O‘ZBEKISTON RESPUBLIKASI OLIY VA O‘RTA MAXSUS TA’LIM VAZIRLIGI

O‘RTA MAXSUS, KASB-HUNAR TA’LIMI MARKAZI

U. HAYDAROV

ANALITIK KIMYO

Tibbiyot kollejlari uchun darslik

Qayta ishlangan va to‘ldirilgan 2- nashri

„O‘QITUVCHI“ NASHRIYOT-MATBAA IJODIY UYI
TOSHKENT — 2013

UO‘K: 543 (053)
KBK 24.4
H-41

Taqrizchilar: **M.D. Davronov** — Samarqand davlat tibbiyot instituti qoshidagi akademik litsey direktori, k. f.d., proff.;
X.A. Abdullayeva — O‘zbekiston Respublikasi Sog‘liqni saqlash vazirligi tibbiy ta’limni rivojlantirish Markazi kollejlar bo‘limi boshlig‘i.

Ushbu darslik tibbiyot kollejlarining o‘quvchilari uchun mo‘ljallangan bo‘lib, analitik kimyo fanining nazariy asoslari, sifat analizi va miqdoriy analiz bo‘limlarini o‘z ichiga olgan.

Kitobning nazariy asoslar bo‘limida laboratoriya mashg‘ulotlari va amaliy ishlarni bajarish uchun zarur bo‘lgan nazariy bilimlar; sifat analizi bo‘limida kationlar va anionlarning asosiy sifat reaksiyalari, ular aralashmalarining analizi hamda tibbiyotning turli sohalarida tekshirish asoslarini puxta o‘zlashtirishdagi ahamiyati, miqdoriy analiz bo‘limida esa tibbiyotda farmatsevtik preparatlardagi asosiy dorivor va qo‘shimcha moddalarni miqdoriy jihatdan aniqlash usullari va boshqa mavzular yoritilgan.

Darslik tibbiyot kollejlari o‘quvchilari uchun mo‘ljallangan bo‘lsa-da, undan soha mutaxassislari, farmatsevtika institutlari talabalari ham foydalanishlari mumkin.

© „O‘qituvchi“ NMIU, 2007.
ISBN 978-9943-02-688-9
© „O‘qituvchi“ NMIU, 2013.

SO‘ZBOSHI

Ushbu darslik „Ta’lim to‘g‘risida“gi qonun va „Kadrlar tayyorlash Milliy dasturi“da ko‘zda tutilgan g‘oyalar asosida ta’lim sohasida amalga oshirilayotgan tub islohotlar natijasida tashkil etilgan yangi tipdagi tibbiyot kollejlarining o‘quvchilari uchun mo‘ljallangan.

Darslik O‘zbekiston Respublikasi Oliy va o‘rta maxsus ta’lim vazirligi, O‘rta maxsus, kasb-hunar ta’limi Markazi tomonidan tibbiyot kollejlari uchun analitik kimyo fanidan tasdiqlangan o‘quv dasturi asosida yozilgan bo‘lib, u analitik kimyo fanining nazariy asoslari, sifat analizi va miqdoriy analiz bo‘limlarini o‘z ichiga oladi.

Analitik kimyo fanining nazariy asoslari bo‘limida o‘quvchilarga laboratoriya mashg‘ulotlari va amaliy ishlarni bajarish uchun zarur bo‘lgan nazariy bilimlarni yoritib berishga harakat qilindi. Sifat analizi bo‘limida kationlar va anionlarning asosiy sifat reaksiyalari, turli xil analitik gruppa kationlari va anionlari aralashmalarining analizi hamda sifat reaksiyalarining dorivor moddalar chinligini aniqlashdagi, mikrobiologiya, gigiyena, tibbiy parazitologiya, epidemiologiya, laboratoriya diagnostikasi, tibbiy profilaktika va klinik laboratoriya tekshirish asoslarini puxta o‘zlashtirishdagi ahamiyati bayon etildi.

Darslikda kationlar va anionlarni aniqlashning yarimmikro usuli (metodi) keltirilgan. Ba’zi hollarda sifat reaksiyalarining tomchi va mikrokristalloskopik usullarning sifat analizida qo‘llanilishi ham ko‘rsatib o‘tilgan. Shunungdek, kation va anionlarning analitik usullari to‘liq berilmasdan, asosiy dorivor moddalar tarkibiga kiruvchi va farmatsevtik preparatlarning chinligini aniqlashda hamda mikrobiologik, gistologik, gigiyenik va klinik laboratoriya sharoitida tekshirish usullarida katta ahamiyatga ega bo‘lgan, bo‘lg‘usi mutaxassislar faoliyatida ko‘p uchraydigan ionlarni aniqlash reaksiyalari keltirilgan.

Kationlarning analitik gruppalarga bo‘linishini kislota-ishqorli tasnifi berilgan. Klassik usulda kationlar aralashmasini analiz qilish zaharli gaz — vodorod sulfid bilan bog‘liq

bo‘lganligi hamda ko‘p vaqt talab qilganligi tufayli kationlar aralashmasini kislota-ishqorli usulda analiz qilish tartibi bayon qilingan.

Miqdoriy analiz bo‘limida tibbiy profilaktika va diagnostikada ishlatiladigan hamda dorixonalarda farmatsevtik preparatlardagi asosiy dorivor modda va qo‘shimcha moddalarni miqdoriy jihatdan aniqlashda, sud kimyosida ko‘p qo‘llaniladigan tortma (gravimetrik) va hajmiy (titrimetrik) analiz usullarining asoslari hamda fizikaviy va fizik-kimyoviy (fotometrik, kalorimetrik, fotoelektrokalorimetrik, nefelometrik, pH metrik va refraktometrik) analiz usullari yoritilgan. Shuningdek, turli xil miqdoriy aniqlashlarga misollar keltirilgan.

Muallif ushbu darslikni tayyorlashda o‘zining beminnat va qimmatli maslahatlarini bergan Samarqand davlat tibbiyot instituti professori M.D.Davronovga va Toshkent tibbiyot pediatriya instituti akademik litseyining kimyo fani o‘qituvchisi, dotsent I.A.Toshevga chuqur minnatdorchilik bildiradi.

Darslikni kamchiliklardan xoli deb bo‘lmaydi. Darslik haqidagi fikr-mulohazalaringizni quyidagi manzilga yuborishingizni iltimos qilamiz:

Toshkent — 129. Navoiy ko‘chasi, 30. „O‘qituvchi“ nashriyot-matbaa ijodiy uyi.

ANALITIK KIMYO VA UNING VAZIFALARI

Analitik kimyo — *modda va aralashmalarning sifat va miqdoriy tarkibini hamda ular tarkibidagi komponentlarning strukturasini o‘rganadigan fan hisoblanadi.*

Analiz (tahlil) qilishda avval moddaning sifat tarkibi, ya’ni u qanday elementlar, ionlar yoki funksional gruppalardan tarkib topganligi aniqlanadi. So‘ngra moddaning miqdoriy tarkibi aniqlanib, shu moddada topilgan elementlar, ionlar yoki funksional gruppalar qanday miqdoriy nisbatlarda ekanligi bilib olinadi.

Modda yoki aralashma qanday elementlar, ionlar yoki funksional gruppalardan iborat ekanligini aniqlash *sifat analizining* vazifasidir.

Tekshiriladigan modda yoki aralashma tarkibidagi elementlar, ionlar yoki funksional gruppalarning miqdori *miqdoriy analiz* orqali bilib olinadi.

Sifat analizi, odatda, miqdoriy analizdan oldin bajariladi, chunki miqdoriy analiz usullarini tanlash tekshiriladigan obyekt tarkibidagi elementlar yoki ionlarning qanday holatda ekanligiga bog‘liq bo‘ladi. Ikkinchi tomondan sifat analizida tekshiriladigan modda yoki aralashma tarkibidagi ayrim komponentlarning miqdori oz yoki ko‘pligi to‘g‘risida xulosa chiqariladi.

Tekshiriladigan obyekt tarkibidagi elementlar va ularning miqdori to‘g‘risida xulosa chiqarishga yordam beradigan analiz usuli *elementar analiz*, obyekt tarkibidagi funksional gruppalarni bilishga imkon beradigan analiz usuli *fuksional analiz*, obyekt tarkibidagi individual moddalar to‘g‘risida ma’lumot beradigan analiz usuli *molekular analiz* deyiladi.

Ko‘pgina ilmiy tekshirishlarda kimyoviy analiz usullaridan foydalaniladi. Biologiya, geologiya, ekologiya, tibbiyot, farmatsiya, tibbiy profilaktika, laboratoriya diagnostikasi, agronomiya, veterinariya, og‘ir sanoat, yengil sanoat, oziq-ovqat sanoati va boshqa sohalarda shu sohalarga xos bo‘lgan obyektlar: o‘simliklar, tog‘ jinslari, ma’danlar, suv, havo, qon, siydik,

me'da shirasi, dorivor moddalar, oziq-ovqatlar, ishlab chiqarish mahsulotlari, tuproq, odam va hayvonlar organizmidagi o'zgarishlarni tekshirishda kimyoviy analiz usullari keng qo'llaniladi.

Analitik kimyo fan sifatida XVII asrning o'rtalaridan rivojlana boshladi. Bu fanning rivojlanishiga ingliz olimi R.Boyl (1627—1691) katta hissa qo'shdi. U o'zigacha ma'lum bo'lgan sifat reaksiyalarini ma'lum bir tizimga soldi va yangi sifat reaksiyalarini taklif etdi. R.Boyl tortma analizga asos soldi, fanga „analiz" degan atamani kiritdi.

M.V.Lomonosov (1711—1765) birinchi bo'lib, kimyoviy tekshirishlarda mikroskopdan foydalangan. U 1749- yilda „Kristallarda burchaklar doimiyligi qonuni"ni ochdi. Rossiyada analizning mikrokristalloskopik usuli M.V.Lomonosov va T.Y. Lovitsning mehnatlari tufayli yuzaga keldi. T.Y. Lovits (1757—1804) kristallarning shakliga ko'ra, ularni identifikatsiyalash usullarini taklif etdi. Keyinchalik mikrokristalloskopik analiz usullari P.N. Axmetov, G. Dragendorf, Y. Bojiskiy, G. Berens va boshqalar tomonidan rivojlantirildi.

Rus olimi V. M. Severgin (1765—1826) analitik kimyoni qator yangi reaksiyalar va analizning samarali usullari bilan boyitdi. U kalorimetrik analizning asoschisi hisoblanadi.

Miqdoriy analiz XIX asrdan boshlab jadal sur'atlar bilan rivojlana boshladi. Bu sohadagi katta xizmatlar I.Y.Berselius va Y.Libixga tegishlidir.

XIX asrning 20-yillarida J.Gey-Lyussak miqdoriy analizning hajmiy usulini yaratdi. R.Bunzen va G.Kirxgof XIX asrning o'rtalarida spektral analizni ishlab chiqdilar.

Rus kimyogari D.I.Mendeleyev tomonidan kimyoviy elementlar davriy qonunining ochilishi va bu qonun asosida elementlar davriy sistemasining yaratilishi analitik kimyo fanining rivojlanishiga beqiyos hissa qo'shdi. Kimyoviy elementlar davriy sistemasi asosida atomning tuzilish nazariyasi rivojlantirildi. U yangi sifat reaksiyalarini ochish, shuningdek, aniqlash usullarini yaratish uchun elementlarning xossalaridagi o'xshashliklardan foydalanish imkonini berdi.

D.I.Mendeleyevning zamondoshi N.A.Menshutkin vodorod sulfid usuli bo'yicha kationlarni analitik gruppalarga bo'lishni

taklif etdi. Analitik kimyo fanining rivojlanishida 1871- yilda N.A.Menshutkin tomonidan yozilgan „Analitik kimyo“ darsligi katta rol o‘ynadi. M.A.Ilinskiy va L.A.Chugayevlar birinchi bo‘lib kimyoviy tekshirishlarda organik reaktivlarni qo‘llab, analitik kimyo fanining rivojlanishiga o‘zlarining salmoqli hissalarini qo‘shdilar.

N.A.Tananayev fanga juda oddiy va iqtisodiy jihatdan tejamkor *tomchi usuli* bilan analiz qilishni kiritdi. S. Arrenius tomonidan 1887- yilda elektrolitik dissotsilanish nazariyasining ishlab chiqilishi analitik kimyo fanining rivojlanishiga katta turtki bo‘ldi.

1922- yilda Y.Geyrovskiy tomonidan polyarografik analiz usuli ishlab chiqildi. I. P. Alimarin tekshiriladigan obyektlar tarkibida eng kam miqdordagi aralashmalarni ion almashinish va taqsimlanish xromatografiyasi usullari yordamida aniqlashga muyassar bo‘ldi.

Kimyo sanoatining jadal rivojlanishi yangi fizikaviy tekshirish usullarining paydo bo‘lishiga va rivojlanishiga sabab bo‘lmoqda. Hozirgi paytda anorganik va organik moddalarni spektroskopiya, yadro-magnit rezonansi (YMR), elektron paramagnit rezonansi (EPR) usullari bilan analiz qilish keng qo‘llanilmoqda. Hozirda elementlarning radioaktivligiga asoslangan yadro fizikaviy va radiokimyoviy analiz usullari ishlab chiqilib, obyektlarni masofadan turib analiz qilish imkoniyatlari yaratilgan. Xromatografiya va fotometriya analizning eng samarali usullariga aylandi.

Dorixona ishida, farmatsiya sanoatida, turli xil gigiyenik, klinik, diagnostik tekshiruvlar va profilaktika ishlarida analitik kimyo fanining usullari qo‘llaniladi.

Hozirda dorivor moddalarning sifatiga juda katta talablar qo‘yilmoqda. Dorixonalarda dorivor moddalarning chinligini, ular tarkibida qo‘shimcha moddalar borligi, ularning miqdorini va dorivor moddalar tarkibidagi asosiy komponentning miqdorini aniqlash kabi masalalarni kimyogar-analitik hal qilib beradi. Buning uchun esa u analitik kimyoning tekshirish usullari, zamonaviy asbob-uskunalar bilan ishlash texnikasini mukammal egallagan bo‘lishi kerak.

I BO‘LIM

ANALITIK KIMYO FANINING NAZARIY ASOSLARI

I BOB. KIMYOVIY MUVOZANAT

1- §. Kimyoviy reaksiyalarning tezligi

Kimyoviy reaksiyalarning tezligi har xil bo‘ladi. Masalan, portlash bilan boradigan reaksiyalar sekundning bir necha ulushida, elektrolitlar orasida boradigan reaksiyalar esa juda shiddatli borib, odatda, bir necha sekund ichida tugaydi. Organik birikmalar orasidagi reaksiyalar bir necha minut, ba’zan bir necha soat davom etishi mumkin. Organizmda boradigan biokimyoviy reaksiyalar sutkalab, oylab va hattoki yillab davom etadi. Yer ostida boradigan geokimyoviy reaksiyalar (vulqon, neft, toshko‘mir, gaz va turli xil ma’danlar) ning hosil bo‘lishi esa yillab hamda asrlar davomida boradi.

Turmushda va texnikada ayrim kimyoviy reaksiyalarning tezligini oshirishga va ayrimlarinikini pasaytirishga ehtiyoj tug‘iladi. Buning uchun biz kimyoviy reaksiyalarning tezligi nima va u qanday omillarga bog‘liqligini bilishimiz kerak.

Kimyoviy reaksiya tezligi deb, reaksiyaga kirishayotgan yoki reaksiya natijasida hosil bo‘lgan moddalardan birining konsentratsiyasini vaqt birligi ichida o‘zgarishiga aytiladi. Masalan,

$$A+B=C+D$$

jarayon uchun reaksiya tezligining matematik ifodasi quyidagicha:

$$V = \pm\frac{C_2 - C_1}{t_2 - t_1} = \pm\frac{\Delta C}{\Delta t}$$ bo‘ladi.

Bu yerda: V – reaksiya tezligi;

C_1 – moddaning t_1 vaqtdagi konsentratsiyasi;

C_2 – moddaning t_2 vaqtdagi konsentratsiyasi;

ΔC – modda konsentratsiyasining o‘zgarishi;

Δt – vaqtning o‘zgarishi.

Agar reaksiya tezligi reaksiyaga kirishayotgan A va B moddalar konsentratsiyasining o‘zgarishiga ko‘ra hisoblansa:

$V = -\frac{C_2 - C_1}{t_2 - t_1} = -\frac{\Delta C}{\Delta t}$ bo‘ladi. Bu formuladan agar reaksiya tezligi reaksiya natijasida hosil bo‘lgan C va D moddalarning konsentratsiyalarining o‘zgarishiga nisbatan hisoblansa, unda

$$V = \frac{C_2 - C_1}{t_2 - t_1} = \frac{\Delta C}{\Delta t}$$ bo‘ladi.

Odatda, reaksiyaning tezligi $\frac{\text{mol}}{l \cdot \text{s}}$; $\frac{\text{mol}}{l \cdot \text{min}}$; $\frac{\text{mol}}{l \cdot \text{soat}}$ da o‘lchanadi.

A va B moddalar reaksiyaga kirishishi uchun ularning molekulalari yoki ionlari o‘zaro to‘qnashishi kerak. Shundagina yangi modda molekulalari hosil bo‘ladi. Kimyoviy reaksiyalar tezligi reaksiyaga kirishayotgan moddalarning o‘zaro to‘qnashuvlar soniga to‘g‘ri proporsional bo‘ladi. To‘qnashuvlar soni esa moddalar konsentratsiyasiga bog‘liq bo‘lib, konsentratsiya qancha katta bo‘lsa, to‘qnashuvlar soni va reaksiya tezligi ham shuncha katta bo‘ladi.

1867- yilda K.Guldberg va P.Vaagelar *massalar ta’siri qonunini* kashf etib, bu qonunga quyidagicha ta’rif berdilar: *kimyoviy reaksiyalar tezligi reaksiyaga kirishayotgan moddalar konsentratsiyalarining ko‘paytmasiga to‘g‘ri proporsional bo‘ladi.*

Masalan,

$$A + B = AB$$

reaksiya uchun massalar ta’siri qonunining matematik ifodasini quyidagicha yozish mumkin:

$$V = K \cdot C_A \cdot C_B.$$

Bu yerda: V – reaksiya tezligi;

K – tezlik konstantasi;

C_A – A moddaning konsentratsiyasi;

C_B – B moddaning konsentratsiyasi.

Reaksiyaga kirishayotgan moddalarning konsentratsiyasi 1 mol/l bo‘lsa:

$$V = K \cdot 1 \cdot 1 = K$$ bo‘ladi.

Demak, $C_A = C_B = 1$ mol/l bo‘lganda reaksiyaning tezlik konstantasi K reaksiya tezligiga teng bo‘lar ekan, ya’ni reaksiya tezligini bildirar ekan. Bundan tezlik konstantasining fizik ma’nosi kelib chiqadi:

$$mA + nB = kC$$

shaklidagi reaksiya uchun massalar ta'siri qonunining matematik ifodasi

$$V = K \cdot C_A^m \cdot C_B^n$$ bo‘ladi.

Masalan: $4NH_3 + 5O_2 = 4NO + 6H_2O$ reaksiya uchun

$$V = K \cdot C_{NH_3}^4 \cdot C_{O_2}^5$$ bo‘ladi.

Reaksiyalarning tezligi haroratga ham bog‘liq bo‘lib, harorat har 10 °C ga oshganda ko‘pchilik reaksiyalarning tezligi 2–4 marta oshishi aniqlangan. Reaksiya tezligining haroratga bog‘liqligini *Vant-Goff* aniqlab, u quyidagi formulani taklif etdi:

$$V_{t_2} = V_{t_1} \cdot \gamma^{\frac{t_2 - t_1}{10}} = V_{t_2} \cdot \gamma^{\frac{\Delta t}{10}}.$$

Bu yerda: t_1 – dastlabki harorat;

t_2 – keyingi harorat;

V_{t_1} – reaksiyaning t_1 haroratdagi tezligi;

V_{t_2} – reaksiyaning t_2 haroratdagi tezligi;

γ – reaksiyaning harorat koeffitsiyenti.

Reaksiyaning harorat koeffitsiyenti γ – harorat 10 °C ga oshganda reaksiya tezligi necha marta oshganligini ko‘rsatadigan sondir.

Reaksiyaning tezligi reaksiyaga kirishayotgan moddalar tabiatiga, sirtiga va katalizatorga ham bog‘liqdir. Bu omillarning reaksiya tezligiga ta'siri anorganik kimyo kursida o‘rganiladi.

2- §. Qaytmas va qaytar reaksiyalar

Kimyoviy reaksiyalar oxirigacha borish-bormasligiga ko‘ra 2 turga bo‘linadi:

1. *Qaytmas reaksiyalar.* 2. *Qaytar reaksiyalar.*

Oxirigacha boradigan reaksiyalar *qaytmas reaksiyalar* deyiladi.

Qaytmas reaksiyalarda reaksiya uchun olingan dastlabki moddalar reaksiya mahsulotlariga aylanadi. Reaksiya qaytmas bo‘lishi uchun quyidagi shartlardan hech bo‘lmaganda bittasi bajarilishi:

– reaksiya muhitda erimaydigan modda hosil bo‘lib, cho‘kmaga tushishi;

– gaz modda hosil bo‘lib, reaksiya sferasidan ajralib chiqishi;

– kuchsiz elektrolit hosil bo‘lishi;

– ko‘p miqdorda issiqlik ajralib chiqishi kerak.

1. Cho‘kma hosil bo‘lishi bilan boradigan reaksiyaga misollar:

$$BaCl_2+H_2SO_4=BaSO_4\downarrow+2HCl$$
$$AgNO_3+HCl=AgCl\downarrow+HNO_3$$
$$CaCl_2+Na_2CO_3=CaCO_3\downarrow+2NaCl$$

2. Gaz hosil bo‘lib, reaksiya sferasidan ajralib chiqishi bilan boradigan reaksiyalar:

$$CaCO_3+2HCl=CaCl_2+H_2O+CO_2\uparrow$$
$$NH_4Cl+NaOH=NaCl+NH_3\uparrow+H_2O$$
$$CaC_2+2H_2O\rightarrow Ca(OH)_2+C_2H_2\uparrow$$

3. Kuchsiz elektrolit hosil bo‘lishi bilan boradigan reaksiyalar:

$$NaNO_2+HCl=NaCl+HNO_2$$
$$CH_3COONa+HCl\rightarrow NaCl+CH_3COOH$$
$$NaOH+HNO_3=NaNO_3+H_2O$$

4. Issiqlik ajralib chiqishi bilan boradigan reaksiyalar:

$$Ca+Cl_2 = CaCl_2+Q$$
$$CaO+CO_2 = CaCO_3+Q$$
$$SO_3+H_2O = H_2SO_4+Q$$

Oxirigacha bormasdan kimyoviy muvozanat qaror topishi bilan tugallanadigan reaksiyalar *qaytar reaksiyalar* deyiladi.

Faraz qilamiz, *A* va *B* moddalar reaksiyaga kirishib, *C* va *D* moddalarni hosil qilsin, ya’ni

$$A + B = C + D \qquad (1)$$ bo‘lsin.

Xuddi shu sharoitda reaksiya mahsulotlari *C* va *D* moddalar, o‘zaro ta’sirlashib, qaytadan *A* va *B* moddalarini hosil qilsa, ya’ni

$$C + D = A + B \qquad (2)$$ bo‘lsa,

bunday reaksiyaga qaytar reaksiya deyiladi.

Qaytar reaksiyalar 2 ta tenglama bilan ifodalanmasdan 1 ta tenglama bilan ifodalanadi, ammo tenglamadagi tenglik ishorasi o‘rniga qaytarlik belgisi ($\rightleftarrows$) qo‘yiladi.

$$A + B \rightleftarrows C + D$$

Qaytar reaksiyalarda avvaliga *A* va *B* moddalarning konsentratsiyasi kamayib, *C* va *D* moddalarning konsentratsiyasi ortadi, ammo ma'lum vaqt o'tgandan so'ng reaksiyaga kirishayotgan *A* va *B* moddalar hamda reaksiya natijasida hosil bo'lgan *C* va *D* moddalarning konsentratsiyalari o'zgarmasdan qoladi. Bundan, reaksiya to'xtab qoldi, degan xulosa chiqarish yaramaydi. Bunda reaksiya to'xtab qolmaydi, balki vaqt birligi ichida *A* va *B* moddalardan qancha *C* va *D* moddalar hosil bo'lsa, xuddi shu vaqt birligi ichida aynan shuncha *C* va *D* moddalardan qaytadan *A* va *B* moddalar hosil bo'ladi, ya'ni to'g'ri reaksiyaning tezligi V_1 teskari reaksiyaning tezligi V_2 ga teng, ya'ni

$$V_1 = V_2$$ bo'ladi.

To'g'ri reaksiyaning tezligi V_1 teskari reaksiyaning tezligi V_2 ga teng bo'lsa, sistema muvozanatga keldi yoki kimyoviy muvozanat qaror topdi deyiladi.

Muvozanatdagi sistemalarni Le-Shatelye o'rganib, *muvozanatni siljitish tamoyilini* yaratdi. Bu tamoyilga ko'ra, muvozanatdagi sistemaga tashqi ta'sir ko'rsatilsa (sistemaning bosimi, harorati va moddalar konsentratsiyasi o'zgartirilsa) muvozanat shu ta'sirni susaytiruvchi tomonga siljiydi.

Sistemaning bosimi oshirilsa Le-Shatelye tamoyiliga ko'ra muvozanat gaz molekulalari soni kam bo'lgan tomonga siljiydi. Masalan, muvozanatdagi

$$N_2+3H_2 \rightleftarrows 2NH_3$$

sistemaning bosimi oshirilsa, kimyoviy muvozanat ammiak NH_3 hosil bo'lishi tomoniga siljiydi, chunki sistemaning chap tomonida gaz molekulalari soni 4 ta (1 ta N_2 va 3 ta H_2), o'ng tomonida esa 2 ta NH_3 molekulasi bor.

Bosimning oshishi yoki kamayishi $CO_2+H_2 \rightleftarrows CO+H_2O$ sistemaning muvozanatiga ta'sir qilmaydi, chunki sistemaning chap va o'ng tomonlaridagi gaz molekulalari soni bir xil.

Harorat oshsa muvozanat endotermik reaksiya tomoniga, harorat pasaysa muvozanat ekzotermik reaksiya tomoniga siljiydi. Masalan, muvozanatdagi

$$N_2+3H_2 \rightleftarrows 2NH_3 \quad (\Delta H<O)$$

sistemada harorat oshsa, muvozanat NH_3 ning parchalanish reaksiyasi (endotermik reaksiya) tomoniga siljiydi va aksincha,

harorat pasaysa muvozanat NH_3 hosil bo‘lishi reaksiyasi (ekzotermik reaksiya) tomoniga siljiydi.

Reaksiyaga kirishayotgan moddalarning konsentratsiyasi oshsa, kimyoviy muvozanat o‘ng tomonga siljiydi, ya’ni to‘g‘ri reaksiyaning tezligi oshadi va aksincha.

3- §. Muvozanat konstantasi

Ko‘pchilik reaksiyalar qaytar bo‘lib, qaytar reaksiyalarni ifodalovchi asosiy omil muvozanat konstantasi bo‘lib hisoblanadi. Masalan,

$$A + B \rightleftarrows C + D$$

qaytar reaksiya berilgan bo‘lsin.

Massalar ta’siri qonuniga binoan muvozanat paytidagi to‘g‘ri va teskari reaksiyalarning tezliklari (V_1 va V_2 larning matematik ifodalari) quyidagiga teng bo‘ladi:

$$V_1 = K_1[A]\cdot[B]$$

$$V_2 = K_2[C]\cdot[D]$$

Bu yerda: V_1 – to‘g‘ri reaksiyaning tezligi;
V_2 – teskari reaksiyaning tezligi;
K_1 – to‘g‘ri reaksiyaning tezlik konstantasi;
K_2 – teskari reaksiyaning tezlik konstantasi;
$[A]$ – A moddaning muvozanat konsentratsiyasi;
$[B]$ – B moddaning muvozanat konsentratsiyasi;
$[C]$ – C moddaning muvozanat konsentratsiyasi;
$[D]$ – D moddaning muvozanat konsentratsiyasi.

Reaksiya boshlangan paytda idishda faqat A va B moddalar bo‘ladi. Reaksiya mahsulotlari C va D moddalar esa bo‘lmaydi, ya’ni ularning konsentratsiyalari nolga teng bo‘ladi. Shuning uchun to‘g‘ri reaksiyaning tezligi V_1 katta bo‘ladi, teskari reaksiyaning tezligi esa $V_2=0$ bo‘ladi. Vaqt o‘tishi bilan A va B moddalarning konsentratsiyalari kamayib, C va D moddalarning konsentratsiyalari oshadi. Shuning uchun vaqt o‘tgan sayin to‘g‘ri reaksiyaning tezligi kamayib boradi, teskari reaksiyaning tezligi esa osha boradi. Ma’lum vaqt o‘tgandan so‘ng ikkala reaksiyaning tezligi bir-biriga teng bo‘lib qoladi, ya’ni muvozanat qaror topadi. Sistema muvozanatga kelganda

$$V_1 = V_2,$$ ya’ni

$$K_1\ [A]\ [B] = K_2\ [C]\ [D] \qquad (1)$$ bo‘ladi.

Bu tenglamaga ko‘ra quyidagini yozishga haqlimiz:

$$\frac{K_1}{K_2} = \frac{[C][D]}{[A][B]} \qquad (2)$$ bo‘ladi.

To‘g‘ri reaksiyaning tezlik konstantasi K_1 ning teskari reaksiyaning tezlik konstantasi K_2 ga bo‘lgan nisbati doimiy son bo‘lib, unga *muvozanat konstantasi* deyiladi va K bilan belgilanadi:

$$K = \frac{[C][D]}{[A][B]} \qquad (3)$$ bo‘ladi.

Reaksiya natijasida hosil bo‘lgan moddalar muvozanat konsentratsiyalari ko‘paytmasining reaksiyaga kirishayotgan moddalar muvozanat konsentratsiyalari ko‘paytmasiga bo‘lgan nisbatiga *kimyoviy muvozanat konstantasi* deyiladi:

$$K = \frac{K_1}{K_2}$$

formuladan ko‘rinayaptiki, muvozanat konstantasi K muayyan bir haroratda sistema muvozanatga kelganda to‘g‘ri reaksiyaning tezligi teskari reaksiyaning tezligidan necha marta katta yoki kichikligini ko‘rsatadigan son ekan. To‘g‘ri reaksiya tezligi teskari reaksiya tezligidan katta bo‘lganda $K > 1$ bo‘ladi. K ning qiymati haroratga bog‘liq bo‘ladi.

$$mA + nB \rightleftarrows pC + qD$$

ko‘rinishidagi qaytar reaksiyalar uchun

$$K = \frac{[C]^p[D]^q}{[A]^m[B]^n}$$ bo‘ladi.

Masalan, $N_2 + 3H_2 \rightleftarrows 2NH_3$ reaksiya uchun

$$K = \frac{[NH_3]^2}{[N_2][H_2]^3}$$ bo‘ladi.

Bilimlarni mustahkamlash uchun savol va masalalar

1. Kimyoviy reaksiya tezligi deb nimaga aytiladi?
2. Kimyoviy reaksiyaning tezligi qanday birliklarda o‘lchanadi?
3. Reaksiya tezligiga ta’sir etuvchi omillarni aytib bering.
4. Massalar ta’siri qonuniga ta’rif bering va uning matematik ifodasini yozing.

5. Reaksiya tezlik konstantasining fizik ma'nosini ayting.

6. Vaqt o'tishi bilan to'g'ri reaksiyaning tezligi qanday o'zgaradi va nima uchun?

7. Teskari reaksiya deb nimaga aytiladi?

8. Kimyoviy muvozanat konstantasining matematik ifodasini yozing.

9. Kimyoviy muvozanatni qaysi omillar yordamida o'zgartirish mumkin?

10. Qanday holda qaytar reaksiya amaliy jihatdan oxirigacha boradi?

11. Quyidagi reaksiyalarning muvozanat konstantasi matematik ifodasini yozing: $N_2+O_2 \leftrightarrow 2NO$; $N_2+3H_2 \leftrightarrow 2NH_3$

12. Oltingugurt (IV) oksid bilan kislorod o'rtasidagi reaksiya $2SO_2+O_2 \rightarrow 2SO_3$ da agar moddalardan har birining konsentratsiyasini 2 baravar oshirilsa, to'g'ri reaksiyaning tezligi qanday o'zgaradi?

Javob: 8 marta oshadi.

13. Quyidagi qaytar reaksiyalar:

a) $2NO + O_2 \rightleftarrows 2NO_2$;

b) $3O_2 \rightleftarrows 2O_2$;

d) $CO + Cl_2 \rightleftarrows COCl_2$;

e) $2NO_2 \rightleftarrows N_2O_4$;

f) $PCl_5 \rightleftarrows PCl_3 + Cl_2$;

g) $CH_4+I_2 \rightleftarrows CH_3J + HI$

uchun muvozanat konstantasining ifodasini yozing.

14. $A_2 + B_2 \rightleftarrows 2AB$ tenglama bilan ifodalanadigan reaksiyada muvozanat qaror topganda $[A_2] = 0{,}2$ mol/l, $[B_2] = 0{,}3$ mol/l $[AB] = 0{,}25$ mol/l bo'lgan. Reaksiyalarning muvozanat konstantasini toping.

15. $A + B \rightleftarrows C + D$ tenglama bilan ifodalanadigan reaksiyaning muvozanat konstantasi $3–10^{-2}$ ga teng. *A*, *C* va *D* moddalarning muvozanat holatdagi konsentratsiyalari: $[A]=0{,}5$ mol/l, $[C]=0{,}2$ mol/l, $[D]=0{,}1$ mol/l. *B* moddaning muvozanat holatdagi konsentratsiyasini aniqlang.

16. $4HCl + O_2 \rightleftarrows 2H_2O+Cl_2$ reaksiyaning muvozanat konstantasi 4 ga teng. HCl, O_2 va H_2O ning muvozanat konsentratsiyalari: $[HCl]=2$ mol/l, $[O_2]=1$ mol/l, $[H_2O]=1$ mol/l. Xlorning muvozanat konsentratsiyasini toping.

17. $A + B \rightleftarrows 2C$ tenglama bilan ifodalanadigan reaksiyaning muvozanat konstantasi 4 ga teng. Agar *A* modda dastlabki konsentratsiyasi 5 mol/l, *B* moddaniki esa 4 mol/l bo'lsa, to'rtala moddaning muvozanat konsentratsiyalari qanday bo'ladi?

II BOB. ERITMALAR

4- §. Eritmalar haqida tushuncha

Tabiatda, texnikada, qishloq xo‘jaligida, tibbiyotda va sanoatda eritmalarning ahamiyati juda kattadir. O‘simliklar oziqa moddalarni eritma holida o‘zlashtiradi. Odam va hayvonlarning ovqat hazm qilishi ham oziq-ovqat mahsulotlarini eritmaga o‘tishi orqali amalga oshadi.

Eritmalar *deb, ikki yoki bir nechta komponent va ularning o‘zaro ta’sir mahsulotlaridan iborat gomogen (bir jinsli) sistemalarga aytiladi.*

Masalan, sulfat kislota eritmasida e r i t u v c h i — suv (birinchi komponent), e r i g a n m o d d a — kislota (ikkinchi komponent) va ularning o‘zaro ta’sir mahsulotlari gidratlangan H^+, HSO_4^- va SO_4^{2-} ionlaridan iboratdir.

Eritmalar ba’zan *dispers sistemalar,* erituvchi *dispersion muhit*, erigan modda esa *dispers faza* ham deyiladi.

Dispers sistema (eritma)lar dispers faza zarrachalarining o‘lchamlariga ko‘ra 3 turga: *chin eritmalar, kolloid eritmalar* va *dag‘al dispers sistemalar*ga bo‘linadi.

Chin yoki molekular eritmalar. Chin eritmalarda dispers faza zarrachalari molekulalarga yoki ionlarga qadar bo‘lingan bo‘ladi. Bunday sistemalarda dispers faza zarrachalarining o‘lchami $1 \cdot 10^{-9}$ m yoki 1 nm (nanometr) dan kichik bo‘ladi.

Kolloid eritmalar. Bunday sistemalarda dispers faza zarrachalarining o‘lchami $1 \cdot 10^{-9}$ m dan $1 \cdot 10^{-7}$ m gacha yoki 1 nm dan 100 nm gacha bo‘ladi.

Dag‘al dispers sistemalar. Bularda dispers faza zarrachalarining o‘lchami $1 \cdot 10^{-7}$ metrdan, ya’ni 100 nm dan katta bo‘ladi va odatda, mikroskopda ko‘rinadi. Ba’zan bu zarrachalarni mikroskopsiz ham ko‘rish mumkin. Bunday sistemalar beqaror bo‘ladi va vaqt o‘tishi bilan dispers faza zarrachalari idish tubiga cho‘kadi.

Dag‘al dispers sistemalar dispers faza zarrachalarining agregat holatiga ko‘ra 2 turga: suspenziya va emulsiyalarga bo‘linadi.

Dispers faza zarrachalari *qattiq modda,* dispersion muhiti suyuq moddadan iborat dag‘al dispers sistemalar ***suspenziyalar*** deyiladi.

Dispers fazasi ham, dispersion muhiti ham suyuq bo‘lgan dag‘al dispers sistemalar ***emulsiyalar*** deb ataladi.

Analitik kimyo amaliyotida asosiy ish eritmalar bilan o‘tkaziladi. Ayniqsa, elektrolitlar bilan bo‘ladigan reaksiyalarning ko‘pchiligi eritmalarda boradi.

Odatda, eritma deganda chin eritmalarni nazarda tutamiz. Chin eritmalarda erigan modda zarrachalari erituvchining molekulalari orasida alohida molekulalar yoki ionlar holida taqsimlangan bo‘ladi. Qattiq modda suvda yoki boshqa erituvchida eritilganda yuza qavatining molekulalari erituvchiga o‘tadi va diffuziya natijasida erituvchining butun hajmi bo‘yicha taqsimlanadi, so‘ngra erituvchiga molekulalarning yangi qatlami o‘tadi va hokazo. Bir vaqtning o‘zida erituvchi bilan erigan modda orasida teskari jarayon, ya’ni eritmadan erigan modda molekulalarining ajralishi (kristallanish) sodir bo‘ladi. Eritmaning konsentratsiyasi qancha katta bo‘lsa, kristallanish jarayonining tezligi ham shuncha katta bo‘ladi.

Boshqa sharoitlarni o‘zgartirmay turib, eritmaning konsentratsiyasini oshira borib, biz vaqt birligi ichida cho‘kmadan qancha modda eritmaga o‘tsa, eritmadan xuddi shuncha miqdordagi modda molekulalarining ajralib cho‘kmaga tushish holatiga erishamiz. Bunday eritma, ya’ni erigan moddaning mo‘l miqdori bilan dinamik muvozanatda turgan eritma ***to‘yingan eritma*** deb ataladi. Agar to‘yingan eritmaga juda oz miqdorda erigan modda qo‘shilsa ham, u erimasdan cho‘kmaga tushadi.

To‘yingan eritma tayyorlash uchun berilgan haroratda suvda moddani aralashtirib turgan holda cho‘kma hosil bo‘lguncha, ya’ni moddaning mo‘l miqdori erimay qolguncha undan qo‘shish kerak. Bu holda eritma bilan erigan moddaning mo‘l miqdori orasida dinamik muvozanat qaror topadi, ya’ni vaqt birligi ichida moddaning nechta zarrachasi eritmaga o‘tsa, xuddi shu vaqt birligi ichida ularning xuddi shunchasi eritmadan cho‘kmaga tushadi (kristallanadi). To‘yingan eritmada muayyan haroratda erigan moddaning eng ko‘p miqdori bo‘ladi.

Moddalarning eruvchanligi haroratga bog‘liq bo‘ladi. Odatda, haroratning ko‘tarilishi bilan qattiq moddalarning suvda eruv-

chanligi ortadi. Gazlarning suvda eruvchanligi esa haroratning ko‘tarilishi bilan kamayadi.

1- jadvalda Bertolle tuzi va kislorod eruvchanligining haroratga bog‘liqligi keltirilgan.

1- jadval

Moddalar suvda eruvchanligining haroratga bog‘liqligi

Moddaning nomi	100 g suvda moddaning eruvchanligi, suvning harorati, °C				
	10	20	40	60	80
Bertolle tuzi	3,2	6,8	12,2	19,2	27,3
Kislorod	0,00695	0,00434	0,00308	0,00227	0,0013

Jadvaldan ko‘rinib turibdiki, xona haroratida, 100 g suvda ko‘pi bilan 6,8 g Bertolle tuzi erishi mumkin. Biz erimay qolgan ortiqcha tuzni har qancha aralashtirmaylik, eritmaga ko‘p tuz o‘tmaydi va eritma ushbu holatda shu tuzga nisbatan to‘yingan bo‘lib qolaveradi.

20°C da 100 g suvda 6,8 g dan kam Bertolle tuzi eritilsa, eritma to‘yinmagan bo‘ladi.

Tarkibidagi erigan moddaning miqdori ushbu haroratda to‘yingan eritmadagiga qaraganda kam bo‘lgan eritma ***to‘yinmagan eritma*** *deyiladi.*

80°C da Bertolle tuzining to‘yingan eritmasida 100 g suvda 27,3 g tuz erigan bo‘ladi. Bu eritma 20°C gacha sovitilsa, 20,5 g tuz kristallar holida cho‘kmaga tushadi. Bu massa shu tuzning 80 va 20°C dagi eruvchanligining farqiga teng keladi. Agar to‘yingan eritma erigan moddaning kristallariga tegib turgan bo‘lsa, bunday eritma sovitilganda ortiqcha erigan tuz doimo cho‘kmaga tushadi.

Agar to‘yingan eritma erigan moddaning kristallari yo‘qligida sovitilsa, u holda, ba’zan erigan moddaning ortiqchasi eritmada tutilib qoladi va uning kristallari cho‘kmaga tushmaydi. Bunday eritmalar o‘ta to‘yingan eritmalar bo‘ladi.

Berilgan haroratda tarkibida erigan moddaning miqdori uning shu haroratdagi to‘yingan eritmasidagiga qaraganda ko‘p bo‘lgan eritma ***o‘ta to‘yingan eritma*** *deyiladi*

Shunday qilib, to‘yinmagan eritmada to‘yingan eritmadagiga qaraganda kamroq, o‘ta to‘yingan eritmada esa ko‘proq modda erigan hisoblanadi. O‘ta to‘yingan eritmalar ancha

beqaror bo‘ladi. Eritma turgan idishni salgina chayqatish yoki eritmaga erigan modda kristallarini qo‘shish mo‘l miqdordagi erigan moddaning cho‘kmaga tushishiga sabab bo‘ladi. $Na_2SO_4 \cdot 10H_2O$, $Na_2S_2O_3 \cdot 5H_2O$, CH_3COONa, $Na_2B_4O_7 \cdot 10H_2O$, $CuSO_4 \cdot 5H_2O$, saxaroza kabi moddalar o‘ta to‘yingan eritmalarni hosil qiladi.

To‘yingan eritmadagi modda miqdori ushbu sharoitda moddaning eruvchanligini aniqlaydi. Har xil moddalarning u yoki bu erituvchilardagi eruvchanligi turlicha bo‘ladi. Har bir erituvchining ma’lum miqdorida ushbu moddaning ma’lum bir miqdoridan ortiqroq eritish mumkin emas.

Eruvchanlik *ayni haroratda 100 g erituvchida eng ko‘p erishi mumkin bo‘lgan moddaning grammlar hisobidagi massasi bilan ifodalanadi.*

5- §. Eritmalar konsentratsiyasini ifodalash usullari

Har bir eritma erigan moddaning konsentratsiyasi, ya’ni hajm yoki massa birligidagi eritmada erigan moddaning massasi yoki modda miqdori bilan xarakterlanadi.

Eritmalar konsentratsiyasini ifodalashning har xil usullari bor, chunonchi: erigan moddaning massa ulushi (foizli konsentratsiya), molyar konsentratsiya, normal konsentratsiya, titr va boshqalar.

1. *Erigan moddaning massa ulushi bu o‘lchamsiz fizikaviy kattalik bo‘lib, erigan modda massasining eritma massasiga bo‘lgan nisbatiga teng bo‘ladi, ya’ni:*

$$\omega(x) = \frac{m(x)}{m}. \qquad (1)$$

Bunda: $\omega(x)$ — erigan x moddaning massa ulushi; $m(x)$ — erigan x moddaning massasi; m — eritmaning massasi.

Erigan moddaning massa ulushi, ba’zan foizlarda ifodalanadi. Unda (1) tenglama quyidagi ko‘rinishga ega bo‘ladi:

$$\omega(x) = \frac{m(x)}{m} = 100\%. \qquad (2)$$

Eritmada erigan moddaning massa ulushi foiz (%) larda ifodalansa, bunday eritmaga ***foizli eritma*** *ham deyiladi.*

Foizli konsentratsiya *100 g eritmada erigan moddaning*

grammlar hisobidagi massasini ko‘rsatadi. Masalan, 5% li osh tuzi eritmasini tayyorlash uchun 5 g osh tuzi 95 g suvda eritiladi.

2. ***Molyar konsentratsiya*** *1 l eritmada erigan moddaning miqdori (mollar soni) bilan ifodalanadi.*

1 litrida 1 mol erigan modda bor eritma ***1 molyar eritma*** *deyiladi.*

Agar 1*l* eritmada 0,1 mol modda bo‘lsa, bunday eritma detsimolyar, 0,01 mol modda bo‘lsa, santimolyar, 0,001 mol modda bo‘lsa, millimolyar eritma deyiladi.

Masalan, 1*M* KOH eritmasining 1 litrida 1 mol, ya’ni 56 g KOH bo‘ladi, 0,1*M* KOH eritmasida 0,1 mol, ya’ni 0,1·56=5,6 g KOH bo‘ladi, 0,01*M* KOH eritmasida 0,01 mol, ya’ni 0,01·56=0,56 g KOH bo‘ladi va hokazo. Kaliy gidroksidning detsimolyar, ya’ni 0,1 *M* eritmasini tayyorlash uchun undan tarozida 5,6 g tortib olinadi, 1litrli o‘lchov kolbasiga solinadi va uning ustidan o‘lchov kolbasining belgisigacha, ya’ni eritma hajmi 1 litr bo‘lgunga qadar distillangan suv qo‘shiladi.

Molyar konsentratsiya *M* harfi bilan belgilanadi, *M* harfi oldidagi son esa 1 litr eritmadagi erigan moddaning mollar sonini, ya’ni eritmaning necha molyarligini ko‘rsatadi. Molyar konsentratsiya mol/l da ifodalanadi.

Masalan, $C_m(HCl) = 0{,}1$ mol/l, $C_m(H_2SO_4) = 0{,}5$ mol/l, $C_m(NH_4^-) = 10$ mol/l, $C_m(H^+) = 1{,}0 \cdot 10^{-4}$ mol/l va hokazo.

Molyar konsentratsiya quyidagi formula bilan aniqlanadi:

$$C_m(x) = \frac{\nu(x)}{V}. \qquad (3)$$

Bu yerda: $C_m(x)$ — x moddaning molyar konsentratsiyasi; $\nu(x)$— x ning modda miqdori; V — eritmaning litrda ifodalangan hajmi.

Agar (3) formuladagi modda miqdori ν ni massa m va molyar massa M orqali, hajm V ni esa ml da ifodalasak, formula (4) ga ega bo‘lamiz.

$$C_m(x) = \frac{m}{M \cdot V} \cdot 1000. \qquad (4)$$

1. ***Normal konsentratsiya*** *1 l eritmadagi erigan moddaning ekvivalentlar miqdori bilan ifodalanadi.*

Normal konsentratsiya n. harfi bilan belgilanadi va uning oldidagi son 1 litr eritmada erigan moddaning ekvivalentlar sonini, ya’ni eritmaning normalligini ko‘rsatadi. Hisoblash formulalarida esa normal konsentratsiya *N* harfi bilan belgilanadi.

Agar 1 litr eritmada 1 ekvivalent modda erigan bo‘lsa, bunday eritma 1 normal (1n) eritma, 0,1 ekvivalent modda erigan bo‘lsa, detsinormal (0,1n) eritma deyiladi va h.k.

Normal konsentratsiya quyidagi formula bilan ifodalanadi:

$$N = \frac{m}{\varepsilon \cdot V} \cdot 1000.$$

Bu yerda: N — moddaning normal konsentratsiyasi; ε —moddaning ekvivalent massasi; V—eritmaning millilitr (litr)da ifodalangan hajmi.

Modda ekvivalenti *deb, uning 1 mol atomar vodorod (1g) bilan birikadigan yoki 1 mol atomar vodorodning o‘rnini oladigan miqdoriga aytiladi.*

Har xil birikmalar uchun ekvivalent massani hisoblashni ko‘rib chiqamiz. Kislotaning ekvivalent massasi uning molyar massasini negizligiga bo‘lgan nisbatiga teng. Masalan:

$$\varepsilon_{HNO_3} = \frac{63}{1} = 63\ \text{g/ekv};$$

$$\varepsilon_{H_2SO_4} = \frac{98}{2} = 49\ \text{g/ekv};$$

$$\varepsilon_{H_3PO_4} = \frac{98}{3} = 32{,}67\ \text{g/ekv}.$$

Biroq to‘la almashinish yoki to‘la neytrallanish reaksiyalari uchun ekvivalent massa shunday hisoblanadi. Masalan:

$$H_2SO_4 + 2NaOH = Na_2SO_4 + 2H_2O$$

Bu reaksiyada sulfat kislota H_2SO_4 ning ekvivalent massasi 49 grammga teng:

$$\varepsilon_{H_2SO_4} = \frac{98}{2} = 49\ \text{g/ekv},$$

chunki reaksiyada kislotaning 2 ta vodorod atomi ishtirok etadi.

To‘liq bo‘lmagan neytrallanish va almashinish reaksiyalari uchun bu moddalarning ekvivalent massasi reaksiyaning borishiga bog‘liq bo‘ladi, masalan:

$$H_2SO_4 + NaOH = NaHSO_4 + H_2O$$

Sulfat kislotaning har bir molekulasidan faqat bitta vodorod atomi reaksiyada ishtirok etayapti. Shunga ko‘ra, bu reaksiya uchun sulfat kislotaning ekvivalent massasi:

$$\varepsilon_{H_2SO_4} = \frac{98}{1} = 98\ \text{g/ekv}.$$

Asosning ekvivalent massasi uning molyar massasini asos tarkibidagi gidroksil gruppalar soniga bo‘lgan nisbatiga teng. Masalan:

$$\varepsilon_{NaOH} = \frac{40}{1} = 40\ \text{g/ekv};\ E_{Ca(OH)_2}$$

$$\varepsilon_{Al(OH)_3} = \frac{78}{3} = 26\ \text{g/ekv}.$$

Faqat to‘liq neytrallanish reaksiyalari uchun asoslarning ekvivalent massalari shunday hisoblanadi. To‘liq bo‘lmagan neytrallanish reaksiyalari uchun ekvivalent massaning qiymati boshqacha bo‘ladi. Masalan,

$Mg(OH)_2 + HCl = MgOHCl + H_2O$ reaksiya uchun:

$$\varepsilon_{Mg(OH)_2} = \frac{58}{1} = 58\ \text{g/ekv},$$

chunki reaksiyada faqat bitta gidroksid — OH gruppa ishtirok etadi.

Tuzning ekvivalent massasi uning molyar massasini molekuladagi metall atomlari sonini metall valentligiga ko‘paytmasiga bo‘lgan nisbatiga teng:

$$\varepsilon_{tuz} = \frac{M}{x \cdot n}.$$

Bu yerda: M — tuzning molyar massasi; x — metall atomlari soni; n — metallning valentligi.

Masalan, natriy sulfat Na_2SO_4 va aluminiy sulfat $Al_2(SO_4)_3$ ning ekvivalent massalari:

$$\varepsilon_{Na_2SO_4} = \frac{142}{2 \cdot 1} = 71\ \text{g/ekv}, \quad \varepsilon_{Al_2(SO_4)_3} = \frac{342}{3 \cdot 2} = 57\ \text{g/ekv}.$$

Biroq agar tuz to‘la bo‘lmagan almashinuv reaksiyasida ishtirok etsa, reaksiyada ishtirok etuvchi metall atomlari soni hisobga olinadi. Masalan, quyidagi reaksiya uchun:

$$2KCl + Na_3[Co(NO_2)_6] = K_2Na[CoNO_2)_6] + 2NaCl$$

Natriy geksanitrokobaltat (III) $Na_3[Co(NO_2)_6]$ tuzining ekvivalent massasini hisoblash uchun bu tuzning molekular massasi 2 ga bo‘linadi, chunki reaksiyada faqat 2 ta Na ishtirok etadi.

Oksidlanish-qaytarilish reaksiyasida ishtirok etuvchi moddaning ekvivalent massasi modda molyar massasining ushbu modda qabul qilgan yoki bergan elektronlar soniga nisbatiga teng. Demak, modda ekvivalentini hisoblashdan oldin reaksiyaning tenglamasini va elektron balansini yozish zarur. Masalan, quyidagi reaksiya uchun:

$$2KMnO_4+16HCl=2KCl+2MnCl_2+5Cl_2+8H_2O$$

$$\begin{array}{l|l} Mn^{+7}+5e^-=Mn^{+2} & 2 \\ 2Cl^{-1}-2e^-=Cl_2^0 & 5 \end{array}$$

$KMnO_4$ ning ekvivalent massasi $\varepsilon_{KMnO_4}=\frac{158}{5}=31{,}6\ g/ekv$ ga teng.

$$2KMnO_4+3K_2SO_3+2KOH=2K_2MnO_4+K_2SO_4+H_2O$$

$$\begin{array}{l|l} Mn^{+7}+e^-=Mn^{+6} & 2 \\ S^{+4}-2e^-=S^{+6} & 1 \end{array}$$

Bu reaksiyada $KMnO_4$ ning ekvivalent massasi $\varepsilon_{KMnO_4}=\frac{158}{1}=$ $=158\ g/ekv$ ga teng.

Modomiki, ekvivalent har qanday moddaning muayyan reaksiyada boshqa moddaning ekvivalentiga to‘g‘ri kelishi kerak ekan, bu shuni bildiradiki, har qanday kimyoviy jarayonda moddalar bir-biri bilan ekvivalent miqdorda reaksiyaga kirishadi.

Titr. *1 ml eritmada erigan moddaning grammlarda ifodalangan massasiga* ***eritmaning titri*** *deb ataladi.* Eritmaning titri T harfi bilan belgilanadi va quyidagi formulalar asosida topiladi:

$$T=\frac{C_m\cdot M}{1000}\ g/ml \quad \text{yoki} \quad T=\frac{N\cdot\varepsilon}{1000}\ g/ml.$$

Biror moddaning titrlangan eritmasidan foydalanib, ikkinchi eritmaning titrini aniqlash mumkin.

Titrlashda normal eritmalardan foydalanish qulay. Chunki, ekvivalentlar qonuniga binoan normalligi bir xil bo‘lgan eritmalar teng hajmlarda reaksiyaga kirishadi. Normalligi har xil bo‘lgan eritmalar esa normalliklariga teskari proporsional hajmlarda reaksiyaga kirishadi.

Konsentratsiyasi titr bilan, ya’ni 1 ml eritmada erigan moddaning grammlar hisobidagi massasi bilan ifodalangan eritmalar *titrlangan eritmalar* deb ataladi. Ko‘p hollarda eritmaning titri

aniqlanadigan moddada to‘g‘ridan to‘g‘ri hisoblanadi. Bunda eritmaning titri aniqlanadigan moddaning qanday grammlar miqdoridan ushbu eritmaning 1 ml iga to‘g‘ri kelishini ko‘rsatadi.

6- §. Foizli konsentratsiyali eritmalar tayyorlashdagi hisoblashlar

Foizli konsentratsiyali eritmalar tayyorlashda modda texnokimyoviy tarozilarda tortib olinadi, suyuqliklar esa o‘lchov silindrlarida o‘lchanadi. Shuning uchun foizli konsentratsiyali eritmalar tayyorlashda moddaning massasi 0,1 g, suyuqlikning hajmi esa 1 ml aniqlik bilan hisoblanadi.

Qattiq moddalar eritmalarini tayyorlashdagi hisoblashlar

1-masala. 500 g 5% li kaliy nitrat eritmasini tayyorlash uchun necha gramm tuz va necha gramm suv olish kerak?

Yechish. Proporsiya tuzamiz. Bunday eritmaning
100 gramini tayyorlash uchun -------- 5 g KNO_3 olish kerak
500 gramini tayyorlash uchun --------- m g KNO_3 olish kerak

$$m(KNO_3) = \frac{500\text{g} \cdot 5\text{g}}{100\,\text{g}} = 25\,\text{g},$$

$$m(H_2O) = 500\text{g} - 25\text{g} = 475\,\text{g}.$$

Demak, 500 gramm 5% li kaliy nitrat eritmasini tayyorlash uchun 25 g tuz va 475 g suv olish kerak ekan.

2-masala. $CaCl_2 \cdot 6H_2O$ kristallogidratidan foydalanib, 500 g 5% li $CaCl_2$ eritmasini tayyorlash uchun necha g kristallogidrat va necha ml suv olish kerak?

Yechish. 1. 500 g 5% li $CaCl_2$ eritmasini tayyorlash uchun necha g suvsiz tuz, ya’ni $CaCl_2$ kerakligini hisoblab topamiz:

100 g ga ---------- 5 g $CaCl_2$ kerak
500 g ga ---------- m g $CaCl_2$ kerak

$$m(CaCl_2 = \frac{500\text{g} \cdot 5\text{g}}{100\,\text{g}} = 25\,\text{g}\ CaCl_2\ \text{kerak}.$$

2. $CaCl_2$ ning molyar massasini hisoblab topamiz

$$M(CaCl_2) = 111\ \text{g/mol}.$$

3. $CaCl_2 \cdot 6H_2O$ ning molyar massasini hisoblaymiz

$$M(Ca\ Cl_2 \cdot 6H_2O) = 219\ \text{g/mol}.$$

4. 25 g $CaCl_2$ necha gramm kristallogidrat tarkibida bo‘lishini hisoblab topamiz. Buning uchun quyidagi proporsiyani tuzamiz:

219 g $CaCl_2 \cdot 6H_2O$ da ---------- 111 g $CaCl_2$ bo‘ladi

m g $CaCl_2 \cdot 6H_2O$ da ---------- 25 g $CaCl_2$ bo‘ladi

$$m\,(CaCl_2 \cdot 6H_2O) = \frac{219 \cdot 25g}{111\,g} = 49{,}3\,\text{g}.$$

5. 500 gramm eritma tayyorlash uchun zarur bo‘lgan suvning massasini topamiz:

$$m\,(H_2O) = 500\ \text{g} - 49{,}3\ \text{g} = 450{,}7\ \text{g}.$$

6. Suvning zichligi 1 g/ml bo‘lganligi uchun uning hajmi massasiga teng bo‘ladi:

$$V \approx \frac{m}{\rho} = \frac{450{,}7}{1} = 450{,}7\ \text{ml} \approx 451\ \text{ml}.$$

Shunday qilib, 500 g 5 % li $CaCl_2$ eritma tayyorlash uchun 49,3 g kristallogidrat $CaCl_2 \cdot 6H_2O$ va 451 ml suv olish kerak ekan.

3- masala. 132,81 ml suvda 17,16 g kristall soda $Na_2CO_3 \cdot 10H_2O$ eritilishidan hosil bo‘lgan eritmaning foiz konsentratsiyasini aniqlang.

Yechish: ***1-usul.*** 1. Soda kristallogidratining molyar massasini topamiz:

$$M(Na_2CO_3 \cdot 10H_2O) = 286\ \text{g/mol}.$$

2. 17,16 g soda kristallogidrati tarkibidagi Na_2CO_3 ning massasini topamiz:

286 g $Na_2CO_3 \cdot 10H_2O$ da ----------106 g Na_2CO_3 bor

17,16 g $Na_2CO_3 \cdot 10H_2O$ da----------*m* g Na_2CO_3 bor

$$m\,(Na_2CO) = \frac{17{,}16\,\text{g} \cdot 106\,\text{g}}{256\,\text{g}} = 6{,}36\,\text{g}.$$

3. Eritmaning massasini topamiz m=132,84+17,16=150 g.

Bu eritmaning 6,36 grami Na_2CO_3 dan iborat, qolgani esa suvdir, shunga asosan:

150 g eritma ---------- 100 % bo‘lsa,

6,36 g tuz ---------- *x* % bo‘ladi.

$$x = \frac{6{,}36 \cdot 100}{150} = 4{,}2\,\%.$$

2 - usul. $\omega(Na_2CO_3) = \frac{6{,}36}{150} \cdot 100\,\% = 4{,}2\,\%.$

Kislotalarning eritmalarini tayyorlashdagi hisoblashlar

Kislotalarning eritmalarini tayyorlashda kislotalarning konsentrlangan eritmalari 100% bo‘lmasligini va ular tarkibida ko‘pincha suv bo‘lishini hisobga olish zarur.

Masala. Zichligi ρ=1,19 g/ml bo‘lgan 38% li xlorid kislotadan 500 g 10% li eritma tayyorlash uchun necha ml konsentrlangan xlorid kislota va necha ml suv olish kerak.

Yechish. 1. Tayyorlanishi lozim bo‘lgan kislotaning 500 g eritmasida necha gramm vodorod xlorid bo‘lishi kerakligini topamiz:

100 g eritmada ---------- 10 g HCl bo‘ladi

500 g eritmada ---------- *m* g HCl bo‘ladi

$$m(HCl) = \frac{500 \cdot 10}{100} = 50\,\text{g}.$$

2. 50 g HCl necha gramm konsentrlangan kislotada bo‘lishini hisoblab topamiz.

100 gramm kons. eritmada ---------- 38 g HCl bo‘ladi

m gramm kons. eritmada ---------- 50 g HCl bo‘ladi

$$m = \frac{100\text{g} \times 50\text{g}}{38\,\text{g}} = 131{,}6\ \text{g}.$$

3. Erituvchi (suvning) massasini hisoblab topamiz:

$$m(H_2O) = 500 - 131{,}6 = 368{,}4\ \text{g}.$$

4. 368,4 g suvning hajmini topamiz. Suvning zichligi 1 g/ml bo‘lganligi uchun uning hajmi $V(H_2O) = 368{,}4\ \text{ml} \approx 368\ \text{ml}$ bo‘ladi.

5. 131,6 g konsentrlangan xlorid kislota eritmasi necha millilitr hajmni egallashini hisoblab topamiz:

$$V = \frac{m}{\rho} = \frac{131{,}6}{1{,}19} = 110{,}6/\text{ml} \approx 111\,\text{ml}.$$

Suv va kislotaning kerakli hajmi o‘lchov silindrida o‘lchanadi, shuning uchun eritmalar hajmining o‘ndan bir ulushi hisobga

olinmaydi. Demak, 500 g 10% li xlorid kislota eritmasini tayyorlash uchun 111 ml 38% li xlorid kislota eritmasi va 368 ml suv olish kerak ekan.

Mustaqil ishlash uchun masalalar

1. 300 g 12 % li osh tuzi eritmasini tayyorlash uchun qancha tuz va qancha suv olish kerak? *Javob:* 36 g osh tuzi va 264 g suv.

2. 120 g 20 % li eritmaga 80 g suv qo‘shildi. Necha foizli eritma hosil bo‘lgan? *Javob:* 12 % li.

3. 2 kg 12 % li $CuSO_4$ tayyorlash uchun necha gramm mis kuporosi $CuSO_4 \cdot 5H_2O$ olish kerak? *Javob:* 375 g.

4. 6 g tuz eritmasi bug‘latilganda 0,2 g tuz qolgan. Eritma necha foizli bo‘lgan? *Javob:* 3,33% li.

5. Zichligi 1,115 g/ml bo‘lgan 10 % li o‘yuvchi natriyning 5 litr eritmasidan 22 % li eritma tayyorlash uchun qancha suvni bug‘latish kerak? *Javob:* 3041 ml.

6. Zichligi 1,2 g/ml bo‘lgan 1 litr eritmada 300 g modda bor. Eritmaning foizli konsentratsiyasini toping. *Javob:* 25 % li.

7. 1,25 mol o‘yuvchi natriy 900 g suvda eritilganda necha foizli eritma hosil bo‘ladi? *Javob:* 5,3% li.

8. 400 g 49% li sulfat kislota eritmasida necha mol sulfat kislota bo‘ladi? *Javob:* 2 mol.

7- §. Molyar va normal konsentratsiyali eritmalarni tayyorlashdagi hisoblashlar

Molyar va normal konsentratsiyadagi eritmalarni tayyorlash uchun moddaning massasi analitik tarozida tortib olinadi, eritmalar esa o‘lchov kolbalarida tayyorlanadi. Kislota eritmalarini tayyorlashda kislota konsentrlangan eritmasining kerakli hajmi shisha jo‘mrakli buretka bilan o‘lchanadi. Eruvchi moddaning massasi 0,0002 g aniqlik bilan analitik tarozida tortiladi, moddalarning nisbiy molekular massalarini hisoblash uchun elementlarning nisbiy atom massalari davriy sistemada yoki maxsus jadvallarda keltirilgan aniqlik bilan olinadi. Konsentrlangan kislotaning hajmi ikkinchi o‘nli belgigacha aniqlik bilan hisoblanadi.

1-masala. 24 g o‘yuvchi natriy suvda eritilib, 400 ml eritma tayyorlandi, eritmaning molyar konsentratsiyasini hisoblab toping.

Yechish. ***1-usul.*** 1. 1litr eritmadagi o‘yuvchi natriyning massasini topamiz:

400 ml eritmada ---------- 24 g NaOH bo‘lsa,

1000 ml eritmada ----------m g NaOH bo‘ladi.

$$m(\text{NaOH}) = \frac{1000 \cdot 24}{400} = 60\,\text{g}.$$

3. Eritmadagi NaOH ning miqdorini hisoblab topamiz:
1 mol NaOH da ----------40 g bo‘lsa
v mol NaOH da ----------60 g bo‘ladi

$$v(\text{NaOH}) = \frac{1 \cdot 60}{40} = 1{,}5 \text{ mol}$$ bo‘ladi.

Demak, eritmaning molyar konsentratsiyasi 1,5 M ga teng ekan.

2-usul. 2-§ dagi (4) formuladan foydalanib yechamiz:

$$C_m = \frac{24 \cdot 1000}{40 \cdot 400} = 1{,}5\,M.$$

2-masala. 2 l 0,1 M eritma tayyorlash uchun necha gramm suvsiz soda talab qilinadi?

Yechish. 1. Sodaning molyar massasini topamiz. $M(Na_2CO_3)=$ $= 106{,}004$ g/mol ga teng.

2. 0,1 mol soda $0{,}1 \cdot 106{,}004 = 10{,}6004$ g bo‘ladi.

3. 1000 ml 0,1M eritmada -------- 10,6004 g Na_2CO_3 bo‘ladi
2000 ml 0,1M eritmada ---------- m g Na_2CO_3 bo‘ladi

$$m(Na_2CO_3) = \frac{2000 \cdot 10{,}6004}{1000} = 21{,}2008\,\text{g}.$$

Demak, 2 l 0,1 M eritma tayyorlash uchun 21,2008 g Na_2CO_3 kerak ekan.

3-masala. 2 l 0,05 n sulfat kislota eritmasini tayyorlash uchun zichligi $\rho = 1{,}84$ g/ml bo‘lgan 96% li konsentrlangan sulfat kislota eritmasidan necha ml olish kerak?

Yechish. Sulfat kislotaning ekvivalent massasini topamiz:

$$\varepsilon_{H_2SO_4} = \frac{98}{2} = 49{,}04\,\text{g/ekv}.$$

0,05 ekv sulfat kislotaning massasi $m(H_2SO_4) = 49{,}04 \cdot 0{,}05 =$ $= 2{,}452$ g ga teng bo‘ladi.

1 l eritmada----------2,452 g H_2SO_4 bo‘ladi
2 l eritmada----------m g H_2SO_4 bo‘ladi

$$m(H_2SO_4) = 2{,}452 \cdot 2 = 4{,}904\ \text{g}.$$

Qancha 96 % li H_2SO_4 eritmasidan olish kerakligini aniqlash uchun proporsiya tuzamiz:

100 g kons H_2SO_4 da ---------- 96 g H_2SO_4 bo‘ladi

m g kons H_2SO_4 da ---------- 4,904 g H_2SO_4 bo‘ladi

$$m\,(H_2SO_4)=5{,}11\ \text{g}.$$

96% li H_2SO_4 ning bu massasi necha ml hajmni egallashini hisoblab chiqamiz:

$$V=\frac{m}{\rho}=\frac{5{,}11}{1{,}84}=2{,}77\ \text{ml}.$$

Shunday qilib, 2 *l* 0,05 n H_2SO_4 eritmasini tayyorlash uchun 2,77 ml konsentrlangan sulfat kislota olish kerak.

Mustaqil ishlash uchun masalalar

1. H_3PO_4 bilan KOH orasida: a) KH_2PO_4 hosil bo‘lishi bilan; b) K_2HPO_4 hosil bo‘lishi bilan; d) K_3PO_4 hosil bo‘lishi bilan boradigan reaksiyalarda H_3PO_4 ning ekvivalent massasini toping. Tegishli reaksiyalar tenglamalarini yozing.

2. a) 3 mol Na_2SO_4 da; b) 0,5 mol $FeCI_3$ da; d) 5 mol KCI da; e) 2 mol $Al_2\,(SO_4)_3$ da bo‘lgan ekvivalentlar miqdorini hisoblab toping. *Javob:* 6;1,5;5;12.

3. 10 g NaOH; 16 g $CuSO_4$; 13,35 g $AlCl_3$; 28,4 g Na_2SO_4 da bo‘lgan ekvivalentlar miqdorini toping. *Javob:* 0,25; 0,20; 0,3; 0,4.

4. 250 ml 0,5 *M* li kaliy yodid eritmasida necha gramm tuz bo‘ladi? *Javob:* 20,7525 g.

5. 250 ml 0,2 n li eritmaga 150 ml suv qo‘shilganda hosil bo‘ladigan eritmaning normalligini toping. *Javob:* 0,125 n.

6. Eritmalarning titriga asoslanib, ularning normal konsentratsiyasini hisoblab toping; a) sulfat kislota eritmasining titri 0,0049 g/ml ga teng; b) natriy xlorid eritmasining titri 0,002 g/ml ga teng. *Javob:* a) 0,01n; b) 0,05 n.

8-§. Eritmalar konsentratsiyasini bir birlikdan boshqasiga o‘tkazish

Ko‘pincha amaliyotda laboratoriyada mavjud bo‘lgan eritmalarning konsentratsiyasini bir birliklardan boshqasiga o‘tkazishga to‘g‘ri keladi. Bunday tipdagi masalalarni yechishda doimo 1 litr eritmadagi eritmaning massasi hisoblab topiladi. Buning uchun foizli konsentratsiyadan molyar yoki normal konsentratsiyaga

yoki aksincha molyar va normal konsentratsiyalardan foizli konsentratsiyaga o‘tishda eritmaning zichligi ma’lum bo‘lishi kerak. Chunki 1 litr eritmadagi erigan moddaning massasi yoki miqdori berilgan zichlikdan foydalanib aniqlanadi. Eritmaning zichligi ma’lumotnomalarda yoki tegishli jadvallarda keltiriladi yoki areometr (densimetr) bilan o‘lchanadi.

Molyar konsentratsiyadan foizli konsentratsiyaga va aksincha foizli konsentratsiyadan molyar konsentratsiyaga o‘tish, quyidagi sxema asosida bosqichma-bosqich hisoblash orqali bajariladi:

$$C_m \rightarrow \text{g/mol} \rightarrow \underset{\text{moddaning massasi}}{1\ l \text{ eritmadagi erigan}} \rightarrow \underset{\text{massasi}}{1\ l \text{ eritmaning}} \rightarrow \underset{\text{konsentratsiya}}{\text{foizli}}$$

Demak, ushbu sxemaga ko‘ra molyar konsentratsiyadan foizli konsentratsiyaga o‘tish uchun: 1) eritmada erigan moddaning mollar sonini; 2) 1 litr eritmada erigan moddaning massasini; 3) eritmaning zichligi asosida 1 litr eritmaning massasini va 4) 100 g eritmada erigan moddaning massasini hisoblab topish kerak.

1-masala. Zichligi 1,10 g/ml ga teng bo‘lgan 3,01 *M* xlorid kislotaning foizli konsentratsiyasini hisoblab toping.

Yechish. Bu masalani yuqorida tavsiya etilgan sxema asosida yechamiz.

1. HCl ning molyar massasi $M(\text{HCl}) = 36{,}5$ g/mol.
2. 1 *l* eritmadagi xlorid kislotaning massasini topamiz:

$$m(\text{HCl}) = 36{,}5 \cdot 3{,}01 = 109{,}86 \text{ g}.$$

3. 1 *l* eritmaning massasini topamiz:

$$m = 1000 \cdot 1{,}1 = 1100 \text{ g}.$$

4. Eritmaning foizli konsentratsiyasini hisoblab topamiz:

$$\omega(\text{HCl}) = \frac{109{,}86}{1100} \cdot 100\,\% = 9{,}98\,\%.$$

2- masala. Zichligi 1,12 g/ml ga teng bo‘lgan 17% li sulfat kislota eritmasining molyar va normal konsentratsiyalarini hisoblab toping.

Yechish. Bu masalada foizli konsentratsiyani molyar konsentratsiyaga o‘tkazish talab etilganligi tufayli masala teskari sxema asosida yechiladi.

1. Eritma zichligiga asoslanib, 1 litr eritmaning massasini hisoblab topamiz:

$$m = V \cdot \rho = 1000 \cdot 1{,}12 = 1120 \text{ g}.$$

2. 1 *l* eritmada erigan kislotaning massasini hisoblab topamiz:

100 g eritmada ---------- 17 g H_2SO_4 bo‘ladi
1120 g eritmada ---------- *m* g H_2SO_4 bo‘ladi

3. Sulfat kislotaning molyar va ekvivalent massasini hisoblaymiz.

$$M(H_2SO_4) = 98,08\ \text{g/mol}; \qquad \varepsilon_{H_2SO_4} = \frac{98,08}{2} = 49,04\ \text{g/ekv}.$$

4. 1 *l* eritmadagi sulfat kislotaning mollar va ekvivalentlar sonini topamiz:

$$\nu(H_2SO_4) = \frac{190,4}{98,08} = 1,94\ \text{mol}; \qquad N = \frac{190,4}{49,04} = 3,88\ \text{ekv}.$$

Demak, eritmaning molyar konsentratsiyasi 1,94 mol/l (1,94 M), normal konsentratsiyasi esa 3,88 ekv/l (3,88 n) ekan.

Eritmalarning foizli konsentratsiyasini molyar va normal konsentratsiyaga quyidagi formulalar yordamida ham o‘tkazish mumkin:

$$C_m = \frac{\omega \cdot \rho \cdot 10}{M}; \qquad (1) \qquad\qquad N = \frac{\omega \cdot \rho \cdot 10}{E}. \qquad (2)$$

Bu yerda: C_m — eritmaning molyar konsentratsiyasi; ω — eritmaning foizli konsentratsiyasi; ρ — eritmaning zichligi; *M* — erigan moddaning molyar massasi; ε — erigan moddaning ekvivalent massasi.

Bu formulalardan foydalanib, molyar va normal konsentratsiyalarni foizli konsentratsiyaga ham o‘tkazish mumkin.

3-masala. Zichligi ρ = 1,08 g/sm^3 bo‘lgan 12% li sulfat kislota eritmasining molyar va normal konsentratsiyasini hisoblab toping.

Yechish. Sulfat kislotaning molyar massasi va ekvivalent massasini hisoblab topamiz:

$$M(H_2SO_4) = 98,08\ \text{g/mol}; \qquad \varepsilon_{H_2SO_4} = \frac{98,08}{2} = 49,04\ \text{g/ekv}.$$

Kerakli qiymatlarni (1) va (2) formulalarga qo‘yib, quyidagilarni topamiz:

$$C_m(H_2SO_4) = \frac{12 \cdot 1,08 \cdot 10}{98,08} = 1,32M; \qquad N_{H_2SO_4} = \frac{12 \cdot 1,08 \cdot 10}{49,04} = 2,64n.$$

4-masala. Zichligi 1,013 g/ml bo‘lgan 1n li xlorid kislota eritmasining foizli konsentratsiyasini toping.

Yechish. HCl ning molyar massasi M(HCl) = 36,5 g/mol ga teng, HCl bir asosli kislota bo‘lganligi uchun uning ekvivalent massasi 36,5 g ga teng bo‘ladi. (2) formuladan quyidagini hosil qilamiz:

$$\omega(x) = \frac{\varepsilon \cdot N}{\rho \cdot 10}.$$

Bu formulaga ε, N va ρ ning qiymatlarini qo‘yib, eritmaning foizli konsentratsiyasi $\omega(\text{HCl}) = \frac{36,5 \cdot 1}{1,013 \cdot 10} = 3,6\%$ ekanligini topamiz.

Ba’zan laboratoriya amaliyoti hisoblashlarida molyar konsentratsiyani normal konsentratsiyaga va aksincha normal konsentratsiyani molyar konsentratsiyaga o‘tkazishga to‘g‘ri keladi. Agar moddaning ekvivalent massasi uning molyar massasiga teng bo‘lsa (masalan: HCl, KCl, KOH, NH_4OH, NaCl, $NaNO_3$ uchun), u holda normal konsentratsiya molyar konsentratsiyaga teng bo‘ladi. Masalan, 1 normal xlorid kislota eritmasi bir vaqtning o‘zida 1 molyar eritma bo‘ladi.

Biroq ko‘pgina birikmalar uchun ekvivalent massa molyar massaga teng emas. Demak, bu moddalar eritmalarining normal konsentratsiyasi molyar konsentratsiyasiga teng bo‘lmaydi. Bunday holatlarda bir konsentratsiyadan boshqasiga o‘tish uchun quyidagi formulalardan foydalanamiz:

$$M = N\,\frac{E}{m}; \quad N = M\,\frac{m}{E}.$$

5-masala. 500 ml 0,2 *M* eritma tayyorlash uchun zichligi 1,84 g/ml bo‘lgan 96% li sulfat kislota eritmasidan qancha olish kerak? Bunday eritma qanday tayyorlanadi?

Yechish. 1. 500 ml 0,2 *M* eritmada necha gramm H_2SO_4 borligini,

$C_m = \frac{m}{M \cdot V} \cdot 1000$ formuladan topamiz:

$$m(\text{H}_2\text{SO}_4) = \frac{C_m \cdot M \cdot V}{1000} = \frac{0,2 \cdot 98 \cdot 500}{1000} = 9,8\,\text{g}$$ bo‘ladi.

3. 9,8 g H_2SO_4 necha gramm 96% li eritmada bo‘lishini hisoblab topamiz:

100 g eritmada ----------96 g H_2SO_4 bor
m g eritmada ----------9,8 g H_2SO_4 bor

$$m = \frac{100 \cdot 9,8}{96} = 10,21\,\text{g}.$$

4. 10,21 g konsentrlangan H_2SO_4 eritmasi necha ml hajmni egalashini hisoblab topamiz:

$$V = \frac{m}{\rho} = \frac{10,21}{1,846} = 5,55 \text{ ml}.$$

Demak, talab qilingan eritmani tayyorlash uchun 96 % li H_2SO_4 eritmasidan 5,55 ml ni 0,5 litrli o‘lchov kolbasiga solib, uning ustidan eritmaning hajmi 500 ml ga yetguncha suv quyib suyultirish kerak ekan.

6-masala. 300 ml suvda 25 g $CaCl_2 \cdot 6H_2O$ eritilganda zichligi 1,08 g/ml ga teng bo‘lgan eritma hosil bo‘ladi. 1 l eritmada necha mol $CaCl_2$ bo‘lishini hisoblang.

Yechish. 1. $CaCl_2 \cdot 6H_2O$ ning molyar massasi *M* ($CaCl_2 \cdot 6H_2O$)= 219 g/mol ga asoslanib, hosil qilingan eritmadagi $CaCl_2$ ning massasini topamiz. Buning uchun 25 g kristallogidrat $CaCl_2 \cdot 6H_2O$ tarkibidagi $CaCl_2$ massasini hisoblash kerak.

219 g $CaCl_2 \cdot 6H_2O$ tarkibida ----------111 g $CaCl_2$ bor
25 g $CaCl_2 \cdot 6H_2O$ tarkibida ----------*m* g $CaCl_2$ bor

$$m(CaCl_2) = \frac{25 \cdot 111}{219} = 12,7 \text{ g}.$$

$C_m = \frac{m}{m \cdot v}$ formuladan eritmaning molyar konsentratsiyasini topamiz:

$$C_m = \frac{25}{219 \cdot 0,3} = 0,38 \text{ mol/}l.$$

Demak, 1 *l* eritmada 0,38 mol $CaCl_2$ erigan ekan.

7-masala. Nitrat kislotaning 0,2 n eritmasi titrini hisoblab toping.

Yechish. Eritmalarning titrini hisoblash formulasiga binoan:

$$T_{HNO_3} = \frac{N \cdot M}{1000} = \frac{0,2 \cdot 63}{1000} = 0,0126\,\text{g/ml} \text{ bo‘ladi.}$$

8-masala. 40 ml NaOH eritmasini neytrallash uchun sulfat kislotaning 0,5 n eritmasidan 24 ml sarf bo‘ldi. Ishqor eritmasining normalligini hisoblab toping.

Yechish. Ekvivalentlar qonuniga binoan:

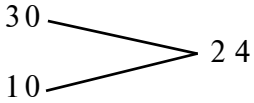
$$V_{NaOH} \cdot N_{NaOH} = V_{H_2SO_4} \cdot N_{H_2SO_4}.$$

$$N_{NaOH} = \frac{V_{H_2SO_4} \cdot N_{H_2SO_4}}{V_{NaOH}} = \frac{0,5 \cdot 24}{40} = 0,3\,\text{n}.$$

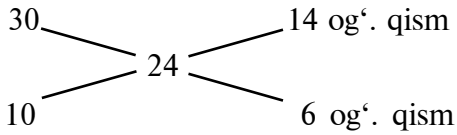
9- §. Konsentrlangan eritmalardan suyultirilgan eritmalar tayyorlash

Laboratoriya amaliyotida ko‘pincha eritmalar qattiq holatdagi tuzlar va eritmalardan tayyorlanmasdan, balki konsentrlangan eritmalardan tayyorlanadi. Bo‘lajak laborantlar va farmatsevtlar konsentrlangan eritmalardan suyultirilgan eritmalar tayyorlashga doir hisob - kitobni mukammal bilishlari kerak. Bunday hisob kitoblarni amalga oshirish uchun „Krest qoidasi“ dan foydalanish mumkin.

1-masala. 30 % li va 10 % li eritmalardan foydalanib, 24 % li eritma tayyorlash kerak bo‘lsin. Buning uchun quyidagi sxemani tuzamiz: chap tomonda bizga mavjud bo‘lgan eritmalarning konsentratsiyasini, o‘rtada tayyorlanishi lozim bo‘lgan eritma konsentratsiyasini yozamiz. So‘ngra diagonal bo‘ylab



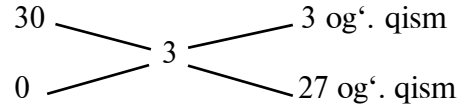
katta raqamdan kichik raqamni ayiramiz: 30—24=6 va 24—10=14 natijalarni sxemaning o‘ng tomoniga yozamiz:



Demak, 34% li va 10% li eritmalardan foydalanib, 24% li eritma tayyorlash uchun 30% li eritmadan 14 og‘irlik qism, 10% li eritmadan esa 6 og‘irlik qism olib, bu eritmalarni aralashtirish kerak ekan.

2- masala. Yodning spirtdagi 30% li eritmasi va spirtdan foydalanib, 3 % li yod eritmasini tayyorlang.

Yechish. Yodning toza spirtdagi konsentratsiyasi 0 % ekanligidan foydalanib, quyidagi sxemani tuzamiz:



Demak, 3 % li yodning spirtdagi eritmasini tayyorlash uchun 30 % li eritmadan 3 og‘irlik qism, spirtdan esa 27 og‘irlik qism olib, ularni aralashtiramiz.

Og‘irlik qismdan hajmga o‘tish uchun eritmalarning zichligidan foydalanmoq lozim.

Mustaqil ishlash uchun masalalar

1. 20 % li eritmadan foydalanib 8 % li eritma tayyorlash uchun qancha eritma va qancha suv olish kerak? *Javob:* 8 og‘irlik qism eritma va 12 og‘irlik qism suv.

2. 95 % li sulfat kislota eritmasi (ρ=1,84 g/ml) va distillangan suvdan foydalanib, 45 % li eritma tayyorlash uchun konsentrlangan sulfat kislota va suvdan qanday hajmda olish kerak? *Javob:* konsentrlangan sulfat kislotadan 24,5 ml, suvdan 50 ml.

3. 2,8 n HCl eritmasining (ρ =1,04 g/ml) foizli konsentratsiyasini hisoblab toping. *Javob*: 9,82%.

4. 10 % li o‘yuvchi natriy eritmasining (ρ =1,11g/ml) molyar va normal konsentratsiyalarini toping. *Javob:* 2,78 *M* va 2,78 *n*.

5. 0,5 n natriy karbonat eritmasining (ρ =1,0026 g/ml) foizli konsentratsiyasini toping. *Javob:* 2,6%.

III BOB. ELEKTROLITIK DISSOTSILANISH

10- §. Elektrolitik dissotsilanish nazariyasi

Suvdagi eritmalari va suyuqlanmalari elektr tokini o‘tkazadigan moddalarga ***elektrolitlar*** *deyiladi*. Elektrolitlarga kislotalar, asoslar va tuzlar kiradi.

Suvdagi eritmalari va suyuqlanmalari elektr tokini o‘tkazmaydigan moddalar ***noelektrolitlar*** deyiladi. Noelektrolitlarga vodorod, kislorod, azot, shakar, glukoza, fruktoza, kraxmal va ko‘pchilik organik moddalar misol bo‘ladi.

Elektrolitlarning tabiatini tushuntirish uchun shved olimi S.Arrenius 1887- yilda elektrolitik dissotsilanish nazariyasini yaratdi. Shundan keyin bu nazariyani ko‘pchilik olimlar atomning tuzilishi va kimyoviy bog‘lanish haqidagi ta’limotlar asosida rivojlantirdilar. Bu nazariyada quyidagi asosiy fikrlar bayon qilingan.

1. Elektrolitlar suvda eriganda musbat va manfiy ionlarga dissotsilanadi. Masalan, osh tuzining dissotsilanishini quyidagicha ifodalash mumkin: $NaCl \rightleftarrows Na^+ + Cl^-$. Ionlarning xossalari ularni hosil qilgan atomlarning xossalaridan mutlaqo boshqacha bo‘ladi. Masalan, natriy Na metallining atomlari suv bilan shiddatli ravishda reaksiyaga kirishib, vodorodni siqib chiqaradi, Na^+ ionlari vodorodni siqib chiqara olmaydi. Xlor Cl atomlari o‘zaro birikib Cl_2 molekulasini hosil qiladi, Cl_2 molekulasi sariq-yashil rangli, o‘tkir hidli zaharli gazdir. Cl^- ionlari rangsiz, hidsiz va zaharsizdir. Vodorod ionlari H^+ ko‘k lakmusni qizil rangga bo‘yaydi. Lekin vodorod atomlari H da bunday xossa yo‘q.

Ionlar bitta atomdan tarkib topgan bo‘lishi mumkin — bular oddiy ionlar (Na^+, Mg^{2+}, Ca^{2+}, Fe^{2+}, Fe^{3+}, Al^{3+}, Cl^-, S^{2-} va hokazo) hamda bir necha atomdan tarkib topgan bo‘lishi mumkin — bular murakkab ionlar (SO_3^{2-}, SO_4^{2-}, PO_4^{3-}, NH_4^+, $[Cu(NH_3)_4]^{2+}$ va hokazo).

2. O‘zgarmas elektr toki ta’siri ostida musbat zaryadlangan ionlar katodga, manfiy zaryadlanganlari — anodga tomon harakatlanadi. Shuning uchun musbat zaryadlangan ionlarga *kationlar*, manfiy zaryadlangan ionlarga *anionlar* deyiladi.

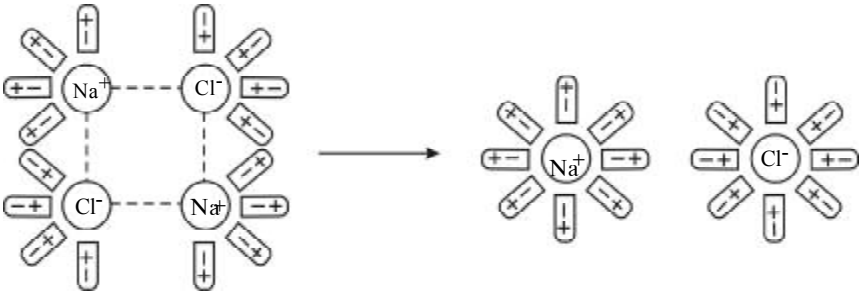
3. Elektrolitik dissotsilanish jarayoni qaytar jarayondir. Shuning uchun ham elektrolitik dissotsilanish tenglamalarida tenglik ishorasi o‘rniga qaytarlik belgisi ($\rightleftarrows$) qo‘yiladi. Masalan, umumiy holda KA elektrolitning kation K^+ va anion A^- ga dissotsilanish tenglamasi quyidagicha yoziladi:

$$KA \rightleftarrows K^+ + A^-$$

11- §. Dissotsilanish mexanizmi

Kimyoviy bog‘lanish haqidagi ta’limot elektrolitik dissotsilanish mexanizmini tushuntirishga yordam beradi. Ion bog‘lanishli moddalar eng oson dissotsilanadi. Chunki, ular ionlardan tarkib topgan bo‘ladi. Ular eriganda suvning dipollari ion birikma kristallining musbat va manfiy ionlari atrofiga oriyentirlanadi.

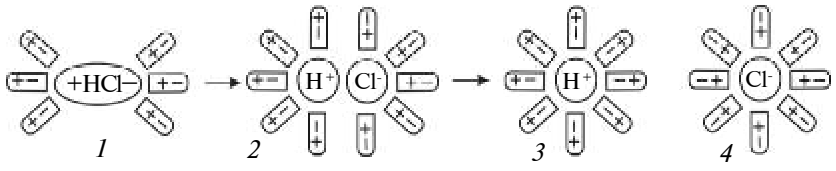
Ionlar bilan suv dipollari orasida o‘zaro tortishuv kuchlari vujudga kelib, natijada ionlar orasidagi bog‘lanish bo‘shashadi, ionlar kristalldan eritmaga o‘ta boshlaydi. Bunda gidratlangan ionlar, ya’ni suv molekulalari bilan kimyoviy bog‘langan ionlar hosil bo‘ladi (1- rasm).



1-rasm. Natriy xloridning suvdagi eritmada elektrolitik dissotsilanish sxemasi.

Molekulalari qutbli kovalent bog‘lanish tipida hosil bo‘lgan elektrolitlar boshqacharoq dissotsilanadi. Bu holda moddaning qutbli molekulalari atrofida suv dipollari oriyentirlanadi va o‘zining manfiy qutblari bilan molekulaning musbat qutbiga hamda musbat qutblari bilan manfiy qutblariga tortiladi. Bunday o‘zaro ta’sir natijasida bog‘lovchi elektron bulut elektromanfiyligi katta atom tomoniga siljiydi, qutbli molekula ionli molekulaga aylanadi va so‘ngra gidratlangan ionlar hosil bo‘ladi (2- rasm). Qutbli molekulalar to‘liq yoki qisman dissotsilanishi mumkin.

Eritmada elektrolitning dissotsilanishi jarayonida dispersion muhit, ya’ni erituvchining roli katta. Buni vodorod xlorid HCl gazining suvdagi eritmasi va benzol C_6H_6 dagi eritmasi misolida



2-rasm. Qutbli molekulalarning suvdagi eritmada elektrolitik dissotsilanish sxemasi: *1*—gidratlanishning boshlanishida qutbli molekula; *2*—suv dipollari ta’sirida qutbli strukturaning ionli strukturaga aylanishi; *3*—gidratlangan kation; *4*—gidratlangan anion.

ko‘rish mumkin. HCl ning benzoldagi eritmasi elektr tokini o‘tkazmaydi, chunki bunda HCl ionlarga dissotsilanmaydi. HCl ning suvdagi eritmasida H^+ va Cl^- ionlari borligi uchun bu eritma elektr tokini yaxshi o‘tkazadi.

Shunday qilib ionli yoki qutbli kovalent bog‘lanishli birikmalar, kislotalar, asoslar va tuzlar elektrolitlar hisoblanadi. Ular qutbli erituvchilarda eriganda ionlarga dissotsilanishi mumkin.

12- §. Kislota, asos va tuzlarning suvdagi eritmalarda dissotsilanishi

Biz quyida kislota, asos va tuzlarga elektrolitik dissotsilanish nazariyasi nuqtayi nazaridan ta’rif beramiz va ularning dissotsilanishini ko‘rib chiqamiz.

Dissotsilanganda kationlar sifatida faqat vodorod ionlarini hosil qiladigan elektrolitlar ***kislotalar*** *deyiladi.* Masalan:

$$HCl \rightleftarrows H^+ + Cl^-$$

$$HNO_3 \rightleftarrows H^+ + NO_3^-$$

$$H_2SO_4 \rightleftarrows 2H^+ + SO_4^{2-}$$

Elektrolitik dissotsilanish nazariyasiga muvofiq kislotalarning o‘ziga xos barcha umumiy xususiyatlari—nordon ta’mi, indikatorlar rangini o‘zgartirishi, asoslar, asosli oksidlar va tuzlar bilan o‘zaro ta’sirlashishi ularning suvdagi eritmalarida vodorod ionlari H^+ borligi tufaylidir.

Kislotaning asosliligi dissotsilanganda hosil bo‘ladigan vodorod ionlarining soni bilan aniqlanadi. Masalan: HCl, HNO_3, HNO_2 — bir asosli, H_2S, H_2CO_3, H_2SO_4 — ikki asosli, H_3PO_4, H_3AsO_4 — uch asosli kislotalar, chunki ular dissotsilanganda mos ravishda bitta, ikkita va uchta vodorod ionlari hosil bo‘ladi.

Ikki va ko‘p asosli kislotalar bosqichli (asta-sekin) dissotsilanadi. Masalan:

I bosqich $H_3PO_4 \rightleftarrows H^+ + H_2PO_4^-$

II bosqich $H_2PO_4^- \rightleftarrows H^+ + HPO_4^{2-}$

III bosqich $HPO_4^{2-} \rightleftarrows H^+ + PO_4^{3-}$

Ko‘p asosli kislotalar asosan, birinchi bosqichda eng ko‘p, ikkinchi bosqichda kamroq va uchinchi bosqichda nihoyatda oz darajada dissotsilanadi. Bu hol H^+ ionlari ajralish energiyasining

ko‘rsatilgan izchillikda ortib borishi bilan tushuntiriladi. Shuning uchun masalan, fosfat kislotaning suvdagi eritmasida H_3PO_4 molekulalari bilan bir qatorda $H_2PO_4^-$, HPO_4^{2-}, PO_4^{3-} ionlari (ketma-ket kamayib boradigan miqdorlarda) ham bo‘ladi.

Dissotsilanganda anionlar sifatida faqat gidroksid ionlari hosil qiladigan elektrolitlar ***asoslar*** *deyiladi.* Masalan:

$$NaOH \rightleftarrows Na^+ + OH^-$$

$$KOH \rightleftarrows K^+ + OH^-$$

$$Ba(OH)_2 \rightleftarrows Ba^{2+} + 2OH^-$$

Elektrolitik dissotsilanish nazariyasiga muvofiq asoslar eritmalarining barcha umumiy ishqoriy xossalari — ushlab ko‘rilganda sovunga o‘xshab tuyilishi, indikatorlarning rangini o‘zgartirishi, kislotalar, kislotali oksidlar, tuzlar bilan o‘zaro ta’siri ularning eritmalarida gidroksid ionlari OH^- borligi tufaylidir.

Suvda eriydigan asoslar ***ishqorlar*** *deyiladi.* Bular ishqoriy va ishqoriy-yer metallarining asoslari: LiOH, NaOH, KOH, RbOH, CsOH, $Ba(OH)_2$, $Sr(OH)_2$ lardir. NH_4OH suvda yaxshi eriydi, ammo u kuchsiz asos bo‘lganligi uchun ishqorlar qatoriga qo‘shilmaydi. Qolgan asoslar suvda erimaydi yoki juda oz eriydi. Asoslarning kislotaliligi gidroksid (gidrokso) gruppalar soni bilan aniqlanadi. Masalan, KOH, NaOH, CuOH, HgOH — bir, $Ba(OH)_2$, $Sr(OH)_2$, $Ca(OH)_2$, $Zn(OH)_2$, $Fe(OH)_2$ — ikki va $Al(OH)_3$, $Fe(OH)_3$ — uch kislotali asoslardirlar. Ikki va ko‘p kislotali asoslar bosqichma-bosqich (asta-sekin) dissotsilanadi. Masalan:

$$\text{I bosqich } Ba(OH)_2 \rightleftarrows Ba(OH)^+ + OH^-$$

$$\text{II bosqich } Ba(OH)^+ \rightleftarrows Ba^{2+} + OH^-$$

Dissotsilanganda bir vaqtning o‘zida ham vodorod ionlari, ham gidroksid ionlari hosil qiladigan elektrolitlar ***amfoter elektrolitlar*** yoki ***amfolitlar*** deyiladi. Ularga suv, aluminiy gidroksid, xrom (III) gidroksid, rux gidroksid va qator boshqa moddalar kiradi. Masalan, suv oz miqdorda H^+ va OH^- ionlariga dissotsilanadi:

$$H_2O \rightleftarrows H^+ + OH^-$$

Demak, unda vodorod ionlari H^+ borligidan hosil bo‘ladigan kislota xossalari bilan birga OH^- ionlari borligi uchun vujudga keladigan asos xossalari bir xil darajada ifodalangan. $Zn(OH)_2$ amfoter gidroksid bo‘lib, u quyidagicha dissotsilanadi:

$$2H^+ + ZnO_2^{2-} \rightleftarrows H_2ZnO_2 \rightleftarrows Zn(OH)_2 \rightleftarrows Zn^{2+} + 2OH^-$$

Dissotsilanganda metall kationi yoki ammoniy kationi NH_4^+ *va kislota qoldig'i anioni hosil qiladigan elektrolitlar* ***tuzlar*** *deyiladi.* Masalan:

$$NaCl \rightleftarrows Na^+ + Cl^-; \quad MgSO_4 \rightleftarrows Mg^{2+} + SO_4^{2-}$$

$$Al_2(SO_4)_3 \rightleftarrows 2Al^{3+} + 3SO_4^{2-}; \quad NH_4NO_3 \rightleftarrows NH_4^+ + NO_3^-$$

Nordon va asosli tuzlar ham bosqichli dissotsilanadi.

Bunda dastlab metall ionlari, so'ngra vodorod ionlari hosil bo'ladi. Masalan:

$$\text{I bosqich } KHSO_4 \rightleftarrows K^+ + HSO_4^-$$

$$\text{II bosqich } HSO_4^- \rightleftarrows H^+ + SO_4^{2-}$$

Asosli tuzlar dastlab kislota qoldiqlarini, so'ngra gidroksid ionlarini hosil qiladi. Masalan:

$$\text{II bosqich } Mg(OH)Cl \rightleftarrows Mg(OH)^+ + Cl^-$$

$$\text{II bosqich } Mg(OH)^+ \rightleftarrows Mg^{2+} + OH^-$$

13- §. Dissotsilanish darajasi

Elektrolitik dissotsilanish — qaytar jarayon bo'lganligi uchun elektrolitlarning eritmalarida ionlar bilan birga molekulalar ham bo'ladi. Shuning uchun elektrolitlarning qanchasi dissotsilangan va qanchasi dissotsilanmaganligini tavsiflash uchun kimyoga *dissotsilanish darajasi* degan tushuncha kiritilgan.

Dissotsilanish darajasi *deb, ionlarga ajralgan molekulalar sonini erigan modda molekulalarining soniga bo'lgan nisbatiga aytiladi:*

$$\alpha = n/N.$$

Bu yerda: α — dissotsilanish darajasi; n — ionlarga ajralgan elektrolit molekulalarining soni; N — erigan modda (elektrolit) molekulalarining soni.

Elektrolitning dissotsilanish darajasi tajriba yo'li bilan aniqlanadi va birning ulushlari yoki foizlarda ifodalanadi. Agar $\alpha = 0$ bo'lsa, u holda dissotsilanish sodir bo'lmagan bo'ladi. $\alpha = 1$ yoki 100% bo'lsa, u holda elektrolit ionlarga to'liq ajraladi.

Agar $\alpha = 55\ \%$ bo‘lsa, bu berilgan elektrolitning har 100 ta molekulasidan 55 tasi ionlarga ajralganligini ko‘rsatadi.

Elektrolitlarning dissotsilanish darajasi quyidagi omillar: erituvchi tabiati; eritma konsentratsiyasi; elektrolit tabiati va haroratga bog‘liq bo‘ladi.

1. Elektrolitlar tabiati. Ionlarning bir-biriga tortilishi ular joylashgan muhitga bog‘liq. Ayni elektrolitning dissotsilanish darajasi har xil erituvchilarda turli xil bo‘ladi. Erituvchi qanchalik ko‘p qutblangan, ya’ni uning dielektrik konstantasinining qiymati katta bo‘lsa, unda erigan elektrolitning dissotsilanish darajasining qiymati shuncha katta bo‘ladi.

2. Eritmaning konsentratsiyasi. Elektrolit eritmasining konsentratsiyasi qanchalik past bo‘lsa, uning dissotsilanish darajasi α ning qiymati shunchalik katta bo‘ladi. Suyultirilgan eritmalarda qarama-qarshi zaryadlangan ionlarning to‘qnashish ehtimoli kam bo‘ladi, shuning uchun bunday eritmalarda ionlardan molekulalarning hosil bo‘lishi kamroq va aksincha molekulalardan ionlarning hosil bo‘lishi ko‘proq, ya’ni α ning qiymati kattaroqdir.

3. Elektrolit tabiati. Bir xil muhitda turli xil elektrolitlar turlicha dissotsilanadi. Masalan, H_2SO_4 ning dissotsilanish darajasi H_2SO_3 nikidan ancha kattadir.

4. Harorat. Haroratning oshishi kuchli elektrolitlarning dissotsilanish darajasini kamaytiradi, sababi qarama-qarshi zaryadlangan ionlarning issiqlik harakati tufayli ularning to‘qnashishlari soni ko‘payib, ulardan molekula hosil bo‘lish tezligi oshadi, eritmada erkin ionlar kamayadi, molekulalar soni esa ko‘payadi.

Kuchsiz eritmalarda haroratning oshishi bilan dissotsilanish darajasi α ning qiymati ortadi, so‘ngra (60°C dan keyin) kamayadi.

Elektrolitlar dissotsilanish darajasi α ning qiymatini bilish muhim ahamiyatga ega, chunki ularning faolligi α ning qiymatiga bog‘liq. α ning qiymati qancha katta bo‘lsa, elektrolit ionlarga shuncha ko‘p ajraladi va u reaksiyalarda faol ishtirok etadi. Masalan, bir xil sharoitda bir xil konsentratsiyadagi xlorid va sirka kislotalardan baravar hajmda olib, ularning har biriga bir xil massadagi rux bo‘lakchasini tashlasak, xlorid kislotaning dissotsilanish darajasi sirka kislotanikidan kattaroq bo‘lganligi uchun uning rux bilan reaksiyasi shiddatliroq, sirka kislotaning rux bilan reaksiyasi esa sustroq boradi.

Turli xil kislotalarning dissotsilanish darajasi α ning qiymatini bilsak, bironta modda cho‘kmasini qaysi kislotada erishini

oldindan aytib berishimiz mumkin. Masalan, kalsiy oksalat CaC_2O_4 cho‘kmasi karbonat va sirka kislotada erimaydi, chunki bu kislotalar oksalat kislotasidan kuchsizroq. Ammo bu cho‘kma HCl, HNO_3 kabi kislotalarda yaxshi eriydi, chunki ularning dissotsilanish darajasi oksalat kislotanikidan ancha kattadir:

$$CaC_2O_4 + 2HCl = CaCl_2 + H_2C_2O_2$$

Xuddi shu sababga ko‘ra BaC_2O_4 cho‘kmasi sirka kislotada erimaydi, ammo xlorid va nitrat kislotalarda eriydi. Noma’lum modda yoki aralashmalarni sifat va miqdoriy analiz qilishda bunday hodisalarning ahamiyati juda katta.

14-§. Kuchli va kuchsiz elektrolitlar

Elektrolitlar dissotsilanish darajasi α ning qiymatiga ko‘ra 3 turga bo‘linadi.

1. Kuchli elektrolitlar: $\alpha > 0,3$ yoki $\alpha > 30$ %.
2. O‘rtacha kuchli elektrolitlar: $\alpha = 0,03—0,3$ yoki $\alpha = 3—30$ %.
3. Kuchsiz elektrolitlar: $\alpha = 0,03$ yoki $\alpha < 3$ %.

Kuchli elektrolitlar suyultirilgan eritmalarda ionlarga deyarli to‘liq dissotsilanadi.

Ular jumlasiga: 1) suvda eriydigan deyarli barcha tuzlar; 2) ko‘pchilik anorganik kislotalar; HC1, HBr, HI, HNO_3, H_2SO_4, $HClO_4$, $HClO_3$, $HMnO_4$ va hokazolar; 3) suvda eriydigan asoslar: LiOH, NaOH, KOH, RbOH, CsOH, $Ba(OH)_2$, $Sr(OH)_2$ kiradi.

Kuchsiz elektrolitlar suvda eriganida ionlarga qisman dissotsilanadi. Ularga: 1) HF, H_2CO_3, H_2S, H_2SiO_3, HNO_2, HC1O va ko‘pchilik organik kislotalar misol bo‘ladi.

2) Ishqorlardan tashqari barcha asoslar, shu jumladan, NH_4OH va ko‘pchilik organik asoslar kiradi.

3) Suv ham kuchsiz elektrolit, uy haroratida uning har 10.000.000 ta molekulasidan atigi 1 tasi H^+ va OH^- ionlariga ajraladi, qolganlari esa H_2O shaklida bo‘ladi.

Kuchsiz elektrolitlar eritmasida ionlarning konsentratsiyasi juda past bo‘ladi.

15- §. Kuchsiz elektrolitlarning dissotsilanish konstantasi

Kuchsiz elektrolitlar suvli eritmalarida qisman dissotsilanadi. Shuning uchun eritmada molekulalar va ionlar o‘rtasida dinamik muvozanat qaror topadi. Demak, kuchsiz elektrolitlarning disso-

silanish jarayoniga kimyoviy muvozanatni siljitish qoidasini qo‘llashimiz mumkin. Masalan, sirka kislotaning dissotsilanish tenglamasi

$$CH_3COOH \rightleftarrows CH_3COO^- + H^+$$

ga asoslanib, muvozanat konstantasining matematik ifodasini quyidagicha yozishimiz mumkin:

$$K = \frac{\left[CH_3COO^-\right]\left[H^+\right]}{\left[CH_3COOH\right]}$$

Kuchsiz elektrolitlar uchun muvozanat konstantasi o‘rniga *dissotsilanish konstantasi* ishlatiladi. K_nA_m tarkibli elektrolitlarning dissotsilanishini quyidagi tenglama bilan ifodalash mumkin:

$$K_nA_m \rightleftarrows nK^{m+} + mA^{n-}.$$

Bunday elektrolitlar uchun dissotsilanish konstantasining qiymati

$$K = \frac{\left[K^{m+}\right]^n \left[A^{n-}\right]^m}{\left[K_nA_m\right]}$$ bo‘ladi.

Bu yerda $[K^{m+}]$ — kationning muvozanat konsentratsiyasi; $[A^{n-}]$ — anionning muvozanat konsentratsiyasi; $[K_nA_m]$ — K_nA_m tarkibli elektrolitning muvozanat konsentratsiyasi.

O‘zgarmas haroratda kuchsiz elektrolitlarning dissotsilanish konstantasining qiymati eritma konsentratsiyasining o‘zgarishi bilan o‘zgarmaydi. Dissotsilanish konstantasi elektrolitlarning ionlarga ajralish qobiliyatini ifodalaydi. K ning qiymati qancha yuqori bo‘lsa, elektrolitning dissotsilanish darajasi shuncha katta bo‘ladi.

Ma’lumki, ko‘p asosli kislotalar va ko‘p kislotali asoslar bosqichli dissotsilanadi. Dissotsilanishning har bir bosqichi dissotsilanish konstantasining qiymati bilan belgilanadi. Masalan, fosfat kislota uch bosqichda dissotsilanadi va har bir bosqichda K ning o‘z qiymati bor.

I bosqich: $H_3PO_4 + H_2O \rightleftarrows H_3O^+ + H_2PO_4^-$

$$K_1 = \frac{\left[H_3O^+\right]\left[H_2PO_4^-\right]}{\left[H_3PO_4\right]} = 7{,}6 \cdot 10^{-3}$$

II bosqich: $H_2PO_4^- + H_2O \rightleftarrows H_3O^+ + HPO_4^{2-}$

$$K_2 = \frac{\left[H_3O^+\right]\left[HPO_4^{2-}\right]}{\left[H_2PO_4^-\right]} = 6,2 \cdot 10^{-8}.$$

III bosqich: $HPO_4^{2-} + H_2O \rightleftarrows H_3O^+ + PO_4^{3-}$

$$K_{3.} = \frac{\left[H_3O^+\right]\left[HPO_4^{3-}\right]}{\left[HPO_4^{2-}\right]} = 4,4 \cdot 10^{-13}$$

Kuchsiz elektrolitlarning dissotsilanish darajasi α ning qiymatini sun'iy ravishda pasaytirish mumkin. Masalan, sirka kislota quyidagi tenglama

$$CH_3COOH \rightleftarrows CH_3COO^- + H^+$$

bo'yicha dissotsilanib, muvozanat qaror topgandan so'ng Le-Shatelye qonuniga binoan muvozanatni kerakli tomonga siljitishimiz mumkin. Agar eritmaga natriy asetat CH_3COONa qo'shilsa, u holda kuchli elektrolit bo'lgan bu tuz CH_3COO^- ionlarining katta miqdorini hosil qiladi va CH_3COO^- qiymati sezilarli oshadi. Bunda muvozanat chapga siljiydi, natijada sirka kislota CH_3COOH ning dissotsilanish darajasi kamayadi. Muhitning kislotaliligi sezilarli darajada pasayadi. Sirka kislotaning dissotsilanish konstantasining formulasi

$$K = \frac{\left[CH_3COO^-\right]\left[H^+\right]}{[CH_3COOH]}$$ ga ko'ra

CH_3COO^- ionlari konsentratsiyasining ko'payishiga qaramay, K ning qiymati doimiy bo'lib qoladi, chunki H^+ ionlarining konsentratsiyasi pasayadi. Xuddi shu usul bilan ammiak eritmasining dissotsilanish darajasini pasaytirish mumkin. Agar eritmaga biron ammoniyli tuz qo'shilsa, masalan, NH_4Cl, u holda ammoniy ionining konsentratsiyasi NH_4^+ birdan oshib ketadi va

$$NH_4OH \rightleftarrows NH_4^+ + OH^-$$

sistemaning muvozanati chapga siljiydi. Gidroksid ionlarining konsentratsiyasi OH^- sezilarli pasayadi, ya'ni eritmaning ishqoriyligi kamayadi.

Shunday qilib, kuchsiz elektrolitning dissotsilanish darajasini pasaytirish uchun eritmaga kuchsiz elektrolit bilan bir xil ioni bo‘lgan boshqa kuchli elektrolit qo‘shish zarur. Bir xil ionli elektrolit ta’sirida H^+ va OH^- ionlari konsentratsiyasining keskin kamaytirish mumkinligi analitik kimyoda keng qo‘llaniladi.

16- §. Ion almashinish reaksiyalari

Quruq holatdagi elektrolitlar bir-biri bilan reaksiyaga kirishmaydi. Ammo eritmalarda va suyuqlanmalarda elektrolitlar orasidagi reaksiya juda katta tezlik bilan boradi. Buning sababi quruq holatdagi elektrolitlar, ya’ni ularning kristallarida erkin ionlar bo‘lmaydi. Elektrolitlar eritmalari va suyuqlanmalarida esa erkin elektronlar bo‘ladi.

Elektrolitik dissotsilanish nazariyasiga ko‘ra elektrolitlarning suvdagi eritmalari va suyuqlanmalaridagi reaksiyalar ionlarning reaksiyalaridir. Shuning uchun ko‘pincha elektrolitlar orasida boradigan reaksiyalar to‘liq va qisqartirilgan ionli tenglamalar shaklida ham ifodalanadi.

Reaksiyalarning ionli tenglamalarini tuzishda kam dissotsilanadigan, suvda erimaydigan, oz eriydigan va gazsimon moddalar molekular holatda yoziladi. Moddaning formulasidan keyin turgan (↓) belgi bu modda reaksion sferadan ajralib, cho‘kmaga tushishini, (↑) belgi esa modda gaz holatda ajralib chiqishini ko‘rsatadi. Amalda to‘liq dissotsilanadigan kuchli eruvchan elektrolitlar ionlar holida yoziladi. Tenglamaning chap qismidagi elektr zaryadlar yig‘indisi o‘ng qismidagi elektr zaryadlar yig‘indisiga teng bo‘lishi kerak.

Misol. Temir (III) xlorid va natriy gidroksid eritmalari orasidagi reaksiyaning tenglamalarini molekular va ionli shaklda yozing.

1. Reaksiyaning molekular tenglamasi

$$FeCl_3 + 3NaOH = Fe(OH)_3 \downarrow + 3NaCl$$

2. Reaksiyaning to‘liq ionli tenglamasi

$$Fe^{3+} + 3Cl^- + 3Na^+ + 3OH^- = Fe(OH)_3 \downarrow + 3Na^+ + 3Cl^-$$

3. Tenglamaning ikkala qismidan bir xil ionlarni, ya’ni reaksiyada ishtirok etmaydigan ionlarni chiqarib tashlab, uning qisqartirilgan ionli tenglamasini tuzamiz:

$$Fe^{3+} + 3OH^- = Fe(OH)_3 \downarrow$$

Reaksiyaning qisqartirilgan ionli tenglamasidan ko‘rinadiki, reaksiyaning mohiyati Fe^{3+} ionlari bilan gidroksid ionlari OH^- o‘zaro ta’sirlashib, suvda erimaydigan temir (III) gidroksid $Fe(OH)_3$ cho‘kmasini hosil qilishdan iborat ekan. Bunda bu ionlar o‘zaro ta’sirlashgunga qadar qaysi elektrolitlar tarkibida bo‘lganligining hech ahamiyati yo‘q. Masalan: $Fe_2(SO_4)_3$ bilan KOH orasidagi reaksiya bu xulosani tasdiqlaydi:

$$Fe_2(SO_4)_3 + 6KOH = 2Fe(OH)_3 \downarrow + 3K_2SO_4$$

$$2Fe^{3+} + 3SO_4^{2-} + 6K^+ + 6OH^- = 2Fe(OH)_3 + 6K^+ + 3SO_4^{2-}$$

$$Fe^{3+} + 3OH^- = Fe(OH)_3 \downarrow$$

Elektrolitlar eritmalarida sodir bo‘ladigan juda ko‘p ion almashinish reaksiyalari deyarli qaytmas tarzda, reaksiya mahsulotlari hosil bo‘lish tomoniga qarab boradi va ularni uch gruppaga bo‘lish mumkin.

1. Cho‘kma hosil bo‘lishi bilan boradigan reaksiyalar:

a) $AgNO_3 + HCl = AgCl \downarrow + HNO_3$

b) $Ag^+ + NO_3^- + H^+ + Cl^- = AgCl \downarrow + H^+ + NO_3^-$

d) $Ag^+ + Cl^- = AgCl \downarrow$

2. Gaz moddalar hosil bo‘lishi bilan boradigan reaksiyalar:

a) $Na_2CO_3 + H_2SO_4 = Na_2SO_4 + CO_2 \uparrow + H_2O$

b) $2Na^+ + CO_3^{2-} + 2H^+ + SO_4^{2-} = 2Na^+ + SO_4^{2-} + CO_2 \uparrow + H_2O$

d) $CO_3^{2-} + 2H^+ = CO_2 \uparrow + H_2O$

1. Kuchsiz elektrolitlar hosil bo‘lishi bilan boradigan reaksiyalar:

a) $HCl + KOH = KCl + H_2O$

b) $H^+ + Cl^- + K^+ + OH^- = K^+ + Cl^- + H_2O$

d) $H^+ + OH^- = H_2O$

Reaksiyalarning qisqartirilgan ionli tenglamalarini tuzganda reaksiyaga kirishmagan ionlar tenglamadan chiqarilishi lozim. Sifat

analizda biz ko‘pincha qisqartirilgan ionli tenglamalardan foydalanamiz. Quyida elektrolitlar orasida boradigan reaksiyalarning molekular va qisqartirilgan ionli tenglamalari keltirilgan:

1) $HNO_3 + NaOH = NaNO_3 + H_2O$

$H^+ + OH^- = H_2O$

2) $Fe(OH)_3 + 3HNO_3 = Fe(NO_3)_3 + 3H_2O$

$Fe(OH)_3 + 3H^+ = Fe^{3+} + 3H_2O$

3) $Ba(OH)_2 + H_2SO_4 = BaSO_4 + 2H_2O$

$OH^- + H^+ = H_2O$

4) $NaNO_2 + HCl = NaCl + HNO_2$

$NO_2^- + H^+ = HNO_2$

5) $CaCO_3 + 2HCl = CaCl_2 + H_2O + CO_2 \uparrow$

$CaCO_3 + 2H^+ = Ca^{2+} + H_2O + CO_2 \uparrow$

6) $FeCl_3 + 3NaOH = Fe(OH)_3 \downarrow + 3NaCl$

$Fe^{3+} + 3OH^- = Fe(OH)_3 \downarrow$

II BO‘LIM
SIFAT ANALIZI

IV BOB. SIFAT ANALIZIGA KIRISH

17-§. Sifat analizi usullari

Analitik kimyodagi sifat analizining vazifasi modda va aralashmalarning sifat tarkibi, ya’ni tekshirilayotgan obyekt qanday elementlar, ionlar va funksional gruppalardan iboratligini aniqlashdan iborat.

Sifat analizini o‘tkazish uchun moddalarning turli xil miqdori bilan ishlash mumkin. Analitik reaksiyalarni bajarishda ishlatiladigan moddaning miqdoriga qarab sifat analizi makro-, mikro-, yarimmikro- va ultramikro usullarga bo‘linadi.

Makroanalizda moddaning nisbatan ko‘proq (0,5—1,0 g) miqdori yoki bu modda eritma holida bo‘lsa, uning 20—50 ml hajmi tekshiriladi. Reaksiyalar sig‘imi 10—20 ml li probirkalarda, kimyoviy stakanlar va kolbalarda o‘tkaziladi. Cho‘kmalar eritmadan qog‘oz filtrlar yordamida filtrlab, eritmadan ajratib olinadi.

Mikroanalizda moddaning makroanalizdagiga qaraganda taxminan 100 marta kam miqdori, ya’ni qattiq moddaning bir necha milligramm yoki eritma millilitrining bir qismi tekshiriladi. Bunda tekshirilayotgan modda tarkibidagi element yoki ionlarning har birini, ular hatto juda oz miqdorda bo‘lganda ham, aniqlashga imkon beradigan juda seziluvchan reaksiyalardan foydalaniladi. Reaksiyalar mikrokristalloskopik yoki tomchi usulida bajariladi.

Mikrokristalloskopik usul bilan analiz qilishda reaksiyalar odatda shisha plastinka ustida o‘tkaziladi va hosil bo‘layotgan kristallar shaklini mikroskop ostida ko‘rib, izlanayotgan ion (element) ning bor yoki yo‘qligi haqida xulosa chiqariladi.

Tomchi usulida eritmaning rangi o‘zgaradigan yoki rangli cho‘kmalar hosil bo‘ladigan reaksiyalar qo‘llaniladi. Reaksiyalar ko‘pincha filtr qog‘ozi ustida o‘tkaziladi. Bunda tekshirilayotgan eritma va reaktivlar ma’lum tartibda tomiziladi. Reaksiya natijasida qog‘ozda rangli dog‘ hosil bo‘ladi va uning rangiga qarab, tekshirilayotgan eritma tarkibida izlanayotgan ion bor yoki yo‘qligi aniqlanadi.

Yarimmikroanaliz makro- va mikroanaliz o‘rtasida oraliq holatni egallaydi. Bu usul tekshirilayotgan modda miqdori makroanalizda ishlatiladigan modda miqdorining $\frac{1}{20} - \frac{1}{25}$ qismini tashkil qiladi. Bu miqdor qattiq moddaning taxminan 50 milligramiga yoki eritmaning 1 millilitriga to‘g‘ri keladi.

Yarimmikroanaliz makroanalizga qaraganda bir qancha afzalliklarga ega bo‘lib, makroanalizdagidek ishonchli natijalar beradi.

Ultramikroanalizda moddaning 1 mg dan kam miqdori tekshiriladi. Bunday analiz mikroskop ostida o‘tkaziladi.

Sifat analizining tekshirish usullari. Sifat analizida fizik, fizik-kimyoviy, kimyoviy usullardan foydalaniladi.

Fizik analiz tekshirilayotgan moddaning fizik xossalarini o‘rganishga asoslangan. Unga spektral analiz, rentgen struktura analizi, mass-spektrosokpiya kabi usullar kiradi.

Fizik-kimyoviy tekshirishda reaksiyalarning borishi haqida fikr yuritish moddalar va eritmalarning fizik-kimyoviy xossalarini aniqlashga asoslangan.

Polyarografiya, xromatografiya va boshqalar bu usulga misol bo‘ladi.

Kimyoviy usullarda tekshiriladigan moddaning kimyoviy xossalaridan foydalaniladi.

Analitik reaksiyalar. Analitik reaksiyalar quruq va ho‘l usullar bilan o‘tkaziladi. Quruq usulda tekshirilayotgan modda va reaktivlar qattiq holatda olinadi va reaksiya tekshiriladigan modda bilan reaktivlarni yuqori haroratda qizdirish yo‘li bilan amalga oshiriladi.

Ho‘l usulda esa tekshiriladigan modda bilan reaktivlarning o‘zaro ta’siri eritmalarda kuzatiladi.

Quruq usul bilan o‘tkaziladigan reaksiyalar qatoriga metallar tuzlarining alangani bo‘yashi bilan boradigan reaksiyalarni kiritish mumkin. Masalan, platina yoki nixrom simiga yuqtirilgan natriy tuzlari gaz gorelkasining alangasiga tutilsa, alangani sariq, kaliy tuzlari — binafsha, stronsiy tuzlari — och qizil, bariy tuzlari — yashil rangga bo‘yaydi va hokazo. Alanga qanday rangga bo‘yalganiga qarab tekshirilayotgan modda tarkibidagi izlanayotgan elementlarni aniqlash mumkin.

Natriy tetraborat (bura) $Na_2B_4O_7 \cdot 10H_2O$ yoki natriyammoniy gidrofosfatlar $NaNH_4HPO_4 \cdot 4H_2O$ ba’zi metallarning tuzlari bilan

qizdirilganda rangli shishalar hosil bo‘lishi, shuningdek, tekshirilayotgan quruq moddani quruq Na_2CO_3 bilan K_2CO_3 yoki Na_2CO_3 bilan KNO_3 va boshqa aralashmalarga qo‘shib qizdirish quruq usulda bajariladigan reaksiyalar qatoriga kiradi.

Alangani bo‘yash va rangli shisha hosil qilish usullari ***piro-kimyoviy usul*** deb ataladi. Bu usuldan mineral va tog‘ jinslarini aniqlashda ko‘p foydalaniladi.

Quruq usul bilan o‘tkaziladigan reaksiyalar yordamchi reaksiyalar hisoblanadi va undan dastlabki sinab ko‘rishlarda foydalaniladi.

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

$$CuO + H_2SO_4 \rightarrow CuSO_4 + H_2O$$
$$Fe(OH)_3 + 3HCl \rightarrow FeCl_3 + 3H_2O$$
$$CaCO_3 + 2HNO_3 \rightarrow Ca(NO_3)_2 + H_2O + CO_2 \uparrow$$

Sifat analizida faqat biror *tashqi effekt,* ya’ni reaksiyaning haqiqatan ham sodir bo‘layotganligini ko‘rsatuvchi o‘zgarishlar bilan boradigan reaksiyalardan foydalaniladi. Odatda, bunday tashqi effektlar:

a) eritma rangining o‘zgarishi;
b) cho‘kma tushishi (yoki erib ketishi);
d) gaz ajralib chiqishidan iborat bo‘ladi.

Cho‘kma tushishi va eritma rangining o‘zgarishi sodir bo‘ladigan reaksiyalar analitik kimyoda eng ko‘p qo‘llaniladigan reaksiyalardir. Masalan, xlorid kislota va uning tuzlari eritmalarida Cl^- ionlari borligini topish uchun eritmaga bir necha tomchi kumush nitrat $AgNO_3$ eritmasi ta’sir ettiriladi. Bunda suzmasimon oq cho‘kma AgCl hosil bo‘ladi. Shu cho‘kmaga qarab eritmada Cl^- ionlari borligi haqida xulosa chiqariladi:

$$HC1 + AgNO_3 \rightarrow AgCl \downarrow + HNO_3$$
$$CaCl_2 + 2AgNO_3 \rightarrow 2AgCl \downarrow + Ca(NO_3)_2$$

Bu tenglamalarda keltirilgan tuzlarning hammasi cho‘kmaga tushayotgan AgCl dan tashqari, eritmada tegishli ionlarga ajralgan holda bo‘ladi. Shuni hisobga olib, keyingi reaksiyani quyidagicha yozish mumkin:

$$Ca^{2+} + 2Cl^- + 2Ag^+ + 2NO_3^- \rightarrow 2AgCl\downarrow + Ca^{2+} + 2NO_3^-$$

$$Cl^- + Ag^+ \rightarrow AgCl\downarrow$$

Ma’lumki, oxirgi tenglamaga reaksiyaning qisqartirilgan ionli tenglamasi deb ataladi. Xloridlarning eritmalari bilan $AgNO_3$ o‘rtasida boradigan har qanday reaksiya uchun ham xuddi ana shu ionli tenglama kelib chiqadi.

Qisqartirilgan ionli tenglamadan ko‘rinib turibdiki, *tahlil qilinayotgan reaksiyaning mohiyati eritmadagi Ag^+ va Cl^- ionlarining o‘zaro ta’sirlashib AgCl ning suvda erimaydigan oq cho‘kmasini hosil qilishdan iboratdir.*

18- §. Analitik reaksiyalar va ularga qo‘yiladigan talablar

Tashqi o‘zgarishlar (cho‘kma tushishi va erishi, gaz hamda rangli birikma hosil bo‘lishi) bilan sodir bo‘ladigan reaksiyalar ***analitik reaksiyalar*** *deyiladi.*

Ionlar, funksional gruppa yoki biron birikmani aniqlash uchun ishlatiladigan moddalar *reaktiv* deyiladi. Biron ionga yoki moddaga xos bo‘lgan reaksiya *xususiy reaksiya* deb ataladi. Masalan, Fe^{3+} ionlari uchun $K_4[Fe(CN)_6]$ reaktiv bo‘lib hisoblanadi. Quyidagi qisqartirilgan ionli tenglama:

$$4Fe^{3+} + 3[Fe(CN)_6]^{4-} = Fe_4[Fe(CN)_6]_3\downarrow$$

bilan ifodalangan reaksiya esa Fe^{3+} ionlarining xususiy reaksiyasidir. Analitik reaksiya muayyan talablarga javob berishi lozim. U juda sust bormasligi va reaksiya oson bajarilishi kerak.

Analitik reaksiya uchun qo‘yiladigan eng asosiy talablar: reaksiyaning o‘ziga xosligi va seziluvchanligidir. Reaktiv bilan sifat reaksiyaga kirishayotgan ionlarning soni qancha kam bo‘lsa, reaksiyasining spetsifikligi shuncha katta bo‘ladi va reaksiyada aniqlanayotgan ion tez topiladi. Ayni reaktiv bilan tekshiriladigan ion yoki moddaning qanchalik kam miqdori aniqlansa, reaktivning seziluvchanligi shuncha katta hisoblanadi.

Masalan, $K_4[Fe(CN)_6]$ reaktivi bilan Fe^{3+} ionlarini ochish o‘ziga xos reaksiya bo‘lib hisoblanadi, chunki to‘q ko‘k rangli $Fe_4[Fe(CN)_6]_3$ tarkibli cho‘kmaning hosil bo‘lishi Fe^{3+} ionlarini boshqa kationlar ishtirokida ham aniqlashga imkon beradi. Shu bilan birga, bu reaksiya juda seziluvchandir, chunki bu reaktiv yordamida eritmadagi Fe^{3+} ionlarining juda oz miqdorini ham aniqlasa bo‘ladi. Reaksiyaning seziluvchanligi odatda topilish minimumi bilan ifodalanadi. Topilish minimumi (T) modda yoki ionning reaksiya muayyan shart-sharoitlarda o‘tkazilganida aniqlanishi mumkin bo‘lgan eng kam miqdoridir. Bu miqdor juda kichik bo‘lganidan, u odatda mikrogrammlarda ifodalanadi:

$$1 \text{ mkg} = 0{,}000001 \text{ g} = 10^{-6} \text{ g}.$$

2- jadval

Cu^{2+} ionini topish reaksiyalarining seziluvchanligi

Reaktiv	Hosil bo‘ladigan birikma	Reaksiyadagi tashqi o‘zgarishlar	Topilish minimumi, mkg
HCl	$H[CuCl_3]$	Eritma yashil rangga kiradi	1
NH_3	$[Cu(NH_3)_4]Cl_2$	Eritma ko‘k rangga kiradi	0,2
$K_4[Fe(CN)_6]$	$Cu_2[Fe(CN)_6]$	Jigarrang cho‘kma	0,02

2- jadvaldan ko‘rinib turibdiki, mis (II) ionini aniqlashda eng seziluvchan reaksiya $K_4[Fe(CN)_6]$ bilan o‘tkaziladigan reaksiya ekan.

Analitik reaksiyalarni amalga oshirish shart-sharoitlari. Har bir analitik reaksiyaning bajarilishi uchun muayyan shart-sharoitlar kerak. Reaksiyalarni amalga oshirishning eng muhim sharoitlari quyidagilar:

— reaksiyaga kirishayotgan moddalar konsentratsiyasi;
— eritma muhiti;
— harorat.

Reaksiyaga kirishayotgan moddalar konsentratsiyasi yetarli darajada bo‘lishi kerak, aks holda reaksiya chiqmaydi. Har qanday moddaning eritmadagi konsentratsiyasi uning ayni sharoitdagi

eruvchanligidan ortiq bo‘lgandagina, shu modda cho‘kmaga tushadi. Agar modda juda qiyin eriydigan bo‘lsa, topiladigan ionning konsentratsiyasi nihoyatda kam bo‘lgan taqdirda ham, u cho‘kmaga tushadi, bunday reaksiyalar seziluvchan hisoblanadi. Reaksiyaning seziluvchanligi past bo‘lsa, bunday reaksiya topiladigan ionning konsentratsiyasi birmuncha yuqori bo‘lgandagina borishi mumkin. Masalan, $K[Sb(OH)_6]$ reaktivi bilan eritmadagi Na^+ ionlarining konsentratsiyasi 0,5 n ga katta bo‘lgandagina Na^+ ionlarini ochish mumkin.

Reaktiv konsentratsiyasi ko‘payishi bilan reaksiyaning seziluvchanligi (ma’lum chegaragacha) ortadi. Ammo sifat analizida reaksion aralashmaga juda ko‘p miqdorda reaktiv qo‘shish yaramaydi, chunki hosil bo‘lgan cho‘kma mo‘l miqdordagi reaktivda erishi mumkin. Masalan, eritmadagi Hg^{2+} ionlarini topish uchun ishlatiladigan KI reaktivi eritmasidan tekshiriladigan eritmaga ekvivalent miqdorda qo‘shilganda HgI_2 tarkibli qizil cho‘kma hosil bo‘ladi:

$$Hg^{2+} + 2I^- = HgI_2 \downarrow$$

Tekshiriladigan eritmaga KI reaktividan mo‘l miqdorda qo‘shilganda kompleks ion $[HgI_4]^{2-}$ hosil bo‘lishi tufayli HgI_2 cho‘kmasi eriydi:

$$HgI_2 + 2I^- = [HgI_4]^{2-}$$

Eritma muhiti analitik reaksiyani amalga oshirishning eng muhim shartlaridan biridir. Masalan, kislotalarda eriydigan cho‘kmalar, eritma muhiti kislotali, ya’ni $pH<7$ bo‘lganda hosil bo‘lmasligiga shubha yo‘q. Xuddi shuningdek, ishqorda eriydigan cho‘kmalar ishqoriy muhitda cho‘kmaydi. Agar cho‘kma kislotada ham, ishqorda ham erisa, uni faqat neytral muhitda hosil qilish mumkin va hokazo.

Reaksiyalarni amalga oshirishning muhim shart-sharoitlaridan biri shu reaksiyalar uchun zarur muhit yaratishdir.

Harorat. Harorat ko‘tarilishi bilan eruvchanligi ortib boradigan cho‘kmalarni issiq holatdagi eritmalardan hosil qilish yaramaydi, bunday reaksiyalarni sovuqda, ya’ni uy haroratida, ba’zan esa eritmani „sovitib“ o‘tkazish kerak. Ba’zi reaksiyalar faqat qizdirganda boradi.

Reaktivlar. Analitik reaksiyalarda ishlatiladigan reaktivlar maxsus, selektiv (tanlab) ta'sir etuvchi va gruppa reaktivlariga bo'linadi.

Maxsus reaktivlar faqat muayyan ion (modda) bilan o'ziga xos cho'kma yoki rangli birikmalar hosil qiladi. Masalan, qizil qon tuzi $K_3[Fe(CN)_6]$ faqat Fe^{2+} ionlari bilan to'q ko'k rangli cho'kma hosil qiladi. Demak, bu reaktiv Fe^{2+} ionlari uchun reaktivdir.

Selektiv yoki tanlab ta'sir ko'rsatuvchi reaktivlar bir gruppa yoki turli gruppalarga mansub bo'lgan ionlar bilan reaksiyaga kirishib, sifat o'zgarishlar hosil qiladi. Masalan, KI reaktivi Pb^{2+}, Hg^{2+}, Ag^{+} (II gruppa kationlari) hamda Hg^{2+} va Cu^{2+} (VI gruppa kationlari) bilan sifat reaksiyaga kirishadi.

Gruppa reaktivi muayyan gruppaning barcha ionlari bilan reaksiyaga kirishadi. Bu reaktiv yordamida muayyan gruppa ionlarini boshqa gruppa ionlaridan ajratib olish mumkin. Masalan, xlorid kislota eritmasi II analitik gruppa kationlarining gruppa reaktivi bo'lib hisoblanadi, u Pb^{2+}, Hg^{2+} va Ag^{+} kationlari bilan suvda qiyin eriydigan oq cho'kmalarni hosil qiladi.

19- §. Eritmani bo'lib-bo'lib va tizimli analiz qilish

Izlanadigan ionlarni maxsus reaksiyalardan foydalanib, tekshirilayotgan eritmaning alohida ulushlaridan bevosita topish mumkin. Bu usul *bo'lib-bo'lib analiz qilish* usuli deb ataladi. Bunda ayrim ionlarni topish tartibining ahamiyati yo'q.

Yetarli darajada ishonchli natija beradigan maxsus reaksiyalar bo'lmasa, bo'lib-bo'lib analiz qilish usuli bilan tegishli ionlarni topib bo'lmaydi. Bunday hollarda ayrim ionlarni topish uchun reaksiyalar o'tkazishning ma'lum tartibini, ya'ni tizimli *tahlil qilish yo'lini* ishlab chiqishga to'g'ri keladi. Bunda har bir ionni topishdan oldin uning topilishiga xalaqit beradigan (foydalanilayotgan reaktiv bilan xuddi shunday reaksiyaga kirishadigan) boshqa hamma ionlar oldindan topiladi va eritmadan yo'qotiladi. Masalan, tarkibida Ca^{2+} va Ba^{2+} ionlari bo'lgan eritmani tizimli analiz qilish yo'lini ko'rib chiqamiz. Ca^{2+} ionining eng seziluvchan reaksiyasi oksalat kislota $H_2C_2O_4$ ning eriydigan tuzlari ta'sirida kalsiy oksalat CaC_2O_4 cho'kmasining hosil bo'lishidir:

$$Ca^{2+} + C_2O_4^{2-} \rightarrow CaC_2O_4 \downarrow$$

Ca^{2+} ionlari uchun bu reaksiya maxsus emas, chunki Ba^{2+} ionlari ham shu reagent bilan cho‘kma hosil qiladi. Demak, Ca^{2+} ionlarini ochishda bu ionni topishdan oldin, eritmada Ba^{2+} ionining bor yoki yo‘qligini aniqlab olish kerak. Ba^{2+} ionini kaliy xromat K_2CrO_4 ta’sirida topish mumkin. Bunda o‘ziga xos sariq cho‘kma — bariy xromat hosil bo‘ladi:

$$Ba^{2+} + CrO_4^{2-} \rightarrow BaCrO_4 \downarrow$$

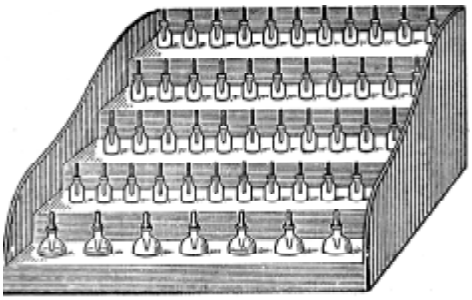
Kalsiy xromat $CaCrO_4$ suvda eruvchan bo‘lgani sababli Ca^{2+} ionlarining bo‘lishi Ba^{2+} ionlarini topishga xalaqit bermaydi. Shuning uchun eritmaning alohida ulushidan Ba^{2+} ni topish mumkin. Agar $BaCrO_4$ cho‘kmasi tushmasa, eritmada Ba^{2+} ioni yo‘q bo‘ladi va shundan keyin eritmadan yana ozroq miqdorda olib, $(NH_4)_2C_2O_4$ reaktivi yordamida Ca^{2+} ionini topish mumkin. Aksincha, agar eritmadagi Ba^{2+} ionlari bo‘lsa, ularni Ca^{2+} ionlarini topishdan oldin eritmadan butunlay yo‘qotish kerak. $BaCrO_4$ ning to‘la cho‘kishi uchun eritmaga kerak bo‘lgan miqdorda kaliy xromat qo‘shib, uning ta’siridagi Ba^{2+} ionlarini yo‘qotish mumkin. Bu tuz to‘liq cho‘kkanligiga tegishli tajribani o‘tkazib ishonch hosil qilish kerak. Buning uchun cho‘kmani sentrifugalab yoki filtrlab, eritma cho‘kmadan ajratiladi va shu eritmaga yana ozgina reagent qo‘shiladi. Agar cho‘kma qaytadan hosil bo‘lmasa, eritmada Ba^{2+} ionlari qolmagan bo‘ladi va undan Ca^{2+} ionini $(NH_4)_2C_2O_4$ ta’sirida topish mumkin. Oq cho‘kmaning hosil bo‘lishi, endi eritmada Ca^{2+} ioni borligiga dalil bo‘ladi. Bundan ko‘rinib turibdiki, tizimli analiz qilishda ayrim ionlarni *topish reaksiyalari* bilan bir qatorda, ularni bir-biridan *ajratish reaksiyalarini* o‘tkazishga to‘g‘ri keladi.

Ajratish reaksiyalarida, ko‘pincha, ajratilayotgan ionlar hosil qiladigan o‘xshash birikmalarning eruvchanligi bir-biridan farq qilishidan foydalaniladi. Masalan, Ba^{2+} ni Ca^{2+} dan ajratish $BaCrO_4$ va $CaCrO_4$ larning eruvchanligi har xilligiga asoslangan. Ba’zan birikmalarning uchuvchanligidan ham foydalaniladi. Masalan, NH_4^+ ni K^+, Na^+ dan ajratish uchun eritma bug‘latiladi va quruq qoldiq qizdiriladi. Bunda ammoniy tuzlari uchib ketadi, kaliy va natriy tuzlari esa qizdirilayotgan idishda qoladi.

Ajratishning samarali usuli ionlarni suvdagi eritmalardan turli xil organik erituvchilar ta’sirida ekstraksiya qilishdir. Bu usul hozirgi vaqtda analitik kimyoda keng ko‘lamda qo‘llanilmoqda.

20- §. Sifat analizida ishlatiladigan asbob-uskunalar va idishlar

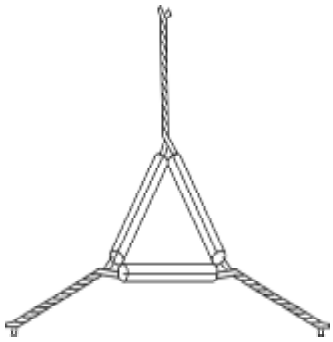
Laboratoriya amaliyotida sifat reaksiyalarini yarimmikrousul bilan amalga oshirish katta qulayliklarga ega.



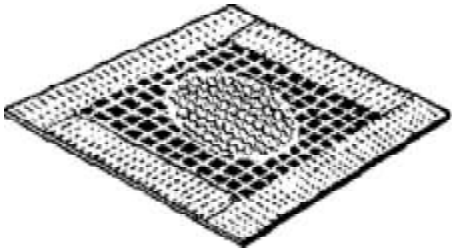
3- rasm. Reaktivlar solingan flakonchalar uchun shtativ.

Yarimmikrousul bilan ishlaganda laboratoriyada quyidagi asbob-uskunalar bo‘lishi lozim:

kimyoviy reaktivlar eritmasi solingan flakonchalar uchun shtativ; probirkalar uchun shtativ; halqali chinni uchburchak; asbest to‘r; probirka tutqich; halqali va tutqichli metall shtativ; sentrifuga probirkalari; silindrsimon probirkalar; pipetkalar; tomizg‘ich; shisha tayoqchalar; yuvg‘ich diametri 3—5 sm bo‘lgan chinni kosacha; qopqoqli chinni tigel; voronka; byuks; soat oynasi yoki buyum shishalari, idish yuvadigan cho‘tka; kimyoviy stakan; konussimon kolbalar; suv hammomi, sentrifuga; mufel pechi; quritish shkafi; probirka isitgich; spirt lampasi yoki gaz gorelkasi (3—22- rasmlar).



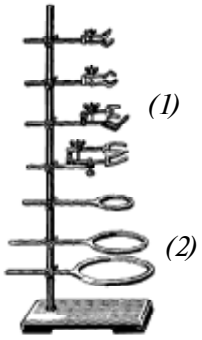
4- rasm. Halqali chinni uchburchak.



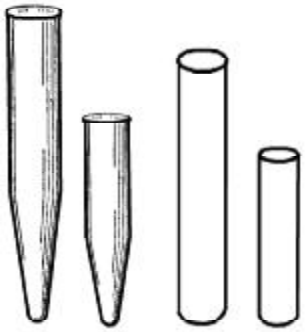
5- rasm. Asbest to‘r.



6- rasm. Probirka tutqich.



7- rasm. Tutqichli (1) va halqali (2) shtativ.



8- rasm. *a* – sentrifuga probirkalari; *b* – silindrsimon probirkalar.



9- rasm. Pipetkalar: *a* – Mor pipetkasi; *b* – darajalangan pipetka.



10-rasm. Tomizg‘ich.



11-rasm. Shisha tayoqchalar.



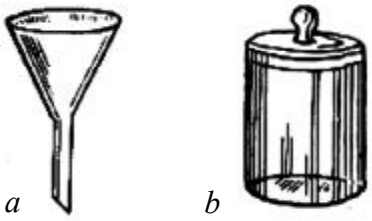
12-rasm. Yuvg‘ich.



13- rasm. Chinni kosacha.



14-rasm. Qopqoqli chinni tigel.



15-rasm. *a*—voronka, *b*—byuks.



16-rasm. Soat oynasi.



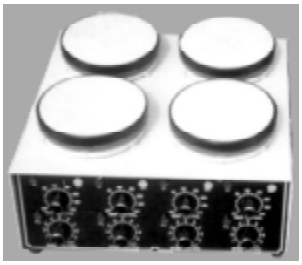
17-rasm. Kimyoviy stakan.



18-rasm. Konussimon kolbalar.



19-rasm. KSL-1087-1 rusumli probirka isitgich.



20-rasm. KSL-1178-1 rusumli magnitli aralashtirgich.



21- rasm. KSL-1075 rusumli mufel pechi.



22- rasm. KSL-1041-1 rusumli sentrifuga.

21-§. Yarimmikroanalizda bajariladigan eng muhim jarayonlar va ularni bajarish tartibi

Isitish. Ma'lumki, ko'pgina reaksiyalar isitilganda boradi. Kichkina probirkalarga solingan eritmalarni to'g'ridan to'g'ri ochiq alangada qizdirish mumkin emas. Chunki hosil bo'ladigan bug' idishdagi suyuqlikni butunlay otib yuborishi mumkin. Shuning uchun probirka ichidagi suyuqlik maxsus probirka isitgich, spirt lampasi, gaz gorelkasi yordamida yoki suv hammomida isitiladi.

Bug'latish. Eritmalarning konsentratsiyasini oshirish yoki suvni to'liq bug'latish uchun, ular chinni kosacha yoki tigellarda bug'latiladi. Bu ishni suv yoki qum hammomida, gaz gorelkasi ustidagi sim to'r yoki asbest qog'ozi ustida amalga oshirish lozim.

Cho'ktirish. Cho'ktirish ko'pincha sentrifuga probirkasida olib boriladi. Probirkaga tekshirilayotgan eritmadan bir necha tomchi solinadi va lozim bo'lsa, probirka isitgich yoki suv hammomida isitiladi. Shundan keyin ko'rsatilgan miqdorda pipetka yordamida reaktiv tomiziladi. Yarimmikroanalizda qo'llaniladigan kichik probirkalarda eritmalar yomon aralashadigan bo'lganidan reaktiv tomchilarini qo'shish bilanoq, probirkadagi eritmani shisha tayoqcha bilan yaxshilab aralashtirish kerak. Reaktivning har bir tomchisi qo'shilganda aralashtirilsa, yanada yaxshi bo'ladi. Shunday qilinganda hosil bo'ladigan cho'kma kristallari nihoyatda sekin o'sib ancha yiriklashadi, sentrifugalanganda eritmadan yaxshi ajraladi hamda sathi kichik bo'lganidan eritmadan begona moddalarni kamroq adsorbsiyalaydi.

Agar tushadigan cho‘kma kolloid eritma hosil qila oladigan bo‘lsa, uning yaxshi koagulatsiyalanishi uchun probirkadagi suyuqlikka reaktiv qo‘shilgandan keyin uni yana bir necha minut suv hammomida isitgan ma’qul.

Sentrifugalash. Makroanalizda cho‘kmalarni eritmalardan ajratish uchun filtrlanadi, yarimmikroanalizda ko‘pincha sentrifugalanadi. Sentrifugada markazga intilma kuch cho‘kma zarrachalarini probirka tubiga to‘playdi, buning natijasida cho‘kma probirkaning toraytirilgan qismida zich qavat hosil qilib tez yig‘iladi va eritma (*sentrifugat*) butunlay tiniq bo‘lib qoladi.

Eritmani bir idishdan ikkinchi idishga olish. Sentrifugalash tamom bo‘lgach, eritma pipetka yordamida boshqa idishga olinadi. Pipetkaning rezina naychasini barmoqlar orasida qisib turib, cho‘ziq uchi eritmaga chuqurroq botiriladi (probirka tubidagi cho‘kmaga tegmasin!), qisib turilgan rezina naychani sekin-asta bo‘shatib, eritma pipetkaga olinadi. So‘ngra pipetkani suyuqlikdan chiqarib olib, undagi suyuqlik tegishli probirkaga solinadi. Shundan keyin, agar lozim bo‘lsa, bu ish yana takrorlanadi. Probirkadagi suyuqlik juda oz bo‘lgan taqdirda, uni cho‘kmadan ajratish uchun uchi ingichka (kapillar) qilib cho‘zilgan, rezina kiygizilmagan shisha naychadan foydalangan ma’qul. Bunda probirkani qiyshaytirib ushlab, kapillar uchi suyuqlikka sekin botiriladi va suyuqlik kapillar kuchi ta’sirida naychaga kiradi.

Filtrlash. Ba’zan sentrifugalash kutilgan natijani bermaydi, bunday hollarda eritmani filtrlashga to‘g‘ri keladi. Eritmalarni turlicha filtrlash mumkin. Ko‘pincha eritmalar filtr qog‘ozi orqali filtrlanadi. Byuxner yoki Shott voronkasi orqali eritmalarni vakuumda filtrlash yaxshi samara beradi va vaqtni kam oladi.

Cho‘kmani yuvish. Eritmadan ajratilgan cho‘kma hali nam bo‘lib, unga eritmada bo‘lgan ionlar adsorbsiyalangan bo‘ladi. Ionlarni to‘liq ajratib olish uchun cho‘kmani tajriba olib borilgan probirkaning o‘zida yuvish kerak. Buning uchun sentrifugatdan ajratib olingan cho‘kmaga 1—1,5 ml distillangan suv yoki yuvish uchun ishlatiladigan suyuqlikdan quyib, shisha tayoqcha bilan yaxshilab aralashtiriladi.

So‘ngra hosil qilingan aralashma sentrifugalanib, sentrifugat pipetka yordamida ajratib olinadi.

22- §. Ionlarning analitik gruppalarga bo‘linishi

Kationlar va anionlar analitik gruppalarga bo‘linadi. Ushbu darslikda kationlar klassifikatsiyasi hamda kationlar aralashmasi analizining kislota-ishqorli usuli ko‘rib chiqiladi. Kislota-ishqorli usul bo‘yicha kationlar 6 ta gruppaga bo‘linadi. Anionlarni analitik gruppalarga bo‘linishi XI bobda ko‘rib chiqiladi. Ushbu paragrafda esa faqat kationlarning analitik gruppalarga bo‘linishi muhokama qilinadi.

Kationlarning kislota-ishqorli analiz usuli xloridlar, sulfatlar, gidroksidlarning suvda, mo‘l ishqorda va ammiak eritmasida eruvchanligiga asoslangan. Bu usul bo‘yicha gruppa reaktivi sifatida xlorid kislota, sulfat kislota, ishqor va ammiak eritmalari ishlatiladi.

Har bir gruppa kationlarining o‘z reaktivi bo‘ladi. Gruppa reaktivi muayyan sharoitda ayni gruppa kationlarini hammasi bilan reaksiyaga kirishib, ushbu gruppa kationlarini boshqa gruppa kationlaridan ajratishga va shu gruppaning har bir kationini aniqlashga imkon beradigan reaktivdir.

3-jadvalda kislota-ishqorli usul bo‘yicha eng muhim kationlarning analitik gruppalarga bo‘linishi keltirilgan.

3- jadval

Kislota-ishqorli usul bo‘yicha kationlarning sinflarga bo‘linishi (klassifikatsiyasi)

Gruppa raqami	Kationlar	Gruppa reaktivi	Qisqacha tavsif
I	Na^+, K^+, NH_4^+	Yo‘q	—
II	Ag^+, Pb^{2+}, Hg_2^{2+}	HCl	Xloridlari suvda va suyultirilgan kislotalarda erimaydi
III	Ba^{2+}, Ca^{2+}	H_2SO_4	Sulfatlari suvda va suyultirilgan kislotalarda erimaydi
IV	Al^{3+}, Cr^{3+}, Zn^{2+}, As (III), As (V)	NaOH (mo‘l miqdorda)	Gidroksidlari mo‘l miqdordagi ishqorda eriydi
V	Fe^{2+}, Fe^{3+}, Mn^{2+}, Mg^{2+}, Bi^{3+},	NaOH	Gidroksidlari mo‘l miqdordagi ishqorda va ammiakda erimaydi
VI	Cu^{2+}, Hg^{2+}	NH_4OH	Gidroksidlari mo‘l miqdordagi ishqorda erimaydi, ammo ammiakda eriydi

23- §. Laboratoriyada ishlash texnikasi va xavfsizlik qoidalari

Analitik kimyo laboratoriyasida ishlaganda tozalikka va ish tartibiga rioya qilish kerak.

Barcha kimyoviy reaktivlar toza va og‘zi berk idishlarda saqlanmog‘i lozim. Ishlatilgandan so‘ng ortib qolgan reaktivlar va eritmalarni o‘z idishiga qayta solish qat’iyan man etiladi. Bankalardagi quruq moddalar shu modda uchun mo‘ljallangan maxsus shpatel yordamida olinadi. Kimyoviy idishlarning qopqog‘i va tiqinlarini almashtirish, pipetkalarni ish stoliga qo‘yish mumkin emas. Har bir flakonchaning o‘z tomizg‘ichi bo‘ladi. Individual foydalanish uchun mo‘ljallangan pipetkalar va shisha tayoqchalar distillangan suvli stakanlarda saqlanadi. Ular ishlatilgandan so‘ng stakandagi distillangan suv ham almashtirilishi zarur.

Idishlarning tozaligiga alohida e’tibor berish kerak. Shisha idishlar avval maxsus cho‘tkalar yordamida kran suvida so‘ngra «xrompik» bilan, keyin esa bir necha marta kran suvi va oxirida yuvg‘ichdagi distillangan suv bilan yuviladi. Idish to‘nkarib qo‘yilgan holda quritiladi.

Kimyoviy idishlar ishlatilgandan so‘ng har safar yuvilishi kerak. Probirka tubida yopishib qolgan cho‘kmalar odatda xlorid yoki nitrat kislotada eritiladi. Cho‘kma kislotada erimasa ishqorda eritiladi. Agar cho‘kmaning tarkibi ma’lum bo‘lsa, uning erituvchisini topish qiyin emas. Ish jarayonida bir necha probirkadan foydalanishga to‘g‘ri kelsa, undan probirkani aralashtirib yubormaslik uchun har bir probirkaga maxsus qalam bilan belgi qo‘yiladi. Laboratoriyada ishlayotgan har bir talabaning o‘z jurnali bo‘lishi lozim. Barcha yozuvlar jurnalda o‘z vaqtida qayd etilishi kerak.

Laboratoriya ishi bajarilganda reaktivlar, gaz, elektr va suvdan tejamkorlik bilan unumli foydalanishga harakat qilinadi. Laboratoriya ishi tugagandan so‘ng ish joyini tozalash, gaz va elektr asboblarini o‘chirish, suv kranini yopib qo‘yishni unutmaslik kerak.

Analitik kimyo laboratoriyasida ishlaganda quyidagi xavfsizlik texnikasi qoidalariga rioya qilish lozim.

1. Ish rejasini tuzib, laboratoriya ishini bajarish bo‘yicha o‘qituvchiga kollokvium topshirgandan so‘ng laboratoriya ishini boshlash mumkin.

2. Ishni bajarish jarayonida analitik reaksiyalarni bajarilish sharoitiga amal qilish, reaktivlardan ko‘rsatilgan miqdorda olish kerak. Reaktivlarni ishlatishdan oldin reaktiv saqlanayotgan idish

yorlig‘idagi yozuvni diqqat bilan o‘qib, idishda ayni shu reaktiv borligiga ishonch hosil qilish lozim.

3. Uchuvchan, badbo‘y va zaharli moddalar hosil bo‘lishi bilan boradigan ishlarni mo‘rili shkaf ostida bajarish kerak.

4. Kimyoviy reaktivlarning ta’mini tatib ko‘rish va hidlash qat’iyan man etiladi. Agar eritmaning hidini bilish kerak bo‘lsa, eritmali idish burunga yaqin ushlanib, undan ajralib chiqayotgan gazni qo‘l bilan yelpib burun tomon yo‘naltiriladi.

5. Probirkadagi eritma qizdirilganda probirka qiya ushlanib, uning og‘zi odam bo‘lmagan tomonga qaratiladi.

6. Idish ichidagi suyuqlikni boshqa bir idishga quyganda idishga engashib qarash mumkin emas, chunki idish ichidagi suyuqlik sachrashi mumkin.

7. Konsentrlangan kislotani suyultirishda kislotani suvga quyish kerak, aksini bajarish mumkin emas, chunki bunda konsentrlangan kislota sachrab teriga tegishi va yomon oqibatlarga olib kelishi mumkin.

8. Probirka yoki kolba ichidagi eritma chayqatilganda idishning og‘zini tiqin bilan yaxshilab bekitish lozim, idishning og‘zini barmoq bilan yopish mumkin emas.

9. O‘yuvchi va zaharli suyuqliklar va eritmalarni pipetka bilan olayotganda og‘iz bilan so‘rish mumkin emas, buning uchun maxsus noklardan foydalaniladi. Aks holda kuyish yoki zaharlanish sodir bo‘ladi.

10. Laboratoriya xonasida gaz gorelkasi, elektr plitkasini yoqilqan holatda qoldirish, yonayotgan gaz gorelkasi va elektr plitasi atrofida oson yonuvchi va alangalanuvchan moddalarni bo‘lishi yong‘in chiqishiga sabab bo‘lishini unutmaslik kerak.

11. Oson alangalanuvchan, yonuvchan va zaharli moddalar bilan ishlaganda mo‘rili shkaf ostida ishlash kerak.

12. Ishlatilib bo‘lingan kimyoviy reaktivlar rakovinaga to‘kilmasdan maxsus chinni stakanlarda yig‘iladi va tashqariga chiqarilib tashlanadi.

13. Teriga kislota yoki o‘yuvchi ishqorlar to‘kilganda reaktiv tekkan joy ko‘p miqdordagi suv bilan yuviladi. So‘ngra kislota tekkan joy 1 % li ammoniy gidroksid eritmasi yoki 1% li natriy gidrokarbonat eritmasi bilan yuviladi. Teriga ishqor to‘kilgan bo‘lsa, 1% li sirka kislota eritmasi bilan yuviladi, oxirida ikkala holda ham kimyoviy reaktivlar tekkan joyga etil spirti bilan ho‘llangan latta qo‘yib bint bilan bog‘lanadi. Agar ko‘zga kislota

yoki ishqor eritmasi sachrasa, ko‘z ko‘p miqdordagi suv bilan yuvilib, so‘ngra 1% li natriy gidrokarbonat eritmasi yoki 1% li borat kislota eritmasi bilan yuviladi.

Bilimlarni mustahkamlash uchun savollar

1. Sifat analizining vazifasi nimadan iborat?
2. «Quruq» va «Ho‘l» usul bilan o‘tkaziladigan reaksiyalarga misollar keltiring.
3. Makroanaliz, mikroanaliz, yarimmikroanalizlarga tushuncha bering.
4. Tizimli analiz mohiyatini ayting.
5. Bo‘lib - bo‘lib analiz qilish mohiyatini ayting.
6. Qanday reaktivlar maxsus reaktivlar deyiladi?
7. Qanday reaktivlar selektiv reaktivlar deyiladi?
8. Qanday reaktivlar gruppa reaktivi deyiladi?
9. Konsentrlangan kislota eritmasidan suyutirilgan kislota eritmasi tayyorlash uchun qaysi qoidaga rioya qilish kerak?
10. Probirkadagi suyuqlik qizdirilayotganda uni qanday ushlash kerak?
11 Teriga kislota to‘kilganda nima qilish kerak? Ishqor to‘kilganda-chi?
12. Ko‘zga kislota yoki ishqor sachraganda nima qilish kerak?

V BOB. BIRINCHI ANALITIK GRUPPA KATIONLARI

24- §. Birinchi analitik gruppa kationlarining umumiy tavsifi

Kationlarning birinchi analitik gruppasiga NH_4^+, Na^+ va K^+ kationlari kiradi. Boshqa gruppalar kationlaridan farqli o‘laroq, ushbu gruppa kationlarining deyarli barcha tuzlari va gidroksidlari suvda yaxshi eriydi. Natriy va kaliy gidroksidlari suvdagi eritmalarida yaxshi dissotsilanadi, ular kuchli ishqorlardir. Ammoniy gidroksid NH_4OH esa kuchsiz asos va beqaror modda bo‘lib, hattoki uy haroratida ham ammiak va suvga parchalanadi. Ammoniyning barcha tuzlari, natriy va kaliyning esa faqat kuchsiz kislotalar bilan hosil qilgan tuzlari gidrolizga uchraydi.

NH_4^+, Na^+ va K^+ kationlari suvdagi eritmalarida rangsizdir. Ularning cho‘ktiruvchi reaktivi, ya’ni bir vaqtning o‘zida ushbu gruppa kationlarini barchasini cho‘ktiradigan reaktiv yo‘q. Boshqa gruppa kationlari NH_4^+, Na^+ va K^+ kationlarini topishga xalaqit berganligi uchun ular tizimli analizda eritmadan boshqa gruppa kationlari to‘liq yo‘qotilgandan keyingina aniqlanadi.

Ammoniy tuzlari beqaror birikma bo‘lib, ular qizdirilganda oson parchalanadi. Ularning bu xossalari birinchi analitik gruppa

kationlari birikmalarining aralashmasidan ammoniy tuzlarini yo‘qotish uchun foydalaniladi.

25- §. Birinchi analitik gruppa kationlarining tibbiyotdagi ahamiyati

Inson organizmida bo‘ladigan barcha asosiy jarayonlar: ovqat hazm bo‘lishi, nafas olish, asab impulslarining uzatilishi va hokazolar ionlarning ishtirokida sodir bo‘ladi.

Birinchi analitik gruppa kationlari tibbiyotda juda katta ahamiyatga egadir. Natriy va kaliy ionlari odam organizmidagi barcha to‘qimalarda bo‘lib, fiziologik suyuqliklar tarkibiga kiradi. Natriyli tuzlar: NaCl, Na_3PO_4 va Na_2CO_3 hujayradan tashqari suyuqliklar: qon plazmasi, limfa va ovqat hazm qiladigan shiralarda bo‘ladi.

Natriy xloridning 0,9% li izotonik (fiziologik) eritmasi qonning osmotik bosimini mo‘tadillashtirish uchun venaga yuboriladi. 3; 5 va 10% li gipertonik eritmasi esa yiringli yaralarni yuvish, kompress qilish, shamollaganda tomoq yo‘llarini chayish, xirurgik bog‘lamlar qo‘yish hamda vanna qabul qilish uchun ham qo‘llaniladi.

Suvda ftor konsentratsiyasi 0,5 mg/l dan kam bo‘lganda va tish kariyesining oldini olish uchun natriy ftorid NaF ishlatiladi. Glauber tuzi $Na_2SO_4 \cdot 10H_2O$ susaytiruvchi, natriy bromid NaBr asab tizimini tinchlantiruvchi vosita sifatida foydalaniladi. Me’da shirasining kislotaliligi oshganda, oshqozon va 12 barmoq ichak yarasida ichimlik sodasi $NaHCO_3$ antatsid vosita sifatida qo‘llaniladi.

Natriy tiosulfat $Na_2S_2O_3 \cdot 5H_2O$ mishyak, simob, qo‘rg‘oshin birikmalari, sianid kislota va uning tuzlari, yod va brom tuzlari bilan zaharlanganda ziddizahar (antidot), allergiya, artrit va nevrologiyaga qarshi vosita sifatida hamda qichima kasalligini Demyanovich usuli bilan davolashda ishlatiladi.

Kaliy ionlarining natriy ionlaridan farqi shundaki, ular hujayraning ichida bo‘ladi va ayrim biokimyoviy jarayonlarda muhim rol o‘ynaydi. Qonda ma’lum miqdordagi kaliy ionlarining bo‘lishi yurakning mo‘tadil ishlab turishi uchun zarurdir.

KCl boshqa kaliy tuzlari kabi diuretik xossaga ega. U yurak aritmiyasida ishlatiladi. NaI va KI gipertireoz va endemik buqoq hosil bo‘lishining oldini olish va davolashda qo‘llaniladi.

Tarkibida NaBr va KBr bo‘lgan preparatlar tinchlantiruvchi vosita sifatida ishlatiladi.

Kaliy permanganat — $KMnO_4$ ning 0,1—0,5% li suvdagi eritmasi yaralarni yuvishda, 0,01—0,1% li eritmasi og‘iz va tomoqni chayishda, 2—5 % li eritmasi yara va kuygan teri sirtiga surtish uchun antiseptik vosita sifatida ishlatiladi. Bundan tashqari, $KMnO_4$ ning 0,02—0,1% li eritmasidan zaharlanganda oshqozonni yuvish uchun ham foydalaniladi. Tibbiyotda novshadil spirti nomi bilan yuritiladigan ammoniy gidroksidi NH_4OH ammiakning 10% li suvdagi eritmasi bo‘lib, odam hushidan ketganda hushiga keltiruvchi vosita sifatida ishlatiladi. Ammoniy tuzlari va ammiak gazi oqsil moddalarining chirishi natijasida hosil bo‘ladi. Suv havzalarida ammoniy ionlarining bo‘lishi, suv ifloslanganligidan darak beradi.

Natriy, kaliy va ammoniy kationlari dorivor moddalar sifatida ishlatiladigan ko‘pchilik organik kislotalar tuzlari tarkibida ham bo‘ladi.

26- §. Birinchi analitik gruppa kationlarining xususiy reaksiyalari

Ionlarga xos bo‘lgan xususiy reaksiyalarning bajarilishi va sifat reaksiyalari natijalarini har bir o‘quvchi o‘zining laboratoriya jurnaliga qayd etishi lozim. Bajarilgan sifat reaksiyasi sharoiti va natijasini laboratoriya jurnaliga yozgandan so‘ng, keyingi tajribani boshlash mumkin. Sifat reaksiyalarining bajarilishi va kuzatilgan o‘zgarishlarni yozish tartibi 4- jadvalda keltirilgan.

Na^+ kationlarining reaksiyalari

1. Alanganing bo‘yalish reaksiyasi. Natriyning tuzlari gaz gorelkasining rangsiz alangasini sariq rangga bo‘yaydi.

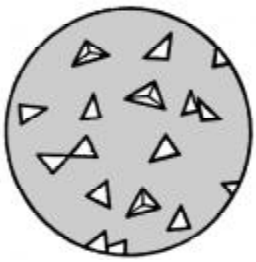
Reaksiyaning bajarilishi. Platina yoki nixrom simi olinib, uning tozaligi aniqlanadi. Buning uchun sim gaz gorelkasining rangsiz alangasi ichiga kiritilib qizdiriladi, alanga rangi o‘zgarmasa sim toza bo‘ladi. Agar alanga rangi o‘zgarsa simni xlorid kislota bilan ho‘llab, rang yo‘qolgunga qadar qattiq qizdiriladi. So‘ngra qizib turgan sim NaCl tuzi kukuniga tekkiziladi. Tuz donalari yopishib qolgan sim alangaga tutilsa, alanga sariq rangga bo‘yaladi. Qattiq tuz o‘rniga natriy tuzi eritmasidan ham foydalanish mumkin, chunki bu reaksiyaning seziluvchanligi juda katta. Na^+ ionlarining topilish minimumi 0,0001 mkg ga teng.

2. Uranilasetat $UO_2(CH_3COO)_2$ bilan bo‘ladigan mikrokristalloskopik reaksiya. Ushbu reaktiv natriy tuzlari eritmasidan natriy uranilasetat $Na[UO_2(CH_3COO)_3]$ ning sariq rangli tetraedrik kristallarini hosil qiladi (23- rasm):

4- jadval

Birinchi analitik gruppa kationlarining xususiy reaksiyalari

Aniqlanadigan ion	Reaksiya muhiti	Reaksiya sharoiti	Reaktiv	Kuzatiladigan o‘zgarish	Reaksiya tenglamasi	Eslatma
Na^+	Neytral yoki kuchsiz ishqoriy	Sovitish va shisha tayoqcha bilan ishqalash, NH_4^+ ionlari yo‘qligi	$K[Sb(OH)_6]$kaliy geksagidroksostibiat (V)	Oq cho‘kma tushadi	$Na^+ + [Sb(OH)_6]^- = Na[Sb(OH)_6]\downarrow$	Reaksiyaning seziluvchanligi past
Na^+	Sirka kislota muhitida	Predmet oynasi ustidagi suyuqlik quriguncha qizdiriladi	$UO_2(CH_3COO)_2$ uranil asetat	Sariq rangli kristallar paydo bo‘ladi	$Na^+ + UO_2(CH_3COO)_2 + CH_3COO^- = Na[UO_2(CH_3COO)_3]\downarrow$	
K^+	Neytral yoki kuchsiz kislotali	NH_4^+ ionlari yo‘qligi	$Na_3[Co(NO_2)_6]$ natriy geksanitrokobaltat (III)	Sariq cho‘kma tushadi	$2K^+ + Na^+ + [Co(NO_2)_6]^- = K_2Na[Co(NO_2)_6]\downarrow$	
NH_4^+	Ishqoriy	Eritmani qizdirish	NaOH yoki KOH	Ammiakning hidi keladi. Ajralib chiqadigan gaz suv bilan ho‘llangan qizil lakmus qog‘ozini ko‘kartiradi	$NH_4^+ + OH^- = NH_3 + H_2O$ $NH_3 + H_2O = NH_4^+ + OH^-$	



23- rasm. $Na[UO_2(CH_3COO)_3]$ kristallari.

$$NaCl + UO_2(CH_3\,COO)_2 + CH_3COOH = Na[(UO_2)(CH_3\,COO)_3]\downarrow + HCl$$

Reaksiyaning bajarilishi. Shisha plastinka yoki soat oynasiga natriy tuzining 1 tomchi eritmasi tomiziladi, 1 tomchi sirka kislota qo‘shiladi va quriguncha bug‘latiladi. Quruq qoldiq ustiga 2 tomchi reaktiv qo‘shib, soviguncha kutiladi va hosil bo‘lgan tetraedr va oktaedr shaklidagi sariq kristallar mikroskop ostida ko‘riladi. Bu reaksiyaning seziluvchanligi katta bo‘lib, topilish minimumi 0,8 mkg ni tashkil etadi. Eritmada boshqa ionlarning borligi Na^+ ionlarini topishga xalaqit bermaydi. Agar eritma kuchli kislotali muhitga ega bo‘lsa, uni ammiak eritmasi bilan neytrallash lozim.

3. Kaliy geksagidroksostibiat (V) $K[Sb(OH)_6]$ natriy ionlari Na^+ bilan neytral va kuchsiz ishqoriy muhitda oq kristall cho‘kma hosil qiladi:

$$Na^+ + [Sb(OH)_6]^- = Na[Sb(OH)_6]\downarrow$$

Kislotali muhitda reaksiya boshqa sxema asosida borib, bunda metastibiat kislotaning amorf cho‘kmasi hosil bo‘ladi.

Natriy geksagidroksostibiat (V) suvda oz eruvchan modda bo‘lganligi tufayli Na^+ ionlarini bu usul bilan aniqlashda eritma yetarli darajada konsentrlangan bo‘lishi (Na^+ ionlarining konsentratsiyasi 0,5 N dan kam bo‘lmasligi) va sifat reaksiyasi sovuqda olib borilishi lozim. NH_4^+ ionlarining bo‘lishi Na^+ ionlarini aniqlashga xalaqit beradi, chunki NH_4^+ ionlari ham ushbu reaktiv bilan oq cho‘kma beradi. Natriy geksagidroksostibiat (V) o‘ta to‘yingan eritma hosil qilishga moyil. Shuning uchun tekshiriladigan eritmaga sifat reaktivi qo‘shgandan so‘ng shisha tayoqcha bilan probirka devori ishqalanishi lozim.

Reaksiyaning bajarilishi. Tekshiriladigan natriyli tuzning 2 tomchi eritmasiga 2–3 tomchi reaktiv qo‘shiladi. So‘ngra probirka suv oqimi tagida sovitiladi hamda shisha tayoqcha yordamida probirka devori ishqalanadi. Tekshiriladigan eritma tarkibida Na^+ ionlari bo‘lsa, $Na[Sb(OH)_6]$ ning oq kristallari cho‘kmaga tushadi.

Ushbu reaksiyani mikrokristalloskopik reaksiya sifatida ham o‘tkazish mumkin. Buning uchun soat yoki predmet oynasi ustiga 1 tomchi natriyli tuz eritmasidan tomiziladi. Tuz eritmasi

tomchisi ustiga 2 tomchi reaktiv tomiziladi. Bu tomchilarni shisha tayoqcha yordamida birlashtirib, tayoqcha bilan tomchilar birlashgan soat oynasi sirti ishqalanadi. So‘ngra soat oynasini gaz gorelkasi yoki spirt lampasi yordamida ohista qizdirib, eritma bug‘latiladi va soat oynasi sovitiladi. Hosil bo‘lgan $Na[Sb(OH)_6]$ kristallari mikroskopda kuzatiladi.

K^+ kationlarining reaksiyalari

1. **Alanganing bo‘yalish reaksiyasi.** Kaliyning tuzlari gaz gorelkasining rangsiz alangasini binafsha rangga bo‘yaydi. Alangaga ko‘k shisha orqali qaralsa, u qizil rangga bo‘yalib ko‘rinadi.

Reaksiyaning bajarilishi. Xuddi Na^+ ionlarini aniqlaganday bajariladi.

2. Natriy gidrotartrat $NaHC_4H_4O_6$ yoki natriy asetat CH_3COONa ishtirokida vino kislotasi $H_2C_4H_4O_6$ eritmada K^+ ionlarining konsentratsiyasi yetarli bo‘lganida kaliy gidrotartrat $KHC_4H_4O_6$ ning oq cho‘kmasini hosil qiladi. Vino (tartrat) kislota ancha kuchsiz organik kislotadir, uning molekulasida 6 ta vodorod atomi bo‘lsa ham, ulardan faqat ikkitasigina, ya’ni karboksil gruppalaridagi vodorod atomlarigina H^+ ionlariga ajraladi. U ikki asosli karbon kislotadir. Shuning uchun ham u 2 xil tuzlar: o‘rta va nordon tuzlar hosil qiladi. Vino kislotaning natriyli va kaliyli o‘rta tuzlari $Na_2C_4H_4O_6$ va $K_2C_4H_4O_6$ (tartratlar) suvda yaxshi eriydi, ammo kaliy gidrotartrat $KHC_4H_4O_6$ suvda oz eriydi. Bundan K^+ ionlarini topishda foydalaniladi:

$$KCl + NaHC_4H_4O_6 = KHC_4H_4O_6\downarrow + NaCl$$

$$K^+ + HC_4H_4O^-_6 = KHC_4H_4O_6\downarrow$$

Cho‘kma mineral kislotalarda eriydi. Shuning uchun reaktiv sifatida vino kislota ishlatilganda reaksiya natriy asetat CH_3COONa ishtirokida olib boriladi. Kaliy gidrotartrat $KHC_4H_4O_6$ ishqorlarning suyultirilgan eritmalari bilan ham reaksiyaga kirishib, suvda eruvchan tuzlarni hosil qiladi:

$$KHC_4H_4O_6 + KOH = K_2C_4H_4O_6 + H_2O$$

Shuning uchun reaksiya neytral yoki kuchsiz kislotali muhitda olib boriladi. Haroratning ko‘tarilishi bilan $KHC_4H_4O_6$ ning eruvchanligi ortadi. Reaksiya borayotgan probirka suv oqimi tagida sovitilishi lozim. Bundan tashqari, $KHC_4H_4O_6$ o‘ta to‘yingan eritma hosil qilishga moyilligi tufayli tekshirilayotgan eritmaga

sifat reaktivi qo‘shilgach, probirkaning devorlari shisha tayoqcha bilan ishqalanishi lozim. K^+ ionlarini bu usul bilan aniqlashda NH_4^+ ionlari xalaqit beradi. Vino kislotasi NH_4^+ ionlari bilan $NH_4HC_4H_4O_6$ tarkibli oq cho‘kma hosil qiladi.

Reaksiyaning bajarilishi. Probirkaga 1–2 tomchi KCl yoki K_2SO_4 eritmasi olinib, uning ustiga 2–3 tomchi $NaHC_4H_4O_6$ eritmasi qo‘shiladi. Probirka sovuq suv oqimida sovitiladi va cho‘kma tushishini tezlatish uchun probirkaning devorlari shisha tayoqcha bilan ishqalanadi.

K^+ ionlarini aniqlashda reaktiv sifatida vino kislotasi ishlatilsa, bunday eritmaga 1 tomchi natriy asetat qo‘shish lozim, aks holda reaksiya bormaydi.

3. Natriy geksanitrokobaltat (III) neytral va kuchsiz kislotali eritmalarda K^+ ionlari bilan reaksiyaga kirishib, sariq rangli dikaliynatriy geksanitrokobaltat (III) cho‘kmasini hosil qiladi:

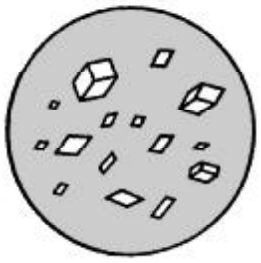
$$2KCl + Na_3[Co(NO_2)_6] = K_2Na[Co(NO_2)_6]\downarrow + 2NaCl$$
$$2K^+ + Na^+ + [Co(NO_2)_6]^{3-} = K_2Na[Co(NO_2)_6]\downarrow$$

Reaksiyaning bajarilishi. Probirkaga 2 tomchi kaliy tuzi eritmasi solinib, ustiga 2 tomchi natriy geksanitrokobaltat (III) eritmasi qo‘shiladi va sariq rangli cho‘kma tushishi kuzatiladi.

4. Natriy, qo‘rg‘oshin va misning uchlamchi nitriti $Na_2PbCu(NO_2)_6$ bilan bo‘ladigan mikrokristalloskopik reaksiya. Ushbu reaktiv kaliy tuzlari bilan reaksiyaga kirishib, qora yoki qo‘ng‘irrangli kubsimon kristallarni hosil qiladi (24-rasm):

$$2KCl + Na_2PbCu(NO_2)_6 = K_2PbCu(NO_2)_6\downarrow + 2NaCl$$

NH_4^+ ionlari K^+ ionlarini aniqlashga xalaqit beradi, chunki u ham bu reaktiv bilan xuddi shunday kristallar hosil qiladi.



24- rasm. $K_2PbCu(NO_2)_6$ kristallari.

Reaksiyaning bajarilishi. Predmet oynasi ustiga kaliy tuzi eritmasidan bir tomchi tomiziladi va predmet oynasini gaz gorelkasi, spirt lampasi yoki elektr plitasi ustida quriguncha qizdiriladi. Predmet oynasi sovigandan keyin quruq holatdagi qoldiq (tuz) ustiga $Na_2PbCu(NO_2)_6$ eritmasidan 1 tomchi tomiziladi va 1 minut o‘tgach, hosil bo‘lgan kubsimon kristallar mikroskop ostida kuzatiladi.

NH_4^+ kationlarining reaksiyalari

1. Ishqorlar NaOH yoki KOH bilan ammoniy tuzlarining eritmalari qo‘shib qizdirilganda ammiak NH_3 gazi ajralib chiqadi:

$$NH_4^+ + OH^- \overset{t^\circ}{=} NH_3\uparrow + H_2O$$

Ajralib chiqayotgan ammiak gazini hididan yoki suv bilan ho‘llangan qizil lakmus qog‘ozi yoki fenolftalein qog‘ozi rangining o‘zgarishidan bilish mumkin.

Reaksiyaning bajarilishi. 1.1. Probirkaga ammoniy tuzi eritmasidan 2–3 tomchi solinadi va probirka devorlariga tekkizmasdan 3–4 tomchi KOH yoki NaOH eritmasi qo‘shiladi. Probirka isitgich (gaz gorelkasi yoki spirt lampasi) yordamida qizdiriladi. Probirka og‘ziga probirka devoriga tekkizmasdan suv bilan ho‘llangan qizil lakmus qog‘ozini ushlab indikator rangining o‘zgarishi kuzatiladi. Ajralib chiqayotgan ammiak gazining hididan yoki suv bilan ho‘llangan qizil lakmus qog‘ozini ko‘karishidan bilish mumkin.

1.2. Lakmus qog‘ozi o‘rniga suv bilan namlangan fenolftalein qog‘ozini ishlatish ham mumkin. Bunda oq qog‘oz pushti rangga kiradi.

1.3. Lakmus qog‘ozi o‘rniga $Hg_2(NO_3)_2$ eritmasi shimdirilgan filtr qog‘ozi ishlatilganda esa qog‘oz qorayadi.

2. Nesslar reaktivi ($K_2[HgI_4]$+KOH) ammoniy tuzlari bilan qizil-qo‘ng‘irrangli cho‘kma hosil qiladi:

$$2K_2[HgI_4] + 4KOH + NH_4Cl = [OHg_2NH_2]I\downarrow + 3H_2O + 7KI + KCl$$

$$2[HgI_4]^{2+} + 4OH^- + NH_4^+ = [OHg_2NH_2]I\downarrow + 3H_2O + 7I^-$$

Bu reaksiyaning seziluvchanligi juda katta bo‘lib, cho‘kma rangining intensivligi NH_4^+ ionlari konsentratsiyasiga bog‘liq bo‘ladi. NH_4^+ ionlarining konsentratsiyasi juda past bo‘lganda ham qizil-qo‘ng‘irrangli cho‘kma o‘rniga sariq rang hosil bo‘ladi. NH_4^+ ionlarini aniqlashga Na^+ va K^+ ionlari xalaqit bermaydi. Reaksiya ko‘p miqdordagi reaktiv ishtirokida o‘tkaziladi, chunki hosil bo‘ladigan cho‘kma ko‘p miqdordagi ammoniy tuzlarida eriydi.

Reaksiyaning bajarilishi. Probirkaga bir tomchi ammoniy tuzining eritmasidan solinib, uning ustiga 2–3 tomchi Nessler reaktivi qo‘shiladi va qizil-qo‘ng‘irrangli cho‘kma hosil bo‘lishi kuzatiladi.

27- §. Birinchi analitik gruppa kationlari aralashmasining analizi

1. NH_4^+ kationlarini aniqlash. Birinchi analitik gruppa kationlari aralashmasini analiz qilishda avval eritmada NH_4^+ ionlari bor yoki yo‘qligi tekshiriladi, chunki NH_4^+ ionlari Na^+ va K^+ ionlarini topishga xalaqit beradi.

Probirkaga 1—2 tomchi tekshiriladigan eritmadan solib, ustiga 3—4 tomchi Nessler reaktivi qo‘shiladi. Qizil-qo‘ng‘ir cho‘kma hosil bo‘lsa, eritmada. NH_4^+ ionlari bor, cho‘kma hosil bo‘lmasa, NH_4^+ ionlari yo‘q deb xulosa chiqariladi. Nessler reaktivi bo‘lmasa, eritmada NH_4^+ ionlari bor yoki yo‘qligi eritmaga ishqor eritmasi qo‘shib qizdirish yo‘li bilan aniqlanadi. Bunda ajralib chiqayotgan gaz ta’sirida suv bilan ho‘llangan qizil lakmus qog‘ozining ko‘karishi yoki suv bilan ho‘llangan fenolftalein qog‘ozining pushti rangga kirishi yoxud $Hg_2(NO_3)_2$ eritmasi shimdirilgan filtr qog‘ozining qorayishi eritmada NH_4^+ ionlari borligini, qog‘ozlar rangining o‘zgarmasligi esa eritmada NH_4^+ ionlari yo‘qligini bildiradi. Analizning keyingi bosqichlari tekshiriladigan eritmada NH_4^+ ionlarining bor yoki yo‘qligiga bog‘liq bo‘ladi.

NH_4^+ kationlari bo‘lmagan eritmaning analizi

Agar tekshiriladigan eritmada NH_4^+ ionlari bo‘lmasa, eritmada Na^+ va K^+ ionlari bor yoki yo‘qligini tekshirish mumkin.

2. Na^+ kationlarini aniqlash. Probirkaga tekshiriladigan eritmadan 3—4 tomchi solinadi va uning muhiti universal indikator qog‘ozi yoki lakmus qog‘ozi yordamida tekshiriladi. Buning uchun shisha tayoqcha yordamida bir tomchi tekshiriladigan eritma indikator qog‘ozi ustiga tomiziladi. Agar muhit kislotali bo‘lsa (universal indikator qog‘ozi $pH < 7$ ni ko‘rsatsa) yoki ko‘k lakmus qog‘ozi qizarsa, u holda eritmaga KOH ning suyultirilgan eritmasidan tomchilatib qo‘shib, kuchsiz ishqoriy muhit hosil qilinadi. Qo‘shilgan KOH eritmasining har bir tomchisidan keyin eritmaning muhiti indikator qog‘ozi yordamida tekshiriladi. Eritmada kuchsiz ishqoriy muhit hosil bo‘lgach, ustiga 4—5 tomchi kaliy geksagidroksostibiat — (V) $K[Sb(OH)_6]$ eritmasi qo‘shiladi. Reaksiya sovuq suvda probirka devorini shisha tayoqcha bilan ishqalab o‘tkaziladi. Oq kristall cho‘kmaning hosil bo‘lishi, eritmada Na^+ ionlari borligidan darak beradi. Agar oq cho‘kma hosil bo‘lmasa, tekshiriladigan eritmada Na^+ ionlari yo‘q bo‘ladi.

3. K^+ kationlari borligini aniqlash. Probirkaga 2–3 tomchi tekshiriladigan eritmadan solib, ustiga 2–3 tomchi natriy geksanitrokobaltat (III) $Na_3[Co(NO_2)_6]$ tomiziladi. Sariq kristall cho‘kma hosil bo‘lsa, eritmada K^+ ionlari bor, agar cho‘kma hosil bo‘lmasa, K^+ ionlari yo‘q degan xulosa chiqariladi.

NH_4^+ kationlari bo‘lgan eritmaning analizi

Agar tekshiriladigan eritma tarkibida NH_4^+ ionlari bo‘lsa, ularni yo‘qotish kerak, chunki ular Na^+ va ayniqsa K^+ ionlarini topishga xalaqit beradi. Eritmadagi NH_4^+ ionlarini 2 xil usul bilan yo‘qotish mumkin.

1-usul. Tekshiriladigan eritmaning 12–15 tomchisi chinni kosachaga solinadi, ustiga konsentrlangan nitrat yoki xlorid kislota qo‘shib, ehtiyotlik bilan quriguncha bug‘latiladi. Keyin esa hosil bo‘lgan quruq qoldiq kuchli olovda ammoniy tuzlari to‘la parchalangunga qadar qizdiriladi (bu reaksiya mo‘rili shkafda o‘tkaziladi). Oq bug‘larning ajralib chiqishi tugaganidan so‘ng kosachadagi qoldiq yana 5–6 min qizdiriladi. Kosacha va uning ichidagi quruq qoldiq sovigandan keyin kosachaning devorlarini yuvg‘ich yordamida 10–12 ml suv bilan yuviladi. Hosil bo‘lgan eritmadan probirkaga 2 tomchi solib, ustiga 3–4 tomchi Nessler reaktivi qo‘shiladi. Sariq-qo‘ng‘ir cho‘kma yoki sariq rangning hosil bo‘lishi NH_4^+ ionlari to‘la yo‘qotilmaganligini bildiradi. Unda chinni kosachadagi eritmaga 3–4 tomchi konsentrlangan HNO_3 yoki HCl eritmasidan qo‘shib, eritma yana bug‘latiladi va qizdiriladi. Bu ish NH_4^+ ionlariga Nessler reaktivi bilan bajariladigan sinama salbiy natija bergunga qadar takrorlanadi.

Tekshiriladigan eritma tarkibidagi NH_4^+ ionlari to‘la yo‘qotilgandan so‘ng eritmada Na^+ va K^+ ionlari borligi ushbu paragrafning 2- va 3- bandlarida ko‘rsatilganidek tekshiriladi. Bunda Na^+ ionlarini aniqlashda eritmaning muhitini tekshirishga ehtiyoj bo‘lmaydi, chunki uzoq qizdirishdan so‘ng quruq qoldiqda erkin holdagi kislota qolmaydi.

2-usul. 2 ta probirkaga 5–6 tomchidan tekshiriladigan eritma solinadi. Probirkalarning biri (Na^+ ionlari aniqlanadigan probirka)ga 5–6 tomchi 2 N KOH, ikkinchisi (K^+ ionlari aniqlanadigan probirka) ga 5–6 tomchi 2 N NaOH qo‘shiladi. So‘ngra probirkalardagi eritma isitgichda yoki gaz gorelkasida qizdirib qaynatiladi. Bunda tekshiriladigan eritma tarkibida NH_4^+ ionlari bo‘lsa, har ikkala holatda ham ammiak ajralib chiqadi. Ajralib

chiqayotgan gazni yuqorida bayon qilingan usullarning birini qo‘llab aniqlash mumkin.

Tekshiriladigan eritmadan NH_4^+ ionlarini yo‘qotish uchun eritma ammiak gazi ajralishi tugagunga qadar, ya’ni suv bilan ho‘llangan indikator qog‘ozining rangi o‘zgarmaguncha qizdiriladi.

Eritmadagi NH_4^+ ionlarini yo‘qotgandan so‘ng birinchi probirkadagi eritmada Na^+ ionlari, ikkinchi probirkadagi eritmada K^+ ionlari borligi ushbu paragrafning 2- va 3- bandlarida bayon qilingan usullar bilan tekshiriladi.

5- jadval

Birinchi analitik gruppa kationlari aralashmasining analizi (eksperimental masala)

№	Ishning nomi	Reaktivlar	Kation ishtirokida kuzatiladigan o‘zgarish			Xulosa
			Na^+	K^+	NH_4^+	
1.	NH_4^+ ionlari borligini tekshirish	Nessler reaktivi	—	—	Qizil-qo‘ng‘ir cho‘kma	NH_4^+ ionlari bor
2.	NH_4^+ ionlarini yo‘qotish	NaOH yoki KOH (qizdirish)	—	—	NH_3 ajralishi	Eritmadagi ammoniy tuzlari parcha-lanadi
3.	NH_4^+ ionlari yo‘qotilgandan so‘ng Na^+ ionlarini aniqlash	$K[Sb(OH)_6]$	Oq cho‘kma	—	—	Na^+ ionlari bor
4.	NH_4^+ ionlari yo‘qotilgandan so‘ng K^+ ionlarini aniqlash	$Na_3[Co(NO_2)_6]$	—	Sariq cho‘kma	—	K^+ ionlari bor

Bilimlarni mustahkamlash uchun savollar

1. Birinchi analitik gruppa kationlariga qaysi kationlar kiradi?
2. Birinchi analitik gruppa kationlari gidroksidlari va tuzlarining suvda eruvchanligi haqida nimalarni bilasiz?

3. Eritmadan NH_4^+ ionini yo‘qotish uchun uning qaysi xossalaridan foydalanamiz?

4. Natriy va kaliyning qaysi birikmalari tibbiyotda ishlatiladi?

5. Na^+, K^+ va NH_4^+ ionlarini qaysi reaktivlar yordamida ochish mumkin? Bunda qanday o‘zgarishlar ro‘y beradi? Tegishli reaksiyalar tenglamalarini yozing.

6. K^+ ionlarini vino (tartrat) kislotasi yordamida aniqlashda nega eritmaga natriy asetat qo‘shiladi?

7. Na^+ va K^+ ionlari gaz gorelkasi alangasini qaysi rangga bo‘yaydi?

8. Ishqor eritmasi yordamida NH_4^+ ionlarini aniqlash tartibini ayting.

9. Eritmaga Nessler reaktivi qo‘shilganda qizil-qo‘ng‘irrangli cho‘kma hosil bo‘lishi nimadan darak beradi? Cho‘kma tushmasdan eritma rangi sarg‘aysa-chi?

VI BOB. IKKINCHI ANALITIK GRUPPA KATIONLARI

28- §. Ikkinchi analitik gruppa kationlarining umumiy tavsifi

Kationlarning ikkinchi analitik gruppasiga Pb^{2+}, Ag^+ va Hg_2^{2+} kationlari kiradi. Ularning cho‘ktiruvchi reaktivi xlorid kislota bo‘lib, suvda erimaydigan oq rangli kristall modda: $PbCl_2$, $AgCl$, Hg_2Cl_2 larni hosil qiladi. Kumush va simob (I) ning xloridlari: $AgCl$ va Hg_2Cl_2 suvda amalda erimaydi. Qo‘rg‘oshin (II) xlorid $PbCl_2$ esa sovuq suvda oz eriydi, issiq suvda yaxshi eriydi. Pb^{2+}, Ag^+ va Hg_2^{2+} ionlari suvdagi eritmalarida rangsiz ionlardir.

Qo‘rg‘oshin va simob elementlari o‘zgaruvchan valentlikni namoyon qiladi. Shuning uchun oksidlanish-qaytarilish jarayonlarida ularning oksidlanish darajasi oson o‘zgaradi.

Ikkinchi analitik gruppa kationlarining xloridlaridan tashqari sulfid, yodid, bromid, xromat, oksalat, fosfat va karbonatlari ham suvda erimaydi. Ularning faqat nitratlari va asetatlari suvda yaxshi eriydi.

Ikkinchi analitik gruppa kationlarining suvda eriydigan tuzlari suvdagi eritmalarida oson gidrolizlanadi va kislotali muhitga ega bo‘ladi. Ag^+ va Hg_2^{2+} kationlari bor eritmalarga ishqor ta’sir ettirilganda hosil bo‘ladigan $AgOH$ va $Hg_2(OH)_2$ juda beqaror moddalar bo‘lib, hosil bo‘lgan zahotiyoq tegishli oksidlar: Ag_2O, Hg_2O va suvga parchalanadi. $Pb(OH)_2$ amfoter xossalarni namoyon qiladigan kuchsiz elektrolitdir.

Dissotsilanganda bir paytning o'zida vodorod kationlari H^+ va gidroksid anionlari OH^- ni hosil qiladigan elektrolitlar ***amfoter gidroksidlar*** *yoki* ***amfolitlar*** *deyiladi.*

$$Pb^{2+} + 2OH^- \rightleftarrows Pb(OH)_2 + 2H_2O \rightleftarrows 2H^+ + [Pb(OH)_4]^{2-}$$

$Pb(OH)_2$ kislota sifatida dissotsilanganda H^+ kationlari va $[Pb(OH)_4]^{2-}$ kompleks anionlarini hosil qiladi. $Pb(OH)_2$ eritmasiga kislota qo'shilganda H^+ ionlarining konsentratsiyasi oshadi. Bunda $Pb(OH)_2$ ning kislota sifatida dissotsilanishi keskin kamayib, asos sifatida dissotsilanishi ortadi. Natijada $Pb(OH)_2$ erib, Pb^{2+} kationlari hisobiga tuz hosil qiladi:

$$Pb(OH)_2 + 2HNO_3 = Pb(NO_3)_2 + 2H_2O$$

$Pb(OH)_2$ eritmasiga ishqor qo'shilganda esa eritmada OH^- ionlarining konsentratsiyasi ortadi. Bunda sistemaning muvozanati buziladi, $Pb(OH)_2$ ning asos sifatida dissotsilanishi kamayib, kislota sifatida dissotsilanishi ortadi. Natijada $Pb(OH)_2$ ning ishqor bilan reaksiyasida gidroksotuz hosil bo'ladi:

$$H_2[Pb(OH)_4] + 2NaOH = Na_2[Pb(OH)_4] + 2H_2O \text{ yoki}$$

$$Pb(OH)_2 + 2NaOH = Na_2[Pb(OH)_4]$$

Pb^{2+}, Ag^+ va Hg_2^{2+} ionlari kompleks birikmalar hosil qilish xususiyatiga ega. Ag^+ ionlari ammiak, sianid CN^- va sulfit SO_3^{2-} ionlari bilan kompleks birikmalar hosil qiladi. Ag^+ ionlarining bu xossalaridan foydalanib AgCl, AgBr kabi suvda erimaydigan moddalar suvda eriydigan kompleks birikmalarga aylantiriladi.

II gruppa kationlari aralashmasiga xlorid kislota qo'shilganda Pb^{2+} ionlari to'liq cho'kmaga tushmaydi, chunki $PbCl_2$ suvda oz eriydi. Shuning uchun bir necha gruppa kationlari analiz qilinganda Pb^{2+} ionlari qisman eritmada qolganligi tufayli ular sulfat kislota yordamida to'liq cho'ktirilib, III gruppa kationlari bilan birga eritmadan ajratib olinadi.

29- §. Ikkinchi analitik gruppa kationlarining tibbiyotdagi ahamiyati

Ag^+ ionlari antiseptik xossaga ega bo'lib, juda past konsentratsiyada ichimlik suvini sterillaydi va bakteriyalarning rivojlanishini to'xtatadi. Toza kumush metali distillangan suvda oz bo'lsa-da eriydi. *Akvargen* deb ataladigan kumushli suv,

distillangan suvni kumush elektrodlari bilan elektroliz qilish yo‘li bilan suvni Ag^+ ionlariga to‘yintirib olinadi. Bu eritma bakteritsid xususiyatga ega bo‘lib, jarohatlarni davolash, yaralarni yuvish uchun ishlatiladi. Kumush nitrat kuchli bakteritsid modda bo‘lib, past konsentratsiyali (0,1−0,5%) eritmalari burushtiruvchi, konsentrlangan (5−10%) eritmasi kuydiruvchi ta’sir ko‘rsatadi. 1−10% li eritmalari erroziyalarda, yaralarda, ko‘z kasalliklarida, shuningdek, chaqaloqlar ko‘zida paydo bo‘ladigan gonokokk kasalligining oldini olishda ishlatiladi.

30- §. Ikkinchi analitik gruppa kationlarining xususiy reaksiyalari. Pb^{2+} kationlarining reaksiyalari

1. Xlorid kislota HCl va eruvchan xloridlar qo‘rg‘oshin tuzlarining o‘rtacha konsentratsiyali eritmalaridan sovuq suvda oz eriydigan, ammo issiq suvda oson eriydigan qo‘rg‘oshin (II) xlorid $PbCl_2$ ning oq cho‘kmasini hosil qiladi:

$$Pb^{2+} + 2Cl^- = PbCl_2\downarrow$$

Reaksiyaning bajarilishi. Probirkaga 2 tomchi qo‘rg‘oshin (II) nitrat $Pb(NO_3)_2$ eritmasidan tomiziladi va ustiga 2 tomchi xlorid kislota qo‘shiladi. Tagida $PbCl_2$ cho‘kmasi bor eritma ustiga 0,5 ml suv qo‘shib, aralashma suv hammomida qizdiriladi. Bunda, eritma qizdirilganda cho‘kmaning erishi va sovitilganda yana $PbCl_2$ ning oq cho‘kmasi hosil bo‘lishi kuzatiladi.

2. O‘yuvchi ishqorlar qo‘rg‘oshin (II) tuzlarining eritmalaridan $Pb(OH)_2$ ning oq cho‘kmasini hosil qiladi:

$$Pb^{2+} + 2OH^- = Pb(OH)_2\downarrow$$

$Pb(OH)_2$ amfoter xossaga ega, shuning uchun u mineral kislotalarda, hattoki, sirka kislotada va mo‘l miqdordagi ishqorda eriydi. Bu reaksiyaning seziluvchanligi juda katta bo‘lib, Pb^{2+} ionlari uchun xosdir.

Reaksiyaning bajarilishi. Qo‘rg‘oshinning suvda eriydigan tuzi eritmasidan probirkaga 2 tomchi olib, ustiga 1 tomchi ishqor (NaOH yoki KOH) eritmasi qo‘shiladi. $Pb(OH)_2$ ning cho‘kmasi tushgandan so‘ng ustiga ishqor eritmasidan bir necha tomchi qo‘shiladi va cho‘kmaning mo‘l ishqorda erishi kuzatiladi.

3. Sulfat kislota va eruvchan sulfatlar Pb^{2+} ionlari bilan reaksiyaga kirishib, oq rangli $PbSO_4$ tarkibli cho‘kma hosil qiladi:

$$Pb^{2+} + SO_4^{2-} = PbSO_4\downarrow$$

Hosil bo‘lgan cho‘kma $PbSO_4$ qizdirilganda ishqor eritmasida eriydi:

$$PbSO_4 + 4NaOH \overset{t^\circ}{=} Na_2[Pb(OH)_4] + Na_2SO_4$$

Reaksiyaning bajarilishi. $Pb(NO_3)_2$ yoki $(CH_3COO)_2Pb$ ning eritmasidan 2 tomchi olib probirkaga solinadi, ustidan 2 tomchi suyultirilgan sulfat kislota yoki uning tuzi eritmasidan qo‘shiladi va cho‘kma tushishi kuzatiladi.

4. Kaliy yodid KI eritmada Pb^{2+} ionlari bilan o‘zaro ta’sirlashib, PbI_2 tarkibli suvda erimaydigan sariq rangli cho‘kma hosil qiladi:

$$Pb^{2+} + 2I^- = PbI_2\downarrow$$

Bu reaksiya Pb^{2+} ionlarini ochish uchun o‘ziga xos reaksiyadir.

Reaksiyaning bajarilishi. Probirkaga qo‘rg‘oshin nitrat yoki qo‘rg‘oshin asetatning 2 tomchi eritmasidan olib, ustiga kaliy yodid eritmasi qo‘shiladi va sariq rangli cho‘kma hosil bo‘lishi kuzatiladi.

5. Kaliy xromat K_2CrO_4 yoki natriy xromat Na_2CrO_4 eritmasi Pb^{2+} ionlari bilan reaksiyaga kirishib, qo‘rg‘oshin xromat $PbCrO_4$ ning sariq cho‘kmasini hosil qiladi:

$$Pb^{2+} + CrO_4^{2-} = Pb_2CrO_4\downarrow$$

Cho‘kma sirka kislotada erimaydi, ammo nitrat kislota eritmasida qiyin, ishqorlarda esa oson eriydi. Reaksiyaning seziluvchanligi katta va Pb^{2+} ionlari uchun xosdir.

Reaksiyaning bajarilishi. Probirkaga qo‘rg‘oshin nitrat yoki qo‘rg‘oshin asetatning 2 tomchi eritmasi olinib, ustiga 2 tomchi kaliy xromat yoki natriy xromat qo‘shiladi va sariq cho‘kma hosil bo‘lishi kuzatiladi.

Ag^+ kationlarining reaksiyalari

1. Xlorid kislota va eruvchan xloridlar neytral va kislotali eritmalarda Ag^+ ionlari bilan reaksiyaga kirishib, AgCl tarkibli oq rangli cho‘kmani hosil qiladi:

$$Ag^+ + Cl^- = AgCl\downarrow$$

Cho‘kma ortiqcha ammiakda oson erib, kompleks tuz hosil qiladi:

$$AgCl + 2NH_3 = [Ag(NH_3)_2]Cl$$

Bu tuzga nitrat kislota ta’sir ettirib, eritma kislotali muhitga keltirilganda tuz parchalanib, qaytadan AgCl cho‘kmasini hosil qiladi:

$$[Ag(NH_3)_2]Cl + 2HNO_3 = AgCl\downarrow + 2NH_4NO_3$$

Bu reaksiyadan farmokopeyada Ag^+ ionlarini ochish uchun foydalaniladi.

Reaksiyaning bajarilishi. Probirkaga 2 tomchi kumush nitrat solinib, ustiga 2 tomchi suyultirilgan xlorid kislota qo‘shiladi, AgCl ning oq cho‘kmasi hosil bo‘lgach, ustiga 5 tomchi NH_4OH ning konsentrlangan eritmasi qo‘shiladi va aralashma cho‘kma erigunga qadar chayqatiladi. Hosil bo‘lgan eritmaga 5–6 tomchi konsentrlangan nitrat kislota eritmasi qo‘shilib, cho‘kma tushishi kuzatiladi.

2. Kaliy yodid KI eritmadagi Ag^+ ionlari bilan reaksiyaga kirishib AgI tarkibli suvda erimaydigan sariq kristallarni hosil qiladi:

$$Ag^+ + I^- = AgI\downarrow$$

AgI cho‘kmasi ammiak eritmasida erimaydi.

Reaksiyaning bajarilishi. Probirkaga 2 tomchi $AgNO_3$ eritmasidan olib, ustiga 2 tomchi KI eritmasi qo‘shiladi va sariq cho‘kma hosil bo‘lishi kuzatiladi.

3. Kaliy xromat K_2CrO_4 eritmadagi Ag^+ ionlari bilan reaksiyaga kirishib qizil-qo‘ng‘irrangli kumush xromat cho‘kmasini hosil qiladi:

$$2Ag^+ + CrO_4^{2-} = Ag_2CrO_4\downarrow$$

Reaksiyaning bajarilishi. Probirkaga 2 tomchi $AgNO_3$ eritmasidan solib, ustiga 2 tomchi K_2CrO_4 eritmasi qo‘shiladi va cho‘kma hosil bo‘lishi kuzatiladi.

4. O‘yuvchi ishqorlar (NaOH va KOH) eritmadagi Ag^+ ionlari bilan reaksiyaga kirishib, kumush oksidining qo‘ng‘irrangli cho‘kmasini hosil qiladi:

$$2AgNO_3 + 2KOH = 2KNO_3 + 2AgOH$$

$$\swarrow \quad \searrow$$

$$Ag_2O\downarrow \quad H_2O$$

$$2Ag^+ + 2OH^- = Ag_2O\downarrow + H_2O$$

Reaksiyaning bajarilishi. Probirkaga 2 tomchi $AgNO_3$ eritmasidan solib, ustiga 2 tomchi ishqor eritmasi qo‘shiladi va cho‘kma tushishi kuzatiladi.

5. Natriy tiosulfat $Na_2S_2O_3$ eritmadagi kumush ionlari bilan reaksiyaga kirishib, avvaliga oq, keyin sariq, qo‘ng‘ir va oxiri qora rangga aylanadigan beqaror modda $Ag_2S_2O_3$ tarkibli oq cho‘kma hosil qiladi.

Beqaror modda hisoblangan $Ag_2S_2O_3$ cho‘kmasining parchalanishi natijasida avvaliga cho‘kmaning rangi sarg‘ayadi, keyin qo‘ng‘ir tusga kiradi va oxiri qorayadi:

$$2AgNO_3 + Na_2S_2O_3 = \underset{\text{oq modda}}{Ag_2S_2O_3\downarrow} + 2NaNO_3$$

$$Ag_2S_2O_3 \longrightarrow \underset{\text{sariq modda}}{Ag_2SO_3\downarrow} + S$$

$$Ag_2SO_3 + S + H_2O = \underset{\text{qora modda}}{Ag_2S\downarrow} + H_2SO_4$$

$Ag_2S_2O_3$ tarkibli cho‘kma mo‘l miqdordagi tiosulfatda eriydi. Shuning uchun reaksiyada $AgNO_3$ dan mo‘l miqdorda olinadi.

Reaksiyaning bajarilishi. Probirkaga 2–3 tomchi $AgNO_3$ eritmasidan solib, ustiga bir tomchi natriy tiosulfat qo‘shiladi va hosil bo‘lgan oq cho‘kma rangining o‘zgarishi kuzatiladi.

Hg_2^{2+} kationlarining reaksiyalari

1. Xlorid kislota va eruvchan xloridlar eritmadagi Hg_2^{2+} ionlari bilan reaksiyaga kirishib, oq rangli cho‘kma – kalomel Hg_2Cl_2 ni hosil qiladi:

$$Hg_2^{2+} + 2Cl^- = Hg_2Cl_2\downarrow$$

Bu cho‘kma ammiak bilan reaksiyaga kirishib, erkin holatdagi simobgacha qaytarilganligi sababli cho‘kmaning rangi qorayadi:

$$Hg_2Cl_2 + 2NH_3 = Hg(NH_2)Cl\downarrow + Hg\downarrow + NH_4Cl$$

Bu reaksiyadan Hg_2^{2+} ionlarini ochish uchun foydalaniladi.

Reaksiyaning bajarilishi. Probirkaga $Hg_2(NO_3)_2$ eritmasidan 2 tomchi solinadi, ustidan 2 tomchi suyultirilgan xlorid kislota qo‘shiladi. Hosil bo‘lgan oq cho‘kmali eritmaga 2 tomchi novshadil spirti qo‘shib oq cho‘kma rangining qorayishi kuzatiladi.

2. Kaliy yodid KI eritmada Hg_2^{2+} ionlari bilan reaksiyaga kirishib, Hg_2I_2 tarkibli yashil rangli cho‘kmani hosil qiladi:

$$Hg_2^{2+} + 2I^- = Hg_2I_2\downarrow$$

Cho‘kma mo‘l miqdordagi reaktivda $K_2[HgI_4]$ tarkibli kompleks birikma – kaliy tetrayodid merkurat (II) ni hosil qilib eriydi:

$$Hg_2I_2 + 2KI = K_2[HgI_4] + Hg\downarrow$$

Hg_2I_2 beqaror modda bo‘lib, simob (II) yodid va simobga parchalanadi, natijada cho‘kma rangi o‘zgaradi:

$$Hg_2I_2 = HgI_2\downarrow + Hg\downarrow$$

Reaksiyaning bajarilishi. Probirkaga $Hg_2(NO_3)_2$ eritmasidan ikki tomchi olib, ustiga kaliy yodid eritmasidan ikki tomchi qo‘shiladi. Cho‘kma hosil bo‘lishi va uning rangi o‘zgarishi kuzatiladi.

3. Kaliy xromat K_2CrO_4 eritmadagi Hg_2^{2+} ionlari bilan reaksiyaga kirishib, Hg_2CrO_4 tarkibli qizil-qo‘ng‘ir rangli cho‘kma hosil qiladi:

$$Hg_2^{2+} + CrO_4^{2-} = Hg_2CrO_4\downarrow$$

Cho‘kma ishqor eritmasida va suyultirilgan sirka kislotada erimaydi.

Reaksiyaning bajarilishi. Probirkaga $Hg_2(NO_3)_2$ eritmasidan ikki tomchi solib, suv hammomida qizdiriladi va ikki tomchi kaliy xromat eritmasi qo‘shiladi.

4. Mis metali simob (I) tuzlarining eritmalari bilan reaksiyaga kirishib, simob ionlari Hg_2^{2+} ni erkin holatdagi simob metaligacha qaytaradi:

$$Hg_2^{2+} + Cu = Cu^{2+} + 2Hg\downarrow$$

Reaksiyaning bajarilishi. Mis plastinkasi sirtini jilvir qog‘oz bilan tozalab, tozalangan metall plastinka sirtiga 1 tomchi $Hg_2(NO_3)_2$ eritmasidan tomiziladi. Plastinka sirti kulrang amalgama bilan qoplanadi. Amalgama qatlami junli material yoki filtr qog‘oz bilan ishqalansa, plastinka sirti kumush rangga kirib yaltiraydi.

31- §. Ikkinchi analitik gruppa kationlari aralashmasining analizi

1. Ikkinchi analitik gruppa kationlarini cho‘ktirish. Probirkaga tekshiriladigan eritmadan 2 ml solib, ustiga cho‘kma hosil bo‘lishi tugagunga qadar tomchilatib 10% li HCl eritmasidan qo‘shiladi. Xlorid kislota qo‘shilganda eritmadan cho‘kma ajralib chiqishi tugagandan so‘ng eritmaga yana 2—3 tomchi xlorid kislota qo‘shib, cho‘kma eritmadan sentrifuga yordamida ajratib olinadi. Sentrifugat ishlatilgan reaktivlar saqlanadigan maxsus chinni idishga to‘kiladi. Tarkibida qo‘rg‘oshin (II), kumush va simob (I) xloridlari bo‘lgan cho‘kma esa analiz qilinadi.

2. Cho‘kmani analiz qilish. ***2.1. Pb^{2+} ionlari borligini aniqlash.*** Probirkadagi cho‘kma ustiga 1 ml distillangan qaynoq suv

qo‘shiladi, aralashma shisha tayoqcha bilan aralashtirilib, so‘ngra probirka qaynab turgan suv hammomida 2–3 minut saqlanadi. Bunda qo‘rg‘oshin (II) xlorid eritmaga o‘tadi. 2 ta probirkaning har biriga 2 tomchidan eritma olinib, probirkalarning biriga 2 tomchi KI, ikkinchisiga 2 tomchi K_2CrO_4 eritmasi qo‘shiladi. Har ikkala probirkadagi eritmadan sariq cho‘kma ajralib chiqishi tekshiriladigan eritma tarkibida Pb^{2+} ionlari borligidan darak beradi. Agar probirkalardagi eritmalardan sariq cho‘kma ajralib chiqmasa, tekshiriladigan eritma tarkibida Pb^{2+} ionlari yo‘q deb xulosa chiqariladi.

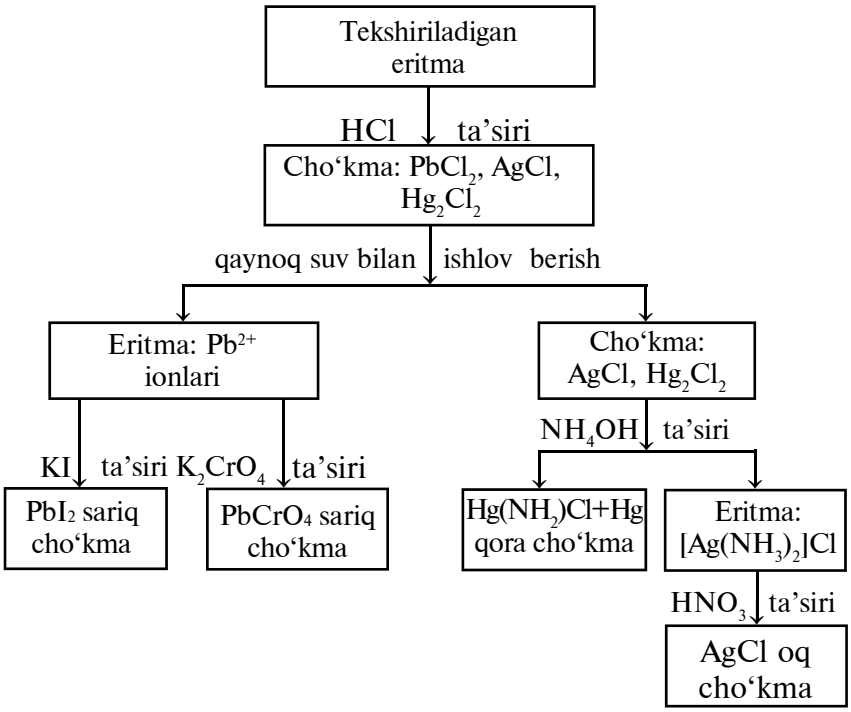
Tekshiriladigan eritma tarkibida Pb^{2+} ionlari bo‘lsa, ularni cho‘kmadan ajratib olish kerak, chunki Pb^{2+} ionlari Ag^+ va Hg_2^{2+} ionlarini topishga xalaqit beradi. Buning uchun cho‘kma ustiga 2–3 ml distillangan qaynoq suv solib, cho‘kma shisha tayoqcha bilan yaxshilab aralashtiriladi va 2–3 minut davomida qaynab turgan suv hammomida ushlanadi.

Issiq eritma sentrifugalanib, undan cho‘kma ajratib olinadi. Bu muolaja 2–3 marta takrorlanadi, toza probirkaga 2 tomchi issiq sentrifugatdan solib, ustiga 2 tomchi K_2CrO_4 qo‘shiladi. Agar sentrifugat Pb^{2+} ionlariga sifatiy reaksiya bermasa, cho‘kmada Pb^{2+} ionlari qolmagan bo‘ladi. Agar cho‘kmada Pb^{2+} ionlari qolgan bo‘lsa, unda cho‘kmaga issiq suv bilan ishlov berish muolajasi cho‘kma Pb^{2+} ionlaridan to‘liq xoli bo‘lguncha, ya’ni cho‘kma ustidagi eritma K_2CrO_4 bilan Pb^{2+} ionlariga sifatiy reaksiya bermagunga qadar davom ettiriladi.

2.2. Cho‘kmada Hg_2^{2+} ionlari borligini aniqlash. Cho‘kmaga qaynoq suv bilan ishlov berib, Pb^{2+} ionlaridan tozalangan cho‘kma ustiga 1 ml konsentrlangan ammiak eritmasi qo‘shib, aralashma yaxshilab chayqatiladi. Agar cho‘kmada AgCl bo‘lsa, u kompleks tuz $[Ag(NH_3)_2]Cl$ holida eritmaga o‘tadi. Cho‘kma qoraysa, tarkibida Hg_2Cl_2 borligidan darak beradi. Bunday holatda cho‘kma sentrifuga yordamida eritmadan ajratib olinadi va sentrifugat toza probirkaga solinadi.

2.3. Eritmada Ag^+ ionlari borligini aniqlash. Probirkaga simob (I) birikmalaridan tozalangan sentrifugatdan 3 tomchi solib, ustiga 4–5 tomchi konsentrlangan nitrat kislota eritmasi tomiziladi va probirka yaxshilab chayqatiladi. Pag‘a-pag‘a oq kristall cho‘kmaning hosil bo‘lishi eritmada Ag^+ ionlari borligidan, cho‘kma hosil bo‘lmasa, Ag^+ ionlari yo‘qligidan darak beradi.

Ikkinchi analitik gruppa kationlari aralashmasining sxemasi



Bilimlarni mustahkamlash uchun savollar

1. Ikkinchi analitik gruppa kationlariga qaysi kationlar kiradi?
2. Ikkinchi analitik gruppa kationlarini cho'ktiruvchi reaktivi nima?
3. Pb^{2+}, Ag^+ va Hg_2^{2+} ionlari uchun xos reaksiya tenglamalarini yozing?
4. $Pb(OH)_2$ qanday xossalarga ega? Tegishli reaksiyalar tenglamalarini yozing.
5. $PbCl_2$ cho'kmasi nimada eriydi? AgCl cho'kmasi-chi?
6. Ikkinchi analitik gruppa kationlarining xromatlari qaysi rangda bo'ladi?
7. Hg_2Cl_2 cho'kmasiga novshadil spirti ta'sir ettirilganda qanday hodisa sodir bo'ladi?
8. Pb^{2+} ionlarini Ag^+ va Hg_2^{2+} ionlaridan qanday ajratib olish mumkin?
9. Eritmadagi Pb^{2+} ionlarini to'liq cho'ktirish uchun nima qilish kerak?
10. $AgNO_3$ ning tibbiyotda ishlatilishiga uning qaysi xossasi asos bo'ladi?

VII BOB. UCHINCHI ANALITIK GRUPPA KATIONLARI

32- §. Uchinchi analitik gruppa kationlarining umumiy tavsifi

Kationlarning uchinchi analitik gruppasiga: Ba^{2+}, Sr^{2+} va Ca^{2+} kiradi. Bu kationlar rangsiz bo‘lib, ularning galogenidlari, nitratlari, nitritlari va asetatlari suvda yaxshi eriydi. Sulfatlari, sulfidlari, karbonatlari, fosfatlari, silikatlari va arsenatlari suvda erimaydi.

Uchinchi analitik gruppa kationlari radiuslarining oshib borishi bilan gidroksidlarining suvda eruvchanligi va dissotsilanish darajasi oshadi:

$$\xrightarrow[\text{eruvchanligi va asoslik kuchi oshadi}]{Ca(OH)_2 \rightarrow Sr(OH)_2 \rightarrow Ba(OH)_2}$$

Ularning sulfatlari suvda yomon eriganligi tufayli sulfat kislota ularning cho‘ktiruvchi reaktivi sifatida ishlatilib, bu kationlar bir gruppada birlashtirilgan. Ushbu gruppa kationlari sulfatlari ichida bariy sulfatning eruvchanligi juda past, kalsiy sulfatniki esa biroz kattaroq. Shuning uchun III gruppa kationlari bor eritmaga sulfat kislota qo‘shilganda shu zahotiyoq $BaSO_4$ cho‘kmaga tushadi, $SrSO_4$, biroz vaqt o‘tgandan so‘ng $CaSO_4$ esa $BaSO_4$ va $SrSO_4$ cho‘kmaga tushgandan keyin faqat konsentrlangan eritmalardan cho‘kmaga tushadi. Eritmadagi Ca^{2+} ionlarini sulfat kislota yordamida eritmadan to‘liq ajratib olish mumkin emas. $CaSO_4$ ning suvda eruvchanligini kamaytirish uchun eritmaga etil spirti qo‘shish kerak, chunki u $CaSO_4$ ning eruvchanligini kamaytiradi.

Uchinchi analitik gruppa kationlarining karbonatlari ham suvda erimaydi, ammo ular xlorid, nitrat va sirka kislotada yaxshi eriydi. Karbonatlarning bu xossalaridan tizimli analizda foydalaniladi.

33- §. Uchinchi analitik gruppa kationlarining tibbiyotdagi ahamiyati

Tibbiyot va farmatsiya amaliyotida kalsiy va bariy tuzlari keng qo‘llaniladi. Kalsiy odam va hayvon suyagining asosiy tarkibiy qismlaridan biridir. U asab va muskul to‘qimalarini tinchlantiradi, qonning ivish jarayonida ishtirok etadi.

Kalsiy xlorid qonning ivish xususiyatini oshirganligi uchun o‘pka, qorin, ichak va bachadondan qon ketganda jarrohlik amaliyotida ishlatiladi. Kalsiy glukonat va kalsiy laktat tuzlari allergik kasalliklarga qarshi vosita sifatida ham ishlatiladi.

Jarrohlik va ortopedik amaliyotda chiqqan va singan a’zolarni gipslashda kuydirilgan gips $CaSO_4 \cdot 0{,}5H_2O$ dan foydaniladi.

Kalsiy karbonat $CaCO_3$ me’da shirasining kislotaliligi oshganda, kislotalilikni pasaytirishda ishlatiladi. U tish kukunlari va pastalari tarkibiga kiradi.

Bariyning suvda eriydigan barcha tuzlari zaharli. Uning suvda erimaydigan tuzi bariy sulfat $BaSO_4$ o‘zidan rentgen nurlarini o‘tkazmaydi. Shuning uchun ham u rentgen kontrast modda sifatida qizilo‘ngach, oshqozon va ichakni rentgenologik tekshirish ishlarida ishlatiladi. Uchinchi analitik gruppa kationlarining birikmalari: kalsiy xlorid, kalsiy gidroksid, bariy xlorid va bariy gidroksid dorivor moddalarning chinligini aniqlashda keng ishlatiladi.

34- §. Uchinchi analitik gruppa kationlarining xususiy reaksiyalari

Ba^{2+} kationlarining reaksiyalari

1. Alanganing bo‘yalish reaksiyasi. Bariyning tuzlari gaz gorelkasining rangsiz alangasini sariq-yashil rangga bo‘yaydi.

Reaksiyaning bajarilishi. Tajriba xuddi Na^+ ionlari aniqlangandek bajariladi.

2. Suyultirilgan sulfat kislota va eruvchan sulfatlar bariy tuzlarining juda suyultirilgan eritmalariga ta’sir ettirilganda ham kislota va ishqorlarda erimaydigan bariy sulfatning oq cho‘kmasini hosil qiladi:

$$Ba^{2+} + SO_4^{2-} = BaSO_4\downarrow$$

Reaksiyaning bajarilishi. Probirkaga 1–2 tomchi bariy tuzining eritmasi solib, ustiga suyultirilgan sulfat kislota qo‘shiladi va kislota hamda ishqorlarda erimaydigan oq cho‘kma hosil bo‘lishi kuzatiladi.

3. Ammoniy karbonat $(NH_4)_2CO_3$ va boshqa eruvchan karbonatlar (natriy karbonat, kaliy karbonat) eritmadagi Ba^{2+} ionlari bilan reksiyaga kirishib, suvda erimaydigan bariy karbonatning oq cho‘kmasini hosil qiladi:

$$Ba^{2+} + CO_3^{2-} = BaCO_3\downarrow$$

$BaCO_3$ ko‘pchilik kislotalarda erishi tufayli cho‘ktirishni neytral yoki kuchsiz ishqoriy muhitda, yaxshisi ammiakli muhitda olib borish kerak.

Reaksiyaning bajarilishi. Probirkaga 2 tomchi bariy tuzining eritmasidan solib, ustiga bir tomchi novshadil spirti va 2 tomchi ammoniy karbonat yoki boshqa eruvchan karbonat eritmasidan qo‘shiladi va cho‘kma tushishi kuzatiladi. Cho‘kmali eritmani 2 ta probirkaga bo‘lib, ularning biriga xlorid, ikkinchisiga sirka kislota qo‘shiladi va har ikkala holda ham cho‘kmaning erishi kuzatiladi.

4. Kaliy xromat K_2CrO_4 yoki natriy xromat Na_2CrO_4 eritmadagi Ba^{2+} ionlari bilan neytral muhitda yoki sirka kislota muhitida reaksiyaga kirishib, sariq rangli bariy xromat $BaCrO_4$ cho‘kmasini hosil qiladi:

$$Ba^{2+} + CrO_4^{2-} = BaCrO_4\downarrow$$

Cho‘kma kislota va ishqor eritmalarida erimaydi. Bu reaksiya Ba^{2+} ionlari uchun o‘ziga xos reaksiyadir.

Reaksiyaning bajarilishi. Probirkaga 1–2 tomchi bariy tuzining eritmasidan olib, ustiga 1–2 tomchi kaliy xromat qo‘shiladi va sariq cho‘kma hosil bo‘lishi kuzatiladi.

5. Ammoniy oksalat $(NH_4)_2C_2O_4$ eritmadagi Ba^{2+} ionlari bilan reaksiyaga kirishib, suvda erimaydigan, ammo xlorid va nitrat kislotalarda eriydigan, qaynatilganda esa sirka kislotada eriydigan oq rangli bariy oksalat BaC_2O_4 cho‘kmasini hosil qiladi:

$$Ba^{2-} + C_2O_4^{2-} = BaC_2O_4\downarrow$$

Reaksiyaning bajarilishi. Probirkaga 2 tomchi bariy tuzi eritmasidan solib, ustiga 2 tomchi ammoniy oksalat qo‘shiladi va oq cho‘kma hosil bo‘lishi kuzatiladi. Cho‘kmali eritma 3 ta probirkaga bo‘linadi. Probirkaning biriga xlorid, ikkinchisiga nitrat va uchinchisiga sirka kislota qo‘shiladi. Birinchi va ikkinchi probirkadagi cho‘kmaning erishi va uchinchi probirkadagi cho‘kma erimasdan qolganligi kuzatiladi. Sirka kislotaning eritmasi qo‘shilgan uchinchi probirka isitiladi yoki gaz gorelkasi yordamida qizdiriladi va cho‘kmaning erishi kuzatiladi.

Ca^{2+} kationlarining reaksiyalari

1. Alanganing bo‘yalish reaksiyasi. Kalsiy tuzlari gaz gorelkasining rangsiz alangasini qizil rangga bo‘yaydi.

Reaksiyaning bajarilishi. Tajriba xuddi Na^+ ionlari aniqlanganidek bajariladi.

2. Ammoniy karbonat $(NH_4)_2CO_3$ Ca^{2+} ionlari bor eritmalardan oq rangli, suvda erimaydigan, ammo mineral kislotalar va sirka kislotada yaxshi eriydigan kalsiy karbonat cho‘kmasini hosil qiladi:

$$Ca^{2+} + CO_3^{2-} = CaCO_3\downarrow$$

Eritmadagi Ca^{2+} ionlarini to‘la cho‘ktirish uchun cho‘ktirishni ammiakli muhitda, mo‘l miqdorda olingan cho‘ktiruvchi ishtirokida olib borish zarur.

Reaksiyaning bajarilishi. Probirkaga 2 tomchi kalsiy tuzining eritmasidan solib, ustiga bir tomchi novshadil spirti va 2–3 tomchi ammoniy karbonat qo‘shiladi va cho‘kma hosil bo‘lishi kuzatiladi. Cho‘kmaning mineral kislotalar va sirka kislota eritmasida eruvchanligi tekshirib ko‘riladi.

3. Ammoniy oksalat $(NH_4)_2C_2O_4$ eritmadagi Ca^{2+} ionlari bilan neytral va kuchsiz ishqoriy muhitda mineral kislotalarda eriydigan, ammo sirka kislotada erimaydigan oq rangli kalsiy oksalatning mayda kristallarini hosil qiladi:

$$Ca^{2+} + C_2O_4^{2-} = CaC_2O_4\downarrow$$

Bu reaksiyani bariy tuzlari ishtirokida o‘tkazish mumkin emas, chunki Ba^{2+} ionlari ham ammoniy oksalat bilan BaC_2O_4 tarkibli oq cho‘kma hosil qiladi.

Bu reaksiya Ca^{2+} ionlari uchun eng muhim sifat reaksiyalaridan biri bo‘lib, farmakopeyada ishlatiladi.

Reaksiyaning bajarilishi. Probirkaga 2 tomchi kalsiyning suvda eriydigan tuzining eritmasidan solib, ustiga 2 tomchi ammoniy oksalat eritmasi qo‘shiladi va oq cho‘kma hosil bo‘lishi kuzatiladi. Cho‘kmaning mineral kislotalar va sirka kislota eritmasida eruvchanligi tekshiriladi.

4. Kaliy geksasinoferrat (II) (sariq qon tuzi) $K_4[Fe(CN)_6]$ kuchsiz ishqoriy muhitda eritmadagi Ca^{2+} ionlari bilan reaksiyaga kirishib, sirka kislotada erimaydigan oq kristall cho‘kma hosil qiladi:

$$Ca^{2+} + K^+ + NH_4^+ + [Fe(CN)_6]^{4-} = CaKNH_4[Fe(CN)_6]\downarrow$$

Ba^{2+} ionlarining eritmadagi konsentratsiyasi yuqori bo‘lganda Ca^{2+} ionlarini topish uchun bu reaksiya tavsiya etilmaydi, chunki Ba^{2+} ionlarining konsentrlangan eritmasi sariq qon tuzi bilan cho‘kma hosil qiladi.

Reaksiyaning bajarilishi. Probirkaga 2 tomchi kalsiy tuzi eritmasidan solib, unga bir tomchi ammoniy xlorid va 2 tomchi novshadil spirti qo‘shib, so‘ngra probirkadagi eritma isitgich yoki suv hammomida isitiladi. Issiq eritmaga 5–6 tomchi 0,5 M sariq qon tuzining eritmasi qo‘shiladi va yana 1–2 minut isitilib, cho‘kma tushishi kuzatiladi.



25- rasm. $CaSO_4 \cdot 2H_2O$ kristallari.

5. Suyultirilgan sulfat kislota kalsiy tuzlari bilan $CaSO_4 \cdot 2H_2O$ tarkibli kristallogidratning ninasimon kristallarini hosil qiladi (25- rasm).

Reaksiyaning bajarilishi. Shisha plastinka ustiga bir tomchi kalsiy tuzining eritmasi va uning yoniga bir tomchi suyultirilgan sulfat kislota eritmasi tomiziladi. Shisha tayoqcha bilan bu ikki eritma aralashtiriladi va ehtiyotlik bilan quritiladi. Hosil bo‘lgan kristallar mikroskopda kuzatiladi.

35-§. Uchinchi analitik gruppa kationlari aralashmasining analizi

1. Eritmada Ba^{2+} ionlari bor yoki yo‘qligini tekshirish. Uchinchi analitik gruppa kationlari aralashmasini analiz qilishda avvalo tekshiriladigan eritma tarkibida Ba^{2+} ionlari bor yoki yo‘qligini tekshirish lozim, chunki Ba^{2+} ionlari Ca^{2+} ionlarini topishga xalaqit beradi. Buning uchun tekshiriladigan eritmadan 5–6 tomchi olinib, probirkaga solinadi va u probirka isitgichda yoki suv hammomida qizdiriladi. Issiq eritmaga 2 tomchi kaliy xromat qo‘shiladi. Agar tekshiriladigan eritma tarkibida Ba^{2+} ionlari bo‘lsa, $BaCrO_4$ ning sariq cho‘kmasi tushadi, aks holda cho‘kma tushmaydi. Eritmaga K_2CrO_4 qo‘shilganda cho‘kma tushsa, cho‘kma ustidagi suyuqlik sariq rangga bo‘yalgunga qadar eritmaga K_2CrO_4 eritmasidan tomchilatib quyish davom ettiriladi. So‘ngra aralashma suv hammomida 2–3 min qizdirilgach, cho‘kma eritmadan sentrifuga yordamida ajratiladi. Sentrifugatda Ca^{2+} ionlari borligi tekshiriladi.

2. Eritmada Ca^{2+} ionlari borligini tekshirish. Probirkaga Ba^{2+} ionlaridan xoli bo‘lgan 2–3 tomchi sentrifugat solinib, ustiga 2–3 tomchi ammoniy oksalat $(NH_4)_2C_2O_4$ qo‘shiladi. Agar sentrifugat tarkibida Ca^{2+} ionlari bo‘lsa, oq cho‘kma tushadi.

Bir necha gruppa kationlari aralashmasining tizimli analizida uchinchi analitik gruppa kationlarining analizi

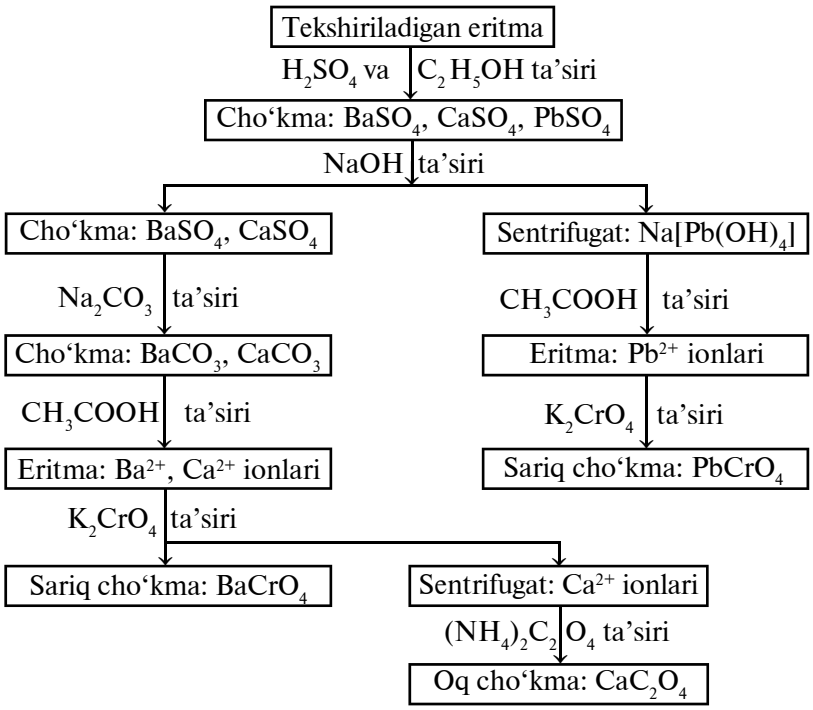
Barcha gruppa kationlari aralashmasining tizimli analizida ikkinchi gruppa kationlari xlorid kislota yordamida eritmadan cho‘ktirilib, boshqa gruppa kationlaridan ajratib olingach, uchinchi gruppa kationlari sulfat kislota yordamida eritmadan sulfatlar:

$BaSO_4$ va $CaSO_4$ shaklida cho‘ktirilib ajratib olinadi. Bunda cho‘kma tarkibida uchinchi gruppa kationlari sulfatlaridan tashqari $PbSO_4$ ham bo‘ladi. Ca^{2+} ionlarini to‘liq cho‘ktirish uchun sulfatlarni cho‘ktirish etil spirti ishtirokida olib borilishi lozim.

1. Uchinchi analitik gruppa kationlarini sulfat holida cho‘ktirish. Tekshiriladigan eritmadan ikkinchi analitik gruppa kationlarining xloridlari ajratib olingach, probirkaga 2 ml sentrifugat solib, ustiga 2 ml 96% li etil spirti tomiziladi va cho‘kma hosil bo‘lishi tugagunga qadar tomchilatib 2 N sulfat kislota eritmasi qo‘shiladi. Cho‘kma tushib eritma tingach, ehtiyotlik bilan eritmaga yana sulfat kislota eritmasi tomiziladi

Ba^{2+}, Ca^{2+} va Pb^{2+} kationlari to‘liq cho‘kkanligiga ishonch hosil qilgach, probirka suv hammomida 5–6 min ushlanadi, so‘ngra sentrifugalanib, cho‘kma eritmadan ajratib olinadi. Sentrifugatda I, IV, V va VI gruppa kationlari, cho‘kmada esa $BaSO_4$, $CaSO_4$ va $PbSO_4$ bo‘ladi. Cho‘kma bir necha tomchi sulfat kislota qo‘shilgan suv bilan 2–3 marta yuviladi.

Tizimli analizda uchinchi analitik gruppa kationlari aralashmasi analizining sxemasi



2. Pb^{2+} ionlarini ajratish. Cho‘kmaga 2 ml 10% li NaOH eritmasi qo‘shib aralashtiriladi va suv hammomida 10–15 min ushlanadi, bunda $PbSO_4$ va NaOH ning o‘zaro ta’sirlashishi natijasida $Na_2[Pb(OH)_4]$ hosil bo‘lib, Pb^{2+} ionlari eritmaga o‘tadi. Cho‘kmada esa $BaSO_4$ va $CaSO_4$ qoladi. Bu cho‘kma yana ikki-uch marta NaOH eritmasi bilan yuviladi va sentrifugatga sirka kislota qo‘shib eritma kislotali muhitga keltiriladi. Kislotali muhitga keltirilgan eritmadan probirkaga 2–3 tomchi solib, ustiga 2–3 tomchi kaliy xromat eritmasi qo‘shiladi, sariq cho‘kma hosil bo‘lishi cho‘kma Pb^{2+} ionlaridan xoli bo‘lmaganligini bildiradi. Agar sentrifugatda Pb^{2+} ionlari bo‘lsa, unda cho‘kma Pb^{2+} ionlari qolmagunga qadar NaOH eritmasi bilan yuviladi.

3. Uchinchi analitik gruppa kationlari sulfatlarini karbonatlarga aylantirish. Ishqor bilan ishlov berilgan cho‘kma tarkibida faqat uchinchi gruppa kationlarining sulfatlari bo‘ladi. Bu cho‘kmaga natriy karbonatning to‘yingan eritmasi ta’sir ettirilib, aralashma qo‘zg‘ab turgan holda qizdiriladi. So‘ngra sentrifugalanib cho‘kma eritmadan ajratiladi. Sentrifugat tashlanadi, cho‘kmaga esa natriy karbonatning yangi ulushi bilan ishlov beriladi. Sulfatlarni to‘liq karbonatga o‘tkazish uchun bu ishni bir necha marta takrorlash zarur. Na_2CO_3 eritmasi bilan cho‘kmaga bir necha marta ishlov berilgandan so‘ng ustiga 8–10 tomchi 2 N CH_3COOH qo‘shiladi va aralashtirib qizdiriladi. Cho‘kma sirka kislotada to‘liq erishi kerak. Cho‘kma erimasa, eritmadan ajratib olinadi. Sentrifugat toza probirka (1) da saqlanadi. Cho‘kmaga Na_2CO_3 ning to‘yingan eritmasi bilan yana 2–3 marta ishlov berib, sulfatlar karbonatga aylantiriladi. Cho‘kma ustidagi sentrifugat to‘kib tashlanadi va cho‘kmaga 2 N CH_3COOH eritmasi qo‘shiladi. Hosil bo‘lgan eritma probirka (1) dagi sentrifugat ustiga qo‘shiladi. Bu eritma tarkibida Ba^{2+} va Ca^{2+} ionlari bo‘ladi.

4. Eritmada Ba^{2+} va Ca^{2+} ionlari borligini tekshirish. Eritmada Ba^{2+} va Ca^{2+} ionlari borligini aniqlash ushbu paragrafning 1- va 2- bandlari bo‘yicha amalga oshiriladi.

Bilimlarni mustahkamlash uchun savollar

1. Uchinchi analitik gruppa kationlariga qaysi kationlar kiradi?
2. Uchinchi analitik gruppa kationlari birinchi va ikkinchi gruppa kationlaridan nimasi bilan farq qiladi?
3. Ba^{2+} va Ca^{2+} ionlari uchun xos bo‘lgan reaksiyalarni yozing.
4. Ba^{2+} ionlari Ca^{2+} ionlaridan qanday ajratiladi?

5. $BaCO_3$ va $CaCO_3$ cho‘kmalari nimalarda eriydi?

6. Eritmaga ammoniy oksalat ta’sir ettirilganda oq cho‘kma hosil bo‘ladi. Bunda tekshiriladigan eritma tarkibida Ca^{2+} ionlari bor deb xulosa chiqarish mumkinmi? Javobni asoslang.

7. Eritmadagi Ca^{2+} ionlarini $CaSO_4$ shaklida to‘liq cho‘ktirish uchun nima qilish kerak?

8. Ca^{2+} ionlari gaz gorelkasining rangsiz alangasini qaysi rangga bo‘yaydi? Ba^{2+} ionlari-chi?

9. $BaSO_4$ ning tibbiyotda ishlatilishiga uning qaysi xossasi asos bo‘ladi?

10. Kalsiyning qaysi birikmalari tibbiyotda ishlatiladi?

11. Uchinchi analitik gruppa kationlari aralashmasini analiz qilish tartibini aytib bering.

VIII BOB. TO‘RTINCHI ANALITIK GRUPPA KATIONLARI

36- §. To‘rtinchi analitik gruppa kationlarining umumiy tavsifi

Kationlarning to‘rtinchi analitik gruppasiga Al^{3+}, Cr^{3+}, Zn^{2+}, As(III) va As(V) kiradi. Mishyak (III) birikmalari odatda arsenit (AsO_2^- ioni), As(V) esa arsenat ioni (AsO_4^{3-}) holatida bo‘ladi. Al^{3+} va Zn^{2+} ionlari rangsiz, Cr^{3+} ionlari esa yashil yoki binafsha rangga bo‘yalgan bo‘ladi.

Bu gruppa kationlarining cho‘ktiruvchi reaktivi NaOH bo‘lib, ular (mishyakdan tashqari) bu reaktiv bilan suvda erimaydigan birikmalar: oq rangli $Al(OH)_3$, $Zn(OH)_2$ va yashil rangli $Cr(OH)_3$ ni hosil qiladi. Ular mo‘l miqdordagi NaOH da erib $Na[Al(OH)_4]$, $Na_2[Zn(OH)_4]$, $Na_3[Cr(OH)_6]$ tarkibli kompleks birikmalarni hosil qiladilar. To‘rtinchi analitik gruppa kationlarining gidroksidlari amfoter xossaga ega. Ularning bu xossalaridan kationlar aralashmasining tizimli analizida foydalaniladi.

To‘rtinchi gruppa kationlarining gidroksidlari juda kuchsiz asoslar bo‘lganligi uchun ularning tuzlari suvdagi eritmalarida oson gidrolizlanadi. Xrom va aluminiyning kuchsiz kislotalar: masalan, sulfid, karbonat va sianid kislotalar bilan hosil qilgan tuzlari eritmada qaytmas gidrolizga uchraydi.

To‘rtinchi analitik gruppa kationlari kompleks birikmalar hosil qilishga moyildir.

Xrom va mishyak birikmalariga oksidlanish-qaytarilish reaksiyalari xosdir. Ularning bu xossalaridan analitik kimyoda keng foydalaniladi.

37- §. To‘rtinchi analitik gruppa kationlarining tibbiyotdagi ahamiyati

Ko‘pchilik dorivor moddalar tarkibida to‘rtinchi analitik gruppa kationlari bo‘ladi. Rux oksidi ZnO burishtiruvchi, qurituvchi va antiseptik modda sifatida sirtdan sepma, surtma va pasta shaklida qo‘llaniladi.

Rux sulfat $ZnSO_4$ ning eritmalari urologiya amaliyotida uretrit, vaginit va boshqa kasalliklarni davolashda ishlatiladi. Bundan tashqari, rux sulfat qustiruvchi vosita sifatida va borat kislota bilan birgalikdagi eritmasi ko‘zga tomizish uchun ishlatiladi.

Aluminiy gidroksid $Al(OH)_3$ kuchli adsorbent bo‘lganligi uchun sepmalar tarkibiga kiradi. Zaharlanganda ham $Al(OH)_3$ bo‘tqasini ichish katta foyda beradi. Bundan tashqari, $Al(OH)_3$ bo‘tqasi giperatsid gastritlar, oshqozon va o‘n ikki barmoqli ichak yaralarini davolashda antatsid modda sifatida (Almagel preparati) samarali foyda beradi.

Turli sepmalar, pastalar va malhamlar tarkibiga kiradigan oq gilda aluminiy silikat bo‘ladi.

Alumokaliyli achchiqtosh kaliyaluminiy sulfat $KAl(SO_4)_2$ eritmasi (Burov suyuqligi) antiseptik va shamollashga qarshi, uning qalamchalari esa qon to‘xtatuvchi va kuydiruvchi vosita sifatida ishlatiladi.

Arsenit angidridi As_2O_3, natriy gidroarsenat $Na_2HAsO_4 \cdot 7H_2O$, kaliy arsenit $KAsO_2$ kamqonlikda, organizm quvvatsizlanganda va nevrasteniyada ishlatiladi. Arsenit angidridi teri kasalliklarini davolashda va stomatologiyada nekrolitik modda sifatida sirtdan ishlatiladi.

38- §. To‘rtinchi analitik gruppa kationlarining xususiy reaksiyalari

Mishyak birikmalari zaharli moddalar bo‘lganligi tufayli to‘rtinchi analitik gruppa kationlarining xususiy reaksiyalari va aralashmasining analizini mishyak birikmalari ishtirokisiz ko‘rib chiqamiz.

Al^{3+} kationlarining reaksiyalari

1. Ishqor (NaOH yoki KOH) eritmalari Al^{3+} ionlari bilan oq cho‘kma hosil qiladi:

$$Al^{3+} + 3OH^- = Al(OH)_3\downarrow$$

Aluminiy gidroksid amfoter xossalarga ega bo‘lganligi uchun suyultirilgan kislotalar va mo‘l ishqorda eriydi:

$$Al(OH)_3 + 3HCl = AlCl_3 + H_2O$$

$$Al(OH)_3 + NaOH = Na\,[Al(OH)_4]$$

Reaksiyaning bajarilishi. Probirkaga 2 tomchi aluminiy tuzi eritmasidan olib, uning ustiga bir tomchi NaOH qo‘shiladi va cho‘kma tushishi kuzatiladi. So‘ngra cho‘kmali eritmaga mo‘l miqdorda ishqor eritmasi qo‘shib, cho‘kmani mo‘l miqdordagi ishqorda erishi kuzatiladi.

2. Quruq holdagi ammoniy xlorid NH_4Cl aluminiyning kompleks birikmasi natriy tetragidroksoaluminat $Na[Al(OH)_4]$ bilan reaksiyaga kirishib, $Al(OH)_3$ cho‘kmasini hosil qiladi:

$$Na[Al(OH)_4] + NH_4Cl = Al(OH)_3\downarrow + NaCl + NH_3\uparrow + H_2O$$

$$[Al(OH)_4]^- + NH_4^+ = Al(OH)_3\downarrow + NH_3\uparrow + H_2O$$

Reaksiyaning bajarilishi. Probirkaga 2 tomchi aluminiy tuzi eritmasidan olib, uning ustiga mo‘l miqdorda NaOH yoki KOH eritmasi qo‘shiladi (hosil bo‘lgan cho‘kma to‘liq eriguncha ishqor qo‘shiladi). Hosil bo‘lgan eritmaga NH_4Cl kristallaridan qo‘shib, eritma chayqatiladi va probirkani qizdirib cho‘kma tushishi kuzatiladi.

3. Alizarin (1,2- dioksiantraxinon) aluminiy gidroksid bilan ***«alizarin laki»*** deb ataluvchi tiniq qizil rangli birikma hosil qiladi. Bu Al^{3+} ioniga bo‘lgan eng seziluvchan reksiyalardan biridir, Cr^{3+} va Zn^{2+} ionlari bu reaksiyani o‘tkazishga xalaqit beradi.

Reaksiyaning bajarilishi. Probirkaga 3 tomchi aluminiy tuzidan tomiziladi va kuchsiz ishqoriy muhitgacha ammiak eritmasi qo‘shiladi. Bunda $Al(OH)_3$ ning oq cho‘kmasi hosil bo‘ladi. Reaksion aralashma qaynaguncha qizdiriladi va unga 4–5 tomchi alizarin eritmasi qo‘shiladi. Alizarinning aluminiy gidroksidi bilan tiniq qizil rangga bo‘yalgan adsorbsion birikmasi hosil bo‘ladi.

Reaksiyaning tomchi usulida bajarilishi. Qalin filtr qog‘oz bo‘lakchasiga aluminiy tuzi eritmasidan bir tomchi tomiziladi va suyuqlik shimilgunga qadar kutiladi. So‘ngra qog‘ozni 1–2 min, konsentrlangan ammiak eritmasi bor ochiq idishning og‘zi ustida ushlab turiladi. Dog‘ alizarin eritmasi bilan ho‘llanib yana ammiak bug‘i ustida ushlanadi. Qog‘ozda tiniq qizil rang paydo bo‘lishi Al^{3+} ionlari borligining belgisidir.

4. Ammoniy sulfid $(NH_4)_2S$ eritmadagi Al^{3+} ionlari bilan reaksiyaga kirishib, oq cho‘kma hosil qiladi:

$$3(NH_4)_2S + 2AlCl_3 + 6H_2O = 2Al(OH)_3\downarrow + 3H_2S\uparrow + 6NH_4Cl$$

$$3S^{2-} + 2Al^{3+} + 6H_2O = 2Al(OH)_3\downarrow + 3H_2S\uparrow$$

Reaksiyaning bajarilishi. Probirkaga 2 tomchi aluminiy tuzining eritmasidan solib, uning ustiga 2 tomchi ammoniy sulfid qo‘shiladi va oq cho‘kma hosil bo‘lishi kuzatiladi.

5. Quruq usul bilan olib boriladigan reaksiya. Kristall holatidagi aluminiy tuzlariga kobalt (II) nitrat $Co(NO_3)_2$ ning juda suyultirilgan eritmasi bilan ishlov berib, qizdirilganda *«tenar ko‘ki»* deb ataluvchi kobalt aluminat $Co(AlO_2)_2$ hosil bo‘ladi:

$$Al_2(SO_4)_3 + Co(NO_3)_2 = Co(AlO_2)_2 + 3SO_2\uparrow + 2NO_2\uparrow + 2O_2\uparrow$$

Reaksiyaning bajarilishi. Filtr qog‘ozning bir bo‘lakchasi aluminiy sulfat eritmasi va 2 tomchi kobalt (II) nitrat eritmasi bilan ho‘llanadi. So‘ngra ho‘llangan filtr qog‘ozni chinni kosachaga solib, kosacha gaz gorelkasi alangasida qizdiriladi va kosachadagi filtr qog‘ozi yonib kul bo‘lgach, kulning rangiga e’tibor beriladi.

Cr^{3+} kationlarining reaksiyalari

1. Ammoniy sulfid $(NH_4)_2S$ eritmasi Cr^{3+} ionlari bilan reaksiyaga kirishib, xrom (III) gidroksidining yashil-kulrang cho‘kmasini hosil qiladi:

$$2CrCl_3 + 3(NH_4)_2S + 6H_2O = 2Cr(OH)_3\downarrow + 3H_2S\uparrow + 6NH_4Cl$$

$$2Cr^{3+} + 3S^{2-} + 6H_2O = 2Cr(OH)_3\downarrow + 3H_2S\uparrow$$

Reaksiyaning bajarilishi. Probirkaga 2–3 tomchi Cr(III) tuzining eritmasidan solib, uning ustiga 2–3 tomchi ammoniy sulfid eritmasi qo‘shiladi va cho‘kma tushishi kuzatiladi.

2. O‘yuvchi ishqorlar (NaOH, KOH) eritmalari eritmadagi Cr^{3+} ionlari bilan reaksiyaga kirishib, xrom (III) gidroksidning yashil-kulrang amorf cho‘kmasini hosil qiladi:

$$Cr^{3+} + 3OH^- = Cr(OH)_3\downarrow$$

Cho‘kma suyultirilgan kislotalarda, shuningdek, ishqor eritmasida oson eriydi:

$$Cr(OH)_3 + KOH = K[Cr(OH)_4]$$

Bu reaksiya xrom (III) gidroksidning amfoterligini ko‘rsatadi.

Reaksiyaning bajarilishi. Xrom (III) tuzi eritmasining 2 tomchisiga 1 tomchi ishqor eritmasi, so‘ngra bir necha tomchi NaOH yoki KOH eritmasi qo‘shiladi. Cho‘kma tushishi va mo‘l miqdor ishqor qo‘shilganda erishi kuzatiladi.

3. Vodorod peroksidi H_2O_2 ishqor ishtirokida Cr^{3+} ionlarini xromat CrO_4^{2-} ionlarigacha oksidlaydi. Cr^{3+} ionlarining oksidlanishiga xos tashqi belgi – eritmaning rangi tiniq yashildan tiniq-sariqqa o‘tishidir.

Reaksiyalar quyidagi ketma-ketlikda o‘tadi:

a) xrom (III) gidroksidning hosil bo‘lishi:

$$CrCl_3 + 3KOH = Cr(OH)_3\downarrow + 3KCl$$

b) mo‘l miqdor ishqor ishtirokida ishqoriy metall xromitining (yashil eritma) hosil bo‘lishi:

$$Cr(OH)_3 + KOH = KCrO_2 + 2H_2O$$

d) H_2O_2 ta’sirida xromitning xromatgacha oksidlanishi:

$$2KCrO_2 + 3H_2O_2 + 2KOH = 2K_2CrO_4 + 4H_2O$$

Hosil qilingan xromat eritmasi suyultirilgan sulfat kislota qo‘shib kislotali muhitga keltirilganda vodorod peroksid xromatni efir qatlamiga oson o‘tuvchi ko‘k rangdagi perxromat kislota H_2CrO_6 gacha oksidlaydi.

Reaksiyaning bajarilishi. *3.1. Xromatning olinishi.* Probirkaga 2 tomchi xrom (III) tuzi eritmasidan tomiziladi va bir necha tomchi ishqor eritmasi qo‘shiladi (hosil bo‘lgan xrom (III) gidroksid cho‘kmasi erishi kerak). So‘ngra 3 tomchi vodorod peroksid eritmasi qo‘shiladi va suv hammomida ohista isitiladi. Eritma rangining yashildan sariqqa o‘tishi kuzatiladi.

3.2. Perxromat kislotaning olinishi. Probirkaga 3 tomchi suyultirilgan sulfat kislota solib, 2 tomchi vodorod peroksid, 1 tomchi dietil efiri tomiziladi va yaxshilab chayqatiladi. So‘ngra 1-bosqichda olingan sariq rangli xromatdan 2–3 tomchi qo‘shib, eritma yaxshilab chayqatiladi va efir qatlamining ko‘k rangga kirishi kuzatiladi.

Zn^{2+} kationlarining reaksiyalari

1. Ishqor (NaOH, KOH) eritmalari eritmadagi Zn^{2+} ionlari bilan reaksiyaga kirishib oq cho‘kma hosil qiladi:

$$Zn^{2+} + 2OH^- = Zn(OH)_2\downarrow$$

Rux gidroksidi amfoter xossalarga ega bo‘lganligi uchun uning cho‘kmasi kislotalarda va mo‘l miqdor ishqor eritmasida eriydi:

$$Zn(OH)_2 + 2HCl = ZnCl_2 + H_2O$$
$$Zn(OH)_2 + 2NaOH = Na_2[Zn(OH)_4]$$

Reaksiyaning bajarilishi. Probirkaga 2 tomchi rux tuzining eritmasidan olib, uning ustiga 1 tomchi NaOH yoki KOH eritmasi tomiziladi, cho‘kma tushgandan so‘ng probirka tagidagi cho‘kma erigunga qadar ishqor eritmasi qo‘shiladi.

2. Ammoniy sulfid $(NH_4)_2S$ eritmadagi Zn^{2+} ionlari bilan reaksiyaga kirishib, rux sulfid ZnS ning oq rangli amorf cho‘kmasini hosil qiladi.

$$Zn^{2+} + (NH_4)_2S = ZnS\downarrow + 2NH_4^+$$

Reaksiyaning bajarilishi. Probirkaga 2 tomchi rux tuzining eritmasidan olib, uning ustiga 1−2 tomchi $(NH_4)_2S$ eritmasi qo‘shib, cho‘kma tushishi kuzatiladi.

3. Kaliy geksasianoferrat (III) $K_3[Fe(CN)_6]$ (qizil qon tuzi) Zn^{2+} ionlari bilan jigarrang-sariq cho‘kma hosil qiladi:

$$3ZnCl_2 + 2K_3[Fe(CN)_6] = Zn_3[Fe(CN)_6]_2\downarrow + 6KCl$$
$$3Zn^{2+} + 2[Fe(CN)_6]^{3-} = Zn_3[Fe(CN)_6]_2\downarrow$$

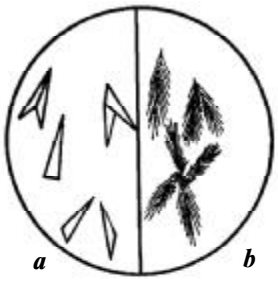
Cho‘kma xlorid kislotada va ammiak eritmasida eriydi.

Reaksiyaning bajarilishi. Probirkaga ruxning suvda eriydigan tuzining eritmasidan 2 tomchi olib, uning ustiga 2 tomchi qizil qon tuzining eritmasi qo‘shiladi va sarg‘ish-jigarrang cho‘kma hosil bo‘lishi kuzatiladi.

4. Kaliy geksasianoferrat (II) $K_4[Fe(CN)_6]$ (sariq qon tuzi) eritmadagi Zn^{2+} ionlari bilan reaksiyaga kirishib, oq rangli kaliyrux geksasianoferrat (II) cho‘kmasini hosil qiladi:

$$3ZnCl_2 + 2K_4[Fe(CN)_6] = K_2Zn_3[Fe(CN)_6]_2\downarrow + 6KCl$$
$$3Zn^{2+} + 2K^+ + [Fe(CN)_6]^{2-} = K_2Zn_3[Fe(CN)_6]_2\downarrow$$

Shu reaksiya tufayli Zn^{2+} ionlari Al^{3+} ionlaridan farq qiladi, chunki Al^{3+} ionlari sariq qon tuzi bilan cho‘kma hosil qilmaydi.



26-rasm. $Zn[Hg(SCN)_4]$ kristallari.

Reaksiyaning bajarilishi. Probirkaga 2 tomchi $ZnCl_2$ yoki $ZnSO_4$ eritmasidan olib, uning ustiga 2 tomchi sariq qon tuzi qo‘shiladi va oq cho‘kma tushishi kuzatiladi.

5. Mikrokristalloskopik reaksiya. Ammoniy tetrarodano (II) merkurat neytral va kuchsiz kislotali muhitda rux ionlari bilan xochsimon yoki dendritlar ko‘rinishidagi rangsiz kristallarni hosil

qiladi (26- rasm). Agar eritmada mineral kislota ko‘p miqdorda rux tuzidan kamroq miqdorda bo‘lsa, uch qirrali ko‘rinishdagi kristallar (26- rasm, *a*) hosil bo‘ladi. Agar eritmada Zn^{2+} ionlarining konsentratsiyasi yetarli darajada bo‘lsa, dendritlar (26- rasm, *b*) ko‘rinishdagi kristallar hosil bo‘ladi:

$$ZnCl_2 + (NH_4)_2[Hg(SCN)_4] = Zn[Hg(SCN)_4] \downarrow + 2NH_4Cl$$

Reaksiyaning bajarilishi. Predmet oynasiga 1 tomchi rux tuzining eritmasidan tomiziladi, biroz quritiladi va bir tomchi suyultirilgan sirka kislota bilan kislotali muhit hosil qilinadi. Darhol 1 tomchi reaktiv qo‘shiladi. Tushgan kristallarni mikroskopda ko‘riladi.

6. Quruq usul reaksiyasi. Rux tuzining eritmasi va kobalt nitrit eritmasi bilan ho‘llangan filtr qog‘oz parchasi yondirilganda yashil rangli kobalt (II) sinkati kulini hosil qiladi. Bunda quyidagi reaksiya sodir bo‘ladi:

$$Zn(NO_3)_2 + Co(NO_3)_2 = CoZnO_2 + 4NO_2\uparrow + O_2\uparrow$$

Reaksiyaning bajarilishi. Filtr qog‘ozning bo‘lakchasi rux tuzi eritmasining 1—2 tomchisi bilan ho‘llanadi. So‘ngra rux tuzi eritmasining tomchisi ustiga $Co(NO_3)_2$ eritmasi tomiziladi. Filtr qog‘ozi quritilib, chinni kosachada yondiriladi va hosil bo‘lgan kulning rangiga e’tibor beriladi.

39- §. To‘rtinchi analitik gruppa kationlari aralashmasining analizi

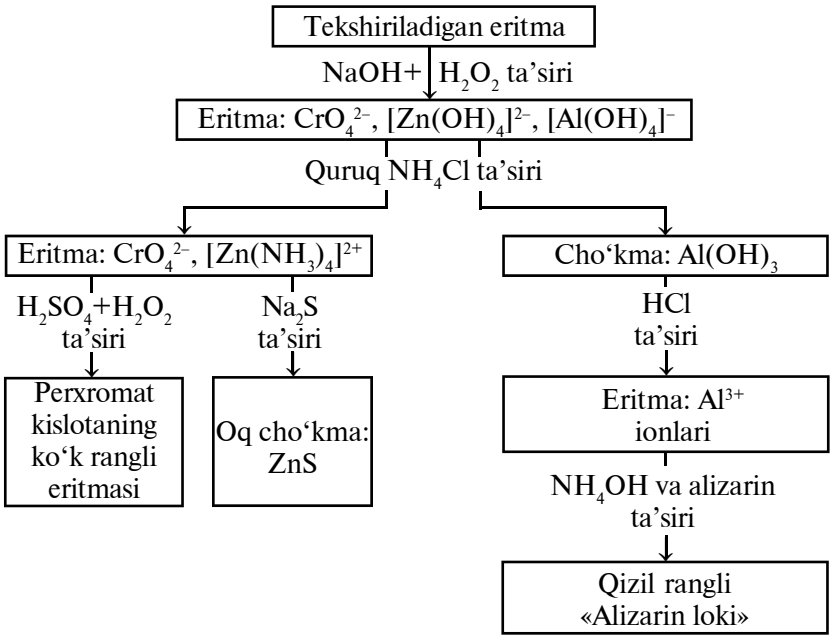
1. Gruppa reaktivining ta’siri. Probirkaga 1 ml to‘rtinchi gruppa kationlari aralashmasi bor eritmadan olinadi, uning ustiga eritmani aralashtirib turgan holda hosil bo‘lgan cho‘kma to‘liq erigunga qadar 10% li NaOH eritmasi qo‘shiladi. Bunda avvaliga cho‘kmaga tushgan $Al(OH)_3$, $Cr(OH)_3$ va $Zn(OH)_2$ lar mo‘l miqdordagi NaOH da erib, kompleks tuzlar: $Na[Al(OH)_4]$, $Na_3[Cr(OH)_6]$ va $Na_2[Zn(OH)_4]$ ni hosil qiladi. Eritmaga 8—10 tomchi vodorod peroksid qo‘shiladi va eritma gaz ajralib chiqishi tugagunga qadar suv hammomida qizdiriladi. Bunda $Na_3[Cr(OH)_6]$ vodorod peroksid ta’sirida oksidlanib Na_2CrO_4 ga aylanadi.

2. Al^{3+} ionlarini aniqlash. Hosil bo‘lgan eritmaga eritmani aralashtirib turgan holda ammiak hidi kelgunga qadar ammoniy xlorid qo‘shiladi va eritma qizdiriladi. Bunda $Al(OH)_3$ cho‘kmaga

tushadi. Eritmada CrO_4^{2-} va $[Zn(NH_3)_4]^{2+}$ ionlari qoladi. Sentrifuga yordamida eritma cho‘kmadan ajratib olinadi.

Al^{3+} ionlariga reaksiya. Cho‘kma ammiak eritmasi bilan yuviladi va xlorid kislotada eritiladi. Hosil bo‘lgan eritmadan probirkaga 2–3 tomchi olib, uning ustiga kuchsiz ishqoriy muhit hosil bo‘lgunga qadar novshadil spirtidan qo‘shiladi. So‘ngra eritma qizdiriladi va unga 5 tomchi alizarin eritmasi qo‘shiladi. Qizil rangli alizarin lokining hosil bo‘lishi eritmada Al^{3+} ionlari borligini ko‘rsatadi.

To‘rtinchi analitik gruppa kationlari aralashmasini analiz qilish sxemasi



3. Aluminiy birikmalaridan xoli bo‘lgan eritmaning analizi. ***Xromning ochilishi.*** Eritmaning sariq rangda bo‘lishi, uning tarkibida CrO_4^{2-} ionlari borligini ko‘rsatadi. Eritmada CrO_4^{2-} ionlari borligini kimyoviy yo‘l bilan aniqlash uchun probirkaga 1–2 tomchi sulfat kislota, 2 tomchi vodorod peroksid, 1 tomchi efir solib yaxshilab chayqatiladi. Aralashmaga 3–4 tomchi sentrifugat tomiziladi. Efir qatlamining ko‘k rangga bo‘yalishi eritmada CrO_4^{2-} ionlari borligini ko‘rsatadi.

Ruxning ochilishi. Aluminiy birikmalari ajratib olingan sentrifugatdan 3–4 tomchi olib, uning ustiga 5–6 tomchi natriy sulfid

eritmasi tomiziladi. Rux sulfid ZnS oq cho‘kmasining hosil bo‘lishi eritmada Zn^{2+} ionlari borligini ko‘rsatadi.

Bilimlarni mustahkamlash uchun savollar

1. To‘rtinchi analitik gruppa kationlariga qaysi ionlar kiradi?
2. To‘rtinchi analitik gruppa kationlarining qaysi birikmalari tibbiyotda ishlatiladi?
3. Al^{3+}, Cr^{3+}, Zn^{2+} ionlariga gruppa reaktivining ta’siri to‘g‘risida nimalarni bilasiz?
4. Cr^{3+} ionlari ishqoriy muhitda oksidlanganda qaysi anion hosil bo‘ladi?
5. Qaysi reaksiyalar yordamida Zn^{2+} ionlarini Al^{3+} ionlaridan farqlash mumkin?
6. Alizarin loki qanday hosil bo‘ladi va uning rangi qanaqa?
7. Al^{3+} ionlari bilan ammoniy sulfid orasida qanday reaksiya boradi? Reaksiya tenglamasini yozing.

IX BOB. BESHINCHI ANALITIK GRUPPA KATIONLARI

40- §. Beshinchi analitik gruppa kationlarining umumiy tavsifi

Beshinchi analitik gruppa kationlariga Fe^{2+}, Fe^{3+}, Mg^{2+}, Mn^{2+} va Bi^{3+} kationlari kiradi. Mg^{2+}, Mn^{2+} va Bi^{3+} ionlari rangsiz, Fe^{2+} kationlari och yashil, Fe^{3+} kationlari sariq rangda bo‘ladi.

Beshinchi analitik gruppa kationlarining nitratlari, sulfatlari va xloridlari suvda yaxshi eriydi. Ularning gidroksidlari kuchsiz elektrolitlar bo‘lib, suvda erimaydi. Mo‘l miqdordagi ishqor va ammiakda ham erimaydi va shu xossalari bilan ular to‘rtinchi analitik gruppa kationlaridan farq qiladilar. Ushbu gruppa kationlarining cho‘ktiruvchi reaktivi NaOH dir.

Beshinchi analitik gruppa kationlarining eruvchan tuzlari gidrolizlanadi, ayniqsa Fe(III) va vismut tuzlari oson gidrolizlanadi. Ularning bu xossalari ushbu gruppa kationlarini ochishda qo‘llaniladi. Bi^{3+}, Fe^{2+}, Fe^{3+} kationlari kompleks birikmalar hosil qilishga moyildir.

Magniydan tashqari, beshinchi analitik gruppa kationlarini hosil qiluvchi barcha elementlar o‘zgaruvchan valentli bo‘lganligi uchun ularga oksidlanish-qaytarilish reaksiyalari xosdir.

Ushbu gruppa kationlarining eritmadan ajralib chiqadigan gidroksidlari va sulfidlari amorf moddalar bo‘lib, kolloid holatga osongina o‘tadi.

Kolloid zarrachalarni sentrifugalab ajratib bo‘lmaydi. Shuning uchun kolloid sistemalar eritmani isitib yoki unga elektrolit qo‘shib cho‘ktiriladi. Bunday cho‘kmalar oz miqdorda elektrolit (odatda, ammoniy xlorid yoki ammoniy nitrat) qo‘shilgan qaynoq suv bilan yuviladi. Cho‘kma toza suv bilan, suvga elektrolit qo‘shmasdan yuvilganda cho‘kmadan elektrolit chiqib ketadi va cho‘kma yana kolloid eritma hosil qiladi.

41- §. Beshinchi analitik gruppa kationlarining tibbiyotdagi ahamiyati

Inson organizmida temir muhim o‘rin tutadi. U qondagi gemoglobin tarkibiga kirib, organizm uchun katta ahamiyatga ega.

Fe (II) va Fe (III) birikmalari temir tanqisligi bilan bog‘liq anemiyada ishlatiladi. Bu maqsadda qaytarilgan temir kukuni, temir (II) sulfat $FeSO_4 \cdot 7H_2O$, temir (III) glitserofosfat, temir (II) laktat, temir (II) askorbinatdan foydalaniladi. Temir preparatlari kukun, tabletka va pilyula shaklida ichiladi. Temirning ko‘pchilik tuzlari dorivor moddalar chinligini aniqlashda ham ishlatiladi.

Marganes birikmalaridan kaliy permanganat $KMnO_4$ kuchli antiseptik modda bo‘lganligi uchun yaralarni zararsizlantirish va turli xil teri kasalliklarini davolashda ishlatiladi. Zaharlanganda oshqozonni yuvish dorivor moddalarning haqiqiyligini aniqlash va miqdoriy analiz uchun ham $KMnO_4$ eritmasi qo‘llaniladi.

Odam va hayvon markaziy asab sistemasi faoliyatida va organizmda bo‘ladigan ba’zi biokimyoviy reaksiyalarda magniyning ahamiyati katta. Tibbiyotda magniy birikmalaridan magniy oksid, magniy karbonat va magniy sulfat ko‘p ishlatiladi. Magniy sulfat susaytiruvchi va spazmolitik vosita sifatida qo‘llaniladi.

Vismut birikmalaridan vismut digidroksinitrat $Bi(OH)_2NO_3$ tibbiyotda burishtiruvchi va ba’zi hollarda antiseptik modda sifatida me’da va ichak kasalliklarini davolash uchun ishlatiladi. Uni yana teri va shilliq qavatlar yallig‘langanda sirtdan surtma dori yoki sepma holida ishlatiladi.

42- §. Beshinchi analitik gruppa kationlarining xususiy reaksiyalari. Fe^{2+} kationlarining reaksiyalari

1. O‘yuvchi ishqorlar Fe^{2+} ionlari bilan reaksiyaga kirishib, temir (II) gidroksidining yashil rangdagi cho‘kmasini hosil qiladi:

$$Fe^{2+} + 2OH^- = Fe(OH)_2\downarrow$$

Cho‘kma havo kislorodi ta’sirida temir (III) gidroksidigacha oksidlanishi tufayli qizil-qo‘ng‘ir tusga kiradi:

$$4Fe(OH)_2 + 2H_2O + O_2 = 4Fe(OH)_3\downarrow$$

Reaksiyaning bajarilishi. 2 tomchi temir sulfat eritmasiga 2 tomchi ishqor eritmasi qo‘shiladi. Vaqt o‘tishi bilan eritma rangining o‘zgarishi kuzatiladi.

2. Ammiak eritmadagi Fe^{2+} ionlari bilan reaksiyaga kirishib, $Fe(OH)_2$ ning och yashil cho‘kmasini hosil qiladi:

$$FeSO_4 + 2NH_3 + 2H_2O = Fe(OH)_2\downarrow + (NH_4)_2SO_4$$

Bu reaksiya qaytar bo‘lganligi uchun Fe^{2+} ionlari to‘liq cho‘kmaga tushmaydi. Vaqt o‘tishi bilan cho‘kma oksidlanishi tufayli uning rangi o‘zgaradi.

Reaksiyaning bajarilishi. Probirkaga 3 tomchi temir (II) sulfat eritmasidan olib, uning ustiga tomchilatib novshadil spirti qo‘shiladi. Eritma chayqatilganda cho‘kmaning hajmi oshganligi va rangining o‘zgarishini kuzating.

3. Ammoniy sulfid $(NH_4)_2S$ eritmadagi Fe^{2+} ionlari bilan reaksiyaga kirishib, FeS tarkibli qora cho‘kma hosil qiladi:

$$Fe^{2+} + S^{2-} = FeS\downarrow$$

Cho‘kma mineral kislotalarda oson eriydi.

Reaksiyaning bajarilishi. Probirkaga 2 tomchi temir (II) sulfat eritmasi va 2 tomchi ammoniy sulfid eritmasi solinib, qora cho‘kma hosil bo‘lishi kuzatiladi.

4. Kaliy geksasianoferrat (III) (qizil qon tuzi) $K_3[Fe(CN)_6]$ eritmadagi Fe^{2+} ionlari bilan reaksiyaga kirishib, to‘q ko‘k rangli cho‘kma – turnbul ko‘kini hosil qiladi:

$$3FeSO_4 + 2K_3[Fe(CN)_6] = Fe_3[Fe(CN)_6]_2\downarrow + 3K_2SO_4$$

$$3Fe^{2+} + 2[Fe(CN)_6]^{3-} = Fe_3[Fe(CN)_6]_2\downarrow$$

Cho‘kma kislotalarda erimaydi, ammo ishqorlar ta’sirida parchalanadi.

Bu temir (II) tuzlari uchun eng seziluvchan reaksiyadir. Temir (II) tuzlarining gidrolizini bartaraf qilish uchun reaksiya kislotali muhitda olib boriladi.

Bu reaksiyani amalga oshirishda reaktivdan ko‘p qo‘shmaslik kerak, chunki uning ortiqchasi cho‘kmaga yashil tus beradi.

Reaksiyaning bajarilishi. 2 tomchi temir (II) sulfat eritmasiga 1 tomchi suyultirilgan sulfat kislota qo‘shib, hosil bo‘lgan kislotali

muhitda 1 tomchi qizil qon tuzi eritmasi qo‘shiladi va turnbul ko‘kining cho‘kmasi hosil bo‘lishi kuzatiladi.

5. Kaliy permanganat va boshqa oksidlovchilar kislotali muhitda Fe^{2+} ionlarini Fe^{3+} ionlarigacha oksidlaydi:

$$10FeSO_4 + 2KMnO_4 + 8H_2SO_4 = 5Fe_2(SO_4)_3 + K_2SO_4 + 2MnSO_4 + 8H_2O$$

Reaksiyaning bajarilishi. Probirkaga 3 tomchi $FeSO_4$ eritmasi, 2 tomchi suyultirilgan sulfat kislota eritmasi va 2–3 tomchi 0,1n $KMnO_4$ eritmasidan tomizib, probirkadagi eritma yaxshilab chayqatiladi va $KMnO_4$ eritmasining rangsizlanishi kuzatiladi.

Fe^{3+} kationlarining reaksiyalari

1. O‘yuvchi ishqorlar va ammiak eritmasi Fe^{3+} ionlari bilan reaksiyaga kirishib, qizil-qo‘ng‘irrangli temir (III) gidroksid cho‘kmasini hosil qiladi:

$$Fe^{3+} + 3OH^- = Fe(OH)_3\downarrow$$

Temir (III) gidroksid kislotalarda eriydi, ammo ortiqcha ishqorda erimaydi.

Reaksiyaning bajarilishi. 2 tomchi $FeCl_3$ eritmasiga 2 tomchi ishqor eritmasi qo‘shiladi va qizil-qo‘ng‘irrangli cho‘kma hosil bo‘lishi kuzatiladi.

2. Ammoniy sulfid $(NH_4)_2S$ eritmadagi Fe^{3+} ionlari bilan qora cho‘kma – temir (III) sulfidni hosil qiladi:

$$2Fe^{3+} + 3S^{2-} = Fe_2S_3\downarrow$$

Bu cho‘kma kislotalarda eriydi.

Reaksiyaning bajarilishi. 2 tomchi $FeCl_3$ eritmasiga 2 tomchi ammoniy sulfid eritmasi qo‘shiladi va qora rangli cho‘kma hosil bo‘lishi kuzatiladi.

3. Kaliy rodanid KSCN yoki ammoniy rodanid NH_4SCN eritmadagi Fe^{3+} ionlari bilan reaksiyaga kirishib, qizil qon rangini beruvchi temir (III) rodanidni hosil qiladi:

$$Fe^{3+} + 3SCN^- \rightleftarrows Fe(SCN)_3$$

Reaksiya qaytar, shuning uchun uning seziluvchanligini oshirish maqsadida reaktivdan ortiqcha miqdorda olish kerak. Reaksiya kuchsiz kislotali muhitda olib boriladi.

Reaksiyaning bajarilishi. Probirkaga 1–2 tomchi temir (III) xlorid eritmasi solinib, uning ustiga 2 tomchi kaliy rodanid eritmasi qo‘shiladi va eritma rangining o‘zgarishi kuzatiladi.

4. Kaliy geksasianoferrat (II) (sariq qon tuzi) $K_4[Fe(CN)_6]$ neytral va kislotali muhitda Fe^{3-} ionlari bilan reaksiyaga kirishib, ko‘k rangli Berlin lazuri cho‘kmasini hosil qiladi:

$$4FeCl_3 + 3K_4[Fe(CN)_6] = Fe_4[Fe(CN)_6]_3\downarrow + 12KCl$$

$$4Fe^{3+} + 3[Fe(CN)_6]_4\downarrow = Fe_4[Fe(CN)_6]_3\downarrow$$

Cho‘kma kislotalarda erimaydi, ishqorlar uni parchalaydi. Reaksiyaning seziluvchanligi juda katta, shuning uchun bu reaksiya odatda, analiz qilinadigan eritmalarda Fe^{3+} ionini aniqlashda qo‘llaniladi.

Reaksiyaning bajarilishi. 2 tomchi temir (III) xlorid eritmasiga 1 tomchi sariq qon tuzining eritmasi tomiziladi va ko‘k rangli Berlin lazuri cho‘kmasining hosil bo‘lishi kuzatiladi.

Mn^{2+} kationlarining reaksiyalari

1. O‘yuvchi ishqorlar eritmadagi Mn^{2+} ionlari bilan marganes (II) gidroksidning oq cho‘kmasini hosil qiladi:

$$Mn^{2+} + 2OH^- = Mn(OH)_2\downarrow$$

Cho‘kma havodagi kislorod bilan reaksiyaga kirishib, marganes (IV) birikmasigacha oksidlanishi natijasida tezda uning rangi qo‘ng‘ir tusga kiradi.

Reaksiyaning bajarilishi. Probirkadagi 2 tomchi marganes (II) tuzining eritmasiga 2 tomchi ishqor eritmasi qo‘shiladi. Vaqt o‘tishi bilan cho‘kma rangining o‘zgarishi kuzatiladi.

2. Ammoniy sulfid $(NH_4)_2S$ eritmada Mn^{2+} ionlari bilan reaksiyaga kirishib, bug‘doy rangli marganes sulfid cho‘kmasini hosil qiladi:

$$Mn^{2+} + S^{2-} = MnS\downarrow$$

Cho‘kma suyultirilgan mineral kislotalarda va hattoki sirka kislota eritmasida ham oson eriydi.

Reaksiyaning bajarilishi. Probirkaga 2 tomchi marganes tuzi eritmasi olinadi va uning ustiga 2 tomchi ammoniy sulfid eritmasi qo‘shiladi, bug‘doy rangli MnS cho‘kmasining hosil bo‘lishi kuzatiladi.

3. Vodorod peroksid H_2O_2 ishqorlar ishtirokida Mn^{2+} ionlarini to‘q qo‘ng‘irrangli birikma marganes (IV) oksigidroksid $MnO(OH)_2$ gacha oksidlaydi:

$$MnSO_4 + H_2O_2 + 2NaOH = MnO(OH)_2\downarrow + Na_2SO_4 + H_2O$$

$$Mn^{2+} + H_2O_2 + 2OH^- = MnO(OH)_2\downarrow + H_2O$$

Bromli suv ham Mn^{2+} ionlariga shunday ta'sir ko'rsatadi.

$Mn(OH)_2$ dan farqli o'laroq, $MnO(OH)_2$ cho'kmasi suyultirilgan sulfat kislotada erimaydi.

Reaksiyaning bajarilishi. Marganes (II) tuzining 2 tomchi eritmasiga 4 tomchi ishqor eritmasi va 2 tomchi H_2O_2 eritmasi qo'shiladi va eritma yaxshilab aralashtirilib, cho'kma tushishi kuzatiladi. Cho'kmali eritmaga sulfat kislota eritmasi qo'shilib, cho'kmaning erish yoki erimasligi tekshirib ko'riladi.

Mg^{2+} kationlarining reaksiyalari

1. O'yuvchi ishqorlar NaOH, KOH va $Ba(OH)_2$ eritmadagi Mg^{2+} ionlari bilan reaksiyaga kirishib, magniy gidroksidning oq cho'kmasini hosil qiladi:

$$Mg^{2+} + 2OH^- = Mg(OH)_2\downarrow$$

Ammoniy ionlari ishtirokida Mg^{2+} ionlari to'liq cho'kmaydi. NH_4^+ ionlarining konsentratsiyasi baland bo'lsa, $Mg(OH)_2$ cho'kmasi hosil bo'lmasligi mumkin. Chunki u mo'l miqdordagi ammoniy tuzlarida eriydi:

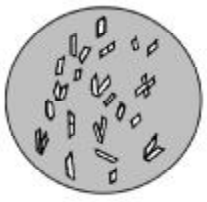
$$Mg(OH)_2 + 2\ NH_4Cl = MgCl_2 + 2NH_4OH$$

Reaksiyaninng bajarilishi. Probirkaga 2 tomchi magniy tuzining eritmasidan olib uning ustiga 2 tomchi ishqor NaOH yoki KOH eritmasi qo'shiladi va $Mg(OH)_2$ ning oq cho'kmasi hosil bo'lishi kuzatiladi.

2. Natriy gidrofosfat Na_2HPO_4 Mg^{2+} ionlarini mikrokristalloskopik usul bilan aniqlashda eng yaxshi reaktivdir. Ammoniy xlorid va ammiak ishtirokida Mg^{2+} ionlari natriy gidrofosfat bilan magniy-ammoniy fosfatning oq kristallarini hosil qiladi (27-rasm).

$$MgCl_2 + Na_2HPO_4 + NH_4OH = MgNH_4PO_4\downarrow + 2NaCl + H_2O$$

$$Mg^{2+} + PO_4^{3-} + NH_4^+ = MgNH_4PO_4\downarrow$$



27- rasm. $MgNH_4PO_4 \cdot 6H_2O$ kristallari.

Bu reaksiya Mg^{2+} ionlarini aniqlash uchun farmokopeyada ishlatiladigan eng muhim reaksiyalardan biridir.

Reaksiyaning bajarilishi. Shisha plastinka yoki soat oynasi ustiga 1 tomchidan magniy tuzi, ammiak va ammoniy xlorid eritmalaridan tomiziladi va aralashtiriladi.

Aralashmalar yoniga bir tomchi Na_2HPO_4 eritmasi tomiziladi va shisha tayoqcha bilan plastinka sirtidagi tomchilar ishqalab birlashtiriladi. Alanga ustida biroz quritiladi va sovitiladi. Tushgan kristallar mikroskopda kuzatiladi.

3. 8-oksixinolin HC_9H_6NO magniy tuzlari bilan sariq-yashil rangli kristall cho‘kma – magniy oksixinolinatni hosil qiladi:

$$2HC_9H_6NO + MgCl_2 = Mg(C_9H_6NO)_2 \downarrow + 2HCl$$

Reaksiya ammiakli muhitda o‘tkaziladi.

Reaksiyaning bajarilishi. 2 tomchi magniy tuzining eritmasiga 1 tomchi ammoniy xlorid eritmasi, 2 tomchi ammiak eritmasi va 2 tomchi 5% li 8-oksixinolinning spirtli eritmasi qo‘shiladi va sariq-yashil rangli cho‘kma hosil bo‘lishi kuzatiladi.

Bi^{3+} kationlarining reaksiyalari

1. Ishqorlar NaOH va KOH eritmadagi Bi^{3+} kationlari bilan reaksiyaga kirishib, oq rangli $Bi(OH)_3$ cho‘kmasini hosil qiladi:

$$Bi^{3+} + 3OH^- = Bi(OH)_3\downarrow$$

Cho‘kma suyultirilgan mineral kislotalarda eriydi.

Reaksiyaning bajarilishi. Probirkaga 2–3 tomchi $Bi(NO_3)_3$ eritmasidan olib, uning ustiga 2–3 tomchi NaOH yoki KOH eritmasi qo‘shiladi va oq cho‘kma hosil bo‘lishi kuzatiladi.

2. Natriy sulfid Na_2S Bi (III) tuzlari bilan Bi_2S_3 tarkibli to‘q jigarrangli cho‘kma hosil qiladi:

$$2\ Bi^{3+} + 3S^{2-} = Bi_2S_3\downarrow$$

Cho‘kma konsentrlangan xlorid kislotada sovuqda va nitrat kislotada qaynatilganda eriydi.

Reaksiyaning bajarilishi. 2–3 tomchi $Bi(NO_3)_3$ eritmasiga 1 tomchi Na_2S eritmasi qo‘shiladi va to‘q jigarrangli vismut (III) sulfid cho‘kmasining hosil bo‘lishi kuzatiladi.

3. Kaliy yodid KI eritmadagi Bi^{3+} ionlari bilan BiI_3 tarkibli qora cho‘kma hosil qiladi:

$$BiCI_3 + 3KI = BiI_3\downarrow + 3KCI$$

$$Bi^{3+} + 3I^- = BiI_3\downarrow$$

Cho‘kma mo‘l miqdordagi KI eritmasida erib to‘q qo‘ng‘ir-rangli kompleks tuz hosil qiladi:

$$BiI_3 + 3KI = K[BiI_4]$$

$$BiI_3 + I^- = [BiI_4]^-$$

Bu reaksiya Bi^{3+} ionlarini ochish uchun ishlatiladi. $K[BiI_4]$ tarkibli kompleks tuz Dragendorf reaktivi nomi bilan strixnin, xinin kabi alkaloidlarni aniqlashda ishlatiladi.

Reaksiyaning bajarilishi. Probirkaga 2–3 tomchi $BiCl_3$ eritmasidan olib, unga 1 tomchi KI eritmasi qo‘shiladi. Hosil bo‘lgan qora cho‘kma ustidan cho‘kma erigunga qadar KI eritmasi qo‘shiladi.

43- §. Beshinchi analitik gruppa kationlari aralashmasining analizi

1. Dastlabki tekshiruvlar. Fe^{2+} va Fe^{3+} ionlarini aniqlashda boshqa kationlar xalaqit bermaganligi uchun tekshiriladigan eritma tarkibida bu ionlarning borligini to‘g‘ridan to‘g‘ri aniqlash mumkin.

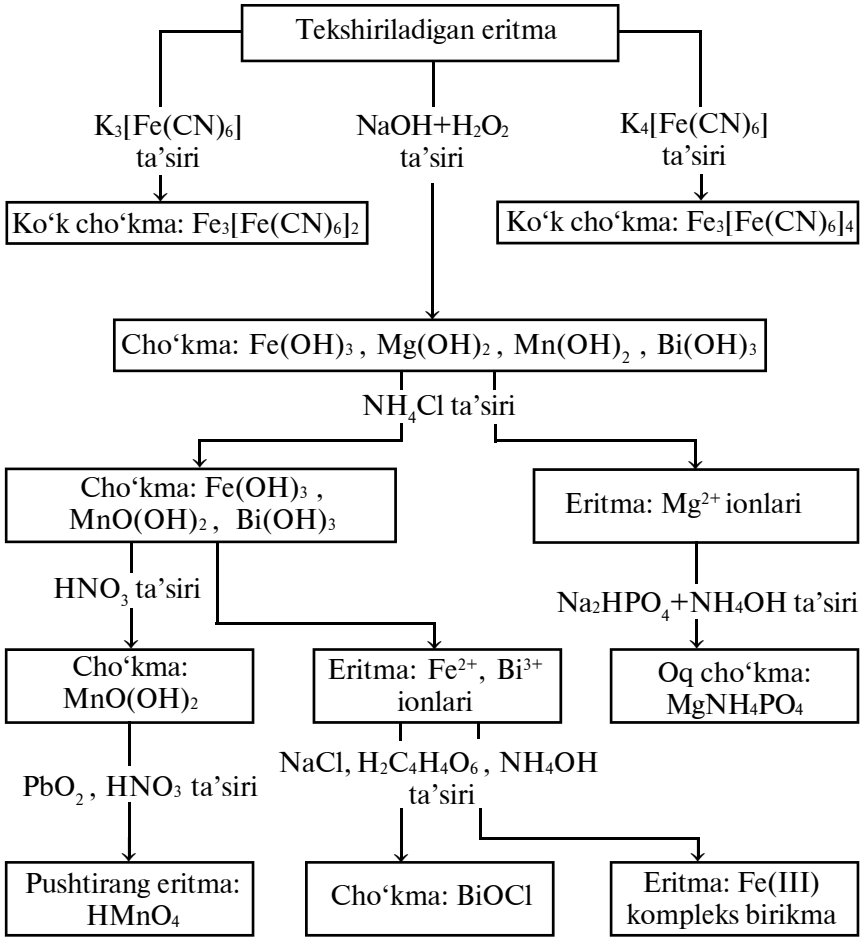
Fe^{2+} ionlarini ochish. Probirkaga 2–3 tomchi tekshiriladigan eritmadan solib, uning ustiga 1 tomchi qizil qon tuzi $K_3[Fe(CN)_6]$ qo‘shiladi. Ko‘k rangli cho‘kmaning hosil bo‘lishi eritmada Fe^{2+} ionlari borligidan darak beradi.

Fe^{3+} ionlarini ochish. Probirkaga 2–3 tomchi tekshiriladigan eritmadan solib, uning ustiga 1 tomchi sariq qon tuzi $K_4[Fe(CN)_6]$ qo‘shiladi. Ko‘k rangli cho‘kmaning hosil bo‘lishi eritmada Fe^{3+} ionlari borligini ko‘rsatadi.

Fe^{3+} ionlari borligini qo‘shimcha usul bilan aniqlash. Tekshiriladigan eritmaning 2 tomchisiga kaliy yoki ammoniy rodanid eritmasidan 2 tomchi qo‘shiladi. Eritmaning qizil rangga bo‘yalishi Fe^{3+} ionlari borligidan darak beradi.

2. Beshinchi gruppa kationlarini cho‘ktirish. Probirkaga tekshiriladigan eritmadan 2–3 ml solib, eritma 10% li NaOH eritmasi bilan ishqoriy muhitga keltiriladi. Eritmada ishqoriy muhit hosil bo‘lgach, uning ustiga yana 5–6 tomchi vodorod peroksidi tomizilib, yaxshilab aralashtiriladi va gaz ajralib chiqishi tugaguncha suv hammomida qizdiriladi. Aralashma sentrifugalanib, cho‘kma ajratib olinadi. Sentrifugat to‘kib tashlanadi. Tarkibi $Fe(OH)_3$, $MnO(OH)_2$, $Mg(OH)_2$, $Bi(OH)_3$ lardan iborat cho‘kma bir necha tomchi ammoniy xlorid eritmasi qo‘shilgan issiq suv bilan yuviladi.

Beshinchi gruppa kationlari aralashmasining analizi sxemasi



3. Magniyni ajratib olish va uni aniqlash. Cho'kmaga 5–6 tomchi 6 N li ammoniy xlorid eritmasi qo'shilib, aralashma shisha tayoqcha bilan aralashtiriladi. Bunda Mg^{2+} ionlari eritmaga o'tadi. Probirkadagi aralashma sentrifugalanib, cho'kma eritmadan ajratiladi.

Mg^{2+} ionlarini ochish. Probirkaga 4–5 tomchi oxirgi olingan sentrifugatdan solib, unga 3 tomchi natriy gidrofosfat va 2–3 tomchi ammiakning konsentrlangan eritmasi qo'shiladi. Hosil bo'lgan eritma yaxshilab chayqatiladi va probirka devori shisha tayoqcha bilan ishqalanadi. Oq kristall cho'kma hosil bo'lishi

tekshiriladigan eritma tarkibida Mg^{2+} ionlari borligini ko‘rsatadi.

4. Cho‘kmaning analizi. Mg^{2+} ionlari ajratib olingandan so‘ng qolgan cho‘kmaga 10 tomchi 2N HNO_3 eritmasi qo‘shib aralashtiriladi. Bunda temir va vismut gidroksidlari kislotada erib, Fe^{3+} va Bi^{3+} ionlari eritmaga o‘tadi, cho‘kmada $MnO(OH)_2$ qoladi. Aralashma sentrifugalanib, cho‘kma eritmadan ajratib olinadi. Cho‘kmaning qo‘ng‘irrangda bo‘lishi, uning tarkibida marganes borligidan darak beradi.

Cho‘kma tarkibida marganes borligini tekshirish. Toza probirkaga ozroq PbO_2 va 3–4 tomchi konsentrlangan nitrat kislota solinadi, aralashma suv hammomida qizdirilib, uning ustiga ozroq cho‘kma qo‘shiladi va aralashma shisha tayoqcha bilan aralashtiriladi. So‘ngra aralashma suv hammomida yana 10 minutcha isitilib, cho‘kma tushib eritma tiniq bo‘lgach, eritma rangining o‘zgarishi kuzatiladi. Eritmaning pushti rangi permanganat kislota hosil bo‘lganligini ko‘rsatadi.

Vismutni ajratib olish va aniqlash. Marganes birikmasi ajratib olingandan so‘ng hosil bo‘lgan eritmadan probirkaga 5 tomchi, 3–4 tomchi natriy xlorid eritmasi va ozroq vino kislotasi solinadi. Bu aralashmaga pH = 3 bo‘lgunga qadar tomchilatib novshadil spirti qo‘shiladi (eritma pH i universal indikator qog‘ozi bilan tekshiriladi). Agar eritmada Bi^{3+} ionlari bo‘lsa, BiOCl ning oq cho‘kmasi hosil bo‘ladi. Aralashma sentrifugalanib, cho‘kma eritmadan ajratib olinadi. Cho‘kmaga yangi tayyorlangan natriy stannit eritmasi qo‘shiladi. Shu zahotiyoq cho‘kmaning qorayishi uning tarkibida Bi (III) borligidan darak beradi.

Natriy stannit olish uchun $SnCl_2$ eritmasiga oq cho‘kma hosil bo‘lib, so‘ngra u to‘la erigunga qadar tomchilab 10% li NaOH eritmasi qo‘shiladi.

Bilimlarni mustahkamlash uchun savollar

1. Beshinchi analitik gruppa kationlariga qaysi ionlar kiradi?
2. Beshinchi analitik gruppa kationlarini cho‘ktiruvchi reaktivi qaysi modda?
3. Beshinchi analitik gruppa kationlarining gidroksidlari qanday xossalarni namoyon qiladi?

4. Beshinchi analitik gruppa kationlarining qaysi tuzlari suvda yaxshi eriydi?

5. Mg^{2+}, Fe^{2+}, Fe^{3+}, Mn^{2+} va Bi^{3+} ionlari uchun xos reaksiyalar tenglamalarini yozing.

6. Beshinchi analitik gruppa kationlarining qaysi birikmalari tibbiyotda ishlatiladi?

7. Beshinchi analitik gruppa kationlaridan qaysilarini ochishga boshqa ionlar xalaqit bermaydi?

8. Beshinchi analitik gruppa kationlari aralashmasini analiz qilish tartibini aytib bering.

X BOB. OLTINCHI ANALITIK GRUPPA KATIONLARI

44- §. Oltinchi analitik gruppa kationlarining umumiy tavsifi

Oltinchi analitik gruppa kationlariga Cu^{2+}, Hg^{2+} kationlari kiradi. Bu gruppa kationlarining xloridlari, sulfatlari, nitratlari suvda yaxshi eriydi. Cu^{2+} kationlari havorang, Hg^{2+} kationlari rangsizdir.

Oltinchi analitik gruppa kationlari gidroksidlari kuchsiz elektrolitlar bo‘lib, suvda va ishqorlarda erimaydi, kislotalarda eriydi. HgS va CuS lar qora rangli moddalardir.

$Cu(OH)_2$ va $Hg(OH)_2$ lar beqaror moddalar bo‘lib, tegishli oksid va suvga osonlikcha parchalanadi. $Cu(OH)_2$ qizdirilganda, $Hg(OH)_2$ esa uy haroratida ham parchalanadi.

Oltinchi analitik gruppa kationlarining eruvchan tuzlari gidrolizlanadi. Bu gruppa kationlari kompleks birikmalar hosil qilishga moyildir.

Oltinchi analitik gruppa kationlarining gruppaviy reaktivi ammoniy gidroksid NH_4OH dir. Ular mo‘l miqdordagi ammiak ta’sirida kompleks ionlar: $[Cu(NH_3)_4]^{2+}$, $[Hg(NH_3)_4]^{2+}$ hosil qiladi. Bu kationlarning kompleks tuzlari suvda eruvchan.

Mis va simob elementlari o‘zgaruvchan valentlikni namoyon qiladi. Shuning uchun ularning birikmalariga oksidlanish-qaytarilish reaksiyalari xosdir. Bunday oksidlanish-qaytarilish reaksiyalarining ayrimlari sifat analizda qo‘llaniladi. Masalan, Hg^{2+} ionlariga $SnCl_2$ ta’sir ettirilib Hg_2^{2+} ionlariga, so‘ngra esa simob metali Hg ga aylantiriladi.

45- §. Oltinchi analitik gruppa kationlarining tibbiyotdagi ahamiyati

Mis mikroelement hisoblanib, uning juda oz miqdori tirik organizmning faoliyati uchun muhim ahamiyatga ega. Mis kuporosi $CuSO_4 \cdot 5H_2O$ fosfor birikmalari bilan zaharlanganda qustiruvchi vosita sifatida qo‘llaniladi. U kuydiruvchi va burushtiruvchi modda sifatida ham ishlatiladi.

Simob (II) xlorid (sulema) $HgCl_2$ antibakteritsid xossalarga ega bo‘lganligi uchun kiyim va xonalarni dezinfeksiyalashda, teri kasalliklarini davolashda ishlatiladi. Bundan tashqari, $HgCl_2$, HgO va simob amidoxlorid $Hg(NH_2)Cl$ tibbiyotda sirtdan antiseptik vosita sifatida qo‘llaniladi.

Oltinchi analitik gruppa kationlarining ko‘pgina birikmalari dorivor moddalarning chinligini aniqlashda ham ishlatiladi.

46- §. Oltinchi analitik gruppa kationlarining xususiy reaksiyalari. Hg^{2+} kationlarining reaksiyalari

1. O‘yuvchi ishqorlar NaOH va KOH simob (II) tuzlarining eritmalaridan simob oksidning sariq cho‘kmasini hosil qiladi:

$$Hg^{2-} + 2OH^- = HgO\downarrow + H_2O$$

Cho‘kma mineral kislotalarda yaxshi eriydi.

Reaksiyaning bajarilishi. Simob (II) tuzining 2 tomchi eritmasiga 2 tomchi ishqor eritmasi qo‘shiladi va sariq cho‘kma hosil bo‘lishi kuzatiladi.

2. Vodorod sulfid H_2S eritmadagi simob Hg^{2+} ionlari bilan reaksiyaga kirishib, simob (II) sulfid HgS ning qora cho‘kmasini hosil qiladi:

$$Hg^{2+} + S^{2-} = HgS\downarrow$$

Cho‘kma kislotalarda, hatto, konsentrlangan nitrat kislotada ham erimaydi, faqat «zar suvi» (konsentrlangan HNO_3 va HCl ning aralashmasi) da eriydi.

Reaksiyaning bajarilishi. Probirkaga 5 tomchi simob (II) tuzi eritmasidan solinadi, eritmaga bir tomchi xlorid kislota qo‘shib, kislotali muhit hosil qilinadi, so‘ngra eritmadan vodorod sulfid o‘tkaziladi va qora cho‘kma hosil bo‘lishi kuzatiladi.

3. Kaliy yodid KI eritmadagi Hg^{2+} ionlari bilan reaksiyaga kirishib, simob (II) yodid HgI_2 ning qizil cho‘kmasini hosil qiladi:

$$Hg^{2+} + 2I^- = HgI_2\downarrow$$

Cho‘kma ortiqcha reaktivda erib, rangsiz kompleks tuz hosil qiladi:

$$HgI_2 + 2KI = K_2[HgI_4]$$

Cu^{2+} ionlari Hg^{2+} ionlarini aniqlashga xalaqit beradi. Bu reaksiya Hg^{2+} ionlarini topish uchun ko‘p qo‘llaniladi.

Reaksiyaning bajarilishi. Probirkaga 1–2 tomchi simob (II) nitrat $Hg(NO_3)_2$ eritmasi tomiziladi, dastlab unga 2 tomchi kaliy yodid eritmasi, keyin esa reaktivning ortiqcha miqdori qo‘shiladi. Cho‘kma tushishi va keyinchalik erishi kuzatiladi.

4. Qalay (II) xlorid $SnCl_2$ eritmadagi Hg^{2+} ionlarini suvda erimaydigan oq rangli simob (I) xlorid Hg_2Cl_2 (kalomel) gacha qaytaradi:

$$2HgCl_2 + SnCl_2 = Hg_2Cl_2\downarrow + SnCl_4$$

$$2Hg^{2+} + Sn^{2+} + 2Cl^- = Hg_2Cl_2\downarrow + Sn^{4+}$$

Agar reaktivdan ortiqcha miqdorda olinsa, oksidlanish-qaytarilish reaksiyasi oxirigacha sodir bo‘lib, eritmadagi Hg_2^{2+} ionlari, erkin metall holatigacha qaytariladi:

$$Hg_2Cl_2 + SnCl_2 = 2Hg\downarrow + SnCl_4$$

$$Hg_2Cl_2 + Sn^{2+} = 2Hg\downarrow + Sn^{4+} + 2Cl^-$$

Reaksiyaning bajarilishi. Simob (II) tuzining 2 tomchi eritmasiga avval 1–2 tomchi qalay (II) xlorid eritmasi, keyin esa reaktivning ortiqcha miqdori qo‘shilib, Hg_2Cl_2 va Hg cho‘kmalarining hosil bo‘lishi kuzatiladi.

5. Ammiak eritmasi eritmadagi $HgCl_2$ bilan reaksiyaga kirishib, simob amidoxloridning oq cho‘kmasini hosil qiladi:

$$HgCl_2 + 2NH_3 = HgNH_2Cl\downarrow + NH_4Cl$$

Cho‘kma kislotalarda va mo‘l miqdordagi ammiakda eriydi:

$$HgNH_2Cl + 2NH_3 + NH_4Cl = [Hg(NH_3)_4]Cl_2$$

Reaksiyaning bajarilishi. Probirkaga 2 tomchi $HgCl_2$ eritmasidan olib, uning ustiga 2 tomchi ammiak eritmasi qo‘shiladi. Cho‘kma tushishi va uning mo‘l miqdordagi reaktivda erishi kuzatiladi.

Cu^{2+} kationlarining reaksiyalari

1. O‘yuvchi ishqorlar eritmadagi Cu^{2+} ionlari bilan reaksiyaga kirishib, sovuqda $Cu(OH)_2$ ning havorang cho‘kmasini hosil qiladi:

$$Cu^{2+} + 2OH^- = Cu(OH)_2\downarrow$$

Hosil bo‘lgan $Cu(OH)_2$ cho‘kmasi ammiakning konsentrlangan eritmalarida eriydi. Bunda mis (II) ning kompleks birikmasi hosil bo‘ladi:

$$Cu(OH)_2 + 4NH_4OH = [Cu(NH_3)_4](OH)_2 + 4H_2O$$

Reaksiyaning bajarilishi. Mis (II) tuzining 2 tomchi eritmasiga 2 tomchi ishqor eritmasi qo‘shiladi va cho‘kma tushishi kuzatiladi. Cho‘kmali eritma ustiga 2–3 tomchi novshadil spirti qo‘shilganda cho‘kma eriydi.

2. Mo‘l miqdordagi ammiakning suvdagi eritmasi mis (II) tuzlari bilan to‘q ko‘k rangli kompleks – mis ammiakatni hosil qiladi:

$$CuSO_4 + 4NH_3 = [Cu(NH_3)_4]\ SO_4$$

$$Cu^{2+} + 4NH_3 = [Cu(NH_3)_4]^{2+}$$

Reaksiya Cu^{2+} ionlarini aniqlash uchun o‘ziga xos reaksiyalardan biri bo‘lib, Cu^{2+} ionlarini aniqlashda ko‘p qo‘llaniladi.

Reaksiyaning bajarilishi. Mis (II) tuzining 2 tomchisiga ortiqcha ammiak eritmasi qo‘shiladi va eritma rangining o‘zgarishi kuzatiladi.

3. Kaliy geksasianoferrat (II) $K_4[Fe(CN)_6]$ (sariq qon tuzi) mis (II) tuzlarining neytral yoki kuchsiz kislotali eritmalaridan mis (II) geksasianoferrat (II) ning qizil-qo‘ng‘irrangli cho‘kmasini hosil qiladi:

$$2CuSO_4 + K_4[Fe(CN)_6] = Cu_2\ [Fe(CN)_6]\downarrow + 2K_2SO_4$$

$$2Cu^{2+} + [Fe(CN)_6]^{4-} = Cu_2[Fe(CN)_6]\downarrow$$

Cho‘kma suyultirilgan kislotalarda erimaydi, ammo ammiak eritmasida eriydi.

Reaksiyaning bajarilishi. Probirkaga 2 tomchi mis (II) tuzining eritmasidan olib, uning ustiga 2 tomchi sariq qon tuzi qo‘shiladi va qizil-qo‘ng‘irrangli cho‘kma hosil bo‘lishi kuzatiladi.

4. Vodorod sulfid H_2S mis (II) tuzlarining eritmalaridan neytral yoki kuchsiz kislotali muhitda mis (II) sulfid CuS ning qora cho‘kmasini hosil qiladi:

$$CaSO_4 + H_2S = CuS\downarrow + H_2SO_4$$

$$Cu^{2+} + H_2S = CuS\downarrow + 2H^+$$

Cho‘kma suyultirilgan nitrat kislotada qizdirilganda ham erimaydi.

Reaksiyaning bajarilishi. Probirkaga mis (II) tuzi eritmasidan 5 tomchi olinib, eritmadan vodorod sulfid gazi o‘tkaziladi va qora cho‘kma hosil bo‘lishi kuzatiladi.

5. Kaliy yodid mis Cu^{2+} ionlari bilan oksidlanish-qaytarilish reaksiyasiga kirishib, o‘zi erkin holatdagi yodgacha oksidlanadi, Cu^{2+} ionlarini esa Cu^+ ionlarigacha qaytaradi. Bunda CuI ning oq cho‘kmasi hosil bo‘ladi.

$$2CuSO_4 + 4KI = 2CuI\downarrow + I_2 + 2K_2SO_4$$

Reaksiyaning bajarilishi. Probirkaga 2 tomchi $CuSO_4$ eritmasi solib, uning ustiga 2 tomchi KI eritmasi qo‘shiladi. Cho‘kma tushishi va eritma rangining o‘zgarishi kuzatiladi.

47- §. Oltinchi analitik gruppa kationlari aralashmasining analizi

Probirkaga oltinchi analitik gruppa kationlari bo‘lgan eritmadan 1 ml solinadi, uning ustiga eritma ishqoriy muhitga kelgunga qadar konsentrlangan ammiak eritmasidan tomchilatib qo‘shiladi. Hosil bo‘lgan eritmaga 6 N NH_4Cl eritmasidan 3–4 tomchi qo‘shiladi.

Cu^{2+} ionlarini aniqlash. Eritmaning ko‘k rangi undagi Cu^{2+} ionlari ammiak bilan kompleks ion $[Cu(NH_3)_4]^{2+}$ni hosil qilganligini ko‘rsatadi.

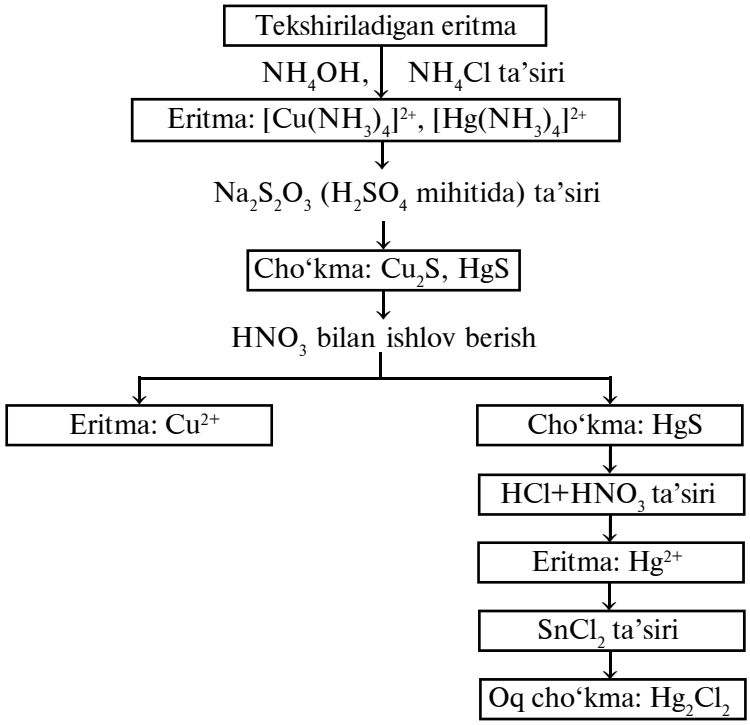
Cu^{2+} va Hg^{2+} ionlarini cho‘ktirish. Probirkaga 10–12 tomchi ammiakli eritma olib, uning ustiga kislotali muhit hosil bo‘lgunga qadar tomchilatib suyutirilgan sulfat kislota eritmasi qo‘shiladi, so‘ngra eritmaga natriy tiosulfatning 3–4 ta kristallchalari tashlanadi va eritma qizdiriladi. Bunda Cu_2S, HgS va S dan iborat cho‘kma hosil bo‘ladi. Aralashma sentrifugalanib, cho‘kma eritmadan ajratiladi.

Barcha gruppa kationlarining tizimli analizida Mg^{2+} ionlari ham mis (II) va simob (II) ammiakatlari bilan birgalikda eritmada bo‘ladi. Eritmadan Cu_2S, HgS cho‘kmalari ajratib olingandan so‘ng sentrifugatda Mg^{2+} ionlari bo‘ladi. Sentrifugatdagi Mg^{2+} ionlari Na_2HPO_4 yordamida aniqlanadi.

Faqat (VI) gruppa kationlari analiz qilinganda Cu_2S va HgS ajratilgandan so‘ng hosil bo‘lgan sentrifugat to‘kib tashlanadi. Cho‘kma NH_4Cl eritmasi bilan yuviladi. Yuvilgan cho‘kmaga 6–7 tomchi 3 N HNO_3 bilan ishlov beriladi. Bunda Cu_2S eriydi.

Hg^{2+} ionlarini tekshirish. Qolgan qora cho‘kma – HgS ni chinni kosachaga solib, 6–8 tomchi ***«zar suvi»*** bilan ishlov beriladi (tajribani mo‘rili shkafda olib borish lozim!) va ortiqcha kislota bug‘latiladi (bunda quruq massa hosil bo‘lmasdan, tuz biroz nam bo‘lishi kerak). So‘ngra hosil bo‘lgan massa sovitilib,

Oltinchi gruppa kationlari aralashmasining analizi sxemasi



u bir necha tomchi suv bilan suyultiriladi. Olingan eritmaning 2–3 tomchisiga 2–3 tomchi $SnCl_2$ eritmasi qo‘shiladi. Eritmada Hg^{2+} ionlari bo‘lsa, Hg_2Cl_2 ning oq cho‘kmasi hosil bo‘ladi. Agar oq cho‘kma hosil bo‘lmasa tekshiriladigan eritmada Hg^{2+} ionlari yo‘q deb xulosa chiqariladi.

Tekshiriladigan eritma tarkibida Cu^{2+}ionlari bo‘lmaganda Hg^{2+} ionlarini HgS shaklida cho‘ktirishga ehtiyoj bo‘lmaydi. Bunday holatda, Hg^{2+} ionlarini ochish uchun 3 tomchi ammiakli eritma xlorid kislota yordamida kislotali muhitga keltirilib, so‘ngra Hg^{2+} ionlari $SnCl_2$ yordamida aniqlanadi.

Bilimlarni mustahkamlash uchun savollar

1. Oltinchi analitik gruppa kationlariga qaysi ionlar kiradi?
2. Oltinchi analitik gruppa kationlari gidroksidlarining ammiakli eritmasida qanday hodisa sodir bo‘ladi? Reaksiya tenglamalari asosida tushuntiring.
3. Oltinchi analitik gruppa kationlarining qaysi birikmalari tibbiyotda ishlatiladi? IV analitik gruppa kationlari aralashmasi analizining sxemasini tuzing va javobingizni ushbu darslikdagi sxema bilan taqqoslang.
4. Hg^{2+} ionlari qalay (II) xlorid bilan reaksiyaga kirishganda qanday o‘zgarish yuz beradi? Tegishli reaksiyalar tenglamalarini yozing.
5. Eritmadagi Cu^{2+} va Hg^{2+} ionlarini sulfidlar holida cho‘ktirish uchun nima qilish kerak?
6. Cu^{2+} ionlari ishtirokida Hg^{2+} ionlari qanday topiladi?

48- §. Barcha analitik gruppalar kationlari aralashmasining analizi

1. Dastlabki kuzatish va sinab ko‘rish. Moddalar va aralashmalarning analizi hamma vaqt dastlabki kuzatish va sinab ko‘rishdan boshlanadi. Avvalo eritmaning rangiga e’tibor berish kerak, chunki ba’zida shunga qarab eritmada rangli ionlarning bor-yo‘qligini aytish mumkin. So‘ngra eritmaning alohida ulushlaridan Fe^{2+}, Fe^{3+} ionlarining borligini tekshirib ko‘rish kerak, chunki qaytaruvchilar ta’sirida Fe^{3+} ionlari Fe^{2+} ionlariga, oksidlovchilar ta’sirida esa Fe^{2+} ionlari Fe^{3+} ionlariga o‘tib, tekshiriladigan eritmada ularning qaysilari bor yoki yo‘qligi to‘g‘risida xulosa chiqarib bo‘lmaydi. Ko‘pchilik kationlarni aniqlash uchun ammiak eritmasi ishlatilganligi sababli tekshiriladigan eritmada NH_4^+

ionlari bor yoki yo‘qligini ham oldindan aniqlab qo‘yish lozim. Bundan tashqari, kuchli oksidlovchilar ta’sirida NH_4^+ ionlari N_2 yoki NO, ba’zan esa NO_2 gacha oksidlanadi.

Fe^{2+} ionlarini aniqlash. Probirkaga tekshiriladigan eritmadan 2–3 tomchi olib, uning ustiga 2 tomchi suyultirilgan (1:3) HCl va 1 tomchi $K_3[Fe(CN)_6]$ eritmasi qo‘shiladi. To‘q ko‘k rangli cho‘kmaning hosil bo‘lishi eritmada Fe^{2+} ionlari borligini ko‘rsatadi.

Fe^{3+} ionlarini aniqlash. Toza probirkaga tekshiriladigan eritmadan 2–3 tomchi olib, uning ustiga 2 tomchi suyultirilgan (1:3) HCl va 1 tomchi $K_4[Fe(CN)_6]$ eritmasi qo‘shiladi. Ko‘k rangli cho‘kmaning hosil bo‘lishi eritmada Fe^{3+} ionlari borligini ko‘rsatadi.

NH_4^+ ionlari borligini aniqlash. Tekshiriladigan eritmaning 2–3 tomchisiga ishqoriy muhit hosil bo‘lgunga qadar 2 N NaOH eritmasi qo‘shiladi. Eritma ishqoriy muhitga kelgach, yana 2 tomchi NaOH qo‘shilib, eritma yaxshilab aralashtiriladi. Cho‘kma hosil bo‘lsa, aralashma sentrifugalanadi. Cho‘kmaga tushgan gidroksidlar eritmadan ajratib olinadi. Sentrifugatdan 2 tomchi olib, unga 4–5 tomchi Nessler reaktivi qo‘shiladi. Qizil-qo‘ng‘irrangli cho‘kmaning hosil bo‘lishi tekshiriladigan obyektda NH_4^+ ionlari borligini ko‘rsatadi.

Mn^{2+} ionlarini aniqlash. Tekshiriladigan eritmadan 1–2 tomchi olib, unga 1–2 tomchi konsentrlangan HNO_3, 2 tomchi suv va $NaBiO_3$ ning bir necha kristallchalarini qo‘shamiz, yaxshilab aralashtirgach, sentrifugalaymiz. Agar dastlabki eritma tarkibida Mn^{2+} ionlari bo‘lsa, ular kuchli oksidlovchilar – HNO_3 va $NaBiO_3$ ta’sirida oksidlanib MnO_4^- ionlarini hosil qiladi. Natijada sentrifugat binafsharangga kiradi. Agar tekshiriladigan eritma tarkibida temir tuzlari bo‘lsa, Fe^{3+} ionlarining sariq rangi eritmaga boshqacharoq tus berib, ular MnO_4^- ionlarini aniqlashga xalaqit beradi. Bunday paytda eritmaga 1–2 tomchi fosfat kislota eritmasidan qo‘shib Fe^{3+} ionlari $FePO_4$ holida cho‘kmaga tushirilishi lozim.

Ca^{2+} ionlarini aniqlash. Tekshiriladigan eritmaning 2 tomchisiga 2 tomchi 4 N H_2SO_4 eritmasidan qo‘shib, cho‘kma eritmadan ajratiladi. Sentrifugatning 1 tomchisi predmet oynasi ustiga tomizilib, so‘ngra predmet oynasi ohista qizdiriladi va eritma

bug‘latiladi. Hosil bo‘lgan kristallar mikroskopda kuzatiladi. Eritmada Ca^{2+} ionlari bo‘lsa, $CaSO_4 \cdot 2H_2O$ ning ignasimon kristallari hosil bo‘ladi.

Mg^{2+} ionlarini aniqlash. Tekshiriladigan eritmadan 3 tomchi olib, uning ustiga ishqoriy muhit hosil bo‘lguncha tomchilatib 2 N NaOH eritmasi qo‘shiladi va yana 2–3 tomchi NaOH eritmasidan qo‘shgach, aralashma sentrifugalanadi. Cho‘kma eritmadan ajratib olingach, u 2–3 marta issiq suv bilan yuviladi. Yuvilgan cho‘kmaga 3 tomchi ammiak eritmasi, 1 tomchi 6 N NH_4Cl eritmasi qo‘shib, yaxshilab aralashtirgach, sentrifugalanadi. Predmet oynasi ustiga 2 tomchi sentrifugat va uning yoniga 1 tomchi Na_2HPO_4 tomiziladi. Shisha tayoqcha yordamida bu eritmalar birlashtiriladi. Predmet oynasini alanga ustida ushlab, eritma ozroq bug‘latiladi va sovitiladi. Mg^{2+} ionlari ishtirokida magniyammoniy fosfat $MgNH_4PO_4$ ga xos kristallar hosil bo‘ladi.

Na^+ ionlarini aniqlash. Tekshiriladigan eritmadan 5 tomchi olib, unga ishqoriy muhit hosil bo‘lgunga qadar K_2CO_3 eritmasidan tomchilatib qo‘shiladi (eritma muhiti lakmus yoki universal indikator qog‘ozi yordamida tekshiriladi). Aralashma sentrifugalanadi va sentrifugat tarkibida Na^+ ionlari borligi uranilasetat yoki ruxuranilasetat, yoki kaliy geksagidroksotibiat (V) yordamida mikrokristalloskopik usulda aniqlanadi.

2. Ikkinchi analitik gruppa kationlarini ajratish va ularning analizi. Probirkaga 2 ml tekshiriladigan eritmadan olib, unga cho‘kma tushishi tugagunga qadar 6 N HCl eritmasi qo‘shiladi. Probirkadagi cho‘kmali eritma sentrifugalanadi va cho‘kma eritmadan ajratib olinadi. So‘ngra cho‘kma 6 N li HCl eritmasi bilan yuviladi va yuqorida yozilgan usul bilan analiz qilinadi.

3. Uchinchi analitik gruppa kationlarini ajratish va ularning analizi. Sentrifugatdan uchinchi gruppa kationlari 32- § da yozilganidek ajratib olinadi va tekshiriladi.

4. Birinchi va to‘rtinchi analitik gruppalar kationlarini ajratish va analiz qilish. Eritmadan uchinchi analitik gruppa kationlari ajratib olingandan so‘ng hosil bo‘lgan sentrifugatga ishqoriy muhit hosil bo‘lgunga qadar 10%li NaOH eritmasi qo‘shiladi. So‘ngra yana 10 tomchi NaOH eritmasi tomiziladi. Shundan so‘ng aralashmaga 10–12 tomchi H_2O_2 qo‘shiladi va aralashma suv hammomida qizdiriladi. Eritma sentrifugalanib, cho‘kma eritmadan

ajratiladi. Cho‘kmada beshinchi va oltinchi gruppalar kationlari, eritmada esa birinchi va to‘rtinchi gruppalar kationlari bo‘ladi.

Sentrifugat 2 qismga bo‘linadi. Birinchi qismdan 39-§ da yozilgan usul bo‘yicha IV gruppa kationlari aniqlanadi. Sentrifugatning ikkinchi qismidan ammoniy tuzlarini yo‘qotgach, 27-§ da ko‘rsatilganidek birinchi gruppa kationlari aniqlanadi.

5. Beshinchi va oltinchi analitik gruppalar kationlari aralashmasining analizi. Ushbu paragrafning 4-bandida yozilganidek eritmaga NaOH va H_2O_2 qo‘shilgandan so‘ng hosil bo‘lgan cho‘kma 2–3 marta bir necha tomchi ammoniy nitrat qo‘shilgan issiq suv bilan yuviladi. So‘ngra cho‘kmaga 10 tomchi 2 N. HNO_3, 4–5 tomchi H_2O_2 qo‘shib, cho‘kma to‘liq erigunga qadar shisha tayoqcha bilan aralashtiriladi.

Agar aralashtirgandan so‘ng cho‘kma to‘liq erimasa cho‘kma ustiga yana bir necha tomchi HNO_3 ham H_2O_2 qo‘shiladi va aralashma sekin qizdiriladi.

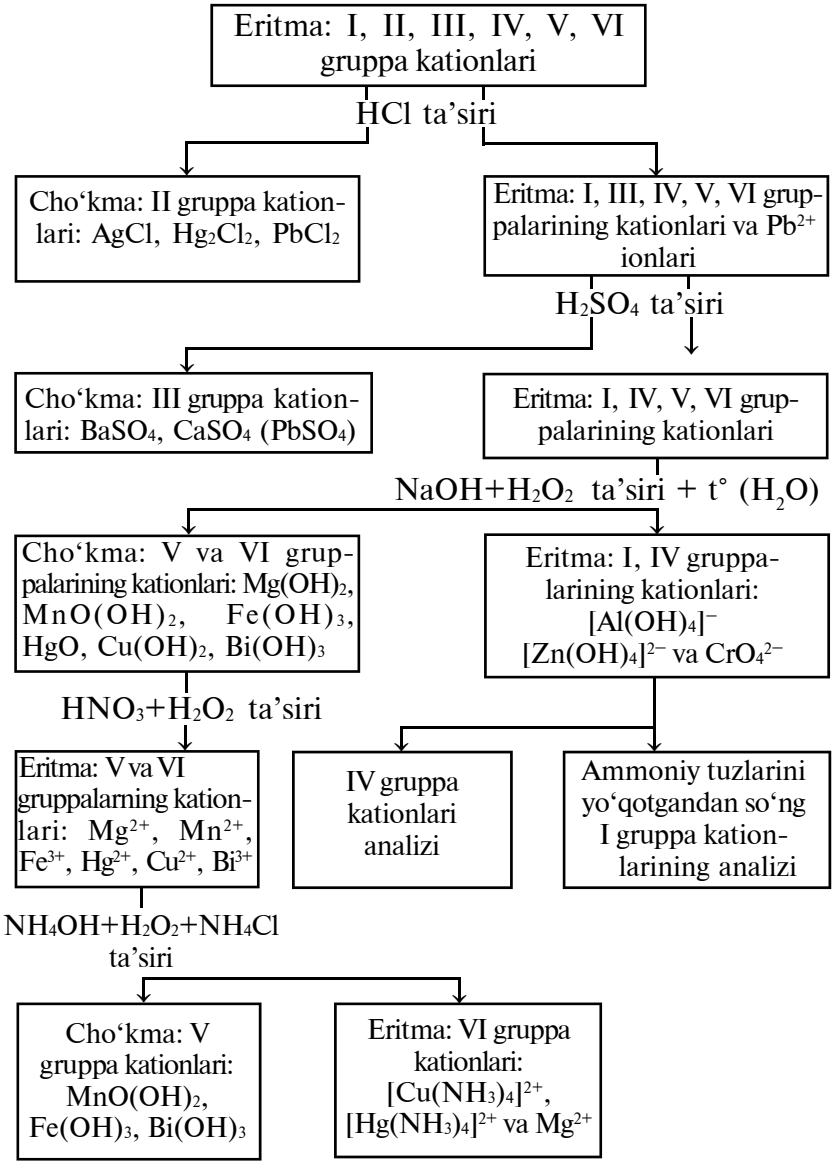
Hosil bo‘lgan eritmaga ishqoriy muhit hosil bo‘lguncha 6–8 tomchi ortiqchasi bilan ammiakli suv qo‘shiladi. So‘ngra 4–5 tomchi 6 N NH_4Cl va 2 tomchi H_2O_2 eritmalari solib, aralashtiriladi va qizdiriladi. Hosil bo‘lgan aralashmani sovitib, sentrifugalanadi va cho‘kma eritmadan ajratiladi.

Tarkibida beshinchi analitik gruppa kationlari bor bo‘lgan cho‘kma 2–3 marta ammiakli suv bilan yuviladi va uning tarkibidagi ushbu gruppa kationlari 43-§ da yozilgan usul bo‘yicha aniqlanadi.

Sentrifugat tarkibida oltinchi gruppa kationlarining ammiakli komplekslari va magniy tuzlari bo‘ladi. Sentrifugat 47-§ da yozilgan usul asosida tekshiriladi.

Sentrifugatdan CuS va HgS lar natriy tiosulfat yordamida ajratib olingandan so‘ng eritmadagi Mg^{2+} ionlari ammiakli muhitda Na_2HPO_4 yordamida aniqlanadi.

Barcha gruppalar kationlari aralashmasining kislota-ishqorli usul bilan analiz qilish sxemasi



XI BOB. ANIONLAR ANALIZI

49-§. Anionlar analizining o‘ziga xos xususiyatlari

Anionlar aralashmasining sifat analizi kationlar aralashmasining sifat analizidan tubdan farq qiladi.

Anionlar kumushli va bariyli tuzlarining eruvchanligiga ko‘ra 3 ta analitik gruppaga bo‘linadi. Bu klassifikatsiyaga ko‘ra:

Birinchi analitik gruppa anionlariga: fosfat PO_4^{3-} , sulfat SO_4^{2-}, sulfit SO_3^{2-}, karbonat CO_3^{2-}, tiosulfat $S_2O_3^{2-}$, xromat CrO_4^{2-}, dixromat $Cr_2O_7^{2-}$, borat BO_2^- , tetraborat $B_4O_7^{2-}$, oksalat $C_2O_4^{2-}$ ionlari kiradi. Bu anionlar Ba^{2+} kationlari bilan suvda erimaydigan tuzlar hosil qiladi. $BaCl_2$ neytral va ishqoriy muhitda birinchi analitik gruppa anionlarining cho‘ktiruvchi (gruppa) reaktividir.

Ikkinchi analitik gruppa anionlariga: xlorid Cl^-, bromid Br, yodid I^-, sulfid S^{2-} va rodanid SCN^- ionlari kiradi. Bu anionlar Ag^+ ionlari bilan suvda va suyultirilgan nitrat kislotada erimaydigan tuzlar hosil qiladi. $AgNO_3$ suyultirilgan nitrat kislota muhitida ushbu gruppa anionlarining cho‘ktiruvchi reaktividir.

Uchinchi analitik gruppa anionlariga: nitrat NO_3^-, nitrit NO^-_2, asetat CH_3COO^- ionlari kiradi. Bu anionlarning kumushli va bariyli tuzlari suvda yaxshi eriydi. Uchinchi analitik gruppa anionlarining cho‘ktiruvchi reaktivi yo‘q.

Kationlar aralashmasining analizidan farqli o‘laroq, anionlar aralashmasi analizida ayrim anionlarni eritmadan ajratmasdan to‘g‘ridan to‘g‘ri aniqlash maqsadga muvofiq. Buning sababi, anionlar ko‘pincha bir-birining ochilishiga xalaqit bermaydi. Shunga muvofiq cho‘ktiruvchi reaktivlar anionlar gruppalarini bir-biridan ajratish uchun emas, balki ularni topish uchun qo‘llaniladi.

Anionlarga xos xususiy reaksiyalarni bajarishda shuni nazarda tutish kerakki, ko‘pgina anionlarning bariyli yoki kumushli tuzlarining tashqi ko‘rinishi juda o‘xshash bo‘ladi. Shuning uchun cho‘kmani kislotalarda yoki boshqa reaktivlarda qay darajada erishiga alohida e’tibor berish lozim.

2—3 tomchi eritmadan hosil qilingan cho‘kma bir necha tomchi suyultirilgan kislota (taxminan 2 N li) da qoldiqsiz yoki juda ham oz qoldiq bilan erisa, uni eruvchan, agar taxminan 10 tomchi kislota (yoki boshqa reaktiv) qo‘shilganda ham erish

boshlanmasa yoki eritmaning erishi sezilarli darajada bo‘lmasa, u holda cho‘kma erimaydigan deb hisoblanadi. Shu munosabat bilan anionlarga xos xususiy reaksiyalarni yozish uchun kationlarning xususiy reaksiyalarini yozishga tavsiya etilgan jadval biroz o‘zgartirilgan holda taklif etiladi.

6- jadval

Birinchi analitik gruppa anionlarining xususiy reaksiyalari

Aniqlanadigan ion	Muhit	Reaktiv	Kuzatiladigan o‘zgarishlar	Cho‘kmaning xossalari	Reaksiya tenglamasi
SO_4^{2-}	Neytral yoki kuchsiz ishqoriy	$BaCl_2$	Oq cho‘kma $BaSO_4$	Cho‘kma ishqorlarda va kislotalarda erimaydi	$Na_2SO_4 + BaCl_2 = BaSO_4\downarrow + 2NaCl$ $SO_4^{2-} + Ba^{2+} = BaSO_4\downarrow$

50- §. Birinchi analitik gruppa anionlarining umumiy tavsifi va tibbiyotdagi ahamiyati

Birinchi analitik gruppa anionlariga fosfat PO_4^{3-}, sulfat SO_4^{2}, sulfit SO_3^{2-}, karbonat CO_3^{2-}, tiosulfat $S_2O_3^{2-}$, xromat CrO_4^{2-}, dixromat $Cr_2O_7^{2-}$, borat BO_2^{-}, tetraborat $B_4O_7^{2-}$, oksalat $C_2O_4^{2-}$ ionlari kiradi. $BaCl_2$ neytral yoki kuchsiz ishqoriy muhitda birinchi gruppa anionlarining cho‘ktiruvchi reaktividir. Bu anionlarining suvda qiyin eriydigan bariyli tuzlari ($BaSO_4$ dan tashqari) kislotalarda eriydi. Ag^+ ionlari ushbu gruppa anionlari bilan (SO_4^{2-} va $Cr_2O_7^{2-}$ ionlari bundan mustasno) suvda qiyin eriydigan, suyultirilgan nitrat kislotada oson eriydigan tuzlar hosil qiladi.

CrO_4^{2-} ionlari sariq, $Cr_2O_7^{2-}$ ionlari sariq-qo‘ng‘irrangga ega. Birinchi analitik gruppaning qolgan anionlari esa rangsizdir.

Odam organizmida fosfat va karbonatlar katta rol o‘ynaydi. Fosfatli va gidrokarbonatli bufer aralashmalar tirik organizmning ichki muhiti pH ini ma’lum me’yorda ushlab turadi. Siydikning eng muhim anionlari PO_4^{3-} va SO_4^{2-} ionlaridir.

Ichiladigan suvda karbonat va sulfatlarning bo‘lishi uning hayotiy sifatlarini va ta’mini belgilaydi. Mineral bo‘lmagan sulfatlarning bo‘lishi suv ifloslanishining gigiyenik ko‘rsatkichidir.

Sulfat kislota tuzlaridan magniy sulfat (taxir tuz) $MgSO_4 \cdot 7H_2O$ tibbiyotda susaytiruvchi, tinchlantiruvchi va spazmolitik vosita, bariy sulfat $BaSO_4$ rentgenokontrast modda sifatida, kuydirilgan gips $CaSO_4 \cdot 1/2H_2O$ suyaklar singanda gipslash uchun ishlatiladi. Sulfat kislotaning o‘zi turli xil dorivor moddalar, masalan, sulfanilamid preparatlar sintez qilishda, dorivor moddalarni analiz qilishda keng foydalaniladi. U boshqa kislotalarni olish va organik sintez uchun ham eng ko‘p ishlatiladigan moddadir. Shuning uchun ham *sulfat kislota kimyo sanoatining noni* deyiladi. Borat kislota H_3BO_3 va natriy tetraborat $Na_2B_4O_7$ antiseptik vosita sifatida keng qo‘llaniladi.

Natriy tiosulfat $Na_2S_2O_3$ allergiya, artritlar, nevralgiyaga qarshi vosita sifatida ishlatiladi. Bundan tashqari, u galogenlar va sianidlar bilan zaharlanganda antidot sifatida ham ishlatiladi. $Na_2S_2O_3$ qichima kasalligini davolashda eng samarali preparat hisoblanadi. Kaliy xromat va kaliy dixromat esa kuchli oksidlovchilar bo‘lganligi uchun ular moddalarni analiz qilishda, dorivor moddalarning sifat va miqdoriy analizida ko‘p ishlatiladi.

51- §. Birinchi analitik gruppa anionlarining xususiy reaksiyalari. Sulfat SO_4^{2-} ionlarining reaksiyalari

1. Bariy xlorid $BaCl_2$ sulfatlarning suyultirilgan eritmalaridan bariy sulfatning oq cho‘kmasini hosil qiladi:

$$SO_4^{2-} + Ba^{2+} = BaSO_4\downarrow$$

$BaSO_4$ cho‘kmasi kislotalarda erimasligi bilan birinchi gruppaning qolgan anionlarining bariyli tuzlaridan farq qiladi.

Reaksiyaning bajarilishi. Natriy sulfat Na_2SO_4 ning 2 tomchi eritmasiga bariy xlorid eritmasi qo‘shiladi va cho‘kma tushishi kuzatiladi. Hosil bo‘lgan cho‘kmaning mineral kislotalarda erimasligini tekshirib ko‘riladi.

2. Qo‘rg‘oshin asetat va qo‘rg‘oshin nitrat eritmadagi SO_4^{2-} ionlari bilan reaksiyaga kirishib, qo‘rg‘oshin sulfat $PbSO_4$ ning oq cho‘kmasini hosil qiladi:

$$SO_4^{2-} + Pb^{2+} = PbSO_4\downarrow$$

Cho‘kma nitrat kislotada erimaydi, ammo isitilganda ishqor eritmasida, shuningdek, ammoniy asetatning konsentrlangan eritmasida (30% li) qiyinlik bilan eriydi:

$$PbSO_4 + 4KOH = K_2PbO_2 + K_2SO_4 + 2H_2O$$

Reaksiyaning bajarilishi. Probirkaga 2 tomchi natriy sulfat eritmasini olib, uning ustiga qo‘rg‘oshin nitrat aralashmasidan 2 tomchi qo‘shiladi va cho‘kma tushishi kuzatiladi. Cho‘kmali eritmani ikkita probirkaga bo‘lib, probirkalarning biriga issiq ishqor eritmasi, ikkinchisiga ammoniy asetatning konsentrlangan eritmasi (30% li) qo‘shiladi va cho‘kmaning bu eritmalarda eruvchanligi tekshiriladi.

Fosfat PO_4^{3-} ionlarining reaksiyalari

1. Bariy xlorid $BaCl_2$ neytral eritmalarda va kuchsiz ishqoriy muhitda PO_4^{3-} ionlari bilan reksiyaga kirishib, oq cho‘kma hosil qiladi:

$$2PO_4^{3-} + 3Ba^{2+} = Ba_3(PO)_4\downarrow$$

Cho‘kma mineral kislotalar va sirka kislotada oson eriydi.

Reaksiyaning bajarilishi. Natriy fosfatning 3–4 tomchi eritmasiga bariy xloridning 3–4 tomchi eritmasi qo‘shiladi. Hosil bo‘lgan cho‘kmani suyultirilgan xlorid, nitrat va sirka kislotalarning eritmasida eruvchanligi tekshiriladi.

2. Magnezial aralashma (amoniy xlorid, magniy xlorid va ammiakning suvdagi eritmasi) hatto suyultirilgan eritmalarda ham fosfat PO_4^{3-} ionlari bilan reaksiyaga kirishib, magniy ammoniy fosfat $MgNH_4PO_4$ ning oq kristall cho‘kmasini hosil qiladi:

$$Na_2HPO_4 + MgCl_2 + NH_4OH = MgNH_4PO_4\downarrow + 2NaCl + H_2O$$

$$HPO_4^{2-} + Mg^{2+} + NH_4OH = MgNH_4PO_4\downarrow\ H_2O$$

Cho‘kma juda kuchsiz kislotalarda ham oson eriydi. Bu reaksiya PO_4^{3-} uchun xarakterli bo‘lib, siydikda fosfatlarni topish uchun qo‘llaniladi.

Reaksiyaning bajarilishi. Probirkaga 2 tomchi natriy gidrofosfat Na_2HPO_4 eritmasidan tomiziladi, uning ustiga 2 tomchi ammoniy xlorid eritmasi, 2 tomchi ammiak eritmasi va undan keyin 2 tomchi magniy xlorid eritmasi qo‘shiladi, cho‘kma tushishi kuzatiladi. Hosil qilingan cho‘kmaning suyultirilgan xlorid va nitrat kislotalarda erishi tekshiriladi.

3. Kumush nitrat $AgNO_3$ eritmadagi PO_4^{3-} ionlari bilan reaksiyaga kirishib, nitrat kislotada va ammiak eritmasida yaxshi eriydigan sariq rangli kumush fosfat Ag_3PO_4 cho‘kmasini hosil qiladi.

Eritmadagi PO_4^{3-} ionlarining to‘liq cho‘kishi faqat neytral va kuchsiz ishqoriy muhitda sodir bo‘ladi:

$$PO_4^{3-} + 3Ag^+ = Ag_3PO_4$$

Reaksiyaning bajarilishi. Natriy fosfat Na_3PO_4 ning 4 tomchi eritmasiga kumush nitrat eritmasidan 4 tomchi qo‘shiladi. Cho‘kmali eritma 2 qismga bo‘linadi. Cho‘kmaning nitrat kislotada va ammiakda erishi kuzatiladi.

4. Ammoniy molibdat $(NH_4)_2MoO_4$ ning mo‘l miqdori nitrat kislota muhitida fosfat PO_4^{3-} va gidrofosfat HPO_4^{2-} ionlari bilan ammoniy fosforomolibdatning sariq kristall cho‘kmasini hosil qiladi:

$$Na_2HPO_4+12(NH_4)_2MoO_4+23HNO_3=(NH_4)_3\,H_4[P(Mo_2O_7)_6]\downarrow+ \\ + 21NH_4NO_3 + 2NaNO_3 + 10H_2O$$

$$HPO_4^{2-}+3NH_4^+ +12MoO_4^{2-}+23H^+=(NH_4)_3H_4[P(Mo_2O_7)_6]\downarrow+ \\ +10H_2O$$

Cho‘kma ishqorlarda va ammiak eritmasida oson eriydi:

$$(NH_4)_3H_4[P(Mo_2O_7)_6] + 24NH_3 + 10H_2O = \\ = (NH_4)_3PO_4 + 12(NH_4)_2MoO_4$$

Bundan tashqari, cho‘kma ishqoriy metallar fosfatlarining mo‘l miqdorida eriydi. Shuning uchun reaktiv ortiqcha miqdorda olinishi kerak. SO_3^{2-} ionlari boshqa qaytaruvchilar kabi bu reaksiyaning o‘tkazilishiga xalaqit beradi. Reaksiya juda sezgir bo‘lib, PO_4^{3-} ionlari uchun xos reaksiyalardan biri sifatida siydikda fosfatlarni aniqlash uchun ishlatiladi.

Reaksiyaning bajarilishi. Probirkaga 5 tomchi ammoniy molibdat $(NH_4)_2MoO_4$ eritmasi va bir tomchi konsentrlangan nitrat kislota eritmasi solinadi. Probirkadagi eritma biroz isitilgach, uning ustiga natriy gidrofosfat eritmasidan 1 tomchi qo‘shiladi. Biroz vaqt o‘tgandan so‘ng cho‘kma tushishi kuzatiladi.

Karbonat CO_3^{2-} ionlarining reaksiyalari

1. Bariy xlorid $BaCl_2$ karbonatlarning eritmalaridan sovuqda bariy karbonat $BaCO_2$ ning oq cho‘kmasini hosil qiladi:

$$Ba^{2+} + CO_3^{2-} = BaCO_3\downarrow$$

Cho‘kma suyultirilgan xlorid va nitrat kislota eritmalarida hamda sirka kislotada yaxshi eriydi.

Reaksiyaning bajarilishi. Natriy karbonatning 2−3 tomchi eritmasiga 2−3 tomchi bariy xlorid eritmasi qo‘shiladi va hosil bo‘lgan cho‘kmaning suyultirilgan kislotalarda erishi tekshiriladi.

2. Kislotalar karbonatlar bilan reaksiyaga kirishganda, shiddatli ravishda karbonat angidrid gazi ajralib chiqadi:

$$CO_3^{2-} + 2H^+ = H_2O + CO_2\uparrow$$

Bu reaksiya karbonatlar uchun xosdir, chunki kislotalar ta’sirida sulfitlardan SO_2 ning ajralishi unchalik shiddatli bo‘lmaydi.

Reaksiyaning bajarilishi. 2 tomchi Na_2CO_3 eritmasiga tomchilatib suyultirilgan xlorid yoki boshqa bir kislota qo‘shiladi. Gazning shiddatli ajralib chiqishi kuzatiladi.

3. Kumush nitrat $AgNO_3$ karbonatlarning eritmalaridan oq rangli cho‘kma − kumush karbonatni cho‘ktiradi:

$$2Ag^+ + CO_3^{2-} = Ag_2CO_3\downarrow$$

Kumush karbonat kuchsiz kislota va kuchsiz asosdan hosil bo‘lganligi va issiq suvda erishi tufayli Ag_2CO_3 cho‘kmasi bor eritma qizdirilganda qaytmas gidroliz sodir bo‘ladi. Bunda xira qo‘ng‘irrangli kumush oksidi hosil bo‘ladi va karbonat angidrid gazi ajralib chiqadi:

$$Ag_2CO_3 + 2H_2O = 2AgOH + H_2CO_3$$

$$Ag_2O\downarrow \quad H_2O \qquad H_2O \quad CO_2\uparrow$$

Reaksiyaning bajarilishi. Probirkaga 4−5 tomchi natriy karbonat Na_2CO_3 eritmasidan solib, uning ustiga kumush nitrat $AgNO_3$ ning 5 tomchi eritmasi tomiziladi. Hosil qilingan cho‘kmali eritma uch qismga bo‘linib, cho‘kmaning ammiakda va suyultirilgan HNO_3 da erishi, shuningdek, isitilganda cho‘kmaning gidrolizlanishi tekshiriladi.

Sulfit SO_3^{2-} ionlarining reaksiyalari

1. Bariy xlorid $BaCl_2$ sulfitlarning neytral eritmalari bilan reaksiyaga kirishib, bariy sulfit $BaSO_3$ ning oq cho‘kmasini hosil qiladi:

$$Ba^{2+} + SO_3^{2-} = BaSO_3\downarrow$$

Cho‘kma suyultirilgan xlorid va nitrat kislota eritmasida eriydi.

Reaksiyaning bajarilishi. Probirkaga natriy sulfitning 3—4 tomchi eritmasidan olib, unga 3—4 tomchi $BaCl_2$ eritmasi qo‘shi-

ladi. Cho‘kmali eritmani ikki qismga bo‘lib, suyultirilgan mineral kislotalarda cho‘kmaning erishi kuzatiladi.

2. Kumush nitrat $AgNO_3$ sulfitlarning neytral eritmalari bilan reaksiyaga kirishib, kumush sulfit Ag_2SO_3 ning oq kristall cho‘kmasini hosil qiladi:

$$SO_3^{2-} + 2Ag^+ = Ag_2SO_3\downarrow$$

Cho‘kma suyultirilgan nitrat kislota va ammiak eritmasida eriydi. U mo‘l miqdordagi natriy sulfitning eritmasida ham kompleks tuz hosil qilib eriydi:

$$Ag_2SO_3 + Na_2SO_3 = 2Na[AgSO_3]$$

Bu tuzning eritmasi qizdirilganda kumush kulrang metall shaklida cho‘kmaga tushadi:

$$2Na[AgSO_3] = 2Ag\downarrow + Na_2SO_4 + SO_2\uparrow$$

Reaksiyaning bajarilishi. Probirkaga natriy sulfit eritmasidan 4—5 tomchi tomiziladi va 5—6 tomchi kumush nitrat eritmasi qo‘shiladi. Cho‘kmali eritma uch qismga bo‘linadi va cho‘kmaning suyultirilgan nitrat kislotada, ammiak va ortiqcha natriy sulfit eritmasida erishi kuzatiladi. Cho‘kmaning mo‘l miqdordagi natriy sulfitda erishi natijasida hosil bo‘lgan eritma bir necha minut suv hammomida qizdiriladi va eritmadan kumush metalining ajralib cho‘kmaga tushishi kuzatiladi.

3. Yod I_2 eritmasi sulfit kislota (1) ga yoki kislotali muhitga keltirilgan sulfitlar eritmasi (2) ga ta’sir ettirilganda rangsizlanadi.

$$H_2SO_3 + I_2 + H_2O = 2HI + H_2SO_4 \quad (1)$$

$$Na_2SO_3 + 2HCl + I_2 + H_2O = 2HI + Na_2SO_4 + 2HCl \quad (2)$$

Reaksiyani kuchsiz kislotali muhitda o‘tkazish kerak, chunki yod ishqoriy eritmalarda sulfitlar yo‘qligida ham rangsizlanadi.

Reaksiyaning bajarilishi. Probirkaga yodning spirtdagi eritmasidan 3 tomchi olib, uning ustiga suyultirilgan xlorid kislota eritmasi va eritmani aralashtirib turgan holda tomchilatib natriy sulfit eritmasi qo‘shiladi. Yod eritmasining asta-sekin rangsizlanishi kuzatiladi.

4. Natriy nitroprussid. $Na_2[Fe(CN)_5NO]$ sulfitlarning neytral eritmalarini qizil-pushti rangga bo‘yaydi. Mo‘l miqdordagi rux sulfat ta’sirida eritma tiniq qizil rangga o‘ta boshlaydi. Agar eritmaga ozgina sariq qon tuzi $K_4[Fe(CN)_6]$ qo‘shilsa, reaksiyaning sezuvchanligi yanada ortadi.

Reaksiyaning bajarilishi. Natriy sulfitning 2 tomchi eritmasiga natriy nitroprussid eritmasidan 1 tomchi, rux sulfatdan 3 tomchi qo‘shiladi. Eritma rangining o‘zgarishi kuzatiladi. So‘ngra eritmaga 1 tomchi suyultirilgan $K_4[Fe(CN)_6]$ eritmasi qo‘shiladi va cho‘kma tushishi kuzatiladi.

Tiosulfat $S_2O_3^{2-}$ ionlarining reaksiyalari

1. Bariy xlorid $BaCl_2$ eritmadagi $S_2O_3^{2-}$ anionlari bilan reaksiyaga kirishib, qaynoq suv va mineral kislotalarda eriydigan oq rangli cho‘kma BaS_2O_3 ni hosil qiladi.

$$S_2O_3^{2-} + Ba^{2+} = BaS_2O_3\downarrow$$

BaS_2O_3 o‘ta to‘yingan eritmalarni hosil qiladi.

Reaksiyaning bajarilishi. Probirkaga 2—3 tomchi natriy tiosulfat eritmasidan solib, uning ustiga bariy $BaCl_2$ eritmasidan 2—3 tomchi qo‘shiladi va probirkaning devori shisha tayoqcha bilan ishqalanadi va oq cho‘kma tushishi kuzatiladi. Cho‘kmali eritma ikkita probirkaga bo‘linadi. Probirkalarning biriga issiq suv, ikkinchisiga suyultirilgan sulfat kislota qo‘shib cho‘kmalarning eruvchanligi kuzatiladi.

2. Kumush nitrat $AgNO_3$ eritmadagi tiosulfat $S_2O_3^{2-}$ ionlari bilan reaksiyaga kirishib, oq rangli $Ag_2S_2O_3$ cho‘kmasini hosil qiladi. Bu cho‘kma avvaliga sarg‘ayadi, so‘ngra qo‘ng‘ir tusga kiradi va oxirida kumush sulfidga aylanishi sababli qorayadi:

$$Na_2S_2O_3 + 2AgNO_3 = Ag_2S_2O_3\downarrow + 2NaNO_3$$

$$Ag_2S_2O_3 = Ag_2SO_3 + S\downarrow$$

$$Ag_2SO_3 + S + H_2O = Ag_2S\downarrow + 2H_2SO_4$$

Reaksiyaning bajarilishi. Probirkaga 1—2 tomchi $Na_2S_2O_3$ eritmasidan solib, uning ustiga 2—3 tomchi $AgNO_3$ eritmasi qo‘shiladi. Cho‘kma tushishi va uning rangining o‘zgarishi kuzatiladi.

3. Kislotalar tiosulfat eritmalari bilan reaksiyaga kirishib erkin holatdagi $H_2S_2O_3$ ni hosil qiladi, u esa, o ‘z navbatida, H_2O, SO_2 va oltingugurtga parchalanib ketadi:

$$S_2O^2{}_3^- + 2H^+ = H_2S_2O_3$$

$$H_2S_2O_3 = H_2O + SO_2 + S$$

Reaksiyaning bajarilishi. Probirkaga 4 tomchi $Na_2S_2O_3$ eritmasidan solib, uning ustiga shuncha xlorid kislota eritmasi

qo‘shiladi va eritma ohista qizdiriladi. Sariq cho‘kma tushishi kuzatiladi.

4. Yod va kaliy permanganat kabi oksidlovchilarning eritmalari tiosulfat eritmasi bilan tetrationat kislota $H_2S_4O_6$ ning tuzlarini hosil qilib rangsizlanadi:

$$2Na_2S_2O_3 + I_2 = Na_2S_4O_6 + 2NaI$$

$$2S_2O_3^{2-} + I_2 = S_4O_6^{2-} + 2I^-$$

Yod bilan tiosulfatlar orasida boradigan bu reaksiya miqdoriy analizda muhim ahamiyatga egadir:

$$5Na_2S_2O_3+8KMnO_4+7H_2SO_4=5Na_2SO_4+8MnSO_4+4K_2SO_4+7H_2O$$

$$5S_2O_3^{2-} + 8MnO_4^- + 14H^+ = 10SO_4^{2-} + 8Mn^{2+} + 7H_2O$$

Reaksiyaning bajarilishi. Ikkita probirka olib, ularning biriga 5 tomchi yod eritmasi, ikkinchisiga 5 tomchi 0,1 n $KMnO_4$ eritmasi va 1 tomchi 2 n sulfat kislota eritmasi solinadi. Har ikkala probirkaga ulardagi eritma to‘liq rangsizlangunga qadar tiosulfat eritmasi tomchilatib qo‘shiladi.

Metaborat BO_2^- va tetraborat $B_4O_7^{2-}$ ionlarining reaksiyalari

Borat kislotaning tuzlari – boratlar tarkibi jihatidan ortoborat kislotaga emas, balki metaborat kislota HBO_2 yoki tetraborat kislota $H_2B_4O_7$ ga to‘g‘ri keladi. Boratlardan faqat ishqoriy metallarning tuzlari suvda eriydi. Ulardan eng muhimi bura deb ataladigan natriy tetraborat $Na_2B_4O_7 \cdot 10H_2O$ dir. Kuchsiz kislotaning tuzi bo‘lganligi uchun barcha eruvchan boratlar suvli eritmalarida kuchli gidrolizlanadi va ishqoriy muhitga ega bo‘ladi. Suvda erimaydigan boratlar kislotalarda eriydi.

1. Bariy xlorid $BaCl_2$ bura $Na_2B_4O_7$ ning konsentrlangan eritmasi bilan xlorid, nitrat va sirka kislotalarda eriydigan oq rangli cho‘kma – bariy $Ba(BO_2)_2$ ni hosil qiladi:

$$Na_2B_4O_7 + BaCl_2 + 3H_2O = Ba(BO_2)_2 \downarrow + 2H_3BO_3 + 2NaCl$$

$$B_4O^2{}_7^- + Ba^{2+} + 3H_2O = Ba(BO_2)_2 \downarrow + 2H_3BO_3$$

Reaksiyaning bajarilishi. Probirkaga 2—3 tomchi $Na_2B_4O_7$ eritmasidan solib, uning ustiga 2—3 tomchi bariy xlorid $BaCl_2$ eritmasi qo‘shiladi va oq cho‘kma hosil bo‘lishi kuzatiladi.

2. Kumush nitrat $AgNO_3$ reaktivi eritmadagi tetraborat $B_2O_7^{2-}$ ionlari bilan reaksiyaga kirishib, nitrat kislota va novshadil spirtida eriydigan metaborat kislotaning kumushli tuzi $AgBO_2$ ni hosil qiladi:

$$Na_2B_4O_7 + 2AgNO_3 + 3H_2O = 2AgBO_2\downarrow + 2H_3BO_3 + 2NaNO_3$$

$$B_4O_7^{2-} + 2Ag^+ + 3H_2O = 2AgBO_2\downarrow + 2H_3BO_3$$

Reaksiyaning bajarilishi. Probirkaga 3—4 tomchi natriy tetraborat eritmasidan solib, uning ustiga 3—4 tomchi kumush nitrat eritmasi qo‘shiladi.

3. Kurkumin qog‘ozi kislotali muhitda borat kislota yoki boratlar bilan ta’sirlashib, qurigandan so‘ng och qizil-qo‘ng‘ir-rangli dog‘ paydo qiladi. Ishqorlar yoki ammiak eritmasi ta’sirida dog‘ qoramtir-yashil yoki binafsha tusga kiradi.

Reaksiyaning bajarilishi. Kurkumin qog‘ozi 2 tomchi borat kislota va 2 tomchi xlorid kislota eritmasi bilan bir tekisda namlanadi. Qog‘oz ehtiyotlik bilan gaz gorelkasi alangasi ustiga tutib quritiladi. So‘ngra ammiak yoki ishqor eritmasi bilan ho‘llanadi va qizil-qo‘ng‘irrangning qoramtir-yashil rangga o‘tishi kuzatiladi.

4. Alanganing bo‘yalish reaksiyasi. Borning uchuvchan birikmalari gaz gorelkasining rangsiz alangasini yashil rangga kiritadi. Boratlar uchuvchan birikmalar bo‘lmaganligi sababli reaksiyani olib borishda quyidagi usullardan biri tanlanadi.

Reaksiyaning bajarilishi. 4.1. Natriy tetraborat $Na_2B_4O_7$ eritmasidan tigelda 5—6 tomchi olib, eritma quriguncha bug‘latiladi. Sovigandan so‘ng qolgan qoldiqni shisha kurakcha bilan qirib olib, kukun holatdagi CaF_2 bilan yaxshilab aralash-tiriladi va aralashmaga sulfat kislotaning konsentrlangan erit-masidan 2—3 tomchi tomizib, aralashma ho‘llanadi. Bunda borning uchuvchan birikmasi BF_3 hosil bo‘ladi.

Agar shisha tayoqcha yordamida aralashmadan ozgina olib, uni alanga yaqinida o‘tga tekkizmasdan ushlansa, birozdan so‘ng alanganing chekkasi yashil rangga bo‘yaladi.

4.2. Natriy tetraborat $Na_2B_4O_7$ eritmasidan tigelga 4—5 tomchisini olib, quriguncha bug‘latiladi. Sovigandan so‘ng qolgan qoldiqqa 3—4 tomchi konsentrlangan sulfat kislota H_2SO_4, 5—6 tomchi etil spirti qo‘shib, shisha tayoqcha bilan aralashtiriladi va yondiriladi. Yonayotgan spirt alangasining chetlari yashil rangga bo‘yaladi.

Reaksiya quyidagi tenglamalar asosida boradi:

$$Na_2B_4O_7 + H_2SO_4 + 5H_2O = 4H_3BO_3 + Na_2SO_4$$

$$B(OH)_3 + 3C_2H_5OH \rightarrow B(OC_2H_5)_3 + 3H_2O$$

Reaksiya natijasida hosil bo‘lgan borat kislotaning etil efiri uchuvchan birikma bo‘lganligi uchun alangani xarakterli yashil rangga bo‘yaydi.

Oksalat $C_2O_4^{2-}$ ionlarining reaksiyalari

1. Bariy xlorid. $BaCl_2$ oksalat $C_2O_4^{2-}$ ionlari bilan BaC_2O_4 tarkibli oq cho‘kma hosil qiladi:

$$C_2O_4^{2} + Ba^{2+} = BaC_2O_4\downarrow$$

Uy haroratida cho‘kma xlorid va nitrat kislotalarda, sirka kislotada esa qizdirilganda yaxshi eriydi.

Reaksiyaning bajarilishi. Probirkaga 5 tomchi ammoniy oksalat olib, uning ustiga 5 tomchi bariy xlorid eritmasidan qo‘shiladi. Cho‘kmali eritma ikkiga bo‘linib, uning birinchi qismiga xlorid yoki nitrat kislota, ikkinchi qismiga esa sirka kislota qo‘shib qizdiriladi va cho‘kmaning eruvchanligi tekshiriladi.

2. Kalsiy xlorid. $CaCl_2$ oksalat $C_2O_4^{2-}$ anionlari bilan CaC_2O_4 tarkibli oq cho‘kma hosil qiladi:

$$C_2O_4^{2} + Ca^{2+} = CaC_2O_4\downarrow$$

Cho‘kma mineral kislotalarda yaxshi eriydi, sirka kislotada esa erimaydi. Bu reaksiya oksalat ionlari uchun xosdir.

Reaksiyaning bajarilishi. Probirkaga 3—4 tomchi ammoniy oksalat eritmasidan olib, uning ustiga 3—4 tomchi kalsiy xlorid qo‘shiladi. Hosil bo‘lgan cho‘kmaning xlorid va sirka kislotalarda eruvchanligi tekshiriladi.

3. Kaliy permanganat $KMnO_4$ kislotali muhitda oksalat $C_2O_4^{2-}$ ionlarini karbonat angidridgacha oksidlaydi, o‘zi esa rangsiz Mn^{2+} ionlarigacha qaytariladi:

$$5(NH_4)_2C_2O_4+2KMnO_4+8H_2SO_4=10CO_2+2MnSO_4+$$
$$+5(NH_4)_2SO_4+8H_2O$$

$$5C_2O_4^{2-} + 2MnO_4^{-} + 16H^{+} = 10CO_2\uparrow + 2Mn^{2+} + 8H_2O$$

Reaksiyaning bajarilishi. Probirkaga 3—4 tomchi ammoniy oksalat eritmasidan olib, uning ustiga 4—5 tomchi sulfat kislota qo‘shiladi va aralashma 70—80° C gacha qizdiriladi. So‘ngra erit-

maga tomchilatib kaliy permanganat eritmasi qo‘shiladi va uning rangsizlanishi kuzatiladi.

Bilimlarni mustahkamlash uchun savollar

1. Birinchi analitik gruppa anionlariga qaysi ionlar kiradi?
2. Birinchi analitik gruppa anionlari bariyli va kumushli tuzlarining suvda eruvchanligi haqida nimalarni bilasiz?
3. Birinchi analitik gruppa anionlarining qaysilari siydikning eng muhim ionlari bo‘lib hisoblanadi?
4. Anionlar analizi kationlar analizidan nimasi bilan farq qiladi?
5. Birinchi analitik gruppa anionlarining suvda erimaydigan, ammo nitrat kislota eritmasida oson eriydigan kumushli tuzlarini aytib bering.
6. Karbonat CO_3^{2-} ionlari uchun qaysi reaksiyalar xos va ular qanday aniqlanadi? Tegishli reaksiyalar tenglamalarini yozing.
7. Sulfit SO_3^{2-} va sulfat SO_4^{2-} ionlari qanday reaksiyalar yordamida aniqlanadi? Tegishli reaksiyalar tenglamalarini yozing.
8. Birinchi analitik gruppa anionlari aralashmasiga $AgNO_3$ eritmasi qo‘shilganda sariq cho‘kma hosil bo‘lsa, bu nimadan darak beradi?
9. $S_2O_3^{2-}$ ionlari uchun qaysi reaksiyalar xos va ular qanday aniqlanadi? Tegishli reaksiyalar tenglamalarini yozing.
10. BO_2^- ionlari uchun qaysi reaksiyalar xos va ular qanday aniqlanadi? Tegishli reaksiyalar tenglamalarini yozing.

52- §. Ikkinchi analitik gruppa anionlarining umumiy tavsifi va tibbiyotdagi ahamiyati

Ikkinchi analitik gruppa anionlariga xlorid Cl^-, bromid Br^-, yodid I^-, sulfid S^{2-} va rodanid SCN^- anionlari kiradi. Bu anionlar Ag^+ ionlari bilan suvda va suyultirilgan nitrat kislotada erimaydigan tuzlar hosil qiladi. Shuning uchun kumush nitrat $AgNO_3$ suyultirilgan nitrat kislota ishtirokida ikkinchi analitik gruppa anionlarining cho‘ktiruvchi (sifat) reaktivi sifatida ishlatiladi. Nitrat kislota muhitida $AgNO_3$ birinchi analitik gruppa anionlari bilan cho‘kma hosil qilmaydi. Ikkinchi analitik gruppa anionlarining bariyli tuzlari suvda yaxshi eriydi.

Natriy, kaliy va kalsiy xloridlarining odam organizmi uchun ahamiyati katta. Natriy va kaliy xloridlari hujayralarning tuzilishida ishtirok etadi va hujayralarda osmotik bosimni ushlab turadi. Xloridlar ichimlik suviga ta’m beruvchi asosiy moddalar hisoblanadi.

Yod birikmalari qalqonsimon bez garmonlari tarkibiga kiradi, ular yetishmasa yoki ko‘proq bo‘lsa, turli xil endokrin kasalliklar paydo bo‘ladi. Natriy, kaliy va kalsiy xloridlari turli xil inyeksion eritmalar tarkibida bo‘ladi. Natriy va kaliy yodidlari qalqonsimon bez, bronxial astma va zamburug‘li kasalliklarni davolashda ishlatiladigan miksturalar tarkibiga kiradi.

Natriy, kaliy va ammoniy bromidlari markaziy asab tizimi faoliyatini mo‘tadillashtiruvchi, tinchlantiruvchi vosita sifatida qo‘llaniladi. Yodning spirtli nastoykasi kuchli antiseptik vosita bo‘lib, tibbiyotda ko‘p qo‘llaniladi; bundan tashqari, kaliy yod bilan birgalikda Lugol eritmasi tarkibiga kiradi.

53-§. Ikkinchi analitik gruppa anionlarining xususiy reaksiyalari

Xlorid Cl^- ionlarining reaksiyalari

Kumush nitrat $AgNO_3$ eritmadagi xlorid ionlari Cl^- bilan kumush xloridning oq suzmasimon cho‘kmasini hosil qiladi:

$$Ag^+ + Cl^- = AgCl\downarrow$$

Cho‘kma nitrat kislotada erimaydi, biroq ammiak eritmasida komleks birikma hosil qilib oson eriydi:

$$AgCl + 2NH_4OH = [Ag(NH_3)_2]Cl + 2H_2O$$

Kumush xloridning ammiakli eritmasiga konsentrlangan nitrat kislota qo‘shilganda yana qaytadan cho‘kma hosil bo‘ladi:

$$[Ag(NH_3)_2]Cl + 2HNO_3 = 2NH_4NO_3 + AgCl\downarrow$$

Reaksiyaning bajarilishi. Xlorid kislota yoki natriy xlorid eritmasining 2 tomchisiga kumush nitrat eritmasidan 2 tomchi qo‘shiladi. Cho‘kma tushgan eritmaga cho‘kma to‘la eriguncha konsentrlangan ammiak eritmasi qo‘shiladi. Cho‘kma erigandan so‘ng eritmaga konsentrlangan nitrat kislota qo‘shib eritmadan cho‘kma ajralib chiqishi kuzatiladi.

Bromid Br^- ionlarining reaksiyalari

1. Kumush nitrat $AgNO_3$ eritmadagi Br^- ionlari bilan kumush bromidning och sariq rangli cho‘kmasini hosil qiladi:

$$Ag^+ + Br^- = AgBr\downarrow$$

Cho‘kma nitrat kislotada erimaydi, ammiakda oz eriydi, natriy tiosulfat eritmasida esa yaxshi eriydi:

$$AgBr + Na_2S_2O_3 = NaBr + Na[Ag(S_2O_3)]$$

Reaksiyaning bajarilishi. Natriy yoki kaliy bromidning 3—4 tomchisiga kumush nitrat eritmasidan 3—4 tomchi qo‘shiladi. Cho‘kmali eritma 2 qismga bo‘linadi. Bir qismiga natriy tiosulfat eritmasi, boshqasiga konsentrlangan ammiak eritmasi qo‘shiladi. Bu reaktivlarda kumush bromid cho‘kmasining erishi kuzatiladi.

2. Xlorli suv bromidlar eritmasiga qo‘shilganda eritmadan erkin brom ajralib chiqadi. U uglerod sulfidda yoki xloroformda erib, erituvchi qatlamini to‘q sariq rangga bo‘yaydi:

$$Cl_2 + 2NaBr = 2NaCl + Br_2$$

Xlorli suv ortiqcha miqdorda qo‘shilganda rang yo‘qoladi, chunki xlor brom bilan tiniqroq rangga ega bo‘lgan brom xloridni hosil qiladi. Bu reaksiya Br^- ioni uchun o‘ziga xos reaksiyalardan biridir.

Reaksiyaning bajarilishi. Natriy bromid eritmasining 2—3 tomchisiga 0,5 ml xloroform va eritmani chayqatib turgan holda, 2—3 tomchi xlorli suv qo‘shiladi. Xloroform qatlami rangining o‘zgarishi kuzatiladi.

Yodid I^- ionlarining reaksiyalari

1. Kumush nitrat $AgNO_3$ eritmadagi I^- ionlari bilan reaksiyaga kirishib, kumush yodidning sariq rangli suzmasimon cho‘kmasini hosil qiladi:

$$Ag^+ + I^- = AgI\downarrow$$

Cho‘kma nitrat kislota va ammiakda erimaydi, natriy tiosulfat eritmasida esa oz eriydi.

Reaksiyaning bajarilishi. Probirkaga 2—3 tomchi kaliy yodid eritmasidan olib, uning ustiga kumush nitrat eritmasi qo‘shiladi. Tushgan cho‘kmaning tiosulfat eritmasida eruvchanligi tekshiriladi.

2. Qo‘rg‘oshin nitrat $Pb(NO_3)_2$ yoki qo‘rg‘oshin asetat $(CH_3COO)_2Pb$ eritmadagi I^- ionlari bilan reaksiyaga kirishib, qo‘rg‘oshin (II) yodid cho‘kmasini hosil qiladi. Cho‘kma sariq rangda bo‘lib, qaynoq suvda eriydi va eritma sovitilganda yana qaytadan oltinsimon tangachalar ko‘rinishida ajraladi:

$$Pb^+ + 2I^- = PbI_2\downarrow$$

Reaksiyaning bajarilishi. Kaliy yodidning 3 tomchi eritmasiga qo‘rg‘oshin tuzi eritmasidan 2—3 tomchi qo‘shiladi. Hosil bo‘lgan

sariq cho‘kmaga taxminan 1 ml distillangan suv qo‘shiladi va cho‘kma to‘la eriguncha qizdiriladi. Hosil qilingan eritma sovitiladi va qo‘rg‘oshin yodidning oltinsimon kristallari hosil bo‘lishi kuzatiladi.

3. Xlorli suv yodidlar eritmasidan erkin yodni siqib chiqaradi:

$$2KI + Cl_2 = 2KCl + I_2$$

Reaksiya yod ionlari uchun xos bo‘lib, odatda, shu ionlarni topishda qo‘llaniladi.

Reaksiyaning bajarilishi. Kaliy yodid eritmasining 4—5 tomchisi suyultirilgan sulfat kislotaning 1—2 tomchisi bilan kislotali muhitga keltiriladi. Eritma 2 ta probirkaga bo‘linib, birinchi probirkaga 0,5 ml xloroform va chayqatib turgan holda, 2—3 tomchi xlorli suv qo‘shiladi. Xloroform qatlamining qizil-binafsha-rangga kirishi kuzatiladi. Ikkinchi probirkadagi eritmaga ozroq kraxmal kleysteri va 1—2 tomchi xlorli suv qo‘shib, eritma rangining ko‘karishi kuzatiladi.

4. Temir (III) xlorid $FeCl_3$ eritmadagi I^- ionlari bilan reaksiyaga kirishganda ularni erkin holatdagi yodgacha oksidlaydi:

$$2FeCl_3 + 2KI = 2FeCl_2 + 2KCl + I_2$$

Reaksiyaning bajarilishi. Filtr qog‘ozga alohida pipetkalar yordamida navbati bilan bir tomchidan KI, HCl va $FeCl_3$ eritmalari tomiziladi. Bunda qo‘ng‘irrang paydo bo‘lishi kuzatiladi. Agar qo‘ng‘ir dog‘ ustiga 1 tomchi kraxmal kleysteri tomizilsa, dog‘ ko‘karadi.

Sulfid S^{2-} ionlarining reaksiyalari

1. Kumush nitrat $AgNO_3$ eritmadagi S^{2-} ionlari bilan o‘zaro ta’sir etib kumush sulfidning qora cho‘kmasini hosil qiladi:

$$2Ag^+ + S^{2-} = Ag_2S\downarrow$$

Kumush sulfid suyultirilgan sovuq nitrat kislotada erimaydi, ammo issiq nitrat kislotada eriydi; ammiakda erimaydi.

Reaksiyaning bajarilishi. Probirkaga natriy sulfid Na_2S ning 2 tomchi eritmasidan olib, uning ustiga kumush nitrat eritma-sidan 2 tomchi qo‘shiladi va cho‘kma tushishi kuzatiladi. So‘ngra cho‘kmali eritma 2 ta probirkaga bo‘linadi, birinchi probirkaga nitrat kislota, ikkinchi probirkaga novshadil spirti qo‘shiladi. Bu reaktivlarda cho‘kmaning eruvchanligi kuzatiladi.

2. Xlorid kislota eritmadagi S^{2-} ionlari bilan reaksiyaga kirishadi, undan vodorod sulfidni siqib chiqaradi, hosil bo‘lgan vodorod sulfid H_2S ni hididan oson bilib olish mumkin (palag‘da tuxum hidi keladi):

$$S^{2-} + 2H^+ = H_2S\downarrow$$

Qo‘rg‘oshin asetat $Pb(CH_3COO)_2$ eritmasida ho‘llangan filtr qog‘oz vodorod sulfid ta’sirida qorayadi.

Reaksiyaning bajarilishi. Reaksiya mo‘rili shkafda o‘tkaziladi, chunki vodorod sulfid juda zaharli gazdir. Probirkaga 2 tomchi natriy sulfid Na_2S eritmasi tomiziladi va uning ustiga 2 tomchi xlorid kislota qo‘shiladi. Probirkaning ustiga qo‘rg‘oshin asetat eritmasi bilan ho‘llangan filtr qog‘ozning bo‘lakchasi yaqin olib kelinadi va qog‘ozning qorayishi kuzatiladi.

3. Kadmiy (II) ning suvda eriydigan tuzlari eritmadagi sulfid S^{2-} ionlari bilan reaksiyaga kirishib, kadmiy (II) sulfid CdS ning sariq rangli cho‘kmasini hosil qiladi:

$$S^{2-} + Cd^{2+} = CdS\downarrow$$

Agar cho‘kmaga mis (II) sulfat $CuSO_4$ ning eritmasi ta’sir ettirilsa, cho‘kmaning tarkibi o‘zgarib, mis (II) sulfid hosil bo‘lganligi tufayli u qorayadi:

$$CdS + CuSO_4 = CdSO_4 + CuS\downarrow$$

Bu reaksiya sulfid S^{2-} ionlari uchun xos reaksiyadir.

Reaksiyaning bajarilishi. Probirkaga 2—3 tomchi natriy sulfid Na_2S eritmasi olib, uning ustiga 2—3 tomchi kadmiy nitrat $Cd(NO_3)_2$ dan qo‘shiladi. Cho‘kmali eritma sentrifugalanib, sentrifugat to‘kib tashlanadi, cho‘kma ustiga esa 2—3 tomchi mis (II) sulfat eritmasidan qo‘shib, sariq cho‘kmaning qorayishi kuzatiladi.

Rodanid SCN^- ionlarining reaksiyalari

1. Kumush nitrat $AgNO_3$ eritmadagi rodanid SCN^- ionlari bilan oq cho‘kma hosil qiladi:

$$Ag^+ + SCN^- = AgSCN\downarrow$$

Cho‘kma nitrat kislotada erimaydi, ammo ammiak eritmasida eriydi.

Reaksiyaning bajarilishi. Probirkaga kaliy yoki ammoniy rodanid eritmasidan 2 tomchi solib, uning ustiga 2 tomchi kumush

nitrat eritmasi qo‘shiladi. Hosil bo‘lgan cho‘kmali eritma 2 ta probirkaga bo‘linadi. Birinchi probirkadagi cho‘kmali eritmaga nitrat kislota, ikkinchisiga ammiak eritmasi qo‘shib, cho‘kmaning bu reaktivlarda eruvchanligi kuzatiladi.

2. Temir (III) xlorid yoki Fe (III) sulfat ning suvda eriydigan tuzlari rodanid ionlari bilan reaksiyaga kirishib, qizil rangli kompleks birikma – temir (III) rodanidni hosil qiladi:

$$Fe^{3+} + 3SCN^- = Fe(SCN)_3$$

Reaksiyaning bajarilishi. Probirkaga 2—3 tomchi $FeCl_3$ yoki $Fe_2(SO_4)_3$ eritmasi olinib, uning ustiga 2—3 tomchi kaliy yoki ammoniy rodanid qo‘shiladi va eritma rangining o‘zgarishi kuzatiladi.

Bilimlarni mustahkamlash uchun savollar

1. Ikkinchi analitik gruppa anionlariga qaysi ionlar kiradi?
2. Ikkinchi analitik gruppa anionlarining cho‘ktiruvchi reaktivi qaysi modda?
3. AgCl, AgBr va AgI cho‘kmalari bir-biridan nimasi bilan farq qiladi?
4. AgCl cho‘kmasi va ammiak eritmasi orasidagi reaksiya tenglamasini yozing?
5. Yodid I^- ionlarini qanday ochish mumkin?
6. Rodanid SCN^- ionlarini qanday ochish mumkin?
7. Eritmaga xloroform qo‘shib xlorli suv ta’sir etganda xloroform qatlami qizil-binafsha tusga kirdi. Bu hodisa eritmada qaysi ion borligini ko‘rsatadi?
8. Eritmaga kumush nitrat qo‘shilganda qora cho‘kma tushdi. Bu nimani bildiradi?
9. S^{2-} ionlari uchun qaysi reaksiyalar xos? Tegishli reaksiyalar tenglamalarini yozing.
10. Eritmaga $AgNO_3$ ta’sir ettirilganda suyultirilgan nitrat kislotada erimaydigan sariq cho‘kma hosil bo‘ldi. Bu hodisa eritmada qaysi anion borligini bildiradi?

54- §. Uchinchi analitik gruppa anionlarining umumiy tavsifi va tibbiyotdagi ahamiyati

Uchinchi analitik gruppa anionlariga nitrit NO^-_2, nitrat NO^-_3, asetat CH_3COO^- ionlari kiradi. Bu anionlarning kumushli va bariyli tuzlari suvda eriydi. Bu gruppa anionlarning cho‘kti-ruvchi reaktivi yo‘q.

Ichimlik suvi tarkibida nitrit va nitratlar borligini aniqlash tibbiy profilaktika va ekologiya nuqtayi nazaridan katta ahamiyatga egadir. Ichimlik suvi tarkibida nitritlar va nitratlarning me'yordan ko'p bo'lishi suvning ifloslanganligini, ichishga yaroqsizligini bildiradi. Nitrat kislotaning organik moddalar bilan hosil qilgan hosilalari (nitroglitserin, nitrosorbit, nitranol va h.k) va organik asoslar bilan hosil qilgan tuzlari yurak faoliyatini yaxshilovchi dori preparatlari sifatida qo'llaniladi. Nitrit kislotaning natriyli tuzi natriy nitrit $NaNO_2$ va organik moddalar bilan hosil qilgan hosilasi – *amilnitrit* stenokardiyada, sianid kislota hamda uning tuzlari bilan zaharlanganda *ziddizahar (antidot)* sifatida qo'llaniladi.

Sirka kislotaning tuzlari – kaliy asetat CH_3COOK, qo'rg'oshin asetat $(CH_3COO)_2Pb$ hamda hosilalari kortizon, gidrokortizonlar tibbiy amaliyotda keng qo'llaniladigan moddalardir. Bu birikmalardagi asetat CH_3COO^- ioni yoki tuz hosil qiluvchi yoki dorivor moddalarning fizik-kimyoviy va terapevtik xususiyatlarini yaxshilovchi funksional gruppa sifatida qatnashadi.

55- §. Uchinchi analitik gruppa anionlarining xususiy reaksiyalari

Nitrit NO_2^- ionlarining reaksiyalari

1. Suyultirilgan sulfat kislota barcha nitritlar bilan hattoki, sovuq suvda ham reaksiyaga kirishib, qizil-qo'ng'irrangli NO_2 gazini hosil qiladi:

$$4NaNO_2 + 4H_2SO_4 + O_2 = 4NaHSO_4 + 4NO_2 + 2H_2O$$

Reaksiya tenglamasidan ko'rinib turibdiki, bunda oksidlanish-qaytarilish reaksiyasi sodir bo'lib, bu jarayonda havo kislorodi ham qatnashadi. Bu reaksiya konsentrlangan sulfat kislota bilan ham xuddi suyultirilgan sulfat kislota bilan borgandek, ammo shiddatliroq boradi. Aralashmani isitish reaksiyaning yanada shiddatliroq borishiga yordam beradi.

Reaksiyaning bajarilishi. Probirkaga natriy nitrit $NaNO_2$ eritmasidan 2 tomchi olib, uning ustiga 2 tomchi suyultirilgan sulfat kislota eritmasi qo'shiladi. Ajralib chiqayotgan qizil-qo'ng'irrangli gaz oq qog'oz fonida kuzatiladi.

2. Kaliy yodid KI kislotali muhitda nitritlar ta'siri ostida erkin holatdagi I_2 gacha oksidlanadi:

$$2KNO_2 + 2KI + 2H_2SO_4 = I_2 + 2NO\uparrow + 2K_2SO_4 + 2H_2O$$

Bu reaksiyaning borishiga boshqa oksidlovchilar xalaqit beradi.

Reaksiyaning bajarilishi. Probirkaga 2 tomchi kaliy yodid eritmasi, 1 tomchi suyultirilgan sulfat kislota, 2 tomchi natriy yoki kaliy nitrit eritmasi va 0,5 ml xloroform solib, yaxshilab chayqatamiz va xloroform qatlami rangining o‘zgarishini kuzatamiz.

3. Antipirin kislotali muhitda nitritlar bilan reaksiyaga kirishib, yashil rangli nitrozoantipirinni hosil qiladi. Bu reaksiya farmakopeyada ko‘p qo‘llaniladi.

Reaksiyaning bajarilishi. Probirkaga 2 tomchi antipirin eritmasi solib, uning ustiga 1—2 tomchi xlorid yoki sulfat kislota eritmasi va 2 tomchi nitrit eritmasi qo‘shiladi. Eritmaning yashil rangga kirishi kuzatiladi.

4. Temir (II) tuzlari kislotali muhitda nitritlar bilan reaksiyaga kirishib, uni NO gacha qaytaradi:

$$2KNO_2+2FeSO_4+2H_2SO_4=Fe_2(SO_4)_3+2NO\uparrow+K_2SO_4+2H_2O$$

Oksidlanish-qaytarilish reaksiyasi natijasida hosil bo‘lgan azot (II) oksidi reaksiyaga kirishishga ulgurmasdan qolgan $FeSO_4$ bilan o‘zaro ta’sirlashib qo‘ng‘irrangli beqaror kompleks birikma hosil qiladi:

$$FeSO_4 + NO = [Fe(NO)]SO_4$$

Reaksiyaning bajarilishi. Probirkaga 2—3 tomchi suv va 2—3 dona quruq $FeSO_4$ solinadi, uning ustiga natriy nitrit $NaNO_2$ eritmasidan 2 tomchi qo‘shiladi va probirka suv oqimi tagida sovitiladi. So‘ngra suyuqliklar aralashmasligi uchun ehtiyotlik bilan probirka devoridan 2—3 tomchi konsentrlangan sulfat kislota qo‘shiladi. Suyuqliklar tutashgan joyda qo‘ng‘irrangli halqa hosil bo‘ladi.

Nitrat NO_3^- ionlarining reaksiyalari

1. Temir (II) sulfat $FeSO_4$ sulfat kislota ishtirokida nitratlar bilan reaksiyaga kirishib, ularni NO gacha qaytaradi:

$$6FeSO_4+2NaNO_3+4H_2SO_4=3Fe_2(SO)_3+Na_2SO_4+2NO+4H_2O$$

Azot (II) oksid $FeSO_4$ bilan reaksiyaga kirishib, $[Fe(NO)]SO_4$ tarkibli qo‘ng‘irrangli kompleks tuz hosil qiladi:

$$FeSO_4 + NO = [Fe(NO)]SO_4$$

Bu reaksiya natijasida hosil bo‘ladigan kompleks birikma NO_2^- ionlari bilan boradigan reaksiya natijasida hosil bo‘lgan birikmaning

aynan o‘zi bo‘lsa-da, NO_2^- va NO_3^- ionlarini oson farqlash mumkin.

Eritmada bu ionlardan qaysi biri borligini bilish uchun tekshiriladigan eritmaga dastlab suyultirilgan sulfat kislota qo‘shiladi. Hosil bo‘layotgan qo‘ng‘irrangli NO_2 gazi eritmada NO_2^- ionlari borligini ko‘rsatadi. Agar qo‘ng‘irrang hosil bo‘masa, demak, eritmada NO_2^- ionlari yo‘q deb xulosa chiqariladi. Reaksiyani konsentrlangan sulfat kislota bilan takrorlash lozim. Qo‘ng‘ir halqaning paydo bo‘lishi eritmada NO_3^- ionlari borligini isbotlaydi.

Reaksiyanig bajarilishi. Probirkaga 2—3 tomchi suv, 2—3 dona quruq temir (II) sulfat $FeSO_4$ kristallchalari solinib, uning ustiga natriy nitrat $NaNO_3$ eritmasidan 2 tomchi qo‘shiladi va probirka suv oqimi tagida sovitiladi. Suyuqliklar aralashmasligi uchun ehtiyotlik bilan probirka devoridan 2—3 tomchi konsentrlangan sulfat kislota qo‘shiladi. Suyuqliklar tutashgan joyda qo‘ng‘ir halqa paydo bo‘lishi kuzatiladi.

2. Difenilamin $(C_6H_5)_2NH$ kislotali muhitda nitrat kislota ta’sirida oksidlanadi, natijada eritma ko‘karadi: NO_2^- va CrO_4^{2-} ionlari ham xuddi shunday reaksiyani berganligi uchun ular difenilamin yordamida NO_3^- ionlarini ochishga xalaqit beradi.

Reaksiyaning bajarilishi. Toza yuvilgan va quritilgan soat yoki predmet oynasi ustiga 3—4 tomchi difenilaminning konsentrlangan sulfat kislotadagi eritmasi tomizilib, uning ustiga 1 tomchi natriy yoki kaliy nitrat eritmasi qo‘shiladi. Eritma yaxshilab aralashtirilgach, ko‘k rang paydo bo‘lishi kuzatiladi.

Asetat CH_3COO^- ionlarining reaksiyalari

1. Sulfat kislota H_2SO_4 asetatlar bilan reaksiyaga kirishib, ulardan sirka kislotani siqib chiqaradi. Buni hosil bo‘lgan sirka kislotaning hididan bilish mumkin. Reaksiya yuqori haroratda shiddatliroq boradi:

$$2CH_3COONa + H_2SO_4 \rightarrow 2CH_3COOH + Na_2SO_4$$

Bu reaksiya farmakopeyada keng qo‘llaniladi.

Reaksiyaning bajarilishi. Probirkaga 6—8 tomchi natriy asetat eritmasidan solib, uning ustiga 6 tomchi sulfat kislota qo‘shiladi va ohista qizdiriladi. Hosil bo‘lgan sirka kislotani hididan bilish mumkin.

2. Temir (III) xlorid asetat ionlari bilan reaksiyaga kirishib qizil-qo‘ng‘irrangli temir (III) asetatini hosil qiladi:

$$3CH_3COONa + FeCl_3 \rightarrow (CH_3COO)_3\,Fe + 3NaCl$$
$$3CH_3COO^- + Fe^{3+} \rightarrow (CH_3COO)_3Fe$$

Eritma suyultirilganda yoki qizdirilganda temir (III) asetatining gidrolizlanishi natijasida temir (III) digidroksoasetat tuzining qizil-qo‘ng‘irrangli cho‘kmasi hosil bo‘ladi:

$$Fe(CH_3COO)_3+2HOH=Fe(OH)_2(CH_3COO)\downarrow+2CH_3COOH$$

Bu reaksiya farmakopeyada qo‘llaniladi.

Reaksiyaning bajarilishi. Probirkaga 8 tomchi natriy asetat eritmasi, 3—4 tomchi temir (III) xlorid solib, ustidan 1 ml qaynoq suv qo‘shiladi. Sovitilgandan so‘ng eritmadan qizil-qo‘ng‘irrangli suzmasimon cho‘kma tushishi kuzatiladi.

3. Etil spirti C_2H_5OH konsentrlangan sulfat kislota ishtirokida sirka kislota bilan reaksiyaga kirishib, sirka etil efirini hosil qiladi. Hosil bo‘lgan murakkab efir etilasetatni hididan bilish mumkin.

$$CH_3COOH + C_2H_5OH \rightarrow CH_3COOC_2H_5 + H_2O$$

Reaksiya uchun etil spirti o‘rniga amil spirti olinsa ham bo‘ladi.

Reaksiyaning bajarilishi. Probirkaga 8—10 tomchi natriy asetat solib, uning ustiga 7—8 tomchi konsentrlangan sulfat kislota va etil spirti qo‘shiladi. Aralashma suv hammomida qizdirilib, so‘ngra probirka ichidagi sovuq suv ichiga to‘kiladi. Bunda reaksiya natijasida hosil bo‘lgan murakkab efir etilasetatning yoqimli hidi keladi.

Bilimlarni mustahkamlash uchun savollar

1. Uchinchi analitik gruppa anionlariga qaysi ionlar kiradi?
2. Uchinchi analitik gruppa anionlarining cho‘ktiruvchi reaktivi qaysi modda?
3. Uchinchi analitik gruppa anionlarining birinchi va ikkinchi gruppa anionlaridan farqi nimada?
4. Uchinchi analitik gruppa anionlarining tibbiyotdagi ahamiyati to‘g‘risida nimalarni bilasiz?
5. Eritmadagi NO_2^- ionlarini NO_3^- ionlaridan qanday farqlash mumkin?
6. Eritmada NO_2^- ionlari bor bo‘lsa, difenilamin yordamida NO_3^- ionlari borligini aniqlash mumkinmi?
7. NO_2^-, NO_3^- va CH_3COO^- ionlarini ochish yo‘llarini ayting.

56- §. Barcha analitik gruppalar anionlari aralashmasining analizi

Tekshiriladigan eritma tarkibida quyidagi anionlar: SO_4^{2-}, SO_3^{2-}, $S_2O_3^{2-}$, PO_4^{3-}, CO_3^{2-}, $C_2O_4^{2-}$, CrO_4^{2-} ($Cr_2O_7^{2-}$), Cl^-, Br^-, I^-, S^{2-}, SCN^-, NO_2^-, NO_3^-, CH_3COO^- bo‘lsin. Shu anionlar aralashmasi bor eritma analizining eng optimal usullaridan birini ko‘rib chiqamiz.

Ko‘pchilik anionlar bir-birini ochishga xalaqit bermaydi, shuning uchun ularni bir-biridan ajratishning hojati yo‘q. Ko‘pincha anionlar tekshiriladigan eritmaning muayyan bir ulushidan aniqlanadi. Ba’zan anionlarni bir-biridan ajratish reaksiyalaridan ham foydalaniladi.

Anionlar analizida muayyan tartibga rioya qilish shart bo‘lmasa ham, qulaylik tug‘dirishi va vaqtni tejash maqsadida ma’lum bir ish rejasiga ega bo‘lish tavsiya etiladi. Chunonchi ba’zi anionlarning eritmada bor-yo‘qligini oldindan aniqlab olish uchun bir qator dastlabki kuzatish va sinash reaksiyalarini bajarib ko‘rish kerak. Bunda keyingi analiz rejasi ancha soddalashadi.

Shuni nazarda tutish kerakki, K^+, Na^+, NH_4^+ dan boshqa barcha kationlar ko‘pchilik anionlar bilan suvda qiyin eriydigan tuzlar hosil qilib, ularni topishga xalaqit beradi. Shuning uchun ham anionlar aralashmasi analiz qilinganda, dastlab eritma natriy karbonat bilan qaynatilib, analizga xalaqit beruvchi kationlar yo‘qotilishi kerak.

Xalal beradigan kationlarni yo‘qotishni, qattiq moddalarni analiz qilish bayonida ko‘rib chiqamiz. Uning mohiyati shundan iboratki, qattiq moddani natriy karbonatning to‘yingan eritmasi bilan qaynatganda barcha og‘ir metallarning kationlari karbonatlarga yoki gidroksidlarga aylanib, suvda erimaydigan cho‘kma hosil qiladi. Eritmada esa faqat suvda eriydigan karbonatlar va K^+, Na^+, NH_4^+ kationlarining anionlar bilan hosil qilgan tuzlari bo‘ladi.

Dastlabki kuzatish va sinab ko‘rish. Tekshiriladigan obyekt tarkibida ayrim anionlar bor yoki yo‘qligi dastlabki kuzatish va sinashda ma’lum bo‘ladi.

1. Eritmaning rangi. Agar tekshiriladigan eritma rangsiz bo‘lsa, unda eritmada CrO_4^{2-} va $Cr_2O_7^{2-}$ ionlari yo‘q deb xulosa chiqariladi. Eritma sariq yoki sariq-qo‘ng‘ir tusda bo‘lsa, bu eritmada CrO_4^{2-} va $Cr_2O_7^{2-}$ ionlari borligidan darak beradi.

2. Eritmaning muhiti. Eritmadan ozroq namuna olib, universal indikator qog‘ozi yoki pH metr yordamida eritma muhiti tekshiriladi. Agar pH≤2 bo‘lsa, eritmada SO_3^{2-}, CO_3^{2-}, NO_2^-, $S_2O_3^{2-}$, S^{2-} anionlari mavjud emas, deb xulosa chiqariladi.

Muhitning pH i katta bo‘lsa, bunday eritmada yuqorida yozilgan anionlar bo‘lishi mumkin. Ishqoriy muhitda esa barcha anionlar mavjud bo‘ladi.

3. Eritmada I gruppa anionlari borligini tekshirish. Probirkaga 2 tomchi tekshiriladigan eritmadan solib, ishqor eritmasi yordamida uning pH qiymati 7–9 gacha yetkaziladi, 2 tomchi $BaCl_2$ eritmasi qo‘shiladi. Oq cho‘kma hosil bo‘lishi tekshiriladigan eritma tarkibida I gruppa anionlari borligini ko‘rsatadi.

4. Eritmada II gruppa anionlari borligini tekshirish. Probirkaga tekshiriladigan eritmadan 2 tomchi solib, kislotali muhit hosil bo‘lguncha 2 N HNO_3 eritmasi qo‘shiladi. So‘ngra eritmaga 3–4 tomchi $AgNO_3$ eritmasi solinadi. Cho‘kma hosil bo‘lishi tekshiriladigan eritma tarkibida II gruppa anionlari borligini ko‘rsatadi.

5. Eritmada qaytaruvchi anionlar borligini tekshirish. Probirkaga tekshiriladigan eritmadan 5 tomchi solib, uning ustiga kislotali muhit hosil bo‘lgunga qadar 2 N H_2SO_4 eritmasidan tomchilab solinadi. So‘ngra eritmaga 0,1 N $KMnO_4$ (yoki yod eritmasidan) tomchilab qo‘shiladi. Eritmaga har bir tomchi $KMnO_4$ yoki I_2 qo‘shilgandan so‘ng eritma chayqatiladi. $KMnO_4$ yoki I_2 eritmasining rangsizlanishi tekshirilayotgan eritmada quyidagi qaytaruvchi ionlar: SO_3^{2-}, $S_2O_3^{2-}$, S^{2-} ning hech bo‘lmaganda bittasi borligidan darak beradi.

6. Eritmada oksidlovchi anionlar borligini tekshirish. Probirkaga 3 tomchi tekshiriladigan eritmadan olib, uning ustiga 1–2 tomchi 2 N H_2SO_4 qo‘shib, kislotali muhit hosil qilinadi va eritmaga 4 – 5 tomchi xloroform, 1 tomchi KI eritmasi qo‘shiladi. Aralashma yaxshilab chayqatilgach, xloroform qatlami och binafsha tusga kiradi. Bu eritmada NO_2^- yoki CrO_4^{2-} ($Cr_2O_7^{2-}$) ionlari borligini ko‘rsatadi.

7. Eritmada uchuvchan kislotalar borligini tekshirish. 6 tomchi tekshiriladigan eritma ustiga 5–6 tomchi 2 N H_2SO_4 qo‘shiladi. Eritmadan shiddatli ravishda gaz molekulalarining ajralib chiqishi, eritmada CO_3^{2-} anionlari borligini ko‘rsatadi.

Kislotali muhitga keltirilgan eritma asta qizdiriladi. Bunda yonayotgan oltingugurt hidining kelishi eritmada SO_3^{2-} ionlari borligidan darak beradi. Agar eritmada erkin holdagi oltingugurt S hosil bo‘lishi tufayli eritma loyqalansa va SO_2 gazlarining o‘ziga xos hidi sezilsa, bu hodisa eritmada $S_2O_3^{2-}$ ionlari borligidan darak beradi. Agar ajralib chiqadigan gazdan palag‘da tuxumning hidi kelsa, bu eritmada S^{2-} ionlari bo‘ladi. Agar o‘tkir hidli qizil-qo‘ng‘irrangli gaz ajralib chiqsa, bu eritmada NO_2^- ionlari bor bo‘ladi. Sirka kislotaning o‘ziga xos hidi paydo bo‘lsa, bu eritmada asetat CH_3COO^- ionlari bo‘ladi.

Dastlabki kuzatish va sinashlar natijasida tekshirilayotgan eritmada ayrim anionlarning borligi va ayrimlarining mavjud emasligi to‘g‘risida aniq xulosalar chiqarish mumkin.

Birinchi analitik gruppa anionlarini aniqlash

1. Sulfat SO_4^{2-} anionlarini aniqlash. Probirkaga tekshiriladigan eritmadan 2 tomchi olib, uning ustiga 1—2 tomchi $BaCl_2$ eritmasi qo‘shiladi. Hosil bo‘lgan cho‘kma ustiga 2 N HCl yoki 2 N HNO_3 eritmasi qo‘shiladi. Bu kislotalarning mo‘l miqdorida ham cho‘kma erimasa, bu eritmada SO_4^{2-} ionlari borligining nishonasidir.

2. SO_3^{2-}, $S_2O_3^{2-}$, S^{2-} anionlari. S^{2-} ioni II gruppa anioni bo‘lishiga qaramasdan u I gruppaning qaytaruvchi anionlari: SO_3^{2-}, $S_2O_3^{2-}$ bilan birgalikda aniqlanadi.

3. SO_3^{2-} ionlarini eritmadan ajratish va aniqlash. Probirkada 20 tomchi tekshiriladigan eritmadan solib, uning ustiga cho‘kma tushishi tugagunga qadar $SrCl_2$ yoki $Sr(NO_3)_2$ eritmasi qo‘shiladi. Cho‘kmaning to‘liq tushishini 10—15 minut kutib, so‘ngra aralashma sentrifugalanadi. Cho‘kma eritmadan ajratib olinadi. Cho‘kma 3—4 marta distillangan suv bilan yuviladi, bunda filtrat yodli suvni rangsizlantirmasligi kerak. Cho‘kmada $SrSO_3$, $SrSO_4$ va stronsiyning suvda erimaydigan boshqa tuzlari bo‘lishi mumkin. Cho‘kma distillangan suv bilan yuvilgach, unga suyultirilgan sulfat kislota bilan ishlov beriladi. Cho‘kmani yuvgan suvga yodli suv ta’sir ettiriladi. Yodli suvning rangsizlanishi uning tarkibida SO_3^{2-} ionlari borligini ko‘rsatadi.

4. Eritmadagi S^{2-} ionlarini ajratib olish va aniqlash. Stronsiy tuzlari ajratib olingandan keyin hosil bo‘lgan sentrifugatga (neytral

yoki kuchsiz ishqoriy muhitda) kadmiy tuzlari ta'sir ettiriladi. Sariq cho'kma hosil bo'lishi eritmada S^{2-} ionlari borligini ko'rsatadi. Eritmada S^{2-} ionlari bo'lsa, ularni to'liq cho'ktirish lozim. Buning uchun eritmaga $Cd(NO_3)_2$ dan ta'sir ettirib S^{2-} ionlari to'liq cho'ktiriladi. So'ngra cho'kmali eritma sentrifugalanadi, cho'kma eritmadan ajratib olinib, suv bilan yuviladi. Yuvilgan cho'kmaga 1—2 tomchi $CuSO_4$ eritmasi ta'sir ettirilganda cho'kma qoraysa, bu tekshirilayotgan eritmada S^{2-} ionlari borligidan darak beradi.

5. $S_2O_3^{2-}$ ionlarini ochish. Kadmiyning suvda erimaydigan tuzlari ajratib olingandan so'ng qolgan sentrifugat tarkibida $S_2O_3^{2-}$ anionlari va uning ochilishiga xalaqit bermaydigan ionlar bo'ladi. Shu sentrifugatning 3 tomchisiga 4—5 tomchi $AgNO_3$ eritmasi qo'shiladi. Hosil bo'lgan oq cho'kmaning sarg'ayishi, qo'ng'irrangga kirishi va oxirida qorayishi eritmada $S_2O_3^{2-}$ ionlarining borligini ko'rsatadi.

6. CO_3^{2-} anionlarini ochish. CO_3^{2-} anionlarini ochishga SO_3^{2-} va $S_2O_3^{2-}$ anionlari xalaqit beradi. Shuning uchun dastlab SO_3^{2-} va $S_2O_3^{2-}$ ionlarini eritmada aniqlab, ular eritmadan yo'qotilgach, CO_3^{2-}ionlari aniqlanadi. SO_3^{2-} va $S_2O_3^{2-}$ larning xalaqit beruvchi ta'sirini yo'qotish uchun ularni oksidlash kifoyadir. Buning uchun probirkaga 5—6 tomchi tekshiriladigan eritma olinib, uning ustiga 10—12 tomchi 3% li H_2O_2 eritmasi qo'shib, aralashma suv hammomida qizdiriladi. Bunda sulfit va tiosulfatlar sulfatlargacha oksidlanadi. So'ngra hosil qilingan eritma gaz o'tkazuvchi nay o'rnatilgan probirkaga solinadi, eritma ustiga 10 tomchi 2 N xlorid kislota eritmasi qo'shiladi va gaz hosil bo'lishi kuzatiladi. Ajralib chiqayotgan CO_2 gazi ohakli suv orqali o'tkazilganda ohakli suv loyqalansa, bu eritmada CO_3^{2-} ionlari borligini ko'rsatadi.

7. CrO_4^{2-} yoki $Cr_2O_7^{2-}$ anionlarini aniqlash. Tekshiriladigan eritma sariq (yoki to'q sariq) rangli bo'lgan hollardagina CrO_4^{2-} ionlari aniqlanadi, aks holda eritmada CrO_4^{2-} yoki $Cr_2O_7^{2-}$ ionlari yo'q deb xulosa chiqariladi. Tekshiriladigan 2—3 tomchi eritmaga bir tomchi fenolftalein qo'shiladi. Agar qizil rang paydo bo'lsa, uning yo'qolishiga qadar 2N H_2SO_4 eritmasidan tomchilatib qo'shiladi. Shundan keyin yana o'sha kislotadan bir tomchi qo'shib, shu probirkaga bir necha tomchi etil yoki amil spirti, bir tomchi vodorod peroksid qo'shiladi va darhol aralashtiriladi.

Perxromat kislota (H_2CrO_6) ning ko‘k halqasining hosil bo‘lishi eritmada CrO_4^{2-} (yoki $Cr_2O_7^{2-}$) ionlari borligini ko‘rsatadi.

8. PO_4^{3-} anionlarini ochish. PO_4^{3-} ionlarini ammoniy molibdat bilan ochishdan oldin eritmadan SO_3^{2-}, $S_2O_3^{2-}$ va S^{2-} ionlarini yo‘qotish lozim. Buning uchun 2 tomchi tekshiriladigan eritma 1 tomchi suyultirilgan (1:1) nitrat kislota qo‘shib eritma suv hammomida 5–7 minut qizdiriladi. So‘ngra issiq eritmaga 10 tomchi ammoniy molibdat eritmasi qo‘shiladi. Sariq cho‘kma hosil bo‘lishi eritmada PO_4^{3-} ionlari borligini ko‘rsatadi.

9. $C_2O_4^{2-}$ anionlarini ochish. Tekshiriladigan eritmaning 3–4 tomchisiga kislotali muhit (pH≈4–5) hosil bo‘lguncha CH_3COOH dan qo‘shiladi, so‘ngra eritmani isitib turgan holda $CaCl_2$ eritmasidan mo‘lroq miqdorda ta’sir ettiriladi. CaC_2O_4 cho‘kmasining hosil bo‘lishi tekshiriladigan eritmada $C_2O_4^{2-}$ ionlari borligini ko‘rsatadi. Hosil bo‘lgan cho‘kmani sentrifugatdan ajratib olib, yaxshilab yuviladi va 2N H_2SO_4 eritmasidan qo‘shib isitiladi. Agar cho‘kma to‘liq erimasa, erimay qolgan cho‘kma ajratib olinadi va sentrifugatni 60°–70° gacha isitib ustiga $KMnO_4$ ning suyultirilgan 0,01N eritmasi tomchilatib qo‘shiladi. Uning rangsizlanishi $C_2O_4^{2-}$ ionlari borligini ko‘rsatadi.

10. S^{2-} ionlarini ochish. Laboratoriyada stronsiy birikmalari bo‘lmaganda S^{2-} ionlarini topish uchun probirkaga tekshirilayotgan eritmadan 5–6 tomchi olib, eritmaga u kislotali muhit ($pH \leq 2$) ga kelgunga qadar HCl eritmasi (1:1) qo‘shiladi. Probirkaning og‘ziga qo‘rg‘oshin nitrat yoki qo‘rg‘oshin asetat eritmasida ho‘llangan filtr qog‘oz tutiladi. Qog‘ozning qorayishi eritmada sulfid ionlari borligini ko‘rsatadi.

Ikkinchi analitik gruppa anionlarini aniqlash

1. Br^- va I^- ionlarini ochish. Bu ikkala ionlarni bir vaqtda ochish mumkin. Ammo ularning ochilishi eritmada qaytaruvchi ionlarining bor-yo‘qligiga bog‘liqdir.

1.1. Tekshirilayotgan eritmada qaytaruvchilar bo‘lmaganda probirkaga tekshiriladigan eritmadan 2–3 tomchi eritma olinib, uning ustiga 1 tomchi 2N H_2SO_4, 0,5 ml xloroform va tomchilatib xlorli suv qo‘shiladi. Xloroform qatlamining pushti rangga kirishi tekshirilayotgan eritmada I^- ionlari borligini, xlorli suvdan ko‘proq qo‘shilganda xloroform qatlamining sarg‘ayishi eritmada Br^- ionlari borligidan darak beradi.

1.2. Tekshirilayotgan eritmada qaytaruvchi anionlar: SO_3^{2-} $S_2O_3^{2-}$ ***va*** S^{2-} ionlari bo‘lganda, ular xlorli suv yordamida Br^- va I^- ionlarini ochishga xalaqit beradi. Shuning uchun eritmadan ularni yo‘qotish kerak. Buning uchun tekshiriladigan eritmadan 8—10 tomchi olib, uning ustiga 2N H_2SO_4 eritmasidan qo‘shib, suv hammomida 10 minut qizdiriladi. Qaytaruvchi ionlarning to‘la yo‘qolganligini tekshirish uchun toza probirkaga H_2SO_4 bilan ishlov berilgan eritmadan 2 tomchi olib, unga 1 tomchi yodli suv tomiziladi. Agar yodli suv rangsizlansa, eritmada qaytaruvchi ionlar qolmagunga qadar eritmaga H_2SO_4 qo‘shib, qizdirish davom ettiriladi. So‘ngra eritma sovitilib, undagi Br^- va I^- ionlari 1.1- banddagi usul bilan aniqlanadi.

2. Cl^- anionlarini aniqlash. Eritmadagi Cl^- ionlarini aniqlash, shu eritmada Br^- va I^- ionlarining bor-yo‘qligiga bog‘liqdir.

2.1. Tekshirilayotgan eritmada Br^- ***va*** I^- ***ionlari bo‘lmaganda,*** eritmaning 2 tomchisi olinib, unga 2 tomchi HNO_3 va 1—2 tomchi $AgNO_3$ eritmalari qo‘shiladi. Hosil bo‘lgan suzmasimon oq cho‘kmaga ammiakning konsentrlangan eritmasi qo‘shilganda kompleks tuz $[Ag(NH_3)_2]$ Cl hosil bo‘lishi tufayli cho‘kma eriydi. Hosil bo‘lgan eritmaga konsentrlangan HNO_3 eritmasining mo‘l miqdori ta’sir ettirilganda yana oq cho‘kma hosil bo‘lsa, bu eritmada Cl^- ionlari borligini ko‘rsatadi.

2.2. Tekshiriladigan eritmada Br^- ***va*** I^- ***ionlari bo‘lganda*** Cl^- ionlarini aniqlash AgCl, AgBr va AgI larning ammoniy karbonatda eruvchanligi turli xil ekanligiga asoslangan. Yuqorida qayd etilgan galogenidlardan faqatgina AgCl ammoniy karbonatda yaxshi erib, kompleks tuz hosil qiladi. Bu esa o‘z navbatida, Cl^- ionlarini Br^- va I^- ionlaridan ajratib olishga imkon beradi.

Probirkaga 3 tomchi tekshiriladigan eritmadan olib, 1—2 tomchi nitrat kislota eritmasi qo‘shib, eritma kislotali muhitga keltiriladi. So‘ngra eritmadagi Cl^-, Br^-, I^- ionlari to‘liq cho‘kmaga tushgunga qadar eritmaga tomchilatib $AgNO_3$ eritmasi qo‘shiladi va sentrifugalanadi. Sentrifugat tashlanadi. Cho‘kma Ag^+ ionlari yo‘qolgunga qadar 3—4 marta issiq suv bilan yuviladi. So‘ngra cho‘kmaga ammoniy karbonatning 20% li eritmasidan 5—6 tomchi qo‘shib, shisha tayoqcha bilan aralashtiriladi va aralashma sentrifugalanadi. Sentrifugatga konsentrlangan HNO_3 eritmasi qo‘shilganda oq cho‘kmaning hosil bo‘lishi eritmada Cl^- ionlari

borligini ko‘rsatadi. Cho‘kma tushmasdan eritma loyqalansa, tekshiriladigan eritmada Cl^- ionlarining konsentratsiyasi past ekanligini bildiradi.

3. SCN^- anionlarini aniqlash. Probirkaga tekshiriladigan eritmadan 1 tomchi solib, uning ustiga 1 tomchi $FeCl_3$ eritmasi qo‘shiladi. Eritmaning rangi qizil — qonranggiga bo‘yalsa, bu $Fe(SCN)_3$ tuzining hosil bo‘lishidan va eritmada SCN^- anionlari borligidan darak beradi.

Uchinchi analitik gruppa anionlarini aniqlash

1. NO_2^- anionlarini aniqlash. Tekshiriladigan eritma tarkibidagi nitrat anionlari eritmaga sulfat kislota qo‘shilganda qizil-qo‘ng‘irrangli, o‘tkir hidli NO_2 gazi hosil bo‘lishi orqali aniqlanadi. Eritmaning 1 tomchisiga 1 tomchi konsentrlangan sulfat kislota va 1 tomchi antipirin eritmasi qo‘shiladi. Bunda yashil rang hosil bo‘lishi eritmada NO_2^- ionlari borligini ko‘rsatadi.

2. NO_3^- anionlarini aniqlash. Agar tekshiriladigan eritmada NO_2^- ionlari bo‘lmasa, unda NO_3^- ionlari difenilamin yoki temir (III) sulfat yordamida aniqlanadi (52- § ga qarang). Agar eritmada NO_2^- ionlari bo‘lsa, avval ularni eritmadan yo‘qotish lozim, chunki ular NO_3^- ionlarini ochishga xalaqit beradi.

NO_2^- ionlarini yo‘qotish uchun tekshiriladigan eritmaga NH_4Cl yoki $(NH_4)_2SO_4$ ning quruq tuzidan qo‘shib, eritma azot pufakchalari ajralib chiqishi tugagunga qadar qaynatiladi va eritmada NO_3^- ionlarining bor-yo‘qligi aniqlanadi.

3. CH_3COO^- anionlarini aniqlash. Asetat anionlari eritmani dastlabki kuzatish va sinab ko‘rish paytida $FeCl_3$ reaktivi yordamida yoki etilasetat hosil bo‘lish reaksiyasi yordamida aniqlanadi.

CH_3COO^- ionlarini $FeCl_3$ yordamida aniqlashda CO_3^{2-}, PO_4^{3-}, S^{2-} va SO_3^{2-} ionlari xalaqit beradi. Eritmadan bu ionlarni yo‘qotish uchun 5 tomchi eritma olib, unga cho‘kma tushishi tugagunga qadar $BaCl_2$ eritmasi qo‘shiladi va sentrifugalanadi. Sentrifugatda CH_3COO^- ionlarining bor-yo‘qligi $FeCl_3$ reaktivi yordamida aniqlanadi. Bu reaksiyaning bajarilishida I^- ionlari ham xalaqit beradi. I^- ionlari Fe^{3+} ionlari bilan oksidlanish-qaytarilish reaksiyasiga kirishib, Fe^{2+} ionlarigacha qaytariladi. Shuning uchun bunday hollarda eritmaga $AgNO_3$ qo‘shib I^- ionlarini AgI holida cho‘ktirib, eritma I^- ionlaridan xoli bo‘lgach, CH_3COO^- larni aniqlashga kirishiladi.

Bilimlarni mustahkamlash uchun savollar

1. Qaytaruvchi, oksidlovchi anionlarga qaysi ionlar kiradi?
2. I^- ionlari ishtirokida Br^- ionlari qanday aniqlanadi?
3. Br^- va I^- ionlari ishtirokida Cl^- ionlari qanday aniqlanadi?
4. NO_2^- ionlarini tekshirishda qaysi ionlar xalaqit beradi?
5. CH_3COO^- ionlarini $FeCl_3$ reaktivi bilan aniqlashda qaysi ionlar xalaqit beradi?
6. Barcha gruppa anionlari eritmada bo‘lishi uchun eritmada qaysi kationlar bo‘lishi va qaysilari bo‘lmasligi lozim?

XII BOB. INDIVIDUAL MODDA ANALIZI

57- §. Individual modda analizi bo‘yicha nazorat ishi

Individual moddani analiz qilib, uning tarkibini aniqlash uchun o‘quvchiga nazorat ishi sifatida 1 ta kation va 1 ta aniondan tashkil topgan, suvda eruvchan modda beriladi. Shu moddaning taxminan 0,4—0,5 grami distillangan suvda eritilib, shu eritmada qaysi ionlar borligi aniqlanadi va moddaning tarkibi (formulasi) haqida xulosa chiqariladi.

Kationni aniqlash

Kation gruppasini aniqlash. Birinchi navbatda, tekshiriladigan modda tarkibidagi kation qaysi analitik gruppaga taalluqli ekanligi aniqlanadi. Buning uchun suvda eritilgan modda quyidagi sinovlardan o‘tkaziladi.

1. Probirkaga eritmadan 2—3 tomchi olib, uning ustiga 3—4 tomchi HCl eritmasi tomiziladi, cho‘kma hosil bo‘lsa, tekshiriladigan modda tarkibidagi kation II gruppaga mansubligi aniqlanadi, cho‘kma tushmasa tekshiriladigan modda tarkibida II gruppa kationlaridan birontasi ham yo‘q degan xulosa chiqariladi va cho‘kma tarkibidan boshqa gruppa kationlari axtariladi.

2. Tekshiriladigan eritmadan 2—3 tomchi olib, uning ustiga 4—5 tomchi etil spirti va 3 tomchi 2 n H_2SO_4 eritmasi qo‘shiladi. Cho‘kma hosil bo‘lsa, tekshiriladigan modda tarkibida III gruppa kationlaridan biri bor, aks holda yo‘q deb xulosa chiqariladi va eritmadan boshqa gruppa kationlari axtariladi.

3. Tekshiriladigan eritma tarkibida II va III gruppa kationlaridan birontasi bo‘lmasa, uning 2—3 tomchisi ustiga 2—3 tomchi NaOH qo‘shiladi. Cho‘kma tushsa, uning ustiga yana 3—4 tomchi ishqor eritmasidan qo‘shiladi. Hosil bo‘lgan cho‘kma mo‘l miq-

dor ishqor eritmasida erisa, demak, modda tarkibidagi kation IV gruppaga mansub bo‘ladi.

Agar cho‘kma ortiqcha ishqorda erimasa, qo‘shimcha sinov o‘tkaziladi. Tekshiriladigan eritmaning 2 tomchisiga 3–4 tomchi konsentrlangan ammiak eritmasi qo‘shiladi. Agar hosil bo‘lgan cho‘kma ortiqcha ammiakda erisa, modda tarkibidagi kation VI gruppa kationi, erimasa kation V gruppa kationi bo‘ladi.

Cho‘ktiruvchi HCl, H_2SO_4, NaOH va NH_4OH reaktivlar birontasining ta’sirida ham cho‘kma hosil bo‘lmasa unda modda tarkibida I gruppa kationlari: Na^+, K^+ va NH_4^+ dan birontasi bor deb xulosa chiqariladi.

Kationni aniqlash. U yoki bu kationning borligi, uning uchun xos reaksiya bilan tekshiriladi. Agar aniqlanadigan kation birinchi yoki uchinchi gruppaga tegishli bo‘lsa, xatoga yo‘l qo‘ymaslik uchun kationlarni aniqlash ketma-ketligiga rioya qilish kerak. Bunga amal qilinmaganda bir kationni boshqa kation deb qabul qilish ham mumkin. Agar kation boshqa gruppaga tegishli bo‘lsa, kationlarning ochilish tartibi turlicha bo‘lishi mumkin. IV, V va VI analitik gruppalar kationining borligi to‘g‘risida ular gidroksidlarining rangiga qarab ham xulosa chiqarish mumkin, ammo bu xulosa qo‘shimcha reaksiya bilan tasdiqlanishi kerak. Har bir kationni ochish uchun eng xarakterli reaksiyalardan foydalaniladi. Imkoni bo‘lsa, tekshirishni bir nechta sifat reaktivlari yordamida o‘tkazish kerak.

Anionni aniqlash

A. Kation og‘ir metall kationi emas. Tekshiriladigan moddaning kationi og‘ir metallarga tegishli bo‘lmasa, u holda anionni eritmaning dastlabki ulushidan bevosita aniqlash mumkin. Birinchi navbatda, anionning gruppasi aniqlanadi. Buning uchun quyidagicha tekshirishlar o‘tkaziladi.

Probirkaga 2 tomchi tekshiriladigan eritma solinadi va uning ustiga 2 tomchi bariy xlorid qo‘shiladi. Cho‘kma tushishi I gruppa anioni borligini ko‘rsatadi.

Agar bariy xlorid cho‘kma bermasa, u holda ikkinchi gruppa anionlarining borligi tekshiriladi. Buning uchun 2 tomchi tekshiriladigan eritma suyultirilgan nitrat kislotaning 2 tomchisi bilan kislotali muhitga keltiriladi va unga 1–2 tomchi kumush nitrat eritmasi qo‘shiladi. Cho‘kma tushishi II gruppa anioni borligini ko‘rsatadi.

Arap bariy xlorid va kumush nitrat bilan cho‘kma hosil bo‘lmasa, u holda aniqlanadigan anion III gruppaga tegishli bo‘ladi.

Tekshiriladigan moddaning anioni qaysi gruppaga tegishliligini topib, aniqlanadigan tuzning tarkibiga, qanday anion kirishi aniqlanadi. Buning uchun bu gruppaning anionlariga sinov reaksiyalarini o‘tkazish kerak. Adashmaslik uchun diqqatni ko‘proq kumush va bariy tuzlari cho‘kmalarining kislotalarda yoki boshqa reaktivlarda eruvchanligiga qaratish kerak.

B. Kation og‘ir metall kationi. Tekshiriladigan moddaning anionlarini aniqlashdan oldin mavjud kation yo‘qotilishi kerak, chunki u ko‘pchilik anionlarni aniqlashga xalaqit beradi. Eritmaga natriy karbonat ta’sir ettirib, og‘ir metall kationi cho‘ktiriladi va anion Na^+ ioni bilan bog‘lanadi.

Anion aniqlanadigan 2 ml eritmaga cho‘kma tushishi to‘xtaguncha natriy karbonat eritmasi qo‘shiladi. Aralashma suv hammomida 5–7 min qizdiriladi, to‘la cho‘kkanligi tekshiriladi va sentrifugalanadi. Tiniq eritma olinadi va uni teng bo‘lmagan ikki qismga bo‘linadi. Cho‘kma tashlab yuboriladi.

Filtratning ko‘proq qismi suyultirilgan nitrat kislota bilan, ikkinchi qismi (uchinchi gruppani tekshirish uchun) sirka kislota bilan neytrallanadi. Neytrallash uchun eritmaga aralashtirib turgan holda tomchilatib suyultirilgan kislota qo‘shiladi. Har bir qo‘shilgan tomchidan keyin reaksiya muhiti tekshiriladi (lakmus qog‘ozi och qizil rangga bo‘yalishi kerak). Eritma suv hammomida, CO_2 to‘la chiqib ketguncha qizdiriladi. Anion neytral eritmadan aniqlanadi. Dastlab nitrat kislota bilan neytrallangan eritmada I gruppa anionlari borligi tekshiriladi. Buning uchun eritmaga bariy xlorid ta’sir ettiriladi. Agar cho‘kma tushsa, eritmada I gruppa anionlari bor degan xulosa chiqariladi. Shuni esda tutish kerakki, og‘ir metallarning ko‘pchiligi I gruppa anionlari bilan suvda erimaydigan moddalarni hosil qiladi. Shuning uchun eritmadagi anionni ochishdan oldin siz aniqlamoqchi bo‘lgan anion eritmadagi kation bilan eruvchan tuz hosil qilishi lozimligini unutmang.

Eritmaga $BaCl_2$ ta’sir ettirilganda cho‘kma tushmasa, unda eritmaga $AgNO_3$ ta’sir ettirib, II gruppa anioni borligi tekshiriladi. Bunda cho‘kma tushsa, tekshiriladigan modda tarkibida II gruppa anionlaridan biri borligi, cho‘kma tushmasa III gruppa anionlaridan biri borligi haqida xulosa chiqariladi.

III gruppa anionlarining borligini tekshirish uchun sirka kislota bilan neytrallangan eritmadan foydalaniladi.

III BO‘LIM
MIQDORIY ANALIZ

XIII BOB. MIQDORIY ANALIZGA KIRISH

58- §. Miqdoriy analizning vazifasi va usullari

Miqdoriy analizning vazifasi tekshirilayotgan modda yoki aralashma tarkibidagi element, funksional gruppa yoki ionlarning miqdorini aniqlashdan iborat.

Miqdoriy analiz biologiya, fiziologiya, tibbiyot, agronomiya, veterinariya, oziq-ovqat mahsulotlari kimyosi, sud kimyosi, agrokimyo, dorivor moddalarning chinligini va ular tarkibidagi qo‘shimcha moddalarni aniqlash, suv va havoning tarkibini gigiyenik talablarga javob berishini aniqlash va hokazolarda keng qo‘llaniladi. Miqdoriy analizning kimyoviy, fizik-kimyoviy va fizikaviy usullari ma’lum.

Kimyoviy analiz usullariga gravimetriya, titrimetriya va gaz analizi kiradi. *Fizik-kimyoviy analiz* usullariga fotometriya, elektrokimyoviy va xromatografik analiz usullari kiradi. *Fizikaviy analiz* usullariga spektral analiz, luminissent analiz va boshqalar misol bo‘ladi. Ushbu darslikda kimyoviy analiz usullaridan gravimetrik va titrimetrik analiz usullari, fizik-kimyoviy analiz usullaridan fotometriya, refraktometriya va potensiometriya usullari ko‘rib chiqiladi.

1. Gravimetrik (tortma) analiz. Gravimetrik analizda aniqlanayotgan element yoki ion miqdori bironta qiyin eriydigan birikma tarzida cho‘ktirilib, hosil bo‘lgan cho‘kmaning massasiga ko‘ra aniqlanadi. Tortma analizda cho‘ktirish usuli bilan bir qatorda, boshqa usullar ham qo‘llaniladi. Masalan, moddaning uchuvchan tarkibiy qismlari (H_2O, CO_2, NH_3, HCl va h.k.) aniqlanganda, ko‘pincha ular qizdiriladi. Bunda modda parchalanib, uning uchuvchan tarkibiy qismi havoga uchib ketadi. Bu usul bilan moddaning aniqlanayotgan tarkibiy qismining miqdori modda massasining kamayishiga qarab topiladi. Moddaning uchuvchan tarkibiy qismini masalan, H_2O, CO_2, HCl yoki NH_3 ni bironta moddaga yuttirib, yutuvchi modda massasining ortishiga qarab ham aniqlash mumkin.

Analizning yuqorida ko‘rib o‘tilgan usullarining hammasida aniqlanayotgan komponentning miqdori tortish natijalariga qarab hisoblab topiladi.

2. Titrimetrik (hajmiy) analiz. Titrimetrik analizda aniqlanayotgan komponent reaksiyaga sarflangan va konsentratsiyasi yoki titri aniq ma’lum bo‘lgan reaktiv eritmasining hajmini o‘lchashga asoslangan.

Titrimetrik analiz aniqligi tortma analizga nisbatan pastroq, ammo uning muhim afzalligi shundaki, analiz kam vaqt, kam mehnat talab qiladi va tez bajariladi.

3. Fotometriya. Bu usul tekshirilayotgan eritmaning yorug‘lik nurini yutishi, o‘tkazishi yoki tarqatishini aniqlashga asoslangan. Fotometriyada ko‘pincha moddaning miqdori eritma rangining intensivligiga qarab aniqlanadi. Buning uchun rangli reaksiyalar, ya’ni eritma rangining o‘zgarishi bilan boradigan reaksiyalardan foydalaniladi.

Modda rangining intensivligini o‘lchashga asoslangan analiz usuli ***kalorimetriya*** *deyiladi.* Masalan, temir ionlari miqdorini aniqlashda qizil rangli eritma hosil bo‘lishiga olib keladigan:

$$FeCl_3 + 3KSCN = Fe(SCN)_3 + 3KCl$$

reaksiyasidan foydalaniladi. Eritma rangining intensivligi tegishli asboblar yordamida aniqlanadi.

Ba’zida aniqlanadigan komponent eruvchanligi kam bo‘lgan birikmaga aylantiriladi va eritmaning loyqalanish darajasiga qarab aniqlanayotgan moddaning miqdori to‘g‘risida hukm chiqariladi. Bu tamoyilga asoslangan usulga nefelometriya deb ataladi.

Kalorimetriya va nefelometriya usullari analiz qilinayotgan modda tarkibiga kiruvchi juda oz miqdordagi komponentlarni aniqlashda qo‘llaniladi. Bu usullarning aniqligi gravimetrik yoki titrimetrik analiz usullarinikiga nisbatan pastroq bo‘ladi.

4. Refraktometriya eritmalardagi modda miqdorini eritmaning singdirish ko‘rsatkichini o‘lchab aniqlashga asoslangan.

5. Potensiometriya reaksiya tugaganligini va shu orqali modda miqdorini elektrod potensiali o‘zgarishini o‘lchashga asoslangan.

Miqdoriy analiz ham xuddi sifat analizi kabi makro-, mikro- va yarimmikrousullarga bo‘linadi. Makroanalizda tekshirish uchun 0,1−1 g modda olinadi, tekshiriladigan eritmaning hajmi esa 15−20 ml bo‘ladi. Yarimmikrousulda, odatda, 10−50 mg, mikrousulda esa 10 mg dan kamroq qattiq modda olinadi.

Eritmaning hajmi esa millilitrning 1/10 ulushidan bir necha millilitrgacha bo‘lishi mumkin.

Miqdoriy analiz natijalari aniqligini oshirish uchun katta aniqlik bilan o‘lchaydigan apparatlar, analitik tarozi, buretkalardan foydalanish zarur.

59- §. Analitik tarozilar

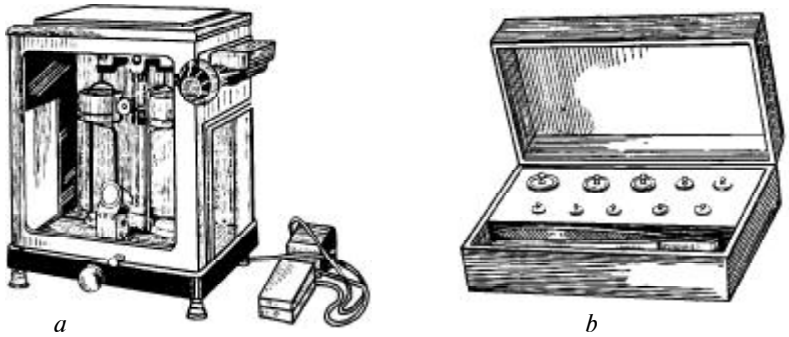
Analitik tarozi (28- rasm, *a*) nozik asbob bo‘lib, juda aniq tortadi. U 0,0001–0,0002 g aniqlikda 200 grammgacha moddani tortishi mumkin. Hozirgi vaqtda laboratoriyalarda turli xil konstruksiyalardagi dempferli elektr tarozilardan foydalaniladi.

Uchta agat prizma mahkamlangan dasta analitik tarozining eng muhim qismi hisoblanadi. O‘rta prizma tortish vaqtida dastaning tayanchi bo‘lib xizmat qiladi. Dastaning chekkalaridagi prizmalar tarozi pallalari uchun tayanchdir. Dastaga uzun vertikal strelka, uning oxiriga esa mikroshkala mahkamlangan. Mikroshkalaning raqam bilan belgilangan har bir bo‘limi 1 mg (0,001 g) ga to‘g‘ri keladi. Ikkita bo‘lim orasi tarozi tipiga qarab 10 yoki 5 bo‘lakka bo‘lingan bo‘lib, har bir bo‘lak 0,0001 yoki 0,0002 g ga to‘g‘ri keladi.

Tarozi pallasiga tarozi tebranishini to‘xtatadigan moslama — dempfer o‘rnatilgan. Uning yordamida tarozi strelkasi muvozanat holatiga tez qaytadi. Bu esa, o‘z navbatida, tortishni osonlashtiradi va tezlashtiradi.

Analitik tarozilarga maxsus moslama – *arretir* o‘rnatiladi.

Arretir yordamida tarozi dastasi ko‘tariladi va shunday holatda turib qoladiki, bunda hech bir prizma o‘zining tayanch



a *b*

28- rasm. VDA-200 rusumli dempferli elektr tarozi (*a*) va uning toshchalari (*b*).

yostiqchasiga tegmaydi. Arretir tarozi yog‘ochining pastki qismiga mahkamlangan dasta bilan harakatga keltiriladi. Arretir dastasini ohista va ehtiyotlik bilan burish kerak. Shuni esda tutingki, tarozi pallasiga yuk qo‘yilganda va tarozi ishlatilmayotganda *arretir tushirilgan* bo‘lishi kerak.

Tarozi chang, haroratning o‘zgarishi va havoning keskin harakatidan saqlovchi shisha quti ichiga o‘rnatiladi. Analitik tarozilar tortish xonasi deb ataluvchi maxsus xonada turishi kerak.

Tarozi ohista ishlashi kerak, ya’ni arretirni ehtiyotlik bilan bo‘shatilganda va ko‘tarilganda strelka zarb bilan emas, balki ohista harakatga kelishi kerak. Tortiladigan predmet harorati tarozi harorati kabi bo‘lishi kerak. Shu maqsadda tortiladigan modda yoki aralashma tortishdan oldin tortish xonasida kamida 15—20 minut saqlanishi lozim.

Dempferli elektr tarozilarda tortish uchun maxsus analitik tarozi toshlaridan foydalaniladi (28- rasm, *b*). Qutichada 50; 20; 10; 10; 10; 5; 2; 1; 1; 1 yoki 50; 20; 20; 10; 5; 2; 2; 1 g massali tarozi toshchalari bo‘ladi.

Qutichada maxsus qisqich (pinset) ham bo‘lib, uning yordamida toshchalar olinadi. Analitik tarozi toshchalaridan foydalanilganda quyidagi shartlarga rioya qilish kerak:

– analitik tarozining hamma toshchalarini faqat qisqich bilan olish mumkin;

– tortib bo‘lingandan so‘ng har bir toshcha o‘z uyachasiga qo‘yiladi;

– toshchalarni turli qutichalardan olib ishlatish mumkin emas.

Milligrammli toshchalar yo‘q. Ular maxsus halqachalar bilan almashtirilgan va tarozi ichiga osib qo‘yilgan bo‘ladi. Ular richaglar sistemasi yordamida dastaning o‘ng ilgaklariga o‘rnatilgan maxsus plankaga raqamlar yozilgan aylanuvchan ikkita disk yordamida osiladi. Birinchi diskni aylantirish bilan 100 mg dan 900 mg gacha (0,1—0,9 g) yuk osish mumkin, ikkinchi disk aylantirilganda 10 mg dan 90 mg gacha (0,01—0,09 g) yuk osiladi. Tortish quyidagi tartibda bajariladi:

– tarozining tozaligi va to‘g‘ri o‘rnatilganligi, tarozi toshchalarining komplekti tekshiriladi;

– tarozi yoritish tarmog‘iga ulanadi;

– nol nuqta tekshiriladi. Buning uchun arretir oxirigacha ochiladi va Veytograf ekraniga qaraladi. Tarozida yuk bo‘lmagan vaqtda shkala noli ekrandagi vertikal hisob chizig‘iga aniq to‘g‘ri

kelishi kerak. Agar nol to‘g‘ri kelmasa, arretir bandidan yuqoriroqda joylashgan korrektor qulog‘ini ozgina burash bilan to‘g‘rilanadi. Ammo bu yo‘l bilan nol nuqtasi 2—3 bo‘limga chetlashgan bo‘lsa, to‘g‘rilanishi mumkin. Agar chetlanish ko‘p bo‘lsa, tarozini o‘qituvchi yoki usta tuzatishi kerak:

– tortilayotgan predmet tarozining chap pallasiga qo‘yiladi va eshikchasi yopiladi;

– o‘ng eshikcha ochiladi va toshchalarni kattasidan kichigiga qarab navbat bilan tanlanadi. Har bir toshcha qo‘yilgandan keyin arretir ochiladi va tarozi strelkasi qayoqqa og‘ayotgani aniqlanadi. Bunda arretirni to‘liq ochish mumkin emas. Arretir qulog‘i strelka qayoqqa og‘ayotgani aniq ko‘rinadigan darajadagina ohista buraladi;

– tashqi diskni burab uning turli raqamlari ko‘rsatkichga to‘g‘rilanadi va grammning o‘ndan bir ulushlari tanlanadi. Disk har buralganda, tarozini oldin arretirlash kerak;

– ichki disk buralib grammning yuzli ulushlari tanlanadi;

– ma’lum massani 0,01 g gacha aniqlik bilan topib, arretir to‘la ochiladi va Veytograf yordamida shkalaning ko‘rsatishi yozib olinadi.

Shkalaning yirik bo‘linmalari plus va minus ishorali raqamlar bilan ifodalangan. Plus ishorasi hisob miqdorini toshchalar va disklardagi ko‘rsatkichlarga qarab aniqlangan massaga qo‘shish, minus ishorasi esa ayirish kerakligini ko‘rsatadi. Ammo xatoga yo‘l qo‘ymaslik uchun grammning yuzli ulushlari shkaladagi hisob plus ishorali bo‘lganda tanlangani ma’qul;

– har qanday tortish natijalari ishchi daftarga yoziladi. Tortilayotgan obyekt massasi grammlarda to‘rtinchi o‘nlik belgigacha aniqlikda yozilishi kerak;

– tortilayotgan predmet va toshlar tarozidan olinadi.

1-misol. Tarozi pallasida 5 g va 1 g li toshchalari bo‘lgan disklardagi raqamlar 230 mg ni ko‘rsatgan, Veytograf chizig‘i hisob chizig‘i to‘g‘risida 5 raqamidan keyingi kichik bo‘linmaning ikkinchi chizig‘ida to‘xtadi (har bir bo‘linma 0,0002 g). Predmet massasi 6,2354 g.

2-misol. Tarozi pallasida 10 va 2 g li toshchalar turibdi, disklardagi raqamlar 50 mg ni ko‘rsatmoqda, Veytograf chizig‘i 2 raqamli belgi to‘g‘risida to‘xtadi. Predmet massasi 12,0520 g.

Analitik tarozilar bilan ishlaganda rioya qilinadigan qoidalar quyidagilar:

– har bir tortishdan oldin tarozining ahvolini tekshirish, maxsus mato bilan changini yaxshilab artish, nol nuqtani tekshirish zarur;

–arretirlanmagan taroziga tegmaslik, arretirni ehtiyotlik bilan va bandni ohista burash bilan tushirish va ko‘tarish lozim;

– tarozini turgan joyidan qo‘zg‘atmaslik zarur;

– taroziga chegaradan ortiqcha yuk qo‘ymaslik kerak;

– moddani bevosita tarozi pallasida tortish qat’iyan man qilinadi, tortiladigan moddani byuks, tigel yoki soat oynasiga solib tortish shart;

– tortilayotgan modda miqdorini faqat tarozi qutisi tashqarisida ko‘paytirish yoki kamaytirish mumkin;

– issiq yoki juda sovuq predmetlarni analitik tarozida tortish mumkin emas, tortilayotgan predmetlar tortish xonasining haroratida bo‘lishi kerak;

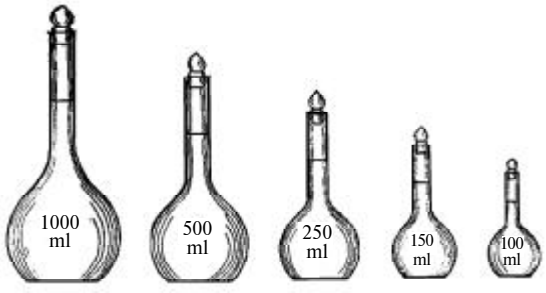
– muayyan analizga doir tortishlarni bitta tarozi va uning toshlaridan foydalanib bajarish lozim;

– tortish tugagandan so‘ng tarozi arretirlanganiga, yuklar olinganiga, eshikchalar to‘liq yopilganligiga ishonch hosil qilish shart.

60- §. O‘lchov idishlari

Miqdoriy analizda eritmalar hajmini aniq o‘lchash uchun maxsus o‘lchov idishlari: o‘lchov silindrlari, o‘lchov kolbalari, buretkalar, mikroburetkalar, pipetkalar, mikropipetkalardan, taxminiy o‘lchash uchun esa o‘lchov silindrlari va o‘lchov stakanlaridan foydalaniladi.

O‘lchov kolbalari (29- rasm) aniq konsentratsiyali eritmalar tayyorlash hamda tekshirilayotgan eritmani ma’lum hajmgacha suyultirish uchun xizmat qiladi.



29- rasm. O‘lchov kolbalari.

O‘lchov kolbalarining tubi yassi, bo‘yni uzun va ingichka bo‘lib, bo‘ynida aylana shaklidagi belgi bo‘ladi. Agar kolbaning shu belgisigacha biror suyuqlik quyilsa, unda suyuqlikning hajmi kolbada ko‘rsatilgan hajmga aniq mos keladi. O‘lchov kolbalarining hajmlari 25 ml dan 1 *l* gacha bo‘ladi. O‘lchov kolbalarida ishqoriy muhitga ega bo‘lgan eritmani qizdirish yoki uzoq vaqt davomida saqlash mumkin emas. Agar konsentratsiyasi aniq eritmani uzoq vaqt saqlash kerak bo‘lsa, uni shu eritmaga mo‘ljallangan sklyankaga quyiladi. Sklyanka tozalab yuvilgan, distillangan suv bilan va sklyankaga quyiladigan o‘sha eritmaning oz miqdori bilan ikki-uch marta chayilgan bo‘lishi kerak.

Pipetkalar ma’lum hajmdagi suyuqlikni bir idishdan ikkinchisiga quyish uchun mo‘ljallangan. Pipetkalar ikki xil bo‘ladi: Mor pipetkalari va darajalangan pipetkalar (9- rasm). Hajmiy analizda uchi cho‘zilgan va o‘rta qismi kengaygan shisha naycha ko‘rinishidagi Mor pipetkalaridan foydalaniladi. Mor pipetkalarining yuqori qismida aylana chiziq bo‘ladi va shu belgigacha suyuqlik to‘ldiriladi. Pipetkalarning sig‘imi, odatda, 100, 50, 25, 20, 10 va 5 ml bo‘ladi.

Hajmiy analiz boshlanishidan oldin pipetkalar yaxshilab yuvilishi va distillangan suv bilan bir necha marta chayilishi lozim. So‘ng pipetka tashqaridan filtr qog‘oz bo‘lagi bilan artiladi va ichida qolgan suv puflab chiqariladi.

Pipetka yordamida biror eritma olishdan oldin uni shu eritma bilan 1—2 marta chayiladi. Buning uchun pipetkaga ozgina eritma so‘riladi, pipetka eritmadan chiqariladi va uni gorizontal holatda ushlab aylantiriladi. Eritma pipetkaning hamma ichki devoriga tegishi uchun uni goh u, goh bu tomonga og‘diriladi. Shundan so‘ng pipetkadagi eritma rakovinaga to‘kiladi.

O‘ng qo‘lning bosh va o‘rta barmoqlari bilan pipetkaning yuqori qismidan ushlab, pastki uchi suyuqlikka ancha botiriladi (aks holda suyuqlik og‘izga ketib qolishi mumkin) va pipetka chizig‘idan taxminan 2 sm yuqorigacha eritma so‘riladi, so‘ngra ko‘rsatkich barmoq bilan pipetkaning yuqori teshigi darhol bekitiladi va barmoqni biroz bo‘shatib menisk pipetka chizig‘iga tekkuncha suyuqlik asta-sekin oqiziladi.

Pipetkani tik holda ushlab suyuqlik oldindan tayyorlab qo‘yilgan idishga oqiziladi. Suyuqlik oqib bo‘lgandan so‘ng pipetkaning uchini idish devoriga tekkizib, bir necha sekund kutiladi. So‘ngra pipetka uchida suyuqlik tomchisi qolishiga qaramay idishdan olinadi. Qolgan tomchini puflab tushirish aslo

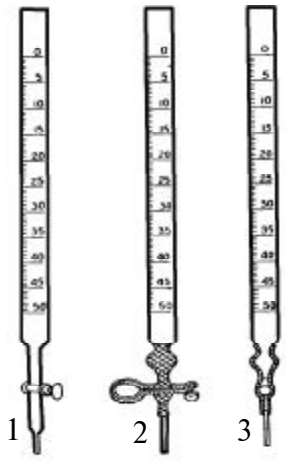
yaramaydi. Pipetkada qolgan suyuqlikning hammasini tushirib bo‘lmaydi, har safar o‘lchanganda pipetkada bir xil miqdorda suyuqlik qolsa, natijalar aniq chiqaveradi.

Oddiy pipetkalardan tashqari buretkaga o‘xshash va xuddi buretka kabi darajalangan o‘lchov pipetkalari ham ishlatiladi.

Zaharli va o‘tkir hidli suyuqliklar hamda kislota va ishqorlarning quyuq eritmalarini pipetkaga pipetkaning yuqori qismiga rezinanay bilan ulangan rezina nokcha yordamida olish tavsiya qilinadi. Suyuqlik pipetkaga so‘rilgandan so‘ng nokcha pipetkadan ajratiladi va suyuqlikni, yuqorida ko‘rsatilganidek, belgigacha keltiriladi.

Ish tugagandan so‘ng pipetka oqayotgan suvda yaxshilab yuviladi, distillangan suv bilan chayiladi va maxsus shtativga qo‘yiladi. Agar ma’lum bir analizni bajarish vaqtida birgina eritmani bir necha marta pipetka bilan olishga to‘g‘ri kelsa, har gal pipetkani yuvishning hojati yo‘q.

Buretkalar (30-rasm) titrlash uchun ishlatiladi. Bu uzun silindrsimon shisha nay bo‘lib, bir uchi ingichka cho‘zilgan bo‘ladi va unga rezina nay orqali uchi ingichka shisha nay ulanadi (30-rasm, *1*). Rezina nayning bo‘sh qismiga metalldan yasalgan qisqich (30-rasm, *2*) o‘rnatilgan bo‘lib, qisqichning uchini barmoq bilan bosganda buretkadagi suyuqlik oqib tushadi. Ba’zan rezina nayga qisqich o‘rniga shisha sharcha o‘rnatiladi (30- rasm, *3*). Rezina nay ichidagi sharcha qisilsa rezina bilan sharcha orasida ingichka kanalcha hosil bo‘lib, buretkadagi suyuqlik oqib tushadi.



30- rasm. Buretkalar.

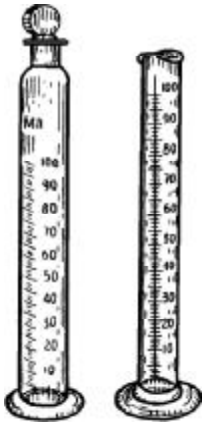
Rezinani yemiradigan eritmalar, masalan, yod eritmasi bilan titrlash uchun shisha jo‘mrakli buretkalar ishlatiladi. Buretka millilitrlarga va ularning har biri yana o‘nta bo‘linmaga bo‘lingan. Buretkaning noli uning yuqori qismida joylashgan. Buretkani o‘lchanadigan eritma bilan to‘ldirishdan oldin idishni yaxshilab yuvish kerak. Yuvilgan buretkaning qurishini kutmasdan, uni hajmi o‘lchanadigan eritmadan ozgina solib ikki marta chayiladi.

Buretkadan suyuqlikni tez quymaslik kerak, aks holda suyuqlik buretka

devoridan silqib tushishga ulgurmaydi va o‘lchanayotgan hajm noto‘g‘ri chiqadi.

Har bir titrlashdan oldin, albatta, buretkadagi suyuqlik sathini nolga keltirib olish zarur.

Ish tugagandan keyin qolgan eritmani buretkadan quyib olish kerak, ammo hech qachon uni titrlangan eritmali sklyankaga qaytarib quyish kerak emas. Shundan keyin buretka chayiladi, distillangan suv bilan to‘ldiriladi va changdan saqlash uchun to‘nkarilgan probirka bilan berkitiladi.



31- rasm. O‘lchov silindrlari.

Agar buretka bilan uzoq vaqt ishlanmasa, unda uni oqib turgan suvda yaxshilab yuviladi, to‘nkarilgan holda shtativga qo‘yiladi yoki yashikka solib qo‘yiladi va jo‘mragi hamda uning teshigi shliflangan qismlari orasiga filtr qog‘oz bo‘lagi joylanadi.

O‘lchov silindrlari (31-rasm) yordamida hajmni aniq o‘lchash mumkin emas. O‘lchov silindrlari taxminiy konsentratsiyali eritmalarni tayyorlash uchun ishlatiladi.

61- §. Miqdoriy analiz laboratoriyasida ishlashning umumiy qoidalari

Analitik kimyo laboratoriyasida ishlovchi miqdoriy analiz bilan shug‘ullanayotgan xodim shuni esda tutishi lozimki, ozgina betartiblik ham analiz natijasi aniqligini kamaytiradi. Bo‘lajak feldsher-laborantlar, farmatsevt assistentlari va kimyoviy analiz bilan shug‘ullanuvchilar shuni esda tutishlari kerakki, bemor qoni yoki siydigining analizi natijasi tashxis qo‘yish, dorivor moddaning analizi natijasi, uning sifati va tozaligini aniqlashda muhim rol o‘ynaydi. Suv manbalari analizi natijalari aholini xo‘jalik va ichimlik suvi bilan ta’minlashda hal qiluvchi omil hisoblanadi. Oziq-ovqat mahsulotlarining iste’mol qilishga yaroqliligi ham miqdoriy analiz usullari bilan aniqlanadi. Shuning uchun o‘quvchilar birinchi kundan boshlab analitik laboratoriyada ishlash qoidalariga qat’iy amal qilishlari kerak.

Ish joyi hamma vaqt toza, ozoda va quruq bo‘lishi kerak. Hamma ortiqcha predmetlar ish stolidan chetga olinishi, kerakli reaktivlar esa ma’lum tartibda qo‘yilgan bo‘lishi kerak.

Ishlatiladigan barcha idishlar yaxshilab yuvilgan bo‘lishi lozim.

Shisha idish avval cho‘tka bilan issiq suvda yuviladi. Keyin unga ***xrompik***, ya’ni kaliy dixromat $K_2Cr_2O_7$ ning konsentr-

langan sulfat kislota H_2SO_4 bilan aralashmasi yordamida ishlov beriladi. Buning uchun xrompik idishga quyiladi va idish aylantirilib, uning hamma devorlari ho‘llanadi. Idishning ichki devorlarini uchiga rezina kiygizilgan shisha tayoqcha bilan ishqash mumkin.

Pipetkalarni uzun shisha silindrga solib ustidan bir necha muddatga xrompik quyib qo‘yiladi. Pipetkalarni xrompik bilan rezina nok yordamida uni yarmigacha tortib va keng teshikli uchidan to‘kib ishlov berish mumkin. Keyin xrompik o‘z idishiga qaytarib solinadi. Undan rangi ko‘kargunga qadar, bir necha marta foydalanish mumkin.

Xrompik bilan ishlov berilgandan so‘ng idish oqar suvda 7–8 marta yaxshilab yuvilishi va keyin ichki tomondan ozgina distillangan suv bilan chayilishi kerak.

Xrompikdan foydalanganda juda ehtiyot bo‘lish kerak, chunki u kimyoviy kuydirishi mumkin. Agar xrompik teriga tegsa, shu zahotiyoq terini ko‘p miqdordagi suv, keyin esa $NaHCO_3$ eritmasi bilan yuvish lozim.

Miqdoriy aniqlash bajarilayotganda ish uslubiyatiga aniq rioya qilish kerak. Uslubiyatning hamma shartlariga rioya qilmaslik xatoliklarga va analiz aniqligining kamayishiga olib keladi.

Har qanday miqdoriy aniqlashda parallel aniqlashlar deb ataluvchi analiz o‘tkaziladi, ya’ni bir xil aniqlashning o‘zi 2 yoki 3 marta takrorlanadi. Parallel aniqlashlar natijalarining qaytarilishi (mos tushishi) analizning to‘g‘ri bajarilganligini bildiradi. Har bir usulda natijalarning ma’lum darajada farq qilishiga yo‘l qo‘yiladi. Parallel aniqlashlardagi farq qancha kam bo‘lsa, analiz shunchalik aniq bajarilgan bo‘ladi.

Analizning hamma ma’lumotlari o‘sha zahoti laboratoriya jurnaliga yozib qo‘yiladi.

Bilimlarni mustahkamlash uchun savollar

1. Miqdoriy analizning vazifasi nimadan iborat?
2. Miqdoriy analizning qaysi usullarini bilasiz?
3. Gravimetrik analiz nima?
4. Analitik tarozilar bilan ishlash texnikasini aytib bering.
5. Pipetka bilan ishlash qoidalari haqida nimalarni bilasiz?
6. Buretkalar nima uchun ishlatiladi? Buretka bilan ishlash qoidalarini aytib bering.
7. Miqdoriy analiz laboratoriyasida ishlash qoidalari qanday, ularni aytib bering.
8. Xrompik nima, u bilan idish yuvish qoidalari haqida nimalarni bilasiz?

XIV BOB. GRAVIMETRIK (TORTMA) ANALIZ

62- §. Gravimetrik analizning umumiy qoidalari

Gravimetrik analiz *deb, analiz natijasida olingan modda massasiga asoslanib, tekshirilayotgan namunadagi element (ion) ning miqdori aniqlanadigan miqdoriy kimyoviy analiz usuliga aytiladi.*

Odatda, *cho'ktirish usuli* ko'proq qo'llaniladi. Bu usulda aniqlanayotgan komponent juda kam eriydigan birikma shaklida cho'kmaga tushiriladi va bu birikma massasi aniqlanadi. Cho'kmaga tushirilgan modda massasini aniqlashdan oldin uni qizdirib, yaxshilab quritiladi. Bunda cho'ktirilgan birikmalar ba'zan boshqa tarkibli birikmaga aylanadi. Cho'ktirish usulidan tashqari ba'zan haydash usuli ham qo'llaniladi. Haydash usuli bilan faqat uchuvchan yoki analiz vaqtida uchuvchan birikmalarga aylanadigan tarkibiy qismlarni aniqlash va shu orqali tekshiriladigan komponent haqida xulosa chiqarish mumkin.

Gravimetrik analiz usuli gigiyenik tekshirishlarda keng qo'llaniladi. Masalan, kolbasadagi namlikni aniqlashda, oldindan tortib olingan qiyma ma'lum haroratda quritiladi va namlik foizi quritishdan oldingi va keyingi qiyma massasi farqiga qarab aniqlanadi. Shu usul bilan suzma, yorma va nondagi namlik aniqlanadi. Undagi kul miqdorini aniqlash uchun uning aniq tortilgan miqdori chinni tigelda mufel pechida qizdiriladi va kulning aniq massasini o'lchab, uning foizi hisoblanadi.

Gravimetrik analiz farmatsevtik preparatlarning analizida ham keng qo'llaniladi.

Cho'ktirish usulida turli reaksiyalardan foydalaniladi: almashinish, ajralish, kompleks hosil qilish va hokazo. Cho'ktirish usulida eritmaga reaktiv qo'shilganda reaksiya natijasida aniqlanayotgan komponent cho'kmaga tushadi, masalan:

$$FeCl_3 + 3NH_4OH = Fe(OH)_3\downarrow + 3NH_4Cl$$

Cho'kma shaklida ajralayotgan modda aniqlanayotgan moddaning ***cho'ktiriladigan*** shakli deyiladi. Cho'ktiriladigan shaklga qator talablar qo'yiladi.

1. Cho'ktiriladigan modda juda oz eruvchan bo'lishi va uning eruvchanlik ko'paytmasi $1 \cdot 10^{-8}$ dan katta bo'lmasligi kerak.

2. Cho'kma oson filtrlash va yuvish imkonini beradigan strukturaga ega bo'lishi kerak. Bundan tashqari, cho'kma eritmadagi begona moddalar bilan oson ifloslanmasligi kerak. Eng qulayi

yirik kristalli cho‘kmalar hisoblanadi, chunki ular tez filtrlanadi va oson yuviladi. Aluminiy gidroksid $Al(OH)_3$ tipidagi amorf va suzmasimon cho‘kmalar asta-sekin filtrlanadi, shu bilan birga, ular eritmalardagi begona aralashmalarni oson adsorbsiyalaydi va ulardan qiyin tozalanadi.

Filtrlangan va yuvilgan cho‘kmaga termik ishlov beriladi, quritiladi yoki qattiq qizdiriladi. Bunda cho‘kmadan suv, yuvilmasdan qolgan uchuvchan aralashmalar batamom uchib ketadi va ko‘pincha cho‘kma tarkibi o‘zgaradi. Masalan, $Fe(OH)_3$ cho‘kmasi qizdirilganda quyidagi jarayon sodir bo‘ladi:

$$2Fe(OH)_3 = Fe_2O_3 + 3H_2O$$

Qizdirish natijasida hosil bo‘lgan Fe_2O_3 ning massasi analitik tarozida katta aniqlik bilan tortiladi. Massasi o‘lchanadigan birikma bizning misolimizda Fe_2O_3 aniqlanadigan komponent Fe^{3+} ionlarining **tortiladigan** shaklidir. Ba’zida tortiladigan shakl cho‘ktiriladigan shakl bilan bir xil bo‘ladi (masalan, $BaSO_4$). Agar tortiladigan va cho‘ktiriladigan shakllar bir xil bo‘lmasa, cho‘ktiriladigan shakl tortiladigan shaklga oson va to‘liq o‘tadigan bo‘lishi kerak.

Tortiladigan shaklga ham bir qator talablar qo‘yiladi.

1. Tortiladigan shakl o‘zgarmas tarkibga ega bo‘lib, aniq kimyoviy formulaga ega bo‘lishi kerak. Cho‘ktiriladigan shakl ko‘pincha o‘zgaruvchan tarkibga ega bo‘ladi. Bunday paytda cho‘ktiriladigan shakl qizdirilib, o‘zgarmas tarkibli tortiladigan shaklga keltiriladi.

2. Hosil qilingan tortiladigan shakl kimyoviy jihatdan barqaror bo‘lishi va gigroskopik bo‘lmasligi kerak.

3. Bu talablar bajarilsa, tortiladigan shakl massasining aniqlanayotgan komponent massasiga nisbati katta qiymatga ega bo‘lganda, aniqlash xatoligining qiymati kichik bo‘ladi.

63- §. Cho‘ktirish sharoitlari

Cho‘ktiruvchini tanlash. Oldingi paragrafda aytib o‘tilgan cho‘ktiriladigan va tortiladigan shakllarga bo‘lgan talablar ko‘p jihatdan cho‘ktiruvchi tanlashni belgilab beradi. Birinchi navbatda, shunday bir cho‘ktiruvchini tanlash kerakki, u aniqlanayotgan komponent bilan reaksiyaga kirishganda cho‘ktiriladigan shakl unga qo‘yiladigan barcha talablarga javob bersin. Buning uchun cho‘ktiruvchining o‘zi ham quyidagi talablarga javob berishi lozim:

1) cho‘ktiruvchi selektiv bo‘lishi, ya’ni u faqat aniqlanadigan ionni cho‘ktirgani ma’qul. Agar bunday cho‘ktiruvchini topib bo‘lmasa, xalaqit beruvchi ionlar barqaror komplekslarga aylantiriladi yoki eritmadan u yoki bu usul bilan yo‘qotiladi;

2) cho‘ktiruvchi uchuvchan bo‘lgani ma’qul. Agar cho‘kma yuvilganda cho‘ktiruvchining qandaydir bir qismi yuvilmay qolsa, cho‘kma qizdirilganda u yo‘qoladi. Shuning uchun temir ionlari eritmadan ishqor eritmasi bilan emas, balki ammiak eritmasi bilan cho‘ktiriladi. Bariy ionlarini cho‘ktirish uchun sulfatlar emas, sulfat kislota ishlatiladi.

Cho‘ktiruvchining miqdori. Suvda mutlaqo erimaydigan elektrolitlar yo‘q, moddalarning eruvchanlik ko‘paytmasi hamma vaqt noldan katta bo‘ladi. Nazariy jihatdan hech bir cho‘ktirish to‘liq bo‘lmaydi, ammo eritmada qoladigan cho‘ktiriladigan birikmaning miqdori 0,0002 g (analitik tarozining tortish aniqligi) dan oshmasa, cho‘ktirish amaliy jihatdan to‘liq bo‘lgan deb hisoblanadi. Biror ionni to‘liq cho‘ktirish uchun hamma vaqt cho‘ktiruvchidan ortiqcha miqdorda olinadi. Odatda, reaksiya tenglamasiga ko‘ra hisoblanganiga nisbatan 1,5 marta ko‘p cho‘ktiruvchi olinadi. Cho‘ktiruvchining haddan tashqari ortiqcha miqdori zararlidir, chunki u cho‘kma eruvchanligining oshishiga sabab bo‘lishi mumkin. Eruvchanlikning oshishiga nordon tuzlarning hosil bo‘lishi, cho‘ktiriladigan birikmaning amfoterligi, tuzli effekt va boshqalar sabab bo‘ladi. Masalan, Al^{3+} ionlari aluminiy gidroksid shaklida cho‘ktirilsa, ortiqcha OH^- ionlari cho‘kmaning erishiga sabab bo‘ladi.

$$Al(OH)_3 + OH^- = [Al(OH)_4]^-$$

Qo‘rg‘oshin ionlari Pb^{2+} sulfat kislota yordamida $PbSO_4$ shaklida cho‘ktirilsa, cho‘ktiruvchini ortiqcha miqdorda qo‘shilishi nordon tuz $Pb(HSO_4)_2$ hosil bo‘lishiga va natijada cho‘kmaning erishiga sabab bo‘ladi.

Haroratning ta’siri. Cho‘ktirishning to‘liqligi cho‘ktiriladigan shaklning eruvchanligiga bog‘liq bo‘ladi. Eruvchanlik harorat oshishi bilan oshadi. Ikkinchi tomondan, issiq eritmadan cho‘ktirish kolloid zarrachalarning o‘sishiga va koagulatsiyasiga yordam beradi, shuning uchun, odatda, issiq eritmadan cho‘k-tirish amaliy jihatdan afzalroqdir.

Eritmani issiqligida filtrlash qulayroqdir, chunki bu vaqtda filtrlash tezroq bo‘ladi. Ammo haroratning oshishi bilan

cho‘kmaning eruvchanligi keskin oshsa, sovitilgandan keyingina eritmani filtrlagan ma’qul.

64- §. Gravimetrik analizda ishlatiladigan idishlar va asbob-uskunalar

Gravimetrik analiz usulida, odatda, quyidagi kimyoviy idishlar ishlatiladi, voronkalar, shisha byukslar, kimyoviy stakanlar va kolbalar, eksikator, soat oynasi, shisha tayoqchalar, chinni kosachalar, chinni tigellar, yuvg‘ich, quritish shkafi, mufel pechi.

Kimyoviy stakanlar va kolbalar. Kimyoviy analizda ishlatiladigan shisha idishlar, ularni isitish va sovitish oson bo‘lishi uchun devori yupqa bo‘ladi, ammo shishasi termik barqaror bo‘lishi kerak. Bunday stakanlar va kolbalarni qizdirish mumkin. Odatda, gravimetrik analizda, analizga olingan moddalarni eritish va cho‘ktirish uchun 100, 200 yoki 400 ml hajmli stakanlar ishlatiladi.

Soat oynalari sochiladigan moddalar kukunlarini tortish uchun ishlatiladi. Katta soat oynalari bilan stakan va kolbalar og‘zi yopiladi.

Voronkalar cho‘kmalarni filtrlash va yuvish uchun ishlatiladi. Mikroanalizlarda ko‘pincha diametri 7,9 sm li voronka ishlatiladi.

Yuvg‘ichlar cho‘kmani stakan devorlaridan, filtrdan, soat oynasidan va byuksdan yuvib tushirish va kimyoviy idishlarni yuvish uchun ishlatiladi.

Shisha tayoqchalar suyuqliklarni aralashtirish va filtrlash vaqtida ularni voronkaga quyish uchun ishlatiladi. Ayniqsa, stakan devorlaridagi cho‘kma zarrachalarini to‘plash uchun rezina uchli shisha tayoqcha qulay hisoblanadi.



32- rasm. Eksikator.

Byukslar shliflangan shisha qopqoqli stakanchalardir. Ular qattiq va suyuq moddalarni tortish uchun ishlatiladi.

Chinni tigellar cho‘kmalarni mufel pechida yoki ochiq gaz gorelkasida qizdirish uchun ishlatiladi. Ayniqsa, diametri 25 mm va balandligi 35 mm bo‘lgan 3-raqamli tigellar juda qulay. Yangi tigellarning massasi qizdirilganda hamma vaqt kamayadi, shuning uchun ularni ishla-

tishdan oldin mufel pechida doimiy massaga ega bo‘lgunga qadar bir necha soat qizdirilishi lozim.

Yozuvlar tigellarning tagiga tashqi tomonidan temir xlorid $FeCl_3$ ning to‘yingan eritmasi bilan yoziladi va bir necha minut qizdirish bilan yozuvlar mustahkamlanadi. Ishlatilgan chinni tigellar suyultirilgan (1:1) issiq xlorid kislota va suv bilan tozalanadi, keyin yana qizdiriladi.

Eksikatorlar (32-rasm) shlifli, zich yopiladigan qopqoqli qalin shishadan yasaladi. Eksikatorning yuqori va pastki qismlari orasiga tigel, byuks va boshqalarni qo‘yish uchun teshiklari bor chinni plastinka qo‘yiladi.

Eksikatorning pastki qismiga qurituvchi — kuchli gigroskopik modda, ko‘pincha, qizdirib suvsizlantirilgan kalsiy xlorid, ba’zan fosfat angidridi yoki konsentrlangan sulfat kislota solinadi. Eksikator qopqog‘ining shliflangan qismlariga vazelin surkaladi. Tigel va byukslar qizdirilgani (quritilgani)dan so‘ng analitik tarozida tortishdan oldin uy haroratigacha sovishi uchun eksikatorda saqlanadi.

Elektr quritish shkaflari idish, cho‘kma va analiz qilinadigan modda namunalarini quritish uchun mo‘ljallangan. Quritish shkaflarida haroratni 20°C dan 350°C gacha ushlash mumkin.

Elektr mufel pechlar tigeldagi cho‘kmalarni qizdirish uchun xizmat qiladi. Ulardagi qizdiruvchi elementlar, odatda, nixromli simdan yasaladi. Bu pechlarda haroratni 400°C dan 1000°C gacha ushlash mumkin.

65- §. Gravimetrik analizning muhim qoidalari

1. Tigellarni tayyorlash. Gravimetrik analiz tigellarni ishga tayyorlashdan boshlanadi. Agar tigellar mufel pechida doimiy massagacha qizdirilgan bo‘lsa, ular ish uchun tayyor hisoblanadi.

Tigellar yaxshilab yuviladi, gaz gorelkasi alangasida quritiladi va so‘ngra cho‘kma qaysi haroratda qizdirilishi lozim bo‘lsa, shu haroratda 30—40 minut davomida mufel pechida qizdiriladi.

Qizdirilgan tigel 40—45 minut davomida eksikatorda saqlanadi va uning ichidagi tigel uy haroratigacha sovitiladi. Tigel tortilgandan so‘ng yana mufel pechida 15—20 minut qizdiriladi, eksikatorda sovitiladi va yana tortiladi. Bu muolaja tigel doimiy massaga ega bo‘lguncha qaytariladi. Agar ikkita ketma-ket tortish natijalari

orasidagi farq 0,0002 g dan oshmasa, tigel doimiy massaga keltirilgan deb hisoblanadi.

2. Cho‘ktirish. Gravimetrik analizning eng muhim jarayoni bu cho‘ktirishdir. Miqdoriy analizda cho‘ktirish jarayonida analiz qilinayotgan moddaning ma’lum tarkibiy qismini amaliy jihatdan to‘liq cho‘kmaga o‘tkazish kerak. Bunda cho‘kma toza, filtrlash va yuvishga qulay shaklda bo‘lishi lozim.

Cho‘ktirishni bajarish texnikasini ko‘rib chiqamiz.

Cho‘ktirish kimyoviy stakanlarda bajariladi, chunki kolbadan cho‘kmani to‘liq chiqarib olish noqulay va ko‘p vaqt talab qiladi.

Cho‘ktirish uchun ishlatiladigan reagent eritma ustiga kichkina stakanchadan cho‘ktirish bajarilayotgan stakanning o‘rtasiga tomchilatib emas, balki tartibli ravishda stakanning ichki devori bo‘ylab shisha tayoqcha yordamida quyiladi. Bunda eritma shisha tayoqcha bilan to‘xtovsiz aralashtirib turilishi kerak. Eritmani aralashtirishda tayoqcha stakan devori va tubiga tegmasligi va uni tirnamasligi kerak. Agar cho‘ktirish issiq eritmada amalga oshirilayotgan bo‘lsa, unda eritmani qaynatish kerak emas, chunki reaktivni qaynayotgan eritmaga qo‘shganda birdaniga keskin bug‘ chiqib modda yo‘qolishi mumkin.

Toza va filtrlashga qulay kristall cho‘kma olish uchun quyidagi shartlarni bajarish kerak:

– kristall cho‘kmalarni cho‘ktirish uchun juda suyultirilgan eritmalarga cho‘ktiruvchining suyultirilgan eritmasi ta’sir ettiriladi;

– cho‘ktiruvchi eritma juda sekin, cho‘ktirish boshida esa tomchilab qo‘shiladi;

– cho‘ktirish ishlari issiq eritmada amalga oshiriladi;

– cho‘kmani filtrlash uchun qulay bo‘lgan yirik kristallarni hosil qilish uchun uni ma’lum vaqt eritmada sovuqda saqlash kerak, bunda kristallar yetilib oson filtrlanadigan yirik zarrachalar shaklida cho‘kmaga tushadi.

Amorf cho‘kmalarni cho‘ktirishda quyidagi sharoitlarga rioya qilish zarur:

– cho‘ktirish suyultirilgan eritmalarga cho‘ktiruvchining konsentrlangan eritmasini ta’sir ettirish yo‘li bilan amalga oshiriladi;

– cho‘ktiruvchi eritma kristall cho‘kmalarni cho‘ktirishdagiga nisbatan tezroq qo‘shiladi;

– cho‘ktirishdan oldin eritmaga kolloid zarrachalarni koagulatsiyalovchi elektrolit, ya’ni koagulator qo‘shiladi;

– cho‘ktirish ishlari issiq eritmada amalga oshiriladi;
– eritma sovishga ulgurmasdan tezlik bilan filtrlanadi.

3. Cho‘kmani filtrlash va yuvish. Yuqorida aytilganidek, filtrlash cho‘ktirishdan so‘ng darhol yoki biroz vaqt o‘tgandan keyin bajariladi. Miqdoriy analizda filtrlash uchun *kulsiz filtr qog‘ozlari*, ya’ni yoqilganda juda kam miqdorda (0,0001 g atrofida) kul hosil qiladigan filtr qog‘ozlar ishlatiladi. Bunday filtr qog‘ozlarini yoqqanda hosil bo‘ladigan kulning aniq massasi filtr qog‘ozning har bir pachkasida ko‘rsatilgan. Kulsiz filtr qog‘ozlarning g‘ovaklari har xil o‘lchamda bo‘ladi va bir-biridan zichlik darajasi bilan farq qiladi. Zichligi eng past filtr qog‘ozlar qizil yoki qora rangli tasma bilan o‘ralgan („qora tasma“, „qizil tasma“ nomlari shundan), o‘rtacha zichlikdagisi – oq tasma, zichligi eng katta filtr qog‘ozlar ko‘k tasma bilan o‘ralgan bo‘ladi.

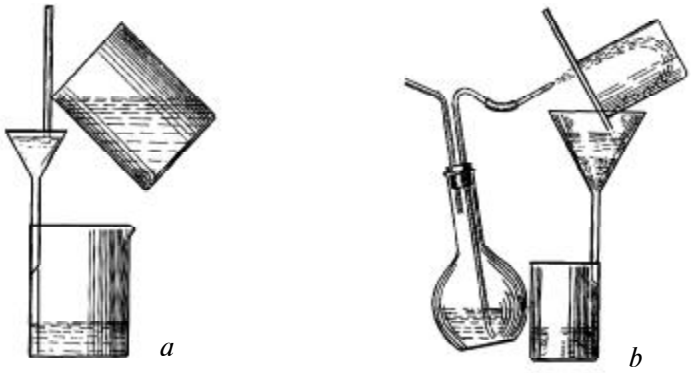
Filtr qog‘ozi orqali filtrlashdan oldin ayni holda qanday o‘lchamli va qanday zichlikka ega bo‘lgan filtr tanlash kerakligini hal qilish kerak. Filtr qog‘oz o‘lchami cho‘kma miqdori bilan belgilanadi. U filtrning uchdan bir, ammo yarmidan ko‘p bo‘lmagan qismini egallashi kerak.

Voronka o‘lchami shunday tanlanadiki, filtr qog‘ozning chekkalari voronka chekkasidan 0,5—1 sm past bo‘lsin.

Filtr qog‘oz to‘rt buklanadi, to‘rtdan bir qismi ochiladi va voronkaga qo‘yiladi. Filtr qog‘oz yuvg‘ich yordamida distillangan suv bilan ho‘llanadi va voronka devorlariga zich qilib yopishtiriladi.

Agar filtrat kolbaga yig‘ilayotgan bo‘lsa, voronka bilan kolba og‘zi orasi bir chetiga bir necha qavat qilib buklangan qog‘oz bo‘lagi qo‘yiladi. Cho‘kmali stakanning tumshug‘i tashqi tomondan barmoq bilan ohista artiladi. Shunda u suv bilan ho‘llanmaydi va filtrlanadigan suyuqlik tomchilari stakanning tashqi devoridan oqib tushmaydi. Filtrdagi suyuklik balandligi filtr chekkasiga 1–2 sm yetmasligi kerak.

Suyuqlikni filtrga shisha tayoqcha bo‘ylab quyishda stakan tubidagi cho‘kmani loyqalantirmaslikka harakat qilish kerak. Shunda filtrlash tez tugaydi, chunki filtr g‘ovaklari cho‘kma bilan to‘lib qolmaydi. Suyuqlik oqimini shisha tayoqcha bo‘ylab filtrning pastki ichki qismiga emas, ichki yuzasiga yo‘naltiriladi. Quyish vaqtida shisha tayoqchani filtr qog‘ozning uch qavatli joyining tepasidan, o‘rtasidan vertikal ushlash kerak. Tayoqchaning pastki uchi filtrdagi suyuqlikka tegmasligi lozim. Tayoqcha yo stakanda, yo filtr tepasida turishi kerak.



33-rasm. *a* – cho‘kmani qog‘oz filtr orqali filtrlash;
b – cho‘kmani stakandan filtrga o‘tkazish.

Cho‘kmadan undagi suyuqlikning ko‘p qismi filtrga quyilib stakan tubida cho‘kma ozgina suyuqligi bilan qolganda, cho‘kmani yuvishga kirishiladi. Buning uchun yuvg‘ichdan suyuqlik oqimini shunday yo‘naltiriladiki, u stakan devorlaridan unga yopishgan cho‘kma zarrachalarini yuvib tushsin, so‘ngra cho‘kma stakan tubiga yig‘ilishi uchun qo‘yib qo‘yiladi. Eritmani loyqalantirmasdan cho‘kma ustidagi tiniqlikni ohista, ehtiyotlik bilan boshqa filtrga quyiladi va cho‘kma yana 3–4 marta yuviladi. Keyin cho‘kmani uning oxirgi qolgan suyuqlik ulushi bilan chayqatib to‘liq filtrga solinadi. Stakan tubida va devorlarida qolgan cho‘kma zarrachalarini yuvg‘ichdagi yuvuvchi suyuqlik oqimi bilan filtrga tushiriladi (33-rasm, *b*). Shundan keyin stakanda devorlariga mustahkam yopishib qolgan cho‘kma zarrachalari oxirgi kristallarini yig‘ish uchun kulsiz filtr qog‘ozi bo‘lagi suvda ho‘llanadi, uni uchi rezinali shisha tayoqchaga o‘rnatib u bilan stakan devorlari va tubi ishqalanadi. Filtr qog‘ozi bo‘lagi cho‘kmali filtrga solinadi va yana stakan shu usulda 2–3 marta yuviladi.

Cho‘kmaning hammasi filtrga o‘tkazilgandan so‘ng uni yuvg‘ich bilan filtrda yuviladi. Yuvishda yuvuvchi suyuqlik oqimini cho‘kmaga tekkizmasdan katta kuch bilan filtr chekkalarini aylantirgan holda voronkaga yo‘naltiriladi. Cho‘kma 4–5 marta yuviladi. Har gal cho‘kmani yuvganda suyuqlik filtrdan to‘liq o‘tib bo‘lguncha qo‘yib qo‘yiladi. Cho‘kmaning to‘liq yuvilganligini tekshirish uchun voronka uchi tashqi tomondan yuvg‘ich bilan yuviladi, probirkaga bir necha tomchi filtrat solinadi va cho‘kma

qaysi iondan tozalanayotgan bo‘lsa, shu ionlarning borligi tekshiriladi. Filtrat tozalanayotgan ionlarga reaksiya bermay qolguncha cho‘kmani yuvish davom ettiriladi.

Yaxshi yuvilgan cho‘kmaning suvi to‘liqroq silqishi uchun ma’lum muddatga qoldiriladi.

4. Cho‘kmani quritish va qizdirish. Filtr chekkalarini markaz tomon buklab cho‘kmali filtr voronkadan ehtiyotlik bilan olinadi va doimiy massaga keltirilgan chinni tigelga solinadi.

Cho‘kmali ho‘l filtr voronkasi bilan quritish shkafida quritiladi. Bunda filtr o‘ta qurib ketmasligiga qarab turish kerak. Cho‘kmaning nami qochib, biroz quritilgandan so‘ng u mufel pechga qo‘yiladi va qattiq qizdiriladi. Qizdirish harorati, vaqti, cho‘kmaning tarkibi va miqdori bilan belgilanadi. Shundan so‘ng tigel eksikatorda sovitiladi va tortiladi, keyin yana 15–20 min mufel pechiga qo‘yiladi, eksikatorda sovitiladi va yana tortiladi. Qizdirish muolajasi cho‘kmali tigelni doimiy massaga kelguncha takrorlanadi.

5. Analiz uchun namuna olish. Gravimetrik analizda eritma ishlatiladigan bo‘lsa, yuqorida ko‘rsatilgan muolajalarni tatbiq etish mumkin. Analiz qilinadigan modda qattiq bo‘lsa, avval bu modda namunasining muayyan miqdori tortib olinadi, eritiladi va so‘ngra cho‘kmaga tushiriladi.

Tabiiy moddalar yoki sanoatda ishlab chiqarilgan mahsulotlar ko‘pincha bir jinsli bo‘lmaydi. Shuning uchun tabiiy moddalar ishlab chiqarish xomashyosi, yarimfabrikati, dorivor modda yoki tekshiriladigan obyektning o‘rtacha kimyoviy tarkibini ifodalash uchun o‘rtacha namuna olish kerak. O‘rtacha namuna olishda hamma vaqt quyidagi qoidaga amal qilish lozim. Tekshiriladigan modda yoki aralashmaning qancha ko‘proq joyidan namuna olinsa, analiz natijalari ham shuncha aniqlikda bo‘ladi.

Tortish uchun olinadigan namunaning massasi aniqlanadigan moddaning tarkibi va hosil bo‘ladigan cho‘kmaning miqdoriga bog‘liq bo‘ladi. Agar cho‘kma kristall holatda bo‘lsa (masalan, $BaSO_4$), qizdirilgandan keyin uning massasi 0,5 g atrofida bo‘lishi kerak. Agar cho‘kma amorf holatda bo‘lsa (masalan, $Fe(OH)_3$), qizdirilgandan so‘ng uning massasi 0,12 g atrofida bo‘lmog‘i lozim. Demak, cho‘kmaning xarakteriga qarab analiz uchun muayyan massadagi namuna olinadi. Namunaning massasi taxminiy hisoblanadi, ammo u analitik tarozida 0,0002 g aniqlik bilan tortilishi lozim.

Analiz uchun namuna quyidagicha olinadi.

1. Toza byuks yoki soat oynasi olinib, u doimiy massaga keltiriladi, uning massasi analitik tarozida tortiladi.

2. Byuks va soat oynasida tekshiriladigan obyektning kerakli massasi ham analitik tarozida 0,0002 g aniqlik bilan tortib olinadi.

3. Byuks va soat oynasidagi namuna stakanga solinadi. Olingan namunaning barcha zarrachalari byuks devorlaridan yuvg‘ich suvi oqimida yaxshilab yuvilib stakanga o‘tkaziladi. Stakandagi modda yaxshi erishi uchun salgina qizdirish mumkin. Agar modda suvda erimasa, biron-bir kislotada eritishga to‘g‘ri keladi.

6. Analiz natijalarini hisoblash. Cho‘kma massasini bilish uchun tarozida tortilgan cho‘kma bilan tigel massasidan tigel massasi va filtr kuli (etiketkalarda ko‘rsatilgan) massasini olib tashlash kerak. Keyin topilgan cho‘kma massasini qayta *hisoblash omili* yoki *analitik ko‘paytuvchi F* ga ko‘paytirish kerak. Biz bunda aniqlanayotgan modda massasini topamiz. Analitik ko‘paytuvchi, odatda, maxsus jadvallarda keltiriladi. Agar jadval bo‘lmasa, F ning qiymatini hisoblab topish kerak.

Misol. Obyekt tarkibidagi temir gravimetrik usulda aniqlanmoqda.

Uning tortiladigan shakli Fe_2O_3. Bu shakldagi temirning massasini topish kerak.

Analitik ko‘paytuvchi F ning qiymatini hisoblab topish uchun 1 mol Fe_2O_3, ya’ni 159,7g Fe_2O_3 da 111,7 g Fe borligidan foydalanib, proporsiya tuzamiz va tortiladigan 1 g Fe_2O_3 dagi Fe ning massasini hisoblab topamiz.

159,7 g Fe_2O_3 da _____111,7 g Fe bor
1 g Fe_2O_3 da _____ F g Fe bor

$$F = \frac{1 \cdot 111,7}{159,7} = 0,6994 \text{ g.}$$

Bu yerda: F – 1 g Fe_2O_3 da 0,6994 g Fe borligini aniqlovchi analitik ko‘paytma.

Analitik ko‘paytma qiymatini bilgan holda analiz qilinayotgan element yoki ionning cho‘kma tarkibidagi massasi topiladi:

$$m = F \cdot a.$$

Bunda: m – aniqlanayotgan modda tarkibidagi temirning massasi;
a – cho‘kmaning massasi.

Gravimetrik analizda ham 2—3 ta parallel analiz o‘tkaziladi. Olingan natijalar asosida, agar parallel aniqlashlardagi farq 0,0002—0,0004 g dan oshmasa, o‘rtacha qiymat olinadi. Parallel aniqlashlardagi farq qancha kam bo‘lsa, analiz shuncha aniq bajarilgan hisoblanadi.

Barcha parallel aniqlashlar natijalari ish daftariga yoziladi.

Analizda, odatda, aniqlanayotgan elementning yoki birikmaning absolut massasi emas, balki uning analiz qilinayotgan moddadagi massa ulushi aniqlanadi. Massa ulushi:

$$\varpi(x) = \frac{a \cdot F \cdot 100}{m}$$ formula bilan hisoblanadi.

Bunda: $\varpi(x)$ — x moddaning massa ulushi; m — analiz qilinayotgan modda massasi; a — cho‘kma massasi; F — analitik ko‘paytma.

66- §. Gravimetrik aniqlashlarga doir misollar

1-ish. Temir birikmalari yoki qotishmalaridagi temirni aniqlash

Eng oddiy gravimetrik analiz sifatida temir (III) birikmalari tarkibidagi temirni aniqlashni tajribada bajarib ko‘ramiz.

Temir (III) tuzlari $FeCl_3$ yoki $Fe_2(SO_4)_3$ eritmalaridan Fe^{3+} ionlarini gravimetrik usulda aniqlash uchun tekshiriladigan eritmaga ortiqcha ammiak eritmasi ta’sir ettirib $Fe(OH)_3$ shaklida cho‘ktiriladi:

$$FeCl_3 + 3NH_4OH = Fe(OH)_3\downarrow + 3NH_4Cl$$

Eritmada ammiak eritmasi ta’sirida cho‘kadigan boshqa ionlar bo‘lmasligi kerak. Temir (III) gidroksid qizdirilganda suvsiz temir (III) oksidga aylanadi:

$$2Fe(OH)_3 = Fe_2O_3 + 3H_2O$$

Temir (III) oksid Fe_2O_3 analiz qilinadigan Fe^{3+} ionlarining tortiladigan shaklidir. Cho‘ktirish natijasida hosil bo‘ladigan $Fe(OH)_3$ osongina kolloid eritma hosil qiladigan tipik amorf cho‘kmadir. Shuning uchun cho‘ktirish elektrolit-koagulator ishtirokida olib borilishi kerak.

Temir (III) tuzlari eritmalari qizdirilganda ular asosli tuzlar hosil qilib, kuchli gidrolizlanadi. Asosli tuzlar cho‘kmasi stakan tubi va devorlariga zich yopishib qoladi, yomon filtrlanadi va qiyin

yuviladi. Shuning uchun qizdirishdan oldin gidrolizning oldini olish uchun eritmaga kislota qo‘shiladi. Cho‘ktiruvchi (ammiak eritmasi) qo‘shilganda kislota neytrallanadi va hosil bo‘lgan ammoniy tuzi elektrolit – koagulator rolini o‘ynaydi.

Analiz tartibi. Tarkibida 0,05–0,1 g temir bo‘lgan temir (III) xlorid $FeCl_3$ eritmasi 400 ml li stakanga solinadi, 1–2 ml suyultirilgan (1:1) nitrat yoki xlorid kislota qo‘shiladi va eritma hajmi 100 ml bo‘lguncha suv qo‘shib suyultiriladi. Eritma qaynaguncha qizdiriladi va unga aralashtirilib turgan holda asta-sekinlik bilan kichkina stakandan suyultirilgan (1:1) ammiak eritmasini stakan tepasidagi havodan ammiak hidi kelgunga qadar quyiladi. 100 ml cha issiq distillangan suv qo‘shiladi, suyuqlik yana yaxshilab aralashtiriladi va 5—6 min tindirishga qo‘yiladi. So‘ngra cho‘kmali eritmaga ohistalik bilan yana 2—3 tomchi ammiak eritmasi qo‘shiladi. Cho‘ktirishning to‘liqligi tekshiriladi va darhol filtrlanadi.

Filtrlash diametri 11 sm bo‘lgan qora yoki qizil tasmali filtr qog‘oz orqali bajariladi. Cho‘kma 2% li NH_4NO_3 ning issiq eritmasi bilan 3–4 marta yuviladi. Dekantatsiya uchun har safar 50–70 ml NH_4NO_3 eritmasi olinadi. Cho‘kma filtrga o‘tkaziladi va nitrit kislota qo‘shib kislotali muhitga keltirilgan filtrat kumush nitrat $AgNO_3$ eritmasi bilan reaksiya bermay qolguncha issiq suv bilan yuviladi.

Yuvilgan cho‘kma salgina quritilgach, filtr qog‘oz bilan birga tigelga solib qizdiriladi. Cho‘kmali filtr qoraygandan so‘ng tigel mufel pechiga qo‘yiladi va 800–900°C da doimiy massaga kelguncha qizdiriladi. Mazkur aniqlashda tortiladigan shakl temir (III) oksid Fe_2O_3 bo‘lib, undagi temirning miqdori aniqlanishi kerak.

Analizning yozuv shakli

1-ish. Eritmadagi Fe^{3+} ionlarining massasini aniqlash

1. Tigelni doimiy massaga keltirish.

35–40 minut mufel pechida qizdirish: tigel massasi 15,2546 g.

15–20 minut mufel pechida qizdirish: tigel massasi 15,2544 g.

Tigelning doimiy massasi 15,2545 g.

2. $FeCl_3$ eritmasidan namuna olish. Tekshiriladigan eritmadan Mor pipetkasi yordamida 10 ml olib stakanga solinadi.

3. Fe^{3+} ionlarini cho‘ktirish. Stakandagi tekshiriladigan eritma ustiga ammiak eritmasi qo‘shiladi. Cho‘kma eritmadan qizil tasmali filtr qog‘ozi orqali filtrlab ajratiladi. Cho‘kma ustiga ammiak

eritmasi qo‘shiladi. Cho‘kma Cl^- ionlariga reaksiya bermagunga qadar NH_4NO_3 qo‘shilgan issiq suv bilan yuviladi.

4. Cho‘kmani tigelda quritish va qizdirish. Yuvilgan cho‘kma filtr qog‘oz bilan birga tigelga o‘tkaziladi va cho‘kmali tigel doimiy massaga kelguncha qizdiriladi.

Cho‘kmali tigelni 1 soat qizdirish: tigel massasi 15,7108 g.
Cho‘kmali tigelni 30 minut qizdirish: tigel massasi 15,6672 g.
Cho‘kmali tigelni 30 minut qizdirish: tigel massasi 15,6598 g.
Cho‘kmali tigelni 30 minut qizdirish: tigel massasi 15,6600 g.
Tigelning cho‘kma bilan birgalikdagi doimiy massasi 15,6599 g.

5. Cho‘kmaning massasini hisoblash.

Tigelning cho‘kma bilan birgalikdagi massasi 15,6599 g.
Tigelning massasi 15,2545 g.
Cho‘kmaning massasi 0,4054 g.

6. Namunadagi Fe^{3+} ionlari massasini hisoblash. $m = F \cdot a$ formulaga binoan amalga oshiriladi.

$$m\ (Fe^{3+}) = 0{,}6994 \cdot 0{,}4054 = 0{,}2835\ \text{g}.$$

Demak, tekshiriladigan eritmaning 10 ml da 0,2835 g Fe^{3+} ionlari bor ekan. 100 ml eritmada esa 2,835 g Fe^{3+} ionlari bo‘ladi. Eritmadagi Fe^{3+} ionlarining konsentratsiyasi 2,835 g/100 ml ekan.

2-ish. Kristall holdagi bariy xloriddagi kristallizatsiya suvini aniqlash

Bariy xlorid kristallogidradi tarkibidagi kristallizatsion suvning massa ulushi kristallogidrat namunasini quritishgacha va quritilgandan keyingi massalaridagi farqqa qarab aniqlanadi. Bariy xloridning kristallogidrati $BaCl_2 \cdot 2H_2O$ 105°C va undan yuqori haroratda kristallizatsiya suvini yo‘qotadi. Tajribani bajarish vaqtida bariy xlorid kristallogidrati namunasining ma’lum bir massasini olib, quritish shkafida 190–210°C da qizdiriladi. Bunda kristallogidrat to‘liq suvsizlanadi:

$$BaCl_2 \cdot 2H_2O \overset{t^\circ}{=} BaCl_2 + 2H_2O$$

Analiz tartibi. Byuks yaxshilab yuviladi va qopqog‘ini teskarisiga qiya qilib o‘rnatib quritish shkafiga qo‘yiladi. 30–40 min davomida 180–190°C da quritilgandan so‘ng byuks eksikatorda 15–20 min sovitiladi. Keyin, barcha qoidaga amal qilingan holda, byuks analitik tarozida tortiladi. Byuks doimiy massaga keltirilgandan so‘ng, byuksga 1,5 g atrofida qayta kristallangan $BaCl_2 \cdot 2H_2O$ solinadi, qopqog‘i berkitiladi va analitik tarozida 0,0002 g aniqlik bilan tortiladi.

Moddaning kerakli massasini 0,1 g gacha aniqlik bilan avval texnokimyoviy tarozida, keyin analitik tarozida tortiladi.

Byuks va uning ustiga qiya qilib qo‘yilgan qopqog‘i ichidagi namuna bilan quritish shkafi tokchasiga qo‘yiladi. Shkaf eshigi yopiladi va termoregulator yordamida shkaf ichida 180–190°C harorat o‘rnatiladi, 40–50 minutdan so‘ng byuks ichidagi namuna, qopqog‘i bilan tigel qisqichi yordamida olinib, eksikatorga qo‘yiladi. 15–20 minutdan so‘ng byuks eksikatordan olinadi, qopqog‘i yopiladi va analitik tarozida tortiladi. Byuksning namuna bilan birgalikdagi massasi yozib qo‘yiladi va 15–20 minut mobaynida yana quritiladi. Keyin yana sovitiladi va tortiladi.

Agar ikkinchi tortish natijasi birinchinikidan 0,0002 g dan ko‘pga farq qilmasa, namuna tarkibidagi kristallizatsion suvni chiqib ketgan deb hisoblansa bo‘ladi. Laboratoriya jurnaliga byuksning namuna bilan birgalikdagi massasini yozib hisoblashga kirishiladi. Agar ikkinchi tortish birinchidan 0,0002 g dan ko‘pga farq qilsa, unda namuna doimiy massaga kelgunga qadar quritiladi.

Yozuv shakli

Kristall bariy xloriddagi kristallizatsion suvni aniqlash:

1. Byuksni doimiy massaga keltirish.

30–40 min quritish shkafida qizdirish: byuks massasi 9,1526 g.

15–20 min quritish shkafida qizdirish: byuks massasi 9,1524 g.

Byuksning doimiy massasi 9,1525 g.

2. $BaCl_2 \cdot 2H_2O$ tuzidan namuna olish.

Byuksning namuna bilan birgalikdagi massasi 10,5540 g.

Bo‘sh byuksning massasi 9,1525 g.

Bariy xlorid kristallogidrati namunasining massasi 1,4015 g.

3. Kristallogidrat qizdirilgandan so‘ng hosil bo‘lgan tuzning massasi.

1- tortish natijasi 10,3492 g.

2- tortish natijasi 10,3480 g.

3- tortish natijasi 10,3480 g

quritilgandan so‘ng byuksning namuna bilan birgalikdagi massasi 10,3480 g.

4. Kristallizatsiya suvining massasi.

$m(H_2O) = 10{,}5540 - 10{,}3480 = 0{,}2060$ g.

5. Kristallogidratdagi kristallizatsiya suvining massa ulushini hisoblash.

$$\omega(H_2O) = \frac{0{,}2060 \cdot 100}{1{,}4015} = 14{,}7\%.$$

Bilimlarni mustahkamlash uchun savollar

1. Qanday analizga gravimetrik analiz deyiladi?
2. Cho‘ktirilayotgan, tortiladigan shakl nima va unga qanday talablar qo‘yiladi?
3. Gravimetrik analizda ishlatiladigan idishlarning nomlari va ularning funksiyalarini ayting.
4. Qanday sharoitda oson filtrlanadigan kristall cho‘kma hosil bo‘ladi?
5. Amorf moddalarni cho‘ktirish sharoitlarini ayting.
6. Filtr qog‘ozi qanday talablarga javob berishi kerak va u voronkaga qanday o‘rnatiladi?
7. Suyuqlikni to‘g‘ri filtrlash uchun nima qilish kerak?
8. Cho‘kmali filtr qog‘ozni to‘g‘ri quritish qanday bajariladi?
9. Modda tarkibidagi elementning massa ulushini aniqlash formulasini yozing.
10. a) $BaSO_4$ ni Ba ga; b) Al_2O_3 ni Al ga; d) $CaCO_3$ ni CaO ga; e) AgCl ni Cl ga qayta hisoblash uchun analitik ko‘paytmani toping.
11. Analiz qilinayotgan qotishmaning 0,2466 g namunasidan cho‘ktirishdan so‘ng 0,2675 g AgCl cho‘kmasi olingan bo‘lsa, kumushning namunadagi massa ulushini hisoblang: $F_{AgCl/Ag} = 0{,}2474$. *Javob:* 81,64%.

XV BOB. TITRIMETRIK (HAJMIY) ANALIZ

67- §. Titrimetrik analizning mohiyati

Titrimetrik analizda aniqlanayotgan modda miqdori reaksiyaga sarf bo‘lgan ma’lum konsentratsiyali reaktiv eritmaning hajmiga asoslanib aniqlanadi.

Modda miqdorini yoki eritmaning aniq konsentratsiyasini hajmiy-analitik yo‘l bilan aniqlash jarayoniga ***titrlash*** deyiladi. Titrimetrik analizning bu muhim muolajasi shundan iboratki, miqdori aniqlanayotgan modda eritmasiga reaksiya tugagunga qadar ma’lum konsentratsiyali boshqa eritma quyiladi.

Titrlashda reaktiv ortiqcha miqdorda emas, balki reaksiya tenglamasiga aniq mos keluvchi miqdorda qo‘shiladi. Reaktivning titrlashga sarflangan aniq konsentratsiyasi va eritmasining hajmi o‘lchanib, olingan miqdor eritmaning titriga ko‘paytirilsa, reaktivning grammlarda ifodalangan massasi topiladi. Bundan reaksiya tenglamasiga asoslanib eritmadagi aniqlanayotgan modda miqdorini, agar eritmaning hajmi ma’lum bo‘lsa, uning titrini topish qiyin emas.

Titrimetrik analiz ekvivalentlar qonuniga asoslangan bo‘lib, bu qonunning matematik ifodasi

$$V_1 N_1 = V_2 N_2$$

formulada o‘z aksini topgan.

Bu yerda: V_1 – tekshirilayotgan eritma hajmi; V_2– reaksiyaga sarf bo‘lgan reaktiv hajmi; N_1 – tekshirilayotgan eritma tarkibidagi moddaning normal konsentratsiyasi;

N_2 – reaksiyaga sarf bo‘lgan reaktivning normal konsentratsiyasi.

Titrlash yo‘li bilan tekshirilayotgan eritma tarkibidagi modda konsentratsiyasini aniqlash uchun reaksiyaga kirishuvchi eritmalarning aniq hajmini, reaktiv eritmasining aniq konsentratsiyasini va ikki moddaning ekvivalent miqdorda reaksiyaga kirishib, reaksiyaning tugash vaqtini, ya’ni ekvivalent nuqtani bilish kerak. Binobarin, titrimetrik aniqlashlar quyidagi tarkibiy qismlardan iborat:

– reaksiyaga kirishayotgan eritmalarning hajmlarini aniq o‘lchash;

– ishchi eritmalarni tayyorlash;

– ekvivalent nuqtani aniqlab olish.

Titrimetrik analizning aniqligi gravimetrik analiznikidan biroz pastroq, ammo bu farq unchalik katta emas. Shuning uchun analiz natijalarini tezroq bilib olish zarur bo‘lsa va katta aniqlk talab qilinmaganda ko‘pincha titrimetrik analiz usullaridan foydalaniladi.

Titrimetriyada qo‘llanadigan reaksiyalar quyidagi talablarni qanoatlantirishi lozim:

– reaksiya hech qanday qo‘shimcha jarayonlarsiz ma’lum tenglama bo‘yicha miqdoran oxirigacha borishi;

– qo‘shilayotgan reaktiv faqatgina aniqlanayotgan modda bilan reaksiyaga kirishishi;

– titrlashda sarf bo‘lgan reaktivning miqdori aniqlanayotgan modda miqdoriga ekvivalent bo‘lishi uchun reaksiyaning ekvivalent nuqtasini aniqlash;

– sekin boradigan reaksiyalarda ekvivalent nuqtani aniqlash juda qiyin va ko‘p vaqt talab qilganligi uchun reaksiya yetarli darajadagi tezlik bilan borishi va amalda qaytmas bo‘lishi kerak.

68- §. Titrimetrik analiz usullari

Titrimetriyada turli-tuman reaksiyalar ishlatiladi. Titrlash asosida qanday reaksiya yotishiga qarab titrimetrik analizning quyidagi usullari mavjud:

1. Neytrallash usuli. Bu usul kislota va ishqorlarning o‘zaro ta’siri, ya’ni neytrallanish reaksiyalariga asoslangan hajmiy aniqlashlardan iborat:

$$H^+ + OH^- = H_2O$$

2. Oksidlanish-qaytarilish usullari (oksidimetriya). Bu usullar oksidlanish-qaytarilish reaksiyalariga asoslangan. Oksidlovchi eritmalari bilan titrlab qaytaruvchi moddalarning miqdori aniqlanadi va aksincha, qaytaruvchi eritmalar bilan titrlab oksidlovchi moddalarning miqdori aniqlanadi.

3. Cho‘ktirish va kompleks hosil qilish usullari. Bu usullarga ionlarni qiyin eruvchan birikmalar ko‘rinishida cho‘ktirish va kam dissotsiatsiyalangan kompleksga bog‘lashga asoslangan hajmiy aniqlashlar kiradi.

Titrlashning quyidagi usullari mavjud:

1. *To‘g‘ri titrlash,* bunda reaksiya titrlash jarayonida aniqlanayotgan modda bilan ishchi eritma orasida boradi.

2. *Teskari titrlash,* bunda tekshirilayotgan eritmaga ma’lum konsentratsiyali eritmaning aniq o‘lchangan, ammo ortiqcha miqdori qo‘shiladi va bu reaktivning ortiqchasi ishchi eritma bilan titrlanadi.

3. *O‘rinbosarni titrlash,* bunda aniqlanayotgan moddaning biror reaktiv bilan reaksiyaga kirishib, hosil qilgan mahsuloti ish eritmasi bilan titrlanadi.

69- §. Titrimetrik analizda hajmlarni o‘lchash

Titrimetrik analizda qo‘llaniladigan eng muhim muolajalardan biri reaksiyaga kirishayotgan moddalar hajmini aniq o‘lchashdan iborat. Titrlashda ishlatiladigan ish eritmasi hajmi buretka bilan o‘lchanadi.

Titrlanadigan eritma hajmi Mor pipetkasida o‘lchanadi. Ko‘pincha 10 yoki 20 ml hajmli pipetkalardan foydalaniladi.

Titrlanadigan eritma hajmini aniq o‘lchab olish kerak. Titrlash jarayonida o‘zaro ta’sir qiluvchi eritmalar hajmi noto‘g‘ri o‘lchansa, analiz natijalarining aniqligi ham past bo‘ladi.

Buretkada o‘lchash aniqligi 0,02—0,03 ml atrofida bo‘ladi.

Buretka bilan o‘lchashda hajmiy aniqlashlarda yo‘l qo‘yiladigan xatolar eng muhim xatolar hisoblanadi. Shuning uchun bu mas’uliyatli muolajaga alohida e’tibor berish kerak. Buretkadan suyuqlikni tez quymaslik kerak, aks holda suyuqlik buretka devoridan silqib tushishga ulgurmaydi va o‘lchanayotgan hajm

noto‘g‘ri chiqadi. Har bir titrlashdan oldin, albatta, buretkadagi suyuqlik sathini nolga keltirish kerak. Agar titrlashga juda kam yoki juda ko‘p eritma sarflansa, titrlanadigan eritmaning boshqa hajmini olish kerak, toki titrlashga ketgan eritmaning hajmi buretka umumiy hajmining $\frac{1}{2}$ dan $\frac{2}{3}$ gacha qismini tashkil qilsin.

70- §. Ish eritmalari

Ish eritmasi *deb, odatda, titrimetrik aniqlashda ishlatiladigan eritmaga aytiladi,* ya’ni u bilan titrlanadi. Ish eritmasi yordamida tekshiriladigan eritmani titrlash uchun uning aniq konsentratsiyasini bilish kerak. Titrlangan eritmalar tayyorlashning ikkita usuli bor:

1-usul. Analitik tarozida moddaning kerakli massasi 0,0002 g aniqlik bilan tortib olinadi va uni o‘lchov kolbasiga solib, eritmaning hajmi kolbaning belgisiga yetguncha distillangan suv bilan to‘ldiriladi. Bu usul bilan tayyorlangan eritmaga ***tayyorlangan titrli eritma*** deyiladi.

2-usul. Moddaning kerakli konsentratsiya (normallik)dagi eritmasi taxminiy tayyorlanadi. Uning aniq konsentratsiyasini esa titri aniq bo‘lgan boshqa modda eritmasi bilan titrlab aniqlanadi. *Konsentratsiyasi ma’lum bo‘lgan boshqa eritma yordamida titri topilgan eritmaga* ***titri aniqlangan eritma*** *deyiladi.*

Shuni esda tutish kerakki, eritmalarning titri vaqt o‘tishi bilan o‘zgaradi. Shuning uchun bunday eritmalarning titrini ma’lum vaqt o‘tgandan keyin tekshirib turish kerak.

Titrimetrik analizning asosiy qoidalaridan biri: analiz qaysi sharoitda bajarilsa, ish eritmalarining titri ham shu sharoitda aniqlanishi kerak. Ish eritmasining konsentratsiyasi, odatda, normal konsentratsiya yoki titr orqali ifodalanadi.

Ko‘pincha analitik tekshirishlarda eritmaning titri bevosita aniqlanadigan moddaga nisbatan hisoblanadi. Bunda eritmaning titri shu eritmaning 1 millilitri aniqlanayotgan modda miqdorining necha gramiga to‘g‘ri kelishini ko‘rsatadi.

Ish eritmaning aniq konsentratsiyasini topish, ya’ni titrini aniqlash uchun boshlang‘ich modda deb ataladigan moddadan foydalaniladi. Buning uchun boshlang‘ich moddaning massasi analitik tarozida katta aniqlikda tortib olinadi va o‘lchov kolbasiga solib, uning aniq konsentratsiyali eritmasi tayyorlanadi.

Ish eritmasining ma’lum hajmi pipetka bilan olinib, konussi-

mon titrlash kolbasiga solinadi va uning titri konsentratsiyasi aniq bo‘lgan boshlang‘ich modda eritmasi bilan titrlanadi.

Ish eritmasi titrining topilish aniqligi va hajmiy analizning natijalari ko‘p jihatdan boshlang‘ich moddaning tozaligi va xossalariga bog‘liq bo‘ladi. Shuning uchun boshlang‘ich modda quyidagi talablarga javob berishi kerak:

– boshlang‘ich moddaning tarkibi uning kimyoviy formulasiga mos bo‘lishi;

– kimyoviy jihatdan toza bo‘lishi va undagi qo‘shimchalarning ulushi 0,1% dan oshmasligi;

– havoda barqaror bo‘lishi, ya’ni gigroskopik bo‘lmasligi, havo kislorodi yoki uglerod (IV) oksid ta’sirida o‘zgarmasligi;

– eritmada barqaror bo‘lishi, ya’ni oksidlanmasligi yoki parchalanmasligi;

– ekvivalent massasi katta bo‘lishi;

– suvda yaxshi eriydigan bo‘lishi;

– titri aniqlanadigan modda eritmasi bilan qat’iy ravishda reaksiya tenglamasi asosida va katta tezlikda reaksiyaga kirishi lozim.

Ish eritmasining titrini aniqlash uchun muayyan massadagi boshlang‘ich moddadan aniq konsentratsiyali eritma tayyorlanadi. Buning uchun boshlang‘ich moddaning aniq hisoblangan massasi analitik tarozida tortib olinadi yoki aniq hisoblangan massaga yaqin, ammo katta aniqlik bilan o‘lchangan miqdori olinishi mumkin. Birinchi holda eritma aniq konsentratsiyali bo‘ladi, ikkinchi holda esa eritmaning aniq konsentratsiyasi hisoblanadi.

Tortib olingan modda ehtiyotlik bilan voronka orqali o‘lchov kolbasiga solinadi. Modda qoldiqlari soat oynasi yoki byuksdan voronkaga yuvg‘ichdagi distillangan suv bilan yuvib tushiriladi. Keyin voronkaning ichki devorlari va salgina ko‘tarib turib voronka nayining tashqi qismi chayiladi. Byuks va voronkani yuvish uchun ishlatilgan suvning umumiy hajmi kolbaning yarim hajmidan ko‘p joyni egallamasligi kerak.

Modda to‘liq erimagunga qadar aralashtiriladi. Keyin kolba ichidagi eritma hajmi distillangan suv bilan kolbaning belgisigacha yetkaziladi. Buning uchun kolba belgisidan taxminan 1 sm pastgacha yuvg‘ichdan distillangan suv quyiladi. So‘ngra ko‘z meniskning pastki cheti bilan bir tekislikda bo‘lishiga qat’iy e’tibor berib, ehtiyotlik bilan meniskning pastki qismi kolba bo‘ynidagi belgiga urinmaguncha tomchilatib suv qo‘shiladi (34- rasm). Kolba tiqin bilan yaxshilab berkitiladi va kolbani ag‘darib, eritma 10–12 marta aralashtiriladi.



34-rasm.

Eritmalarning titrini aniqlash uchun yangi tayyorlangan eritmalar ishlatiladi.

Titrlangan eritmalar tayyorlash uchun ko‘pincha ichida massasi aniq o‘lchangan reaktiv yoki titri aniq bo‘lgan standart eritmasi bor bo‘lgan fiksanallardan foydalaniladi. Fiksanallar og‘zi kavsharlangan shisha ampulalardan iborat bo‘lib, har bir ampulada qanday miqdordagi qaysi modda borligini ko‘rsatuvchi yozuv bo‘ladi. Masalan: HCl 0,1 g-ekv va h.k.

Fiksanaldan foydalanib titrlangan eritma tayyorlash uchun o‘lchov kolbasi og‘ziga yaxshilab yuvilgan va distillangan suv bilan chayilgan voronka qo‘yiladi. Keyin voronkaga distillangan suv bilan chayilgan maxsus sindiruvchi qo‘yiladi. Yozuvni o‘chirish uchun ampula spirt bilan artiladi va distillangan suv bilan yuviladi. Keyin uni voronkaga shunday qo‘yiladiki, uning yupqa, botiq tubi sindiruvchiga tegib tursin. Fiksanalni salgina ko‘tarib, sindiruvchining uchiga ohista uriladi. Bunda ampuladagi modda voronka orqali kolbaga tushadi (34-rasm). Ampulaning yonida yoki yuqorisida chuqurcha bo‘lib, u yerdan shisha tayoqchaning o‘tkir uchi bilan teshik ochiladi. Bu teshik orqali yuvg‘ichdagi distillangan suv bilan ampulaning ichki devorlarini oz miqdordagi suv bilan bir necha marta yuvish kerak. Shundan keyin ampulaning tashqi devorlari chayiladi va u tashlab yuboriladi. Voronka va sindiruvchi chayiladi. Voronka ko‘tariladi va voronka naychasining tashqi qismi yuviladi. O‘lchov kolbasi bo‘ynining yuqori qismi yuviladi. Yuvish bo‘yicha barcha muolajalarni bajarib bo‘lgach, o‘lchov kolbasidagi suvning hajmi hamma muolajalardan so‘ng kolba hajmining 2/3 qismidan oshmasligi kerak.

Kolba ichidagi suyuqlik aylanma harakat qilib ehtiyotlik bilan aralashtiriladi. Agar fiksanalda quruq modda bo‘lgan bo‘lsa, u to‘liq erib ketguncha aralashtiriladi. Keyin eritma hajmi distillangan suv bilan kolbaning belgisigacha yetkaziladi. Kolba tiqin bilan berkitiladi va eritma 10—12 marta aralashtiriladi.

72- §. Ekvivalent nuqtani aniqlash

Titrlashda reaktivning ortiqcha miqdori emas, balki aniqlanayotgan modda miqdoriga ekvivalent miqdori ishlatiladi. Ravshanki, ishchi eritma bilan titrlanayotgan modda orasidagi reaksiyaning

tugash vaqtini, ya'ni *ekvivalent nuqtasini* aniqlash muhim ahamiyatga ega. Reaksiyaning tugash vaqti qanchalik aniq belgilansa, analizning aniqlik darajasi shunchalik katta bo'ladi.

Reaksiya tugashini aniqlash uchun *indikatorlar* deb ataluvchi maxsus reaktivlardan foydalaniladi. Ko'pincha indikatorlar titrlanayotgan modda va ishchi eritma o'rtasidagi reaksiya oxirida ishchi eritmaning ozgina ortiqcha miqdori ishtirokida eritma yoki cho'kmaning rangini o'zgartiradi. Buretkadagi ish eritmasidan ma'lum miqdorda quyilgandan so'ng titrlanayotgan eritmaning rangi sezilarli darajada o'zgarsa, bunda *titrlashning so'nggi nuqtasiga* erishildi deyiladi. Bu ekvivalent nuqta bilan mos kelmasligi mumkin. Ammo, ish eritmasining titri bajarilayotgan analiz kabi shu indikator va ayni shu sharoitda bajarilgani uchun titrlashning so'nggi nuqtasi bilan ekvivalent nuqtaning mos kelmasligi analiz aniqligiga amalda ta'sir qilmaydi. Agar oxirgi nuqtada indikator rangining o'zgarishi odam ko'zi bilan qiyin ilg'anadigan darajada kechadigan bo'lsa (masalan, sariq rangdan zarg'aldoq, keyin pushti rangga o'tsa yoki aksincha), bunday holda **„*guvoh*"** eritma ishlatish tavsiya etiladi. Bu eritma titrlash so'ngida analiz qilinayotgan eritmaning hajmi va tarkibiga ega bo'lishi kerak. Ikkala holda ham qo'shilgan indikatorning miqdori bir xil bo'lishi lozim. Titrlanayotgan eritma yonida shunday „guvoh" bo'lsa, ikkala eritmaning rangi bir xil bo'ladigan payt oson aniqlanadi.

Har bir titrimetrik usulning o'z indikatorlari bo'ladi. Neytrallash usullarida eritmaning pH i o'zgarishi bilan indikatorlar o'z rangini o'zgartiradi. Cho'ktirish usullarida ekvivalent nuqtani cho'kma hosil bo'lishining to'xtashiga qarab aniqlanadi. Cho'ktirish usullarida ishlatiladigan indikatorlar tiniq rangli cho'kma hosil qiladi. Gohida, agar tekshirilayotgan tiniq rangli reaktiv (masalan, $KMnO_4$) eritmasi bilan titrlansa, titrlashning tugashini indikatorsiz ham sezsa bo'ladi, chunki aniqlanayotgan modda bilan reaksiyaga kirishmagan ish eritmasining bitta ortiqcha tomchisi titrlanayotgan eritma rangini keskin o'zgartirib yuboradi.

72- §. Titrimetrik aniqlashlar bo'yicha umumiy ko'rsatmalar

Titrimetriyada ishlatiladigan barcha idishlar **„*xrompik*"** aralashmasi bilan yaxshilab yuvilgan, oddiy suv, keyin esa distillangan suv bilan bir necha marta chayilgan bo'lishi kerak. Suyuqlikning birorta tomchisi ham idish devoridan oqib, unda ushlanib qolmasligi lozim.

Buretkani ish eritmasi bilan to‘ldirishdan oldin, uni shu eritmaning 5–7 ml bilan 2–3 marta chayib tashlash kerak. Buretka kichkina voronka yordamida to‘ldiriladi. Buretka uchida havo pufakchalari bo‘lmasligi kerak.

Biror eritmani pipetka bilan olishdan oldin uni ham avval shu eritma bilan 2—3 marta chayib tashlash kerak.

Eritmalar konussimon (Erlenmeyer) kolbasiga solinib titrlanadi. Kolba o‘lchami shunday tanlanadiki, titrlash oxirida suyuqlikning umumiy hajmi kolba hajmining yarmidan oshmasin.

Titrlash jarayonida rang o‘zgarishi aniqroq bilinishi uchun kolba tagiga ham oq qog‘oz varag‘ini to‘shab qo‘yish kerak. Titrlash paytida kran yoki qisqich chap qo‘l bilan boshqariladi, kolba esa o‘ng qo‘lda ushlanadi.

Buretkadan eritmani 5–6 sekundda 1 ml tezlik bilan tushirish, titrlashga sarf bo‘lgan eritma hajmining oxirgi tomchisi qo‘shilgandan so‘ng 20–30 sekund o‘tgach, eritma hajmini o‘lchash lozim. Titrlash vaqtida kolbadagi eritma hamma vaqt aralashtirib turilishi kerak.

Titrlashning oxirgi nuqtasiga yaqinlashganda buretkadagi eritmani ehtiyotlik bilan tomchilatib qo‘shish lozim.

Tekshiriladigan eritma 25 yoki 50 ml hajmli buretkalardan titrlanganda 2–3 ta paralell namuna uchun farq 0,1 ml dan oshmasa, titrlash to‘g‘ri bajarilgan deb hisoblanadi. Katta farq bo‘lgan taqdirda titrlashni takrorlash lozim.

73- §. Titrimetrik analizdagi hisoblashlar

Ekvivalentlar qonuniga binoan reaksiyaga kirishayotgan moddalar eritmalarining hajmi, ularning normal konsentratsiyalariga teskari proporsionaldir, ya’ni:

$$V_1 N_1 = V_2 N_2.$$

1-misol. NaOH ish eritmasining konsentratsiyasini aniqlash uchun boshlang‘ich eritma sifatida fiksanaldan tayyorlangan xlorid kislotaning 0,1 n eritmasi olingan. Titrlashga olingan boshlang‘ich eritmaning hajmi 10 ml. Titrlashga sarflangan ish eritmasining hajmi 11,30 ml. Ish eritmasining aniq normal konsentratsiyasi

$$N_{\mathrm{NaOH}} = \frac{N_{\mathrm{HCl}} \cdot N_{\mathrm{HCl}}}{V_{\mathrm{NaOH}}} = \frac{0,1 \cdot 10}{11,30} = 0,0885$$ bo‘ladi.

Ish eritmasining aniq normal konsentratsiyasini ifodalashda ko‘pincha *tuzatish koeffitsiyenti K* deb ataluvchi koeffitsiyentdan foydalaniladi. Bu kattalik eritmaning aniq konsentratsiyasini topish uchun eritmaning ehtimol qilinayotgan normalligiga ko‘paytirish kerak bo‘lgan sondir. Masalan, $K = 0{,}945$ bo‘lgan taxminan 0,1 n li eritma bor. Demak, eritmaning aniq normal konsentratsiyasi $0{,}1 \cdot 0{,}945 = 0{,}0945$ n ga teng.

Titrimetrik aniqlangan eritma normalligini eritmaning taxminiy normalligi qiymatiga bo‘lib K son topiladi:

$$K = \frac{N}{N_0}.$$

Bunda: N – eritmaning aniqlangan normalligi; N_0 – eritmaning taxminiy normalligi.

Agar ish eritmasi fiksanaldan tayyorlangan bo‘lsa, $K = 1$ bo‘ladi.

2- misol. Agar taxminiy 0,1 n li NaOH eritmasining titrimetrik aniqlangan normal konsentratsiyasi 0,0885 bo‘lsa, K nimaga teng?

$$K = \frac{0{,}0885}{0{,}1} = 0{,}885.$$

Eritma titrini 1 ml eritmadagi moddaning gramm hisobidagi massasini ifodalash uchun, quyidagi formuladan foydalaniladi:

$$T = \frac{EN}{1000} \text{ yoki } T = \frac{m}{V}.$$

Bu yerda: E – moddaning ekvivalent massasi; N – eritmaning normal konsentratsiyasi.

Titrimetrik hisoblashlarda ko‘pincha eritmaning titri biron-bir modda bo‘yicha hisoblanadi. Buning uchun

$T_{xy} = \frac{N_x \cdot E_y}{1000}$ formuladan foydalaniladi.

Bu yerda: x – ish eritmasi; y – aniqlanayotgan modda; N_x – ish eritmasining normalligi; E_y – aniqlanayotgan moddaning ekvivalent massasi.

3- misol. $AgNO_3$ eritmasining normalligi 0,1020 ga teng, uning Cl^- ionlari bo‘yicha titri:

$$T_{AgNO_3/Cl^-} = \frac{N_x \cdot E_y}{1000} = \frac{0{,}1020 \cdot 35{,}45}{1000} = 0{,}003616 \text{ g/ml} \quad \text{ga teng.}$$

Odatda, titr to‘rtinchi raqamgacha hisoblanadi.

Eritmaning aniqlanayotgan modda bo‘yicha titridan foydalanib, modda massasi:

$$m_y = V_x \cdot T_{x/y}$$ formula bo‘yicha hisoblanadi.

Bunda: m_y – aniqlanayotgan modda massasi, g; V_x – titrlashga ketgan ish eritmasining hajmi, ml; $T_{x/y}$ – ish eritmasining aniqlanayotgan modda bo‘yicha titri, g/ml.

4- misol. Agar xlorid eritmasini titrlash uchun xlor bo‘yicha titri 0,0036 ga teng bo‘lgan $AgNO_3$ eritmasidan 8,20 ml sarflangan bo‘lsa, titrlanayotgan eritmada necha gramm xlor borligini hisoblang:

$$m_{Cl} = T_{AgNO_3/Cl} \cdot V_{AgNO_3} = 0,0036 \cdot 8,20 = 0,0295 \text{ g}.$$

Demak, tekshiriladigan eritma tarkibida 0,0295 g xlor bor ekan.

Bilimlarni mustahkamlash uchun savollar

1. Titrlash deb nimaga aytiladi?
2. Titrimetrik analizning qanday usullari bor?
3. Titrimetrik aniqlashlarda qanday o‘lchov idishlari ishlatiladi?
4. Ishchi eritma nima va uning konsentratsiyasi qanday ifodalanadi?
5. Boshlang‘ich modda deb nimaga aytiladi va unga qanday talablar qo‘yiladi?
6. Fiksanal nima va undan foydalanib eritma tayyorlash texnikasini tushuntirib bering.
7. Ekvivalent nuqta deb nimaga aytiladi?
8. Agar ish eritmasining normal konsentratsiyasi ma’lum bo‘lsa, uning aniqlanayotgan modda bo‘yicha titri qaysi formula bilan aniqlanadi?
9. Agar titrlashga ketgan ish eritmasining hajmi va aniqlanayotgan modda bo‘yicha titri ma’lum bo‘lsa, eritmadagi modda massasi qaysi formula bilan aniqlanadi?
10. Agar 20 ml HNO_3 eritmasini titrlash uchun 0,1200 NaOH eritmasidan 15,00 ml sarflangan bo‘lsa, uning normalligi va titrini aniqlang. *Javob:* 0,0900 n; $T = 0,005672$ g/ml.
11. Xlorid eritmasini titrlashga 10,53 ml kumush nitrat eritmasi sarflangan ($T_{AgNO_3/Cl} = 0,003580 \text{ g/ml}$). Eritmada qancha xlor bo‘lgan? *Javob*: 0,0377 g.
12. Agar 15 ml 0,1 n HCl eritmasini titrlashga 14,52 ml NaOH eritmasi sarflangan bo‘lsa, bu ish eritmasining aniq normalligi nimaga teng? K_{NaOH} ni hisoblang. *Javob*: 0,1033 n $K = 1,033$.

XVI BOB. NEYTRALLANISH USULI

74- §. Neytrallanish usulining mohiyati

Neytrallanish usuli neytrallanish reaksiyasiga asoslangandir:

$$H^+ + OH \rightarrow H_2O$$

Neytrallanish usuli kislota va ishqorlarni miqdoran aniqlashda qo‘llaniladi. Bu usul yordamida neytrallanish reaksiyasi bilan bog‘liq bo‘lgan bir qator boshqa hajmiy aniqlashlar ham o‘tkaziladi. Masalan, kuchsiz kislota va kuchli asoslardan hosil bo‘lgan ba’zi tuzlarni (K_2CO_3, CH_3COONa yoki ammoniy tuzlarini) aniqlash.

Kislotalarni miqdoriy aniqlashda, ya’ni alkalimetriyada ish eritmasi sifatida NaOH yoki KOH eritmasi ishlatiladi. Ishqorning titrlangan eritmasini tortib olingan modda massasi bo‘yicha tayyorlab bo‘lmaydi, chunki ishqorlar aniq konsentratsiyali eritma tayyorlash mumkin bo‘lgan moddalarga qo‘yiladigan talablarga javob bermaydi. Bundan tashqari, ishqor eritmalari juda yaxshi saqlanganda ham o‘z titrini ancha tez o‘zgartiradi, shuning uchun bu ish eritmalarining titri ishlatilishdan oldin albatta aniqlanishi lozim. Ishqorning ish eritmasi titrini aniqlash uchun oksalat kislota $H_2C_2O_4 \cdot 2H_2O$ yoki kahrabo kislota $H_2C_4H_4O_4$ ishlatiladi.

Ko‘pincha laboratoriya tajribasida boshlang‘ich eritma sifatida fiksanaldan tayyorlangan 0,1 n kislota eritmasi ishlatiladi.

Ishqorni miqdoriy aniqlash (asidimetriya) da kuchli kislota eritmasi ish eritmasi bo‘ladi (odatda, HCl yoki H_2SO_4). Konsentrlangan kislotadan uning titrlangan eritmasini tayyorlash mumkin emas. Biz konsentrlangan kislotani qanchalik aniqlik bilan tortib olishga harakat qilmaylik, uning haqiqiy massasini bila olmaymiz, chunki sulfat kislota gigroskopikdir, konsentrlangan xlorid kislotadan esa vodorod xlorid ajralib turadi. Shuning uchun kislotalar ish eritmalarining titri aniqlanadi. Kislota eritmalarining titrini aniqlash uchun bura $Na_2B_4O_7 \cdot 10H_2O$ yoki kimyoviy toza soda Na_2CO_3 boshlang‘ich modda bo‘lib xizmat qiladi. Ba’zi hollarda kislotaning ish eritmasi fiksanaldan tayyorlanadi. Kislotalar eritmasining titri ancha vaqtgacha o‘zgarmaydi.

Neytrallanish usulidan klinik laboratoriyalarda me’da shirasi kislotaliligini aniqlashda, farmatsevtikada dorivor moddalardagi kislota va asoslar miqdorini aniqlashda, sanitariya-gigiyena laboratoriyalarida keng foydalaniladi.

Agar har qanday kislota eritmasi ishqor eritmasi bilan titrlansa, kislotaning H^+ ionlarining ishqorning OH^- ionlari bilan bog‘lanishi sodir bo‘ladi va H^+ ionlari konsentratsiyasi asta-sekin kamayadi, eritmaning pH i esa ortadi. pH ning ma’lum qiymatida ekvivalent nuqtaga erishiladi va titrlash tugatilishi kerak. Ishqor eritmasi kislota eritmasi bilan titrlanganda OH^- ionlari bog‘lanadi, ularning eritmadagi konsentratsiyasi kamayadi, H^+ ionlarining konsentratsiyasi ortadi va eritma pH i kamayadi. Ammo, ekvivalent nuqtada hamma hollarda ham pH ning qiymati bir xil bo‘lmaydi. pH ning qiymati reaksiyaga kirishayotgan kislota va asos tabiatiga bog‘liq bo‘ladi.

Kuchli kislota kuchli ishqor bilan neytrallanganda, masalan:

$$HCl + NaOH = NaCl + H_2O$$

kuchsiz elektrolit – suv hosil bo‘ladi. Reaksiya amalda oxirigacha boradi. Reaksiya natijasida hosil bo‘ladigan tuz gidrolizga uchramaydi va eritma neytral muhitga ega bo‘ladi (pH = 7,0). Demak, kuchli kislotani kuchli ishqor bilan va aksincha, kuchli ishqorni kuchli kislota bilan titrlaganda ekvivalent nuqtada eritma neytral, ya’ni pH = 7,0 bo‘ladi.

Agar kuchli ishqor bilan kuchsiz kislota, masalan, sirka kislota titrlansa

$$CH_3COOH + NaOH \rightarrow CH_3COONa + H_2O$$

ekvivalent nuqtada gidrolizga uchraydigan CH_3COONa tuzi hosil bo‘ladi va quyidagi tenglama asosida gidrolizlanadi:

$$CH_3COONa + H_2O \rightleftarrows CH_3COOH + NaOH$$

Demak, bu holdagi titrlashda boradigan reaksiya qaytar bo‘lib, oxirigacha bormaydi. Ekvivalent nuqtada eritmada erkin CH_3COOH molekulalari bo‘ladi, chunki u kuchsiz elektrolit bo‘lganligi uchun deyarli dissotsilanmaydi, NaOH esa kuchli elektrolit bo‘lganligi uchun

$$NaOH \rightarrow Na^+ + OH^- \quad \text{tenglama}$$

asosida dissotsilanib, OH^- ionlarini hosil qiladi. Natijada OH^- ionlarining konsentratsiyasi H^+ ionlari konsentratsiyasidan ortib, titrlash pH>7,0 bo‘lganda tugaydi.

Kuchsiz asoslarni kuchli kislotalar bilan titrlaganda, masalan:

$$NH_4OH + HCl \rightleftarrows NH_4Cl + H_2O$$

hosil bo‘ladigan tuz NH_4Cl gidrolizga uchraydi. Neytrallanish

reaksiyasi qaytar bo‘lib, ekvivalent nuqtasida H^+ ionlarining konsentratsiyasi OH^- ionlarining konsentratsiyasidan ko‘p bo‘ladi. Titrlash pH < 7,0 bo‘lganda tugaydi.

Shunday qilib, neytrallanish usulida kuchli kislota bilan kuchli asos reaksiyaga kirishgandagina ekvivalent nuqta neytrallanish nuqtasiga mos keladi. Shuning uchun neytrallanish reaksiyalarida neytrallanish nuqtasi emas, balki ekvivalent nuqta topiladi. Demak, neytrallanish reaksiyalarida turli xil hollarda neytrallanish pH ning turli xil qiymatlarida tugaydi.

75- §. Neytrallanish usulining indikatorlari

Neytrallanish reaksiyasida ekvivalent nuqtada qandaydir tashqi o‘zgarishlar sodir bo‘lmaydi. Shu sababli titrimetrik analizda reaksiyaning oxirini aniqlash uchun maxsus indikatorlardan foydalaniladi.

Neytrallanish usulida qo‘llaniladigan indikatorlar rangi suvli eritmadagi vodorod ionlarining konsentratsiyasiga qarab o‘zgaradigan organik birikmalardir. Bular kislota-asos indikatorlar yoki pH indikatorlardir. Har xil indikatorlarda indikator rangi vodorod ionlarining turli konsentratsiyalarida o‘zgaradi. Indikator rangining sezilarli o‘zgarishi sodir bo‘ladigan eritma pH qiymatining sohasi ***indikatorning o‘zgarish sohasi*** deyiladi. Masalan, metil zarg‘aldog‘ining o‘zgarish sohasi pH ning 3,1 — 4,4 qiymatlari oralig‘ida bo‘ladi. pH>4,4 bo‘lganda metil zarg‘aldog‘i — sariq, pH<3,1 da — pushti, pH = 3,1 — 4,4 da — pushtidan asta-sekin sariqqa o‘zgaradi. Boshqa indikator — fenolftalein pH = 8,0 bo‘lganda rangsiz, pH = 8,0 — 10,0 — och pushtidan sekin-asta tiniq malina rangiga o‘tadi. Metil qizili indikatorining o‘zgarish sohasi pH = 4,4 — 6,2 oralig‘ida bo‘ladi. pH<4,4 bo‘lganda, bu indikator qizil, pH>6,2 da — sariq rangda bo‘ladi.

Har bir holat uchun titrlash indikator rangining eng keskin o‘zgaradigan paytida tugatiladi. Indikator rangining eng keskin o‘zgaradigan pH qiymati **titrlash ko‘rsatkichi** deyiladi. Demak, titrlash ko‘rsatkichi pH ning qiymati bo‘lib, berilgan indikator bilan eritmani shu qiymatgacha titrlaymiz. Masalan, fenolftalein uchun titrlash ko‘rsatkichi pH = 9 da, ya’ni pH ning shu qiymatida biz rang o‘zgarishini, ayniqsa, sezamiz va titrlashni tugatamiz. Metil zarg‘aldog‘ining titrlash ko‘rsatkichi pH = 4,0 ga teng.

Reaksiyaning tugashi indikator yordamida aniqlangani uchun aniqlashlarda indikatorni to‘g‘ri tanlash juda muhim.

76- §. Titrlashning egri chiziqli ko‘rsatkichlari. Indikator tanlash

Titrlashning ekvivalent nuqtasini aniqroq belgilash uchun shunday indikator tanlash kerakki, u pH ning ekvivalent nuqtaga yaqin qiymatida o‘z rangini keskin o‘zgartirsin.

Shuning uchun neytrallanish jarayoni borishida turli hollarda pH ning qanday o‘zgarishini oldindan o‘rganish kerak.

Dissotsilanish darajasi turli xil bo‘lgan kislota va asoslarning neytrallanishida ro‘y beradigan pH ning o‘zgarishi, odatda, grafik tarzda tasvirlanadi. Neytrallanish vaqtidagi pH ning astasekin o‘zgarishining bunday grafik tasviri ***neytrallanish egri chizig‘i*** deyiladi. Neytrallanish usulida quyidagi holatlar bo‘lishi mumkin:

– kuchli kislotani kuchli asos bilan (yoki aksincha) titrlash;
– kuchsiz kislotani kuchli ishqor bilan titrlash;
– kuchsiz asosni kuchli kislota bilan titrlash.

Biz uchala holatni ham ko‘rib chiqamiz.

1. Kuchli kislotani kuchli asos bilan titrlash. Faraz qilaylik, 0,1 n li HCl eritmasini 0,1 n li NaOH eritmasi bilan titrlayapmiz. Suyultirilgan eritmalarda kuchli kislotalar va kuchli asoslar ionlarga to‘liq dissotsilangan va H^+ ionlarining konsentratsiyasi son jihatdan kislotaning umumiy konsentratsiyasiga teng deb qabul qilish mumkin. Shunday qilib, neytrallanish boshlanishidan oldin olingan kuchli kislotaning 0,1 n li eritmasida $[H^+] = 0{,}1 = 10^{-1}$ va pH = 1 bo‘ladi.

Eritmadagi 90% kislotani neytralladik, ya’ni kislotaning avvalgi miqdorining 10% i reaksiyaga kirishmay qoldi, deb faraz qilamiz. Demak, kislota miqdori 10 marta kamaydi. Hisobni soddalashtirish uchun biz eritma umumiy hajmining oshishiga ahamiyat bermaymiz, chunki bunda pH ni hisoblashda qo‘yilgan xato shunchalik kichik bo‘ladiki, u neytrallash egri chizig‘ining umumiy xarakteriga ta’sir qilmaydi.

Kislotaning umumiy konsentratsiyasi 10 marta kamayganda H^+ ionlarining konsentratsiyasi ham shuncha marta kamayadi: $[H^+] = 0{,}01 = 10^{-2}$ yoki pH = 2,0 bo‘ladi.

Keyin biz 99% ni neytralladik deb hisoblaymiz. Bu holda kislotaning umumiy konsentratsiyasi avvalgi konsentratsiyaga nisbatan 100 marta kamayadi. Bunda $[H^+] = 0{,}001 = 10^{-3}$ yoki

pH = 3,0 bo‘ladi. Ishni davom ettirib, 99,9% kislotani neytrallaymiz, bunda $[H^+] = 0,0001 = 10^{-4}$ yoki pH = 4,0 bo‘ladi.

HCl 100% neytrallanganda eritmada gidrolizga uchramaydigan faqat NaCl tuzi bo‘ladi, H^+ va OH^- ionlarining konsentratsiyasi bir xil va pH = 7,0 bo‘ladi. Ekvivalent nuqtasi neytrallanish nuqtasiga to‘g‘ri keladi.

7- jadval

0,1 % li xlorid kislota eritmasini 0,1 n li NaOH eritmasi bilan neytrallashda $[H^+]$ va pH ning o‘zgarishi

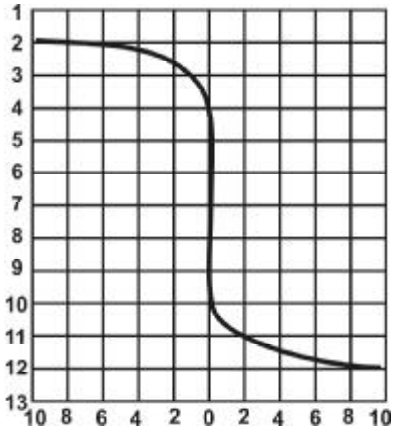
Kislotaning neytrallanish darajasi, %	$[H^+]$	pH
0	10^{-1}	1
90,0	10^{-2}	2
99,0	10^{-3}	3
99,9	10^{-4}	4
100,0	10^{-7}	7
Ortiqcha ishqor qo‘shildi, %		
0,1	10^{-10}	10
1,0	10^{-11}	11
10	10^{-12}	12
100	10^{-13}	13

Agar biz titrlanayotgan shu eritmaga ishqor qo‘shishni davom ettirsak, unda H^+ ionlarning konsentratsiyasi qanday kamayib borsa, OH^- ionlarining konsentratsiyasi xuddi shunday ortib boradi. 0,1% ortiqcha ishqor qo‘shilganda $[OH^-] = 10^{-4}$, $[H^+] = 10^{-10}$, pH = 10 bo‘ladi.

1% ortiqcha ishqor qo‘shilganda $[OH^-] = 10^{-3}$, $[H^+] = 10^{-11}$, pH = 11 bo‘ladi.

10% li ortiqcha ishqor qo‘shilganda $[OH^-] = 10^{-2}$, $[H^+] = 10^{-12}$, pH = 12 bo‘ladi.

Agar 100% ortiqcha ishqor qo‘shilsa, eritmadagi NaOH konsentratsiyasi 0,1 n bo‘ladi. $[OH^-] = 10^{-1}$, $[H^+] = 10^{-13}$, pH = 13 bo‘ladi.



35-rasm.

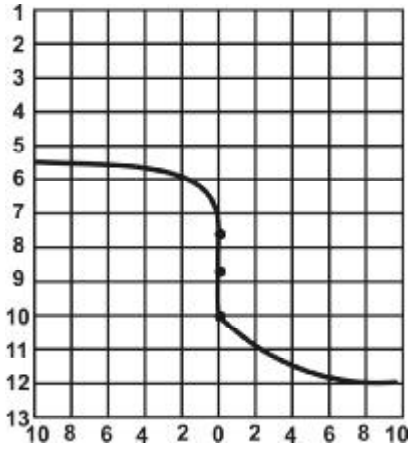
Titrlashda qo‘shilgan eritmaning miqdoriga qarab eritma pH ning o‘zgarishini grafik tarzda ifodalash mumkin (35-rasm). Ushbu holda grafikdagi ekvivalent nuqta neytrallanish nuqtasi bilan to‘g‘ri keladi, ya’ni pH 7,0 da yotadi. Ta’kidlash kerakki, titrlash boshida eritmaning pH i asta-sekin o‘zgaradi; titrlash oxirida pH ning qiymati keskin o‘zgaradi. Ekvivalent nuqtadan so‘ng pH yana sekin o‘zgaradi. Shunday qilib, kislotaning 99,9% i neytrallanganda pH atigi 3 birlikka o‘zgaradi (1,0 dan 4,0 gacha), eritmadagi 0,1% ortiqcha kislota neytrallanib eritmadagi ishqor miqdori atigi 0,1% ga ortganda eritmaning pH i 6 birlikka (4,0 dan 10,0 gacha) o‘zgaradi. Titrlash oxirida ishqorning 1−2 tomchisi eritmadagi H^+ ionlarining konsentratsiyasini 10^{-4} dan 10^{-10} gacha, ya’ni 1 000 000 marta kamaytiradi. Ekvivalent nuqtaga yaqin, ya’ni titrlash oxiridagi pH qiymatining bunday keskin o‘zgarishi *titrlashning sakrashi* deyiladi.

2. Kuchsiz kislotani kuchli ishqor bilan titrlash. 0,1 n li kuchsiz kislotani, masalan, sirka kislota eritmasini olamiz va uni kuchli ishqor eritmasi bilan titrlab neytrallanish egri chizig‘ining o‘zgarishini kuzatamiz:

$$CH_3COOH + NaOH = CH_3COONa + H_2O$$

Biz kuchsiz kislota bilan ishlayotganimiz uchun pH ni hisoblashda faqat kislota konsentratsiyasini emas, balki uning dissotsiylanish darajasini ham e’tiborga olishimiz kerak. Neytrallanish davomida CH_3COONa tuzining konsentratsiyasi oshadi. Bu tuz kuchsiz kislota bilan bir xil ionli kuchli elektrolit sifatida uning dissotsiatsiyasini kamaytiradi. Natijada $[H^+]$ kuchli

kislotani neytrallashda kuzatilgandan ko‘ra tezroq kamayadi. Kislotaning hammasi neytrallanib bo‘lganda $[H^+]$ va eritmaning pH i amalda eritmadagi gidrolizga uchraydigan tuzning ishtirokiga bog‘liq. Bularning hammasi titrlashda pH o‘zgarishini hisoblashni murakkablashtiradi. Kislotani neytrallash tugaganda va eritmaga ortiqcha ishqor qo‘shila boshlaganda eritmaning pH i amalda faqat ishqorning konsentratsiyasiga bog‘liq bo‘ladi, chunki ortiqcha OH^- ionlari ishtirokida tuzning gidrolizi to‘xtaydi va shuning uchun uning ishtiroki amalda eritmaning pH i qiymatiga ta’sir qilmaydi. 8- jadvalda 0,1 n li sirka kislotani 0,1 n li o‘yuvchi natriy bilan neytrallanganda $[H^+]$ va pH ni hisoblash natijalari keltirilgan. Jadvaldagi ma’lumotlar 36-rasmdagi egri chiziqda ham keltirilgan.



36-rasm.

8- jadval

0,1 n li CH_3COOH eritmasini 0,1 n li NaOH eritmasi bilan neytrallashda $[H^+]$ va pH ning o‘zgarishi

Kislotaning neytrallanish darajasi, %	$[H^+]$	pH
0	$1{,}35\cdot10^{-3}$	2,37
10,0	$1{,}60\cdot10^{-4}$	3,80
50,0	$1{,}80\cdot10^{-5}$	4,75
90,0	$2{,}00\cdot10^{-6}$	5,70
99,0	$1{,}80\cdot10^{-7}$	6,75
99,9	$1{,}80\cdot10^{-8}$	7,75
100,0	$1{,}80\cdot10^{-9}$	8,75
Ortiqcha ishqor qo‘shildi, %		
0,1	10^{-10}	10,00
1,0	10^{-11}	11,00
10	10^{-12}	12,00

pH ning sezilarli o‘zgarishi titrlashning boshlanishidayoq ro‘y beradi. pH=7,0 bo‘lganda eritmada hali neytrallanmagan kislota bo‘ladi. Neytrallanish nuqtasi ekvivalent nuqta bilan to‘g‘ri kelmaydi. Titrlashning sakrashi atigi 2,25 birlikni (pH 7,75 dan 10,0 gacha) tashkil qiladi.

Ekvivalentlik paytiga to‘g‘ri keluvchi egri chiziq nuqtasi taxminan pH=9,0 da, ya’ni ishqoriy sohada yotadi.

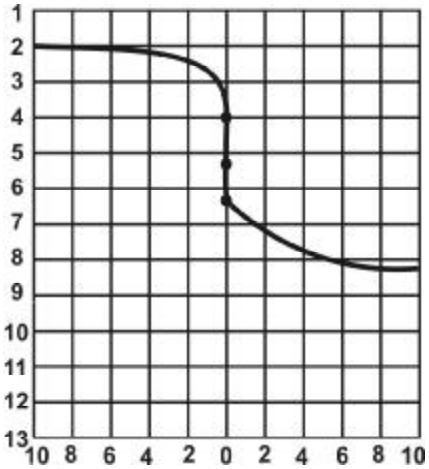
3. Kuchsiz asosni kuchli kislota bilan titrlash. Misol tariqasida ammiak eritmasini xlorid kislota bilan titrlashni olamiz:

$$NH_4OH + HCl = NH_4Cl + H_2O$$

Kuchsiz asosni kuchli kislota bilan neytrallashning turli bosqichlarida bajariladigan $[H^+]$ va pH qiymatlarni hisoblash kuchsiz kislotalarni kuchli asos bilan neytrallashdagi hisoblashlarga o‘xshash bajariladi. pH qiymatiga faqatgina konsentratsiya emas, balki kuchsiz asosning dissotsilanish darajasi ham ta’sir qiladi.

Neytrallanish natijasida hosil bo‘ladigan tuz kuchsiz asosning dissotsilanish darajasini kamaytiradi. Ekvivalent nuqtada eritmaning pH i gidrolizga uchraydigan tuzning ishtirokiga bog‘liq. 37-rasmda bu titrlashda pH ning o‘zgarishi aks ettirilgan.

Titrlash sakrashining chegarasi indikatorni to‘g‘ri tanlashga imkon beradi. Indikatorni shunday tanlash kerakki, uning titrlash ko‘rsatkichi titrlashning egri chizig‘ida pH ning sakrash chegarasida yotsin. Masalan, kuchli kislotani kuchli asos bilan (va aksincha) titrlashning sakrashi pH 4,0 dan 10,0 gacha bo‘lgan sohada bo‘ladi. Bu holda shu intervaldagi pH qiymatlarida o‘z rangini o‘zgartiradigan har qanday indikatorlarni olish mumkin: metil zar-



37-rasm. 0,1 n NH_4OH eritmasini 0,1 n li HCl eritmasi bilan neytrallash.

g‘aldog‘i (titrlash ko‘rsatkichi 4), metil qizili (titrlash ko‘rsatkichi 5,5), fenolftalein (titrlash ko‘rsatkichi 9).

Metil zarg‘aldog‘i ishlatilganda ozgina eritma titrlanmay qoladi, fenolftalein ishtirokida esa ozgina ortiqcha titrlanadi. Ammo u holda ham, bu holda ham xatolik katta bo‘lmay, tomchi (0,03 ml) ning hajmidan ko‘p emas. Bunday xatolikni nazarga olmasa ham bo‘ladi.

Yuqorida aytib o‘tilgan hamma indikatorlarning konsentratsiyasi 0,1 n dan kam bo‘lmagan eritmalarni titrlashda ishlatish mumkin. 0,01 n li HCl eritmasini 0,01 n li NaOH eritmasi bilan titrlanganda titrlash egri chizig‘idagi sakrash pH ning 5 dan 9 gacha oralig‘ida yotadi. Ravshanki, bu holda metil zarg‘aldog‘i indikatorini qo‘llab bo‘lmaydi.

0,1 n sirka kislota eritmasini ishqor bilan titrlanganda o‘tish nuqtasi 7,73 dan 10 gacha bo‘lgan oraliqda yotgan indikatorlar qo‘llanilishi, ya’ni nomlari keltirilgan indikatorlardan faqat fenolftaleinni ishlatish mumkin.

9- jadval

0,1 n li ammiak eritmasi 0,1 n li HCl eritmasi bilan neytrallanganda $[H^+]$ va pH ning o‘zgarishi

Kislotaning neytrallanish darajasi, %	$[H^+]$	pH
0	$7{,}50 \cdot 10^{-12}$	11,13
50,0	$5{,}55 \cdot 10^{-10}$	9,75
90,0	$5{,}00 \cdot 10^{-9}$	8,30
99,0	$5{,}55 \cdot 10^{-8}$	7,25
99,9	$5{,}55 \cdot 10^{-7}$	6,25
100,0	$7{,}42 \cdot 10^{-6}$	5,13
Ortiqcha ishqor qo‘shildi, %		
0,1	10^{-4}	4,00
1,0	10^{-3}	3,00
10	10^{-2}	2,00

Ammiak eritmasi kuchli kislota bilan titrlanganda metil zarg‘aldog‘i va metil qizilini ishlatish mumkin, chunki titrlash sakrashi pH ning 4,0 dan 6,25 gacha bo‘lgan oralig‘ida yotadi.

77- §. Neytrallanish usuli bilan miqdoriy aniqlashlarga misollar. 0,1 n li o‘yuvchi natriyning ish eritmasini tayyorlash

NaOH ning talab qilingan aniq konsentratsiyali eritmasini analitik tarozida aniq tortib olingan modda miqdori bo‘yicha tayyorlab bo‘lmaydi, chunki qattiq ishqor tarkibida hamma vaqt suv va karbonatlar bo‘ladi. Shuning uchun NaOH ning kerakli konsentratsiyasi taxminan tayyorlanadi, uning aniq konsentratsiyasi (titri) boshqa moddalar yordamida aniqlanadi.

45 g toza o‘yuvchi natriy chinni kosachaga solinadi va 60 ml distillangan suvda eritiladi. Natriy karbonat cho‘kmasi cho‘ktiriladi va dekantatsiya yo‘li bilan, ehtiyot bo‘lib, ishqor eritmasi cho‘kmadan toza kolbaga quyib olinadi, 950 ml yangi haydalgan distillangan suv qo‘shiladi. Olingan eritma taxminan 1 n bo‘ladi. Bu eritmadan 0,1 n ishqor eritmasini tayyorlash uchun eritmani 10 marta suyultirish lozim.

1. Xlorid kislotaning 0,1 n li eritmasi bo‘yicha ishqor eritmasining aniq konsentratsiyasini topish.

Boshlang‘ich eritma sifatida fiksanaldan tayyorlangan xlorid kislotaning 0,1 n li eritmasi olinadi va bu eritma bo‘yicha ish eritmasining konsentratsiyasi va titri aniqlanadi.

Fenolftalein bo‘yicha titrlash. 25 ml li buretka tayyorlangan ishqor eritmasi bilan to‘ldiriladi. 250 ml hajmli ikkita konussimon kolbaga pipetka bilan xlorid kislotaning 0,1 n li eritmasidan 10 ml dan olinadi. Kislota eritmasiga 2 tomchi fenolftalein eritmasi qo‘shiladi va 30 s davomida yo‘qolib ketmaydigan och pushti rang hosil bo‘lguncha ishqor eritmasi bilan titrlanadi.

Faraz qilamiz, titrlash natijalari quyidagicha bo‘lsin:

$$V_{HCl} = 10 \text{ ml}$$

$$N_{HCl} = 0{,}1 \text{ n}$$

$$V^{I}_{NaOH} = 10{,}47 \text{ ml}$$

$$V^{II}_{NaOH} = 10{,}53 \text{ ml}$$

$$\overline{V_{o‘rt.\ NaOH} = 10{,}50 \text{ ml}}$$

Ekvivalentlar qonuniga asoslanib, HCl bo‘yicha NaOH ning aniq konsentratsiyasi va titrini topamiz:

$$N_{\text{NaOH}} = \frac{V_{\text{HCl}} \cdot N_{\text{HCl}}}{V_{\text{o‘rt.NaOH}}} = \frac{10 \cdot 0,1}{10,50} = 0,0952 \text{ n},$$

$$T_{\text{NaOH/HCl}} = \frac{N_{\text{NaOH}} \cdot \varepsilon_{\text{HCl}}}{1000} = \frac{0,0952 \cdot 36,47}{1000} = 0,003472 \text{ g/ml}.$$

2. Oksalat kislotaning 0,1 n li eritmasi bo‘yicha ishqor eritmasining aniq konsentratsiyasini topish.

Oksalat kislotasining 0,1 n eritmasi tayyorlanadi. Analitik tarozida oksalat kislotadan 0,6304 g tortib olinadi va uni voronka orqali 100 ml li o‘lchov kolbasiga solib, voronkadagi kislotani yuvg‘ichdagi distillangan suv bilan yuvib, kolbaga tushiriladi. So‘ngra eritma hajmi distillangan suv bilan 100 ml ga yetkaziladi.

Ikkita 250 ml hajmli konussimon kolbaga pipetka bilan tayyorlangan oksalat kislotasi eritmasidan 10 ml dan olinadi. Eritmaga 1–2 tomchi fenolftalein eritmasi qo‘shiladi va 30 s davomida o‘chmaydigan och pushti rang hosil bo‘lgunga qadar ishqor eritmasi bilan titrlanadi. Titrlash natijasi yoziladi va ishqor eritmasining aniq konsentratsiyasi hisoblanadi. Diqqat bilan ishlansa, bitta indikator bilan oksalat va xlorid kislotalar bo‘yicha aniqlash natijalari juda yaqin natijalarni berishi mumkin.

Xlorid kislotaning miqdorini aniqlash. Nazorat topshirig‘i. Tayyorlangan ishqor eritmasining titrini bilgan holda uni xlorid kislotaning konsentratsiyasini yoki uning nazorat topshirig‘idagi miqdorini aniqlashga ishlatish mumkin.

Analizga olingan kislota o‘lchov kolbasiga solinib, uning hajmi 100 ml ga yetkaziladi va yaxshilab aralashtiriladi. Titrlash uchun tayyorlangan eritmadan konussimon kolbaga 10 ml olib, ishqorning ish eritmasi bilan titrlanadi. Titrlashni fenolftalein yoki metil zarg‘aldog‘i bilan bajarish mumkin.

Hisoblashda ishqor eritmasi titrining shu indikator bilan olingan, nazorat topshirig‘idagi titrlashda ishlatiladigan titri qiymatidan foydalanish kerak. Uchta bir-biriga yaqin bo‘lgan natija olinmagunga qadar titrlash davom ettiriladi. Tekshiriladigan namunadagi kislota massasi hisoblab topiladi. Olingan miqdor 10 ga ko‘paytiriladi (titrlashga hosil qilingan eritmaning 1/10 qismi

olingan) va analiz uchun berilgan kislotaning umumiy massasi topiladi.

Bilimlarni mustahkamlash uchun savollar

1. Neytrallanish usuli deb nimaga aytiladi?

2. Neytrallanish usulida qaysi moddalarning eritmalari ish eritmalari sifatida va qaysi moddalarning eritmalari boshlang‘ich moddalar sifatida ishlatiladi?

3. Nima uchun aniq konsentratsiyali ishqor eritmasini analitik tarozida katta aniqlik bilan o‘lchab olingan miqdor asosida tayyorlab bo‘lmaydi?

4. Qanday hollarda ekvivalent nuqta neytrallanish nuqtasiga to‘g‘ri keladi?

5. Xlorid kislota o‘yuvchi natriy eritmasi bilan (*a*); sirka kislota o‘yuvchi natriy eritmasi bilan (*b*) titrlanganda ekvivalent nuqta neytrallanish nuqtasiga to‘g‘ri keladimi? Nima uchun?

6. Neytrallanish usulida ekvivalent nuqta qanday aniqlanadi?

7. Fenolftalein indikatori pH 7, 9, 13 ga teng bo‘lganda qanday rangda bo‘ladi?

8. Metil zarg‘aldog‘i pH 2,0; 5,0; 7,0 ga teng bo‘lganda qanday rangda bo‘ladi?

9. Titrlash egri chizig‘iga sakrash bo‘lishining ahamiyati haqida nimalarni bilasiz?

10. Quyida keltirilgan titrlashlarning qaysi biridagi ekvivalent nuqta pH = 7,0, pH > 7,0 va pH < 7,0 ga to‘g‘ri keladi? a) HNO_3 + NaOH; b) CH_3COOH + NaOH; d) NH_3 + HCl; e) KOH + HCl.

11. NaOH ish eritmasining aniq konsentratsiyasini aniqlashda 10 ml 0,1 n li xlorid kislota eritmasini titrlash uchun 11,30 ml ishqor eritmasi sarf bo‘lgan. Ish eritmasining aniq normalligi, titri va xlorid kislota bo‘yicha titrini toping. *Javob:* 0,0885 n; 0,00354 g/ml; 0,00323 g/ml.

12. Agar titrlashga 10,30 ml NaOH eritmasi sarflangan bo‘lsa, namunadagi xlorid kislotaning massasini toping: $T_{NaOH/HCl}$ = 0,0038 g/ml. *Javob:* 0,0402 g.

13. 20,00 ml NaOH eritmasini titrlashga 22,40 ml 0,1 n li HCl sarf bo‘lgan. Analiz qilinayotgan eritmaning 100 millilitrida necha gramm NaOH bor? *Javob:* 0,448 g.

XVII BOB. CHO‘KTIRISH VA KOMPLEKS HOSIL QILISH USULLARI

78- §. Cho‘ktirish va kompleks hosil qilish usulining mohiyati

Cho‘ktirish usullari jarayonida aniqlanayotgan modda bilan ish eritmasi o‘rtasidagi reaksiya natijasida aniqlanayotgan ion to‘liq cho‘kmaga tushadi. Ammo cho‘kma hosil bo‘lishi bilan boradigan barcha reaksiyalarni ham titrlashga qo‘llab bo‘lmaydi.

Cho‘ktirish usulida qo‘llaniladigan reaksiyalar quyidagi talablarga javob berishi kerak:

– cho‘kma amalda erimaydigan bo‘lishi;

– cho‘kma tez tushishi;

– titrlash natijasida ta’sir qiladigan qo‘shimcha reaksiyalar ketmasligi;

– ekvivalent nuqta oson aniqlanishi lozim.

Tekshirilayotgan modda cho‘kmaga to‘liq tushganda ekvivalent nuqtaga erishiladi. Neytrallanish usulidagi kabi reaksiyaning oxiri indikator yordamida aniqlanadi, ammo bu usulda indikatorlar neytrallanish usuli ishlatiladigan indikatorlardan keskin farq qiladi.

Cho‘ktiruvchi tarkibiga ko‘ra, cho‘ktirishning argentometriya, merkurometriya va kompleksonometriya usullari mavjud. Titrimetriya usulida cho‘ktiruvchi reaktiv sifatida ishlatiladigan reaktivlar ichida boshqalariga nisbatan eng ko‘p ishlatiladigani kumush nitrat $AgNO_3$ eritmasidir. Bu reaktivning ta’siriga asoslangan usulga ***argentometriya usuli*** deyiladi. Galogenlarni simob (I) galogenidlari shaklida cho‘ktirishga asoslangan usulga ***merkurometriya*** deyiladi.

Kompleks ionlar hosil qilish reaksiyalariga asoslangan aniqlashlar cho‘ktirish usullariga juda yaqindir. Oxirgi yillarda ko‘pchilik kationlar bilan kompleks hosil qiladigan organik reaktivlar titrimetriyada keng qo‘llanilmoqda. Bu reaktivlarga ***kompleksonlar*** deyiladi. Ulardan eng muhimi ko‘pchilik kationlarni aniqlashda ishlatiladigan trilon B (etilendiamintetrasirka kislotaning dinatriyli tuzi)dir.

79- §. Mor usuli

Argentometrik usullardan biri Mor usulidir. Argentometriya

$$Ag^+ + X^- = AgX\downarrow$$

reaksiyasiga asoslangan.

Bu yerda: X^- — Cl^- , Br^-, SCN^- ionlari.

Argentometriya usullari ichida Mor usuli eng oddiy va aniq hisoblanadi. Bu usulda kumush nitrat $AgNO_3$ eritmasi ish eritmasi sifatida ishlatiladi.

Mor usuli kumush ionlarining Cl^- va Br^- ionlari bilan o‘zaro ta’sir reaksiyasiga asoslangan. Mor usulida kumush ionlari bilan qizil-qo‘ng‘irrangli kumush xromat Ag_2CrO_4 cho‘kmasi hosil qiladigan kaliy xromat K_2CrO_4 eritmasi indikator sifatida ishlatiladi.

Ish eritmasining titrini aniqlash uchun boshlang‘ich modda sifatida natriy xlorid NaCl yoki kaliy xlorid KCl ishlatiladi.

Mor usulida eritmadagi xlorid va bromidlarning miqdori aniqlanadi, yodidlar esa aniqlanmaydi, chunki cho‘kmaga tushadigan kumush yodid K_2CrO_4 ni kuchli adsorbsiyalaydi. Shuning uchun titrlashning ekvivalent nuqtasini aniqlash mumkin bo‘lmay qoladi.

AgCl ning eruvchanligi Ag_2CrO_4 ning eruvchanligiga nisbatan ancha past, shuning uchun agar $AgNO_3$ eritmasi asta-sekinlik bilan Cl^- va CrO_4^{2-} ionlari bor eritmaga qo‘shilsa, eritmadan avval qiyin eruvchan AgCl cho‘kmaga tushadi.

Cl^- ionlari amalda AgCl shaklida to‘liq cho‘kmaga tushgandan so‘ng Ag_2CrO_4 cho‘kmasi tusha boshlaydi:

$$2Ag^+ + CrO_4^{2-} = Ag_2CrO_4\downarrow$$

Titrlanayotgan eritma rangi o‘zgaradi va shunday qilib titrlashning oxiri aniqlanadi.

Agar biz bromid eritmasini titrlayotgan bo‘lsak, xuddi shunga o‘xshash hodisa ro‘y beradi. AgBr ning eruvchanligi Ag_2CrO_4 ning eruvchanligiga nisbatan ancha past bo‘lganligi uchun avval AgBr hosil bo‘ladi va u to‘liq cho‘kkandan so‘nggina titrlanayotgan aralashmaning rangini o‘zgartiruvchi Ag_2CrO_4 cho‘kmasi hosil bo‘ladi.

Ag_2CrO_4 cho‘kmasi qizil g‘isht rangida bo‘ladi. Ammo bu rangni ortiqcha darajada titrlangan eritmada ham ko‘rish mumkin. Amalda eritmaning och sariq rangini pushti rangga kirgunga qadar titrlash kerak. Titrlash oxirini yaxshiroq aniqlash uchun „guvoh“ eritmadan foydalanish mumkin.

Mor usulini qo‘llash quyidagi shartlar bilan chegaralanadi.

1. Aniqlashni faqat neytral sharoitda olib borish lozim, chunki kislotalarda kumush xromat eriydi va titrlashning oxirini aniqlab bo‘lmaydi. Ishqoriy sharoitda titrlash mumkin emas, chunki kumush oksid cho‘kmasi tushadi:

$$2Ag^+ + 2OH^- = Ag_2O + H_2O$$

2. Mor usuli bilan Cl^-, Br^- ionlarini aniqlashda Ba^{2+}, Bi^{3+}, Pb^{2+} ionlari xalaqit beradi, chunki bu ionlar CrO_4^{2-} ionlari bilan cho‘kma hosil qiladi. Ag^+ bilan qiyin eriydigan cho‘kmalar hosil qiladigan anionlar (PO_4^{3-}; CO_3^{2-} va boshqalar) ishtirokida ham aniqlashni bajarib bo‘lmaydi.

3. Titrlashda hamma vaqt galogen ionlari $AgNO_3$ eritmasi bilan titrlanadi, aksincha mumkin emas. Faqat shu sharoitdagina qizil g‘isht rangli cho‘kma ekvivalent nuqtada hosil bo‘ladi.

Mor usulidan oziq-ovqat mahsulotlarini analiz qilishda keng foydalaniladi. Kolbasa, sho‘r baliq, yog‘ va boshqa mahsulotlardagi osh tuzining miqdori Mor usulini qo‘llab argentometrik yo‘l bilan aniqlanadi. Bu usul suvdagi xloridni va dori moddalari tarkibidagi galogenlarni aniqlashda ham qo‘llaniladi.

80- §. Mor usuli bilan xloridlarni aniqlash

$AgNO_3$ ning taxminan 0,05 n li ish eritmasini tayyorlash. Kumush nitrat tortib olingan miqdori bo‘yicha aniq konsentratsiyali eritma tayyorlasa bo‘ladigan moddalar qatoriga kirmaydi. Shuning uchun kerakli konsentratsiyadagi eritma taxminan tayyorlanadi, titri esa boshqa modda bo‘yicha aniqlanadi. Tuzning kerakli miqdori (1 l eritmaga 8,5 g $AgNO_3$) texnik tarozida 0,1 g gacha aniqlikda tortib olinadi, kerakli suv hajmi esa silindrda o‘lchanadi. Eritma qorong‘i joyda saqlanadi, chunki yorug‘likda kumush nitrat parchalanadi.

Boshlang‘ich eritma tayyorlash. NaCl ning 0,05 n li eritmasini tayyorlash uchun analitik tarozida 0,2922 g NaCl tortib olinadi va uning hammasini 100 ml li o‘lchov kolbasiga solinadi, kolbadagi modda distillangan suvda eritiladi. Eritma hajmi distillangan suv bilan belgigacha yetkaziladi va yaxshilab aralashtiriladi.

Kumush nitrat titrini aniqlash. Indikator sifatida kaliy xromat K_2CrO_4 ning suvdagi 5% li eritmasi ishlatiladi. Buretka tayyorlangan kumush nitrat $AgNO_3$ eritmasi bilan to‘ldiriladi. Pipetka bilan NaCl ning 0,05 n li eritmasidan 10 ml olib 250 ml hajmli konussimon kolbaga solinadi, uning ustiga 0,5 ml indikator eritmasidan qo‘shib, ozgina suv bilan suyultiriladi va $AgNO_3$ ning taxminan 0,05 n li eritmasi bilan suyuqlikni to‘xtovsiz aralashtirib turgan holda suspenziya rangining birinchi yo‘qol-

maydigan o‘zgarishigacha titrlanadi. Sariq limonrangli suspenziya 1 tomchi ortiqcha $AgNO_3$ eritmasi qo‘shilganda qizg‘ish rangga o‘tishini payqab olish kerak. Analiz yozuvi va hisoblashlar neytrallanish usulidagidek bajariladi.

Eritmadagi xlorning miqdorini aniqlash. (Nazorat topshirig‘i.) Xlorid eritmasi 100 ml hajmli o‘lchov kolbasiga solinadi, belgisigacha suv quyiladi va aralashtiriladi. Hosil qilingan eritmani titrlash uchun konussimon kolbaga undan 10 ml olinadi, ozgina suv bilan suyultiriladi, 0,5 ml K_2CrO_4 eritmasidan qo‘shiladi va $AgNO_3$ eritmasi bilan kolbadagi aralashma rangi sariq limonrangdan pushti rangga kirguncha titrlanadi. Olingan eritmadan xlorning miqdori hisoblanadi.

81- §. Folgard usuli

Folgard usuli kumush rodanid hosil bo‘lish reaksiyasiga asoslangan:

$$Ag^+ + SCN^- = AgSCN^-\downarrow$$

Kaliy rodanid KSCN yoki ammoniy rodanid NH_4SCN eritmalari ish eritmalaridir. Folgard usuli teskari titrlashga misoldir, bu usulda ikkinchi ish eritma sifatida titrlangan kumush nitrat $AgNO_3$ eritmasi ham ishlatiladi. Shuning uchun Folgard usulini argentometriya hamda rodanidometriya usuli deb atasa ham bo‘ladi.

Folgard usuli bo‘yicha xlorid, bromid va yodidlar quyidagicha aniqlanadi. Aniqlanayotgan eritmaga buretkadan kumush nitratning aniq o‘lchangan hajmda titrlangan eritmasi solinadi. Bu hajm Cl^-, Br^- va I^- ionlarining hammasini to‘liq cho‘ktirishga yetib, ozroq ortishi ham kerak.

Reaksiyaga kirishmasdan ortib qolgan $AgNO_3$ kaliy yoki ammoniy rodanid eritmasi bilan titrlanadi. Bunda temir ammoniy achchiqtoshi $NH_4Fe(SO_4)_2 \cdot 12H_2O$ eritmasi indikator bo‘lib xizmat qiladi. Eritmada hali kumush ionlari bor ekan, qo‘shilayotgan rodanid ular bilan reaksiyaga kirishib, kumush rodanid AgSCN ning oq cho‘kmasini hosil qiladi. Ag^+ va SCN^- ionlari orasida reaksiya tugashi bilan ish eritmasining keyingi tomchisi indikator bilan reaksiyaga kirishadi:

$$Fe^{3+} + 3SCN^- = Fe(SCN)_3$$

Hosil bo‘ladigan $Fe(SCN)_3$ tuzi eritmani qizil rangga bo‘yaydi.

Mor usulidan farqli ravishda, Folgard usulida kislota titrlashga

zarar bermaydigina emas, balki analizning aniqlik darajasini oshiradi. Kislota temir tuzining gidrolizlanishiga yo‘l qo‘ymaydi va temir ammoniyli achchiqtosh eritmasining gidrolizi bilan bog‘liq sariq rangni yo‘qotadi. Eritmadagi Ba^{2+}, Pb^{2+} va Vi^{3+} tuzlari titrlashga xalaqit bermaydi.

Folgard usuli bo‘yicha titrlashda quyidagi shartlarga rioya qilish kerak:

– kumush tuzi rodanid eritmasi bilan titrlanishi kerak, aksincha emas;

– titrlash kislotali muhitda bajariladi;

– titrlash simob tuzlari va kuchli oksidlovchilar bo‘lmagan eritmada bajariladi.

Folgard usuli klinik tekshirish usullarida qondagi xloridlarni aniqlashda ishlatiladi.

82- §. Folgard usuli bilan xloridlarni aniqlash

1. KSCN eritmasini tayyorlash. Taxminan 0,05 n li eritmasini tayyorlash uchun texnik tarozida 4,8 g KSCN tortib olinadi va 1000 ml suvda eritiladi.

2. Indikatorni tayyorlash. 40 g temirammoniyli achchiqtosh $NH_4Fe(SO_4)_2 \cdot 12H_2O$ 60 ml suvda eritiladi. Eritma rangsizlanguncha unga tomchilatib konsentrlangan nitrat kislota qo‘shiladi.

3. KSCN eritmasining aniq normalligini topish. 20 ml kumush nitrat $AgNO_3$ ning titrlangan eritmasiga 1 ml indikator temir-ammoniyli achchiqtosh eritmasi va 5 ml 6 n li nitrat kislota qo‘shiladi. Eritma 25–30 ml suv qo‘shib suyultiriladi va eritma barqaror qizg‘ish rangga kirgunga qadar rodanid eritmasi bilan titrlanadi hamda kaliy rodanidning normalligi hisoblanadi.

4. Folgard usuli bilan xloridlarni aniqlash. 0,005 mol I valentli metall xloridi yoki 0,0025 mol II valentli metall xloridi texno-kimyoviy tarozida tortib olinib, 100 ml li o‘lchov kolbasiga solinadi va suvda eritiladi. So‘ngra eritmaning hajmi distillangan suv bilan o‘lchov kolbasining belgisigacha yetkaziladi va aralashtiriladi. Tayyorlangan rodanid eritmasidan pipetka bilan 10 ml olib, konussimon kolbaga solinadi va 5 ml 6 n li nitrat kislota qo‘shiladi. Keyin buretkadan 20 ml 0,05 n li kumush nitrat eritmasi solinadi. Shundan so‘ng 2 ml toza nitrobenzol, 1 ml indikator solinadi va cho‘kmaning koagulatsiyalanishi uchun qattiq chayqatiladi. Ortiqcha kumush

0,05 n li kaliy rodanid eritmasi bilan 5 min mobaynida yo‘qolmaydigan qizil-qo‘ng‘irrang hosil bo‘lguncha titrlanadi. Titrlash bir-biriga yaqin bo‘lgan 2–3 ta natija olinguncha davom ettiriladi. Eritmada xlorning umumiy massasi quyidagicha aniqlanadi.

1. Teskari titrlashga sarflangan KSCN eritmasining hajmi $AgNO_3$ eritmasining necha millilitriga mos kelishi hisoblanadi:

$$V^{\text{I}}_{AgNO_3} = \frac{V_{KSCN} \cdot N_{KSCN}}{N_{AgNO_3}}.$$

2. Kolbaga 20 ml titrlangan $AgNO_3$ eritmasi qo‘shilganini bilgan holda Cl^- ionlarini cho‘ktirish uchun sarf bo‘lgan $AgNO_3$ ning hajmi hisoblanadi:

$$V^{\text{II}}_{AgNO_3} = 20 - V^{\text{I}}_{AgNO_3}.$$

3. $T_{AgNO_3/Cl}$ ni bilgan holda titrlanayotgan eritmadagi xlorning massasi topiladi:

$$m_{Cl} = V^{\text{II}}_{AgNO_3} \cdot T_{AgNO_3/Cl}.$$

4. Namuna tarkibidagi xlorning massasini hisoblash uchun m_{Cl} qiymat 10 ga ko‘paytiriladi, chunki titrlashga eritma umumiy hajmining 1/10 qismi olingan.

83- §. Adsorbsion indikatorlar ishtirokida titrlash

Odatda, reaksiya natijasida hosil bo‘ladigan cho‘kmalar sirtiga eritmadagi turli xil ionlar adsorbsiyalanadi. Cho‘kmalarning sirti eritmadagi ionlarga selektiv (tanlab) ta’sir ko‘rsatadi. Natijada cho‘kma – adsorbent sirtiga, asosan, shu cho‘kma tarkibida bo‘lgan ionlar adsorbsiyalanadi. Masalan, kaliy bromid KBr eritmasiga kumush nitrat $AgNO_3$ qo‘shilganda, kumush bromid AgBr ning cho‘kmasi hosil bo‘ladi. Eritmada esa K^+, NO_3^-, Br^- ionlari ($AgNO_3$ dan mo‘l miqdorda olinganda esa Ag^+ ionlari) bo‘ladi.

Eritmadan ajralib tushgan cho‘kma AgBr sirtida, asosan, Br^- ionlari ($AgNO_3$ dan mo‘l miqdorda olinganda Ag^+ ionlari) adsorbsiyalanadi. Adsorbsiya intensivligi ionlarning konsentratsiyasiga proporsional bo‘lib, konsentrlangan eritmalarda cho‘kmalarning adsorbsion xususiyati ham katta bo‘ladi.

Kaliy bromid KBr eritmasidagi bromid Br^- ionlarini kumush nitrat $AgNO_3$ bilan cho‘ktirishda ekvivalent nuqtaga erishgunga qadar eritmadagi Br^- ionlarining konsentratsiyasi Ag^+ ionlarining

konsentratsiyasidan katta bo‘ladi. Shuning uchun hosil bo‘lgan kumush bromid AgBr sirtiga, asosan, Br^- ionlari adsorbsiyalanadi. Natijada AgBr cho‘kmasi zarrachalari manfiy zaryadlanadi. Agar eritmaga $AgNO_3$ dan mo‘l miqdorda qo‘shilsa, Ag^+ ionlarining konsentratsiyasi Br^- ionlarining konsentratsiyasidan oshib ketadi. Bunday hollarda AgBr cho‘kmasi sirtiga Ag^+ ionlari adsorbsiyalanadi va cho‘kma musbat zaryadlanadi. Shuning uchun titrlash jarayonida ekvivalent nuqtasidan o‘tgandan so‘ng cho‘kma zarrachalari zaryadining qutbi o‘zgaradi.

Titrlash jarayonida adsorbsion indikatorlarning qo‘llanilishi cho‘kmalarning yuqorida bayon etilgan adsorbsion xususiyatlari va titrlashning ekvivalent nuqtasidan o‘tgandan so‘ng cho‘kma zarrachalari zaryadi qutbining o‘zgarishiga asoslangan.

Titrlashda adsorbsion indikatorlarni qo‘llashni birinchi bo‘lib Fayans taklif etgan.

Fayans usuli quyidagiga asoslangan. Agar titrlash jarayonida eritmada rangli anionga ega bo‘lgan bo‘yoq moddasi bo‘lsa, cho‘kmaning sirti manfiy zaryadlanganda titrlash oxirigacha rangli anionlar cho‘kma sirtidan itariladi va cho‘kma rangsiz bo‘lib qoladi. Titrlashda, ekvivalent nuqtadan o‘tgandan so‘ng cho‘kma sirtining zaryadi o‘zgaradi, bo‘yoqning rangli anioni cho‘kma sirtiga tortiladi va cho‘kma anion rangiga ega bo‘ladi.

Fayans adsorbsion indikatorlar sifatida fluoressein, dixlorfluoressein va eozin moddalarini taklif etadi. Bu bo‘yoq moddalarning hammasi kuchsiz organik kislotalardir. Indikator sifatida ularning 70% li spirtdagi 0,1% li eritmalari ishlatiladi. Indikator sifatida bu organik kislotalar natriyli tuzlarining 0,1% li suvdagi eritmasini ishlatsa ham bo‘ladi. Reaksiya tugagan paytda fluoressein ishtirokida cho‘kma pushti rangga, dixlorfluoressein ishtirokida to‘q qizil rangga kiradi.

Adsorbsion indikatorlar ishtirokida titrlashda quyidagi shartlarga rioya qilish kerak:

– adsorbsion indikator sifatida fluoressein ishlatilganda reaksiya muhiti neytral yoki kuchsiz ishqoriy (pH = 7–10,0) bo‘lishi, dixlorfluoressein ishlatilganda pH = 4,0 bo‘lishi, eozin ishlatilganda pH = 3,0 bo‘lishi;

– cho‘kmaning sirti katta bo‘lishi uchun titrlash jarayonida aralashmani qattiq chayqatib turish;

– cho‘kma koagulatsiyasining oldini olish uchun aralashmaga kraxmal qo‘shish;

– titrlanadigan eritmaga quyosh nuri tushmasligi lozim.

Titrlanayotgan eritmaga quyosh nuri tushsa, cho‘kma sirtida adsorbsiyalangan bo‘yoq tuzlarning yorug‘likni sezuvchanligini oshiradi. Buning natijasida qizil cho‘kma kulrangga, keyin esa qora rangga kiradi.

84- §. Adsorbsion indikator ishtirokida miqdoriy aniqlashlar

Xloridlarni aniqlash. Analitik tarozida 0,3 g atrofida natriy xlorid namunasi o‘lchab olinib, 100 ml li o‘lchov kolbasiga solinadi. Osh tuzi distillangan suvda eritiladi va eritmaning hajmi o‘lchov kolbasining belgisigacha yetkaziladi va kolbaning og‘zi tiqin bilan bekitilib, eritma yaxshilab aralashtiriladi. Tayyorlangan eritmadan pipetka yordamida 10 ml olib, titrlash kolbasiga solinadi, uning ustidan 10–15 ml distillangan suv, 8–10 tomchi 1% li fluoressein qo‘shiladi. Hosil bo‘lgan aralashma jadal aralashtirilib turgan holda 0,5 n $AgNO_3$ eritmasi bilan kolbadagi suspenziya yashil-pushti rangga kirgunga qadar titrlanadi. Ekvivalent nuqtada rangning keskin o‘zgarishi uchun titrlashdan oldin eritmaga 5 ml 0,5% li kraxmal eritmasi qo‘shiladi.

2—3 ta parallel aniqlashlardan so‘ng o‘rtacha arifmetik natija olinadi va namunadagi xloridning miqdori hisoblab topiladi.

Iodidlarni aniqlash. Analitik tarozida 0,3 g atrofida kaliy iodid KJ namunasi o‘lchab olinadi va 100 ml li o‘lchov kolbasiga solinadi, distillangan suv qo‘shilib, eritma hajmi 100 ml ga yetkaziladi. Tayyorlangan KJ eritmasidan 10 ml olib, titrlash kolbasiga solinadi, uning ustidan 10–15 ml distillangan suv, 5–6 tomchi 0,1% li eozin eritmasi qo‘shiladi. Hosil bo‘lgan aralashmani yaxshilab aralashtirib turgan holda 0,05 n $AgNO_3$ eritmasi bilan kolbadagi aralashma qizil-binafsha tusga kirgunga qadar titrlanadi va namunadagi iodning miqdori hisoblab topiladi.

85- §. Kompleksonometriya

Kompleksonometrik usul metall kationlarining kompleksonlar bilan kompleks hosil qilish reaksiyasiga asoslangan. Bunda juda barqaror, suvda yaxshi eruvchan ichki kompleks birikmalar (kompleksonatlar) hosil bo‘ladi. Bu usul tezkorligi va yuqori aniqligi bilan ajralib turadi. Kompleksonlar aminopolikarbon kislotalarning hosilalaridir. Amalda, etilendiamintetrasirka kislotaning suvda yaxshi eruvchan dinatriyli tuzining digidrati

ishlatiladi. Bu birikmaga *komplekson III* yoki *trilon B* ham deyiladi. Komplekson III ning tarkibi:

$$Na_2C_{10}H_{14}O_8N_2 \cdot 2H_2O$$

formulaga muvofiq keladi.

Komplekson III boshqa kompleksonlar kabi ko‘pgina materiallar bilan barqaror, eruvchan ichki kompleks tuzlar hosil qiladi. Bunda metall karboksil gruppalari —COOH vodorod atomlarining o‘rnini oladi, azot atomlari bilan esa koordinatsion bog‘ yordamida birikadi.

Komplekson III bilan ko‘p valentli metall tuzlari reaksiyaga kiritilganda tuzning ekvivalenti hamma vaqt molekular massasining yarmiga teng bo‘ladi, chunki reaksiya mobaynida vodorodning ikki ioni siqib chiqariladi.

Kompleksonometrik titrlashda ekvivalent nuqtada aniqlanayotgan kation kompleksga bog‘langan bo‘lishi kerak.

Kompleksonometrik titrlashda quyidagi shartlarga rioya qilish lozim:

– titrlanayotgan metall ionlari bilan qo‘shimcha reaksiyalar bo‘lmasligi kerak;

– titrlash oxirida indikatorning rangi keskin o‘zgarmog‘i lozim;

– titrlanayotgan eritma pH i aniq bir qiymatga ega bo‘lmog‘i lozim. Bu shart kompleksonometrik titrlashning eng asosiy shartidir.

Komplekson III bilan metall ioni, masalan, magniy ioni o‘zaro ta’sirlashganda Mg^{2+} ioni vodorod ionini siqib chiqaradi, shuning uchun eritmada vodorod ionlarining konsentratsiyasi keskin oshadi va reaksiya muvozanati chapga siljiydi. Hosil bo‘ladigan vodorod ionlarini bog‘lash va eritma pH i ushlash uchun bufer eritma ishlatiladi.

Ko‘pchilik kationlar (Ca^{2+}, Mg^{2+}) ni titrlashda pH ining qiymati 8–10 bo‘lgan ammiakli bufer aralashma (NH_4Cl + NH_4OH) ishlatiladi. Eritma pH ini juda oshirib yubormaslik kerak, chunki bunda metall gidroksidlari cho‘kmaga tushib qoladi. Mg^{2+} va Ca^{2+} ionlarini aniqlashda pH ning optimal qiymati 9,0.

86- §. Kompleksonometrik usulda aniqlash

Ammiakli bufer aralashmani tayyorlash. 100 ml 20% li NH_4Cl eritmasini 100 ml 20%li NH_4OH eritmasi bilan aralashtiriladi va aralashma distillangan suv bilan 1 litrgacha suyultiriladi.

Indikator tayyorlash. a) 0,5 g qora erioxrom T ni 10 ml ammiakli

bufer aralashmada eritiladi va eritma hajmi etil spirt bilan 100 ml ga yetkaziladi. Eritmaning yaroqlilik muddati 10 sutka;

b) 0,5 g to‘q-ko‘k rangli xromogen indikatori 10 ml ammiakli bufer eritmada eritiladi va eritma hajmi suv bilan 100 ml ga yetkaziladi. Eritmaning yaroqlilik muddati 40 sutka.

Komplekson III (trilon B) ning 0,05 n li eritmasini tayyorlash. Trilon B boshlang‘ich moddalarga qo‘yiladigan talablarga javob beradi, shuning uchun uning katta bo‘lmagan miqdori aniq tortib olingan namuna bo‘yicha tayyorlanadi. Trilon B ning ekvivalent massasi:

$$\varepsilon_{\text{Tp.B}} = \frac{372{,}24}{2} = 186{,}12 \text{ g/ekv} \quad \text{ga teng.}$$

Eritma tayyorlash uchun olinadigan namuna massa $m = \frac{N \cdot V_{\text{K}} \cdot \varepsilon}{1000}$ ga teng.

Bunda: N – eritmaning normalligi; V_{K} – o‘lchov kolbasining hajmi;
ε – trilon B ning ekvivalent massasi.

Trilon B eritmasi har qanday aniq eritma tayyorlanganidek tayyorlanadi. Agar trilon B eritmasi taxminiy kerakli konsentratsiyada tayyorlansa, eritmaning titri hajmiy usul bilan aniqlanadi. Boshlang‘ich modda sifatida magniy sulfat $MgSO_4 \cdot 7H_2O$ ishlatish mumkin. Trilon B ning titri hamma vaqt aniqlanayotgan metall bo‘yicha hisoblanadi.

Kalsiyni aniqlash. Kalsiy tuzlarida kalsiyni aniqlash kompleksonometrik aniqlashga misol bo‘lishi mumkin. Analitik tarozida 0,0002 g aniqlik bilan tortib olingan kalsiy tuzining 0,4–0,6 gramm namunasi $CaCl_2 \cdot 6H_2O$ 100 ml li o‘lchov kolbasiga solinadi va eritma hajmi 100 ml ga yetkaziladi. Tayyorlangan eritmadan pipetka bilan konussimon kolbaga 10 ml olinadi, distillangan suv bilan eritma hajmi 70–80 ml ga yetkaziladi. Eritmaga 5 ml ammiakli bufer aralashmasi va 5 tomchi indikator qo‘shiladi. Hosil qilingan aralashma trilon B eritmasi bilan qizil vino rangidan ko‘k rangga o‘tguncha titrlanadi. Titrlash oxiriga yaqin trilon eritmasini ehtiyotlik bilan bir tomchidan qo‘shish kerak. Titrlash oxirida qizil rang batamom yo‘qolib, eritma yashil tusga bo‘yalishi kerak.

Agar indikator sifatida to‘q ko‘k rangli xromogen ishlatilsa, eritmadagi indikatorning pushti rangi ko‘k rangga aylanadi. Titrlash

jarayonida eritmaning och binafsharangga kirishi ekvivalent nuqtasi yaqinlashayotganligidan darak beradi. Eritma och binafsharangga kirgach, trilon B ni ehtiyot bo‘lib tomchilatib qo‘shish kerak. Ekvivalent nuqtada eritmaning siren rangi yo‘qolib, u ko‘k tusga kiradi. Titrlanayotgan eritmadagi kalsiyning massasi quyidagi formula bilan aniqlanadi:

$$m(\mathrm{Ca}) = T_{\mathrm{TrB/Ca}} \cdot V_{\mathrm{Tr.B}}.$$

Modda tarkibidagi kalsiyning foizlarda ifodalangan massa ulushi quyidagi formula bilan aniqlanadi:

$$\omega(Ca) = \frac{m(\mathrm{Ca}) \cdot 10 \cdot 100}{m(\mathrm{CaCl_2 \cdot 6H_2O})}.$$

XVIII BOB. OKSIDLANISH-QAYTARILISH USULLARI (OKSIDIMETRIYA)

87- §. Oksidimetriya usullarining umumiy tavsifi

Oksidimetriya oksidlanish-qaytarilish reaksiyalariga asoslangan titrimetriya usullariga kiradi. Bu usul bilan oksidlovchilarning titrlangan eritmalari yordamida qaytaruvchilar miqdori, qaytaruvchilarning titrlangan eritmalari yordamida oksidlovchilarning miqdori aniqlanadi.

Oksidimetriya qator usullarga bo‘linadi: *permanganatometriya, yodometriya, xromatometriya, bromatometriya* va h. k.

Oksidlanish-qaytarilish reaksiyalari ion almashinish reaksiyalariga nisbatan murakkabroq kechadi. Oksidlanish-qaytarilish reaksiyalarining asosiy xususiyatlari quyidagilardir:

– ko‘pgina reaksiyalarda faqat oksidlovchilar va qaytaruvchilar emas, balki boshqa moddalar ham (masalan, kislota va ishqorlar) qatnashib, ular ham reaksiya yo‘nalishiga o‘z ta’sirini ko‘rsatadi;

– reaksiyalar bir necha bosqichda boradi, bunda ularning har biri turli tezlik bilan kechadi;

– oksidlanish-qaytarilish reaksiyalarining tezligi ion almashinish reaksiyalari tezligidan kichik bo‘ladi;

– ion almashinish reaksiyalari amalda bir lahzada kechadi, oksidlanish-qaytarilish reaksiyalari tezroq kechishi uchun maxsus sharoit talab qilinadi;

– oksidlanish-qaytarilish reaksiyalari dastlabki moddalar ishtirokida turli xil yo‘nalishda borishi mumkin. Bundan tashqari,

reaksiya jarayonida ko‘pincha reaksiya yo‘nalishini o‘zgartiradigan moddalar hosil bo‘ladi.

Oksidlanish-qaytarilish asosida amalga oshirilayotgan miqdoriy analiz titrimetrik analizga qo‘yiladigan barcha talablarga javob berishi lozim. Bundan tashqari, oksidimetriyada reaksiya tanlangan yo‘nalish bo‘yicha borishi va amalda qaytmas bo‘lishini, qo‘shimcha jarayonlar bormasligini, reaksiya yetarli tezlik bilan kechishini ta’minlashi lozim.

Oksidlanish-qaytarilish reaksiyalarining tezligi past bo‘lganligi uchun ko‘pincha reaksiya tezligi sun’iy ravishda oshiriladi. Buning uchun reaksiyaga kirishayotgan moddalarning konsentratsiyasi va harorati ko‘tariladi, eritmaning pH i o‘zgartiriladi va katalizator qo‘llaniladi.

Oksidimetriya usullari klinik, gigiyenik, biokimyoviy tekshirishlarda, dorivor moddalarning asosiy komponentlari va qo‘shimcha moddalarini miqdoriy aniqlashlarda keng qo‘llaniladi.

Permanganatometriya usuli bilan qondagi kalsiyning miqdori aniqlanadi. Bu usul suvning oksidlanuvchanligini, ya’ni sizot suvlardagi organik moddalarni oksidlashga sarflanadigan $KMnO_4$ ning miqdorini aniqlashda ham foydalaniladi. Ushbu usul farmatsevtik analizda eritmadagi vodorod peroksid miqdorini aniqlashda ham qo‘llaniladi.

Yodometriya usulidan qondagi qandning miqdorini, suvdagi erkin xlor va xlorli ohakdagi aktiv xlorni aniqlashda foydalaniladi. Farmatsevtik tekshirishlarda bu usuldan dorivor moddalar tarkibidagi yod, yodidlar va natriy tiosulfatni aniqlashda foydalanadi.

Bromatometriya usulidan dorivor moddalar tarkibidagi mishyak, oq streptotsid va boshqa preparatlarning miqdorini aniqlashda, sud kimyosida qon tarkibidagi mishyak birikmalari miqdorini aniqlashda foydalaniladi.

Nitritometriya usuli sulfanilamid preparatlar va antibiotiklarni miqdoriy aniqlash uchun farmatsevtika amaliyotida ko‘p qo‘llaniladi.

88- §. Permanganatometriya

Permanganatometriya *deb, ish eritmasi sifatida kaliy permanganat $KMnO_4$ qo‘llaniladigan hajmiy analiz usuliga aytiladi.*

Kaliy permanganat $KMnO_4$ qaytarilganda sharoitga qarab turli xil mahsulot hosil bo‘lishi mumkin. Kislotali muhitda MnO_4^- ionlari

rangsiz Mn^{2+} ionlarigacha qaytariladi. Masalan, $KMnO_4$ bilan kislotali muhitda $FeSO_4$ oksidlansa, quyidagi reaksiya sodir bo‘ladi:

$$10FeSO_4 + 2KMnO_4 + 8H_2SO_4 = 5Fe_2(SO_4)_3 + 2MnSO_4 + K_2SO_4 + 8H_2O$$

Bu reaksiyaning qisqartirilgan ionli tenglamasi quyidagicha:

$$5Fe^{2+} + MnO_4^- + 8H^+ = 5Fe^{3+} + Mn^{2+} + 4H_2O$$

Agar oksidlanish-qaytarilish reaksiyasi neytral yoki ishqoriy muhitda olib borilsa, MnO_4^- ionlari marganes (IV) birikmalarigacha qaytariladi, marganes (IV) oksid MnO_2 ning to‘q jigarrang cho‘kmasi hosil bo‘ladi:

$$MnO_4^- + 2H_2O + 3\,\bar{e} = MnO_2\downarrow + 4OH^-$$

Ishqoriy yoki neytral muhitda qora cho‘kmaning hosil bo‘lishi reaksiya oxirini aniqlashni qiyinlashtiradi, shuning uchun $KMnO_4$ eritmasi bilan titrlash kislotali muhitda olib boriladi. Bundan tashqari, kislotali muhitda $KMnO_4$ ning oksidlash aktivligi ishqoriy yoki neytral muhitdagiga nisbatan ancha yuqoridir. Kislotali muhit hosil qilish uchun faqat sulfat kislota ishlatiladi. Xlorid kislotani ishlatib bo‘lmaydi, chunki xlorid kislotaning o‘zi ham kaliy permanganat bilan oksidlanish-qaytarilish reaksiyasiga kirishadi. Bunda qo‘shimcha miqdorda ishchi eritmasi sarf bo‘ladi.

Kuchli oksidlovchi bo‘lgan nitrat kislota oksidimetriya usullarida kislotali muhit hosil qilish uchun ishlatilmaydi.

MnO_4^- ionlari $KMnO_4$ eritmalariga malina rangini beradi, titrlash mobaynida eritma rangsizlanadi. Eritmada qaytaruvchi qolmagan paytda ortiqcha miqdorda qo‘shilgan 1 tomchi $KMnO_4$ dan ham titrlanayotgan aralashma pushti rangga kiradi. Shunday qilib, ekvivalent nuqta ish eritmaning o‘zi bilan aniqlanadi va bu usulda indikator ishlatilmaydi.

Ba’zi hollarda kaliy permanganat bilan oksidlanish reaksiyasi juda sekin boradi. Shuning uchun titrlash issiq eritmada olib boriladi. Reaksiya katalizator rolini o‘ynaydigan Mn^{2+} ionlari ta’sirida ham tezlashadi. Mn^{2+} ionlari titrlash mobaynida hosil bo‘ladi, shuning uchun eritmaga maxsus katalizator qo‘shishga hojat yo‘q. Ammo titrlash boshlanishida reaksion aralashmada katalizator bo‘lmaydi, shu sababli $KMnO_4$ eritmasining dastlabki qismlari sekin reaksiyaga kirishadi.

Kaliy permanganat $KMnO_4$ ning titrlangan eritmasini analitik tarozida aniq o‘lchab olingan namunasidan foydalanib tayyorlash mumkin emas. Chunki reaktiv sifatida ishlatiladigan kaliy

permanganat $KMnO_4$ tarkibida hamma vaqt qo‘shimcha moddalar (ko‘pincha K_2MnO_4) bo‘ladi. Bundan tashqari, $KMnO_4$ havoda bo‘lgan organik moddalar ta’sirida ham osongina qaytariladi. Shuning uchun avvaliga $KMnO_4$ ning taxminiy konsentratsiyali eritmasi tayyorlanib, so‘ngra uning titri aniqlanadi.

$KMnO_4$ ning titrini aniqlashda boshlang‘ich modda bo‘lib oksalat kislotasi $H_2C_2O_4 \cdot 2H_2O$ xizmat qiladi. Titrlashda quyidagi reaksiya sodir bo‘ladi:

$$2KMnO_4 + 3H_2SO_4 + 5H_2C_2O_4 = 2MnSO_4 + K_2SO_4 + 10CO_2\uparrow + 8H_2O$$

$$\begin{array}{l|l} Mn^{+7} + 5\bar{e} = Mn^{+2} & 2 \\ 2C^{+3} - 2\bar{e} = 2C^{+4} & 5 \end{array}$$

Permanganatometriya usuli ko‘pincha temir (II), kalsiy (oksalat holida) tuzlarini, oksalat kislotasini, mis (I)ni, vodorod peroksidni analiz qilishda ishlatiladi. Permanganatometriya usuli oksidlovchilarni aniqlash uchun ham qo‘llanilishi mumkin. Buning uchun aniqlanayotgan moddaga aniq o‘lchab olingan ortiqcha miqdordagi qaytaruvchi eritmasi qo‘shilib, teskari titrlash usuli qo‘llaniladi. Keyin ortiqcha qaytaruvchi kaliy permanganat eritmasi bilan titrlanadi.

89- §. Permanganatometrik aniqlashlar

Kaliy permanganatning ish eritmasini tayyorlash. Kislotali muhitda $KMnO_4$ tarkibidagi marganes elementining oksidlanish darajasi +7 dan +2 gacha, ya’ni 5 birlikka kamayadi. Shuning uchun kislotali muhitda $KMnO_4$ ning ekvivalent massasi:

$$\varepsilon_{KMnO_4} = \frac{158,03}{5} = 31,61 \text{ g/ekv.}$$

bo‘ladi. Demak, 1 litr 0,1 n $KMnO_4$ eritmasini tayyorlash uchun texnik tarozida 3,16 g $KMnO_4$ tortib olinadi va u voronka orqali 1 litrli o‘lchov kolbasiga solinib, o‘lchov kolbasining belgisigacha distillangan suv qo‘shiladi. Tayyorlangan eritma rangli shishadan yasalgan sklangga solinadi va qorong‘i joyda 7 kun saqlanadi. Keyin eritma ehtiyotlik bilan toza idishga quyib olinadi va eritmaning titri aniqlanadi.

Oksalat kislotasi eritmasini tayyorlash. Boshlang‘ich modda sifatida qayta kristallangan va kristall holidagi kalsiy xlorid ustida quritilgan oksalat kislotasi $H_2C_2O_4 \cdot 2H_2O$ ishlatiladi.

Analitik tarozida 0,6304 g oksalat kislotasi byuks yoki soat oynasida tortib olinadi va ehtiyotlik bilan 100 ml li o‘lchov kolbasiga solinadi. Modda to‘liq eritilgandan so‘ng eritma ustidan o‘lchov kolbasining belgisigacha distillangan suv quyiladi va yaxshilab aralashtiriladi. Hosil bo‘lgan eritmaninig konsentratsiyasi 0,1 n bo‘ladi.

$KMnO_4$ eritmasining titrini aniqlash. 250 ml li konussimon kolbaga 10 ml 0,1 n oksalat kislotasi $H_2C_2O_4$ solinadi, uning ustiga 50 ml suv va 15 ml (silindrda) suyultirilgan (1:8) sulfat kislota qo‘shiladi. Eritma suv hammomida 90°C gacha isitiladi. (Qaynatish mumkin emas, chunki oksalat kislotasi parchalanadi!)

Shisha jo‘mrakli buretkaga $KMnO_4$ eritmasi solinadi va menisk nolga to‘g‘rilanadi. Oksalat kislotasining issiq eritmasi kaliy permanganat eritmasi bilan yo‘qolmaydigan barqaror oq pushti rang hosil bo‘lguncha titrlanadi. Titrlash paytida kaliy permanganat eritmasining yangi qismi faqat avvalgi qismining qo‘shilishidan hosil bo‘lgan rang to‘liq yo‘qolgandan so‘ng qo‘shiladi. Titrlash oxirida eritma harorati 60°C dan past bo‘lmasligi lozim.

Mor tuzi $FeSO_4 \cdot (NH_4)_2SO_4 \cdot 6H_2O$ dagi temirni aniqlash. Kaliy permanganat bilan temir (II) tuzlari orasidagi reaksiya:

$$2KMnO_4 + 10FeSO_4 + 8H_2SO_4 = 2MnSO_4 + 5Fe_2(SO_4)_3 + 8H_2O + K_2SO_4$$

$$\begin{aligned} 2Fe^{2+} + 2\bar{e} &= 2Fe^{3+} \mid 2 \\ Mn^{7+} - 5\bar{e} &= Mn^{+2} \mid 5 \end{aligned}$$

tenglama bo‘yicha boradi. Analitik tarozida tortilgan (4–4,5 g) Mor tuzi 100 ml li o‘lchov kolbasiga solinadi, distillangan suvda eritiladi, 5 ml H_2SO_4 (1:8) qo‘shiladi, o‘lchov kolbasining belgisigacha distillangan suv qo‘shiladi va aralashtiriladi. Bu eritmadan pipetka bilan 10 ml olib 250 ml li konussimon kolbaga solinadi, 10 ml H_2SO_4 (1:8) qo‘shiladi va kaliy permanganat eritmasi bilan titrlanadi.

Titrlash oxirida barqaror och pushti rang hosil bo‘lgunga qadar kaliy permanganat eritmasi tomchilatib qo‘shiladi. Bu aniqlash oksalat kislotani titrlashdan farq qilib sovuqda olib boriladi, chunki qizdirilganda temir (II) tuzi havo kislorodi bilan oksidlanadi. Fe^{3+} kationlarining sariq rangi titrlash oxirini aniqlashga xalaqit beradi. Rang o‘zgarishining jadalligini oshirish uchun eritmaga titrlashdan oldin Fe^{3+} kationlari bilan rangsiz kompleks anionlar hosil qiluvchi fosfat kislotasidan 5 ml qo‘shiladi.

Titrlash tugagandan so‘ng buretkadagi $KMnO_4$ eritmasini shu zahotiyoq to‘kish, buretkani avvaliga oksalat kislota eritmasi, so‘ngra 5–6 marta vodoprovod suvi va 2—3 marta distillangan suv bilan yuvish kerak.

Eritmadagi vodorod peroksidni aniqlash. Kislotali muhitda vodorod peroksidi bilan kaliy permanganat orasidagi reaksiya quyidagi tenglama bilan ifodalanadi:

$$5H_2O_2 + 2KMnO_4 + 3H_2SO_4 = 2MnSO_4 + K_2SO_4 + 8H_2O + 5O_2\uparrow$$

$$\begin{array}{l|l} 2O^{-1} + 2\bar{e} = O_2 & 5 \\ Mn^{7+} - 5\bar{e} = Mn^{+2} & 2 \end{array}$$

$$5H_2O_2 + 2MnO_4^- + 6H^+ = 2Mn^{2+} + 8H_2O + 5O_2\uparrow$$

Pipetka bilan 10 ml vodorod peroksidni o‘lchab olib, 100 ml li o‘lchov kolbasiga solinadi, eritma hajmi distillangan suv bilan 100 ml ga yetkaziladi va yaxshilab aralashtiriladi. Bu eritmadan pipetka bilan 10 ml olib, 250 ml li konussimon kolbaga solinadi, uning ustiga 5 ml suyultirilgan sulfat kislota qo‘shiladi va kislotali muhitga keltirilgan eritma och pushti rang hosil bo‘lgunga qadar kaliy permanganat eritmasi bilan titrlanadi.

Eritmadagi vodorod peroksidning foizlarda ifodalangan massa ulushi quyidagi formula orqali topiladi:

$$\omega(H_2O_2) = \frac{V_{KMnO_4} \cdot K \cdot T_{KMnO_4/H_2O_2} \cdot V'_{H_2O} \cdot 100}{V_{H_2O_2} \cdot V''_{H_2O_2}}.$$

Bu yerda: V_{KMnO_4} – kaliy permanganat eritmasining hajmi; K – tuzatish koeffitsiyenti; T_{KMnO_4/H_2O_2} – kaliy permanganatning vodorod peroksid bo‘yicha titri; $V'_{H_2O_2}$ – vodorod peroksidning dastlabki suyultirishdan keyingi hajmi; $V_{H_2O_2}$ – analiz uchun olingan vodorod peroksid hajmi; $V''_{H_2O_2}$ – vodorod peroksid eritmasining alikvot qismining hajmi.

90- §. Yodometriya

Hajmiy analizning yodometriya usuli erkin yodning I^- ionlariga va aksincha I^- ionlarining erkin yodga aylanishi bilan bog‘liq oksidlanish-qaytarilish reaksiyasiga asoslangan:

$$I_2 + 2e^- \rightarrow 2I^-$$
$$2I^- - 2\bar{e} \rightarrow I_2^0$$

1. Oksidlovchilarni aniqlash. Yodometriya usuli bilan I^- ionlarini erkin I_2 gacha to‘liq oksidlaydigan oksidlovchilarni aniqlash mumkin. Bu usul bilan ko‘pincha permanganatlar, dixromatlar, mis (II) tuzlari, temir (III) tuzlari, erkin galogenlar va boshqalar aniqlanadi. Oksidlovchi kislotali muhitda ortiqcha kaliy yodid KI bilan reaksiyaga kirishadi. Bunda oksidlovchi miqdoriga ekvivalent miqdorda yod ajralib chiqadi. Ajralib chiqqan yod normalligi aniq bo‘lgan natriy tiosulfat eritmasi bilan titrlanadi. Shunday qilib, aniqlanayotgan oksidlovchi miqdorini yodni titrlashga ketgan tiosulfat eritmasining hajmi va normalligi (titri)ga qarab hisoblash mumkin. Demak, bu usulda natriy tiosulfat $Na_2S_2O_3$ eritmasi ishchi eritmasi bo‘ladi.

$Na_2S_2O_3$ ning titrini aniqlash uchun kaliy dixromat $K_2Cr_2O_7$ boshlang‘ich modda bo‘lib xizmat qiladi.

Ko‘pchilik oksidlovchilarni natriy tiosulfat bilan bevosita titrlab bo‘lmaydi, chunki bunda ekvivalent nuqtani aniqlash mumkin emas. Shuning uchun yodometriya usuli bilan oksidlovchilarni aniqlashda o‘rinbosarni titrlash usuli qo‘llaniladi. Avval sulfat yoki xlorid kislota muhitida oksidlovchi bilan kaliy yodid o‘rtasida quyidagi tenglama asosida reaksiya boradi:

$$K_2Cr_2O_7 + 6KI + 7H_2SO_4 = Cr_2(SO_4)_3 + 7H_2O + K_2SO_4 + 3I_2$$

$$\begin{array}{l|l} Cr_2O_7^{2-} + 14H^+ + 6\bar{e} = 2Cr^{3+} + 7H_2O & 1 \\ 2I^- - 2\bar{e} = I_2 & 3 \end{array}$$

Ajralib chiqqan erkin yod natriy tiosulfat eritmasi bilan titrlanadi:

$$Na_2S_2O_3 + I_2 = 2NaI + Na_2S_4O_6$$

$$\begin{array}{l|l} 2S_2O_3^{2-} + 2\bar{e} = S_4O_6^{2-} & 1 \\ 2I^0 + 2\bar{e} = 2I^- & 1 \end{array}$$

Yodometriya usulida kraxmal eritmasi indikator bo‘lib xizmat qiladi. U yod bilan ko‘k rangli adsorbsion birikma hosil qiladigan, sezgirligi yuqori maxsus indikatordir. Ammo bu indikatorni qo‘llashning ba’zi o‘ziga xos xususiyatlari mavjud.

Yodometriya usuli bilan oksidlovchilarni aniqlashda quyidagi shartlar bajarilishi shart:

– oksidlovchi bilan kaliy yodid orasidagi reaksiya oxirigacha borishi uchun reaksiyani kislotali muhitda o‘tkazish;

– titrlashni sovuq eritmada o‘tkazish;

– tekshiriladigan eritmaning muhiti kuchli ishqoriy bo‘lmasligi (pH≤9);

– oksidlovchining miqdori aniqlanayotganda kaliy yodiddan ko‘proq bo‘lishi;

– kaliy yodid bilan oksidlovchi orasida boradigan reaksiyaning tezligi uncha katta bo‘lmaganligi tufayli reaksiya natijasida hosil bo‘layotgan yodni darhol emas, balki oksidlovchi qo‘shilgandan keyin ancha vaqt o‘tgandan so‘ng titrlash;

– titrlashdan oldin reaksion aralashmani qorong‘i joyda saqlash kerak.

2. Qaytaruvchilarni aniqlash. Bu usul bilan qaytaruvchilardan ko‘pincha sulfitlar, sulfidlar, qalay (II) xlorid va boshqalar aniqlanadi. Ish eritmasi yod I_2 eritmasidir. Yod eritmasining titrini aniqlash uchun boshlang‘ich modda sifatida mishyak angidrid As_2O_3 ishlatiladi. Uni ishqorda eritib, arsenit (AsO_2^-) ioniga aylantiriladi. Titrlash kuchsiz ishqoriy muhitda pH ≤ 8,0 olib boriladi. Amalda bunday muhitga neytral yoki kuchsiz kislotali eritmaga natriy gidrokarbonat eritmasini qo‘shish bilan erishiladi. Indikator sifatida kraxmal ishlatiladi.

Ko‘pchilik qaytaruvchilarni yodometriya usuli bilan aniqlashda to‘g‘ri titrlash usuli kamdan kam holatlarda ishlatiladi, chunki bunda analiz natijalarining aniqligi past bo‘ladi. Buning sababi titrlanadigan qaytaruvchi qisman havo kislorodi bilan oksidlanadi. Bundan tashqari, titrlanayotgan qaytaruvchi kam qolganda, qaytaruvchi va yod orasidagi reaksiya juda sust boradi va ekvivalent nuqtaga yetmasdan indikator sifatida ishlatilayotgan kraxmalning rangi o‘zgaradi. Shuning uchun ko‘pincha teskari titrlash usulidan foydalaniladi, ya’ni aniqlanayotgan qaytaruvchi ustiga ortiqcha miqdordagi yod qo‘shilib, reaksiyaga kirishmasdan qolgan yodning miqdori natriy tiosulfat eritmasi bilan titrlanadi. Yodni aniqlashda kraxmal indikatorning yuqori darajadagi sezgirligi va ekvivalent nuqtada ko‘k rangning keskin yo‘qolishi, yodometrik aniqlashlarda titrimetrik analizning boshqa usullarga nisbatan past konsentratsiyali eritmalarni qo‘llash imkonini beradi. Odatda, yodometriyada 0,1 dan 0,01 n gacha

bo‘lgan eritmalar ishlatiladi. Ba’zan 0,001 n li eritmalar ham ishlatiladi. Suyultirilgan ish eritmalarining ishlatilishi yodometriya usuli aniqligini oshiradi.

91- §. Yodometrik aniqlashlar

$Na_2S_2O_3$ eritmasini tayyorlash. Natriy tiosulfatning titrlangan eritmasini analitik tarozida aniq o‘lchab olingan namuna bo‘yicha tayyorlash mumkin emas, chunki $Na_2S_2O_3 \cdot 2H_2O$ aniq tortib olingan namuna bo‘yicha eritma tayyorlasa bo‘ladigan moddalarga qo‘yiladigan talablarni qanoatlantirmaydi.

Texnik tarozida 6,2 g atrofida natriy tiosulfat $Na_2S_2O_3 \cdot 5H_2O$ tortib olinadi va u 250 ml li o‘lchov kolbasiga solinib, so‘ngra kolba belgisigacha distillangan suv qo‘shiladi. Eritmaga uning har bir litriga 0,05 g Na_2SO_3 hisobidan soda kristallari qo‘shiladi. Na_2SO_3 qo‘shilganda eritma titri barqaror bo‘ladi. Eritma og‘zi yaxshi yopilgan idishda qorong‘i joyda 2—3 kun saqlanadi. Shundan so‘ng uning titrini aniqlash mumkin. Shuni esda tutish kerakki, $Na_2S_2O_3$ ning titri asta-sekin kamayadi. Shuning uchun eritmadagi $Na_2S_2O_3$ ning titrini har zamonda tekshirib, uning konsentratsiyasiga kerakli tuzatishlar kirgizib turish kerak.

$K_2Cr_2O_7$ eritmasini tayyorlash. Eritma tayyorlash uchun qayta kristallangan va 150°C da quritilgan reaktiv olinadi. Analitik tarozida o‘lchangan 0,4904 g $K_2Cr_2O_7$ ehtiyotlik bilan 100 ml li o‘lchov kolbasiga solinadi, ozroq suvda eritiladi. Eritma hajmi distillangan suv bilan o‘lchov kolbasi belgisigacha yetkaziladi. Kolbaning og‘zi tiqin bilan yopilib, eritma yaxshilab aralashtiriladi. Tayyorlangan eritmaning normal konsentratsiyasi 0,1 n ga teng bo‘ladi.

Indikatorni tayyorlash. Analiz natijalarining to‘g‘ri chiqishini kafolatlovchi omillardan biri to‘g‘ri tayyorlangan indikator, ya’ni kraxmal eritmasidir. Eruvchan kraxmaldan texnokimyoviy tarozida 0,5 g tortib olinadi va issiqlikka chidamli stakan yoki kolbaga solinib, ozroq suv qo‘shiladi va yaxshilab aralashtiriladi. Olingan aralashma ustiga 100 ml qaynoq suv solinib, yana 2—3 minut qaynatiladi. Sovitilgandan so‘ng hosil bo‘lgan tiniq eritma shlifli sklankaga quyib olinadi va shu sklankada saqlanadi.

Kraxmal eritmasi tez buziladi. Agar kraxmal eritmasiga yod ta’sir ettirilganda ko‘k emas, balki binafsha yoki qo‘ng‘irrang hosil bo‘lsa, demak, kraxmal eritmasi buzilgan bo‘ladi va uni indikator sifatida qo‘llab bo‘lmaydi.

Kaliy dixromat bo‘yicha $Na_2S_2O_3$ ning konsentratsiyasini aniqlash. Texnokimyoviy tarozida 1 g quruq kaliy yodid tortib olinib, u 250 ml li konussimon kolbaga solinadi va 20 ml distillangan suvda eritiladi. Bu eritma o‘rniga 20 ml 5% li KI eritmasi olinsa ham bo‘ladi, ammo eritma yangi tayyorlangan bo‘lishi lozim. Kolbadagi eritma ustiga 15 ml suyultirilgan sulfat kislota (1:8) yoki 20 ml xlorid kislota (1:3) eritmasi qo‘shiladi. Kislota qo‘shilgandan so‘ng eritmaning rangi o‘zgarmasligi kerak.

Kolbadagi kaliy yodid va kislota aralashmasi ustiga pipetka bilan 10 ml 0,1 n $K_2Cr_2O_7$ eritmasi qo‘shiladi. Kolbaning devorlari distillangan suv bilan yuviladi, yaxshilab aralashtiriladi va kolbaning og‘zi soat oynasi bilan yopilib, reaksiya oxirigacha borishi uchun 5 min qorong‘i joyda saqlanadi.

So‘ngra kolba og‘zidagi soat oynasi olinib, kolba ustiga distillangan suv bilan chayiladi, eritmaning hajmi distillangan suv bilan taxminan 80–90 ml ga yetkaziladi va natriy tiosulfat eritmasi bilan titrlanadi.

Eritma och sariq-yashil rangga kirganda, unga 2 ml kraxmal eritmasi qo‘shiladi va eritmaning ko‘k rangi yashil rang (Cr^{3+} ionlarining rangi) ga kirguncha asta-sekin titrlash davom ettiriladi. Titrlash 3 marta takrorlanadi, titrlash natijalari yozib olinadi va titrlash natijalariga ko‘ra, natriy tiosulfatning normal konsentratsiyasi, yod bo‘yicha titri va mis bo‘yicha titri hisoblab topiladi.

Mis kuporosi tarkibidagi misni aniqlash. Bu aniqlash quyidagi reaksiyaga asoslangan:

$$2CuSO_4 + 4KI = 2CuI + I_2 + 2K_2SO_4$$

Eritma pH i 5,0–6,0 bo‘lganda bu reaksiya oxirigacha to‘liq boradi. Reaksiya natijasida hosil bo‘lgan erkin yod natriy tiosulfat eritmasi bilan titrlanadi. Analitik tarozida 2,5 g atrofida mis kuporosi $CuSO_4 \cdot 5H_2O$ tortib olinadi. Tortib olingan namunaning hammasi 100 ml li o‘lchov kolbasiga o‘tkaziladi va ozroq distillangan suvda eritiladi. Eritma ustiga 5 ml 2 n sirka kislotasi CH_3COOH qo‘shiladi va distillangan suv bilan eritma hajmi 100 ml ga yetkazilib, yaxshilab aralashtiriladi.

Konussimon kolbaga 20 ml 5% li KI eritmasi olinadi, uning ustiga pipetka bilan 10 ml mis (II) sulfat eritmasi qo‘shiladi. Kolbaning og‘zi soat oynasi bilan yopilib, 5–6 minut qorong‘i joyda saqlanadi. Shundan so‘ng ajralib chiqqan yod natriy tiosulfat

eritmasi bilan titrlanadi. Eritma sariq rangga kirgandan so‘ng unga 2 ml kraxmal eritmasi qo‘shiladi va eritmaning ko‘k rangi yo‘qolgunga qadar asta-sekinlik bilan titrlash davom ettiriladi. Bunda fil suyagi rangiga ega bo‘lgan Cu cho‘kmasi ham hosil bo‘ladi. Titrlash 2–3 marta takrorlanadi va o‘rtacha arifmetik natijaga ko‘ra, tekshirilgan namunadagi misning miqdori aniqlanadi.

Eritmadagi erkin yodni aniqlash. Tarkibidagi erkin yod aniqlanishi lozim bo‘lgan eritmadan pipetka bilan 10 ml olinib, 100 ml li o‘lchov kolbasiga solinadi va eritma hajmi distillangan suv bilan 100 ml ga yetkaziladi. Mor pipetkasi bilan bu eritmadan 10 ml olib konussimon kolbaga solinadi va ustiga 50–60 ml distillangan suv qo‘shiladi. Eritma natriy tiosulfat bilan titrlanadi. Kolbadagi eritma sariq rangga kirgach, ustiga 2 ml kraxmal eritmasi qo‘shiladi va ko‘k rang yo‘qolgunga qadar titrlanadi. Titrlash 2—3 marta takrorlanadi va o‘rtacha arifmetik natijasiga ko‘ra eritmadagi moddaning miqdori aniqlanadi.

92- §. Nitritometriya

Nitritometriya usuli diazotlash va oksidlanish-qaytarilish reaksiyalariga asoslangan. Bu usul benzol halqasidagi yoki geterosiklik halqadagi birlamchi aminogruppani miqdoriy jihatdan aniqlash uchun ishlatiladi.

Nitritometriya usuli bilan tarkibida nitrogruppa bo‘lgan preparatlarni ham aniqlash mumkin. Buning uchun nitrobirikma qaytarilib aminga aylantiriladi, shundan so‘ng umumiy usulda analiz qilinadi.

Nitritometriya usuli bilan streptotsid, norsulfazol, sulfadimezin, levomitsitin, fol kislotasi, ftivazid, izoniazid, novokain kabi dorivor moddalarning miqdori aniqlanadi.

Nitritometriyada ish eritmasi sifatida natriy nitrit ishlatiladi. Natriy nitritning aniq konsentratsiyali eritmasini tarozida aniq tortib olingan miqdoriga ko‘ra tayyorlab bo‘lmaydi. Shuning uchun uning titri aniqlanadi. Natriy nitritning titrini aniqlashda uning aniq miqdoriga kaliy permanganatning titrlash eritmasidan ma’lum bir hajm qo‘shiladi. Bu hajm natriy nitritni to‘liq oksidlash uchun zarur bo‘lgan hajmdan ko‘proq bo‘lishi lozim. Kaliy permanganat sulfat kislota muhitida natriy nitritni nitratgacha oksidlaydi:

$$5NaNO_2+2KMnO_4+3H_2SO_4 = 5NaNO_3+2MnSO_4+K_2SO_4+3H_2O$$

$$NO_2^- + H_2O - 2\bar{e} = NO_3^- + 2H^+ \quad | 5$$
$$MnO_4^- + 8H^+ + 5\bar{e} = Mn^{2+} + 4H_2O \quad | 2$$

Reaksiya uchun $KMnO_4$ mo‘l miqdorda olinganligi tufayli uning reaksiyaga kirishmasdan ortib qolgan miqdori eritmada qoladi. $KMnO_4$ ning mo‘l miqdorini aniqlash uchun eritmaga kaliy yodid qo‘shiladi va reaksiyaga kirishmay qolgan $KMnO_4$ yodometrik usulda aniqlanadi:

$$10KJ + 2KMnO_4 + 8H_2SO_4 = 2MnSO_4 + K_2SO_4 + 8H_2O + I_2$$

$$MnO_4^- + 8H^+ + 5\bar{e} = Mn^{2+} + 4H_2O \quad | 2$$
$$2I^- - 2\bar{e} = I_2 \quad | 5$$

Ajralib chiqqan yod natriy tiosulfat eritmasi bilan titrlanadi:

$$I_2 + 2Na_2S_2O_3 = 2NaI + Na_2S_4O_6$$

Natriy nitrit eritmasining normalligi quyidagi formula bilan aniqlanadi:

$$N_{NaNO_2} = \frac{V_{KMnO_4} \cdot N_{KMnO_4} - N_{Na_2S_2O_3} \cdot V_{Na_2S_2O_3}}{V_{NaNO_2}}.$$

Indikator yordamida ekvivalent nuqtani aniqlash. Indikatorlar sifatida tropeolin 00 va metilen ko‘ki aralashmasi, neytral qizil kabi indikatorlar ishlatiladi.

Indikator sifatida tropeolin 00 ishlatilsa, eritmaning qizil rangi sariq rangga o‘tguncha, tropeolin 00 va metilen ko‘ki aralashmasi ishlatilsa, qizil-binafsharang ko‘k rangga o‘tguncha, neytral qizil ishlatilsa, malina rangi ko‘k rangga o‘tguncha eritma titrlanadi. Tropeolin 00 indikatorini diazo- va nitrozo hosilalarni titrlashda ishlatish maqsadga muvofiq. Bunda ekvivalent nuqtasidan so‘ng 1 tomchi ortiqcha qo‘shilgan natriy nitrit eritmasi tropeolin 00 ning qizil rangini sarg‘aytiradi.

Nitritometriya usuli bilan titrlashda quyidagi sharoitlarga amal qilish lozim:

– dorivor moddalarning analizi kislotali muhitda amalga oshiriladi;

– odatda miqdoriy aniqlashlar 18–20°C da amalga oshiriladi, ba'zan esa reaksiyani 0–10°C da olib borish maqsadga muvofiq bo'ladi.

93- §. Nitritometrik aniqlash

Natriy nitritning ish eritmasini tayyorlash. 0,1 n natriy nitrit eritmasini tayyorlash uchun texnokimyoviy tarozida 6,9 g atrofida $NaNO_2$ tortib olinadi va undan 1 litr eritma tayyorlanadi.

Eritmaning titrini aniqlash. Natriy nitrit eritmasidan konussimon kolbaga 10 ml olib, ustiga $KMnO_4$ ning 0,1 n eritmasidan 20 ml, H_2SO_4 ning 2 n eritmasidan 10 ml qo'shiladi. Aralashma 20 minut saqlanadi. Bu vaqt ichida sulfat kislota muhitida $KMnO_4$ bilan $NaNO_2$ orasida oksidlanish-qaytarilish reaksiyasi sodir bo'ladi. $KMnO_4$ mo'l miqdorda olinganligi uchun uning bir qismi $NaNO_2$ bilan reaksiyaga kirishadi, bir qismi esa eritmada qoladi. 20 minutdan so'ng konussimon kolbaga 2 g kaliy yodid qo'shilib, aralashma 5–10 minut mobaynida qorong'i joyda saqlanadi. Bunda kolba shliflangan tiqin bilan berkitilishi lozim. Eritmadagi $KMnO_4$ ekvivalent miqdordagi KI bilan reaksiyaga kirishadi, reaksiya natijasida erkin yod I_2 hosil bo'ladi, hosil bo'lgan erkin yod natriy tiosulfat eritmasi bilan sariq rang hosil bo'lgunga qadar titrlanadi. So'ngra 2 ml kraxmal eritmasi qo'shilib, ko'k rangli eritma rangsizlanguncha titrlanadi. Natriy nitritning aniq normal konsentratsiyasi:

$$N_{NaNO_2} = \frac{V_{KMnO_4} \cdot N_{KMnO_4} - N_{Na_2S_2O_3} \cdot V_{Na_2S_2O_3}}{V_{NaNO_2}}$$

formula bilan aniqlanadi. Oq streptotsidning ekvivalent massasi $E_{str} = \frac{172,2\ g}{2} = 86,1$ g/ekv ga tengligini bilgan holda natriy nitritning oq streptotsid bo'yicha titri aniqlanadi.

Tropeolin 00 indikatorini tayyorlash. Texnokimyoviy tarozida tortib olingan 0,1 g kukun holidagi indikatorni suv hammomida qizdirilgan 20–30 ml suvda eritamiz. Eritma sovigach, uni 100 ml li o'lchov kolbasiga solib, eritma hajmini distillangan suv bilan 100 ml ga yetkazamiz. pH = 1,3 – 3,2 bo'lganda indikatorning rangi qizildan sariqqa o'zgaradi.

Oq streptotsid miqdorini aniqlash. Oq streptotsidni miqdoriy jihatdan aniqlash kislotali muhitda diazotlash reaksiyasiga asoslangan:

$$H_2N - SO_2 - C_6H_5 - NH_2 + NaNO_2 + 2HCl \rightarrow$$
$$[H_2N - SO_2 - C_6H_5 - N^+ = N]Cl^- + NaCl + 2H_2O$$

Analitik tarozida 2,0–3,0 g atrofida oq streptotsid tortib olinadi va 100 ml li o‘lchov kolbasiga solinadi, suvda eritiladi. Toza buretkani natriy nitritning ish eritmasi bilan chayib tashlab, shu eritma bilan to‘ldiramiz. 250 ml li konussimon kolbaga 10 ml oq streptotsid eritmasidan solib, ustiga 5 ml 2 n HCl eritmasidan qo‘shiladi. Eritmaga 4–5 tomchi ichki indikator tropeolin 00 va metilen ko‘ki qo‘shiladi, bunda eritma qizil rangga bo‘yaladi. Eritma natriy nitritning titrlangan eritmasi bilan sariq rang paydo bo‘lgunga qadar titrlanadi. Bir-biriga yaqin bo‘lgan 2–3 ta natijani olguncha tajriba davom ettiriladi. Dori moddasi tarkibidagi streptotsidning massa ulushi quyidagi formula bilan aniqlanadi:

$$\omega_{(\text{streptotsid})} = \frac{V_{NaNO_2} \cdot T_{NaNO_2/\text{streptotsid}} \cdot 10 \cdot 100}{m}.$$

Bunda: V_{NaNO_2} – titrlash uchun sarf bo‘lgan $NaNO_2$ eritmasining hajmi; $T_{NaNO_2/\text{streptotsid}}$ – $NaNO_2$ ning streptotsid bo‘yicha titri; m – dorivor modda massasi.

94- §. Bromatometriya

Bromatometriya oksidimetriya usullaridan biri bo‘lib, bromat ioni BrO_3^- ta’sirida sodir bo‘ladigan oksidlanish reaksiyalaridan foydalanishga asoslangan.

Bu reaksiyalarda bromat ioni quyidagi tenglamaga muvofiq bromid ioniga qadar qaytariladi:

$$BrO_3^- + 6H^+ + 6\bar{e} = Br^- + 3H_2O$$

Bu sxemadan ko‘rinadiki, reaktiv sifatida ishlatiladigan $KBrO_3$ ning ekvivalenti uning 1/6 moli ga teng, ya’ni:

$$E_{KBrO_3} = \frac{167,02}{6} = 27,84 \text{ g/ekv.}$$

BrO_3^- ionlari vodorod ionlari ishtirokida Br^- ionlariga o‘tadi. Buning uchun kislotali muhit yaratish lozim. Kaliy bromat kuchli oksidlovchidir. Shunday bo‘lishiga qaramay, kaliy bromat ta’sirida boradigan oksidlanish reaksiyalarining tezligi katta emas.

Reaksiyaning tezligini oshirish maqsadida, titrlash yuqori harorat va kuchli kislotali muhitda o‘tkaziladi. Yuqorida aytib o‘tilganidek, titrlash vaqtida BrO_3^- ionlari Br^- ionlarigacha qaytariladi. Eritmada bromat ionlarining konsentratsiyasi baland bo‘lsa, ular Br^- ionlari bilan reaksiyaga kirishadi:

$$5Br^- + BrO_3^- + 6H^+ = 3Br_2 + 3H_2O$$

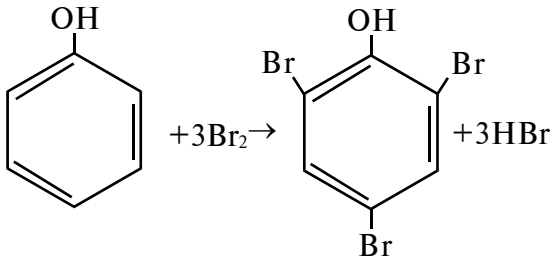
Reaksiya natijasida hosil bo‘layotgan brom eritmani och sariq rangga bo‘yaydi. Bu rang nihoyatda och bo‘lganligi uchun bunday ekvivalent nuqtani aniqlab bo‘lmaydi.

95- §. Bromometriya

Bromometriya usuli organik birikmalarni erkin holdagi brom bilan bromlashga asoslangan. Bunda tekshiriladigan eritma kislotali muhitga keltirilib, unga biron xil bromidning ortiqcha miqdori qo‘shiladi. Eritmaga kaliy bromatning aniq o‘lchangan miqdori qo‘shilganda u bromid bilan reaksiyaga kirishib, ekvivalent miqdorda erkin holdagi brom Br_2 ni hosil qiladi:

$$KBrO_3 + 5KBr + 6HCl = 3Br_2 + 6KCl + 3H_2O$$

Reaksiya mahsuloti brom hosil bo‘lgan zahotiyoq organik modda bilan reksiyaga kirishadi. Bromometriya usuli bilan fenol, anilin va ularning hosilalarini aniqlash mumkin:



Bromometrik aniqlashlarda: bevosita, bilvosita va teskari titrlash usullari qo‘llaniladi. Masalan, fenolning miqdori aniqlanayotganda tekshirilayotgan eritmaga kaliy bromid va xlorid kislota eritmasi qo‘shilib, kaliy bromat bilan titrlanadi. Bunda hosil bo‘layotgan brom fenol bilan miqdoran reaksiyaga kirishib, 2, 4, 6-tribromfenolni hosil qiladi.

Bromometriya usuli bilan 8-oksixinolin ishtirokida magniy, aluminiy, mis, kadmiy, rux kabi metallarni bilvosita titrlab aniqlash

mumkin. Buning uchun avvaliga aniqlanadigan metall 8-oksixinolin yordamida cho‘ktiriladi. So‘ngra cho‘kma eritmadan ajratib olinib, yaxshilab yuviladi, xlorid kislotada eritiladi. Eritmaga kaliy bromid qo‘shiladi va kaliy bromat bilan titrlanadi.

„O‘rinbosarni titrlash“ usuli bromometriya usulini yodometriya bilan bog‘lashga imkon beradi. Bu ikki usulning birgalikda qo‘llanilishi farmatsevtik analizda salitsilat kislota va uning tuzlari, streptotsid malhami, ba’zi bir sulfanilamid preparatlar, timol, rezorsin, oq streptotsid kabi preparatlarni miqdoriy aniqlashda katta ahamiyatga ega.

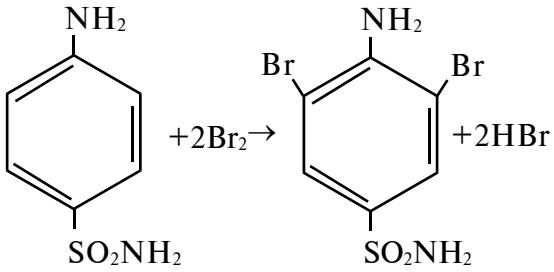
Bu usul bilan miqdoriy aniqlashlar organik moddani bromlash va reaksiyaga kirishmasdan qolgan bromni aniqlash, o‘rinbosarni titrlashga asoslangan.

Bu aniqlashlar jarayonida 4 ta kimyoviy reaksiya sodir bo‘ladi.

1. Kislotali muhitda kaliy bromid va kaliy bromat orasida boradigan reaksiya quyidagicha:

$$KBrO_3 + 5KBr + 6HCl = 3Br_2 + 6KCl + 3H_2O$$

2. Organik moddaning bromlanishi. Bu reaksiyani oq streptotsid bilan brom orasidagi reaksiya misolida ko‘ramiz:



Bunda $KBrO_3$ ning titrlangan eritmasi mo‘l miqdorda qo‘shilganligi uchun oq streptotsid bilan brom ekvivalent miqdorda reaksiyaga kirishib, bromning qolgan qismi eritmada qoladi.

3. Ortib qolgan brom bilan kaliy yodid orasidagi reaksiya quyidagicha:

$$2KI + Br_2 = I_2 + 2KBr$$

Bunda KI yordamida reaksiyaga kirishgan bromning miqdori aniqlanadi. Ajralib chiqqan erkin yod I_2 ning miqdori reaksiyaga kirmay qolgan bromga ekvivalent bo‘ladi.

4. Ajralib chiqqan yod natriy tiosulfat eritmasiga qo‘shiladi:

$$I_2 + 2Na_2S_2O_3 = 2NaI + Na_2S_4O_6$$

Bu usul bilan yodni miqdoriy aniqlash uchun reaksion aralashmaga xloroform qo‘shish kerak. Xloroform ishtirokida ekvivalent nuqta aniq topiladi.

96- §. Bromometrik usul bilan aniqlash

$KBrO_3$ ning ish eritmasini tayyorlash. $KBrO_3$ ning aniq konsentratsiyali 0,1 n li 1 litr eritmasini tayyorlash uchun 150°C da quritilgan va qayta kristallangan $KBrO_3$ tuzidan analitik tarozida 27,833 g tortib olinadi va 1 litrli o‘lchov kolbasiga solib, o‘lchov kolbasining belgisigacha distillangan suv qo‘shiladi. Bu eritmaning titri

$$T_{KBrO_3} = \frac{0,1 \cdot 27,83}{1000} = 0,002783 \text{ g/ml bo‘ladi.}$$

Eritmadagi oq streptotsidning massa ulushini hisoblash (amaliy nazorat ishi). Oq streptotsiddan 0,4 g tortib olib 100 ml li o‘lchov kolbasiga solinadi, ustiga 10 ml distillangan suv, 10 ml 2 n HCl eritmasi qo‘shiladi, eritmaning hajmi distillangan suv bilan o‘lchov kolbasining belgisigacha yetkaziladi. Konussimon kolbaga buretkadan 20 ml kaliy bromat eritmasi quyiladi, ustiga 0,5 g KBr, 10 ml oq streptotsid eritmasi va 10 ml 2 n HCl eritmasi qo‘shiladi. Kolba shliflangan tiqin bilan bekitiladi va eritma 10 minut davomida qorong‘i joyda saqlanadi. So‘ngra eritmaga 1 g kaliy yodid va 5 ml xloroform qo‘shib, yana 10 minut davomida, ya’ni yod to‘liq ajralib chiqqunga qadar eritma qorong‘i joyda saqlanadi. Ajralib chiqqan yod xloroform qavati rangsizlangunga qadar 0,1 n $Na_2S_2O_3$ eritmasi bilan titrlanadi.

Eritmadagi oq streptotsidning massa ulushi quyidagicha topiladi.

1. Kaliy bromat massasi topiladi:

$$m(KBrO_3) = T_{KBrO_3} \cdot V_{KBrO_3}.$$

2. Kaliy bromat bilan kaliy bromid orasidagi reaksiya natijasida hosil bo‘lgan bromning massasi topiladi. Reaksiya tenglamasiga ko‘ra, 1 mol $KBrO_3$ reaksiyaga kirishganda 3 mol Br_2 hosil bo‘lganligi uchun

$$m'(Br_2) = \frac{m(KBrO_3) \cdot 3M_{Br_2}}{M_{KBrO_3}}.$$

Bu yerda: M_{Br_2} – bromning molyar massasi; M_{KBrO_3} – $KBrO_3$ ning molyar massasi.

3. Reaksiyaga kirishmasdan qolgan bromning massasi aniqlanadi:

$$m(Br_2) = T_{Na_2S_2O_3 / Br_2} \cdot V_{NaS_2O_3}.$$

4. Oq streptotsid bilan reaksiyaga kirishgan bromning massasi topiladi:

$$m(Br_2) = m'(Br_2) - m''(Br_2).$$

5. Oq streptotsidning massasi hisoblanadi. 1 mol streptotsidni bromlash uchun 2 mol brom sarflanadi, shuning uchun hisoblashda quyidagi formula qo‘llaniladi:

$$m(str) = \frac{m(Br_2) \cdot M_{str}}{2M_{Br_2}}.$$

Streptotsidning umumiy massasini aniqlash uchun m_{str} qiymatini 10 ga ko‘paytiriladi, chunki titrlash uchun eritmaning 1/10 qismi olingan edi.

6. Dori moddasi tarkibidagi oq streptotsidning massa ulushi % larda hisoblanadi:

$$\omega(str) = \frac{m_{str} \cdot 10 \cdot 100}{m}.$$

Bu yerda; ω_{str} – oq streptotsidning preparatdagi massa ulushi, %;
m – preparatning massasi.

Bilimlarni mustahkamlash uchun savollar

1. Permanganatometriya uchun ish eritmasi qanday tayyorlanadi?
2. Permanganatometriya usulida ekvivalent nuqta qanday aniqlanadi?
3. Kaliy permanganat eritmasining aniq konsentratsiyasini topish uchun ishlatiladigan boshlang‘ich moddani ayting.
4. Nima uchun ba’zi permanganatometrik aniqlashlarda eritmalar issiqlayin titrlanadi?
5. Permanganatometriya usuli bilan temir (II) ni aniqlashni bayon qiling.
6. 25 ml 0,05 n $H_2C_2O_4$ eritmasini tayyorlash uchun necha gramm oksalat kislotasining digidrati $H_2C_2O_4 \cdot 2H_2O$ dan olish kerak?
7. 10 ml 0,1 n oksalat kislotasi eritmasini titrlash uchun 9,80 ml

$KMnO_4$ eritmasi sarf bo‘lgan. $KMnO_4$ eritmasi normalligini hisoblab toping. *Javob:* 0,1020 n.

8. Yodometriya usuli bilan oksidlovchilarni aniqlashda qaysi ish eritmasi ishlatiladi?

9. Yodometriya usuli bilan aniqlashda titrlashning qaysi usuli qo‘llaniladi?

10. Yodometriyada qaysi modda indikator sifatida ishlatiladi, uning ishlatilishi nimaga asoslangan?

11. Yod eritmasining titrini aniqlashda ishlatiladigan boshlang‘ich moddani ayting.

12. Natriy tiosulfat titrini kaliy dixromat bo‘yicha aniqlash qanday amalga oshiriladi?

13. $K_2Cr_2O_7$ eritmasiga KI va H_2SO_4 qo‘shilganda ajralib chiqqan yodni titrlashga 15 ml 0,1 n li $Na_2S_2O_3$ eritmasi sarf bo‘lgan bo‘lsa, eritmada necha gramm $K_2Cr_2O_7$ bo‘lgan? *Javob:* 0,0735 g.

14. Yod eritmasini titrlash uchun 10,30 ml natriy tiosulfat eritmasi sarflangan bo‘lsa $(T_{Na_2S_2O_3/I_2} = 0,0129)$, eritmadagi yodning massasini hisoblang. *Javob:* 0,1329 g.

15. Nitritometriyada ishlatiladigan ish eritmasi qanday tayyorlanadi?

16. Natriy nitrit eritmasi titrini aniqlash jarayonini aytib bering.

17 Nitritometriya usuli bilan oq streptotsid miqdorini aniqlash jarayonini tavsiflab bering.

18. Natriy nitrit eritmasi konsentratsiyasini aniqlash maqsadida uning 10 ml eritmasi ustiga 20 ml 0,1032 n $KMnO_4$ eritmasi qo‘shiladi. 20 minutdan so‘ng reaksion aralashmaga kaliy yodid qo‘shildi. Reaksiya natijasida hosil bo‘lgan erkin yodni titrlash uchun 10,80 ml 0,1033 n $Na_2S_2O_3$ eritmasi sarflandi. Natriy nitrit eritmasining normalligini hisoblab toping. *Javob:* 0,0948 n.

19. Bromometriyada qanday ish eritmasi ishlatiladi?

20. Eritma kaliy bromat $KBrO_3$ bilan titrlanayotganda ekvivalent nuqta qanday aniqlanadi?

21. Bromometriya usuli bilan oq streptotsid miqdorini aniqlash jarayonini tavsiflab bering.

XIX BOB. FIZIK-KIMYOVIY ANALIZ USULLARI

97- §. Fizik-kimyoviy analiz usullarining mohiyati

Eritmalarning juda ko‘p fizik-kimyoviy xossalari, masalan, yorug‘lik nurini yutishi, polarizatsiya tekisligini burish burchagi, elektr o‘tkazuvchanligi va boshqalar erigan moddaning konsentratsiyasiga bog‘liq bo‘ladi. Bu kattaliklarni o‘lchab, biz analiz qilinayotgan eritmadagi moddaning miqdorini topishimiz mumkin. Bu usullarning hammasi analizning fizik-kimyoviy usullariga kiradi.

Analizning fizik-kimyoviy usullari juda kam miqdordagi moddani aniqlashga ham imkon beradi. Ammo fizik-kimyoviy tekshirish usullarining aniqligi hozircha kimyoviy, ayniqsa, gravimetrik usullarga nisbatan past. Ko‘pchilik fizik-kimyoviy usullarning aniqligi ±5% ni tashkil qiladi.

Fizik-kimyoviy analiz usullariga fotometriya, elektrometriya, xromatografiya kabi usullar kiradi.

Fotometriya usulida modda tarkibi va miqdori bilan uning nurni yutishi, nurni yoyishi, nurni sindirishi (refraksiyasi), polarizatsiya tekisligini burish burchagi, luminissensiyasi o‘rtasidagi o‘zaro bog‘liqlikdan foydalaniladi.

Analizning ***elektrometrik usuli*** moddaning turli elektr xususiyatlari: elektr o‘tkazuvchanligi, elektr potensiali va tok kuchi qiymatining konsentratsiyasiga qarab o‘zgarishini aniqlashga asoslangan.

Analizning ***xromatografik usuli*** moddalarning adsorbsiyalanishi, ion almashish konstantasi, cho‘kmalarning eruvchanligidagi farqqa asoslangan.

Fizik-kimyoviy analiz usullari klinik, gigiyenik va farmatsevtik analizlarda keng qo‘llaniladi. Fotometrik usullar yordamida qondagi gemoglobin va qandning miqdori, xolesterin, umumiy oqsil, qoldiq azot miqdori aniqlanadi. Bu usul bilan ichimlik suvining sifatini baholash uchun suvdagi ammiak, temir va nitritlarning miqdori ham aniqlanadi. Fotometriya sud kimyosi va farmatsevtik amaliyotda keng qo‘llaniladi.

Nefelometriya – havoni kimyoviy modda ishlab chiqarishda hosil bo‘ladigan zararli moddalar va aralashmalar bilan ifloslanishini baholash uchun, jumladan, qo‘rg‘oshin va simob miqdorini aniqlash uchun ishlatiladi.

Polarimetriya – siydikdagi qandning miqdorini aniqlashda keng qo‘llaniladi. Spirtsiz ichimliklarni analiz qilishda ham qandning miqdori polarimetrik usul bilan aniqlanadi.

98- §. Fotometrik analiz usullari

Fotometrik analiz usullari aniqlanayotgan moddaning yorug‘lik nurini yutishi, o‘tkazishi yoki sochilishini aniqlashga asoslangan.

Ba’zi rangsiz yoki juda past rangli ionlar boshqa ionlar yoki organik birikmalar bilan o‘zaro ta’sirlashganda rangli birikmalarni hosil qilishi mumkin. Bunday reaksiyalarga *rangli reaksiyalar*

deyiladi. Masalan, Fe^{3+} ionlari och sariq rangli bo‘lib, ammo ular rodanid SCN^- ionlari bilan to‘q qizil rangli kompleks ionlar hosil qiladi. Havorang Cu^{2+} ionlari ammiak molekulalari bilan tiniq ko‘k mis – ammiakli kompleks ionlarini hosil qiladi. Marganes Mn^{2+} ning rangsiz ionlari tiniq malinarangli MnO_4^- ionlarigacha oksidlanishi mumkin. Ma’lumki, hosil bo‘lgan rangli ionlarning (yoki molekulalarning) miqdori aniqlanayotgan ionlarning miqdoriga ekvivalentdir.

Agar reaksiya natijasida qiyin eriydigan modda hosil bo‘lsa, uning molekulalari eritmada muallaq holatda bo‘ladi, ya’ni suspenziya hosil qiladi. Eritmaning loyqalanish darajasi suspenziyadagi aniqlanayotgan moddaning miqdoriga proporsional bo‘ladi. Shuning uchun fotometriya usulida faqat rangli reaksiyalardan emas, qiyin eruvchan moddalar hosil bo‘lishi bilan boradigan reaksiyalardan ham foydalaniladi.

Kuzatishlarni vizual, ya’ni ko‘z bilan yoki turli xil fizik asboblar yordamida olib borish mumkin. Fotometrik analiz usullari ko‘p bo‘lib, ularga spektrofotometriya, fotoelektrokalorimetriya, kalorimetriya, nefelometriya, fluorometriya va boshqalar kiradi.

Kalorimetriya – modda miqdorini shu moddaning biror reaktiv bilan o‘zaro ta’sirlashishi natijasida hosil bo‘lgan eritma rangining intensivligini ko‘z bilan qarab aniqlash.

Fotoelektrokalorimetriya – nur filtri orqali o‘tgan yorug‘likni rangli eritmada yutilishini fotoelement yordamida o‘lchab, modda miqdorini aniqlash.

Nefelometriya – eritmaning loyqalik darajasiga qarab (oddiy ko‘z bilan) modda miqdorini aniqlash.

Rangli eritmalarda nurning yutilish qonunlari

Agar I_0 intensivlikka ega bo‘lgan monoxromatik nur oqimi biror eritmaning bir jinsli qavatiga tushsa, unda uning bir qismi qaytadi (I_g), bir qismi (I_a) yutiladi, bir qismi (I_t) esa eritma qavatidan o‘tib ketadi, shunday qilib:

$$I_0 = I_g + I_a + I_t$$

Vizual kalorimetriya va fotokalorimetriyada bir xil idishdagi eritmalar solishtirilgani uchun I_g qiymatini inobatga olmasa ham bo‘ladi. Unda:

$$I_0 = I_a + I_t \qquad \text{bo‘ladi.}$$

Shunday qilib, nur oqimi eritmadan o‘tganda o‘z intensivligining ma’lum qismini yo‘qotadi. Eritmada rangli molekulalar soni qancha ko‘p bo‘lsa, I_a ning qiymati shuncha katta bo‘ladi. Ammo rangli molekulalarning soni moddaning konsentratsiyasi C ga va nur o‘tadigan eritma qavatining qalinligi h ga bog‘liq. Bu bog‘liqlik Lambert − Beer formulasi bilan ifodalanadi:

$$I_t = I_0 \cdot 10^{-\varepsilon ch}$$

Bunda ε − nur yutilishining molekular koeffitsiyenti. Bu ifodani o‘zgartirib: $\frac{I_t}{I_0} = 10^{-\varepsilon ch}$ ifodaga ega bo‘lamiz va uni logarifmlab: $\lg\frac{I_t}{I_0} = 10^{-\varepsilon ch}$ yoki $\lg\frac{I_t}{I_0} = \varepsilon ch$ ni hosil qilamiz.

$\lg\frac{I_0}{I_t}$ qiymatiga optik zichlik deyiladi va D bilan belgilanadi.

$$D = \lg\frac{I_0}{I_t} \quad \text{yoki} \quad D = \varepsilon ch\,.$$

Oxirgi formuladan ko‘rinadiki, eritmaning optik zichligi moddaning konsentratsiyasiga, tabiatiga va nur o‘tadigan eritma qavatining qalinligiga bog‘liq ekan.

Lambert − Beer qonunidan kelib chiqadigan xulosalarni ko‘rib chiqamiz. Faraz qilaylik, bizda bir xil moddaning ikki xil, ammo turli konsentratsiyali rangli eritmalari bor. Lambert − Beer qonuniga ko‘ra, bu eritmalar uchun quyidagilarni yozish mumkin:

$$\lg\frac{I_0}{I_e} = \varepsilon c_1 h_1. \qquad (1) \qquad\qquad \lg\frac{I_0}{I_e} = \varepsilon c_2 h_2. \qquad (2)$$

Ikkala eritma bir xil yoritilgan, shuning uchun I_0 ikkala eritma uchun ham bir xil qiymatga ega bo‘ladi. Agar nur o‘tadigan eritmalar qavatining qalinligi shunday tanlab olinib, ikkala eritmaning rangi bir xil ko‘rinadigan bo‘lsa, unda I_{t1} va I_{t2} qiymatlari teng bo‘ladi. Shunday qilib, (1) va (2) tenglamalarning chap qismi bir xil bo‘ladi, demak, o‘ng qismi ham teng bo‘ladi, ya’ni $\varepsilon c_1 h_1 = \varepsilon c_2 h_2$ yoki $cc_1 h_1 = c_2 h_2$ bo‘ladi.

(3) ifodani quyidagicha yozish ham mumkin: $\frac{C_1}{C_2} = \frac{h_1}{h_2}$, ya’ni bir moddaning ikki xil konsentratsiyali eritmasining intensivligi

bir xil bo‘lganda suyuqliklarning idishdagi balandligi eritmalar konsentratsiyasiga teskari proporsionaldir.

Standart eritmalar

Fotometrik usullarning mohiyati shundan iboratki, aniqlanayotgan eritma rangining intensivligi (yoki loyqalanish darajasi) konsentratsiyasi ma’lum bo‘lgan eritmaning rangi bilan solishtiriladi. Ma’lum konsentratsiyali rangli eritma tayyorlash uchun standart eritmalar deb ataluvchi eritmalar ishlatiladi. Standart eritma tarkibida tekshiriladigan moddaning aniq miqdori bo‘ladi. Odatda, standart eritmaning konsentratsiyasi bir millilitr eritmadagi moddaning milligrammlar hisobidagi massasi bilan (mg/ml) ifodalanadi.

Bunday eritmalar olish uchun kerak bo‘lgan moddaning massasi quyidagi formula bilan hisoblanadi:

$$m = \frac{M_1 \cdot m \cdot V}{M_2 \cdot 1000}.$$

Bunda: M_1 – eritiladigan moddaning molekular massasi; m – 1 litr standart eritma tarkibidagi erigan moddaning massasi; V – eritma hajmi, ml; M_2 – aniqlanadigan moddaning molekular massasi.

Misol. Fotometriya usuli bilan ammiakni aniqlash uchun standart eritma tayyorlash kerak. Tarkibida 1 mg/ml ammiak bo‘lgan eritmani ammoniy xlorid NH_4Cl dan tayyorlash lozim. 1 litr eritma tayyorlash uchun kerak bo‘lgan tuzning massasini hisoblang:

$$m = \frac{M_{NH_4Cl} \cdot m \cdot V}{M_{NH_3} \cdot 1000} = \frac{53,49 \cdot 1 \cdot 1000}{17 \cdot 1000} = 3,1409 \text{ g}.$$

Standart eritmalar ikki xil usulda tayyorlanadi.

1. Tarozida tortilgan aniq miqdor bo‘yicha tayyorlash. Buning uchun tortiladigan modda aniq konsentratsiyali eritma tayyorlashga qo‘yiladigan talablarga javob berishi kerak.

Standart eritma tayyorlash uchun moddaning kerakli miqdori analitik tarozida 0,0002 g aniqlik bilan tortib olinadi va o‘lchov kolbasiga solinib, eritma tayyorlanadi. Past konsentratsiyali standart eritmalar tayyorlash uchun konsentrlangan eritmadan kerakli hajmda pipetka bilan olinadi, 100 ml li o‘lchov kolbasiga solinib, o‘lchov kolbasining belgisigacha suv qo‘shiladi. Masalan, tarkibida

0,1 mg/ml ammiak bo‘lgan eritma tayyorlash uchun yuqorida tayyorlangan eritmadan 10 ml (1 mg/ml) olib 100 ml li o‘lchov kolbasiga solinadi va kolbaning belgisigacha distillangan suv qo‘shiladi.

2. Agar eritmani tarozida aniq tortib olingan miqdor bo‘yicha tayyorlab bo‘lmasa, u taxminiy o‘lchab olingan miqdor bo‘yicha tayyorlanadi.

Bunda kalorimetrik aniqlashga kerak bo‘lganidan balandroq konsentratsiyali eritma tayyorlanadi (1 ml da 30–40 mg modda). Kerakli miqdor 0,01 g aniqlik bilan tortib olinadi va 1 l hajmli o‘lchov kolbasiga solinadi, uning ustidan 1 l gacha distillangan suv qo‘shiladi.

Tayyorlangan eritmadan 3 ta idishga pipetka bilan 20 ml dan olib, eritmaning aniq konsentratsiyasi gravimetrik usulda aniqlanadi; o‘rtacha arifmetik qiymat olinadi. Konsentratsiyasi aniqlangan eritmadan foydalanib, 1-bandda ko‘rsatilganidek, suyultirilgan eritmalar tayyorlash mumkin.

Rangli reaksiyalar. Moddani fotometrik usul bilan aniqlash uchun rangli reaksiya o‘tkazilib, rangli eritma olinadi. Buning uchun oksidlanish-qaytarilish, kompleks hosil qilish, organik sintez va boshqa reaksiyalardan foydalaniladi. Fotometrik aniqlashga ishlatiladigan rangli reaksiyalar quyidagi talablarni qanoatlantirishi lozim:

– rangli eritma hosil bo‘lishi bilan boradigan reaksiya yetarli darajada katta tezlik bilan borishi;

– olingan birikmaning rangi yetarli darajada intensiv bo‘lishi;

– eritmaning rangi turli xil omillar ta’sirida barqaror bo‘lib, vaqt o‘tishi bilan o‘zgarmasligi va unga yorug‘lik nuri ta’sir etmasligi;

– eritma rangining intensivligi eritmada erigan rangli moddaning konsentratsiyasiga to‘g‘ri proporsional bo‘lishi kerak.

Rangli eritmalarni tayyorlashda quyidagi qoidalarga rioya qilish lozim:

1. Standart va tekshirilayotgan eritmalarga bir xil reaktivlar bir xil ketma-ketlikda va bir xil miqdorda qo‘shiladi.

2. Standart va tekshirilayotgan rangli eritmalar bir vaqtda tayyorlanadi, chunki rangning intensivligi ko‘pincha vaqt o‘tishi bilan o‘zgaradi.

3. Standart va tekshirilayotgan rangli eritmalar rangining intensivligi suyultirishga bog‘liq bo‘lmasligi uchun bir xil hajmda

tayyorlanishi kerak. Shuning uchun ular o‘lchov kolbalarida yoki darajalangan probirkalarda tayyorlanadi.

4. Standart va tekshirilayotgan rangli eritmalarning rangi bir xil idishda va bir xil yorug‘likda taqqoslanadi.

99- §. Kalorimetrik analiz usullari

Kalorimetrik usulda aniqlanayotgan moddaning miqdori, unga biror-bir reaktiv ta’sir etishi natijasida hosil bo‘lgan eritma rangining intensivligi bo‘yicha aniqlanadi. Bunda tekshirilayotgan modda eritmasi va standart eritma rangining intensivligi ko‘z bilan qarab taqqoslanadi.

Olingan rangli birikma chin eritma hosil qilishi va yuqorida ko‘rsatilgan barcha shartlarni qanoatlantirishi kerak.

Kalorimetrik usulda tekshiriladigan eritma rangi bilan taqqoslashning bir necha usuli mavjud: standart qator usuli, tenglashtirish, suyultirish usuli, kalorimetrik titrlash usullari.

Standart qator usuli. Bu usul hozirga qadar o‘zining amaliy ahamiyatini yo‘qotgan emas. Bir necha shliflangan tiqinli kalorimetrik probirkalar olib, ularga erigan modda miqdorini ortib borishi tartibida turli xil konsentratsiyali standart eritma quyiladi. Bu eritmalarga barcha kerakli reaktivlar qo‘shilgach, eritmalar suv bilan bir xil hajmgacha suyultiriladi. Bunda standart qator yoki kalorimetrik shkala deb ataluvchi qator hosil bo‘ladi.

Bir vaqtning o‘zida xuddi shunday kalorimetrik probirkaning biriga tekshirilayotgan eritma solinadi, standart qatordagi probirkalarga reaktivlar qaysi tartibda va qanday miqdorda solingan bo‘lsa, tekshiriladigan eritma ham o‘sha reaktivdan o‘sha tartibda va o‘sha miqdorda qo‘shiladi. Probirkadagi tekshirilayotgan eritma rangi standart qator probirkalaridagi rang bilan solishtiriladi. Qaysi standart eritma bilan tekshiriladigan eritma rangining intensivligi bir xil bo‘lsa, ulardagi modda miqdori ham bir xil bo‘ladi.

Kuzatishni gorizontal va vertikal yo‘nalishda o‘tkazish mumkin. Agar tekshirilayotgan eritmaning rangi standart qatordagi ikki eritma rangining o‘rtasida bo‘lsa, 2 ta standart eritma konsentratsiyasining o‘rtacha qiymati aniqlanayotgan konsentratsiya deb qabul qilinadi yoki bu konsentratsiya intervalida yangi standart qator tayyorlanadi.

Ba’zi hollarda, agar hosil bo‘ladigan moddalar rangi barqaror bo‘lsa, ya’ni uzoq vaqt davomida o‘zgarmaydigan bo‘lsa, og‘zi kavsharlangan probirkalarda doimiy standart qator tayyorlanadi.

Ba'zida standart qator o'rniga maxsus tanlangan rangli shishalar, plyonkalar to'plami yoki standart qator eritmalarining rangini beruvchi barqaror eritmalar ham ishlatiladi.

Kichik diametrli va baland bo'yli probirkalarni ishlatish, ularni to'ldirish uchun katta hajmdagi eritma talab qilinmaydi va kuzatishning vertikal usulida aniqlash sezgirligini oshirishga imkon beradi.

Standart qator usuli quyidagi afzalliklarga ega:

– analiz qilishning oddiyligi va yetarli tezkorligi;

– Lambert – Beer qonuniga bo'ysunmaydigan rangli reaksiyalarni qo'llash mumkinligi;

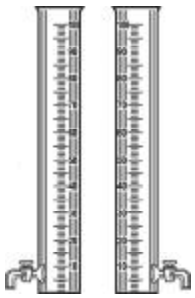
– vaqt o'tishi bilan sodir bo'ladigan reaksiyalarning qo'llanilishi mumkinligi.

Tenglashtirish usuli. Bu usul Lambert – Beer qonuniga asoslangan bo'lib, kalorimetriyada ko'p qo'llaniladi. Bu qonunga binoan 2 ta eritma rangining intensivligi bir xil bo'lganda eritmalar ustunining balandligi ularning konsentratsiyalariga teskari proporsional bo'ladi.

Eritmalardan biri ustunining balandligini o'zgartirish yo'li bilan tekshiriladi va standart eritmalarning rang intensivliklari orasidagi farq yo'qolib, ikkala eritmaning rang intensivliklari bir-biriga tenglashtiriladi.

Lambert – Beer qonuniga bo'ysunadigan moddalar eritmalarning ranglari tenglashtirilganda eritma ustuni balandligining eritma konsentratsiyasiga ko'paytmasi standart va tekshiriladigan eritmalar uchun birdek qiymatga ega bo'ladi, ya'ni:

$$C_{tek} \cdot h_{tek} = C_{st} \cdot h_{st}.$$



38-rasm. To'kma jo'mrakli oddiy kalorimetr.

Bundan: $C_{tek} = C_{st} \cdot \frac{h_{st}}{h_{tek}}$ kelib chiqadi.

Tenglashtirish usuli bilan bajariladigan aniqlash natijalari ana shu formula asosida hisoblanadi.

Eritmalardan birining ustun balandligini o'zgartirish yo'li bilan ikkala eritma ranglari kalorimetrda tenglashtiriladi.

Suyultirish usuli. Bu usulda kalorimetrik probirkada birgina standart rangli eritma tayyorlanadi va u distillangan suv bilan ma'lum

hajmgacha suyultiriladi. Bir vaqtning o‘zida boshqa probirkada tekshiriladigan moddaning rangli eritmasi tayyorlanib, uning ham hajmi xuddi shu hajmga yetkaziladi.

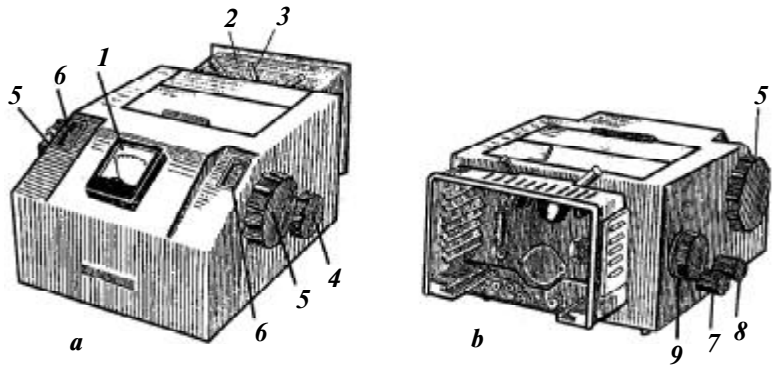
Suyultirish, odatda, millilitrlarga va millilitrning o‘ndan bir qismlariga bo‘lingan shisha silindrlarda o‘tkaziladi. Silindrlar sut-rangli shishadan tayyorlangan ekrani bor yog‘och shtativga joylanadi. Solishtirilayotgan eritmaning qaysi birining rangi quyuqroq bo‘lsa, o‘sha eritma suyultirilib, tekshiriladigan eritma bilan standart eritma konsentratsiyasi tenglashtiriladi.

Tekshiriladigan eritma hajmi V_{tek}, standart eritma hajmi V_{st} hamda standart eritma konsentratsiyasi C_{st} ni bilgan holda tekshiriladigan eritma konsentratsiyasini quyidagi formula bilan topish mumkin:

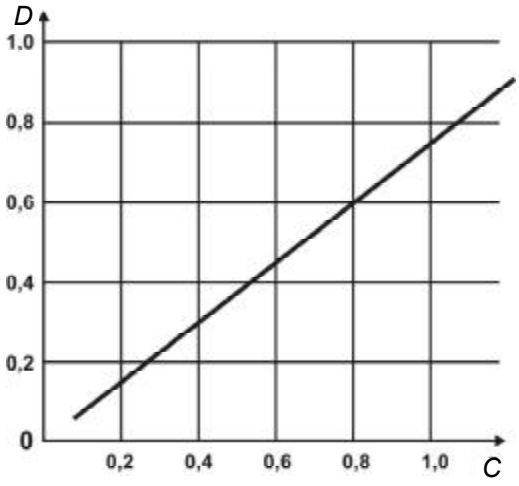
$$C_{tek} = \frac{C_{st} \cdot V_{tek}}{V_{st}}.$$

100- §. Fotoelektrokalorimetriya

Fotoelektrokalorimetrik tekshirish usullari oddiy ko‘z bilan ko‘rib kalorimetriya qilishga nisbatan obyektivroq bo‘lib, aniqroq natijalarni beradi. Fotoelektrokalorimetriyada turli tipdagi fotoelektrokalorimetr (FEK) lar ishlatiladi. Hozirgi paytda miqdoriy aniqlashlarda ko‘pincha ФЭК-56М fotoelektrokalorimetri ishlatiladi (39- rasm).



39-rasm. ФЭК-56 М fotoelektrokalorimetri:
a – olddan ko‘rinishi; *b* – orqadan ko‘rinishi: *1* – mikroampermetr; *2* – yoritgich korpusi; *3* – pardani yopuvchi moslama; *4* – kuveta almashtirgich; *5* – hisoblovchi barabanlar; *6* – hisoblovchi baraban shkalasi; *7* – nolga keltirish moslamasi; *8* – sezgirlikni sozlash; *9* – nurfiltrlagichlarni almashtirgich.



40- rasm. Optik zichlikning konsentratsiyaga bog‘liqligini ifodalovchi kalibrlash egri chizig‘i.

FEKda modda miqdorini aniqlash kerak bo‘lsa, eritma optik zichligini konsentratsiyaga bog‘liqlik egri chizig‘i (kalibrlash egri chizig‘i) ni chizish kerak. Kalibrlash egri chizig‘ini chizish uchun erigan modda konsentratsiyasi ma’lum bo‘lgan qator rangli eritmalar tayyorlanadi (buning uchun standart eritmadan turli miqdorda olinadi). Rangli standart eritmalar ish usuliga to‘liq rioya qilgan holda aniqlanadigan moddaning rangli eritmasi tayyorlanadigan sharoitda tayyorlanishi kerak. Hamma eritmalarning optik zichligi o‘lchanadi va kalibrlash egri chizig‘i tuziladi, bunda abssissa o‘qiga eritmaning konsentratsiyasi (*C*), ordinata o‘qiga esa shu konsentratsiyalarga mos keluvchi optik zichlik (*D*) qiymatlari qo‘yiladi.

Kalibrlash egri chizig‘i bo‘yicha keyinchalik tekshirilayotgan eritmadagi modda konsentratsiyasi aniqlanadi. Buning uchun eritma kalibrlash egri chizig‘ini chizish uchun ishlatilgan kuvetaga solinadi va avvalgi nurfiltrlagich yoqilib eritmaning optik zichligi aniqlanadi. Keyin kalibrlash egri chizig‘i bo‘yicha aniqlanayotgan moddaning shu optik zichlikka mos keluvchi konsentratsiyasi aniqlanadi.

ФЭК-56М da ishlash texnikasi. Yorug‘lik nuri yutilishini o‘lchash uchun ishlatiladigan kuvetalar konsentrlangan xlorid kislota, vodoprovod suvi bilan yuviladi, bir necha marta distillangan suv bilan chayiladi va tashqarisi quriguncha artiladi. Hamma vaqt avvaliga kuveta optik zichligi aniqlanadigan eritmaning ozroq miqdori bilan chayiladi. Kuvetani eritma bilan to‘ldirishda nur eritma qavatidan o‘tishi lozimligi inobatga olinishi kerak. Kuvetaning

qalinligi shunday tanlanadiki, eritma optik chizig‘i *D* ning qiymatlari 0,1−1,0 intervalda joylashsin. Kuvetalar asbobning kuveta bo‘limiga nurning qaytishi va yoyilishi bilan bog‘liq bo‘lgan xatoga yo‘l qo‘ymaslik uchun hamma vaqt ma’lum belgilangan joyga qo‘yiladi.

Asbobni ishga tayyorlash. Ish boshlanishidan 25−30 minut oldin asbob yopiladi, yopilgandan so‘ng dastlabki paytda uning ko‘rsatkichlari o‘zgarib turadi, shuning uchun sistema biroz qizishi kerak. Bu vaqtda parda yopiq bo‘lishi lozim.

Ikkala hisoblash barabani diafragmalari to‘liq ochilgan holda qizil shkala bo‘yicha nol nuqtaga qo‘yiladi (nur o‘tkazish shkalasi bo‘yicha 100%).

Ish uzunligi bir xil bo‘lgan 3 ta kuveta olinadi. Ulardan 2 tasi erituvchi bilan, bittasi esa tekshirilayotgan eritma bilan to‘ldiriladi. Agar analiz uchun ishlatiladigan reaktivlar rangli bo‘lsa, unda «salt tajriba» deb ataluvchi tajriba o‘tkaziladi: tekshirilayotgan eritma tayyorlangan o‘lchov kolbasi hajmidagi kolbada aniqlanayotgan moddadan tashqari hamma reaktivlari bo‘lgan eritma tayyorlanadi. 2 ta kuveta erituvchi bilan emas, «salt tajriba» eritmasi bilan to‘ldiriladi. Bunda kalibrlash egri chizig‘i uchun ma’lumotlar «salt tajriba» natijalaridan olinadi

FEK da o‘lchash quyidagi tartibda bajariladi.

1. Chapdagi kuveta tutqichga erituvchi solingan kuveta, o‘ngdagisining bittasiga tekshirilayotgan eritma solingan kuveta, ikkinchisiga erituvchi solingan kuveta qo‘yiladi.
2. O‘ngdagi nur yo‘liga tekshirilayotgan eritma solingan kuveta qo‘yiladi.
3. Parda ochiladi, bunda mikroampermetr strelkasi noldan chetlashadi, chapdagi hisoblash barabanini oldinga qarab burab mikroampermetr strelkasi nolga keltiriladi.
4. Parda bekitiladi.
5. Kuveta tutqichining dastasi yordamida kuvetani o‘ng kuveta tutqichidagi kuvetalar o‘rni shunday o‘zgartiriladiki, o‘ngdagi nur to‘plami yo‘lida eritma solingan kuveta joylashsin.
6. Parda ochiladi, mikroampermetr strelkasi yana nol holatdan chetlashadi.
7. O‘ng tomondagi hisoblash barabanini o‘ng tomonga burab mikroampermetr strelkasi nolga qaytariladi.
8. Parda yopiladi.

9. O‘ng tomondagi hisoblash barabanining qizil shkalasi bo‘yicha asbob ko‘rsatmasi yozib olinadi.

10. Tasodifiy xatoliklarga yo‘l qo‘ymaslik uchun tajriba yana 2 marta takrorlanadi va o‘lchov natijalari yoziladi.

11. Kalibrlash egri chizig‘i yoki jadvaldan foydalanib aniqlanayotgan modda konsentratsiyasi topiladi.

101- §. Kalorimetrik va fotoelektrokalorimetrik aniqlashlar

Fe^{3+} ionlarini aniqlash. Tekshiriladigan obyekt tarkibidagi temirni kalorimetrik usul bilan aniqlash Fe^{3+} ionlari bilan rodanid SCN^- ionlari o‘zaro ta’sirlashib, qizil rangli temir (III) rodanid eritmasini hosil qilishiga asoslangan:

$$Fe^{3+} + 3SCN^- = Fe(SCN)_3$$

Bu reaksiya qaytar bo‘lib, reaksiyaning qisqartirilgan ionli tenglamasidan ko‘rinyaptiki, muvozanatni o‘ng tomonga siljitish uchun rodanid eritmasidan ortiqcha miqdorda qo‘shish va reaksiyani kuchsiz kislotali muhitda olib borish kerak.

Temir (III) tuzining standart eritmasini tayyorlash. 0,8640 g temir-ammoniyli achchiqtosh $NH_4Fe(SO_4)_2 \cdot 12H_2O$ 1 litrli o‘lchov kolbasida taxminan 200–250 ml suvda eritiladi, 30 ml suv bilan kimyoviy toza suyultirilgan sulfat kislota eritmasi (1:5) qo‘shiladi va eritmaning hajmi distillangan suv bilan o‘lchov kolbasining belgisigacha yetkaziladi. Bunday eritmaning 1 ml da 0,1 mg temir bo‘ladi.

Ammoniy rodanid NH_4SCN ning 5 n li eritmasini tayyorlash. 370 g ammoniy rodanid distillangan suvda eritiladi va eritma hajmi distillangan suv bilan 1 litrga yetkaziladi.

Standart qator usuli bilan aniqlash. Avval tayyorlangan temir (III) tuzining 10 ml standart eritmasi 100 ml li o‘lchov kolbasiga solinadi va uning belgisigacha suv qo‘shiladi. Olingan eritmaning 1 ml da 0,01 mg Fe bo‘ladi.

Tekshirilayotgan eritma 100 ml li o‘lchov kolbasiga solinadi, eritmaning hajmi 100 ml ga yetkaziladi va yaxshilab aralashtiriladi. 11 ta kalorimetrik probirka olinadi, ularning 10 tasiga darajalangan pipetka bilan yangi suyultirilgan eritmadan 5,0; 4,5; 4,0; 3,5; 3,0; 2,5; 2,0; 1,5; 1,0; 0,5 ml miqdorda solinadi; o‘n birinchi probirkaga 5 ml tekshirilayotgan eritma solinadi. Har bir probirkaga 4 tomchidan HCl eritmasi (1:1) va 1 ml (pipetka bilan) ammoniy rodanid

NH_4SCN qo‘shiladi. Har bir probirkadagi suyuqlikning hajmi suv bilan 10 ml ga yetkaziladi va yaxshilab aralashtiriladi.

Agar ish oddiy probirkalarda bajarilayotgan bo‘lsa, hamma reaktivlar solib bo‘lingach, har bir probirkaga buretkadan umumiy hajmi 10 ml bo‘lguncha suv qo‘shiladi. Olingan eritmaning rangi probirka shkalalaridagi eritmaning rangi bilan solishtiriladi. Agar tekshirilayotgan eritmaning rangi probirkadagi biror eritmaning rangiga mos kelsa, bu eritmalarning konsentratsiyalari ham bir xil bo‘ladi. Agar tekshirilayotgan eritma rangi bir probirkadagidan intensivroq, uning yonidagisinikidan ochroq bo‘lsa, unda tekshirilayotgan eritmaning konsentratsiyasi bu probirkalardagi eritmalarning o‘rtacha konsentratsiyasidek bo‘ladi, deb hisoblash mumkin.

Rangni tenglashtirish usuli bilan aniqlash. Hajmi 100 ml li o‘lchov kolbasiga temir (III) tuzining 3 ml standart eritmasi, boshqasiga esa tekshirilayotgan eritma solinadi. Keyin ikkala kolbaga 50 ml gacha suv solinadi, 10 tomchi xlorid kislota (1:1) va 2 ml 5 n li ammoniy rodanid NH_4SCN eritmasi qo‘shiladi. Kolbadagi aralashmalarning hajmi distillangan suv bilan 100 ml gacha yetkaziladi, tiqin bilan yopiladi va kolbani to‘nkarib ichidagi eritma aralashtiriladi.

Standart eritma Gener silindriga quyiladi va suyuqlik ustuni balandligi tanlanadi (silindr o‘rtasida). Boshqa silindrga tekshirilayotgan eritma quyiladi. Buning uchun har bir silindr oldindan unga quyiladigan rangli eritma bilan chayqalishi lozim. Tekshirilayotgan eritmaning suyuqlik ustuni balandligini o‘zgartirib ikkala silindrdagi rang intensivligi tenglashtiriladi. Tekshirilayotgan eritmaning suyuqlik ustuni balandligi aniqlanadi. Aniqlash 2–3 marta takrorlanadi va o‘rtacha qiymat olinadi. Tekshirilayotgan eritmadagi temir konsentratsiyasi quyidagi formula bilan aniqlanadi:

$$C_{\text{tek}} = \frac{C_{\text{st}} \cdot h_{\text{st}}}{h_{\text{tek}}}.$$

FEK da aniqlash. 50 ml li o‘lchov kolbasiga noma’lum konsentratsiyali eritmaning aniq hajmi o‘lchab solinadi, uning ustiga 5 tomchi HCl (1:1), kolba yarmigacha suv va 1 ml 5 n li NH_4SCN eritmasi qo‘shiladi. Kolbadagi aralashma suv qo‘shib belgigacha yetkaziladi va aralashtiriladi. Yuqorida bayon qilinganidek, yashil nurfiltrlagich qo‘llab FEK da eritmaning

optik zichligi topiladi. Kalibrlash egri chizig‘i bo‘yicha tekshirilayotgan eritmadagi temirning konsentratsiyasi topiladi.

Ammiakni aniqlash. Ammiakni fotometrik aniqlash ishqoriy muhitda ammoniy tuzlarining Nessler reaktivi $K_2[HgI_4]$ bilan o‘zaro ta’sirlashishiga asoslangan:

$$2K_2[HgI_4] + 4KOH + NH_4Cl \rightarrow [Hg_2ONH_2]I\downarrow + 3H_2O + 7KI + KCl$$

Bunda kolloid eritma ko‘rinishida sariq-jigarrang birikma hosil bo‘ladi. Eritma vaqt o‘tishi bilan koagulatsiyalanadi. Shuning uchun rangni koagulatsiyagacha taqqoslash kerak. Agar ammiakning miqdori 5 mg/l dan ko‘p bo‘lsa, unda qizil-jigarrang cho‘kma tushadi va kalorimetrik tekshirishlarni o‘tkazib bo‘lmaydi. Ammiakning konsentratsiyasi past bo‘lsa, turli rangdagi: sariqdan och jigarranggacha bo‘lgan eritma hosil bo‘ladi. Ammiakning konsentratsiyasi 0,05 mg/l dan past bo‘lsa, rang hosil bo‘lmaydi.

Standart eritma tayyorlash. 0,3141 g kimyoviy toza ammoniy xlorid NH_4Cl 1 litrli o‘lchov kolbasida ammiakdan tozalangan distillangan suvda eritiladi va eritma hajmi 1 litrga yetkaziladi. Olingan eritmaning 1 millilitrida 0,1 mg NH_3 bo‘ladi. Bu eritmadan pipetka bilan 10 ml olib 100 ml li o‘lchov kolbasiga solinadi, so‘ngra distillangan suv bilan suyultirib, standart eritma tayyorlanadi. Standart eritmaning 1 millilitrida 0,01 mg NH_3 bo‘ladi.

Standart qator usuli bilan aniqlash. 10 ta probirkaga ammiakning standart eritmasidan 0,1; 0,3; 0,5; 0,7; 1,0; 1,4; 1,7; 2,0; 2,5; 3,0 ml miqdorda solinadi. Probirkalardagi eritmalarning hajmi distillangan suv qo‘shib 20 ml ga yetkaziladi.

Tekshiriladigan eritmadan 10 ml olib, kalorimetrik probirkaga solinadi va uning hajmi distillangan suv bilan 20 ml ga yetkaziladi.

Standart qatorning hamma probirkalariga va tekshirilayotgan eritma solingan probirkaga 0,5 ml segnet tuzi va 1 ml Nessler reaktivi eritmasi solinadi va aralashtiriladi. Reaktiv qo‘shilgandan so‘ng 5–7 minut o‘tgach, analiz qilinayotgan eritma rangi standart qator eritmalarining rangi bilan solishtiriladi.

Agar tekshirilayotgan eritmada ammiakning miqdori ko‘p bo‘lsa, uni oldin suyultirish kerak. Buning uchun tekshirilayotgan eritmaning ma’lum miqdori 100 ml hajmli o‘lchov kolbasiga solinadi, uning belgisigacha distillangan suv qo‘shib suyultiriladi. So‘ngra kalorimetrik probirkaga shu eritmadan 10 ml olib, tekshirishlar amalga oshiriladi.

FEK da aniqlash. Tekshirilayotgan eritmaning ma'lum hajmi 50 ml li o'lchov kolbasiga solinadi va 0,5 ml segnet tuzi eritmasi qo'shiladi. So'ngra 10–15 ml suv, 1 ml Nessler reaktivi, o'lchov kolbasining belgisigacha suv qo'shiladi va aralashtiriladi. 5–7 minutdan so'ng ko'k nurfiltrlagich qo'llab FEK da eritmaning optik zichligini o'lchash ishlari olib boriladi.

102- §. Nefelometriya

Nefelometriya eritmaning loyqalanish darajasiga ko'ra modda miqdorini aniqlashga asoslangan. Aniqlanadigan modda (ion) bilan reaktiv o'rtasida reaksiya borishi natijasida erimaydigan modda hosil bo'ladi. Aniqlanadigan moddaning ko'p miqdori reaktiv bilan cho'kma hosil qilsa, juda kam miqdori esa eritmani salgina loyqalantiradi. Shuning uchun nefelometriya usuli bilan moddaning juda kam miqdorini ham aniqlash mumkin.

Nefelometriya usuli tekshirilayotgan va standart eritmalarning loyqalanish darajasini sochilgan nur intensivligi bo'yicha taqqoslashga asoslangan. Sochilgan nurning intensivligi eritmadagi muallaq zarrachalarning miqdoriga, ya'ni qiyin eruvchan moddaning konsentratsiyasiga proporsional bo'lib, zarrachalarning o'lchamiga ham bog'liq.

Nefelometrik tekshirishlarda quyidagi shartlar bajarilishi kerak:

– muallaq zarrachalar hosil qiluvchi moddalarning eruvchanligi nihoyatda past bo'lishi;

– muallaq zarrachalari barqaror bo'lishi va uzoq vaqt davomida cho'kmaga tushmasligi;

– tekshirilayotgan va standart eritmaning muallaq zarrachalari bir xil bo'lishi uchun ularni bir paytda va bir xil usulda tayyorlash;

– nefelometrik aniqlashning davomiyligi 15 min dan oshmasligi.

Nefelometriyada tenglashtirish va standart qator usullari ko'p qo'llaniladi.

103- §. Nefelometrik aniqlashlar

1- ish. Xloridlarni aniqlash

Nefelometrik usul bilan xloridlarni aniqlash Cl^- ionlarining Ag^+ ionlari bilan birikib, suvda erimaydigan AgCl tarkibli cho'kma hosil qilishiga asoslangan:

$$NaCl + AgNO_3 = AgCl\downarrow + NaNO_3$$

Xloridning standart eritmasini tayyorlash. 0,2103 g KCl (yoki 0,1648 g NaCl) 1 litrli o‘lchov kolbasiga solinadi va 1 litr eritma tayyorlanadi. Eritma konsentratsiyasi 0,1 mg/ml Cl bo‘ladi.

$AgNO_3$ ning 0,05 n eritmasini tayyorlash. Analitik tarozida 8,50 g kumush nitrat tortib olinadi, 1 litrli o‘lchov kolbasiga solinadi va eritma hajmi distillangan suv bilan 1 litrga yetkaziladi.

Standart qator usuli bilan aniqlash. 8 ta kalorimetrik probirkadan iborat standart qator tayyorlanadi. Darajalangan pipetka bilan probirkalarning har biriga mos ravishda 0,2; 0,5; 0,7; 1,0; 1,2; 1,7; 2,0; 2,5 ml xloridning standart eritmasi, to‘qqizinchi probirkaga esa 2 ml tekshirilayotgan eritma solinadi. Keyin hamma probirkalarga bir vaqtda 5 ml gacha suv, 1 ml dan tarkibida Cl^- ionlari bo‘lmagan 0,2 n li HNO_3, 1 ml dan 0,05 n li $AgNO_3$ solinadi, har bir probirkadagi suyuqlik hajmini suv bilan 10 ml ga yetkaziladi va aralashtiriladi. 5 minutdan keyin tekshirilayotgan eritmaning loyqaligi qora fonda standart qator eritmalarining loyqaligi bilan solishtiriladi.

2- ish. Sulfatlarni aniqlash

Sulfatlarni nefelometrik usul bilan aniqlash, suyultirilgan eritmalarda SO_4^- ionlarini bariy xlorid bilan reaksiyaga kirishib, suspenziya hosil qilishiga asoslangan:

$$SO_4^{2-} + Ba^{2+} = BaSO_4\downarrow$$

Sulfatning standart eritmasini tayyorlash. Analitik tarozida tortib olingan 0,1814 g kimyoviy toza, quruq kaliy sulfat hajmi 1 litrli o‘lchov kolbasiga solinadi va o‘lchov kolbasining belgisigacha distillangan suv qo‘shiladi. Bu eritmaning 1 millilitrida 0,1 mg SO_4^{2-} ionlari bo‘ladi.

Standart qator usuli bilan aniqlash. 8 ta kalorimetrik probirkalarga, mos ravishda, 0,2; 0,4; 0,6; 0,8; 1,0; 1,2; 1,4; 1,6 ml standart eritma solib standart qator hosil qilinadi. Tekshiriladigan eritma ham 1 ta kalorimetrik probirkaga solinadi. Probirkalardagi eritmaning har biriga 1 ml 0,1 n li HCl solib eritmalar kislotali muhitga keltiriladi va 6–7 ml gacha suv bilan suyultiriladi. Keyin hamma probirkalarga bir vaqtning o‘zida 2 ml dan 10% li bariy xlorid solib, eritmalarning hajmi distillangan suv bilan 10 ml ga yetkaziladi va aralashtiriladi. 10 minutdan keyin qora fonda tekshirilayotgan eritma loyqaligi standart qator eritmalari loyqaligi bilan taqqoslanadi.

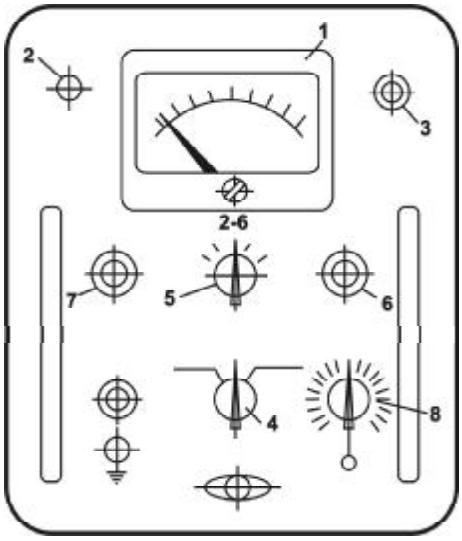
FEK da aniqlash. 50 ml li o‘lchov kolbasiga tekshiriladigan eritmaning muayyan hajmi olinadi va 1 ml 0,1 n li xlorid kislota eritmasi qo‘shiladi. Kolbadagi eritma suv bilan kolbaning 2/3 hajmiy qismiga yetkaziladi, 2 ml 10% li bariy xlorid eritmasi qo‘shiladi va eritma hajmi distillangan suv qo‘shib belgigacha yetkazilib, yaxshilab aralashtiriladi. 10 minutdan keyin eritmalarning optik zichligi FEK da 20 yoki 30 mm ish uzunlikdagi kuvetalarda sariq nurfiltrlagich qo‘llab aniqlanadi.

104- §. pH metriya

Klinik, mikrobiologik, farmatsevtik va gigiyenik tekshirishlarda ko‘pincha eritma muhiti, ya’ni eritma pH ining qiymatini aniqlashga to‘g‘ri keladi.

Eritma pH i tajribada xilma-xil usullar bilan aniqlanadi.

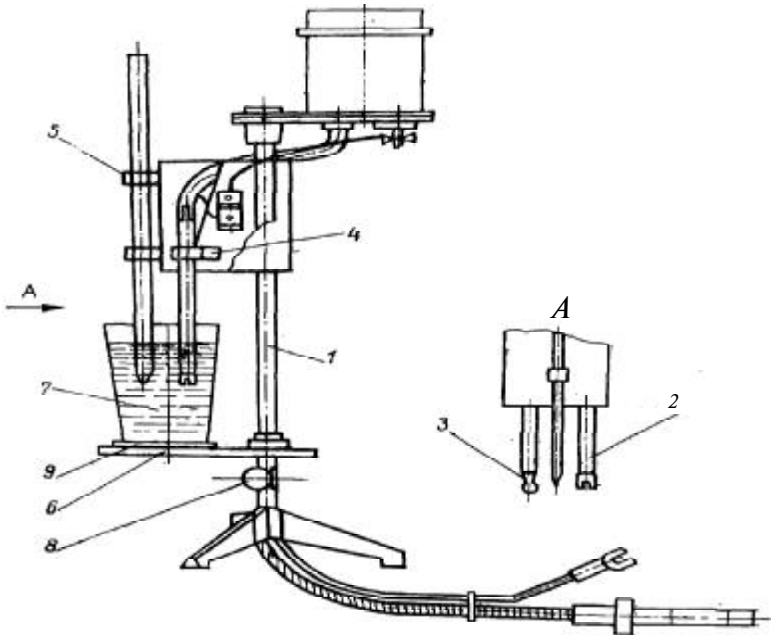
Ushbu darslikda eritma muhitini pH metr yordamida aniqlashni ko‘rib chiqamiz.



41- rasm. pH metrning old paneli:
1 – pH ni ko‘rsatuvchi asbob;
2 – nazorat lampochkasi;
3 – as-bobni yoqish tumbleri;
4 – ish turi kaliti; *5* – o‘lchash chegarasi kaliti; *6* – o‘zgaruvchan qarshilik; *7* – pH ni «bufer eritmalar bo‘yicha sozlash»;
8 – termokompensator.

Eritma muhitini pH metr bilan aniqlash

pH metr deb ataluvchi asbobda eritma pH i qiymatini aniqlash uchun elektr yurituvchi kuchi (EYK) eritmadagi vodorod ionlarining aktivligiga bog‘liq bo‘lgan shisha elektrodli elektrod sistemasidan foydalaniladi. Shkalasi pH birliklarida darajalangan millivoltmetr yordamida elektrod sistemasining EYKi o‘lchanib, tekshirilayotgan eritma pH ining qiymati topiladi.



42- rasm. ДЛ-01 laboratoriya datchigi:
1 – shtativ; *2* – yordamchi elektrod; *3* – shisha elektrod; *4* – qisqichlar; *5* – simobli termometr; *6* – aylanuvchan stolcha; *7* – tekshirilayotgan eritmali stakan; *8* – stopor; *9* – gilamcha.

pH metrlarning bir necha sistemasi bor. Quyida ЛПУ-01 rusumli pH metrning tuzilishi va u bilan ishlash texnikasi bayon qilingan.

Asbobning o‘lchov sxemasi. Asbobning hamma boshqaruv elementlari uning old panelida joylashgan (41- rasm).

Old panelning o‘ng tomonida har bir bo‘linmasi 2°C bo‘lgan 0 dan 100°C gacha temperaturaning shkalasi chizilgan va qo‘l bilan termokompensatsiya qilish moslamasi joylashgan. Chapda shtekerni yoqish uchun uyacha mavjud.

ДЛ-01 laboratoriya datchigi (42- rasm). pH qiymatini o‘lchashda tekshirilayotgan eritma bilan elektrodlarni o‘rnatish uchun mo‘ljallangan. Datchik elementlari shtativda yig‘ilgan.

Datchik asbobga shteker bilan ulanadi, u esa asbobning old panelidagi «Datchik» yozuvi bor uyachaga qo‘yiladi.

Asbob ishga quyidagicha tayyorlanadi:

1. Ko‘rsatuvchi asbobning strelkasi nol belgida turganligi tekshiriladi. Agar strelka nolda turmagan bo‘lsa, otvyortka bilan nol korrektori buraladi.

2. «Ishning turi» kaliti «pH» belgiga, «O‘lchash chegarasi» ni esa «−2−14» belgiga qo‘yiladi.

3. Datchikka simobli termometr o‘rnatiladi.

4. Shisha elektrod va yordamchi elektrodning uchi tekshiriladigan eritmaga 20−40 mm botirilib, shtativga o‘rnatiladi.

5. Stolcha holati moslanadi. Tayanch mahkamlanganda shunga ahamiyat berish kerakki, o‘ng chekka holatga o‘tkazilgan stolcha elektrodlar tagida tursin va 90° chapga burila olsin.

6. Asbob 220 voltli elektr manbayiga ulanadi. Ulash asbobning old panelida joylashgan tumbler yordamida «Yoqilgan» holatga keltirib amalga oshiriladi. Bunda asbob panelidagi qizil lampochka yonadi.

pH metrni bufer eritmalari bo‘yicha sozlash. Tekshirilayotgan eritmalarning pH ini o‘lchashdan oldin asbobni bufer eritmalar bo‘yicha sozlash lozim.

pH metrni sozlash quyidagicha bajariladi.

1. Eritma muhitini aniqlashdan oldin asbob 30 minut yoqib qo‘yilishi lozim.

2. Elektrodlarni bufer eritmaga tushirishdan oldin yaxshilab distillangan suv bilan yuviladi. Suv qoldiqlari filtr qog‘ozda shimdirib olinadi.

3. Stakanchaga pH = 4,00 bo‘lgan bufer eritma quyiladi.

4. Elektrodlar va simobli termometr eritmaga tushiriladi.

5. «O‘lchash chegarasi» kaliti kerakli holatga qo‘yiladi.

6. Termokompensator ko‘rsatkichi bufer eritmaning haroratiga mos keluvchi belgi ustiga qo‘yiladi.

7. «Bufer eritma bo‘yicha sozlash» uchun kalibrlash dastasi yordamida asbob strelkasi pH ning 4,00 qiymatiga qo‘yiladi.

8. Asbobning ko‘rsatishlari bufer eritmalar bo‘yicha tekshiriladi: pH = 1,68 bo‘lgan bufer eritma bilan pH ning (−2 dan 2 gacha o‘lchash diapazonida), yana pH = 4,00 bo‘lgan bufer eritma bilan (pH ning 2 dan 6 gacha o‘lchash diapazonida) va pH = 9,22 eritma bilan (pH ni 6−10 o‘lchash diapazonida). Bunda bufer eritma bo‘yicha sozlash bandidan foydalanilmaydi, balki shkala bo‘yicha asbobning ko‘rsatishlari yozib olinadi.

Eritma pH ini o‘lchash. Tekshirilayotgan eritmalarning pH ini o‘lchashdan oldin asbobni standart bufer eritmalar bo‘yicha tekshirish lozim. Oldin indikator qog‘oz bo‘yicha tekshirilayotgan eritmalar pH ining taxminiy qiymati aniqlanadi. Agar bu eritmalarning pH i bitta o‘lchash diapazonida bo‘lsa, pH i shu

o‘lchash diapazonida yotuvchi bitta standart bufer eritma bo‘yicha tekshirish yetarlidir.

Tekshirilayotgan eritmaning pH ini o‘lchash quyidagi tartibda o‘tkaziladi.

1. Elektrodlar va termometr distillangan suv bilan yuviladi. Buning uchun stakanchaga suv quyiladi va unga elektrodlar va termometr bir necha marta botiriladi. Elektrodlardagi ortiqcha suv filtr qog‘oz bilan shimdirib olinadi.

2. Kimyoviy toza, quruq stakanga tekshiriladigan eritma solinadi. Stolcha chapga 90° ga buriladi, stakancha elektrodlar tagiga keltiriladi, stolcha stakanning tagiga suriladi.

3. Harorat korrektori ko‘rsatkichi tekshirilayotgan eritma harorati belgisi ustiga qo‘yiladi.

4. O‘lchash chegarasi to‘g‘ri qo‘yilgan-qo‘yilmagani tekshiriladi. Strelka to‘xtashi kuzatilib, ko‘rsatuvchi asbob shkalasi bo‘yicha natija yozib olinadi.

5. Stolcha suriladi, eritmali stakan olinadi va uning o‘rniga distillangan suvli stakan qo‘yiladi. Asbobda ishlash tugagandan so‘ng elektrodlar distillangan suv ichida saqlanadi.

6. Asbob o‘chiriladi. Datchik tarmoqdan uziladi.

105- §. Refraktometriya

Refraktometrik analiz usullari tekshirilayotgan eritmaning sindirish ko‘rsatkichini aniqlashga asoslangan fizik-kimyoviy analiz usulidir.

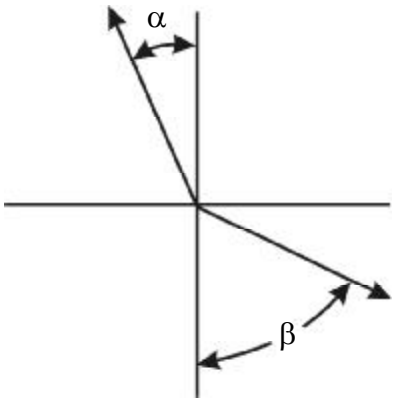
Bu usul asosida refraksiya hodisasi, ya’ni tabiatiga ko‘ra 2 xil optik muhit chegarasida yorug‘lik nurining sinishi yotadi. Yorug‘lik nuri bir muhitdan ikkinchi muhitga o‘tganda yorug‘likning sinishi natijasida uning yo‘nalishi o‘zgaradi (43- rasm).

Yorug‘lik nuri tushish burchagi sinusining sinish burchagi sinusiga bo‘lgan nisbati ***sindirish koeffitsiyenti*** *deyiladi:*

$$n = \frac{\sin \alpha}{\sin \beta}.$$

Bu yerda: n — sindirish koeffitsiyenti; α — yorug‘lik nurining tushish burchagi; β — yorug‘lik nurining sinish burchagi.

Sindirish koeffitsiyenti moddaning tabiati, tushayotgan nurning to‘lqin uzunligi, eritmaning konsentratsiyasi, haroratga bog‘liq bo‘ladi.



43- rasm. Yorug‘lik nurining ikki muhit orasida sinishi.

Harorat ko‘tarilganda eritmalarning zichligi pasayganligi sababli ularning sindirish ko‘rsatkichi ham pasayadi.

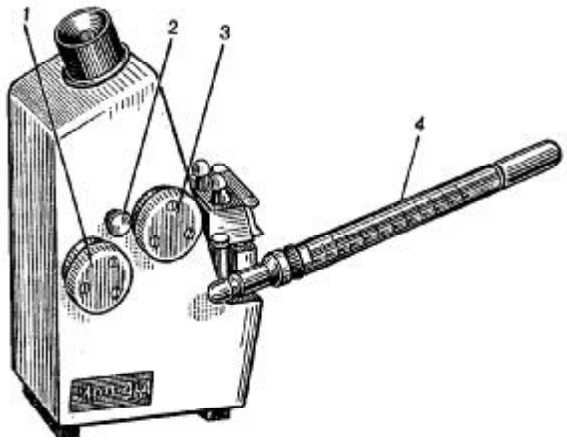
Har bir individual toza modda muayyan sindirish ko‘rsatkichi bilan xarakterlanadi. Bundan tashqari, bitta moddaning turli xil konsentratsiyali eritmalarining o‘zgarmas haroratdagi sindirish ko‘rsatkichlari shu moddaning konsentratsiyasiga bog‘liq bo‘ladi. Eritmaning sindirish ko‘rsatkichini bilgan holda kalibrlash egri chizig‘i yoki sindirish ko‘rsatkichining konsentratsiyaga bog‘liqlik jadvalidan foydalanib, eritmaning konsentratsiyasini topish mumkin.

Sindirish ko‘rsatkichi refraktometr deb ataladigan asbob yordamida aniqlanadi. Hozirgi paytda laboratoriya tajribasida va dorixonalarda: РЛ-2, universal-РЛУ, dispersion universal-РДУ, ИРФ-22, ИРФ-23, ИРФ-54 va boshqa refraktometrlardan foydalaniladi.

Refraktometrlarning ishlash prinsiplari bir xil.

44- rasmda ko‘rsatilgan ИРФ-154 refraktometridan sanoat korxonalari, ilmiy tekshirish institutlari, dorixonalar, kasalxonalar, sanitariya, epidemiologiya stansiyalari laboratoriyalarida ishlatiladi.

Refraktometr bilan ishlash qoidalari. 1. Refraktometr bilan ishlashdan oldin, uning barcha prizmalari yaxshilab tozalanadi. 2. Distillangan suv yoki sindirish ko‘rsatkichi ma’lum bo‘lgan yustirovkalovchi suyuqlik yordamida refraktometrning nol nuqtasi o‘rnatiladi. Buning uchun oldindan tozalangan hisoblash



44-rasm. ИРФ-54 refraktometri.

prizmasi ustiga shisha tayoqcha yoki pipetka yordamida 2 — 3 tomchi suv tomiziladi. Bunda tayoqcha yoki pipetka prizmaga tegmasligi lozim. Yoritish prizmasi tushiriladi. Ko‘zguni burib hisoblash shkalasi yoritiladi. Maxoviklar *1, 2* va *3* ni burab yorug‘ va qorong‘i maydonlarning aniq va keskin chegarasi hosil bo‘lishiga erishiladi. Moddalar va eritmalarning sindirish ko‘rsatkichlarini aniqlashda hisoblash shkalasidagi yorug‘ va qorong‘i maydonlarning chegara chiziqlari kesishgan nuqtadagi raqam modda yoki eritmaning sindirish ko‘rsatkichiga teng bo‘ladi. 20° C da distillangan suvning sindirish ko‘rsatkichi 1,3330 ga teng bo‘ladi. Ushbu haroratda refraktometr yordamida distillangan suvning sindirish ko‘rsatkichini aniqlaganda boshqa natija olinsa, u holda asbob shkalasining ko‘rsatkichiga tuzatish kirgiziladi.

3. Tekshiriladigan eritmaning sindirish ko‘rsatkichi quyidagi tartibda aniqlanadi. Yorituvchi prizma ko‘tarilib, prizmalarning sirtlari ehtiyotlik bilan yumshoq salfetka yordamida artiladi. So‘ngra hisoblash prizmasi ustiga yorituvchi prizmani tushirib, 2 ta prizma bir-biriga yopishtiriladi. Maxoviklarni aylantirib, yorug‘ va qorong‘i maydonlarning aniq va keskin chegarasi hosil qilinadi. Hisoblash shkalasi bo‘yicha eritmaning sindirish ko‘rsatkichi aniqlab olinadi. Eritmaning konsentratsiyasi kalibrlash egri chizig‘i yoki tegishli jadvaldan topiladi.

4. Har bir aniqlashdan so‘ng refraktometrning prizmalari

avval distillangan suv bilan, so‘ngra spirt bilan yaxshilab yuviladi, quriguncha salfetka bilan artiladi.

Sindirish ko‘rsatkichi aniqlangan eritmaning konsentratsiyasi, turli xil konsentratsiyali eritmalarning sindirish ko‘rsatkichi keltirilgan jadvallardan yoki eritma sindirish ko‘rsatkichining konsentratsiyasiga bog‘liqligi egri chizig‘idan topiladi.

Bilimlarni mustahkamlash uchun savollar

1. Fizik-kimyoviy analiz usullarining mohiyatini aytib bering.
2. Analizning fotometrik usuli nimaga asoslangan?
3. Eritmaning optik zichligi deb nimaga aytiladi?
4. Misni kalorimetrik aniqlash uchun tarkibida 0,2 mg/ml mis bo‘lgan standart eritma tayyorlash kerak. 500 ml eritma tayyorlash uchun necha gramm $CuSO_4 \cdot 5H_2O$ kerak? *Javob:* 0,3927 g.
5. Standart eritma deb nimaga aytiladi? Fotometrik aniqlashlar uchun standart eritma qanday usullar bilan tayyorlanadi?
6. Tenglashtirish, suyultirish usullari bo‘yicha kalorimetrik aniqlashlar qanday o‘tkaziladi?
7. Kalibrlash egri chizig‘i nima va u qanday tuziladi?
8. FEK da o‘lchash texnikasini bayon qiling.
9. Ammiakni fotometrik aniqlash uchun ishlatiladigan reaktivni ayting.
10. Nefelometrik aniqlashlar uchun zarur bo‘lgan shartlarni ayting.
11. Cl^- ionlarini, sulfatlarni nefelometrik usul bilan aniqlash qaysi reaksiyaga asoslangan?
12. pH metr ishga qanday tayyorlanadi?
13. Bufer eritmalar bo‘yicha pH metr qanday sozlanadi?
14. pH metr yordamida eritma pH i qanday o‘lchanadi?
15. Tekshiriladigan eritmaning sindirish ko‘rsatkichi qanday aniqlanadi?
16. Refraktometr bilan ishlash qoidasini aytib bering.

ILOVA

Ayrim reaktivlarni tayyorlash metodikasi

1. ***Alizarin.*** Uning to‘yingan eritmasi 96% li spirtda tayyorlanadi.

2. ***Ammoniy sulfid*** **$(NH_4)_2S$.** Ammiakning to‘yingan eritmasidan 200 ml olib, unga erimay qolgunga qadar vodorod sulfid gazi yuttiriladi, so‘ngra hosil bo‘lgan eritmaga 200 ml konsentrlangan ammiak eritmasi qo‘shiladi va eritma hajmi 1 litrga yetkaziladi.

3. ***Ammoniy karbonat*** **$(NH_4)_2CO_3$.** 96 g tuz olinib, hovonchada maydalanadi va 1 litr 2 n NH_4OH da eritiladi.

4. ***Vismut nitrat 0,5 n*** **$Bi(NO_3)_3$.** 80,6 gramm $Bi(NO_3)_3 \cdot 5H_2O$ tuzi 200 ml distillangan suvda eritiladi, so‘ngra eritmaga 5 ml konsentrlangan nitrat kislota qo‘shilib, eritmaning hajmi 1 litrga yetkaziladi.

5. ***Difenilamin.*** 100 ml konsentrlangan sulfat kislotada (ρ=1,84 g/ml) 1 g reaktiv eritiladi.

6. ***Yodli suv.*** 50–60 ml suvda 1 g KI, 0,5 g yod eritilgach, eritmaning hajmi distillangan suv bilan 100 ml ga yetkaziladi.

7. ***Magnezial aralashma.*** **$MgCl_2 \cdot 6H_2O$ va NH_4Cl** tuzlaridan 100 g dan olinib, aralashma ustiga 50 ml konsentrlangan ammiak eritmasi qo‘shiladi va eritmaning hajmi distillangan suv qo‘shib 1 litrga yetkaziladi.

8. ***Molibdat suyuqligi.*** 75 g ammoniy molibdat 0,5 l suvda eritiladi. Hosil bo‘lgan eritmani 0,5 litr 32% li HNO_3 eritmasi ustiga solinadi. *(Buning aksini qilmaslik kerak!)* Bunda avvaliga molibdat kislotasining oq cho‘kmasi hosil bo‘ladi, so‘ngra u eriydi. 48 soatdan so‘ng cho‘kma (agar u hosil bo‘lsa) eritmadan ajratib olinadi.

9. ***Natriy geksanitrokobaltat*** **(III) $Na_3[Co(NO_2)_6]$.** 50 g kobalt (III) xlorid $CoCl_2 \cdot 6H_2O$ tuzi 50 ml issiq suvda eritiladi. Shu vaqtning o‘zida 150 g natriy nitrit $NaNO_2$ tuzi 500 ml suvda eritiladi. Eritmalar sovigandan so‘ng bir-biri bilan aralashtiriladi, hosil bo‘lgan aralashma aralashtirilib turgan holda mo‘rili shkafda isitiladi, so‘ngra 50 ml 50%

li sirka kislota qo‘shiladi. Bunda cho‘kma tushadi. Cho‘kmani filtrlab eritmadan ajratib olgach, filtrat reaktiv sifatida ishlatiladi.

10. ***Natriy nitroprussid*** **$Na_2Fe(CN)_5NO \cdot 2H_2O$.** 20 g reaktiv 100 ml suvda eritiladi. Hosil bo‘lgan eritma qorong‘i joyda saqlanadi. *Reaktiv juda zaharli!*

11. ***Nessler reaktivi.*** 200 ml li o‘lchov kolbasida 32 g HgJ_2 va 20 g KJ suvda eritiladi va eritmaning hajmi distillangan suv bilan 200 ml ga yetkaziladi. Hosil bo‘lgan eritmadan 20 ml olib, uning ustiga 30 ml konsentrlangan KOH qo‘shiladi. Tayyor bo‘lgan reaktiv qorong‘i joyda saqlanadi.

12. ***Qalay (II) xlorid*** **$SnCl_2$.** O‘lchov kolbasiga 56,4 g tuz olib, uning ustiga 500 ml suv, 50 ml konsentrlangan xlorid kislota eritmasi qo‘shiladi va aralashmaning hajmi distillangan suv bilan 1 litrga yetkaziladi.

13. ***K^+ ionlari uchun reaktiv*** **$Na_2PbCu(NO_2)_6$.** Tarkibida kaliy tuzlari bo‘lmagan 2 g $NaNO_2$, 0,9 g $(CH_3COO)_2Cu \cdot H_2O$ va 1,6 g $(CH_3COO)_2Pb \cdot 3H_2O$ 0,2 ml 30% li sirka kislota bilan kislotali muhitga keltirilgach, 15 ml distillangan suvda eritiladi. Hosil bo‘lgan eritma beqaror bo‘lib, vaqt o‘tishi bilan eskiradi. Eritma shliflangan shisha idishlarda saqlanadi.

14. ***Simob (I) nitrat*** **$Hg_2(NO_3)_2$.** 1 litrli o‘lchov kolbasiga 56,1 g tuz olib 100 ml 2 n HNO_3 eritmasida eritiladi va eritma hajmi distillangan suv bilan 1 litrga yetkaziladi.

15. ***Qo‘rg‘oshin (II) nitrat*** **$Pb(NO_3)_2$.** 82,8 g $Pb(NO_3)_2$ tuzi 1 litrli o‘lchov kolbasiga solinadi, uning ustiga 500 ml distillangan suv, 5 ml suyultirilgan (1:1) nitrat kislota va o‘lchov kolbasining belgisigacha distillangan suv qo‘shiladi.

16. **Kurkumin qog‘ozi.** Ko‘k tasmasimon filtr qog‘oziga kurkuminning spirtdagi eritmasi shimdiriladi. So‘ngra filtr qog‘ozi ammiak va kislota bug‘lari bo‘lmagan uyda quritiladi, qorong‘i joyda saqlanadi.

Foydalanilgan adabiyotlar

1. *М.Э.Полеес, Ч.Н.Душечкина*. Аналитическая химия. М., «Медицина», 1987.

2. *M.E.Poleyes*. Analitik kimyo. T., «Meditsina», 1988.

3. *В.П.Зенчик*. Аналитическая химия. М., «Медицина», 1971.

4. *Ф.М.Шемякин, А.Н.Карпов, А.Н.Брусенцов*. Аналитическая химия. М., «Высшая школа», 1965.

5. *V.N.Alekseyev*. Yarim mikrousul bilan qilinadigan ximiyaviy sifat analizi kursi. T., «O‘qituvchi», 1976.

6. *V.N.Alekseyev*. Miqdoriy analiz. T., «O‘qituvchi», 1963.

7. *А.Н.Крешков, А.А.Ярославцев*. Курс аналитической химии. М., «Химия», 1964.

8. *А.Н.Крешков, А.А. Ярославцев*. Курс аналитической химии. М., «Химия», 1964.

9. *В.Д. Понамарев*. Аналитическая химия. М., «Медицина», 1982.

10. *В.П. Васильев*. Аналитическая химия. Гравиметрические и титриметрические методы анализа. М., «Высшая школа», 1989.

11. *Г.А.Мелентьева, Л.А.Антонова*. Фармацевтическая химия. М., изд. «Медицина», 1985.

12. *G.A. Madrahimova*. Farmatsevtik kimyo. T., «Abu Ali ibn Sino», 2003.

13. *A.Y. Ibodov*. Farmatsevtik kimyo. T., «Abu Ali Ibn Sino», 1996.

14. *М.Д. Машковский*. Лекарственные средства. М., «Торсинг», Харьков, 1997.

MUQADDIMA

So‘zboshi 3
Analitik kimyo va uning vazifalari 5

I bo‘lim. ANALITIK KIMYO FANINING NAZARIY ASOSLARI

I bob. Kimyoviy muvozanat 8
1-§. Kimyoviy reaksiyalarning tezligi. 8
2-§. Qaytmas va qaytar reaksiyalar 10
3-§. Muvozanat konstantasi 13

II bob. Eritmalar 16
4-§. Eritmalar haqida tushuncha 16
5-§. Eritmalar konsentratsiyasini ifodalash usullari 19
6-§. Foizli konsentratsiyali eritmalar tayyorlashdagi hisoblashlar 24
Qattiq moddalar eritmalarini tayyorlashdagi hisoblashlar 24
Kislotalarning eritmalarini tayyorlashdagi hisoblashlar 26
7-§. Molyar va normal konsentratsiyali eritmalarni tayyorlashdagi hisoblashlar 27
8-§. Eritmalarning konsentratsiyasini bir birlikdan boshqasiga o‘tkazish 29
9-§. Konsentrlangan eritmalardan suyultirilgan eritmalar tayyorlash 34
III bob. Elektrolitik dissotsilanish 35
10-§. Elektrolitik dissotsilanish nazariyasi 35
11-§. Dissotsilanish mexanizmi 36
12-§. Kislota, asos va tuzlarning suvdagi eritmalarda dissotsilanishi 38
13-§. Dissotsilanish darajasi. 40
14-§. Kuchli va kuchsiz elektrolitlar 42
15-§. Kuchsiz elektrolitlarning dissotsilanish konstantasi 42
16-§. Ion almashinish reaksiyalari 45

II bo‘lim. SIFAT ANALIZI

IV bob. Sifat analiziga kirish 48
17-§. Sifat analizi usullari 48
18-§. Analitik reaksiyalar va ularga qo‘yiladigan talablar 51
19-§. Eritmani bo‘lib-bo‘lib va tizimli analiz qilish 54
20-§. Sifat analizida ishlatiladigan asbob-uskunalar va idishlar 56
21-§. Yarimmikroanalizda bajariladigan eng muhim jarayonlar va ularni bajarish tartibi 59

22-§. Ionlarning analitik gruppalarga bo‘linishi 61
23-§. Laboratoriyada ishlash texnikasi va xavfsizlik qoidalari 62
V bob. Birinchi analitik gruppa kationlari 64
24-§. Birinchi analitik gruppa kationlarining umumiy tavsifi 64
25-§. Birinchi analitik gruppa kationlarining tibbiyotdagi ahamiyati 65
26-§. Birinchi analitik gruppa kationlarining xususiy reaksiyalari 66
Na^+ kationlarining reaksiyalari 66
K^+ kationlarining reaksiyalari 69
NH_4^+ kationlarining reaksiyalari 71
27-§. Birinchi analitik gruppa kationlari aralashmasining analizi 72
NH_4^+ kationlari bo‘lmagan eritmaning analizi 72
NH_4^+ kationlari bo‘lgan eritmaning analizi 73
VI bob. Ikkinchi analitik gruppa kationlari 75
28-§. Ikkinchi analitik gruppa kationlarining umumiy tavsifi 75
29-§. Ikkinchi analitik gruppa kationlarining tibbiyotdagi ahamiyati 76
30-§. Ikkinchi analitik gruppa kationlarining xususiy reaksiyalari 77
Pb_2^+ kationlarining reaksiyalari 77
Ag^+ kationlarining reaksiyalari 78
Hg_2^{2+} kationlarining reaksiyalari 80
31-§. Ikkinchi analitik gruppa kationlari aralashmasining analizi 81
VII bob. Uchinchi analitik gruppa kationlari 84
32-§. Uchinchi analitik gruppa kationlarining umumiy tavsifi 84
33-§. Uchinchi analitik gruppa kationlarining tibbiyotdagi ahamiyati 84
34-§. Uchinchi analitik gruppa kationlarining xususiy reaksiyalari 85
Ba^{2+} kationlarining reaksiyalari 85
Ca^{2+} kationlarining reaksiyalari 86
35-§. Uchinchi analitik gruppa kationlari aralashmasining analizi 88
Bir necha gruppa kationlari aralashmasining tizimli analizida uchinchi analitik gruppa kationlarining analizi 88
VIII bob. To‘rtinchi analitik gruppa kationlari 91
36-§. To‘rtinchi analitik gruppa kationlarining umumiy tavsifi 91
37-§. To‘rtinchi analitik gruppa kationlarining tibbiyotdagi ahamiyati 92
38-§. To‘rtinchi analitik gruppa kationlarining xususiy reaksiyalari 92
Al^{3+} kationlarining reaksiyalari 92
Cr^{3+} kationlarining reaksiyalari 94
Zn^{2+} kationlarining reaksiyalari 95
39-§. To‘rtinchi analitik gruppa kationlari aralashmasining analizi 97

IX bob. Beshinchi analitik gruppa kationlari 99
40-§. Beshinchi analitik gruppa kationlarining umumiy tavsifi 99
41-§. Beshinchi analitik gruppa kationlarining tibbiyotdagi ahamiyati 100
42-§. Beshinchi analitik gruppa kationlarining xususiy reaksiyalari. Fe^{2+} kationlarining reaksiyalari 100
Fe^{3+} kationlarining reaksiyalari 102
Mn^{2+} kationlarining reaksiyalari 103
Mg^{2+} kationlarining reaksiyalari 104
Bi^{3+} kationlarining reaksiyalari 105
43-§. Beshinchi analitik gruppa kationlari aralashmasining analizi 106
X bob. Oltinchi analitik gruppa kationlari 109
44-§. Oltinchi analitik gruppa kationlarining umumiy tavsifi 109
45-§. Oltinchi analitik gruppa kationlarining tibbiyotdagi ahamiyati 110
46-§. Oltinchi analitik gruppa kationlarining xususiy reaksiyalari. Hg^{2+} kationlarining reaksiyalari 110
Cu^{2+} kationlarining reaksiyalari 112
47-§. Oltinchi analitik gruppa kationlari aralashmasining analizi 113
48-§. Barcha analitik gruppalar kationlari aralashmasining analizi 115
XI bob. Anionlar analizi 120
49-§. Anionlar analizining o‘ziga xos xususiyatlari 120
50-§. Birinchi analitik gruppa anionlarining umumiy tavsifi va tibbiyotdagi ahamiyati 121
51-§. Birinchi analitik gruppa anionlarining xususiy reaksiyalari. Sulfat SO_4^{2-} ionlarining reaksiyalari 122
Fosfat PO_4^{2-} ionlarining reaksiyalari 123
Karbonat CO_3^{2-} ionlarining reaksiyalari 124
Sulfit SO_3^{2-} ionlarining reaksiyalari 125
Tiosulfat $S_2O_3^{2-}$ ionlarining reaksiyalari 126
Metoborat BO^{2-} va tetraborat $B_4O_7^{2-}$ ionlarining reaksiyalari 128
Oksalat $Cr_2O_4^{2-}$ ionlarining reaksiyalari 129
52-§. Ikkinchi analitik gruppa anionlarining umumiy tavsifi va tibbiyotdagi ahamiyati 131
53-§. Ikkinchi analitik gruppa anionlarining xususiy reaksiyalari 132
Xlorid Cl^- ionlarining reaksiyalari 132
Bromid Br^- ionlarining reaksiyalari 132
Yodid I^- ionlarining reaksiyalari 133
Sulfid S^{2-} ionlarining reaksiyalari 134

Rodanid SCN^- ionlarining reaksiyalari 135
54-§. Uchinchi analitik gruppa anionlarining umumiy tavsifi va tibbiyotdagi ahamiyati 136
55-§. Uchinchi analitik gruppa anionlarining xususiy reaksiyalari 137
Nitrit NO_2 ionlarining reaksiyalari 137
Nitrat NO^-_3 ionlarining reaksiyalari 138
Asetat CH_3COO^- ionlarining reaksiyalari 139
56-§. Barcha analitik gruppalar anionlari aralashmasining analizi 140
Birinchi analitik gruppa anionlarini aniqlash 142
Ikkinchi analitik gruppa anionlarini aniqlash 145
Uchinchi analitik gruppa anionlarini aniqlash 146
XII bob. Individual modda analizi 147
57-§. Individual modda analizi bo‘yicha nazorat ishi 147
Kationni aniqlash 147
Anionni aniqlash 149

III bo‘lim. MIQDORIY ANALIZ

XIII bob. Miqdoriy analizga kirish 151
58-§. Miqdoriy analizning vazifasi va usullari 151
59-§. Analitik tarozilar 153
60-§. O‘lchov idishlari 156
61-§. Miqdoriy analiz laboratoriyasida ishlashning umumiy qoidalari 159
XIV bob. Gravimetrik (tortma) analiz 161
62-§. Gravimetrik analizning umumiy qoidalari 161
63-§. Cho‘ktirish sharoitlari 162
64-§. Gravimetrik analizda ishlatiladigan idishlar va asbob-uskunalar 164
65-§. Gravimetrik analizning muhim qoidalari 165
66-§. Gravimetrik aniqlashlarga doir misollar 171
1-ish. Temir birikmalari yoki qotishmalaridagi temirni aniqlash 171
2-ish. Kristall holdagi bariy xloriddagi kristallizatsiya suvini aniqlash 173
XV bob. Titrimetrik (hajmiy) analiz 175
67-§. Titrimetrik analizning mohiyati 175
68-§. Titrimetrik analiz usullari 176
69-§. Titrimetrik analizda hajmlarni o‘lchash 177
70-§. Ish eritmalari 178
71-§. Ekvivalent nuqtani aniqlash 180
72-§. Titrimetrik aniqlashlar bo‘yicha umumiy ko‘rsatmalar 181
73-§. Titrimetrik analizdagi hisoblashlar 182
XVI bob. Neytrallanish usuli 185
74-§. Neytrallanish usulining mohiyati 185
75-§. Neytrallanish usulining indikatorlari 187

76-§. Titrlashning egri chiziqli ko‘rsatkichlari. Indikator tanlash ... 188
77-§. Neytrallanish usuli bilan miqdoriy aniqlashlarga misollar. 0,1 n li o‘yuvchi natriyning ish eritmasini tayyorlash ... 194
XVII bob. Cho‘ktirish va kompleks hosil qilish usullari ... 197
78-§. Cho‘ktirish va kompleks hosil qilish usulining mohiyati ... 197
79-§. Mor usuli ... 197
80-§. Mor usuli bo‘yicha xloridlarni aniqlash ... 199
81-§. Folgard usuli ... 200
82-§. Folgard usuli bilan xloridlarni aniqlash ... 201
83-§. Adsorbsion indikatorlar ishtirokida titrlash ... 202
84-§. Adsorbsion indikatorlar ishtirokida miqdoriy aniqlashlar ... 204
85-§. Kompleksonometriya ... 204
86-§. Kompleksonometrik usulda aniqlash ... 205
XVIII bob. Oksidlanish-qaytarilish usullari (Oksidimetriya)
87-§. Oksidimetriya usullarining umumiy tavsifi ... 207
88-§. Permanganatometriya ... 208
89-§. Permanganatometrik aniqlashlar ... 210
90-§. Yodometriya ... 212
91-§. Yodometrik aniqlashlar ... 215
92-§. Nitritometriya ... 217
93-§. Nitritometrik aniqlash ... 219
94-§. Bromatometriya ... 220
95-§. Bromometriya ... 221
96-§. Bromometrik usul bilan aniqlash ... 223
XIX bob. Fizik-kimyoviy analiz usullari ... 225
97-§. Fizik-kimyoviy analiz usullarining mohiyati ... 225
98-§. Fotometrik analiz usullari ... 226
99-§. Kalorimetrik analiz usullari ... 231
100-§. Fotoelektrokalorimetriya ... 233
101-§. Kalorimetrik va fotoelektrokalorimetrik aniqlashlar ... 236
102-§. Nefelometriya ... 239
103-§. Nefelometrik aniqlashlar ... 239
1-ish. Xloridlarni aniqlash ... 239
2-ish. Sulfatlarni aniqlash ... 240
104-§. pH metriya ... 241
Eritma muhitini pH metr yordamida aniqlash ... 241
105-§. Refraktometriya ... 244
Ilova ... 248
Foydalanilgan adabiyotlar ... 250

Haydarov U.

24.4 **Analitik kimyo:** Tibbiyot kollejlari uchun darslik. /
H-41 U.Haydarov; O‘zR Oliy va o‘rta maxsus ta’lim vazirligi, O‘rta maxsus, kasb-hunar ta’limi markazi. —T.: „O‘qituvchi“ NMIU, 2013. — 256 b.

ISBN 978-9943-02-688-9

UO‘K: 543 (053)
KBK 24.4

UMARQUL HAYDAROVICH HAYDAROV

ANALITIK KIMYO

Tibbiyot kollejlari uchun darslik

Qayta ishlangan va to‘ldirilgan 2- nashri

«O‘qituvchi» nashriyot-matbaa ijodiy uyi
Toshkent − 2013

Muharrir *B.Akbarov*
Badiiy muharrir *Sh. Xo‘jayev*
Texn. muharrir *S. Nabiyeva*
Kompyuterda sahifalovchilar: *K. Hamidullayeva, N. Ahmedova*
Musahhih *M. Ibrohimova*

Nashriyot litsenziyasi AI № 161. 14.08.2009. Original-maketdan bosishga ruxsat etildi 17.10.2013. Bichimi $60\times90^{1}/_{16}$. Kegli 11 shponli. Tayms garniturasi. Ofset bosma usulida bosildi. Ofset qog‘ozi. Shartli b.t. 16,0. Hisob-nashriyot t. 16,0. Adadi 1286 nusxa. Buyurtma №

Original-maket O‘zbekiston Matbuot va axborot agentligining „O‘qituvchi“ nashriyot-matbaa ijodiy uyida tayyorlandi. Toshkent — 129. Navoiy ko‘chasi, 30. // Toshkent, Yunusobod dahasi, Yangishahar ko‘chasi, 1- uy. Shartnoma №07−103−13.