \frac{[\text{Ox}_1]}{[\text{Red}_1]}$$

Agar $E_{\text{ind}}^0 < E_{e.n.}$ bo'lsa, unda Red₁ ning bir qismi titrlanmasdan qoladi va titrlashning manfiy xatosi ($-\Delta$) kuzatiladi. Titrlashning absolyut xatosini hisoblash oson:

$$E_{\text{ind}}^0 = E_{\text{Ox}_1/\text{Red}_1}^0 + \frac{0,058}{n} \lg \frac{100 - \Delta}{\Delta} \quad (6.3)$$

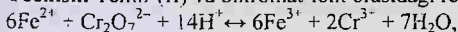
bunda Δ – titrlanmasdan qolgan qaytaruvchi miqdoriy oksidlar foizlarda ifodalangan absolyut xato.

Masalalar yechish uchun namunalar.

1-masala. Fosfat kislotasi ishtirok etmaganda kaliy bixromat eritmasi bilan temir (II) ni difenilamin bo'yicha titrlash xatosini hisoblang.

$$E_{\text{Fe}^{3+}/\text{Fe}^{2+}}^0 = +0,77 \text{ V}, E_{\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}/2\text{Cr}^{3+}}^0 = +1,33 \text{ V}, E_{\text{difenilamin}}^0 = +0,76 \text{ V}.$$

Yechish. Temir (II) va bixromat-ioni orasidagi reaksiya



sistemaning potentsiali +0,76 V ga teng bo'lgandan so'ng tugaydi.

Ekvivalent nuqtada potentsial quyidagiga teng bo'ladi:

$$E_{e.n.} = \frac{aE_1^0 + bE_2^0}{a+b} = \frac{0,77 + 6 \cdot 1,33}{1+6} = 1,25 \text{ V}$$

bunda a va b – qaytaruvchi bergan va oksidlovchi qabul qilib olgan elektronlar soni.

$E_{\text{ind}}^0 < E_{e.n.}$, $\Delta\%$ temir (II) titrlanmasdan qoladi:

$$0,76 = 0,77 + 0,058 \lg \frac{100 - \Delta}{\Delta};$$

$$0,058 \lg \frac{100 - \Delta}{\Delta} = -0,01; \Delta = -87\%.$$

Demak, xatoni kamaytirish uchun titrlash sharoitini o'zgartirish (fosfat kislotasi qo'shish) zarur.

Oksidlanish-qaytarilish reaksiyalari

Ushbu $A_{\text{Ox}} + ne \rightarrow A_{\text{Red}}$ sistema oksidlanish-qaytarilish xossalari miqdoriy xarakteristikasi uning oksidlanish-qaytarilish potentsiali (E) qiymati hisoblanadi:

$$E = E^0 + \frac{RT}{nF} \ln \frac{a_{Ox}}{a_{Red}} \quad (6.4)$$

bunda E^0 – berilgan sistemaning standart oksidlanish-qaytarilish potentsiali; a_{Ox} – oksidlangan shakl (A_{Ox}) ning aktivligi; a_{Red} – qaytarilgan shakl (A_{Red}) ning aktivligi.

(6.4) formuladagi aktivliklar moddalarning konsentratsiyasiga teng deb olinsa va konstantalarning son qiymatlari tenglamaga qo'yilsa, unda E uchun (25°C haroratda) quyidagi ifoda olinadi:

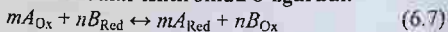
$$E = E^0 + \frac{0,059}{n} \lg \frac{[A_{Ox}]}{[A_{Red}]} \quad (6.5)$$

$A_{Ox} + ne + qH^+ \leftrightarrow A_{Red}$ sistema uchun

$$E = E^0 + \frac{0,059}{n} \lg \frac{[A_{Ox}][H^+]^q}{[A_{Red}]} \quad (6.6)$$

H^+ ning konsentratsiyasi o'zgarishi bilan – potentsial ham o'zgaradi.

Oksidlanish-qaytarilish potentsiali shuningdek, oksidlangan yoxud qaytarilgan shakllardagi qiyin eruvchan yoki kompleks birikmalarni hosil qiluvchi moddalar ishtirokida o'zgaradi.



oksidlanish-qaytarilish reaksiyasining muvozanat konstantasi quyidagi tenglamadan aniqlanadi:

$$\lg K = \frac{(E_1^0 - E_2^0)Z}{0,059} \quad (6.8)$$

bunda Z – reaksiyada ishtirok etadigan elektronlarning umumiy soni; E_1^0 , E_2^0 – A_{Ox}/A_{Red} va B_{Ox}/B_{Red} sistemalarning oksidlanish-qaytarilish potentsiallari.

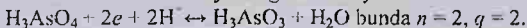
Qaytaruvchini oksidlovchi bilan titrlashda (yoki aksincha) oksidlanish-qaytarilish potentsialining qiymati o'zgaradi. Titrlash jarayonida potentsialni hisoblash uchun tenglamadan foydalanish mumkin. Bunda ekvivalent nuqtagacha titrlanadigan sistema potentsialining o'zgarishini hisoblash qulay, ekvivalent nuqtadan so'ng esa uning qaytarilish yoki oksidlanish titrant/mahsulot juftligining potentsialini hisoblash mumkin.

Ekvivalent nuqtada potentsial (E_{ekv}) (6.7) turdagi reaksiyalar uchun (6.11) tenglama bilan ifodalanadi:

$$E_{ekv} = \frac{nE_1^0 - mE_2^0}{m+n} \quad (6.11)$$

2-masala. H_3AsO_4/H_3AsO_3 sistemaning ($E^0 = 0,559 \text{ V}$) $\text{pH} = 1$ da potentsialini hisoblang.

Yechish. Yarim reaksiya tenglamasini yozamiz:



(9.8) tenglamadan $m = 1$ ($[\text{H}^+] = 10^{-1} \text{ M}$) da sistemaning potensialini hisoblaymiz:

$$E = 0,559 + \frac{0,059}{2} \lg \frac{[\text{H}_3\text{AsO}_4][\text{H}^+]^2}{[\text{H}_3\text{AsO}_3]}; [\text{H}_3\text{AsO}_4] = [\text{H}_3\text{AsO}_3], \text{ demak,}$$

$$E = 0,559 + 0,0295 \lg(10^{-1})^2 = 0,500 \text{ V.}$$

3-masala. 1 M NH_3 ishtirokida Cu(II)/Cu(I) sistemaning potensialini hisoblang ($E^\circ = 0,17 \text{ V}$).

Yechish. Ko'rsatilgan sharoitda mis ionlari $\text{Cu}(\text{NH}_3)_4^{2+}$ va $\text{Cu}(\text{NH}_3)_2^+$ komplekslarini hosil qiladi. Ularning barqarorlik konstantalari tegishli 2,1·10¹³ va 2,5·10¹⁰ ga teng. Cu(II) va Cu(I) ionlarining umumiy konsentratsiyasini C_{Cu} bilan belgilab, ularning muvozanat konsentratsiyalarini hisoblaymiz:

$$[\text{Cu}^{2+}] = \frac{C_{\text{Cu}}}{\beta_4[\text{NH}_3]^4} = \frac{C_{\text{Cu}}}{2,1 \cdot 10^{13} \cdot 1}; [\text{Cu}^+] = \frac{C_{\text{Cu}}}{\beta_2[\text{NH}_3]^2} = \frac{C_{\text{Cu}}}{2,5 \cdot 10^{10} \cdot 1}.$$

Sistemaning potensialini hisoblaymiz:

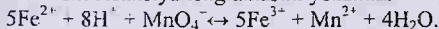
$$E = E^\circ + \frac{0,059}{n} \lg \frac{[A_{\text{Ox}}]}{[A_{\text{Red}}]};$$

$$E = 0,17 + 0,059 \lg \frac{2,5 \cdot 10^{10}}{2,1 \cdot 10^{13}} = -0,001 \text{ V.}$$

4-masala. 50 ml 0,1 M Fe(II) tuzini quyidagi KMnO_4 eritmalari bilan titrlash jarayonidagi redoks potensialini toping: 1) 49 ml; 2) 50 ml; 3) 51 ml 0,1 M KMnO_4 . Vodород ionlarining konsentratsiyasi 1 ga teng;

$$E_{\text{MnO}_4^-/\text{Mn}^{2+}}^\circ = 1,52 \text{ V}; E_{\text{Fe}^{3+}/\text{Fe}^{2+}}^\circ = 0,77 \text{ V.}$$

Yechish. Reaksiya tenglamasini yozamiz:



Fe^{2+} ning birinchi holdagi konsentratsiyasini hisoblaymiz:

$$[\text{Fe}^{2+}] = 50 \cdot 0,1 - 49 \cdot 0,1 = 1 \cdot 10^{-1} \text{ mM};$$

reaksiyada hosil bo'ladigan Fe^{3+} ning konsentratsiyasi esa

$$[\text{Fe}^{3+}] = 49 \cdot 0,1 = 4,9 \text{ mM ga teng bo'ladi.}$$

Tenglama bo'yicha E ni hisoblaymiz:

$$E = 0,77 + 0,059 \lg 4,9/0,1 = 0,87 \text{ V.}$$

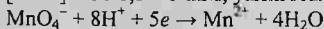
Ikkinchi holda ekvivalent nuqtaga yetgan. (7.26) tenglama bo'yicha E_{ekv} ni hisoblaymiz:

$$E_{\text{ekv}} = \frac{0,77 + 5 \cdot 1,52}{6} = 1,39 \text{ V.}$$

Uchinni holda KMnO_4 ortiqcha qo'shilgan. MnO_4^- ning konsentratsiyasi

$[MnO_4^-] = 51 \cdot 0,1 - 0,1 \cdot 50 = 0,1$ mM ga teng bo'ladi.

$[Mn^{2+}] = 50 \cdot 0,1 = 5$ mM, yarim reaksiya tenglamasini yozamiz:

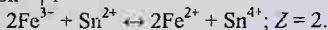
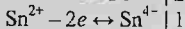


tenglamadan E ni aniqlaymiz:

$$E = 1,52 + \frac{0,059}{5} \lg 0,1/5 = 1,50 \text{ V.}$$

5-masala. Sn^{2+} va Fe^{3+} orasidagi reaksiyaning muvozanat konstantasini aniqlang. $E_{Fe^{2+}/Fe^{3+}}^{\circ} = 0,77 \text{ V}$ (E_1°), $E_{Sn^{4+}/Sn^{2+}}^{\circ} = 0,15 \text{ V}$ (E_2°).

Yechish. Yarim reaksiya tenglamasini yozamiz va umumiy elektronlar soni (Z) ni hisoblaymiz:



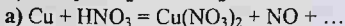
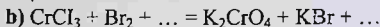
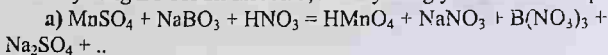
$$\lg K = \frac{(E_1^{\circ} - E_2^{\circ})Z}{0,059} \text{ tenglama bo'yicha muvozanat konstantasining } \lg \text{ ni}$$

hisoblaymiz:

$$\lg K = \frac{(0,77 - 0,15) \cdot 2}{0,059} = 21, \text{ bundan } K = 10^{21}.$$

Mustaqil yechish uchun masalalar.

1. Quyidagi oksidlanish-qaytarilish reaksiya tenglamalarini oxirigacha yozib, elektron balans usuli bilan tenglashtiring. Reaksiyaning EYUK ini hisoblab, reaksiyaning yo'nalishini aniqlang.



2. Permanganat ionini konsentratsiyasi $[MnO_4^-] = 0,1$ mol/l, marganes Mn^{2+} ionini konsentratsiyasi $[Mn^{2+}] = 0,01$ mol/l eritma muhitining $pH=7$ bo'lgan tuzining oksidlanish-qaytarilish potensialini hisoblang.

$[Br_2] = 0,21$ mol/l va $[Br^-] = 0,012$ mol/l bo'lgan $Br_2/2Br^-$ jufti uchun oksidlanish-qaytarilish potensialini hisoblang.

3. Ishqoriy muhitda kaliy permanganat $KMnO_4$ ta'sirida

a) $J_2 \rightarrow JO_3$ gacha; b) $Br^- \rightarrow BrO^-$ gacha; s) $Co^{2+} \rightarrow Co(OH)_3$ gacha oksidlanishi mumkinmi?

4. Kislotali muhitda natriy nitrit $NaNO_2$ ta'sirida a) $MnO_4^- \rightarrow Mn^{2+}$ gacha;

b) $Zn^{2+} \rightarrow Zn$ gacha; v) $SO_3^{2-} \rightarrow Cl^-$ gacha; g) $Cr_2O_7^{2-} \rightarrow Cr^{3+}$ gacha qaytarilishi mumkinmi?

5. Bromning konsentratsiyasi 0,2 mol/l va brom ionini konsentratsiyasi 0,01 mol/l bo'lsa, bromning standart oksidlanish-qaytarilish potentsiali $E_{Br_2/2Br^-}$ – qanchaga o'zgaradi.

6. Ortiqcha xlorid kislotada temir eritilganda temir(II)-xlorid $FeCl_2$ hosil bo'ladi. Ortiqcha nitrat kislotada eritilganda esa temir (III)-nitrat hosil bo'ladi. Sababini tegishli reaksiya tenglamalarini yozib tushuntiring.

7. Kobalt ionini Co^{2+} konsentratsiyasi 0,01 g-ion/l bo'lgan vodorod elektrod va Co^{2+}/Co juftidan iborat galvanik elementning elektr yurituvchi kuchi (EYUK) ni hisoblang.

8. Eritmada 1 mol/l MnO_4^- , 1 mol/l Mn^{2+} va 10^{-1} mol/l H^+ ionlari saqlagan sistemaning oksidlanish-qaytarilish potentsialini hisoblang.

Nazorat savollari.

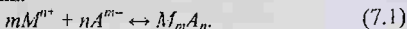
1. Oksidlanish-qaytarilish reaksiyasi nima?
2. Asosiy oksidlovchi va qaytaruvchilarga misollar keltiring.
3. Oksidlanish-qaytarilish potentsiali nima?
4. Nernst tenglamasi yozib o'zgarmas kattaliklariga izoh, bering.
5. Normal, potentsial, real potentsial, formal potentsial tushunchalariga izoh bering.
6. Oksidlanish-qaytarilish reaksiyalaridan analitik kimyoda foydalanish.
7. Analitik kimyoda eng ko'p ishlatiladigan oksidlovchi va qaytaruvchilarga misollar keltiring.
8. Eritma muhiti tuzumning oksidlanish-qaytarilish potentsialiga qanday ta'sir qiladi?
9. Nima uchun Cr^{3+} ionini vodorod peroksidi ta'sirida oksidlash ishqoriy muhitda olib boriladi?
10. Oksidlanish-qaytarilish reaksiyalarida oksidlovchi va qaytaruvchining molyar ekvivalent massasi qanday hisoblanadi.

7-Amaliy mashg'ulot

Mavzu: Titrlab cho'ktirish metodlariga oid masalalar.

Ishning maqsadi: Titrlab cho'ktirish metodlariga oid masalalar yechish usullari bilan tanishtirish.

Cho'ktirish metodi bo'yicha titrimetrik aniqlashlarda kam eruvchan birikmalar hosil bo'lishidan foydalaniladi. Cho'ktirish reaksiyasini umumiy holda ko'rib chiqamiz:



Titrlash jarayonida metall ionlari M^{n+} va anionlar A^{m-} ning konsentratsiyalari o'zgaradi. Bu holda titrlash egri chizig'i $pM(-\lg[M^{n+}])$ va $pA(-\lg[A^{m-}])$ ning reagent konsentratsiyasiga bog'liqligini ifodalaydi. Tuzlarni ekvivalent nuqtagacha titrlashda M^{n+} ning konsentratsiyasi titrlanmagan tuzning konsentratsiyasiga teng bo'ladi. A^{m-} ning konsentratsiyasi cho'kmaning eruvchanlik ko'paytmasini e'tiborga olib hisoblanadi:

$$[A^{m-}] = \sqrt[m]{\frac{K_S}{[M^{n+}]^m}} \quad (7.2)$$

bunda $K_S - M_m A_n$ cho'kmaning eruvchanlik konstantasi.

Ekvivalent nuqtadan so'ng shunga o'xshash tenglama bo'yicha metall ionlari konsentratsiyasini hisoblash mumkin:

$$[M^{n+}] = \sqrt[n]{\frac{K_S}{[A^{m-}]^n}} \quad (7.3)$$

unda $[A^{m-}]$ ortiqcha reagent bilan anqlanadi.

Ekvivalent nuqtada tenglamaga muvofiq quyidagiga ega bo'lamiz:

$$[M^{n+}] = \sqrt[m+n]{\frac{K_S \cdot m^n}{n^m}}; \quad (7.30) \quad [A^{m-}] = \sqrt[m+n]{\frac{K_S \cdot n^m}{m^n}} \quad (7.4)$$

Masalalar yechish uchun namunalar.

1-masala. Agar 25 ml 0,1 M $AgNO_3$ eritmasiga: 1) 24 ml; 2) 25 ml; 3) 26 ml 0,1 M $NaCl$ eritmasi qo'shilgan bo'lsa, kumush nitratni natriy xlorid bilan titrlashda pAg va pCl ni hisoblang, $K_S(AgCl) = 1,11 \cdot 10^{-10}$.

Yechish. $AgNO_3$ va $NaCl$ ning eritma suyultirilgandan keyingi konsentratsiyasini hisoblaymiz:

$$1) \quad C_{Ag}^0 = \frac{25 \cdot 0,1}{25 + 24} = \frac{2,5}{49}; \quad C_{Cl}^0 = \frac{24 \cdot 0,1}{24 + 25} = \frac{2,4}{49}$$

$$2) \quad c_{\text{Ag}}^0 = \frac{25 \cdot 0,1}{50} = \frac{2,5}{50}; \quad c_{\text{Cl}}^0 = \frac{25 \cdot 0,1}{50} = \frac{2,5}{50}$$

$$3) \quad c_{\text{Ag}}^0 = \frac{25 \cdot 0,1}{51} = \frac{2,5}{51}; \quad c_{\text{Cl}}^0 = \frac{26 \cdot 0,1}{51} = \frac{2,6}{51}$$

Birinchi holda AgNO_3 to'liq titrlanmagan. Ag^+ ning konsentratsiyasini va pAg ni aniqlaymiz:

$$[\text{Ag}^+] = \frac{2,5 - 2,4}{49} = 2,04 \cdot 10^{-3} \text{ M},$$

$$\text{pAg} = -\lg 2,04 \cdot 10^{-3} = 2,69.$$

Quyidagi tenglama bo'yicha Cl^- konsentratsiyasini hisoblaymiz:

$$[\text{Cl}^-] = \frac{K_S}{[\text{Ag}^+]} = \frac{1,11 \cdot 10^{-10}}{2,04 \cdot 10^{-3}} = 5,4 \cdot 10^{-8} \text{ M};$$

$$\text{pCl} = -\lg 5,4 \cdot 10^{-8} = 7,26.$$

Ikkinchi holda ekvivalent miqdorda NaCl qo'shilgan. Ag^+ va Cl^- ionlarining konsentratsiyasini quyidagi tenglamalar bo'yicha aniqlaymiz:

$$[\text{Ag}^+] = [\text{Cl}^-] = \sqrt{K_S} = \sqrt{1,11 \cdot 10^{-10}} = 1,05 \cdot 10^{-5} \text{ M};$$

$$\text{pAg} = \text{pCl} = 4,98.$$

Uchinchi holda ortiqcha miqdorda NaCl qo'shilgan:

$$[\text{Cl}^-] = \frac{2,6 - 2,5}{51} = 1,96 \cdot 10^{-6} \text{ M};$$

$$\text{pCl} = -\lg 1,96 \cdot 10^{-6} = 2,71;$$

$$\text{pAg} = -\lg K_S - \text{pCl} = 9,95 - 2,71 = 7,24.$$

2-masala. 100 ml 0,1000 mol/l natriy xlorid eritmasini o'shanday konsentratsiyali kumush nitrat eritmasi bilan titrlashda 90; 110 ml AgNO_3 qo'shilgan bo'lsa, pCl ni hisoblang.

Yechish. Ekvivalentlar qonuni bo'yicha bir xil konsentratsiyali reaksiyaga kirishuvchi moddalarning hajmlari teng, ya'ni $V_1 = V_2 = V_3$. Bu masalada $V_1 \neq V_2 \neq V_3$, birinchi holda ekvivalent nuqtagacha (p_1Cl), ikkinchi holda ekvivalent nuqtadan so'ng (p_2Cl) pCl ni aniqlash kerak.

Ma'lumotnomadan eruvchanlik ko'paytmasini topamiz: $K_{S(\text{AgCl})} = 1,78 \cdot 10^{-10}$, yoki $\text{p}K_S = 9,75$.

K_S ning qiyinati katta emasligini va eritma kuchli suyultirilmaganligini e'tiborga olib, quyidagi formula bo'yicha p_1Cl ni hisoblash mumkin.

$$\text{p}_1\text{Cl} = -\lg \frac{V_1 C_1 - V_2 C_2}{V_1 + V_2}; \quad \text{pAg} = -\lg \frac{V_2 C_2 - V_1 C_1}{V_2 + V_1};$$

$$\text{p}_1\text{Cl} = -\lg \frac{100 \cdot 0,1000 - 90 \cdot 0,1000}{100 + 90} = -\lg \frac{10 - 9}{190} = -\lg 0,00526 =$$

$$= -\lg 5,26 \cdot 10^{-3} = 2,279 \approx 2,28;$$

$$pAg = -\lg \frac{110 \cdot 0,1000 - 100 \cdot 0,1000}{110 + 100} = -\lg \frac{11 - 10}{210} = -\lg 0,00476 = \\ = -\lg 4,76 \cdot 10^{-3} = 2,322.$$

Shunday qilib, $pK_S = pAg + pCl$;

$$p_2Cl = pK_S - pAg = 9,75 - 2,32 = 7,4.$$

3-masala. 0,0100 mol/l NaCl eritmasini 0,0100 mol/l AgNO₃ eritmasi bilan titrlash sakrashidan, 1,0000 mol/l natriy xlorid eritmasini 1,0000 mol/l kumush nitrat eritmasi bilan titrlash egri chizig'idagi sakrash necha marta ortiq ($pK_{S(AgCl)} = 9,75$)?

Yechish. Ekvivalent nuqta yaqinida eritma 0,1% (ya'ni 0,1 ml) titrlanmasdan qolsa yoki ortiqcha titrlansa, pCl va pAg keskin sakrashga ega bo'ladi. Ko'rsatilgan konsentratsiyalarda va 99,9 ml (V_1); 100,1 ml (V_2); 100 ml (V_0) hajmlarda quyidagi formulalar bo'yicha pCl va pAg ni hisoblaymiz:

$$[Cl^-] = \frac{C_1V_0 - C_2V_1}{V_0 + V_1}; \quad p_1Cl = -\lg[Cl^-];$$

$$[Ag^+] = \frac{C_1V_2 - C_2V_0}{V_2 + V_0}; \quad p_1Ag = -\lg[Ag^+].$$

Yozilgan moddalarning son qiymatlarini qo'yib, quyidagilarni olamiz:

$$[Cl^-] = \frac{100 \cdot 1 - 99,9 \cdot 1}{199,9} = 0,0005 \text{ mol/l};$$

$$p_1Cl = -\lg 0,0005 = 3,301 \approx 3,30.$$

Modomiki $pK_S = pCl + pAg$, unda

$$pAg = pK_S - pCl; \quad pAg = 9,75 - 3,30 = 6,45;$$

$$[Ag^+] = \frac{100,1 \cdot 1 - 100 \cdot 1}{200,1} = 0,0005 \text{ mol/l};$$

$$p_1Ag = -\lg 0,0005 = 3,30; \quad pCl = 9,75 - 3,30 = 6,45.$$

Shunday qilib, to'liq titrlanmagan eritma (99,9 ml) uchun $p_1Cl = 3,30$, $pAg = 6,45$; ortiqcha titrlangan eritma (100,1 ml) uchun $p_1Ag = 3,30$, $pCl = 6,45$. Titrlash sakrash oralig'i: $\Delta p_1Cl = 6,45 - 3,30$, yoki 3,15 birlik.

Analogik ravishda p_2Cl va p_2Ag ni hisoblaymiz:

$$[Cl^-] = \frac{100 \cdot 0,01 - 99,9 \cdot 0,01}{199,9} = 0,000005 \text{ mol/l};$$

$$p_2Cl = -\lg 0,000005 = 5,30; \quad pAg = 9,75 - 5,30 = 4,45;$$

$$[Ag^+] = \frac{100,1 \cdot 0,01 - 100,0 \cdot 0,01}{200,1} = 0,000005 \text{ mol/l};$$

$$p_2Ag = -\lg 0,000005 = 5,30; \quad pCl = 9,75 - 5,30 = 4,45;$$

$$\Delta p_{2Cl} = 5,30 - 4,45 = 0,85 \text{ birlik};$$

$$\Delta p_{1Cl} / \Delta p_{2Cl} = 3,15 / 0,85 = 3,71.$$

4-masala. 0,1000 mol/l natriy xlorid eritmasini shunday konsentratsiyali kumush nitrat eritmasi bilan titrlash sakramasi 0,1000 mol/l natriy yodid eritmasini titrlash sakramasidan necha marta kam ($pK_{S(AgCl)} = 9,75$, $pK_{S(AgI)} = 16,08$)?

Yechish. Ekvivalent nuqta yaqinida eritma 0,1% (0,1 ml) titrlanmasdan qolsa yoki ortiqcha titrlansa, pCl; pI va pAg keskin sakrashga ega bo'ladi. 0,1000 mol/l konsentratsiyada va 99,9 ml (V_1), 100,1 ml (V_2), 100 ml (V_0) hajmlarda quyidagi formulalar bo'yicha pCl, pI, pAg ni hisoblaymiz:

$$[Cl^-], [I^-] = \frac{CV_0 - CV_1}{V_0 + V_1}; \quad pCl = -\lg[Cl^-] = -\lg[I^-];$$

$$[Ag^+] = \frac{CV_2 - CV_0}{V_2 + V_0}; \quad pAg = -\lg[Ag^+]; \quad (7.5)$$

$$[Cl^-], [I^-] = \frac{0,1 \cdot 100 - 99,9 \cdot 0,1}{199,9} = 0,00005 \text{ mol/l};$$

$$pCl = pI = -\lg 5,0 \cdot 10^{-5} = 4,30.$$

$$pK_{S(AgCl)} = pAg + pCl (1); \quad pK_{S(AgI)} = pAg + pI \quad (7.6)$$

(7.5) tenglama uchun $pAg = 9,75 - 4,30 = 5,45$; (7.6) tenglama uchun esa

$$pAg = 16,08 - 4,30 = 11,78.$$

Agar eritma 0,1% ortiqcha titrlangan bo'lsa, unda

$$[Ag^+] = \frac{100,1 \cdot 0,1 - 100 \cdot 0,1}{200,1} = 0,00005 \text{ mol/l};$$

$$pAg = -\lg 5,0 \cdot 10^{-5} = 4,30.$$

(1) va (2) tenglamalar uchun pCl va pI ni shunga o'xshash hisoblaymiz:

$$pCl = 9,75 - 4,30 = 5,45; \quad pI = 16,08 - 4,30 = 11,78.$$

Shunday qilib, oxirigacha titrlanmagan eritma (99,9 ml) uchun:

$$pCl = 4,30; \quad pI = 4,30; \quad pAg = 5,45; \quad pAg = 11,78;$$

ortiqcha titrlangan eritma (100,1 ml) uchun:

$$pCl = 5,45; \quad pI = 11,78; \quad pAg = 4,30; \quad pAg = 5,45.$$

AgCl hosil bo'lishida titrlash sakrashi: $\Delta pCl = 5,45 - 4,30 = 1,15$; AgI hosil bo'lishida esa: $\Delta pI = 11,78 - 5,45 = 7,33$ oraliqda yotadi.

Binobarin, $\Delta pI / \Delta pCl = 7,33 / 1,15 = 6,50$ marta.

5-masala. Tekshiriladigan xlotli moddaga 30,00 sm³ 0,1092 mol/dm³ konsentratsiyali AgNO₃ eritmasi qo'shildi, uning ortiqchasi 0,60 sm³ NH₄CNS eritmasi bilan mikrobyuretkada titrlandi; C(NH₄CNS)

= 0,1105 mol/dm³. Analiz qilinadigan moddaning tortimi 0,2154 g. Namunadagi xlorning massa ulushini aniqlang.

Yechish. Ma'lumki, xlorid-ionlarni titrlashga (30,00-0,1092 - 0,60-0,1105) mmol AgNO₃ sarflandi, bundan

$$(30,00-0,1092 - 0,60 \cdot 0,1105) \cdot M(\text{Cl}^-) \text{ mg Cl}^-.$$

Namunadagi xlorid-ionlarning massa ulushi

$$\omega(\text{Cl}^-) = \frac{(30 \cdot 0,1092 - 0,60 \cdot 0,1105) \cdot 35,45}{1000 \cdot 0,2154} \cdot 100 = 52,82\% \text{ ni tashkil etadi.}$$

Mustaqil yechish uchun masalalar

1. Agar qotishmaning 0,5000 massali tortimi nitrat kislotada eritilgandan so'ng, olingan eritmani titrlash uchun 24,90 sm³ 0,1600 mol/dm³ konsentratsiyali NH₄CNS eritmasi sarflangan bo'lsa, qotishmadagi kumushning massa ulushini aniqlang.

2. 0,02 mol/l litiy xlorid eritmasini shunday konsentratsiyali kumush nitrat bilan titrlash sakramasi 0.02 mol/l li natriy eritmasini titrlash sakramasidan necha marta kam (pKs_(AgCl)=9.75 , pKs_(AgI)=16.03)?

3. 0.001 mol/l natriy xlorid eritmasini shunday konsentratsiyali kumush nitrat bilan titrlash saktamasi 0.3 mol/l li natriy yodid eritmasini titrlash sakramasidan necha marta katta (pKs_(AgCl)=9.75 , pKs_(AgI)=16.08)?

4. Tekshiriladigan yodli moddaning 50.00 sm³ 0.5092 mol/dm³ konsentratsiyali AgNO₃ eritmasi qo'shiladi, uning ortiqchasi 0.5 sm³ NH₄CNS eritmasi bilan mikrobyuretkada titrlandi; C(NH₄CNS)=0.1 mol/dm³. Analiz qilinadigan moddaning tortimi 3g. Namunadagi yodning massa ulushini aniqlang.

5. Tekshiriladigan xlorli moddaning 15.00 sm³ 0.5092 mol/dm³ konsentratsiyali AgNO₃ eritmasi qo'shiladi, uning ortiqchasi 0.05 sm³ NH₄CNS eritmasi bilan mikrobyuretkada titrlandi; C(NH₄CNS)=0.2 mol/dm³. Analiz qilinadigan moddaning tortimi 0.56g. Namunadagi xlorning massa ulushini aniqlang.

Nazorat savollari

1. Titrimetrik analizningni titrlab cho'ktirish metodi nima?
2. Titrlashda ekvivalent nuqtasini aniqlash usullari?
3. Titrlash sakramasi qanday jarayon?
4. Titrimetrik analiz usulining mohiyati, asosiy tushunchalari?
5. Titrimetrik analiz usuliga quyiladigan talablar?
6. Titrlash turlari va ularning ahamiyati?
7. Birlamchi standart moddalarga quyiladigan talablar va uning mohiyati?

8-Amaliy mashg'ulot

Mavzu: Kompleksonometrik titrlashga oid masalalar yechish

Ishning maqsadi: Kompleksonometrik titrlashga oid masalalar yechishni o'rganish.

Titrimetrik analizda barqaror va eruvchan kompleks birikmalar hosil bo'lish reaksiyalaridan foydalaniladi. Titrantlar sifatida kompleksonlar keng ko'lamda ishlatiladi. Bu holda kompleksning tarkibi ML^{z-y} (L^{z-y} – aminopolikarbon kislotaning anioni) formulaga mos keladi. Umumiy holda kompleks hosil bo'lish reaksiyalari tenglama bilan ifodalanadi. Uning muvozanat konstantasi kompleksning barqarorlik konstantasi β_n ga teng. Titrimetrik metodda qo'llaniladigan reaksiyalarda n odatda 2 dan yuqori bo'lmaydi. Kompleks hosil bo'lish metodi bo'yicha titrlash egri chizig'i pH ning reagent konsentratsiyasiga bog'liqligini ifodalaydi. Turli hollarda pH ni hisoblashni ko'rib chiqamiz. Kompleks hosil qiluvchi reagent bilan metall tuzini ekvivalent nuqtagacha titrlashda $[M^{z+}]$ ionlari konsentratsiyasi eritma suyultirilishini hisobga olgan holda, titrlanmagan tuz konsentratsiyasiga teng bo'ladi. Ekvivalent nuqtada $[M^{z+}]$ quyidagi tenglama bo'yicha hisoblanishi mumkin:

$$[M^{z+}] = \frac{1}{\sqrt[n]{n^n \cdot V \cdot \beta_n}} \cdot \frac{C_M \cdot V_0}{V} \quad (8.1)$$

bunda C_M – metall tuzining boshlang'ich konsentratsiyasi; V_0 , V – eritmaning titrlash boshidagi va oxiridagi hajmlari.

Ekvivalent nuqtadan so'ng ortiqcha ligand (L) qo'shilganda, M^{z+} ning konsentratsiyasi quyidagicha aniqlanadi:

$$[M^{z+}] = \frac{C_M V_0}{\beta_n V [L]^n} \quad (8.2)$$

Masalalar yechish uchun namunalar

1-masala. Quyidagi sharoitlarda $Hg(NO_3)_2$ ni $NaCl$ eritmasi bilan titrlash jarayonida simob (II) ionlarining konsentratsiyasini hisoblang. 50,0 ml 0,05 M $Hg(NO_3)_2$ eritmasiga: 1) 49,8 ml; 2) 50,0 ml; 3) 50,02 ml 0,10 M $NaCl$ eritmasi qo'shildi. Reaksiya $Hg^{2+} + 2Cl^- \leftrightarrow HgCl_2$ tenglama bo'yicha kechadi. $HgCl_2$ kompleksining barqarorlik konstantasi $\beta_2 = 1,66 \cdot 10^{-13}$ ga teng.

Yechish. Eritma suyultirilgandan so'ng har bir hol uchun $\text{Hg}(\text{NO}_3)_2$ (C_{Hg}^0) ning va NaCl (C_{Cl}^0) ning konsentratsiyalarini hisoblaymiz:

$$1) C_{\text{Hg}}^0 = \frac{50 \cdot 0,05}{50 + 49,8} = \frac{2,5}{99,8}; \quad C_{\text{Cl}}^0 = \frac{49,8 \cdot 0,1}{99,8} = \frac{4,98}{99,8}$$

$$2) C_{\text{Hg}}^0 = \frac{50 \cdot 0,05}{50 + 50} = \frac{2,5}{100}; \quad C_{\text{Cl}}^0 = \frac{50 \cdot 0,1}{100}$$

$$3) C_{\text{Hg}}^0 = \frac{50 \cdot 0,05}{50 + 50,2} = \frac{2,5}{100,2}; \quad C_{\text{Cl}}^0 = \frac{50,2 \cdot 0,1}{100,2} = \frac{5,02}{100,2}$$

Reaksiya tenglamasini hisobga olgan holda bu qiymatlarni taqqoslasak, birinchi holda eritmada ortiqcha $\text{Hg}(\text{NO}_3)_2$ bo'ladi va simob(II) ionlarining konsentratsiyasi

$$[\text{Hg}^{2+}] = C_{\text{Hg}}^0 - \frac{C_{\text{Cl}}^0}{2} = \frac{2,5 - 2,49}{2} = 1,02 \cdot 10^{-4} \text{ M ga teng bo'ladi,}$$

$$\text{pH} = 3,99.$$

Ikkinchi hol ekvivalent nuqtaga mos keladi. Kompleksning konsentratsiyasi $\text{Hg}(\text{NO}_3)_2$ ning boshlang'ich konsentratsiyasi (0,05 mol/l) ga teng deb olinadi:

$$[\text{Hg}^{2+}] = \sqrt{\frac{0,05 \cdot 50}{1,66 \cdot 10^{-13} \cdot 4 \cdot 100}} = 1,94 \cdot 10^{-8} \text{ M};$$

$$\text{pH} = 7,71.$$

Uchinchi holda esa ortiqcha miqdorda NaCl qo'shilgan:

$$[\text{Cl}^-] = C_{\text{Cl}}^0 - 2C_{\text{Hg}}^0 = \frac{5,02 - 5,00}{100,2} = 1,996 \cdot 10^{-4} \text{ M}.$$

Quyidagi tenglama bo'yicha $[\text{Hg}^{2+}]$ ni hisoblaymiz:

$$[\text{Hg}^{2+}] = \frac{0,05 \cdot 50}{1,66 \cdot 10^{-13} \cdot 100,2 \cdot (1,996 \cdot 10^{-4})^2} = 3,8 \cdot 10^{-8} \text{ M};$$

$$\text{pHg} = 7,42.$$

Agar titrant kuchsiz kislota H_nL yoki uning anioni bo'lsa, titrlash egri chi-zig'ini hisoblashda eritmaning pH ini e'tiborga olish zarur. Kompleks hosil qiluvchi anion (L^{m-}) ning muvozanat konsentratsiyasini hisoblash uchun tenglamadan foydalanish mumkin.

Bir asosli kislota anioni (L^-) bilan ML_n^{z-n} kompleksi hosil bo'lishida ekvivalent nuqtada M^{z+} ning muvozanat konsentratsiyasi quyidagiga teng bo'ladi:

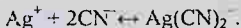
$$[\text{M}^{z+}] = n \cdot \sqrt[n]{\frac{C_M \cdot V_0 ([\text{H}^+] + K_{\text{HL}})^n}{\beta_n \cdot n^n \cdot V \cdot K_{\text{HL}}^n}} \quad (8.3)$$

Ligand (C_L^*) ortiqcha bo'lganda anionlarning muvozanat konsentratsiyasi quyidagi tenglama bo'yicha hisoblanadi:

$$[L^-] = \frac{C_L^* K_{HL}}{K_{HL} + [H^+]} \quad (8.4)$$

Unda $[M^{z+}]$ ni (8.3) tenglama bo'yicha hisoblash mumkin.

2-masala. Agar 25,00 ml 0,10 M $AgNO_3$ eritmasiga pH = 9 da 12,25 ml 0,10 M KCN eritmasi qo'shilgan bo'lsa, pAg va Ag^- konsentratsiyasini hisoblang. Kompleks hosil bo'lish reaksiyasi quyidagi tenglama bo'yicha boradi:



$Ag(CN)_2^-$ ning barqarorlik konstantasi $1,26 \cdot 10^{21}$ ga, HCN ning ionlanish konstantasi (K_{HCN}) esa $7,9 \cdot 10^{-10}$ ga teng.

Yechish. Qaralayotgan holda KCN ortiqcha miqdorda olingan. Eritmaning suyultirilganligini va kompleks hosil bo'lish reaksiyasini hisobga olgan holda kompleksga bog'lanmagan CN^- ning konsentratsiyasi ($C_{CN^-}^*$) ni aniqlaymiz:

$$C_{CN^-}^* = \frac{25 \cdot 0,1 - 2 \cdot 12,25 \cdot 0,1}{37,25} = 1,34 \cdot 10^{-3} \text{ mol/l.}$$

Eritmaning pH ini hisobga olgan holda (7.3) tenglama bo'yicha CN^- ning muvozanat konsentratsiyasini topamiz:

$$[CN^-] = \frac{C_{CN^-}^* \cdot K_{HCN}}{K_{HCN} + [H^+]} = \frac{1,34 \cdot 10^{-3} \cdot 7,9 \cdot 10^{-10}}{7,9 \cdot 10^{-10} + 1 \cdot 10^{-9}} = 5,95 \cdot 10^{-5} \text{ M.}$$

Ag^+ ning muvozanat konsentratsiyasini (7.3) tenglama bo'yicha hisoblash mumkin:

$$[Ag^+] = \frac{C_{Ag} \cdot V_0}{\beta_2 \cdot V \cdot [CN^-]^2} = \frac{0,1 \cdot 12,25}{1,26 \cdot 10^{21} \cdot 37,25 \cdot (5,95 \cdot 10^{-5})^2} = 7,37 \cdot 10^{-17} \text{ M.}$$

$$pAg = 16,13.$$

Kuchsiz ko'p asosli kislotalardan hosil bo'lgan komplekslarning eritmalarida metall ionlarining muvozanat konsentratsiyasini hisoblash uchun, shartli barqarorlik konstanta (β') laridan (3.1) foydalanish maqsadga muvofiq. Bu hisoblashlar turli metallar komplekslarining titrlash egri chizig'ini tuzishda katta ahamiyatga ega bo'ladi. Bu holda komplekslar tarkibi $ML^{z-z'}$ formulaga to'g'ri kelganligi uchun, ekvivalent nuqtadagi M^{z+} ning muvozanat konsentratsiyasi quyidagiga teng bo'ladi:

$$[M^{z+}] = \sqrt{\frac{C_M \cdot V_0}{\beta'_{ML} \cdot V}} \quad (8.5)$$

Komplekson (C_L) ortiqcha bo'lganda $[M^{2+}]$ quyidagi tenglama bo'yicha hisoblanadi:

$$[M^{2+}] = \frac{C_M \cdot V_0}{\beta_{ML} \cdot V \cdot C_L} \quad (8.6)$$

3-masala. Agar 50 ml 0,01 M $ZnCl_2$ eritmasiga $pH=5$ da atsetatli bufer eritmadagi 25,1 ml 0,02 M komplekson III (etilendiamintetrasirka kislotaning natriyli nordon tuzi Na_2H_2Y) qo'shilsa, Zn ionlarining muvozanat konsentratsiyasini hisoblang. Reaksiya $Zn^{2+} + H_2Y^{2-} \leftrightarrow ZnY^{2-} + 2H^+$ tenglama bo'yicha boradi. ZnY^{2-} ning barqarorlik konstantasi $2,51 \cdot 10^{16}$ ga teng. H_2Y ning dissotsilanish konstantalari:

$$K_1 = 1 \cdot 10^{-2}; K_2 = 2,1 \cdot 10^{-3}; K_3 = 6,9 \cdot 10^{-7}; K_4 = 5,5 \cdot 10^{-11}.$$

Yechish. Ko'rsatilgan sharoitda ortiqcha komplekson (III) bo'ladi. Eritma suyultirilganligini va kompleks hosil bo'lish reaksiyasini hisobga olgan holda uning konsentratsiyasi (C_Y) ni hisoblaymiz:

$$C_Y = \frac{25,1 \cdot 0,02 - 50 \cdot 0,01}{75,1} = 2,67 \cdot 10^{-5} \text{ mol/l.}$$

Quyidagi tenglamalardan foydalanib, $pH=5$ da Y^{4-} uchun α_4 ni va kompleksning shartli barqarorlik konstantasi (β) ni hisoblaymiz:

$$\alpha_m = \frac{K_1 K_2 \dots K_m}{[H^+]^m + K_1 [H^+]^{m-1} + K_1 K_2 [H^+]^{m-2} + \dots + K_1 K_2 \dots K_m}$$

$$\beta_n = \beta_n \cdot \alpha_m^n$$

$$\alpha_4 = \frac{K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4}{[H^+]^4 + K_1 [H^+]^3 + K_1 K_2 [H^+]^2 + K_1 K_2 K_3 [H^+] + K_1 K_2 K_3 K_4}$$

$$= \frac{1 \cdot 10^{-2} \cdot 2,1 \cdot 10^{-3} \cdot 6,9 \cdot 10^{-7} \cdot 5,5 \cdot 10^{-11}}{10^{-20} + 10^{-17} + 2,1 \cdot 10^{-15} + 1,45 \cdot 10^{-16} + 7,97 \cdot 10^{-22}} = 3,55 \cdot 10^{-7}$$

$$\beta' = 2,51 \cdot 10^{16} \cdot 3,55 \cdot 10^{-7} = 8,9 \cdot 10^9$$

$$[Zn^{2+}] = \frac{C_M \cdot V_0}{\beta_{ML} \cdot V \cdot C_L} \text{ tenglama bo'yicha } Zn^{2+} \text{ ning muvozanat}$$

konsentratsiyasini hisoblaymiz:

$$[Zn^{2+}] = \frac{C_{Zn} \cdot V_0}{\beta \cdot V \cdot C_Y} = \frac{0,01 \cdot 50}{8,9 \cdot 10^9 \cdot 75,1 \cdot 2,67 \cdot 10^{-5}} = 2,8 \cdot 10^{-8} \text{ M.}$$

Masala yechishda 5-jadvalda keltirilgan barqarorlik konstantalaridan foydalanish kerak (ilovaga qarang).

4-masala. Komplekslarning: a) 6,0; b) 8,0; c) 10,0 qiymatlarida Mn^{2+} bilan EDTA komplekslarining shartli barqarorlik konstantalarini hisoblang.

Yechish. Kompleksning shartli barqarorlik konstantasini $K'_{MnH_2Y} = \alpha_4 K_{MnH_2Y}$ formula bo'yicha hisoblash mumkin.

Bunda $K_{MnH_2Y} - Mn^{2+}$ bilan EDTA kompleksining barqarorlik konstantasi ($6,2 \cdot 10^{13}$ ga teng); $\alpha_4 - Y^{4-}$ ko'rinishidagi komplekslanmagan reagentning ulushi.

pH ning berilgan qiymatlarida α_4 ning qiymatini ma'lumotnomadan topish mumkin. Formulaga son qiymatlarni qo'yib hisoblaymiz (pH=6 uchun $\alpha_4 = 2,2 \cdot 10^{-5}$, pH= 8 uchun $5,4 \cdot 10^{-3}$, pH=10 uchun $3,5 \cdot 10^{-1}$ ga teng):

$$K'_{MnH_2Y} = 6,2 \cdot 10^{13} \cdot 2,2 \cdot 10^{-5} = 1,36 \cdot 10^9;$$

$$K'_{MnH_2Y} = 6,2 \cdot 10^{13} \cdot 5,4 \cdot 10^{-3} = 3,35 \cdot 10^{11};$$

$$K'_{MnH_2Y} = 6,2 \cdot 10^{13} \cdot 3,5 \cdot 10^{-1} = 2,17 \cdot 10^{13}.$$

5-masala. Kadmiyning ammiakli komplekslarining bosqichli barqarorlik konstantalari tegishlicha 320; 91; 20 va 6,2 ga teng. Agar NH_3 ning umumiy konsentratsiyasi 0,050 M va pH = 9,0 bo'lsa, Cd^{2+} bilan Y^{4-} reaksiyasi uchun shartli konstantasini hisoblang (pH= 9,0 uchun $\alpha_4 = 5,2 \cdot 10^{-2}$; $K_{CdY} = 2,9 \cdot 10^{16}$).

Yechish. Barqarorlik konstantasining yig'indisini quyidagi formula bo'yicha hisoblash mumkin:

$$\beta = \frac{[Cd^{2+}]}{C_M} \quad (8.7)$$

bunda C_M - titrlanuvchi metall ionini saqlagan hamma shakllarning umumiy konsentratsiyasi (EDTA bilan bog'langanidan tashqari).

Cd^{2+} ionlari va ammiak saqlagan eritma uchun:

$$C_M = Cd^{2+} + Cd(NH_3)^{2+} + Cd(NH_3)_2^{2+} + Cd(NH_3)_3^{2+} + Cd(NH_3)_4^{2+}.$$

β ning son qiymati ammiakning konsentratsiyasi va hosil bo'ladigan komplekslar-ning barqarorlik konstantalaridan oson topiladi, masalan:

$$K_1 = \frac{[Cd(NH_3)^{2+}]}{[Cd^{2+}][NH_3]}; \quad [Cd(NH_3)^{2+}] = K_1[Cd^{2+}][NH_3] \text{ va hokazo.}$$

Bundan

$$C_M = [Cd^{2+}](1 + K_1[NH_3] + K_1K_2[NH_3]^2 + K_1K_2K_3[NH_3]^3 + K_1K_2K_3K_4[NH_3]^4).$$

(1) tenglamaga C_M ning qiymatini qo'yamiz, surat va maxrajni $[Cd^{2+}]$ birligiga qisqartiramiz va quyidagini olamiz:

$$\beta = \frac{1}{1 + K_1[NH_3] + K_1K_2[NH_3]^2 + K_1K_2K_3[NH_3]^3 + K_1K_2K_3K_4[NH_3]^4}.$$

$C_{(NH_3)} = [NH_3]$ bo'lganda

$$\beta = \frac{1}{1 + 320 \cdot 0,050 + 326 \cdot 91 \cdot (0,050)^2 + 320 \cdot 91 \cdot 20 \cdot (0,050)^3 + 320 \cdot 91 \cdot 20 \cdot 6,2 \cdot (0,050)^4} = \frac{1}{1 + 16 + 72,8 + 72,8 + 22,7485} = \frac{1}{185,3485} = 0,005395 \approx 5,40 \cdot 10^{-3}$$

Quyidagi formula bo'yicha shartli konstanta qiymatini topamiz:

$$K_{CdY}^* = \alpha K_{CdY}$$

Son qiymatlarni formulaga qo'yib, quyidagini olamiz:

$$K^* = 5,2 \cdot 10^{-2} \cdot 5,40 \cdot 10^{-3} \cdot 2,9 \cdot 10^{16} = 8,14 \cdot 10^{12}$$

6-masala. Agar stronsiy trilonatning barqarorlik konstantasi $10^{8,63}$ ga teng bo'lsa, 10^{-2} M $SrCl_2$ eritmasini shunday konsentratsiyali trilon B bilan titrlashda pSr ning ekvivalent nuqtadagi qiymatini hisoblang.

Yechish. Bir xil konsentratsiyali $SrCl_2$ va Na_2H_2Y eritmalarining hajmlari ekvivalent nuqtada teng bo'ladi. Binobarin, $[SrY^{2-}]$ kompleks ionning konsentratsiyasi $C_{1/2}$, ya'ni $0,5 \cdot 10^{-2}$ yoki $5 \cdot 10^{-3}$ mol/l ga teng bo'ladi; $[Sr^{2+}]$ ionlari kongaentratsiyasi komplekslanmagan trilon B ning umumiy konsentratsiyasiga teng bo'ladi:

$$[Sr^{2+}] = C(Na_2H_2Y)$$

Muvozanat konsentratsiya

$$[SrY^{2-}] = 5,0 \cdot 10^{-3} - [Sr^{2+}] \cong 5,0 \cdot 10^{-3} \text{ mol/l}$$

Barqarorlik konstantasi quyidagicha hisoblanadi:

$$\beta = \frac{[SrY^{2-}]}{[Sr^{2+}] \cdot C_{Na_2H_2Y}} \text{ yoki } \beta = \frac{[SrY^{2-}]}{[Sr^{2+}]^2}$$

bundan

$$[Sr^{2+}] = \sqrt{\frac{[SrY^{2-}]}{\beta}}$$

$[SrY^{2-}]$ va β ning son qiymatlarini qo'yamiz:

$$[Sr^{2+}] = \sqrt{\frac{5,0 \cdot 10^{-3}}{10^{9,63}}} = 2,25 \cdot 10^{-5,815}$$

$$pSr = -\lg[Sr^{2+}] = -\lg 2,25 \cdot 10^{-5,815} = 5,46$$

7-masala. CaY^{2-} kompleksining pH = 7 va pH = 10 da effektiv barqarorlik konstantasini hisoblang. Kalsiyni kompleksometrikl aniqlash imkoniyatlari to'g'risida xulosa chiqaring.

Yechish. Jadvallardan $\lg K_{CaY}$ ni (u 10,7 ga teng) va α_{H_2} koeffitsiyentning qiymatlarini topamiz: pH = 7 da $\lg \alpha_H = 3,3$; pH = 10 da $\lg \alpha_H = 0,45$.

Effektiv konstanta ko'rsatkichlarini hisoblaymiz:

$$pH = 7 \text{ da } \lg K_{CaY}^{ef} = 10,7 - 3,3 = 7,4;$$

$$pH = 10 \text{ da } \lg K_{CaY}^{ef} = 10,7 - 0,45 = 10,25.$$

Demak, $pH=7$ va $pH=10$ da kalsiyni titrlash mumkin.

8-masala. $50,0 \text{ sm}^3$ $0,01 \text{ M CaCl}_2$ ni $pH = 10$ bo'lgan bufer eritma ishtirokida $0,01 \text{ M EDTA}$ eritmasi bilan titrlashda ekvivalent nuqtada titrlash egri chizig'idagi sakramani hisoblang va p_{Ca} qiymatini toping. $\lg K_{CaY} = 10,7$; $\lg \alpha_{H1} = 0,45$.

Yechish. Quyidagi hisoblash o'tkazamiz:

$$K_{CaY}^{ef} \cdot \lg K_{CaY}^{ef} = 10,7 - 0,45 = 10,25.$$

Titrant eritmasi $99,9\%$ qo'shilganda, ya'ni titrlash sakramasining boshlanishida

$$V(Y) = 50 \cdot 0,999 = 49,95 \text{ sm}^3,$$

$$[Ca^{2+}] = \frac{0,01 \cdot 50 - 0,01 \cdot 49,95}{50 + 49,95} = 5 \cdot 10^{-6}; \quad pCa = 5,3.$$

Ekvivalent nuqtada komplekson 100% qo'shildi:

$$pCa = 1/2 \cdot (2 + 10,25) = 6,12.$$

Kompleksonning ortiqchasi $0,1\%$ bo'lganda, ya'ni titrlash sakramasining oxirida

$$V(Y) = 50,00 \cdot 1,001 = 50,05 \text{ sm}^3,$$

$$C(Y) = \frac{0,01 \cdot 50,05 - 0,01 \cdot 50,0}{50,0 + 50,05} = 5 \cdot 10^{-6}; \quad pY = 5,3;$$

$$pCa = 2 + 10,25 - 5,3 = 6,95 \approx 7,0.$$

Demak, titrlash sakramasi $p_{Ca} 5,3$ dan $p_{Ca} 7,0$ gacha bo'lgan oraliqda yotadi.

9-masala. $0,5000\text{g}$ alyuminiyli qotishma eritilib, xalaqit beruvchi elementlar yo'qotilgandan so'ng eritma hajmi 100 sm^3 gacha yetkazildi va uning $20,00 \text{ sm}^3$ alikvot qismi $12,06 \text{ sm}^3$ $0,01 \text{ M EDTA}$ eritmasi bilan titrlandi. Qotishmadagi magniyning massa ulushini aniqlang.

Yechish.

$$m(\text{Mg}) = \frac{M(\text{Mg}) \cdot C(Y) \cdot V(Y) \cdot 100}{1000 \cdot 20,0 \cdot 0,5000} = \frac{12,06 \cdot 0,01 \cdot 2,43 \cdot 100}{1000 \cdot 20,0};$$

$$\omega(\text{Mg}) = \frac{12,06 \cdot 0,01 \cdot 2,43 \cdot 100 \cdot 100}{1000 \cdot 20,0 \cdot 0,5000} = 2,93\%.$$

10-masala. Agar $25,00 \text{ sm}^3$ eritmasi qo'shilgandan so'ng, uning ortiqchasi $10,50 \text{ sm}^3$ $0,01 \text{ M MgSO}_4$ bilan titrlangan bo'lsa, eritmadagi simobning massasini aniqlang.

$$m(\text{Hg}) = \frac{(25,00 - 0,01 \cdot 10,50 \cdot 0,01) \cdot 200,59}{1000} = 0,0291 \text{ g},$$

bunda $200,59 \text{ g/mol}$ – simobning molyar massasi.

Mustaqil yechish uchun masalalar

1. Geksatsianoferratkaliyning sifat analizida ishlatilishiga doir misollar keltiring. Shu moddaga NaOH ta'sirida temir(III)-gidroksid cho'kmaga tushadimi? sababini tushuntiring.

2. Tetraamminokuprat (II) sul'fatning analitik xossalarini ko'rsatuvchi reaksiya tenglamalari yozilsin. Uning 0,05 molyar eritmasidagi $[Cu^{2+}]$ ionini kontsentratsiyasi hisoblang. $K_{bek} = 9,93 \cdot 10^{-13}$

3. Geksanitrokobal'tat (III) natriy va tetraodanidokobal'tat (II)-kompleks ionlarining analitik xossalarini ko'rsatuvchi reaksiya tenglamalari yozilsin. Bu komplekslarning hosil bo'lish reaksiyalari yozilsin. Bu ikki kompleksdan qaysi biri barqaror?

Nazorat savollari

1. Kompleks birikmalar deb nimaga aytiladi? Ularning qo'sh tuzlardan farqi nimada?

2. Sifat analizida ishlatiladigan kompleks tuzlarning qanday turlarini bilasiz?

3. Sifat analizida: a) ionlarni topishda b) xalaqit beradigan ionlarni niqoblashda; v) cho'kmalarni eritishda; g) oksidlanish-qaytarilish xossasi o'zgartirishda; d) kislota-asosli xossasi o'zgartirishda ishlatiladigan kompleks birikmalarga misol keltiring.

4. Quyidagi kompleks tuzlarning suvli eritmada dissotsiatsiyalanish tenglamalarini yozing: a) $[Cu(NH_3)_4]Cl_2$; b) $K_2[HqJ_4]$; v) $[Ni(NH_3)_4]SO_4$ g) $K_3[Fe(CN)_6]$; d) $K_2[Cd(CN)_4]$.

5. Koordinatsion birikmalarning barqarorlik doimiyligi nima? Uning qiymatiga qanday omillar ta'sir qiladi?

6. Eritmada a) $[Cu(NH_3)_4]^{2+}$; b) $[Cu(CN)_4]^{3-}$; v) $[CuCl_4]^{2-}$ ionlari bo'lgan eritma vodorod sulfid bilan to'yintirilganda mis sulfid CuS cho'kmaga tushadimi?

7. Quyidagi kompleks birikmalarda kompleks ionning zaryadi va kompleks hosil qiluvchining koordinatsion sonini va oksidlanish darajasi aniqlang.

a) $K[Ag(CN)_2]$; $K_2[Ni(CN)_4]$; $[K_4[Fe(CN)_6]]$; $[Co(NH_3)_6]Cl$

LABORATORIYA ISHLARI

1-Laboratoriya ishi

Kimyo laboratoriyasida ishlashning umumiy qoidalari. Xavfsizlik texnikasi. Kimyoviy idishlar, ularni ishga tayyorlash.

Analitik kimyo laboratoriyasida ishlash qoidalari va ehtiyot choralari.

Ishning maqsadi: Kimyo laboratoriyasida ishlashning umumiy qoidalari, xavfsizlik texnikasi, kimyoviy idishlar, ularni ishga tayyorlash bilan tanishtirish.

Reaktiv va jixozlar: Nessler reaktivi $K_2[HgI_4] + KOH$, NH_4Cl , $NaOH$, KOH , KCl , $Na_3[Co(NG_2)_6]$, $H_2C_4H_4O_6$, CH_3COONa , $BaCl_2$, $K_2Cr_2O_7$, $MgCl_2$, $(NH_4)_2CO_3$, $CaCl_2$, $(NH_4)_2C_2O_4$, Na_2HPO_4 , formalin, $BaCrO_4$ pipetka, probirkalar, shisha tayoqcha va boshqa texnik jixozlar (1-24 rasmlar).

Talabalar laboratoriya mashg'ulotlarini mexanik ravishda emas, balki tushungan holda bajarishlari lozim. Shuning uchun har bir mashg'ulot oldidan nazariy tushunchalarni va laboratoriya ishini bajarish texnikasini o'zlashtirishlari lozim.

Laboratoriya mashg'ulotlarida har xil portlovchi, alanganuvchi moddalar (suyuqliklar), kuchli kislota va ishqorlar bilan ishlaniladi. Shuning uchun quyidagi xavfsizlik qoidalariga rioya qilish kerak:

talaba laboratoriya xonasida xalatda bo'lishi va toza sochiq tutushi lozim;

ish stoliga sumka va laboratoriya ishiga taalluqli bo'lmagan buyumlar qo'yilmaydi;

laboratoriya mashg'ulotini boshlashdan oldin har bir talaba laboratoriya uchun uslubiy va o'quv qo'llanmasidan hamda darslik va ma'ruza materiallaridan mavzuga doir tegishli nazariy bilimlarni o'zlashtirish uchun laboratoriya ishining mazmuni bilan chuqur tanishib chiqqan bo'lib o'qituvchiga ishning bajarilish tartibini tushuntirishi lozim;

laboratoriya ishiga tayyorgarlik ko'rish vaqtida biror narsa tushunarsiz bo'lsa, ishni boshlash oldidan uni o'qituvchidan so'rab bilishi zarur;

talaba tajribani o'zi uchun belgilangan ish o'rnida bajarishi lozim;

laboratoriyada chekish, ovqatlanish qat'iy man etiladi;

tajribani qo'llanmada ko'rsatilgan tartibda bajarish kerak;

tajriba o'tkazayotgan talaba o'z ish stoli ustida ammiak, kislota va shunga o'xshash boshqa zaharli moddalarni bug'latishi mutlaqo mumkin emas. Agar tajribada taqozo qilinsa, ish mo'rili (havoni tortish uchun mo'ljallangan), shkafda o'tkazilishi lozim;

tajriba o'tkazish uchun kerakli idishdan eritma olingandan so'ng, tezgina uning og'zi berkitilib o'z joyiga qo'yilishi kerak;

umumiy foydalanish uchun qo'yilgan reaktivlardan har kim o'zi foydalanayotgan shpatel yoki pipetka bilan olishi mumkin emas;

ishlatilmay ortib qolgan reaktivni shu reaktiv olingan idishga qaytarib solmaslik kerak;

tajriba uchun kerakli idishlar, reaktivlar va asboblarni yaroqliligini tekshiring. Agar tajribani bajarish uchun idishlar, reaktivlar va asboblari yetishmasa uni laborantdan so'rab oling;

qo'shni stollardagi reaktivlarni olish yaramaydi;

umumiy foydalanish uchun qo'yilgan reaktivni o'z ish joyingizga olib ketmang;

laboratoriyada reaktivlarni ta'mini tatib ko'rish mutlaqo mumkin emas;

quruq reaktivlarni chinni yoki metall qoshiqchalar, hamda shpatellar yordamida, suyuq reaktivlarni esa pipetka bilan olish va ishiatib bo'lgandan so'ng yaxshilab yuvib, tozalab joyiga qo'yish kerak;

kislotalarni suyiltirishda suvni kislotaga emas, balki kislotani suvga quyish lozim, aks holda sachrab zarar yetkazishi mumkin;

kislotalarning konsentrlangan eritmalarini to'kish, shisha sinig'i, qog'oz, gugurt va ishqoriy metallar qoldig'ini, hamda shunga o'xshash keraksiz narsalarni rakovinaga tashlash mumkin emas. Ularni maxsus idishga soling;

suyuqlik qizdirilayotgan probirka og'zini o'zingizdan va o'zingizga yaqin turgan o'rtog'ingizdan chetga qaratib tutish kerak;

reaktivlarni keragidan ortiq miqdorda sarflash yaramaydi;

issiq asbob yoki idishni hech qachon stol ustiga to'g'ridan-to'g'ri qo'yilmaydi. Buning uchun avval maxsus «taglik» tayyorlash lozim;

mashg'ulot rejasida ko'rsatilmagan qo'shimcha tajriba o'tkazish taqiqlanganini yodingizdan chiqarmang;

ayrim tajribalarni o'tkazishda himoya maska kiyish yoki ko'zoynak taqish kerak;

ishlab turgan asboblarni nazoratsiz qoldirish man etiladi;

mashg'ulot tamom bo'lganidan keyin har bir talaba idishlarini yuvishi, suv jo'mragini berkitishi, gaz, elektrni o'chirishi va ish joyini tartibga solib laborantga topshirishi lozim;

Kimyoviy idishlar va ularni ishga tayyorlash

Oddiy probirka (1-rasm) hajmi 5m^3 dan ortiq modda va eritmalar bilan tajribalar o'tkazish uchun xizmat qiladi.

O'lchov pipetkalar (2-rasm): *a-darajalangan*. *b-oddiy*.

Aniq hajmling suyuqliklar olish uchun mo'ljallangan

Kristalizator (3-rasm).

Retorta (4-rasm)

Konussimon kolba (5-rasm)

Tomizgich voronka (6 rasm).

Eksikator (7 rasm).

O'lchov kolbasi (8-rasm)

O'lchov kolbalarining bo'g'zi tor, og'zida odatda, jips berkitadigan probkalar bo'ladi. Aniq konsentrativiyali eritmalar tayyorlash uchun foydalaniladi. Kolbaning bo'g'zidagi aylana belgi suyuqlik qayergacha solinishi kerakligini ko'rsatadi. kolbaning keng qismiga yozilgan raqamlar uning millilitr bilan ifodalash hajmini 0,01 ml aniqlikda ko'rsatadi. ular, odatda, 50, 100, 200, 500, va 1000 ml li bo'ladi.

Eritma tayyorlash uchun o'lchov kolbasi varonka (qadah) yordamida aniq o'lchangan yoki tortilgan miqdor modda solinadi, so'ng voronka distillangan suv bilan yuviladi. so'ngra kolba hajmining uchdan bir qismigacha distillangan suv quyiladi, yaxsibilab aralashirib, modda eritiladi. undan so'ng pastki menisk belgigacha yetguncha yana suv quyiladi va to'liq aralashirish uchun probka bilan berkitilgan kolba 10-12 marta pastga -yuqoriga aylantiriladi.

Bunzen kolbasi (9-rasm).

Qalin devorli jo'mrakli konusimon kolba vakuum hosil qilish ishlari da ishlatiladi.

Yumaloq kolba (10-rasm).

Vyurs kolbasi (11-rasm).

Gaz chiqarish nayi bor tagi yumaloq kolba. Suyuqliklarni haydash yo'li bilan gazlar olish uchun ishlatiladi.

Byuretkalar (12-rasm) *Suyuqliklarning hajmini aniq o'lchash uchun foydalaniladi.*

Chinai kosacha va havoncha (13-rasm).

Suyuqliklarni bug'lantirish, ayrim paytlarda qizdiriladigan tajriba'arni o'tkazish uchun ishlatiladi.

Byukslar (14-rasm).

Petri chashkasi (15-rasm).

Voronka (16-rasm).

Spirtoyka (17-rasm).

Jihozlar

Metall shtativ (18-rasm).

Asboblari yig'ishda probirka va kolbalarni qistirib qo'yish uchun xizmat qiladi.

Shpatellar (19-rasm).

Quruq moddalarni olish uchun foydalaniladi. Metall, shisha, chinni shpatellar bo'ladi.

Gaz gorelkasi (20-rasm).

Gaz yon tomondagi nay orqali, havo -uning ustidagi teshik orqali keladi.

Yoqish uchun qoshiqcha (21-rasm).

Temir qoshiqcha ingichka dastali (24-25sm), diametri taxminan 1,5 sm yarim shar ko'rinishiga ega.

O'lchov tarozisi: (22-rasm).

Elektron tarozi. Quruq moddalarni o'lchashda ishlatiladi.

pH-metr (23-rasm). Tuzlar gidrolizida pH muhitini aniqlash uchun ishlatiladi

Termometr (24-rasm). Haroratni o'lchash uchun mo'ljallangan.



1-rasm. Probirka



2-rasm. pipetka



3-rasm. Kristalizator



4-rasm. Retorta



5-rasm. Konussimon kolba



6-rasm. Tomizgich voronka



7-rasm. Eksikator



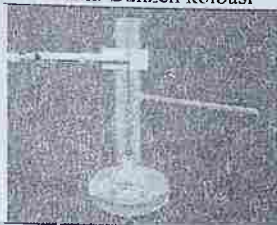
8-rasm. O'lchov kolbasi



9-rasm. Bunzen kolbasi



10-rasm. Yumaloq kolba



11-rasm. Vyurs kolbasi.



12-rasm. Byuretkalar



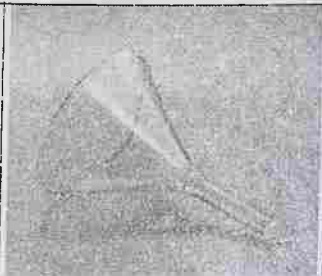
13-rasm. Chinni kosacha va xovoncha



14-rasm. Byuks



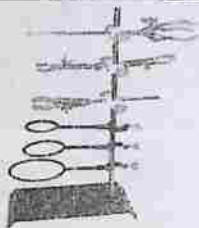
15-rasm. Petri chashkasi



16. voronka.



17- rasm. Spirt lampasi.



18-rasm. Metall shtativ.



19-rasm. Shpatel.



20-rasm. Gaz gorelkasi.



21- rasm. Yoqish uchun qoshiqcha.



22- rasm. O'lchov tarozisi.



23- rasm. pH- metr.



24-rasm. termometr

2- Laboratoriya ishi

Birinchi va ikkinchi guruh kationlarini ochish reaksiyalari va aralashmasining analizini bajarish

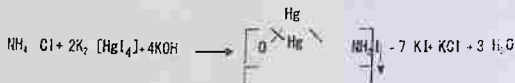
Ishning maqsadi: Birinchi va ikkinchi guruh kationlarini ochish reaksiyalari va aralashmasining analizini bajarish.

Reaktiv va jixozlar: Nessler reaktivi $K_2[HgI_4] + KOH$, NH_4Cl , $NaOH$, KOH , KCl , $Na_3[Co(NO_2)_6]$, $H_2C_4H_4O_6$, CH_3COONa , $BaCl_2$, $K_2Cr_2O_7$, $MgCl_2$, $(NH_4)_2CO_3$, $CaCl_2$, $(NH_4)_2C_2O_4$, Na_2HPO_4 , formalin, $BaCrO_4$ va b. analitik jixozlar.

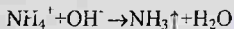
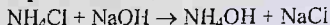
I va II guruh kationlari umumiy va xususiy ochish reaksiyalari bilan tanishish. I va II guruh kationlariga NH_4^+ , K^+ , Na^+ , Mg^{2+} va boshqa kationlar kiradi. Ularning ko'p tuzlari suvda yaxshi eriydi.

Analiz uchun eng muhimi ularning sul'fidlari, xloridlari, gidroksidlari va karbonatlari suvda eruvchanligidir. I guruh kationlarining boshqa guruh kationlaridan farqi ularning guruh reagenti (cho'ktiruvchisi) yo'q.

1. NH_4^+ kationini ochish reaksiyalari. Nessler reaktivi $K_2[HgI_4] + KOH$ bilan ochish. Reaksiyani bajarish uchun 1-2 tomchi ammoniy tuzi eritmasiga 3-4 tomchi Nessler reaktividan qo'shiladi, qizil-qo'ng'ir rangli cho'kmaning hosil bo'lishi ammoniy kationi borligini bildiradi:



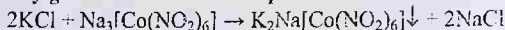
2. O'yuvchi ishqorlar $NaOH$, KOH bilan ochish.

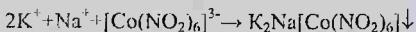


Reaksiyani bajarish uchun probirkaga 2-3 tomchi ammoniy tuzi eritmasi solinadi va ustiga 3-4 tomchi ishqor eritmasidan qo'shib suv hammomida isitiladi. Ajralib chiqayotgan ammiakni hidi yoki probirka og'ziga qo'yilgan namlangan lakmus qog'ozining ko'karishi ammoniy kationi borligini bildiradi.

K^+ kationini ochish reaksiyalari

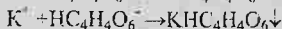
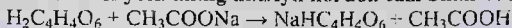
3. Natriy geksakobaltinitrit kompleks tuzi bilan ochish.





Probirkaga solingan 1-2 tomchi kaliy tuzi eritmasiga 3-4 tomchi $Na_3[Co(NO_2)_6]$ dan qo'shiladi. Sariq cho'kmani hosil bo'lishi kaliy kationi borligini bildiradi.

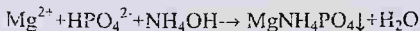
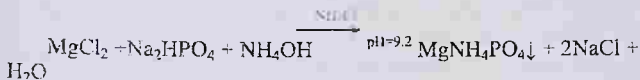
4. Vino kislotasi yoki uning natriyli nordon tuzi bilan ochish.



Reaksiyani bajarish uchun probirkaga 2-3 tomchi kaliy tuzi eritmasidan solinadi va uning ustiga 3-4 tomchi vino kislotasi bilan 3-4 tomchi CH_3COONa dan qo'shiladi. Probirkani vodoprovod suvi ostida sovitiq turib, shisha tayoqcha yordamida eritma probirkani ichki devoriga ishqalanadi. O'ta to'yingan eritmalar hosil bo'lgani uchun oq kristall cho'kma darhol emas, balki bir oz vaqtdan keyin hosil bo'ladi, chunki shisha tayoqcha bilan ishqalash natijasida hosil bo'lgan shisha zarrachalari kristallanish markazi bo'lib, cho'kmaning hosil bo'lishiga ko'maklashadi.

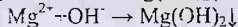
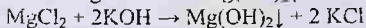
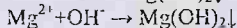
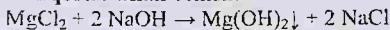
Mg²⁺ kationini ochish reaksiyalari

5. Natriy gidrofosfat bilan ochish.



Probirkaga solingan 2-3 tomchi magniy tuzi eritmasi ustiga 1-2 tomchi ammoniyli bufer aralashma va 3-4 tomchi Na_2HPO_4 eritmasidan qo'shiladi. Natijada oq kristall cho'kma hosil bo'ladi.

6. O'yuqchi ishqorlar bilan ochish.



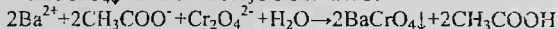
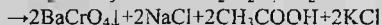
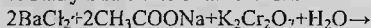
Probirkaga solingana 1-2 tomchi magniy tuzi eritmasi ustiga 2-3 tomchi suv va 3-4 tomchi ishqor eritmasi qo'shiladi. Oq amorf cho'kma hosil bo'ladi.

II guruh kationlariga Ba^{+2} , Ca^{+2} , Sr^{+2} va boshqa kationlar kiradi. II guruh kationlarining sulfatlari, fosfatlari, oksalatlari va karbonatlari suvda qiyin eriydi. II guruh kationlarining guruh reagenti

(cho'ktiruvchisi) $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$ bo'lib, ammoniyli bufer aralashma ishtirokida guruh kationlarini CaCO_3 , BaCO_3 va SrCO_3 shaklida cho'ktiradi ($\text{pH}=9.2$).

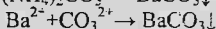
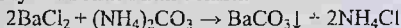
Ba⁺² kationini ochish reaksiyalari.

7. Kaliy bixromat bilan ochish.



Probirkaga 2-3 tomchi BaCl_2 tuzi eritmasidan solib, ustiga 2-3 tomchi CH_3COONa eritmasidan qo'shiladi. Reaksiya natijasida sariq rangli cho'kma hosil bo'ladi. Bu reaksiya bilan bariyini ochishga Ca^{+2} va Sr^{+2} kationlari halaqit bermaydi.

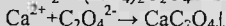
8. Ammoniy karbonat bilan ochish.



Probirkaga 2-3 tomchi BaCl_2 tuzi eritmasidan solinadi va uning ustiga 3-4 tomchi $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$ eritmasidan qo'shiladi. Oq kristall cho'kma hosil bo'ladi.

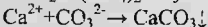
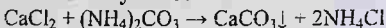
Ca⁺² kationini ochish reaksiyalari

9. Ammoniy oksalat bilan ochish:



Probirkaga 2-3 tomchi CaCl_2 eritmasidan solib ustiga 3-4 tomchi $(\text{NH}_4)_2\text{C}_2\text{O}_4$ eritmasidan qo'shiladi. Oq kristall cho'kma hosil bo'ladi.

10. Ammoniy karbonat bilan ochish.



Probirkaga 2-3 tomchi CaCl_2 eritmasidan solib, ustiga 3-4 tomchi $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$ eritmasidan qo'shiladi. Oq cho'kma hosil bo'ladi.

I va II guruh kationlari aralashmasini sistematik ravishda ochish

11. NH_4^+ kationini ochish.

Buning uchun probirkaga 1-2 tomchi nazorat aralashmadan solib, ustiga 3-4 tomchi Nessler reaktividan qo'shiladi. Qizil-qo'ng'ir cho'kmaning hosil bo'lishi aralashmada NH_4^+ kationi borligini bildiradi.

I va II guruh kationlarini bir-biridan ajratish.

Sentrifuga qilinadigan (yoki kichkina) probirkaga 10 tomchi nazorat aralashmadan solinadi, ustiga 5-6 tomchi ammoniyli bufer aralashma va

15 tomchi $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$ eritmasidan qo'shiladi va suv hammomida qizdiriladi.

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

Cho'kma ustidagi tiniq eritma boshqa probirkaga quyib olinib, eritma №1 (ya'ni I guruh kationlari) deb yozib olib qo'yiladi va ish cho'kma bilan davom ettiriladi. Cho'kma ustiga probirkani $\frac{1}{4}$ qismiga suv solinib, yaxshilab aralashtirib, qaytadan sentrifugalanadi. So'ngra cho'kma ustidagi eritmani to'kib, cho'kmaga 3-4 tomchi CH_3COOH dan qo'shib yaxshilab silkitiladi.

Agar cho'kma erimasa yana 2-3 tomchi CH_3COOH dan qo'shilib suv hammomida qizdiriladi (ya'ni iloji boricha sirka kislotani kamroq miqdorda eritishga harakat qilinadi).

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

12. Ba^{+2} kationini ochish.

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

13. Ba^{+2} kationini yo'qotish va Ca^{+2} kationini ochish.

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

14. Mg^{+2} kationini ochish.

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

15. NH_4^+ kationini yo'qotish va K^+ kationini ochish.

Sentrifuga qilinadigan (yoki kichkina) probirkaga 2-3 tomchi eritma №1 dan solinadi va ustiga 1 tomchi indikator fenolftalein, 5 tomchi formalin eritmasidan va tomchilab, eritmaning rangi och pushti bo'lguncha Na_2CO_3 eritmasidan qo'shiladi. So'ngra rangsizlanguncha sirka kislotasidan tomchilab qo'shamiz. Agar loyqalanish bo'lsa

aralashma sentrifugalanadi, tiniq eritma boshqa probirkaga quyib olinib ustiga 3-4 tomchi $\text{Na}_2[\text{Co}(\text{NO}_2)_6]$ eritmasidan qo'shiladi. Agar sariq cho'kma hosil bo'lsa K^+ kationi borligini bildiradi.

2.1-Jadval

2- laboratoriya ishi bo'yicha hisobot

Tajriba ishlarning nomi	Kuzatish natijalari (reaksiya jarayondagi o'zgarishlar	Kimyoviy reaksiya, moddalarning nomi, ularning bir-biri bilan taqqoslang	Xulosa
1- Tajriba			
2- Tajriba			
3- Tajriba			
4- Tajriba			
5- Tajriba			
6- Tajriba			
7- Tajriba			
8- Tajriba			
9- Tajriba			
10- Tajriba			
11- Tajriba			
12- Tajriba			
13- Tajriba			
14- Tajriba			
15- Tajriba			

Mustaqil yechish uchun masalalar:

- 0,2115 g tortiladigan shakldagi $\text{Mg}_2\text{P}_2\text{O}_7$ olish uchun necha gramm ortafosfat kislotaga kerak.
- Tortiladigan shakldagi 0,1448 g $\text{Zn}_2\text{P}_2\text{O}_7$ olish uchun necha gramm pux xlorid ZnCl_2 dan namuna olish kerak.
- BaSO_4 cho'kmasi 0,01 m 500 ml H_2SO_4 bilan yuvilganda qancha cho'kma eritmaga o'tadi.
- Eritmadagi xlor ionni AgCl ko'rinishida cho'ktirib, 0,1562 g cho'kma olindi. Eritmadagi xlor ionlarini miqdorini (g) hisoblang.
- Eritmadagi kumush ionni AgCl ko'rinishida cho'ktirib, 0,4206 g cho'kma olindi. Eritmadagi kumush ionlarini miqdorini (g) hisoblang.

6. Natriy bromid eritmasidagi brom ionni AgBr ko'rinishida cho'ktirib, 0,2510 g cho'kma olindi. Eritmadagi natriy bromid NaBr ning miqdorini (g) hisoblang.

7. Qo'rg'oshin yodid cho'kmasi nima uchun kaliy yodid eritmasida eriydi?

8. Nitrat anioni uchun qaysi reaktiv xarakterli hisoblanadi?

9. Cl^- , Br^- , I^- ionlari bir eritmada mavjud bo'lsa, ularni bir - biridan ajratish uchun qaysi reaksiyalardan foydalaniladi?

10. Qaytaruvchanlik xossasiga ega bo'lgan qaysi anionlar kislotali muhitda $KMnO_4$ eritmasini rangsizlantiradi?

Nazorat savollar

1. Sifat analizining mohiyati, predmeti va vazifalari haqida qisqacha tushuncha bering?

2. Qanday reaksiyalarga analitik reaksiyalar deyiladi? Analitik reaksiyalarning ochilish minimumi, sezgirligi va o'ziga xosligi tushunchalarini misollar bilan tushuntiring?

3. Analitik guruh va guruh reagenti nima? Kationlarning guruhlarga taqsimlanishi nimaga asoslangan?

4. Birinchi analitik guruh kationlariga umumiy tavsif bering?

5. Ikkinchi analitik guruh kationlariga umumiy tavsif bering?

6. Ikkinchi analitik guruh kationlariga guruh reagentining ta'siri?

7. Uchinchi analitik guruh kationlariga umumiy tavsif bering?

3- LABAROTORIYA ISHI

Uchinchi guruhi kationlarini ochish reaksiyalari va aralashmasining analizi

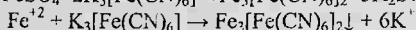
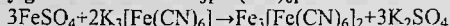
Ishning maqsadi: Uchinchi guruhi kationlarini ochish reaksiyalari va aralashmasining analizini bajarish.

Reaktiv va jixozlar: FeSO_4 , $\text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]$, KOH , NaOH , NH_4CNS , Chugayev reaktivi, $\text{Ni}(\text{NO})_3$, CoCl_2 , KNO_2 , CH_3COOH , $\text{Mn}(\text{NO}_3)_2$, NaBiO_3 , HNO_3 , $\text{Mn}(\text{NO}_3)_2$, PbO_2 , HNO_3 va b. analitik jixozlar.

III guruh kationlariga Fe^{+2} , Fe^{+2} , Ni^{+2} , Co^{+2} , Mn^{+2} , alyuminiy gruppachasining kationlari va boshqa kam tarqalgan elementlarning kationlari kiradi.

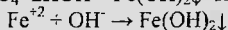
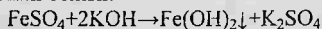
Fe^{+2} kationini ochish reaksiyalari

1. Kaliy geksasianoferrit $\text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ bilan ochish.



Probirkaga 1-2 tomchi temir sulfat eritmasini solib, ustiga 3-4 tomchi $\text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ dan qo'shiladi. Probirka chetlarida yashil tusli ko'k cho'kma hosil bo'ladi.

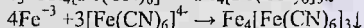
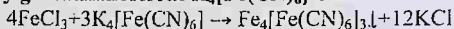
2. Ishqorlar bilan ochish.



Probirkaga solingan 1-2 tomchi temir sulfat eritmasi ustiga 3-4 tomchi ishqor (NaOH yoki KOH) eritmasi qo'shiladi. Kir ko'k rangli cho'kma hosil bo'ladi.

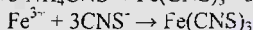
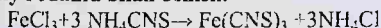
Fe^{+3} kationini ochish reaksiyalari

3. Kaliy geksatsianoferrat $\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ bilan ochish.



Probirkaga 2-3 tomchi Fe^{+3} tuzi eritmasidan solib, ustiga 3-4 tomchi $\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ eritmasidan qo'shiladi. To'q ko'k rangli «berlin lazuri» cho'kmasi hosil bo'ladi.

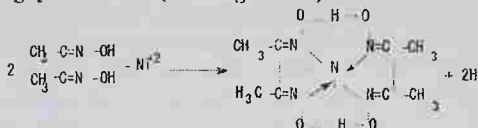
4. Ammoniy rodanid bilan ochish.



1-2 tomchi Fe^{+3} tuzi eritmasi ustiga 3-4 tomchi ammoniy rodanid eritmasi qo'shiladi. Qizil qon rangli kompleks eritma hosil bo'ladi.

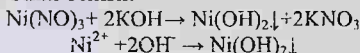
Ni^{2+} kationini ochish reaksiyalari

5. Chugayev reaktivi (dimetilglioksim) bilan ochish:



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

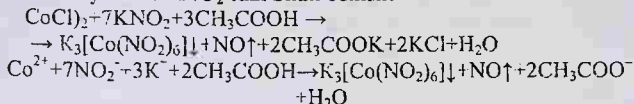
6. Ishqorlar bilan ochish:



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

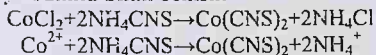
Co²⁺ kationini ochish reaksiyalari

7. Kaliy nitrit KNO_2 tuzi bilan ochish:



2-3 tomchi kobalt tuzi eritmasi ustiga 1 shpatel quruq NaNO_2 tuzidan va 1 tomchi CH_3COOH dan qo'shiladi. Sariq rangli cho'kma hosil bo'ladi.

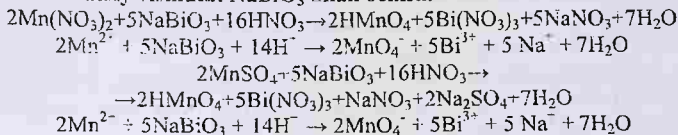
8. Ammoniy rodanid bilan ochish.



2-3 tomchi kobalt tuzi eritmasi ustiga 1 shpatel ammoniy rodanid NH_4CNS kristalidan qo'shiladi. Siyoh rangli eritma hosil bo'ladi.

Mn²⁺ kationini ochish reaksiyalari

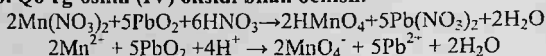
9. Natriy vismutat NaBiO_3 bilan ochish.



Ushbu reaksiyada 1-2 tomchi Mn^{2+} tuzi eritmasi ustiga 3-4 tomchi 6N HNO_3 , 3-4 tomchi suv va shpatel uchida NaBiO_3 quruq tuzidan qo'shiladi.

Cho'kma ustida binafsha-pushti (margansovka) rangli eritma hosil bo'ladi.

10. Qo'rg'oshin (IV) oksidi bilan ochish.



Reaksiyani bajarish uchun 1 tomchi Mn^{2+} tuzi eritmasi ustiga 1 shpatel PbO_2 va 5-6 tomchi konsentrlangan nitrat kislotadan qo'shamiz. Binafsha pushti rangli eritma hosil bo'ladi.

3.1-Jadval

3- laboratoriya ishi bo'yicha hisobot

Tajriba ishlarning nomi	Kuzatish natijalari (reaksiya jarayondagi o'zgarishlar)	Kimyoviy reaksiya, moddalarning nomi, ularning bir-biri bilan taqqoslang	Xulosa
1- Tajriba			
2- Tajriba			
3- Tajriba			
4- Tajriba			
5- Tajriba			
6- Tajriba			
7- Tajriba			
8- Tajriba			
9- Tajriba			
10- Tajriba			

Mustaqil yechish uchun masalalar:

1. $\approx 0,1$ n H_2SO_4 titrini aniqlash uchun 200 ml suvsiz sodda eritmasida necha gramm Na_2CO_3 borligini hisoblang.

2. 20,00 ml 0,1000 n HCL eritmasi bilan necha gramm suvsiz soddani SO_2 gacha titrlash mumkin.

3. $T_{\text{HCL}/\text{Na}_2\text{S}} = 0,003514 \text{ g/ml}$ bo'lgan 22,00 ml xlorid kislotasi bilan necha gramm NaOH ni titrlash mumkin.

4. HCL ning titrini aniqlash uchun 2,6030 g suvsiz Na_2CO_3 250,0ml O'lov kolbasida eritildi. Tayyorlangan eritmaning 25,00 ml ni titrlash uchun 26,18 ml HCL sarf bo'ldi. N_{HCl} , $T_{\text{HCL}/\text{NaOH}}$ hisoblang.

5. KOH ning titrini aniqlash uchun 1,4960 g $H_2C_2O_4 \cdot 2H_2O$ 250,0 ml li o'lchov kolbasida eritildi. Tayyorlangan eritmaning 20,00 ml ni titrlash uchun 21,06 ml KOH sarf bo'ldi. N_{KOH} , $T_{KOH/HCl}$ hisoblang.

6. 0,2436 g suvsiz sodani titrlash uchun 21,35 ml H_2SO_4 sarf bo'ldi.

7. $N_{H_2SO_4}$, $T_{H_2SO_4}$, $T_{H_2SO_4/NaOH}$ hisoblang.

8. 0,6020 g $Na_2B_4O_7 \cdot 10H_2O$ titrlash uchun 27,16 ml HCl sarf bo'ldi. Xlorid kislotaning titri va normal konsentratsiyasi hisoblang.

9. 0,4217 g bura ($Na_2B_4O_7 \cdot 10H_2O$) ni titrlash uchun 17,50 ml HCl sarf bo'ldi. Kislotaning normal konsentratsiyasi va titrini hisoblang.

10. 0,6000 g $H_2C_2O_4 \cdot 2H_2O$ 100,0 ml li o'lchov kolbasida eritildi. Eritmaning 20,00 ml ni titrlash uchun 18,34 ml NaOH sarf bo'ldi. NaOH ning normal konsentratsiyasi va oksalat kislotaga bo'yicha titrini hisoblang.

Nazorat savollar:

1. Uchinchi analitik guruh kationlariga guruh reagentining ta'siri.
2. To'rtinchi analitik guruh kationlariga umumiy tavsif bering.
3. Beshinchi analitik guruh kationlariga umumiy tavsif bering.
4. To'rtinchi va beshinchi guruh kationlariga guruh reagentini ta'siri.
5. Anionlarning guruhlariga taqsimlanishi.
6. Eritma deb nimaga aytiladi. Eritmalar necha xil bo'ladi.
7. Eritma konsentratsiyasi nima? Eritma konsentratsiyasi qanday usullar bilan ifodalanadi.

4-LABORATORIYA ISHI

III guruh kationlar aralashmasining analizi

Ishning maqsadi: III guruh kationlar aralashmasining analizini bajarish.

Reaktiv va jixozlar: $K_3[Fe(CN)_6]$, HNO_3 , Chugayev reaktivi (dimetilglioksim), $K_4[Fe(CN)_6]$, NH_4OH , Na_2HPO_4 , $NaNO_2$, KCl , CH_3COOH , $NaBiO_3$, $CoCl_2 \cdot FeCl_2$, $FeCl_3 \cdot FeSO_4$, $NiCl_2$ filtr qog'ozi va b. analitik jixozlar.

1. **Fe⁺² kationini ochish.** 2-3 tomchi nazorat aralashma ustiga 3-4 tomchi $K_3[Fe(CN)_6]$ eritmasidan qo'shiladi. To'q ko'k cho'kmani (Turnbul ko'ki) hosil bo'lishi Fe^{+2} kationi borligini bildiradi. Fe^{+2} kationi uchun sifat reaksiyalari tenglamalarini yozing?

2. **Fe⁺³ kationini ochish.** 2-3 tomchi nazorat aralashma ustiga 3-4 tomchi $K_4[Fe(CN)_6]$ eritmasidan qo'shiladi. To'q ko'k cho'kmani (Berlin lazuri) hosil bo'lishi Fe^{+3} kationi borligini bildiradi. Fe^{+3} kationi uchun sifat reaksiyalari tenglamalarini yozing?

3. **Ni⁺² kationini ochish.** 2-3 tomchi nazorat aralashma ustiga 1-2 tomchi NH_4OH dan va 3-4 tomchi dimetilglioksim eritmasidan qo'shiladi. Lola-pushti rangli cho'kma hosil bo'lsa, Ni^{+2} kationi bor bo'ladi. Agar nazorat aralashmada Fe^{+2} kationi bo'lsa, u ham dimetilglioksim bilan shu sharoitda reaksiyaga kirishib, qizil rangli cho'kma hosil qiladi. Bunday holda reaksiya filtr qog'ozida bajariladi. Filtr qog'ozining o'rtasiga 1 tomchi ammoniyli bufer aralashma, 1 tomchi Na_2HPO_4 va 1 tomchi nazorat aralashmadan tomiziladi. Har bir tomchi tomizilganda tomchini filtrga shimilishi kutiladi va filtr qo'lda gorizontal holda ushlab turiladi, chunki bu sharoitda Fe^{+2} kationlari natriy gidrofosfat bilan cho'kma hosil qilib filtrning markazida qoladi, nikel kationi esa filtrda hosil bo'lgan halqaning chetiga shimiladi. Sungra nikelning qoldiqlarini filtrdagi halqaga yuvib tushirish uchun 1 tomchi suv tomiziladi. Dimetilglioksim pipetka bilan hosil bo'lgan nam halqaning ichki tomoni atrofi bo'yicha tomiziladi. Agar nikel kationi bor bo'lsa qizil halqa hosil bo'ladi. Ni^{+2} kationi uchun sifat reaksiyalari tenglamalarini yozing?

4. **Co⁺² kationini ochish.** 2-3 tomchi nazorat aralashma ustiga 1 shpatel $NaNO_2$ quruq tuzidan, 2-3 tomchi KCl eritmasidan va 1-2 tomchi CH_3COOH qo'shiladi. Sariq cho'kmaning hosil bo'lishi Co^{+2} kationi

borligini bildiradi. Co^{2+} kationi uchun sifat reaksiyalari tenglamalarini yozing?

5. **Mn^{2+} kationini ochish.** 2-3 tomchi nazorat aralashma ustiga 3-4 tomchi HNO_3 va 3-4 tomchi suv qo'shiladi. So'ngra aralashma ustiga 1 shpatel quruq NaBiO_3 quruq tuzidan solinadi. Agar hosil bo'lgan cho'kma ustida binafsha-qizil eritma hosil bo'lsa, Mn^{2+} kationi borligini bildiradi. Mn^{2+} kationi uchun sifat reaksiyalari tenglamalarini yozing?

4.1-Jadval

4- laboratoriya ishi bo'yicha hisobot

Tajriba ishlarning nomi	Kuzatish natijalari (reaksiya jarayondagi o'zgarishlar)	Kimyoviy reaksiya, inoddalarning nomi, ularning bir-biri bilan taqqoslang	Xulosa
1- Tajriba			
2- Tajriba			
3- Tajriba			
4- Tajriba			
5- Tajriba			

Mustaqil yechish uchun masalalar:

1. 250 ml o'lehev kolbasida 1,7334 g $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ eritilgan eritmaning normal konsentratsiyasi hisoblang.

2. H_2SO_4 eritmasi titrlash uchun 0,2140 n NaOH eritmasidan 25,40 ml sarf bo'ldi. Eritmadagi H_2SO_4 miqdorini hisoblang.

3. 10 ml 0,1 n HCl eritmasiga 0,1 n NaOH eritmasidan 5,9; 9,0; 9,9 ; 10,0 ; 10,1 ; 11,0 ml qo'shilganda eritmaning pH qiymatlarini hisoblang va titrlash egri chizig'ini chizing.

4. Qo'rg'eshin yodid cho'kmasi nima uchun kaly yodid eritmasida eriydi?

5. Nitrat anioni uchun qaysi reaktiv xarakterli hisoblanadi?

6. Cl^- , Br^- , I^- ionlari bir eritmada mavjud bo'lsa, ularni bir - biridan ajratish uchun qaysi reaksiyalardan foydalaniladi?

7. Qaytaruvchanlik xossasiga ega bo'lgan qaysi anionlar kislotali muhitda KMnO_4 eritmasini rangsizlantiradi?

8. 100 ml suvni titrlash uchun 0,1022 n Trilon B eritmasidan 25,20 ml sarflandi. Suvning umumiy qattiqligini aniqlang.

9. Suvning qattiqligi 7 mekv/l ga teng. Shu suvning 60 ml ni titrlash uchun 0,0500 n Trilon B eritmasidan necha ml sarflanadi.

Nazorat savollar:

1. Uchinchi analitik guruh kationlariga umumiy tavsif bering.
2. Uchinchi analitik guruh kationlariga guruh reagentining ta'siri.
3. Fe^{2+} kationi uchun sifat reaksiyalari tenglamalarini yozing?
4. Fe^{3+} kationi uchun sifat reaksiyalari tenglamalarini yozing?
5. Ni^{2+} kationi uchun sifat reaksiyalari tenglamalarini yozing?
6. Co^{2+} kationi uchun sifat reaksiyalari tenglamalarini yozing?
7. Mn^{2+} kationi uchun sifat reaksiyalari tenglamalarini yozing?

5-LABORATORIYA ISHI

I - III guruh kationlari aralashmasi analizi

Ishning maqsadi: I-III guruh kationlari aralashmasining analizini bajarishi.

Reaktiv va jixozlar: ammonyfli bufer aralashma, Nessler reaktivi, $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$, NH_4OH , CH_3COOH , CH_3COONa , $(\text{NH}_4)_2\text{C}_2\text{O}_4$, $\text{Na}_3[\text{Co}(\text{NO}_2)_6]$, $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ va boshqa analitik jixozlar.

1. NH_4^+ kationini ochish. Buning uchun probirkaga 1-2 tomchi nazorat aralashmadan solib, ustiga 3-4 tomchi Nessler reaktividan qo'shiladi. Qizil-qo'ng'ir cho'kmaning hosil bo'lishi aralashmada NH_4^+ kationi borligini bildiradi.

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

Sentrifuga qilinadigan (yoki kichkina) probirkaga 10 tomchi nazorat aralashmadan solinadi, ustiga 5-6 tomchi ammonyfli bufer aralashma va 15 tomchi $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$ eritmasdan qo'shiladi va suv hammomida qizdiriladi.

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

Cho'kma ustidagi tiniq eritma boshqa probirkaga quyib olinib, eritma №1 (ya'ni I guruh kationlari) deb yozib olib qo'yiladi va ish cho'kma bilan davom ettiriladi. Cho'kma ustiga probirkani $\frac{1}{4}$ qismiga suv solinib, yaxshilab aralastirib, qaytadan sentrifugalanadi. So'ngra cho'kma ustidagi eritmani to'kib, cho'kmaga 3-4 tomchi CH_3COOH dan qo'shib yaxshilab silkitiladi.

Agar cho'kma erimasa yana 2-3 tomchi CH_3COOH dan qo'shib suv hammomida qizdiriladi (ya'ni iloji boricha sirka kislotani kamroq miqdorda eritishga harakat qilinadi).

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

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

4. Ba⁺² kationini yo'qotish va Ca⁺² kationini ochish. BaCrO₄

sariq cho'kmali probirkani sentrifugalab, cho'kma ustidagi eritmani boshqa probirkaga ajratib olib ustiga 3-4 tomchi (NH₄)₂C₂O₄ dan qo'shiladi. Agar oq cho'kma hosil bo'lsa Ca⁺² kationi bor bo'ladi.

5. Mg⁺² kationini ochish. Buning uchun probirkaga 2-3 tomchi eritma №1 dan (I guruh kationlari eritmasi) solib ustiga 2 tomchi ammoniyli bufer aralashma va 3-4 tomchi Na₂HPO₄ eritmasidan qo'shiladi. Agar oq kristall cho'kma tushsa Mg⁺² borligini bildiradi.

6. NH₄⁺ kationini yo'qotish va K⁺ kationini ochish.

Sentrifuga qilinadigan (yoki kichkina) probirkaga 2-3 tomchi eritma №1 dan solinadi va ustiga 1 tomchi indikator fenolftalein, 5 tomchi formalin eritmasidan va tomchilab, eritmaning rangi och pushti bo'lguncha Na₂CO₃ eritmasidan qo'shiladi. So'ngra rangsizlanguncha sirka kislotasidan tomchilab qo'shamiz. Agar loyqalanish bo'lsa aralashma sentrifugalanadi, tiniq eritma boshqa probirkaga quyib olinib ustiga 3-4 tomchi Na₃[Co(NO₂)₆] eritmasidan qo'shiladi. Agar sariq cho'kma hosil bo'lsa K⁺ kationi borligini bildiradi.

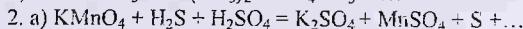
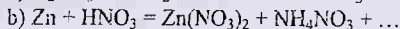
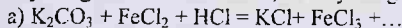
5.1-Jadval

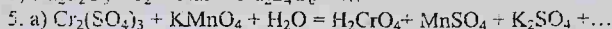
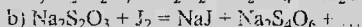
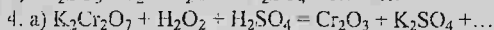
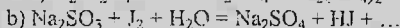
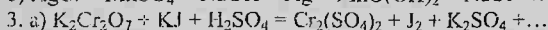
5- laboratoriya ishi bo'yicha hisobot

Tajriba ishlarning nomi	Kuzatish natijalari (reaksiya jarayondagi o'zgarishlar)	Kimyoviy reaksiya, moddalarning nomi, ularning bir-biri bilan taqqoslang	Xulosa
1- Tajriba			
2- Tajriba			
3- Tajriba			
4- Tajriba			
5- Tajriba			
6- Tajriba			

Mustaqil yechish uchun masalalar:

1. Quyidagi oksidlanish-qaytarilish reaksiya tenglamalarini oxirigacha yozib, elektron balans usuli bilan tenglashtiring. Reaksiyaning EYUK ni hisoblab, reaksiyaning yo'nalishini aniqlang.





6. Permanganat ionini konsratsiyasi $[\text{MnO}_4^-] = 0,1 \text{ mol/l}$, marganes Mn^{2+} ionini konsratsiyasi $[\text{Mn}^{2+}] = 0,01 \text{ mol/l}$ eritma muhitining $\text{pH} = 7$ bo'lgan tuzumning oksidlanish-qaytarilish potentsialini hisoblang.

7. $[\text{Br}_2] = 0,21 \text{ mol/l}$ va $[\text{Br}^-] = 0,012 \text{ mol/l}$ bo'lgan $\text{Br}_2/2\text{Br}^-$ jufti uchun oksidlanish-qaytarilish potentsialini hisoblang.

8. Ishqoriy muhitda kaliy permanganat KMnO_4 ta'sirida a) $\text{S}^{2-} \rightarrow \text{S}^0$ gacha;

b) $\text{Zn} \rightarrow \text{ZnO}_2$ gacha; v) $\text{Br}^- \rightarrow \text{BrO}^-$ gacha; g) $\text{Co}^{2+} \rightarrow \text{Co}(\text{OH})_3$ gacha oksidlanishi mumkinmi?

9. Kislotali muhitda natriy nitrit NaNO_2 ta'sirida a) $\text{MnO}_4^- \rightarrow \text{Mn}^{2+}$ gacha; b) $\text{Zn}^{2+} \rightarrow \text{Zn}$ gacha; v) $\text{SO}_3^{2-} \rightarrow \text{S}^{2-}$ gacha; g) $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-} \rightarrow \text{Cr}^{3+}$ gacha qaytarilishi mumkinmi?

10. Kislotali muhitda kaliy bixromat $\text{K}_2\text{Sr}_2\text{O}_7$ ta'sirida a) $\text{Fe}^{2+} \rightarrow \text{Fe}^{3+}$ gacha; b) $\text{SO}_4^{2-} \rightarrow \text{S}_2\text{O}_8^{2-}$ gacha; v) $\text{Mn}^{2+} \rightarrow \text{MnO}_4^-$ gacha; g) $\text{SO}_3^{2-} \rightarrow \text{SO}_4^{2-}$ gacha oksidlanishi mumkinmi?

Nazorat savollar:

1. I-III analitik guruh kationlariga umumiy tavsif bering.

2. I-III analitik guruh kationlariga guruh reagentining ta'siri.

3. Fe^{2+} va Fe^{3+} kationlari aralashmalari uchun sifat reaksiyalari tenglamalarini yozing?

4. Ni^{2+} , Co^{2+} kationi uchun sifat reaksiyalari tenglamalarini yozing?

5. Ni^{2+} kationi uchun sifat reaksiyalari tenglamalarini yozing?

6. Co^{2+} va Mn^{2+} kationi uchun sifat reaksiyalari tenglamalarini yozing?

7. Mn^{2+} , Co^{2+} , Fe^{2+} va Fe^{3+} kationlari aralashmalari uchun sifat reaksiyalari tenglamalarini yozing?

6-LABORATORIYA ISHI BIRINCHI GURUH ANIONLARIGA XOS SIFAT REAKSIYALAR

Ishning maqsadi: I guruh anionlariga xos sifat reaksiyalarni bajarish.

Reaktiv va jixozlar: $(NH_4)_2SO_4$, K_2SO_4 , $Ca_2(H_2PO_4)_2$, $NH_4H_2PO_4$, $(NH_4)_2PO_4$, $BaCl_2$, Na_2SO_4 , $Pb(CH_3COO)_2$, Na_2HPO_4 , $NaCl$, $CaCl_2$, $MgCl_2$ va x.k.

Anionlarni analitik guruhlarga bo'linishi. Anionlar sifat analizining usuli kationlar analizining usulidan farqlanadi. Anionlarni sinflarga bo'linishining turli usullari ma'lumdur. Anionlar sinflarning mavjud sistemalari ularning bariyli va kumushli tuzlarining eruvchanligiga, anionlarning kislotalarga bo'lgan munosabatga, oksidlovchi va qaytaruvchi reaksiyalar bilan reaksiyalarga qanday kirishishiga asoslangan.

Kationlardan farqli o'laroq, barcha anionlarni tekshirilayotgan eritmada bo'lib - bo'lib analiz qilish mumkin. Guruh reagentlari anionlarni guruhlarga ajratish uchun emas, ularni topish uchun ishlatiladi. Ushbu qo'llanmada anionlar, ularga $BaCl_2$ va $AgNO_3$ ning ta'siriga ko'ra uch guruhga, ajratiladi. Birinchi analitik guruhga SO_4^{2-} , SO_3^{2-} , $B_3O_7^{2-}$, SiO_3^{2-} , $C_2O_4^{2-}$ ionlari kiradi. Ular Ba^{2+} kation ishtirokida neytral yoki kuchsiz ishqoriy muhitda suvda erimaydigan, bariyli tuzlarini hosil qilib cho'kmaga tushadilar.

Birinchi guruh anionlarining birikmalari qishloq xo'jaligida keng qo'llaniladi. Masalan: $(NH_4)_2SO_4$, K_2SO_4 , $Ca_2(H_2PO_4)_2$, $NH_4H_2PO_4$, $(NH_4)_2PO_4$ mineral o'g'itlar $CaSO_4 \cdot 2H_2O$ gips tuproqning sho'rlanish darajasini pasaytirishda, $CuSO_4 \cdot 5H_2O$, $FeSO_4 \cdot 7H_2O$ zaharli kimyoviy modda sifatida ishlatiladi. Kuchli kislotali bo'lgan tuproqlarni neytrallash uchun dolomit $CaCO_3 \cdot MgCO_3$ (ohaklashda) ishlatiladi. Borat ionlari (BO_2^{3-} yoki $B_3O_7^{2-}$) bor birikmalar esa mikroo'g'it sifatida keng qo'llaniladi. Ikkinchi guruh anionlariga Cl^- , Br^- , I^- , S^{2-} ionlari kiradi. Bular guruh reagenti $AgNO_3$ bilan suvda va kislotalarda erimaydigan kumush tuzlari cho'kmalarini hosil qiladi.

Qishloq xo'jaligida NH_4Cl , KCl va $KCl-NaCl$ mineral o'g'it sifatida, $BaCl_2$, $HgCl_2$ — zaharli yadoximikat sifatida ishlatiladi. Tuproqning yuqori qatlamida tuzlarni miqdori 2% yuqori bo'lsa, sho'r tuproq deyiladi va sho'rlikni $NaCl$, $CaCl_2$, $MgCl_2$ tashkil etadi. Xlori

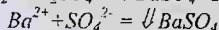
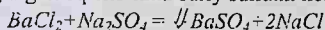
ioni tabiiy suvda erigan xolatda bo'ladi. 1 litr ichimlik suvida uning miqdori 40 mg. oshmasligi kerak. Tabiatda oqsil moddalarni parchalanishida vodorod sulfid va sulfid birikmalari hosil bo'ladi. Yod qalqonsimon bez ishida ishtirok etib, O'zining organizmiga ta'sirini namoyon qiladi. Yodlari bo'lmagan ichimlik suvlarini iste'mol qilish endokrin kasalliklarga sabab bo'ladi. Uchinchi guruh anionlariga NO_3^- , NO_2^- , CH_3COO^- ionlari kiradi. Bu guruh anionlari uchun guruh reagenti mavjud emas. $NaNO_3$, KNO_3 , $Ca(NO_3)_2$, NH_4NO_3 lar qishloq xo'jaligida azotli o'g'itlar sifatida keng ishlatiladi.

Birinchi analitik guruh anionlari va ularning xususiv reaksiyalari.

SO_4^{2-} anioniga xos reaksiyalar.

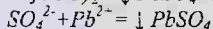
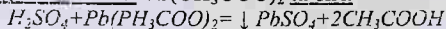
Reaksiyalarni Na_2SO_4 eki H_2SO_4 eritmasi bilan o'tkaziladi.

1. Bariy xlorid ta'siri. SO_4^{2-} ionlari $BaCl_2$ bilan suvda, kislotalarda erimaydigan oq cho'kma bariy sulfatni hosil qiladi.

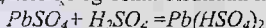


Reaksiyaning bajarilishi: 2g $BaCl_2$ eritmasiga 2g Na_2SO_4 eritmasidan qo'shilganda oq cho'kma hosil bo'ldi. Cho'kma suv va kislotalarda erimaydi. Sinab ko'ring.

2. Qo'rg'oshin asetat $Pb(CH_3COO)_2$ ta'siri.

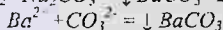
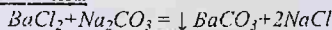


Reaksiyaning bajarilishi: 4-5 H_2SO_4 eritmasiga 5—6 $Pb(CH_3COO)_2$ eritmasidan qo'shilganda oq cho'kma — qo'rg'oshin sulfat hosil bo'ladi. Cho'kma kons. H_2SO_4 erib qo'rg'oshin bisulfatni hosil qiladi.

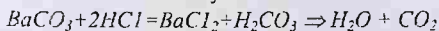


CO_3^{2-} **Anioniga xos reaksiyalar.** Reaksiyalarni Na_2CO_3 yoki K_2CO_3 eritmasi bilan o'tkaziladi.

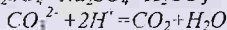
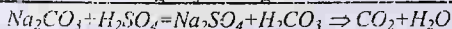
3. Bariy xlorid ta'siri.



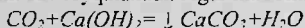
Reaksiyaning bajarilishi; 3—4 t Na_2CO_3 eritmasiga 3—4 t $BaCl_2$ eritmasidan ko'shilganda oq cho'kma - $BaCO_3$ hosil bo'ladi. Cho'kma xlorid va sirka kislotalarda oson eriydi.



4. Kuchli kislotalarning suyultirilgan eritmalari ta'siri.

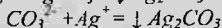
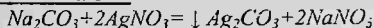


Reaksiyaning bajarilishi: 5—6 t Na_2CO_3 eritmasiga 5-6 t H_2SO_4 eritmasi qo'shilganda — gaz pufakchalari shiddatli ravishda ajralib chiqadi. Ajralib chiqqan gaz pufakchalarini shisha nay orqali chakli suvga yuritilsa, ohakli suv loyqalanadi. Agar karbonat



angidridni uzoq muddat o'tkazilsa, cho'kma yana erib kalsiy bikarbonat hosil qiladi. $CaCO_3 + H_2O + CO_2 = Ca(HCO_3)_2$

5. Kumush nitrat ta'siri.

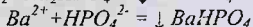
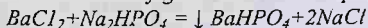


Reaksiyaning bajarilishi: 2 — 3 t Na_2CO_3 eritmasiga 2 — 3 t $AgNO_3$ eritmasi qo'shilganda suyultirilgan kislotalarda, ammoniy gidroksidda eriydigan kumush karbonat cho'kmasi hosil bo'ladi. Reaksiyaning bajarilishi: 5 — 6t Na_2CO_3 eritmasiga 5 — 6 t $AgNO_3$ eritmasi qo'shilganda oq cho'kma hosil bo'ladi. Hosil qilingan cho'kmali eritmani uch qismga bo'linadi va cho'kmani ammiakda, suyultirilgan HNO_3 da va 1-2t H_2O qo'shib issitilganda cho'kmani erishi kuzatiladi. Reaksiya tenglamalarini yozing.

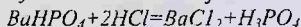
PO_4^{3-} Anioniga xos reaksiyalar.

Reaksiyalarni Na_2HPO_4 eritmasi bilan o'tkaziladi.

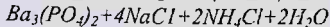
6. Bariy xlorid ta'siri. $BaCl_2$ neytral muhitdagi eritmalarda fosfat ionlari bilan oq cho'kma — bariy gidrofosfatni hosil qiladi.



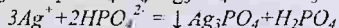
Reaksiyalarning bajarilishi, 3—4t $BaCl_2$ eritmasiga 3 — 4 t Na_2HPO_4 eritmasidan qo'shilganda oq ammorfi cho'kma hosil bo'ladi. Cho'kma HCl va CH_3COOH da onson eriydi.



Agar yuqoridagi reaksiya NH_4OH ishtirokida olib borilsa oq cho'kma — bariy fosfat hosil bo'ladi.



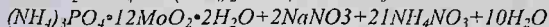
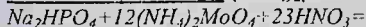
7. Kumush nitrat ta'siri.



Reaksiyaning bajarilishi: 3 — 4 t $AgNO_3$ eritmasiga 4—5 t Na_2HPO_4 eritmasidan qo'shilganda sariq cho'kma - kumush fosfat hosil bo'ladi. Cho'kma to'la cho'kishni uchun neytral yoki kuchsiz ishqoriy

muhit bo'lishi kerak. Kislotalarda va NH_4OH eritmasida erishini sinab ko'ring va tegishli reaksiya tenglamalarini yozing.

8. Ammoniy molibdat $(NH_4)_2MoO_4$ ta'siri



Reaksiyaning bajarilishi: 4-5 t ammoniy molibdat eritmasiga 1 t HNO_3 eritmasiga qo'shib probirkani 50 - 60°C suv hammomida isitib 1 - 2 t Na_2HPO_4 eritmasidan qo'shilganda vaqt o'tishi bilan sariq rangli kristall cho'kma hosil bo'ladi.

6.1-Jadval

6- laboratoriya ishi bo'yicha hisobot

Tajriba ishlarning nomi	Kuzatish natijalari (reaksiya jarayondagi o'zgarishlar)	Kimyoviy reaksiya, moddalarning nomi, ularning bir-biri bilan taqqoslang	Xulosa
1- Tajriba			
2- Tajriba			
3- Tajriba			
4- Tajriba			
5- Tajriba			
6- Tajriba			
7- Tajriba			
8- Tajriba			

Mustaqil yechish uchun masalalar:

1. 1 l suvda 11,5 g $HCOOH$ va 10,5 g $HCOOK$ eritildi. Qanday eritma hosil bo'ladiq eritmaning pH qiymati hisoblansin.

2. 25 ml 0,2 n CH_3COOH va 20 ml 0,15 n CH_3COONa eritmasi aralashmasidan iborat bufer eritmadagi $[H^+]$ va pH qiymatni hisoblang.

3. 100 ml 0,03 m NH_4Cl eritmasiga NH_4OH ning 0,04 m eritmasidan 50 ml qo'shilgan. Bufer eritmadagi OH^- va H^+ ionlari konsentratsiyasi va eritma pH ni hisoblansin.

4. 100 ml 0,0375 m CH_3COOH eritmasiga 0,102 g CH_3COONa qo'shildi. Hosil bo'lgan eritmaning pH ni hisoblang.

5. 30 ml 0,1 m Na_2CO_3 eritmasi 15 ml 0,1 m NaHCO_3 eritmasi bilan aralastirildi. Hosil bo'lgan eritmaning pHini hisoblang.

6. Eritma pH i 2,3 teng bo'lishi uchun 23 ml 0,2 m H_3PO_4 eritmasiga necha ml 0,4 % NaOH eritmasidan qo'shish kerak.

7. Eritma pH i 10 teng bo'lishi uchun 100 ml 0,1 m NaHCO_3 eritmasida necha gramm NaOH eritish kerak.

8. 20 ml 0,02 m Trilon B ($\text{Na}_2\text{H}_2\text{EDTA}\cdot 2\text{H}_2\text{O}$) . eritmasi 30 ml 0,01 m HCl eritmasi bilan aralastirilganda, hosil bo'lgan eritmani pHini hisoblang.

9. Eritma $\text{pH}=11,5$ bo'lishi uchun 100 ml 0,1 m KON eritmasida necha gramm K_2HPO_4 eritish kerak.

10. Eritmada 0,045 mol/l NH_4OH va 0,2 mol/l NH_4Cl bor. SHu eritmaning pH qiymati hisoblansin.

Nazorat savollari:

1. Birinchi analitik guruh anionlari va ularning xususiy reaksiyalari, SO_4^{2-} anioniga xos reaksiyalar.
2. $\text{BaCl}_2 + \text{Na}_2\text{CO}_3 = \dots + \dots$ reaksiyani davom ettiring?
3. $3\text{AgNO}_3 + 2\text{Na}_2\text{HPO}_4 = \dots + \dots$ reaksiyani davom ettiring?
4. $\text{BaHPO}_4 + 2\text{HCl} = \dots + \dots$ reaksiyani davom ettiring?
5. $\text{CO}_2 + \text{Ca}(\text{OH})_2 = \dots + \dots$ reaksiyani davom ettiring?

7- LABORATORIYA ISHI

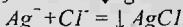
Ikkinchi analitik guruh anionlari va ularning xususiy reaksiyalari Cl⁻ Anioniga xos reaksiyalari

1. Ishning maqsadi: Ikkinchi analitik guruh anionlari va ularning xususiy reaksiyalarini o'rganish.

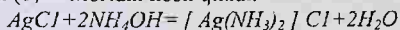
Reaktiv va jixozlar: NaCl, NaBr, AgNO₃, NH₄OH, HNO₃, AgCl, KJ, Na₂S₂O₃, benzol Na₂SO₄, Pb(NO₃)₂, NaNO₃ eritmasi va x.k.

Reaksiyalarni NaCl eritmasi bilan o'tkaziladi.

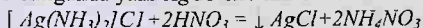
1. Kumush nitrat ta'siri.



Reaksiyaning bajarilishi: 2t AgNO₃ eritmasiga 2g NaCl eritmasi qo'shilganda oq cho'kma AgCl hosil bo'ladi. Cho'kma NH₄OH da erib diamin kumush (I) — xloridni hosil qiladi.



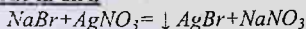
Hosil bo'lgan kompleks birikma eritmasiga 3—4 t HNO₃ eritmasidan qo'shilganda yana AgCl cho'kmasi hosil bo'ladi.



Br - Anioniga xos reaksiyalar.

Reaksiyalarni NaBr eritmasi bilan o'tkaziladi.

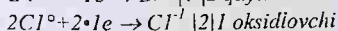
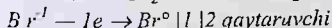
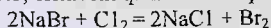
2. Kumush nitrat ta'siri.



Reaksiyaning bajarilishi: 2 t NaBr eritmasiga 2 t AgNO₃ eritmasi qo'shilganda och sariq AgBr cho'kmasi hosil bo'ladi. Cho'kma ortiqcha miqdor NH₄OH da erib diamin — kumush (I)- bromidni hosil qiladi.

3. Xlorli suv ta'siri.

Xlorli suv bromid eritmasiga qo'shilganda unda erkin bromni ajratadi. u benzolda erib, erituvchi qatlamida to'q sariq halqa hosil qiladi.

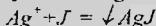
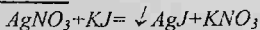


Reaksiyaning bajarilishi: 3 - 4 t NaBr eritmasiga 1t. 2n li Na₂SO₄ eritmasidan, 3—4 t yangi tayyorlangan xlor suv eritmasidan va 2-3 t benzol qo'shib, probirkani rezina probka bilan bekitib yaxshilab chayqatilsa, benzol qavatida sariq halqa hosil bo'ladi.

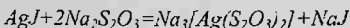
J Anioniga hos reaksiyalari

Reaksiyalarni KJ eritmasi bilan o'tkaziladi.

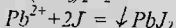
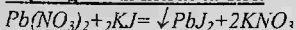
4. Kumush nitrat ta'siri.



Reaksiyaning bajarilishi: 2t KJ eritmasiga 2g AgNO₃ eritmasi qo'shilganda och sariq rangli — AgJ cho'kmasi hosil bo'ladi. Cho'kma nitrat kislotada ammoniy gidroksidda erimaydi natriy tiosulfat eritmasida eriydi.

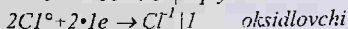
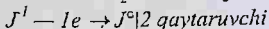
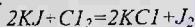


5. Qo'rg'oshin nitrat ta'siri.



Reaksiyaning bajarilish tartibi Pb²⁺ kationiga hos reaksiyalarda to'liq keltirilgan.

6. Xlorli suv ta'siri.



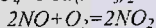
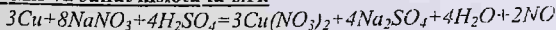
Reaksiyaning bajarilishi: 3—4t KJ eritmasiga 1t 2M li H₂SO₄ eritmasidan, 3—4 t xlorli suv eritmasidan va 2 — 3 t benzoldan qo'shib probirka yaxshilab chayqatilsa benzol qavatida pushti halqa hosil bo'ladi.

Uchinchi analitik guruh anionlari va ularning xususiy reaksiyalari.

NO₃⁻ Anioniga xos reaksiyalar.

Reaksiyalar NaNO₃ eritmasi bilan o'tkaziladi.

7. Mis va sulfat kislotaga ta'siri.



Reaksiyaning bajarilishi (Reaksiyani mo'rili shkafda o'tkazilsin): 4—5 t NaNO₃ eritmasiga 5-6 kons, H₂SO₄ eritmasidan va mis metalli parchasi qo'shib probirkani suv hammomida qizdirilsa rangsiz azot (II) — oksidi ajralib chiqadi va havodagi kislorod bilan birikib qo'ng'ir tusli azot (IV) — oksidini hosil qiladi.

8. Difenilamin (C₆H₅)₂NH ta'siri.

Reaksiyaning bajarilishi: 3 - 4t difenilaminni konsentrlangan sulfat kislotadagi eritmasiga 1t NaNO₃ eritmasidan qo'shilganda to'q ko'k rangli birikma hosil bo'ladi.

Olingan barcha natijalarni umumlashtiring? Reaksiya tenglamalarini yozing?

7- laboratoriya ishi bo'yicha hisobot

Tajriba ishlarning nomi	Kuzatish natijalari (reaksiya jarayondagi o'zgarishlar	Kimyoviy reaksiya, moddalarning nomi, ularning bir-biri bilan taqqoslang	Xulosa
1- Tajriba			
2- Tajriba			
3- Tajriba			
4- Tajriba			
5- Tajriba			
6- Tajriba			
7- Tajriba			
8- Tajriba			

Mustaqil yechish uchun masalalar:

- 200 ml distillangan suv bilan 0,5 g $\text{CaCrO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ cho'kmasi yuvilganda qancha cho'kma eritmaga o'tadi (foizlarda hisoblang).
- BaSO_4 cho'kmasi 500 ml 0,01 m li H_2SO_4 bilan yuvilganda, necha gramm BaSO_4 eritmaga o'tadi.
- 500 ml suvga 5,3 g suvsiz sodda eritib tayyorlangan suyuqlikni 250 ml bilan SrCO_3 cho'kmasi yuvildi. Necha gramm cho'kma eritmaga o'tadi.
- 1 l suvga 1 ml 2 n H_2SO_4 qo'shib tayyorlangan suyuqlikni 150 ml bilan 0,2 g BaSO_4 cho'kmasi yuvildi. Qancha cho'kma eritmaga o'tganini foizlarda hisoblang.
- 250 ml suvga 0,83 g ammoniy sulfat qo'shib tayyorlangan eritma bilan BaSO_4 cho'kmasi yuvilganda, necha gramm cho'kma eritmaga o'tadi.
- 0,3245 g bariy xlorid kristall gidratidan 0,3100 g BaSO_4 cho'kmasi olingan. Bariy xlorid tarkibida necha molekula kristallangan suv bo'lgan.
- 0,5520 g magniy sulfat kristall gidratidan 0,2492 g $\text{Mg}_2\text{P}_2\text{O}_7$ cho'kmasi olingan. Magniy sulfat tarkibida necha molekula kristallangan suv bo'lgan.
- 0,7000 g alyuminiy sulfat kristall gidratidan 0,0535 g Al_2O_3 olindi. Alyuminiy sulfat tarkibida necha molekula kristallangan suv bo'lgan.

9. 0,8500 g xrom sulfat kristalgidratidan 0,1803 g Cr_2O_3 olindi. Xrom sulfat tarkibida necha molekula kristallangan suv bo'lgan.

10. 0,50-20 g temir-ammoniyli achchiqtoshdan 0,0891 g Fe_2O_3 olindi. Temir ammoniyli achchiqtosh tarkibida necha molekula kristallangan suv bo'lgan.

Nazorat savollari:

1. Anionlar guruhlariga qanday bo'linadi?
2. Birinchi guruh anionlarining qaysi birikmalari qishloq xo'jaligida ishlatiladi?
3. Birinchi guruhning qaysi anionlari suvda qiyin eruvchan, HNO_3 da oson eruvchan kumush tuzlarini hosil qiladi?
4. Qo'rg'oshin sulfat cho'kmasi qaysi eritmada eriydi?
5. Fosfat ioni AgNO_3 eritmasi bilan qanday muhitda to'liq cho'kadi?
6. BaCO_3 cho'kmasi qaysi kislotalarda eriydi. Reaksiya tenglamasini yozing?
7. Isitilganda Ag_2CO_3 deyarli to'liq gidrolizga uchraydi. Reaksiya tenglamalarini yozing?
8. Ikkinchi guruh anionlarining qaysi birikmalari qishloq xo'jaligida keng ishlatiladi?
9. Kumush xlorid cho'kmasini qaysi eritmada eriydi?
10. Kumush bromid cho'kmasini qaysi eritmada yaxshi eriydi?

8-LABORATORIYA ISHI

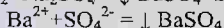
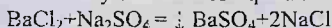
Birinchi va uchinchi analitik guruh anionlari va ularning xususiy reaksiyalari.

Ishdan maqsad: Birinchi va uchinchi analitik guruh anionlari va ularning xususiy reaksiyalarini o'rganish.

Reaktiv va jixozlar: Na_2SO_4 eki H_2SO_4 , $BaCl_2$, H_2SO_4

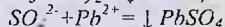
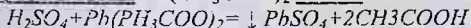
Reaksiyalarni Na_2SO_4 eki H_2SO_4 eritmasi bilan o'tkaziladi.

1. Bariy xlorid ta'siri. SO_4^{2-} ionlari $BaCl_2$ bilan suvda, kislotalarda erimaydigan oq cho'kma bariy sulfatni hosil qiladi.

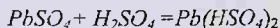


Reaksiyaning bajarilishi: 2g $BaCl_2$ eritmasiga 2g Na_2SO_4 eritmasidan qo'shilganda oq cho'kma hosil bo'ladi. Cho'kma suv va kislotalarda erimaydi. Sinab ko'ring.

2. Oo'rg'oshin asetat $Pb(CH_3COO)_2$ ta'siri.



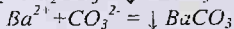
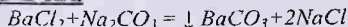
Reaksiyaning bajarilishi: 4 — 5 H_2SO_4 eritmasiga 5—6 $Pb(CH_3COO)_2$ eritmasidan qo'shilganda oq cho'kma — qo'rg'oshin sulfat hosil bo'ladi. Cho'kma kons. H_2SO_4 erib qo'rg'oshin bisulfatni hosil qiladi.



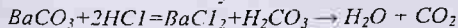
CO_3^{2-} Anioniga xos reaksiyalar.

Reaksiyalarni Na_2CO_3 yoki K_2CO_3 eritmasi bilan o'tkaziladi.

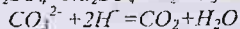
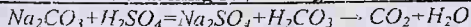
1. Bariy xlorid ta'siri.



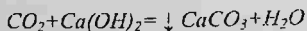
Reaksiyaning bajarilishi: 3—4 t Na_2CO_3 eritmasiga 3—4t $BaCl_2$ eritmasidan qo'shilganda oq cho'kma - $BaCO_3$ hosil bo'ladi. Cho'kma xlorid va sirka kislotalarda oson eriydi.



2. Kuchli kislotalarning suvultirilgan eritmaları ta'siri.

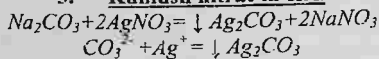


Reaksiyaning bajarilishi: 5—6t. Na_2CO_3 eritmasiga 5-6t. H_2SO_4 eritmasi qo'shilganda — gaz pufakchalari shiddatli ravishda ajralib chiqadi. Ajralib chiqqan gaz pufakchalarini shisha nay orqali chakli suvga yuritilsa, ohakli suv loyqalanadi. Agar



karbonat anhidridni uzoq muddat o'tkazilsa, cho'kma yana erib kalsiy bikarbonat hosil qiladi. $CaCO_3 + H_2O + CO_2 = Ca(HCO_3)_2$

3. Kumush nitrat ta'siri.

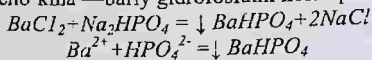


Reaksiyaning bajarilishi: 2 — 3 t Na_2CO_3 eritmasiga 2 — 3 t $AgNO_3$ eritmasi qo'shilganda suyultirilgan kislotalarda, ammoniy gidroksidda eriydigan kumush karbonat cho'kmasi hosil bo'ladi. Reaksiyaning bajarilishi: 5 — 6t Na_2CO_3 eritmasiga 5-6 t $AgNO_3$ eritmasi qo'shilganda oq cho'kma hosil bo'ladi. Hosil qilingan cho'kmali eritmani uch qismga bo'linadi va cho'kmani amniakda, suyultirilgan HNO_3 da va 1-2t H_2O qo'shib issitilganda cho'kmani erishi kuzatiladi. Reaksiya tenglamalarini yozing.

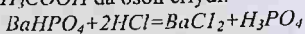
PO_4^{3-} Anioniga xos reaksiyalar.

Reaksiyalarni Na_2HPO_4 eritmasi bilan o'tkaziladi.

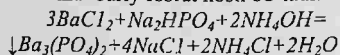
1. Bary xlorid ta'siri. $BaCl_2$ neytral muhitdagi eritmalarda fosfat ionlari bilan oq cho'kma — bariy gidrofosfatni hosil qiladi.



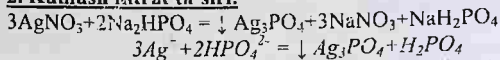
Reaksiyalarning bajarilishi: 3—4t $BaCl_2$ eritmasiga 3 —4t Na_2HPO_4 eritmasidan qo'shilganda oq ammorf cho'kma hosil bo'ladi. Cho'kma HCl va CH_3COOH da oson eriydi.



Agar yuqoridagi reaksiya NH_4OH ishtirokida olib borilsa oq cho'kma- bariy fosfat hosil bo'ladi.

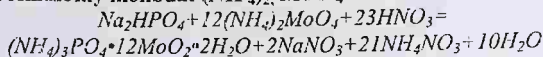


2. Kumush nitrat ta'siri.



Reaksiyaning bajarilishi: 3 - 4t $AgNO_3$ eritmasiga 4—5t Na_2HPO_4 eritmasidan qo'shilganda sariq cho'kma - kumush fosfat hosil bo'ladi. Cho'kma to'la cho'kish uchun neytral yoki kuchsiz ishqoriy muhit bo'lishi kerak. Kislotalarda va NH_4OH eritmasida erishini sinab ko'ring va tegishli reaksiya tenglamalarini yozing.

3. Ammoniy molibdat $(NH_4)_2MoO_4$ ta'siri



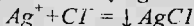
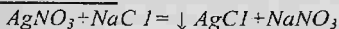
Reaksiyaning bajarilishi: 4-5t ammoniy molibden eritmasiga 1t HNO_3 eritmasiga qo'shib probirkani 50 - 60°C suv hammomida isitib 1-2t Na_2HPO_4 eritmasidan qo'shilganda vaqt o'tishi bilan sariq rangli kristal cho'kma hosil bo'ladi.

Ikkinchi analitik guruh anionlari va ularning xususiy reaksiyalari

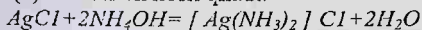
Cl^- Anioniga xos reaksiyalari

Reaksiyalarni $NaCl$ eritmasi bilan o'tkaziladi.

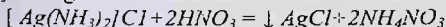
4. Kumush nitrat ta'siri.



Reaksiyaning bajarilishi: 2t $AgNO_3$ eritmasiga 2g $NaCl$ eritmasi qo'shilganda oq cho'kma $AgCl$ hosil bo'ladi. Cho'kma NH_4OH da erib diammin kumush (1)— xloridni hosil qiladi.



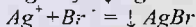
Hosil bo'lgan kompleks birikma eritmasiga 3—4t HNO_3 eritmasidan qo'shilganda yana $AgCl$ cho'kmasi hosil bo'ladi.



Br^- Anioniga xos reaksiyalar.

Reaksiyalarni $NaBr$ eritmasi bilan o'tkaziladi.

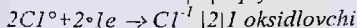
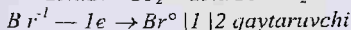
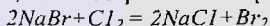
5. Kumush nitrat ta'siri.



Reaksiyaning bajarilishi: 2t $NaBr$ eritmasiga 2t $AgNO_3$ eritmasi qo'shilganda och sariq $AgBr$ cho'kmasi hosil bo'ladi. Cho'kma ortiqcha miqdor NH_4OH da erib diammin- kumush (1)— bromidan hosil qiladi.

6. Xlorli suv ta'siri.

Xlorli suv bromid eritmasiga qo'shilganda unda erkin bromni ajratadi, u benzolda erib, erituvchi qatlamida to'q sariq halqa hosil qiladi.

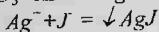
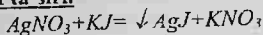


Reaksiyaning bajarilishi: 3 - 4t $NaBr$ eritmasiga 1t. 2n li N_2SO_4 eritmasidan, 3—4 t yangi tayyorlangan xlor suv eritmasidan va 2—3 t benzol qo'shib, probirkani rezina probka bilan bekitib yaxshilab chayqatilsa, benzol qavatida sariq halqa hosil bo'ladi.

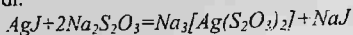
I^- Anioniga xos reaksiyalari

Reaksiyalarni KI eritmasi bilan o'tkaziladi.

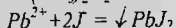
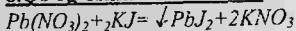
7. Kumush nitrat ta'siri.



Reaksiyaning bajarilishi: 2t KJ eritmasiga 2g $AgNO_3$ eritmasi qo'shilganda och sariq rangli — AgJ cho'kmasi hosil bo'ladi. Cho'kma nitrat kislotada ammoniy gidroksidda erimaydi natriy tiosulfat eritmasida eriydi.

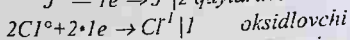
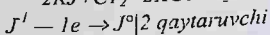
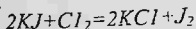


8. Qo'rg'oshin nitrat ta'siri.



Reaksiyaning bajarilish tartibi Pb^{2+} kationiga xos reaksiyalarda to'liq keltirilgan.

9. Xlorli suv ta'siri.



Reaksiyaning bajarilishi: 3—4t KJ eritmasiga 1t 2M li H_2SO_4 eritmasidan, 3—4 xlorli suv eritmasidan va 2—3 t benzoldan qo'shib probirka yaxshilab chayqatilsa benzol qavatida pushti halqa hosil bo'ladi.

8.1.-Jadval

8- laboratoriya ishi bo'yicha hisobot

Tajriba ishlarning nomi	Kuzatish natijalari (reaksiya jarayondagi o'zgarishlar)	Kimyoviy reaksiya, moddalarning nomi, ularning bir-biri bilan taqqoslang	Xulosa
1- Tajriba			
2- Tajriba			
3- Tajriba			
4- Tajriba			
5- Tajriba			
6- Tajriba			
7- Tajriba			
8- Tajriba			
9- Tajriba			

Mustaqil yechish uchun masalalar:

1. 1 g temir ammoniyli achchiqtosh saqlagan eritmada temirni cho'ktirish uchun zichligi $0,99 \text{ g/sm}^3$ bo'lgan ammiak eritmasidan necha millilitr olish kerak?
2. 0,20 g ammoniy sulfat $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ ni cho'ktirish uchun 1 l da 63 g $\text{BaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ saqlagan eritmada necha millilitr kerak.
3. 0,3269 g $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ cho'ktirish uchun 0,5 n $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ eritmasidan qancha hajm kerak.
4. 0,4162 g $\text{BaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ tarkibidagi bariyni to'liq cho'ktirish uchun 2 n li H_2SO_4 dan necha ml kerak?
5. Tarkibida 22,4 % CaO bo'lgan 0,4273 g narnunani cho'ktirish uchun 0,5 n li $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$ dan necha ml kerak.
6. 1,234 g ammoniyli achchiqtosh $\text{NH}_4\text{Al}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$ cho'ktirish uchun 2,5 % li ($d=0,989$) ammoniy gidroksididan necha ml kerak.
7. Tarkibida 5 % qo'shimchasi bo'lgan 2 g mis kuporosi eritilgan eritmada sulfat ionini SO_4^{2-} cho'ktirish uchun 1 n BaCl_2 eritmasidan necha ml olish kerak.
8. 0,1 g BaSO_4 250 ml distillangan suv bilan yuvildi. Qancha cho'kma eritmaga o'tgan (% larda hisoblang).
9. 0,15 g BaCO_3 200 ml distillangan suv bilan yuvilganda qancha cho'kma eritmaga o'tganini foizlarda hisoblang.
10. 0,01 BaCrO_4 100 ml distillangan suv bilan yuvilganda qancha cho'kma eritmaga o'tganini foizlarda hisoblang.

Nazorat savollar

1. Anionlar guruhlariga qanday bo'linadi?
2. Birinchi guruh anionlarining qaysi birikmalari qishloq xo'jaligida ishlatiladi?
3. Birinchi guruhning qaysi anionlari suvda qiyin eruvchan, HNO_3 da oson eruvchan kumush tuzlarini hosil qiladi?
4. Qo'rgoshin sulfat cho'kmasi qaysi eritmada eriydi?
5. Fosfat ionini AgNO_3 eritmasi bilan qanday muhitda to'liq cho'kadi?
6. BaCO_3 cho'kmasi qaysi kislotalarda eriydi. Reaksiya tenglamasini yozing?
7. Isitilganda Ag_2CO_3 deyarli to'liq gidrolizga uchraydi. Reaksiya tenglamalarini yozing?
8. Ikkinchi guruh anionlarining qaysi birikmalari qishloq xo'jaligida keng ishlatiladi?
9. Kumush xlorid cho'kmasini qaysi eritmada eriydi?
10. Kumush bromid cho'kmasini qaysi eritmada yaxshi eriydi?

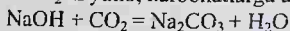
9- LABORATORIYA ISHI

Tortma analiz. haydash usuli bo'yicha analiz qilish yo'li. Texnik va analitik tarozilar tavsifi va tortish texnikasi. Yakka tartibda tarozida tortishni o'rgatish.

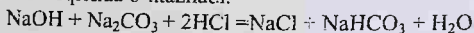
Ishning maqsadi: Tortma analiz. Haydash usuli bo'yicha analiz qilish yo'li, texnik va analitik tarozilar tavsifi va tortish texnikasi va yakka tartibda tarozida tortishni o'rgatish. NaOH va Na₂CO₃ lar birgalikda ishtirok etganda ularni aniqlash.

Reaktiv va jixozlar: HCl ning 0,1 M eritmasi; nazorat eritma; 0,1% li fenolftalein eritmasi; NaOH va metiloranj eritmasi, Na₂CO₃

Ishqorlar havodan CO₂ ni yutib, karbonatlarga aylanadi:



Shuning uchun o'yuvchi natriy eritmasida ko'pincha Na₂CO₃ qo'shimchasi bo'ladi. Nazorat eritmadagi NaOH va Na₂CO₃ miqdorini aniqlash kerak. Bunday eritmani HCl bilan titrlash ketma-ket amalga oshuvchi ikki bosqichda o'tkaziladi.



Birinchi bosqich pH = 8,31 bo'lganda tugaydi, bunda fenolftalein o'z rangini o'zgartiradi, ikkinchi bosqich esa pH = 3,84 bo'lganda, ya'ni metiloranjning rangi o'zgarishi sohasida tugaydi. Fenolftalein ishtirokida nazorat eritmadagi ishqorning hammasi, natriy karbonatning yarmi titrlanadi. Natriy karbonatning qolgan yarmi metiloranj ishtirokida titrlanadi. Tekshirilayotgan eritmadan titrlash kolbasiga pipetka bilan o'lchab 20,00 ml solinadi, 1-2 tomchi fenolftalein qo'shib bir tomchidan pushti rang yo'qolguncha HCl eritmasi bilan titrlanadi. Titrlashga sarf bo'lgan HCl hajmi (V_1) yozib olinadi.

Titrlangan eritmaga 1-2 tomchi metiloranj qo'shib, (bunda eritma sariq tusga kiradi) titrlashni HCl bilan oxirgi bir tomchi HCl dan o'chmaydigan och pushti rang hosil bo'lguncha davom ettiriladi. Titrlashga sarflangan HCl hajmi yozib olinadi (V_2). Titrlash yana ikki marta takrorlanadi va o'xshash natijalardan o'rtta aritmetik qiymat olinadi.

Tajriba natijalarini jadvalga ko'rsating.

Titrlash	V (eritma), ml	V ₁ (HCl), ml	V ₂ (HCl), ml	C (HCl), mol/l	C (NaOH), mol/l	C (1/2 Na ₂ CO ₃), mol/l	m NaOH, g	M (Na ₂ CO ₃), g
1.	20,00			0,1	/	/	/	/
2.	20,00			0,1	/	/	/	/
3.	20,60			0,1	/	/	/	/
		$\bar{V}_1 =$	$\bar{V}_2 =$					

Hisoblashlarni quyidagi tartibda bajaring.

1. Fenolftalein ishtirokida titrlanganda sarflangan HCl ning o'rtacha hajmi:

$$\bar{V}_1 = 23,20 \text{ ml}$$

2. Metiloranj ishtirokida titrlanganda sarflangan HCl ning o'rtacha hajmi:

$$\bar{V}_2 = 24,60 \text{ ml}$$

3. Na₂CO₃ ning yarmini titrlash uchun sarflangan HCl ning hajmi:

$$\Delta \bar{V} = \bar{V}_2 - \bar{V}_1 = 24,60 - 23,20 = 1,40 \text{ ml}$$

4. Na₂CO₃ ning hammasini titrlash uchun sarflangan HCl ning hajmi:

$$2 \Delta \bar{V} = 2 \cdot 1,40 = 2,80 \text{ ml}$$

5. NaOH ni titrlash uchun sarflangan HCl ning hajmi: 24,60 - 2,80 = 21,80 ml

6. Eritmaning Na₂CO₃ ga nisbatan ekvivalent molyar konsentratsiyasi va massasini hisoblaymiz:

1-usul:

$$C(1/2 \text{Na}_2\text{CO}_3) = \frac{C(\text{HCl}) \cdot 2 \Delta \bar{V}(\text{HCl})}{V(\text{eritma})} = \frac{0,1 \cdot 2,80}{20,00} = 0,014 \text{ mol/l}$$

$$T(\text{Na}_2\text{CO}_3) = \frac{C(1/2 \text{Na}_2\text{CO}_3) \cdot M(1/2 \text{Na}_2\text{CO}_3)}{1000} = \frac{0,014 \cdot 53,0}{1000} = 0,000742 \text{ g/mol}$$

$$m(\text{Na}_2\text{CO}_3) = T(\text{Na}_2\text{CO}_3) \cdot V(\text{eritma}) = 0,000742 \cdot 20,00 = 0,01484 \text{ g}$$

2-usul:

$$C(1/2\text{Na}_2\text{CO}_3) = \frac{C(\text{HCl}) \cdot \Delta \bar{V}(\text{HCl})}{V(\text{eritma})} = \frac{0,1 \cdot 2,80}{20,00} = 0,014 \text{ mol/l}$$

$$m(\text{Na}_2\text{CO}_3) = \frac{C(1/2\text{Na}_2\text{CO}_3) \cdot M(1/2\text{Na}_2\text{CO}_3) \cdot V(\text{eritma})}{1000} =$$

$$= \frac{0,014 \cdot 53,0 \cdot 20,00}{1000} = 0,01484 \text{ g}$$

3-usul: eritmadagi Na_2CO_3 ning massasi to'g'ridan-to'g'ri quyidagicha topiladi

$$m(\text{Na}_2\text{CO}_3) = \frac{2 \cdot \Delta \bar{V}(\text{HCl}) \cdot M(1/2\text{Na}_2\text{CO}_3) \cdot C(\text{HCl})}{1000} = \frac{2,80 \cdot 53,0 \cdot 0,1}{1000} = 0,01484 \text{ g}$$

7. Eritmaning NaOH ga nisbatan ekvivalent molyar konsentratsiyasi va massasi ham shu tartibda topiladi:

1-usul: $C(\text{NaOH}) = \frac{\Delta \bar{V}(\text{HCl}) \cdot C(\text{HCl})}{V(\text{eritma})}; \text{ mol/l}$

$$T((\text{NaOH})) = \frac{C((\text{NaOH})) \cdot M((\text{NaOH}))}{1000}; \text{ g/ml}$$

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

2-usul: $C(\text{NaOH}) = \frac{\Delta \bar{V}(\text{HCl}) \cdot C(\text{HCl})}{V(\text{eritma})}; \text{ mol/l}$

$$m(\text{NaOH}) = \frac{C(\text{NaOH}) \cdot M(\text{NaOH}) \cdot V(\text{eritma})}{1000}; \text{ g}$$

3-usul:

$$m(\text{NaOH}) = \frac{C(\text{HCl}) \cdot M(\text{NaOH}) \cdot \Delta \bar{V}(\text{HCl})}{1000}; \text{ g}$$

Mustaqil yechish uchun masalalar:

1. $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ tarkibidagi kristallangan suv miqdorini aniqlash uchun qancha namuna olish kerak?
2. $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ tarkibidagi kristallangan suv miqdorini aniqlash uchun qancha namuna olish kerak.
3. 0,5 g AgCl cho'kmasi olish uchun tarkibida 30% xlor bo'lgan namunadan qancha olish kerak.
4. Temirni temir-(III) gidroksidi ko'rinishida cho'ktirish uchun, tarkibida 70 % temir bo'lgan rudadan qancha namuna olish kerak.
5. Kumushni AgCl ko'rinishida cho'ktirish uchun kumush nitratdan qancha namuna olish kerak.

6. Alyuminiyni aniqlash uchun tarkibida 85 % alyuminiy bo'lgan texnik achchiq tosh $KAl(SO_4)_2 \cdot 12H_2O$ dan qancha namuna olish kerak.
7. 0,3g CaO olish uchun $CaCO_3$ dan qancha namuna olish kerak.
8. 0,3 g kuydirilgan CaO olish uchun kalsiy fosfat $Ca_3(PO_4)_2$ dan qancha namuna olish kerak.
9. 0,3 g alyuminiyni eritish uchun 10 % li sulfat kislota H_2SO_4 dan qancha hajm olish kerak.
10. 0,5 g qo'rg'oshin nitratdagi qo'rg'oshinni cho'ktirish uchun 1 m li xlorid kislota HCl dan necha millilitr olish kerak.

Nazorat savollar:

1. Tortma analizning mohiyati va turlari.
2. Tortma analiz qanday ketma-ketliklardan iborat?
3. Cho'ktiriladigan shakl nima va u qanday talablarga javob berishi kerak.
4. Tortiladigan shakl nima va u qanday talablarga javob berishi kerak.
5. Cho'ktiruvchi qanday tanlanadi va u qanday talablarga javob berishi kerak.
6. Cho'kmalar necha xil bo'ladi va ular qanday xossalarga ega.
7. Kristall cho'kma qanday sharoitda cho'ktiriladi?
8. Amorf cho'kma qanday sharoitda cho'ktiriladi?
9. Birgalashib cho'kish nima?
10. Birgalashib cho'kish eritmada qanday kimyoviy jarayonlarni sodir bo'lishiga olib keladi?

10- LABORATORIYA ISHI

Berilgan modda tarkibidagi kristallizatsion suvni aniqlash nazorat ishini bajarish. Ishchi ishqor eritmasini tayyorlash va uni konsentrasiyasini aniqlash.

BaCl₂·2H₂O tuzidagi kristallanish suvini aniqlash.

***Ishning maqsadi:** Berilgan modda tarkibidagi kristallizatsion suvni aniqlash nazorat ishini bajarish. Ishchi ishqor eritmasini tayyorlash va uni konsentrasiyasini aniqlash. BaCl₂·2H₂O tuzidagi kristallanish suvini aniqlash.*

Reaktiv va jixozlar: BaCl₂·2H₂O tuzi, Na₂S₂O₄·2H₂O, CuSO₄·5H₂O, Na₂SO₄·10H₂O, Chinni tigel yoki byuks, analitik tarozi va x.k.lar.

Gravimetrik analiz ikki usul bilan bajariladi.

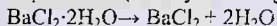
- 1) haydash usuli;
- 2) cho'ktirish usuli.

Kristallanish suvini aniqlash haydash usuli bilan bajariladi.

Kristallgidratlar deb ataluvchi moddalarning kristallari strukturasi kirgan suv kristallanish suvi deb ataladi. Kristallgidratlardagi har xil kristallgidratlardagi kristallanish suvining miqdori har xil va muayyan kimyoviy formulasiga javob beradi. Masalan: Na₂S₂O₄·2H₂O, BaCl₂·2H₂O, CuSO₄·5H₂O, Na₂SO₄·10H₂O va boshqalar. Ammo kristallgidratlarning tabiati, temperatura va havo namligiga bog'liq ravishda, suv kristallardan uchib keta oladi, ya'ni miqdoriy kamayishi yoki ko'payishi ham mumkin. Shuning uchun kristallgidratlarni kimyoviy formulasini aniq bilish maqsadida tuz tarkibidagi kristallanish suvi aniqlanadi.

Ushbu usul haydash usuliga, ya'ni qizdirish natijasida suv ajralishiga asoslangan.

BaCl₂·2H₂O tuzidan aniq (1 – 1.5 g.) tortib olib, tigelga solinadi va toki modda massasi o'zgarmas qiymatga ega bo'lguncha quritish shkafida 120-125^oC da qizdiriladi (doimiy massasigacha quritish).



Aniqlash tartibi

Chinni tigel yoki byuks tozalab yuviladi, quritish shkafida 5-10 daqiqa davomida quritilgach, 20 daqiqa eksikatorda sovutiladi. Aniq

tortim avval texnokimyoviy, So'ngra analitik tarozida tortiladi. $BaCl_2 \cdot 2H_2O$ tuzining aniq tortimi tigelga solinib, quritish shkafida $120-125^{\circ}C$ da ≈ 2 soatga quritiladi. So'ngra qisqich yordamida tigelni quritish shkafidan olib, sovitish uchun 20 daqiqa eksikatorga qo'yiladi va analitik tarozida tortiladi. Modda massasining og'irligini yozib olib tigel qaytadan quritish shkafiga qo'yilib 1 soat davomida quritiladi. Eksikatora sovigach yana tortiladi. Agar tortish orasidagi farq 0.0002 g. kam bo'lsa, suv to'liq yo'qotilgan hisoblanadi. Doimiy massasigacha quritilgach, tuz tarkibidagi kristallanish suvining miqdorini hisoblashga o'tiladi.

Hisoblash.

Faraz qilaylik, tortish natijalari quyidagicha:

Tigelning massasi	10.6572 g.
Tigelning modda bilan massasi	11.9846 g.
Olingan tuz tortimi	1.3274 g.

Quritish jarayonida so'ng tigelni modda bilan massasi:

I tortish	11.7629 g.
II tortish	11.7624 g.
III tortish	11.7622 g.

Tortish natijasidan ko'rinib turibdiki, ikkinchi va uchinchi tortish qiymatlari bir-biriga yaqin. Shuning uchinchi birinchi tortish natijalarini tashlab yuboriladi va keyingi ikkita natijadan o'rtacha qiymat olinadi.

$$\frac{11.7629 + 11.7622}{2} = 11.7623$$

Kristallanish suvining massasi quritishdan oldingi modda bilan tigelning massasini ayirmasidan topiladi.

$$11.9846 - 11.7623 = 0.2223$$

Proporsiyadan $BaCl_2 \cdot 2H_2O$ dagi kristallanish suvining foiz miqdori aniqlanadi.

$$\begin{array}{ll} 1.3272 \text{ g modda tarkibida} & \text{--} \quad 0.2223 \text{ g H}_2\text{O} \\ 100 \text{ g modda tarkibida} & \text{--} \quad X \text{ g H}_2\text{O bor} \end{array}$$

$$X = \frac{0.2223 \cdot 100}{1.3272} = 16.749\%$$

Mustaqil yechish uchun masalalar:

1. 2 l 0,05 m li NaOH eritmasi tayyorlash uchun, necha gramm NaOH kerak.

2. 1,5 l 0,1 m li KOH eritmasi tayyorlash uchun, necha gramm KOH kerak.

3. 5 l ~ 0,1 m li HCl eritmasi tayyorlash uchun, 30 % li ($d=1,15$ g/ml) HCl eritmasidan necha millilitr kerak.

4. Titri 0,01223 g/ml bo'lgan H_2SO_4 eritmasining normal konsentratsiyasi hisoblang.

5. Natriy gidroksidiga nisbatan titri 0,004010 g/ml bo'lgan xlorid kislota ($T_{HCl/NaOH} = 0,004010$ g/ml) ning normal konsentratsiyasi hisoblang.

6. Normal konsentratsiyasi 0,09617 n bo'lgan KOH eritmasining titrini - T_{KOH} va xlorid kislota bo'yicha titrini - $T_{KOH/HCl}$ hisoblang.

7. Titri 0,005727 g/ml bo'lgan KOH ning sulfid kislota bo'yicha titrini - T_{KOH/H_2SO_4} hisoblang.

8. 0,5000 n HCl eritmasi hosil qilish uchun 1 l 0,5300 n eritmasi qancha hajmgacha suyultirish kerak.

9. 550 ml 0,1925 n li HCl eritmasiga titri 0,02370 g/ml bo'lgan eritmasidan 50 ml qo'shildi. Hosil bo'lgan eritmaning normal konsentratsiyasi va titrini hisoblang.

10. $\approx 0,05$ n HCl eritmasining titrini aniqlashda ishlatiladigan 500 ml eritmada necha gramm $Na_2B_2O_7 \cdot 10H_2O$ borligini hisoblang.

Nazorat savollar:

1. Hajmiy analizning mohiyatini tushuntiring.
2. Hajmiy analizning qanday turlarini bilasiz?
3. Hajmiy analizda qanday o'lchov idishlari ishlatiladi.
4. Titrant, standart eritma, titrlashning oxirgi nuqtasi, ekvivalent nuqta tushunchalariga izoh bering.
5. Boshlang'ich moddalar deb nimaga aytiladi va ular qanday talablarga javob berishi kerak.
6. Standart eritmalar qanday usullar bilan tayyorlanadi.
7. Eritma konsentratsiyasi qanday usullar bilan ifodalanadi.
8. Hajmiy analizda boradigan reaksiyalar qanday talablarga javob berishi kerak.

11-LABAROTORIYA ISHI

Ishchi ishqor eritmasining konsentratsiyasini aniqlash. Berilgan kislotani foiz konsentratsiyasini aniqlash bo'yicha nazorat ishini bajarish.

Titrimetrik (hajmiy) analiz usullari

Ishning maqsadi: Ishchi ishqor eritmasining konsentratsiyasini aniqlash. Berilgan kislotani foiz konsentratsiyasini aniqlash bo'yicha nazorat ishini bajarish.

Reaktiv va jixozlar: standart shavel kislotasi, NaOH , $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$, HCl , byuretka, probirkalar va x.k.lar.

Neytrallashtirish usuli.

Titrimetrik (hajmiy) analizda konsentratsiyasi aniq eritmani (titrlangan yoki standart eritma) byuretkaga solib, konussimon kolbaga solingan ma'lum hajmdagi tekshiriladigan eritmaning ustiga tomchilab qo'shiladi va to'xtovsiz aralashtirib turiladi.

Indikatorning rangini o'zgarishiga qarab, yoki boshqa alomatlariga qarab, reaksiyaga sarflangan ekvivalent hajm aniqlanadi va ularning qiymatini hisoblash formulalarga qo'yib tekshirilayotgan moddaning miqdori aniqlanadi.

Neytrallashtirish yoki kislotasi-asosli titrlash usuli quyidagi reaksiyaga asoslangan:



va bu usuldan eritmalardagi kislotasi, ishqor va gidrolizlanuvchi tuzlarni va h.k. konsentratsiyasini aniqlashda foydalanish mumkin.

Laboratoriya ishi quyidagi tartibda olib boriladi:

1. 250 ml. 0.1 normal standart shavel kislotasi eritmasini tayyorlash.
2. 4% li ishqor eritmasidan 250 ml 0.1 normal eritma tayyorlash.
3. Tayyorlangan ishqor eritmasini aniq konsentratsiyasini aniqlash.
4. Nazorat kislotasi eritmasining foiz miqdorini aniqlash.

Nazariy hisoblashlar

1. 250 ml. 0.1 normal standart shavel kislotasi massasini

hisoblash.

$$M_{\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}} = 126 \text{ g.}$$

$$g\text{-ekv}_{\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}} = 126/2 = 63 \text{ g.}$$

Agar: 1000 ml --

1 g-ekv – 1N bo'lsa

Demak: 1000 ml --

63 g. – 1N bo'ladi

1000 ml – 6.3 g. – 0.1N
 250 ml – X g. – 0.1N

Bundan:

$$X = \frac{250 \cdot 6.3}{1000} = 1.5757 \text{ g}$$

Demak, 0.1N eritma tayyorlash uchun, analitik tarozda 1.5757 g. shavel kislotasidan tarozida tortib olib, 250 ml o'lchov kolbasiga solib, avval oz miqdorda suv, keyinchalik esa «o'lchamigacha» suv solib eritamiz va yaxshilab aralashiramiz.

2. 4%li NaOH eritmasidan 250 ml 0.1 N eritma tayyorlash

$M_{\text{NaOH}} = 40 \text{ g.}$

$\text{g-ekv}_{\text{NaOH}} = 40 \text{ g.}$

Agar: 1000 ml – 1 g-ekv – 1N bo'lsa
 Demak: 1000 ml – 40 g. – 1N bo'ladi
 1000 ml – 4 g. – 0.1N
 250 ml – X g. – 0.1N

Bundan: $X = \frac{250 \cdot 4}{1000} = 1 \text{ g}$

Demak, 0.1N NaOH eritmasini tayyorlash uchun 1.0g ishqordan olish kerak, lekin NaOH havodan namlikni O'ziga kuchli tortganligi uchun analitik tarozida uning aniq tortimini olish praktik mumkin emas va shuning uchun ishqor eritmasi oldinroq tayyorlanib qo'yilgan ≈ 4% li eritmasidan tayyorlanadi. Endi 4% li NaOH dan necha ml olish kerakligini hisoblaymiz.

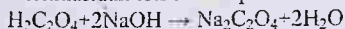
Agar: 100 ml – 4 g – 4% bo'lsa
 X ml – 1 g bo'ladi

$$X = \frac{100 \cdot 1}{4} = 25 \text{ ml}$$

Demak, 250 ml 0.1N NaOH eritmasini tayyorlash uchun o'lchov silindri yordamida 25 ml 4% li NaOH eritmasidan olib 250 ml-li o'lchov kolbasiga solamiz va «o'lcham» gacha suv solib, yaxshilab aralashiramiz.

3. NaOH ni aniq konsentrasiyasini aniqlash.

Konussimon kolbasiga pipetka yoki byuretka yordamida 10 ml 0.1 N shavel kisleta eritmasidan solamiz, ustiga 1-2 tomchi indikator fenolftalein (FF) dan qo'shib toki och pushi rang bo'lguncha byuretkadan NaOH eritmasidan tomchilab qo'shib turib titrlaymiz.



Tajribani 4 marta takroriab, natijalarni jadvalga yozamiz.

$V_{H_2C_2O_4}$, ml	10	10	10	10
V_{NaOH} , ml				

Uchta bir-biriga yaqin qiymatdan o'rtacha natija hisoblanadi va formuladan NaOH ning normalligini topamiz:

$$N_{NaOH} = \frac{N_{H_2C_2O_4} \cdot V_{H_2C_2O_4}}{V_{NaOH}} = \frac{0.1 \cdot 10}{V_{NaOH}}$$

4. Kislotani prosent miqdorini aniqlash.

250 ml o'lchov kolbaga 5-10 ml nazorat kislota eritmasidan solib, o'lchamigacha suv bilan suyultirib, yaxshilab aralastiriladi. Pipetka yoki byuretka yordamida 10 ml shu kislotadan konussimon kolbaga solib, ustiga 1-2 tomchi indikator fenolftalein qo'shiladi va eritmaning rangi och pushti bo'lguncha ishchi ishqor NaOH eritmasi bilan titrlanadi. Tajribani 4 marta takrorlab, olingan natijalar jadvalga yoziladi.

$V_{\text{konst.kisla}}$, ml	10	10	10	10
V_{NaOH} , ml				

Bir-biriga yaqin uchta natijadan o'rtacha qiymat topiladi va formula bo'yicha kislotaning prosent miqdori aniqlanadi:

$$\% \text{Kislota} = \frac{N_{NaOH} \cdot V_{NaOH} \cdot \mathcal{O}_{\text{kisla}} \cdot 250 \cdot 100}{V_{\text{konst.kisla}} \cdot 1000 \cdot V_{\text{alibini}}}$$

Alkalimetrik usul bilan kislotalar konsentratsiyasini aniqlash

Reaktivlar: NaOH ning standart eritmasi, HCl va CH_3COOH laming nazorat eritmalari, metiloranj va fenolftalein.

1. **HCl eritmasining titrini NaOH bo'yicha aniqlash.** Byuretka NaOH ishchi eritmasi bilan to'ldiriladi va nol nuqta topiladi. Pipetka vodoprovod suvi, so'ng distillangan suv bilan yuviladi va nazorat erima bilan chayiladi. Titrlash kolbasiga pipetka bilan 10,00 ml HCl eritmasi o'lchab solinadi va unga 1-2 tomchi metiloranj qo'shib aralastiriladi. So'ngra 30 sekund davomida chayqatilganda yo'qolmaydigan pushti rang paydo bo'lguncha ishqor eritmasi bilan titrlanadi. Titrlash uch marta takrorlanadi, hisoblash uchun o'rtacha arifmetik qiymat olinadi. 2.

CH_3COOH eritmasining titrini NaOH bo'yicha aniqlash. Byuretka distillangan suv bilan yuviladi va NaOH ning ishchi eritmasi bilan chayiladi. Byuretka NaOHning ishchi eritmasi bilan to'ldiriladi va nol nuqta topiladi. Pipetka vodoprovod suvi, so'ng distillangan suv bilan yuviladi va nazorat erima bilan chayiladi. Titrlash kolbasiga pipetka bilan 10,00 ml HCl eritmasi o'lchab solinadi va unga 1-2 tomchi

metiloranj qo'shib aralashtiriladi. So'ngra 30 sekund davomida chayqatilganda yo'qolmaydigan pushti rang paydo bo'lguncha ishqor eritmasi bilan titrlanadi. Titrlash uch marta takrorlanadi, hisoblash uchun o'rtacha arifmetik qiymat olinadi. Natijalar ish jurnaliga namunadagidek yoziladi.

Alkalimetrik usul bilan kislotalar eritmasining konsentrasiyasini aniqlash

1. HCl eritmasining konsentrasiyasini aniqlash:

Titrlash	V (HCl), ml	V (NaOH), ml	Indikator metiloranj, tomchi	C (NaOH), mol/l	C (1/2HCl), mol/l	T (HCl), g/ml	m (HCl), g
1.	10,00		1-2	0,1	/	/	/
2.	10,00		1-2	0,1	/	/	/
3.	10,00		1-2	0,1	/	/	/
		$\bar{V} =$					

Hisoblashlar quyidagi formulalar bo'yicha topiladi:

$$C(\text{HCl}) = \frac{\bar{V}(\text{NaOH}) \cdot C(\text{NaOH})}{V(\text{HCl})} \text{ mol/l}$$

$$T(\text{HCl}) = \frac{C(\text{HCl}) \cdot M(\text{HCl})}{1000} \text{ g/ml}$$

$$m(\text{HCl}) = T(\text{HCl}) \cdot V(\text{HCl}) \text{ g}$$

2. CH₃COOH eritmasining konsentrasiyasini aniqlash

Titrlash	V (CH ₃ COOH), ml	V (NaOH), ml	Indikator fenolftalein tomchi	C (NaOH), mol/l	C (CH ₃ COOH), mol/l	T (CH ₃ COOH), g/ml	m (CH ₃ COOH), g
1.	10,00		1-2	0,1	/	/	/
2.	10,00		1-2	0,1	/	/	/
3.	10,00		1-2	0,1	/	/	/
		$\bar{V} =$					

Hisoblashlar quyidagi formulalar bo'yicha topiladi:

$$C(\text{CH}_3\text{COOH}) = \frac{\bar{V}(\text{NaOH}) \cdot C(\text{NaOH})}{V(\text{CH}_3\text{COOH})} \text{ mol/l}$$

$$T(\text{CH}_3\text{COOH}) = \frac{C(\text{CH}_3\text{COOH}) \cdot M(\text{CH}_3\text{COOH})}{1000} \text{ g/ml}$$

$$m(\text{CH}_3\text{COOH}) = T(\text{CH}_3\text{COOH}) \cdot \bar{V}(\text{CH}_3\text{COOH}); \text{ g}$$

Mustaqil yechish uchun masalalar:

1. 20,00 ml HCl ($T_{\text{HCl}} = 0,003617 \text{ g/ml}$) eritmasi titrlash uchun 21,15 ml NaOH sarf bo'ldi. N_{NaOH} , $T_{\text{NaOH}/\text{HCl}}$ hisoblang.

2. 25,00 ml NaOH ($T_{\text{NaOH}} = 0,04017 \text{ g/ml}$) dan 250,0 ml li o'lchov kolbasiga olinib eritma suyultirildi. Shu eritmaning 25,00 ml ni titrlash uchun 23,95 ml HCl sarf bo'ldi. N_{HCl} , T_{HCl} , $T_{\text{HCl}/\text{KOH}}$ hisoblang.

3. 19,45 ml H_2SO_4 titrlash uchun fiksonaldan tayyorlangan 0,1 n bura eritmasidan 20,00 ml sarf bo'ldi. $N_{\text{H}_2\text{SO}_4}$, $T_{\text{H}_2\text{SO}_4/\text{KOH}}$ hisoblang.

4. Tarkibida 92 % NaOH bo'lgan 0,5341 g namunadan olib 100,0 ml o'lchov kolbasida eritildi. eritmaning 15,00 ml ni titrlash uchun 19,50 ml HCl sarf bo'ldi. Kislotaning N_{HCl} , $T_{\text{HCl}/\text{KOH}}$ hisoblang.

5. 25 ml HCl eritmasi ($T_{\text{HCl}/\text{NaOH}} = 0,01122 \text{ g/ml}$) titrlash 25,82 ml NaOH sarf bo'ldi. NaOH eritmasi normal konsentratsiyasi hisoblang.

6. Titri 0,003592 g/ml bo'lgan HCl eritmasining normal konsentratsiyasi hisoblang.

7. 0,1205 n H_2SO_4 eritmasi titrini hisoblang.

8. 20,00 ml HNO_3 ni titrlash uchun 15,00 ml 0,1200n NaOH eritmasi sarf bo'ldi. HNO_3 eritmasi normal konsentratsiyasi, titr iva 250 ml eritmadagi miqdorini hisoblang.

9. 21,00 ml 0,1133 n HCl eritmasi titrlash uchun 0,1500 n NaOH eritmasidan necha ml sarf bo'ldi.

10. Titri 0,003810 g/ml bo'lgan 21,00 ml HCl eritmasi titrlash uchun 0,1500 n NaOH eritmasidan qancha hajm kerak bo'ladi.

Nazorat savollar:

1. Neytrallash usulining mohiyatini tushuntiring.
2. Neytrallash usulida ekvivalent nuqta qanday aniqlanadi.
3. Titrlash egri chiziqlari qanday amaliy ahamiyatga ega?
4. Titrlash silsaramasi nima? U qachon boshlanib, qachon tugallanadi?
5. Titrlashdagi silsaramaga qanday omillar ta'sir qiladi?
6. Ekvivalent nuqta qanday usullar bilan aniqlanadi?
7. Indikator nima? Ular necha xil bo'ladi?
8. Titrlashda indikator qanday tanlanadi?

12- LABAROTORIYA ISHI

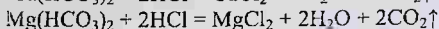
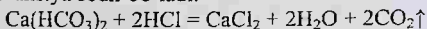
Gravimetrik analiz va neytrallashtirish usullari. Neytrallashtirish usulida suvning qattiqligini aniqlash bo'yicha nazorat ishini bajarish.

Suvning karbonatli qattiqligini aniqlash

Ishning maqsadi: Gravimetrik analiz va neytrallashtirish usullari. Neytrallashtirish usulida suvning qattiqligini aniqlash. *Suvning karbonatli qattiqligini aniqlash.*

Reaktiv va jixozlar: Distillangan suv, vodoprovod suvi, 0,1 M HCl; indikator-metiloranj, konussimon kolba, pipetka.

Suvning karbonatli qattiqligini aniqlashda ma'lum hajmdagi suv metiloranj indikatorida xlorid kislotasi bilan titrlanadi, bunda quyidagicha reaksiya sodir bo'ladi.



Konussimon kolbaga tekshirilayotgan suvdan pipetka yordamida 50 ml quying va unga 2 tomchi metiloranj eritmasidan tomizib, uni byuretkadagi xlorid kislotasi eritmasi bilan pushti rang paydo bo'lguncha titrlang, titrlashda xato qilmaslik uchun nazorat kolba tayyorlang. Buning uchun 50 ml tekshirilayotgan suvga 2 tomchi metiloranj tomizing. Titrlashni yana ikki marta takrorlang va o'rtacha arifmetik qiymatni oling (keyingi titrlashda sarf bo'ladigan kislotaning miqdori 0,05 ml dan farq qilmaslik kerak). Natijalarni quyidagi jadvalga kiriting.

Titrlash	V (H ₂ O), ml	Indikator metiloranj, tomchi	V (HCl), ml	C (HCl), mol/l	Suvga qattiqlik beruvchi tuzlarning ekvivalent molyar konsentratsiyasi
1	50,00	2		0,1	
2	50,00	2		0,1	
3	50,00	2		0,1	
			$\bar{V} =$		

Karbonatli qattiqlikni aniqlash uchun 1 l suvga to'g'ri keluvchi karbonatlarning mg mollarini hisoblash yo'li bilan tuzlarning ekvivalent molyar konsentratsiyasi hisoblanadi va olingan natija 1000 ga ko'paytiriladi.

$$K = \frac{V(\text{HCl}) \cdot C(\text{HCl})}{V(\text{H}_2\text{O})} \cdot 1000$$

Mustaqil yechish uchun masalalar:

1. 200 ml suvni titrlash uchun, T – 0,009304 g/ml bo‘lgan Trilon B eritmasidan 18,75 ml sarf bo‘lsa, suvning umumiy qattiqligini (mg-ekv/l) hisoblang.
2. 200 ml suv «qora xromogen-T» indikatorini ko‘k rangga kirguncha 0,1012 n 19,50 ml Trilon B eritmasi bilan titrlandi. Kalsiyning suvdagi konsentratsiyasi mg-ekv/l-da hisoblang.
3. Agar 250 ml suvda 4,60 mg ion Ca^{2+} va 2,40 mg ion Mg^{2+} ionlari erigan bo‘lsa, suvning umumiy qattiqligini (mg-ekv/l) hisoblang.
4. 55 ml suvni titrlash uchun 0,05550 n «Trilon B» eritmasidan 4,1 ml sarflandi. Suvning qattiqligini hisoblang.
5. Suvning qattiqligi 11,11 mg-ekv/l ga teng. Shu suvning 88 ml ni titrlash uchun 0,0555 n «Trilon B» eritmasidan necha ml sarflanadi
6. Tarkibida CaCO_3 va MgCO_3 bo‘lgan 1,000 g ohaktosh 100 ml li o‘lchov kolbasida eritildi. Shu eritmani 20,00 ml 0,05140 M 6,26 ml Trilon B eritmasi bilan titrlandi. Ohaktosh tarkibidagi CaCO_3 va MgCO_3 foiz miqdorini hisoblang.
7. 3,0340 g shishadan namuna olib eritildi. Eritma hajmi 100,0 ml ga etkazilib, shu eritmani 20,00 ml, 7,06 ml 0,005 M Trilon B eritmasi bilan titrlandi. Shisha tarkibidagi temirni foiz miqdorini hisoblang.
8. 100 ml suv «qora xromagen T» indikatorini ko‘k rangga kirguncha 0,2344 n 10,50 ml «Trilon B» eritmasi bilan titrlandi. Magniyning suvdagi konsentratsiyasi mg-ekv/l-da hisoblang.
9. 100 ml suv qora xromagen T indikatorini bilan ko‘k rangga kirguncha 0,0487 n 15,40 ml Trilon B eritmasi bilan titrlandi. Kalsiyning suvdagi konsentratsiyasi mg-ekv/l-da hisoblang.
10. 1,52 g $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ 250 ml li o‘lchov kolbada eritildi. Eritmani 20 ml ni titrlash uchun 1985 ml Trilon B eritmasidan sarf bo‘lgan. Trilon B ni norma! konsentratsiyasi va titrini hisoblang.

Nazorat savollar

1. Hajmiy analizni cho‘ktirish usulining mohiyatini tushuntiring.
2. Cho‘ktirish usulining qanday turlarini bilasiz?
3. Hajmiy analizning cho‘ktirish usuli bilan ishlaganda qanday shartlarga rioya qilish kerak.

4. Xloridlarni AgNO_3 bilan indikatorsiz titrlashning mohiyati nimada?

5. a) Mor, b) folgard usullari bilan titrlashdagi indikator xatosi sababini tushuntiring.

6. Mor usuli qanday sharoitda qo'llaniladi. Bu usul bilan aniqlashda qaysi ionlar halaqit beradi?

7. Mor va folgard usuli bilan galogenlarni aniqlashdagi afzallik va kamchiliklarni taqqoslang.

8. Merkurimetriya usulining mohiyati nimada. Qanday ishchi eritmalar va indikatorlar ishlatiladi? Tegishli reaksiya tenglamalarini yozing.

9. Merkurometriya va argentometriya usulidagi afzallik va kamchiliklarni taqqoslang.

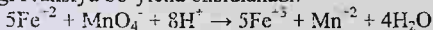
13- LABAROTORIYA ISHI

Oksidlanish-qaytarilish usuli. Permanganometriya usulida ishchi eritma tayyorlash va uni konsentrasiyasini aniqlashni tushuntirish va uni amalda bajarish.

Ishning maqsadi: Oksidlanish-qaytarilish usuli. Permanganometriya usulida ishchi eritma tayyorlash va uni konsentrasiyasini aniqlashni tushuntirish va uni amalda bajarish.

Reaktiv va jixozlar: 3% li KMnO_4 , 10%li H_2SO_4 , 0.5ml 0,1n $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$, distillangan suv, byuretka, konussimon kolba.

Ushbu usul permanganat ionlarining kuchli oksidlovchilik xususiyatiga asoslangan. Masalan, temir ionlari permanganat ionlari bilan quyidagi reaksiya bo'yicha oksidlanadi:



$$D_{\text{KMnO}_4} = \frac{M}{5} = \frac{158.05}{5} = 31.61\text{g}$$

Ishni bajarish tartibi:

1. 3% li KMnO_4 eritmasidan 250 ml 0.05 N eritma tayyorlash.
 2. KMnO_4 eritmasini aniq konsentratsiyasini aniqlash.
 3. Temirning gramm miqdorini aniqlash
- Nazariy hisoblashlar

1. 3% li KMnO_4 eritmasidan 250 ml 0.05 N eritma

tayyorlash.

Agar:	1000 ml –	1 g-ekv –	1N bo'lsa
Demak:	1000 ml –	31.61 g.	1N bo'ladi
	1000 ml –	1.5805 g.	0.05N
	250 ml –	X g.	

$$X = \frac{250 \cdot 1.5805}{1000} = 0.395\text{g}$$

Bizga esa KMnO_4 ning 3% li eritmasi berilgan.

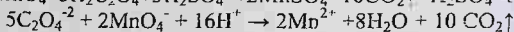
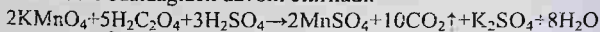
Agar:	100 ml –	3 g –	3% bo'lsa
	X ml –	0.9g	

$$X = \frac{100 \cdot 0.395}{3} = 13.2\text{g}$$

Demak, 250 ml 0.05 N KMnO_4 eritmasini tayyorlash uchun o'lchov silindri yordamida laboratoriyada berilgan 3% li KMnO_4 eritmasidan 13.2 ml o'lchab olib, uni 250 ml li kolbaga solib, belgisigacha suv qo'shib, yaxshilab aralashiramiz.

2. $KMnO_4$ eritmasini aniq konsentrasivasini aniqlash.

Pipetka yoki byuretka yordamida 5 ml 0.1N shavel kislotasidan o'Ichab, konussimon kolbaga solinadi, ustiga 10-15 ml 10%li H_2SO_4 dan qo'shib, $\approx 80^\circ C$ gacha qizdirib, issiq holda och pushti ranggacha $KMnO_4$ eritmasi bilan titrlanadi. 1-2 tomchi $KMnO_4$ boshida qo'shilganda aralashmani rangsizlanguncha yaxshilab aralashtiriladi va keyin titrlashni odatdagidek davom ettiriladi.



Tajribani 4 marta takrorlanib natijalar jadvalga yoziladi:

$V_{H_2C_2O_4}, ml$	5	5	5	5
$V_{H_2SO_4}, ml$	10-15	10-15	10-15	10-15
V_{KMnO_4}, ml				

Uchta bir-biriga yaqin natijadan o'rtacha qiymatni topib, formula bo'yicha $KMnO_4$ ning normalligi hisoblanadi:

$$N_{KMnO_4} = \frac{N_{F_2C_2O_4} \cdot V_{H_2C_2O_4}}{V_{KMnO_4}}$$

3. Temirning gramm miqdorini aniqlash

Konussimon kolbaga solingan nazorat temir eritmasi ustiga 10-15 ml 10% H_2SO_4 eritmasidan qo'shib, och pushti ranggacha $KMnO_4$ ishchi eritmasi bilan titrlanadi. Bunda ham 1-2 tomchi $KMnO_4$ eritmasi qo'shilganda aralashma rangsizlanguncha yaxshilab aralashtiriladi va So'ngra titrlash oddiy usul bilan davom ettiriladi.

Tajribani 4 marta takrorlab, natijalar jadvalga yoziladi:

V_{FeSO_4}, ml				
$V_{H_2SO_4}$	10-15	10-15	10-15	10-15
V_{KMnO_4}, ml				

Uchta bir-biriga yaqin natijadan o'rtacha qiymat topiladi va temirning gramm miqdori quyidagi formuladan topiladi:

$$g_{Fe} = \frac{N_{KMnO_4} \cdot V_{KMnO_4} \cdot E_{Fe}}{1000} \quad E_{Fe} = 56 \text{ g.}$$

Mustaqil yechish uchun masalalar:

1. Quyidagi oksidlanish-qaytarilish reaksiya tenglamalarini oxirigacha yozib, elektron balans usuli bilan tenglashtiring. Reaksiyaning EYUK ini hisoblab, reaksiyaning yo'nalishini aniqlang.

- a) $\text{KJ} + \text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 + \text{H}_2\text{SO}_4 = \text{J}_2 + \text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3 + \text{K}_2\text{SO}_4 + \dots$
 b) $\text{HgCl}_2 + \text{SnCl}_2 = \text{Hg}_2\text{Cl}_2 + \text{SnCl}_4$
 2. a) $\text{BaSO}_4 + \dots = \text{BaS} + \dots$
 b) $\text{NaCl} + \text{KMnO}_4 + \text{H}_2\text{SO}_4 = \text{Cl}_2 + \text{MnSO}_4 + \text{K}_2\text{SO}_4 + \text{Na}_2\text{SO}_4 + \dots$
 3. a) $\text{NaCrO}_2 + \text{NaOH} + \text{H}_2\text{O}_2 = \text{Na}_2\text{CrO}_4 + \dots$
 b) $\text{FeCl}_3 + \text{H}_2\text{S} = \text{FeCl}_2 + \text{S} + \dots$
 4. a) $\text{MnSO}_4 + \text{NaBO}_3 + \text{HNO}_3 = \text{HMnO}_4 + \text{NaNO}_3 + \text{B}(\text{NO}_3)_3 + \text{Na}_2\text{SO}_4 + \dots$
 b) $\text{CrCl}_3 + \text{Br}_2 + \dots = \text{K}_2\text{CrO}_4 + \text{KBr} + \dots$
 5. a) $\text{Cu} + \text{HNO}_3 = \text{Cu}(\text{NO}_3)_2 + \text{NO} + \dots$
 b) $\text{KBO}_3 + \text{HCl} = \text{KCl} + \text{BCl}_3 + \text{Cl}_2 + \dots$
 6. a) $\text{Cr}(\text{NO}_3)_2 + \text{NaBO}_3 + \text{HNO}_3 = \text{Na}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 + \text{B}(\text{NO}_3)_3 + \dots$
 b) $\text{MnCl}_2 + \text{HCl} = \text{KCl} + \text{BCl}_3 + \text{Cl}_2 + \dots$
 7. a) $\text{KJ} + \text{KNO}_2 + \text{H}_2\text{SO}_4 = \text{J}_2 + \text{K}_2\text{SO}_4$
 b) $\text{KMnO}_4 + \text{FeSO}_4 + \text{H}_2\text{SO}_4 = \text{MnSO}_4 + \text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 + \text{K}_2\text{SO}_4 + \dots$
 8. a) $\text{FeSO}_4 + \text{HNO}_3 + \text{H}_2\text{SO}_4 = \text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 + \text{NO} + \dots$
 b) $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 + \text{H}_2\text{S} + \text{H}_2\text{SO}_4 = \text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3 + \text{S} + \text{K}_2\text{SO}_4 + \dots$
 9. a) $\text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3 + \text{Cl}_2 + \text{KOH} = \text{K}_2\text{CrO}_4 + \text{KCl} + \text{K}_2\text{SO}_4 + \dots$
 b) $\text{SO}_2 + \text{KMnO}_4 + \text{KOH} = \text{K}_2\text{SO}_4 + \text{MnO}_2 + \dots$
 10. a) $\text{Na}_2\text{SO}_3 + \text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 + \text{H}_2\text{SO}_4 = \text{Na}_2\text{SO}_4 + \text{K}_2\text{SO}_4 + \text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3 + \dots$
 b) $\text{MnSO}_4 + \text{PbO}_2 + \text{H}_2\text{SO}_4 = \text{HMnO}_4 + \text{PbSO}_4 + \dots$

Nazorat savollar

- Oksidlanish-qaytarilish reaksiyasi nima?
- Asosiy oksidlovchi va qaytaruvchilarga misollar keltiring.
- Oksidlanish-qaytarilish potentsiali nima?
- Nernst tenglamasi yozib o'zgarmas kattaliklariga izoh bering.
- Normal, potentsial, real potentsial, formal potentsial tushunchalariga izoh bering.
- Oksidlanish-qaytarilish reaksiyalaridan analitik kimyoda foydalanish.
- Analitik kimyoda eng ko'p ishlatiladigan oksidlovchi va qaytaruvchilarga misollar keltiring.
- Eritma muhiti tuzunning oksidlanish-qaytarilish potentsialiga qanday ta'sir qiladi?
- Nima uchun Cr^{3+} ionini vodorod peroksidi ta'sirida oksidlash ishqoriy muhitda olib boriladi?

14 - LABAROTORIYA ISHI

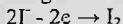
Yodometriya usulida ishchi eritmani konsentrasiyasini aniqlash va shu usul bilan nazorat ish: eritmadagi misning miqdorini aniqlash.

Misni (Cu^{+2}) gramm miqdorini aniqlash.

Ishning maqsadi: Yodometriya usulida ishchi eritmani konsentrasiyasini aniqlash va shu usul bilan nazorat ish: eritmadagi misning miqdorini aniqlash. Misni (Cu^{+2}) gramm miqdorini aniqlash.

Reaktiv va jixozlar: 250 ml 0.1N standart $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$, 20% li KI, 10% li H_2SO_4 , CuSO_4 , kraxmal, $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$. va x.k.

Usul Γ^- ionlarini I_2 molekularigacha oksidlanishiga bog'liq bo'lgan oksidlanish-qaytarilish jarayonlariga asoslangan:



Ishni bajarish tartibi:

1. 250 ml 0.1N standart $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ eritmasini tayyorlash.
2. Ishchi $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ eritmasining konsentrasiyasini aniqlash.
3. Misning gramm miqdorini aniqlash.

Nazariy hisoblashlar

1. 250 ml 0.1N standart $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ eritmasini tayyorlash:

$$E_{\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7} = \frac{M}{6} = 49.03 \text{ g}$$

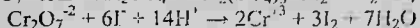
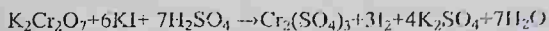
Agar:	1000 ml –	1 g-ckv –	1N bo'lsa
Demak:	1000 ml –	49.03 g. –	1N bo'ladi
	1000 ml –	4.903 g. –	0.1N
	250 ml –	X g. –	0.1N

$$X = \frac{250 \cdot 4.903}{1000} = 1.2257 \text{ g}$$

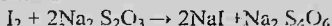
Demak, 250 ml 0.1N eritma tayyorlash uchun analitik tarozida 1.2257 g $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ dan tortib olib, uni 250 ml li o'lchov kolbasiga solib, avvaliga ozroq suvda eritiladi, keyin esa o'lchamigacha suv solib yaxshilab aralastiriladi.

1. $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ ishchi eritmasining konsentrasiyasini aniqlash.

Konussimon kolbaga o'lchov silindri yordamida 5-7 ml 20% li KI eritmasi va 10-15 ml 10% li H_2SO_4 eritmasidan solinadi. Byuretka yoki pipetka yordamida 10 ml 0.1 N $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ eritmasidan qo'shib kolbaning og'zini oyna shishacha bilan yopib, qorong'i joyga (reaksiya oxirigacha yetguncha) 5 minutga qo'yib qo'yiladi.



Hosil bo'lgan qo'ng'ir rangli eritma tiosulfat ($Na_2S_2O_3$) eritmasi bilan och sariq (somon) ranggacha titrlanadi. Keyin 5 ml kraxmal eritmasidan qo'shib eritmaning rangi ko'k rangdan och-yashil ranga o'tguncha yana titrlanadi.



Tajribani 4 marta takrorlab, natijalar jadvalga yoziladi:

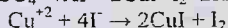
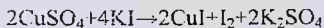
$V_{K_2Cr_2O_7}$, ml	10	10	10	10
$V_{H_2SO_4}$, ml	10	10	10	10
V_{KI} , ml	5	5	5	5
$V_{Na_2S_2O_3}$, ml				

Uchta bir-biriga yaqin natijadan o'rtacha qiymat topiladi, formula bo'yicha tiosulfatning normalligi hisoblanadi:

$$N_{Na_2S_2O_3} = \frac{N_{K_2Cr_2O_7} \cdot V_{K_2Cr_2O_7}}{V_{Na_2S_2O_3}}$$

3. Misning (Cu^{+2}) gramm miqdorini aniqlash.

Tekshiriladigan eritma solingan konussimon kalbaga o'lchov silindiri yordamida 10-15 ml 20% li KI eritmasi va 2 ml 10% H_2SO_4 eritmasidan qo'shiladi. Kolbaning o'g'zini shisha oynacha bilan berkitib 5 daqiqa davomida qorong'i joyga qo'yiladi (reaksiya oxiriga e'tib uchun).



Hosil bo'lgan qo'ng'ir tusli loyqa tiosulfat eritmasi bilan och sariq ranggacha titrlanadi, so'ngra ustiga 5 ml kraxmal eritmasidan qo'shib, ko'k rang yo'qolguncha titrlash davom ettiriladi. Tajribani 4 marta takrorlab, natijalar jadvalga yoziladi:

V_{CuSO_4} , ml				
$V_{H_2SO_4}$, ml	2	2	2	2
V_{KI} , ml	10-15	10-15	10-15	10-15
$V_{Na_2S_2O_3}$, ml				

Uchta bir-biriga yaqin natijadan o'rtacha qiymatni topib, formula bo'yicha misning gramm miqdori aniqlanadi:

$$g_{Cu} = \frac{N_{Na_2S_2O_3} \cdot V_{Na_2S_2O_3} \cdot E_{Cu}}{1000}$$

g-ekv Cu=63.54 g

Mustaqil yechish uchun masalalar:

1. 25 ml 0,05 n $AgNO_3$ eritmasi bilan necha gr $NaOH$ reaksiyaga kirishadi.
2. 46,16 ml $AgNO_3$ eritmasi titrlash uchun, titri 0,005000 g/ml teng bo'lgan 25,00 $NaCl$ sarf bo'ldi. $AgNO_3$ titri va normaligini hisoblang
3. 25 ml KJ ni titrlash uchun 0,1050 n 34,00 ml $AgNO_3$ eritmasi sarf bo'ldi. 250 ml KJ eritmasida necha gr KJ borligini hisoblang.
4. a) 15 ml 0,08888 n $NaCl$, b) 51 ml 0,1111 n KBr eritmalarini titrlash uchun 0,1000 n $AgNO_3$ eritmasidan necha ml sarflanishini hisoblang.
5. 0,7315 g $NaCl$ eritib 250 ml standart eritma tayyorlandi. Tayyorlangan standart eritmaning 25 ml ni titrlash uchun 27,85 ml $AgNO_3$ sarf bo'ldi. $AgNO_3$ ni normaligini va titrini hisoblang.
6. Tarkibida 6,50 g/l KCl saqlagan 12 ml eritmani titrlash uchun 0,1000 n $AgNO_3$ eritmasidan necha ml kerak bo'ladi.
7. Tarkibida 28,0 % xlor bo'lgan 0,2734 g namunani titrlash uchun 0,0500 n $Hg(NO_3)_2$ eritmasidan qancha hajm kerak?
8. 0,1000 n li $AgNO_3$ eritmasidan 4 l 0,0500 n eritma tayyorlash uchun qancha suv olish kerakligini va eritmaning titrini hisoblang.
9. 0,0250 n li 250 ml kumush nitrat eritmasi tayyorlash uchun tarkibida 3,98 % kumush saqlagan aralashmasidan necha gramm olinadi?
10. 0,1052 g kimyoviy toza $NaCl$ saqlagan 20 ml eritmani titrlash uchun 0,0500 n li $AgNO_3$ eritmasidan necha ml sarf bo'ladi?

Nazorat savollar

1. $Hg_2(NO_3)_2$ ning ishchi eritmasi qanday tayyorlanadi va normaligi qanday aniqlanadi? Tayyorlangan eritma qanday sharoitda saqlanadi?
2. Merkuometriya usuli bilan qanday moddalar aniqlanadi?
3. Cho'ktirish usulida ekvivalent nuqta qanday aniqlanadi.
4. Cho'ktirish usulida qanday indikatorlar ishlatiladi?
5. Kompleksonometrik titrlash usulining mohiyati nimada?
6. Kompleksonlar nima?
7. Kompleksonometrik titrlashda ekvivalent nuqta qanday aniqlanadi?
8. Metall – indikatorlar nima?
9. Nima uchun kompleksometrik titrlash ammiakli bufer eritma ishtirokida olib boriladi.

15-LABORATORIYA ISHI

BUFER ERITMALAR TAYYORLASH. TUPROQNING BUFER SIG'IMINI ANIQLASH

Ishning maqsadi: bufer eritmalar xossalarini o'rganish va eritma pH ko'rsatkichi doimiyligini saqlash yo'llarini bilib olish. Tuproq mahiti pH ham bufer xossasiga ega. Aynan buferli xossaga ega tuproqlarda mikroorganizmlar rivoji, o'simliklarning o'sishi talab darajasida bo'ladi.

Reaktiv va jihozlar:

1. Probirkalar uchun shtativ - 1 dona, probirkalar - 7 dona, 10 ml li byuretkalar - 2 dona, 200 ml li stakanlar - 2 dona, tomizgich - 2 dona, shtativ - 2 dona, konus shaklidagi kolbalar - 3 dona;

2. 0,1n CH_3COOH , 0,1n CH_3COONa , 0,1n va 0,0001n HCl , 0,1n NaOH , distillangan suv, indikatorlar: metil zarg'aldog'i va fenolftaleinning spirtidagi eritmasi hamda universal lakmus qog'ozlari.

Ish tartibi

1. Bufer aralashmalarini tayyorlash.

7 ta bir xil probirkalarga 0,1n sirka kislotasi va 0,1n li uning tuzi eritmalaridan jadvalda ko'rsatilgan miqdorda qo'yiladi.

Probirkalar	1	2	3	4	5	6	7
CH_3COOH							
CH_3COONa							
Eritma rangi							

Har qaysi probirkaga 3 tomchi metil zarg'aldog'i indikatoridan tomizib aralashiriladi va aralashma rangi jadvalga yozib qo'yiladi. Har bir aralashma uchun pH hisoblanadi. So'ngra grafik chiziladi. Bunda absissa o'qiga pH qiymati ordinata o'qiga esa CH_3COONa ning hajmi (ml) qo'yiladi. Mazkur grafikdan kerakli pH ga ega bo'lgan bufer eritma tayyorlash uchun foydalaniladi. pH ni (9) va (6) tenglamalar bilan hisoblanadi. Bunda $K_{\text{his}} = 1,85 \cdot 10^{-5}$

$$C_{\text{H}^+} = 1,85 \cdot 10^{-5} \frac{N_{\text{alkali}} \cdot V_{\text{alkali}}}{N_{\text{sp}} \cdot V_{\text{sp}}}$$

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

Suyultirishning bufer eritmalar pH ga ta'siri

Probirkaga 5 ml 0,1n CH_3COOH va 5 ml 0,1n CH_3COONa eritmalaridan quyib, bufer eritma tayyorlanadi. So'ngra undan 2 ml olib, boshqa probirkaga solinadi va ustiga 6 ml distillangan suv quyiladi. Keyin har ikkala probirkaga 2 tomchi metil zarg'aldog'i indikatoridan tomizilib aralashtiriladi. Ikkala probirkada eritmalar rangi bir xil bo'lganligidan suyultirish bilan bufer eritmaning pH qiymati o'zgarishsiz qoladi.

Kislota va ishqor qo'shilishning bufer eritma pH ga ta'siri

Uchta probirkada 5 ml 0,1n CH_3COOH va 5 ml 0,1n CH_3COONa eritmalaridan olib bufer aralashma tayyorlanadi. Keyin birinchi probirkaga 5 tomchi 0,1n NaOH, ikkinchi probirkaga 5 tomchi 0,1n HCl, uchinchi probirkaga 5 tomchi distillangan suv va uchala probirkaga 2 tomchi metil zarg'aldog'i indikatoridan tomiziladi. Har bir probirkadagi eritma rangi bir xilligi kuzatiladi. Demak, oz miqdorda qo'shiladigan kislota yoki ishqor bufer eritmaning pH qiymatini o'zgartirmaydi degan xulosa o'z isbotini topadi.

Eritmaning bufer sig'imini aniqlash

Bir kolbaga 10 ml (4 ml 0,1n CH_3COOH , ml 0,1n CH_3COONa) bufer eritma, ikkinchi probirkaga 10 ml 0,0001n HCl eritmasi quyiladi va har bir probirkaga 3 tomchi metil zarg'aldog'i indikatoridan tomiziladi. Ikkala eritma rangi bir xil bo'lishi kerak. Keyin eritmalar limon sariq rangga kirguncha 0,1n NaOH eritmasi bilan asta-sekin titrlanadi va quyidagi tenglama yordamida bufer sig'imi aniqlanadi:

$$B = \frac{N_{\text{asos}} V_{\text{asos}} 1000}{V_{\text{bufer eritma}}}$$

Bu yerda: N_{asos} - NaOH eritmasining konsentratsiyasi;

V_{asos} - qo'shilgan NaOH eritmasining hajmi;

$V_{\text{bufer eritma}}$ - bufer eritma hajmi.

Tuproq eritmasining bufer sig'imini aniqlash

Tuproqning asosiy ko'rsatkichlaridan biri uning bufer sig'imidir. Tuproqning bufer sig'imini uning eritmasi orqali aniqlanadi. Tuproqning suvdagi eritmasi tarkibida karbonatlar, nitratlar, xloridlar, fosfatlar va shuningdek qisman oqsillar (tuproqning eruvchan qismi) bo'lib, ular tuproqni buferlik xossasini ta'minlaydi.

Konus shaklidagi kolbaga avvaldan quritilgan 20 g tuproq va 100 ml suv solinib, 3 minut davomida silkitib aralashtiriladi. Keyin filtr qog'ozini orqali filtrlanadi va universal indikator qog'ozini yordamida filtratning pH

qiymati aniqlanadi. Ikkita quruq kolbachalarga pipetka bilan 20 ml dan tuproq eritmasi solinadi. Bir kolbachaga 2 tomchi fenolftalein tomizilib, 0,1n NaOH eritmasi bilan oq pushti rangga kirguncha titrlanadi. Ikkinchi kolbachadagi tuproq eritmasiga 2-3 tomchi metil sarg'ildag' indikatorini tomiziladi va 0,1n li HCl eritmasi bilan sarg'iltirib rangga kirguncha titrlanadi. Bufer sig'im yuqoridagi formulalar yordamida hisoblanadi. Solishtirish maqsadida aynan shu tajriba bufersiz eritma tayyorlash bilan qaytariladi.

Buffersiz eritma distillangan suvga pH qiymati tuproq eritmasining pH ga teng bo'lguncha kislotaga yoki ishqor qo'shish bilan tayyorlanadi. Olingan natijalarni hisoblash amalga oshiriladi va o'qituvchiga ko'rsatiladi.

Mustaqil yechish uchun masalalar:

1. Tarkibida xlor ioni bo'lgan eritmaga titri $T_{AgNO_3} = 0,00179 \text{ g/ml}$ 25 ml 0,05 n $AgNO_3$ qo'shildi. $AgNO_3$ ning ortiqcha miqdorini titrlash uchun 10 ml 0,05 n $KSCN$ eritmasidan sarf bo'ldi. Titrlanayotgan eritmada xlorning miqdorini hisoblang.
2. 0,9320 g silvinit 250 ml suvga eritildi. Eritmaning 25 ml ni titrlash uchun 21,30 ml 0,0514 n $AgNO_3$ eritmasi sarf bo'ldi. Silvinit tarkibidagi KCl ning miqdorini foizlarda hisoblang.
3. 1,1820 g NaCl tuzidan 250 ml eritma tayyorlandi. Shu eritmaning 25 ml ni titrlash uchun $T_{AgNO_3} = 0,0176 \text{ g/ml}$ bo'lgan $AgNO_3$ eritmasidan necha ml sarf bo'ladi?
4. Toza NaCl tuzidan 1,4790 g namuna olib 250 ml eritma tayyorlandi. Tayyorlangan eritmani 25,00 ml ga 50,00 n $AgNO_3$ eritmasi qo'shildi. Ortiqcha $AgNO_3$ eritmasi titrlash uchun 25,00 ml 0,0500 n NH_4SCN eritmasidan sarf bo'ldi. Namuna tarkibidagi xlorning foiz miqdorini hisoblang.
5. KCl tuzidan 3,0360 g namuna olib 500 ml sig'imli o'lchov kolbasida eritilgan. Tayyorlangan eritmaning 25,00 ml ga 0,0847 n li $AgNO_3$ eritmasidan 50,00 ml qo'shib aralashtirilgan. Ortib qolgan $AgNO_3$ eritmasi titrlash uchun NH_4SCN eritmasidan ($T_{NH_4SCN} = 0,001165 \text{ g/ml}$) 20,68 ml sarf bo'lgan. Namuna tarkibidagi KCl % miqdorini hisoblang.
6. 1,5 l 0,02 n eritma tayyorlash uchun "Trilon B" dan necha gr olish kerak?

7. 20,00 ml "Trilon B" eritmasi titrlash uchun 0,1120 n $ZnSO_4$ eritmasidan 19,50 ml sarflandi. "Trilon B" eritmasining normalligi va titrini hisoblang.

8. 25 ml "Trilon B" eritmasi titrlash uchun 0,2110 n $ZnSO_4$ eritmasidan 25,35 ml sarflandi. Trilon B eritmasining normalligini va titrini hisoblang.

9. 100 ml suvni titrlash uchun Trilon B eritmasidan 11,20 ml sarf bo'lgan. Titr 0,00930 g/ml bo'lgan suvning umumiy qattiqligini mg-ekv/l da hisoblang.

10. 2,3250 g quritilgan $CaCl_2$ 200 ml li o'lchov kolbasida eritildi. Tayyorlangan eritmaning 20,00 ml ni titrlash uchun 26,47 ml Trilon B eritmasi sarf bo'ldi. Trilon B eritmasi kalsiy bo'yicha titri va normal konsentratsiyasi hisoblang.

Nazorat savoiilar:

1. Bufer eritmalar qanday eritmalar?
2. Necha tur bufer eritmalar bo'ladi?
3. «Bufer sig'imi» nima va u qanday topiladi?
4. Bufer eritma pH i nimalarga bog'liq?
5. Tuproq bufer eritma sig'imi qanday aniqlanadi?

BIRINCHI ANALITIK GURUHI KATIONLARIGA XOS
BO'LGAN XUSUSIY REAKSIYALAR

No	Ion	Reagent	Reaksiyaning molekulyar va ionli tenglamasi	Ilova
1.1	Li ⁺	Na ₂ HPO ₄	Li ⁺ -ionlarining analitik reaksiyalari $3\text{LiCl} + \text{Na}_2\text{HPO}_4 = \text{Li}_3\text{PO}_4\downarrow + 2\text{NaCl} + \text{HCl}$ $3\text{Li}^+ + 3\text{Cl}^- + 2\text{Na}^+ + \text{HPO}_4^{2-} = \text{Li}_3\text{PO}_4\downarrow + 2\text{Na}^+ + 2\text{Cl}^- + \text{H}^+ + \text{Cr}^+$ $3\text{Li}^+ + \text{HPO}_4^{2-} = \text{Li}_3\text{PO}_4\downarrow + \text{H}^+$	pH > 7, oq sariq cho'kma kuchli kislotalarda eriydi
1.2	Li ⁺	Na ₂ CO ₃	$2\text{LiNO}_3 + \text{Na}_2\text{CO}_3 = \text{Li}_2\text{CO}_3\downarrow + 2\text{NaNO}_3$ $2\text{Li}^+ + 2\text{NO}_3^- + 2\text{Na}^+ + \text{CO}_3^{2-} = \text{Li}_2\text{CO}_3\downarrow + 2\text{Na}^+ + 2\text{NO}_3^-$ $2\text{Li}^+ + \text{CO}_3^{2-} = \text{Li}_2\text{CO}_3\downarrow$	pH > 7, oq kristall cho'kma kislotalarda eriydi
1.3	Li ⁺	NH ₄ F	$\text{LiNO}_3 + \text{NH}_4\text{F} = \downarrow \text{LiF} + \text{NH}_4\text{NO}_3$ $\text{Li}^+ + \text{NO}_3^{2-} + \text{NH}_4^+ + \text{F}^- = \downarrow \text{LiF} + \text{NH}_4^+ + \text{NO}_3^-$ $\text{Li}^+ + \text{F}^- = \text{LiF}\downarrow$	Oq cho'kma
1.4	NH ₄ ⁺	Nessler reaktivi	NH ₄ ⁺ -ionlarining analitik reaksiyalari $\text{NH}_4\text{Cl} + 2\text{K}_2[\text{HgI}_4] + 2\text{KOH} = [(I-\text{Hg})_2\text{NH}_2] + 5\text{KI} + \text{KCl} + 2\text{H}_2\text{O}$ $\text{NH}_4^+ + 2[\text{HgI}_4]^{2-} + 2\text{OH}^- = [(I-\text{Hg})_2\text{NH}_2] + 5\text{I}^- + 2\text{H}_2\text{O}$	Sariq-qo'ng'ir cho'kma Nessler reaktivi ortiqcha olinadi, churki cho'kma ammoniy tuzlarida eriydi
1.5	NH ₄ ⁺	KOH	$\text{NH}_4\text{Cl} + \text{KOH} = \text{KCl} + \text{NH}_4\text{OH}$ $\text{NH}_4^+ + \text{Cl}^- + \text{K}^+ + \text{OH}^- = \text{K}^+ + \text{Cl}^- + \text{NH}_4\text{OH}$ $\text{NH}_4\text{OH} \rightleftharpoons \text{NH}_3 + \text{H}_2\text{O}$	T ⁰ C va pH > 7 ga teng bolganda ajralib chiqqan NH ₃ ni hiddan namlangan indikator rangining o'zgarishidan bilish mumkin
1.6	K ⁺	NaHC ₂ H ₃ O		pH > 7, past

		6 Yoki vino kislotasi [H ₂ C ₄ H ₄ O ₆ + CH ₃ COON a]	KCl+NaHC ₄ H ₄ O ₆ =KHC ₄ H ₄ O ₆ +NaCl K ⁺ +Cl ⁻ +Na ⁺ +HC ₄ H ₄ O ₆ = KHC ₄ H ₄ O ₆ +Na ⁺ +Cl ⁻ K ⁺ +HC ₄ H ₄ O ₆ =KHC ₄ H ₄ O ₆ ↓	haroratda probirka devori shisha tayoqcha bilan ishqalanganda oq kristall cho'kma bo'lib u kislotalarda eriydi.
1.7	K ⁺	Na ₃ [Co(NO ₂) ₆]	2KCl+Na ₃ [Co(NO ₂) ₆]= K ₂ Na[Co(NO ₂) ₆]+2NaCl 2K ⁺ +2Cl ⁻ +Na ₃ ⁺ + [Co(NO ₂) ₆]= K ₂ Na [Co(NO ₂) ₆]+2Na ⁺ +Cl ⁻ 2K ⁺ +Na ₃ [Co(NO ₂) ₆]= K ₂ Na [Co(NO ₂) ₆]	pH=7, sariq cho'kma, kuchli kislotalarda eriydi
1.8	K ⁺		Alangani bo'yash	Och binafsha
1.9	Mg ²⁺	Na ₂ HPO ₄	Mg ²⁺ -ionlarining analitik reaksiyalari MgCl ₂ +Na ₂ HPO ₄ +NH ₄ OH= MgNH ₄ PO ₄ +2NaCl+H ₂ O Mg ²⁺ +2Cl ⁻ +2Na ⁺ +HPO ₄ ²⁻ +NH ₄ OH= MgNH ₄ PO ₄ +2Na ⁺ +2Cl ⁻ +H ₂ O Mg ²⁺ +HPO ₄ ²⁻ +NH ₄ ⁺ = Mg NH ₄ PO ₄ ↓	Oq cho'kma mineral kislotalarda eriydi
1.10	Mg ²⁺	NaOH (KOH)	MgCl ₂ +2NaOH= Mg(OH) ₂ +2NaCl Mg ²⁺ +2Cl ⁻ +2Na ⁺ +OH ⁻ = Mg(OH) ₂ +2Na ⁺ +Cl ⁻ Mg ²⁺ +2OH ⁻ =Mg(OH) ₂	Oq amorf cho'kma, mineral kislotalarda va ammoniy tuzlarida eriydi

2-jadval

IKKINCHI ANALITIK GURUH KATIONLARIGA XOS BO'LGAN XUSUSIY REAKSIYALAR

№	Ion	Reagent	Reaksiyaning molekulyar va ionli tenglamasi	Ilova
2.1	Ba ²⁺	K ₂ Cr ₂ O ₇ CH ₃ COON a	Ba ²⁺ -ionlarining analitik reaksiyalari 2BaCl ₂ +K ₂ Cr ₂ O ₇ + H ₂ O=↓2BaCrO ₄ +2KCl+2HCl Ba ²⁺ +Cl ⁻ +2K ⁺ +Cr ₂ O ₇ ²⁻ +	pH>7, sariq cho'kma, kuchli kislotalarda eriydi.

			$\text{H}_2\text{O} \downarrow 2\text{BaCrO}_4 + 2\text{K}^+ + 2\text{Cl}^-$ $+ 2\text{H}^+ + \text{Cl}^-$ $2\text{Ba}^{2+} + \text{Cr}_2\text{O}_7^{2-} = \downarrow \text{BaCrO}_4 + 2\text{H}^+$	
2.2	Ba ²⁺		Alangani bo'yash	Sarg'ish-yashil rang
			Ca ²⁺ -ionlarining analitik reaksiyalari	
2.3	Ca ²⁺	(NH ₄) ₂ C ₂ O ₄	$\text{CaCl}_2 + (\text{NH}_4)_2\text{C}_2\text{O}_4 = \downarrow \text{CaC}_2\text{O}_4 + 2\text{NH}_4\text{Cl}$ $\text{Ca}^{2+} + 2\text{Cl}^- + 2\text{NH}_4^+ + \text{C}_2\text{O}_4^{2-} = \downarrow \text{CaC}_2\text{O}_4 + 2\text{NH}_4^+ + 2\text{Cl}^-$ $\text{Ca}^{2+} + \text{C}_2\text{O}_4^{2-} = \downarrow \text{CaC}_2\text{O}_4$	Oq cho'kma mineral kislotalarda eriydi.
2.4	Ca ²⁺	K ₄ [Fe(CN) ₆] (NH ₄ OH + NH ₄ Cl)	$\text{CaCl}_2 + \text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6] + 2\text{NH}_4\text{Cl} = \downarrow \text{Ca}(\text{NH}_4)_2[\text{Fe}(\text{CN})_6] + 4\text{KCl}$ $\text{Ca}^{2+} + [\text{Fe}(\text{CN})_6]^{4-} + 2\text{NH}_4^+ = \downarrow \text{Ca}(\text{NH}_4)_2[\text{Fe}(\text{CN})_6]$	Oq kristal cho'kma sirkakislotalada erimaydi.
2.5	Ca ²⁺		Alangani bo'yash	Qizg'ish-rangli
2.6	Sr ²⁺	CaSO ₄	$\text{SrCl}_2 + \text{CaSO}_4 = \downarrow \text{SrSO}_4 + \text{CaCl}_2$ $\text{Sr}^{2+} + 2\text{Cl}^- + \text{Ca}^{2+} + \text{SO}_4^{2-} = \downarrow \text{SrSO}_4 + \text{Ca}^{2+} + 2\text{Cl}^-$ $\text{Sr}^{2+} + \text{SO}_4^{2-} = \downarrow \text{SrSO}_4$ <p>Ba²⁺, Ca²⁺, Sr²⁺ ionlari Na₂HPO₄, (NH₄)₂SO₄, (NH₄)₂CO₃, (NH₄)₂C₂O₄, kabi reagentlar bilan ham reaksiyaga kirishib oq cho'kma hosil qiladi</p>	

3-jadval

UCHINCHI ANALITIK GURUH KATIONLARIGA XOS BO'LGAN XUSUSIY REAKSIYALAR

№	Ion	Reagent	Reaksiyaning molekulyar va ionli tenglamasi	Hova
3.1	Al ³⁺	NaOH	Al ³⁺ ionlarining analitik reaksiyalari AlCl ₃ + 3NaOH = ↓ Al(OH) ₃ + 3NaCl	Oq amorf cho'kma, amfoter

			$\text{Al}^{3+} + 3\text{Cl}^- + 3\text{OH}^- = \downarrow \text{Al}(\text{OH})_3 + 3\text{Na}^+ + 3\text{Cl}^-$ $\text{Al}^{3+} + 3\text{OH}^- = \downarrow \text{Al}(\text{OH})_3$	xossaga ega, kislota va ishqorlarda eriydi
3.2	Al^{3+}	(KOH)	$\text{AlCl}_3 + \text{Na}_2\text{HPO}_4 = \downarrow \text{AlPO}_4 + 2\text{NaCl} + \text{HCl}$ $\text{Al}^{3+} + 3\text{Cl}^- + 2\text{Na}^+ + \text{HPO}_4^{2-} = \downarrow \text{AlPO}_4 + 2\text{Na}^+ + 2\text{Cl}^- + \text{H}^+ + \text{Cl}^-$ $\text{Al}^{3+} + \text{HPO}_4^{2-} = \downarrow \text{AlPO}_4 + \text{H}^+$	Oq kristall cho'kma, kuchli kislotalarda eriydi
3.3.	Zn^{2+}	Na_2HPO_4	Zn^{2+} - ionlarining analitik reaksiyalari $3\text{ZnCl}_2 + \text{Na}_2\text{HPO}_4 = \downarrow \text{Zn}_3(\text{PO}_4)_2 + 4\text{NaCl} + 2\text{HCl}$ $3\text{Zn}^{2+} + 6\text{Cl}^- + 4\text{Na}^+ + 2\text{HPO}_4^{2-} = \downarrow \text{Zn}_3(\text{PO}_4)_2 + 4\text{Na}^+ + 4\text{Cl}^- + 2\text{H}^+ + \text{Cl}^-$ $3\text{Zn}^{2+} + 2\text{HPO}_4^{2-} = \downarrow \text{Zn}_3(\text{PO}_4)_2 + 2\text{H}^+$	Oq cho'kma
3.4	Zn^{2+}	$\text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]$	$1\text{ZnCl}_2 + \text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6] = \downarrow 3\text{Zn}[\text{Fe}(\text{CN})_6]_2 + 6\text{KCl}$ $3\text{Zn}^{2+} + 2[\text{Fe}(\text{CN})_6]^{3-} + 6\text{K}^+ = \downarrow \text{Zn}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]_2 + 6\text{K}^+ + 6\text{Cl}^-$ $3\text{Zn}^{2+} + 2[\text{Fe}(\text{CN})_6]^{3-} = \downarrow \text{Zn}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]_2$	Jigarrang sariq cho'kma HCl va NH_4OH da eriydi
3.5	Cr^{2+}	NaOH (KOH)	Cr^{3+} -ionlarining analitik reaksiyalari $\text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3 + 6\text{NaOH} = \downarrow 2\text{Cr}(\text{OH})_3 + 3\text{Na}_2\text{SO}_4$ $2\text{Cr}^{3+} + 3\text{SO}_4^{2-} + 6\text{Na}^+ + 6\text{OH}^- = \downarrow 2\text{Cr}(\text{OH})_3 + 6\text{Na}^+ + 3\text{SO}_4^{2-}$ $2\text{Cr}^{3+} + 6\text{OH}^- = \downarrow 2\text{Cr}(\text{OH})_3$	Xira ko'k rangli cho'kma anafoter xossaga ega
3.6	Cr^{3+}	Oksidlovchilar H_2O_2 KMnO_4 $(\text{NH}_4)_2\text{S}_2\text{O}_8$ O_8	$\text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3 + \text{NaOH} + 3\text{H}_2\text{O}_2 = 2\text{Na}_2\text{Cr}_2\text{O}_4 + 3\text{Na}_2\text{SO}_4 + 8\text{H}_2\text{O}$ $2\text{Cr}^{3+} + 3\text{SO}_4^{2-} + 10\text{Na}^+ + 10\text{OH}^- + 3\text{H}_2\text{O}_2 = 4\text{Na}^+ + 2\text{CrO}_4^{2-} + 6\text{Na}^+ + \text{SO}_4^{2-} + 8\text{H}_2\text{O}$ $2\text{Cr}^{3+} + 10\text{OH}^- + 3\text{H}_2\text{O}_2 = 2\text{CrO}_4^{2-} + 8\text{H}_2\text{O}$	Ishqoriy muhitda eritmaning yashil rangi sariqqa o'tgancha bir necha minut isitiladi
3.7	Fe^{2+}	NaOH (KOH)	Fe^{2+} -ionlarining analitik reaksiyalari $\text{FeSO}_4 + 2\text{NaOH} = \downarrow \text{Fe}(\text{OH})_2 + \text{Na}_2\text{S}$	Xira yashil rangli cho'kma, kislotalarda

			$\text{Fe}^{2+} + \text{SO}_4^{2-} + 2\text{Na}^+ + \text{OH}^-$ $= \downarrow \text{Fe}(\text{OH})_2 + \text{Na}_2^+ + \text{SO}_4^{2-}$ $\text{Fe}^{2+} + \text{OH}^- = \downarrow \text{Fe}(\text{OH})_2$	criydi
3.8	Fe^{2+}	$\text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]$	$3\text{FeCl}_2 + \text{KCl} + \text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6] = \downarrow$ $\text{Fe}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]_2 + 6\text{KCl}$ <p>Aslida reaksiya quyidagi sxema bo'yicha boradi</p> $\text{FeCl}_2 + \text{KCl} + \text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6] = \downarrow$ $\text{FeCl}_3 + \text{K}_4[\text{FeCN}_6]$ $\text{FeCl}_2 + 3\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6] = \downarrow$ $\text{Fe}_4[\text{FeCN}_6]_3 + 12\text{KCl}$ $4\text{Fe}^{3+} + 12\text{K}^- + 3[\text{Fe}(\text{CN})_6]^{4-} = \downarrow$ $\text{Fe}_4[\text{FeCN}_6]_3 + 12\text{K}^+ + 12\text{Cl}^-$ $4\text{Fe}^{3+} + [\text{Fe}(\text{CN})_6]^{4-} = \downarrow \text{Fe}_4[\text{FeCN}_6]_3$	<p>“trunbul ko'ki” cho'kma</p> <p>“Berlin lazuri” cho'kmasi kabi kislotalarda erimaydi, lekin ishqorlar ta'sirida parchalanadi</p>
3.9	Fe^{3+}	NaOH KOH NH ₄ OH	Fe^{3+} - ionlarining analitik reaksiyalari $\text{FeCl}_3 + 2\text{NaOH} = \downarrow \text{Fe}(\text{OH})_3 + 3\text{NaCl}$ $\text{Fe}^{3+} + 3\text{Cl}^- + 2\text{NaOH} = \downarrow \text{Fe}(\text{OH})_3 + 3\text{NaCl}$	Qizil-qo'ng'ir cho'kma, kislotalarda eriydi
3.10	Fe^{3+}	NH_4SCN	$\text{FeCl}_3 + 3\text{NH}_4\text{SCN} = \downarrow [\text{Fe}(\text{SCN})_3] + 3\text{NH}_4\text{Cl}$ $\text{Fe}^{3+} + 3\text{Cl}^- + 3\text{NH}_4^+ + 3\text{SCN}^- = \downarrow [\text{Fe}(\text{SCN})_3] + 3\text{NH}_4^+ + 3\text{Cl}^-$ $\text{Fe}^{3+} + 3\text{SCN}^- = \downarrow [\text{Fe}(\text{SCN})_3]$	Qizil rangli rodanid ionlarining konsensiyasiga qarab turli tarkibli komplekslar hosil qiladi
3.11	Fe^{3+}	$\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$	$4\text{FeCl}_3 + 3\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6] = \text{Fe}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]_3 + 12\text{KCl}$ $4\text{Fe}^{3+} + 12\text{Cl}^- + 12\text{K}^+ + 3[\text{Fe}(\text{CN})_6]^{4-} = \text{Fe}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]_3 + 12\text{K}^+ + 12\text{Cl}^-$ $4\text{Fe}^{3+} + 3[\text{Fe}(\text{CN})_6]^{4-} = \text{Fe}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]_3$	“Berlin lazyuri” to'q ko'k rangli cho'kma ishqoriarda eriydi
3.12	Fe^{3+}	Na_2HPO_4	$\text{FeCl}_3 + 2\text{Na}_2\text{HPO}_4 = \downarrow \text{FePO}_4 + \text{NaH}_2\text{PO}_4 + 3\text{NaCl}$ $\text{Fe}^{3+} + 2\text{HPO}_4^{2-} = \downarrow \text{FePO}_4 + \text{H}_2\text{PO}_4^{2-}$	Oq sariq cho'kma, kuchli kislotalarda

3.13	Mn ²⁺	NaOH (KOH)	Mn ²⁺ -ionlarining analitik reaksiyalari $MnSO_4 + 2NaOH = \downarrow Mn(OH)_2 + Na_2SO_4$ $Mn^{2+} + 2OH^- = \downarrow Mn(OH)_2$	eriydi Oq cho'kma, kuchli kislotalarda eriydi
3.14	Mn ²⁺	Na ₂ HPO ₄	$MnSO_4 + 4Na_2HPO_4 = Mn_3(PO_4)_2 + Na_2H_2PO_4 + 3Na_2SO_4$ $Mn^{2+} + 4HPO_4^{2-} = Mn_3(PO_4)_2 + 2H_2PO_4^-$	Oq cho'kma, sirka kislotada eriydi
3.15	Mn ²⁺	Oksidlovchilar PbO ₂ NaBiO ₃ (NH ₄) ₂ S ₂ O ₈	$2MnSO_4 + 5NaBiO_3 + 16HNO_3 = 2HMnO_4 + 2Na_2SO_4 + 5Bi(NO_3)_3 + NaNO_3 + 7H_2O$ $2Mn^{2+} + 5NaBiO_3 + 14H^+ = 2HMnO_4 + 5Bi^{3+} + Na^+ + 7H_2O$	Mn ²⁺ , MnO ₄ ⁻ gacha oksidlanadi, binafsha rang
3.16	Co ²⁺	NaOH KOH	Co ²⁺ ionlarining analitik reaksiyalari $CoCl_2 + 2NaOH = \downarrow Co(OH)_2 + 2NaCl$ $Co^{2+} + 2Cl^- + 2Na^+ + OH^- = \downarrow Co(OH)_2 + 2Na^+ + Cl^-$ $Co^{2+} + OH^- = \downarrow Co(OH)_2$	Oldin ko'k rangli asosli tuz cho'kmasi CoOHC! keyin ortiqcha NaOH qo'shib qizdirganda pushti rangli cho'kma Co(OH) ₂ havoda oksidlanib, qo'ng'ir rangli Co(OH) ₃
3.17	Co ²⁺	NH ₄ SCN amul spirt	CoCl ₂ ⁺ $4NH_4SCN = (NH_4)_2[Co(SCN)_4] + 2NH_4Cl$ $Co^{2+} + 2Cl_2 + 4NH_4^+ + 4SCN^- = 2NH_4^+ + [Co(SCN)_4]^{2-} + Cl^-$ $Co^{2+} + 2NH_4^+ + 4SCN^- = 2NH_4^+$	Ko'k havoriy rangli kompleks eritmada Fe ³⁺ ionlari bo'lganda

			$[Co(SCN)_4]^{2-}$	quruq NH_4F ham qo'shiladi
3.18	Ni^{2+}	NH_4OH	Ni^{2+} - ionlarining analitik reaksiyalari $Ni(NO_3)_2 + NH_4OH = Ni(OH)NO_3 + NH_4NO_3$ $NiOHNO_3 + 5NH_3 + NH_4NO_3 = (NO_3)_2 [Ni(NH_3)_6] + H_2O$ $NiOHNO_3 + NH_3 + NH_4^+ + NO_3^- = 2NO_3^- + [Ni(NH_3)_6]^{2+} + H_2O$	Yashil rangli asosli tuz cho'kadi, ko'k qizil rangli kompleks
3.19	Ni^{2+}	Na_2HPO_4	$3Ni(NO_3)_2 + 4 Na_2HPO_4 = Ni_3(PO_4)_2 + 2Na_2HPO_4 + 6NaNO_3$ $3Ni^{2+} + 6NO_3^- + 8Na^{2+} + 4H PO_4^{2-} = Ni_3(PO_4)_2 + 2Na^+ + 2H_2PO_4 + 6Na_3^+ + 6NO_3^-$ $3Ni^{2+} + 4H PO_4^{2-} = Ni_3(PO_4)_2 + 2H_2PO_4$	Yashil cho'kma kislotalarda va ammiakda eriydi
3.20	Ni^{2+}	Dimetil glioksim (Chugaye v reaktivi)		Qizil rangli kompleks birikma

4-jadval

TO'RTINCHI ANALITIK GURUH KATIONLARI UCHUN XOS BO'LGAN XUSUSIY REAKSIYALAR

No	Ion	Reagent	Reaksiyaning molekulyar va ionli tenglamasi	Ilova
4.1	Cd^{2+}	$NaOH, KOH$	Cd^{2+} - ionlarining analitik reaksiyalari $CdI_2 + 2NaOH = \downarrow Cd(OH)_2 + 2NaI$ $Cd^{2+} + 2I^- + 2Na^+ + 2OH^- = \downarrow Cd(OH)_2 + 2Na^+ + I^-$ $Cd^{2+} + 2NaOH = \downarrow Cd(OH)_2$	Oq cho'kma, kislotalda eriydi
4.2	Cd^{2+}	Glitserin NaOH	$Cd^{2+} + 2NaOH = \downarrow Cd(OH)_2 + 2Na^+$ Eritmada Cu^{2+}, Pb^{2+} va Bi^{3+} ionlari bo'lganda $C_3H_8O_6$ glitserin yordamida ajratiladi	Glitserin Cd^{2+}, Pb^{2+} va Bi^{3+} ionlari bilan cruvchan

				gliserinar hosil qiladi. Cd^{2+} esa NaOH ta'sirlashib oq cho'kma hosil qiladi
4.3	Cd^{2+}	H_2S	$CdJ_2 + H_2S = \downarrow CdS + 2HJ$ $Cd^{2+} + 2J + H_2S = \downarrow CdS + 2H^+ + J^-$ $Cd^{2+} + S^{2-} = \downarrow CdS$	pH < 7, sariq cho'kma
4.4	Cu^{2+}	NH_4OH	Cu^{2+} ionlarining analitik reaksiyalari $CuSO_4 + NH_4OH = \downarrow (CuOH)_2SO_4 + (NH_4)_2SO_4$ $CuSO_4 + 4NH_3 = \downarrow (CuNH_3)_4SO_4$	Havo rang cho'kma, ortiqcha ammiakda eriydi, to'q-ko'k kompleks
4.5	Cu^{2+}	$K_4[FeC N_6]$	$2CuSO_4 + K_4[Fe(CN)_6] = \downarrow Cu_2[Fe(CN)_6] + 2K_2SO_4$ $2Cu^{2+} + K_4[Fe(CN)_6]^{4-} = \downarrow Cu_2[Fe(CN)_6]$	pH < 7 qizil rangli cho'kma
4.6	Cu^{2+}	$Na_2S_2O_3$	$2CuSO_4 + 4Na_2S_2O_3 = 3Na_2SO_4 + Na_2S_2O_6 + \downarrow Cu_2S + \downarrow S + SO_2$ \uparrow $2Cu^{2+} + 8S_2O_3^{2-} + S_2O_6^{2-} = \downarrow Cu_2S_4 + \downarrow S + SO_2 \uparrow$	pH < 7, to'q ko'k rangli cho'kma
4.7	Cu^{2+}	Qaytaruvchilar Fe, Al	$CuSO_4 + Fe = FeSO_4 + \downarrow Cu$ $Cu^{2+} + SO_4^{2-} + Fe = Fe^{2+} + SO_4^{2-} + \downarrow Cu$ $Cu^{2+} + Fe = Fe^{2+} + \downarrow Cu$	Qizil g'ovak massa ko'rinishida mis metalligacha qaytariladi
4.8	Bi^{3+}	Gidroliz H_2O	Bi^{3+} - ionlarining analitik reaksiyalari $BiCl_3 + 2H_2O = \downarrow Bi(OH)_2Cl + 2HCl$ $Bi^{3+} + 3Cl^- + 2H_2O = \downarrow Bi(OH)_2Cl + 2H^+ + Cl^-$ $Bi(OH)_2Cl = \downarrow BiOCl + H_2O$	Oq cho'kma, mineral kislotalarda eriydi
4.9	Bi^{3+}	KJ	$Bi(NO_3)_3 + KJ = \downarrow BiJ_3 + 3KNO_3$ $Bi^{3+} + 3J_3^- = \downarrow BiJ_3$ $BiJ_3 + KJ = \downarrow K[BiJ_4]$	Qora cho'kma kompleks birikma
4.10	Bi^{3+}	$K_2Cr_2O_7$	$Bi(NO_3)_3 + K_2Cr_2O_7 + H_2O = \downarrow (BiO)_2Cr_2O_7 + 2KNO_3$	Sariq cho'kma. sirka kislotada eriydi.

			$\text{Bi}^{3+} + 3\text{NO}_3^- + 2\text{K}^+ + \text{Cr}_2\text{O}_7^{2-} + \text{H}_2\text{O} = \downarrow (\text{BiO})_2\text{Cr}_2\text{O}_7 + 2\text{K}^+ + 2\text{NO}_3^-$	ishqorlarda erimaydi
4.1 1	Bi^{3+}	$\text{Na}_2\text{H}_2\text{P}_2\text{O}_7$	$\text{Bi}(\text{NO}_3)_3 + \text{Na}_2\text{H}_2\text{P}_2\text{O}_7 = \downarrow \text{BiPO}_4 + 2\text{NaNO}_3 + \text{HNO}_3$ $\text{Bi}^{3+} + \text{HPO}_4^{2-} = \downarrow \text{BiPO}_4 + \text{H}^+$	Oq kukunsimon cho'kma suyultirilgan HNO_3 erimaydi
4.1 2	Bi^{3+}	Na_2SnO_2	$\text{Bi}(\text{OH})_3 + \text{Na}_2\text{SnO}_2 = \downarrow 2\text{Bi} + 3\text{Na}_2\text{SnO}_2 + 3\text{H}_2\text{O}$ $\text{Bi}(\text{OH})_3 + 3\text{SnO}_2^{2-} = \downarrow 2\text{Bi} + 3\text{SnO}_2^{2-} + 3\text{H}_2\text{O}$	$\text{pH} >$, qora cho'kma
4.1 3	Sn^{2+}	NaOH (KOF)	$\text{Sn}^{2+} - \text{ionlarining analitik reaksiyasi}$ $\text{SnCl}_2 + 2\text{NaOH} = \downarrow \text{H}_2\text{SnO}_2 + 2\text{NaCl}$ $\text{Sn}^{2+} + 2\text{Cl}^- + 2\text{Na}^+ + 2\text{OH}^- = \downarrow \text{H}_2\text{SnO}_2 + 2\text{Na}^+ + \text{Cl}^-$	Oq iviq cho'kma, kislota va ishqorlarda eriydi
4.1 4	Sn^{2+}	HgCl_2 $\text{Bi}(\text{NO}_3)_3$	$\text{SnCl}_2 + 2\text{HgCl}_2 = \downarrow \text{HgCl}_2 + \text{SnCl}_4$ $\text{HgCl}_2 + \text{SnCl}_2 = \downarrow 2\text{Hg} + \text{SnCl}_4$	Toza Hg cho'kadi
4.1 5	Sn^{2+}	Qaytaruvchilar (Mg, Fe)	$\text{Sn}^{2+} - \text{ionlarining analitik reaksiyasi}$ $\text{H}_2[\text{SnCl}_6] + \text{Mg} = \text{MgCl}_2 + \text{SnCl}_2 + 2\text{HCl}$ $2\text{H}^+ + [\text{SnCl}_6]^{2-} + \text{Mg} = \text{Mg}^{2+} + 2\text{Cl}^- + \text{Sn}^{2+} + 2\text{Cl}^- + 2\text{H}^+ + \text{Cl}^-$	Agar eritmada kislota yetishmay qolsa, Sn kuirang cho'kma, HCl ta'sirida erib ketadi
4.1 6	Sn^{4+}	NaOH (KOH)	$\text{SnCl}_4 + 4\text{NaOH} = \downarrow \text{Sn}(\text{OH})_4 + 4\text{NaCl}$ $\text{Sn}^{4+} + 4\text{OH}^- = \downarrow \text{Sn}(\text{OH})_4$	Oq iviq cho'kma
4.1 7	Sb^{3+}	Gidroliz H_2O	$\text{Sb}^{3+} - \text{ionlarining analitik reaksiyasi}$ $\text{SbCl}_3 + \text{H}_2\text{O} = \downarrow \text{SbOCl} + 2\text{HCl}$ $\text{Sb}^{3+} + 3\text{Cl}^- + \text{H}_2\text{O} = \downarrow \text{SbOCl} + 2\text{H}^+ + \text{Cl}^-$	Oq cho'kma
4.1 8	Sb^{3+}	$\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$	$2\text{SbCl}_3 + 2\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 + 3\text{H}_2\text{O} = \downarrow \text{Sb}_2\text{OS}_2 + 2\text{Na}_2\text{SO}_4 + 6\text{HCl}$ $2\text{Sb}^{3+} + 2\text{S}_2\text{O}_3^{2-} + 3\text{H}_2\text{O} = \downarrow \text{Sb}_2\text{OS}_2 + 2\text{SO}_4^{2-} + 6\text{H}^+$	$\text{pH} \leq 7$, qizil cho'kma
4.1 9	Sb^{3+}	Sn	$2\text{SbCl}_3 + 3\text{Sn} = \downarrow 2\text{Sb} + 3\text{SnCl}_2$ $2\text{Sb}^{3+} + 3\text{Sn} = \downarrow 2\text{Sb} + 3\text{Sn}^{2+}$	Qora cho'kma
4.2 10	Sb^{5+}	Gidroliz H_2O	$\text{Sb}^{5+} - \text{ionlarining analitik reaksiyalari}$ $\text{H}[\text{SbCl}_6] + \text{H}_2\text{O} = \downarrow \text{SbO}_2\text{Cl} + 5\text{HCl}$ $\text{H}^+ + [\text{SbCl}_6]^- + \text{H}_2\text{O} = \downarrow \text{SbO}_2\text{Cl} + 5\text{H}^+$	Oq cho'kma

			+ 5HCl	
4.2 1	Sb ⁵⁺	NaOH (KOH)	H[SbCl ₆]+6NaOH=↓HSbO ₃ +6NaCl+3H ₂ O H ⁺ + [SbCl ₆] ⁻ +6OH ⁻ =↓HSbO ₃ +6Cl ⁻ +3H ₂ O	Oq cho'kma
4.2 2	Sb ⁵⁺	Qaytaru vchi lar (Mg, Sn, Zn)	H[SbCl ₆]+5Zn=5ZnCl ₂ +↓Sb+2HCl 2H ⁺ +2[SbCl ₆] ⁻ +5Zn=5Sb+5Zn ²⁺ +10Cl ⁻ +2H ⁺ +2H ⁺ +Cl ⁻	Qora cho'kma
4.2 3	Hg ²⁺	NaOH (KOH)	Hg ²⁺ ionlarining analitik reaksiyalari Hg(NO ₃) ₂ + 2NaOH=↓Hg(NO) ₂ +2NaNO ₃ Hg ²⁺ +2NO ₃ ⁻ +3Na ⁺ +2OH ⁻ =↓Hg(NO) ₂ +2Na+3NO ₃ ⁻ Hg ²⁺ +2OH ⁻ =↓Hg(OH) ₂ Hg(OH) ₂ =↓HgO+H ₂ O	Sariq cho'kma, kislotalarda eriydi. Hg(OH) beqaror bo'lib HgO va H ₂ O parchalanadi
4.2 4	Hg ²⁺	NH ₄ OH	HgCl ₂ +2NH ₄ OH=↓[NH ₂ Hg]Cl+N H ₄ Cl+2H ₂ O	Qora cho'kma, kislotalarda eriydi
4.2 5	Hg ²⁺	KJ	Hg(NO ₃) ₂ +KJ=↓HgJ ₂ +2KNO ₃ Hg ²⁺ +2NO ₃ ⁻ +2K ⁺ +2J ⁻ =↓HgJ ₂ +2K ⁺ +2NO ₃ ⁻ Hg ²⁺ +2J ⁻ =↓HgJ ₂	Sarg'ish -qizil cho'kma
4.2 6	Hg ²⁺	K ₂ Cr ₂ O ₇	Hg(NO ₃) ₂ +K ₂ Cr ₂ O ₇ =↓ HgCrO ₇ +KHNO ₃ Hg ²⁺ +CrO ₇ ²⁻ =↓HgCrO ₇	Sariq cho'kma
4.2 7	Hg ²⁺	Cu	Hg(NO ₃) ₂ +Cu=↓Hg+Cu(NO ₃) ₂ Hg ²⁺ +2NO ₃ ²⁻ +Cu=↓Hg+ Cu ²⁺ +2NO ₃ ⁻ Hg ²⁺ +Cu=↓Hg+Cu ²⁺	Toza Hg cho'kadi

5-jadval

BESHINCHI ANALITIK GURUH KATIONLARI UCHUN XOS BO'LGAN XUSUSIY REAKSIYALAR

No	Ion	Reagent	Reaksiyaning molekulyar va ioniy tenglamasi	Ilova
5.1	Ag ⁺	HCl	Ag ⁺ - ionlarining analitik reaksiyalari AgNO ₃ +HCl=↓AgCl+HNO ₃ Ag ⁺ +NO ₃ ⁻ +H ⁺ +Cl ⁻ =↓AgCl+H ⁺ +NO ₃ ⁻ Ag ⁺ +Cl ⁻ =↓AgCl	Oq cho'km a ortiqcha

				ammiak da eriydi
5.2	Ag^+	KJ	$AgNO_3 + KJ = \downarrow AgJ + KNO_3$ $Ag^- + NO_3^- + K^+ + J^- = \downarrow AgJ + K^+ + NO_3^-$ $Ag^- + J^- = \downarrow AgJ$ $AgJ + Na_2S_2O_3 = Na[AgS_2O_3] + NaJ$ $AgJ + 2Na^+ + S_2O_3^{2-} = Na^+ + [AgS_2O_3]^- + Na^+ + J^-$	Sariq cho'kma Na ₂ S ₂ O ₃ da eriydi
5.3	Ag^+	K ₂ CrO ₄	$2AgNO_3 + K_2CrO_4 = \downarrow AgCrO_4 + 2K^+ + NO_3^- + NO_3^- + 2K^+ + CrO_4^{2-}$ $2Ag = \downarrow AgCrO_4 + 2K^+ + NO_3^-$ $2Ag + CrO_4^{2-} = \downarrow AgCrO_4$	pH=7 g'isht, rangli cho'kma ammiak da va nitrat kislotada eriydi
5.4	Ag^+	Na ₂ HPO ₄	$3AgNO_3 + Na_2HPO_4 = \downarrow Ag_3PO_4 + 2NaNO_3 + HNO_3$ $3Ag^+ + HPO_4^{2-} = \downarrow Ag_3PO_4 + H^+$	Sariq cho'kma, ammiak da va nitrat kislotada eriydi
5.5	Pb^{2+}	HCl	<i>Pb²⁺-ionlarining analitik reaksiyalari</i> $Pb(NO_3)_2 + 2HCl = \downarrow PbCl_2 + 2HNO_3$ $Pb^{2+} + 2NO_3^- + 2H^+ + 2Cl^- = \downarrow PbCl_2 + 2H^+ + 2NO_3^-$ $Pb^{2+} + 2Cl^- = \downarrow PbCl_2$	Oq cho'kma, issiq suvda eriydi
5.6	Pb^{2+}	H ₂ SO ₄	$Pb(NO_3)_2 + H_2SO_4 = \downarrow PbSO_4 + 2HNO_3$ $Pb^{2+} + 2NO_3^- + 2H^+ + SO_4^{2-} = \downarrow PbSO_4 + 2H^+ + 2NO_3^-$ $Pb^{2+} + SO_4^{2-} = \downarrow PbSO_4$	Oq cho'kma
5.7	Pb^{2+}	K ₂ Cr ₂ O ₇	$2Pb(NO_3)_2 + K_2Cr_2O_7 + H_2O = \downarrow 2PbCrO_4 + 2KNO_3 + 2HNO_3$ $2Pb^{2+} + Cr_2O_7^{2-} + H_2O = \downarrow PbCrO_4 + 2H^+$	Sariq cho'kma, ishqorlarda eriydi

5.8	$[\text{Hg}_2]^{2+}$	HCl	$[\text{Hg}_2]^{2+}$ - ionlarining analitik reaksiyalari $\text{Hg}_2(\text{NO}_3)_2 + 2\text{HCl} = \downarrow \text{Hg}_2\text{Cl}_2 + 2\text{HNO}_3$ $[\text{Hg}_2]^{2+} + 2\text{NO}_3^- + 2\text{H}^+ + \text{Cl}^-$ $= \downarrow \text{Hg}_2\text{Cl}_2 + 2\text{H}^+ + 2\text{NO}_3^-$	Oq cho'kma
5.9	$[\text{Hg}_2]^{2+}$	K_2CrO_4	$\text{Hg}_2(\text{NO}_3)_2 + \text{K}_2\text{CrO}_4 = \downarrow \text{Hg}_2\text{CrO}_4 + 2\text{KNO}_3$ $[\text{Hg}_2]^{2+} + 2\text{NO}_3^- + 2\text{K}^+ + \text{CrO}_4^{2-}$ $= \downarrow \text{Hg}_2\text{CrO}_4 + 2\text{K}^+ + 2\text{NO}_3^-$ $[\text{Hg}_2]^{2+} + \text{CrO}_4^{2-} = \downarrow \text{Hg}_2\text{CrO}_4$	Qizil cho'kma
5.10	$[\text{Hg}_2]^{2+}$	KI	$\text{Hg}_2(\text{NO}_3)_2 + \text{KJ} = \downarrow \text{Hg}_2\text{J}_2 + 2\text{HNO}_3$ $[\text{Hg}_2]^{2+} + 2\text{NO}_3^- + 2\text{K}^+ + 2\text{J}^-$ $= \downarrow \text{Hg}_2\text{J}_2 + 2\text{H}^+ + 2\text{NO}_3^-$ $[\text{Hg}_2]^{2+} + 2\text{J}^- = \downarrow \text{Hg}_2\text{J}_2$	Yashil cho'kma
5.11	$[\text{Hg}_2]^{2+}$	NaOH KOH	$\text{Hg}_2(\text{NO}_3)_2 +$ $\text{NaOH} = \downarrow \text{Hg}_2\text{O}_2 + 2\text{NaNO}_3 + \text{H}_2\text{O}$ $[\text{Hg}_2]^{2+} + 2\text{OH}^- = \downarrow \text{Hg}_2\text{O} + \text{H}_2\text{O}$ $\text{Hg}_2(\text{NO}_3)_2 + \text{Cu} = \downarrow 2\text{Hg} + \text{Cu}(\text{NO}_3)_2$	Qera cho'kma
5.12	$[\text{Hg}_2]^{2+}$	Cu	$[\text{Hg}_2]^{2+} + 2\text{NO}_3^- + \text{Cu} = \downarrow 2\text{Hg} + \text{Cu}^{2+} + 2\text{NO}_3^-$ $[\text{Hg}_2]^{2+} + \text{Cu} = \downarrow 2\text{Hg} + \text{Cu}^{2+}$	Kulrang dog'

6-jadval

BIRINCHI ANALITIK GURUH ANIONLARIGA XOS BO'LGAN XUSUSIY REAKSIYALAR

No	Ion	Reagent	Reaksiyaning molekulyar va ioniy tenglamasi	llova
1	2	3	4	5
6.1	SO_4^{2-}	$\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$	SO_4^{2-} ionlarining analitik reaksiyalari $\text{Na}_2\text{SO}_4 + \text{Pb}(\text{NO}_3)_2 = \downarrow \text{PbSO}_4 + 2\text{NaNO}_3$ $2\text{Na}^+ + \text{SO}_4^{2-} + \text{Pb}^{2+} + 2\text{NO}_3^- =$ $\downarrow \text{PbSO}_4 + 2\text{NaNO}_3$ $\text{SO}_4^{2-} + \text{Pb}^{2+} = \downarrow \text{PbSO}_4$	Oq cho'kma lshqorlarda eriydi
6.2	SO_4^{2-}	SrCl_2	$\text{Na}_2\text{SO}_4 + \text{SrCl}_2 = \downarrow \text{SrSO}_4 + 2\text{NaCl}$ $2\text{Na}^+ + \text{SO}_4^{2-} + \text{Sr}^{2+} + 2\text{Cl}^-$ $= \downarrow \text{SrSO}_4 + 2\text{Na}^+ + 2\text{Cl}^-$ $\text{SO}_4^{2-} + \text{Sr}^{2+} = \downarrow \text{SrSO}_4$	Oq ch'kma (loyqa)
6.3	SO_4^{2-}	BaCl_2	$\text{Na}_2\text{SO}_4 + \text{BaCl}_2 = \downarrow \text{BaSO}_4 + 2\text{NaCl}$ $2\text{Na}^+ + \text{SO}_4^{2-} + \text{Ba}^{2+} + 2\text{Cl}^-$ $= \downarrow \text{BaSO}_4 + 2\text{Na}^+ + 2\text{Cl}^-$	Oq ch'kma kislotalarda erimaydi

			$SO_4^{2-} + Ba^{2+} = \downarrow BaSO_4$	
6.4	SO_3^{2-}	HCl	SO_3^{2-} ionlarining analitik reaksiyalari $Na_2SO_3 + 2 HCl = 2NaCl + SO_2 \uparrow + H_2O$ $2Na^+ + SO_3^{2-} + 2H^+ + 2Cl^- = 2Na^+ + 2Cl^- + SO_2 \uparrow + H_2O$ $SO_3^{2-} + 2H^+ = SO_2 \uparrow + H_2O$	$SO_2 \uparrow$ ajraladi
6.5	SO_3^{2-}	$J_2 + H_2O$	$Na_2SO_3 + J_2 + H_2O = NaSO_4 + 2HJ$ $2Na^+ + SO_3^{2-} + J_2 + H_2O = 2Na^+ + SO_4^{2-} + 2H^+ + 2J^-$ $SO_3^{2-} + J_2 + H_2O = SO_4^{2-} + 2H^+ + 2J^-$	Yodli suv eritma rangsizlanadi
6.6	SO_3^{2-}	$BaCl_2$	$Na_2SO_3 + BaCl_2 = \downarrow BaSO_3 + 2NaCl$ $2Na^+ + SO_3^{2-} + Ba^{2+} + 2Cl^- = \downarrow BaSO_3 + 2Na^+ + 2Cl^-$ $SO_3^{2-} + Ba^{2+} = \downarrow BaSO_3$	Oq cho'kma, kislotalarda eriydi
			$S_2O_3^{2-}$ ionlarining analitik reaksiyalari	
6.7	$S_2O_3^{2-}$	HCl	$Na_2S_2O_3 + 2HCl = H_2S_2O_3 + 2NaCl$ $H_2S_2O_3 = S \downarrow + SO_2 + H_2O$	S cho'kмага tushadi SO_2 ajraladi
6.8	$S_2O_3^{2-}$	J_2	$Na_2S_2O_3 + J_2 = 2NaJ + Na_2S_4O_6$ $4Na^+ + S_2O_3^{2-} + J_2 = 2Na^+ + 2J^- + S_4O_6^{2-}$ $2S_2O_3^{2-} + J_2 = 2J^- + S_4O_6^{2-}$	J_2 eritmasi rangsizlanadi
6.9	$S_2O_3^{2-}$	$AgNO_3$	$Na_2S_2O_3 + 2AgNO_3 \downarrow = Ag_2S_2O_3 + 2NaNO_3$ $4Na^+ + S_2O_3^{2-} + 2Ag_2O_3 + 2Ag^+ + 2NO_3^- = Ag_2S_2O_3 + 2Na^+ + 2NO_3^-$ $S_2O_3^{2-} + 2Ag^+ = \downarrow Ag_2S_2O_3$ $Ag_2S_2O_3 + H_2O = \downarrow Ag_2S + 2H^+ + SO_4^{2-}$	Oq rangli cho'kma, cho'kma tez sargayib qo'ng'ir tusga kiradi va Ag_2S hosil bo'ladi. $Ag_2S_2O_3$ ortiqcha $Na_2S_2O_3$ da kompleks birikma

				hosil bo'ladi
6.10	CO_3^{2-}	HCl	CO_3^{2-} ionlarning analitik reaksiyalari $Na_2CO_3 + 2HCl = 2NaCl + CO_2\uparrow + H_2O$ $2Na + CO_3^{2-} + 2H^+ + 2Cl = 2Cl + CO_2\uparrow + H_2O$ $CO_3^{2-} + 2H^+ = CO_2 + H_2O$	CO_2 - ajraladi
6.11	CO_3^{2-}	$BaCl_2$	$Na_2CO_3 + BaCl_2 = \downarrow BaCO_3 + 2NaCl$ $2Na^+ + CO_3^{2-} + 2Cl = \downarrow$ $BaCO_3 + 2Na^+ 2Cl$ $CO_3^{2-} + Ba^{2+} = BaCO_3$	Oq cho'kma, sirka kislotada eriydi.
6.12	CO_3^{2-}	$AgNO_3$	$Na_2CO_3 + 2 AgNO_3 = \downarrow$ $Ag_2CO_3 + 2NaNO_3$ $2Na^+ + CO_3^{2-} + 2Ag^+ + 2NO_3 =$ $\downarrow 2Ag^+ + CO_3^{2-}$ $CO_3^{2-} + 2Ag^+ = \downarrow Ag_2CO_3$	Oq cho'kma, kislotalarda eriydi. HCl da erib AgCl hosil bo'ladi
6.13	PO_4^{3-}	$MgCl + NH_4Cl$	PO_4^{3-} ionlarning analitik reaksiyalari $Na_2HPO_4 + MgCl + NH_4Cl =$ $\downarrow MgNH_4PO_4 + 2NaCl + 2HCl$ $HPO_4^{2-} + Mg^{2+} + NH_4^+ = \downarrow MgNH_4PO_4 + H^+$	Oq kristall cho'kma.
6.14	PO_4^{3-}	$(NH_4)_2MoO_4$	$Na_3PO_4 + 3NH_4 + 12(NH_4)MoO_4 + 24HNO_3 =$ $\downarrow (NH_4)[PMo_{12}O_{40}] + 10H_2O + 24NH_4NO_3 + 3NaCl$ $PO_4^{3-} + 12MoO_4^{2-} + 24H^+ =$ $\downarrow (NH_4)[PMo_{12}O_{40}] + 12H_2O$ 12-molibdofosfat geseropolikislotaning ammoniyli tuzi.	Sariq kristall, cho'kma
6.15	PO_4^{3-}	$BaCl_2 + NH_4OH$	$2Na_2HPO_4 + BaCl + 2NH_4OH = \downarrow Ba_3(PO_4)_2 + 4NaCl + 2NH_3Cl + 3H_2O$ $2PO_4^{3-} + 2Ba^{2+} + 2OH^- = \downarrow Ba_3(PO_4)_2 + 2H_2O$	Oq cho'kma, HNO_3 va NH_4OH da eriydi

6.16	$B_4O_7^{2-}$	$AgNO_3$	$B_4O_7^{2-}$ -ionlarining reaksivalari $N_2B_4O_7 + 2AgNO_3 + 3H_2O =$ $\downarrow AgBO_2 + 2NaNO_3 + 2H_3BO_3$ $B_4O_7^{2-} + 2Ag^+ + 3H_2O =$ $\downarrow AgBO_2 + 2H_3BO_3$	analitik	Oq cho'kma, kislotalarda eriydi
6.17	$B_4O_7^{2-}$	$BaCl_2$	$Na_2B_4O_7 + BaCl_2 + 3H_2O =$ $\downarrow Ba(BO_2) + NaCl + 2H_3BO_3$ $B_4O_7^{2-} + Ba^{2+} + 3H_2O =$ $\downarrow Ba(BO_2)_2 + 2H_3BO_3$		Oq cho'kma, mineral kislotalarda eriydi, lekin sirka kislotada erimaydi.
6.18	$C_2O_4^{2-}$	$CaCl_2$	$C_2O_4^{2-}$ - ionlarning reaksiyalar $Na_2C_2O_4 + CaCl_2 = \downarrow CaC_2O_4 + 2NaCl$ $2Na^+ + C_2O_4^{2-} + Ca^{2+} + 2Cl^- =$ $\downarrow CaC_2O_4 + 2Na^+ + 2Cl^-$	analitik	Oq cho'kma, mineral kislotalarda eriydi, lekin sirka kislotada erimaydi.
6.19	$C_2O_4^{2-}$	$BaCl_2$	$Na_2C_2O_4 + BaCl_2 = \downarrow BaC_2O_4 + 2NaCl$ $2Na^+ + C_2O_4^{2-} + Ba^{2+} + 2Cl^- =$ $\downarrow BaC_2O_4 + 2Na^+ + 2Cl^-$ $C_2O_4^{2-} + Ba^{2+} = \downarrow BaC_2O_4$		Oq cho'kma, mineral kislotalarda va qaynatganda sirka kislotada eriydi.
6.20	$C_2O_4^{2-}$	$AgNO_3$	$Na_2C_2O_4 + 2AgNO_3 = \downarrow Ag_2C_2O_4 + 2NaNO_3$ $2Na^+ + C_2O_4^{2-} + 2Ag^+ + 2NO_3^- = \downarrow Ag_2C_2O_4 + 2Na^+ + 2NO_3^-$ $C_2O_4^{2-} + 2Ag^+ = \downarrow Ag_2C_2O_4$		Oq iviq cho'kma HNO_3 va NH_4NO_3 da eriydi
6.21	$C_2O_4^{2-}$	$KMnO_4$ H_2SO_4	$5Na_2C_2O_4 + 2KMnO_4 + 8H_2SO_4 = 2MnSO_4 + 5K_2SO_4 + 10CO_2 + 8H_2O$ $5Na_2C_2O_4^{2-} + 2MnO_4^- + 16H^+ = 2Mn^{2+} + 10CO_2 + 8H_2O$		Eritma rangsizlanadi

**IKKINCHI ANALITIK GURUH ANIONLARIGA XOS BO'LGAN
XUSUSIY REAKSIYALAR**

No	Ion	Reagent	Reaksiyaning molekulyar va ionli tenglamasi	Ilova
1	2	3	4	5
7.1	Cl ⁻	AgNO ₃	Cl ⁻ ionlarining analitik reaksiyalari $NaCl + AgNO_3 = \downarrow AgCl + NaNO_3$ $Na^+ + Cl^- + Ag^+ + NO_3^- = \downarrow AgCl + Na^+ + NO_3^-$ $Cl^- + Ag^+ = \downarrow AgCl$	Oq suzmasimon, cho'kma, NH ₄ OH, Na ₂ CO ₃ larda eriydi
7.2	Cl ⁻	H ₂ SO ₄	$NaCl + H_2SO_4 = NaHSO_4 + HCl + H_2SO_4$ $Cl^- + H^+ \rightarrow HCl \uparrow$	Quruq holatdagi xloridlardan HCl, gaz holida ajreladi, hidli, ho'llangan ko'k lakmusni qizarishi
7.3	Cl ⁻	KMnO ₄ + H ₂ SO ₄	$10 HCl + KMnO_4 + 3 H_2SO_4 = 2 MnSO_4 + K_2SO_4 + 8 H_2O + 5 Cl_2 \uparrow$ $10 HCl + KMnO_4 + H^+ = 2 Mn^{2+} + 4 H_2O + 5 Cl_2 \uparrow$	Fritma rangsizlanadi
7.4	Br ⁻	AgNO ₃ , Zn	Br ⁻ ionlarning analitik reaksiyalar $NaBr + AgNO_3 = \downarrow AgBr + Na^+ + NO_3^-$ $Na^+ + Br^- + NO_3^- = \downarrow AgBr + Na^+ + NO_3^-$ $Br^- + Ag^+ = \downarrow AgBr$ $2 AgBr + Zn = ZnBr_2 + \downarrow 2 Ag$	Oq cho'kma AgBr cho'kmaga Zn bo'lakchasi qo'shganda yaltiroq Ag qaytaradi
7.5	Br ⁻	H ₂ SO ₄ , konsentrlangan	$KBr + H_2SO_4 = KHSO_4 + HBr \uparrow$ $K^- + Br^- + 7 H^+ + SO_4^{2-} = HBr \uparrow$	Quruq bromidlarga H ₂ SO ₄ ta'sir

				etirilganda HBr gaz ajralib chiqadi.
7.6	J	AgNO ₃	J - ionlarning analitik reaksiyalari KJ+AgNO ₃ =AgJ+KNO ₃ K ⁺ ·J+Ag+HNO ₃ =↓AgJ+K ⁺ +N O ₃ ⁻ J+Ag ⁺ ↓AgJ	Sariq cho'kma HNO ₃ va ammiakda eriydi
7.7	J	Pb(NO ₃) ₂	2KJ+Pb(NO ₃) ₂ =↓PbJ ₂ +2KNO ₃ 2K ⁺ +2J+Pb ²⁺ +2NO ₃ ⁻ =PbJ ₂ 2J+Pb ²⁺ =↓PbJ ₂	Tillarang kris:all cho'kma
7.8	SCN	Hg(NO ₃) ₂	SCN- ionlarning analitik reaksiyalar 2NH ₄ SCN+Hg(NO ₃) ₂ =↓Hg(SCN) N) ₂ +2NH ₄ NO ₃ 2CN+Hg ₂ =↓Hg(SCN) ₂	Oq cho'kma ortiqcha reagentda erib kompleks birikma hosil qiladi
7.9	SCN	FeCl ₃	NH ₄ SCN+Hg(CSN) ₂ =[Hg(SCN) ↓]+NH ₄ ⁺ 3SCN+Hg(SCN) ₂ =[Fe(SCN) ₄]	Eritma qizil rangga o'tadi
7.10	SCN	AgNO ₃	NH ₄ SCN+AgNO ₃ =↓AgSCN+N H ₄ NO ₃ SCN+Ag=↓AgSCN	Oq cho'kma
7.11	[Fe(CN) 6] ⁴⁻	FeCl ₃	[Fe(CN) ₆] ⁴⁻ ionlarning analitik reaksiyalar 4FeCl ₃ +3K ₄ [Fe(CN) ₆]=↓Fe ₄ [Fe(CN) ₆]+12KCl 4Fe ³⁺ +3[Fe(CN) ₆] ⁴⁻ ↓=4Fe[Fe(CN) ₆]	pH <7, ko'k tusli berlin lazuri cho'kma
7.12	[Fe(CN) 6] ⁴⁻	AgNO ₃	4AgNO ₃ +K ₄ [Fe(CN) ₆]=↓Ag[Fe (CN) ₆]+4KNO ₃ 4Ag ⁺ + [Fe(CN) ₆] ⁴⁻ =↓Ag[Fe(CN) ₆]	Oq cho'kma
7.13	[Fe(CN) 6] ⁴⁻	CuCl ₂	2CuCl ₂ +K ₄ [Fe(CN) ₆]= ↓Cu ₂ [Fe(CN) ₆]+4KCl 2Cu ²⁺ + [Fe(CN) ₆] ⁴⁻ ↓Cu ₂ [Fe(CN) ₆]	Qizil qo'ng'ir cho'kma
7.14	[Fe(CN)	AgNO ₃	[Fe(CN) ₆] ³⁻ ionlarning analitik	To'q sariq

	δ^{3-}		reaksiyalar $3AgNO_3 + K_3[Fe(CN)_6] =$ $\downarrow Ag_3[Fe(CN)_6] + 3KNO_3$ $2Ag^+ + [Fe(CN)_6] =$ $\downarrow Ag_2[Fe(CN)_6]$	cho'kma, NH_3 da eriydi
7.15	$[Fe(CN)_6]^{3-}$	$ZnCl_2$	$K_3[Fe(CN)_6] + 3ZnCl_2 =$ $[Fe(CN)_6]_2$ $2[Fe(CN)_6]^{3-} + 3Zn^{2+} =$ $[Fe(CN)_6]_2^{3-}$	$\downarrow Zn_3$ Sariq cho'kma $\downarrow Zn$
7.16	$[Fe(CN)_6]^{3-}$	$FeCl_2$	$2K[Fe(CN)_6] + 2FeCl_2 =$ $\downarrow Fe_3[Fe(CN)_6]_2 + 6KCl$ $2[Fe(CN)_6]^{3-} + 3Fe^{2+} = \downarrow$ $[Fe_3(CN)_6]_2$	$pH \leq 7$, ko'k tunqli trunbul ko'ki cho'kma

8-jadval

UCHINCHI ANALITIK GURUH ANIONLARI UCHUN XOS
BO'LGAN XUSUSIY REAKSIYALAR

№	Ion	Reagen t	Reaksiyaning molekulyar va ionli tenglamasi	Ilova
1	2	3	4	5
8.1	CH_3COO^-	H_2SO_4	CH_3COO^- ionlarning analitik reaksiyalari $2CH_3COONa + H_2SO_4 \rightarrow Na_2SO_4 +$ $2CH_3COOH \uparrow$ $CH_3COO^- + 2H^+ \rightarrow 2CH_3COOH \uparrow$	Eritma qizdirilganda CH_3COOH ajralib chiqadi, uni hididan bilish mumkin
8.2	CH_3COO^-	$FeCl_3$	$3CH_3COONa + FeCl_3$ $\rightarrow \downarrow (CH_3COO)_3Fe + 3NaCl$ $3CH_3COO^-$ $+ Fe^{3+} \rightarrow \downarrow (CH_3COO)_3Fe$	Qizil- qo'ng'ir rang hosil bo'lib isitilsa asosli tuz cho'knaga tushadi
8.3	NO_3^-	Al yoki Zn NaOH	NO_3^- -ionlarning analitik reaksiyalar $NaNO_3 + 8Al + 2H_2O = 8NaAlO_2 + 3$	NH_3 ajralib chiqadi, hididan yoki

			$NH_3 \uparrow$ $3NO_3^- + 8Al + 5OH + H_2O = 8AlO_2^- + NH_3$	<i>ho'llangan lakmus qog'ozini ko'karishida n bilamiz</i>
8.4	NO_3^-	$Cu + H_2SO_4$	$2NaNO_3 + 3Cu + 4H_2SO_4 = 2NO + 3Cu(NO_3)_2 + 4Na_2SO_4 + 4H_2O$ $2NO + O_2 = 2NO_2$ $8NO_3^- + 3Cu + 8H^+ = 2NO + 3Cu(NO_3)_2 + 4H_2O$	<i>NO ajralib chiqadi havoda oksidlanib qo'ng'ir rangli NO_2 ni hosil qiladi</i>
8.5	NO_2^-	H_2SO_4	NO_2^- - ionlarning analitik reaksiyalar $2KNO_2 + H_2SO_4 = NO_2 + NO + K_2SO_4 + H_2SO_4 + H_2O$ $2NO_2 + 2H^+ = NO_2 + NO + H_2O$	<i>Qo'ng'ir rangli NO_2 ajralib chiqadi</i>

9-jadval

Kuchsiz kislota va asoslarning (25⁰C) dissotsiatsiyalanish doimiyliklarining qiymatlari.

Nomi	Formulasi	Dissotsiatsiyalanish konstantasi	RK
Ammoniy gidrooksid	NH_4OH	$K = 1,8 \cdot 10^{-5}$	4,74
Oksalat kislota	$H_2C_2O_4$	$K = 5,6 \cdot 10^{-2}$	1,25
		$K = 5,4 \cdot 10^{-5}$	4,27
Ortofosfat kislotasi	H_3PO_4	$K = 7,1 \cdot 10^{-3}$	1,96
		$K = 6,2 \cdot 10^{-8}$	6,70
		$K = 4,2 \cdot 10^{-13}$	12,41
Sirka kislotasi	CH_3COOH	$K = 1,74 \cdot 10^{-5}$	4,74
Karbonat kislotasi	H_2CO_3	$K = 4,5 \cdot 10^{-7}$	1,76
		$K = 4,8 \cdot 10^{-11}$	7,20
Sianid kislotasi	HCN	$K = 5,0 \cdot 10^{-10}$	9,15
Sulfid kislotasi	H_2S	$K = 1,0 \cdot 10^{-7}$	6,99
		$K = 2,5 \cdot 10^{-13}$	12,89
Sulfit kislotasi	H_2SO_3	$K = 1,4 \cdot 10^{-2}$	1,76

		$K = 6,2 \cdot 10^{-8}$	7,20
Vodorod peroksid	H_2O_2	$K = 2,0 \cdot 10^{-12}$	
		$K = 1,0 \cdot 10^{-25}$	11,70
Chumoli kislotasi	$HCOOH$	$K = 1,5 \cdot 10^{-4}$	3,75
Vino kislotasi	$H_2C_4H_4O_6$	$K = 1,0 \cdot 10^{-3}$	3,04
		$K = 4,6 \cdot 10^{-5}$	4,37
Ortoborot kislotasi	H_3BO_3	$K = 6,0 \cdot 10^{-10}$	9,24
		$K = 1,8 \cdot 10^{-13}$	
		$K = 1,6 \cdot 10^{-14}$	
Nitrit kislotasi	HNO_2	$K = 6,9 \cdot 10^{-4}$	3,29
Ftorid kislotasi	HF	$K = 4,0 \cdot 10^{-10}$	3,17
Qo'rgoshin gidroksidi	$Pb(OH)_2$	$K = 9,6 \cdot 10^{-4}$	7,52

10-jadval

Eritmaning ion kuchi (μ) har xil bo'lganda aktivlik koeffitsientlarining qiymati

Ionning zaryadi	Eritmaning ion kuchi								
	0,0001	0,001	0,0025	0,005	0,01	0,025	0,05	0,1	0,2
1	0,975	0,964	0,950	0,930	0,900	0,85	0,81	0,76	0,70
2	0,903	0,87	0,805	0,742	0,670	0,55	0,45	0,37	0,24
3	0,80	0,73	0,64	0,51	0,440	0,32	0,24	0,18	0,08
4	0,67	0,58	0,45	0,35	0,25	0,15	0,10	0,06	0,03
H ⁺ uchun	0,975	0,97	0,95	0,93	0,91	0,88	0,86	0,83	0,76
OH ⁻ uchun	0,975	0,964	0,964	0,926	0,90	0,85	0,81	0,76	0,70

Ayrim cho'kmalarning eruvchanlikko'paytmasi (EK)ning qiymati

Karbonatlar		$Mn(OH)_2$	$1,9 \cdot 10^{-13}$	Bi_2S_3	$1,0 \cdot 10^{-9}$
$CaCO_3$	$3,8 \cdot 10^{-9}$	$Zn(OH)_2$	$1,2 \cdot 10^{-17}$	Ag_2S	$2,0 \cdot 10^{-20}$
$BaCO_3$	$4,0 \cdot 10^{-10}$	$Cr(OH)_3$	$6,3 \cdot 10^{-31}$	PbS	$2,5 \cdot 10^{-27}$
Ag_2CO_3	$1,2 \cdot 10^{-12}$	$Cu(OH)_2$	$2,2 \cdot 10^{-20}$	SnS	$2,5 \cdot 10^{-27}$
$CdCO_3$	$1,0 \cdot 10^{-12}$	$Cd(OH)_2$	$2,2 \cdot 10^{-14}$	Xloridlar	
$CoCO_3$	$1,0 \cdot 10^{-10}$	$Co(OH)_2$	$1,6 \cdot 10^{-15}$	$AgCl$	$1,78 \cdot 10^{-10}$
$SrCO_3$	$1,1 \cdot 10^{-10}$	$Hg(OH)_2$	$3,0 \cdot 10^{-26}$	Hg_2Cl_2	$1,5 \cdot 10^{-18}$
$ZnCO_3$	$1,4 \cdot 10^{-11}$	$Sb(OH)_3$	$4,0 \cdot 10^{-42}$	$PbCl_2$	$1,6 \cdot 10^{-5}$
$NiCO_3$	$1,3 \cdot 10^{-7}$	$Sn(OH)_2$	$6,3 \cdot 10^{-27}$	Xromatlar	
$MnCO_3$	$1,8 \cdot 10^{-11}$	$Sn(OH)_4$	$1,0 \cdot 10^{-57}$	$SrCrO_4$	$3,6 \cdot 10^{-5}$
$PbCO_3$	$7,5 \cdot 10^{-14}$	$Pb(OH)_2$	$5,0 \cdot 10^{-16}$	$CaCrO_4$	$7,1 \cdot 10^{-4}$
$FeCO_3$	$3,5 \cdot 10^{-11}$	$AgOH$	$1,6 \cdot 10^{-9}$	$BaCrO_4$	$1,2 \cdot 10^{-10}$
$CuCO_3$	$2,5 \cdot 10^{-11}$	$Hg_2(OH)_2$	$1,6 \cdot 10^{-23}$	$CuCrO_4$	$3,6 \cdot 10^{-5}$
Hg_2CO_3	$8,9 \cdot 10^{-17}$	$Bi(OH)_3$	$4,3 \cdot 10^{-31}$	Hg_2CrO_4	$5,0 \cdot 10^{-9}$
Sulfatlar		Sulfidlar		Ag_2CrO_4	$1,1 \cdot 10^{-12}$
$CaSO_4$	$2,5 \cdot 10^{-9}$	NiS	$3,2 \cdot 10^{-19}$	Fosfatlar	

Suvli eritmalaridagi ba'zi kompleks ionlarning beqarorlik doimiyligi

Kompleks				
hosil	Kompleks ionning dissotsilanishi	K	pK = -lgK	
qiluvchi ion				
Ag^+	$[Ag(NH_3)_2] \leftrightarrow Ag^+ + 2NH_3$	$6,8 \cdot 10^{-8}$	7,17	
Ag^-	$[Ag(CN)_2] \leftrightarrow Ag^- + 2CN^-$	$1,08 \cdot 10^{-21}$	21	
Al^{3+}	$[AlF_6]^{3-} \leftrightarrow Al^{3+} + 6F^-$	$2,0 \cdot 10^{-21}$	20,70	
Cu^{2+}	$[Cu(NH_3)_4]^{2+} \leftrightarrow Cu^{2+} + 4NH_3$	$2,0 \cdot 10^{-13}$	12,70	
Cu^{2+}	$[Cu(CN)_4]^{2-} \leftrightarrow Cu^{2+} + 4CN^-$	$5,0 \cdot 10^{-28}$	27,30	

Fe^{2+}	$[\text{Fe}(\text{CN})_6]^{4-} \leftrightarrow \text{Fe}^{2+} + 6\text{CN}^-$	$1,0 \cdot 10^{-37}$	37
Fe^{3+}	$[\text{Fe}(\text{CN})_6]^{3-} \leftrightarrow \text{Fe}^{3+} + 6\text{CN}^-$	$1,0 \times 10^{-44}$	44
Fe^{3+}	$[\text{Fe}(\text{SCN})_6]^{3-} \leftrightarrow \text{Fe}^{3+} + 6\text{SCN}^-$	$3,2 \times 10^{-4}$	3,50
Hg^{2+}	$[\text{HgJ}_4]^{2-} \leftrightarrow \text{Hg}^{2+} + 4\text{J}^-$	$1,5 \times 10^{-30}$	29,82
J^-	$[\text{J}_3]^- \leftrightarrow \text{J}_2 + \text{J}^-$	$1,3 \cdot 10^{-3}$	2,89
Jn^{2+}	$[\text{Jn}(\text{NH}_3)_4]^{2+} \leftrightarrow \text{Jn}^{2+} + 4\text{NH}_3$	$2 \cdot 10^{-9}$	8,70
Co^{2+}	$[\text{Co}(\text{SCN})_4]^{2-} \leftrightarrow \text{Co}^{2+} + 4\text{SCN}^-$	$6,31 \cdot 10^{-2}$	1,20
Co^{2+}	$[\text{Co}(\text{NH}_3)_4]^{2+} \leftrightarrow \text{Co}^{2+} + 6\text{NH}_3$	$4,07 \cdot 10^{-5}$	4,39
Co^{3+}	$[\text{Co}(\text{NH}_3)_6]^{3+} \leftrightarrow \text{Co}^{3+} + 6\text{NH}_3$	$6,17 \cdot 10^{-36}$	35,21
Cd^{2+}	$[\text{Cd}(\text{NH}_3)_4]^{2+} \leftrightarrow \text{Cd}^{2+} + 4\text{NH}_3$	$2,75 \cdot 10^{-7}$	6,56
Cd^{2+}	$[\text{CdJ}_4]^{2-} \leftrightarrow \text{Cd}^{2+} + 4\text{J}^-$	$7,94 \cdot 10^{-7}$	6,10
Fe^{3+}	$[\text{Fe}(\text{CN})_6]^{3-} \leftrightarrow \text{Fe}^{3+} + 6\text{CN}^-$	$1,0 \cdot 10^{-44}$	44
Fe^{3+}	$[\text{Fe}(\text{SCN})_6]^{3-} \leftrightarrow \text{Fe}^{3+} + 6\text{SCN}^-$	$3,2 \cdot 10^{-4}$	3,50
Hg^{2+}	$[\text{HgJ}_4]^{2-} \leftrightarrow \text{Hg}^{2+} + 4\text{J}^-$	$1,5 \cdot 10^{-30}$	29,82
J^-	$[\text{J}_3]^- \leftrightarrow \text{J}_2 + \text{J}^-$	$1,3 \cdot 10^{-3}$	2,89
In^{2+}	$[\text{In}(\text{NH}_3)_4]^{2+} \leftrightarrow \text{In}^{2+} + 4\text{NH}_3$	$2 \cdot 10^{-9}$	8,70
Co^{2+}	$[\text{Co}(\text{SCN})_4]^{2-} \leftrightarrow \text{Co}^{2+} + 4\text{SCN}^-$	$6,31 \cdot 10^{-2}$	1,20
Co^{2+}	$[\text{Co}(\text{NH}_3)_4]^{2+} \leftrightarrow \text{Co}^{2+} + 6\text{NH}_3$	$4,07 \cdot 10^{-5}$	4,39
Co^{3+}	$[\text{Co}(\text{NH}_3)_6]^{3+} \leftrightarrow \text{Co}^{3+} + 6\text{NH}_3$	$6,17 \cdot 10^{-36}$	35,21
Cd^{2+}	$[\text{Cd}(\text{NH}_3)_4]^{2+} \leftrightarrow \text{Cd}^{2+} + 4\text{NH}_3$	$2,75 \cdot 10^{-7}$	6,56
Cd^{2+}	$[\text{CdJ}_4]^{2-} \leftrightarrow \text{Cd}^{2+} + 4\text{J}^-$	$7,94 \cdot 10^{-7}$	6,10

Oksidlovchi va qaytaruvchilarning normal oksidlanish-qaytarilish potentsiali E^0

Yuqori darajasi	oksidlanish	$+ne$	Quyi oksidlanish darajasi	$E_{0,25}$
F_2		$+2e$	$2F^-$	+2,87
$S_2O_8^{2-}$		$+2e$	$2SO_4^{2-}$	+2,05
$NaBiO_3 + 4H^+$		$+2e$	$BiO^+ + Na^+ + 2H_2O$	+1,8
$H_2O_2 + 2H^+$		$+2e$	$2H_2O$	+1,77
$MnO_4^- + 4H^+$		$+3e$	$MnO_2 + 2H_2O$	+1,69
$MnO_4^- + 8H^+$		$+5e$	$Mn^{2+} + 4H_2O$	+1,51
$PbO_2 + 4H^+$		$+2e$	$Pb^{2+} + 2H_2O$	+1,455
$ClO_3^- + 6H^+$		$+6e$	$Cl^- + 3H_2O$	+1,45
Cl_2		$+2e$	$2Cl^-$	+1,359
$Cr_2O_7^{2-} + 14H^+$		$+6e$	$2Cr^{3+} + 7H_2O$	+1,33
$MnO_2 + 4H^+$		$+2e$	$Mn^{2+} + 2H_2O$	+1,23
$O_2 + 4H^+$		$+4e$	$2H_2O$	+1,229
$2IO_3^- + 12H^+$		$+10e$	$I_2 + 6H_2O$	+1,19
Br_2		$+2e$	$2Br^-$	+1,087
$HNO_2 + H^+$		$+e$	$NO + H_2O$	+0,99
$NO_3^- + 4H^+$		$+3e$	$NO + 2H_2O$	+0,96
$O_2 + 4H^+ (10^{-7} M)$		$+4e$	$2H_2O$	+0,815
$NO_3^- + 2H^+$		$+e$	$NO_2 + H_2O$	+0,80
Ag		$+e$	Ag	+0,799
Fe^{3+}		$+e$	Fe^{2+}	+0,771
$MnO_4^- + 2H_2O$		$+3e$	$MnO_2 + 4OH^-$	+0,60
MnO_2^-		$+e$	MnO_4^{2-}	+0,56
$H_3AsO_4 + 2H^+$		$+2e$	$HAsO_2 + 2H_2O$	+0,56
I_2		$+2e$	$2I^-$	+0,536
$O_2 + 2H_2O$			$4OH^-$	+0,401

$SO_4^{2-} + 8H^+$	$+6e$	$S + 4H_2O$	+0,36
Cu^{2+}	$+2e$	Cu	+0,337
$SbO^+ + 2H^+$		$Sb + H_2O$	+0,212
$SO_4^{2-} + 4H^+$	$+2e$	$H_2SO_4 + H_2O$	+0,17
Sn^{4+}	$+2e$	Sn^{2+}	+0,15
$S + 2H^+$	$+2e$	H_2S	+0,14
$NO_3^- - H_2O$	$+2e$	$NO_2^- + 2OH^-$	+0,01
$2H^+$	$+2e$	H_2	+0,00
$NO_3^- + 7H_2O$	$+8e$	$NH_4OH + 9OH^-$	-0,12
Pb^{2+}	$+3e$	Pb	-0,126
$CrO_4^{2-} + 4H_2O$	$+2e$	$Cr(OH)_3 + 5OH^-$	-0,13
Sn^{2+}	$+2e$	Sn	-0,140
Ni^{2+}	$+2e$	Ni	-0,23
Co^{2+}	$+2e$	Co	-0,28
Cd^{2+}	$+2e$	Cd	-0,402
Fe^{2+}	$+2e$	Fe	-0,440
$Bi_2O_3 + 2H_2O$	$+6e$	$2Bi + 6OH^-$	-0,46
S	$+2e$	S^{2-}	-0,48
$Fe(OH)_3$	$+e$	$Fe(OH)_2 + OH^-$	-0,56
Zn^{2+}	$+2e$	Zn	-0,763
$SO_4^{2-} + H_2O$	$+2e$	$SO_3^{2-} + 2OH^-$	-0,93
Mn^{2+}	$+2e$	Mn	-1,19
$ZnO_2^{2-} + 2H_2O$	$+2e$	$Zn + 4OH^-$	-1,216
Al^{3+}	$+3e$	Al	-1,66
$AlO_2^- + 2H_2O$	$+3e$	$Al + 4OH^-$	-2,35
Mg^{2+}	$+2e$	Mg	-2,37
Na^+	$+e$	Na	-2,713
Ca^{2+}	$+2e$	Ca	-2,87
K^+	$+e$	K	-2,925

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR:

1. Кристиан Г., М. Бином// Аналитическая химия, том 1.-М.: Химия 2009.-623 с.
2. Кристиан Г., М. Бином// Аналитическая химия, том 2. М.: Химия 2009. 504 с.
3. Donald Skoog, M. West. Fundamentals of Analytical Chemistry Brouks. Cole. Cengage, 2014.
4. Васильев В.П. Аналитик кимё. 1-қисм.Тошкент: Ўзбекистон,1999. 337б.
5. Золотов Ю.А., Дорохова Е.Н., Фадеева В.И. и др. Основы аналитической химии: Учеб.пособ. - М.: Высшая школа, В 2 кн. Кн.2. 2004. 496 с.
6. Васильев В.П. Аналитическая химия. В 2 т /.-М.: Высшая школа, 1989, В 2 т.
7. Пилипенко А.Т., Пятницкий И.В. Аналитическая химия. В 2 т. М.: Химия 1990
8. Fayzullaev O. Analitik kimyo. Toshkent, «Yangi asr avlodi». 2006.- 488 b.
9. Васильев В.П. Аналитическая химия. В 2-х кн. -М.: «Дрофа». 2004.
10. Коренман Я.И. Практикум по аналитической химии. М.:«Колос» Кн.1. 2005.
11. Под ред. Золотова Ю.А. Основы аналитической химии, Книга 1. Общие вопросы. Методы разделения. М.: Высш. шк. 2000. 351 с. 12. Янсон Э.Ю. Теоретические основы аналитической химии: Учебное пособие. М.: Высшая школа, 1987.- 261 с.
12. Алексеев В.Н. Курс качественного химического полумикроанализа. -М.:Химия, 1973.- 584 с.
13. Fayzullaev O. Turabov N., Ro'ziyev E., Quvatov A., Muhamadiyev N. Analitik kimyo. Laboratoriya mashg'ulotlari. Toshkent. «Yangi asr avlodi», 2006.- 448 b.
14. Ф. Гельц. Основы тонкослойной хроматографии. том 1, 2006.- 400 с.
15. Толипов Ш.Т., Хусайнов Х. Аналитик кимёдан масалалар гулпами.Тошкент. Ўқитувчи, 1983.
16. М.Т. Gulamova Analitik kimyo fani sifat analizidan masala va misollar yechish bo'yicha uslubiy ko'rsatma Buxoro -2008.

MUNDARIJA

KIRISH	3
1-Amaliy mashg'ulot. Ionlanish darajasi va ionlanish konstantasi, critma pH ini hisoblash.	4
2-Amaliy mashg'ulot. Eruvchanlik ko'paytmasi va eruvchanlikni hisoblashga oid masalalar yechish	11
3-Amaliy mashg'ulot. Tuzlarning gidroliz konstantasi va gidrolizlanish darajasini hisoblashga oid masalalar yechish.	15
4- Amaliy mashg'ulot. Kompleks birikmalarning beqarorlik doimiyliigi. Kompleks birikmalarning xossalriga doir masalalar yechish.	21
5-Amaliy mashg'ulot. Gravimetrik analiz bo'yicha masalalar yechish.	43
6-Amaliy mashg'ulot. Oksidlanish-qaytarilish potentsiali. Permanganometriyaga oid masalalar yechish.	52
7-Amaliy mashg'ulot. Titrlab cho'ktirish metodlariga oid masalalar.	58
8-Amaliy mashg'ulot. Kompleksonometrik titrlashga oid masalalar yechish.	63
LABORATORIYA ISHLARI	
1-Laboratoriya ishi. Kimyo laboratoriyasida ishlashning umumiy qoidalari. xavfsizlik texnikasi. Kimyoviy idishlar, ularni ishga tayyorlash.	71
2- Laboratoriya ishi. Birinchi va ikkinchi guruh kationlarini ochish reaksiyalari va aralashmasining analizini bajarish.	78
3- Laboratoriya ishi. Uchinchi guruhi kationlarini ochish reaksiyalari va aralashmasining analizi.	84
4- Laboratoriya ishi. Uchinchi guruh kationlar aralashmasining analizi.	88
5-Laboratoriya ishi. I - III guruh kationlari aralashmasi analizi.	91
6-Laboratoriya ishi. Birinchi guruh anionlariga xos sifat reaksiyalar.	94
7-Laboratoriya ishi. Ikkinchi analitik guruh anionlari va ularning xususiy reaksiyalari.	99
8- Laboratoriya ishi. I, II, III guruh anionlari aralashmalari analizi.	103

9- Laboratoriya ishi. Tortma analiz. Haydash usuli bo'yicha analiz qilish yo'li. Texnik va analitik tarozilar tavsifi va tortish texnikasi. Yakka tartibda tarozida tortishni o'rgatish.	108
10-Laboratoriya ishi. Berilgan modda tarkibidagi kristalizatsion suvni aniqlash nazorat ishini bajarish. Ishchi ishqor eritmasini tayyorlash va uni konsentratsiyasini aniqlash.	112
11-Laboratoriya ishi. Ishchi ishqor eritmasining konsentratsiyasini aniqlash. Berilgan kislotani foiz konsentratsiyasini aniqlash bo'yicha nazorat ishini bajarish.	115
12-Laboratoriya ishi. Gravimetrik analiz va neytrallash usullari. neytrallash usuhda suvning qattiqligini aniqlash bo'yicha nazorat ishini bajarish, suvning karbonatli qattiqligini aniqlash.	120
13-Laboratoriya ishi. Oksidlanish-qaytarilish usuli Permanganometriya usulida ishchi eritma tayyorlash va uni konsentratsiyasini aniqlashni tushuntirish va uni amalda bajarish.	123
14-Laboratoriya ishi. Yodometriya usulida ishchi eritmani konsentratsiyasini aniqlash va shu usul bilan nazorat ish: eritmadagi misning miqdorini aniqlash. Misni (Cu^{+2}) gramm miqdorini aniqlash.	126
15-Laboratoriya ishi. Bufer eritmalar tayyorlash. Taproqning bufer sig'imini aniqlash.	129
ILOVALAR	133
Foydalangan adabiyotlar	157

G.A. Ixtiyarova, M.T. Aliyeva, Z.U. Ishmanova

ANALITIK KIMYO

“Tafakkur avlodi” nashriyoti, 2023

Muharrir: Abdukamol Abdujalilov
Texnik muharrir: Yunusali O‘rinov
Badiiy muharrir: Shoimov Zuxriddin
Musahhiha: Gulchehra Azizova
Dizayner: Dilfuza Beknazarova

Nash.lits. № 2013-975f-3e5e-d1e5-
f4f3-8537-2366, 20.08.2020 y.

Terishga 24.12.2022-yilda berildi. Bosishga 11.02.2023-yilda ruxsat
etildi. Bichimi: 60x84 1/16. Ofset bosma. «Times New Roman»
garniturasi. Shartli b.t. 10.0. Nashr b.t. 9.3.

Adadi 200 nusxa. Buyurtma № O/03.

Bahosi shartnoma asosida.

“Tafakkur avlodi” nashriyoti, 100190, Toshkent shahri,
Yunusobod-9, 13-54. e-mail: tafakkur_avlodi@mail.ru

“Tafakkur avlodi” MCHJ bosmaxonasida bosildi.
Toshkent shahri, Olmazor tumani, Nodira ko‘chasi, 1-uy.
Telefon: +99890 000-33-93