

**ՀՀ ԿՐԹՈՒԹՅԱՆ ԵՎ ԳԻՏՈՒԹՅԱՆ ՆԱԽԱՐԱՐՈՒԹՅՈՒՆ
ՀԱՅԱՍՏԱՆԻ ԱԶԳԱՅԻՆ ԱԳՐԱՐԱՅԻՆ ՀԱՄԱԼՍԱՐԱՆ
ԸՆԴՀԱՆՈՒՐ ՔԻՄԻԱՅԻ ԱՄԲԻՈՆ**

Լ.Ե. ԱՂԻԿՅԱՆ, Վ.Գ. ԱՂԱԲԱԲՈՎԱ, Գ.Գ. ԱՐԶՈՒՄԱՆՅԱՆ

ԱՆԱԼԻՏԻԿ ՔԻՄԻԱ

ՄԱՍ 2. ՔԱՆԱԿԱԿԱՆ ՎԵՐԼՈՒԾՈՒԹՅՈՒՆ

ՈՒՍՈՒՄՆԱԿԱՆ ՁԵՌՆԱՐԿ

ԵՐԵՎԱՆ

ՀԱԱՀ

2016

ՀՏԴ 543 (07)

ԳՄԴ 24.4 ց7

Ա 468

Հաստատված է ՀԱԱՀ գիտական խորհրդի կողմից

Մասնագիտական

խմբագիր՝

ԵՊՀ դեղագիտության ամբիոնի դոցենտ,
քիմիական գիտությունների թեկնածու
Ս.Ս.Վարդանյան

Խմբագիր՝

բանասիրական գիտությունների թեկնածու
Մ.Ա.Խաչատրյան

Գրախոս՝

ԵՊՀ ֆիզիկական և կոլոիդ քիմիայի ամբիոնի
դոցենտ, քիմիական գիտությունների թեկնածու
Գ.Ս.Գրիգորյան

ԱՂԻԿՅԱՆ Լ.Ե. և ուրիշներ

Ա 468

Անալիտիկ քիմիա: Մաս 2. քանակական վերլուծություն:

Ուսումնական ձեռնարկ / Լ.Ե. Աղիկյան, Վ.Գ. Աղաբաբովա,
Գ.Գ. Արզումանյան. - Եր.: ՀԱԱՀ, 2016. – 80 էջ:

Աշխատանքը նախատեսված է ՀԱԱՀ-ի տեխնոլոգիական,
ագրոնոմիական և անասնաբուժական մասնագիտությունների
ուսանողների համար:

ՀՏԴ 543 (07)

ԳՄԴ 24.4 ց7

ISBN 978-9939-54-954-5

© Աղիկյան Լ.Ե., 2016

© Աղաբաբովա Վ.Գ., 2016

© Արզումանյան Գ.Գ., 2016

© Հայաստանի ազգային ագրարային համալսարան, 2016

ՆԵՐԱԾՈՒԹՅՈՒՆ

Անալիտիկ քիմիան քիմիայի այն բաժինն է, որն ուսումնասիրում է նյութի բաղադրությունը և կառուցվածքը:

Անալիտիկ քիմիայի իմացությունն անհրաժեշտ է մի շարք գիտությունների՝ հողագիտության, ագրոքիմիայի, կենդանիների և բույսերի ֆիզիոլոգիայի ուսումնասիրման ժամանակ, գյուղմթերքի վերամշակման տեխնոլոգիաներում: Օրինակ՝ կենսաբաններին այն հնարավորություն է տալիս ուսումնասիրել տարբեր տարրերի ազդեցությունը կենդանիների և բույսերի օրգանիզմի աճի, զարգացման ու բազմացման վրա:

Սույն ձեռնարկն ընդհանրացնում է ՀԱԱՀ ընդհանուր քիմիայի ամբիոնի՝ տարիների ընթացքում ձեռք բերված փորձը: Ընտրված են քիմիական վերլուծության այն մեթոդները, որոնք առավելագույնս համապատասխանում են բուհի մասնագիտություններին, ամբիոնի հնարավորություններին և ավանդույթներին:

ՍԱՐՔԵՐ ԵՎ ՌԵԱԿՏԻՎՆԵՐ

Շտատիվ, բյուրեղներ (25 մլ-անոց), կաթոցիկներ (10 մլ-անոց), չափազևան (100 մլ-անոց, 1 լ-անոց), կոլբաներ (50 և 100 մլ-անոց), չափիչ կոլբաներ (250 մլ, 500 մլ, 1000 մլ), ռետինե տանձիկներ, արեոմետր, ձագարներ (փոքր և մեծ), նատրիումի հիդրօքսիդ, աղաթթվի խիտ լուծույթ, օքսալաթթու, նատրիումի կարբոնատ (սոդա), ամոնիումի քլորիդ, կալիումի պերմանգանատ, 2 ն ծծմբական թթու, Մորի աղ, պերհիդրոլ, կալիումի երկբրոմատ, կալիումի յոդիդ, յոդ (բյուրեղներ), նատրիումի թիոսուլֆատ, պղնձարջասպ ($\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$), քլորակիր, ասկորբինաթթու, նատրիումի նիտրիտ, տրիլոն-Բ, մագնեզիումի սուլֆատ ($\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$):

Ինդիկատորներ՝ ֆենոլֆտալեին, մեթիլօրանժ, օսլա, քրոմոզեն սև, մուրեկաիդ:

ՔԱՆԱԿԱԿԱՆ ՎԵՐԼՈՒԾՈՒԹՅՈՒՆ

Անալիտիկ քիմիան բաղկացած է հետևյալ բաժիններից՝ որակական վերլուծություն, քանակական վերլուծություն և վերլուծության ֆիզիկաքիմիական մեթոդներ:

Որակական վերլուծության նպատակն է պարզաբանել, թե ինչ տարրերից, իոններից կամ մասնիկներից է կազմված հետազոտվող համակարգը:

Քանակական վերլուծությունը թույլ է տալիս որոշել, թե նյութի հայտնաբերված բաղադրամասերը ինչպիսի քանակական հարաբերության մեջ են գտնվում:

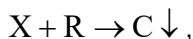
Այս հարցերի պարզաբանման համար կիրառվում են վերլուծության քիմիական, ֆիզիկական և ֆիզիկաքիմիական մեթոդները:

Քանակական վերլուծությունում քիմիական մեթոդներից առավել հաճախ կիրառվում են ծավալային և կշռային վերլուծության մեթոդները:

ԿՇՌԱՅԻՆ ՎԵՐԼՈՒԾՈՒԹՅՈՒՆ

Կշռային վերլուծության մեթոդների մեծ մասը հիմնված է նստվածքագոյացման ռեակցիաների վրա:

Այն ընդհանուր առմամբ կարելի է արտահայտել հետևյալ բանաձևով.



որտեղ X -ը հետազոտվող նյութն է, R -ը՝ ռեակտիվը, C -ն՝ առաջացած նստվածքը:

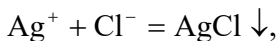
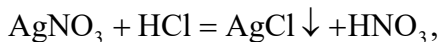
Հետազոտվող նյութը լուծում են համապատասխան լուծիչում, որոշվող բաղադրամասը նստեցնում հայտնի բաղադրություն ունեցող նստվածքի ձևով: Ստացված նստվածքը ֆիլտրում են, լվանում, չորացնում և կշռում: Նստվածքի կշռի հիման վրա հետազոտելի նմուշում հաշվում են որոշվող բաղադրամասի զանգվածը՝ օգտվելով այս բանաձևից՝

$$\omega = \frac{m_1 \cdot F}{m} \cdot 100,$$

որտեղ ω -ն որոշվող բաղադրամասի տոկոսային պարունակությունն է նմուշում, m_1 -ը՝ նստվածքի զանգվածքը, m -ը՝ հետազոտվող նյութի կշռանքը, F -ը՝ վերահաշվարկման գործակիցը: Վերահաշվարկման գործակիցը որոշվող բաղադրամասի մոլային զանգվածի հարաբերությունն է կշռային ձևի մոլային զանգվածին, ընդ որում՝ մոլային զանգվածները պետք է վերցնել այնպիսի գործակիցներով, որոնք համարժեք կլինեն միմյանց:

Օրինակ: Որոշել Ag -ի տոկոսային պարունակությունը AgNO_3 -ի լուծույթում, եթե 0,5 գ AgNO_3 պարունակող լուծույթից արծաթի իոնը նստեցրել են AgCl -ի ձևով:

Ստացված AgCl -ի զանգվածն է 0,4216 գ:



$$m(\text{AgNO}_3) = 0,5 \text{ գ},$$

$$m_1(\text{AgCl}) = 0,4216 \text{ գ},$$

$$M(\text{AgCl}) = 143,5 \text{ գ/մոլ}:$$

Հաշվարկել վերահաշվարկման գործակիցը՝ F -ը.

$$F = \frac{M(\text{Ag})}{M(\text{AgCl})} = \frac{108}{143,5} = 0,7526:$$

Ag -ի տոկոսային պարունակությունը AgNO_3 -ում հաշվել հետևյալ բանաձևով.

$$\omega(\text{Ag}) = \frac{m(\text{AgCl}) \cdot F}{m(\text{AgNO}_3)} \cdot 100,$$

$$\omega(\text{Ag}) = \frac{0,4216 \cdot 0,7526}{0,5} \cdot 100 = 63,46 \%:$$

ԾԱՎԱԼԱՅԻՆ ՎԵՐԼՈՒԾՈՒԹՅՈՒՆ

Ծավալային վերլուծությունում ուսումնասիրվող մնուչի բաղադրանասերի քանակական որոշումն իրականացվում է փոխազդող նյութերի լուծույթների ծավալների չափման միջոցով, ընդ որում՝ այդ լուծույթներից մեկի կոնցենտրացիան պետք է հայտնի լինի: Հայտնի կոնցենտրացիայով լուծույթը տեղավորում են բյուրետի մեջ և այնտեղից կաթիլներով ավելացնում որոշվող նյութի լուծույթին մինչև ռեակցիայի ավարտը. այս պրոցեսը կոչվում է *տիտրում*:

Հայտնի կոնցենտրացիայով լուծույթը կոչվում է *տիտրանտ*: Տիտրումն ավարտվում է այն պահին, երբ տիտրանտը և որոշվող նյութը փոխազդում են համարժեք քանակներով: Տիտրման վերջնակետը կոչվում է *համարժեք կամ էկվիվալենտ կետ*:

Համարժեք կետը կարելի է որոշել գործիքային և ակնադիտական (վիզուալ) եղանակով, ինդիկատորների միջոցով և առանց ինդիկատորների, լուծույթի գույնի փոփոխմամբ:

Ծավալային վերլուծությունում կիրառվում են միայն այն ռեակցիաները, որոնք բավարարում են հետևյալ պայմաններին.

ա) ռեակցիան պետք է լինի գործնականորեն ոչ դարձելի, այսինքն՝ ընթանա մինչև վերջ.

բ) ռեակցիան պետք է ընթանա արագ, քանի որ դանդաղ ընթացող ռեակցիաների դեպքում անհնար է ճշգրիտ նշել համարժեք (էկվիվալենտ) կետը.

գ) տիտրման ժամանակ հարակից ռեակցիաներ չպետք է ընթանան:

ՀԱՇՎԱՐԿՆԵՐԸ ԾԱՎԱԼԱՅԻՆ ՎԵՐԼՈՒԾՈՒԹՅՈՒՆՈՒՄ

Ծավալային վերլուծությունում կիրառվող լուծույթների բաղադրությունն արտահայտում են՝

1. զանգվածային բաժին՝ ω. անչափանիշ մեծություն է.

$$\omega = \frac{m(\text{լուծվող նյութ})}{m_1(\text{լուծույթ})} \cdot 100(\%),$$

$$m_1 = m(\text{լուծվող նյութ}) + m(\text{լուծիչ}) :$$

2. Մոլային կոնցենտրացիա՝ C , մոլ/լ. ցույց է տալիս 1 և լուծույթում լուծված նյութի մոլերի քանակը.

$$C = \frac{n}{V}, \quad n = \frac{m}{M},$$

որտեղ m -ը լուծված նյութի զանգվածն է, n -ը՝ մոլերի քանակը:

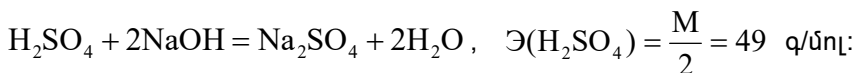
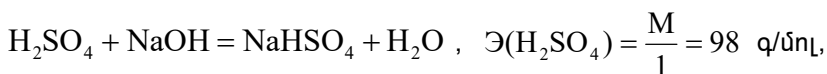
3. Նյութի համարժեքի մոլային կոնցենտրացիա կամ նորմալ կոնցենտրացիա՝ N , n կամ C_n . համարժեքի մոլային կամ նորմալ կոնցենտրացիան ցույց է տալիս համարժեքների (էկվիվալենտների) քանակը 1 և լուծույթում:

Համարժեքի մոլային զանգվածը (էկվիվալենտը) նյութի մոլերի այն քանակն է, որը քիմիական ռեակցիաներում կարող է փոխազդել կամ տեղակալել 1 մոլ ջրածին:

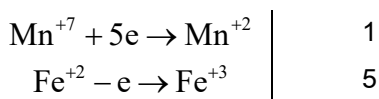
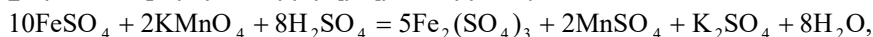
Համարժեքի մոլային զանգվածը փոփոխական մեծություն է և կախված է ռեակցիայի ընթացքից:

Փոխանակման ռեակցիաներում էկվիվալենտի մոլային զանգվածը որոշում են ըստ ընթացող ռեակցիայի հավասարման:

Օրինակ՝



Օքսիդավերականգնման ռեակցիաներում համարժեքի (էկվիվալենտի) մոլային զանգվածը հավասար է օքսիդիչի կամ վերականգնիչի մոլային զանգվածը բաժանած ռեակցիայի ընթացքում տված կամ ընդունած էլեկտրոնների թվի վրա: Օրինակ՝



$$\Theta(\text{KMnO}_4) = \frac{M(\text{KMnO}_4)}{5} = \frac{58}{5} = 31,6 \text{ գ/մոլ},$$

$$\Theta(\text{FeSO}_4) = \frac{M(\text{FeSO}_4)}{1} = 152 \text{ գ/մոլ}:$$

4. Տիտր՝ T. 1 մլ լուծույթում լուծվող նյութի գրամների քանակն է (գ/մլ):

Տիտրի և համարժեքի մոլային կոնցենտրացիայի (N) միջև կա հետևյալ առնչությունը.

$$T = \frac{N \cdot \Theta}{1000}, \text{ գ/մլ}:$$

5. Շատ հաճախ աշխատանքային լուծույթների կոնցենտրացիան արտահայտում են տիտրով ըստ որոշվող միացության՝ $T_{R/X}$ արտահայտությամբ, որը հեշտացնում է հետագա հաշվարկները.

$$T_{R/X} = \frac{N(R) \cdot \Theta(X)}{1000}, \text{ գ/մլ},$$

որտեղ R-ը աշխատանքային լուծույթն է, X-ը՝ որոշվող նյութը: $T_{R/X}$ արտահայտությունը ցույց է տալիս, թե 1 մլ աշխատանքային լուծույթը քանի գրամ որոշվող նյութի հետ կարող է փոխազդել:

Ծավալային վերլուծությունում հաշվարկների հիմքում ընկած է համարժեքների (էկվիվալենտների) օրենքը:

Եթե միմյանց հետ փոխազդում են տարբեր կոնցենտրացիայի լուծույթներ, ապա դրանց ծավալները հակադարձ համեմատական են կոնցենտրացիաներին՝

$$\frac{V_1}{V_2} = \frac{N_2}{N_1}, \quad V_1 N_1 = V_2 N_2,$$

որտեղ V_1 , V_2 -ը փոխազդող նյութերի ծավալներն են, N_1 , N_2 -ը՝ նորմալ կոնցենտրացիաները:

Հայտնի կոնցենտրացիայով որոշակի ծավալով լուծույթ պատրաստելիս կարելի է օգտվել հետևյալ բանաձևից.

$$m = N \cdot \Theta \cdot V :$$

ԾԱՎԱԼԱՅԻՆ ՎԵՐԼՈՒԾՈՒԹՅՈՒՆՈՒՄ ԿԻՐԱՌՎՈՂ ԼՈՒԾՈՒՅԹՆԵՐԸ

Ծավալային վերլուծությունում կիրառում են ստանդարտ և ստանդարտացված լուծույթներ:

Նյութի ճշգրիտ կշռանքից պատրաստված լուծույթը կոչվում է *ստանդարտ*:

Ստանդարտ լուծույթներ կարելի է պատրաստել այն նյութերից, որոնք բավարարում են որոշակի պայմանների՝

1. նյութը պետք է լինի քիմիապես մաքուր, բաղադրությունը համապատասխանի քիմիական բանաձևին.

2. նյութը պետք է լինի կայուն և՛ պինդ վիճակում, և՛ լուծույթում.

3. ցանկալի է, որ նյութի համարժեքի մոլային զանգվածը լինի հնարավորին չափ մեծ:

Այն նյութերը, որոնք բավարարում են նշված պահանջներին, կոչվում են ստանդարտ նյութեր: Դրանց թվին են պատկանում նատրիումի կարբոնատը՝ Na_2CO_3 , նատրիումի տետրաբորատը՝ $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$, օքսալաթթուն՝ $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, կալիումի երկբրոմատը՝ $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ և այլն:

Ստանդարտ լուծույթներ պատրաստելու համար նշված նյութերը կշռում են անալիտիկ կշեռքով, տեղափոխում որոշակի ծավալով չափիչ կոլբայի մեջ, լուծում քիչ քանակությամբ թորած ջրում, այնուհետև մինչև միշը ավելացնում թորած ջուր: Այս եղանակով պատրաստված լուծույթի տիտրը հավասար է՝

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

որտեղ m -ը նյութի զանգվածն է, V -ն՝ լուծույթի ծավալը:

Ստանդարտացված կամ կարգավորված տիտրով լուծույթներ պատրաստում են այն նյութերից, որոնք չեն բավարարում վերոհիշյալ պահանջներին: Այդպիսի նյութերից են թթուները (HCl , H_2SO_4), ալկալիները (NaOH , KOH), կալիումի պերմանգանատը (KMnO_4), նատրիումի թիոսուլֆատը ($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$) և այլն:

Այդ լուծույթների կոնցենտրացիան կարգավորում են՝ լուծույթը տիտրելով համապատասխան տիտրանտով:

Աշխատանքային լուծույթները պատրաստում են՝ նյութի նմուշը կշռելով տեխնոքիմիական կշեռքով, իսկ հեղուկների ծավալը չափում են չափանոթով:

Հաճախ ծավալային վերլուծությունում ստանդարտ լուծույթներ պատրաստելու համար օգտագործում են ֆիքսանալներ կամ ստանդարտ տիտրեր: Ֆիքսանալը երկու կողմից հալապատված ապակե անոթ է (սրվակ), որի մեջ լցված է ճշգրիտ կշռվածքով (ծավալով) նյութը և նշված է նյութի այն քանակը, որն անհրաժեշտ է 1 լ լուծույթ պատրաստելու համար: Մեկ ֆիքսանալից կարելի է պատրաստել տարբեր կոնցենտրացիաների լուծույթներ:

Տիտրումն իրականացվում է որոշակի եղանակներով՝

1. ուղղակի տիտրման մեթոդ,
2. հետտիտրման մեթոդ (տիտրում ըստ ավելցուկի),
3. տեղակալման մեթոդ:

1. *Ուղղակի տիտրման մեթոդի* դեպքում ուսումնասիրվող նյութի լուծույթը տիտրում են համապատասխան տիտրանտով: Օրինակ՝ նատրիումի հիդրօքսիդի լուծույթը տիտրում են օքսալաթթվի լուծույթով:

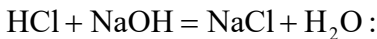
2. *Ըստ ավելցուկի տիտրման մեթոդը (հետտիտրում)* կիրառվում է այն դեպքում, երբ աշխատանքային լուծույթը չի փոխազդում հետազոտելի լուծույթի հետ կամ ռեակցիան ընթանում է դանդաղ, և համարժեք կետը հնարավոր չէ որոշել որևէ ինդիկատորի միջոցով:

Այս դեպքում ուսումնասիրվող նյութի լուծույթին ավելացնում են մի երրորդ նյութի լուծույթ՝ ավելցուկով, որը փոխազդում է հետազոտվող լուծույթի հետ համարժեք քանակով: Երրորդ լուծույթի ավելցուկը տիտրում են համապատասխան տիտրանտի լուծույթով:

Օրինակ՝ CaCO_3 -ի քանակը կրաքարի նմուշում որոշում են հետևյալ ձևով. CaCO_3 -ը փոխազդում է աղաթթվի լուծույթի հետ, բայց ռեակցիան ընթանում է դանդաղ, որի հետևանքով ուղղակի տիտրումը չափազանց դժվար է: CaCO_3 -ի կշռանքը մշակում են տիտրված աղաթթվի լուծույթի ավելցուկով՝



Աղաթթվի լուծույթի ավելցուկը տիտրում են տիտրած NaOH-ի աշխատանքային լուծույթով՝

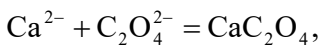


Իմանալով վերլուծության համար վերցված աղաթթվի լուծույթի ընդհանուր ծավալը և հաշվելով չփոխազդած թթվի ծավալը՝ որոշում են CaCO_3 -ի և HCl -ի միջև ընթացող ռեակցիայի վրա ծախսված թթվի քանակությունը, որի հիման վրա էլ հաշվում են CaCO_3 -ի պարունակությունը կրաքարի մուշում:

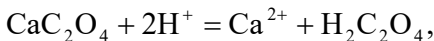
3. *Տեղակալման մեթոդ*. կիրառվում է այն դեպքում, երբ որոշվող նյութը աշխատանքային լուծույթի հետ չի փոխազդում / փոխազդում է ոչ քանակաչափորեն կամ չկա համապատասխան ինդիկատոր համարժեք կետը որոշելու համար:

Օրինակ՝ կալցիումի իոնները լուծույթում հնարավոր չէ ուղղակի տիտրել թթվի, ալկալու, օքսիդիչների կամ վերականգնիչների լուծույթներով: Ռևստի կալցիումի ծավալային որոշման համար այն նստեցնում են օքսալատի ձևով, իսկ հետո KMnO_4 -ի լուծույթով տիտրում կալցիումի հետ կապված $\text{C}_2\text{O}_4^{2-}$ իոնները: Որոշումը հիմնված է հետևյալ ռեակցիաների վրա.

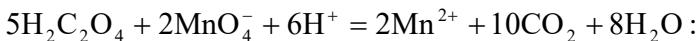
- նստեցում՝



- օքսալաթթվի անջատումը նստվածքից՝



- տիտրում KMnO_4 -ի տիտրած լուծույթով՝



Տիտրումն իրագործում են՝

1. պիպետացման,

2. առանձին կշռաքանակների եղանակներով:

Պիպետացման եղանակի դեպքում որոշվող նյութի լուծույթից կաթոցիկով (պիպետով) վերցնում են որոշակի ծավալով լուծույթ և տիտրում համապատասխան տիտրանտով:

Առանձին կշռաքանակների եղանակի դեպքում վերցնում են որոշվող նյութի կշռանքը, լուծում որոշակի ծավալով թորած ջրում և տիտրում:

ԾԱՎԱԼԱՅԻՆ ՎԵՐԼՈՒԾՈՒԹՅԱՆ ՄԵԹՈՂՆԵՐԻ ԴԱՍԱԿԱՐԳՈՒՄԸ

Ծավալային վերլուծության մեթոդները դասակարգվում են ըստ ռեակցիաների բնույթի:

1. Թթվահիմնային տիտրում (չեզոքացման մեթոդ). որոշման հիմքում չեզոքացման ռեակցիան է, որն ընթանում է թթուների և հիմքերի միջև:

2. Օքսիդավերականգնման մեթոդ. մեթոդի հիմքում օքսիդավերականգնման ռեակցիաներն են:

3. Նստվածքագոյացման և կոմպլեքսագոյացման մեթոդ. որոշման հիմքում ընկած են նստվածքագոյացման և կոմպլեքսագոյացման ռեակցիաները:

ԹԹՎԱՅԻՄՆԱՅԻՆ (ՉԵՉՈՔԱՑՄԱՆ) ՄԵԹՈՂ

Աշխատանքային լուծույթներ են համարվում թթուների (HCl , H_2SO_4) և ալկալիների լուծույթները (KOH , NaOH): Այս մեթոդով կարելի է որոշել թթուների, ալկալիների, հիդրօլիզվող աղերի, որոշ օքսիդների քանակությունը, ինչպես նաև ջրի կոշտությունը:

Թթուներից և ալկալիներից ըստ ճշգրիտ կշռանքի տիտրած լուծույթ պատրաստել հնարավոր չէ, պատրաստում են մոտավոր կոնցենտրացիայի լուծույթ և կոնցենտրացիան կարգավորում համապատասխան ստանդարտ լուծույթների միջոցով:

Տիտրման վերջնակետը որոշվում է ինդիկատորների միջոցով: Տիտրման ընթացքում տեղի է ունենում տիտրվող լուծույթի pH -ի փոփոխություն, և pH -ի որոշակի արժեքի դեպքում նշվում է համարժեք կետը:

ԻՆԴԻԿԱՏՈՐՆԵՐԻ ՏԵՍՈՒԹՅՈՒՆ

Ըստ իոնական տեսության՝ ինդիկատորները թույլ օրգանական թթուներ կամ հիմքեր են, որոնց իոնները և չդիսոցված մոլեկուլները տարբեր գունավորում ունեն:

Պայմանականորեն թթվային ինդիկատորը նշանակում են HInd , իսկ հիմնային ինդիկատորը՝ IndOH : Ըստ էլեկտրոլիտիկ դիսոցման տեսության՝ ինդիկատորների ջրային լուծույթներում գոյություն ունի հետևյալ հավասարակշռությունը.



Թթվային կամ հիմնային միջավայրում հավասարակշռությունը շեղվում է կամ իոնացման, կամ չդիսոցված մոլեկուլների առաջացման ուղղությամբ, ինչի արդյունքում էլ տեղի է ունենում լուծույթի գույնի փոփոխություն: Ինդիկատորների գույնի փոփոխությունը բացատրվում է նաև քրոմոֆորային տեսությամբ: Ըստ այդ տեսության՝ ինդիկատորների մոլեկուլները պարունակում են հատուկ խմբեր՝ քրոմոֆորներ, որոնք լուծույթի միջավայրի փոփոխման դեպքում կարող են վերախմբավորվել, ինչի հետևանքով փոխվում է ինդիկատորի կառուցվածքը:

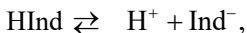
Քրոմոֆորները հատուկ խմբեր են, որոնք պարունակում են զուգորդված կապեր: Դրանք են կարբոնիլ խումբը, նիտրո խումբը, ազո խումբը, բենզոական խումբը և այլն:

Համաձայն քրոմոֆորային տեսության՝ չեզոքացման մեթոդում կիրառվող ինդիկատորների լուծույթներում առկա են տարբեր տատոներ ձևեր, որոնք ունեն տարբեր գունավորում և գտնվում են հավասարակշռության մեջ: Այս երկու տեսությունները միավորվեցին, և առաջացավ իոնաքրոմոֆորային տեսությունը:

ԻՆԴԻԿԱՏՈՐՆԵՐԻ ԳՈՒՅՆԻ ԱՆՑՄԱՆ ՄԻՋԱԿԱՅՔ

Թթվահիմնային մեթոդում կիրառվող ինդիկատորների գույնը փոփոխվում է կախված միջավայրի pH -ից:

Համաձայն իոնային տեսության՝ թթվային ինդիկատորների լուծույթներում գոյություն ունի հետևյալ հավասարակշռությունը.



$$K_{\text{HInd}} = \frac{C_{\text{H}^+} \cdot C_{\text{Ind}^-}}{C_{\text{HInd}}},$$

որտեղից

$$C_{\text{H}^+} = K_{\text{HInd}} \cdot \frac{C_{\text{HInd}}}{C_{\text{Ind}^-}},$$

որտեղ C_{HInd} -ը ինդիկատորի թթվային ձևն է, C_{Ind^-} -ը՝ ինդիկատորի հիմնային ձևը.

$$\text{pH} = -\lg C_{\text{H}^+},$$

$$\text{pH} = -\lg K_{\text{HInd}} - \lg \frac{C_{\text{HInd}}}{C_{\text{Ind}^-}},$$

$$\text{pH} = \text{pK} - \lg \frac{C_{\text{HInd}}}{C_{\text{Ind}^-}}, \quad (1)$$

որտեղ $\lg K_{\text{HInd}} = \text{pK}$, pK -ն ինդիկատորի ցուցիչն է:

Լուծույթի գույնի փոփոխությունը աչքի համար տեսանելի է, եթե մի ձևի կոնցենտրացիան մյուսից մեծ կամ փոքր է 10 անգամ, այսինքն՝

$$\frac{C_{\text{թթվ.}}}{C_{\text{հիմն.}}} = \frac{1}{10} \text{ կամ } \frac{10}{1}:$$

Տեղադրելով (1) հավասարման մեջ $\frac{C_{\text{թթվ.}}}{C_{\text{հիմն.}}}$ արժեքները՝ կստանանք՝

նանք՝

$$\text{pH} = \text{pK} - \lg \frac{1}{10} = \text{pK} + 1,$$

$$\text{pH} = \text{pK} - \lg \frac{10}{1} = \text{pK} - 1,$$

$$\text{pH} = \text{pK} \pm 1:$$

Ինդիկատորի գույնի փոփոխությունը կատարվում է pH -ի արժեքի որոշակի միջակայքում, որը կոչվում է *ինդիկատորի գույնի անցման միջակայք*:

Յուրաքանչյուր ինդիկատորի գույնի անցման միջակայքը կախված է ինդիկատորի բնույթից:

pH-ի այն արժեքը, որի դեպքում տիտրումը տվյալ ինդիկատորի առկայությամբ պետք է ավարտել, կոչվում է *ինդիկատորի տիտրման ցուցիչ* և նշանակվում pT: Տարբեր ինդիկատորների մոտ գույնի անցման միջակայքը համընկնում է pH-ի տարբեր արժեքների հետ, այդ պատճառով էլ տիտրման տարբեր դեպքերում կիրառում են տարբեր ինդիկատորներ: Ինդիկատորների ճիշտ ընտրության համար կառուցում են տիտրման կորեր, որոնք գրաֆիկորեն արտահայտում են լուծույթի pH-ի կախվածությունը տիտրվող լուծույթների կոնցենտրացիայից:

Թթվահիմնային մեթոդում կիրառվող մի շարք ինդիկատորների բնութագրերը տրված են աղյուսակում:

Ինդիկատոր	Լուծույթի գույնը		Ինդիկատորի գույնի անցման միջակայքը, pH	pT
	թթվային միջավայրում	հիմնային միջավայրում		
Մեթիլօրանժ	վարդագույն	դեղին	3,1-4,4	4
Մեթիլկարմիր	կարմիր	դեղին	4,2-6,2	5
Լակմոս	կարմիր	կապույտ	5,0-8,0	7
Ֆենոլֆտալեին	անգույն	մորու գույն	8,0-10,0	9

ՏԻՏՐՄԱՆ ԿՈՐԵՐ

Թթվահիմնային տիտրումը գրաֆիկորեն արտահայտում են տիտրման կորերի միջոցով:

Տեսականորեն տարբերում են թթվահիմնային փոխազդեցության հետևյալ դեպքերը.

- ուժեղ թթվի տիտրում ուժեղ հիմքով.
- թույլ թթվի տիտրում ուժեղ հիմքով.
- թույլ հիմքի տիտրում ուժեղ թթվով.
- թույլ թթվի տիտրում թույլ հիմքով:

Տիտրման կորը կառուցելու համար անհրաժեշտ է հաշվել լուծույթի pH -ը մինչև տիտրումը, տիտրման ընթացքում, համարժեք կետում և համարժեք կետից հետո:

Որպես օրինակ քննարկենք ուժեղ թթվի տիտրումը ուժեղ հիմքով (կամ հակառակը):

Ենթադրենք՝ տիտրում են 100 սմ^3 (մլ) $0,1 \text{ Մ}$ քլորաջրածնական թթվի (HCl) լուծույթը 100 սմ^3 (մլ) $0,1 \text{ Մ}$ նատրիումի հիդրօքսիդի (NaOH) աշխատանքային լուծույթով:

1. Մինչև տիտրումը լուծույթը պարունակում է միայն թթու: HCl -ը ուժեղ էլեկտրոլիտ է, լրիվ դիսոցվում է՝

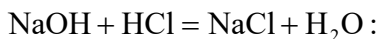


Ջրածնի իոնի կոնցենտրացիան լուծույթում պայմանավորված է թթվի ելային կոնցենտրացիայով՝

$$C(\text{H}^+) = C(\text{HCl}) = 0,1 \text{ մոլ/լ} \quad (10^{-1} \text{ մոլ/լ}),$$

$$pH = -\lg C_{\text{H}^+} = -\lg 10^{-1}, \quad pH = 1 :$$

2. Տիտրման ընթացքում մինչև համարժեք կետը քլորաջրածնական թթվի լուծույթին աստիճանաբար ավելացնում են որոշակի ծավալով նատրիումի հիդրօքսիդի աշխատանքային լուծույթ՝



Լուծույթի բաղադրությունը՝ NaCl և չտիտրած HCl :

Լուծույթում ջրածնի իոնի կոնցենտրացիան հաշվում են չտիտրած քլորաջրածնական թթվի կոնցենտրացիայով՝

$$C(\text{H}^+) = C(\text{HCl}) \text{ չտիտրած:}$$

Ենթադրենք՝ 100 մլ HCl -ի լուծույթին ավելացրել են 90 մլ NaOH -ի լուծույթ: Չտիտրած HCl -ի քանակը կլինի 10 մլ :

$$C(\text{HCl}) \text{ չտիտրած} = \frac{0,1 \cdot 10}{100} = 0,01 \text{ մոլ/լ} = 10^{-2} \text{ մոլ/լ},$$

$$pH = -\lg 10^{-2} = 2 :$$

3. 100 մլ HCl -ի լուծույթին ավելացրել են 99 մլ NaOH -ի լուծույթ: Տիտրվել է 99 մլ թթու, մնացել է չտիտրած 1 մլ HCl -ի լուծույթ:

$$C(\text{HCl}) = \frac{1 \cdot 0,1}{100} = 10^{-3} \text{ մոլ/լ}, \quad [\text{H}^+] = 10^{-3} \text{ մոլ/լ},$$

$$\text{pH} = -\lg 10^{-3} = 3 :$$

4. 100 մլ թթվի լուծույթին ավելացրել են 99,9 մլ 0,1 Մ NaOH -ի լուծույթ: Տիտրվել է 99,9 մլ HCl, մնացել է չտիտրած 0,1 մլ թթու.

$$C(\text{HCl}) = \frac{0,1 \cdot 0,1}{100} = 10^{-4} \text{ մոլ/լ},$$

$$C(\text{H}^+) = C(\text{HCl}) = 10^{-4} \text{ մոլ/լ}, \quad \text{pH} = 4 :$$

5. Համարժեք կետում ավելացրել են 100 մլ 0,1 Մ NaOH-ի լուծույթ: Լուծույթը պարունակում է միայն NaCl, որը չի հիդրոլիզվում, ուստի միջավայրը չեզոք է՝

$$[\text{H}^+] = [\text{OH}^-] = 10^{-7} \text{ մոլ/լ}, \quad \text{pH} = 7 :$$

6. Համարժեք կետից հետո տրվում է NaOH -ի ավելցուկ (0,1 մլ).



Լուծույթում $(\text{OH})^-$ իոնների կոնցենտրացիան հաշվում են հետևյալ բանաձևով.

$$[\text{OH}^-] = \frac{V_{\text{հիմք}}(\text{ավելցուկ}) \cdot C_{\text{հիմք}}}{V_{\text{լուծույթ}}}, \quad [\text{OH}^-] = \frac{0,1 \cdot 0,1}{100} = 10^{-4} \text{ մոլ/լ},$$

$$\text{pOH} = 4 :$$

H^+ իոնների կոնցենտրացիան որոշում են ըստ ջրի իոնական արտադրյալի բանաձևի՝

$$K_{\text{H}_2\text{O}} = C_{\text{H}^+} \cdot C_{\text{OH}^-},$$

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

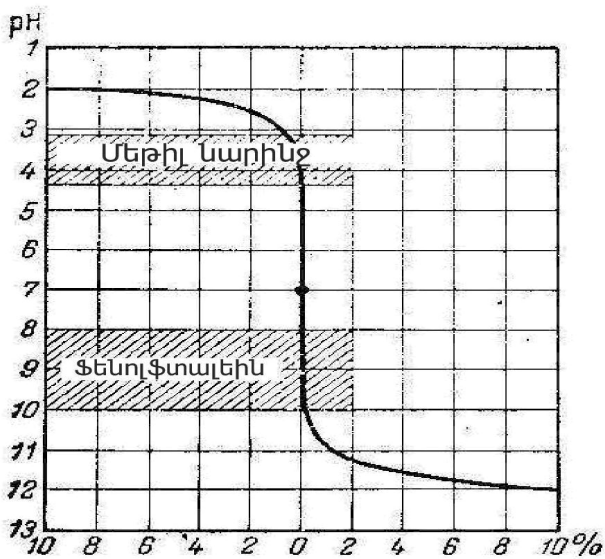
$$\text{pH} = \text{p}K_{\text{H}_2\text{O}} - \text{pOH} = 14 - \text{pOH},$$

$$\text{pH} = 14 - 4 = 10 :$$

7. 1 մլ NaOH -ի ավելցուկի դեպքում* կստացվի՝

$$[\text{OH}^-] = 10^{-3} \text{ մոլ/լ, } \text{pOH} = 3, \text{pH} = 14 - 3 = 11:$$

Այս տվյալների հիման վրա կառուցվում է տիտրման կորագիծը: Աբսցիսների առանցքի վրա տեղադրում են թթվի և ալկալու ծավալը տիտրման տարբեր պահերին (%-ով), օրդինատների առանցքի վրա՝ համապատասխան pH -ի արժեքները:



0,1 Ն NaOH-ի լուծույթով 0,1 Ն HCl-ի լուծույթի (կամ հակառակը) տիտրման կորը:

Կորագծից երևում է, որ տիտրման վերջնակետում տեղի է ունենում pH -ի կտրուկ փոփոխություն (4-10), որը կոչվում է տիտրման կամ չեզոքացման թռիչք:

* Հաշվարկների ժամանակ լուծույթի ծավալի փոփոխությունը հաշվի չի առնվում:

Ուժեղ թթուն ուժեղ հիմքով տիտրելիս կիրառում են այն ինդիկատորները, որոնց տիտրման ցուցիչը՝ pT -ն, տիտրման կորագծի վրա գտնվում է թռիչքի սահմաններում: Կիրառում են մեթիլօրանժ ($pT = 4$), մեթիլկապույտ ($pT = 5$), ֆենոլֆտալեին ($pT = 9$), լակմուս ($pT = 7$):

Կորագծի ընթացքի վրա ազդում են նաև տիտրվող լուծույթի կոնցենտրացիան և ջերմաստիճանը:

Մնացած դեպքերում՝ թույլ թթուն ուժեղ հիմքով տիտրելիս (կամ հակառակը), տիտրման կորագծի վրա համարժեք կետը չի համընկնում չեզոքացման կետի հետ, այլ գտնվում է կամ թթվային՝ $pH < 7$, կամ հիմնային՝ $pH > 7$ միջավայրում:

Թույլ թթուն (CH_3COOH) ուժեղ հիմքով ($NaOH$) տիտրելիս համարժեք կետը գտնվում է $pH = 8 - 10$ սահմաններում. որպես ինդիկատոր կարելի է կիրառել ֆենոլֆտալեինը՝ $pT = 9$:

Թույլ հիմքը ուժեղ թթվով տիտրելիս կորագծի վրա համարժեք կետը գտնվում է $pH = 4 - 6$ սահմաններում. որպես ինդիկատոր կարելի է կիրառել մեթիլօրանժ՝ $pT = 4$, կամ մեթիլկարմիր՝ $pT = 5,5$:

Բազմահիմն թթուները տիտրելիս տիտրման կորագծի վրա լինում են մի քանի համարժեք կետեր, օրինակ՝ H_3PO_4 -ը $NaOH$ -ով տիտրելիս տիտրման կորագծի վրա կա երեք էկվիվալենտ կետ.

I. NaH_2PO_4 -ի առաջացումը ($pH = 4,6$), ինդիկատոր՝ մեթիլօրանժ.

II. Na_2HPO_4 -ի առաջացումը ($pH = 9,9$), ինդիկատոր՝ ֆենոլֆտալեին.

III. Na_3PO_4 -ի առաջացումը ($pH = 12,6$), տիտրել որևէ ինդիկատորի առկայությամբ հնարավոր չէ:

ԼԱԲՈՐԱՏՈՐ ԱՇԽԱՏԱՆՔ 1

ՔԼՈՐԱԶՐԱԾՆԱԿԱՆ ԹԹՎԻ ԱՇԽԱՏԱՆՔԱՅԻՆ ԼՈՒԾՈՒՅԹԻ ՊԱՏՐԱՍՏՈՒՄԸ

Պատրաստել 500 մլ 0,1 ն քլորաջրածնական թթվի լուծույթ:

1. Հաշվել քլորաջրածնական թթվի զանգվածը, որն անհրաժեշտ է 0,1 ն քլորաջրածնական թթու պատրաստելու համար:

$$m(\text{HCl}) = N \cdot \Theta \cdot V, \quad \Theta(\text{HCl}) = \frac{M}{1} = 36,5 \text{ գ/մոլ},$$

$$m(\text{HCl}) = 0,1 \cdot 36,5 \cdot 0,5 = 1,825 \text{ գ:}$$

2. Քլորաջրածնական թթվի լուծույթը պատրաստում են խիտ քլորաջրածնական թթվի լուծույթից, որի խտությունը (ρ) չափում են խտաչափի (արեոմետր) միջոցով: Ենթադրենք՝ $\rho = 1,183 \text{ գ/սմ}^3$:

3. Աղյուսակի օգնությամբ որոշում են թթվի խտությանը համապատասխան զանգվածային բաժինը ($\omega = 36\%$):

4. Հաշվել խիտ (36 %) քլորաջրածնական թթվի այն զանգվածը, որը պարունակում է լուծույթի պատրաստման համար անհրաժեշտ քանակությամբ քլորաջրածին (1,825 գ):

100 գ 36 %-անոց լուծույթում պարունակվում է 36 գ HCl :

x գ 36 %-անոց լուծույթում պարունակվում է 1,825 գ HCl :

$$x = \frac{100 \cdot 1,825}{36} = 5,07 \text{ գ:}$$

5. Որոշել խիտ թթվի լուծույթի ծավալը՝

$$\rho = \frac{m}{V}, \quad V = \frac{m}{\rho} = \frac{5,07}{1,183} = 4,3 \text{ մլ:}$$

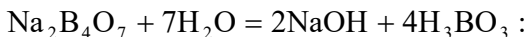
6. Չափագլանով չափել 4,0-4,5 մլ խիտ թթու, լցնել 500 մլ-անոց չափիչ կոլբայի մեջ, որտեղ նախօրոք լցված է 100-200 մլ թորած ջուր, թափահարել և լուծույթի ծավալը հասցնել մինչև միջը:

Քլորաջրածնական թթվի կոնցենտրացիան կարգավորում են նատրիումի տետրաբորատի, նատրիումի կարբոնատի ստանդարտ լուծույթներով կամ էլ նատրիումի հիդրօքսիդի տիտրած լուծույթով:

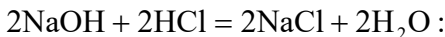
ԼԱԲՈՐԱՏՈՐ ԱՇԽԱՏԱՆՔ 2

ՆԱՏՐԻՈՒՄԻ ՏԵՏՐԱԲՈՐԱՏԻ ՍՏԱՆԴԱՐՏ ԼՈՒԾՈՒՅԹԻ ՊԱՏՐԱՍՏՈՒՄԸ

Նատրիումի տետրաբորատից ($\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$) պատրաստում են ճշգրիտ կոնցենտրացիայի լուծույթ ըստ ճշգրիտ կշռանքի: Նատրիումի տետրաբորատի ջրային լուծույթները հիդրոլիզվում են և ունեն հիմնային ռեակցիա ($\text{pH} > 7$):

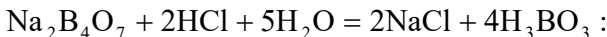


Ուստի այն կարելի է տիտրել թթուներով՝



$\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7$ -ի լուծույթն աղաթթվով տիտրելիս հիդրոլիզի հավասարակշռությունը տեղաշարժվում է աջ, և անընդհատ ավելալու նոր քանակներ են անցնում լուծույթ, մինչև որ աղը լրիվ փոխազդի:

Գումարային հավասարումը կլինի՝



Ռեակցիայի հետևանքով առաջանում է թույլ բորաթթու: Համարժեք կետում $\text{pH} < 7$, տիտրել մեթիլօրանժ կամ մեթիլկարմիր ինդիկատորի առկայությամբ:

Փորձի ընթացքը

Պատրաստել 250 մլ 0,1 ն Նատրիումի տետրաբորատի լուծույթ:

1. Հաշվել լուծույթի պատրաստման համար անհրաժեշտ Նատրիումի տետրաբորատի զանգվածը՝

$$m(\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}) = N \cdot \Xi \cdot V :$$

1 մոլ $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ -ն փոխազդում է 2 մոլ H^+ -ի հետ, ուրեմն աղի համարժեքը (էկվիվալենտը) հավասար է՝

$$\Xi(\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}) = \frac{M}{2} = \frac{381,4}{2} = 190,7 \text{ գ/մոլ},$$

$$m(\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}) = 0,1 \cdot 190,7 \cdot 0,25 = 4,7675 \text{ գ}:$$

2. Անալիտիկ կշեռքի վրա ժամացույցի ապակու օգնությամբ կշռել 4,7675 գ վերաբյուրեղացված աղի կշռանք 0,0002 գ ճշտությամբ,

տեղափոխել 250 մլ տարողությամբ չափիչ կոլբայի մեջ, ձագարը քիչ քանակությամբ տաք ջրով լվանալ, կոլբայի պարունակությունը խառնել այնքան, մինչև արը լրիվ լուծվի, այնուհետև կոլբան սառեցնել և թորած ջրով ծավալը հասցնել մինչև նիշը:

ԼԱԲՈՐԱՏՈՐ ԱՇԽԱՏԱՆՔ 3

**ՔԼՈՐԱԶՐԱԾՆԱԿԱՆ ԹԹՎԻ ԱՇԽԱՏԱՆՔԱՅԻՆ ԼՈՒԾՈՒՅԹԻ
ԿՈՆՑԵՆՏՐԱՑԻԱՅԻ ԿԱՐԳԱՎՈՐՈՒՄԸ ՆԱՏՐԻՈՒՄԻ ՏԵՏՐԱԲՈՐԱՏԻ
ՍՏԱՆԴԱՐՏ ԼՈՒԾՈՒՅԹԻ ՄԻՋՈՑՈՎ**

Փորձի ընթացքը

1. Բյուրետը լցնել քլորաջրածնական թթվի լուծույթով: Լուծույթի մակարդակը բյուրետում հասցնել մինչև նիշը:

2. Կաթոցիկով վերցնել 10 մլ նատրիումի տետրաբորատի լուծույթ, տեղափոխել 50-100 մլ տարողությամբ կոլբայի մեջ, ավելացնել 1-2 կաթիլ մեթիլօրանմ (ինդիկատոր): Լուծույթը դեղնում է: Բյուրետից կաթիլներով ավելացնել քլորաջրածնական թթվի լուծույթ, մինչև դեղին գույնը թթվի ավելցուկի մի կաթիլից դառնա վարդագույն:

3. Տիտրումը կրկնել 3 անգամ և նշել ծախսված քլորաջրածնական թթվի ծավալը՝ $V_{\text{միջ.}}$:

Հաշվարկը

Քլորաջրածնական թթվի նորմալ կոնցենտրացիան որոշել հետևյալ բանաձևերով.

$$N_{\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7} \cdot V_{\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7} = N_{\text{HCl}} \cdot V_{\text{HCl}},$$
$$N_{\text{HCl}} = \frac{N_{\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7} \cdot V_{\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7}}{V_{\text{HCl}}},$$
$$T_{\text{HCl}} = \frac{\mathcal{E}_{\text{HCl}} \cdot N_{\text{HCl}}}{1000}, \text{ գ/մլ:}$$

ԼԱԲՈՐԱՏՈՐ ԱՇԽԱՏԱՆՔ 4

ՆԱՏՐԻՈՒՄԻ ԴԻԴՐՕՔՍԻԴԻ ԱՇԽԱՏԱՆՔԱՅԻՆ ԼՈՒԾՈՒՅԹԻ ՊԱՏՐԱՍՏՈՒՄԸ

Պատրաստել 500 մլ 0,1 ն մատրիումի հիդրօքսիդի լուծույթ:

$$\mathfrak{E}_{\text{NaOH}} = \frac{M}{1} = 40 \text{ գ/մոլ:}$$

Հաշվել լուծույթի պատրաստման համար անհրաժեշտ մատրիումի հիդրօքսիդի զանգվածը՝

$$m(\text{NaOH}) = N \cdot \mathfrak{E} \cdot V, \quad m(\text{NaOH}) = 0,1 \cdot 40 \cdot 0,5 = 2 \text{ գ:}$$

Փորձի ընթացքը

1. Տեխնոքիմիական կշեռքի վրա կշռել 2,0-2,5 գ մատրիումի հիդրօքսիդ, տեղափոխել փոքր քիմիական բաժակի մեջ, ավելացնել քիչ քանակությամբ թորած ջուր, ողողել (մակերեսի վրա գոյացած սոդայի հետքերը հեռացնելու համար) և ջուրն արագ հեռացնել: Մնացած մատրիումի հիդրօքսիդը թորած ջրի օգնությամբ տեղափոխել 500 մլ տարողությամբ չափիչ կոլբայի մեջ, բաժակը լվանալ թորած ջրով և նորից տեղափոխել կոլբայի մեջ, այնուհետև ավելացնել թորած ջուր (մինչև նիշը):

ԼԱԲՈՐԱՏՈՐ ԱՇԽԱՏԱՆՔ 5

ՕՔՍԱԼԱԹԹՎԻ ՍՏԱՆԴԱՐՏ ԼՈՒԾՈՒՅԹԻ ՊԱՏՐԱՍՏՈՒՄԸ

Պատրաստել 200 մլ 0,1 ն օքսալաթթվի ($\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$) ստանդարտ լուծույթ:

1. Օգտագործելով բյուրեղահիդրատ՝ հաշվել օքսալաթթվի համարժեքի (էկվիվալենտի) մոլային զանգվածը՝

$$\mathfrak{E}(\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}) = \frac{M}{2} = \frac{126,07}{2} = 63,04 \text{ գ/մոլ:}$$

2. Հաշվել լուծույթի պատրաստման համար անհրաժեշտ օքսալաթթվի բյուրեղահիդրատի զանգվածը՝

$$m(\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}) = 63,04 \cdot 0,1 \cdot 0,2 = 1,2608 \text{ գ:}$$

3. Անալիտիկ կշեռքի վրա կշռել 1,2608 գ օքսալաթթվի բյուրեղա-
հիդրատ, տեղափոխել 200 մլ տարողությամբ չափիչ կոլբայի մեջ,
ավելացնել քիչ քանակությամբ թորած ջուր, խառնել, մինչև թթուն լրիվ
լուծվի, այնուհետև թորած ջրով լուծույթի ծավալը հասցնել մինչև նիշը:

ԼԱԲՈՐԱՏՈՐ ԱՇԽԱՏԱՆՔ 6

ՆԱՏՐԻՈՒՄԻ ՀԻԴՐՕՔՍԻԴԻ ԱՇԽԱՏԱՆՔԱՅԻՆ ԼՈՒԾՈՒՅԹԻ ԿՈՆՑԵՆՏՐԱՑԻԱՅԻ ԿԱՐԳԱՎՈՐՈՒՄԸ ՕՔՍԱԼԱԹՎԻ ՍՏԱՆԴԱՐՏ ԼՈՒԾՈՒՅԹՈՎ

Փորձի ընթացքը

1. Պատրաստված նատրիումի հիդրօքսիդի լուծույթով երկու
անգամ ողողել բյուրետը, այնուհետև բյուրետը լցնել նատրիումի հիդ-
րօքսիդի լուծույթով: Բյուրետի մազախողովակից (կապիլյար) հեռաց-
նել օդի պղպջակները և լուծույթի մակարդակը բերել զրոյական կետի:

2. Կաթոցիկով վերցնել 10 մլ 0,1 ն օքսալաթթվի լուծույթ, տեղա-
փոխել 50-100 մլ տարողությամբ կոնաձև կոլբայի մեջ:

3. Լուծույթին ավելացնել 2-3 կաթիլ ինդիկատոր՝ ֆենոլֆտալեին
(լուծույթը մնում է անգույն) և տիտրել նատրիումի հիդրօքսիդի լուծույ-
թով: Բյուրետից կաթիլներով ավելացնել NaOH, մինչև լուծույթը դառ-
նա վարդագույն: Նշել ծախսված նատրիումի հիդրօքսիդի ծավալը:

4. Տիտրումը կրկնել 3 անգամ և վերցնել միջին արժեքը ($V_{\text{միջ.}}$):

Հաշվարկը

NaOH-ի համարժեքի մոլային (նորմալ) կոնցենտրացիան որո-
շել հետևյալ բանաձևով.

$$N(\text{NaOH}) \cdot V(\text{NaOH}) = N(\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4) \cdot V(\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4),$$

$$N(\text{NaOH}) = \frac{N(\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4) \cdot V(\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4)}{V(\text{NaOH})} :$$

ԼԱԲՈՐԱՏՈՐ ԱՇԽԱՏԱՆՔ 7

ՔԼՈՐԱԶՐԱԾՆԱԿԱՆ ԹԹՎԻ ԱՇԽԱՏԱՆՔԱՅԻՆ ԼՈՒԾՈՒՅԹԻ ԿՈՆՑԵՆՏՐԱՑԻԱՅԻ ԿԱՐԳԱՎՈՐՈՒՄԸ ՆԱՏՐԻՈՒՄԻ ԴԻԴՐՕՔՍԻԴԻ ՏԻՏՐԱԾ ԼՈՒԾՈՒՅԹՈՎ

Փորձի ընթացքը

1. Բյուրետը լցնել նատրիումի հիդրօքսիդի տիտրած լուծույթով և բյուրետում լուծույթի մակարդակը հասցնել մինչև նիշը:

2. Կաթոցիկով վերցնել 10 մլ HCl -ի լուծույթ, տեղափոխել 50-100 մլ տարողությամբ չափիչ կոլբայի մեջ, ավելացնել ինդիկատոր՝ մեթիլօրանժ (լուծույթը ներկվում է կարմիր գույնով):

3. Լուծույթը տիտրել NaOH -ի աշխատանքային լուծույթով, մինչև NaOH -ի ավելցուկային կաթիլից լուծույթը դառնա դեղին: Նշել ծախսված NaOH -ի ծավալը:

Հաշվարկը

Որոշել HCl -ի լուծույթի նորմալ կոնցենտրացիան և տիտրը՝

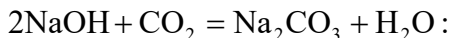
$$N(\text{HCl}) = \frac{N(\text{NaOH}) \cdot V(\text{NaOH})}{V(\text{HCl})},$$

$$T_{\text{HCl}} = \frac{N(\text{HCl}) \cdot \Theta(\text{HCl})}{1000}, \text{ գ/մլ:}$$

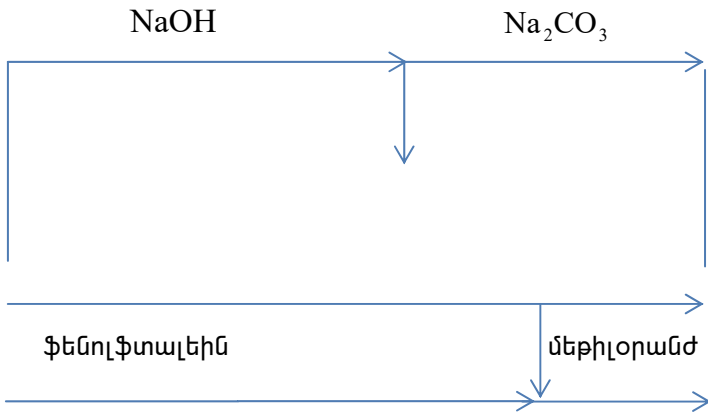
ԼԱԲՈՐԱՏՈՐ ԱՇԽԱՏԱՆՔ 8

ԱԼԿԱԼԻՆԵՐԻ ԵՎ ԼՈՒԾԵԼԻ ԿԱՐԲՈՆԱՏՆԵՐԻ ՔԱՆԱԿՈՒԹՅԱՆ ՈՐՈՇՈՒՄԸ ԽԱՆՆՈՒՐԴՈՒՄ

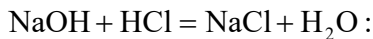
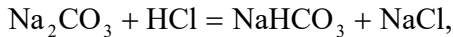
Ալկալիները պինդ և լուծված վիճակում օդից կլանում են ածխաթթու գազ (CO_2) և մասամբ փոխարկվում կարբոնատի՝



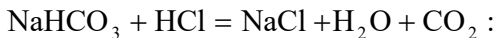
Հաճախ անհրաժեշտ է լինում որոշել ալկալու և կարբոնատի պարունակությունն այդ խառնուրդում: Նատրիումի հիդրօքսիդ և նատրիումի կարբոնատ պարունակող լուծույթը տիտրում են քլորաջրածնական թթվի տիտրած աշխատանքային լուծույթով: Լուծույթը տիտրելիս հաջորդաբար ֆիքսում են երկու համարժեք կետեր: Որպես ինդիկատոր կիրառում են ֆենոլֆտալեին և մեթիլօրանժ:



Նատրիումի հիդրօքսիդի և նատրիումի կարբոնատի խառնուրդը ֆենոլֆտալեին ինդիկատորի առկայությամբ քլորաջրածնական թթվի լուծույթով տիտրելիս տիտրվում է նատրիումի հիդրօքսիդը լրիվ, նատրիումի կարբոնատը՝ մինչև նատրիումի հիդրոկարբոնատ (NaHCO_3):



Մեթիլօրանժ ինդիկատորի առկայությամբ աղաթթվով տիտրելիս տիտրվում է նատրիումի հիդրոկարբոնատը մինչև ածխաթթու՝



Ծախսված քլորաջրածնական թթվի ծավալով հաշվում են NaOH -ի և Na_2CO_3 -ի քանակությունը լուծույթում:

Փորձի ընթացքը

1. Կշռել դատարկ բյուքսը (m_1):

2. Բյուքսի մեջ տեղավորել $\approx 1,5-2,0$ գ նատրիումի հիդրօքսիդի և նատրիումի կարբոնատի խառնուրդ, կշռել տեխնոքիմիական կշեռքով (m_2):

Երկու կշռումների տարբերությունը կլինի խառնուրդի զանգվածը (m).

$$m = m_2 - m_1 :$$

3. Կշռանքը լուծել 30-50 մլ եռացրած-սառեցրած թորած ջրում, տեղափոխել 250 մլ տարողությամբ չափիչ կոլբայի մեջ և ջրով ծավալը հասցնել մինչև նիշը:

4. Ստացված լուծույթից կաթոցիկով վերցնել 10 մլ, տեղափոխել 50-100 մլ տարողությամբ կոնաձև կոլբայի մեջ, ավելացնել 2-3 կաթիլ ինդիկատոր՝ ֆենոլֆտալեին: Լուծույթը ստանում է մորու գույն:

5. Լուծույթը տիտրել տիտրած քլորաջրածնական թթվի լուծույթով, մինչև մորու գույնն անհետանա: Նշել ծախսված թթվի ծավալը (V_1 , մլ):

6. Գունազրկված լուծույթին ավելացնել 2-3 կաթիլ ինդիկատոր՝ մեթիլօրանմ: Լուծույթը ստանում է դեղին գույն: Առանց փոխելու բյուրետում եղած լուծույթի ծավալը՝ շարունակել տիտրումը աղաթթվով, մինչև դեղին գույնը փոխվի վարդագույնի: Նշել քլորաջրածնական թթվի ծավալը, որը ծախսվել է նատրիումի կարբոնատի երկրորդ կեսի՝ NaHCO_3 -ի տիտրման վրա (V_2):

Յաշվարկը

Անալիզի տվյալների հիման վրա հաշվել NaOH -ի և Na_2CO_3 -ի զանգվածային բաժինը վերցրած մուշուում:

1. Ֆենոլֆտալեին ինդիկատորի առկայությամբ լուծույթի տիտրման վրա ծախսված HCl -ի ծավալը նշանակենք V_1 (տիտրվում է $\text{NaOH} + 1/2 \text{Na}_2\text{CO}_3$):

2. $1/2 \text{ Na}_2\text{CO}_3$ (NaHCO_3) պարունակող լուծույթի տիտրման վրա ծախսված թթվի ծավալը նշանակենք V_2 (մեթիլօրանժ):

3. Միայն Na_2CO_3 -ի տիտրման վրա ծախսված թթվի ծավալը՝ V_3 .

$$V_3 = 2V_2 :$$

4. Միայն NaOH -ի տիտրման վրա ծախսված թթվի ծավալը՝ V_4 .

$$V_4 = V_1 - V_2 :$$

Չափարկը կարելի է կատարել երկու եղանակով:

1 եղանակ

1. Չափել NaOH -ի և Na_2CO_3 -ի նորմալ կոնցենտրացիան (N) և տիտրը (T).

$$N(\text{NaOH}) \cdot V(\text{NaOH}) = N(\text{HCl}) \cdot V_4(\text{HCl}),$$

$$N(\text{NaOH}) = \frac{N(\text{HCl}) \cdot V_4(\text{HCl})}{V(\text{NaOH})},$$

$$T(\text{NaOH}) = \frac{N(\text{NaOH}) \cdot \Xi(\text{NaOH})}{1000}, \text{ գ/մլ},$$

$$\Xi_{\text{NaOH}} = \frac{M}{1} = 40 \text{ գ/մոլ}, \quad V_{\text{NaOH}} = V_{\text{Na}_2\text{CO}_3} = 10 \text{ մլ},$$

$$N(\text{Na}_2\text{CO}_3) = \frac{N(\text{HCl}) \cdot V_3(\text{HCl})}{V(\text{Na}_2\text{CO}_3)},$$

$$T(\text{Na}_2\text{CO}_3) = \frac{N(\text{Na}_2\text{CO}_3) \cdot \Xi(\text{Na}_2\text{CO}_3)}{1000}, \text{ գ/մլ},$$

$$\Xi_{\text{NaOH}} = \frac{M}{2} = \frac{106}{2} = 53 \text{ գ/մոլ}:$$

2. Չափել NaOH -ի և Na_2CO_3 -ի զանգվածը ելային լուծույթում (250 մլ) և զանգվածային բաժինը վերցրած խառնուրդում՝

$$m(\text{NaOH}) = T(\text{NaOH}) \cdot 250,$$

$$\omega(\text{NaOH}) = \frac{m_{\text{NaOH}}}{m_{\text{խառնուրդ}}} \cdot 100\%,$$

$$m(\text{Na}_2\text{CO}_3) = T(\text{Na}_2\text{CO}_3) \cdot 250,$$

$$\omega(\text{Na}_2\text{CO}_3) = \frac{m_{\text{Na}_2\text{CO}_3}}{m_{\text{խառնուրդ}}} \cdot 100\% :$$

II եղանակ

Չաշվել HCl-ի տիտրն ըստ NaOH -ի և Na₂CO₃ -ի՝

$$T_{\text{HCl}/\text{Na}_2\text{CO}_3} = \frac{N(\text{HCl}) \cdot \Xi(\text{Na}_2\text{CO}_3)}{1000}, \text{ գ/մլ},$$

$$T_{\text{HCl}/\text{NaOH}} = \frac{N(\text{HCl}) \cdot \Xi(\text{NaOH})}{1000}, \text{ գ/մլ},$$

$$m(\text{Na}_2\text{CO}_3) = \frac{T_{\text{HCl}/\text{Na}_2\text{CO}_3} \cdot V_3(\text{HCl}) \cdot 250}{10}, \text{ գ},$$

$$m(\text{NaOH}) = \frac{T_{\text{HCl}/\text{NaOH}} \cdot V_4(\text{HCl}) \cdot 250}{10}, \text{ գ},$$

$$\omega(\text{Na}_2\text{CO}_3) = \frac{m_{\text{Na}_2\text{CO}_3}}{m_{\text{խառնուրդ}}} \cdot 100\%, \quad \omega(\text{NaOH}) = \frac{m_{\text{NaOH}}}{m_{\text{խառնուրդ}}} \cdot 100\% :$$

ԼԱԲՈՐԱՏՈՐ ԱՇԽԱՏԱՆՔ 9

ՋՐԻ ԿՈՇՏՈՒԹՅԱՆ ՈՐՈՇՈՒՄԸ

Ջրի կոշտությունը պայմանավորված է ջրում լուծված կալցիումի և մագնեզիումի լուծելի աղերի առկայությամբ:

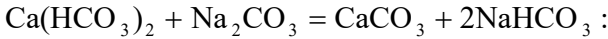
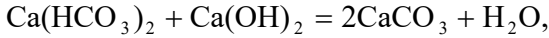
Կոշտությունը լինում է ժամանակավոր (կարբոնատային) և մնայուն (ոչ կարբոնատային):

Կարբոնատային կոշտությունը պայմանավորված է ջրում լուծված կալցիումի և մագնեզիումի հիդրոկարբոնատների առկայությամբ:

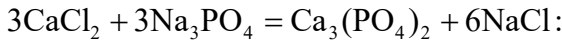
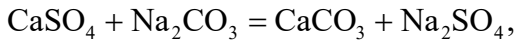
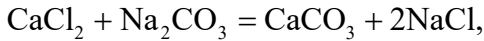
Կարբոնատային կոշտությունը կարելի է վերացնել ջուրը եռացնելով:



Կարբոնատային կոշտությունը կարելի է նաև վերացնել՝ ջրին ավելացնելով ալկալիներ, մասնավորապես՝ $\text{Ca}(\text{OH})_2$ կամ սոդա՝ Na_2CO_3 :



Ջրի մնայուն կոշտությունը (ոչ կարբոնատային) պայմանավորված է կալցիումի և մագնեզիումի լուծելի քլորիդների, սուլֆատների, սիլիկատների, նիտրատների առկայությամբ: Մնայուն կոշտությունը կարելի է վերացնել՝ ջրին ավելացնելով նատրիումի կարբոնատ կամ նատրիումի ֆոսֆատ:



Առաջացած կալցիումի, մագնեզիումի ֆոսֆատների և կարբոնատների նստվածքը կարելի է անջատել ֆիլտրման միջոցով:

Ջրի կոշտության վերացման համար հայտնի է իոնափոխանակման մեթոդը, որի դեպքում կիրառվում են իոնիտներ՝ կատիոնիտներ և անիոնիտներ, որոնք բարձրամոլեկուլային օրգանական և անօրգանական միացություններ են: Կատիոնիտների բաղադրության մեջ մտնող H^+ և Na^+ կատիոնները փոխանակվում են Ca^{2+} և Mg^{2+} իոններով,

իսկ անիոնիտների բաղադրության մեջ մտնող $(\text{OH})^-$ իոնները փոխանակվում են անիոններով: Փոխանակումն ընթանում է մինչև իոնափոխանակային հավասարակշռության ստեղծումը, ինչի արդյունքում իոնիտը դադարում է աշխատել և կորցնում է ջուրը փափկացնելու հատկությունը:

Կատիոնիտը վերականգնելու նպատակով այն մշակում են NaCl -ի հազեցած լուծույթով կամ քլորաջրածնական թթվի լուծույթով, իսկ անիոնիտը լվանում են ալկալիների կամ սոդայի լուծույթով: Այս

գործողությունների հետևանքով կատիոնիտը հագեցնում է H^+ կամ Na^+ իոններով, անիոնիտը՝ OH^- իոններով, և հնարավորություն է ստեղծվում իոնիտների բազմակի օգտագործման համար:

Ջրի ընդհանուր կոշտությունն արտահայտվում է ժամանակավոր և մնայուն կոշտությունների գումարով: Ընդհանուր կոշտության չափման միավորն է մմոլ/լ կամ մգէկվ/լ, որը ցույց է տալիս 1 լ ջրում Ca^{2+} և Mg^{2+} իոնների մմոլերի կամ միլիէկվիվալենտների գումարը:

Առանձնացնում են ջրի ընդհանուր կոշտության հետևյալ տեսակները.

փափուկ	1-4 մմոլ/լ,
միջին կոշտության	4-8 մմոլ/լ,
կոշտ	8-12 մմոլ/լ,
շատ կոշտ	> 12 մմոլ/լ:

Ջրամատակարարման համակարգում թույլատրելի է ջրի կոշտության վերին սահմանը՝ 7 մմոլ/լ:

Բնական ջրերից փափուկ է մթնոլորտային ջուրը (անձրև, սառույց), որը աղեր համարյա չի պարունակում:

Շատ բնագավառներում (հատկապես որոշ արտադրություններում) կոշտ ջուր օգտագործելն արգելվում է, ուստի անհրաժեշտ է կոշտությունը վերացնել:

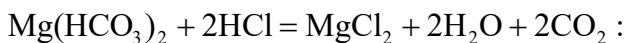
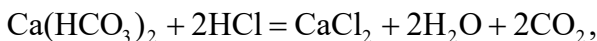
Փորձի ընթացքը

1. Չափազվանով վերցնել 100 մլ հետազոտելի ջուր, տեղափոխել 200 մլ տարողությամբ կոլբայի մեջ, ավելացնել 2-3 կաթիլ ինդիկատոր՝ մեթիլօրանօ:

2. Ստացված լուծույթը տիտրել քլորաջրածնական թթվի աշխատանքային տիտրած լուծույթով, մինչև լուծույթի դեղին գույնը դառնա վարդագույն:

3. Նշել ծախսված քլորաջրածնական թթվի ծավալը և նորմալ կոնցենտրացիան (V_{HCl} և N_{HCl}):

Ընթանում են հետևյալ ռեակցիաները.



Տիտրման ընթացքում ծախսված թթվի քանակությունը համարժեք է ջրում եղած այն աղերի քանակությանը, որոնցով պայմանավորված է կարբոնատային (ժամանակավոր) կոշտությունը:

Կարբոնատային կոշտությունը հաշվել հետևյալ բանաձևով.

$$\text{Կոշտ.} = \frac{V(\text{HCl}) \cdot N(\text{HCl}) \cdot 1000}{V(\text{H}_2\text{O})} :$$

ՕՔՍԻԴԱՎԵՐԱԿԱՆԳՆԱՆ ՄԵԹՈԴ

Մեթոդի հիմքում օքսիդավերականգնման ռեակցիաներն են:

Դրանք անալիտիկ քիմիայում կիրառվում են իոնների հայտնաբերման, բաժանման, ինչպես նաև քանակական որոշումների համար:

Օքսիդավերականգնման ռեակցիաների հիման վրա մշակված են ծավալային վերլուծության մի շարք մեթոդներ՝ պերմանգանատաչափություն, յոդաչափություն, քրոմատաչափություն և այլն:

Որպես ստանդարտ և աշխատանքային լուծույթներ՝ այս մեթոդում կիրառվում են օքսիդիչների և վերականգնիչների լուծույթները:

Օքսիդավերականգնման պոտենցիալը և ռեակցիայի ուղղությունը

Օքսիդիչները և վերականգնիչները միմյանցից տարբերվում են քիմիական ակտիվությամբ, որը քանակապես բնութագրվում է օքսիդավերականգնման պոտենցիալի մեծությամբ:

Օքսիդավերականգնման պոտենցիալների բացարձակ արժեքները հնարավոր չէ չափել, ուստի որոշում են դրանց հարաբերական արժեքներն ըստ որևէ համեմատական էլեկտրոդի: Որպես համեմատական էլեկտրոդ՝ սովորաբար օգտագործում են ստանդարտ ջրածնային էլեկտրոդը, որը ջրածնի օքսիդացած (H^+) և վերականգնված (H) ձևերը պարունակող լուծույթի մեջ իջեցված իներտ պլատինե էլեկտրոդ է: Ջրածնային էլեկտրոդի ստանդարտ էլեկտրոդային պոտենցիալը հավասար է 0 ($E_{2\text{H}^+/\text{H}_2}^0 = 0$):

Համակարգի օքսիդավերականգնման պոտենցիալը՝ չափված ստանդարտ պայմաններում, ըստ ջրածնային էլեկտրոդի, երբ օքսիդացած և վերականգնված ձևերի կոնցենտրացիաները հավասար են 1մոլ/լ, կոչվում է ստանդարտ օքսիդավերականգնման պոտենցիալ և նշանակվում է $E_{\text{օքս.}/\text{վեր.}}^0$: Որևէ համակարգի օքսիդավերականգնման

պոտենցիալը չափելու համար կազմում են գալվանական էլեմենտ, որի էլեկտրոդներից մեկը ջրածնային էլեկտրոդ է, մյուսը՝ որևէ իներտ էլեկտրոդ (C, Pt) իջեցված օքսիդավերականգնման համակարգի լուծույթի մեջ:

Պոտենցիալների այն տարբերությունը, որն առաջանում է այդ երկու էլեկտրոդների միջև, գալվանական էլեմենտի էլեկտրաշարժ ուժն է (էլշու):

$$E_{շու} = E_1^0 - E_2^0 :$$

Էլեկտրաշարժ ուժը տվյալ համակարգի օքսիդավերականգնման պոտենցիալն է:

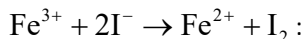
Համարյա բոլոր օքսիդավերականգնման համակարգերի ստանդարտ պոտենցիալներն այս եղանակով չափված են, և թվային արժեքները տրված են տեղեկագրերում:

Տվյալ համակարգի համար որքան մեծ է օքսիդավերականգնման համակարգի ստանդարտ պոտենցիալի թվային արժեքը, այնքան ուժեղ օքսիդիչ է օքսիդացած ձևը, և հակառակը, որքան փոքր է E^0 -ի թվային արժեքը, այնքան ուժեղ վերականգնիչ է վերականգնված ձևը:

Օրինակ՝ համեմատենք երկու համակարգերի ակտիվությունը.



Ստանդարտ պոտենցիալների թվային արժեքներից երևում է, որ Fe^{3+} իոնը ավելի ուժեղ օքսիդիչ է, քան I_2 -ը, և Fe^{3+} իոնը կարող է օքսիդացնել յոդիդ իոնները.



Այսպիսով՝ այն համակարգը, որի ստանդարտ օքսիդավերականգնման պոտենցիալի արժեքը մեծ է, օքսիդիչի դեր կկատարի այն համակարգի նկատմամբ, որի պոտենցիալի արժեքը փոքր է:

Ըստ օքսիդավերականգնման պոտենցիալների թվային արժեքների՝ կարելի է որոշել ինքնաբերաբար ընթացող ռեակցիայի ուղղությունը: Որպեսզի ռեակցիան ընթանա, անհրաժեշտ է փոխազդող համակարգերի պոտենցիալների տարբերություն, որը հավասար է համապատասխան գալվանական էլեմենտի էլեկտրաշարժ ուժին.

$$E = E_{\text{օքս.}}^0 - E_{\text{վեր.}}^0 \quad (\text{այսինքն } E^0):$$

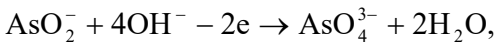
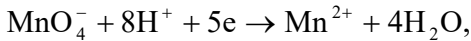
Ոչ ստանդարտ պայմանների համար համակարգի օքսիդավերականգնման պոտենցիալը՝ E-ն, որոշվում է Ներնստի բանաձևով.

$$E = E^0 + \frac{2,3RT}{nF} \lg \frac{C_{\text{օքս.}}}{C_{\text{վեր.}}},$$

$$E = E^0 + \frac{0,059}{n} \lg \frac{C_{\text{օքս.}}}{C_{\text{վեր.}}},$$

որտեղ E^0 -ն ստանդարտ օքսիդավերականգնման պոտենցիալն է, R -ը՝ գազային հաստատունը, F-ը՝ Ֆարադեյի թիվը, T-ն՝ բացարձակ ջերմաստիճանը, n -ը՝ էլեկտրոնների թիվը, $C_{\text{օքս.}}$ -ը և $C_{\text{վեր.}}$ -ը՝ օքսիդացած և վերականգնված ձևերի կոնցենտրացիաները:

Եթե ռեակցիային մասնակցում են ջրածին կամ հիդրօքսիդ իոններ, ապա դրանց կոնցենտրացիաները ևս արտացոլվում են բանաձևի մեջ, օրինակ՝



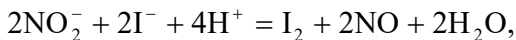
$$E_{\text{MnO}_4^-/\text{Mn}^{2+}} = E^0 + \frac{0,059}{5} \lg \frac{C_{\text{MnO}_4^-} \cdot C_{\text{H}^+}^8}{C_{\text{Mn}^{2+}}},$$

$$E_{\text{AsO}_2^-/\text{AsO}_4^{3-}} = E^0 + \frac{0,059}{2} \lg \frac{C_{\text{AsO}_4^{3-}} \cdot C_{\text{OH}^-}^4}{C_{\text{AsO}_2^-}}:$$

Օքսիդավերականգնման պոտենցիալի մեծության վրա ազդում են հետևյալ գործոնները՝ միջավայրի pH-ը, կոմպլեքսագոյացումը, օքսիդիչի և վերականգնիչի կոնցենտրացիաների փոփոխությունը, նստվածքագոյացումը, օտար իոնների առկայությունը և այլն:

Միջավայրի pH-ի ազդեցությունը ռեակցիայի ընթացքի վրա կարելի է ցույց տալ հետևյալ ակնառու օրինակով. եթե KNO_2 -ի լուծույթին ավելացնենք KI-ի ($E_{\text{I}_2/2\text{I}^-}^0 = 0,54$ Վ) լուծույթ, ռեակցիա չի ընթա-

նա, բայց եթե այդ խառնուրդին ավելացնենք մի քանի կաթիլ HCl-ի կամ H₂SO₄-ի լուծույթ, ապա ռեակցիան կընթանա, կանջատվի I₂ և NO գազ:



$$E_{\text{I}_2/2\text{I}^-}^0 = 0,54 \text{ վ} \quad E_{\text{NO}_2^-/\text{NO}}^0 = 0,99 \text{ վ:}$$

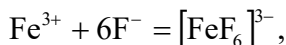
Այս օրինակից երևում է, որ ջրածնի իոնների կոնցենտրացիան մեծացնելիս (այսինքն՝ միջավայրի pH-ը փոխելու դեպքում) փոխվում է NO₂⁻/NO համակարգի պոտենցիալի արժեքը, այն դառնում է ավելի մեծ, քան I₂/2I⁻ համակարգի պոտենցիալն է, և ռեակցիան ընթանում է:

Ռեակցիայի ուղղության փոփոխության առիթ կարող է դառնալ նաև կոմպլեքսագոյացումը: Կոմպլեքսագոյացողները փոխազդում են օքսիդիչ կամ վերականգնիչ իոնների հետ, առաջացնում կայուն կոմպլեքս միացություններ, ինչի հետևանքով փոքրանում է օքսիդիչի կամ վերականգնիչի կոնցենտրացիան, հետևապես նաև համակարգի օքսիդավերականգնման պոտենցիալի մեծությունը: Ենթադրենք՝ անհրաժեշտ է I₂-ի լուծույթով օքսիդացնել Fe²⁺-ի լուծույթը: Կընթանա՞ր այդպիսի ռեակցիան.

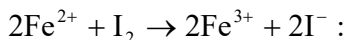
$$E_{\text{Fe}^{3+}/\text{Fe}^{2+}}^0 = 0,77 \text{ վ}, \quad E_{\text{I}_2/2\text{I}^-}^0 = 0,54 \text{ վ:}$$

Քանի որ $E_{\text{I}_2/2\text{I}^-}^0 < E_{\text{Fe}^{3+}/\text{Fe}^{2+}}^0$, I₂-ը չի կարող օքսիդացնել Fe²⁺:

Եթե լուծույթին ավելացնենք կոմպլեքսագոյացողներ (H₄P₂O₇, NaF կամ KF), ապա Fe³⁺ իոնները կառաջացնեն կայուն կոմպլեքս միացություն՝

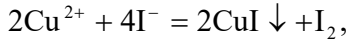


արդյունքում կփոքրանա Fe³⁺ իոնի կոնցենտրացիան, և Fe³⁺/Fe²⁺ համակարգի պոտենցիալը կդառնա 0,416 վ, որը փոքր է I₂/2I⁻ համակարգի պոտենցիալից, և ռեակցիան կընթանա նշված ուղղությամբ.



Նստվածքագոյացման հետևանքով ևս փոխվում է համակարգի օքսիդավերականգնման պոտենցիալի թվային արժեքը, և հնարավոր է լինում ռեակցիան տանել ցանկալի ուղղությամբ:

Օրինակ՝ յոդաջափական մեթոդով Cu^{2+} -ի քանակական որոշման հիմքում ընկած է հետևյալ ռեակցիան.



$$E_{\text{Cu}^{2+}/\text{Cu}^+}^0 = 0,15 \text{ վ},$$

$$E_{\text{I}_2/2\text{I}^-}^0 = 0,54 \text{ վ}:$$

Համակարգերի ստանդարտ պոտենցիալների համադրումից երևում է, որ Cu^{2+} իոնները չեն կարող օքսիդացնել I^- իոնները: Սակայն ռեակցիան ընթանում է: Ինչպե՞ս դա բացատրել: Ռեակցիայի հետևանքով առաջանում է CuI -ի նստվածքը: $\text{LU}(\text{CuI}) = 1 \cdot 10^{-12}$, ինչի հետևանքով Cu^+ իոնների կոնցենտրացիան խիստ նվազում է, $\text{Cu}^{2+}/\text{Cu}^+$ համակարգի օքսիդավերականգնման պոտենցիալը դառնում է 0,86 վ, և վերը նշված ռեակցիան ընթանում է:

Այսպիսով՝ փոխելով համակարգի օքսիդավերականգնման պոտենցիալի մեծության վրա ազդող գործոնները՝ կարելի է փոխել պոտենցիալի թվային արժեքը և ռեակցիան տանել անհրաժեշտ ուղղությամբ:

ՕՔՍԻԴԱՎԵՐԱԿԱՆԳՆՄԱՆ ՄԵԹՈԴԻ ԻՆԴԻԿԱՏՈՐՆԵՐԸ

Տիտրման ընթացքում համարժեք կետը կարելի է որոշել ինդիկատորների օգնությամբ և առանց ինդիկատորի, երբ տիտրվող լուծույթի գույնը նկատելիորեն փոխվում է:

Ինդիկատորների ընտրության համար կառուցում են տիտրման կորագծեր, որոնք գրաֆիկորեն արտահայտում են որոշվող նյութի օքսիդավերականգնման պոտենցիալի կախվածությունը ավելացվող հայտնի կոնցենտրացիայով տիտրանտի ծավալից:

Տիտրման կորագծի վրա համարժեք կետի մոտակայքում դիտվում է պոտենցիալի կտրուկ թռիչք: Որքան մեծ է օքսիդավերականգնման համակարգի պոտենցիալների տարբերությունը՝ ΔE -ն, այնքան ավելի մեծ է թռիչքը տիտրման կորագծի վրա:

Օգտվելով տիտրման կորագծերից՝ ընտրում են համապատասխան ինդիկատոր: Ինդիկատորի գույնի անցման միջակայքը պետք է գտնվի տիտրման կորագծի թռիչքի սահմաններում:

Օքսիդավերականգնման մեթոդում կիրառվող ինդիկատորները այնպիսի նյութեր են, որոնք կարող են դարձելիորեն օքսիդանալ կամ վերականգնվել, ընդ որում՝ օքսիդացած և վերականգնված ձևերն ունեն տարբեր գունավորում: Եթե օքսիդացած և վերականգնված ձևերը նշանակենք $Ind_{օքս.}$ և $Ind_{վեր.}$, ապա դրանց փոխարկումը կարտահայտվի հետևյալ հավասարումով.

$$Ind_{օքս.} + n e \rightleftharpoons Ind_{վեր.}:$$

Տվյալ օքսիդավերականգնման համակարգի նկատմամբ ևս կարելի է կիրառել Ներնստի բանաձևը՝

$$E = E^0 + \frac{0,059}{n} \lg \frac{C(Ind_{օքս.})}{C(Ind_{վեր.})}:$$

Ինդիկատորի գույնի փոփոխությունը աչքի համար տեսանելի է, եթե գունավորված ձևերից մեկի կոնցենտրացիան մյուսից մեծ կամ փոքր է 10 անգամ: Ինդիկատորների գույնի անցման միջակայքը՝ pT -ն, որոշվում է հետևյալ հավասարումով.

$$pT = E^0 + \frac{0,059}{n}:$$

Օքսիդավերականգնման ինդիկատորների թվին են պատկանում դիֆենիլամինը, N-ֆենիլանտրանիլաթթուն, ֆեռոինը և այլն:

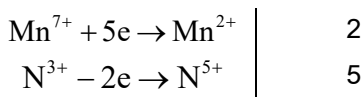
Պերմանգանատաչափական մեթոդում համարժեք կետը որոշելու համար ինդիկատոր չի կիրառվում, քանի որ տիտրման ընթացքում $KMnO_4$ -ի ավելցուկային կաթիլից լուծույթի գույնը դառնում է վարդագույն:

Յոդաչափական մեթոդում որպես ինդիկատոր կիրառվում է օսլայի լուծույթը: Օսլան յոդի հետ առաջացնում է կապույտ գույնի միացություն:

ՊԵՐՄԱՆԳԱՆՏԱԶԱՓՈՒԹՅՈՒՆ

Որպես աշխատանքային լուծույթ՝ կիրառվում է KMnO_4 -ի լուծույթը: KMnO_4 -ի լուծույթով օքսիդացումը կարելի է կատարել թթվային, հիմնային և չեզոք միջավայրում:

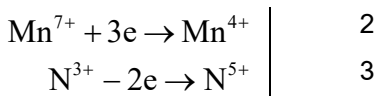
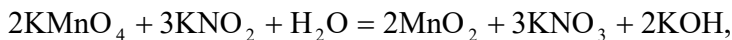
ա) Թթվային միջավայրում MnO_4^- իոնը վերականգնվում է մինչև Mn^{2+} իոն, և լուծույթի մանուշակագույն երանգն անհետանում է:
 $2\text{KMnO}_4 + 5\text{KNO}_2 + 3\text{H}_2\text{SO}_4 = 2\text{MnSO}_4 + 5\text{KNO}_3 + \text{K}_2\text{SO}_4 + 3\text{H}_2\text{O}$,



$$\Theta(\text{KMnO}_4) = \frac{M}{5} = \frac{158}{5} = 31,6 \text{ գ/մոլ},$$

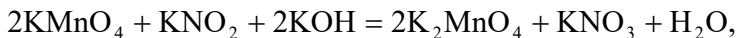
$$\Theta(\text{KNO}_2) = \frac{M}{2} = 42,5 \text{ գ/մոլ}:$$

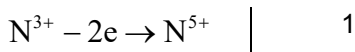
բ) Չեզոք կամ թույլ հիմնային միջավայրում MnO_4^- իոնը վերականգնվում է մինչև Mn^{4+} : Առաջանում է գորշ գույնի նստվածք՝ $\text{MnO}(\text{OH})_2$ կամ MnO_2 , որը դժվարացնում է համարժեք կետի որոշումը.



$$\Theta(\text{KMnO}_4) = \frac{M}{3} = \frac{158}{3} = 52,6 \text{ գ/մոլ}:$$

գ) Հիմնային միջավայրում MnO_4^- -ը վերականգնվում է մինչև MnO_4^{2-} :



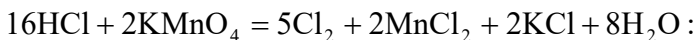


$$\Theta(\text{KMnO}_4) = \frac{M}{1} = 158 \text{ գ/մոլ:}$$

Օքսիդացումը նպատակահարմար է կատարել թթվային միջավայրում, քանի որ թթվային միջավայրում առաջանում են անգույն Mn^{2+} իոններ, և KMnO_4 -ի ավելցուկային կաթիլից լուծույթը դառնում է բաց վարդագույն, ինչը հնարավորություն է տալիս որոշել համարժեք կետը:

Միջավայրը թթվեցնում են նոսր ծծմբական թթվով: Աղաթթուն և ազոտական թթուն չեն կիրառվում ստորև բերված պատճառներով:

Աղաթթուն ուժեղ վերականգնիչ է, և տիտրման ընթացքում KMnO_4 -ի լուծույթը կծախսվի նաև HCl -ի օքսիդացման վրա, ու սխալ արդյունքներ կստացվեն: Կընթանա հետևյալ ռեակցիան.



Ազոտական թթուն՝ HNO_3 -ը, ուժեղ օքսիդիչ է, ուստի վերականգնիչի լուծույթը HNO_3 -ով թթվեցնելիս HNO_3 -ը կծախսվի վերականգնիչի մի մասի օքսիդացման վրա, և կստացվեն սխալ արդյունքներ:

Պերմանգանատաչափական մեթոդը կիրառվում է՝

- ա) կլինիկական վերլուծությունում,
- բ) սանիտարահիգիենիկ վերլուծության մեջ՝ խմելու և ոռոգման ջրերն ուսումնասիրելիս,
- գ) հողում և կենսաբանական քանվածքներում՝ լուծելի կալցիումի քանակությունը որոշելիս:

ԼԱԲՈՐԱՏՈՐ ԱՇԽԱՏԱՆՔ 1

ԿԱԼԻՈՒՄԻ ՊԵՐՄԱՆԳԱՆԱՏԻ ԱՇԽԱՏԱՆՔԱՅԻՆ ԼՈՒԾՈՒՅԹԻ ՊԱՏՐԱՍՏՈՒՄԸ

Կալիումի պերմանգանատը միշտ պարունակում է վերականգնման հետևանքով առաջացած MnO_2 և տարբեր խառնուրդներ: Բացի այդ՝ $KMnO_4$ -ը հեշտությամբ քայքայվում է ջրում եղած տարբեր վերականգնիչների (ամոնիակի, օրգանական նյութերի և այլն) և լույսի ազդեցությամբ:



Չեղանկատ կալիումի պերմանգանատից ըստ ճշգրիտ կշռանքի տիտրած լուծույթ պատրաստել հնարավոր չէ: Պատրաստում են մոտավոր կոնցենտրացիայի լուծույթ, և լուծույթի տիտրը կարգավորում 7-10 օր հետո:

Լուծույթի պատրաստումից հետո անհրաժեշտ է այն ֆիլտրել՝ MnO_2 -ի նստվածքից ազատվելու համար (MnO_2 -ը արագացնում է $KMnO_4$ -ի քայքայումը):

Սովորաբար կիրառում են 0,02 ն կալիումի պերմանգանատի լուծույթ:

Պատրաստել 500 մլ 0,02 ն $KMnO_4$ -ի լուծույթ:

Չաշվարկը կատարել հետևյալ բանաձևով.

$$m(KMnO_4) = N(KMnO_4) \cdot \Xi(KMnO_4) \cdot V,$$

$$\Xi(KMnO_4) = 31,6 \text{ գ},$$

$$m(KMnO_4) = 0,02 \cdot 31,6 \cdot 0,5 = 3,16 \text{ գ}:$$

Փորձի ընթացքը

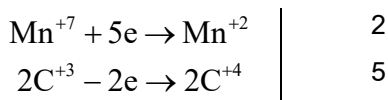
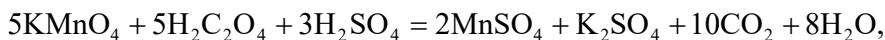
Տեխնոքիմիական կշեռքով կշռել մոտ 0,35 գ $KMnO_4$ -ի բյուրեղներ, տեղափոխել քիմիական բաժակի մեջ, ավելացնել 50-60 մլ թորած տաք ջուր և խառնել: Ջրում լուծված մասը ձագարի օգնությամբ տեղափոխել 500 մլ-անոց չափիչ կոլբայի մեջ, մնացորդի վրա ավելացնել տաք ջուր և այսպես կրկնել 2-3 անգամ, մինչև $KMnO_4$ -ի բյուրեղները լրիվ լուծվեն: Լուծույթի ծավալը կոլբայում ջրով հասցնել մինչև միշը, թափահարել և թողնել 5-7 օր, այնուհետև կարգավորել լուծույթի կոնցենտրացիան:

ԼԱԲՈՐԱՏՈՐ ԱՇԽԱՏԱՆՔ 2

ՕՔՍԱԼԱԹԹՎԻ ՍՏԱՆԴԱՐՏ ԼՈՒԾՈՒՅԹԻ ՊԱՏՐԱՍՏՈՒՄԸ

Կալիումի պերմանգանատի լուծույթի կոնցենտրացիան կարգավորում են օքսալաթթվի ($\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) կամ նատրիումի օքսալատի՝ ($\text{Na}_2\text{C}_2\text{O}_4$) ստանդարտ լուծույթի միջոցով:

Կալիումի պերմանգանատն օքսալաթթվի հետ ծծմբաթթվային միջավայրում փոխազդում է համաձայն հետևյալ հավասարման.



$$\Theta(\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}) = \frac{M}{2} = \frac{126}{2} = 63 \text{ գ/մոլ:}$$

Պատրաստել 250 մլ 0,02 ն օքսալաթթվի լուծույթ:

$$m(\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}) = N \cdot \Theta \cdot V,$$

$$m(\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}) = 0,02 \cdot 63 \cdot 0,25 = 0,315 \text{ գ:}$$

Անալիտիկ կշեռքով կշռել 0,315 գ օքսալաթթու, տեղափոխել 250 մլ չափիչ կոլբայի մեջ և ծավալը ջրով հասցնել մինչև նիշը:

ԼԱԲՈՐԱՏՈՐ ԱՇԽԱՏԱՆՔ 3

ԿԱԼԻՈՒՄԻ ՊԵՐՄԱՆԳԱՆԱՏԻ ԼՈՒԾՈՒՅԹԻ ԿՈՆՑԵՆՏՐԱՑԻԱՅԻ ԿԱՐԳԱՎՈՐՈՒՄԸ ՕՔՍԱԼԱԹԹՎԻ ՍՏԱՆԴԱՐՏ ԼՈՒԾՈՒՅԹԻ ՄԻՋՈՑՈՎ

Փորձի ընթացքը

1. Բյուրետը ողողել KMnO_4 -ի լուծույթով: Բյուրետի մեջ լցնել նույն լուծույթից և հասցնել մինչև զրոյական մակարդակը:

2. Չափագլանով վերցնել 10-15 մլ 2 ն ծծմբական թթվի լուծույթ, տեղափոխել 50 մլ տարողությամբ կոլբայի մեջ և տաքացնել մինչև եռալը:

3. Տաք լուծույթին կաթոցիկով ավելացնել 10 մլ 0,02 ն օքսալաթթվի լուծույթ:

4. Ստացված լուծույթը տաք վիճակում տիտրել KMnO_4 -ի լուծույթով: Կալիումի պերմանգանատի լուծույթի յուրաքանչյուր կաթիլն ավելացնել տիտրվող լուծույթին գունազրկումից հետո: Սկզբում ռեակցիան ընթանում է դանդաղ, բայց հենց որ լուծույթում առաջանում են որոշակի քանակությամբ Mn^{2+} (MnSO_4) իոններ, ռեակցիան կատալիտիկորեն արագանում է:

Տիտրումը դադարեցնել, երբ տիտրվող լուծույթը KMnO_4 -ի ավելցուկային կաթիլից դառնա բաց վարդագույն: Տիտրումը կրկնել երեք անգամ, վերցնել միջին արդյունքը: Նշել ծախսված KMnO_4 -ի ծավալը ($V_{\text{միջ.}}$):

KMnO_4 -ի կոնցենտրացիան և տիտրը հաշվել հետևյալ բանաձևով.

$$N(\text{KMnO}_4) \cdot V(\text{KMnO}_4) = N(\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4) \cdot V(\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4),$$

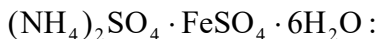
$$N(\text{KMnO}_4) = \frac{N(\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4) \cdot V(\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4)}{V(\text{KMnO}_4)},$$

$$T(\text{KMnO}_4) = \frac{N(\text{KMnO}_4) \cdot \Xi(\text{KMnO}_4)}{1000}, \text{ գ/մլ:}$$

ԼԱԲՈՐԱՏՈՐ ԱՇԽԱՏԱՆՔ 4

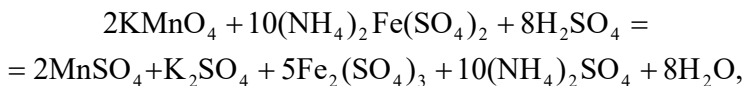
ԵՐԿԱԹԻ (II) ԶԱՆԳՎԱԾԱՅԻՆ ԲԱԺՆԻ ՈՐՈՇՈՒՄԸ ՄՈՐԻ ԱՂՈՒՄ

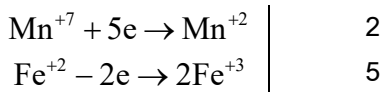
Սորի աղի բանաձևն է



Պերմանգանատաչափական մեթոդի կարևոր որոշումներից մեկը երկարժեք երկաթի քանակական որոշումն է:

Fe^{+2} իոնները թթվային միջավայրում հեշտությամբ օքսիդանում են KMnO_4 -ի լուծույթով:





$$2\mathfrak{E}_{\text{Մորի աղ}} = \frac{M}{1} = 392 \text{ գ/մոլ},$$

$$\mathfrak{E}(\text{Fe}) = \frac{M}{1} = 56 \text{ գ/մոլ}:$$

Փորձի ընթացքը

Պատրաստել 250 մլ 0,02 ն Մորի աղի լուծույթ, որի պատրաստման համար անհրաժեշտ աղի քանակությունը հաշվել հետևյալ բանաձևով.

$$\begin{aligned} m(\text{FeSO}_4 \cdot (\text{NH}_4)_2\text{SO}_4 \cdot 6\text{H}_2\text{O}) &= N \cdot \mathfrak{E} \cdot V, \\ m &= 0,02 \cdot 0,25 \cdot 392 = 1,96 \approx 2 \text{ գ:} \end{aligned}$$

1. Տեխնոքիմիական կշեռքով կշռել մոտ 2 գ Մորի աղ, լուծել քիչ քանակությամբ թորած ջրում, տեղափոխել 250 մլ տարողությամբ կոլբայի մեջ, ավելացնել 20-30 մլ 2 ն H_2SO_4 -ի լուծույթ և թորած ջրով ծավալը հասցնել մինչև նիշը:

2. Կաթոցիկով վերցնել որոշակի ծավալով (10 մլ) Մորի աղի լուծույթ, տեղափոխել 50-100 մլ տարողությամբ հարթահատակ կոլբայի մեջ:

3. Կոլբայի պարունակությանն ավելացնել 10-15 մլ 2 ն ծծմբական թթվի լուծույթ:

4. Ստացված լուծույթը տիտրել կալիումի պերմանգանատի աշխատանքային տիտրած լուծույթով, մինչև տիտրվող լուծույթը դառնա բաց վարդագույն: Նշել ծախսված KMnO_4 -ի ծավալը ($V_{\text{միջ.}}$):

Հաշվարկը

$$m(\text{Մորի աղ}) \approx 2 \text{ գ,}$$

$$V_{\text{լուծ.}} = 250 \text{ մլ:}$$

$$\text{Տիտրվող լուծույթի ծավալը} \cdot V_{\text{Մորի աղ}} = 10 \text{ մլ:}$$

$$N(\text{KMnO}_4) =$$

$$V_{\text{մոլ.}}(\text{KMnO}_4) =$$

$m(\text{Fe})$ 250 մլ լուծույթում = ?

1. Հաշվել KMnO_4 -ի լուծույթի տիտրն ըստ երկաթի՝

$$T_{\text{KMnO}_4/\text{Fe}} = \frac{N(\text{KMnO}_4) \cdot \mathfrak{E}(\text{Fe})}{1000}, \quad \text{գ/մլ},$$

$$\mathfrak{E}(\text{Fe}) = 56 \text{ գ/մոլ}:$$

Աշխատանքային լուծույթի (KMnO_4) տիտրն ըստ որոշվող միացության ցույց է տալիս, թե 1 մլ աշխատանքային լուծույթը քանի գրամ որոշվող նյութի (Fe) հետ է փոխազդում:

2. Հաշվել երկաթի m_1 զանգվածը տիտրվող 10 մլ Սորի աղի լուծույթում՝

$$m_1(\text{Fe}) = T_{\text{KMnO}_4/\text{Fe}} \cdot V(\text{KMnO}_4):$$

3. Հաշվել երկաթի m զանգվածը 250 մլ Սորի աղի լուծույթում՝

$$m(\text{Fe}) (250 \text{ մլ}) = T_{\text{KMnO}_4/\text{Fe}} \cdot V(\text{KMnO}_4) \cdot 25:$$

4. Որոշել երկաթի տոկոսային պարունակությունը Սորի աղում՝

$$\omega(\text{Fe}) = \frac{m(\text{Fe})}{m(\text{Սորի աղ})} \cdot 100(\%):$$

Տեսականորեն հաշվել երկաթի զանգվածային բաժինը (%) Սորի աղում և փորձի սխալի տոկոսը:

Տեսականորեն երկաթի պարունակությունը կլինի՝

$$392 \text{ գ Սորի աղ} \quad \underline{\hspace{2cm}} \quad 56 \text{ գ Fe},$$

$$100 \text{ գ Սորի աղ} \quad \underline{\hspace{2cm}} \quad x \text{ գ Fe},$$

$$x = \frac{5600}{392} = 14,2, \quad \omega(\text{Fe}) = 14,2\%,$$

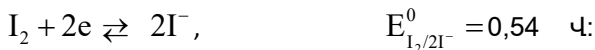
$$U_{\text{բաց.}} = \omega(\text{Fe})_{\text{փորձ.}} - \omega(\text{Fe})_{\text{տես.}},$$

$$U_{\text{հար.}} = \frac{U_{\text{բաց.}}}{\omega(\text{Fe})_{\text{տես.}}}:$$

Այս որոշումն ունի գործնական կիրառություն, քանի որ երկաթի (II) աղերը լայնորեն կիրառվում են գյուղատնտեսության մեջ:

ՅՈՂԱԶԱՓՈՒԹՅՈՒՆ

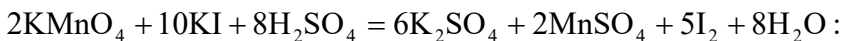
Յողաչափական մեթոդի հիմքում ընկած է հետևյալ օքսիդավերականգնման ռեակցիան.



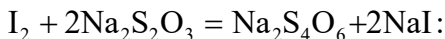
Յողը թույլ օքսիդիչ է, իսկ յոդի իոններն ուժեղ վերականգնիչներ են: Այս մեթոդով կարելի է որոշել և՛ օքսիդիչների, և՛ վերականգնիչների քանակությունը:

Վերականգնիչների քանակը որոշելիս վերականգնիչի լուծույթը տիտրում են յոդի աշխատանքային լուծույթով: Որպես ինդիկատոր կիրառվում է օսլայի լուծույթը:

Օքսիդիչների քանակությունը որոշելիս թվում է, թե որպես վերականգնիչ պետք է կիրառել յոդիդ իոններ պարունակող միացությունների լուծույթներ (NaI , KI): Կալիումի յոդիդի լուծույթով որևէ օքսիդիչ ($KMnO_4$, $K_2Cr_2O_7$) տիտրելիս ընթանում է հետևյալ ռեակցիան.



Ռեակցիան ավարտվում է այն ժամանակ, երբ դադարում է յոդի անջատումը: Սակայն համարժեք կետը ուղղակի տիտրման մեթոդով որևէ ինդիկատորով որոշել հնարավոր չէ: Ռեստի օգտվում են տեղակալման մեթոդից: Որոշակի ծավալով օքսիդիչի ծծմբաթթվային լուծույթին ավելացնում են կալիումի յոդիդի լուծույթ՝ ավելցուկով: Ռեակցիայի հետևանքով անջատվում է օքսիդիչին համարժեք քանակությամբ յոդ, որն էլ տիտրում են նատրիումի թիոսուլֆատի տիտրած լուծույթով՝



Չնայած օքսիդիչը ($KMnO_4$) և նատրիումի թիոսուլֆատը անմիջականորեն չեն փոխազդում, բայց նշված ռեակցիաների ընթացքում ծախսվում են համարժեք քանակներով: Հետևաբար՝ ծախսված նատրիումի թիոսուլֆատի ծավալի և կոնցենտրացիայի հիման վրա կարելի է որոշել օքսիդիչի քանակությունը հետազոտվող նմուշում:

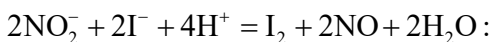
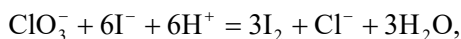
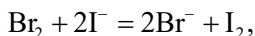
Յողաչափական մեթոդով օքսիդիչների քանակությունը որոշելիս օգտվում են հետևյալ սխեմայից.

1. $\text{I}_2 + 2\text{KI} \rightarrow 2\text{KI} + \text{I}_2$ (ավելցուկով) + որոշակի ծավալով օքսիդիչի լուծույթ $\rightarrow \text{I}_2 + \dots$,

2. անջատված I_2 -ը տիտրել տիտրած $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ -ի լուծույթով:

Եթե օքսիդիչի և կալիումի յոդիդի միջև ընթացող ռեակցիային ջրածնի իոններ չեն մասնակցում, ապա լուծույթը թթվեցնել պետք չէ:

Այս մեթոդով կարելի է որոշել այն օքսիդիչների քանակությունը (Cl_2 , Br_2 , H_2O_2 , KClO_3 և այլն), որոնք օքսիդացնում են յոդիդ իոնները մինչև I_2 .



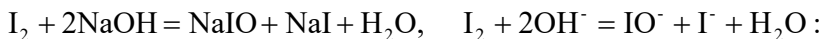
Այսպիսով՝ յոդաչափական մեթոդում որպես աշխատանքային լուծույթներ կիրառվում են I_2 -ի լուծույթը՝ վերականգնիչների որոշման համար, նատրիումի թիոսուլֆատի լուծույթը՝ օքսիդիչների որոշման համար:

ՅՈՂԱԶԱՓԱԿԱՆ ՄԵԹՈՂԻ ՈՐՈՇՄԱՆ ՊԱՅՄԱՆՆԵՐԸ

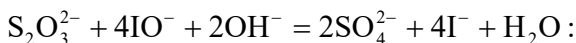
Յոդաչափական մեթոդով վերլուծություն իրականացնելիս անհրաժեշտ է պահպանել հետևյալ կանոնները.

ա) տիտրումը կատարել սառը պայմաններում, քանի որ յոդը ցնդող նյութ է:

բ) Տիտրումը կատարել չեզոք կամ թույլ հիմնային միջավայրում, քանի որ ուժեղ հիմնային միջավայրում յոդը փոխազդում է ալկալիների հետ:

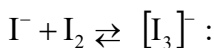


Առաջացած հիպոյոդիտ իոնները (IO^-) ավելի ուժեղ օքսիդիչ են, քան I_2 -ը, մասամբ օքսիդացնում են $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ -ը մինչև Na_2SO_4 :



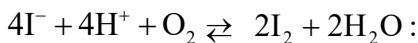
Այս հարակից ռեակցիաների հետևանքով վերլուծության արդյունքները ճիշտ չեն ստացվում:

գ) Քանի որ յողը ջրում չի լուծվում, լուծույթ պատրաստելիս այն լուծում են կալիումի յոդիդի լուծույթում.



Առաջանում է անկայուն կոմպլեքս միացություն, որը չի խանգարում յոդի լուծույթի տիտրմանը: Տիտրման ընթացքում յոդի վերականգնման հետևանքով I_2 -ի և $[I_3]^-$ -ի միջև հավասարակշռությունը խախտվում է, և I_2 -ի նոր քանակությունն անցնում է լուծույթի մեջ: Բացի այդ՝ կալիումի յոդիդի ավելցուկը նպաստում է յոդիդ իոնի և օքսիդիչի միջև ընթացող ռեակցիայի արագ և քանակապես մինչև վերջ ընթանալուն:

4. Ռեակցիոն խառնուրդը պահում են մութ տեղում, քանի որ թթվային միջավայրում լույսի ազդեցությամբ յոդիդ իոններն օքսիդանում են օդի թթվածնով.



Յոդաչափական մեթոդով կարելի է որոշել՝

- կլինիկական վերլուծությունում՝ օքսիդիչ պերօքսիդազ ֆերմենտի և շաքարի պարունակությունը արյան մեջ.

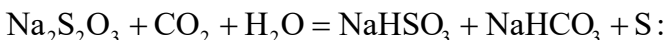
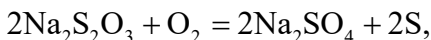
- հիգիենիկ վերլուծությունում՝ մնացորդային քլորի քանակությունը կենցաղային ու խմելու ջրերում և «ակտիվ» քլորի քանակությունը քլորակրում.

- գյուղատնտեսական թունաքիմիկատներում՝ Cu^{2+} -ի և նիտրիտների քանակությունը հողում:

ԼԱԲՈՐԱՏՈՐ ԱՇԽԱՏԱՆՔ 1

ՆԱՏՐԻՈՒՄԻ ԹԻՈՍՈՒԼՖԱՏԻ ԱՇԽԱՏԱՆՔԱՅԻՆ ԼՈՒԾՈՒՅԹԻ ՊԱՏՐԱՍՏՈՒՄԸ

Ըստ ճշգրիտ կշռանքի նատրիումի թիոսուլֆատի ստանդարտ լուծույթ պատրաստել հնարավոր չէ, քանի որ նատրիումի թիոսուլֆատն անկայուն միացություն է, օդում թթվածնի և ածխաթթվի ազդեցությամբ հողմահարվում է.



Այդ պատճառով պատրաստում են մոտավոր կոնցենտրացիայի լուծույթ և որոշ ժամանակ անց լուծույթի կոնցենտրացիան կարգավորում համապատասխան ստանդարտ լուծույթի միջոցով:

Փորձի ընթացքը

Պատրաստել 500 մլ 0,02 ն նատրիումի թիոսուլֆատի լուծույթ:

Լուծույթի պատրաստման համար անհրաժեշտ նատրիումի թիոսուլֆատի զանգվածը հաշվել հետևյալ բանաձևով.

$$m(\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}) = N \cdot \Theta \cdot V,$$

$$\Theta(\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}) = \frac{2M}{2} = 248,2 \text{ գ/մոլ},$$

$$m(\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}) = 0,02 \cdot 248,2 \cdot 0,5 = 2,48 \text{ գ}:$$

Տեխնոքրմիական կշեռքով կշռել մոտ 2,5 գ նատրիումի թիոսուլֆատի բյուրեղներ: Կշռանքը տեղափոխել փոքր քիմիական բաժակի մեջ, լուծել քիչ քանակությամբ թորած ջրում: Ստացված լուծույթը տեղափոխել 500 մլ տարողությամբ չափիչ կոլբայի մեջ և թորած ջրով ծավալը հասցնել մինչև միշը:

ԼԱԲՈՐԱՏՈՐ ԱՇԽԱՏԱՆՔ 2

ԿԱԼԻՈՒՄԻ ԵՐԿՔՐՈՄԱՏԻ ՍՏԱՆԴԱՐՏ ԼՈՒԾՈՒՅԹԻ ՊԱՏՐԱՍՏՈՒՄԸ

Փորձի ընթացքը

Պատրաստել 250 մլ 0,02 ն կալիումի երկքրոմատի լուծույթ:

1. Լուծույթի պատրաստման համար անհրաժեշտ կալիումի երկքրոմատի զանգվածը հաշվել հետևյալ բանաձևով.

$$m(\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7) = N \cdot \Theta \cdot V,$$

$$\Theta(\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7) = \frac{M(\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7)}{6} = \frac{294}{6} = 49 \text{ գ/մոլ},$$

$$m(\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7) = 0,02 \cdot 49 \cdot 0,25 = 0,245 \text{ գ:}$$

2. Անալիտիկ կշեռքով կշռել 0,245 գ $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ -ի բյուրեղներ: Կշռանքը լուծել քիչ քանակությամբ թորած ջրում, տեղափոխել 250 մլ տարողությամբ չափիչ կոլբայի մեջ և թորած ջրով ծավալը հասցնել մինչև նիշը:

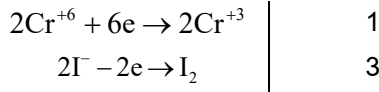
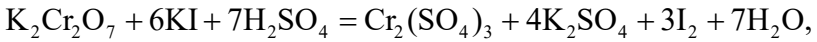
ԼԱԲՈՐԱՏՈՐ ԱՇԽԱՏԱՆՔ 3

ՆԱՏՐԻՈՒՄԻ ԹԻՈՍՈՒԼՖԱՏԻ ԼՈՒԾՈՒՅԹԻ ԿՈՆՑԵՆՏՐԱՑԻԱՅԻ ԿԱՐԳԱՎՈՐՈՒՄԸ ԿԱԼԻՈՒՄԻ ԵՐԿՔՐՈՄԱՏԻ ՍՏԱՆԴԱՐՏ ԼՈՒԾՈՒՅԹԻ ՄԻՋՈՑՈՎ

Նատրիումի թիոսուլֆատի կոնցենտրացիան կարելի է կարգավորել $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ -ի, KIO_3 -ի կամ KBrO_3 -ի ստանդարտ լուծույթների միջոցով: Սակայն գործնականում առավել հաճախ կիրառում են կալիումի երկքրոմատի ստանդարտ լուծույթը:

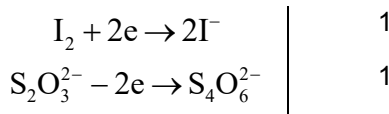
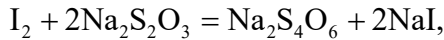
Թեև տեսականորեն կալիումի երկքրոմատը կարող է օքսիդացնել նատրիումի թիոսուլֆատ (համաձայն օքսիդավերականգնման պոտենցիալների թվային արժեքների տարբերության), սակայն ռեակցիան ընթանում է շատ բարդ, ոչ քանակաչափորեն, և այն մի հավասարումով արտահայտել հնարավոր չէ: Այդ պատճառով էլ օգտվում են տեղակալման մեթոդից:

Որոշակի ծավալով հայտնի կոնցենտրացիայի կալիումի երկքրոմատի լուծույթին ավելացնում են կալիումի յոդիդի լուծույթ՝ ավելցուկով՝



$$\Xi(\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7) = \frac{M}{6} = 49 \text{ գ/մոլ}:$$

Ռեակցիայի հետևանքով անջատվում է կալիումի երկքրոմատին համարժեք քանակով յոդ: Անջատված յոդը տիտրում են նատրիումի թիոսուլֆատի լուծույթով՝



$$\Xi(\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}) = \frac{2M}{2} = 248 \text{ գ/մոլ}:$$

Փորձի ընթացքը

1. Բյուրեղը լցնել նատրիումի թիոսուլֆատի լուծույթով:
 2. Չափազանց չափել 5-7 մլ 20 %-անոց կալիումի յոդիդի լուծույթ, տեղափոխել 50-100 մլ տարողությամբ կոլբայի մեջ, ավելացնել 10-15 մլ 2 ն ծծմբական թթվի լուծույթ:

3. Կաթոցիկով վերցնել 10 մլ 0,02 ն $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ -ի լուծույթ, ավելացնել ստացված խառնուրդին, կոլբան ծածկել առարկայակիր ապակիով, թողնել մութ տեղում 3-5 րոպե, մինչև ռեակցիան ավարտվի, որից հետո առարկայակիր ապակին ողողել թորած ջրով, լցնել կոլբայի մեջ և լուծույթը նոսրացնել քիչ քանակությամբ թորած ջրով:

4. Ստացված լուծույթը տիտրել նատրիումի թիոսուլֆատի լուծույթով, մինչև լուծույթի մուգ դարչնագույն երանգը աստիճանաբար փոխարկվի ծղոտի գույնի: Այդ պահին ավելացնել 5 մլ օսլայի լուծույթ (լուծույթը կապտում է): Շարունակել տիտրումը, մինչև լուծույթի կապույտ գույնը դառնա բաց կանաչ:

5. Տիտրումը կրկնել 3 անգամ և նշել ծախսված նատրիումի թիոսուլֆատի ծավալը՝ $V_{\text{միջ.}}$:

Հաշվել նատրիումի թիոսուլֆատի կոնցենտրացիան և տիտրը հետևյալ բանաձևով.

$$N(\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3) \cdot V(\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3) = N(\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7) \cdot V(\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7),$$

$$N(\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3) = \frac{N(\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7) \cdot V(\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7)}{V(\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3)},$$

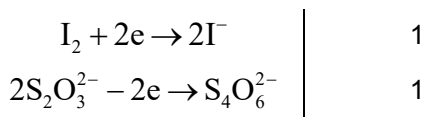
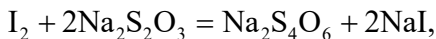
$$T(\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3) = \frac{N(\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3) \cdot \Theta(\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3)}{1000}, \text{ գ/մլ:}$$

ԼԱԲՈՐԱՏՈՐ ԱՇԽԱՏԱՆՔ 4

ՅՈՂԻ ԱՇԽԱՏԱՆՔԱՅԻՆ ԼՈՒԾՈՒՅԹԻ ՊԱՏՐԱՍՏՈՒՄԸ

Յողաչափական մեթոդում վերականգնիչների քանակը որոշելիս կիրառվում է յողի տիտրած լուծույթ:

Վաճառքի յողը պարունակում է տարբեր խառնուրդներ (ICl , IBr , ICl_3) և բյուրեղաջուր: Այդ պատճառով էլ պատրաստում են յողի մոտավոր կոնցենտրացիայի լուծույթ և կոնցենտրացիան կարգավորում նատրիումի թիոսուլֆատի տիտրած լուծույթով:



$$\Theta(\text{I}_2) = \frac{M(\text{I}_2)}{2} = 127 \text{ գ/մոլ:}$$

Փորձի ընթացքը

Պատրաստել 500 մլ 0,02 ն յողի լուծույթ:

1. Հաշվարկը կատարել հետևյալ բանաձևով.

$$m(\text{I}_2) = N \cdot \Theta \cdot V,$$

$$m(\text{I}_2) = 0,02 \cdot 127 \cdot 0,5 = 1,27 \text{ գ:}$$

2. Տեխնոքիմիական կշեռքով կշռել 1,25-1,3 գ լավ մանրացրած յոդի բյուրեղներ, տեղափոխել 150-200 մլ տարողությամբ բաժակի մեջ, ավելացնել կալիումի յոդիդի լուծույթ (5 գ KI լուծված 20 մլ թորած ջրում), լավ խառնել, մինչև յոդի բյուրեղները լուծվեն, այդ լուծույթը տեղափոխել 500 մլ տարողությամբ չափիչ կոլբայի մեջ և թորած ջրով ծավալը հասցնել մինչև նիշը:

ԼԱՔՈՐԱՏՈՐ ԱՇԽԱՏԱՆՔ 5

ՅՈՂԻ ԼՈՒԾՈՒՅԹԻ ԿՈՆՑԵՆՏՐԱՑԻԱՅԻ ՈՐՈՇՈՒՄԸ ՆԱՏՐԻՈՒՄԻ ԹԻՈՍՈՒԼՖԱՏԻ ՏԻՏՐԱԾ ԼՈՒԾՈՒՅԹԻ ՄԻՋՈՑՈՎ

Փորձի ընթացքը

1. Բյուրեղը լցնել յոդի լուծույթով:

2. Կաթոցիկով վերցնել 10 մլ 0,02 ն մատրիումի թիոսուլֆատի աշխատանքային տիտրված լուծույթ, լցնել 100 մլ տարողությամբ կոլբայի մեջ և ավելացնել 2-3 մլ թարմ պատրաստված օսլայի լուծույթ:

3. Ստացված լուծույթը տիտրել յոդի լուծույթով, մինչև գունավորվի ու դառնա կապույտ:

Տիտրումը կրկնել 3 անգամ և մշել տիտրման վրա ծախսված յոդի լուծույթի ծավալը ($V_{\text{միջ.}}$):

Հաշվարկը

Հաշվարկը կատարել հետևյալ բանաձևով.

$$N(I_2) \cdot V(I_2) = N(Na_2S_2O_3) \cdot V(Na_2S_2O_3),$$

$$N(I_2) = \frac{N(Na_2S_2O_3) \cdot V(Na_2S_2O_3)}{V(I_2)},$$

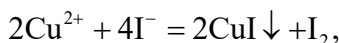
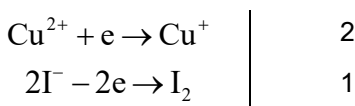
$$T(I_2) = \frac{N(I_2) \cdot \mathcal{E}(I_2)}{1000}, \text{ գ/մլ:}$$

ԼԱԲՈՐԱՏՈՐ ԱՇԽԱՏԱՆՔ 6

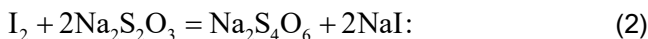
ՊՂՆՁԻ ՔԱՆԱԿՈՒԹՅԱՆ ՈՐՈՇՈՒՄԸ ՊՂՆՁԱՐՉԱՍՊՈՒՄ

Յողաչափական մեթոդով կարելի է որոշել պղնձի պարունակությունը թունաքիմիկատներում, ինչպես նաև հանքանյութերի և համաձուլվածքների վերլուծության ժամանակ:

Որոշման հիմքում ընկած են հետևյալ ռեակցիաները.



$$\Theta(\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}) = \frac{M}{1} = 250 \text{ գ/մոլ},$$



(1) ռեակցիայի հետևանքով անջատվում է պղնձի սուլֆատին համարժեք քանակով յոդ, որն էլ տիտրում են նատրիումի թիոսուլֆատի տիտրած լուծույթով (2):

Փորձի ընթացքը

Պատրաստել 250 մլ 0,02 ն CuSO_4 -ի լուծույթ:

1. Լուծույթի պատրաստման համար անհրաժեշտ պղնձարջասպի ($\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$) քանակությունը հաշվել հետևյալ բանաձևով.

$$m(\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}) = N \cdot \Theta \cdot V,$$

$$m(\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}) = 0,02 \cdot 250 \cdot 0,25 = 1,25 \text{ գ:}$$

2. Տեխնոքիմիական կշեռքով կշռել մոտ 1,3 գ $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$, լուծել քիչ քանակությամբ թորած ջրում, լուծույթը թթվեցնել 3 մլ 2 ն ձծմբական թթվի լուծույթով (հիդրոլիզի երևույթը կանխելու նպատակով), տեղափոխել 250 մլ տարողությամբ չափիչ կոլբայի մեջ և թորած ջրով ծավալը հասցնել մինչև նիշը:

3. Կաթոցիկով վերցնել 10 մլ պղնձի սուլֆատի լուծույթ, տեղափոխել 50-100 մլ տարողությամբ կոլբայի մեջ, ավելացնել չափազանց չափված 5-10 մլ KI-ի 20 %-անոց լուծույթ: Կոլբան ծածկել առարկայակիր ապակիով, դնել մութ տեղ 5-7 րոպե, մինչև ռեակցիան ավարտվի:

4. Ստացված շագանակագույն լուծույթը տիտրել նատրիումի թիոսուլֆատի 0,02 ն աշխատանքային լուծույթով, մինչև տիտրվող լուծույթը դառնա ծղոտի գույնի, որից հետո ավելացնել 1-2 մլ օսլայի լուծույթ (լուծույթը կապտում է) և շարունակել տիտրումը, մինչև լուծույթը գունազրկվի (CuI -ի նստվածքի առկայության պատճառով լուծույթը դառնում է կաթնագույն):

5. Տիտրումը կատարել 3 անգամ և նշել ծախսված նատրիումի թիոսուլֆատի ծավալը՝ $V_{\text{միջ.}}$:

Հաշվարկը

Պղնձարջասպի զանգվածը

$$g = 1,3 \text{ գ}$$

Չափիչ կոլբայի ծավալը

$$V_0 = 250 \text{ մլ}$$

Տիտրվող լուծույթի ծավալը

$$V = 10 \text{ մլ}$$

Տիտրման վրա ծախսված

$\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ -ի ծավալը

$$V_{\text{միջ.}} =$$

$\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ -ի կոնցենտրացիան

$$N =$$

1. Հաշվել նատրիումի թիոսուլֆատի տիտրն ըստ պղնձի՝

$$T_{\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3/\text{Cu}} = \frac{N(\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3) \cdot \Theta(\text{Cu})}{1000}, \text{ գ/մլ:}$$

2. Հաշվել պղնձի զանգվածը պղնձարջասպի 250 մլ լուծույթում՝

$$m(\text{Cu}) = V(\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3) \cdot T_{\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3/\text{Cu}} \cdot 25:$$

3. Հաշվել պղնձի զանգվածային բաժինը վերցրած կշռանքում՝

$$\omega = \frac{m(\text{Cu})}{g} \cdot 100\%:$$

4. Տեսականորեն հաշվել Cu -ի քանակությունը $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ -ում և փորձի սխալի տոկոսը:

ԼԱԲՈՐԱՏՈՐ ԱՇԽԱՏԱՆՔ 7

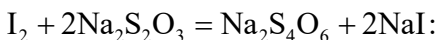
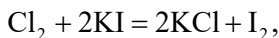
ԱԿՏԻՎ ՔԼՈՐԻ ՈՐՈՇՈՒՄԸ ՔԼՈՐԱԿՐՈՒՄ

Քլորակիրը տարբեր միացությունների խառնուրդ է, որի կարևոր քաղադրամասն է CaOCl_2 խառը աղը: Քլորակրի վրա թթվով ազդելիս անջատվում է քլոր՝



Անջատված ակտիվ քլորի քանակով որոշում են քլորակրի որակը:

Ռեակցիայի հետևանքով անջատված քլորը փոխազդում է կալիումի յոդիդի հետ, անջատվում է քլորին համարժեք քանակությամբ յոդ, որն էլ տիտրում են նատրիումի թիոսուլֆատի տիտրած լուծույթով՝



Փորձի ընթացքը

1. Տեխնոքիմիական կշեռքով, բյուքսի միջոցով կշռել մոտ 2,5 գ քլորակիր:

2. Կշռանքը տրորել, լուծել քիչ քանակությամբ ջրում, որից հետո այն տեղափոխել 250 մլ տարողությամբ կոլբայի մեջ և թորած ջրով ծավալը հասցնել մինչև նիշը:

3. Լավ թափահարել կոլբայի պարունակությունը և ստացված սուսպենզիայից վերցնել 25 մլ, տեղափոխել տիտրման համար պատրաստված կոլբայի մեջ, ավելացնել 10 մլ 20 %-անոց կալիումի յոդիդի լուծույթ և 2 մլ 4 ն աղաթթվի լուծույթ: Կոլբան ծածկել առարկայակիր ապակիով, թողնել 5 րոպե:

4. Խառնուրդը տիտրել նատրիումի թիոսուլֆատի տիտրված լուծույթով, համարժեք կետին մոտ լուծույթին ավելացնել 2-3 մլ օսլայի լուծույթ: Շարունակել տիտրումը, մինչև լուծույթի կապույտ գույնն անհետանա:

5. Տիտրումը կատարել 3 անգամ և նշել ծախսված նատրիումի թիոսուլֆատի ծավալը՝ $V_{\text{միջ.}}$:

Հաշվարկը

Քլորակրի զանգվածը

$$g = 2,5 \text{ գ}$$

Չափիչ կոլբայի ծավալը

$$V_0 = 250 \text{ մլ}$$

Տիտրվող լուծույթի ծավալը

$$V_1 = 25 \text{ մլ}$$

Տիտրման վրա ծախսված

թիոսուլֆատի ծավալը

$$V_{\text{միջ.}} =$$

Նատրիումի թիոսուլֆատի նորմալ կոնցենտրացիան $N =$

1. Հաշվել նատրիումի թիոսուլֆատի տիտրը ըստ քլորի՝

$$T_{\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3/\text{Cl}_2} = \frac{N(\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3) \cdot \Theta(\text{Cl}_2)}{1000}, \text{ գ/մլ:}$$

2. Հաշվել 25 մլ սուսպենզիայում քլորի զանգվածը՝

$$m(\text{Cl}) = T_{\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3/\text{Cl}_2} \cdot V(\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3):$$

3. Հաշվել 250 մլ քլորակրի սուսպենզիայում քլորի զանգվածը.

$$m(\text{Cl}) 250\text{մլ} = T_{\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3/\text{Cl}_2} \cdot V(\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3) \cdot 10:$$

4. Հաշվել քլորի զանգվածային բաժինը քլորակրի կշռանքում.

$$\omega(\text{Cl}) = \frac{m(\text{Cl})}{g} \cdot 100\%:$$

5. Տեսականորեն հաշվել քլորի տոկոսային պարունակությունը քլորակրում և փորձի սխալի տոկոսը՝

$$M(\text{CaOCl}_2) = 127 \text{ գ/մոլ},$$

$$127 \text{ գ/մոլ } \text{CaOCl}_2 \quad \text{_____} \quad 71 \text{ գ Cl},$$

$$100 \text{ գ/մոլ } \text{CaOCl}_2 \quad \text{_____} \quad x \text{ գ Cl},$$

$$x=55,9 \text{ \%:}$$

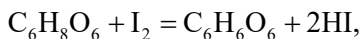
ԼԱԲՈՐԱՏՈՐ ԱՇԽԱՏԱՆՔ 8

ԱՍԿՈՐԲԻՆԱԹԹՎԻ (ՎԻՏԱՄԻՆ C) ՈՐՈՇՈՒՄԸ

Ասկորբինաթթուն՝ $\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_6$ -ը, պարունակվում է թարմ բանջարե-դեղնուն (կաղամբ, կարտոֆիլ, բազուկ), մրգում (կիտրոն, նարինջ, հատապտուղներ), կաթի և ձվի մեջ: Ասկորբինաթթուն կարգավորում է

օրգանիզմում օքսիդավերականգնման պրոցեսները, նպաստում արյան մակարդեկիությանը և մեծացնում օրգանիզմի դիմադրողականությունը տարբեր հարուցիչների նկատմամբ:

Ասկորբինաթթուն կարող է օքսիդանալ յոդով՝



$$M(C_6H_8O_6) = 176,12 \text{ գ/մոլ},$$

$$\Xi(C_6H_8O_6) = \frac{M}{2} = 88 \text{ գ/մոլ}:$$

Փորձի ընթացքը

1. Բյուրեղը լցնել յոդի աշխատանքային լուծույթով:

2. Անալիտիկ կշեռքով կշռել մոտ 1 գ ասկորբինաթթու, տեղափոխել 100 մլ-անոց չափիչ կոլբայի մեջ, ավելացնել թորած ջուր մինչև լուծվելը, լուծույթի ծավալը հասցնել մինչև նիշը:

3. Ստացված լուծույթից կաթոցիկով վերցնել 10 մլ, տեղափոխել 50 մլ տարողությամբ կոլբայի մեջ, ավելացնել 2 մլ օսլայի լուծույթ և տիտրել յոդի տիտրած լուծույթով մինչև կապույտ գույնի առաջացումը:

4. Տիտրումը կրկնել 3 անգամ և նշել ծախսված I_2 -ի լուծույթի ծավալը ($V_{\text{միջ.}}$):

Հաշվարկը

Ասկորբինաթթվի զանգվածը

$$g = 1 \text{ գ}$$

Կոլբայի ծավալը

$$V = 100 \text{ մլ}$$

Տիտրվող լուծույթի ծավալը

$$V_1 = 10 \text{ մլ}$$

Տիտրման վրա ծախսված I_2 -ի լուծույթի ծավալը $V_{I_2} =$

I_2 -ի լուծույթի նորմալ կոնցենտրացիան

$$N =$$

Հաշվել ասկորբինաթթվի լուծույթի նորմալ կոնցենտրացիան՝

$$N(C_6H_8O_6) = \frac{N(I_2) \cdot V(I_2)}{V_1(C_6H_8O_6)}:$$

Հաշվել ասկորբինաթթվի տիտրը՝

$$T(C_6H_8O_6) = \frac{N(I_2) \cdot \Xi(C_6H_8O_6)}{1000}, \text{ գ/մլ}:$$

Հաշվել ասկորբինաթթվի զանգվածը 100 մլ լուծույթում՝

$$m(C_6H_8O_6) = T(C_6H_8O_6) \cdot 100:$$

Հաշվել ասկորբինաթթվի զանգվածային բաժինը նմուշում՝

$$\omega = \frac{m(C_6H_8O_6)}{g} \cdot 100\%:$$

ԼԱԲՈՐԱՏՈՐ ԱՇԽԱՏԱՆՔ 9

ԱՄՈՆԻԱԿԻ ՈՐՈՇՈՒՄԸ ԱՄՈՆԻՈՒՄԻ ԱՂԵՐՈՒՄ

Թթվահիմնային տիտրման մեթոդով կարելի է որոշել նաև ամոնիակի քանակը ամոնիումի աղերում: Սակայն ամոնիումի աղի լուծույթը հնարավոր չէ անմիջականորեն տիտրել ակալու լուծույթով, քանի որ տիտրման կորագծի վրա բացակայում է pH-ի թռիչքը: Նման դեպքերում օգտվում են տիտրման անուղղակի մեթոդներից (հետտիտրման կամ տեղակալման մեթոդից):

Համաձայն հետտիտրման կամ ըստ ավելցուկի տիտրման մեթոդի՝ ամոնիումի աղի որոշակի կշռանքին ավելացնում են հայտնի կոնցենտրացիա ունեցող, որոշակի ծավալով (ավելցուկով) NaOH-ի լուծույթ և խառնուրդը տաքացնում:



Տաքացումը հարկավոր է դադարեցնել, երբ ամոնիումի աղը լրիվ կքայքայվի, և կդադարի ամոնիակի անջատումը: Ամոնիակի հեռացումը ստուգել ֆենոլֆտալեինի կամ $Hg_2(NO_3)_2$ -ի լուծույթով թրջված թղթի օգնությամբ ($Hg_2(NO_3)_2$ -ի թուղթը չպետք է սևանա): Ամոնիակի հեռացումից հետո լուծույթը սառեցնել և NaOH-ի ավելցուկը տիտրել հայտնի կոնցենտրացիա ունեցող քլորաջրածնական թթվի աշխատանքային լուծույթով, մեթիլօրանժ ինդիկատորի առկայությամբ:

Փորձի ընթացքը

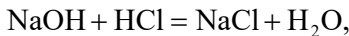
Անալիտիկ կշռքի վրա կշռել 0,15 գ ամոնիումի քլորիդ, տեղափոխել 200 մլ տարողությամբ կոնաձև կոլբայի մեջ և լուծել որոշակի ծավալով (50-60 մլ) թորած ջրում: Ստացված լուծույթին ավելացնել

որոշակի ծավալով (օրինակ՝ 40 մլ) 0,1 ն NaOH -ի լուծույթ (ավելցուկով), տաքացնել մինչև ամոնիակի լրիվ հեռացումը: NaOH -ի ավելցուկը տիտրել քլորաջրածնական թթվի աշխատանքային լուծույթով, մեթիլօրանժ հնդիկատորի առկայությամբ, մինչև լուծույթի դեղին գույնը դառնա վարդագույն: Նշել ծախսված HCl -ի ծավալը:

Ֆաշվարկը

Ամոնիումի քլորիդի զանգվածը	$m = 0,15$ գ
Ավելացրած NaOH -ի լուծույթի ծավալը ավելցուկով	$V = 40$ մլ
NaOH -ի լուծույթի կոնցենտրացիան	$N =$
HCl -ի լուծույթի կոնցենտրացիան	$N_{HCl} =$
NaOH -ի ավելցուկի տիտրման վրա ծախսված	
HCl -ի ծավալը	$V_1 =$
Ամոնիումի քլորիդի հետ փոխազդած	
NaOH -ի ծավալը	$V_2 =$

1. Ֆաշվել NaOH -ի լուծույթի (ավելցուկի) ծավալը՝ V_1 -ը, որը տիտրվել է HCl -ի աշխատանքային լուծույթով:



$$N(NaOH) \cdot V_1(NaOH) = V(HCl) \cdot N(HCl),$$

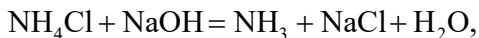
$$V_1(NaOH) = \frac{V(HCl) \cdot N(HCl)}{N(NaOH)} :$$

2. Ֆաշվել NaOH -ի լուծույթի ծավալը՝ V_2 -ը, որը փոխազդել է NH_4Cl -ի հետ:

$$V_2 = V - V_1, \text{ մլ:}$$

3. Ֆամաձայն համարժեքների օրենքի՝ նյութերը փոխազդում են միմյանց հետ համարժեք քանակներով, այսինքն՝ ամոնիումի քլորիդի կշռաքանակում կունենանք այնքան համարժեք, որքան առկա է V_2 ծավալով փոխազդած NaOH -ի լուծույթում՝ $\frac{V_2 \cdot N(NaOH)}{1000}$:

Քանի որ տվյալ ռեակցիայում



NH_3 -ն առաջանում է 1 մոլ NaOH -ի փոխազդեցության հետևանքով, ուստի՝

$$\vartheta(\text{NH}_3) = \frac{M}{1} = 17 \text{ գ/մոլ}:$$

4. Հաշվել ամոնիակի զանգվածը կշռանքում և զանգվածային բաժինը վերցրած նմուշում (%-ով):

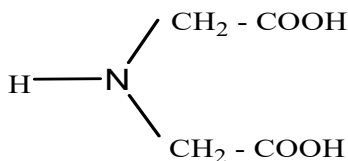
$$m(\text{NH}_3) = \frac{V_2 \cdot N(\text{NaOH})}{1000} \cdot 17, \text{ գ},$$

$$\omega = \frac{m(\text{NH}_3)}{m(\text{NH}_4\text{Cl})} \cdot 100\%:$$

ԿՈՄՊԼԵՔՍՈՆԱԶԱՓՈՒԹՅՈՒՆ

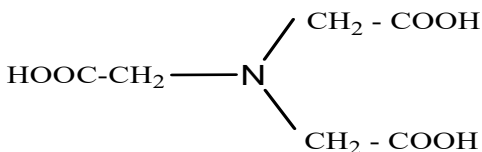
Կոմպլեքսոնաչափական մեթոդում կիրառվում են այն ռեակցիաները, որոնցում որոշվող իոնները որոշ օրգանական միացությունների հետ առաջացնում են կոմպլեքս միացություններ: Եթե այդ փոխազդեցությունների հետևանքով առաջանում են ներկոմպլեքսային միացություններ՝ խելատներ, ապա տիտրումը կոչվում է *խելատոմետրիկ տիտրում*: Խելատներ առաջացնում են ամինապոլիկարբոնաթթվի ածանցյալները՝ կոմպլեքսոնները:

Կոմպլեքսոնների բաղադրությունը տարբեր է: Ամենապարզ ներկայացուցիչը իմինաերկբացախաթթուն է՝

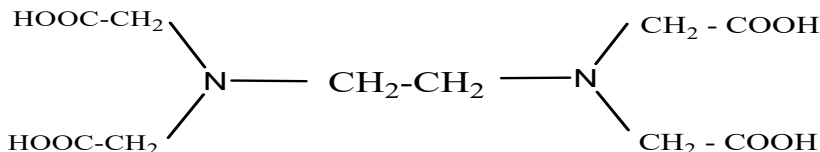


Առավել տարածված են՝

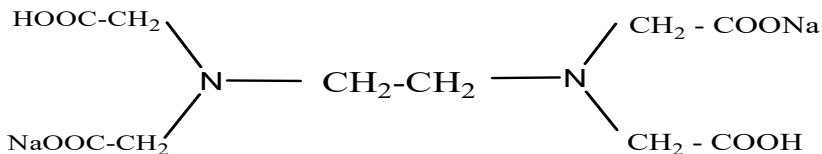
- նիտրիլետրացախաթթուն կամ կոմպլեքսոն I-ը՝



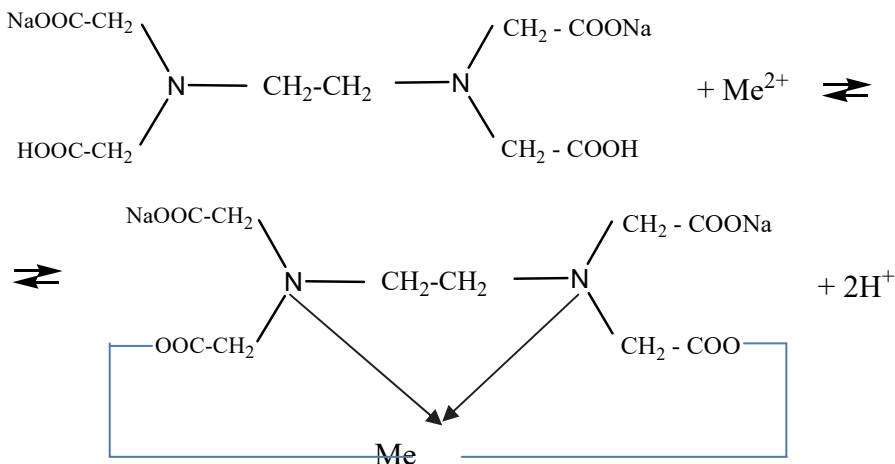
- էթիլեներկամինաքառաքացախաթթուն կամ կոմպլեքսոն II-ը՝



Ազրոքիմիական վերլուծությունում կարևոր նշանակություն ունի էթիլեներկամինաքառաքացախաթթվի երկտեղակալված նատրիումական աղը՝ կոմպլեքսոն III-ը, որն անվանում են նաև տրիլոն-Բ (կրճատ բանաձևն է՝ $\text{Na}_2[\text{H}_2\text{Tr}]$):



Կոմպլեքսոն III-ը շատ կատիոնների հետ առաջացնում է ջրում լուծելի, կայուն ներկոմպլեքսային աղեր: Կոմպլեքսոն III-ի փոխազդեցությունը երկլիցք կատիոնների հետ արտահայտվում է հետևյալ հավասարումով.



Մետաղի կատիոնը տեղակալում է կարբօքսիլ խմբի ջրածինները և միաժամանակ դոնորակցեպտորային կապով կապվում ամինախմբի ազոտի ատոմների հետ: Թթվային միջավայրում կոմպլեքս միացությունը քայքայվում է, և ռեակցիայի հավասարակշռությունը տեղաշարժվում է դեպի ձախ: Այդ պատճառով կոմպլեքսոն III-ով տիտրումը կատարում են հիմնային միջավայրում՝ pH = 8–13: Միջավայրը կարգավորում են ամոնիակային բուֆերային համակարգի՝ (NH₄OH + NH₄Cl) pH = 9,25 կամ NaOH -ի (կամ էլ KOH) 20 %-անոց լուծույթների միջոցով:

Կոմպլեքսոն III-ը կիրառվում է Ca^{2+} , Mg^{2+} , Ba^{2+} , Co^{2+} , Cu^{2+} , Zn^{2+} , Ni^{2+} և այլ իոնների քանակական որոշումների համար:

Կոմպլեքսոնաչափական մեթոդում, որպես աշխատանքային լուծույթ, կիրառում են կոմպլեքսոն III-ի (տրիլոն-Բ) լուծույթը: Տիտրելիս համարժեք կետը որոշվում է ինդիկատորների միջոցով:

ԿՈՄՊԼԵՔՍՈՆԱՉԱՓԱԿԱՆ ՄԵԹՈՂԻ ԻՆԴԻԿԱՏՈՐՆԵՐԸ

Տիտրման համարժեք կետը կարելի է որոշել մի քանի եղանակով: Կոմպլեքսագոյացման եղանակների հետևանքով անջատվում են որոշվող կատիոնի քանակությանը համարժեք քանակով ջրածնի իոններ: Ջրածնի կատիոնները կարելի է որոշել թթվահիմնային տիտրման մեթոդով, որևէ ինդիկատորի միջոցով:

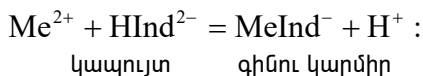
Ավելի հաճախ համարժեք կետը որոշում են յուրահատուկ կոմպլեքսագոյացնող ինդիկատորների (մետաղ-ինդիկատորների) միջոցով: Մետաղ-ինդիկատորները օրգանական ներկանյութեր են, որոնք որոշվող մետաղի կատիոնների հետ առաջացնում են ջրում լուծելի գունավոր կոմպլեքս միացություններ:

Ձևավորված կոմպլեքս միացությունները ավելի քիչ կայուն են, քան որոշվող կատիոնի և կոմպլեքսոնի առաջացրած ներկոմպլեքսային աղերը: Այդ պատճառով էլ տիտրման ընթացքում ինդիկատորի և որոշվող կատիոնի առաջացրած կոմպլեքս միացությունը քայքայվում է: Մետաղի կատիոնները փոխազդում են կոմպլեքսոն III-ի հետ, իսկ ինդիկատորն անջատվում է ազատ վիճակում, և համարժեք կետում տիտրվող լուծույթի գույնը փոխվում է:

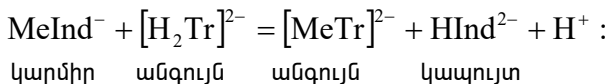
Մեթոդի համար հիմնականում կիրառում են երկու ինդիկատոր՝ քրոմոզեն սև և մուրեքսիդ:

Քրոմոզեն սև

Այս ներկանյութի անիոնը HInd^{2-} հիմնային միջավայրում ունի կապույտ գունավորում: Երկարժեք մետաղների կատիոնների հետ (Mg^{2+} և այլն) այն առաջացնում է գինու կարմիր գույնի կոմպլեքս միացություններ՝



Կոմպլեքսոն III-ով տիտրելիս այդ կոմպլեքս միացությունները քայքայվում են, և մետաղի կատիոնները կոմպլեքսոնի հետ առաջացնում են ավելի կայուն կոմպլեքս միացություններ, իսկ ինդիկատորի անիոններն անցնում են լուծույթ և ներկում այն կապույտ գույնով՝



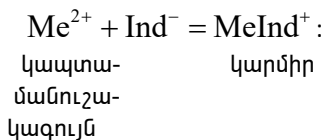
Արդյունքում՝ լուծույթի գինու կարմիր գույնը դառնում է կապույտ: Գույնի անցումն ավելի նկատելի է հիմնային միջավայրում, երբ pH = 8–10: Այդ պատճառով տիտրվող լուծույթին ավելացնում են ամոնիակային բուֆերային լուծույթ (NH₄OH + NH₄Cl), որը չեզոքացնում է ռեակցիայի ընթացքում անջատվող ջրածնի կատիոնները:

Սովորաբար 0,5 գ քրոմոգեն սևը լուծում են 10 մլ ամոնիակային բուֆերային լուծույթի մեջ և հեղուկի ծավալը էթիլ սպիրտով հասցնում մինչև 100 մլ:

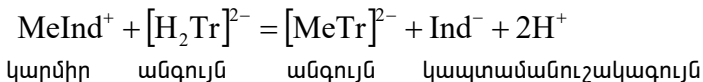
Ինդիկատորի սպիրտային լուծույթն այնքան էլ կայուն չէ, ուստի դրա փոխարեն հաճախ օգտագործում են փոշու ձևով պատրաստած ինդիկատորը: 1 գ քրոմոգեն սևը խառնում են 100 գ իներտ լցանյութի հետ, օրինակ՝ քիմիապես մաքուր նատրիումի քլորիդի հետ: Խառնուրդը լավ տրորում են հախճապակյա սանդի մեջ: Տիտրումից առաջ մածկաթիակի (апателъ) ծայրով լուծույթին ավելացնում են 20-30 մգ այդպիսի խառնուրդ:

Մուրեքսիդ

Մուրեքսիդը պուրպուրաթթվի ամոնիումային աղն է, որի անիոնը հիմնային միջավայրում փոխազդում է որոշ երկլիցք մետաղների կատիոնների հետ՝



Լուծույթը տիտրելիս առաջացած MeInd^+ կոմպլեքս միացությունը քայքայվում է, լուծույթ անցած մետաղի կատիոնները փոխազդում են կոմպլեքսոն III-ի հետ, առաջացնում ավելի կայուն անգույն կոմպլեքս միացություն, իսկ ինդիկատորի անիոնները՝ Ind^- , մնում են լուծույթում և այն գունավորում կապտամանուշակագույն:



Մուրեքսիդն օգտագործում են Ca^{2+} , Ni^{2+} , Cu^{2+} կատիոնների որոշման համար: Տիտրումը կատարում են հիմնային միջավայրում՝ $\text{pH} = 12$ (NaOH -ի կամ KOH -ի առկայությամբ):

Մուրեքսիդի լուծույթը պետք է լինի հագեցած և թարմ, քանի որ այն բավականին անկայուն է: Ռեստի շատ դեպքերում օգտագործում են մուրեքսիդի և նատրիումի քլորիդի պինդ խառնուրդը (ք.մ.) 1:100 զանգվածային հարաբերությամբ:

ԿՈՄՊԼԵՔՍՈՆԱԶՎՓՈՒԹՅԱՆ ՄԵԹՈԴՆԵՐԸ

Գոյություն ունեն տիտրման մի քանի մեթոդներ՝ ուղղակի, անուղղակի, հիմնաչափական և այլն:

1. Ռեդոկալի տիտրման մեթոդ: Անալիզի ենթարկվող լուծույթը նոսրացնում են ջրով մինչև կոլբայի միջը և կաթոցիկով վերցնում որոշակի ծավալ: Տիտրումը կատարում են հիմնային միջավայրում ($\text{pH} \approx 10$):

pH -ի այդ արժեքը պահպանում են ամոնիակային բուֆերային լուծույթի միջոցով: Տիտրման համար օգտագործում են կոմպլեքսոն III-ի ստանդարտ լուծույթ: Ինդիկատորներն են մուրեքսիդը և քրոմոգեն սևը:

Ռեդոկալի տիտրման ժամանակ որոշվող կատիոնի կոնցենտրացիան սկզբում փոփոխվում է աստիճանաբար, բայց համարժեք կետի միջակայքում տեղի է ունենում կոնցենտրացիայի կտրուկ նվազում: Տիտրման վերջնակետը որոշվում է ինդիկատորի գույնի փոփոխմամբ:

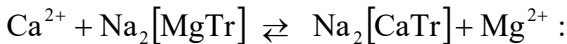
Կոմպլեքսոն III-ով ուղղակի տիտրման մեթոդն օգտագործվում է Mg^{2+} , Ca^{2+} , Sr^{2+} , Ba^{2+} , Zn^{2+} , Co^{2+} , Ni^{2+} , Cu^{2+} , Fe^{2+} կատիոնների որոշման համար:

2. Անուղղակի տիտրման մեթոդ

ա) *Տիտրում ըստ ավելցուկի կամ հետտիտրման մեթոդ.* կիրառվում է, երբ ուղղակի տիտրում հնարավոր չէ իրագործել, օրինակ՝ որոշվող կատիոնը չունի համապատասխան ինդիկատոր կամ կոմպլեքսագոյացումն ընթանում է շատ դանդաղ:

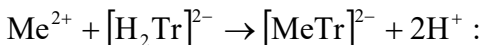
Անալիզի ենթարկվող լուծույթին ավելացնում են կոմպլեքսոն III-ի ստանդարտ լուծույթի որոշակի ծավալ (ավելցուկով), լուծույթը տաքացնում, հետո սառեցնում և կոմպլեքսոնի ավելցուկը տիտրում $MgSO_4$ -ի ստանդարտ լուծույթով: Տիտրման վերջնակետը որոշվում է քրոմոգեն սև ինդիկատորի միջոցով:

բ) *Տեղակալման մեթոդ.* Mg^{2+} իոնները կոմպլեքսոն III-ի հետ առաջացնում են ավելի անկայուն կոմպլեքս միացություններ, քան շատ ուրիշ կատիոններ: Այդ պատճառով որոշվող մետաղի կատիոնների լուծույթները (օրինակ՝ Ca^{2+} -ի), կոմպլեքսոն III-ի մագնեզիումական աղի հետ խառնելիս տեղի է ունենում փոխանակային ռեակցիա.



Քանի որ Ca^{2+} իոնի կոմպլեքս միացությունը կոմպլեքսոն III-ի հետ ավելի կայուն է, ուստի ռեակցիայի հավասարակշռությունը շեղվում է դեպի աջ: Առաջացած Mg^{2+} իոնները տիտրում են կոմպլեքսոն III-ով, քրոմոգեն սև ինդիկատորի առկայությամբ, այնուհետև որոշում են Ca^{2+} -ի քանակությունը լուծույթում:

3. *Յիմնաչափական տիտրման մեթոդ:* Կոմպլեքսոն III-ի և կատիոնների փոխազդեցության ժամանակ անջատվում են համարժեք քանակությամբ ջրածնի կատիոններ.



Առաջացած ջրածնի կատիոնները տիտրում են ալկալիով թթվահիմնային ինդիկատորներից որևէ մեկի առկայությամբ և որոշում մետաղի պարունակությունը լուծույթում:

ԼԱԲՈՐԱՏՈՐ ԱՇԽԱՏԱՆՔ 1

ԿՈՄՊԼԵՔՍՈՆ III-ի (ՏՐԻԼՈՆ-Բ) ԱՇԽԱՏԱՆՔԱՅԻՆ ԼՈՒԾՈՒՅԹԻ ՊԱՏՐԱՍՏՈՒՄԸ

1. Կոմպլեքսոն III-ի ($\text{Na}_2\text{H}_2\text{Tr} \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) մոլային զանգվածը 372 գ/մոլ է, համարժեք զանգվածը (էկվիվալենտը)՝

$$\Theta(\text{Na}_2\text{H}_2\text{Tr} \cdot 2\text{H}_2\text{O}) = \frac{M}{2} = 186,15 \text{ գ/մոլ:}$$

2. Պատրաստել 500 մլ 0,05 ն կոմպլեքսոն III-ի լուծույթ.

$$m(\text{Na}_2\text{H}_2\text{Tr} \cdot 2\text{H}_2\text{O}) = N(\text{Na}_2\text{H}_2\text{Tr}) \cdot \Theta(\text{Na}_2\text{H}_2\text{Tr} \cdot 2\text{H}_2\text{O}) \cdot V,$$

$$m(\text{Na}_2\text{H}_2\text{Tr} \cdot 2\text{H}_2\text{O}) = 0,05 \cdot 186 \cdot 0,5 = 4,65 \text{ գ:}$$

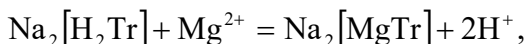
3. Տեխնոքիմիական կշեռքի վրա կշռել մոտ 4,7 գ կոմպլեքսոն III, լուծել քիչ քանակությամբ ջրում, տեղափոխել 500 մլ տարողությամբ չափիչ կոլբայի մեջ և ջրով ծավալը հասցնել մինչև նիշը:

ԼԱԲՈՐԱՏՈՐ ԱՇԽԱՏԱՆՔ 2

ՄԱԳՆԵԶԻՈՒՄԻ ՍՈՒԼՖԱՏԻ ՍՍԱՆԴԱՐՏ ԼՈՒԾՈՒՅԹԻ ՊԱՏՐԱՍՏՈՒՄԸ

Կոմպլեքսոն III-ի լուծույթի կոնցենտրացիան կարգավորում են մագնեզիումի սուլֆատի կամ կալիումի քլորիդի ստանդարտ լուծույթով:

1. Պատրաստել 250 մլ 0,05 ն MgSO_4 լուծույթ.



$$M(\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}) = 246,48 \text{ գ/մոլ:}$$

$$\text{Ըստ ռեակցիայի՝ } \Theta(\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}) = \frac{M}{2} = \frac{246,48}{2} = 123,24 \text{ գ/մոլ,}$$

$$m(\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}) = N(\text{MgSO}_4) \cdot \Theta(\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}) \cdot V,$$

$$m(\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}) = 0,05 \cdot 123,24 \cdot 0,25 = 1,5405 \text{ գ:}$$

2. Լուծույթը պատրաստել ֆիքսանալից կամ անալիտիկ կշեռքով կշռել 1,5405 գ $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$, լուծել քիչ քանակությամբ ջրում, տեղափոխել 250 մլ տարողությամբ չափիչ կոլբայի մեջ և ջրով ծավալը հասցնել մինչև նիշը:

ԼԱԲՈՐԱՏՈՐ ԱՇԽԱՏԱՆՔ 3

ԿՈՄՊԼԵՔՍՈՆ III-ի ԱՇԽԱՏԱՆՔԱՅԻՆ ԼՈՒԾՈՒՅԹԻ ԿՈՆՑԵՆՏՐԱՑԻԱՅԻ ԿԱՐԳԱՎՈՐՈՒՄԸ ՄԱԳՆԵԶԻՈՒՄԻ ՍՈՒԼՖԱՏԻ ՍՏԱՆԴԱՐՏ ԼՈՒԾՈՒՅԹԻ ՄԻՋՈՑՈՎ

1. Բյուրեղը լցնել կոմպլեքսոն III-ի լուծույթով:

2. Կաթոցիկի օգնությամբ վերցնել 10 մլ $MgSO_4$ -ի լուծույթ, տեղափոխել 50-100 մլ տարողությամբ կոլբայի մեջ, ավելացնել 5 մլ ամոնիակային բուֆերային լուծույթ ($NH_4OH + NH_4Cl$) և ինդիկատոր՝ քրոմոզեն սև (մածկաթիակի ծայրով): Լուծույթը ձեռք է բերում գինու կարմիր գույն:

3. Ստացված լուծույթը տիտրել կոմպլեքսոն III-ով, մինչև կարմիր գույնը դառնա կապույտ: Տիտրումը կատարել 3 անգամ և վերցնել միջին արժեքը:

Գրանցման ձևը և հաշվարկը

Փորձի տվյալներն են՝

$$V(MgSO_4) = 10 \text{ մլ}$$

$$N(MgSO_4) = 0,05$$

$$V_{\text{մրջ.}}(Na_2H_2Tr) =$$

$$N(Na_2H_2Tr) = ?$$

$$T(Na_2H_2Tr) = ?$$

Հաշվարկը կատարել հետևյալ բանաձևով.

$$N(Na_2H_2Tr) \cdot V(Na_2H_2Tr) = N(MgSO_4) \cdot V(MgSO_4),$$

$$N(Na_2H_2Tr) = \frac{N(MgSO_4) \cdot V(MgSO_4)}{V(Na_2H_2Tr)},$$

$$T(Na_2H_2Tr) = \frac{N(Na_2H_2Tr) \cdot \mathcal{M}(Na_2H_2Tr)}{1000}, \text{ գ/մլ:}$$

ԼԱԲՈՐԱՏՈՐ ԱՇԽԱՏԱՆՔ 4

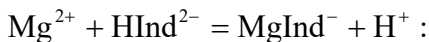
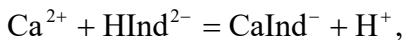
ՋՐԻ ԸՆԴՀԱՆՈՒՐ ԿՈՇՏՈՒԹՅԱՆ ՈՐՈՇՈՒՄԸ

Ջրի կոշտությունն արտահայտում են 1 Լ ջրում լուծված Ca^{2+} և Mg^{2+} իոնների մգ-էկվիվալենտների թվով:

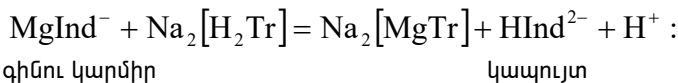
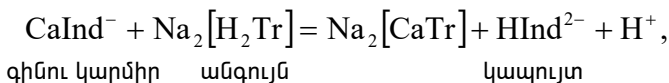
Փորձի ընթացքը

1. 250 մլ տարողությամբ կոլբայի մեջ լցնել չափազանց չափված 100 մլ ջուր, ավելացնել 5 մլ ամոնիակային բուֆերային լուծույթ ($\text{NH}_4\text{OH} + \text{NH}_4\text{Cl}$) և մածկաթիակի ծայրով ինդիկատոր՝ քրոմոգեն սև (փոշի):

2. Ինդիկատորը ջրում լուծված Ca^{2+} և Mg^{2+} իոնների հետ առաջացնում է գինու կարմիր գունավորում ունեցող լուծելի կոմպլեքս միացություններ՝



3. Լուծույթը տրիլոն-Բ-ով տիտրելիս ընթանում են հետևյալ ռեակցիաները.



Էկվիվալենտ կետում ինդիկատորի անիոնների կուտակման հետևանքով լուծույթը դառնում է կապույտ:

4. Տիտրումը կատարել 2-3 անգամ և վերցնել միջին արժեքը:

5. Ջրի ընդհանուր կոշտությունը հաշվել հետևյալ բանաձևով.

$$\text{Կոշտ.} = \frac{N \cdot V_1}{V} \cdot 1000,$$

որտեղ N -ը կոմպլեքսոն III (տրիլոն-Բ) նորմալ կոնցենտրացիան է, V -ն՝ վերցրած ջրի ծավալը, V_1 -ը՝ լուծույթի տիտրման վրա ծախսված կոմպլեքսոն III-ի ծավալը:

ԼԱԲՈՐԱՏՈՐ ԱՇԽԱՏԱՆՔ 5

ԿԱԼՑԻՈՒՄԻ ԵՎ ՄԱԳՆԵԶԻՈՒՄԻ ՔԱՆԱԿՈՒԹՅԱՆ ՈՐՈՇՈՒՄԸ ԿԱԹԻ, ԿԱԹՆԱՄԹԵՐԹԻ ՄԵՋ

Փորձի ընթացքը

1. Վերցնել 10 մլ կաթ, ավելացնել 10 մլ թորած ջուր, տեղափոխել 50-100 մլ տարողությամբ կոլբայի մեջ, ավելացնել 5 մլ ամոնիակային բուֆեր և ինդիկատոր քրոմոզեն սև (մածկաթիակի ծայրով): Լուծույթը ստանում է գինու կարմիր գույն:

2. Այդ լուծույթը տիտրել կոմպլեքսոն III-ով, մինչև գինու կարմիր գույնը դառնա կապույտ: Տիտրումը դադարեցնել և նշել կոմպլեքսոն III-ի ծավալը:

3. Տիտրումը կատարել 3 անգամ և վերցնել միջին արժեքը:

4. Ca^{2+} -ի և Mg^{2+} -ի իոնների զուևարային քանակը (մգ-էկվ) 100 մլ կաթում որոշվում է հետևյալ բանաձևով.

$$m(\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+}) = \frac{N \cdot V}{V_1} \cdot 1000,$$

որտեղ N -ը կոմպլեքսոն III-ի նորմալ կոնցենտրացիան է, V -ը՝ տիտրման վրա ծախսված կոմպլեքսոն III-ի ծավալը, V_1 -ը՝ կաթի ծավալը:

ԼԱԲՈՐԱՏՈՐ ԱՇԽԱՏԱՆՔ 6

ԿԱԼՑԻՈՒՄԻ ԵՎ ՄԱԳՆԵԶԻՈՒՄԻ ՔԱՆԱԿՈՒԹՅԱՆ ՈՐՈՇՈՒՄԸ ՅՈՂԻ ՋՐԱՅԻՆ ՔԱՄՎԱԾԹՈՒՄ

Յողի ջրային քանվածքը քրոմոզեն սևի առկայությամբ կոմպլեքսոն III-ի լուծույթով տիտրելուց հետո որոշում են Ca^{2+} -ի և Mg^{2+} -ի զուևարային պարունակությունը: Միայն Ca^{2+} -ի պարունակությունը որոշելու համար քանվածքի մյուս նմուշը տիտրում են տրիլոն-Բ-ով, ինդիկատոր մուրեքսիդի առկայությամբ: Ըստ երկու մեծությունների տարբերության՝ որոշում են Mg^{2+} -ի պարունակությունը հողի ջրային քանվածքում:

Յոդի ջրային քանվածքի պատրաստումը

Յետազոտվող հողի չոր նմուշը մանրացնել հավանգում, մաղել 1 մմ անցքեր ունեցող մաղով, որից հետո պատրաստված նմուշից վերցնել 50 գ, տեղափոխել 750 մլ տարողությամբ կոլբայի մեջ, ավելացնել 500 մլ եռացրած ջուր (CO_2 -ի հեռացման համար), փակել խցանով և 3-5 րոպե թափահարել: Ստացված սուսպենզիան ֆիլտրել ծալքավոր ֆիլտրե թղթով: Եթե ֆիլտրատը պղտոր է, անհրաժեշտ է այն երկրորդ անգամ ֆիլտրել նույն ֆիլտրի միջոցով: Ստացված ջրային քանվածքից վերցնել տիտրման համար անհրաժեշտ ծավալները:

Փորձի ընթացքը

1. 20 մլ ելային քանվածքը կաթոցիկով տեղափոխել տիտրման կոլբայի մեջ, ավելացնել 5 մլ ամոնիակային բուֆերային լուծույթ, մածկաթիակի (աпателъ) ծայրով ավելացնել 20-30 մգ ինդիկատոր քրոմոզեն սև և տիտրել 0,05 ն կոմպլեքսոն III-ի աշխատանքային լուծույթով, մինչև լուծույթի գինու կարմիր գույնը վերածվի կապույտի (ինչպես ջրի ընդհանուր կոշտության որոշման ժամանակ): Տիտրումը կրկնել երեք անգամ և վերցնել միջին արժեքը:

Ca^{2+} -ի և Mg^{2+} -ի համարժեք զանգվածների հազարերորդական մասերի գումարային թիվը 1000 մլ քանվածքում կամ համապատասխանաբար 100 գ հողում հաշվում են հետևյալ բանաձևով.

$$m(\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+}) = \frac{N \cdot V}{V_1},$$

որտեղ N -ը կոմպլեքսոն III-ի նորմալ կոնցենտրացիան է, V -ն՝ տիտրման վրա ծախսված կոմպլեքսոն III-ի ծավալը, V_1 -ը՝ որոշման համար վերցրած քանվածքի ծավալը:

2. Ca^{2+} -ի պարունակությունը որոշելիս 50 մլ ելային քանվածքը կաթոցիկով տեղափոխել տիտրման կոլբայի մեջ, ավելացնել 2,5 մլ 2 ն NaOH -ի կամ KOH -ի լուծույթ, այնուհետև 20-30 մգ ինդիկատոր մուրեքսիդ և դանդաղ տիտրել կոմպլեքսոնի 0,05 ն աշխատանքային լուծույթով, մինչև տեղի ունենա վարդագույնի վերածում չանհետացող, կայուն կապտամանուշակագույնի: Տիտրումը կրկնել 3 անգամ և վերցնել միջին արժեքը:

Հաշվարկը կատարել հետևյալ բանաձևով.

$$m(\text{Ca}^{2+}) = \frac{N \cdot V}{V_1} \cdot 1000 :$$

3. Mg^{2+} -ի քանակությունը որոշում են հետևյալ տարբերությամբ.

$$m(\text{Mg}^{2+}) = m(\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+}) - m(\text{Ca}^{2+}) :$$

ԳՐԱԿԱՆՈՒԹՅՈՒՆ

1. Բաբլյո Ա.Կ., Պյատնիցկի Ի.Վ. Քանակական անալիզ. - Եր., 1974. - 535 էջ:
2. Алексеев В.Н. Количественный анализ. - М.: 1972. - 455 с.
3. Цитович И.К. Курс аналитической химии. - М., 1985. - 263 с.
4. Логинов Н.Я. Аналитическая химия. - М., 1975. - 451 с.
5. Селезнев К.А. Аналитическая химия. - М., 1973. - 222 с.
6. Барсукова З.А. Аналитическая химия. - М., 1990. - 520 с.
7. Васильев В.П. Аналитическая химия. Часть 1. Гравиметрический и титриметрический методы анализа. - М.: Дрофа, 2005. - 366 с.
8. Васильев В.П., Морозова Р.П., Кочергина Л.А. Практикум по аналитической химии. - М.: Химия, 2000. - 328 с.
9. Золотова Ю.А. Основы аналитической химии. - М.: Высшая школа, 2004. - 503 с.

ԲՈՎԱՆԴԱԿՈՒԹՅՈՒՆ

Ներածություն	3
Սարքեր և ռեակտիվներ	3
Քանակական վերլուծություն	4
Կշռային վերլուծություն	4
Ծավալային վերլուծություն	6
Հաշվարկները ծավալային վերլուծությունում	6
Ծավալային վերլուծությունում կիրառվող լուծույթները	9
Ծավալային վերլուծության մեթոդների դասակարգումը	12
Թթվահիմնային (չեզոքացման) մեթոդ	12
Ինդիկատորների տեսություն	12
Ինդիկատորների գույնի անցման միջակայք	13
Տիտրման կորեր	15
<i>Լաբորատոր աշխատանք 1. քլորաջրածնական թթվի աշխատանքային լուծույթի պատրաստումը</i>	20
<i>Լաբորատոր աշխատանք 2. նատրիումի տետրաբորատի ստանդարտ լուծույթի պատրաստումը</i>	21
<i>Լաբորատոր աշխատանք 3. քլորաջրածնական թթվի աշխատանքային լուծույթի կոնցենտրացիայի կարգավորումը նատրիումի տետրաբորատի ստանդարտ լուծույթի միջոցով</i>	23
<i>Լաբորատոր աշխատանք 4. նատրիումի հիդրօքսիդի աշխատանքային լուծույթի պատրաստումը</i>	23
<i>Լաբորատոր աշխատանք 5. օքսալաթթվի ստանդարտ լուծույթի պատրաստումը</i>	23
<i>Լաբորատոր աշխատանք 6. նատրիումի հիդրօքսիդի աշխատանքային լուծույթի կոնցենտրացիայի կարգավորումը օքսալաթթվի ստանդարտ լուծույթով</i>	24
<i>Լաբորատոր աշխատանք 7. քլորաջրածնական թթվի աշխատանքային լուծույթի կոնցենտրացիայի կարգավորումը նատրիումի հիդրօքսիդի տիտրած լուծույթով</i>	25
<i>Լաբորատոր աշխատանք 8. ալկալիների և լուծելի կարբոնատների քանակության որոշումը խառնուրդում</i>	25
<i>Լաբորատոր աշխատանք 9. ջրի կոշտության որոշումը</i>	29
Օքսիդավերականգնման մեթոդ	31
Օքսիդավերականգնման մեթոդի ինդիկատորները	36

Պերմանգանատաչափություն	38
<i>Լաբորատոր աշխատանք 1.</i> կալիումի պերմանգանատի աշխատանքային լուծույթի պատրաստումը	40
<i>Լաբորատոր աշխատանք 2.</i> օքսալաթթվի ստանդարտ լուծույթի պատրաստումը	41
<i>Լաբորատոր աշխատանք 3.</i> կալիումի պերմանգանատի լուծույթի կոնցենտրացիայի կարգավորումը օքսալաթթվի ստանդարտ լուծույթի միջոցով	41
<i>Լաբորատոր աշխատանք 4.</i> երկաթի (II) զանգվածային բաժնի որոշումը Մորի աղում	42
Յոդաչափություն	45
Յոդաչափական մեթոդի որոշման պայմանները	46
<i>Լաբորատոր աշխատանք 1.</i> նատրիումի թիոսուլֆատի աշխատանքային լուծույթի պատրաստումը	48
<i>Լաբորատոր աշխատանք 2.</i> կալիումի երկբրոմատի ստանդարտ լուծույթի պատրաստումը	49
<i>Լաբորատոր աշխատանք 3.</i> նատրիումի թիոսուլֆատի լուծույթի կոնցենտրացիայի կարգավորումը կալիումի երկբրոմատի ստանդարտ լուծույթի միջոցով	49
<i>Լաբորատոր աշխատանք 4.</i> յոդի աշխատանքային լուծույթի պատրաստումը	51
<i>Լաբորատոր աշխատանք 5.</i> յոդի լուծույթի կոնցենտրացիայի որոշումը նատրիումի թիոսուլֆատի տիտրած լուծույթի միջոցով ...	52
<i>Լաբորատոր աշխատանք 6.</i> պղնձի քանակության որոշումը պղնձարջասպում	53
<i>Լաբորատոր աշխատանք 7.</i> ակտիվ քլորի որոշումը քլորակրում ...	55
<i>Լաբորատոր աշխատանք 8.</i> ասկորբինաթթվի (վիտամին C) որոշումը	56
<i>Լաբորատոր աշխատանք 9.</i> ամոնիակի որոշումը ամոնիումի աղերում	58
Կոմպլեքսոնաչափություն	61
Կոմպլեքսոնաչափական մեթոդի ինդիկատորները	63
Կոմպլեքսոնաչափության մեթոդները	65
<i>Լաբորատոր աշխատանք 1.</i> կոմպլեքսոն III-ի (տրիլոն-Բ) աշխատանքային լուծույթի պատրաստումը	67

<i>Լաբորատոր աշխատանք 2. մագնեզիումի սուլֆատի ստանդարտ լուծույթի պատրաստումը</i>	67
<i>Լաբորատոր աշխատանք 3. կոմպլեքսոն III-ի աշխատանքային լուծույթի կոնցենտրացիայի կարգավորումը մագնեզիումի սուլֆատի ստանդարտ լուծույթի միջոցով</i>	68
<i>Լաբորատոր աշխատանք 4. ջրի ընդհանուր կոշտության որոշումը</i>	69
<i>Լաբորատոր աշխատանք 5. կալցիումի և մագնեզիումի քանակության որոշումը կաթի, կաթնամթերքի մեջ</i>	70
<i>Լաբորատոր աշխատանք 6. կալցիումի և մագնեզիումի քանակության որոշումը հողի ջրային քանվածքում</i>	70
<i>Գրականություն</i>	73

Աղիկյան Լուսյա Եղիշի
Աղաբաբովա Վեներա Գեորգիի
Արզումանյան Գոհար Գեղամի

Անալիտիկ քիմիա

մաս 2. Քանակական վերլուծություն

Ուսումնական ձեռնարկ
ագրարային մասնագիտությունների ուսանողների համար
Երևան, 2016

Агикян Люся Егишевна
Агабабова Венера Георгиевна
Арзуманян Гоар Гегамовна

Аналитическая химия

Часть 2. Количественный анализ

Учебное пособие для студентов аграрных специальностей
Ереван, 2016

Ստորագրված է տպագրության 06.10.2016թ..
Թղթի չափսը 60x84 ¹/₁₆, 5,0 տպ. մամուլ, 4,0 հրատ. մամուլ
Պատվեր 268: Տպաքանակ 200:

ՀԱԱՀ-ի տպարան, Տերյան 74

