

Ս. Ս. ԱՐԱՔՍՅԱՆ

ՎԵՐԼՈՒԾԱԿԱՆ ՔԻՄԻԱՅԻ
ԳՈՐԾՆԱԿԱՆ ԱՇԽԱՏԱՆՔՆԵՐԸ

ԵՐԵՎԱՆ 2000

Ա. Մ. ԱՐԱՔՍՅԱՆ

**ՎԵՐԼՈՒԹԱԿԱՆ ՔԻՄԻԱՅԻ
ԳՈՐԺՆԱԿԱՆ ԱԾԽԱՏԱՆՔՆԵՐԸ**

I ՄԱՍ ՈՐԱԿԱԿԱՆ ՎԵՐԼՈՒԾՈՒԹՅՈՒՆ
ՈՒՍՈՒՄՆԱԿԱՆ ՁԵՌՆԱՐԿ

ԵՐԵՎԱՆ ԼՈՒՅՍ 1991

Գրախոսների՝ քիմ. գիտ. թեկնածու Փ. Ասուխանյան
քիմ. գիտ. թեկնածու Գ. Վարդենյան

Ս. Մ. Արախյան

Ա. 852 Վերջնական քիմիայի դործնական աշխատանքներ. մաս 1.
որակական վերլուծություն: Ուսումնական ձեռնարկ գյուղատն-
տեսական մասնագիտությունների ուսանողների համար: Երևան,
Լույս, 1991 թ. 140 էջ:

Ձեռնարկում շարադրված են անօրգանական միացությունների
վերլուծության մեթոդները և իրագործման տեխնիկան: Վերլուծության
ընթացքը նկարագրելիս, սեպտիաների քիմիկոս նկարագրելու հետ մեկ-
տեղ, ցուցումներ են տրված առանձին գործողությունների իրականացման
մասին: Ձեռնարկը ուղեկցվում է համապատասխան աղյուսակներով
և սխեմաներով:

4306010600 (ՅՕ)

Ա 702 (01) 1991

Հայտարարված 1991 թ. ԳՐԴ 24.4 ց 73

С. М. АРАКСЯН

Лабораторные работы по аналитической химии (ч. 1)

Часть I Качественный анализ

(на армянском языке)

Ереван «Луйс», 1991

ISBN 5-545-00856-X

© Հեղինակ Ս. Մ. ԱՐԱՔՅԱՆ

Ա Ռ Ա Ջ Ա Բ Ա Ն

Գործնական աշխատանքների սույն ձեռնարկը դրված է «Վեր-
լուծական քիմիա» դասընթացին համապատասխան:

Ձեռնարկում նշված է այն տեսական բաժինների անվանու-
ցանկը, որոնք ուսանողներն արդեն լուրջ բերք են բերել հանուր
քիմիայի տեսությունից: Ուսուցիչ ձեռնարկի որևէ դրսի ուսումնասի-
րումից առաջ ուսանողը պարտավոր է կրկնել համապատասխան
տեսական հարցերը: Յուրաքանչյուր դրսի, բացի դրանից, եղրա-
վակվում է ստուգողական հարցերով ու տնային հանձնարարու-
թյուններով, որոնց կատարումը կնպաստի յուրացրած նյութի
ամրապնդմանը: Ինչ չափորատոր աշխատանքը ավարտվում է
ներկայացվում է գումարի հաշվետվությամբ, որը ձևավորվում է
հետ հաշվարկվածով բերված սխեմայի:

Ուսանողները որակական վերլուծության ուսումնասիրմանն
անցնելուց առաջ պետք է ծանոթանան կիսամիկրոմեթոդի տեխ-
նիկային, քիմիական վերլուծության մեջ օգտագործվող ապակեղե-
նին և սարքավորումներին: Նրանք պետք է տիրապետեն քիմիա-
կան բարդատարիչում աշխատելու կանոններին, անվտանգության
տեխնիկային և հակահրդեհային միջոցներին, ինչպես նաև կարո-
ղանա՞ն առաջին օգնությունը ցույց տալ այրվածքների կամ այլ
վնասվածքների դեպքում:

Կիսամիկրոմեթոդը, որպես վերլուծության եղանակ, մտկորմե-
թոդի համեմատությամբ ունի զգալի առավելություններ: Այն նը-
րսատում է նյութերի տեսականը և մեծ չափով կրճատում վեր-
լուծության ծավալները: Ներկա ձեռնարկում կիրառվել է վերլու-
ծության դասական՝ ծծմբաջրածնական մեթոդը՝ ելնելով նրանից,
որ այն նպաստում է ուսանողների քիմիական մտածելակերպի
զարգացմանը:

Շարադրված նյութի ծավալը համապատասխանեցված է ծը-
րագրին և որակական վերլուծությանը հատկացված ժամաքանու-
կին:

Կանխատեսելով, որ ձեռնարկը գերծ չի լինի թերություննե-
րից, հեղինակը գոհունակությամբ ու հոգատադիսությամբ կրն-
դունի բոլոր այն դիտողությունները, որոնք կբարելավեն նրա հե-
տագա հրատարակումը:

ՀՆՂԻՆԱԿ

Ն Ե Ր Ա Մ Ո Ւ Թ Յ Ո Ւ Ն

Վերլուծական քիմիան գիտությունն այն բնագավառն է, որն ուսումնասիրում է նյութի բաղադրությունը որոշելու մեթոդները: Այն բաղկացած է երկու բաժնից՝ ա) ուսական վերլուծություն, բ) քանակական վերլուծություն:

Որակական վերլուծության խնդիրն է բացահայտել նյութի (կամ նյութերի որևէ համակարգի) որակական կազմը, այսինքն՝ որոշել, թե այն ինչ ատոմներից, ատոմների խմբերից կամ իոններից է բաղկացած: Իսկ քանակական վերլուծությունը, այնուհետև պարզում է, թե նյութի (կամ խառնուրդի) որոշված բաղադրամասերը ինչ քանակական հարաբերության մեջ են գտնվում: Այսպիսով, նյութի քիմիական բաղադրության հետազոտումը սկսում են նրա որակական վերլուծությունից, այնուհետև անցնում քանակական տվյալների որոշմանը:

Զափազանց մեծ է վերլուծական քիմիայի դերն ու նշանակությունը ինչպես արդյունաբերության ու գյուղատնտեսության բազմաթիվ բնագավառներում, նույնպես և բնագիտական, հասակապես քիմիական առարկաների ուսուցման գործում: Բազմաթիվ արդյունաբերական պրոցեսներ սկզբից մինչև վերջ կարգավորվում ու անընդհատ հսկողության տակ են պահվում քիմիական վերլուծության տվյալների հիման վրա: Գյուղատնտեսության բնագավառում առանց այդ տվյալների հնարավոր չէ ժամանակակից, գիտականորեն հիմնավորված արտադրություն վարել:

Կենսաբանության, բժշկության, երկրաբանության, ատոմային ֆիզիկայի և մի շարք այլ բնագավառների գծով գիտահետազոտական աշխատանքների եղրահանգումները հաճախ հիմնավորվում ու հաստատվում են քիմիական վերլուծության տվյալների միջոցով:

Վերլուծական քիմիան կարելի է ասել, մի հզոր միջոց է նյութական աշխարհը լավագույնս ճանաչելու, նրա զարգացման մեջ առավել խորը թափանցելու և այդ ձևով ստացված տվյալները մարդկային հասարակության բարեկեցությանը ծառայեցնելու համար:

Նյութի որակական բաղադրությունը հետազոտելու համար օգտագործվում են վերլուծության ինչպես քիմիական, այնպես էլ ֆիզիկաքիմիական ու ֆիզիկական մեթոդներ¹:

Քիմիական մեթոդները հենվում են այնպիսի քիմիական ռեակցիաների վրա, որոնց տվյալներով կարելի է համոզվել եղրահանգումներ անել նյութի այն կամ այն բաղադրամասերի մասին:

Որակական վերլուծության քիմիական մեթոդները խոստովանում են երկու՝ «չոր» և «թաց» եղանակներով:

Չոր եղանակի դեպքում ինչպես ռեակտիվը, այնպես և վերլուծվող նյութը գտնվում են չոր վիճակում: Դրանց խառնուրդը պահում են ալյուրի բոցի մեջ, միահալում՝ ստանալով այնպես կոշված գունավոր մարգարտահատիկներ (pearls), որոնց բնորոշ գույնի հիման վրա համապատասխան երրահանգումներ են անում: Այս եղանակով որոշվում են նյութի այն բաղադրամասերը, որոնք բորաքսի ($\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$) կամ ամոնիումի դիհիդրոֆոսֆատի ($\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$) հետ առաջացնում են վերոհիշյալ գունավոր ապակիները: Նման վերլուծություն է նաև ալյուրի անգույն բոցի գունավորումը, երբ փորձարկվող նյութի բյուրեղիկը կամ փոշին պլատինե ձեղով պահում են բոցի մեջ: Այս ձևով հնարավոր է որոշել նյութի այն բաղադրամասերը, որոնք անգույն բոցը ներկում են բնորոշ գույնի (նատրիումը՝ վառ դեղին, ստրոնցիումը՝ ալ կարմիր և այլն):

Վերլուծության «թաց» եղանակի դեպքում ռեակցիաները ընթանում են լուծույթներում, հալակապես՝ ջրային²: Քանի որ փորձարկման ենթակա նյութերից շատերը ջրային լուծույթներում դիտացվում են իոնների, ապա որակական վերլուծությունը հիմնականում դառնում է իոնների՝ կատիոնների ու անիոնների որոշման միջոց:

Քիմիական այն ռեակցիաները, որոնց միջոցով որոշվում է նյութի բաղադրության որակական կազմը, կոչվում են վերլուծական: Ոչ բոլոր քիմիական ռեակցիաներն են այդպիսիք: Վերլուծական ռեակցիան ընթանում է այնպիսի արտաքին արդյունքով:

¹ Ֆիզիկական ու ֆիզիկաքիմիական մեթոդների միջոցով հիմնականում որոշվում են նյութի այնպիսի բաղադրամասերը, որոնք փոխկախվածություն մեջ են նյութի բաղադրությունը քառաչափ հատկություններից: Ֆիզիկական ու ֆիզիկաքիմիական կարևորագույն մեթոդներից են սպեկտրային, ջրմատազրական, բևեռազրական, սպեկտրալուսափական, լյումինեսցենտային և այլ վերլուծություններ:

² Կան նյութեր (նաև սեպտիվներ), հատկապես օրգանական բնույթի, որոնք կարող են լուծվել ջրում: Այդ դեպքում օգտագործում են այլ լուծիչներ՝ սպիրտ, բենզոլ, բրոմաֆորմ, թթուներ և այլն:

որը արձանագրվում է անվերապահորեն՝ նստվածքադոշացում, հա-
զի անջատում, լուծույթի պոնտիֆորում կամ գունագրկում և այլն:

Իոնների (կամ միացությունների) որոշման համար օգտա-
գործվող նյութերը կոչվում են ռեակտիվներ: Որակական վերլու-
ծության մեջ կիրառվող բոլոր ռեակտիվները կարելի է բաժանել
3 տեսակի՝ խմբային, ընտրողական և յուրահատուկ:

Խմբային են կոչվում այն ռեակտիվները, որոնք հնարավորու-
թյուն են տալիս որոշակի պայմաններում իոնները բաժանել ա-
ռանձին վերլուծական խմբերի: Այսպես, օրինակ, ամոնիումի
կարբոնատը՝ $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$, խմբային ռեակտիվ է, որովհետև ո-
րոշակի պայմաններում միացածոնակ նստեցնում է Ca^{2+} , Sr^{2+} ,
 Ba^{2+} կատիոններին իսկ ընդհանուր կարբոնատները ֆլուորիդացնե-
լը այդ ռեակտիվով կատիոն է անջատել այլ մասնավորապես K^+ ,
 Na^+ , NH_4^+ և Mg^{2+} կատիոնների:

Այն ռեակտիվները, որոնք համանման ռեակցիաներ են առա-
ջացնում քիչ թվով խմբերի հետ, կոչվում են ընտրողական: Վեր-
ջիններս փոխադրում են այնքան սահմանափակ թվով ինքնուրույն
իոնների հետ, որ դրանք մասնակցությունը ընթացող պրոցեսները
անվանում են նաև մասնակի ռեակցիաներ: Այս բնույթի ռեակտի-
վի օրինակ կարող է ծառայել կալիումի ֆոսֆորատի ֆոսֆատները (F^-)
 $\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$, որը գոյացնում է միացություններ է առաջացնում
 Fe^{2+} և Cu^{2+} իոնների հետ, կամ դիմեթիլդիօքսիմը՝ $(\text{CH}_3\text{CNOH})_2$,
որը նստվածք է առաջացնում Ni^{2+} , Fe^{2+} և Cu^{2+} կատիոնների
հետ:

Վերջապես, այն ռեակտիվները, որոնք կարող են որոշվող
իոնը հայտնաբերել այլ (կողմնակի) իոնների առկայության պայ-
մաններում, կոչվում են յուրահատուկ: Այսպես, օրինակ, օսլան
յուրահատուկ ռեակտիվ է լոզը, լակմուսը՝ H^+ և OH^- իոնները
որոշելու համար:

Մի շարք վերլուծական ռեակցիաներ ընթանում են միայն ո-
րոշակի պայմաններում: Նրանց յուրահատուկ ազդեցությունը կա-
րելի է մեծացնել տարբեր եղանակներով՝ միջավայրի ռեակցիայի
ու ջերմաստիճանի փոփոխման, «խանդարող» իոնները կապելու
(կայուն կոմպլեքսների ձևով), մեկուսացնելու և այլ միջոցներով:

Նյութով փորձարկվող (վերլուծվող) նյութի քանակից, լու-
ծույթի ծավալից և կատարման օժանդակից՝ ապրելում են որա-
կական վերլուծության մակրո-, կիսամիկրո-, միկրո- և սուպրա-
միկրոմեթոդներ:

Մակրոմեթոդի դեպքում փորձարկվող նյութի քանակը կազ-
մում է 0.5—1.0 գ, իսկ լուծույթի ծավալը՝ 10—20 մլ: Ընդ որում,
ստացված նստվածքը անջատում են ֆիլտրելու միջոցով:

Միկրոմեթոդի դեպքում մակրոմեթոդի համեմատությամբ
վերցնում են 100 և ավելի անգամ քիչ վերլուծվող նյութ: Իսկ ուլտ-
րամիկրոմեթոդության համար որոշման ենթակա նյութի քանակը
փոքր է լինում 1 մգ-ից, լուծույթի ծավալը 0.1—0.2 մլ է:

Կիսամիկրոմեթոդի օգտագործում է 0.01—0.1 գ փորձարկ-
վող նյութ: Ստացված նստվածքը այս դեպքում անջատում են
ցենտրիֆուգման միջոցով:

Վերլուծական ռեակցիաները լինում են տարբեր զգայնության:
Վերջինս բնութագրվում է երկու մեծությամբ՝ հայտնաբերվող նը-
վազագույնով և սահմանային նոսրությունը:

Հայտնաբերվող նվազագույնը որոշվող իոնի այն քանակն է
(արտահայտված γ -ներով)՝ սահմանային կոնցենտրացիա ունե-
ցող լուծույթի ամենամեղադրույն ծավալում, որը հնարավոր է
տվյալ ռեակտիվով հայտնաբերել՝ պահպանելով ռեակցիայի բն-
թագի համար անհրաժեշտ բոլոր պայմանները:

Լուծույթի սահմանային կոնցենտրացիան ցույց է տալիս, ին
որովից իոնի մեկ գրամը քանի գրամ լուծիչում գտնվելու դեպ-
քում դեռևս հնարավոր է հայտնաբերել լուծույթի որոշակի ծավա-
լում: Այսպիսով, լուծույթի սահմանային կոնցենտրացիան որոշ-
վում է հայտնաբերվող իոնի մեկ գրամի և լուծիչի կշռի (g) հարա-
բերությամբ՝ 1 : g:

Լուծույթի սահմանային կոնցենտրացիայի հակադարձ մեծու-
թյունը կոչվում է սահմանային նոսրություն: Այսպես, օրինակ,
բլորիդ իոնը արծաթի նիտրատի (AgNO_3) լուծույթով կարելի է
որոշել, եթե 1 գ Cl^- պարունակվի 1060 լ (1000000 դ) ջրում, այս-
ինքն՝ լուծույթի սահմանային կոնցենտրացիան լինի 1 : 1000000,
իսկ սահմանային նոսրությունը՝ 10^6 :

Որակական վերլուծության մեջ կիրառվում են ռեակցիաներ,
որոնց զգայնությունը առաքանվում է այսպիսի սահմաններում:
Հայտնաբերվող նվազագույնը՝ 50-ից մինչև 0.001 մկգ, իսկ սահ-
մանային կոնցենտրացիան՝ 1 : 10000 մինչև 1 : 50000000 (սահ-
մանային նոսրությունը՝ 10^4 -ից մինչև $2 \cdot 10^8$): Ռեակցիան նույն-
րան զգայուն է, որքան փոքր է հայտնաբերվող նվազագույնը, և

$$1 \quad \gamma = 10^{-3} \quad \text{մգ} = 10^{-1} \quad \text{գ} = 1 \quad \text{մկգ (միկրոգրամ)}$$

մեծ՝ սահմանային նոսրությունը: Այդ մեծությունների մաթեմատիկական կապն արտահայտվում է այսպես՝

$$m = \frac{V \cdot 10^6}{G},$$

որտեղ՝ m -ը հալանաբերվող նվազագույնն է,

G -ն՝ սահմանային նոսրությունը,

V -ն՝ լուծույթի այն ծավալը (մլ-ով), որը պետք է

վերցնել ուսկիցիան կատարելու համար:

Վերլուծական ուսկիցիայի լիզայնությունը պայմանավորված է նաև մի շարք այլ գործոններով, որոնք պետք է հաշվի առնել և խստիվ պահպանել: Գրանք են՝ միջավայրի pH-ը, ջերմաստիճանը, օդատեղումը ուսկիցիայի կոնցենտրացիան, կոլմենակի իոնների առկայությունը և այլն:

ԿԱՏԻՈՆՆԵՐԻ ԳԱՍԱԿԱՐԳՈՒՄԸ

Ըստ ծծմբաջրածնական մեթոդի ընդունված է կատիոնները բաժանել 5 վերլուծական խմբերի (տե՛ս աղ. 1): Կատիոնների դասակարգումը վերլուծական խմբերի կատարվում է ըստ խմբային ռեակտիվների, որոնց օգնությամբ պահպանելով համապատասխան պայմաններ, հնարավոր է լինում նախ իրարից բաժանել խմբերը, այնուհետև խմբերի սահմաններում որոշել ենթախմբերը (եթե կան այդպիսիք) և առանձին կատիոնները: Այդ ամենը կատարվում է խանգարող իոնների (խմբերի) «որոշման ու անջաման», «անջամանի ու որոշման» հաջորդականությունը պահպանելու սկզբունքով:

Խմբերի՝ որոշման ու բաժանման, իսկ խմբում կատիոնների հալանաբերման նախասլես՝ մշակված և որոշակի պլանով իրականացվող ուսկիցիաների շարքը կոչվում է վերլուծության համակարգված ընթացք:

Գոյություն ունի նաև վերլուծության կոտորակային եղանակ, որն իրագործվում է յուրահատուկ ուսկիցիաների օգնությամբ՝ վերծարելով լուծույթի առանձին նմուշներում: Այս մեթոդն օգտագործվում է բացասիկ գեպքերում, երբ անհրաժեշտ է լինում քիչ թվով իոններ որոշել: Որքան հարստանա յուրահատուկ ուսկիցիաների՝ վինանցը, այնքան կրնդլայնվի կոտորակային եղանակի էֆեկտությունը: Երբ համեմատաբար քիչ ջանքեր է պահանջում և իրագործվում է ավելի արագ:

Կատիոնների դասակարգումը

Վերլուծական խմբեր	Կատիոններ ¹	Խեղդային ոնակարգ	Նստվածքներ
I	Na ⁺ , K ⁺ , NH ₄ ⁺ , Mg ²⁺	չունի	—
II	Ca ²⁺ , Ba ²⁺ , Sr ²⁺	(NH ₄) ₂ CO ₃ -ը NH ₄ OH-ի և NH ₄ Cl-ի առկայությամբ	CaCO ₃ BaCO ₃ SrCO ₃
III	Al ³⁺ , Fe ³⁺ , Fe ²⁺ , Zn ²⁺ , Mn ²⁺ , Ni ²⁺ , Co ²⁺ , Cr ³⁺	(NH ₄) ₂ S-ը NH ₄ OH-ի և NH ₄ Cl-ի առկայությամբ	Cr(OH) ₃ , Al(OH) ₃ , Fe ₂ S ₃ , FeS, ZnS, MnS, CoS, NiS
IV	Cu ²⁺ , Bi ³⁺ , Hg ²⁺ , As ³⁺ , As ⁵⁺ , Cd ²⁺	H ₂ S-ը թթվային միջավայրում	CuS, Bi ₂ S ₃ , CdS, HgS, As ₂ S ₃ , As ₂ S ₅
V	Ag ⁺ , Pb ²⁺ , Hg ₂ ²⁺	HCl	AgCl, PbCl ₂ , Hg ₂ Cl ₂

¹ Բնական կատիոնները արվում են ուսումնական ծրագրին համապատասխան:

Գ Լ Ո Ի Խ Ա Ռ Ա Զ Ի Ն

ԱՌԱՋԻՆ ԽՄԲԻ ԿԱՏԻՈՆՆԵՐԻ ՌԵԱԿՏԻՎՆԵՐԸ

Ընդհանուր բնութագիրը

Կատիոնների I խմբին են պատկանում Na⁺, K⁺, NH₄⁺ և Mg²⁺ իոնները:

Նրանց աղերի ճնշող մեծամասնությունը լավ լուծելի է ջրում: Մեծանշան կարևոր է նշել, որ նրանց հիդրօքսիդները, սուլֆիդները, կարբոնատներն ու քլորիդները ես լավ են լուծվում ջրում, որով և տարրերվում են կատիոնների մյուս խմբերից: Այդ միացությունների լուծելիության հետևանքով I խմբի կատիոնները չեն նստեցնում մյուս խմբերի խմբային ռեակտիվներով (HCl, H₂S, (NH₄)₂S և (NH₄)₂CO₃), այսինքն՝ մյուս խմբերի կատիոնները միմյանցից բաժանելիս նրանք մնում են լուծույթում: I խումբը խմբային առանձին չունի: Քանի որ մյուս խմբերի կատիոնները խոնգարում են K⁺-ի, Na⁺-ի և Mg²⁺-ի որոշմանը, ապա համակարգված վերլուծության ընթացքում դրանք հայտնաբերում են, երբ մյուս բոլոր կատիոնները փորձարկվող լուծույթից լիովին հեռացված են:

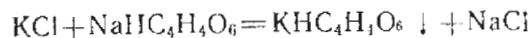
I խմբի կատիոններից յուրահատուկ տեղ է գրավում Mg²⁺-ը, որը պատկանում է պարբերական աղյուսակի II խմբին և միջանկյալ դերը ունի վերլուծական I և II խմբերի կատիոնների միջև: Այն կարելի է վերագրել կատիոնների ինչպես I, այնպես էլ II խմբին: Կատիոնների II խմբի հետ Mg²⁺-ն ունի այն ընդհանուր հատկությունը, որ նրա հիմնային կարբոնատը՝ (MgOH)₂CO₃, քիչ լուծելի է ջրում: Սակայն այն լուծելի է ամոնիումի աղերում, և քանի որ կատիոնների II խումբը նստեցվում է ամոնիումի կարբոնատով՝ NH₄Cl-ի առկայությամբ, ապա Mg²⁺-ը վերլուծության ընթացքում II խմբի հետ չի նստում, այլ մնում է լուծույթում: I խմբի հետ Այդ իսկ պատճառով հարմար է այն ուսումնասիրել I խմբի կատիոնների հետ:

Նշենք նաև, որ I խմբի բոլոր կատիոնները ջրային լուծույթում անզույն են:

Մասնակի ռեակցիաներ

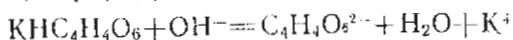
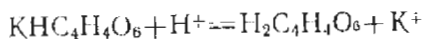
K⁺-ի ռեակցիաները

1. Նատրիումի հիդրոտարտարաթ՝ NaHC₄H₄O₆, կալիումի աղերի լուծույթների հետ առաջացնում է սպիտակ բյուրեղային նստվածք՝



կամ իննակտոն ձևով՝ $\text{K}^+ + \text{HC}_4\text{H}_4\text{O}_6^- = \text{KHC}_4\text{H}_4\text{O}_6 \downarrow$

KHC₄H₄O₆-ի նստվածքը լուծվում է տաք ջրում, ուժեղ թրթուներում և ալկալիներում, բայց չի լուծվում թույլ թթուներում, օրինակ՝ քացախաթթվի մեջ։



Հետևաբար, ռեակցիան ընթանալու համար անհրաժեշտ են հետևյալ պայմանները՝

ա) ռեակցիան կատարել սառը պայմաններում.

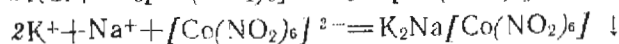
բ) միջավայրը լինի չեզոք կամ թույլ թթվային ($\text{pH} = 4-7$),

գ) K⁺-ի կոնցենտրացիան րավականին մեծ լինի։

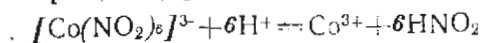
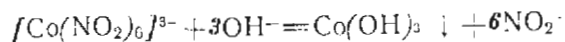
Ցանկալի pH ստանալու համար հիմնային միջավայր ունեցող լուծույթները չեզոքացնում են քացախաթթվով, իսկ թթվային լուծույթները՝ CH₃COONa-ով (CH₃COONH₄ և CH₃COOK չի կարելի օգտագործել)։

Փորձ։ Փորձանոթի մեջ վերցնել 4—5 կաթիլ կալիումի աղի լուծույթ և ավելացնել նույնքան NaHC₄H₄O₆։ Նստվածքը առաջանում է, երբ փորձանոթի պատերը ներսից շփում են ապակյա ձողիկով՝ միաժամանակ փորձանոթը պահելով հոսող ջրի տակ։

2. Նատրիումի կոբալտինիտրիտը՝ Na₃[Co(NO₂)₆], կալիումի աղերի լուծույթների հետ չեզոք կամ քացախաթթվային միջավայրում առաջացնում է դեղին նստվածք՝



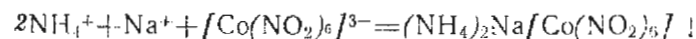
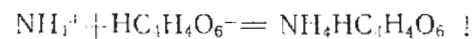
Հիմնային և ուժեղ թթվային միջավայրում ռեակտիվը քայքայվում է՝



Նատրիումի կոբալտինիտրիտը կալիումի կատիոնի հայտնաբերման ամենազգայուն ռեակտիվն է։

Փորձ։ Կալիումի աղի լուծույթի 5—6 կաթիլին ավելացնել 1 կաթիլ Na₃[Co(NO₂)₆]-ի լուծույթ։ Դիտել դեղին նստվածքի առաջացումը։ Ռեակցիան իրագործվում է չեզոք կամ քացախաթթվային միջավայրում։

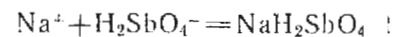
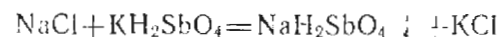
K⁺ իոնի հայտնաբերմանը կարող է խանգարել NH₄⁺ կատիոնը քանի որ թե NaHC₄H₄O₆ և թե Na₃[Co(NO₂)₆] ռեակտիվը NH₄⁺ կատիոնի հետ առաջացնում են կալիումական աղերի պես նստվածքներ՝



Ուստի K⁺-ից առաջ անհրաժեշտ է հայտնաբերել NH₄⁺ կատիոնը և հեռացնել լուծույթից։

Na⁺-ի ռեակցիաները

1. Կալիումի դիհիդրոտանտրիմոնատը՝ KH₂SbO₄, նատրիումի աղերի լուծույթների հետ առաջացնում է սպիտակ նստվածք՝

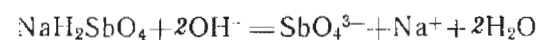


Ռեակցիայի հաջող ընթացքի համար անհրաժեշտ են հետևյալ պայմանները.

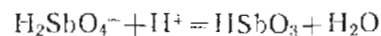
ա) նատրիումական աղի կոնցենտրացիան բավականաչափ մեծ լինի։ Այս ռեակցիան փոքր զգայնություն ունի, ուստի նոսր լուծույթները պետք է նախապես խտացնել գոլորշիացնելով։

բ) Ռեակցիան կատարել սառը պայմաններում (փորձանոթը պահելով հոսող ջրի տակ), որովհետև նստվածքը զգալիորեն լուծելի է տաք ջրում։ Շփել ապակյա ձողով։

գ) Ստեղծել չեզոք կամ թույլ հիմնային միջավայր։ Ուժեղ հիմնային միջավայրում նստվածքը մասամբ լուծվում է՝



Իսկ թթվային միջավայրում ռեակտիվը քայքայվում է՝



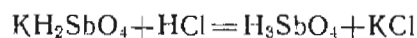
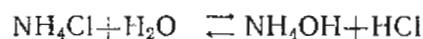
առաջացնելով սպիտակ նստվածք, որը կարելի է շփոթել նատրիումի հիդրոտանտրիմոնատի հետ։

Թթվային միջավայր ունեցող լուծույթները շեղոքացնում են KOH-ով, իսկ հիմնայինը՝ քաջախաթթվով:

Փորձ: Նատրիումական աղի լուծույթի 2—3 կաթիլին ավելացնել նույնքան KH_2SbO_4 -ի լուծույթ և փորձանոթի պատերը շփել ապակյա ձողիկով (միաժամանակ փորձանոթը պահելով հոսող ջրի տակ):

KH_2SbO_4 ռեակտիվի օգտագործման դեպքում պետք է հիշել, որ NH_4^+ կատիոնի առկայությունը կարող է խանգարել Na^+ -ի հայտնաբերմանը:

Տվյալ ռեակտիվը ամոնիումի աղերի լուծույթներում կարող է առաջացնել HSbO_3 -ի սպիտակ նստվածք որպես արդյունք այն բանի, որ ամոնիումի աղերի լուծույթները հիդրոլիզի հետևանքով առաջացնում են թթվային միջավայր, և KH_2SbO_4 -ը քայքայվում է՝



Այսպիսով, եթե լուծույթում առկա է NH_4^+ կատիոնը, անհրաժեշտ է այն նախապես հեռացնել:

2. Միկրոբյուրեղազննական ռեակցիան ցինկուրանիլացեալատի հետ:

Առարկայական ապակու վրա տեղավորել 1 կաթիլ նատրիումական աղի լուծույթ և ղեղադրել գոլորշիացնել մինչև չորանալը: Սառչելուց հետո չոր մնացորդը մշակել 1 կաթիլ ցինկուրանիլացեալատով՝ $\text{Zn}(\text{UO}_2)_3(\text{CH}_3\text{COO})_6$, և մի քանի բոպե անց մանրադիտակով զննել ստացված նատրիումի ցինկուրանիլացեալատի՝ $\text{NaZn}(\text{UO}_2)_2(\text{CH}_3\text{COO})_6 \cdot 9\text{H}_2\text{O}$ դեղին բյուրեղները:

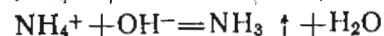
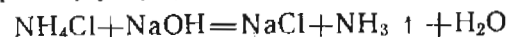
3. Բոցի գունավորման ռեակցիան:

Նատրիումի ցնդող միացությունները անգույն բոցը ներկում են վառ դեղնագույն, որը պահպանվում է մի քանի վայրկյան:

Փորձ: Նիբրումե մետաղալարը մաքրելու նպատակով նախապես թրջել աղաթթվով և շիկացնել բոցում: Այնուհետև մետաղալարով վերցնել քիչ քանակությամբ չոր նատրիումական աղ և պահել այրիչի բոցի անդույն մասում: Չոր աղի փոխարեն կարելի է վերցնել նատրիումի որևէ աղի լուծույթ:

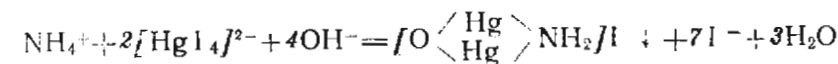
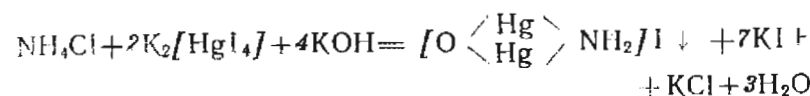
NH₄⁺-ի ռեակցիաներ

1. Կծու ալկալիները՝ NaOH, KOH, ամոնիումի աղերի լուծույթներից տաքացման պայմաններում դուրս են մղում ամոնիակ՝ NH_3 , որն ունի բնորոշ սուր հոտ՝



Փորձ: Ամոնիումի աղի լուծույթի 1—2 կաթիլին ավելացնել 3—4 կաթիլ ալկալիի լուծույթ և թեթևակի տաքացնել: Անջատվող ամոնիակը կարելի է հայտնաբերել ոչ միայն հոտով, այլև թրջած ֆենոլֆտալեինի թղթով՝ այն մոտեցնելով փորձանոթի բերանին (չի կարելի հպել փորձանոթին կամ ընկղմել նրա մեջ): Ամոնիակի առկայությունից ֆենոլֆտալեինի թուղթը կարմրում է:

2. Նևսլերի ռեակտիվը՝ $\text{K}_2[\text{HgI}_4] + \text{KOH}$, ամոնիումի աղերի հետ առաջացնում է գորշ-կարմրավուն նստվածք՝



Փորձ: Ամոնիումի աղի նոսր լուծույթի 1 կաթիլին ավելացնել 1—2 կաթիլ նևսլերի ռեակտիվի լուծույթ: Վերջինս վերցնել հավելորդով, քանի որ նստվածքը լուծվում է ամոնիումի աղերի ավելացումով: Ամոնիումի աղի շնչին քանակի դեպքում գորշ-կարմրավունի փոխարեն առաջանում է դեղնանարնջագույն նստվածք:

NH₄⁺-ի ճեռացումը

Քանի որ ամոնիումի կատիոնը խանգարում է K^+ -ի և Na^+ -ի (KH_2SbO_4 -ով) հայտնաբերմանը, ապա՝ ա) NH_4^+ -ի առկայությունը լուծույթում պետք է որոշել մինչև K^+ -ի և Na^+ -ի հայտնաբերումը, բ) եթե NH_4^+ -ը հայտնաբերված է, անհրաժեշտ է այն լիովին հեռացնել լուծույթից:

NH_4^+ -ի հեռացման համար օգտվում են այն հատկությունից, որ տաքացնելիս նրա աղերը հեշտությամբ քայքայվում ու ցնդում են:

Լուծույթը, որից պետք է հեռացնել NH_4^+ -ը, գոլորշիացնում են ճենապակյա թասում մինչև չորանալը, իսկ չոր մնացորդը շիկացնում մինչև NH_4^+ -ի լրիվ հեռացումը (ստուգում են նևսլերի ռեակտիվով):

NH_4Cl -ի դեպքում ռեակցիան ընթանում է ըստ այս հավասարման՝

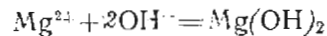


Ռեակցիան, ինչպես երևում է, դարձելի է: Շրկացման միջավայրից հեռանալով՝ անջատված գազերը նորից միանում են իրար՝ առաջացնելով NH_4Cl -ի բյուրեղիկների սպիտակ ծուխ:

Կալիումի ու նատրիումի աղերը շատ ավելի զժվարովյալ մե են ցնդում, քան ամոնիումի չլորիդը նրանք մնում են մնացորդում: Վեղջիկն լուծում են թորած ջրում և ստանում նոր լուծույթ, որը պարունակում է բոլոր կատիոնները, բացի NH_4^+ -ից:

Mg^{2+} -ի ռեակցիաները

1. Ալկալիները՝ NaOH , KOH և NH_4OH , Mg^{2+} -ի հետ առաջացնում են սպիտակ նստվածք՝

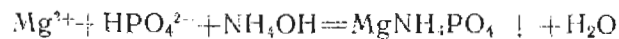
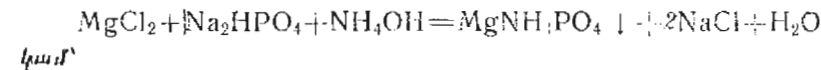


Նստվածքը լուծելի է թթուներում և ամոնիումի աղերում (համոզվեք փորձով): Հետևաբար NH_4^+ -ի առկայության դեպքում $\text{Mg}(\text{OH})_2$ -ի նստեցումը լրիվ չէ: Իսկ եթե ալկալու հետ միաժամանակ ավելացվում է NH_4Cl , ապա $\text{Mg}(\text{OH})_2$ -ը ընդհանրապես չի նստում:

Փորձ: ա) Մազնեղիումի աղի լուծույթի 2 կաթիլին ավելացնել նախքան NaOH -ի 2 ն լուծույթ: Դիտել նստվածքի առաջացումը: Եույն աղի լուծույթի 2 կաթիլին ավելացնել նույնքան 2 ն ամոնիակի լուծույթ: Առաջանում է նույնանման նստվածք:

գ) Մազնեղիումի աղի լուծույթի 2 կաթիլին ավելացնել NH_4Cl -ի 2—3 կաթիլ, ապա՝ 2 կաթիլ 2 ն ամոնիակի լուծույթ: Նստվածք չի առաջանում:

2. Նատրիումի հիդրոֆոսֆատը՝ Na_2HPO_4 , NH_4OH -ի և NH_4Cl -ի առկայությամբ մազնեղիումի աղերի հետ առաջացնում է մազնեղիում-ամոնիում ֆոսֆատի սպիտակ բյուրեղային նստվածք՝

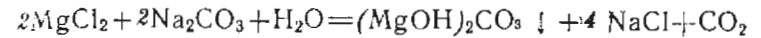


NH_4Cl ավելացվում է, որպեսզի $\text{Mg}(\text{OH})_2$ -ի նստվածք չառաջանա:

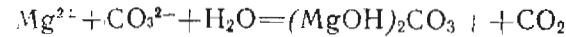
Փորձ: Վերցնել մազնեղիումի աղի լուծույթի 5—6 կաթիլ, ավելացնել 2—3 կաթիլ 2 ն HCl և 5—6 կաթիլ Na_2HPO_4 -ի լուծույթ: Այնուհետև այդ խառնուրդին կաթիլ առ կաթիլ ավելացնել 2 ն NH_4OH մինչև թույլ հիմնային միջավայրի առաջացումը (լու-

ծույթից ամոնիակի հոտ է գալիս): Ստացվում է MgNH_4PO_4 -ի բնորոշ բյուրեղային նստվածքը:

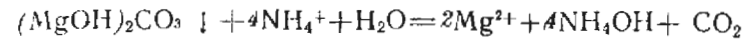
3. Լուծելի կարբոնատները (Na_2CO_3 , K_2CO_3) Mg^{2+} -ի հետ առաջացնում են սպիտակ ամորֆ նստվածք՝



կամ՝



Նստվածքը լուծվում է թթուներում և ամոնիումի աղերում, ուստի եթե Na_2CO_3 -ի փոխարեն որպես ռեակտիվ օգտագործվի $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$ -ը, ապա Mg^{2+} -ի նստեցումը լրիվ չի լինի՝ հետևյալ ռեակցիայի պատճառով.



Ամոնիումի աղի կոնցենտրացիան բարձրացնելու դեպքում (փորձարկվող լուծույթին NH_4Cl ավելացնելու միջոցով) $(\text{MgOH})_2\text{CO}_3$ -ի նստվածք ընդհանրապես չի առաջանում:

ԵՐԿՐՈՐԻ ԽՄԲԻ ԿԱՏԻՈՆՆԵՐԻ ՌԵԱԿՑԻԱՆԵՐԸ

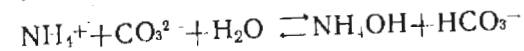
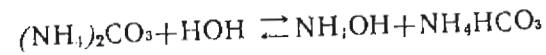
ԸՆԴՈՒՆՈՒ ԲԵՈՒՔԱԳԻՐ

Երկրորդ վերլուծական խմբին պատկանում են Ca^{2+} , Sr^{2+} և Ba^{2+} կատիոնները: Սրանց աղերի զգալի մասն անդուլն է ու ջրում քիչ լուծելի: Սուլֆիդները սակայն, ինչպես և I խմբիներ, ի տարբերություն III—V խմբերի, ջրում լավ են լուծվում: Բնական II խմբի կատիոններն առաջացնում են անլուծելի (մասամբ՝ քիչ լուծելի) շատ աղեր՝ սուլֆատներ, ֆոսֆատներ, օքսալատներ ու կարբոնատներ, այնուամենայնիվ դրանք առաջին խմբի կատիոններից անջատելու համար առավել նպատակահարմար է նստեցնել կարբոնատների ձևով: Դա բացատրվում է նրանով, որ կալցիումի, ստրոնցիումի և բարիումի կարբոնատները նախ՝ գործնականորեն անլուծելի են ջրում, հետևաբար հետազոտվող կատիոնները նստեցվում են լրիվ: այնուհետև՝ հեշտությամբ լուծվում են աղաթթվի, ալոտական թթվի և քացախաթթվի մեջ, և, վերջապես, կարբոնատ իւնի (ռեակտիվի) ավելցուկը չի խանգարում վերլուծության հետագա ընթացքին՝ I խմբի կատիոնների հայտնաբերմանը, քանի որ կարելի է այն թթուներով քայքայել ու հեռացնել:

Նշանակում է՝ II վերլուծական խմբի կատիոնների համար լավագույն խմբային սեակտիվ կարող է համարվել կարբոնատ իոնը՝ CO_3^{2-} : Միանգամայն հասկանալի է, որ կարբոնատ իոնը պետք է վերցնել լուծելի աղի՝ Na_2CO_3 -ի, K_2CO_3 -ի, $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$ -ի ձևով: Դրանցից յուրաքանչյուրը լրիվ բավարարում է խմբային սեակտիվին ներկայացվող բոլոր պահանջներին: Բայց քանի որ քննարկվող խմբի խմբային սեակտիվն օգտագործվում է կատիոնների II խումբը I-ից անջատելու համար, վերոհիշյալ սեակտիվներից ցանկացածը վերցնելու դեպքում լուծույթի մեջ մտցվում է I խմբի կատիոն՝ K^+ , Na^+ կամ NH_4^+ :

Հաշվի առնելով, որ NH_4^+ կատիոնը առանձին նմուշում նախապես կարելի է հայտնաբերել (զրան չի խանգարում ոչ մի այլ կատիոն), իսկ հարկ եղած դեպքում՝ նաև լուծույթից լրիվ հեռացնել, ջրում լուծելի կարբոնատներից որպես խմբային սեակտիվ օգտագործվում է $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$ -ը: Սակայն վերջինս որպես սեակտիվ ունի թերություններ, որոնց իմացությունն անհրաժեշտ է վերլուծությունն անսխալ կատարելու համար:

1. $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$ -ը, որպես թույլ հիմքից ու թույլ թթվից գոյացած աղ, ջրում ենթարկվում է ուժեղ հիդրոլիզի՝

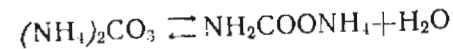


առաջացնելով HCO_3^- անիոնը, որը II խմբի կատիոնների հետ տալիս է ջրում լուծելի հիդրոկարբոնատներ, հետևապես այդ կատիոնների նստեցումը նման պայմաններում լրիվ լինել չի կարող: Հիդրոլիզը կանխելու նպատակով անհրաժեշտ է լրացուցիչ ալկալացնել NH_4OH -ի լուծույթ:

2. NH_4OH -ի ավելացումը, սակայն, բարձրացնում է լուծույթի հիմնայնությունը՝ pH -ը, որի հետևանքով Mg^{2+} կատիոնը կարող է մասամբ նստվածք անցնել $\text{Mg}(\text{OH})_2$ -ի ձևով:

Այս երևույթը կարելի է կանխել վերլուծվող լուծույթին նախապես NH_4Cl ավելացնելու միջոցով, որը միաժամանակ NH_4OH -ի հետ առաջացնում է բուֆերային խառնուրդ ու կարգավորում միջալայրի pH -ը:

3. Ամոնիումի կարբոնատի լուծույթը կարող է պարունակել կատիոնների նստեցմանը խանգարող մի խառնուրդ է: Դա ամոնիումի կարբամիդատն է՝ $\text{NH}_2\text{COONH}_4$, որը գոյանում է ամոնիումի կարբոնատի քայքայումից՝



Կարբամիդատի առաջացման հետևանքով II խմբի կատիոնների նստեցումը կարող է լրիվ չլինել, որովհետև նախ՝ դրանց կարբամիդատները լուծելի են, երկրորդ՝ կարբամիդատի գոյացումը ղդալի չափով նվազեցնում է CO_3^{2-} իոնի կոնցենտրացիան:

Այս «արգելքը» ևս կարելի է հեշտությամբ հաղթահարել՝ II խմբի կատիոնների նստեցումը իրագործելով մինչև 80°C (բայց ոչ ավել) տաքացրած լուծույթում: Լուծույթի տաքացման հետևանքով վերը բերված հավասարակշռությունը տեղաշարժվում է ամոնիումի կարբոնատի առաջացման ուղղությամբ:

Այսպիսով, $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$ խմբային սեակտիվի միջոցով II խմբի կատիոնների նստեցումը անհրաժեշտ է իրագործել՝ պահպանելով հետևյալ պայմանները.

ա) Փորձարկվող լուծույթին նախապես ավելացնել NH_4OH մինչև մոմինակի հոտի զգացումը, այնուհետև՝ նաև NH_4Cl :

բ) NH_4OH -ի և NH_4Cl -ի ավելացումը կատարել այն հաշվով, որ լուծույթի միջավայրն ունենա $\text{pH} \approx 9,2$ արժեքը:

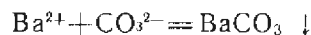
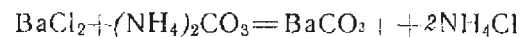
գ) Ստացված խառնուրդը, այնուհետև, տաքացնել $70-80^\circ\text{C}$ -ում և ավելացնել խմբային սևակաթիլը (կատիոնները նստում են կարբոնատների ձևով):

Ստացված կարբոնատները հեշտությամբ լուծվում են HCl , HNO_3 և CH_3COOH թթուների մեջ:

Մասնակի ռեակցիաներ

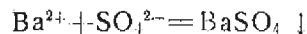
Ba^{2+} -ի ռեակցիաները

1. Բարիումի լուծելի աղերը, փոխադրելով $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$ -ի և ածխաթթվի լուծելի ալ աղերի հետ, առաջացնում են BaCO_3 սպիտակ նստվածք՝



Փորձ: Բարիումի քլորիդի 5—6 կաթիլ լուծույթին ավելացնել $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$ -ի լուծույթի 6—7 կաթիլ և թույլ տաքացնել: Դիտել նստվածքի գոյացումը: Ստացված նստվածքը լուծվում է աղաթթվի, ազոտական թթվի և քացախաթթվի մեջ: Համոզվելու համար նստվածքին կաթիլներով ավելացնել քացախաթթու: Դրել ռեակցիայի հավասարումը:

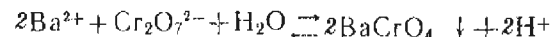
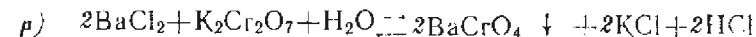
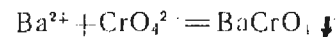
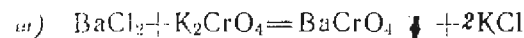
2. Բարիումի լուծելի աղերը, փոխադրելով նախ ծծմբական թթվի կամ նրա լուծելի աղերի հետ, առաջացնում են BaSO_4 -ի սպիտակ բյուրեղային նստվածք, որն անլուծելի է թթուների և հիմքերի նոսր լուծույթներում:



Փորձ: Վերցնել 5—6 կաթիլ փորձարկվող լուծույթ և ավելացնել նույնքան ծծմբական թթվի կամ $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ -ի նոսր լուծույթ: Դիտել նստվածքի առաջացումը:

Բարիումի սուլֆատը՝ BaSO_4 , անլուծելի է թթուներում: Ստուգելու համար ստացված նստվածքը բաժանել երեք մասի (փորձանոթներում) և յուրաքանչյուրին ավելացնել համապատասխանաբար HCl , HNO_3 , CH_3COOH :

3. Բարիումի կատիոնի հետ լուծելի քրոմատները (CrO_4^{2-}) և դիքրոմատները ($\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$) առաջացնում են դեղին բյուրեղային նստվածք (BaCrO_4)՝

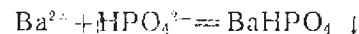
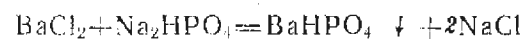


Երկրորդ ռեակցիայում հավասարակշռությունը լրիվ դեղի աջ տեղաշարժելու համար անհրաժեշտ է $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ -ի հետ ավելացնել նաև նատրիումիացիտատ՝ CH_3COONa , ուժեղ թթվի գոյացումը կանխելու նպատակով:

Փորձ: 5—6 կաթիլ բարիումի քլորիդի լուծույթին ավելացնել նույնքան K_2CrO_4 -ի (կամ $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ -ի ու CH_3COONa -ի) լուծույթներ: Դիտել նստվածքը:

BaCrO_4 -ի նստվածքը աղաթթվի և ազոտական թթվի մեջ լուծվում է, քացախաթթվում՝ ոչ: Դրանում համոզվելու համար կատարել համապատասխան փորձեր և գրել ռեակցիաների հավասարումները:

4. Նատրիումի հիդրոֆոսֆատի (Na_2HPO_4) հետ բարիումի կատիոնը շեղոք միջավայրում տալիս է BaHPO_4 -ի սպիտակ անօրֆ նստվածք՝



Իսկ հիմնային միջավայրում՝ $\text{Ba}_3(\text{PO}_4)_2$:

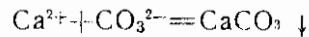
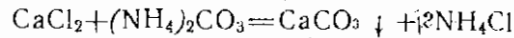
Փորձ: Բարիումի փորձարկվող աղի 5—6 կաթիլ լուծույթին ավելացնել նույնքան Na_2HPO_4 -ի լուծույթ: Դիտել նստվածքի առաջացումը:

BaHPO_4 -ի նստվածքը լուծվում է հանքային թթուներում և քացախաթթվի մեջ: Փորձել և գրել ռեակցիաների հավասարումները:

5. Բարիումի ցնդող աղերը, օրինակ՝ BaCl_2 , $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$ և այլն, ալիքի անգույն բոցը գունավորում են կանաչադեղնավուն:

Ca²⁺-ի ռեակցիաները

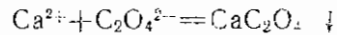
1. Կալցիումի կատիոնը ամոնիումի և ալյումինի կարբոնատներին հետ առաջացնում է սպիտակ նստվածք՝



Փորձ: CaCl₂-ի լուծույթի 5—6 կաթիլին ավելացնել նույնքան (NH₄)₂CO₃-ի լուծույթ և թույլ տաքացնել: Դիտել CaCO₃-ի նստվածքի առաջացումը:

Ստացված նստվածքը լուծելի է հանքային թթուներում և քաղաքաթթվի մեջ: Փորձել և գրել ռեակցիաների հավասարումները:

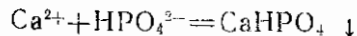
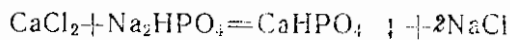
2. Կալցիումի կատիոնը ամոնիումի օքսալատի [(NH₄)₂C₂O₄] հետ առաջացնում է կալցիումի օքսալատի սպիտակ մանրաբյուրեղ նստվածք՝



Այս ռեակցիայով կալցիումի հայտնաբերմանը խանգարում է Ba²⁺ կատիոնը, որը C₂O₄²⁻-ի հետ առաջացնում է նույնանման նստվածք:

Փորձ: CaCl₂-ի 5—6 կաթիլ լուծույթին ավելացնել նույնքան ամոնիումի օքսալատի լուծույթ: Դիտել նստվածքի առաջացումը: Նստվածքը չի լուծվում քաղաքաթթվի մեջ, բայց հեշտաթլումը լուծվում է հանքային թթուներում: Փորձել և գրել ռեակցիաների հավասարումները:

3. Նատրիումի հիդրոֆոսֆատի (Na₂HPO₄) ռեակտիվը կալցիումի լուծելի աղերի հետ առաջացնում է կալցիումի հիդրոֆոսֆատի (CaHPO₄) սպիտակ նստվածք՝



Փորձ: Փորձարկվող լուծույթի 5—6 կաթիլին ավելացնել նույնքան Na₂HPO₄-ի լուծույթ: Դիտել նստվածքի առաջացումը: CaHPO₄-ի նստվածքը լուծվում է հանքային թթուներում և քաղաքաթթվի մեջ: Փորձել և գրել ռեակցիաների հավասարումները:

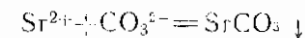
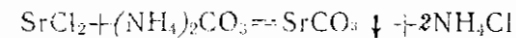
4. Մծմբական թթուն կալցիումի իոնները նստեցնում է միայն խիտ լուծույթները՝ առաջացնելով CaSO₄·2H₂O-ի սպիտակ բյուրեղային նստվածք: Սա ամենազգայուն միկրոբյուրեղազննակուն ռեակցիան է, քանի որ CaSO₄·2H₂O-ն գոյանում է ասեղանման մեծ գլուրեղների ձևով, որոնք տարբերվում են BaSO₄ ի մանրահատիկներից: Դրա շնորհիվ այս ռեակցիայով կալցիումը կարելի է հայտնաբերել բարիումի առկայությամբ:

Փորձ: Առարկայական աղաղակ վրա տեղադրել կալցիումի փորձարկվող լուծույթի 1 կաթիլ և ավելացնել նույնքան 2 ն H₂SO₄-ի լուծույթ: Խառնուրդը պարզիացնել: Մանրադիտակով զննել CaSO₄·2H₂O-ի ասեղանման բյուրեղները:

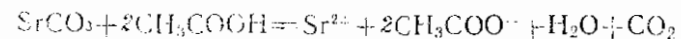
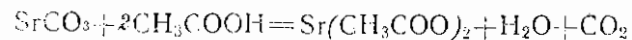
5. Կալցիումի ցնդող աղերը՝ CaCl₂, Ca(NO₃)₂, ալյուրի ևն՝ գույն բոցը ներկում են աղյուսակարմիր գույնի:

Sr²⁺-ի ռեակցիաները

1. Sr²⁺ կատիոնը լուծելի կարբոնատների, մասնավորապես (NH₄)₂CO₃-ի հետ առաջացնում է սպիտակ ամորֆ նրստվածք, որն աստիճանաբար բյուրեղանում է: Տաքացնելիս պրոցեսն արագանում է:

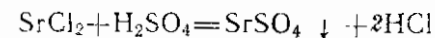


Նստվածքը լուծվում է նոսր թթուներում (HCl, HNO₃, CH₃COOH):



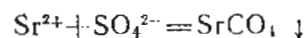
Փորձ: SrCl₂-ի լուծույթի 5—6 կաթիլին ավելացնել նույնքան (NH₄)₂CO₃-ի լուծույթ և թույլ տաքացնել: Դիտել նստվածքի առաջացումը: Նստվածքը լուծել քաղաքաթթվի մեջ:

2. Մծմբական թթուն և նրա լուծելի աղերը Sr²⁺ կատիոնի հետ առաջացնում են սպիտակ բյուրեղային նստվածք՝ SrSO₄:



Քիչ լուծելի SrSO_4 -ի նստվածքը լուծելի կարբոնատով (Na_2CO_3) մշակելիս կարելի է հեշտությամբ փոխարկել դժվարալուծ ստրոնցիումի կարբոնատի՝ SrCO_3 ($l\text{SrSO}_4 = 3.2 \cdot 10^{-7}$, $l\text{SrCO}_3 = 1.1 \cdot 10^{-10}$),

3. Գիպսաջուրը կամ դիպսի ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) հալեցած լուծույթը Sr^{2+} կատիոնի հետ առաջացնում է նստվածք (պղտորություն)։

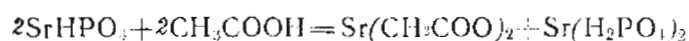
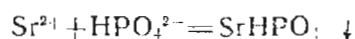
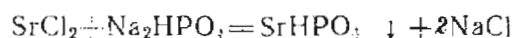


Տաքացնելիս ռեակցիան արագանում է։

Բարիումի կատիոնի լուծելի տղերը դիպսաջուրի հետ նույնպես առաջացնում են պղտորություն, այդ պատճառով էլ նախքան նըշված ռեակտիվով Sr^{2+} -ի հայտնաբերումը անհրաժեշտ է Ba^{2+} կատիոնը հեռացնել։

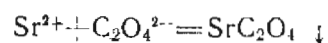
Փորձ։ SrCl_2 -ի լուծույթի 5—6 կաթիլին ավելացնել նույնքան գիպսաջուր։ Տաքացնել ջրային բաղնիքի վրա։ Որոշ ժամանակից հետո դիտել սղտորության առաջացումը։

4. Նատրիումի հիդրոֆոսֆատը ստրոնցիումի իոնների հետ առաջացնում է սպիտակ նստվածք, որը լուծվում է սղաթթվի, ազոտական թթվի և քացախաթթվի մեջ։

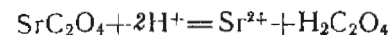
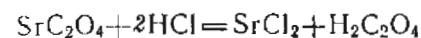


Փորձ։ SrCl_2 -ի լուծույթի 5—6 կաթիլին ավելացնել նույնքան նատրիումի հիդրոֆոսֆատի (Na_2HPO_4) լուծույթ։ Դիտել սպիտակ նստվածքի գոյացումը։

5. Ամոնիումի օքսալատը ($(\text{NH}_4)_2\text{C}_2\text{O}_4$, ստրոնցիումի իոնների հետ առաջացնում է SrC_2O_4 -ի սպիտակ մանրաբյուրեղ նստվածք։ Տաքացրած լուծույթից անջատվում են խոշոր բյուրեղներ։



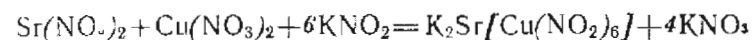
Ստրոնցիումի օքսալատը լուծվում է հանքային թթուների (HCl , HNO_3) և խիտ քացախաթթվի մեջ։



Փորձ։ SrCl_2 -ի լուծույթի 4—5 կաթիլին ավելացնել նույնքան ամոնիումի օքսալատ՝ $(\text{NH}_4)_2\text{C}_2\text{O}_4$ ։ Առաջանում է սպիտակ նստվածք։ Ցենտրիֆուգել, նստվածքը անջատել լուծույթից և լուծել սղաթթվի մեջ։

6. Միկրոբյուրեղազնական ռեակցիա

Առարկայական ապակու վրա Sr^{2+} -ի աղի լուծույթի մի կաթիլ մշակում են պղնձի նիտրատի ($w = 2\%$), քացախաթթվի ($C = 0.05$ մոլ/լ) լուծույթներով և բյուրեղային կալիումի նիտրիտով։ Առաջանում են եռակի նիտրիտի $\text{K}_2\text{Sr}[\text{Cu}(\text{NO}_2)_6]$ կապտականաչավուն խորանարդաձև մանր բյուրեղներ։



Փորձ։ Առարկայական ապակու վրա տեղավորում են 1—2 կաթիլ ստրոնցիումի նիտրատի լուծույթ և գոլորշիացնում մինչև չորանալը։ Այնուհետև ավելացնում են նույնքան պղնձի նիտրատի լուծույթ և նորից գոլորշիացնում։ Ստեղծելուց հետո չոր մնացորդը մշակում են 2 կաթիլ քացախաթթվով և ստացված լուծույթի մեջ մտցնում կալիումի նիտրիտի մի քանի բյուրեղներ։ 3—5 րոպե անց մանրադիտակով զննում են ստացված $\text{K}_2\text{Sr}[\text{Cu}(\text{NO}_2)_6]$ -ի մանր բյուրեղները։

7. Բոցի գունավորման ռեակցիա

Ստրոնցիումի ցնդող աղերը անդույն բոցը գունավորում են աղյուսակաժրավուն։

Փորձ։ Նիթրոմեմե տաղալարով վերցնում են քիչ քանակությամբ չոր ստրոնցիումի աղ և պահում այրիլի բոցի անդույն մասում։ Չոր աղի փոխարեն կարելի է վերցնել ստրոնցիումի որևէ աղի լուծույթ։ Դիտել բոցի գունավորումը։

ԿԱՏՈՒՆՆԵՐԻ II ԵՎ I ԽՐԵՐԻ ԽԱՌՆՈՒՐԿԻ

ՎԵՐԼՈՒՄՈՒԹՅԱՆ ԸՆԹԱՅՔԸ

Վերլուծությունը սկսում են փորձալուծույթի առանձին նըմուշների նախնական փորձարկումներով:

Որոշում են լուծույթի pH-ը ունիվերսալ ինդիկատորի միջոցով:

Քանի որ NH_4^+ կատիոնը վերլուծության ընթացքում լուծույթ է մտցվում II խմբի խմբային ռեակտիվի հետ, ապա անհրաժեշտ է այդ կատիոնը հայտնաբերել նախապես՝ լուծույթի առանձին նըմուշում:

Այդ փորձարկումներից հետո կատիոնների II խումբը բաժանում են I-ից և վերլուծում առանձին-առանձին:

1. NH_4^+ -ի հայտնաբերումը

Փորձալուծույթի 1—2 կաթիլին ավելացնել 2—3 կաթիլ 2 Ն NaOH և տաքացնել ջրային բաղնիքի վրա: Փորձանոթի բերանին մոտեցնել (ներս չմտցնել) թրջած ֆենոլֆտալեինի թուղթ՝ եթե վերջինս կարմրում է, ուրեմն լուծույթում առկա է NH_4^+ :

Այս փորձարկմանը զուգահեռ, ստուգման համար կարելի է 1 կաթիլ փորձարկվող լուծույթին ավելացնել 2—3 կաթիլ նեոպրի ռեակտիվ. գորշ-կարմրավուն նստվածքի առաջացումը հաստատում է NH_4^+ -ի առկայությունը:

2. Կատիոնների II խմբի բաժանումը I խմբից

Փորձալուծույթի 25 կաթիլին ավելացնել մի քանի կաթիլ 2 Ն NH_4OH ու NH_4Cl և որոշել լուծույթի pH-ը: Եթե $\text{pH} < 9$, լուծույթի ավելացնել NH_4OH , իսկ եթե $\text{pH} > 9$, ապա՝ NH_4Cl կամ HCl մինչև $\text{pH} \approx 9$: Այդպիսի միջավայր ստեղծելուց հետո լուծույթը տաքացնել ջրային բաղնիքի վրա և ավելացնել 10—12 կաթիլ $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$ -ի լուծույթ: Փորձանոթի պարունակությունը խառնել և,

1 Նկարագրված փորձարկումների ժամանակ կարող է առաջանալ սպիտակ նստվածք, եթե լուծույթում առկա է Mg^{2+} , ապա կգոյանա $\text{Mg}(\text{OH})_2$: Բացի դրանից, ալկալիների լուծույթները սովորաբար պարունակում են Na_2CO_3 -ի կամ K_2CO_3 -ի խառնուրդներ (օդից CO_2 կլանելու հետևանքով), որոնց շնորհիվ կարող են առաջանալ II խմբի կատիոնների կարբոնատների նստվածքներ: Վերջիններս առկայի NH_4^+ -ի հայտնաբերմանը չեն խանգարում:

—2 ըրպե տաքացնելով բաղնիքի վրա, նստվածքը ցենտրիֆուգել, Առանց նստվածքը ցենտրիֆուգատից բաժանելու, ստուգել II խմբի նստեցման լրիվությունը՝ ավելացնելով 1 կաթիլ $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$ -ի լուծույթ: Եթե նստվածքի վրայի լուծույթը պղտորվում է, ուրեմն նստեցումը լրիվ չէ: Այդ դեպքում լրացուցիչ պետք է ավելացնել $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$ և կրկենել վերահիշյալ բոլոր փորձարկումները:

Հասնելով կատիոնների II խմբի լրիվ նստեցմանը՝ նստվածքը բաժանել լուծույթից և լվանալ տաք ջրով:

Նստվածքը, որը կարող է պարունակել CaCO_3 , BaCO_3 , SrCO_3 վերլուծել ըստ 3—7 կետերի: Իսկ ցենտրիֆուգատը, որը պարունակում է I խմբի կատիոններ, փորձարկել ըստ 8—11 կետերի:

3. Կատիոնների II խմբի կարբոնատների լուծումը

Նախորդ կետում ստացված նստվածքը լուծել 2 Ն CH_3COOH -ի 8—10 կաթիլում: Եթե լուծույթը թևթևակի պղտոր է ստացվում, ապա ցենտրիֆուգել և նստվածքը դեն գցել: Պարզ ցենտրիֆուգատը տեղափոխել նոր փորձանոթ և հետազոտել ստորև նկարագրված ձևով:

4. Ba^{2+} -ի հայտնաբերումը և հեռացումը

Նախորդ կետում ստացված լուծույթի նմուշին ավելացնել K_2CrO_4 -ի 1—2 կաթիլ: Եթե առաջանում է BaCrO_4 -ի դեղին նըստվածք, ապա առկա է Ba^{2+} :

Քանի որ Ba^{2+} -ը խանգարում է Ca^{2+} -ի հայտնաբերմանը, ապա անհրաժեշտ է այն նախապես հեռացնել լուծույթից: Դրա համար լուծույթին լրացուցիչ ավելացնել K_2CrO_4 և տաքացնել:

BaCrO_4 -ի նստվածքը ցենտրիֆուգել, ստուգել նստեցման լրիվությունը և համոզվելով, որ Ba^{2+} -ի նստեցումը լրիվ է, նստվածքը բաժանել ցենտրիֆուգատից ու դեն գցել: Իսկ ցենտրիֆուգատում հայտնաբերել Ca^{2+} և Sr^{2+} կատիոնները:

5. Sr^{2+} -ի և Ca^{2+} -ի նստեցումը

Նախ պետք է ազատվել ցենտրիֆուգատում (4-րդ կետում ստացված) գտնվող K_2CrO_4 -ի ավելցուկից, որը իր վառ գունավո-

բումով խանգարում է վերլուծության հետագա բնագիտական: Լուծույթի մինչև հիմնային ռեակցիան ($\text{pH} < 10$), ալկալացնել պինդ Na_2CO_3 տաքացնել ջրային բաղնիքի վրա 2—3 բոպե, որից հետո նստվաքը (SrCO_3 , CaCO_3) ցենտրիֆուգելով անջատել, լվանալ և շարոնակել հետազոտել նստվածքը:

6. Sr^{2+} -ի հայտնաբերումը և նստեցումը

SrCO_3 -ի և CaCO_3 -ի նստվածքը լուծել 7—8 կաթիլ 2 CH_3COOH -ում. եթե ստացված լուծույթը պղտոր է, այն ցնեսրիֆուգել: Ստացված ցենտրիֆուգատի 2—3 կաթիլին ալկալացն. զրպաջուր և տաքացնել ջրային բաղնիքի վրա: Որոշ ժամանակից հետո առաջանում է պղտորություն, որը վկայում է Sr^{2+} -առկայությունը (եթե պլստորությունը առաջանում է անմիջապեզրպաջուր ալկալացնելիս, նշանակում է՝ Ba^{2+} -ը լրիվ չի հեռացվել և հնարավոր չէ որոշել ստրոնցիումը):

Եթե լուծույթում առկա է Sr^{2+} , անհրաժեշտ է հեռացնել, բայի որ այն խանգարում է Ca^{2+} -ի հայտնաբերմանը: Հեռացնելու համար ցենտրիֆուգատին (6-րդ կետում ստացված) ալկալացնել 8—10 կաթիլ ամոնիումի սուլֆատի լուծույթ, մի քանի կաթիլ ամոնիումի հիդրօքսիդ և տաքացնել 10 բոպե: Այս պայմաններու ստրոնցիումի իոնը նստում է աուլֆատի ձևով, իսկ կալցիում, մնում է լուծույթում: Դա րացատրվում է նրանց լուծելիության արտադրյալների թվային արժեքների տարբերությամբ (ԼԱ SrSO_4 և ԼԱ CaSO_4): Լուծույթը ցենտրիֆուգել, SrSO_4 -ի նստվածքը հեռացնել, ցենտրիֆուգատում հայտնաբերել Ca^{2+} իոնը:

7. Ca^{2+} -ի հայտնաբերումը

Ստացված ցենտրիֆուգատին ալկալացնել 4—5 կաթիլ $(\text{NH}_4)_2\text{C}_2\text{O}_4$ -ի լուծույթ և տաքացնել: Եթե առաջանում է նստվածք CaC_2O_4 , ապա հայտնաբերված է Ca^{2+} կատիոնը:

Եթե հետազոտվող լուծույթում բացակայում է Sr^{2+} իոնը, ապա Ca^{2+} -ը հայտնաբերելիս վերլուծության 5, 6 կետերը չեն կատարում:

Այժմ անցնենք հրկրորդ կետում ստացված ցենտրիֆուգատի վերլուծությանը, որը պարունակում է կատիոնների I խումբը և ամոնիումի միացությունների ալկալցուկ (մտքվել են II խումբը նստեցնելիս): Այդ ցենտրիֆուգատում պետք է հայտնաբերել I խմբի կատիոնները: NH_4^+ կատիոնը, որ որոշվել է նախնական փորձարկումով (տե՛ս 1 կետ), չի խանգարում Mg^{2+} -ի հայտնաբերմանը, ուստի վերջինս կարելի է որոշել միանգամից՝ ցենտրիֆուգատի առանձին նմուշում: Մինչ Na^+ -ի և K^+ -ի հայտնաբերումը անհրաժեշտ է նախապես հեռացնել խանգարող NH_4^+ -ը, անկախ նրանից՝ սկզբնական հետազոտվող լուծույթը պարունակել է ամոնիումի կատիոն, թե ոչ, քանի որ ինչպես ասվել է, վերլուծության բնագիտում II խումբը նստեցնելիս NH_4^+ մենք ենք մտացնում հետազոտվող լուծույթի մեջ:

8. Mg^{2+} -ի հայտնաբերումը

Երկրորդ կետում ստացված ցենտրիֆուգատի 2—3 կաթիլին ալկալացնել 2 ն HCl լուծույթ (մինչև թթվային ռեակցիան), 1—2 կաթիլ Na_2HPO_4 և կաթիլ առ կաթիլ՝ NH_4OH , մինչև հիմնային ռեակցիան (լուծույթից պետք է ղգացվի ամոնիակի հոտ): Եթե նստվածք միանգամից չի առաջանում, լուծույթը պահել որոշ ժամանակ:

Սպիտակ բյուրեղային նստվածքի (MgNH_4PO_4) առաջացումը վկայում է, որ լուծույթում առկա է Mg^{2+} կատիոն:

9. NH_4^+ -ի հեռացումը

Ցենտրիֆուգատը տեղափոխել տիգելի (հալքանոթի) կամ ճենպուկյա փոքրիկ թասի մեջ, թթվեցնել խիտ HCl -ով կամ HNO_3 -ով և հեռացնել մինչև չոր մնացորդ ստանալը: Վերջինս շիկացնել մինչև ամոնիումի աղերի լրիվ հեռացումը: Դրանում համողվելու համար չոր մնացորդի փոքրիկ բյուրեղիկը լուծել 2—3 կաթիլ թորած ջրում և ալկալացնել 2—3 կաթիլ նեալերի ռեակտիվ, նարնջագույն նստվածքի առաջացումը կամ լուծույթի դեղին գունավորվելը ցույց է տալիս, որ NH_4^+ -ը լրիվ չի հեռացված: Այդ դեպքում չոր մնացորդը նորից պետք է մշակել խիտ HCl -ով կամ HNO_3 -ով, գո-

լորշիացնել և շիկացնել: Այս գործողությունները կրկնել անքան մինչև NH_4^+ -ը լրիվ հեռացվի: Դրանից հետո ընդ մնացորդը լուծել թորած ջրում: Եթե լուծույթը պղտոր է ստացվում (MgOHCl), ապա ցենտրիֆուգել և պարզ ցենտրիֆուգատը փորձարկել, ինչպես նկարագրված է հաջորդ կետերում:

10. K^+ -ի հայտնաբերումը

NH_4^+ -ից մաքրված լուծույթի 1—2 կաթիլին ավելացնել 2—3 կաթիլ $\text{Na}_2[\text{Co}(\text{NO}_2)_6]$ և, եթե միջավայրի ռեակցիան թթվային է, նաև 1—2 կաթիլ CH_3COONa : Դեղին նստվածք ($\text{K}_2\text{Na}[\text{Co}(\text{NO}_2)_6]$) առաջացումը վկայում է կալիում կատիոնի առկայության մասին:

Վերահիշյալ ռեակտիվի փոխարեն կարելի է օգտագործել $\text{NaHC}_4\text{H}_4\text{O}_6$ բայց այս ռեակցիան նվազ ղգայնություն ունի:

11. Na^+ -ի հայտնաբերումը

Na^+ -ը հայտնաբերում են KH_2SbO_4 -ի միջոցով: Այդ ռեակցիայի կատարման համար անհրաժեշտ պայմանները արդեն նըշված են (տես էջ 14):

Ռեակցիային խանգարում են NH_4^+ և Mg^{2+} կատիոնները: Առաջինը արդեն հեռացված է (կետ 9), հետևաբար որպես «խանգարիչ» իրեն մնում է Mg^{2+} -ը: Փորձարկվող լուծույթում նրա առկայությունը կամ բացակայությունը թելադրում է, թե ինչպես պետք է հայտնաբերել Na^+ կատիոնը:

ա) Mg^{2+} -ը բացակայում է

NH_4^+ -ից ազատված լուծույթի նմուշին ավելացնել նույնքան KH_2SbO_4 և փորձանոթի պատերը շփել սպակվա ձողիկով: Եթե առաջանում է նստվածք, նույնիսկ թեթև պղտորության ձևով, նըշանակում է՝ առկա է Na^+ :

բ) Mg^{2+} -ը առկա է

Նախապես անհրաժեշտ է այն հեռացնել: Դրա համար NH_4^+ -ից ազատված լուծույթին (K^+ -ն որոշելուց հետո) ավելացնել KOH (բայց ոչ NaOH) մինչև ուժեղ հիմնային ռեակցիան: Առաջացած $\text{Mg}(\text{OH})_2$ -ը ցենտրիֆուգել և դեն նետել:

Ցենտրիֆուգատը, որ պարունակում է Na^+ , KOH -ի ավելցուկի հետ, անհրաժեշտ է շեղոքացնել և խտացնել: Դրա համար ցենտրիֆուգատին ավելացնել 2 ն HCl մինչև թթվային ռեակցիան, տեղափոխել տիգելի մեջ, գոլորշիացնել և թեթևակի շիկացնել, որպեսզի HCl -ի ավելցուկը հեռանա: Սառչելուց հետո տիգելի պարունակությունը լուծել 3 կաթիլ (ոչ ավելի) թորած ջրում և, բացարձակ վճիռ լուծույթը տեղափոխելով փորձանոթ, կատարել Na^+ -ի հայտնաբերման ռեակցիան (KH_2SbO_4 -ի հետ): Անհրաժեշտ է նշել, որ նստվածքը հաճախ առաջանում է թեթև պղտորության ձևով:

Ա ռ ա ջ ա դ ր ա ն ք

Վերլուծական I և II խմբերի կատիոններին, ինչպես նաև վերլուծության համակարգված ընթացքի հաջող ուսումնասիրման համար անհրաժեշտ է անօրգանական քիմիայի գաղափարներից կրկնել հետևյալ և նախկան հարցերը:

1. Քլիմական ռեակցիաների արագությունը և քիմիական հավասարակշռություն: Զանգվածների ներդրությունը օրենքը և նրա նշանակությունը: Հավասարակշռված կոնցենտրացիան և հավասարակշռության հաստատումը:

2. էլեկտրոլիտիկ դիսոցիացիայի տեսության հիմունքները: Դիսոցիացիայի աստիճան (դիսոցիացիայի աստիճանի կախվածությունը լուծույթի կոնցենտրացիայից):

3. լուծույթների կոնցենտրացիան և նրանց արտահայտման եղանակները:

4. Հավասարակշռություն էլեկտրոլիտների լուծույթներում Դիսոցիացիայի հաստատում: Ուժեղ և թույլ էլեկտրոլիտներ:

5. Ջրի իոնական արտադրյալը: Ջրածնային իոնների կոնցենտրացիան և pH-ը: Միջավայրի ռեակցիայի բնույթը:

6. Ազդերի հիդրոլիզը:

7. Տարասեռ (հետերոգեն) հավասարակշռություն: Լուծելիության արտադրյալի կանոնը և լուծելիություն: Համանման իոնի ազդեցությունը լուծելիության վրա:

Սառուգոդակաճ հարցեր և խնդիրներ

1. Ինչպե՞ս կարելի է հայտնաբերել II խմբի կատիոնների առկայությունը լուծույթում:

2. Ի՞նչ ձևով կարելի է անջատել I խմբի կատիոնները II խմբի կատիոններից:

3. Ինչո՞ւ վերլուծական I խմբի կատիոնները խմբային ռեակտիվ չունեն:

4. Ինչո՞վ բացատրել, որ վերլուծական խմբի կատիոնների համար որպես խմբային ռեակտիվ օգտագործվում է $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$ -ը, այլ ոչ թե Na_2CO_3 -ը կամ K_2CO_3 -ը:

5. Ի՞նչ պայմաններ են անհրաժեշտ, որ վերլուծական II խմբի խմբային ռեակտիվի ազդեցությունն արդյունավետ լինի: Ինչո՞վ բացատրել, որ անհրաժեշտ է՝ ա) փորձարկվող լուծույթին ավելացնել NH_4OH -ի ու NH_4Cl -ի լուծույթներ, բ) խառնուրդը տաքացնել:

6. Ինչպե՞ս են վարվում II խմբի խմբային ռեակտիվի ազդեցության հետևանքով ստացված նստվածքի հետ:

7. Ինչպե՞ս են հայտնաբերում NH_4^+ կատիոնը լուծույթում:

8. Ինչո՞ւ լուծույթում NH_4^+ կատիոնի առկայության դեպքում պետք է այն հեռացնել: Ի՞նչ եղանակով կարելի է դա անել:

9. Նշել այն պայմանները, որոնք անհրաժեշտ են Na^+ կատիոնը կալիումի դիհիդրոտանտրոնատի (KH_2SbO_4) ներգործությամբ հայտնաբերելու համար: Na^+ կատիոնի հայտնաբերմանը ո՞ր իոններն են խանգարում և ինչո՞ւ:

10. Ինչպե՞ս կարելի է K^+ կատիոնը հայտնաբերել լուծույթում: Ո՞ր իոններն են խանգարում K^+ կատիոնի հայտնաբերմանը: Գրել համապատասխան ռեակցիաների հավասարումները: Ինչպե՞ս կարելի է վերացնել խանգարիչ ազդեցությունը:

11. Ինչո՞ւ Na^+ կատիոնը հայտնաբերելուց առաջ անհրաժեշտ է լուծույթից հեռացնել NH_4^+ և Mg^{2+} կատիոնները:

12. Ինչո՞ւ Mg^{2+} կատիոնը Na^+ -ից անջատելու ժամանակ օգտագործում են KOH -ի լուծույթ, այլ ոչ թե NaOH կամ $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$:

13. Ի՞նչ պայմաններում կարելի է K^+ կատիոնը հայտնաբերել նստրվումի հիդրոտարտարառով ($\text{NaHC}_4\text{H}_4\text{O}_6$): Հայտնաբերման աչգ ռեակցիայի վրա ինչպե՞ս են ազդում միջավայրի հիմնայնությունը և թթվայնությունը:

14. Ինչո՞ւ Mg^{2+} կատիոնը վերագրում են կատիոնների I խմբին:

15. Ինչպե՞ս են հայտնաբերում Mg^{2+} կատիոնը լուծույթում:

16. Ինչո՞ւ վերլուծության ընթացքում անհրաժեշտ է անջատել I և II խմբերի կատիոնները և հեռացնել NH_4^+ իոնը անգամ այն դեպքում, եթե նա բացակայել է սկզբնական լուծույթում:

17. Ինչո՞ւ II խմբի կատիոնները I խմբից անջատելու համար ամոնիումի կարբոնատի միջոցով ավելացնում են $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ -ի ու NH_4Cl -ի լուծույթներ և տաքացնում:

18. Ի՞նչ ձևով կարելի է Mg^{2+} կատիոնը անջատել Ca^{2+} և Ba^{2+} կատիոններից:

19. Կարելի՞ է արդյոք կալիումի քրոմատով (K_2CrO_4) հայտնաբերել Ba^{2+} կատիոնը Ca^{2+} կատիոնի առկայությամբ:

20. Ինչո՞ւ բարիումի կարբոնատի նստվածքը քաղախաթթվում լուծվում է ծծմբական թթվում՝ ոչ:

21. II խմբի ո՞ր կատիոններն են խանգարում Sr^{2+} կատիոնի հայտնաբերմանը:

22. Ինչպե՞ս անջատել Sr^{2+} կատիոնը Ba^{2+} -ից:

23. Կարելի՞ է արդյոք ամոնիումի օքսալատով ($(\text{NH}_4)_2\text{C}_2\text{O}_4$) որոշել Ca^{2+} կատիոնը Ba^{2+} իոնի առկայությամբ:

24. Կազմել վերլուծական I և II խմբերի կատիոնների՝

ա) K^+ , NH_4^+ , Sr^{2+} , Ba^{2+}

բ) Na^+ , K^+ , Mg^{2+} , Sr^{2+}

գ) Na^+ , NH_4^+ , Sr^{2+} , Ca^{2+}

դ) NH_4^+ , Mg^{2+} , Ba^{2+} , Ca^{2+}

վերլուծության համառոտ սխեման:

25. Որոշել H_2SO_4 -ի լուծույթի նորմալությունը, եթե տիտրը հավասար է 0,02446 գ/մլ-ի:

26. HCl-ի լուծույթի նորմալուծությունը 0,0979 է: Որոշել նրա տիտրը:

27. 500 մլ լուծույթում կա 2,6578 գ Na_2CO_3 : Հաշվել լուծույթի նորմալուծությունը և տիտրը:

28. Ինչի՞ է հավասար հետևյալ լուծույթների pH-ը, երոնցում պարունակվում է՝

ա) $2 \cdot 10^{-4}$ գ-իոն/լ H^+ :

բ) 0,008 գ-իոն/լ OH^- :

29. Հաշվել և համեմատել՝ հետևյալ լուծույթների pH-ը՝ 0,01 Մ HCl, 0,01 Մ CH_3COOH :

30. Հաշվել CaC_2O_4 -ի լուծելիությունը (մոլ/լ) $(\text{NH}_4)_2\text{C}_2\text{O}_4$ -ի 0,01 Մ լուծույթում ($K_{\text{CaC}_2\text{O}_4} = 2 \cdot 10^{-9}$):

31. Որոշել a_{H^+} -ը քաղցախաթթվի 0,2 Մ լուծույթում:

Գ Լ ՈՒ Ն Ե Ր Ր ՈՐ Դ

ԵՐՐՈՐԴ ԽՄԲԻ ԿԱՏԻՈՆՆԵՐԻ ՌԵԱԿՑԻԱՆԵՐԸ ԵՎ

ՎԵՐԼՈՒԾՈՒԹՅԱՆ ԸՆԹԱՑՔԸ

Ընդհանուր բնութագիրը

Երրորդ խմբին պատկանում են Al^{3+} , Fe^{3+} , Fe^{2+} , Zn^{2+} ,

Mn^{2+} , Cr^{3+} , Co^{2+} , Ni^{2+} կատիոնները:

Դրանց քլորիդները, սուլֆատներն ու նիտրատները ջրում լուծելի են, սակայն ենթակա են հիդրոլիզի և լուծույթին տալիս են որոշակի թթվություն: Իսկ սուլֆիդները ջրում դործնակա-նորեն չեն լուծվում, որով և տարբերվում են I ու II խմբերի կատիոններից, բայց լուծվում են նոսր թթուներում, որով և տարբերվում են IV ու V խմբերի կատիոններից: Հնդհանուր առմամբ սուլֆիդների նման առանձնահատկությունները բխում են նրանց ՀԱ մեծությունների տարբերությունից: Դա հնարավորություն է տալիս կատիոնների III և IV խմբերը իրարից բաժանել, ինչպես նաև III խումբը I և II խմբերից անջատել լուծույթի pH-ը կարգավորելու միջոցով: Այսպես, օրինակ, սպացուցված է, որ և թե լուծույթի $\text{pH} \leq 0,5$, III խմբի կատիոնների սուլֆիդները չեն նստում, մինչդեռ IV խմբի կատիոնների սուլֆիդները ՀԱ-ն այնքան փոքր է, որ այդ պայմաններում նրանք գործնականորեն լրիվ նստում են, և կարելի է դրանք անջատել I—III խմբերից:

III խմբի կատիոնների սուլֆիդները լրիվ նստեցնել կարելի է միայն լուծույթի $\text{pH} \geq 8,7$ դեպքում, երբ I և II խմբերի կատիոնների սուլֆիդները մնում են լուծույթում, և կարելի է III խումբը անջատել I-ից և II-ից:

Իսկ ի՞նչ ռեակտիվով կարելի է իրագործել խմբերի վերահիշ-շալ բաժանումները:

Բերված տվյալները հիմք են տալիս ասելու, որ IV խմբի կատիոնները կարելի է նստեցնել H_2S -ի միջոցով: Այն, նախ, ինքն-բաժինքյան լուծույթում թույլ թթվային ռեակցիա ունի, իսկ մյուս կողմից, նստեցման ընթացքում առաջացնում է H^+ իոնների կուտակում՝ $\text{Me}^{2+} + \text{H}_2\text{S} \rightarrow \text{MeS} + 2\text{H}^+$: Սակայն առավել ցածր pH (0,5) ստեղծելու համար H_2S -ով նստեցումն իրագործվում է նախապես թթվեցրած լուծույթից:

նույն աղյուսակները, ինչպես և նոր բերվածը՝ միաժամանակ վկայում են այն մասին, որ H_2S -ով հնարավոր չի լինի նստեցնել III խմբի կատիոնները (բացառությամբ Zn^{2+} -ի սուղ մասին) նախ՝ H_2S թույլ թթվի դիսոցումից զոչացած S^{2-} իոնների կոնցենտրացիան չի բավարարում III խմբի կատիոնների նստեցման համար (սուլֆիդների ձևով), երկրորդ՝ այդ խմբի սուլֆիդների նստեցման միջավայրի pH -ն պետք է 8,7 լինի կամ նրանից բարձր։ Ուստի որպես III խմբի խմբային ստեղծիչ օգտագործվում է $(NH_4)_2S$ -ը, որի պեղում հնարավոր է հեշտությամբ զոչացածներ ստեղծել III խմբի կատիոնների լրիվ նստեցման համար։

$(NH_4)_2S$ ռեակտիվը, որպես թույլ խմբից ու թույլ թթվից գոյացած աղ, ջրային լուծույթում ենթակա է ուժեղ հիդրոլիզի։ Անհրաժեշտ է սա հաշվի առնել, քանի որ երբեմն ռեակցիայի մեղ են մտնում նման նյութերի (ազոտի) ոչ թե իոնները, այլ նրանց հիդրոլիզի արգասիքները։ Այսպես, օրինակ, եթե III խմբի կատիոնների մեծ մասը $(NH_4)_2S$ -ի աղիքային լուծույթում է սուլֆիդներ (ZnS , FeS , MnS , CoS , NiS), ապա որոշ կատիոններ (Cr^{3+} -ը և Al^{3+} -ը) անջատվում են հիդրօքսիդների ձևով՝ $Al(OH)_3$, $Cr(OH)_3$ ։ Դա կարելի է բացատրել նրանով, որ $(NH_4)_2S$ -ի հիդրոլիզից ստացվում է զգալի քանակությամբ NH_4OH , OH^- իոնների կոնցենտրացիան լուծույթում բարձրանում է, որի հետևանքով գերազանցվում է $Al(OH)_3$ -ի և $Cr(OH)_3$ -ի U մեծությունը, և, քանակաբար, ալյումինը և քրոմը նստում են հիդրօքսիդի ձևով։

Այսպիսով, որպեսզի III խմբի նստեցումը և անջատումը լինի լրիվ, անհրաժեշտ է պահպանել հետևյալ պայմանները։

1. Փորձարկվող լուծույթը պետք է ունենա չեղոր կամ թույլ հիմնային ռեակցիա։ Եթե միջավայրը թթվային է, ապա անհրաժեշտ է լուծույթը նախապես չեղորացնել NH_4OH -ով։ Վերջինս աղեկացվում է նաև $(NH_4)_2S$ -ի հիդրոլիզը կանխելու նպատակով։

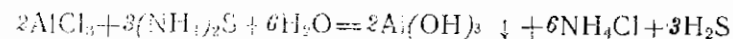
2. III խմբի կատիոնների սուլֆիդները կարելի է միմյանից նեղում համար նստեցումը $(NH_4)_2S$ -ով պետք է կատարել մինչև $70-80^\circ C$ տաքացրած լուծույթներից՝ NH_4Cl -ի առկայությամբ։ Վերջինս անհրաժեշտ է աղեկացնել նաև Mg^{2+} -ի նստեցումը կանխելու նպատակով։

3. $(NH_4)_2S$ -ը օդում օքսիդանում է՝ վերածվելով բազմասուլֆիդի՝ $(NH_4)_2S_2$ և ամոնիումի սուլֆատի՝ $(NH_4)_2SO_4$ ։ Բացի այդ, $(NH_4)_2S$ -ը օդից կլանում է CO_2 և մասամբ վերածվում $(NH_4)_2CO_3$ -ի։ Նման խառնուրդներ պարունակող $(NH_4)_2S$ -ը կարող է նստեցնել ոչ միայն III, այլև մասամբ II խմբի կատիոնները։ Ուստի մինչև III խմբի նստեցումը անհրաժեշտ է ստուգել $(NH_4)_2S$ -ի մաքրությունը, եթե ռեակտիվը II խմբի կատիոնների հետ ստացացնում է նստվածք կամ պղտորություն, պետք է պատրաստել $(NH_4)_2S$ -ի թայմ լուծույթ։

Մասնակի ռեակցիաներ

Al^{3+} -ի ռեակցիաները

1. Ամոնիումի սուլֆիդը, ալյումինի աղերի հետ փոխազդելիս առաջացնում է $Al(OH)_3$, այլ ոչ թե ալյումինի սուլֆիդ, քանի որ վերջինս ջրային լուծույթում լրիվ հիդրոլիզվում է։

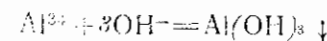
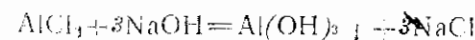


կամ իոնական ձևով՝

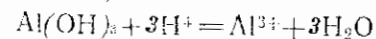
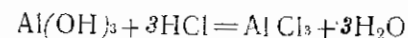


Փոքր քանակությամբ $Al(OH)_3$ կաթիլ ալյումինի որևէ աղի լուծույթ և աղեկացնել նույնքան ամոնիումի սուլֆիդի լուծույթ։ $Al(OH)_3$ -ի նստվածքը լուծվում է և՛ թթուներում, և՛ հիմքերում։ Համոզվել փորձով և գրել այդ ռեակցիաների հավասարումները։

2. Կծու աղիքայիններ՝ $NaOH$, KOH , ալյումինի աղերի հետ առաջացնում են $Al(OH)_3$ -ի սպիտակ դոնդողանման նստվածք՝

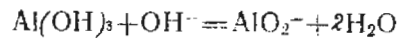
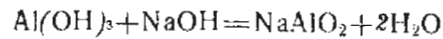


Նստվածքը լուծվում է թթուներում՝



որակող $Al(OH)_3$ -ը պահպանում է հիմնային հատկություն։

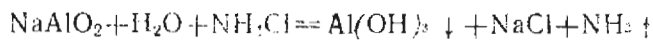
նստվածքը լուծվում է նաև հիմքերում (ալկալիներում)՝



որտեղ $\text{Al}(\text{OH})_3$ -ը դրսևորում է թույլ թթվի հատկություն՝ ստա-
ջացնելով ալյումինատ։

Փորձ: Ալյումինի օրակ աղի լուծույթին կաթիլներով ավելաց-
նել NaOH մինչև նստվածքի առաջացումը և թափահալել: Ստաց-
ված նստվածքը լուծույթի հետ բաժանել 2 մասի, մեկին ավելաց-
նել մի քանի կաթիլ HCl , մյուսին՝ NaOH : Երկու դեպքում էլ դի-
տեսել նստվածքի լուծումը:

Ալյումինի կատիոնը վերլուծության ընթացքում հայտնաբեր-
վում է ալյումինատի լուծույթում: Ալյումինատները կայուն են մի-
այն ուժեղ հիմնային միջավայրում: Եթե այդ լուծույթին ավելաց-
վում է NH_4Cl , ապա ստեղծվում է թույլ հիմնային միջավայր, և
ալյումինը նստում է $\text{Al}(\text{OH})_3$ -ի ձևով՝



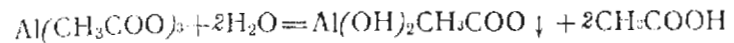
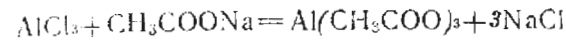
$\text{Al}(\text{OH})_3$ -ի առաջացման համար անհրաժեշտ են $5 < \text{pH} < 10$
սահմանները:

Փորձ: Նախորդ փորձին ստացված ալյումինատի լուծույթին
ավելացնել մի քանի կաթիլ NH_4Cl -ի հազիցած լուծույթ և եռացնել
մինչև ամոնիակի լրիվ հեռացումը: Դիտել $\text{Al}(\text{OH})_3$ -ի նստվածքի
առաջացումը:

3. Ամոնիումի հիդրօքսիդը՝ (NH_4OH) ևս նստեցնում է
 Al^{3+} -ը հիդրօքսիդի ձևով, որը ռեակտիվի ավելցուկում չի լուծ-
վում:

Փորձ: 5—6 կաթիլ ալյումինի աղի լուծույթին ավելացնել
նույնքան NH_4OH : Դրել ռեակցիայի հավասարումը:

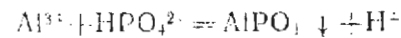
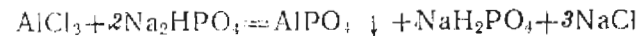
4. Նատրիումի ացետատը՝ CH_3COONa , եռացնելու դեպքում
փոխադրում է Al^{3+} -ի աղերի նոսրացված լուծույթի հետ՝ առաջաց-
նելով սպիտակ փաթիլանման նստվածք: Սառը պայմաններում
նստվածք չի առաջանում:



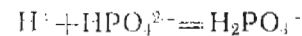
Այս ռեակցիային խանգարում են Fe^{3+} կատիոնները, քանի որ
նայն պայմաններում առաջացնում են երկաթի (III) հիդրօքսոացե-
տատի գորշ նստվածք:

Փորձ: AlCl_3 -ի լուծույթի 5—6 կաթիլին ավելացնել նույն-
քան CH_3COONa -ի լուծույթ (կամ մի քանի բյուրեղ), նոսրացնել
և եռացնել: Դիտել սպիտակ փաթիլների առաջացումը:

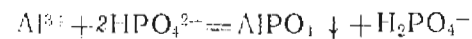
5. Նատրիումի հիդրոֆոսֆատը Al^{3+} -ի իոնների հետ ստա-
ջացնում է ալյումինի ֆոսֆատի սպիտակ նստվածք, որը չի լուծ-
վում բացախաթթվում, բայց հեշտությամբ լուծվում է ուժեղ ին-
քուններում:



Զրամնի իոններն էլ, կապվելով ռեակտիվի ավելցուկի
հետ, առաջացնում են H_2PO_4^- իոններ, որի հետևանքով գոյանում
է բուֆերային խառնուրդ ($\text{H}_2\text{PO}_4^- + \text{HPO}_4^{2-}$): Վերջինս պահպա-
նում է $\text{pH} \approx 7$ և նպաստում ալյումինի ֆոսֆատի լրիվ նստեց-
մանը:



Այս պրոցեսի վերջնական դոմարային իոնական հավասարու-
մը կլինի՝



Փորձ: Ալյումինի քլորիդի լուծույթի 5—6 կաթիլին ավելաց-
նել Na_2HPO_4 -ի լուծույթի 8—10 կաթիլ և եռացնել: Ցենտրիֆուգե-
լով նստվածքը անջատել լուծույթից և վրան ավելացնել մի քանի
կաթիլ բացախաթթու:

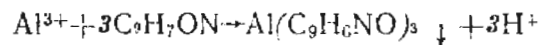
6. Ալյումինի $\text{C}_{22}\text{H}_{11}\text{O}_9(\text{NH}_4)_3$, ալյումինի աղերի հետ ա-

առաջացնում է կարմիր գույնի միացություն, որը նստում է ալյումինի ալյումինային լաքի փաթիլների ձևով:

Նմանատիպ լաքեր են առաջացնում Fe^{3+} , Cr^{3+} և Ca^{2+} իոնները: Բայց Al^{3+} -ի հայտնաբերմանը խանգարում են միայն Fe^{3+} իոնները, քանի որ Ca^{2+} -ի առաջացրած լաքը քայքայվում է ամոնիումի կարբոնատի ազդեցությամբ, իսկ Cr^{3+} -ինը՝ ամոնիակի շերտային լուծույթով: Ուստի Al^{3+} -ը հայտնաբերելուց առաջ անհրաժեշտ է հեռացնել Fe^{3+} իոնը:

Փորձ: Ալյումինի աղի լուծույթի 3—4 կաթիլին ավելացնել 1—2 կաթիլ քացախաթթու, 3—4 կաթիլ ալյումինոնի լուծույթ ($\omega = 0,01\%$) և տաքացնել ջրային բաղնիքի վրա: Կաթիլ-կաթիլ ավելացնել NH_4OH մինչև ամոնիակի հոտի առաջանալը, այնուհետև՝ 2—3 կաթիլ $(NH_4)_2CO_3$: Դիտել ալյումինային լաքի կարմիր փաթիլների առաջացումը:

7. 8—օքսիդինոլինը (C_9H_7ON) ացետատային բուֆերի միջավայրում ($pH \approx 5$) փոխադրում է Al^{3+} իոնների հետ՝ առաջացնելով ալյումինի օքսիդինոլատի կանաչադեղնավուն բյուրեղային նստվածք, որը լուծվում է ուժեղ թթուներում:



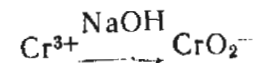
Փորձ: Al^{3+} -ի լուծույթի 3—4 կաթիլին ավելացնել 2—3 կաթիլ ացետատային բուֆեր և 5—6 կաթիլ օքսիդինոլինի լուծույթ: Դիտել կանաչադեղնավուն նստվածքի առաջացումը: Համոզվել, որ նստվածքը լուծվում է ուժեղ թթվի մեջ:

Քրոմի իոնների ռեակցիաներ

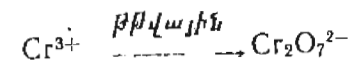
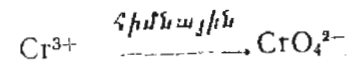
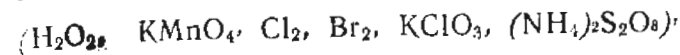
Քրոմը հանդես է գալիս Cr^{3+} կատիոնի և անիոնների ձևով որպես քրոմիտ իոն՝ CrO_4^{2-} , քրոմատ իոն՝ CrO_4^{2-} և դիքրոմատ իոն՝ $Cr_2O_7^{2-}$: Այս բոլոր իոնները ունեն տարբեր դույներ. Cr^{3+} -ը և CrO_4^{2-} -ը՝ կանաչ կամ մանուշակագույն, CrO_4^{2-} -ը՝ դեղին, իսկ $Cr_2O_7^{2-}$ -ը՝ նարնջագույն:

Քրոմի (III) լուծելի աղերը հեշտությամբ փոխարկվում են:

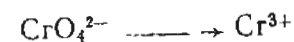
ա) Քրոմիտ իոնի՝ ալկալու ավելցուկից.



բ) Ինչպես թթվային, այնպես էլ հիմնային միջավայրում հեշտությամբ օքսիդանում են ուժեղ օքսիդիչների ազդեցությամբ

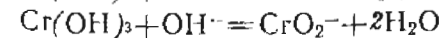
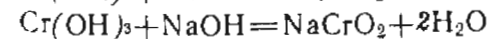
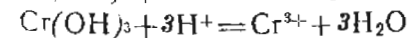
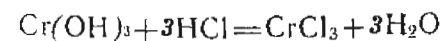
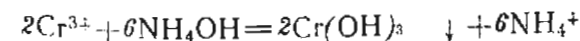
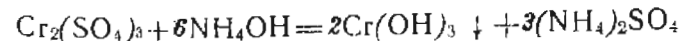
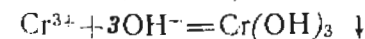
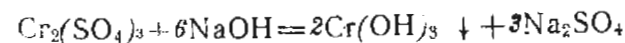


գ) Քրոմատ և դիքրոմատ իոնները վերականգնիչների օգնությամբ (H_2S, Na_2SO_3 և այլն) որոշակի պայմաններում վերականգնվում են.



Cr^{3+} -ի ռեակցիաներ

1. Կծու ալկալիները՝ $NaOH, KOH$, և ամոնիումի հիդրօքսիդը՝ NH_4OH , քրոմի (III) աղերի հետ առաջացնում են $Cr(OH)_3$ -ի կանաչամոխրագույն նստվածք, որը լուծվում է թթուներում՝ դրսևորելով հիմնային հատկություն, և ալկալիներում՝ ցուցաբերելով թույլ թթվային հատկություն:

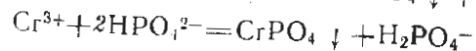
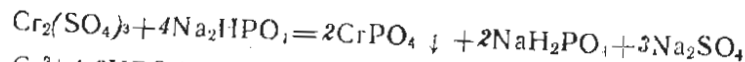


Փորձ: ա) Երկու փորձանոթների մեջ տեղադրել 5—6-ական

կաթիլ քրոմի (III) սուլֆատի լուծույթ, կաթիլ-կաթիլ ավելացնել NaOH -ի լուծույթ մինչև կանաչամոխրավուն նստվածքների առաջացումը: Նստվածքները ցենտրիֆուգելով անջատել լուծույթներից, մեկին ավելացնել մի քանի կաթիլ HCl , մյուսին՝ NaOH , երկու դեպքում էլ դիտել նստվածքի լուծումը:

բ) Cr^{3+} -ի աղի լուծույթի 3—4 կաթիլին ավելացնել մի քանի կաթիլ ամոնիումի հիդրոքսիդի լուծույթ: Դիտել նստվածքի զոյացումը:

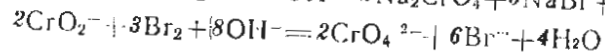
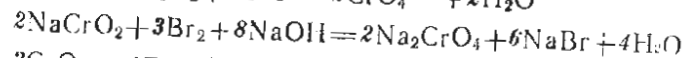
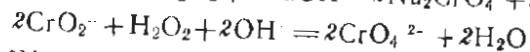
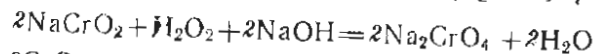
2. Նատրիումի հիդրոֆոսֆատը՝ Na_3HPO_4 , Cr^{3+} -ի աղերի հետ առաջացնում է քրոմի ֆոսֆատի կանաչավուն նստվածք, որը լուծվում է թթուներում և ալկալիներում:



Փորձ: Քրոմի (III) սուլֆատի լուծույթի 5—6 կաթիլին ավելացնել 8—10 կաթիլ Na_2HPO_4 -ի լուծույթ և տաքացնել: Ցենտրիֆուգելով նստվածքը անջատել լուծույթից և նստվածքի վրա ավելացնել ազոթթու Դիտել սեղի ունեցող երևույթները:

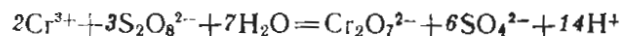
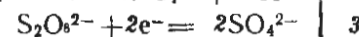
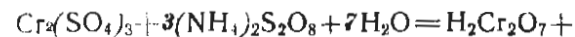
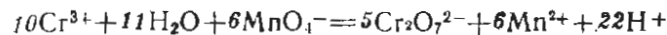
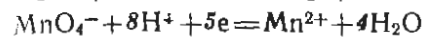
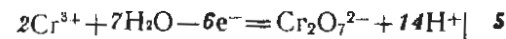
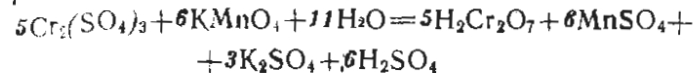
3. Քրոմ (III)-ի օքսիդացումը քրոմ (VI)-ի:

ա) Քրոմիտ իոնը ալկալիական միջավայրում տարբեր օքսիդիչների (ջրածնի պերօքսիդ, նատրիումի պերօքսիդ, բլորաչուր, բրոմաչուր և այլն) ազդեցությամբ օքսիդանում է քրոմատ իոնի, որի հետևանքով կանաչ գունավորումը փոխվում է դեղինի:



Փորձ: 3—4 կաթիլ Cr^{3+} -ի աղի լուծույթին կաթիլ-կաթիլ ավելացնել NaOH մինչև նստվածքի առաջացումը և լուծումը: Ստացված լուծույթին (NaCrO_2) ավելացնել 5—6 կաթիլ ջրածնի պերօքսիդի (ω=3%) լուծույթ: Առաջացած խառնուրդը տաքացնել մինչև լուծույթի դեղնելը:

բ) Թթու միջավայրում Cr^{3+} իոնի օքսիդացումը դիօրոմատ իոնի՝ $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$:



Փորձ: ա) Քրոմի (III) սուլֆատի 5—6 կաթիլին ավելացնել 2—3 կաթիլ նոսր H_2SO_4 -ի և 8—10 կաթիլ KMnO_4 -ի լուծույթ: Եռացնել և դիտել գույնի փոփոխությունը:

բ) Cr^{3+} -ի աղի (սուլֆատ կամ նիտրատ) 2—3 կաթիլին ավելացնել 1 կաթիլ H_2SO_4 , 1 կաթիլ AgNO_3 (որպես կատալիզատոր) և 6—8 կաթիլ ամոնիումի պերսուլֆատի $[(\text{NH}_4)_2\text{S}_2\text{O}_8]$ լուծույթ: Տաքացնել և դիտել գույնի փոփոխությունը: Տվյալ փորձի համար չի օգտագործվում քրոմի բլորիդը, որովհետև բլորիդ իոնը օքսիդանում է մինչև Cl_2 :

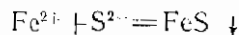
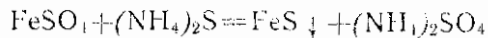
4. Բենզիդինը՝ $\text{C}_{12}\text{H}_8(\text{NH}_2)_2$, օքսիդանում է քաջախաթթվի միջավայրում քրոմատ իոններով՝ առաջացնելով կապույտ միացություն՝ «բենզիդինային կապույտ»: Այդ գործողությունից առաջ անհրաժեշտ է ջրածնի կամ նատրիումի պերօքսիդով Cr^{3+} -ը օքսիդացնել քրոմատ իոնի՝ CrO_4^{2-} :

Լեհակցիան կատարում են կաթիլային մեթոդով: Cr^{3+} իոնի հայտնաբերմանը չեն խանգարում III վերլուծական խմբի կատիոնները:

Փորձ: Ֆիլտրի թղթի վրա կաթեցնել քրոմ (III) սուլֆատի և 1 կաթիլ նատրիումի պերօքսիդի լուծույթ: Առաջացած լուսավ բծի շրջագծով կաթեցնել քաջախաթթվային բենզիդինի լուծույթ: Դիտել «բենզիդինային կապույտ» առաջացումը:

Fe²⁺-ի աեակցիաները

1. Ամոնիումի սուլֆիդը՝ (NH₄)₂S, Fe²⁺-ի աղերի լուծույթների հետ առաջացնում է երկաթի (II) սուլֆիդի նստվածք՝

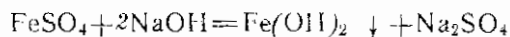


Ստացված նստվածքը հեշտությամբ լուծվում է նոսր թթուներում:

Փորձ: 4—5 կաթիլ Fe²⁺-ի լուծույթին ավելացնել 5—6 կաթիլ աեակտիվ՝ (NH₄)₂S, և ղիտել նստվածքի գոյացումը:

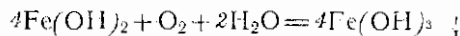
Այնուհետև ստացված նստվածքին կաթիլներով ավելացնել աղաթթվի լուծույթ մինչև նստվածքի լուծումը: Գրել աեակցիաների հավասարումները:

2. Կծու ալկալիները՝ (NaOH, KOH) Fe²⁺-ի աղերի լուծույթների հետ առաջացնում են Fe(OH)₂-ի կանաչամուրազույն նրստվածք՝

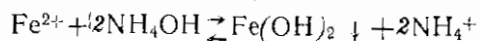
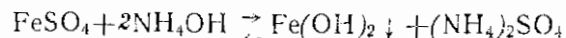


Փորձ: Fe²⁺-ի աղի լուծույթի 4—5 կաթիլին ավելացնել 5—6 կաթիլ NaOH-ի լուծույթ:

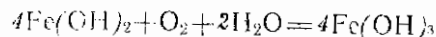
Fe(OH)₂-ի նստվածքը օդում օքսիդանում է՝ վերաճելով Fe(OH)₃-ի:



3. Ամոնիումի հիդրօքսիդը (NH₃ · H₂O) երկաթի (II) իոնների հետ առաջացնում է ապխտակ նստվածք, որը լուծվում է ամր նիումի աղերի մեջ: Դա բացատրվում է նրանով, որ ամոնիումի հիդրօքսիդը ամոնիումի աղի հետ ստեղծում է բուֆերային խառնուրդ, որի լուծույթում գոյացած հիդրօքսիդ իոնների (OH⁻) կոնցենտրացիան բավարար չէ երկաթի (II) հիդրօքսիդը նստեցնել համար: ($K(\text{Fe(OH)}_2) = 1 \cdot 10^{-15}$)

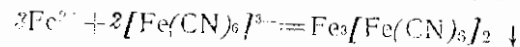
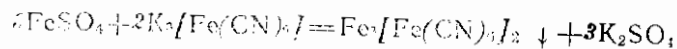


Օդի թթվածնի ազդեցությամբ նստվածքն աստիճանաբար օքսիդանում է՝ վերածվելով դժվարալուծ Fe(OH)₃-ի:



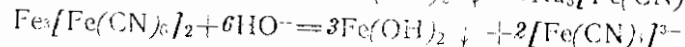
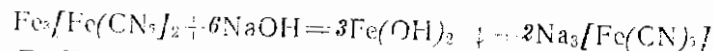
Փորձ: Երկաթի (II) աղի լուծույթի 4—5 կաթիլին ավելացնել նույն ծավալով ամոնիումի հիդրօքսիդի լուծույթ: Դիտել ապխտակ նստվածքի գոյացումը, որը աստիճանաբար մուգանում է:

4. Բալիումի հեքսաքիտանֆեռատը (III)՝ K₃[Fe(CN)₆] (կարմիր աղյան աղը), Fe²⁺-ի աղերի թթվային լուծույթների հետ առաջացնում է Fe₃[Fe(CN)₆]₂-ի կարույտ գույնի նստվածք՝ տարերայուն կապույտ՝



Այս աեակցիան բնորոշ է Fe²⁺ կատիոնին և օգտագործվում է վերլուծության ընթացքում նրա որոշման համար:

Տարերայուն կապույտը ալկալիներով քայքայվում է՝ առաջացնելով Fe(OH)₂:

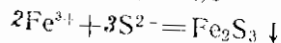
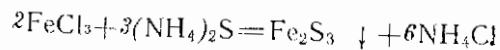


Փորձ: Fe²⁺-ի աղի լուծույթի 3—4 կաթիլին ավելացնել 2—3 կաթիլ աղաթթու (կամ ծծմբական թթու) և 1—2 կաթիլ աեակտիվ: Ստացվում է մուգ կապույտ գույնի նստվածք:

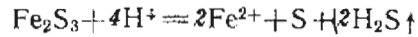
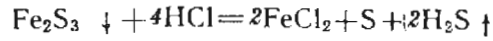
Ստացված նստվածքին ավելացնել NaOH-ի լուծույթի մի քանի կաթիլ: Դիտել նստվածքի գունափոխությունը:

Fe³⁺-ի աեակցիաները

1. Ամոնիումի սուլֆիդը՝ (NH₄)₂S, Fe³⁺-ի աղերի լուծույթների հետ տալիս է երկաթի (III) սուլֆիդ՝

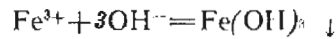
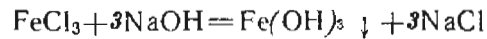


Fe_2S_3 -ը լուծվում է նոսր թթուներում, որի ընթացքում Fe^{3+} -ը վերականգնվում է մինչև Fe^{2+} ։



Փորձ: Վերցնել 4—5 կաթիլ Fe^{3+} -ի աղի լուծույթ և ավելացնել 5—6 կաթիլ ամոնիումի սուլֆիդի լուծույթ: Դիտել նստվածքի գոյացումը: Այնուհետև ավելացնել մի քանի կաթիլ ազաթթու մինչև նստվածքի լուծումը:

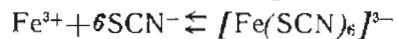
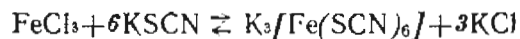
2. Կծու ալկալիները՝ NaOH , KOH , ինչպես նաև NH_4OH -ը Fe^{3+} -ի աղերի հետ տալիս են $\text{Fe}(\text{OH})_3$ -ի ժանգաղույն նստվածք՝



$\text{Fe}(\text{OH})_3$ -ը լավ լուծվում է նոսր թթուներում, բայց ակալու ավելցուկում չի լուծվում, որով և տարբերվում է $\text{Cr}(\text{OH})_3$ -ից, $\text{Al}(\text{OH})_3$ -ից, $\text{Zn}(\text{OH})_2$ -ից:

Փորձ: FeCl_3 աղի լուծույթի 5—6 կաթիլին ավելացնել նույնքան NaOH -ի լուծույթ: Այնուհետև կաթիլներով ավելացնել աղաթթու մինչև նստվածքի լուծումը: Գրել ռեակցիայի հավասարումը:

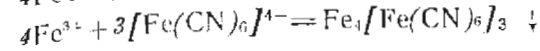
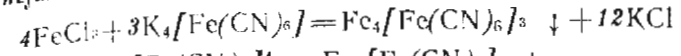
3. Կալիումի կամ ամոնիումի ռոդանիդը (KSCN) Fe^{3+} -ի աղերի լուծույթների հետ առաջացնում է արնաման կարմիր գույնի երկաթի ռոդանիդ (ռեակցիան յուրահատուկ է): Երկաթի կոորդինացիոն թիվը ռոդանիդային կոմպլեքսում, կախված ռեակտիվի կոնցենտրացիայից, կարող է լինել 1—6:



Փորձ: FeCl_3 -ի լուծույթի 2—3 կաթիլին ավելացնել 1 կաթիլ HCl և 2—3 կաթիլ ռեակտիվի լուծույթ: Ռեակցիան տարվում է թթվային միջավայրում՝ կանխելու համար Fe^{3+} -ի աղի հիդրոլիզը:

4. Կալիումի հեքսացիանաֆեռատը (II)՝ $\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ (դեղին արյան աղ) Fe^{3+} -ի աղերի լուծույթների հետ առաջացնում է

կապույտ նստվածք (այսպես կոչված բեռլինյան կապույտ)՝



Ալկալիները բեռլինյան կապույտը քայքայում են՝ առաջացնելով $\text{Fe}(\text{OH})_3$:

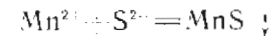
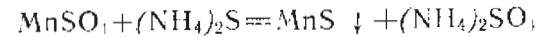
Այս և նախորդ ռեակցիայի օգնությամբ վերլուծության ընթացքում կարելի է որոշել Fe^{3+} կատիոնը ալլ կատիոնների առկայությամբ:

Փորձ: FeCl_3 -ի լուծույթի 4—5 կաթիլին ավելացնել 2—3 կաթիլ աղաթթու և 4—5 կաթիլ ռեակտիվ: Դիտել երկաթի (III) հեքսացիանաֆեռատի (II) առաջացումը:

$\text{Fe}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]_3$ նստվածքին, այնուհետև, ավելացնել 8—10 կաթիլ NaOH -ի լուծույթ և ուժեղ թափահարել: Դիտել նստվածքի գունափոխումը և գրել ռեակցիայի հավասարումը:

Mn^{2+} -ի ռեակցիաները

1. Ամոնիումի սուլֆիդը $[(\text{NH}_4)_2\text{S}]$ Mn^{2+} -ի լուծելի աղերի հետ առաջացնում է մանգանի սուլֆիդի բաց վարդագույն նրստվածք՝

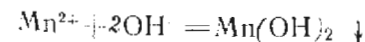
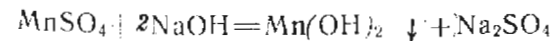


Նստվածքը լավ լուծվում է նոսր թթուներում:

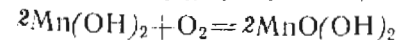
Փորձ: Mn^{2+} -ի աղի լուծույթի 4—5 կաթիլին ավելացնել 5—6 կաթիլ $(\text{NH}_4)_2\text{S}$ -ի լուծույթ:

Ստացված նստվածքին կաթիլներով ավելացնել աղաթթու մինչև նստվածքի լուծումը: Գրել ռեակցիայի հավասարումը:

2. Կծու ալկալիները՝ NaOH , KOH , Mn^{2+} -ի աղերի լուծույթների հետ առաջացնում են $\text{Mn}(\text{OH})_2$ -ի սպիտակ նստվածք՝



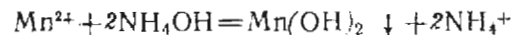
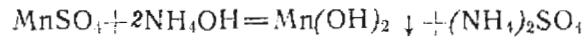
$\text{Mn}(\text{OH})_2$ -ը, արագ օքսիդանալով, առաջացնում է մուգ գորշագույն մանգանիլ հիդրօքսիդ՝ $\text{MnO}(\text{OH})_2$:



$Mn(OH)_2$ -ը հեշտությամբ լուծվում է թթուներում, բայց չի լուծվում ալկալու ալկիցոնիում:

Փորձ: Mn^{2+} -ի աղի 3—4 կաթիլ լուծույթին ավելացնել նույն-բան $NaOH$ -ի լուծույթ: Դիտել նստվածքի գոյացումը: Ավելացնել ևս 3—4 կաթիլ $NaOH$ և համոզվել, որ նստվածքը չի լուծվում: Այնուհետև նույն փորձանոթի մեջ ավելացնել HCl -ի լուծույթ մինչև նստվածքի լուծվելը: Գրել ռեակցիայի հավասարումը:

3. NH_4OH -ը ևս Mn^{2+} -ը նստեցնում է $Mn(OH)_2$ -ի ձևով՝

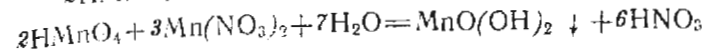
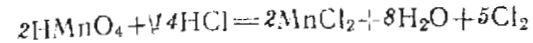


Սակայն շնորհիվ այն բանի, որ $Mn(OH)_2$ -ի լուծելիությունն արտադրյալը համեմատաբար մեծ է, իսկ լուծույթում կուտակվող NH_4^+ իոններից լուծույթի pH -ը փոքրանում է 10,83-ից ($Mn(OH)_2$ -ի լրիվ նստեցման ցածրագույն սահմանը), Mn^{2+} -ի նստեցումը լրիվ չի կատարվում: Իսկ եթե փորձարկվող լուծույթին նախապես ավելացվում է բավականաչափ NH_4Cl , ապա Mn^{2+} -ը NH_4OH -ի աղ-դեցությամբ առհասարակ չի նստում, որից և օգտվում են այս կատիոնը երկաթի (III), ալյումինի ու քրոմի կատիոններից անջատելու համար:

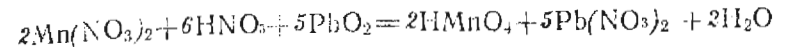
Փորձ: Երկու փորձանոթում վերցնել 3-ական կաթիլ Mn^{2+} -ի աղի լուծույթ: Առաջին փորձանոթի մեջ ավելացնել 1—2 կաթիլ NH_4OH -ի լուծույթ և դիտել նստվածքի $[Mn(OH)_2]$ ստացումը: Երկրորդ փորձանոթի մեջ ավելացնել 3—4 կաթիլ NH_4Cl -ի լուծույթ, որից հետո՝ 2—3 կաթիլ NH_4OH : Համոզվել, որ նստվածք չի առաջանում:

4. Տարբեր օքսիդիչների (կապտի (IV) օքսիդ, նատրիումի բիսմութատ, ամոնիումի պերսուլֆատ և այլն) սաղեցությամբ Mn^{2+} -ը օքսիդանում է մինչև MnO_4^- , և լուծույթը ստանում է MnO_4^- -ին բնորոշ կարմրամանուշակագույն երանգ: Դրանից օգտվում են մանդան (II) իոնը հայտնաբերելու համար, բայց որոշմանը խանգարում են քլորիդ, բրոմիդ, յոդիդ իոնները և այլ վերականգնիչներ, որոնք կարող են վերականգնել պերմանգանատ

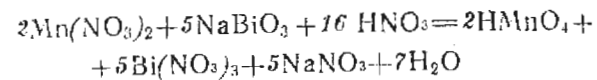
իոնը: Mn^{2+} -ի լուծույթի ավելցուկը նույնպես կարող է կատարել վերականգնիչի դեր:



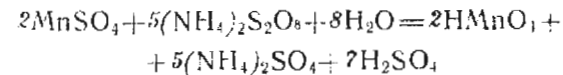
ա) PbO_2 -ով Mn^{2+} -ի օքսիդացումը մինչև MnO_4^- բնթանում է համաձայն հետևյալ հավասարման.



բ) Aln^{2+} -ի օքսիդացումը մինչև MnO_4^- նատրիումի բիսմութատով՝ $NaBiO_3$.



գ) Mn^{2+} -ի օքսիդացումը մինչև MnO_4^- ամոնիումի պերսուլֆատով $(NH_4)_2S_2O_8$:



Փորձ: ա) Փորձանոթի մեջ վերցնել PbO_2 -ի փոքր քանակությամբ փոշի, 4—5 կաթիլ 6 ն HNO_3 և 1—2 կաթիլ մանգանի նիտրատի լուծույթ: Խառնուրդը տաքացնել և եռացնել 1—2 րոպե: Հետո այն սառեցնել, նոսրացնել թորած ջրով և ցենտրիֆուգել: Լուծույթի մանուշակագույն գունավորումը վկայում է $HMnO_4$ -ի առաջացման մասին:

բ) Վերցնել 1—2 կաթիլ մանգանի նիտրատի լուծույթ, 3—4 կաթիլ 6 ն HNO_3 և ավելացնել նատրիումի բիսմութատի մի քանի բյուրեղիկ: Խառնուրդը ապակյա ձողիկով խառնել և ցենտրիֆուգել: Դիտել լուծույթի դուրանվորումը:

գ) 5—6 կաթիլ ամոնիումի պերսուլֆատի լուծույթին ավելացնել 1—2 կաթիլ H_2SO_4 կամ HNO_3 : 2 կաթիլ արծաթի նիտրատի լուծույթ և տաքացնել: Ապա ավելացնել 1—2 կաթիլ մանգանի սուլֆատի կամ նիտրատի լուծույթ և խառնել ապակյա ձողիկով: Դիտել լուծույթի գունավորումը:

Այսպես, ընդհանուր առմամբ, $\text{H}^9(\text{C}_6\text{H}_5\text{N})\text{H}_2\text{Z}$ խալոգենացում է
 բարձրագույն բարձրագույն զ- HO^1HN միմյալ $\text{H}^2\text{Z}(\text{HO})\text{H}_2\text{Z}$ և բարձրագույն

ՄԱԳՅՈՒՆԻՄՈՒՄ $\psi_{+2}WZ$

կարբոնատը pH-ը բարձրացնում է մինչև 5: նստվածքը և CaCO_3 -ի ավելցուկը հեռացնելուց հետո կարգավորում են միջավայրի pH-ը ֆորմիատային բուֆերային խառնուրդով ($\text{pH} \approx 2$): Այս պայմաններում Zn^{2+} իոնը հայտնաբերում են H_2S -ով:

Փորձ: Վերցնել 4—5 կաթիլ ցինկի աղի լուծույթ և ավելացնել 3—4 կաթիլ նստրիումի ալյումատի լուծույթ: Ստացված խառնուրդի միջով բաց թողնել ծծմբաջրածին գազ: Դիտել ZnS -ի նստվածքի առաջացումը:

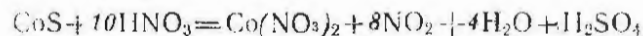
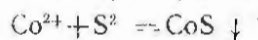
5. Դիտրգոներ (զիֆենիլտիոկարբազոն) $\text{C}_{10}\text{H}_7\text{SN}_4$ կամ $(\text{C}_6\text{H}_5)_2\text{N}_4\text{H}_2\text{CS}$ Zn^{2+} -ի հետ ալկալիական միջավայրում առաջացնում է ներկամպլեքային մոլեկուլի աղ:

Հետազոտվող լուծույթը ալկալիական միջավայրում բացի ցինկից պարունակում է նաև ալյումինատ, քրոմատ իոններ, ալլ մետաղների հիդրօքսիդներ և NaOH -ի ավելցուկ, որոնք չեն լուծվում ցինկի իոնի հայտնաբերմանը: Ուստի Zn^{2+} -ի առկայությունը կարելի է որոշել կոտորակային եղանակով:

Փորձ: Ցինկի աղի լուծույթի 3—4 կաթիլ ու Na_2O_2 -ի մի քանի բյուրեղ տեղավորել տիգելի մեջ և ապառնել ռեակցիայի ավարտին: Այդ լուծույթից կաթոցիկով 1—2 կաթիլ կաթնեցնել ֆիլտրի թղթի վրա: Ստացված բժի շրջագծով կամկացնել բենզիլդինի թուրոֆորմային կամ տետրաքլորածխածնային լուծույթ: Դիտել մոլեկուլի օդակի գոյացումը բժի շուրջը:

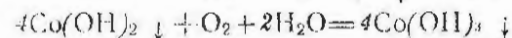
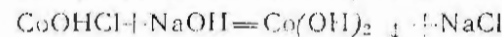
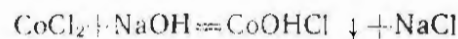
Co^{2+} -ի ռեակցիաները

1. Ամոնիումի սուլֆիդը փոխադրում է կոբալտի (II) աղերի հետ՝ առաջացնելով սև նստվածք (CoS), որի լիակատար նբստեցումը կատարվում է $\text{pH} > 3,6$ դեպքում: Կոբալտի սուլֆիդը չի լուծվում նոսր ազաթթվի, ծծմբական թթվի և քացախաթթվի մեջ, սակայն լուծվում է խիտ ազաթթվի, ազոտական թթվի, աքրալաքրի մեջ և ջրածնի պերօքսիդի ու քացախաթթվի խառնուրդում:



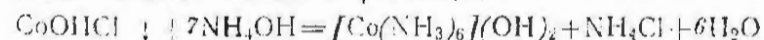
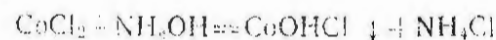
Փորձ: Կոբալտի (II) աղի լուծույթի 2—3 կաթիլին ավելացնել նույնքան ամոնիումի սուլֆիդի լուծույթ: Դիտել սև նստվածքի առաջացումը: նստվածքը անջատել լուծույթից ցենտրիֆուգելով միջոցով, լուծույթը թափել, նստվածքի վրա ավելացնել մի քանի կաթիլ ազոտական թթու և տաքացնել: Համոզվել, որ CoS -ը լուծվում է:

2. Կծու ալկալիները՝ NaOH և KOH , կոբալտի (II) աղերի հետ առաջացնում են հիդրօքսոաղի կապույտ նստվածք, որը ստացնելիս ալկալու ավելցուկում փոխարկվում է վարդագույն կոբալտի հիդրօքսիդի՝ $\text{Co}(\text{OH})_2$: Օդի թթվածինը աստիճանաբար օքսիդացնում է նրան մինչև գորշ գույնի $\text{Co}(\text{OH})_3$:



Փորձ: Կոբալտի (II) աղի լուծույթի 5—6 կաթիլին ավելացնել 1—2 կաթիլ ալկալու լուծույթ: նշել նստվածքի գույնը: Այնուհետև նստվածքին ավելացնել NaOH և դիտել գույների անփոխումը (կապույտ վարդագույն գորշ): Տալ այդ երևույթների բացատրությունը:

3. Ամոնիակի լուծույթը նստեցնում է Co^{2+} կատիոնները կապույտ նստվածքի ձևով, որը լուծվում է նրա ավելցուկում և ամոնիումի աղերի մեջ՝ առաջացնելով դեղին գույնի կոմպլեքս միացություն:



Փորձ: CoCl_2 -ի լուծույթի 5—6 կաթիլին ավելացնել 1—2 կաթիլ ամոնիակի լուծույթ: Դիտել նստվածքի առաջացումը: Այնուհետև նորից ավելացնել NH_4OH այնքան, մինչև նստվածքը լուծվի: Գրել տեղի ունեցող ռեակցիաների իոնական հավասարումները:

4. Ամոնոպեր-β-նստվածքը $\text{C}_{10}\text{H}_5(\text{NO})\text{OH}$ (Իլինսկու ռեակտիվը), կոբալտի (II) լուծույթի աղերի հետ առաջացնում է ներմուխային կոբալտի (III) աղը՝ $\text{Co}[\text{C}_{10}\text{H}_5(\text{NO})\text{O}]_3$, որը անջատվում է կարմրագորշ նստվածքի ձևով:

Ռեակցիան կատարվում է հետևյալ պայմաններում՝

ա) pH-ը պետք է լինի 3—4 սահմաններում, որը կարգավորում են քաղախաթթվով:

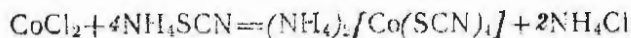
բ) Ռեակտիվը վերցնում են ավելցուկով, որպեսզի կորալտ (II) իոնները օքսիդանան կորալտ (III) իոնների:

գ) Co^{2+} -ի հալուսնաբերմանը խանգարում են Fe^{3+} իոնները՝ առաջացնելով սևագույն նստվածք:

դ) Co^{2+} -ի հալուսնաբերմանը չեն խանգարում Ni^{2+} իոնները:

Փորձ: CoCl_2 -ի լուծույթի 3—4 կաթիլին ավելացնել 1—2 կաթիլ քաղախաթթու, 5—6 կաթիլ թուրմ պատրաստված α-նիպրոպո-β-նավթոլի լուծույթ և սուբստանցի ջրային բաղնիքի վրա Դիտել կարմրագուրջ նստվածքի զոյացումը:

5. Ամոնիումի սոդանիզը՝ NH_4SCN , կորալտի (II) աղերի լուծույթի հետ առաջացնում է կապույտ գույնի կոմպլեքսային միացություն:



Այս ռեակցիան կատարում են հետևյալ պայմաններում.

ա) Չեղքը կամ թույլ թթվային միջավայրում,

բ) Կոմպլեքս իոնի կալցինացիանը բարձրացնելու համար օդ՝ տադարձում են ամոնիումի ոտբանիդի խիտ լուծույթը կամ բյուրեղները ($K_{\text{անկ.}} = 1 \cdot 10^{-3}$),

գ) Խանդարում են Fe^{3+} իոնները, որ վերացնում են NaF -ի կամ NH_4F -ի միջոցով,

դ) Co^{2+} -ի հալուսնաբերմանը չի խանգարում Ni^{2+} կատիոնը:

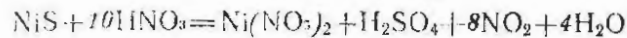
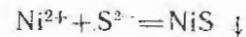
ե) Ռեակցիայի զգայնությունը բարձրանում է ամիլալկոհոլի առկայությամբ:

Փորձ: Co^{2+} -ի աղի լուծույթի 3—4 կաթիլին ավելացնել 8—10 կաթիլ ամոնիումի սոդանիդի խիտ լուծույթ և 5—6 կաթիլ ամիլալկոհոլ, Թափահարել և դիտել ալկոհոլային շերտի գունալուծումը:

Ni^{2+} -ի ռեակցիաները

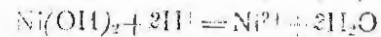
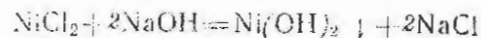
1. Ամոնիումի սուլֆիդը փոխազդում է նիկելի (II) աղերի հետ՝ առաջացնելով սև նստվածք (NiS), որը չի լուծվում նոսր հան-

քային թթուների և քաղախաթթվի մեջ, բայց լուծվում է ուժեղ օքսիդիչ թթուներում, արքայաջրում և այլ ուժեղ օքսիդիչներում:

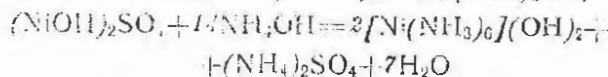
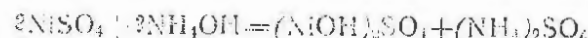


Փորձ: NiCl_2 -ի լուծույթի 2—3 կաթիլին ավելացնել նույն-բան ամոնիումի սուլֆիդի լուծույթ: Գոյացած սև նստվածքի վրա լցնել 4—5 կաթիլ ալոստակեն թթու և տաքացնել:

2. Էծու ալկալիները (NaOH , KOH) և ամոնիումի հիդրօքսիդը նիկելի (II) աղերի հետ առաջացնում են կանաչագույն նիկելի հիդրօքսիդ՝ $\text{Ni}(\text{OH})_2$, որը լուծվում է թթուներում, ամոնիումի և ամոնիումի աղերի լուծույթներում:



Ամոնիումի հիդրօքսիդից նախ հոլանում է նիկելի հիդրօքսոսոդ, որը հիդրօքսիդի ավելցուկում լուծվում է՝ առաջացնելով կապույտ գույնի կոմպլեքսային աղ:



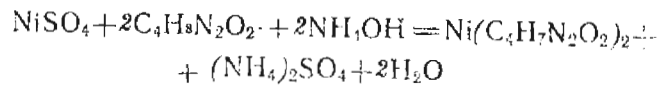
Փորձ: Նրկու փորձանոթների մեջ վերցնել 3—4-ական կաթիլ հետազոտվող լուծույթից և ավելացնել. առաջին փորձանոթին՝ նստրիումի հիդրօքսիդի լուծույթ, այնուհետև առաջացած նստվածքի վրա՝ աղաթթու, երկրորդ փորձանոթին՝ կաթիլներով NH_4OH -ի լուծույթ մինչև նստվածքի զոյացումը: Դիտել NH_4OH -ի ավելցուկի ներգործությունը:

3. Կիմեթիլդիօքսիմը ($\text{C}_4\text{H}_9\text{CNOH}_2$ (Չուգանի ռեակտիվը), նիկելի աղերի հետ առաջացնում է ներկումպլեքսային աղ՝ կաթիլը նստվածքի ձևով: Նիկելի իոնի հալուսնաբերումը կատարում են NH_4OH -ի միջավայրում $\text{pH} \approx 5-9$ սահմաններում, եթե միջավայրի $\text{pH} \geq 10$, ապա կարգավորում են քաղախաթթվով, Խանգարել հաադոթյուն ցուցաբերում են Fe^{2+} , Fe^{3+} , Cu^{2+} , Pb^{2+} իոնները:

Fe^{2+} -ը վերացնում են նատրիումի հիդրոֆոսֆատով:

Fe^{3+} -ը կապում են կոմպլեքսի ձևով՝ նատրիումի ֆտորիդի կամ սեղնետյան աղի միջոցով:

Cu^{2+} -ը հեռացնում են $(\text{NH}_4)_2\text{S}$ -ի լուծույթով ազդելով, որի դեպքում նստում են CuS -ը և NiS -ը: Ստացված և նստվածքը մշակում են խիտ աղաթթվով՝ տաքացման պայմաններում, որի մեջ լուծվում է միայն NiS -ը: Հլուծված CuS -ը հեռացվում է միջավայրից:



Փորձ: Նիկելի(II) աղի լուծույթի 1—2 կաթիլին ավելացնել նույն քանակությամբ դիմեթիլգլիօքսիմի և ամոնիումի հիդրօքսիդի լուծույթներ: Դիտել էարմիր նստվածքի զոյացումը:

ԿԱՏԻՈՆՆԵՐԻ III ԽՄԲԻ ՎԵՐԼՈՒՄԻԹՅԱՆ ԸՆԹԱՑՔԸ

Ամոնիակային մերձը

III խմբի կատիոնները ենթախմբերի բաժանելու ամոնիակային մեթոդը հիմնված է ամոնիակի ջրային լուծույթի (NH_4OH) ներդրություն վրա՝ ամոնիումի աղերի առկայությամբ: Այդ դեպքում Fe^{3+} , Al^{3+} , Cr^{3+} խոնհելը նստում են հիդրօքսիդների ձևով, իսկ Mn^{2+} -ը, Zn^{2+} -ը, Ni^{2+} -ը, Co^{2+} -ը մնում են լուծույթում Mn^{2+} -ի, $[\text{Zn}(\text{NH}_3)_6]^{2+}$ -ի, $[\text{Co}(\text{NH}_3)_6]^{2+}$ -ի, $[\text{Ni}(\text{NH}_3)_6]^{2+}$ -ի ձևով:

III խմբի կատիոնները ենթախմբերի բաժանելիս առկա է ունենում CO^{2+} և Mn^{2+} խոնհելի հաբակից նստեցում, և նրանց հայտնաբերումը դժվարանում է: Ուստի պետք է դրանք հայտնաբերել ազոտաթթվային լուծույթի առանձին նմուշներում՝ մինչ և ենթախմբերի բաժանելը:

1. Նախնական փորձարկումներ

ա) Fe^{2+} -ի հայտնաբերումը

Փորձարկվող լուծույթի 2—3 կաթիլին ավելացնել 5—6 կաթիլ նոսր HCl և 1 կաթիլ $\text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ -ի լուծույթ: Եթե առաջանա կապույտ գույնի նստվածք, նշանակում է լուծույթում առկա է Fe^{2+} -ը:

բ) Fe^{3+} -ի հայտնաբերումը

Փորձարկվող լուծույթի 2—3 կաթիլին ավելացնել 5—6 կաթիլ նոսր HCl և 2—3 կաթիլ $\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$: Կապույտ նստվածքի առաջացումը վկայում է Fe^{3+} -ի առկայության մասին:

Fe^{3+} -ը կարելի է հայտնաբերել նաև NH_4CNS -ի միջոցով:

գ) Zn^{2+} -ի հայտնաբերումը

Անհրաժեշտ է նախապես հայտնաբերել Zn^{2+} -ը, որովհետև վերջինս վերլուծության ընթացքում մեծ մասամբ կորչում է հարակից նստեցման պատճառով:

Հետագուտվող լուծույթից 3—4 կաթիլ կաթեցնել տիգելի մեջ, ավելացնել Na_2O_2 -ի մի քանի բյուրեղ և սպասել ռեակցիայի ավարտին: Ստացված լուծույթից 1—2 կաթիլ կաթեցնել ֆիլտրի թղթի վրա, աֆոնհետև առաջացած բժի շրջագծով ավելացնել դիտիզոնի լուծույթ: Եթե ստացվում է կարմիր օղակ, ապա առկա է Zn^{2+} կատիոնը:

2. III խմբի կատիոնների նստեցումը

Փորձանոթի մեջ վերցնել 20—25 կաթիլ վերլուծվող լուծույթ, ավելացնել 5—6-ական կաթիլ NH_4Cl -ի և NH_4OH -ի լուծույթ մինչև լուծույթի թույլ հիմնային ($\text{pH} \approx 9$) դառնալը: Ստացված լուծույթը տաքացնել ջրային բաղնիքի վրա մինչև եռալը և ավելացնել 12—15 կաթիլ $(\text{NH}_4)_2\text{S}$ -ի լուծույթ: III խմբի կատիոնները առաջացնում են նստվածք՝ $\text{Al}(\text{OH})_3$, $\text{Cr}(\text{OH})_3$, ZnS , MnS , FeS , Fe_2S_3 , CoS , NiS :

Ստուգել նստեցման լրիվությունը և ցենտրիֆուգել: Ցենտրիֆուգատը զեն նետել, իսկ նստվածքը լվանալ NH_4NO_3 պարունակող տաք ջրով: Ամոնիումի նիտրատը կանխում է պեպտացումը, իսկ լվացման նպատակն է նստվածքից հեռացնել ադսորբված Cl^- իոնների ղզալի մասը, որոնք խանգարում են Mn^{2+} -ի հայտնաբերմանը:

3. Նստվածքի լուծումը

Լվացած նստվածքը մշակել 8—10 կաթիլ 6 Ն HNO_3 -ի լուծույթով՝ տաքացման պայմաններում: Ռեակցիայի ընթացքին արա-

գացնելու համար ավելացնել նաև 1—2 կաթիլ KNO_3 -ի լուծույթ։ Ազոտական թթուն լուծույթ է նստվածքը՝ միաժամանակ օքսիդացնելով Fe^{2+} -ը մինչև Fe^{3+} , որը կարևոր է վերլուծության հետագա ընթացքի համար։

4. CO^{2+} -ի հալոհաբերումը

ա) Fe^{3+} իոնի առկայությունը գեպքում՝

Հոսանքի 3—4 կաթիլին ավելացնել 8—10 կաթիլ NH_4SCN -ի հազեցած թուծույթ՝ դիտելով կարմիր գունափոխումը, որից հետո՝ աչքբան NaF կամ NH_4F , մինչև տվյալ գույնն անհետանա։ Այնուհետև ավելացնել 8—10 կաթիլ ամիլալկոհոլ և լավ թափահարել։ Ալկոհոլային շերտի կապույտ գունափոխումը վկայում է Co^{2+} կատիոնի առկայությունը։

բ) Fe^{3+} իոնի բացակայությամբ ղեկարգում՝

Ազոտաթթվային լուծույթի (3-րդ կետ) 3—4 կաթիլին ազդե-
լացնել CH_3COONa -ի լուծույթ կամ բյուրեղներ մինչև շեղուք կամ
բացել թթվային միջավայրի առաջացումը (ստուգել pH -ը ռեզիմեր-
սալ ինդիկատորով), որից հետո՝ 2—3 կաթիլ α -նիտրոդեթ-նալ-
թոլ լուծույթից և տաքացնել: Եթե ստացվում է կարմրագույն նրսու-
վածք, ապա սովա և CO_2 -ը: Պա կարելի է հայտնաբերել նաև
 NH_4SCN -ի միջոցով:

5. Mn^{2+} -ի հալտնաբերումը

Ազոտաթթվային լուծույթի (3-րդ էփոց) 2 կաթիլին ալկալայ-
նեկ 3—4 կաթիլ 6 Ն HNO_3 և թիչ քանակությամբ փռեձեղ NaBiO_3
եթե ստացանում է մանուշակագույն հրանկ, ապա ստեղ է Mn^{2+} -ը:

6. Fe^{3+} -ի, Al^{3+} -ի, Cr^{3+} -ի անջատումը Mn^{2+} -ից,

$$\text{Zn}^{2+}\text{-Hg}, \text{Co}^{2+}\text{-Hg}, \text{Ni}^{2+}\text{-Hg}$$

3-րդ կետում ստացված լուծույթին ավելացնել 8—10 կաթիլ NH_4Cl -ի հապեցած լուծույթ, աաքացնել ու ավելացնել NH_4OH մինչև հիմնային սևակցիան: Դրանից հետո ավելացնել ևս 5 կաթիլ Cr^{3+} -ը, Al^{3+} -ը և Fe^{3+} -ը նստում են հիդրօքսիդների ձևով: իսկ

Մյուս կատիոնները մնում են լուծույթում։ Ստացվածը ցենտրիֆուգել և նստվածքը մեկ անգամ լվանալ NH_4Cl պարօնակող ջրով։

$\text{Al}(\text{OH})_3$, $\text{Cr}(\text{OH})_3$, $\text{Fe}(\text{OH})_3$,
 Mn^{2+} , $[\text{Zn}(\text{NH}_3)_6]^{2+}$, $[\text{Co}(\text{NH}_3)_6]^{2+}$,
 $[\text{Ni}(\text{NH}_3)_6]^{2+}$.

7. Fe^{3+} -ի անջատումը Cr^{3+} -ից և Al^{3+} -ից

6-րդ կետում ասացված նստվածքը մշակել 6—8 կաթիլ 6 % NaOH-ի լուծույթով և տաքացնել: Տաք վիճակում ալկելացնել 6—8 կաթիլ H_2O_2 -ի լուծույթ (3%) և շարունակել տաքացնել՝ խառ-
նելով ձողիկով: $\text{Al}(\text{OH})_3$ -ը լուծվում է, իսկ $\text{Cr}(\text{OH})_3$ -ը լուծվելով
օքսիդանում է ջրածնի պերօքսիդի ալկելցույթում: Ցենտրիֆուգել:

Նստվածքը՝ $\text{Fe}(\text{OH})_3$ (դեղն նեղեղ),
Ցենտրիֆուգատը՝ NaAlO_2 , Na_2CrO_4 ,

8. CrO_4^{2-} -ի հալսնաբերումը

Նախորդ (7-րդ) կետում ստացված լուծույթից 1—2 կաթիլ
կաթննեղե ֆլուորի թղթի վրա, ալյումինե առաջացած բժի շերտ-
ջազոճով ավելացնել բևեղիպինի լուծույթ, եթե գոյանում է կապույտ
օղակ, ապա առկա է CrO_4^{2-} իոնը:

9. Al^{3+} -ի հալտնաբերումը

7-րդ կետում ստացված լուծույթը քիմիկոսներին ձեռնարկան թրթվով (ազլեացնելով 2 ն H_2SO_4) մինչև $pH \geq 4$, որից հետո ալկալացնել NH_4OH -ի խիտ լուծույթ մինչև թույլ հիմնային միջավայրի առաջացումը ($pH \approx 9$) և տաքացնել: Ստացված սպիտակ փաթիլները վերջում են Al^{3+} -ի անոթալուծումը: Վերջինիս հայտնաբերմանը չեն խանգարում CrO_4^{2-} իոնները:

10. Ni^{2+} -ի հալոնաբերումը

Ստուգել 6-րդ կետում ստացված ցենտրիֆուգատի pH-ը, որը պետք է լինի 5—9 սահմանում: Եթե լուծույթը խիստ հիմնային է, ապա միջազանց խորացվորել խիտ քաջախաթթվով:

Այդ տւումիւնի 2-3 կաթիլի մէջ ակեղացնել դիմեթիլիդիօքսիտի
 տւումիւնի 2-3 կաթիլի մէջ ակեղացնել է կարծիքը նաւարկած, ու-

մէջն առկա է Ni^{2+} -ը:

Պրօքսիմիլին մեքալ

Սկզբը հիմնւած է III խմբի կատիոնները նաւարկումի պն-
 օքսիդի և ջրածնի պիւրօքսիլի ազդեցութիւնի տակ նշխարաբար Բա-
 ժաններ վրա: Այս դեպքում Al^{3+} և Zn^{2+} խմբները փոխարինւում
 են AlO_2^- և ZnO_2^{2-} անիոններով, Cr^{3+} իոնը՝ օքսիդանում CrO_4^{2-}
 իոնի, և կրկէն էլ մնում են տւումիւնի մէջ, իսկ մնումներն անջատու-
 մի նաւարկածի ձևով՝ $\text{Fe}(\text{OH})_3$, $\text{Mn}(\text{OH})_2$, $\text{Co}(\text{OH})_2$, $\text{Ni}(\text{OH})_2$:
 Կերտւումիւնի առաջին երեք կետերը կատարում են ամոնիա-
 կային մեթոդի ձևով: Սառի վերաւորութիւնը շարունակեց խորքը
 կորու կնքումի բաժանելով (առիւնքը՝ 4-րդ կետից):

4. Fe^{3+} , Mn^{2+} , Co^{2+} , Ni^{2+} խմբի բաժանումը

Al^{3+} -ից և Zn^{2+} -ից

Ցնորքի փորագրումի (3-րդ կետի), որը պարունակում է Fe^{3+} ,
 Mn^{2+} , Co^{2+} , Ni^{2+} , Al^{3+} , Cr^{3+} , Zn^{2+} իոնները, ակեղաց-
 նել խիտ NaOH -ի տւումիւնի (30%) միջնէ հիմնային միջավայրի
 առաջացումի, որի դեպքում շեղումիւնը կ'ընթացի և կ'առ-
 տակաւն թիւի մէջ: Այնուհետև ակեղացնել և 5-6 կաթիլ NaOH -ի,
 նորեւեբան ջրածնի սկիւթակի 3%-անոց տւումիւնի և, սկսեցնել
 աւարտուից հետո, առաջացնել ջրային բոլորիքի թուա: Ստացված
 նաւարկածը ցնորքի փորագրումի տեղատեղի տւումիւնից և նաւարկածը մի-

5. Նաւարկածի տւումը

Նաւարկածը՝ $\text{Fe}(\text{OH})_3$, $\text{Ni}(\text{OH})_2$, $\text{Co}(\text{OH})_2$, $\text{Mn}(\text{OH})_2$,
 ցնորքի փորագրումը՝ AlO_2^- , ZnO_2^{2-} , CrO_4^{2-} :

Նաւարկածի մէջ, որը պարունակում է $\text{Fe}(\text{OH})_3$, $\text{Ni}(\text{OH})_2$,
 $\text{Co}(\text{OH})_2$, $\text{Mn}(\text{OH})_2$, ակեղացնել 5-6 կաթիլ 2 Ն H_2SO_4 , 2-
 3 կաթիլ կաթիլի նիտրիտի (KNO_2) տւումիւնի և առաջացնել ջրային
 թաղանթի ձև: Այս պայմաններում KNO_2 -ի ազդեցութիւնը COH -ը

և Mn^{2+} -ը վերականգնում են միջնէ Co^{2+} և Mn^{2+} , իսկ KNO_2 -ի
 տակնորքի բաժանում է:

Նաւարկածը պարունակում է՝ NiSO_4 , CoSO_4 , MnSO_4 , $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$:

6. Co^{2+} -ի նայտնաբերումը

Ըստ ամոնիակային մեթոդի կոքսում (II) իոնը հայտնաբերում
 է (4-րդ կետ)՝ օգտագործելով պիւրօքսիլի մեթոդը (5-րդ
 կետ)՝ առաջիկած ծծմբաթթի ակեղացնել տւումիւնը:

7. Fe^{3+} -ի և Mn^{2+} -ի աճաւանդը Ni^{2+} -ից և Co^{2+} -ից

5-րդ կետում առաջիկած տւումիւնը շեղումիւնի խիտ NH_4OH -ի
 մէջ ակեղացնել և 5-6 կաթիլ NH_4OH -ի և նորեւեբան H_2O_2 -ի
 30%-անոց տւումիւնի ծաղանցնել միջնէ թիւի սկսեցնել նիւն-
 շարունակել: Նաւարկածը լավ լիւնանալ թորած ջրով միջնէ
 և Cr^{3+} իոնի: Նաւարկածը (այն խառնուրդում է Mn^{2+} կատիոնի որոշ-

Նաւարկածը՝ $\text{Fe}(\text{OH})_3$, $\text{Mn}(\text{OH})_2$:

Ցնորքի փորագրումը՝ $[\text{Ni}(\text{NH}_3)_6]^{2+}$, $[\text{Co}(\text{NH}_3)_6]^{3+}$:

8. Նաւարկածի տւումը

Նաւարկածը կատարում առաջիկած ջրային միջնէ նաւարկածի
 կաթիլ 6 Ն HNO_3 և խառնել ապակի ազդիւնի միջնէ նաւարկածի
 միջնէ տւումիւնը:

9. Mn^{2+} -ի նայտնաբերումը

Ստացված տւումիւնի 3-4 կաթիլի մէջ ակեղացնել նաւարկումի
 բաժանումը (NaB_2O_5) և ցնորքի փորագրում: Եթէ ցնորքի փորագրումը
 պատկերում է մանուշակագուր, ապա առկա է Mn^{2+} իոնը:

10. Ni^{2+} -ի նայտնաբերումը

2-րդ կետում առաջիկած ցնորքի փորագրումից ակեղացնել 2-3 կա-
 թիլ և ակեղացնել 4-5 կաթիլ դիմեթիլիդիօքսիտի տւումիւնի: Նաւար-
 կածը նաւարկածի կաթիլի մէջ ակեղացնել և Ni^{2+} -ի առկայութիւնը:

11. CrO_4^{2-} -ի հայտնաբերումը

4-րդ կետում ստացված ցենտրիֆուգատից 1—2 կաթիլ կաթնեցնել ֆիլտրի թղթի վրա: Որոշ ժամանակից (30—60 վրկ) հետո բժի շրջագծով կաթնեցնել բենզիդիենի լուծույթ (1—2 կաթիլ): Քրոմի առկայության դեպքում առաջանում է կապույտ օղակ:

12. CrO_4^{2-} -ի հետազոտումը

Եթե լուծույթում առկա է CrO_4^{2-} , ապա անհրաժեշտ է հետազոտել: Ցենտրիֆուգատի վրա (4-րդ կետ) կաթնեցնել խիստ քաղախաթթու մինչև $\text{pH} \approx 4-5$ (ստուգել ինդիկատորի միջոցով), տաքացնել և ալկալացնել 8—10 կաթիլ BaCl_2 -ի լուծույթ Ստուգել նստեցման լրիվությունը և ցենտրիֆուգել:

Նստվածքը՝ BaCrO_4 (դեղն նեղակ):

Ցենտրիֆուգատը՝ Al^{3+} , Zn^{2+} :

13. Al^{3+} -ի հայտնաբերումը

Ստացված ցենտրիֆուգատի (12-րդ կետի) 5—6 կաթիլին ալկալացնել նույնքան հագեցած հեղուկ կամ բյուրեղային NH_4Cl (կանխելու Zn^{2+} իոնի նստեցումը), NH_4OH -ի լուծույթ մինչև $\text{pH} \approx 9$ և տաքացնել ջրային բաղնիքի վրա: Սպիտակ փաթիլների $\text{Al}(\text{OH})_3$ առաջացումը վկայում է Al^{3+} -ի առկայությունը լուծույթում:

14. Zn^{2+} -ի հայտնաբերումը

Քաղախաթթվային լուծույթի (12-րդ կետ) 7—8 կաթիլին տալիճակում ալկալացնել թորած ծծմբաջրածնական ջուր կամ անցկացնել զազային H_2S : Սպիտակ ZnS նստվածքի առաջացումը, որ լուծվում է HCl -ի մեջ, վկայում է Zn^{2+} -ի առկայությունը լուծույթում:

Ա Ն Ա Յ Ա Պ Ր Ա Ն Ք

Նրբորդ վերլուծական խմբի կատիոնները օժտված են մի շարք բնորոշ առանձնահատկություններով: Նրանց աղերը ջրային լուծույթներում հիդրոլիզվում են. Fe^{3+} , Fe^{2+} , Mn^{2+} , Cr^{3+} , Co^{2+} կատիոնները ցուցաբերում են օքսիդացման-վերականգնման հատկություններ: ալյումինի ու ցինկի հիդրօքսիդները ամֆոտեր են. ալ-

յումբի կատիոնները հալում ունեն կոմպլեքսային միացություններ առաջացնելու և ալյումիումի և ցինկի դիտիդիդ III խմբի կատիոնները հատկություններ ունենում են առանձնահատկություններով և նախատեսվում են հրաժեշտ է ընդհանուր քիմիայի դասընթացից կրկնել հետևյալ հարցերը:

1. Ամֆոտերություն և ամֆոտեր էլեկտրոլիտներ:
2. Օքսիդացման-վերականգնման ունակություններ:
3. Աղերի հիդրոլիզ:
4. Կոմպլեքսային միացություններ:

Ստուգողական հարցեր և խնդիրներ

1. III վերլուծական խմբի կատիոնները ինչպիսի բնորոշ առանձնահատկություններով են տարբերվում II և I խմբերի կատիոններից:

2. Տալ III վերլուծական խմբի կատիոնների բնդհանուր բնութագիր:

3. Որո՞նք են III խմբի կատիոնները խմբային ռեակտիվով $[(\text{NH}_4)_2\text{S}]$ նստեցնելու պայմանները:

4. Կարելի՞ է արգյոք III խմբի կատիոնների խմբային ռեակտիվ $(\text{NH}_4)_2\text{S}$ -ը փոխարինել Na_2S -ով կամ H_2S -ով:

5. Խմբային ռեակտիվի ազդեցությամբ III խմբի կատիոնները ի՞նչ միացությունների ձևով են նստում: Գրել համապատասխան ռեակցիաների հավասարումները:

6. Ինչո՞ւ խմբային ռեակտիվի ներդրությունից Al^{3+} և Cr^{3+} կատիոնները նստում են հիդրօքսիդի, ալ ոչ թե սուլֆիդի ձևով:

7. Բացատրել, թե ինչու III խմբի կատիոնների ջրային լուծույթի pH -ը փոքր է 7-ից ($\text{pH} < 7$):

8. Ինչո՞վ է հիմնավորվում III խմբի կատիոնների բաժանումը երեւի ենթախմբի: Նշել հնարավոր տարբերակները և գրել ռեակցիաների հավասարումները:

9. Համակարգված վերլուծության ընթացքում նախապես որոշում են Fe^{3+} և Fe^{2+} կատիոնների առկայությունը լուծույթում: Ինչո՞վ է դա բացատրվում և ի՞նչ մասնակի ռեակտիվների միջոցով է իրագործվում: Գրել համապատասխան ռեակցիաների հավասարումները:

10. Համակարգված վերլուծության ընթացքում Fe^{2+} կատիոնը օքսիդացնում են մինչև Fe^{3+} , ինչպե՞ս է դա իրագործվում: Գրել ռեակցիայի հավասարումը:

11. Գրել Fe_2S_3 -ի՝ աղաթթվի մեջ լուծվելու ռեակցիայի հավասարումը:

12. Հավելորդով վերցրած NH_4OH -ի ազդեցությամբ NH_4Cl -ի առկայության դեպքում Zn^{2+} և Mn^{2+} կատիոնները չեն նստում: Ինչո՞ւ: Ո՞րն է NH_4Cl -ի դերը: Գրել համապատասխան ռեակցիաների հավասարումները:

13. Եթե լուծույթում միաժամանակ առկա են Zn^{2+} և Mn^{2+} կատիոնները, ինչպե՞ս կարելի է դրանք անջատել իրարից:

14. Ո՞րն է Zn^{2+} կատիոնի հայտնաբերման մասնակի ռեակցիան:

15. Ի՞նչ օքսիդիչներով կարելի է Mn^{2+} կատիոնը օքսիդացնել մինչև MnO_4^- իոն: Գրել համապատասխան ռեակցիաների հավասարումները:

16. Փորձարկվող լուծույթում ինչպե՞ս կարելի է հայտնաբերել Mn^{2+} կատիոնը:

17. Եթե լուծույթում միաժամանակ գտնվում են Fe^{3+} և Al^{3+} կատիոնները, ինչպե՞ս կարելի է դրանք բաժանել իրարից:

18. Ինչպե՞ս AlO_2^- իոնը փոխարկել Al^{3+} կատիոնի:

19. Ինչպե՞ս կարելի է հայտնաբերել Al^{3+} կատիոնը:

20. Ո՞րն է ամոնիակային և պերօքսիդային մեթոդների տարբերությունը:

21. Պերօքսիդային մեթոդով ինչպե՞ս անջատել Fe^{3+} և Mn^{2+} իոնները Ni^{2+} -ից և Co^{2+} -ից:

22. Ինչպե՞ս անջատել Fe^{3+} կատիոնը Cr^{3+} -ից և Al^{3+} -ից:

23. Ամոնիակային մեթոդով ինչպե՞ս անջատել Al^{3+} , Cr^{3+} , Fe^{3+} իոնները Zn^{2+} -ից, Mn^{2+} -ից, Ni^{2+} -ից և Co^{2+} -ից: Ի՞նչ նպատակով են հետադադող լուծույթին ավելացնում NH_4Cl :

24. Ո՞ր լուծիչում է լուծվում III վերլուծական խմբի կատիոնները պերօքսիդային մեթոդով ենթախմբերի բաժանելիս առաջացող նստվածքը: Գրանում ի՞նչ դեր ունի KNO_2 -ը:

25. Ինչպիսի՞ բնորոշ ռեակցիաներով են հայտնաբերում Cr^{3+} իոնը:

26. Ինչո՞ւ ամոնիոմի կամ կալիումի ռոզանիդի միջոցով Co^{2+} իոնը Fe^{3+} -ի առկայությամբ հայտնաբերելիս անհրաժեշտ է վերջինս քողարկել և ինչպե՞ս:

27. Ինչո՞ւ Co^{2+} և Mn^{2+} կատիոնները պետք է հայտնաբերել նախնական փորձարկումների մամուլով:

28. Կադմիկ կատիոնների ստորև բերվող խառնուրդների վերլուծության կարճ սխեման՝

ա) Zn^{2+} , Mn^{2+} , Fe^{2+} , Cr^{3+} , Co^{2+}

բ) Al^{3+} , Fe^{3+} , Mn^{2+} , Ni^{2+} , Co^{2+}

գ) Fe^{2+} , Al^{3+} , Zn^{2+} , Mn^{2+} , Ni^{2+}

29. Հաշվել NH_4Cl -ի հիդրոլիզի հաստատունը և աստիճանը 0,01 մ ջրային լուծույթում՝ $K_{NH_4OH} = 1,8 \cdot 10^{-5}$:

30. $Fe(OH)_3$ -ի լուծելիությունը հաճախորդ է $2 \cdot 10^{-5}$ գ/լ-ի: Բրոշել $Fe(OH)_3$ -ի լուծելիության արտադրյալը:

31. CH_3COOH -ի լուծույթում H^+ իոնների կոնցենտրացիան հաճախորդ է 10^{-4} մոլ/լ-ի: Բրոշել այդ թթվի մոլայնությունը:

32. 0,1 մոլ/լ CH_3COOH -ի լուծույթում H^+ իոնների կոնցենտրացիան հաճախորդ է $1,3 \cdot 10^{-3}$ մոլ/լ-ի: Հաաշվել թթվի դիսոցման հաստատունը և դիսոցման աստիճանը:

33. Ինչի՞նչ է հաճախորդ մրջնաթթվի դիսոցման աստիճանը 0,5 մոլ/լ լուծույթում, եթե հաստի է, որ H^+ կոնցենտրացիան հաճախորդ է 0,01 մոլ/լ-ի:

34. Հաշվել Zn^{2+} իոնների կոնցենտրացիան $[Zn(NH_3)_6]SO_4$ -ի 0,1 մոլ/լ լուծույթում, ինչպես նաև կոմպլեքս իոնի դիսոցման աստիճանը:

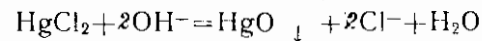
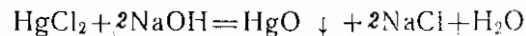
35. 2 և 0,1 մոլ/լ CH_3COOH -ի լուծույթին ավելացրել են 50 գ CH_3COONa : Բրոշել լուծույթի pH-ը:

ապչ վան (ձիվակիրդս ղվլմոմյոյ վմզզզսմոտի վմյոյ ԱԻ Դ Դսսզմ
-դեյ (ճ'0==Hd) Դսմմոյեմեյզ ղվլմիմլմ ձ-S²H Կսսլլկոմմլլ

6 3 0 3 3 0 6 4 4 0 1 6

անցկացնել H_2S (քարշիչ սլաճարանում): Դիտել HgS -ի սև գույնի նստվածքի առաջացումը: Ցենտրիֆուգել, նստվածքի վրա ավելացնել 4—5 կաթիլ արթալաջուր և տաքացնել: Դիտել նստվածքի լուծումը:

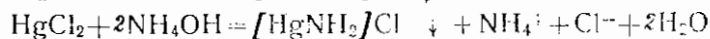
2. Կծու ալկալիները (NaOH , KOH) սնդիկի (II) աղի լուծույթից նստեցնում են HgO -ի դեղին նստվածքը՝



Փորձ: 4—5 կաթիլ սնդիկի (II) աղի լուծույթի վրա ավելացնել 5—6 կաթիլ NaOH :

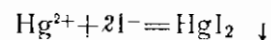
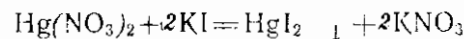
Դիտել դեղին նստվածքի ($\text{HgO} \downarrow$) առաջացումը:

3. NH_4OH -ը HgCl_2 -ի լուծույթի հետ տաքացնում է մերկուրամիդրոլորիդ կոմպլեքս աղի սպիտակ նստվածք՝

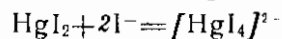
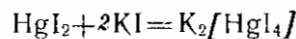


Փորձ: 4—5 կաթիլ սնդիկի (II) աղի լուծույթին ավելացնել 5—6 կաթիլ NH_4OH -ի լուծույթ: Դիտել սպիտակ նստվածքի ստացումը:

4. Կալիումի յոդիդը (KI) երկարժեք սնդիկի աղերի հետ առաջացնում է HgI_2 -ի կարմրաֆուրկանյութային նստվածք՝



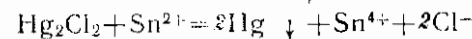
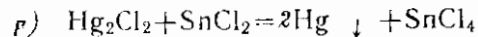
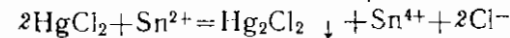
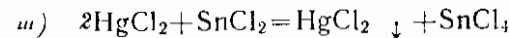
Նստվածքը լուծվում է ռեակտիվի ավելցուկում՝ առաջացնելով կալիումի սնդիկ տետրայոդիդի կոմպլեքս լուծելի աղը՝



Փորձ: 4—5 կաթիլ սնդիկի (II) աղի լուծույթին կաթիլ առ կաթիլ ավելացնել KI -ի լուծույթ մինչև նստվածքի առաջանալը: Այնուհետև ավելացնել ռեակտիվ մինչև նստվածքի լուծվելը:

5. Սնդիկի (II) աղի լուծույթի վրա կաթիլներով անադի քլորիդ (SnCl_2) ազդելիս Hg^{2+} -ը նախ վերականգնվում է մինչև միարժեք սնդիկի աղը (Hg_2Cl_2)՝ սպիտակ նստվածքի ձևով, իսկ այ-

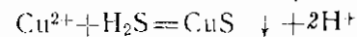
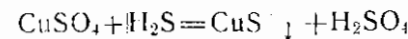
նուհետև ռեակտիվի հետագա ավելացման դեպքում սնդիկը լրիվ վերականգնվում է՝ առաջացնելով մետաղական Hg -ի սև գույնի նստվածք:



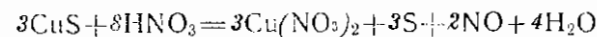
Փորձ: 4—5 կաթիլ HgCl_2 -ի լուծույթին ավելացնել 2—3 կաթիլ SnCl_2 -ի լուծույթ: Ստացված սպիտակ նստվածքին նորից ավելացնել SnCl_2 -ի լուծույթ մինչև նստվածքի սևանալը:

Cu^{2+} -ի ռեակցիաները

1. Cu^{2+} -ի աղերի լուծույթները, ծծմբաջրածնի հետ փոխազդելով, առաջացնում են CuS -ի սև գույնի նստվածք՝



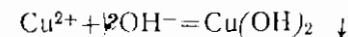
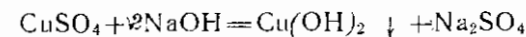
CuS -ը չի լուծվում նոսր ալաթիվում և ծծմբական թթվում, լուծվում է նոսր ազոտական թթվում (HNO_3)՝



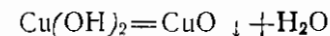
Աղտոտական թթուն ալյումեղ հանդես է գալիս որպես օքսիդիչ:

Փորձ: 2—3 կաթիլ CuSO_4 -ի լուծույթին ավելացնել 5—6 կաթիլ ջուր և 2—3 կաթիլ 2 Ն HCl , որից հետո լուծույթով անցկացնել H_2S : Դիտել սև գույնի նստվածքի առաջացումը: Ցենտրիֆուգել, նստվածքի վրա ավելացնել 4—5 կաթիլ ալոտական թթու և տաքացնել: Դիտել նստվածքի լուծվելը:

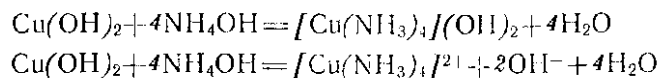
2. Կծու ալկալիները (NaOH , KOH) պղնձի (II) աղերի լուծույթներից նստեցնում են $\text{Cu}(\text{OH})_2$ -ի կապույտ նստվածքը՝



$\text{Cu}(\text{OH})_2$ -ը ուժեղ տաքացնելիս քայքայվում է՝ առաջացնելով CuO -ի սև նստվածք՝



իսկ ամոնիակի խիտ լուծույթում այն լուծվում է՝ առաջացնելով մուգ կապույտ դույնի լուծելի կոմպլեքս՝

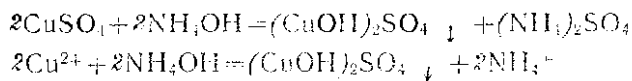


Փորձ: 6—7 կաթիլ CuSO_4 -ի լուծույթին կաթիլներով ավելացնել ավելալու լուծույթ: Դիտել կապույտ նստվածքի առաջացումը: Այնուհետև նստվածքը կիսել և փոխադրել էջերու փորձանոթի մեջ:

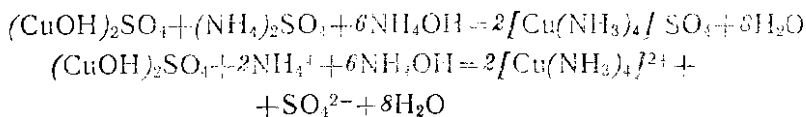
Առաջին փորձանոթի պարունակությանը տաքացնել այլիչի քաղցի վրա և դիտել սև դույնի CuO -ի առաջացումը:

Երկրորդ փորձանոթի մեջ ավելացնել NH_4OH -ի լուծույթ մինչև նստվածքի լուծվելը:

3. Ամոնիումի հիդրօքսիդը (NH_4OH) քիչ քանակությամբ դեղքում Cu^{2+} իոնների հետ առաջացնում է պղնձի հիմնային աղի՝ $(\text{CuOH})_2\text{SO}_4$, կապտականաչավուն նստվածք՝



Այդ նստվածքը NH_4OH -ի ավելցուկի մեջ լուծվում է՝ առաջացնելով պղնձի ամոնիակատի մուգ կապույտ կոմպլեքս լուծելի աղը:

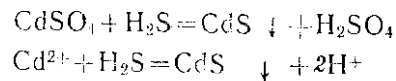


Փորձ: 4—5 կաթիլ CuSO_4 -ի լուծույթին կաթիլներով ավելացնել NH_4OH -ի լուծույթ մինչև հիմնային աղի նստվածքի ստացումը: Այնուհետև ավելացնել NH_4OH մինչև նստվածքի լուծվելը: Դիտել և արձանագրել մուգ կապույտ դույնի լուծույթի ստացումը:

Այս ռեակցիան օգտագործվում է պղնձի իոնի նույնիսկ աննշան քանակը հայտնաբերելու համար:

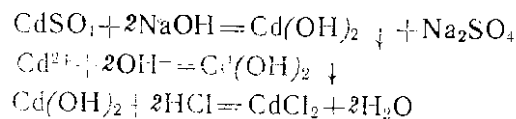
Cd²⁺-ի ռեակցիաներ

1. Մծմբաջրածինը կադմիումի լուծելի աղերի հետ չեզոք, հիմնային և թթվային միջավայրում ($\text{pH} \geq 0,5$) առաջացնում է դեղին նստվածք (CdS), որը չի լուծվում ալկալիների և նատրիումի սուլֆիդի լուծույթներում: CdS -ը լուծվում է խիտ աղաթթվում ($\text{pH} < 0,5$):



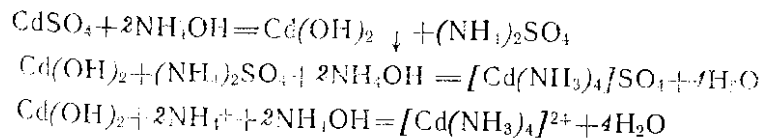
Փորձ: 5—6 կաթիլ CdCl_2 -ի լուծույթին ավելացնել 2—3 կաթիլ աղաթթու և միջով անցկացնել H_2S : Դիտել դեղին նստվածքի առաջացումը:

2. Ալկալիները (NaOH և KOH) կադմիումի աղերի հետ առաջացնում են սպիտակ նստվածք՝ $\text{Cd}(\text{OH})_2$, որը լուծվում է թրթուներում և ամոնիումի հիդրօքսիդի լուծույթում:



Փորձ: 5—6 կաթիլ CdSO_4 -ի լուծույթին ավելացնել 2—3 կաթիլ NaOH -ի լուծույթ: Այնուհետև նստվածքին ավելացնել աղաթթու: Դիտել նստվածքի առաջացումը և լուծվելը HCl -ի մեջ:

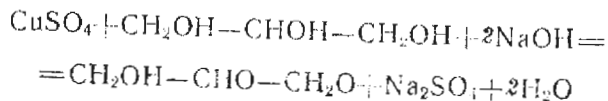
3. NH_4OH -ը CdSO_4 -ի լուծույթի հետ առաջացնում է սպիտակ նստվածք: Վերջինս լուծվում է ամոնիումի հիդրօքսիդի ավելցուկի մեջ՝ առաջացնելով անգույն կոմպլեքս միացություն՝ կադմիումի ամիակատ:



Այս ռեակցիայի միջոցով վերլուծության ընթացքում Cd^{2+} և Cu^{2+} իոնները անջատում են Bi^{3+} կատիոնից: Վերջինս ամոնիումի հիդրօքսիդից առաջացնում է հիդրօքսոսաղ:

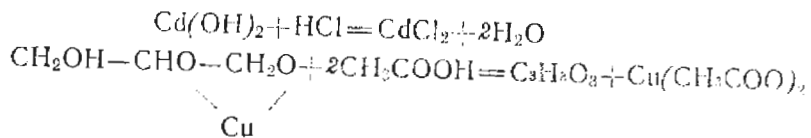
4. Cd^{2+} իոնի անջատումը Cu^{2+} -ից և Bi^{3+} -ից

Նրանց բաժանումը կատարում են գլիցերինի միջոցով՝ հիմնային միջավայրում: Cd^{2+} իոնը գլիցերինի հետ առաջացնում է անկայուն կոմպլեքս միացություն, ի տարբերություն Cu^{2+} և Bi^{3+} կատիոնների, որոնք կայուն են և կոչվում են գլիցերատներ: Այս հատկությունը օգտագործում են վերլուծության ընթացքում նշված իոնները բաժանելու համար: Cd^{2+} իոնը ալկալիական միջավայրում անջատվում է նստվածքի՝ $Cd(OH)_2$ ձևով, իսկ Cu^{2+} և Bi^{3+} գլիցերատները մնում են լուծույթում:



Cu

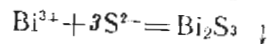
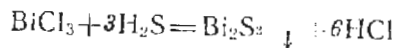
$Cd(OH)_2$ -ը լուծվում է աղաթթվում, իսկ գլիցերատները քայքայվում են քաղցրամթվում:



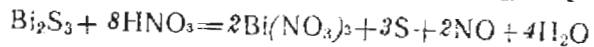
Cu

Bi^{3+} -ի ռեակցիաները

1. Bi^{3+} -ի լուծելի աղերը ծծմբաջրածնի հետ առաջացնում են Bi_2S_3 -ի մուգ շագանակադույն նստվածք՝



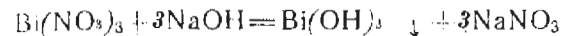
Նստվածքը լուծվում է նոսր աղոտական թթվի մեջ եռացնելիս՝



Այսպես և HNO_3 -ը հանդես է գալիս որպես օքսիդիչ:

Փորձ: 2—3 կաթիլ Bi^{3+} -ի լուծույթին ափեղացնել 5—6 կաթիլ չոր և 2—3 կաթիլ 2 ն HCl լուծույթի միջով անցկացնել H_2S -ի հոսք և դիտել նստվածքի առաջանալը:

2. Կծու ալկալիների լուծույթները Bi^{3+} -ի լուծելի աղերի հետ առաջացնում են $Bi(OH)_3$ -ի սպիտակ փաթիլանման նստվածք՝

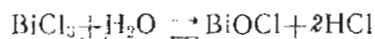
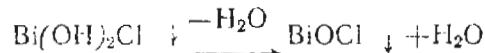
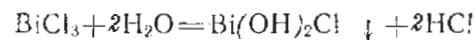


3. NH_4OH -ի լուծույթը, կախված կոնցենտրացիայից և ջերմաստիճանից, Bi^{3+} պարունակող լուծույթներից անջատում է բիումբի տարբեր բազադրոթյան հիմնային աղերի սպիտակ նրսուկները $BiOH(NO_3)_2$ -ը, $Bi(OH)_2NO_3$ -ը և նույնիսկ՝ $Bi(OH)_3$ -ը:

Փորձ: Երկու փորձանոթներում վերցնել 2—3 ական կաթիլ Bi^{3+} -ի աղի լուծույթ, առաջին փորձանոթի մեջ ափեղացնել 5—6 կաթիլ $NaOH$ -ի, իսկ երկրորդի մեջ՝ նույնքան NH_4OH -ի լուծույթ: Դիտել սպիտակ նստվածքների առաջացումը:

4. Զրի ազդեցությունը (հիդրոլիզ)

Bi^{3+} -ի աղերի լուծույթները հիդրոլիզվում են՝ առաջացնելով բիումբի հիմնային աղերի սպիտակ նստվածք: Բիումբի լուծելի աղերից առավել հեշտ հիդրոլիզվում է նրա բլորիդը՝

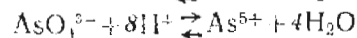
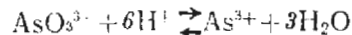


As^{3+} -ի ռեակցիաները

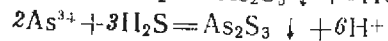
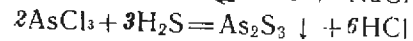
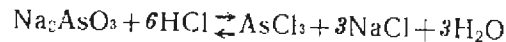
(հիշել, որ As^{3+} -ի աղերը խիստ թունավոր են)

Արսենն առաջացնում է միացությունների երկու շարք, որոնցից մեկում հանդես է գալիս +3, իսկ մյուսում՝ +5 օքսիդացման աստիճանով:

Արսենային՝ H_3AsO_3 և արսենական՝ H_3AsO_4 թթուների աղերի ջրային լուծույթները պարունակում են AsO_3^{3-} և AsO_4^{3-} անիոններ, որոնք թթվային միջավայրում փոխարկվում են արսենի կատիոնների՝

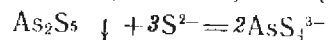
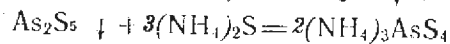
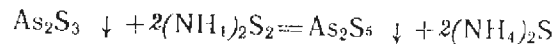


1. Արսենի (III) աղերի լուծույթները թթվային միջավայրում ծծմբաջրածնի հետ առաջացնում են As_2S_3 -ի գեղին նստվածք՝

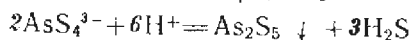
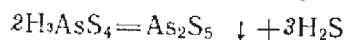
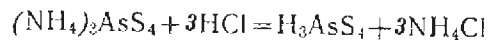


As_2S_3 -ի նստվածքը լավ լուծվում է ամոնիումի բազմատուլֆիդի՝ $(NH_4)_2S_2$, ալկալիների, մի շարք կարբոնատների լուծույթներում և ալոտուական թթվի խիտ լուծույթում:

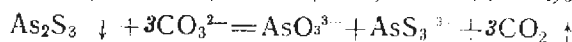
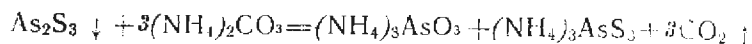
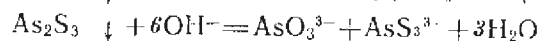
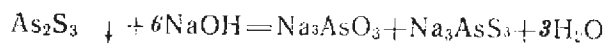
ա) Ամոնիումի բազմատուլֆիդում նախ As^{3+} -ը օքսիդանում է մինչև As^{5+} , որից հետո ստացվում է թիոարսենական թթվի աղը.



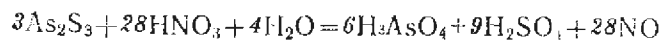
Թթուների ազդեցությունից թիոարսենատները քայքայվում են՝ առաջացնելով As_2S_5 -ի նստվածք.



բ) Ալկալիների հետ և լուծելի կարբոնատներում As_2S_3 -ը առաջացնում է արսենիտներ և թիոարսենիտներ՝



գ) Ալոտուական թթվի խիտ լուծույթում As_2S_3 -ը օքսիդանում է՝ առաջացնելով արսենական և ծծմբական թթուներ.



Փորձ: Նատրիումի կամ կալիումի արսենիտի (Na_3AsO_3 կամ K_3AsO_3) 8—10 կաթիլ լուծույթին ավելացնել աղաթթվի լուծույթ մինչև թթվային ռեակցիան և խառնուրդի միջով անցկացնել H_2S .

Դիտել As_2S_3 -ի գեղին նստվածքի առաջացումը՝ նստվածքը ցենտրիֆուգել և բաժանել 4 մասի.

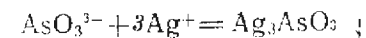
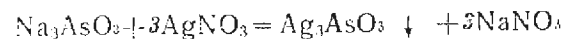
ա) As_2S_3 -ի նստվածքի առաջին մասին կաթիլներով ավելացնել ամոնիումի բազմատուլֆիդի $[(NH_4)_2S_2]$ լուծույթ մինչև նրստվածքի լուծվելը: Այնուհետև ստացված լուծույթին ավելացնել HCl -ի այնքան լուծույթ, որ նորից զոյանա գեղին նստվածք:

բ) As_2S_3 -ի նստվածքի երկրորդ մասին կաթիլներով ավելացնել $NaOH$ -ի (կամ KOH -ի) այնքան լուծույթ, որ նստվածքը լրիվ լուծվի:

գ) As_2S_3 -ի նստվածքի երրորդ մասին կաթիլ առ կաթիլ ավելացնել $(NH_4)_2CO_3$ -ի լուծույթ մինչև նստվածքի լուծվելը:

դ) As_2S_3 -ի նստվածքի չորրորդ մասին ավելացնել մի քանի կաթիլ ալոտուական թթվի խիտ լուծույթ և տաքացնել: Դիտել նրստվածքի լուծումը և զորչ դույնի աղտաի (IV) օքսիդի առաջացումը:

2. Արսենային թթվի աղերի և արծաթի էրտրատի ($AgNO_3$) լուծույթի փոխազդեցությունից առաջանում է տրծաթի արսենիտի գեղին նստվածք՝

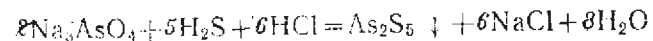


Փորձ: 4—5 կաթիլ Na_3AsO_3 -ի լուծույթին ավելացնել նույնքան $AgNO_3$ -ի լուծույթ:

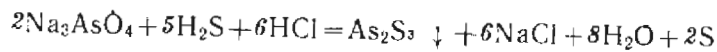
Ag_3AsO_3 -ի գեղին նստվածքը լուծվում է HNO_3 -ում և NH_4OH -ում: Դիտել աղի տնեցող երևույթները:

As^{5+} -ի ռեակցիաները

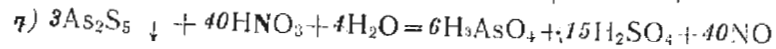
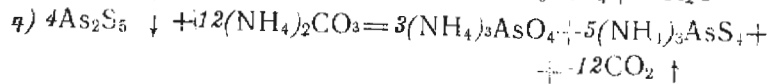
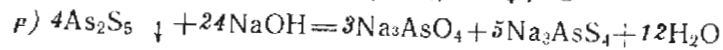
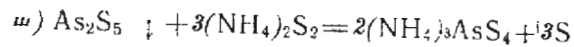
1. Թթվային միջավայրում Na_3AsO_4 -ի լուծույթով սառը պայմաններում բավականին երկար ժամանակ H_2S անցնելու հետևանքով առաջանում է As_2S_3 -ի և As_2S_5 -ի խառնուրդի գեղին զույնի նստվածք՝



As_2S_3 ստացվում է H_2S -ի ազդեցությունից՝ արսենի (V) մի մասի վերականգնման հետևանքով:



Արսենի (V) սուլֆիդը, ինչպես և As_2S_3 -ը, լավ լուծվում է ամոնիումի բազմատուֆիդում $[(\text{NH}_4)_2\text{S}_2]$, ալկալիների, լուծելի կարբոնատների լուծույթներում և ազոտական թթվի խիտ լուծույթում՝



Փորձ: Նստրիումի արսենատի 8—10 կաթիլ լուծույթին ավելացնել HCl -ի լուծույթ մինչև թթվային ռեակցիան, սառեցնել և երկար ժամանակ միջով անցկացնել H_2S : Դիտել դեղին նստվածքի առաջացումը: Ցենտրիֆուգել և անջատված նստվածքը բաժանել մասի:

ա) Նստվածքի առաջին մասին կաթիլներով ավելացնել $(\text{NH}_4)_2\text{S}_2$ -ի լուծույթ մինչև նստվածքի լուծվելը:

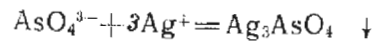
բ) Նստվածքի երկրորդ մասին ավելացնել NaOH -ի այնքան լուծույթ, որ նստվածքը լուծվի:

գ) Նստվածքի երրորդ մասին կաթիլ առ կաթիլ ավելացնել $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$ -ի լուծույթ մինչև նստվածքի լուծվելը:

դ) Նստվածքի չորրորդ մասին կաթիլներով ավելացնել խիտ ազոտական թթու և տաքացնել:

Դիտել տեղի ունեցող բոլոր հրույթները:

2. AgNO_3 -ը AsO_4^{3-} -ի հետ առաջացնում է Ag_3AsO_4 -ի շագանակագույն նստվածք՝



Փորձ: 4—5 կաթիլ Na_3AsO_4 -ի լուծույթին ավելացնել նույնքան AgNO_3 -ի լուծույթից: Դիտել շագանակագույն նստվածքի առաջացումը:

Անհրաժեշտ է հիշել արսենի սուլֆիդների երկու կարևոր առանձնահատկությունները՝

1) Նրանց լուծելիությունը $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$ -ում, որով այս սուլֆիդները տարբերվում են արսենի ենթախմբին պատկանող այլ կատիոնների սուլֆիդներից,

2) Նրանց լուծվելը աղաթթվի խիտ լուծույթում:

Օգտվելով այդ յուրահատկություններից՝ վերլուծության բնութագրում արսենը կարելի է անջատել ենթախմբի այլ կատիոններից և որոշել առանձին:

Կատիոնների IV խմբի վերլուծության ընթացք

1. IV խմբի կատիոնների հստեցումը

Փորձ: քվոդ լուծույթից վերցնել 15—20 կաթիլ, ավելացնել 10—12 կաթիլ 6 Ն HCl -ի լուծույթ, տաքացնել, այդ շատ դանդաղ, մոտ 2—3 րոպե, լուծույթի միջով անցկացնել գաղտին ծծրմբաջրածին (քարշիշ պահարանում): Ատացված նստվածքը ցենտրիֆուգել և ստուգել նստեցման լրիվությունը: Նստվածքը լվանալ ջրով:

Նստվածքը՝ CuS , CdS , Bi_2S_3 , HgS , As_2S_3 :

2. Բաժանումը ենթախմբերի

Նստվածքը, որը պարունակում է CuS , Bi_2S_3 , HgS , CdS և As_2S_3 , մշակել 4—5 կաթիլ ամոնիումի գիսուլֆիդի $[(\text{NH}_4)_2\text{S}_2]$ լուծույթով: As_2S_3 -ը լուծվում է և անցնում լուծույթի խսկ նստվածքում մնում է պղնձի ենթախմբը: Ցենտրիֆուգել: Նստվածքը լվանալ NH_4Cl պարունակող ջրով:

Նստվածքը՝ CuS , Bi_2S_3 , CdS , HgS :

Ցենտրիֆուգատը՝ $(\text{NH}_4)_3\text{AsS}_4$:

3. Արսենի հայտնաբերումը

Նախորդ կետում ստացած ցենտրիֆուգատից վերցնել 3—4 կաթիլ, ավելացնել մոտ 2—3 կաթիլ 2 Ն HCl : Դեղին նստվածքի առաջացումը վկայում է արսենի առկայության մասին:

4. Նստվածքի լուծումը

Երկրորդ կետում ստացված նստվածքը, որը պարունակում է CuS , HgS , Bi_2S_3 և CdS , մշակել 5-կաթիլ ջրով և 10 կաթիլ 6 % HNO_3 -ի լուծույթով: Ռեակցիան արագացնելու համար ավելացնել էին քանակությամբ KNO_2 կամ NaNO_2 , որից հետո փորձանոթի պարունակությունը տաքացնել ջրային բաղնիքի վրա: Ցենտրիֆուգել: Նստվածքը լվանալ NH_4NO_3 պարունակող ջրով:

Նստվածքը՝ HgS :

Ցենտրիֆուգատը՝ $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$, $\text{Cd}(\text{NO}_3)_2$, $\text{Bi}(\text{NO}_3)_3$:

5. Նստվածքի լուծումը

Նստվածքը՝ HgS , լուծում են 3—4 կաթիլ արքայաջրի մեջ տաքացնելով ջրային բաղնիքի վրա: Անհրաժեշտ է խուսափել քարձր ջերմաստիճանից, նկատի ունենալով, որ այդ պայմաններում HgCl_2 -ը ցնդում է: Օդի հետեանքով կորչում է Hg^{2+} իոնը:

6. Hg^{2+} -ի հայտնաբերումը

5-րդ կետում ստացված լուծույթին ավելացնել 2—3 կաթիլ SnCl_2 -ի լուծույթ: Այն նստվածքի առաջացումը վկայում է Hg^{2+} առկայության մասին:

7. Bi^{3+} -ի անջատումը Cu^{2+} -ից և Cd^{2+} -ից

4-րդ կետում ստացված լուծույթին ավելացնել խիտ NH_4OH -լուծույթ (25%-անոց)՝ ստեղծելով հիմնային միջավայր: Այս դեպքում Bi^{3+} իոնը նստում է սպիտակ փաթիլների ձևով: Տաքացնել՝ ցենտրիֆուգել: Նստվածքը լվանալ թորած ջրով:

Նստվածքը՝ $\text{Bi}(\text{OH})_3$, BiONO_3 :

Ցենտրիֆուգատը՝ $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]^{2+}$, $[\text{Cd}(\text{NH}_3)_4]^{2+}$:

8. Bi^{3+} -ի հայտնաբերումը

Նստվածքի վրա ավելացնել 3—4 կաթիլ նատրիումի ստանիֆաի լուծույթից: Եթե նստվածքը սևանում է, ուրեմն առկա է Bi^{3+} իոնը:

9. Cu^{2+} -ի հայտնաբերումը և անջատումը Cd^{2+} -ից

Եթե 7-րդ կետում ստացված ցենտրիֆուգատը կապույտ գույնի է, ուրեմն առկա է Cu^{2+} իոնը: Վերջինս անհրաժեշտ է հեռացնել որովհետև իրանգարում է Cd^{2+} -ի հայտնաբերմանը: Պրա համար ամբողջ լուծույթի վրա ավելացնել HCl -ի լուծույթից, մինչև մուգ կապույտ գույնը փոխվի երկնագույնի, որից հետո ավելացնել եռլյն քանակությամբ HCl , տաքացնել ջրային բաղնիքի վրա և միջով անցկացնել H_2S : Ստուգել CuS -ի նստեցման լրիվությունը, ցենտրիֆուգել և նստվածքը դնել նետել:

Նստվածքը՝ CuS :

Ցենտրիֆուգատը՝ Cd^{2+} :

10. Cd^{2+} -ի հայտնաբերումը

Նստված ցենտրիֆուգատը 2—3 անգամ նոսրացնել թորած ջրով և միջով անցկացնել H_2S : Եթե ստացվում է դեղին նստվածք, ուրեմն առկա է Cd^{2+} իոնը:

ՀԻՆԳԵՐՈՐԴ ԽՄՐԻ ԿԱՏԻՈՆՆԵՐԻ ՌԵԱԿՏԻՎՆԵՐԸ ԵՎ
ՎԵՐԼՈՐԾՈՒԹՅԱՆ ԸՆԹԱՅՐԸ

Ընդհանուր բնութագիր

Հինգերորդ վերլուծական խմբին պատկանում են համեմատաբար քիչ ակտիվ մետաղների իոնները՝ Ag^+ , Hg_2^{2+} , Pb^{2+} :

Մծմբաջրածնի և ամոնիումի սուլֆիդի հետ այդ կատիոնները առաջացնում են սուլֆիդներ՝ Ag_2S , HgS , PbS , որոնք չեն լուծվում ոչ միայն ջրում, այլ նաև նոսր (2 ն) ազոտական թթվի մեջ:

Այս խմբի կատիոնները իրենց տարբեր կերպ են պահում ուժեղ ալկալիների նկատմամբ: Արծաթի և սնդիկի կատիոնները NaOH -ի (կամ LiOH -ի) ազդեցությամբ, ի տարբերություն շատ կատիոնների, առաջացնում են ոչ թե հիդրօքսիդներ, այլ վերջիններիս բալբայան արդասիքներ՝ Ag_2O և Hg_2O : Այս օքսիդները ալկալիների ավելցուկում չեն լուծվում, բայց լավ լուծվում են ազոտական թթվի մեջ: Կապարի կատիոնը ուժեղ ալկալիների հետ առաջացնում է ամֆոտեր հատկություններով օժտված հիդրօքսիդ՝ $\text{Pb}(\text{OH})_2$:

Հաականշական է տվյալ կատիոնների վերաբերմունքը ամոնիումի հիդրօքսիդի (NH_4OH) նկատմամբ, որի վրա հիմնված է արծաթի և սնդիկի կատիոնների հայտնաբերումը:

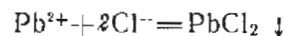
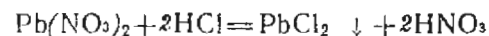
Ուսումնասիրվող կատիոնները ցուցաբերում են վերականգնիչ և օքսիդիչ հատկություններ: Ուժեղ վերականգնիչ սեակտիվներից կատիոնները վերականգնվում են մինչև ազատ մետաղներ, իսկ օքսիդիչները օքսիդացնում են Pb^{2+} -ը մինչև Pb^{4+} , Hg_2^{2+} -ը մինչև Hg^{2+} :

V խմբի խմբային սեակտիվն է նոսր ազաթթուն, որից կատիոնները նստում են անլուծելի քլորիդների (AgCl , Hg_2Cl_2 և PbCl_2) ձևով և անջատվում I—IV խմբերի կատիոններից: Ստացված քլորիդները անլուծելի են ինչպես սառը ջրում, այնպես և ազաթթվի ավելցուկում: Սակայն PbCl_2 -ը լուծվում է տաք ջրում, որի վրա հիմնված է Pb^{2+} կատիոնի անջատումը Ag^+ և Hg_2^{2+} :

Իոններին: Արծաթի քլորիդը լավ լուծվում է ամոնիակի ջրային լուծույթում՝ առաջացնելով կոմպլեքս միացություն, որը ազոտական թթվի ազդեցությունից քայքայվում է՝ նորից գոյացնելով AgCl -ի նստվածք: Իսկ Hg_2Cl_2 -ի նստվածքը ամոնիակի ջրային լուծույթից սեանում է ազատ սնդիկի անջատման հետևանքով՝ $[\text{NH}_2\text{Hg}]\text{Cl} + \text{Hg}$: Այս սեակցիայի միջոցով էլ որոշում են Hg_2^{2+} -ի առկայությունը:

Pb^{2+} -ի սեակցիաները

1. Կապարի կատիոնը նոսր ազաթթվի և վերջինիս լուծելի աղերի հետ առաջացնում է կապարի քլորիդի (PbCl_2) սպիտակ նստվածք՝

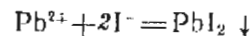
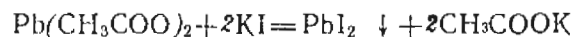


PbCl_2 -ի նստվածքը լուծվում է տաք ջրում: Դրանից օգտվելով՝ վերլուծության ընթացքում PbCl_2 -ը բաժանում են արծաթի և սնդիկի (I) քլորիդներից: Կապարի (II) քլորիդը քիչ լուծվում է նաև սառը ջրում, ուստի Pb^{2+} -ի նստեցումը ազաթթվով լրիվ չէ:

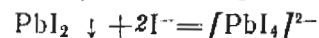
Փ ա ռ ձ: Կապարի նիտրատի՝ $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ կամ ացետատի՝ $\text{Pb}(\text{CH}_3\text{COO})_2$ լուծույթի 4—5 կաթիլին ավելացնել 5—6 կաթիլ ազաթթու: Դիտել սպիտակ նստվածքի առաջացումը:

Նստվածքին ավելացնել 8—10 կաթիլ թորած ջուր և տաքացնել մինչև PbCl_2 -ի լրիվ լուծվելը: Գործանոթը հոսող ջրի տակ ստեղծել և դիտել, թե ինչպես է PbCl_2 -ի նստվածքը նորից անջատվում ասեղնաձև բյուրեղների տեսքով:

2. Pb^{2+} -ը կալիումի յոդիդի (KI) հետ առաջացնում է կապարի յոդիդի (PbI_2) դեղին նստվածք:



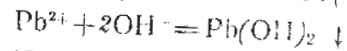
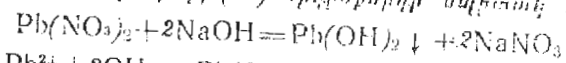
Ստացված նստվածքը լուծվում է հոացող ջրում, իսկ սառեցնելիս նորից անջատվում է: Այն լուծվում է նաև սեակտիվի՝ KI-ի ավելցուկում՝ առաջացնելով կոմպլեքս միացություն:



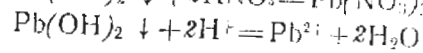
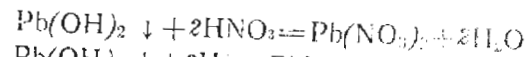
Փորձ: Կապարի աղետառի՝ $\text{Pb}(\text{CH}_3\text{COO})_2$ 4—5 կաթիլ լուծույթին կաթիլներով ավելացնել KI -ի լուծույթ մինչև դեղին նրսավաճքի առաջանալը:

Ստացված նստվածքը բաժանել հրկու մասի: Մի մասին ավելացնել 5—6 կաթիլ ջուր, տաքացնել մինչև նստվածքի լրիվ լուծվելը: Այնուհետև լուծույթը ստեղծել հոսող ջրի տակ: PbI_2 -ը նորից է անջատվում զեղնատակեղույն դեղնցիկ թեփուկների ձևով, որոնց փայլը լավ երևում է հեղուկը խառնելիս: PbI_2 -ի նստվածքի երկրորդ մասին ավելացնել մի քանի կաթիլ KI -ի լուծույթ: Դրանով համոզվել, որ նստվածքը լուծվում է:

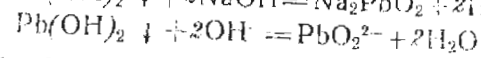
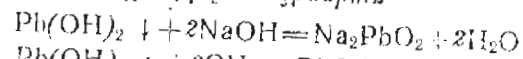
3. Pb^{2+} -ը ալկալիների (NaOH կամ KOH) լուծույթներին հետ առաջացնում է կապարի (II) հիդրօքսիդի սպիտակ նստվածք՝



$\text{Pb}(\text{OH})_2$ -ը ունի ամֆոտեր հատկություն: Այն լուծվում է ինչպես թթուներում՝



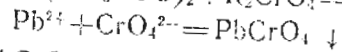
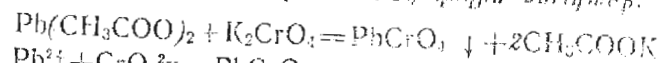
այնպես էլ ալկալիների լուծույթներում՝



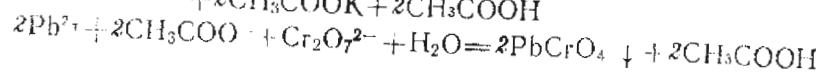
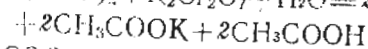
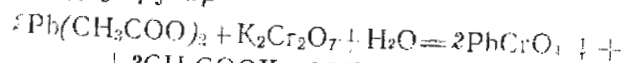
PbO_2^{2-} անիոնի աղերը կոչվում են պլումբիտներ:

Փորձ: 5—6 կաթիլ կապարի լուծույթին կաթիլ առ կաթիլ ավելացնել NaOH -ի լուծույթ մինչև նստվածքի առաջանալը: Նրսավաճքը բաժանել 2 մասի, մի մասը լուծել NaOH -ի ավելցուկում, իսկ մյուսը՝ ազոտական թթվի լուծույթում:

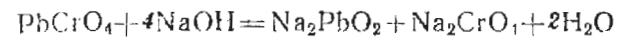
4. Pb^{2+} -ը կալիումի քրոմատի՝ K_2CrO_4 լուծույթին հետ առաջացնում է կապարի քրոմատի՝ PbCrO_4 դեղին նստվածք.



PbCrO_4 ստացվում է նաև կալիումի դիքրոմատի՝ $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ լուծույթի աղդեցությամբ՝

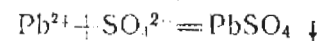
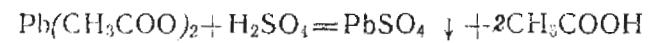


PbCrO_4 -ը չի լուծվում ամոնիումի հիդրօքսիդի և քացախաթթվի մեջ, դժվարալուծ է նոսր աղտառական թթվում, բայց լավ լուծվում է կծու ալկալիներում՝ առաջացնելով պլումբիտներ:

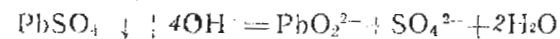
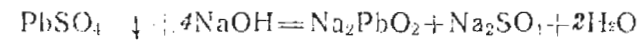


Փորձ: Կապարի աղետառի լուծույթի 5—6 կաթիլին ավելացնել նույնքան կալիումի քրոմատի (K_2CrO_4) կամ դիքրոմատի ($\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$) լուծույթ: Դիտել դեղին նստվածքի զրալացումը: Այնուհետև նստվածքին կաթիլներով ավելացնել NaOH -ի (կամ KOH -ի) լուծույթ մինչև նստվածքի լուծվելը: Գրել ռեակցիայի հավասարումը:

5. Pb^{2+} -ը նոսր ծծմբական թթվի կամ լուծելի սուլֆատների հետ տալիս է սպիտակ նստվածք՝



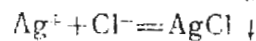
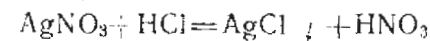
PbSO_4 -ը լուծվում է կծու ալկալիների լուծույթներում՝ առաջացնելով պլումբիտներ:



Փորձ: 4—5 կաթիլ կապարի աղի լուծույթին ավելացնել նույնքան H_2SO_4 : Դիտել սպիտակ նստվածքի առաջացումը:

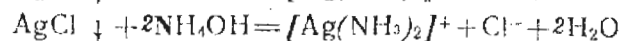
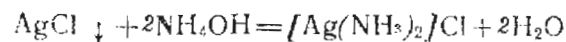
Ag^+ -ի ռեակցիաները

1. Արծաթի լուծելի աղերը աղաթթվի և լուծելի քլորիդների հետ առաջացնում են արծաթի քլորիդի (AgCl) սպիտակ նստվածք.

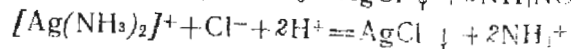
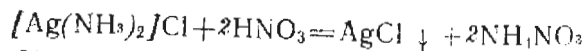


Ժամանակի ընթացքում լույսի աղդեցությամբ AgCl -ն աստիճանաբար քայքայվում է՝ անջատելով ազոտ արծաթ:

Նոսր թթուներում AgCl -ը չի լուծվում, բայց լավ լուծվում է ամոնիակի ջրային լուծույթում՝ առաջացնելով կոմպլեքս միացություն (արծաթի ամոնիակատ).



Արծաթի ամոնիակալը հեշտությամբ բալթայվում է թթունի բիթ, որի հետևանքով նորից գոյանում է արծաթի ըլորիդի նրսւ վածք՝

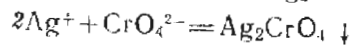
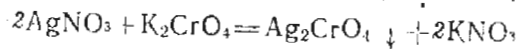


NH₄OH-ում արծաթի ըլորիդի լուծելիությունից օգտվում է նաև վերլուծելիս Ag⁺-ը Hg₂²⁺-ից անջատելու համար՝

Փորձ: AgNO₃-ի լուծույթի 4—5 կաթիլին ավելացնել նույն քան աղաթթվի լուծույթի Փորձանոթը թափահարել ու քիչ տաքացնել: AgCl-ի նստվածքը հավաքվում է սպիտակ փաթիլների ձևով (նստվածքը պահել հաջորդ փորձի համար):

Ստացված AgCl-ի նստվածքին կաթիլներով ավելացնել NH₄OH-ի լուծույթ և դիտել նստվածքի լուծվելը: Այնուհետև լուծույթին ավելացնել մի քանի կաթիլ աղոտական թթու մինչև թթվային միջավայրի ստեղծումը (ստուգել ֆենոլֆթալեինով): Դիտել AgCl-ի նստվածքի առաջանալը:

2. Արծաթի լուծելի աղերը կալիումի քրոմատի հետ առաջացնում են արծաթի քրոմատի (Ag₂CrO₄) աղյուսակա՝ նստվածք՝

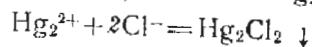
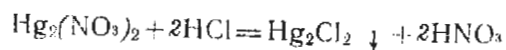


Արծաթի քրոմատը աղոտական թթվի և NH₄OH-ի լուծույթներում լուծվում է, իսկ քաղցախտթվում՝ ոչ:

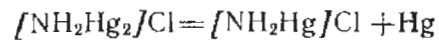
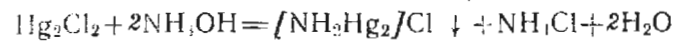
Փորձ: Արծաթի աղի լուծույթի 6—7 կաթիլին ավելացնել նույնքան K₂CrO₄-ի լուծույթ: Դիտել աղյուսակա՝ նստվածքի առաջացումը: Այնուհետև նստվածքը քրոմանիլ երկու մասի և ստուգել նրա լուծելիությունը HNO₃-ում ու NH₄OH-ում: Դրել համապատասխան ռեակցիաների հաճախարումները:

Hg₂²⁺-ի ռեակցիաները

1. Սնդիկի (I) լուծելի աղը աղաթթվի կամ լուծելի ըլորիդների հետ առաջացնում է կալումի (Hg₂Cl₂) սպիտակ մանրաբյուրեղ նստվածքը՝



Hg₂Cl₂-ի նստվածքը ամոնիումի հիդրօքսիդից (NH₄OH) սեանում է՝ առաջացնելով դիմերկուրամիդրոբիդ՝ [NH₂Hg₂]Cl, որը արագ քայքայվում է՝ վերածվելով [NH₂Hg]Cl-ի (սպիտակ) և ազատ սնդիկի (սև)՝

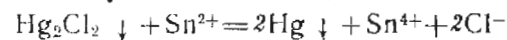
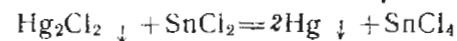
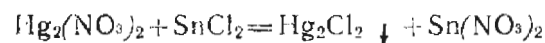


(նստվածքը սեանում է ազատ սնդիկի անջատման հետևանքով): Տվյալ ռեակցիան շատ կարևոր է և յուրահատուկ Hg₂²⁺ կատիոնի հայտնաբերման համար:

Փորձ: Սնդիկի (I) նիտրատի լուծույթի 4—5 կաթիլին ավելացնել 5—6 կաթիլ աղաթթու: Դիտել սպիտակ նստվածքի առաջացումը:

Ստացված Hg₂Cl₂-ի նստվածքին ավելացնել 5—6 կաթիլ NH₄OH-ի լուծույթ: Նստվածքը արագ սեանում է:

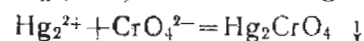
2. Hg₂²⁺-ը անագի (II) ըլորիդի աղդեցություն մերկանգնվում է մինչև մետաղական սնդիկ՝ առաջացնելով մոխրագույն նստվածք՝



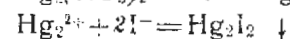
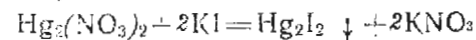
Փորձ: 4—5 կաթիլ սնդիկի (I) նիտրատի լուծույթին կաթիլներով ավելացնել անագի (II) ըլորիդի (SnCl₂) լուծույթ: Դիտել նստվածքի առաջանալը և նրա գունափոխումը (մինչև սևություն):

3. Hg₂²⁺ կատիոնը նստվածք է առաջացնում նաև մի քանի ալլ ռեակտիվների հետ.

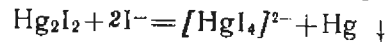
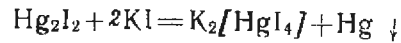
ա) Կալիումի քրոմատի հետ առաջացնելիս ստացվում է սընդիկի (I) քրոմատի կարմիր գույնի նստվածքը, որը ալկալիներում չի լուծվում, բայց լուծվում է ազոտական թթվում՝



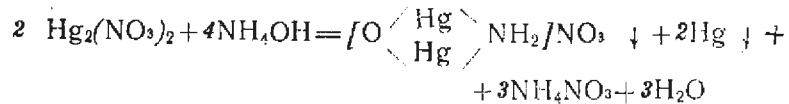
բ) Կալիումի լոդիդի (KI) լուծույթի հետ Hg₂²⁺-ը առաջացնում է սնդիկի (I) լոդիդի (Hg₂I₂) կանաչավուն նստվածքը.



Վերջինս լուծվում է KI-ի ալկոլոլում՝ առաջացնելով Hg^{2+} -ի կոմպլեքս յոդիդ և ազատ սնդիկի նստվածք.



գ) Ամոնիումի հիդրօքսիդը (NH_4OH) սնդիկի (I) նիտրատի հետ առաջացնում է մետաղական սնդիկի և կոմպլեքս միացություն խառնուրդի սև նստվածք՝



Կատիոնների V խմբի վերլուծության ընթացք

1. V խմբի կատիոնների նստեցումը

Փորձարկվող լուծույթի 10—12 կաթիլին ավելացնել 8—10 կաթիլ HCl V խմբի կատիոնները նստում են քլորիդների ձևով: Ստուգել նստեցման լրիվությունը: Ցենտրիֆուգել և ցենտրիֆուգատը թափել: Բայց քանի որ HCl -ից կապարի իոնը լրիվ չի նստում, անհրաժեշտ է ստուգել Pb^{2+} -ի առկայությունը և նոր միայն թափել ցենտրիֆուգատը:

Նստվածքը՝ AgCl , PbCl_2 , Hg_2Cl_2 :

2. Pb^{2+} -ի հայտնաբերումը և հետազոտումը

Ստացված նստվածքը մշակել տաք ջրով: PbCl_2 -ը, ի տարբերություն AgCl -ի և Hg_2Cl_2 -ի, լուծվում է և անցնում լուծույթ: Ցենտրիֆուգել: Նստվածքում մնում են AgCl -ը և Hg_2Cl_2 -ը, իսկ ցենտրիֆուգատում՝ Pb^{2+} -ը:

Ցենտրիֆուգատին ավելացնել 2—3 կաթիլ K_2CrO_4 եթե ստացվում է դեղին նստվածք, ուրեմն առկա է Pb^{2+} կատիոնը:

3. Hg_2^{2+} -ի հայտնաբերումը և անջատումը Ag^+ -ից

Նախորդ կետում ստացված նստվածքը մշակել 6—8 կաթիլ NH_4OH -ի լուծույթով: Եթե նստվածքը սևանում է, ուրեմն առկա է

Hg_2^{2+} կատիոնը: AgCl -ը լուծվում է NH_4OH -ում և ամոնիակա-ալկին կոմպլեքսի ձևով անցնում լուծույթ: Ցենտրիֆուգել:

Նստվածքը՝ $[\text{NH}_2\text{Hg}/\text{Cl}] + \text{Hg}$:

Ցենտրիֆուգատը՝ $[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]^+$:

4. Ag^+ -ի հայտնաբերումը

Ստացված ցենտրիֆուգատին ավելացնել HNO_3 մինչև թթվային ռեակցիան (ստուգել լակմուսով): Եթե ստացվում է սպիտակ նստվածք, ուրեմն առկա է Ag^+ կատիոնը:

Ստուգողական Էսթրե ու խնդիրներ

1. Ինչո՞վ են տարբերվում IV վերլուծական խմբի կատիոնները III խմբի կատիոններից:

2. Ինչո՞վ են տարբերվում V վերլուծական խմբի կատիոնները IV խմբի կատիոններից:

3. Ինչի՞ վրա է հիմնված IV վերլուծական խմբի բաժանումը երկու ենթախմբի:

4. Ո՞րն է IV խմբի կատիոնների խմբային ռեակտիվը, և ո՞րո՞նք են նրա կիրառման պայմանները:

5. Ո՞ր միացություններն են կոգնում թիոսպեր և ի՞նչ հատկություններով են օժտված: Ե՞րբ և ինչպե՞ս են առաջանում թիոսպերը IV խմբի կատիոնների վերլուծության ընթացքում:

6. Կազմել As^{3+} և As^{5+} կատիոնների հայտնաբերման մասնակի ռեակցիաները:

7. Ի՞նչ միացությունների ձևով են անջատվում IV վերլուծական խմբի կատիոնները:

8. Ի՞նչ թթվի մեջ կարելի է լուծել IV խմբի կատիոնների (պղնձի ենթախմբի) սուլֆիդները: Ինչի՞ մեջ կարելի է լուծել HgS -ը, Գրեյ սուլֆիդների լուծման ռեակցիաների հավասարումները:

9. Հնարավո՞ր է արդյոք հայտնաբերել Cu^{2+} և Bi^{3+} կատիոնները համառոտ առկայության դեպքում:

10. Գրել Hg^{2+} կատիոնի հայտնաբերման ռեակցիայի հավասարումը:

11. Ի՞նչ միացությունների ձևով են անջատվում V վերլուծական խմբի կատիոնները:

12. Ցույց տալ Ag^+ կատիոնը Hg_2^{2+} կատիոնից անջատելու և ղանակել: Գրել ռեակցիաների հավասարումները:

13. Ինչպե՞ս է ազդում ամոնիումի հիդրօքսիդը AgCl -ի և Hg_2Cl_2 -ի վրա: Ստացված լուծույթում ինչպե՞ս որոշել Ag^+ կատիոնի առկայությունը:

14. Ցույց տալ արծաթի ու սնդիկի (I) ըլորիդներից PbCl_2 -ը անջատելու եղանակը:

15. Գրել Pb^{2+} կատիոնի հայտնաբերման մասնակի ռեակցիոնի հավասարումը:

16. Հնարավո՞ր է արդյոք հայտնաբերել Cd^{2+} և Cu^{2+} իոնները համատեղ առկայության դեպքում:

17. Ինչպե՞ս կարելի է անջատել Cd^{2+} իոնը Cu^{2+} -ից և Bi^{3+} -ից:

18. Ինչո՞ւ Cd^{2+} կատիոնը նստեցնելիս pH -ը 0,5-ից բարձր պետք է լինի:

19. Կազմել վերլուծության համառոտ սխեման, եթե IV և V խմբերի կատիոններից համատեղ առկա են հետևյալ իոնները:

ա) Cu^{2+} , Hg^{2+} , Ag^+ , Pb^{2+} գ) Cd^{2+} , Cu^{2+} , Hg_2^{2+} , Ag^+
բ) Bi^{3+} , Cu^{2+} , Ag^+ , Hg_2^{2+} դ) Bi^{3+} , Cd^{2+} , Ag^+ , Pb^{2+}

20. Հաշվել PbCl_2 -ի լուծելիությունը (մոլ/լ), եթե $l_{\text{PbCl}_2} = 1,6 \cdot 10^{-5}$, նստվածք կառաջանա՞, արդյոք, եթե $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ -ի 0,05 ն լուծույթին ավելացնենք հավասար ծավալով 0,05 ն HCl -ի լուծույթ:

21. Հաշվել AgCl -ի լուծելիությունը (մոլ/լ) ջրում, եթե $l_{\text{AgCl}} = 1,8 \cdot 10^{-10}$,

22. Որոշել CuS -ի լուծելիությունը, եթե $l_{\text{CuS}} = 8,5 \cdot 10^{-4}$,

23. Որոշել Bi_2S_3 -ի լուծելիությունը 25°C -ում, եթե $l_{\text{Bi}_2\text{S}_3} = 1,6 \cdot 10^{-72}$,

24. 100 մլ NH_4OH -ի 2 ն լուծույթում պարունակվում է 2,5 գ NH_4Cl : Հաշվել լուծույթի pH -ը:

25. 200 մլ լուծույթը պարունակում է 1 գ-էկվ H_3PO_4 : Որոշել լուծույթի տիտրը:

26. Հաշվել H^+ իոնների կոնցենտրացիան քաղաքաթթվի 31,6%-անոց լուծույթում ($d = 1,04$ գ/սմ³):

ԿԱՏԻՈՆՆԵՐԻ V—I ԽՄԲԵՐԻ ԽԱՌՆՈՒԹՅԱՆ ՎԵՐԼՈՒԾՈՒԹՅՈՒՆԸ

Վերլուծությունը, ինչպես միշտ, սկսում են նախնական փորձարկումներով: Նախ և առաջ ուշադրություն են դարձնում լուծույթի գույնին, որից ելնելով երբեմն կարելի է որոշել Cu^{2+} -ի առկայությունը: Գունավորումն ավելի ցայտուն դարձնելու համար լուծույթի 1 կաթիլին ավելացնում են 1—2 կաթիլ NH_4OH -ի խիստ լուծույթ, որը Cu^{2+} -ին կապում է $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]^{2+}$ մուգ կապույտ գույնի կոմպլեքսի ձևով:

Անհրաժեշտ է որոշել նաև լուծույթի pH -ը, նրա ցածր արժեքը կարող է բացատրվել կամ լուծույթում ազատ թթուների, կամ ուժեղ հիդրոլիզվող՝ բիսմութի, սնդիկի, երկաթի, կամ մի քանի այլ կատիոնների ազերի առկայությամբ: Նթե լուծույթը զգուշությամբ չեզոքացնելիս pH -ը ղգալիորեն չի փոխվում, և առաջանում է շանհետացող պղտորություն, ապա պետք է ենթադրել, որ փորձարկվող լուծույթում առկա է այդ կատիոններից որևէ մեկը կամ մի քանիսը:

Եթե լուծույթն ունի հիմնային միջավայր, ապա IV և V խմբերից կարող է առկա լինեն PbO_2^{2-} -ը, AsO_3^{3-} -ը կամ AsO_4^{3-} -ը, իսկ III խմբից՝ AlO_2^- -ը, ZnO_2^{2-} -ը կամ CrO_2^- -ը, իսկ եթե լուծույթում առկա է ամոնիակ, ապա նաև՝ $[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]^+$ -ը, $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]^{2+}$ -ը, $[\text{Zn}(\text{NH}_3)_6]^{2+}$ -ը, $[\text{Ni}(\text{NH}_3)_6]^{2+}$ -ը, $[\text{Co}(\text{NH}_3)_6]^{2+}$ -ը, կամ Mn^{2+} -ը:

Վերլուծությանից առաջ անհրաժեշտ է փորձարկվող լուծույթի առանձին նմուշներում նախապես հայտնաբերել Fe^{3+} և Fe^{2+} իոնները, քանի որ H_2S -ով IV խումբը նստեցնելիս ամբողջ երկաթը վերականգնվում է մինչև Fe^{2+} , անհնար դարձնելով հետազայում սկզբնական լուծույթում երկաթի օքսիդացման աստիճանի որոշումը:

Առանձին նմուշում անհրաժեշտ է որոշել նաև NH_4^+ -ի առկայությունը, որովհետև վերջինս մուծվում է լուծույթ մի քանի խմբային սկզբնականների հետ, ինչպես նաև լուծույթի pH -ը կարգավորելիս:

Կատիոնների հինգ խմբերի խառնուրդի վերլուծության սխեման փաստորեն հանգում է նրան, թե ինչպես խմբերը խմբային ռեակտիվների օգնությամբ բաժանել միմյանցից, որից հետո առանձին խմբերը վերլուծել ըստ ստորև բերված աղյուսակում տրված սխեմայի: Սակայն կատիոնների յուրաքանչյուր խմբի նըստեցման ռեակցիային պետք է նախորդի առանձին նմուշի փորձարկումը՝ համոզվելու համար, որ խումբը առկա է լուծույթում:

Կուստիոնների հինգ խմբերի խառնուրդի վերլուծության սխեման

Փորձարկումները ըստ կատարման հաջորդակա- նության	Թեսկարիվները	Թեսկացիայի արդյունքը
1	2	3

1. Նախնական փոր-
ձարկումներա) Նշել լուծույթի
գույնը

բ) Ստուգել pH-ը

—

—

—

—

(բացատրությունը տրված է նախաբանում)

գ) NH_4^+ կատիոնի
հայտնաբերումը
(փորձարկվող լու-
ծույթի առանձին
նմուշում)NaOH կամ KOH
տաքացնել NH_3 -ը հայտնաբեր-
վում է՝

ա) հոտով

բ) ֆենոլֆտալեինի
թրջած թղթով (կարմ-
րում է)դ) Fe^{3+} կատիոնի
հայտնաբերումը (լու-
ծույթի առանձին նը-
մուշում)ա) $\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$
HCl-ի առկայությամբ
բ) NH_4SCN կամ
KSCN $\text{Fe}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]_3 \downarrow$
կապույտ նստվածք
 $[\text{Fe}(\text{SCN})_6]^{3-}$
կարմիր գույնիե) Fe^{2+} կատիոնի
հայտնաբերումը (լու-
ծույթի առանձին
նմուշում) $\text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]$
HCl-ի առկայությամբ $\text{Fe}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]_2$
կապույտ նստվածքզ) As-ի հայտնա-
բերումը (լուծույթի
առանձին նմուշում) H_2S , ուժեղ թըթ-
վային միջավայրում
(6 ն HCl) As_2S_3 , դեղին
նստվածք

1	2	3
2. Կուստիոնների V խմբի նստեցումը փորձարկվող լուծույ- թից: Ստուգել նըս- տեցման լրիվությունը	6 ն HCl ցենտրիֆուգել	Նստվածք 2 AgCl , Hg_2Cl_2 , PbCl_2 վերլուծվում է ինչ- պես V խումբը

Ցենտրիֆուգատ 2

IV—I խմբերի կա-
տիոնների խառնուրդ,
մասամբ Pb^{2+} 3. Կատիոնների IV
խմբի նստեցումը
ցենտրիֆուգատ 2-ից:
Ստուգել նստեցման
լրիվությունը H_2S զադի հոսք
(pH ≈ 0.5)
ցենտրիֆուգել

Նստվածք 3

 CuS , Bi_2S_3 , HgS ,
 As_2S_3 , (PbS), CdS
վերլուծվում է ինչ-
պես կատիոնների IV
խումբը

Ցենտրիֆուգատ 3

III—I խմբերի կա-
տիոնների խառնուրդ4. Ցենտրիֆուգատ
3-ը եռացնել H_2S -ը
հեռացնելու համարԿատիոնների III
խմբի նստեցումը:
Ստուգել նստեցման
լրիվությունը $\text{NH}_4\text{OH} + \text{NH}_4\text{Cl} +$
 $+(\text{NH}_4)_2\text{S}$ (pH ≈ 9)
տաքացնել մինչև 70—
80°C, ցենտրիֆուգել

Նստվածք 4

 $\text{Cr}(\text{OH})_3$, $\text{Al}(\text{OH})_3$,
 FeS , ZnS , MnS ,
 CoS , NiS
վերլուծվում է ինչպես
կատիոնների III
խումբը

Ցենտրիֆուգատ 4

Կատիոնների II և I
խմբերի խառնուրդ,
ամոնիումի միացու-
թյունների ալկլցոլ

1	2	3
5. Ցենտրիֆուգատից (4-րդ) հեռացնել NH_4^+ կատիոնը	Կաթեցնել 2—4 եռացնել մինչև շո-րանալը և շիկացնել մինչև NH_4^+ կատիո-նի հեռացումը: Զոր նստվածքը լուծել HCl -ի նոսր լուծույթում	Լուծույթ 5 II և I խմբերի կա-կաթիլ քաղախաթթու, տիոնները. վերլուծ-վում են իրենց խառ-նուրդի սխեմայով

6. Լուծույթից (5) նստեցնել II խմբի կատիոնները և վեր-լուծել նստվածքը ըստ II խմբի ընթացքի	Կարգավորել $\text{pH} \approx 9$, $\text{NH}_4\text{OH} + \text{NH}_4\text{Cl} +$ $+ (\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$ ցենտրիֆուգել	Նստվածք 6 $\text{CaCO}_3, \text{SrCO}_3,$ BaCO_3 Ցենտրիֆուգատ 6 I խմբի կատիոնները և $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$
---	---	--

7. Ցենտրիֆուգատը (6) վերլուծել ըստ I խմբի կատիոնների վերլուծության ըն-թացքի

Մանրորոշում: Նստեցման լրիվությունը ստուգում են ցենտրիֆուգատի նմուշին 1 կաթիլ խմբային ռեակտիվ ավելացնելով: Եթե նստեցումը լրիվ չէ (ցենտրիֆուգատը պղտորվում է), ապա նստվածքի վրա գտնվող ցենտրիֆուգատին ավելացնում են լրացուցիչ քանակությամբ խմբային ռեակտիվ: Նորից ցենտրիֆուգում են և ստուգում նստեցման լրիվությունը:

Գ Լ Ո Ւ Խ Վ Ե Յ Ե Ր Ո Ր Դ

ԱՆՈՒՆՆԵՐԻ ՎԵՐԼՈՒԾՈՒԹՅՈՒՆԸ

ԸՆԴՀԱՆՈՒՐ ԲՆութագիրը

1. Անիոնների դասակարգումը

Որևէ նյութի, հատկապես աղի որակական կազմը պարզելու համար որքան կարևոր է նրա մեջ պարունակվող կատիոնը որոշելը, նույնքան էլ՝ այն անիոնը գտնելը, որի հետ կապված է կատիոնը:

Անիոնների դասակարգման համընդհանուր ճանաչման արժա-նացած մեթոդ, ինչպես նաև անիոնների առկայությունը որոշող վերլուծության համակարգված ընթացք գոյություն չունեն: Սո-վորաբար անիոնների հայտնաբերումը կատարում են կատարակա-լին եղանակով՝ լուծույթի առանձին նմուշներում:

Կարելի է անիոնները բաժանել երեք վերլուծական խմբերի, ո-րոնց բնորոշ տվյալները արվում են ստորև բերված աղյուսակում:

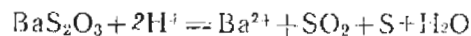
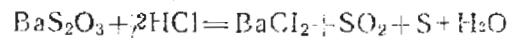
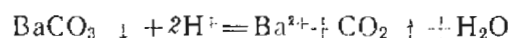
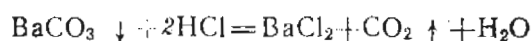
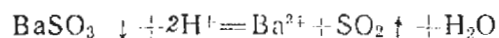
Աղյուսակ 3

Խմբերը	Անիոնները	Խմբային ռեակտիվը	Նստվածքները
I	$\text{SO}_4^{2-}, \text{SO}_3^{2-},$ $\text{CO}_3^{2-}, \text{SiO}_3^{2-},$ $\text{PO}_4^{3-}, \text{S}_2\text{O}_3^{2-},$ $\text{B}_4\text{O}_7^{2-} (\text{BO}_2^-)$ և այլն	BaCl_2 չեղող կամ թույլ հիմնային միջավայրում	BaSO_4 BaSO_3 BaSiO_3 BaCO_3 $\text{Ba}_3(\text{PO}_4)_2$ BaS_2O_3 $\text{Ba}(\text{BO}_2)_2$
II	$\text{Cl}^-, \text{Br}^-,$ $\text{I}^-, \text{S}^{2-}$ և այլն	AgNO_3 HNO_3 -ի առ- կայությամբ	AgCl AgBr AgI Ag_2S
III	$\text{NO}_2^-, \text{NO}_3^-,$ CH_3COO^-	—	—

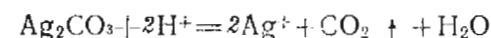
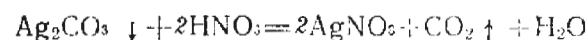
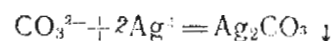
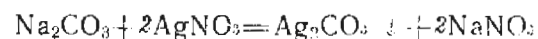
Անիոնները վերլուծելիս խմբային ռեակտիվներով որոշում են միայն տվյալ խմբի առկայությունը: Եթե պարզվում է, որ խումբը բացակայում է՝ ապա, բնականաբար, այդ խմբի անիոնները չեն վերլուծվում: Դա զգալիորեն հեշտացնում և արագացնում է վերլուծությունը:

2. Անիոնների առանձին խմբերի բնութագիրը

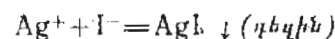
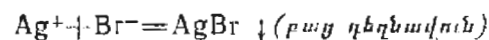
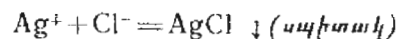
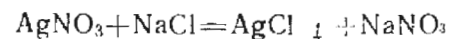
I խմբի անիոնների բարիումական աղերը ջրում ածուծելի են, բայց հեշտությամբ լուծվում են նոսր աղաթթվում (բայց BaSO_4 -ից)՝



I խմբի անիոնները II խմբի ռեակտիվի (AgNO_3) հետ առաջացնում են նստվածք, որը հեշտությամբ լուծվում է նոսր աղաթթվում:



II խմբի անիոնների բնորոշ հատկությունն այն է, որ նրանց արծաթի աղերը անլուծելի են ջրում և աղաթթվան թթվի նոսր լուծույթում:



II խմբի անիոնները I խմբի ռեակտիվի հետ նստվածք չեն առաջացնում: BaCl_2 -ը, BaBr_2 -ը, BaI_2 -ը ջրում լուծելի են: Այսպիսով, I խմբի անիոնների առկայությունը որոշվում է BaCl_2 -ի միջոցով՝ չեղոք կամ թույլ հիմնային միջավայրում, իսկ II խմբինը՝ AgNO_3 -ով, աղաթթվան թթվի լուծույթում:

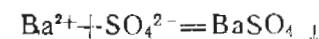
III խմբի անիոնները խմբային ռեակտիվ չունեն, իսկ I և II խմբերի խմբային ռեակտիվների հետ փոխազդեցությունից նրանց վածքներ չեն առաջացնում:

Անիոնների վերլուծությունը սկսում են առանձին խմբերի առկայությունը որոշող փորձարկումով: Համազգեստով, որ առկա է աղս կամ այն խումբը, անցնում են նրա առանձին անիոնների հայտնաբերմանը:

I խմբի անիոնների մասնակի ռեակցիաները

SO_4^{2-} (սուլֆատ) անիոնի հայտնաբերումը

1. Սուլֆատ անիոնը BaCl_2 -ի հետ առաջացնում է BaSO_4 -ի սպիտակ բյուրեղային նստվածք, որը, ի տարբերություն տվյալ խմբի այլ անիոնների բարիումական աղերի, անլուծելի է թթուներում և հիմքերում՝

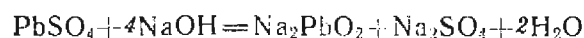
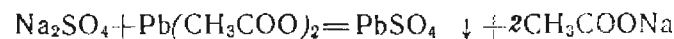


SO_3^{2-} , CO_3^{2-} և PO_4^{3-} անիոնները չեն խանգարում SO_4^{2-} -ի հայտնաբերմանը, քանի որ նրանց բարիումական աղերը թթուներում լուծելի են:

Փորձ: Չորս փորձանոթի մեջ լվացնել 2—3-ական կաթիլ հետևյալ լուծույթներից՝ առաջինում՝ Na_2CO_3 -ի, երկրորդում՝ Na_2SO_3 -ի, երրորդում՝ Na_3PO_4 -ի, չորրորդում՝ Na_2SO_4 -ի: Բոլոր փորձանոթների մեջ աղեղացնել 1—2-ական կաթիլ BaCl_2 -ի լու-

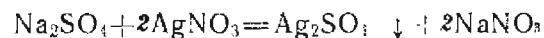
ծույթ: Ստացված նստվածքներին ավելացնել աղաթթու և համոզվել, որ BaCO_3 -ի, BaSO_3 -ի և $\text{Ba}_3(\text{PO}_4)_2$ -ի նստվածքները լուծվում են թթվի մեջ (բացի BaSO_4 -ից):

2. Կապարի ացետատը՝ $\text{Pb}(\text{CH}_3\text{COO})_2$, սուլֆատ իոնի հետ առաջացնում է սպիտակ բյուրեղային նստվածք, որը կծու ալկալիներում լուծվում է, նոսր թթուներում՝ ոչ:



Փորձ: Na_2SO_4 -ի 4—5 կաթիլին ավելացնել նույնքան $\text{Pb}(\text{CH}_3\text{COO})_2$ -ի լուծույթ: Ստացված նստվածքը ցենտրիֆուգելով անջատել լուծույթից և վրան կաթեցնել NaOH -ի լուծույթ մինչև նստվածքի լուծվելը: Դիտել տեղի ունեցող երևույթները:

3. Արծաթի նիտրատը՝ (AgNO_3) սուլֆատ իոնի խիտ լուծույթի հետ առաջացնում է սպիտակ բյուրեղային նստվածք:

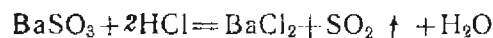


Նոսր լուծույթից Ag_2SO_4 չի շոյանում:

Փորձ: Na_2SO_4 -ի 2—3 կաթիլին ավելացնել նույնքան AgNO_3 -ի լուծույթ: Դիտել նստվածքի առաջացումը:

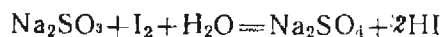
SO_3^{2-} (սուլֆիտ) անիոնի հայտնաբերումը

1. Բարիումի քլորիդը՝ (BaCl_2) սուլֆիտ անիոնի հետ առաջացնում է սպիտակ բյուրեղային նստվածք, որը լուծվում է ուժեղ թթուներում՝ անջատելով SO_2 :



Փորձ: Na_2SO_3 -ի 3—4 կաթիլին ավելացնել նույնքան BaCl_2 -ի լուծույթ: Ստացված նստվածքին ավելացնել աղաթթու և դիտել նրա լուծումը:

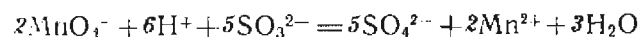
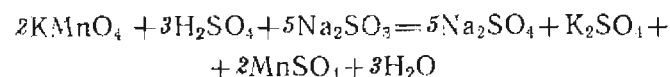
2. Յոդաջուրը (կամ բրոմաջուրը) SO_3^{2-} անիոնի ազդեցությամբ զոնազրկվում է (SO_3^{2-} իոնի վերականգնիչ հատկությամբ):



Անհրաժեշտ է ուսկցիան կատարել շեղոր կամ թույլ թթվային լուծույթում, որովհետև հիմնային միջավայրում յոդաջուրը (կամ բրոմաջուրը) զոնազրկվում է ալկալիների հետ փոխազդելու հետևանքով:

Փորձ: Վերցնել 5—6 կաթիլ Na_2SO_3 -ի լուծույթ, թթվեցնել 1—2 կաթիլ HCl -ով և կաթիլներով ավելացնել յոդաջուր՝ դիտելով վերջինիս գունազրկումը:

3. KMnO_4 -ի լուծույթը H_2SO_4 -ի առկայությամբ զոնազրկվում է SO_3^{2-} անիոնի (նոսրից վերականգնիչի) ազդեցությամբ՝

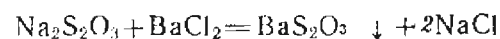


SO_3^{2-} անիոնի հայտնաբերմանը խանգարում է NO_2^- անիոնը՝ ինքը ևս վերականգնիչ լինելու պատճառով:

Փորձ: Վերցնել 2—3 կաթիլ KMnO_4 -ի լուծույթ, ավելացնել 1—2 կաթիլ 2 ն H_2SO_4 -ի լուծույթ, ապա կաթիլներով՝ Na_2SO_3 մինչև կայուն մի պերմանգանատի լուծույթի զոնազրկումը:

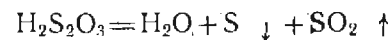
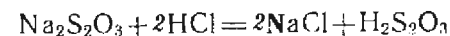
$\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$ (թիոսուլֆատ) անիոնի հայտնաբերումը

1. Բարիումի քլորիդը (BaCl_2) $\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$ անիոնի հետ առաջացնում է սպիտակ նստվածք, որը լուծվում է եռացող ջրում:



Փորձ: Նատրիումի թիոսուլֆատի լուծույթի 5—6 կաթիլին ավելացնել նույնքան BaCl_2 -ի լուծույթ և 12—14 կաթիլ թորած ջուր, հառնուրդը նստվածքի հետ եռացնել և դիտել նրա լուծումը:

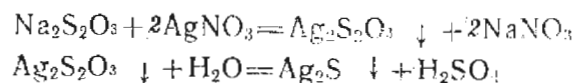
2. Նոսր թթուները քայքայում են թիոսուլֆատները՝ առաջացնելով պղտորությամբ ազատ ծծմբի անջատման հետևանքով:



Այս ուսկցիայի միջոցով SO_3^{2-} իոնը տարբերում են $\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$ -ից՝ ուստի հնարավոր է հայտնաբերել երկրորդը առաջինի առկայությամբ:

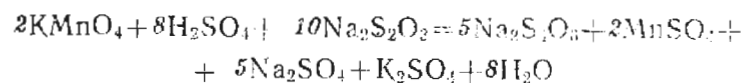
Փորձ: 5—6 կաթիլ $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ -ի լուծույթին ավելացնել նույն քան նոսր աղաթթվի լուծույթ և տաքացնել: Դիտել նստվածքի գոյացումը:

3. Արծաթի նիտրատը նատրիումի թիոսուլֆատի հետ տաքացնում է սպիտակ նստվածք, որը աստիճանաբար փոխվում է «հդուլյնի» վերածվելով արծաթի սուլֆիդի՝ Ag_2S :



Փորձ: 3—4 կաթիլ նատրիումի թիոսուլֆատին ավելացնել 7—8 կաթիլ AgNO_3 -ի լուծույթ: Դիտել նստվածքի գոյացի փոփոխությունը:

4. Կադմիի պերմանգանատը (KMnO_4) թթվային միջավայրում օքսիդացնում է $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ -ը, որի հետևանքով մանուշակագույն KMnO_4 -ը վերականգնվում է անգույն Mn^{2+} -ի:



Փորձ: 3—4 կաթիլ KMnO_4 -ի լուծույթին ավելացնել 2—3 կաթիլ H_2SO_4 և 6—8 կաթիլ $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$: Դիտել պերմանգանատի դուրանդիվելը:

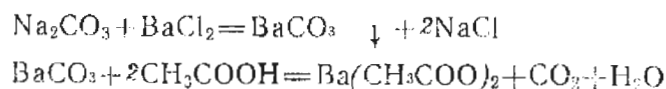
5. Յոդաջրի ազդեցությամբ $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ -ը օքսիդանում է առաքաթիոնատի՝ $\text{Na}_2\text{S}_4\text{O}_6$, ուստի յոդի հորշ հույնը անհետանում է:



Փորձ: Յոդաջրի 4—5 կաթիլին ավելացնել նույնքան նատրիումի թիոսուլֆատի լուծույթ և դիտել յոդի դուրանդիվելը:

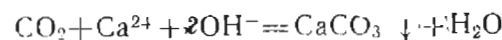
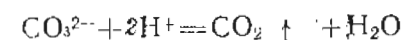
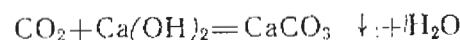
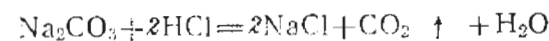
CO_3^{2-} (կարբոնատ) անիոնի հայտնաբերումը

1. Բարիումի քլորիդը (BaCl_2) կարբոնատ խոնի հետ տաքացնում է սպիտակ նստվածք, որը լուծվում է թթուներում, նույնիսկ քացախաթթվի մեջ:

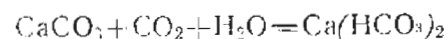


Փորձ: Սոդայի լուծույթի (Na_2CO_3) 3—4 կաթիլին ավելացնել նույնքան BaCl_2 -ի լուծույթ: Դիտել նստվածքի գոյացումը: Նստվածքի վրա կաթեցնել CH_3COOH մինչև նրա լուծվելը:

2. CO_3^{2-} անիոնի հայտնաբերման համար բնորոշ է թթուների կողմից կարբոնատների քայքայման ռեակցիան, որն ուղեկցվում է CO_2 գազի անջատումով: Վերջինս, կլանվելով $\text{Ca}(\text{OH})_2$ կամ $\text{Ba}(\text{OH})_2$ լուծույթների կողմից, առաջացնում է սպիտակ պղտորություն:



CO_2 -ի ավելցուկի դեպքում պղտորությունը շքանում է՝



Փորձ: Վերցնել 10 կաթիլ սոդայի (Na_2CO_3) լուծույթ, ավելացնել նույնքան 2 ն HCl :

Փորձանոթի բերանը արագ փակել զաղատար խողովակով: Վերջինիս ազատ ծայրն ընկղմել $\text{Ca}(\text{OH})_2$ կամ $\text{Ba}(\text{OH})_2$ պարու-նտիկի լուծույթի մեջ: Դիտել դրա պղտորվելը:

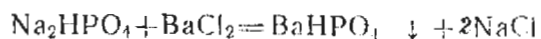
SO_3^{2-} և $\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$ անիոնները խանգարում են CO_3^{2-} անիոնի հայտնաբերմանը:

3. CO_3^{2-} անիոնի հայտնաբերումը SO_3^{2-} և $\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$ անիոնների առկայությամբ:

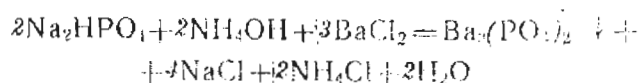
Փորձ: 3—4-ական կաթիլ CO_3^{2-} , $\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$ ու SO_3^{2-} պարունակող լուծույթին ավելացնել 5—6 կաթիլ 3%-անոց H_2O_2 -ի լուծույթ և փորձանոթը տաքացնել ջրային բաղնիքի վրա: Այդ դեպքում SO_3^{2-} անիոնը օքսիդանում է մինչև SO_4^{2-} ($\text{Na}_2\text{SO}_3 + \text{H}_2\text{O}_2 = \text{Na}_2\text{SO}_4 + \text{H}_2\text{O}$) և այլևս չի խանգարում CO_3^{2-} անիոնի հայտնաբերմանը (կատարվում է 2 կետում նկարագրված եղանակով):

PO_4^{3-} (ֆոսֆատ) անիոնի հայտնաբերումը

1. Բարիումի քլորիդը (BaCl_2) նստրեում է հիպոֆոսֆատի հետ տալիս է բարիումի հիդրոֆոսֆատի (BaHPO_4) սպիտակ նրստվածք, որը լուծվում է թթուներում:

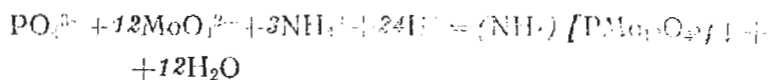
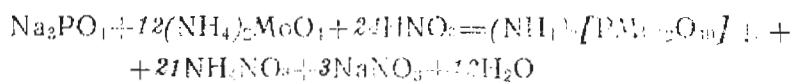


Ալկալիների և ամոնիակի լուծույթներում HPO_4^{2-} իոնը փոխվում է PO_4^{3-} -ի:



Փառձ: Երեք փորձանոթների մեջ լցնել 3—4-ական կաթիլ Na_2HPO_4 -ի լուծույթ: Առաջինին և երկրորդին ավելացնել նույնքան BaCl_2 -ի լուծույթ: Այնուհետև առաջինին ավելացնել HCl , իսկ երկրորդին՝ CH_3COOH և զիտել նստվածքի լուծվելը: Երրորդ փորձանոթին ավելացնել 2—3 կաթիլ NH_4OH -ի և 3—4 կաթիլ BaCl_2 -ի լուծույթ: Դիտել նստվածքի գոյացումը:

2. PO_4^{3-} անիոնը հայտնաբերում են մոլիբդենային ճեղքվածք (ամոնիումի մոլիբդենատի՝ $(\text{NH}_4)_2\text{MoO}_4$ և աղառական թթվի խառնուրդը): Ստացվում է զեղին նստվածք, որը լուծվում է հիմքերում և ամոնիակում:



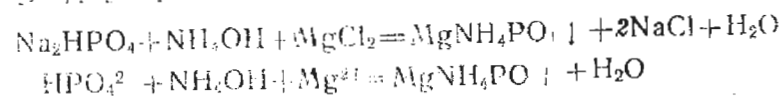
Բեհակցիան իրականացվում է սեպտիկի պարի ավելցուկի պակասում, քանի որ ֆոսֆատների ավելցուկի առկայությունը նրանովածքը լուծվում է:

PO_4^{3-} անիոնի հայտնաբերումը խանգարում են ումեղ վերականգնիչները ($\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$, SO_3^{2-} , S^{2-} և այլն), որոնք MoO_4^{2-} -ը վերականգնում են մինչև մոլիբդենային կապույտ: Խանգարիչ է նաև Cl^- անիոնը:

վերականգնիչների և Cl^- իոնների ազդեցությունը վերացնելու համար նախապես ավելացնում են 6 ն HNO_3 և լուծույթը դուրսընթացնում մինչև շրանալը:

Փառձ: Փորձարկվող լուծույթից վերցնել 5—6 կաթիլ, ավելացնել 8—10 կաթիլ $(\text{NH}_4)_2\text{MoO}_4$ -ի լուծույթ ու նույնքան խիտ HNO_3 և ապացնել: Առաջանում է զեղին նստվածք: Բեհակցիայի պայմանները բարձրացնելու համար ավելացնում են բյուրեղային NH_4NO_3 , որը նույնպես լուծվում է նստվածքի լուծելիության փոքրացմանը:

3. Ստացվող մուգ խառնուրդը ($\text{MgCl}_2 + \text{NH}_4\text{OH} + \text{NH}_4\text{Cl}$) PO_4^{3-} անիոնը նստեցնում է սպիտակ բյուրեղային նստվածքի ձևով, որը լուծվում է ումեղ թթուներում և քացախաթթվում:

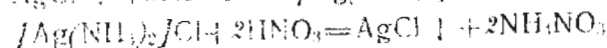
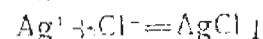
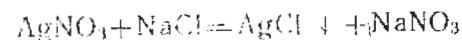


Փառձ: Փորձարկվող լուծույթի 2—3 կաթիլին ավելացնել նույնքան մագնեզիումային խառնուրդի լուծույթ: Ստացվում է սպիտակ բյուրեղային նստվածք: Այլ նստվածքի վրա ավելացնել քաջախաթթու և դիտել նրա լուծվելը:

11 ՎԵՐԼՈՒԾԱԿԱՆ ԽՄԲԻ ԱՆԻՈՆՆԵՐԻ ԲՆՈՐՈՇ ԹԵՍԿՅՈՒՆՆԵՐԸ

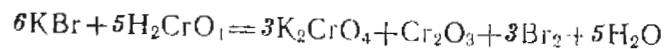
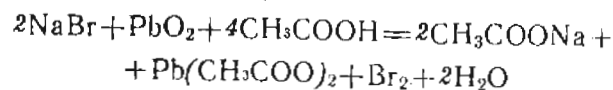
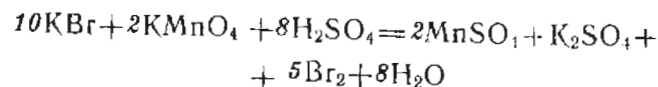
Cl^- անիոնի հայտնաբերումը

1. Քլորիդ իոնը հայտնաբերվում է արծաթի նիտրատով՝ աղառակային միջազույցում, անջատվում է AgCl -ի սպիտակ նրստվածք, որը լուծվում է NH_4OH -ի ու $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$ -ի մեջ՝ առաջացնելով $[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]^+$ իոնը:



$[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]^+$ -ը աղառական թթվով քայքայելիս նորից գոյանում է AgCl նստվածքը:

(Br₂) ստանում են բրոմիդից՝ վերջինս օքսիդացնելով տարբեր օքսիդիչներով՝ KMnO₄, PbO₂, բրոմական թթվով (25%-անոց):

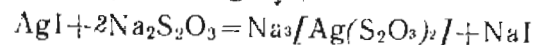
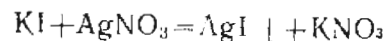


Br⁻ իոնի հայտնաբերմանը շեն խանգարում Cl⁻ և I⁻ իոնները:

Փորձ: Փորձանոթի մեջ լցնել 5—6 կաթիլ KBr-ի 3—4-ական կաթիլ KMnO₄-ի ու H₂SO₄-ի լուծույթներից և փակել խցանով, որի միջով անցկացվում է ֆոսֆորածխածնային թթվով լցված մազախողովակ: Փորձանոթը տաքացնել ջրային բաղնիքի վրա ?—10 րոպե, դիտել անոցային ֆոսֆորի գունավորումը:

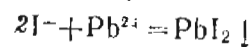
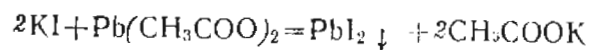
I⁻ իոնի հայտնաբերումը

1. Արծաթի նյութատը (AgNO₃) I⁻ իոնի հետ առաջացնում է դեղին նստվածք, որը նատրիումի թիոսուլֆատում լուծվում է, իսկ HNO₃-ում և ամոնիակի լուծույթում՝ ոչ:



Փորձ: KI-ի 3—4 կաթիլին ավելացնել նույնքան AgNO₃-ի լուծույթ: Ստացված նստվածքի վրա աղղել 6—8 կաթիլ Na₂S₂O₃-ի լուծույթով: Դիտել նստվածքի լուծվելը:

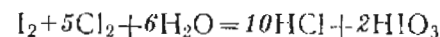
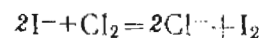
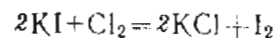
2. Կապարի ացետատը՝ Pb(CH₃COO)₂, կալիումի յոդիդի հետ առաջացնում է դեղին նստվածք, որը լուծվում է տաք ջրի մեջ՝ անգունացնելով լուծույթը: Սակայն ստեղծելուց անջատվում են սսկեգույն բյուրեղներ:



Փորձ: 5—6 կաթիլ KI-ի լուծույթին ավելացնել նույնքան կապարի ացետատի լուծույթ, տաքացնել ու դիտել նստվածքի լուծ-

վելը: Այնուհետև լուծույթը սառեցնել և դիտել սսկեգույն բյուրեղների գոյացումը:

3. Քլորաջրով ազդելիս I⁻ անիոն պարունակող լուծույթից անջատվում է ազատ յոդ՝ I₂, վերջինս, լուծվելով օրգանական լուծիչում (քլորաֆորմ), այն ներկում է մանուշակագույն, որը քլորաջրի ավելցուկից անհետանում է՝

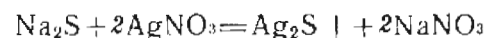


Փորձ: Վերցնել 2 կաթիլ փորձարկվող լուծույթ, թթվեցնել H₂SO₄-ով, ավելացնել 3—4 կաթիլ քլորաֆորմ և 2—3 կաթիլ քլորաջուր: Փորձանոթն ուժեղ թափահարել: քլորաֆորմի շերտը ներկվում է մանուշակագույն, որն անհետանում է քլորաջրի ավելցուկից:

Br⁻ իոնի առկայությունը քլորաֆորմի շերտը ներկվում է դեղնանարնջագույն:

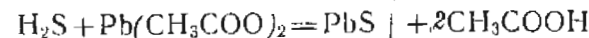
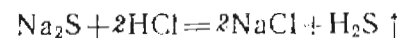
S²⁻ (սուլֆիդ) անիոնի հայտնաբերումը

1. Արծաթի նյութատը (AgNO₃) S²⁻ իոնի հետ առաջացնում է Ag₂S-ի սև նստվածք, որը անլուծելի է ամոնիակի լուծույթում, բայց լուծվում է նոսր ազոտական թթվում՝ եռացնելիս:



Փորձ: Նատրիումի սուլֆիդի 4—5 կաթիլին ավելացնել նույնքան AgNO₃: Ստացված սև նստվածքի վրա ավելացնել 6—8 կաթիլ HNO₃ և եռացնել: Դիտել փորձի ընթացքը:

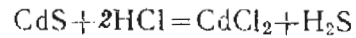
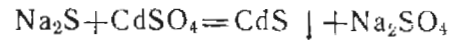
2. Թթուների (HCl և H₂SO₄) ազդեցությունից լուծելի սուլֆիդները քայքայվում են՝ անջատելով ծծմբաջրածին գազ: Վերջինս հայտնաբերում են անդուր հոտով կամ կապարի լուծելի աղի միջոցով, որից ստացվում է սև նստվածք:



Փորձ: Na₂S-ի լուծույթի 4—5 կաթիլին ավելացնել 5—6 կաթիլ HCl: Անջատվող H₂S-ը հայտնաբերել հոտով կամ փորձանոթի

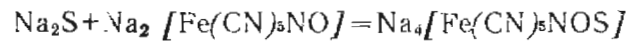
բերանին մոտեցնելով կապարի ացետատով թրջած ֆիլտրի թուղթը, որը H_2S -ից սևանում է:

3. Կադմիումի աղերը (CdSO_4) S^{2-} անիոնի հետ առաջացնում են դեղին նստվածք (CdS), որը լուծվում է խիտ ազաթթվի և ազոտական թթվի մեջ.



Փորձ: Na_2S -ի լուծույթի 3—4 կաթիլին ավելացնել CdSO_4 -ի լուծույթից 3—4 կաթիլ և դիտել դեղին դուլնի նստվածքը:

4. Նատրիումի նիտրոպրուսիդը՝ $\text{Na}_2[\text{Fe}(\text{CN})_5\text{NO}]$, հիմնային միջավայրում առաջացնում է կարմրամանուշակագույն նստվածք.

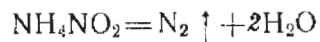
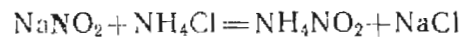


Փորձ: 1—2 կաթիլ Na_2S -ի լուծույթին ավելացնել նույնքան NaOH -ի և նատրիումի նիտրոպրուսիդի լուծույթի Դիտել գունավոր նստվածքի առաջացումը:

Անիոնների III խմբի քննորոշող փորձեր

NO_3^- (նիտրատ) անիոնի հայտնաբերումը

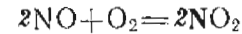
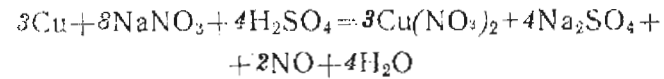
1. Դիֆենիլամինը NO_3^- իոնի հետ առաջացնում է կապույտ գունավորում: Ռեակցիային խանգարում են օքսիդիչ իոնները: Դրանցից NO_2^- -ը կարելի է հեռացնել՝ լուծույթին ավելացնելով NH_4Cl և եռացնելով:



Փորձ: Փորձանոթի պատը թրջել փորձարկվող լուծույթի կաթիլով և թրջված մասի վրա ավելացնել դիֆենիլամինի լուծույթի 1 կաթիլ: Կապույտ դուլնի առաջացումը վկայում է NO_3^- -ի առկայության մասին:

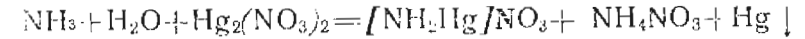
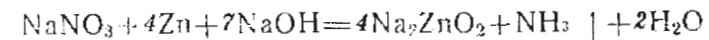
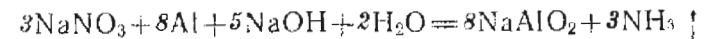
2. Պղինձը խիտ ծծմբական թթվի առկայությամբ տաքացնելու պայմաններում NO_3^- իոնը վերականգնվում է ազոտի (II) օքսիդի:

որը օդի թթվածնից օքսիդանում է՝ առաջացնելով գորշ դուլնի գազ (NO_2).



Փորձ: NaNO_3 -ի լուծույթի 5—6 կաթիլին ավելացնել նույնքան խիտ H_2SO_4 ՝ պղնձի փոքր կտոր և տաքացնել: Դիտել գորշ դուլնի գազի դուլնացումը:

3. Ալյումինը և ցինկը հիմնային միջավայրում NO_3^- իոնը վերականգնում են մինչև ամոնիակ, որը հայտնաբերում են լակմուսի կամ ֆենոլֆտալեինի թղթով կամ սնդիկի (I) նիտրատի միջոցով: Ռեակցիային խանգարում է NO_2^- իոնը:



Եթե հետազոտվող լուծույթը պարունակում է NH_4^+ կատիոնը, ապա անհրաժեշտ է այն հեռացնել:

Փորձ: NaNO_3 -ի լուծույթի 5—6 կաթիլին ավելացնել 8—10 կաթիլ NaOH -ի խիտ լուծույթից, 1—2 կտոր Al և տաքացնել: Փորձանոթի բերանին մոտեցնել ֆենոլֆտալեինով թրջած թուղթը, որը կարմրում է, կամ $\text{Hg}_2(\text{NO}_3)_2$ -ի լուծույթով թրջած թուղթը, որը սևանում է:

NO_2^- (նիտրիտ) անիոնի հայտնաբերումը

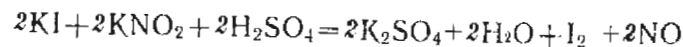
1. Նոսր թթուները NO_2^- իոն պարունակող լուծույթներից դուրս են մղում ազոտային թթու, որը քայքայվում է՝ վերածվելով օքսիդների:



Փորձ: 4—5 կաթիլ փորձարկվող լուծույթին ավելացնել 8—10 կաթիլ H_2SO_4 ՝ Գորշ-կարմրագույն գազի անջատումը վկայում է անիոնի առկայության մասին:

2. Կարիումի յոդիդը (KI) թթվային միջավայրում օքսիդանում է NO_2^- իոնով՝ առաջացնելով ազատ յոդ, որի առկայությունը ո-

բողում են օսլայի միջոցով կամ օրգանական լուծիչով (C_6H_6 , $CHCl_3$):



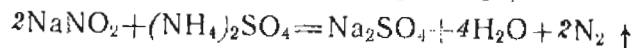
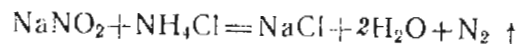
1- իոնի վրա ազդում են այլ օքսիդիչներ նույնպես (MnO_4^- , CrO_4^{2-} և այլն):

Փորձ: KNO_2 -ի լուծույթի 2—3 կաթիլին ավելացնել նույն-
քան KI -ի և օսլայի լուծույթներ, եթե դիտվում է կապույտ երանգ,
ուրեմն օքսիդացումից անջատվել է I_2 :

3. Գրիս-Իլսովայի ռեակտիվը, որը սուլֆանիլաթթվի
($H[SO_3C_6H_4NH_2]$) և α -նավթիլամինի ($C_{10}H_7NH_2$) խառնուրդ է,
նիտրիտ իոնի հետ առաջացնում է կարմիր գունավորում: Ռեակ-
ցիային չեն խանգարում NO_3^- անիոնները:

Փորձ: Չեզոք կամ քաղաքաթթվային նիտրիտի լուծույթի 1—
2 կաթիլին ավելացնել նույնքան նշված ռեակտիվից: Դիտել կար-
միր գունավորումը:

4. NO_2^- իոնը միջավայրից հեռացնում են չոր ամոնիումի քլո-
րիդի կամ սուլֆատի միջոցով. նիտրիտը դրանց ազդեցությամբ
քայքայվում է՝ անջատելով N_2 :

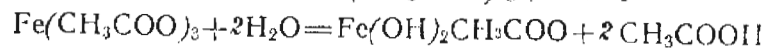
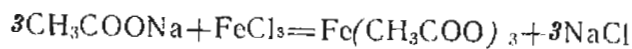


Այս եղանակով NO_2^- իոնը անջատում են NO_3^- -ից:

Փորձ: $NaNO_2$ -ի լուծույթի 3—4 կաթիլին ավելացնել բյուրե-
ղային NH_4Cl մինչև հալեցնալը և տաքացնել ջրային բաղնիքի վրե-
րա մի քանի րոպե: NO_2^- իոնի հեռացման լրիվությունը պտուղել
 $KMnO_4$ -ի լուծույթի միջոցով: Դիտել և նշել տեղի ունեցող երե-
վույթները:

CH_3COO^- (ացետատ) անիոնի հայտնաբերումը

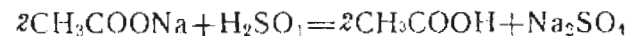
1. Ացետատ անիոնի հայտնաբերման ռեակտիվը $FeCl_3$ -ն է,
որից փորձարկվող լուծույթը ստանում է վառ կարմիր երանգավո-
րում: Իսկ տաքացնելիս անջատվում է կարմրագորշավուն նստվածք՝



CH_3COO^- իոնի հայտնաբերմանը խանգարում են CO_3^{2-} ,
 SO_3^{2-} , PO_4^{3-} . 1- անիոնները, եթե վերջիններս առկա են լուծույ-
թում, ապա դրանք հեռացնում են $AgNO_3$ -ով ազդելով:

Փորձ: 5—6 կաթիլ փորձարկվող լուծույթին ավելացնել 2—
3 կաթիլ $FeCl_3$ -ի լուծույթ: Դիտել վառ կարմիր գունավորումը: Լու-
ծույթը տաքացնել. անջատվում է գորշ-կարմրավուն նստվածք:

2. Ացետատ անիոնը էթիլալկոհոլի ազդեցությամբ խիստ
լճմրական թթվի առկայությամբ առաջացնում է բնորոշ դուրեկան
հոտով էթիլացետատ եթերը՝



Փորձ: 3—5 կաթիլ փորձարկվող լուծույթին ավելացնել նույն-
քան էթիլալկոհոլ և 10—12 կաթիլ խիտ H_2SO_4 : Խառնուրդը թեթե-
վակի տաքացնել: Ացետատ անիոնի առկայության դեպքում լու-
ծույթից դուրեկան հոտ է զգացվում:

Անիոնների վերլուծությունը

Անիոնների հայտնաբերումը հիմնված է որոշակի ռեակտիվ-
ների միջոցով այնպիսի քիմիական միացությունների առաջացման
վրա, որոնք հեշտությամբ ճանաչվում են իրենց արտաքին նշան-
ներով:

Անիոնների վերլուծության առանձնահատկությունն այն է, որ
այս դեպքում վերլուծության հստակ համակարգված ընթացքը բա-
ցակալում է: Դործնականորեն առանձին անիոնների վերլուծույթու-
նը կատարում են կոտորակային մեթոդով. անիոնները հայտնաբե-
րում են լուծույթի առանձին բաժիններում, որոնք չեն պարունա-
կում փոխաբանարիչ անիոններ: Բայց հայտնի են այնպիսի ա-
նիոնների խառնուրդներ, որոնց վերլուծությունը կոտորակային ձե-
վով անհնար է կամ խիստ դժվար: Ուստի մի շարք հեղինակներ ա-
ռաջարկում են անիոնների խառնուրդների վերլուծության որոշակի
հաջորդականություն՝ նկատի առնելով խանգարիչ իոնների առկա-
յությունը:

Իոնների խմբերն են՝

1. S^{2-} , $S_2O_3^{2-}$, SO_3^{2-} , SO_4^{2-}

2. CO_3^{2-} , SO_3^{2-} , $S_2O_3^{2-}$

3. $S_2O_3^{2-}$, SO_3^{2-} , SO_4^{2-} , CO_3^{2-} , PO_4^{3-}

4. NO_3^- , NO_2^-

5. Cl^- , Br^- , I^-

Կան և անիոնների այլ խմբեր:

Սույն ուսումնական ձեռնարկում նկարագրվում են միայն այն անիոնները, որոնք նախատեսված են ծրագրում. ընդ որում, դրանց մի մասը արդեն դիտարկվել է կատիոնների բնորոշ ռեակցիաները ուսումնասիրելիս:

Անիոնների հայտնաբերման ժամանակ օգտագործվում են քիչ լուծելի և գունավոր միացություններ գոյացնելու նրանց ընդունակությունը, օքսիդավերականդման, կոմպլեքս միացություններ առաջացնելու հատկությունները (վերջինս հաճախ կիրառվում է իոնների բաժանման համար), անիոնների համապատասխան թթուների անկայունությունը, խմբային ռեակտիվի ազդեցությունը և այլն:

Նմանաբան ռեակտիվները կիրառում են ոչ թե անիոնների խմբերը բաժանելու, այլ դրանք հայտնաբերելու համար: Եթե որևէ խումբ բացակայում է, ապա բնականաբար վերանում է նրա անիոնների վերլուծության անհրաժեշտությունը:

Անիոնների խառնուրդի վերլուծությունը սկսում են նախնական փորձարկումներով, այսինքն՝ առանձին նմուշներում ցնդող թթուների անիոնները, ծանր մետաղների կատիոնները, օքսիդիչ և վերականգնիչ անիոնները հայտնաբերելով:

Ծանր մետաղների կատիոնների առկայությունը խանգարում է առանձին անիոնների հայտնաբերմանը և որոշ նախնական վերլուծությունների ընթացքին: Ուստի դրանք որոշում են մինչ անիոնների նախնական փորձարկումները և առկայության դեպքում հեռացնում: Նշված կատիոնների բացակայության դեպքում անիոնների վերլուծությունը կատարում են ստորև տրվող սխեմայով:

1. Նախնական փորձարկումներ

1.1. Հետազոտվող լուծույթի միջավայրի որոշումը

Լուծույթի միջավայրը որոշում են ունիվերսալ ինդիկատորով: Եթե $pH \ll 7$, առեմն բացակայում են CO_3^{2-} , SO_3^{2-} , $S_2O_3^{2-}$, S^{2-} , NO_2^- իոնները:

1.2. Վերականգնիչ անիոնների առկայությունը

Հետազոտվող լուծույթի 3—5 կաթիլին ավելացնել 1—2 կաթիլ H_2SO_4 -ի, նույնքան $KMnO_4$ -ի նոսր լուծույթ: Կալիումի պերմանգոնատի սնդունացումը վկայում է լուծույթում վերականգնիչ անիոնների (SO_3^{2-} , $S_2O_3^{2-}$, S^{2-} , I^-) առկայության մասին:

1.3. Յֆսիդիչ անիոնների առկայությունը

Հետազոտվող լուծույթի 3—5 կաթիլին ավելացնել 1 կաթիլ H_2SO_4 , 2—3 կաթիլ քլորաֆորմ և նույնքան KI -ի լուծույթ: Ստացված խառնուրդը թափահարել: Եթե քլորաֆորմի շերտը ստանում է կարմրա-ջանուշակադույն երանգ, առեմն առկա են օքսիդիչ անիոններ (NO_2^- և ուրիշներ):

1.4. Ցնդող թթուների հայտնաբերումը

Հետազոտվող լուծույթի 5—6 կաթիլին ավելացնել նույնքան ծծմբական թթվի նոսր լուծույթ և թույլ տաքացնել: Գազերի առաջացումը վկայում է ցնդող թթուների անիոնների (CO_3^{2-} , SO_3^{2-} , $S_2O_3^{2-}$, S^{2-} , NO_2^-) առկայության մասին:

S^{2-} , անջատվում է H_2S սնդույն գազը՝ նեխած ձվի հոտով,

SO_3^{2-} և $S_2O_3^{2-}$, անջատվում է SO_2 անոսյն գազը՝ սլորվող ծծմբի սուր հոտով,

NO_2^- , անջատվում է NO_2 գորշ գույնի գազը,

CO_3^{2-} , անջատվում է անոսյն, անհոտ CO_2 գազը:

2. I խմբի անիոնների հայտնաբերումը

2.1. Հետազոտվող լուծույթի միջավայրը պետք է լինի շեղոք կամ թույլ հիմնային ($pH \approx 7-9$): Ստուգել ունիվերսալ ինդիկատորով: Եթե լուծույթի $pH < 7$, ապա անհրաժեշտ է միջավայրը շեղոքացնել բարիումի հիդրօքսիդի լուծույթով:

2.2. Չհեղճացրած լուծույթի 3—4 կաթիլին ավելացնել նույն-
քան BaCl_2 -ի լուծույթ: Եթե անջատվում է նստվածք, ապա լու-
ծույթում առկա են I խմբի անիոնները:

3. II խմբի անիոնների հայտնաբերումը

Հետադոստվող լուծույթի 2—3 կաթիլին ավելացնել 1—2 կաթիլ
նոսր HNO_3 -ի և 2—3 կաթիլ AgNO_3 -ի լուծույթ: Նստվածքի գոյա-
ցումը ապացուցում է II խմբի անիոնների առկայությունը:

Ստացված նստվածքի գույնով երբեմն հնարավոր է լինում
սլարգել որոշ անիոնների առկայությունը: S^{2-} իոնի դեպքում նբստ-
վածքը սև է, I^- -ի դեպքում՝ դեղին, իսկ Cl^- -ի և Br^- -ի դեպքում՝
սպիտակ:

Ի տարբերություն կատիոնների, համարյա բոլոր անիոնները
կարելի է հայտնաբերել հետազոտվող լուծույթում՝ կոստորակային
եղանակով: Մի շարք անիոններ հայտնաբերելիս անհրաժեշտ է
հաշվի առնել խանգարիչ իոնների առկայությունը:

Քիմիական վերլուծության բնթացքն ավելի լավ քննադիտելու և
յուրացնելու համար անհրաժեշտ է ծանոթանալ առանձին խմբերի
վերլուծությանը:

I խմբի անիոնների խառնուրդի վերլուծությունը

(SO_4^{2-} , SO_3^{2-} , $\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$, CO_3^{2-} , PO_4^{3-})

1. I խմբի անիոնների և SO_4^{2-} իոնի հայտնաբերումը

Հետազոտվող լուծույթի 3—5 կաթիլին ավելացնել 2—3 կաթիլ
 BaCl_2 -ի լուծույթ: Սպիտակ նստվածքի գոյացումը ապացուցում է I
խմբի անիոնների առկայությունը: Նստվածքն անջատել ցենտրի-
ֆուգելով, սյնուհշետե վրան ավելացնել HCl -ի լուծույթ և խառ-
նել: ապակյա ձողիկով: Եթե նստվածքը լրիվ չի լուծվում, ուրեմն
առկա է SO_4^{2-} իոնը:

2. $\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$ իոնի անջատումը

Հետազոտվող լուծույթի 5—6 կաթիլին ավելացնել 7—8 կաթիլ
 SrCl_2 -ի կամ $\text{Sr}(\text{NO}_3)_2$ -ի լուծույթ: 8—10 բոպկից ցենտրիֆուգել
և 2—3 անգամ լվանալ թորած ջրով մինչև $\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$ իոնի լրիվ հե-
ռացումը:

Նստվածքը՝ SrSO_4 , SrSO_3 , SrCO_3 , $\text{Sr}_3(\text{PO}_4)_2$,
Ցենտրիֆուգատը՝ SrS_2O_3 :

3. $\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$ իոնի հայտնաբերումը

Ցենտրիֆուգատի (կետ 2-րդ) 3—4 կաթիլին ավելացնել
(կաթիլներով) յոդի լուծույթ և դիտել $\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$ իոնի առկայության
դեպքում լուծույթի գունազրկումը:

4. Նստվածքի լուծումը և SO_3^{2-} իոնի հայտնաբերումը

Նստվածքը (կետ 2-րդ) լուծել նոսր ծծմբական թթվի լուծույթ-
ում և ավելացնել 2—3 կաթիլ KMnO_4 -ի լուծույթ: Կալիումի պեր-
մանգանատի մոթեպայմանի անհետացումը վկայում է լուծույթում
 SO_3^{2-} իոնի առկայության մասին:

5. CO_3^{2-} իոնի հայտնաբերումը

5.1. SO_3^{2-} և $\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$ իոնների բացակայության դեպքում

Հետազոտվող շեղոր լուծույթից 5—6 կաթիլ լցնել փորձանոթի
մեջ, սալիացնել 8—10 կաթիլ HCl -ի լուծույթ և արագ փակել իր-
ցանով, որի միջով անցնում է կրաշրով լցված կաթոցիկը: Եթե
կաթոցիկում լուծույթը պղտորվում է, ուրեմն առկա է CO_3^{2-} իոնը:
(Առաջացած պղտորությունը կարող է անհետանալ CaCO_3 -ը լու-
ծելի $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ -ի փոխարկվելու պատճառով: Ուստի փորձը կա-
տարելիս անհրաժեշտ է ուշադիր լինել):

5.2. SO_3^{2-} և $\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$ իոնների առկայության դեպքում

Անհրաժեշտ է SO_3^{2-} և $\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$ իոնները նախորոք բացառա-
նել: Դրա համար հետազոտվող լուծույթի 3—4 կաթիլին ավելացնել
նույնքան H_2O_2 -ի 10% անոց և 7—8 կաթիլ H_2SO_4 -ի նոս-
րացրած լուծույթ: Արագ փակել կրաշրով լցված կաթոցիկ ունկոց
խցանով, եթե կաթոցիկում պղտորություն է առաջանում, ուրեմն
լուծույթում առկա է CO_3^{2-} անիոնը:

6. PO_4^{3-} իոնի հայտնաբերումը

PO_4^{3-} իոնի հայտնաբերմանը խանգարում են վերականգնիչ ա-
նիոնները (SO_3^{2-} , $\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$), քանի որ նրանք Mo(VI) -ը վերականգ-

նում են մինչև մոլիբդենային կապույտ, որում մոլիբդենը հանդես է գալիս տարբեր օքսիդացման աստիճանով:

Հետադոմվող լուծույթի 2—3 կաթիլին ավելացնել 4—5 կաթիլ խիտ աղտոտական թթու և եռացնել որից վերականգնիչ անիոնները օքսիդանում են և հեռացվում լուծույթից:

Այնուհետև ավելացնել 8—10 կաթիլ մոլիբդենային հեղուկ, մի փոքր բյուրեղային NH_4NO_3 և թույլ տաքացնել: PO_4^{3-} իոնի առկայության դեպքում ստացվում է դեղին բյուրեղային նստվածք:

II խմբի անիոնների խառնուրդի վերլուծությունը

(S^{2-} , Cl^- , Br^- , I^-)

1. II խմբի անիոնների հայտնաբերումը

Հետադոմվող լուծույթի 5—6 կաթիլին ավելացնել նույնքան արծաթի նիտրատի (AgNO_3) լուծույթ: II խմբի անիոնների առկայության դեպքում առաջանում է նստվածք:

Նստվածքը՝ Ag_2S , AgCl , AgBr , AgI :

2. S^{2-} իոնի հայտնաբերումը

Հետադոմվող լուծույթի 2—3 կաթիլին ավելացնել 1-ական կաթիլ NH_4OH -ի և 1%-անոց նատրիումի նիտրատի լուծույթ: S^{2-} իոնի առկայության դեպքում առաջանում է կարմրամանուշակագույն երանգ: SO_4^{2-} , $\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$ և SO_3^{2-} իոնները չեն խանգարում այս առկայություն:

3. S^{2-} իոնի հեռացումը

S^{2-} իոնի հայտնաբերման դեպքում անհրաժեշտ է այն հեռացնել: Դրա համար հետադոմվող լուծույթի 5—6 կաթիլին ավելացնել 4—5 կաթիլ կադմիումի կարբոնատի (CdCO_3) թաքս պատրաստած կախույթ է խառնուրդը թափահարել: Ստացված գին նստվածքը (CdS) ցենտրիֆուգելով անջատել լուծույթից:

Նստվածքը՝ CdS (դեղն նեւեղ):

Ցենտրիֆուգատը՝ Cl^- , Br^- , I^- :

4. Cl^- իոնի անջատումը Br^- -ից և I^- -ից

Ցենտրիֆուգատի վրա ավելացնել 1—2 կաթիլ նոսր HNO_3 և կաթիլներով— AgNO_3 -ի լուծույթից մինչև լրիվ նստեցումը: Ցենտրիֆուգել և նստվածքը լվանալ թորած ջրով:

Նստվածքի (AgCl , AgBr , AgI) վրա ավելացնել 5—6 կաթիլ NH_4OH և 1—2 բուլե լավ թափահարել: Այս դեպքում AgCl -ը լուծվում է և անցնում լուծույթ, նստվածքում մնում են AgBr -ը և AgI -ը: Ցենտրիֆուգել և նստվածքը երկու անգամ լվանալ թորած ջրով:

Նստվածքը՝ AgBr , AgI :

Ցենտրիֆուգատը՝ $[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]\text{Cl}$:

5. Cl^- իոնի հայտնաբերումը

Ցենտրիֆուգատին ավելացնել 1 կաթիլ ֆենոլֆտալեին: Լուծույթը գունավորվում է վարդագույն: Այնուհետև կաթիլներով ավելացնել HNO_3 -ի լուծույթ մինչև գունադրկվելը: Եթե առաջանում է պղտորություն, ուրեմն առկա է Cl^- իոնը:

6. Նստվածքի լուծումը

Նստվածքին (կետ 4-րդ) ավելացնել քիչ քանակությամբ ցինկի փոշի կամ ցինկի կտոր, մի քանի կաթիլ թորած ջուր և խառնել ապակյա ձողիկով, ապա ցենտրիֆուգել:

Նստվածքը՝ Ag և Zn -ի ավելցուկ:

Ցենտրիֆուգատը՝ I^- և Br^- իոնները:

7. Br^- և I^- իոնների հայտնաբերումը

Ցենտրիֆուգատի 2—3 կաթիլին ավելացնել նույնքան քլորաֆորմ և քլորաջուր: Ուժեղ թափահարել: I^- իոնի առկայությամբ քլորաֆորմային շերտը գունավորվում է կարմրամանուշակագույն: Այնուհետև շարունակել քլորաջրի ավելացումը մինչև լուծույթի գունազրկվելը (ապացույց, որ լուծույթում առկա է միայն I^- իոնը): Եթե առկա է Br^- իոնը, քլորաֆորմի շերտը դեղին գունավորում է ստանում:

III խմբի անիոնների խառնուրդի վերլուծությունը
(NO_3^- , NO_2^- , CH_3COO^-)

III խմբի անիոնները խմբային ռեակտիվ չունեն, և ասի դրանք հայտնաբերում են կոտորակային ռեակցիաներով:

1. NO_2^- իոնի հայտնաբերումը

1.1. Հեաազոտվող լուծույթի 3—4 կաթիլին ավելացնել հալման Գրիսի լուծույթ: Եթե առաջանում է կարմիր գունավորում, ուրեմն առկա է NO_2^- իոնը:

1.2. NO_2^- իոնը կարելի է հայտնաբերել նաև հեաազոտվող լուծույթի 2—3 կաթիլին նույնքան ծծմբական թթվի հալման լուծույթի և 1—2 կաթիլ KMnO_4 -ի լուծույթ ավելացնելով: Կոչիումի պլու՝ մանգանատի դուռադրվումը վկայում է NO_2^- իոնի առկայությունը մասին:

2. NO_3^- իոնի հայտնաբերումը

2.1. NO_3^- իոնի րացակայության դեյում

Փորձանոթը թրջել հեաազոտվող լուծույթով և թրջված սուրճի գոլորտվումը կաթիլցնել դիֆենիլամինի լուծույթ: Եթե առաջանում է կապույտ գունավորում, ուրեմն առկա է NO_3^- իոնը:

2.2. NO_3^- իոնի առկայության դեյում

NO_3^- իոնը խանգարում է NO_2^- -ի հայտնաբերմանը, ուստի անհրաժեշտ է այն հեաաջնել: Դրա համար հեաազոտվող լուծույթի 3—4 կաթիլին, մինչև հազենալը, ավելացնել պինդ NH_4Cl և տաքացնել ջրային բաղնիքի վրա: Այդ դեպքում NO_2^- իոնը քայքայվում է՝ անջատելով N_2 :

Ստացված լուծույթին ավելացնել 5—6 կաթիլ խիտ H_2SO_4 , պղնձի կտոր և տաքացնել: Անջատվող գույզ դույնի գույզ վկայում է NO_3^- իոնի առկայությունը մասին:

3. CH_3COO^- իոնի հայտնաբերումը

Հեաազոտվող լուծույթի 3—4 կաթիլին ավելացնել նույնքան FeCl_3 -ի լուծույթ: Առաջանում է կարմրագույն գունավորում: Թորած ջրով այն նստրացնել 2—3 անգամ և տաքացնել: Այս դեպքում հիդրոլիզի ռեակցիայի հեառանքով անջատվում է երկաթ (III)-ի օքսիաջենաաի $[\text{Fe}_3(\text{OH})_2\text{O}_5\text{CH}_3\text{COO}]$ կարմրագույն նստվածքը:

Ա. Ռ. Ա. Զ. Ա. Դ. Ր. Ա. Ն. Ք.

Անիոնների հեաաղակցումները ուսումնասիրելու ընթացքում ևս անհրաժեշտ է էական անօրդոնական քիմիայի տեսական բաժինները մի քանի կարեոր հարցեր:

1. Հարաբեր (հեաադրվել) հալմատաբաղադրանքի և լուծելիության տարադրալի կանոնը:

2. Իզոլի հիդրոլիզը:

3. Օքսիդացման-վերականգնման ռեակցիաներ:

4. Կոմպլեքսային միացություններ:

Ստացված կանոններ և խնդիրներ

1. Ինչպե՞ս են տարբերվում անիոնների և կատիոնների վերլուծությունները:

2. Ի՞նչ դեր են կատարում խմբային ռեակտիվները անիոնների վերլուծության մեջ:

3. Թվել անիոնների I խմբին պատկանող իոնները: Ի՞նչ ռեակտիվով կարելի է հայտնաբերել I խմբի անիոնների առկայությունը:

4. Կարելի՞ է արդյոք SO_4^{2-} անիոնը հայտնաբերել CO_3^{2-} , SO_3^{2-} , $\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$, PO_4^{3-} անիոնների առկայությամբ և ինչպե՞ս:

5. Ի՞նչ վեաակադիզիլ անիոններ են ձեռ հայտնի, ինչպե՞ս կարելի է դրանք հայտնաբերել փորձարկվող լուծույթում:

6. Ինչպե՞ս հայտնաբերել II խմբի անիոնների առկայությունը լուծույթում:

7. Նշել շնորդ թթուների անիոնները և ցույց տալ նրանց հայտնաբերման ռեակցիաները:

8. Ի՞նչ ռեակցիաներով կարելի է հայտնաբերել SO_3^{2-} անիոնը փորձարկվող լուծույթում:

9. Ի՞նչ են PO_4^{3-} անիոնի հայտնաբերման ռեակցիաները: Ինչպե՞ս տարբերել նատրիումի ֆոսֆատը նատրիումի հիդրոֆոսֆատից և դիհիդրոֆոսֆատից:

10. Դիտե՞ք, ապա՞յք, SO_3^{2-} -ի առկայությամբ CO_3^{2-} անիոնի հայտնաբերման եղանակ: Դրել հնարավոր ռեակցիաները համարումները:

11. P^{5+} անիոններ են խանգարում «մոլիբդենային հեղուկով» PO_4^{3-} անիոնի հալոնաբերմանը:

12. P^{5+} ռեակտիվով կարելի է սրտել քլորիդ, բրոմիդ և յոդիդ անիոնների առկայությունը:

13. Ինչպե՞ս կարելի է հայտնաբերել Cl^- անիոնը Br^- և I^- իոնների առկայությամբ:

14. Ինչո՞ւ հիմնային միջավայրում Br^- և I^- անիոնները քլորաջրով հնարավոր չէ հայտնաբերել: Փրել համապատասխան ռեակցիաների հավասարումները:

15. Կարելի՞ է արվոքի հայտնաբերել Br^- ու I^- անիոնները և ի՞նչ եղանակով՝ լուծույթում դրանց համատեղ առկայության դեպքում:

16. Ինչպե՞ս հայտնաբերել նիտրատ անիոնը NO_2^- անիոնի առկայությամբ:

17. Փրել CH_3COO^- անիոնի հայտնաբերման հայտնի եղանակների ռեակցիաների հավասարումները և նշել դրանց իրազորման պայմանները:

18. Ինչպե՞ս հայտնաբերել S^{2-} իոնը լուծույթում:

19. Ինչպե՞ս հայտնաբերել SO_3^{2-} իոնը լուծույթում:

ա) SO_4^{2-} իոնի առկայությամբ,

բ) CO_3^{2-} իոնի առկայությամբ:

գ) $\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$ իոնի առկայությամբ:

20. Ինչպե՞ս հայտնաբերել օքսիդիչ անիոնները փորձարկվող լուծույթում:

21. Ո՞ր անիոններն են խանգարում ֆոսֆատ իոնի հայտնաբերմանը:

22. I խմբի անիոններից ոչի՞ն է նստեցնում BaCl_2 -ը թթվային միջավայրում:

23. Փանի՞ մլ AgNO_3 -ի 2 ն լուծույթ պետք է ավելացնել 0,25 դ յոդիդ իոնը լուծույթից լրիվ նստեցնելու համար:

24. Հաշվել՝ քանի՞ մլ BaCl_2 -ի 2 ն լուծույթ պետք է ավելացնել՝ լրիվ նստեցնելու համար:

ա) սուլֆատ իոնը՝ 5 մլ K_2SO_4 -ի 1 ն լուծույթից:

բ) կարբոնատ իոնը՝ 5 մլ Na_2CO_3 -ի 0,5 ն լուծույթից:

25. 2 լ բացախաթթվի 0,1 ն լուծույթին ավելացրել են 50 դ CH_3COONa : Հաշվել լուծույթի pH-ը:

26. NH_4OH -ի 2 ն լուծույթի 25 մլ-ի մեջ մուծել են 0,8377 դ Fe^{3+} իոններ՝ $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ -ի բյուրեղների ձևով: Հաշվել NH_4OH -ի ներմալույթանք նստվածքազոյացումից հետո:

27. Հաշվել $\text{Al}(\text{OH})_3$ -ի լուծելիությունը NH_4OH -ի 0,1 մ. առնոց լուծույթում:

28. Հաշվել PbCl_2 -ի լուծելիությունը KNO_3 -ի 0,4 մ. առնոց լուծույթում:

ՉՈՐ ԱՂԻ ՎԵՐԼՈՒԾՈՒԹՅԱՆԸ

Վերլուծության համար առաջարկված շոր աղը միանգամայն ուրույն նյութ է, որը հիմնականում բուլկացած է լինում մեկ կա-
տիոնից և մեկ անիոնից: Հետևապես շոր աղի վերլուծությունը հան-
գում է այդ միակ կատիոնի և միակ անիոնի հայտնաբերմանը,
որի հիման վրա որոշվում է որոնելիք աղի բանաձևը:

Ստացած շոր աղը մի մասը պահել վերլուծության արդյունքը
ստացելու, իսկ հարկ եղած դեպքում նաև վերլուծությունը կրկնե-
լու համար: Մնացածն օգտագործել լուծույթ պատրաստելու հա-
մար, որի մեջ պետք է հայտնաբերվի և՛ կատիոնը, և՛ անիոնը:
Հետևապես առաջին հերթին անհրաժեշտ է մի շարք փորձարկում-
ների միջոցով գտնել այն լուծիչը, որի մեջ աղը կարող է լուծվել:

1. Աղի լուծելիության փորձարկումը

Աղի 2—3 բյուրեղիկ մշակել թորած ջրի 8—10 կաթիլում՝ սկզբ-
բում սենյակային ջերմաստիճանի, իսկ հետո՝ տաքացման պայման-
ներում: Համոզվելով, որ աղի ջրի մեջ չի լուծվում, փորձել այն լու-
ծել թթուների մեջ: Թթու լուծիչի քնտրությունը կատարել հետևյալ
հաջորդականությամբ՝ աղաթթվի (HCl)՝ 2 ն լուծույթ, ազոտական
թթվի (HNO_3) 2 ն լուծույթ, իրիտազոտական թթու, իրիտազոթթու,
բացախաթթու: Եթե թվարկված թթուներում աղը չի լուծվում, փոր-
ձել այն լուծել ամոնիակի լուծույթում (NH_4OH): Եթե վերահիշյալ
լուծիչներից և ոչ մեկում աղը չի լուծվում, ապա պատրաստել այդ
աղի «սողաչի մզուկը» (քաշուկը): Այդ նպատակով 0,05—0,1 գ շոր
աղից վերցնել ճենապակյա տիպի մեջ, ավելացնել 2—3 մլ սողաչի
հազեցած լուծույթ և եռացնել 5 րոպե: Ստացված լուծույթը նստվածքի
հետ ցենտրիֆուգել: Նստվածքում որոշել Ba^{2+} կատիոնի առկայու-
թյունը, իսկ ցենտրիֆուգատում՝ SO_4^{2-} անիոնի: Եթե այդ իոնները
իսկապես հայտնաբերվում են, ապա շոր աղը BaSO_4 -ն է: Բա-
ցասական արդյունքի դեպքում իոնների որոնումը պետք է շարու-
նակել:

2. Լուծույթի պատրաստումը

Եթե լուծիչն ընտրված է, շոր աղը լուծել նրա 4—6 մլ
ծավալում: Լուծույթի մի մասն օգտագործել կատիոնի, իսկ մյուսը՝

անիոնի որոշման համար: Ինչպես կատիոնի, այնպես և անիոնի
հայտնաբերման փորձարկումները կատարում են՝ օգտագործելով
առանձին նմուշներ (յուրաքանչյուր փորձարկման համար՝ 3—4
կաթիլ լուծույթ):

3. Կատիոնի հայտնաբերումը

3.1. Առաջին նմուշի մեջ նեալերի ռեակտիվով որոշել NH_4^+
կատիոնի առկայությունը:

3.2. Երկրորդ նմուշում $\text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ ռեակտիվով որոշել Fe^{2+}
կատիոնի առկայությունը (զոյանում է տուրնբուլյան կապույտի
նստվածքը):

3.3. Նշված երկու կատիոնների բացակայության դեպքում եր-
րորդ նմուշում $\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ ռեակտիվի միջոցով ստուգել Fe^{2+}
կատիոնի առկայությունը: Եթե այն առկա է, ապա ստացվում է
բուրյանյան լազույրի կապույտ նստվածք:

Այս նախնական փորձարկումների բացասական արդյունքի
դեպքում հաջորդաբար կրկին ստուգվում է կատիոնների խմբերի
առկայությունը:

3.4. Կատիոնների V խմբի առկայության որոշման փորձը:
Փորձարկվող լուծույթի նմուշին ավելացնել աղաթթվի 2 ն լուծույ-
թի 3—4 կաթիլ: Եթե ստացվում է սպիտակ նստվածք, ուրեմն առ-
կա Ն կատիոնների V խումբը (Pb^{2+} , Ag^+ կամ Hg_2^{2+}): Դրանից
հետո առանձին նմուշներում համապատասխան մասնակի ռեակ-
ցիաների միջոցով որոշվում է կատիոնը:

Իսկ եթե աղաթթվի ազդեցությունից նստվածք չի առաջանում,
զա վկայում է աղի բաղադրության մեջ V խմբի կատիոնների բա-
ցակայության մասին: Հետևապես կատիոնը պետք է փնտրել մյուս՝
IV խմբում:

3.5. Նախորդ փորձի աղաթթվով մշակված նմուշն օգտագոր-
ծել կատիոնների IV խմբի առկայությունը որոշելու համար: Այդ
նմուշը տաքացնել ու նրա միջով բաց թողնել ծծմբաջրածնի հոսք:
Եթե ստացվում է դեղին, դորշ-շագանակագույն կամ սև նստվածք,
ուրեմն առկա են Hg^{2+} , Cd^{2+} , Cu^{2+} կամ Bi^{3+} կատիոնները: Նման
արդյունքի դեպքում համապատասխան մասնակի ռեակտիվների

օդնությամբ որոշվում է, թե այդ իոններից որ կատիոնն է առկա աղի մեջ:

IV խմբում կատիոնի բացակայության դեպքում այն փնտրել III-ում:

3.6. Փորձարկվող լուծույթի նմուշին ավելացնել 1-ական կաթիլ NH_4Cl -ի ու NH_4OH -ի և 3—5 կաթիլ $(\text{NH}_4)_2\text{S}$ -ի լուծույթ: Նստվածքի գոյացումը վկայում է կատիոնների III խմբի առկայության մասին: Այդ դեպքում մասնակի ռեակտիվների օդնությամբ պետք է որոշել, թե Zn^{2+} , Al^{3+} , Mn^{2+} , Cr^{3+} , Ni^{2+} և Co^{2+} կատիոններից որն է նստվածք առաջացրել (երկաթի առկայությունը պարզվել է սկզբում):

Նստվածքի բացակայության դեպքում կատիոնը պետք է փնտրել II խմբում:

3.7. Փորձարկվող լուծույթի նմուշին ավելացնել 1-ական կաթիլ NH_4Cl -ի ու NH_4OH -ի և 2—3 կաթիլ $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$ -ի լուծույթ: Եթե առաջանում է նստվածք, ուրեմն որոշվող կատիոնը II խմբին է պատկանում: Այն որոշելու համար կատարել համապատասխան մասնակի ռեակցիաներ:

3.8. Եթե նախորդ փորձը ևս բացասական արդյունք է տալիս, ապա կատիոնը պետք է փնտրել I խմբում: Այդ նպատակով առանձին նմուշներում իրագործում են Na^+ , K^+ կամ Mg^{2+} կատիոնների հայտնաբերման մասնակի ռեակցիաների փորձարկումները և որոշում աղի բաղադրիչ կատիոնը (NH_4^+ իոնի փորձարկումը կատարվել նախօրոք):

4. Անիոնի հայտնաբերումը

Անիոնի բնույթի մասին կարելի է դատել՝ ելնելով որոշ փաստերից:

4.1. Հայտնաբերված կատիոնից, որը կարող է որոշ շափով պատկերացում տալ անիոնի մասին:

4.2. Աղի լուծելիության տվյալներից: Այսպես, եթե աղը ջրում լուծվում է, իսկ հայտնաբերված է Ba^{2+} կատիոնը, ապա անիոնը կարող է լինել միայն II կամ III խմբից, որովհետև I-ի խմբի անիոնների բաբիումական աղերը ջրում անլուծելի են:

Իսկ եթե աղը ջրում անլուծելի է, իսկ հայտնաբերված կատիո-

նը Ba^{2+} է, ապա անիոնը կարող է լինել միայն I խմբից (CO_3^{2-} , SO_4^{2-} , SO_3^{2-} , $\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$ կամ PO_4^{3-}):

4.3. Միջավայրի ռեակցիայի հիման վրա: Աղի ջրային լուծույթի թթվային միջավայրը վկայում է այն մասին, որ աղը թույլ հիմքից ու ուժեղ թթվից է գոյացել, հետևապես աղի որոնվող անիոնը կարող է լինել՝ SO_4^{2-} , NO_3^- , Cl^- , Br^- կամ I^- : Իսկ եթե միջավայրը հիմնային է, ուրեմն աղն առաջացել է ուժեղ հիմքից և թույլ թթվից, հետևապես պետք է փորձարկել ու որոնել թույլ թթուներից որն է մեկի անիոնը:

Չեղոք միջավայրը նշանակում է, որ աղը մեծ մասամբ արդյունք է ուժեղ հիմքի ու ուժեղ թթվի փոխազդեցության, ուստի անիոնը պետք է փնտրել ուժեղ թթուների մնացորդների շարքում:

Անիոնի որոշմանը ինչ-որ շափով կարող է խանգարել կատիոնի տեսակը: Այսպես, օրինակ, III, IV և V վերլուծական խմբերի կատիոնները անիոնի հայտնաբերմանը խանգարում են, իսկ I-ը և II-ը՝ ոչ: Ելնելով դրանից, եթե հայտնաբերված կատիոնը պատկանում է III, IV կամ V խմբերից, որն է մեկին, ապա անհրաժեշտ է աղի նմուշից պատրաստել «սոդայի մզուկ», ցննորիֆուգել ու ցննորիֆուգատում նոր միայն որոշել «ազատված» անիոնը:

4.4. Անիոնը հայտնաբերվում է տարբեր եղանակներով, կախված նրանից՝ աղը լուծվում է ջրում, թե ոչ:

5. Աղը ջրում լուծվելու դեպքում

Վերլուծության էությունն այն է, որ նմուշների փորձարկման միջոցով նախ որոշվում է տնիոնների խումբը, իսկ այնուհետև, այդ խմբի սահմաններում, մասնակի ռեակցիաների միջոցով հայտնաբերվում է անիոնը:

5.1. Փորձարկվող լուծույթի նմուշին ավելացնել 3—4 կաթիլ BaCl_2 -ի լուծույթ: Եթե ստացվում է նստվածք, ուրեմն անիոնը պատկանում է I խմբին՝ CO_3^{2-} , $\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$, SO_3^{2-} , SO_4^{2-} կամ

PO_4^{3-} -ի հսկ թե զրանցից որն է փնտրվողը, պետք է որոշել առանձին նմուշներում՝ յուրաքանչյուր անիոնին բնորոշ մասնակի ուսկացիաների օգնությամբ:

Եթե I խմբի փորձարկումը բացասական արդյունք է տալիս, փորձը կատարել հաջորդ խմբի համար:

5.2. Լուծույթի երկրորդ նմուշին ավելացնել 2—3 կաթիլ AgNO_3 -ի և 2 կաթիլ 2 Ն HNO_3 -ի լուծույթ: Եթե ստացվում է նստվածք, ուրեմն անիոնը պատկանում է II խմբին՝ S^{2-} , Cl^- , Br^- կամ I^- , որի բնույթը անհրաժեշտ է որոշել համապատասխան մասնակի ուսկացիաների միջոցով:

Իսկ եթե II խմբում էլ անիոնը չի հայտնաբերվում, անհրաժեշտ է որոշումը շարունակել անիոնների III խմբում:

5.3. Առանձին նմուշներում NO_2^- , NO_3^- և CH_3COO^- անիոնների մասնակի ուսկացիաների միջոցով որոշել թե զրանցից որն է որոնվող անիոնը:

6. Արը ջրում լուծվելու դեպքում

Այս տարբերակում հնարավոր է երկու դեպք:

6.1. Առկա է CO_3^{2-} անիոնը: Դա հաստատելու համար փորձարկվող լուծույթի նմուշին ավելացնել մի քանի կաթիլ 2 Ն աղաթթվի լուծույթ: Եթե անջատվում են CO_2 գազի պղպջակներ, ուրեմն առկա է CO_3^{2-} -ն, իսկ եթե պղպջակ չկա, ուրեմն անիոնը բացակայում է:

6.2. Նախորդ փորձի բացասական արդյունքի դեպքում փորձարկվող նյութից պատրաստել «սողաչի մզուկ»: Անիոնը փնտրել ցենտրիֆուգատում, որը նախապես պետք է չհզոթացնել քաջաթաթի լուծույթով: Այնուհետև որոշել անիոնների խումբը, ապա, մասնակի ուսկացիաների միջոցով հայտնաբերել որոնվող անիոնը: Եթե ձևով ու այն հաջորդականությամբ, ինչպես նկարագրված է վերևում:

7. Վերլուծության հիման վրա կադմիկ չոր աղի բիմբուկան բանաձևը:

1. Թույլ քրուների և թույլ հիմքերի դիսոցիացիոն հաստատունները 25°C -ում

ա) Թ ք ր ւ ւ ւ ր

Դիսոցիացիոն	Բանաձևը	Դիսոցիացիոն հաստատունը	$\text{pK} = -\lg K$
1	2	3	4
Ազոտային թթու	HNO_2	$K = 4,0 \cdot 10^{-4}$	$\text{pK} = 3,40$
Բորաթթու	H_3BO_3	$K_1 = 6 \cdot 10^{-10}$ $K_2 = 1,8 \cdot 10^{-13}$ $K_3 = 1,6 \cdot 10^{-14}$	$\text{pK}_1 = 9,22$ $\text{pK}_2 = 12,74$ $\text{pK}_3 = 13,80$
Տետրաբորատթու	$\text{H}_2\text{B}_4\text{O}_7$	$K_1 = 1,0 \cdot 10^{-4}$ $K_2 = 1,0 \cdot 10^{-5}$	$\text{pK}_1 = 4,00$ $\text{pK}_2 = 9,00$
Ջրածնի պերօքսիդ	H_2O_2	$K_1 = 2,63 \cdot 10^{-12}$ $K_2 = 1,0 \cdot 10^{-25}$	$\text{pK}_1 = 11,58$ $\text{pK}_2 = 25,06$
Մրջնաթթու	HCOOH	$K = 1,77 \cdot 10^{-4}$	$\text{pK} = 3,82$
Արսենական թթու	H_3AsO_4	$K_1 = 5,98 \cdot 10^{-3}$ $K_2 = 1,05 \cdot 10^{-7}$ $K_3 = 3,99 \cdot 10^{-12}$	$\text{pK}_1 = 2,22$ $\text{pK}_2 = 6,98$ $\text{pK}_3 = 11,41$
Մետաբոսենային թթու	HAsO_2	$K = 6,9 \cdot 10^{-10}$	$\text{pK} = 9,22$
Օրթոարսենային թթու	H_2AsO_3	$K_1 = 6 \cdot 10^{-10}$ $K_2 = 1,7 \cdot 10^{-14}$	$\text{pK}_1 = 9,2$ $\text{pK}_2 = 13,77$
Ֆտորաջրածնական թթու	HF	$K = 6,61 \cdot 10^{-4}$	$\text{pK} = 3,18$
Սմբային թթու	H_2SO_3	$K_1 = 1,58 \cdot 10^{-2}$ $K_2 = 6,3 \cdot 10^{-8}$	$\text{pK}_1 = 1,80$ $\text{pK}_2 = 7,20$
Տեմբաջրածնական թթու	H_2S	$K_1 = 6,0 \cdot 10^{-8}$ $K_2 = 1,0 \cdot 10^{-14}$	$\text{pK}_1 = 7,2$ $\text{pK}_2 = 14,0$

1	2	3	4
Անտիմոնական թթու	H_3SbO_4	$K=4 \cdot 10^{-5}$	$pK=4,40$
Անտիմոնային թթու	HSbO_2	$K=1 \cdot 10^{-11}$	$pK=11,00$
Ածխաթթու	H_2CO_3	$K_1=4,45 \cdot 10^{-7}$ $K_2=4,69 \cdot 10^{-11}$	$pK_1=6,35$ $pK_2=10,33$
Քացախաթթու	$\text{HC}_2\text{H}_3\text{O}_2$	$K=1,8 \cdot 10^{-5}$	$pK=4,74$
Ֆոսֆորային թթու	H_3PO_3	$K_1=1,6 \cdot 10^{-2}$ $K_2=6,3 \cdot 10^{-7}$	$pK_1=1,80$ $pK_2=6,2$
Ֆոսֆորական թթու	H_3PO_4	$K_1=7,52 \cdot 10^{-3}$ $K_2=6,31 \cdot 10^{-8}$ $K_3=1,26 \cdot 10^{-12}$	$pK_1=2,12$ $pK_2=7,20$ $pK_3=11,9$
Պիրոֆոսֆորական թթու	$\text{H}_4\text{P}_2\text{O}_7$	$K_1=1,4 \cdot 10^{-1}$ $K_2=1 \cdot 10^{-2}$ $K_3=2,5 \cdot 10^{-7}$ $K_4=4 \cdot 10^{-10}$	$pK_1=0,85$ $pK_2=2,00$ $pK_3=6,70$ $pK_4=9,40$
Հիպոքլորային թթու	HClO	$K=5,01 \cdot 10^{-8}$	$pK=7,3$
Յիանաջրածնական թթու	HCN	$K=7,9 \cdot 10^{-10}$	$pK=9,21$
Օքսալաթթու	$\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$	$K_1=5,4 \cdot 10^{-2}$ $K_2=5,4 \cdot 10^{-5}$	$pK_1=1,27$ $pK_2=4,27$
բ) Հ ի մ ֆ ե ռ			
Ամոնիումի հիդրօքսիդ	NH_4OH	$K=1,8 \cdot 10^{-5}$	$pK=4,76$
Բենզիդին	$\text{C}_{12}\text{H}_{12}\text{N}_2$	$K_1=9,3 \cdot 10^{-10}$ $K_2=5,6 \cdot 10^{-11}$	$pK_1=9,03$ $pK_2=10,25$
Հիդրազին	$\text{N}_2\text{H}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$	$K=1,2 \cdot 10^{-6}$	$pK=5,90$
Հիդրօքսիլամին	$\text{NH}_2\text{OH} \cdot \text{H}_2\text{O}$	$K=9,33 \cdot 10^{-9}$	$pK=8,03$

2. Օբյեկտային-վերականգնման ստանդարտ պոտենցիալները
(գ—գաղ, հ—հեղուկ, պ—պինդ)

Վերականգնված ձևը (վերականգնիլ)	Տված էլեկ-տրոնների թիվը	Օքսիդացված ձևը (օքսիդիլ)	Պոտենցիալ վ.
1	2	3	4
Li	1	Li^+	—3,03
K	1	K^+	—2,92
Ca	2	Ca^{2+}	—2,87
Na	1	Na^+	—2,71
Mg	2	Mg^{2+}	—2,37
Al	3	Al^{3+}	—1,66
Mn	2	Mn^{2+}	—1,19
Zn	2	Zn^{2+}	—0,763
S^{2-}	2	S	—0,48
Fe	2	Fe^{2+}	—0,44
Cd	2	Cd^{2+}	—0,403
Ni	2	Ni^{2+}	—0,23
Sn	2	Sn^{2+}	—0,14
Pb	2	Pb^{2+}	—0,126
H_2	2	2H^+	0,000
Sn^{2+}	2	Sn^{4+}	+0,15
Cu^+	1	Cu^{2+}	+0,153
$\text{H}_2\text{S} (գ)$	2	S	+0,171
$\text{S}^{2-} + 3\text{H}_2\text{O}$	6	$\text{SO}_3^{2-} + 6\text{H}^+$	+0,231
Cu	2	Cu^{2+}	+0,337
Cu	1	Cu^+	+0,520
2I^-	2	I_2	+0,536

1	2	3	4
$\text{HAsO}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$	2	$\text{H}_3\text{AsO}_4 + 2\text{H}^+$	$+0,560$
MnO_4^{2-}	1	MnO_4^-	$+0,564$
H_2O_2	2	$\text{O}_2 + 2\text{H}^+$	$+0,682$
Fe^{2+}	1	Fe^{3+}	$+0,771$
$\text{NO}_2 (\text{г}) + \text{H}_2\text{O}$	1	$\text{NO}_3^- + 2\text{H}^+$	$+0,8$
Ag	1	Ag^+	$+0,799$
$\text{CrO}_2^- + 2\text{H}_2\text{O}$	3	$\text{CrO}_4^{2-} + 4\text{H}^+$	$+0,945$
$\text{NO} (\text{г}) + 2\text{H}_2\text{O}$	3	$\text{NO}_3^- + 4\text{H}^+$	$+0,96$
2Br^-	2	Br_2	$+1,087$
$\text{Mn}^{2+} + 2\text{H}_2\text{O}$	2	$\text{MnO}_2 (\text{u}) + 4\text{H}^+$	$+1,123$
$2\text{Cr}^{3+} + 7\text{H}_2\text{O}$	6	$\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-} + 14\text{H}^+$	$+1,23$
2Cl^-	2	Cl_2	$+1,359$
Pb^{2+}	2	$\text{PbO}_2 (\text{u})$	$+1,455$
$\text{Cl}^- + 3\text{H}_2\text{O}$	6	$\text{ClO}_3^- + 6\text{H}^+$	$+1,45$
$\text{Cr}^{3+} + 4\text{H}_2\text{O}$	3	$\text{CrO}_4^{2-} + 8\text{H}^+$	$+1,477$
$\text{Mn}^{2+} + 4\text{H}_2\text{O}$	5	$\text{MnO}_4^- + 8\text{H}^+$	$+1,51$
$\text{Cl}_2 (\text{грм-лб}) + 2\text{H}_2\text{O}$	2	$2\text{HClO} + 2\text{H}^+$	$+1,63$
$2\text{H}_2\text{O} (\text{г})$	2	$\text{H}_2\text{O}_2 + 2\text{H}^+$	$+1,77$
2SO_4^{2-}	2	$\text{S}_2\text{O}_8^{2-}$	$+2,0$
2F^-	2	F_2	$+2,87$

3. Դժվարալուծ նյութերի լուծելիության արտադրյալները
(18—25°C)

Նյութը	Լուծելիության արտադրյալը, լԱ	Նյութը	Լուծելիության արտադրյալը, լԱ
$\text{Al}(\text{OH})_3$	$5,1 \cdot 10^{-33}$	Hg_2Cl_2	$3,8 \cdot 10^{-18}$
Ag_2S	$5,9 \cdot 10^{-50}$	$\text{Mg}(\text{OH})_2$	$5,5 \cdot 10^{-12}$
AgCl	$1,1 \cdot 10^{-10}$	MgCO_3	$2 \cdot 10^{-4}$
AgBr	$4 \cdot 10^{-13}$	MgC_2O_4	$8,6 \cdot 10^{-5}$
AgI	$1,5 \cdot 10^{-16}$	MgNH_4PO_4	$6,5 \cdot 10^{-13}$
Ag_3AsO_3	$4,5 \cdot 10^{-19}$	$\text{Mn}(\text{OH})_2$	$4 \cdot 10^{-14}$
Ag_3AsO_4	$1,08 \cdot 10^{-22}$	MnCO_3	$8,8 \cdot 10^{-14}$
As_2S_3	$4 \cdot 10^{-29}$	MnS	$7 \cdot 10^{-16}$
$\text{Ba}(\text{OH})_2$	$5 \cdot 10^{-8}$	$\text{Pb}(\text{OH})_2$	$1 \cdot 10^{-15}$
BaCO_3	$8,1 \cdot 10^{-9}$	PbCl_2	$2,1 \cdot 10^{-5}$
BaC_2O_4	$1,1 \cdot 10^{-7}$	PbBr_2	$9,2 \cdot 10^{-6}$
BaSO_4	$1,1 \cdot 10^{-10}$	PbI_2	$8,1 \cdot 10^{-9}$
BaCrO_4	$1,6 \cdot 10^{-10}$	PbSO_4	$1,0 \cdot 10^{-8}$
$\text{Bi}(\text{OH})_3$	$4,3 \cdot 10^{-31}$	PbS	$3,6 \cdot 10^{-29}$
Bi_2S_3	$1,6 \cdot 10^{-72}$	PbCrO_4	$1,8 \cdot 10^{-14}$
$\text{Ca}(\text{OH})_2$	$5,5 \cdot 10^{-6}$	$\text{Zn}(\text{OH})_2$	$1,8 \cdot 10^{-14}$
CaCO_3	$1,2 \cdot 10^{-8}$	ZnCO_3	$6 \cdot 10^{-11}$
CaC_2O_4	$1,78 \cdot 10^{-9}$	ZnS	$7,4 \cdot 10^{-27}$
CaCrO_4	$2,3 \cdot 10^{-2}$	$\text{Cd}(\text{OH})_2$	$5,9 \cdot 10^{-15}$
CaSO_4	$1,3 \cdot 10^{-4}$	CdS	$7,9 \cdot 10^{-27}$
$\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$	$1 \cdot 10^{-25}$	CdCO_3	$9,2 \cdot 10^{-12}$
$\text{Cu}(\text{OH})_2$	$1,2 \cdot 10^{-12}$	$\text{Co}(\text{OH})_2$	$2,0 \cdot 10^{-15}$
CuS	$3,2 \cdot 10^{-38}$	$\text{CoS} (\alpha)$	$4,0 \cdot 10^{-21}$
SrSO_4	$2,8 \cdot 10^{-7}$	$\text{CoS} (\beta)$	$2,0 \cdot 10^{-25}$
SrC_2O_4	$5,6 \cdot 10^{-8}$	CoCO_3	$8 \cdot 10^{-13}$
SrCO_3	$1,6 \cdot 10^{-9}$	$\text{Ni}(\text{OH})_2$	$6,3 \cdot 10^{-18}$
$\text{Cr}(\text{OH})_3$	$6,3 \cdot 10^{-31}$	$\text{NiS} (\alpha)$	$3,2 \cdot 10^{-19}$
$\text{Fe}(\text{OH})_2$	$1,64 \cdot 10^{-14}$	$\text{NiS} (\beta)$	$1 \cdot 10^{-24}$
FeS	$3,7 \cdot 10^{-19}$	$\text{NiS} (\gamma)$	$2,0 \cdot 10^{-26}$
$\text{Fe}(\text{OH})_3$	$1,1 \cdot 10^{-36}$	NiCO_3	$6,6 \cdot 10^{-9}$
HgS	$4,0 \cdot 10^{-53}$		

1. Ազոտական թթու: 6 ն HNO_3 : 385 մլ խիտ HNO_3 -ը (խտությունը՝ 1,42 գ/սմ³) նոսրացնել թորած ջրով մինչև 1 լ:
2. Աղաթթու: 2 ն HCl : 167 մլ խիտ HCl -ը (խտությունը՝ 1,19 գ/սմ³) խառնել 833 մլ թորած ջրի հետ:
3. Մծմբական թթու: 2 ն H_2SO_4 : 945 մլ թորած ջրի վրա դանդաղ ավելացնել 55 մլ խիտ H_2SO_4 (խտությունը՝ 1,84 գ/սմ³)՝ անընդհատ խառնելով:
4. Քացախաթթու: 2 ն CH_3COOH : 116 մլ խիտ քացախաթթուն խառնել 884 մլ թորած ջրի հետ:
5. Ամոնիակի ջրային լուծույթ: 2 ն NH_4OH : 133 մլ խիտ ամոնիակի լուծույթը (խտությունը՝ 0,9 գ/սմ³) խառնել 687 մլ ջրի հետ:
6. Բարիումի հիդրօքսիդի լուծույթ: 0,4 ն $\text{Ba}(\text{OH})_2$: 1 լ հազեցած ջրային լուծույթը պարունակում է 72 գ $\text{Ba}(\text{OH})_2$:
7. Կալիումի հիդրօքսիդի լուծույթ: 2 ն KOH : 112 գ KOH -ը լուծել քիչ քանակությամբ ջրի մեջ և նոսրացնել մինչև 1 լ:
8. Կրաջուր: 0,05 ն $\text{Ca}(\text{OH})_2$: 1 լ հազեցած ջրային լուծույթը պարունակում է 1,3 գ CaO :
9. Նատրիումի հիդրօքսիդի լուծույթ: 2 ն NaOH : 80 գ NaOH -ը լուծել քիչ քանակությամբ ջրի մեջ և նոսրացնել մինչև 1 լ:
10. Ալյումինոն: 0,1%-անոց լուծույթ՝ $(\text{NH}_4)_3\text{C}_6\text{H}_5\text{O}_2(\text{COO})_3$: 1 գ ալյումինոնը լուծել 1 լ ջրի մեջ:
11. Ամոնիումի բուգմասուլֆիդ: $(\text{NH}_4)_2\text{S}_2$: 1 լ 6 ն ամոնիումի սուլֆիդի լուծույթը թափահարել 20 գ ծծմբի փոշու հետ, թողնել 1 օր, ապա ֆիլտրել:
12. Ամոնիումի սուլֆիդ: $(\text{NH}_4)_2\text{S}$: 200 մլ խիտ ամոնիակի լուծույթը հազեցնել ծծմբաջրածնով, ավելացնել ևս 200 մլ խիտ ամոնիակի լուծույթ և նոսրացնել ջրով մինչև 1 լ:
13. Նատրիումի արսենատ: 1 ն լուծույթ $\text{Na}_3\text{AsO}_4 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$: 141 գ նատրիումի արսենատը լուծել ջրի մեջ և նոսրացնել ջրով մինչև 1 լ:
14. Նատրիումի արսենիտ: 1 ն լուծույթ NaAsO_2 : 13 գ ալդ նյութից լուծել ջրում և նոսրացնել մինչև 1 լ:
15. Բենզիդիլ: $\text{C}_{12}\text{H}_8(\text{NH}_2)_2$: 30%-անոց քացախաթթվում բենզիդիլի հազեցած լուծույթ:

16. Նատրիումի, կապարի և պղնձի հեֆաանիտիա: $\text{Na}_2\text{Pb}[\text{Cu}(\text{NO}_2)_6]$: 2 գ նատրիումի նիտրիտը, 0,9 գ պղնձի աղատառք և 1,6 գ կապարի աղատառք լուծել 15 մլ թորած ջրում՝ նախօրոք թթվեցրած 0,2 մլ 30%-անոց քացախաթթվով:
17. Գիպսաջուր: $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$: Գիպսի հաղեցած ջրային լուծույթ է (պարունակում է 1 լ ջրում 2,6 գ CaSO_4):
18. Գիմեթիլգլիօֆան (Չուլտեի ռեակտիվ): 1%-անոց լուծույթ՝ $(\text{CH}_3\text{CNOH})_2$: 1 գ դիմեթիլգլիօֆանը լուծել 100 մլ 95%-անոց էթիլալկոհոլի մեջ:
19. Գիտիզոն (դիֆենիլթիոկարբալդոն): $(\text{C}_6\text{H}_5\text{N}_2\text{H})_2\text{CS}$: 0,01 գ նշված նյութից լուծել 100 մլ CCl_4 -ում կամ CHCl_3 -ում և պահել ապակյա մուգ սրվակում: Բեակտիվը պիտանի է 3—4 օր:
20. Գիֆենիլամին: $(\text{C}_6\text{H}_5)_2\text{NH}$: 1 գ դիֆենիլամինը լուծել 100 մլ խիտ H_2SO_4 -ի մեջ (խտությունը՝ 1,84 գ/սմ³):
21. Յոդաջուր: $\text{I}_2 + \text{KI}$: 1,3 գ I_2 -ն ու 3 գ KI -ը լուծել 25 մլ ջրում և նոսրացնել մինչև 1 լ:
22. Կալիումի հեֆաանիդրօֆանատիմոնատ (V): $\text{K}[\text{Sb}(\text{OH})_6]$: 22 գ ռեակտիվը լուծել 1 լ եռացող ջրում և շարունակել եռացնել 3—5 րոպե մինչև աղի լրիվ լուծվելը: Սառչելուց հետո վրան ավելացնել 35 մլ 6 ն կալիումի հիդրօքսիդի լուծույթ, թողնել որոշ ժամանակ ապա ֆիլտրել:
23. Կալիումի հեֆաացիանաֆեռատ (III): 1 ն լուծույթ՝ $\text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]$: 110 գ աղը լուծել թորած ջրում և նոսրացնել մինչև 1 լ:
24. Կալիումի հեֆաացիանաֆեռատ (II): 1 ն լուծույթ՝ $\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$: 105,6 գ աղը լուծել ջրում և նոսրացնել մինչև 1 լ:
25. Մագնեզիայի խառնուրդ: $\text{MgCl}_2 + \text{NH}_4\text{Cl} + \text{NH}_4\text{OH}$: Ջրում լուծել 100 գ $\text{MgCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ ու 100 գ NH_4Cl , ավելացնել 50 մլ խիտ NH_4OH և նոսրացնել ջրով մինչև 1 լ:
26. Մոլիբդենային հեղուկ: $(\text{NH}_4)_2\text{MoO}_4 + \text{HNO}_3$: 1 լ ջրում լուծել 150 գ ամոնիումի մոլիբդատը, ստացվածն ավելացնել 1 լ

խիտ ապտական թթվի վրա (խտությունը $1,2 \text{ գ/սմ}^3$) և թողնել 48 ժամ: Անհրաժեշտության դեպքում լուծույթը նստվածքի վրայից լըցնել ասպակի մուգ սրվակի մեջ և պահել:

27. Նատրիումի ֆիդոֆոսֆատ: 1 ն լուծույթ^* $\text{Na}_2\text{HPO}_4 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$: 120 գ աղը լուծել ջրում և նստացնել մինչև 1 ր:

28. Նատրիումի ֆեհաճիտոկոբալտատ (III): $\text{Na}_2[\text{Co}(\text{NO}_2)_6]$: 50 մլ ջրում լուծել 21 գ նատրիումի կարիտը և 29 գ $\text{Co}(\text{NO}_2)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ -ը: Թթվեցնել 1 մլ 80%-անոց քացախաթթվով: Բողնել 24 ժամ և ֆիլտրել: Այդ նստացնել ջրով մինչև 100 մլ և պահել ասպակի մուգ սրվակի մեջ:

29. Նատրիումի ֆեհոսպրուսիդ: 3%-անոց լուծույթ՝

$\text{Na}_2[\text{Fe}(\text{CN})_5\text{NO}]$: 3 գ ռեակտիվը լուծել 97 մլ ջրում:

30. Նատրիումի սուլֆիդ (որպես խմբային ռեակտիվ): $\text{Na}_2\text{S} \cdot 9\text{H}_2\text{O} + 4\text{NaOH}$: 1 և ջրում լուծել 480 գ նատրիումի սուլֆիդ և 40 գ NaOH :

31. α -նիտրոզո- β -նավթալ (հլինսկու ռեակտիվ)¹
 $\text{C}_{10}\text{H}_9(\text{NO})\text{OH}$: 18 գ ռեակտիվին ավելացնել 1 և 56%-անոց քացախաթթու, թողնել որոշ ժամանակ, այնուհետև զգուշորթվաձք լուծույթը անջատել նստվածքից դեկոնտաշիայի միջոցով:

32. 8-օսիֆինոլին: $\text{C}_9\text{H}_5\text{NOH}$: 2,5 գ ռեակտիվը լուծել 100 մլ 6%-անոց քացախաթթվում:

33. Անագի փորիդ: $\text{SnCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$: 95 գ աղը լուծել 500 մլ խիտ աղաթթվի մեջ, թողնել մինչև լուծույթի պարզակեր, այնուհետև նստացնել ջրով մինչև 1 ր:

34. Զրածնի պերօքսիդ: 3%-անոց լուծույթ՝ H_2O_2 : 10 մլ 30%-անոց ջրածնի պերօքսիդը նստացնել ջրով մինչև 100 մլ:

35. Դրիս-կոսպայի ռեակտիվ: $\text{H}[\text{SO}_3\text{C}_6\text{H}_4\text{NH}_2] + \text{C}_{10}\text{H}_7\text{NH}_2$
Պատրաստել երկու լուծույթ. ա) 1,5 գ սուլֆանիլաթթուն լուծել 500 մլ 3 Մ քացախաթթվում, բ) 1 գ α -նավթիլամինը ($\text{C}_{10}\text{H}_7\text{NH}_2$) լուծել 75 մլ ջրում և ավելացնել 3 Մ քացախաթթու մինչև 500 մլ: Այնուհետև ստացված երկու լուծույթները խառնել իրար:

36. Նիտրի ռեակտիվ: $\text{Na}_2[\text{HgI}_4] + \text{NaOH}$: 115 գ HgI_2 -ն ու 80 գ KI -ը լուծել ջրում և նստացնել մինչև 500 մլ: Ավելացնել 500 մլ 6 ն NaOH -ի լուծույթ:

37. Ֆատուգուլի ռեակտիվ: $\text{AgNO}_3 + \text{KNO}_3 + \text{NH}_4\text{OH}$: 1,7 գ AgNO_3 -ը և 25,2 գ KNO_3 -ը լուծել 0,25 Մ NH_4OH -ի 1 և լուծույթում:

38. Ֆոսֆորմոլիդենային քրու: 5%-անոց լուծույթ՝ $\text{H}_2[\text{P}(\text{MoO}_4)_3]$: 5 գ թթուն լուծել 95 մլ ջրում:

39. Քլորօջուր: Cl_2 : Հագեցած ջրային լուծույթ:

40. Անտիմոնի (III) փորիդ: 1 ն լուծույթ՝ SbCl_3 : 114 գ աղը լուծել ջրում: ավելացնել աղաթթու այնքան, մինչև լուծվի պղտորությամբ, ապա նստացնել ջրով մինչև 1 ր:

ԸՆԴՅՈՒՆՆԵՐ ԽԱՌՆՈՒԹՅՆԵՐԻ ՊԱՏՐԱՍՏՈՒՄԸ

Ամոնիակային՝ $\text{NH}_4\text{OH} + \text{NH}_4\text{Cl}$, $\text{pH} = 9,3$: Խառնել հավասար ծավալով ամոնիակի և ամոնիումի քլորիդի 0,1 Մ ջրային լուծույթներ:

Ացետառային՝ $\text{CH}_3\text{COOH} + \text{CH}_3\text{COONa}$, $\text{pH} = 4,7$: Խառնել հավասար ծավալով քացախաթթվի և նատրիումի ացետատի 0,1 մ ջրային լուծույթներ:

Ֆորմիառային՝ $\text{HCOOH} + \text{HCOONa}$, $\text{pH} = 3,7$: 2,8 գ նատրիումի ֆորմիատը լուծել 100 մլ 98%-անոց մրջնաթթվի մեջ:

Ինդիկատորների պատրաստումը

Ինդիկատորը	pH-ի միջակայքը	Գունավորումը		Պատրաստման եղանակը
		թթվային լուծույթում	հիմնային լուծույթում	
Մեթիլօրանի, 0,1%-անոց լուծույթ	3,1—4,4	վարդագույն ղեղին	0,1 գ ինդիկատորը լուծել 100 մլ ջրում	
Լակմուս, 0,5%-անոց լուծույթ	5,0—8,0	կարմիր	կապույտ	0,5 գ ինդիկատորը լուծել 100 մլ ջրում
Ֆենոլֆթալեին 0,1%-անոց լուծույթ	8,0—10,0	անկույն	կարմիր	0,1 գ ինդիկատորը լուծել 100 գ էթիլալկոհոլի մեջ
Օսլալի լուծույթ	—	—	—	2 գ լուծելի օսլան խառնել 5 մլ ջրի հետ, վրան ավելացնել 500 մլ եռացող ջրի, եռացնել 2—3 րոպե: Ստանդարտ հետ վրան կաթնցնել 5 կաթիլ տոլուոլ

ՕՐՏԱԳՈՐԾՎԱԾ ԳՐԱԿԱՆՈՒԹՅՈՒՆ

Քաեխանյան Ա. Գ. Որակական քիմիական անալիզի տեսական հիմունքները: Երևան, «Լույս», 1966:

Алексеев В. Н. Курс качественного химического микроанализа. Изд. «Химия», 1973.

Крешков А. П. Основы аналитической химии. т. 1. Изд. 3-е, М., «Химия», 1970.

Клячко Ю. А., Шапиро С. А. Курс химического качественного анализа. Госхимиздат. 1960.

Селезнев К. А. Аналитическая химия. М., 1973.

Цитович И. К. Курс аналитической химии. М., «Высшая школа», 1977.

Лурье Ю. Ю. Справочник по аналитической химии. Изд. 2-е, «Химия», 1965.

Справочник химика. Под редакцией Б. П. Никольского. М.-Л., «Химия», 1964—1965.

Առաջաբան	3
Ներածություն	-4
Կատիոնների դասակարգումը	9

Գլուխ առաջին

Առաջին խմբի կատիոնների ռեակցիաները	11
--	----

Գլուխ երկրորդ

Երկրորդ խմբի կատիոնների ռեակցիաները	18
Ընդհանուր բնութագիրը	18
Մասնակի ռեակցիաները	12
Կատիոնների II և I խմբերի խառնուրդի վերլուծություն	
ընթացքը	26
Առաջադրանք	31
Ստուգողական հարցեր և խնդիրներ	32

Գլուխ երրորդ

Երրորդ խմբի կատիոնների ռեակցիաները և վերլուծության	
ընթացքը	-35
Ընդհանուր բնութագիրը	35
Մասնակի ռեակցիաներ	37
Կատիոններ III խմբի վերլուծության ընթացքը	56
Ամանիակային մեթոդ	56
Պերոքսիդային մեթոդ	60
Առաջադրանք	62
Ստուգողական հարցեր և խնդիրներ	63

Գլուխ չորրորդ

Չորրորդ խմբի կատիոնների ռեակցիաները և վերլուծության	
ընթացքը	66
Ընդհանուր բնութագիրը	66
Մասնակի ռեակցիաները	67
Կատիոնների IV խմբի վերլուծության ընթացքը	77

Գլուխ հինգերորդ

Հինգերորդ խմբի կատիոնների ռեակցիաները և վերլուծության	
ընթացքը	-80

Կատիոնների V խմբի վերլուծության ընթացքը	86
Ստուգողական հարցեր և խնդիրներ	87
Կատիոնների V—I խմբերի խառնուրդի վերլուծությունը	89

Գլուխ վեցերորդ

Անիոնների վերլուծությունը

Ընդհանուր բնութագիրը, անիոնների դասակարգումը	93
Անիոնների առանձին խմբերի բնութագիրը	94
I խմբի անիոնների մասնակի ռեակցիաները	95
II վերլուծական խմբի անիոնների բնորոշ ռեակցիաները	101
Անիոնների III խմբի բնորոշ ռեակցիաները	106
Անիոնների վերլուծությունը	109
I խմբի անիոնների խառնուրդի վերլուծությունը	112
II խմբի անիոնների խառնուրդի վերլուծությունը	114
III խմբի անիոնների խառնուրդի վերլուծությունը	116
Առաջադրանք	117
Ստուգողական հարցեր և խնդիրներ	117

Գլուխ յոթերորդ

Չոր և չորս վերլուծությունը	120
Հալվելի անիոններ	125
Ռեակտիվների պատրաստումը	132
Բուֆերային խառնուրդների պատրաստումը	135
Ինդիկատորների պատրաստումը	136
Ստուգողական գրականություն	137
Բովանդակություն	138



Միլվա Միհրանի Արաքսյան

Վերլուծական քիմիայի գործնական
աշխատանքներ
I մաս որակական վերլուծություն

ՄԻԼՎԱ ՄԻՀՐԱՆԻ ԱՐԱՔՍՅԱՆ

ՎԵՐԼՈՒԾԱԿԱՆ ՔԻՄԻԱՅԻ ԳՈՐԾՆԱԿԱՆ ԱՇԽԱՏԱՆՔՆԵՐ

I ՄԱՍ ՈՐԱԿԱԿԱՆ ՎԵՐԼՈՒԾՈՒԹՅՈՒՆ

ՈՒՍՈՒՄՆԱԿԱՆ ՁԵՐՆԱՐԿ

Գյուղատնտեսական մասնագիտությունների ուսանողների համար

Մանուկեա խմբագիր՝ Լ. Ն. ԱՂԱՅԱՆ

Խմբագիր՝ Ս. Հ. ՄԵԼՔՈՆՅԱՆ

Տեխն. խմբագիր՝ Շ. Ա. ԱԿԱՍՅԱՆ

Վերատպող սերագիր՝ Ժ. Ա. ԱՂԱՅԱՆ

Հանձնված է արտագրության 28.6.1991 թ.

Ստորագրված է տպագրության 20.1.92 թ.

Չափեր՝ 60x84 1/16: Բուլվեր՝ №1:

5,5 հրատ, մամ., 8,6 տպ. մամ.:

Տպագրությունը բարձր

Պատվեր 131 Տպարանակ 600 Գինը՝ 3 ոսկր.

Երևանի տնտեսարտական-տնտեսարտական ինստիտուտի տպարան,
375025, Երևան, Նալբանդյան 128:

Типография Ереванского зоотехническо-ветеринарного института,
375025, Ереван, ул. Налбандяна, 128



«ԱՍՈՂԻԿ» հրատարակչություն

Ստորագրված է տպագրության 14.07.2000թ.

Տպագրության եղանակը՝ ռիզոգրաֆիա

Ֆորմատ՝ 60x84/16

Թուղթ՝ օֆսեթ

Պատվեր №25

Տպաքանակ՝ 200:

Տպագրված է «ԱՍՈՂԻԿ» ՍՊԸ-ի տպարանում:

Ք. Երևան, Ավան, Չարենցի 9/22

Հեռ. 58.22.99 40.49.82

E-mail: asogik@hragir.aua.am