

ԵՐԵՎԱՆԻ ՊԵՏԱԿԱՆ
ՀԱՄԱԼՍՍԱՐԱՆ

ՈՌԲԵՐՏ ԱԳԱՄՅԱՆ
ԼՈՒՍԻՆԵ ԹԱԴԵՎՈՍՅԱՆ
ԱՐՄԵՆ ՄԱՐՏԻՐՅԱՆ

ԱՆՕՐԳԱՆԱԿԱՆ ՔԻՄԻԱՅԻ ԼԱԲՈՐԱՏՈՐ ԱՇԽԱՏԱՆՔՆԵՐ

Հատոր 1

ՈՉ ԱՆՑՈՒՄԱՅԻՆ ՏԱՐԲԵՐԻ ՔԻՄԻԱ

ԵՐԵՎԱՆԻ ՊԵՏԱԿԱՆ ՀԱՄԱԼՍԱՐԱՆ

Ռ. Խ. ԱԴԱՄՅԱՆ, Լ. Գ. ԹԱԴԵՎՈՍՅԱՆ,
Ա. Ի. ՄԱՐՏԻՐՅԱՆ

ԱՆՕՐԳԱՆԱԿԱՆ ՔԻՄԻԱՅԻ
ԼԱԲՈՐԱՏՈՐ ԱՇԽԱՏԱՆՔՆԵՐ
Երկու հատորով

Հատոր 1

ՈՉ ԱՆՑՈՒՄԱՅԻՆ ՏԱՐՐԵՐԻ ՔԻՄԻԱ

ԵՊՀ ՀՐԱՏԱՐԱԿՉՈՒԹՅՈՒՆ
ԵՐԵՎԱՆ
2025

ՀՏԴ 546(075.8)

ԳՄԴ 24.1գ73

Ա 192

*Հրատարակության է երաշխավորել
ԵՊՀ գիտական խորհուրդը:*

Խմբագիր՝ քիմ. գիտ. դոկտոր, պրոֆեսոր Տ. Վ. Ղուչիկյան

Ադամյան Ռ. Խ., Թադևոսյան Լ. Գ., Մարտիրոսյան Ա. Ի.

Ա 192 Անօրգանական քիմիայի լաբորատոր աշխատանքներ /

Ռ. Խ. Ադամյան (Գլուխ 6, 7, 8), Լ. Գ. Թադևոսյան (Գլուխ 1, 2),

Ա. Ի. Մարտիրոսյան (Գլուխ 3, 4, 5).- Եր.: ԵՊՀ հրատ., 2025. Ն. 1.:

Ոչ անցումային տարրերի քիմիա. - 332 էջ:

Առաջին անգամ ներկայացվում է «Անօրգանական քիմիայի լաբորատոր աշխատանքներ» դասագիրքը, որը համապատասխանում է ԵՊՀ քիմիայի ֆակուլտետում դասավանդվող «Անօրգանական քիմիա» առարկայի ուսումնական ծրագրին: Այն ընդգրկում է **ս-** և **ք-** տարրերի ու դրանց միացությունների քիմիան: Այստեղ ներկայացված են անօրգանական քիմիային վերաբերող բազմաթիվ փորձեր, նկարագրված են դրանց իրականացման պայմանները, տրված են անհրաժեշտ նյութերի բանաձևերը, համապատասխան ռեակցիաների հավասարումները, բացատրված են տեղի ունեցող երևույթները: Փորձերի համար ներկայացված են համապատասխան սարքավորումների նկարները, որոնք կհեշտացնեն փորձարարի աշխատանքը:

Դասագիրքը նախատեսված է քիմիայի, դեղագիտության, կենսաբանության և երկրաբանության ֆակուլտետների ուսանողների, դասախոսների և քիմիայով զբաղվողների համար:

ՀՏԴ 546(075.8)

ԳՄԴ 24.1գ73

ISBN 978-5-8084-2720-4

<https://doi.org/10.46991/YSUPH/9785808427204>

© ԵՊՀ հրատ., 2025

© Ադամյան Ռ. Խ., Թադևոսյան Լ. Գ., Մարտիրոսյան Ա. Ի., 2025

ԱՌԱՋԱԲԱՆ

«Անօրգանական քիմիայի լաբորատոր աշխատանքներ» դասագիրքը, որն ընդգրկում է **s-** և **p-** տարրերի ու դրանց միացությունների լաբորատոր փորձերը, գրված է ԵՊՀ քիմիայի ֆակուլտետի «Անօրգանական քիմիա» առարկայի ծրագրին համապատասխան:

Դասագիրքը նախատեսված է ԵՊՀ քիմիայի, կենսաբանության, աշխարհագրության և երկրաբանության ֆակուլտետների, Ֆարմացիայի ինստիտուտի ուսանողների համար, ինչպես նաև մյուս բուհերի այն ֆակուլտետների, որտեղ դասավանդվում է «Անօրգանական քիմիա» առարկան:

Դասագրքում բերված բոլոր փորձերը ստուգված և վերարտադրված աշխատանքներ են, որոնք ողեկցվում են բացատրություններով ու ռեակցիաների հավասարումներով, ինչպես նաև փորձերի ընթացքը մեկնաբանող նկարներով: Փորձերի մեծ մասը տրված են կիսամիկրոեղանակներով, ինչը կհեշտացնի ուսանողների կողմից դրանց յուրացումը:

Յուրաքանչյուր խմբի փորձերից առաջ դասագրքում տեղ են գտել տվյալ խմբի տարրերի որոշ հատկությունները բնութագրող աղյուսակներ, որոնք հնարավորություն կտան ուսանողներին ավելի խորը պատկերացում կազմելու տվյալ խմբին պատկանող տարրերի մասին:

Հեղինակները շնորհակալություն են հայտնում Երևանի պետական համալսարանի քիմիայի ֆակուլտետի «Անօրգանական և անալիտիկ քիմիայի» ամբիոնի աշխատակիցներին, մասնավորապես՝ ասիստենտ Գ. Շահինյանին դասագրքի ստեղծմանը օժանդակելու համար, դոցենտներ Գ. Պետրոսյանին, Գ. Սիմոնյանին արժեքավոր դիտողությունների համար, ԵՊՀ-ի քիմիայի ֆակուլտետի դեկան, պրոֆեսոր Տ. Ղոչիկյանին դասագիրքը խմբագրելու համար:

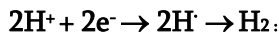
Լինելով նմանատիպ հայերեն առաջին դասագիրքը՝ այն, անշուշտ, գերծ չի լինի նաև թերություններից, հետևաբար հեղինակները սիրով և երախտագիտությամբ կընդունեն բոլոր մասնագիտական դիտողությունները, որոնք, իհարկե, կնպաստեն դասագրքի որակի էլ ավելի բարձրացմանը:

ԳԼՈՒԽ 1

ԶՐԱԾԻՆ, ԶՈՒՐ, ԶՐԱԾՆԻ ՊԵՐՕՔՍԻԴ

Զրածինը պարբերական համակարգի առաջին տարրն է: Ատոմային զանգվածը **1,0079** է, արժեքականությունը՝ **1**, օքսիդացման աստիճանը՝ **+1, 0, -1**: Ունի երեք իզոտոպ՝ **պրոտիում, դեյտերիում և տրիտիում: Թեթև ջրածինը (պրոտիում)** ունի երկու ձևափոխություններ՝ **օրթո և պարա ջրածիններ**: Էլեկտրոնային ուրվագիծը **1s¹**:

Զրածնի ստացման ընդհանուր եղանակը **ջրածին իոնի** վերականգնումն է թթուներից, հիմքերից և ջրից՝ ըստ հետևյալ հավասարման.



Սարքավորումներ և ազդանյութեր. Կիպի սարք՝ լիցքավորված ցինկով և ծծմբական թթվով (1:5), գազայրիչ, բյուրեղարար, էլեկտրոլիզի սարք (Հոֆմանի վոլտմետր), ջերմակայուն խողովակ, ջրածնի դիֆուզիայի սարք, ջրածնի այրման սարք, հախճապակե թաս, կլորահատակ անոթ (250 մլ), էռլեմեյերի անոթ (250 մլ), փորձանոթներ, աման լվանալու հեղուկ:

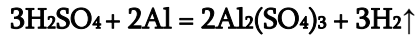
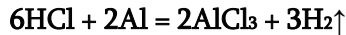
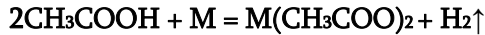
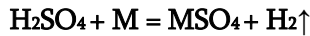
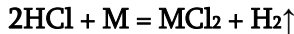
Նյութեր. մետաղական Zn, Fe, Mg, Al, յոդ, բարիումի պերօքսիդ, պղնձի (II) օքսիդ, MnO₂, կալիումի նիտրատ:

Լուծույթներ. աղաթթու (1:1), ծծմբական թթու (1:5), ֆոսֆորական թթվի 3 Ն-անոց լուծույթ, քացախաթթվի 30 %-անոց լուծույթ, NaOH կամ KOH-ի 20-30 %-անոց լուծույթ, կալցիումի հիդրօքսիդի կամ բարիումի հիդրօքսիդի հալեցած լուծույթ, ջրածնի պերօքսիդի 3 և 30 %-անոց լուծույթներ, ամոնիումի մետավանադատ կամ V₂O₅, կալիումի երկքրոմատի նոսր լուծույթ, կալիումի պերմանգանատի 0,004 Ն-անոց լուծույթ, արծաթի նիտրատի 0,004 Ն-անոց լուծույթ, նատրիումի սուլֆատի լուծույթ, երկէթիլ եթեր, տիտանիլ սուլֆատի լուծույթ, կալիումի յոդիդի լուծույթ, մրջնակեհիդ, կալիումի հեքսացիանոֆերատ, կալիումի հիդրօքսիդի լուծույթ, լյումինոլ, կապարի լուծելի աղի լուծույթ, նատրիումի կարբոնատի լուծույթ:

1.1. Զրածնի ստացումը տարբեր թթուների և ալկոլ մետաղների փոխազդեցությամբ. փորձերը կատարելու համար անհրաժեշտ են հետևյալ լուծույթները՝ **1:1 HCl, 1:5 H₂SO₄, 3 Ն-անոց H₃PO₄ և 30 %-անոց CH₃COOH:**

Մետաղները (**M = Zn, Fe, Mg, Mn, Cd, Al** և այլն) օգտագործվում են ձողիկի, հատիկի, թիթեղի, թերթիկի, ժապավենի, տաշեղի և խարտվածքի ձևով: Խորհուրդ չի տրվում օգտագործել մետաղի փոշի՝ ռեակցիայի շատ բուռն ընթացքը բացառելու նպատակով:

Տեղի են ունենում հետևյալ օքսիդավերականգնման ռեակցիաները.



Բոլոր բերված օքսիդավերականգնման ռեակցիաները հնարավոր են, քանի որ օքսիդացման-վերականգնման նորմալ պոտենցիալների տարբերությունը (օքսիդիչի պոտենցիալից հանած վերականգնիչի պոտենցիալը) ունի դրական արժեք:

Լաբորատորիայում սովորաբար **ջրածին** ստանում են **ցինկի հատիկների** և **ծծմբական թթվի** փոխազդեցությամբ: Ծծմբական թթվի փոխարինումը աղաթթվով ցանկալի չէ, քանի որ անջատված ջրածինն իր հետ տանում է աղաթթվի գոլորշիները, իսկ եթե ջրածինը մաքրվի հիմքով, ապա կարելի է օգտագործել նաև աղաթթու:

Երկու թթուների օգտագործման ժամանակ էլ ցինկի իոնների հիդրատացման պատճառով մետաղի շուրջ դրական իոններն արգելակում են H^+ իոնների ազդեցությունը ցինկի վրա, և ջրածնի անջատումը դանդաղում է:

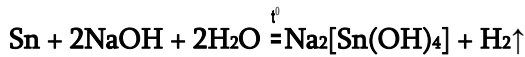
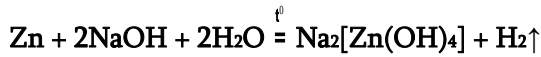
Ջրածնի անջատումը կարելի է արագացնել CuSO_4 -ի մի քանի միլիլիտր լուծույթ կամ մի քանի բյուրեղ ավելացնելով: Այդ դեպքում ցինկի մակերևույթին անջատված պղինձը ստեղծում է **Cu-Zn** գալվանական զույգ, որում ցինկը ծախսվող մետաղ է:

Եթե անհրաժեշտ է բերված եղանակով ստանալ քիչ ծավալով ջրածին, ապա կարելի է սինթեզը իրականացնել փորձանոթում, իսկ մեծ ծավալի դեպքում խորհուրդ է տրվում օգտվել Կիպի սարքից:

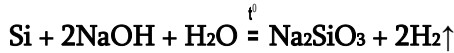
1.2. Ջրածնի ստացումը ալկալիների և մետաղների (Al, Zn, Sn) ու ոչ մետաղների (Si) փոխազդեցությամբ. անհրաժեշտ են **20-30 %-անոց NaOH**-ի (կամ **KOH**), **Ca(OH)₂**-ի (կամ **Ba(OH)₂**-ի) հազեցած լուծույթներ և հետևյալ մետաղները՝ **Al, Zn, Sn**՝ հատիկի, թիթեղի, տաշեղի ու թերթիկի ձևով:

Փորձերը կատարվում են տաքացման պայմաններում՝ **ալյումինի, ցինկի կամ անագի** փոքրիկ կտորը գցելով նախապես տաքացված **նատրիումի հիդրօքսիդի** լուծույթի մեջ: **Ջրածինն** անջատվում ըստ հետևյալ հավասարումների.





Սիլիցիումի և նատրիումի հիդրօքսիդի փոխազդեցության ժամանակ ստացվում է նատրիումի մետասիլիկատ.

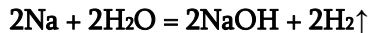


Ալյումինի կամ ցինկի փոխարեն կարելի է վերցնել, այսպես կոչված, Դևարդի համահալվածք (**50 % Cu, 45 % Al և 5 % Zn**), որը նույնիսկ սառը պայմաններում ջրից անջատում է ջրածին:

1.3. Ջրածնի ստացումը ջրից. այս եղանակով ջրածնի ստացումը իրականացվում է ակտիվ մետաղներով ջրից ջրածնի դրական իոնի վերականգնմամբ: Նշված եղանակով ջրածին ստանալու համար օգտագործում են մագնեզիում, ալկալիական և հողալկալիական մետաղներ:

ա) Քանի որ ալկալիական մետաղների հետ ռեակցիան ընթանում է շատ բուռն, ապա մետաղները պետք է վերցնել ցորենի հատիկի չափով:

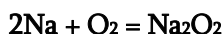
Նատրիումի միջոցով ջրածին ստացվում է ըստ հետևյալ փոխազդեցության.



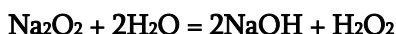
Նատրիումի տեսակարար զանգվածը փոքր է ($d=0,97 \text{ գ/սմ}^3$), այդ պատճառով այն ջրի վրա լողում է:

Փորձը կատարելուց առաջ Պետրիի թասը լավ լվանալ նոսր **NaOH**-ով, որպեսզի թասի պատերը լավ թրջվեն ջրով, հակառակ դեպքում **նատրիումը**, կպչելով թասի պատերին, կարող է այն ջարդել: **Նատրիումի** փոքրիկ կտորը չորացնել ֆիլտրի թղթով, դանակով մաքրել մակերևույթի պերօքսիդի շերտը (չմաքրելու դեպքում ջրի հետ շփվելիս կարող է պայթել) և գցել ջրով լցված Պետրիի թասի մեջ: **Նատրիումի կտորը ջրի** մակերևույթին «վազվզելով» անհետանում է:

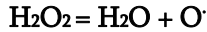
Փորձը կարելի է կատարել նաև այլ ձևով, որի ընթացքում ջրածին չի անջատվում: Ջրով լցված Պետրիի թասը ծածկել ֆիլտրի թղթով այնպես, որ այն շփվի ջրի հետ: **Նատրիումի կտորը** դնել ֆիլտրի թղթի վրա: Քանի որ **նատրիումի** շարժումը արգելակվում է, այն մակերևույթով փոխազդում է **օդի թթվածնի** հետ՝ առաջացնելով **պերօքսիդ**.



Վերջինս, փոխազդելով **ջրի** հետ, առաջացնում է ջրածնի պերօքսիդ.



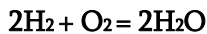
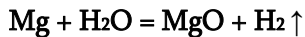
Քանի որ հիմքերը **ջրածնի պերօքսիդի** քայքայման համար **կատալիզատոր** են, ապա տեղի կունենա հետևյալ գործընթացը.



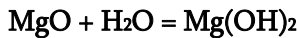
Անջատված **ատոմային թթվածինը** բռնկումով փոխազդվում է **նատրիումի** հետ:

Մագնեզիումի ամալգամը ջուրը քայքայում է սառը պայմաններում, իսկ **մետաղական մագնեզիումը** ջրի հետ ռեակցվում է տաքացման պայմաններում:

բ) 1 լիտր տարողությամբ կոնաձև անոթի մեջ (կոլբա) **1/3-ի** չափով լցնել **թորած ջուր** և եռացնել այնքան ժամանակ, մինչև մնա **2-3 սմ** բարձրությամբ ջուր: Հղկաթղթով լավ մաքրել **մագնեզիումի ժապավենը** և ապակե ձողի օգնությամբ պատրաստել ոլորք: Առանց տաքացումը դադարեցնելու՝ ունեցնելով բռնել **մագնեզիումի ոլորքը**, վառել և իջեցնել **ջրի գոլորշիների** մեջ: Գոլորշիներում **մագնեզիումը** շարունակում է այրվել, և հայտնվում են **ջրածնի** այրման դեղին լեզվակներ.

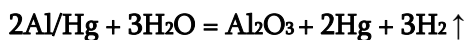
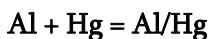
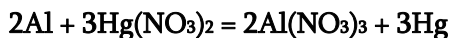


Այրումը դադարելուց հետո անոթի պարունակությանն ավելացնել **ֆենոլֆտալեին**: Առաջացած մորու գույնն ապացուցում է **հիմնային** միջավայրի առկայությունը.



գ) Ջրից հեշտությամբ **ջրածին** է անջատում **ալյումինի ամալգամը**: Ալյումինի մաքուր թիթեղը կամ լարը մի քիչ պահել **նատրիումի հիդրօքսիդի** տաք լուծույթում: Ջրով ողողել, այնուհետև մտցնել **սնդիկի նիտրատի** լուծույթի մեջ, պահել **3-4 վայրկյան**, հանել, նորից ջրով ողողել, այնուհետև չորացնել ֆիլտրի թղթով և մտցնել ջրով փորձանոթի մեջ: Անմիջապես նկատվում է **ջրածնի** անջատում:

Լինելով ակտիվ մետաղ՝ **ալյումինը սնդիկին** դուրս է մղում իր աղից, իսկ անջատված **սնդիկն ալյումինի** մակերևույթին առաջացնում է **ամալգամ**: Ստեղծվում է գալվանական զույգ, որտեղ **ալյումինը** ծախսվող մետաղ է.



1.4. Ջրածնի ստացումը ջրի էլեկտրոլիզով. շատ **մաքուր ջրածին** ստացվում է ջրի էլեկտրոլիզով, որի ընթացքում հաստատուն էլեկտրական հոսան-

քի ազդեցությամբ իոնները տեղաշարժվում են դեպի էլեկտրոդները, որտեղ դրանք լիցքաթափվում են՝ անոդի մոտ օքսիդանալով, իսկ կատոդի մոտ վերականգնվելով: Էլեկտրոդների մոտ իոնների լիցքաթափումը հնարավոր է միայն այն դեպքում, երբ էլեկտրոլիզատորի հպակի (վոլտաչափ) լարումը գերազանցում է էլեկտրոլիտի քայքայման պոտենցիալին:

25 °C ջերմաստիճան ունեցող **1 Ն-անոց** լուծույթում էլեկտրոլիտի քայքայման պոտենցիալը մոտավոր համապատասխանում է անիոնի և կատիոնի նորմալ էլեկտրոդային պոտենցիալների տարբերությանը: Եթե աղբյուրի պոտենցիալների տարբերությունը փոքր է էլեկտրոլիտի քայքայման պոտենցիալից, ապա էլեկտրոլիզը հնարավոր չէ:

Էլեկտրոլիզի ենթարկվող ջրային լուծույթում, բացի էլեկտրոլիտի իոններից, կան նաև H^+ և OH^- իոններ, որոնք էլեկտրական դաշտում տեղաշարժվում են այնպես, ինչպես էլեկտրոլիտի իոնները (ջրածնի իոնները շարժվում են դեպի կատոդ, իսկ հիդրօքսիլային իոնները՝ դեպի անոդ): Հետևաբար, կատոդի մոտ կարող են լիցքաթափվել էլեկտրոլիտի դրական իոններն ու ջրածնային իոնները, որոնք առաջանում են ջրի դիսոցման ժամանակ:

Որպեսզի պարզել, թե այդ իոններից որը կլիցքաթափվի, հարկավոր է իմանալ իոնների դիրքն էլեկտրաքիմիական լարվածության շարքում, դրանց կոնցենտրացիան, ինչպես նաև նյութը, որից պատրաստված են էլեկտրոդները:

Միևնույն պայմաններում դժվար լիցքաթափվում են լարվածության շարքի սկզբում գտնվող մետաղների իոնները, հեշտ՝ ազնիվ մետաղները: Իոններն ինչքան ձախ են գտնվում ջրածնից, այնքան դժվար են լիցքաթափվում, այդ պատճառով՝ եթե ակտիվ մետաղների իոնները (Na^+ , K^+ , Rb^+ և այլն) էլեկտրոլիտի դրական իոններ են, ապա կատոդի մոտ կլիցքաթափվեն ջրածնի իոնները՝ մոլեկուլային ջրածնի անջատումով: H^+ իոնների լիցքաթափման ժամանակ դրանց կոնցենտրացիան նվազում է, ինչը բերում է ջրի նոր մոլեկուլների դիսոցման, որի արդյունքում անոդում կկուտակվեն հիդրօքսիլային իոնները, և լուծույթը կդառնա հիմնային:

Ցինկի, երկաթի և նիկելի (որոնք լարվածության շարքում գտնվում են ջրածնից ձախ) աղերի ջրային լուծույթների էլեկտրոլիզի ժամանակ կարող են անջատվել համապատասխան **մետաղները**, այլ ոչ թե ջրածին: Դրան նպաստում են մետաղների իոնների կոնցենտրացիայի համեմատ ջրածին իոնների ցածր կոնցենտրացիան և էլեկտրոդներ պատրաստելու համար մետաղի ճիշտ ընտրությունը:

Էլեկտրոլիզի ժամանակ դեպի անոդ են ձգվում էլեկտրոլիտի բացասական իոններն ու հիդրօքսիլային իոնները: Եթե բացասական իոնները պարունակում են թթվածին, օրինակ՝ SO_4^{2-} , NO_3^- և այլն, ապա անոդում հեշտ լիցքաթափվում են հիդրօքսիլային իոնները, և անջատվում է գազային թթվածին:

Հիդրօքսիլային իոնների լիցքաթափման ժամանակ առաջանում են չեզոք OH խմբեր, որոնք անմիջապես փոխարկվում են ջրի մոլեկուլների և թթվածնի.

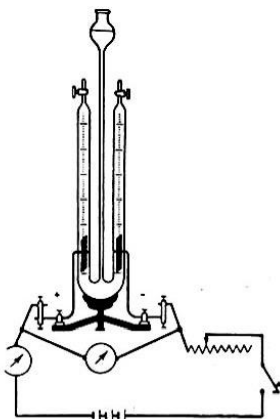


OH^- իոնների լիցքաթափման չափով դիտոցվում են ջրի նոր մոլեկուլներ, և, հետևաբար, կատոդում կուտակվում են ջրածնի իոններ:

Եթե բացասական իոնները թթվածին չեն պարունակում, օրինակ՝ Cl^- , Br^- , I^- , S^{2-} , ապա անոդի վրա լիցքաթափվում են իրենք, այլ ոչ թե լիցքը դժվար կորցնող հիդրօքսիլային իոնները:

Ջրածնի ստացումը ջրի էլեկտրոլիզով իրականացնելու համար **200 մլ նատրիումի սուլֆատի** լուծույթին ավելացնել **1 մլ մեթիլենային կարմիր** ու խառնել: Ստացված լուծույթը լցնել էլեկտրոլիզի սարքի ձագարի մեջ (նկ. 1.1.): Բացել բյուրեղներից մեկի ծորակը և մինչև ծորակը լցնել լուծույթով, նույնը կրկնել մյուս բյուրեղի համար:

Սարքը միացնել հաստատուն հոսանքի աղբյուրին, և էլեկտրոլիզի գործընթացն անմիջապես կսկսվի: Երբ բյուրեղի կեսը լցվի **ջրածնով**, հոսանքը անջատել: Ստացված **ջրածնի** ծավալը կլինի **թթվածնի** ծավալի մոտ կրկնակին: Ուշադրություն դարձնել էլեկտրոդներին մոտ գտնվող լուծույթի գույնին, այն անոդում կլինի դեղին, իսկ կատոդում՝ կարմիր: Թթվածնի առկայությունը ստուգել մարմրոդ մարիսով, իսկ ջրածինը այրել:



Նկ. 1.1. Ջրի էլեկտրոլիզի սարք

1.5. Ջրածնի մաքրումը. ջրածինն աղտոտող խառնուրդներն են ջրային գոլորշին, թթվածնի հետքերը, ծծմբի երկօքսիդը, աղաթթուն, ածխաթթու գազը, ֆոսֆորի, արսենի, անտիմոնի, ծծմբի և սելենի ջրածնային միացությունները:

Ավելի քիչ խառնուրդներ պարունակում է էլեկտրոլիզով ստացված ջրածինը, որը կարելի է օգտագործել առանց մաքրելու: Ջրածնում խոնավության առկայությունը դրա օգտագործման ժամանակ սովորաբար դժվարություններ չի առաջացնում, սակայն քլորիդների վերականգնման ժամանակ օգտագործվող ջրածինը չպետք է պարունակի խոնավություն կամ թթվածնի հետք, քանի որ այդ խառնուրդների առկայության ժամանակ քլորիդները կարող են փոխարկվել օքսիդների:

Սովորաբար ստացված ջրածինը մաքրելու համար այն անցկացնում են տարբեր նյութեր պարունակող լվացող շերտով և չորացնող աշտարակներով:

Ջրով լվացող շիշը կլանում է ջրում լուծվող խառնուրդները (HCl , SO_2 և այլն):

Հիմնային լուծույթներով լվացող շերտը կլանում են SO_2 , H_2S , H_2Se , HCl և SiH_4 , իսկ օքսիդիչներով լցվածները՝ վերականգնիչ հատկություններով այնպիսի նյութերը, ինչպիսիք են՝ H_2S -ը, AsH_3 -ը, PH_3 -ը և SbH_3 -ը: Օքսիդիչ հատկություններով լուծույթ կարելի է պատրաստել թորած ջրում **100 գ $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ և 50 գ խիտ ծծմբական թթու** լուծելով:

Չորացնող տարբեր պինդ նյութերով (CaCl_2 , P_2O_5 և այլն) լցված աշտարակները կլանում են ջրածնում եղած ջրի հետքերը:

1.6. Ջրածնի ֆիզիկական հատկությունները. ջրածինը անգույն, անհոտ և անհամ գազ է, այն չի նպաստում կյանքի գոյությանը: Օդի հետ համեմատած՝ ջրածնի խտությունը **0,0695 գ/սմ³** է: Օդից թեթև է **14,5** անգամ, այդ պատճառով այն միշտ հավաքում են շրջված անոթներից օդը դուրս մղելու եղանակով:

ա) Ջրածինը թեթև է օդից. կշեռքի վրա հավասարակշռել **0,5 լ-անոց** ռետինե խցանով անոթը: Այնուհետև անոթը լցնել **ջրածնով** և նորից դնել կշեռքի նժարին. այս անգամ անոթի կշիռը կլինի նախկինից ցածր: Այնուհետև, առանց կշեռքից վերցնելու, անոթի խցանը թեթև բացել. ջրածինը դուրս կգա անոթից, իսկ տեղը կլցվի օդ: Անոթը նորից կգա հավասարակշռության:

բ) Ջրածինն ամենաթեթև գազն է. փորձը կատարելու համար հարկավոր է ունենալ **ջրածնի** աղբյուր (Կիպի սարք), **10-15 մմ** լայնացված ծայրով ապակե խողովակ, հախճապակե թաս՝ լցված **օճառի խիտ լուծույթով**:

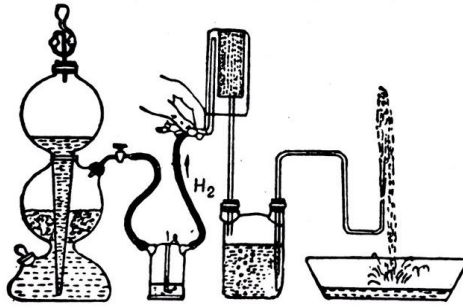
Օճառի լուծույթ պատրաստելու համար մանրացված օճառը լուծել քիչ քանակությամբ թորած ջրում և թափահարել սենյակային ջերմաստիճանում: Լուծույթը տեղափոխել թասի մեջ: Գազատար խողովակով ապակե խողովակը միացնել Կիպի սարքին, խողովակի ծայրին ամրացնել օճառի օղակ (**0,5 սմ** հաստությամբ): Դա արվում է, որպեսզի օճառի պղպջակը շփվի ոչ թե ապակու հետ, այլ օճառի: Այդ դեպքում այն կլինի ավելի կայուն: Փորձի համար օգտվել ջրածնի թույլ հոսքից: Ջրածինը, որով լցվում է օճառի պղպջակը, չպետք է պարունակի թթվի հետք, քանի որ այն քայքայում է օճառը, և ճկուն թաղանթ չի ստացվի: Թթվի հետքերը կարելի է վերացնել, եթե ջրածինն անցկացվի բամբակե փխրուն կծիկով ապակե խողովակով:

Խողովակի լայնացված ծայրը մտցնել օճառի լուծույթի մեջ: Երբ սկսեն առաջանալ օճառի պղպջակներ, խողովակը հանել լուծույթից: Պղպջակը խողովակի ծայրին ցանկալի չափի հասնելուց հետո խողովակը թեթև թափահարել և անջատել պղպջակը: Եթե ջրածնի վերամբարձ ուժը (առաջացման պատճառը ջրածնի մոլեկուլային զանգվածի զգալիորեն փոքր լինելն է օդի միջին մոլեկուլային զանգվածից) գերազանցի պղպջակի վրա ազդող ձգողության ուժին, ապա խողովակից անջատված պղպջակը կսկսի բարձրանալ վերև: Մեծ պղպջակները սովորաբար բարձրանում են վերև, իսկ փոքրերը՝ իջնում ներքև: Եթե ձեռքի ափի մեջ հավաքվեն ջրածնով լցված օճառե պղպջակներ և մոտեցվեն այրվող լուցկուն, ապա տեղի կունենա անվտանգ պայթյուն:

գ) Ջրածնի դիֆուզիան. փորձը ապացուցում է, որ ջրածնի դիֆուզիայի արագությունը ավելի մեծ է, քան օդի բաղադրության մեջ մտնող թթվածնինն ու ազոտինը:

Անհրաժեշտ է ունենալ ջրածնի աղբյուր, ծակոտկեն գլան, **2-3 լ** տարողությամբ ապակե զանգ կամ բաժակ, երկվիզ անոթ ու բյուրեղավազան: Որպես ջրածնի աղբյուր ծառայում է խիտ ծծմբական թթու պարունակող լվացող շշի հետ միացված Կիպի սարքը: Ծակոտկեն գլանը պատրաստվում է թույլ թրծված կավից՝ **10-15 սմ** բարձրությամբ և **6-8 սմ** տրամագծով:

Լավ չորացված ծակոտկեն գլանը փակել ռետինե կամ պարաֆինապատ խցանով, որի միջով անցնում է գլանի վզիկին միացվող ապակե խողովակ: Պարաֆինի փոխարեն կարելի է օգտագործել **PbO**-ի և գլիցերինի խառնուրդից պատրաստված մածուկ: **300-500 մլ** տարողությամբ երկվզիկ անոթը լցնել մեթիլ կապույտով (**ֆուքսինով** կամ **KMnO₄**-ով) ներկված ջուր: Անոթի երկրորդ վզիկի մեջ մտցնել արտաքին ծայրը ձգված ապակյա խողովակ (նկ. 1.2.).

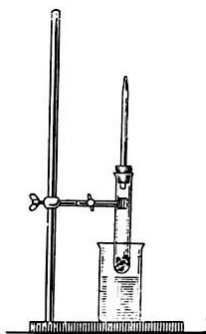


Նկ. 1.2. Ջրածնի դիֆուզիայի սարք

Քանի որ գլանի ներսում և դրանից դուրս ճնշումը միևնույնն է, օդը գլանի ծակոտիներով նույն արագությամբ անցնում է և՛ դեպի ներս, և՛ դեպի դուրս (դա հաստատվում է վզիկի անոթում և երկրորդ խողովակում հեղուկի նույն մակարդակով): Բավական է միայն զանգի (բաժակի) տակ մտցնել ջրածնի հոսքը, որ ծակոտկեն գլանի ներսում, թթվածնի և ազոտի համեմատ ջրածնի դիֆուզիայի արագության մեծ լինելու պատճառով, սկսի բարձրանալ գազային մուլեկուլների թիվը: Ջրածնի ներթափանցումը բացատրվում է նրա ավելի մեծ շարժունակությամբ: Ծակոտկեն գլանի և գլանը անոթին միացնող խողովակի ներսում աճում է գազային մուլեկուլների թիվը, հետևաբար մեծանում է նաև ճնշումը հեղուկի մակերևույթին, և այն սկսում է անոթից հեռանալ շատրվանի պես: Եթե հետո բարձրացվի ծակոտկեն գլանը ծածկող բաժակը, ապա կդիտվի հակառակ երևույթը:

Ծակոտկեն գլանի փոխարեն կարելի է օգտագործել հասարակ ձագար՝ մեջը դնելով կարմիր մոմով կամ PbO -ի գլիցերինի խառնուրդով պատված ծակոտկեն կավե շրջանակ:

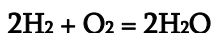
1.7. Ջրածնի քիմիական հատկությունները. ա) ջրածինն այրվում է: Հավաքել ջրածնի ստացման սարքը (նկ. 1.3.), որը կազմված է մոտ **20 մլ 2 Մ-անոց ծծմբական թթվով** լցված փոքր քիմիական բաժակից, հատակին անցքեր ունեցող **ցինկի** կտորներով փորձանոթից և գազատար խողովակից: Փորձանոթը ամրացնել կալանին այնպես, որ այն չդիպչի լուծույթին:



Նկ. 1.3. Ջրածնի ստացման և այրման սարք

Ջրածինը ստանալու համար փորձանոթը իջեցնել այնպես, որ **ցինկի** կտորները ընկղմվեն լուծույթի մեջ: Առանց անջատված **ջրածնի մաքրությունը** ստուգելու չի կարելի այրել այն, քանի որ բոցը կարող է անցնել սարքի մեջ, և տեղի կունենա պայթյուն: Մաքրությունը ստուգել հետևյալ կերպ. շրջված չոր փորձանոթը հազցնել գազատար խողովակին, հավաքել ջրածին և մատով փակված փորձանոթը մոտեցնել կրակի բոցին (կարելի է օգտագործել այրվող լուցկի): Մաքուր ջրածինը այրվում է հանգիստ, անձայն, եթե այն այրվում է սուլոցով կամ պայթյունով, ապա դա նշանակում է, որ դրանում կա օդի խառնուրդ (շառաչող գազ): Ջրածնում օդի առկայությունը նշան է այն բանի, որ սարքը հավաքված է ոչ հերմետիկորեն:

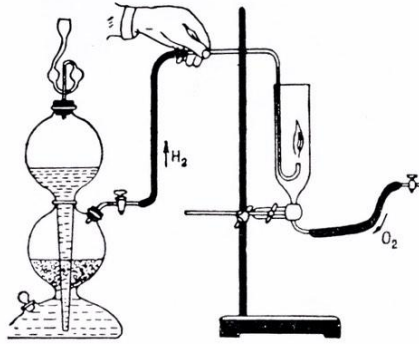
Ջրածնի մաքրությունը ստուգելուց հետո գազատար խողովակի ծայրից դուրս եկող ջրածինը այրել: Օդում այն այրվում է դալուկ (գունատ) բոցով: Բոցը ձագարով ծածկելիս ձագարի սառը պատերին կնկատվեն խտացած ջրի գոլորշիները.



Երկաթի բարակ լարի ծայրը մտցնել ջրածնի բոցի մեջ (երկաթի հալման ջերմաստիճանը՝ **1539 °C**). այն կհալվի:

Նույն սարքով կարելի է ստանալ ջրածին հիմքի և ալյումինի փոխազդեցությունից: Դրա համար ցինկի փոխարեն փորձանոթում տեղավորել ալյումինի մի քանի փոքր կտոր, իսկ բաժակը ծծմբական թթվի փոխարեն լցնել **15-20 մլ 30 %-անոց NaOH-ի** (կամ **KOH**) լուծույթ, թեթև տաքացնել և փորձը կատարել վերը նշված ձևով: Ստուգել ջրածնի մաքրությունը:

բ) Ջրածինը այրվում է, բայց չի նպաստում այրմանը: Համոզվելով, որ ջրածնի ստացման սարքից անջատվող ջրածինը մաքուր է, մեծ փորձանոթը լցնել **ջրածնով** և, պահելով այն գլխիվայր, մոտեցնել դրան վառվող **մոմ** (նկ. 1.4.): Փորձանոթի ծայրին ջրածինը կայրվի:



Նկ. 1.4. Ջրածինը չի նպաստում այրմանը

Եթե այրվող մոմը զգուշորեն մտցվի փորձանոթի մեջ, ապա այն կհանգչի: Մոմը հանելու ժամանակ այն փորձանոթի ծայրին նորից կվառվի: Եթե փորձանոթում ջրածնի փոխարեն լինի շառաչող գազ, ապա այն կպայթի:

1.8. Ջրածնի վերականգնիչ և օքսիդիչ հատկությունները. ազատ (մոլեկուլային) ջրածինը վերականգնիչ է: Գործնականորեն ջրածնով վերականգնվում են **օքսիդները, քլորիդները, սուլֆիդները, թթվածնային աղերը** և այլն:

Ջրածինը թթվածնի հանդեպ օժտված է մեծ խնամակցությամբ: Նրանց միջև տեղի ունեցող ռեակցիան ընթանում է մեծ քանակությամբ ջերմության անջատումով: Այդ պատճառով ջրածինը միանում է ոչ միայն ազատ, այլ նաև կապված թթվածնի հետ՝ պոկելով այն թթվածնավոր միացություններից:

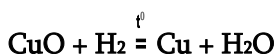
Նորմալ ճնշման և բարձր ջերմաստիճաններում ջրածինը վերականգնում է այն օքսիդները, որոնց առաջացման ջերմաստիճանը ցածր է ջրի առաջացման ջերմաստիճանից, օրինակ՝ պղնձի, երկաթի, կապարի, արծաթի, կոբալտի, նիկելի և այլն:

Օքսիդները, որոնք առաջանում են մեծ քանակությամբ ջերմության անջատումով, օրինակ՝ ալկալիական և հողալկալիական մետաղների, **Al-ի, Cr-ի, P-ի, B-ի, Mg-ի, Ti-ի, Zr-ի և Si-ի** օքսիդները, մոլեկուլային ջրածնով վերականգնվում են մեծ դժվարությամբ կամ ընդհանրապես չեն վերականգնվում:

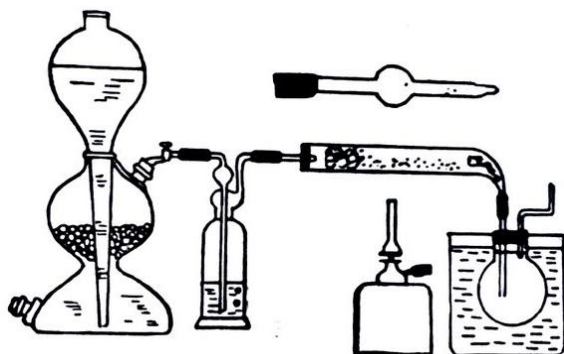
Օքսիդները, որոնց առաջացման ջերմությունը չի գերազանցում **35000 կկալ/գ**-համ., գործնականորեն **350-500 °C**-ում վերականգնվում են շատ հեշտությամբ, բացառություն են **CrO₃, MoO₃, MnO₂, WO₃** օքսիդները, որոնց վերականգնումը պահանջում է ավելի բարձր ջերմաստիճան:

ա) Պղնձի օքսիդի վերականգնումը. փորձի համար ավելի գերադասելի է օգտագործել **պղնձի օքսիդի լար**, իսկ դրա բացակայության դեպքում՝ **փոշի**:

Պղնձի օքսիդի վերականգնումը տաքացման ժամանակ տեղի է ունենում ըստ հետևյալ հավասարման.



Փորձի ժամանակ օգտագործվող **ջրածինը** խոնավագերծելու համար այն անցկացնել քրոմային խառնուրդ պարունակող Տիշչենկոյի շշով (կլանվում են և՛ խոնավությունը, և՛ հեշտ օքսիդացող գազերը) (նկ. 1.5.):



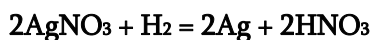
Նկ. 1.5. CuO -ի վերականգնումը ջրածնով

Լվացող շշից դուրս եկող ջրածինն անցնում է ծովածքում **պղնձի (II) օքսիդ** պարունակող ձգված ծայրով ջերմակայուն ապակե խողովակով, որը թեքությամբ ամրացված է կալանին: Խողովակի միջով թողնել **ջրածնի** հոսք մինչև հավաքված սարքից դուրս մղվի ամբողջ օդը (ստուգել շառաչող գազի բացակայությունը): Համոզվելով, որ **ջրածինը** մաքուր է խողովակի ծայրում, այն վառել, իսկ ծովածքը, որտեղ գտնվում է CuO -ն, տաքացնել մինչև մետաղական պղնձի անջատվելը: Դադարեցնել տաքացումը, բայց **ջրածնի** հոսքը անջատել միայն խողովակը սառելուց հետո:

Մոլեկուլային ջրածինը ջրային լուծույթներից ևս վերականգնում է մետաղները:

բ) Արծաթի նիտրատի վերականգնումը ջրածնով. Կիպի սարքին միացնել Տիշչենկոյի երկու լվացող շշեր, որոնցից մեկը պարունակում է **0,5 Ն-անոց կապարի նիտրատի** կամ **ացետատի** լուծույթ, մյուսը՝ **կալիումի պերմանգա-նատի հիմնային** լուծույթ: **Ջրածնի** մանրագնին մաքրումը կատարվում է այլ վերականգնիչների առկայությունը բացառելու համար, օրինակ՝ H_2S , AsH_3 և այլն: Երկրորդ լվացող շշին միացնել ծնկաձև խողովակ և մտցնել **0,04 Ն-անոց AgNO_3** -ի լուծույթ պարունակող անոթի մեջ: Լուծույթով ջրածնի հոսք

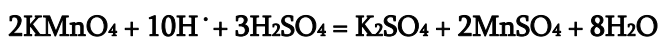
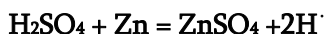
անցկացնելիս անոթում հայտնվում են սև փաթիլներ. անջատվում է մետաղական **արծաթ**.



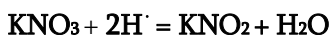
Ռեակցիայի արդյունքում լուծույթը դառնում է թթվային:

Ավելի ուժեղ վերականգնիչ հատկություններով օժտված է **ատոմային ջրածինը** (ջրածինը ծնվելու պահին), որն առաջանում է **մետաղի և թթվի կամ մետաղի և հիմքի** փոխազդեցությամբ:

գ) Ատոմային ջրածնի վերականգնիչ հատկությունները. երեք փորձանոթների մեջ լցնել **0,004 Ն-անոց** կալիումի պերմանգանատի լուծույթը և թթվեցնել նուր **(1:5) H_2SO_4 -ով**: Առաջին փորձանոթի լուծույթով Կիպի սարքից անցկացնել **ջրածնի հոսք**, իսկ երկրորդ և երրորդ փորձանոթների մեջ գցել **ցինկի** մեկ-երկու հատիկ: Երրորդ փորձանոթին ավելացնել քիչ քանակությամբ **կալիումի նիտրատ**: Հետևել փորձանոթներում ընթացող ռեակցիաների արագությանը: Առաջին փորձանոթում ռեակցիա տեղի չի ունենա, երկրորդ փորձանոթում ռեակցիան տեղի կունենա դանդաղ, իսկ երրորդում՝ բավականին արագ: Պատճառն այն է, որ բերված փորձերում հիմնական ռեակցիան՝ կալիումի պերմանգանատի վերականգնումը, ընթանում է ցինկի և ծծմբական թթվի փոխազդեցությունից ստացված **ատոմային ջրածնով**.



Երրորդ փորձանոթում ռեակցիան ավելի արագ է կատարվում երկու գուգահեռ ընթացող ռեակցիաների պատճառով: **Ատոմային ջրածինը** վերականգնում է KNO_3 -ին մինչև KNO_2 .



Առաջացած **կալիումի նիտրիտն** անմիջապես օքսիդանում է KMnO_4 -ով.



Կալիումի նիտրատը կատարում է կատալիզատորի դեր:

Փորձը կարելի է կատարել՝ **կալիումի պերմանգանատի** փոխարեն վերցնելով **կալիումի երկքրոմատ և երկաթի եռարժեք քլորիդ**:

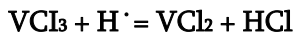
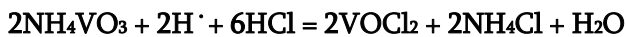
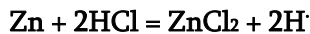
դ) Ամոնիումի մետալանադատի վերականգնումը. փորձը դասվում է քիմիական «քամելեոնների» շարքին:

Վերցնել **2-3 գ դեղնակարմիր ամոնիումի մետալանադատ**, ավելացնել **1-2 մլ խիտ աղաթթու** և խառնուրդի մեջ գցել **1-2 հատիկ ցինկ**: Լուծույթի գույնն աստիճանաբար փոխվում է: Սկզբում այն ձեռք է բերում **կապտաերկնագույն**

երանգ, որոշ ժամանակ հետո գույնը դառնում է **կանաչ**, այնուհետև՝ **մանուշակագույն**:

Նշված գունային փոխարկումներն **ամոնիումի մետավանադատի** աստիճանական վերականգնման արդյունք են: Սկզբում այն ջրային լուծույթում վերականգնվում է **VOCl₂**-ի, որը պարունակում է **կապույտ VO²⁺ կատիոն**, այնուհետև **վանադիլ քլորիդը** վերականգնվում է մինչև **կանաչ վանադիումի (III) քլորիդի**, և վերջապես վերջինս վերականգնվում է **մանուշակագույն VCl₂**-ի:

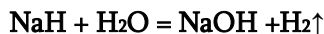
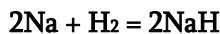
Տեղի են ունենում հետևյալ փոխազդեցությունները.



Ջրածինը ակտիվ մետաղների հետ փոխազդեցության ժամանակ ցուցաբերում է **օքսիդիչ** հատկություն, ինչը դրան այնքան էլ բնորոշ չէ:

1.9. Նատրիումի հիդրիդի ստացումը. մաքրված և չոր **նատրիումի 2-3 գ** տեղավորել դժվարահալ ապակյա խողովակում և տաքացնել **370-400 °C**-ում մաքրությունը ստուգված ջրածնի հոսքում:

Խողովակի սառը մասում կնստի նատրիումի հիդրիդի սպիտակ փոշի: Այն արագ լցնել ջուր պարունակող փորձանոթի մեջ և փակել գազատար խողովակ ունեցող խցանով: Ստուգել անջատված ջրածնի առկայությունն այրելով.



Ջուրը ջրածնի ամենակարևոր և բնության մեջ ամենատարածված միացությունն է: Այն բավականին ռեակցիոնունակ նյութ է, ինչը պայմանավորված է մոլեկուլի հետևյալ յուրահատկություններով:

1. Մեծ էլեկտրաբացասականությամբ տարրերի հետ ջրածնական կապ առաջացնելու հատկությամբ,

2. թթվածնի չկապակցող զույգ էլեկտրոնների հաշվին դոնորակցեպտորային կապ առաջացնելու հատկությամբ,

3. մոլեկուլի մեծ բևեռայնությամբ,

4. թեև քիչ, բայց և այնպես մոլեկուլի դիսոցմամբ:

Ջուրը մասնակցում է քիմիական տարբեր ռեակցիաների: Ջրի օքսիդիչ հատկությունները բերված են ջրածնի ստացման բաժնում, իսկ վերականգնիչ հատկությունները կքննարկվեն առանձին տարրերի բաժիններում:

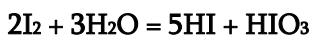
1.10. Ալյումինի յոդիդի ստացումը. ալյումինի փոշու (0,3 գ) և լավ մանրացված յոդի (4,5 գ) խառնուրդը լցնել հախճապակե թասի մեջ: Այդ վիճակում խառնուրդը կարող է մնալ երկար ժամանակ (չհաշված քիչ չափով յոդի ցնդումը): Փորձը կատարել քարշիչ պահարանում:

Խառնուրդի վրա կաթեցնել 1-2 կաթիլ տաք ջուր: Սկզբում թասի վրա հայտնվում է **մանուշակագույն** ծուխ, այնուհետև խառնուրդը շիկանում է և այրվում գեղեցիկ բոցով՝ արձակելով մուգ քուլաներով ծուխ (նկ. 1.6.):

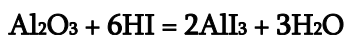


Նկ. 1.6. AlI_3 -ի ստացումը

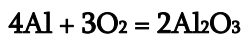
Ջուրը մասամբ փոխազդում է յոդի հետ.



Ինչպես հայտնի է, մետաղական ալյումինը միշտ պատված է օքսիդի բարակ թաղանթով, որի հետ փոխազդում է առաջացած յոդաջրածնական թթուն (HI -ը հանքային ուժեղ թթուներից է).



փոխազդեցության հետևանքով ալյումինի մակերևույթի Al_2O_3 -ի թաղանթը տեղ-տեղ քայքայվում է, որը հնարավորություն է տալիս նրան փոխազդելու օդի թթվածնի հետ.

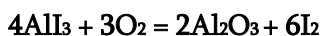


Փոխազդեցությունը տեղի է ունենում սենյակային ջերմաստիճանում ջերմության անջատումով: Անջատված ջերմության հաշվին I_2 -ը սկսում է փոխազդել Al -ի հետ.

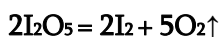


Այս փոխազդեցությունը նույնպես ուղեկցվում է ջերմության անջատումով, ինչի հետևանքով տեղի է ունենում ռեակցիոն խառնուրդի շիկացում, և օքսիդային շերտը մետաղի վրա ճաքճքում է: Ստեղծվում են պայմաններ գործընթացի հետագա տարածման համար, որը նորից անջատում է մեծ քանակ-

կության ջերմություն: Վերջինիս պատճառով ստացված AlI_3 -ը անցնում է գազային վիճակի և փոխազդում օդի թթվածնի հետ.



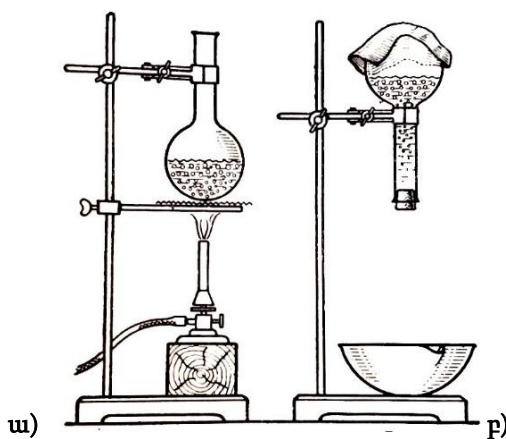
Յոդի առաջացման աղբյուր կարող է լինել նաև յոդական թթուն, որը վերը նշված փոխազդեցությունների պատճառով անջատված ջերմության հաշվին քայքայվում է.



Անջատված յոդը ցնդում է առատ ծխի ձևով:

Նույն փորձը կարելի է կատարել՝ համարժեք քանակություններով վերցված ցինկի և մագնեզիումի փոշիները յոդի հետ փոխազդելով:

1.11. Ջրի եռալը ցածր ճնշման տակ. ամրակալին ամրացված կլորահատակ անոթի մեջ կիսով չափ լցնել **թորած ջուր** (նկ. 1.7. ա) և եռացնել **20-30 րոպե**: Ջրի գոլորշիները գրեթե ամբողջությամբ դուրս են մղում օդն անոթից: Տաքացումը դադարեցնել, անոթն արագ փակել խցանով, ապա այն շրջել գլխիվայր և տակը դնել հախճապակե թաս. երբ դադարեցված եռը նորից վերականգնվի, անոթի հատակը սառեցնել թաց թաշկինակով (կարելի է թաշկինակի մեջ սառույց դնել): Ջրի եռալը աստիճանաբար կուծեղանա՝ դառնալով բուռն (նկ. 1.7.բ):



Նկ. 1.7. Ջրի եռալը ցածր ճնշման տակ

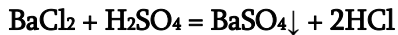
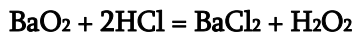
Անոթի վերևի մասի սառեցման ժամանակ ջրի բուռն եռալը պայմանավորված է նրանով, որ հեղուկի վրա գոլորշին, շփվելով անոթի սառը պատերին, խտանում է: Արդյունքում, անոթում ճնշումն ընկնելով, դառնում է ավելի ցածր, քան այն ճնշումը, որը համապատասխանում է եռացող ջրին:

Տաքացրած ջրի մի մասը փոխարկվում է գոլորշու՝ առաջացնելով հեղուկի ամբողջ ծավալով պղպջակ:

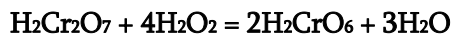
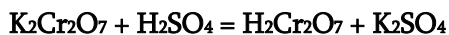
Ջրածնի պերօքսիդը ջրածնի և թթվածնի կարևորագույն միացություններից է:

Ազատ վիճակում ջրածնի պերօքսիդը հանդիպում է մթնոլորտի ներքին շերտերում՝ մթնոլորտային տեղումներում (ամպրոպների ժամանակ **60 կգ ջրում՝ 11 մգ**), ինչպես նաև, որպես արգասիք, առաջանում է օրգանական և անօրգանական նյութերի դանդաղ օքսիդացման ժամանակ:

1.12. Ջրածնի պերօքսիդի ստացումը բարիումի պերօքսիդից. բաժակի մեջ լցնել նոսր աղաթթու և դնել սառցաջրով բյուրեղավազանում, թողնել սառնի, այնուհետև, անընդհատ խառնելով, ավելացնել բարիումի պերօքսիդի կախույթ, որը ստացվում է **1,5 գ BaO₂-ը 3 մլ** սառցաջրում լուծելով: Կախույթը բարիումի պերօքսիդի հիդրատ է՝ **BaO₂ · 8H₂O**: Ռեակցիայի ավարտից հետո կաթիլներով ավելացնել ծծմբական թթու, ապա առաջացած նստվածքը ֆիլտրել: Կստացվի ջրածնի պերօքսիդի մաքուր լուծույթ: Տեղի են ունենում հետևյալ ռեակցիաները.



Ջրածնի պերօքսիդի առկայությունը ստուգելու համար վերցնել փորձարկվող լուծույթից **2 մլ**, լցնել փորձանոթի մեջ, ավելացնել **ծծմբական թթվով** թթվեցրած **կալիումի երկքրոմատի (կամ քրոմատի)** լուծույթ և **1-2 մլ երկէթիլէթեր**: Ջրածնի պերօքսիդի առկայության դեպքում ստացվում է **վառ կապույտ գույնի երկպերօքսքրոմական թթու**.



Երկպերօքսքրոմական թթուն սենյակային ջերմաստիճանում անկայուն է և արագ քայքայվում է, իսկ եթերային միջավայրում բավականին կայուն է:

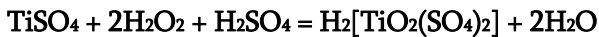
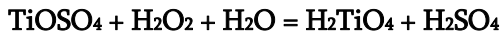
Աղաթթուն ծծմբական թթվով փոխարինելիս **BaSO₄-ը** անմիջապես նստում է **BaO₂-ի** մակերևույթին՝ իջեցնելով ռեակցիայի արագությունը և **H₂O₂-ի** ելքը:

Խորհուրդ չի տրվում ջրածնի պերօքսիդ ստանալ ալկալիական մետաղների պերօքսիդների և թթուների փոխազդեցությունով, քանի որ ստացված **H₂O₂-ը** հնարավոր չէ բաժանել առաջացած լուծելի աղերի լուծույթներից: Ջրածնի պերօքսիդ չի ստացվի նաև ալկալիական մետաղների պերօքսիդների և ջրի փոխազդեցությունից, քանի որ այդ դեպքում **H₂O₂-ը** առաջանում է

որպես միջանկյալ արգասիք և քայքայվում ջրածնի պերօքսիդի քայքայման համար կատալիզատոր հանդիսացող հիմքերի ազդեցությամբ:

1.13. Ջրածնի պերօքսիդը՝ որպես ջրածնի այրման արգասիք. ջրածնի այրման ժամանակ մասամբ ստացվում է նաև ջրածնի պերօքսիդ, որը ամբողջովին քայքայվում է բոցի բարձր ջերմաստիճանում, սակայն արագ սառեցման ժամանակ մասամբ պահպանվում է, և կարելի է հայտնաբերել:

Փոքր բյուրեղավազանի հատակին լցնել մի քանի միլիլիտր TiOSO_4 -ի լուծույթ: Բյուրեղավազանում դնել սառույցի կտոր: Սուր ծայրով ապակե գազատար խողովակը միացնել ջրածնի աղբյուրին (Կիպի սարք): Բաց թողնել **ջրածնի** ուժեղ հոսք (օդի արտամղման համար), այնուհետև, ստուգելով **ջրածնի** մաքրությունը, հոսքը դանդաղեցնել, **ջրածինն** այրել ու դանդաղ բոցը շարժել սառույցի մակերևույթով: Երբ սառույցի հալումից առաջանա բավականին քանակությամբ ջուր, կերևա, որ այն դեղնավուն է դառնում, որը բացատրվում է **պերօքսներկսուլֆոտիտանական թթվի** առաջացումով.

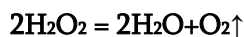


Զուգահեռաբար կարելի է ցույց տալ, որ սառույցի սովորական հալումից առաջացած ջուրը չի փոխազդվում տիտանիլ սուլֆատի հետ:

Տիտանիլ սուլֆատի լուծույթ հեշտությամբ կարելի է ստանալ TiO_2 -ից: Այդ նպատակով հախճապակե թասի կամ հալքանոթի մեջ լցնել **1 գ TiO_2** և ավելացնել կրկնակի քանակությամբ **խիտ ծծմբական թթու**: Քարշիչ պահարանի տակ խառնուրդը զգուշությամբ տաքացնել մինչև **սպիտակ ծուխ** առաջանա: Թողնել խառնուրդը սառի, որից հետո սպիտակ զանգվածը քիչ-քիչ լցնել **250 մլ** սառը ջրի մեջ:

Սովորական պայմաններում **ջրածնի պերօքսիդը** ջրում և սպիրտում ցանկացած հարաբերությամբ լուծվող, անհոտ, անգույն, տհաճ մետաղական համով, իսկ բարձր խտության դեպքում ($\rho=1,5 \text{ գ/սմ}^3$)՝ մրգահյութի նման հեղուկ է: Հաստ շերտում այն ունի կապույտ գույն: Վաճառքում ջրածնի պերօքսիդը հանդիպում է **3 և 30 %-անոց** լուծույթների (թորած ջրում) ձևով: Վերջինս հայտնի է **«պերհիդրոլ»** անվանումով:

Ավելի կայուն են ջրածնի պերօքսիդի նոսր լուծույթները, իսկ խիտ լուծույթները քայքայվում են պայթյունով.



Ջրածնի պերօքսիդի քայքայմանը օժանդակում են ջերմությունը, լույսը և որոշ անօրգանական ու օրգանական նյութեր: Լույսի ազդեցությամբ քայքայումը կանխելու համար այն պահվում է մթության մեջ, սառը պայմաններում:

Անօրգանական նյութերից ջրածնի պերօքսիդը քայքայում են օքսիդները (MnO_2 , Fe_2O_3 և Cr_2O_3), հիմքերը (NaOH , KOH , $\text{Ba}(\text{OH})_2$ և այլն), Cu^{2+} , Co^{3+} , Pb^{2+} , Mn^{2+} և այլ իոնների հիդրատացված աղերը, լավ մանրացված մետաղները, հատկապես կոլոիդային վիճակում (Au , Ag , Pt) և սիլիցիումի միացությունները, այդ թվում՝ նաև ապակու բաղադրության մեջ մտնողները:

Օրգանական նյութերից ջրածնի պերօքսիդը քայքայում է արյունը (շնորհիվ բաղադրության մեջ մտնող կատալազա ֆերմենտի):

Ջրածնի պերօքսիդի կայունացման համար օգտագործվում է քիչ քանակությամբ նատրիումի պիրոֆոսֆատ կամ ֆոսֆորական թթու:

1.14. Ջրածնի պերօքսիդի ջերմային քայքայումը. փորձանոթի մեջ լցնել 1-2 մլ ջրածնի պերօքսիդի լուծույթ ու տաքացնել: Անջատվող թթվածնի առկայությունը ստուգել մարմրոդ մարխով:

1.15. Ջրածնի պերօքսիդի կատալիտիկ քայքայումը հիմնային միջավայրում. մթության մեջ լուսարձակող ջուր ստանալու համար պատրաստել չորս լուծույթ.

1. Թորած ջրում լուծել 1 գ պիրոզալոլ ($\text{C}_6\text{H}_3(\text{OH})_3$),
2. 5 գ թորած ջրում լուծել 5 գ K_2CO_3 ,
3. Վերցնել 35-40 %-անոց ֆորմալդեհիդի (CH_2O) լուծույթ,
4. Վերցնել 15 մլ 30 %-անոց H_2O_2 -ի լուծույթ:

Առաջին երեք լուծույթները բաժակում խառնել իրար: Ջրածնի պերօքսիդը անընդհատ խառնելով լցնել բաժակի մեջ: Լուծույթը, կարծես թե, սկսում է եռալ, փրփրում և լուսարձակում է դեղնաանարնջագույն լույս:

Առանց նկատելի ջերմության անջատումով, բայց լուսարձակումով ընթացող քիմիական ռեակցիաները անվանում են քիմյումինեսցենստոդ:

Բերված փորձում դրա պատճառը հիմնային միջավայրում ջրածնի պերօքսիդով պիրոզալոլի օքսիդացումն է.



պիրոզալոլ

պուրպուրոզալին

Օքսիդացման ժամանակ անջատված էներգիան գրեթե ամբողջովին փոխարկվում է լուսայինի, թեև նրա ոչ մեծ քանակությունը անջատվում է ջերմության ձևով՝ տաքացնելով բաժակի պարունակությունը և բերելով ալդեհիդի գոլորշիացման (սուր հոտ):

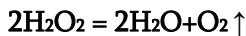
Պիրոզալոլի փոխարեն կարելի է օգտագործել հիդրոլիսինոն, ռեզորցին կամ լուսանկարչական հայտածիչ:

Ռեակցիան բերված է ջրածնի պերօքսիդով, բայց իրականում օքսիդիչ է հիմքի ազդեցությամբ (պոտաշի հիդրօլիզ) ջրածնի պերօքսիդի կատալիտիկ քայքայումից ստացված **ստոմային թթվածինը**:

1.16. Փրփուր ջրածնի պերօքսիդից. 300 մլ-անոց կոնաձև սրվակի մեջ լցնել քիչ քանակությամբ ցանկացած լվացող հեղուկ: **3-4 գ պղնձի սուլֆատը** բաժակի մեջ լուծել **ամոնիակի** խիտ լուծույթում՝ **ամոնիակաջուրն** ավելացնելով այնքան, մինչև սուլֆատը լրիվ լուծվի. կստացվի **պղնձի ամփակատ**.

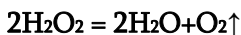
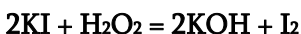


Ստացված լուծույթը լցնել կոնաձև սրվակի մեջ և ավելացնել **5-10 մլ 30 %-անոց ջրածնի պերօքսիդ**: Տեղի կունենա գազի ուժեղ անջատում, և սրվակից կժայթքի փրփուրի շիթ: Փրփուրից կբարձրանա գոլորշի, որը պայմանավորված է ջրածնի պերօքսիդի քայքայման ժամանակ անջատված մեծ քանակի թթվածնով.



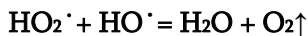
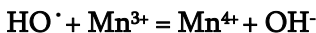
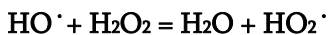
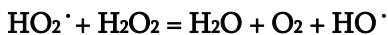
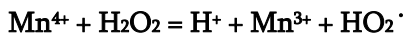
Պղնձի ամփակատի փոխարեն կարելի է վերցնել **կալիումի յոդիդի** լուծույթ և փորձը կատարել նույն հաջորդականությամբ:

Ջրածնի պերօքսիդը օքսիդացնում է յոդիդը, իսկ արդյունքում ստացված հիմքի ազդեցությամբ ջրածնի պերօքսիդը քայքայվում է.

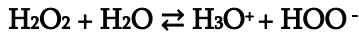


1.17. Ջրածնի պերօքսիդի կատալիտիկ քայքայումը MnO_2 -ի ազդեցությամբ. մեծ փորձանոթի մեջ 1/5 ծավալի չափով լցնել **3 %-անոց ջրածնի պերօքսիդ** և ավելացնել քիչ քանակությամբ **MnO_2** : Անջատվող գազի առկայությունը ստուգել մարմրող մարիտով. մարիը կվառվի: Ռեակցիան ավելի ինտենսիվ է ընթանում **30 %-անոց H_2O_2 -ով**:

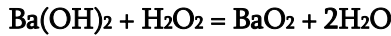
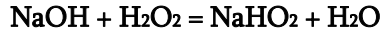
MnO_2 -ի կատալիտիկ ազդեցությունը բացատրվում է ռադիկալային մեխանիզմով: **MnO_2 -ի** և **H_2O_2 -փոխազդեցությունը** տեղի է ունենում **MnO_2 -ի** մակերևույթին.



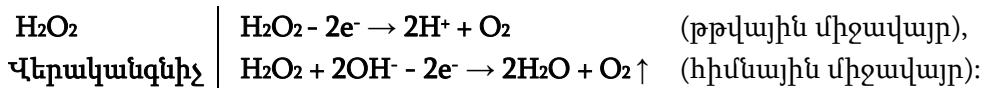
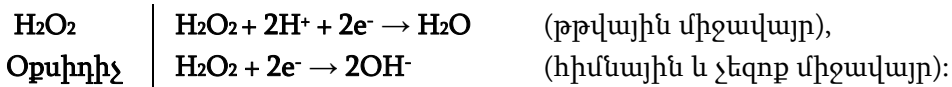
Ջրային լուծույթներում **ջրածնի պերօքսիդը** ցուցաբերում է թույլ թթվային հատկություններ ($K = 1,78 \cdot 10^{-12}$).



և դրան համապատասխան՝ առաջացնում երկու տեսակի աղեր՝ հիդրոպերօքսի և պերօքսի.



Իր բաղադրությունում ունենալով միջանկյալ օքսիդացման աստիճանով **թթվածնի** ատոմ՝ **ջրածնի պերօքսիդը** կարող է ցուցաբերել և՛ օքսիդիչ, և՛ վերականգնիչ հատկություններ:

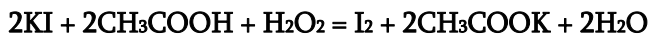


Երբեմն միջավայրի pH-ի չնչին փոփոխությունը բերում է ջրածնի պերօքսիդի օքսիդավերականգնման գործառույթի արմատական փոփոխության, օրինակ՝



Ուժեղ վերականգնիչների առկայությամբ ջրածնի պերօքսիդը ցուցաբերում է օքսիդիչ հատկություն:

1.18. Ջրածնի պերօքսիդով կալիումի յոդիդի օքսիդացումը. փորձանոթի մեջ լցնել մի քանի կաթիլ **կալիումի յոդիդի** լուծույթ, թթվեցնել **քացախաթթվով** և ավելացնել մի քանի մլ 3 %-անոց **H₂O₂**: Անջատվող **յոդից** լուծույթն անմիջապես դառնում է **դեղնադարչնագույն**.



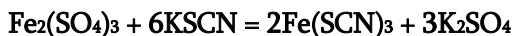
Ստացված լուծույթը բաժանել երկու մասի: Մեկին ավելացնել **բենզոլ**, փակել փորձանոթը, թափահարել. **յոդը** ջրային շերտից անցնում է բենզոլային շերտ՝ գունավորելով այն **մանուշակագույն**:

Երկրորդ փորձանոթին ավելացնել **օսլայի շոռ**. լուծույթը ձեռք կբերի **վառ կապույտ** գույն:

1.19. Երկաթի (II) սուլֆատի օքսիդացումը ջրածնի պերօքսիդով. փորձանոթում լցնել 2-5 մլ **երկաթի (II) սուլֆատի** լուծույթ, թթվեցնել նոսր **ծմբական թթվով** և ավելացնել 3-5 մլ **ջրածնի պերօքսիդ**, խառնել ձողիկով: Լուծույթը դառնում է **դեղին**.



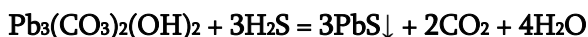
Եռարժեք երկաթի առկայությունը կարելի է ստուգել **ռոդանիդ իոնով**: Առաջանում է **երկաթի (III) ռոդանիդ**՝ գունավորելով լուծույթը **վառ արնակարմիր**.



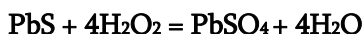
1.20. Կապարի սուլֆիդի օքսիդացումը ջրածնի պերօքսիդով. կապարի լուծելի աղի **5-10 մլ** լուծույթին ավելացնել **նատրիումի կարբոնատի** լուծույթ: Կնստի **կապարային սպիտակի** հիմնական բաղադրիչը՝ **սպիտակ կապարի հիդրոկարբոնատը**.



Ստացված **սպիտակ նստվածքին** ավելացնել **ծծմբաջրածին** կամ որևէ լուծելի **սուլֆիդ**. կնստի **կապարի սև սուլֆիդ**.



Կապարի սուլֆիդի նստվածքն անջատել պարզվածքագտումով, մի քանի անգամ լվանալ թորած ջրով և ավելացնել **10 %-անոց ջրածնի պերօքսիդ**: Սև նստվածքը աստիճանաբար կփոխարկվի **սպիտակ կապարի սուլֆատի**.

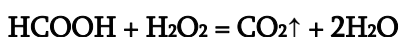
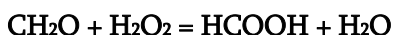
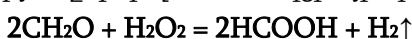


Փորձը կիրառվում է **ջրածնի պերօքսիդի** միջոցով **կապարային սպիտակով** ներկված նկարների վերականգնման ժամանակ:

Բերված փորձերը ապացուցում են, որ երբ **ջրածնի պերօքսիդը օքսիդիչ է**, ապա վերականգնման արգասիքը ջուրն է: Սակայն կա մի յուրահատուկ փորձ, որի ժամանակ **ջրածնի պերօքսիդի** վերականգնման արգասիքը **ջրածինն է**:

1.21. Մրջնալեռների օքսիդացումը ջրածնի պերօքսիդով. կալանին ամրացնել **500 մլ** տարողությամբ կլորահատակ անոթ և լցնել **25-30 մլ մրջնալեռների** և **15-20 մլ** (ոչ ավելին) **30 %-անոց ջրածնի պերօքսիդ** և անմիջապես բերանը փակել զազատար խողովակ ունեցող խցանով: Անոթը զգուշորեն թույլ տաքացնել: Ռեակցիան սկսելուն պես տաքացումը դանդաղեցնել: Ինտենսիվ ռեակցիայի արդյունքում հեղուկը եռում է ու փրփրում: Իսկ անջատված **ջրածինը** կարելի է հավաքել և այրել անոթի օդը դուրս մղելուց հետո:

Զուգահեռաբար տեղի են ունենում հետևյալ փոխարկումները, ընդ որում՝ դրանց միջև հարաբերությունը կախված է ռեակցիայի պայմաններից.



Ուժեղ օքսիդիչների առկայությամբ **ջրածնի պերօքսիդը** ինչպես թթվային, այնպես էլ հիմնային միջավայրում ցուցաբերում է վերականգնիչ հատկություն:

1.22. Կալիումի պերմանգանատի վերականգնումը ջրածնի պերօքսիդով. փորձանոթի մեջ լցնել **կալիումի պերմանգանատի** լուծույթ, թթվեցնել **նոսր ծծմբական թթվի** լուծույթով: Ապակե ձողով խառնելով և ավելացնել **ջրածնի պերօքսիդի** լուծույթ: Լուծույթի մուգ վարդագույնն անհետանում է՝ միաժամանակ անջատելով **թթվածին**.



1.23. Կալիումի երկքրոմատի վերականգնումը ջրածնի պերօքսիդով. փորձանոթում վերցնել **կալիումի երկքրոմատի** նոսր լուծույթ, թթվեցնել **նոսր ծծմբական թթվով** և ավելացնել H_2O_2 -ի լուծույթ: Ստացվում է **կալիումի պերօքսոքրոմատ**, որի արդյունքում լուծույթի նարնջագույնը վերածվում է **կապույտի**.



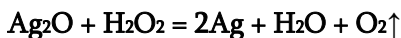
Պերօքսոքրոմատներն անկայուն են. ջրային լուծույթում նորից առաջացնում են երկքրոմատներ և ջրածնի պերօքսիդ (կապույտ գույնի անհետացում): Ջրածնի պերօքսիդի հետագա ավելացումն արագացնում է պերօքսոքրոմատի քայքայումը՝ վերականգնելով այն **կանաչ Cr^{3+} -ի**.



1.24. Արծաթի նիտրատի (արծաթի օքսիդի) վերականգնումը ջրածնի պերօքսիդով. փորձանոթում վերցնել **2-3 մլ արծաթի նիտրատի** նոսր լուծույթ և ավելացնել **2-3 մլ NaOH -ի** նոսր լուծույթ: Կնստի **մուգ դարչնագույն արծաթի օքսիդ**.

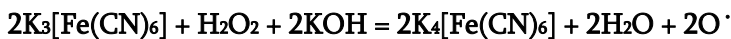


Նստվածքին ավելացնել ջրածնի պերօքսիդ: **Արծաթի օքսիդը** կվերականգնվի՝ անջատելով **թթվածին**.

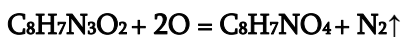


1.25. Կալիումի հեքսացիանոֆերատի (III) վերականգնումը ջրածնի պերօքսիդով (կայծեր սրվակում). սրվակի մեջ լցնել **5 մլ լյումինոլի ($\text{C}_6\text{H}_7\text{N}_3\text{O}_2$)** լուծույթ և **1,5 մլ 30 %-անոց ջրածնի պերօքսիդ**: Ստացված խառնուրդին ավելացնել մի քանի կաթիլ **կալիումի հիդրօքսիդի** լուծույթ: Այնուհետև խառնուրդի մեջ գցել **կալիումի հեքսացիանոֆերատի (III)** մի քանի կաթիլ լուծույթ: Բյուրեղների անկման ընթացում սրվակում առաջանում է վառ լուսարձակող հետք, որը դանդաղ տարածվում է սրվակի ողջ ծավալով:

Կալիումի հեքսացիանոֆերատը (III) օքսիդիչ է, այն հիմնային միջավայրում օքսիդացնում է ջրածնի պերօքսիդը.

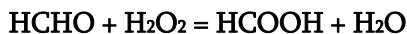
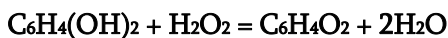


Ռեակցիոն միջավայրում առաջանում է **ատոմային թթվածին**, որը լյումինոլը օքսիդացնում է մինչև **3-ամինոֆտալաթթու**: Ռեակցիան ուղեկցվում է կայծերով և ազոտի անջատմամբ: Քանի որ միջավայրը հիմնային է, կարող է առաջանալ նաև նշված թթվի անիոնը.

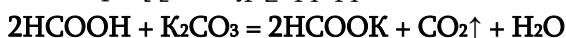


1.26. Հիդրոխինոնի և ֆորմալդեհիդի օքսիդացումը ջրածնի պերօքսիդով (նարնջագույն լույս սրվակում). այս զարմանալի լույսի ի հայտ գալը ևս պայմանավորված է քիմիական ռեակցիայի էներգիայի լույսի փոխակերպմամբ: Այն դիտարկելու համար հիդրոխինոնի՝ $C_6H_4(OH)_2$, հազեցած ջրային լուծույթին ավելացնել կալիումի կարբոնատի **10-15 %-անոց** լուծույթ, **ֆորմալին՝ HCHO** - ֆորմալդեհիդի ջրային լուծույթ, և խիտ ջրածնի պերօքսիդի լուծույթ: Հեղուկի լուսարձակումը լավագույնս դիտվում է մթության մեջ:

Լուսարձակման պատճառը հիդրոխինոնի փոխարկումն է խինոնի՝ $C_6H_4O_2$, իսկ ֆորմալդեհիդը՝ մրջնաթթվի՝ $HCOOH$, ըստ հետևյալ օքսիդավերականգնման ռեակցիաների՝



Միաժամանակ տեղի է ունենում մրջնաթթվի չեզոքացման ռեակցիա կալիումի կարբոնատի հետ՝ $HCOOK$ աղի առաջացմամբ և ածխաթթու գազի անջատմամբ, ինչի հետևանքով լուծույթը փրփրում է.



ԳԼՈՒԽ 2

ՊԱՐԲԵՐԱԿԱՆ ՀԱՄԱԿԱՐԳԻ I ԽՈՒՄԲ

Բոլոր ալկալիական մետաղներն ունեն ոչ մեծ տեսակարար զանգված, ցածր կարծրություն, ցածր հալման ջերմաստիճան և լավ էլեկտրահաղորդականություն: Խմբի վերջին անդամը (**Fr**) ճառագայթաակտիվ է:

Ալկալիական մետաղների որոշ հատկություններ բերված են աղյուսակ 2.1.-ում.

Աղյուսակ 2.1.

Ալկալիական մետաղների որոշ հատկությունները

Հատկությունը	Li	Na	K	Rb	Cs
Ատոմային համարը	3	11	19	37	55
Ատոմային զանգվածը	6,939	22,98	39,10	85,47	132,90
Հիմնական վիճակում էլեկտրոնային ուրվագիծը	[He]2s ¹	[Ne]3s ¹	[Ar]4s ¹	[Kr]5s ¹	[Xe]6s ¹
Ատոմային շառավիղը, նմ	0,152	0,186	0,227	0,248	0,265
Իոնային շառավիղը, նմ	0,074	0,102	0,138	0,149	0,170
Իոնացման էներգիան, կՋ/մոլ	520,2	495,8	418,8	403,0	375,7
Խտությունը, գ/սմ ³	0,534	0,971	0,862	1,532	1,870
Կարծրությունը	0,6	0,4	0,5	0,3	0,2
Գույնը	սպիտակա-արծաթագույն	-/-	-/-	-/-	ոսկեդեղին
Հալման ջերմաստիճանը, °C	180	98	64	40	29
Եռման ջերմաստիճանը, °C	1342	883	759	688	671
Էլեկտրաբացասականությունը՝ ըստ Պոլինգի	0,98	0,93	0,82	0,82	0,79

Սաքքավորումներ և ազդանյութեր – Էլեկտրոլիզի սարք, բաժակ, ունելի, կշեռք, պողպատյա նավակ, գազայրիչ, դժվարահալ խողովակ, հախճապակե թաս, ֆիլտրի թուղթ, նիկել-քրոմային լար, միկրոսկոպ:

Նյութեր - Լիթիումի քլորիդ, մետաղական Na, K, NaOH հատիկավոր, Al-ի փոշի, յոդ, սնդիկ, նատրիումի պերօքսիդ, նատրիումի քլորիդ, կալիումի սուլֆատ, գլաուբերյան աղ, ամոնիումի կարբոնատ, պոտաշ, կալիումի երկքրո-

մատ, թրթնջկաթթու, կալիումի քլորիդ, նատրիումի հիդրոտարտրատ, պեր-քլորական թթու, ռուբիդիումի քլորիդ, ցեզիումի քլորիդ:

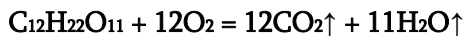
Լուծույթներ – Քացախաթթու, ֆոսֆորական թթվի 20 %-անոց լուծույթ, կալիումի պերմանգանատի լուծույթ, կալիումի անտիմոնատի հազեցած լուծույթ, նատրիումի հեքսանիտրոկոբալտատի լուծույթ, նավթ:

2.1. Մետաղական լիթիումի ստացումը. անջուր լիթիումի քլորիդի լուծույթը անջուր պիրիդինում էլեկտրոլիտ է: Լիթիումի քլորիդը ջրազրկելու համար շիկացնում են այն 600 °C-ում: 20 °C-ում լուծվում է 11,81 % LiCl: Էլեկտրոլիզը իրականացվում է առանց թաղանթի (դիաֆրագմա): Որպես կատոդ է օգտագործվում 4-5 սմ² մակերեսով երկաթե թիթեղ, իսկ անոդ՝ ածխե ձող:

Հոսանքի ուժը՝ 0,2-0,3 Ա/100 սմ²: Լիթիումը ստացվում է անոդին կիպ կպած սպիտակաարծաթագույն շերտով: Այն լվանում են եթերով, նշտարով քերում և արագ տեղավորում սրվակում և զոդում: Լիթիումը կարելի է պահել նաև փակված փորձանոթում կերոսինի կամ բենզինի տակ:

2.2. Շաքարի այրումը. սովորական պայմաններում շաքարը (սախարոզ՝ C₁₂H₂₂O₁₁) չի այրվում, իսկ եթե վառվող լուցկին փորձենք մոտեցնել շաքարի կտորին, այն կհալվի, մասամբ կածխանա, բայց նորից չի այրվի: Շաքարի կտորի վրա մի փոքր ծխախոտի մոխիր ցանել և կրկին վառել. շաքարը կբռնկվի կապտադեղավուն բոցով՝ թեթևակի ճթճթոցով:

Շաքարի վարքագծի փոփոխությունները բացատրվում են այն բանով, որ ծխախոտի մոխիրը, որը պարունակում է ալկալիական մետաղների կարբոնատներ, ծառայում է որպես այս նյութի այրման կատալիզատոր: Ենթադրվում է, որ այստեղ գերակշռող դերը լիթիումի կարբոնատինն է (Li₂CO₃), իսկ շաքարը այրվում է՝ վերածվելով ածխաթթու գազի և ջրի՝ ըստ հետևյալ հավասարման.



2.3. Փայլուն մակերևույթով նատրիումի ստացումը. վերցնել մեծ և փոքր փորձանոթներ: Փոքր փորձանոթը պետք է կարճ և նեղ լինի մեծ փորձանոթից, այնպես որ փոքր փորձանոթը մեծի մեջ տեղավորելիս երկուսի միջև եղած հեռավորությունը լինի 2-3 սմ:

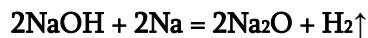
Նատրիումի փոքր կտորները դանակով մաքրել օքսիդի շերտից և տեղավորել մեծ փորձանոթում: Այնուհետև կտորները ծածկել փոքր փորձանոթով և տաքացնել թույլ կրակի վրա: Հենց որ նատրիումը հալվի, այն կտաքածվի փորձանոթների պատերի միջև: Դրանից հետո փակել մեծ փորձանոթը խցանով: Այդպիսի վիճակում նատրիումը ունի արծաթային փայլ:

Նույն ձևով կարելի է ստանալ նաև փայլուն կալիում:

2.4. Նատրիումի և կալիումի համահալվածքի ստացումը. նատրիումի և կալիումի համահալվածքի հալման ջերմաստիճանն ավելի ցածր է, քան առանձին մետաղների հալման ջերմաստիճանները: Սենյակային ջերմաստիճանում կալիումի և նատրիումի համահալվածքը հեղուկ է, իսկ նատրիումի և կալիումի հալման ջերմաստիճանները, համապատասխանաբար, հավասար են **98 °C** և **64 °C**:

Բաժակի մեջ **նավթ** լցնել, մաքրել **նատրիումի և կալիումի** փոքր կտորներ (դրանց տրամագիծը չպետք է գերազանցի **1 սմ**) և գցել **նավթի** մեջ: Առանց նավթից հանելու՝ կտորները բռնել ունելիով, սեղմել իրար և թեթև շփել: Բաժակի հատակին սկսում են կաթել համահալվածքի կաթիլներ:

2.5. Նատրիումի օքսիդի ստացումը. նատրիումի օքսիդը ստացվում է **նատրիումի հիդրօքսիդի** և հատիկավորված կամ մանր կտրտված **նատրիումի** փոխազդեցությամբ.



Հատիկավորված **նատրիում** ստանալու համար այն **քսիլոլի** շերտի տակ հալել՝ անընդհատ խառնելով մինչև պնդանալը: Այնուհետև քսիլոլը դատարկել, իսկ մետաղը չորացնել ֆիլտրի թղթով:

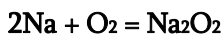
Կշռել հաշվարկային քանակով **նատրիումի հիդրօքսիդ** և **նատրիում**, խառնել իրար և խառնուրդը տեղափոխել **նիկելի** կամ պողպատյա թիթեղից պատրաստված փոքրիկ նավակի մեջ: Տաքացնել **300-350 °C**:

Արգասիքում միշտ պարունակվում է քիչ քանակությամբ **նատրիումի կարբոնատ**, սակայն խառնուրդը արագ պատրաստելիս դրա պարունակությունը քիչ է ստացվում, իսկ եթե խառնուրդը կշռվում է ոչ ճիշտ, ապա արգասիքում պարունակվում է կա՛մ **նատրիում**, կա՛մ **նատրիումի հիդրօքսիդ**:

Նատրիումի օքսիդը ստացվում է սպիտակ փոշու ձևով: Այն պահում են խոնավության և ածխաթթու գազի բացակայության պայմաններում: Այդ նպատակով ստացված արգասիքը պետք է տեղափոխել ապակե սրվակի մեջ և զոդել, մինչ այդ քիչ քանակով լուծել ջրում և ստուգել լուծույթի հիմնայնությունը:

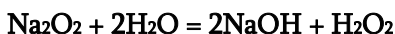
2.6. Նատրիումի պերօքսիդի ստացումը. օքսիդային թաղանթից մաքրված 2-3 գ նատրիումը դնել հախճապակե նավակի մեջ և տեղավորել դժվարահալ խողովակում: Խողովակի ծայրերը փակել անցքեր ունեցող խցաններով: Խողովակը նախ տաքացնել **100-150 °C**-ում. կառաջանա **նատրիումի օքսիդի** և **պերօքսիդի** խառնուրդ, այնուհետև խցանները հանել և խողովակը **10-**

15 րոպե տաքացնել մինչև **250 °C** օդի ազատ հոսքի պայմաններում: Արգասիքը սառեցնել.



Ստացված **նատրիումի պերօքսիդը**, որը **դեղնավուն** է, օդում աստիճանաբար քայքայվում է: Հետևաբար այն պետք է պահել ամուր փակված սրվակում:

2.7. Նատրիումի պերօքսիդի փոխազդեցությունը ֆիլտրի թղթի հետ. հախճապակե թասում խառնել մանր կտրտված **ֆիլտրի թուղթը** և կես թեյի գդալ **նատրիումի պերօքսիդ**: Կաթոցիկով խառնուրդի վրա ավելացնել **1-2 կաթիլ ջուր**: Թուղթն անմիջապես բռնկվում է: **Նատրիումի պերօքսիդը** փոխազդվում է **ջրի** հետ.



Հիմքի ազդեցությամբ **ջրածնի պերօքսիդը** արագ քայքայվում է.

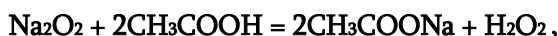


Լինելով շատ ուժեղ օքսիդիչ՝ անջատված **ատոմային թթվածինը** փոխազդում է թղթի հետ՝ այրելով այն:

Նույն փորձը կատարել՝ փոխարինելով ֆիլտրի թուղթը բամբակով կամ չոր փայտի տաշեղներով:

2.8. Նատրիումի պերօքսիդի փոխազդեցությունը քացախաթթվի հետ. հախճապակե թասի մեջ բլրակի ձևով լցնել կես թեյի գդալ **նատրիումի պերօքսիդ** և կենտրոնում փոսիկ անել: Փոսիկի մեջ կաթոցիկով կաթիլ-կաթիլ անջուր **քացախաթթու** լցնել: Յուրաքանչյուր կաթիլից առաջանում են կուրացուցիչ բռնկումներ:

Նատրիումի պերօքսիդը փոխազդում է քացախաթթվի հետ.



իսկ առաջացած ջրածնի պերօքսիդն էլ օքսիդացնում է քացախաթթվին.



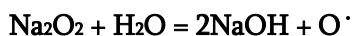
Ռեակցիան ուղեկցվում է մեծ քանակության ջերմության անջատումով, որի պատճառով տեղի են ունենում բռնկումներ:

Գումարային հավասարումը կլինի.

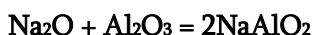


2.9. Նատրիումի պերօքսիդի և ալյումինի փոխազդեցությունը. հախճապակե սալիկի վրա լցնել հավասար քանակներով **նատրիումի պերօքսիդի** և **ալյումինի փոշու** քիչ քանակի խառնուրդ: Կաթոցիկով խառնուրդի վրա կաթեցնել 1-2 կաթիլ **ջուր** և արագ ձեռքը հեռացնել: Մի քանի վայրկյան հետո

խառնուրդը բոցավառվում է և այրվում ճարճատյունով: Տեղի են ունենում հետևյալ փոխազդեցությունները.

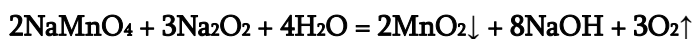


Անջատված ջերմության պատճառով Na_2O_2 -ը կարող է քայքայվել՝ նորից անջատելով **ատոմային թթվածին և նատրիումի օքսիդ**, որը կփոխազդի Al_2O_3 -ի հետ.

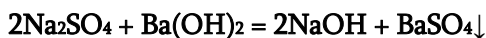


Նույն արդյունքը կստացվի, եթե շիկացած ապակե ձողը հպվի խառնուրդին:

2.10. Նատրիումի պերօքսիդի վերականգնիչ հատկությունը. փորձանոթում վերցնել **4-5 կաթիլ պերմանգանատի լուծույթ**, ավելացնել քիչ քանակով Na_2O_2 և լավ խառնել: Նկատել գազի անջատումը և **գորշ նստվածքի** առաջացումը.



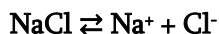
2.11. Նատրիումի հիդրօքսիդի ստացումը. պատրաստել **1,5-2 գ Na_2SO_4 -ի** հազեցած լուծույթ: Լուծույթը խառնել համարժեք քանակով Ba(OH)_2 պարունակող լուծույթին.



Առաջացած նստվածքը ֆիլտրել և ֆենոլֆտալեինով ստուգել NaOH -ի առկայությունը զտահեղուկում:

Նատրիումի հիդրօքսիդ կարելի է ստանալ նաև նշված հազեցած լուծույթին **կալցիումի կարբոնատի** մածուկ ավելացնելով:

2.12. Նատրիումի քլորիդի մաքրումը. նատրիումի քլորիդի մաքրումը հիմնված է այն բանի վրա, որ համակարգ նույնանուն իոն մտնելիս էլեկտրոլիտի լուծելիությունը նվազում է: Այսպես՝ **նատրիումի քլորիդի** հազեցած լուծույթ քլորիդ իոններ (օրինակ՝ քլորաջրածնի լուծույթ) ավելացնելիս հավասարակշռությունը տեղաշարժվում է ձախ, որի արդյունքում նստում են աղի մաքուր բյուրեղներ.

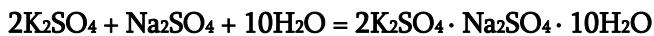


Մենյակային ջերմաստիճանում պատրաստել NaCl -ի հազեցած լուծույթ (հարկ եղած դեպքում ֆիլտրել), լուծույթին ավելացնել **խիտ աղաթթու** մինչև բյուրեղների անջատվելը (հնարավոր է, որ բյուրեղացման ժամանակ անջատվեն կայծեր): Ստացված բյուրեղները ֆիլտրել Բյուխների ձագարով և չորացնել չորացնող պահարանում:

2.13. Գլաուբերյան աղի և կալիումի սուլֆատի համատեղ բյուրեղացումը. Բաժակի մեջ խառնել **5,4 գ կալիումի սուլֆատ** և **5 գ գլաուբերյան աղ**, ապա փոքր բաժիններով ավելացնել **տաք ջուր**՝ մինչև բյուրեղների լրիվ լուծվելը: Լուծույթը թողնել սառչի, և **$2K_2SO_4 \cdot Na_2SO_4 \cdot 10H_2O$** բաղադրությամբ կրկնակի աղը բյուրեղանա:

Բյուրեղացմանը զուգահեռ սկզբում կնկատվի կայծերի առաջացում (մոտ **60 °C**-ում), իսկ սառեցմանը զուգահեռ՝ ավելի ուժեղ: Երբ անջատվեն շատ բյուրեղներ, կնկատվեն «խրձով» անջատվող կայծեր, իսկ ապակե ձողիկով բաժակի հատակին անջատված բյուրեղները խառնելիս նորից կնկատվի կայծերի առաջացում:

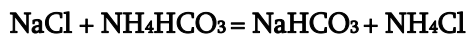
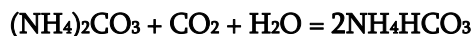
Լուսարձակումը և կայծերի առաջացումը պայմանավորված են ռեակցիայի արդյունքում ստացված կրկնակի աղի բյուրեղացման ժամանակ անջատվող մեծ քանակությամբ էներգիայով, որը գրեթե ամբողջությամբ փոխարկվում է լուսայինի:



2.14. Նատրիումի ամալգամի ստացումը. մոտ **5 մլ** սնդիկը լցնել հախճապակե հավանգի մեջ, սնդիկի վրա ունեղիով դնել ֆիլտրի թղթով չորացված ցորենի հատիկի չափ **նատրիումի** կտոր: Այնուհետև հավանգը ծածկել անցք ունեցող ստվարաթղթով, անցքի մեջ մտցնել հավանգակոթը և խառնուրդը տրորել: Ռեակցիան ուղեկցվում է ֆշշոցով և բռնկումներով: Եթե **ամալգամը** պարունակում է **4 % նատրիում**, ապա սառելուց հետո այն պնդանում է այնպես, որ կարելի է կտորների բաժանել և տեղավորել անոթում: Եթե անհրաժեշտ է ստանալ **հեղուկ ամալգամ**, ապա **սնդիկը** վերցվում է ավելցուկով:

Փորձը պետք է կատարել քարշիշի տակ և պաշտպանիչ ակնոցներով:

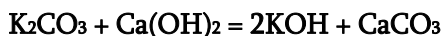
2.15. Սոդայի ստացումը ամոնիակային եղանակով (Սոլվեի եղանակ). պատրաստել **200 մլ նատրիումի քլորիդի** հազեցած լուծույթ, բաժանել նստվածքից: Լուծույթը հազեցնել **ամոնիակի կարբոնատով**: Առանց նստվածքի լուծույթը տեղափոխել **250-300 մլ** տարողությամբ անոթի մեջ և Կիպի սարքից հազեցնել **ածխաթթու գազով**. կնստի **նատրիումի հիդրոկարբոնատ**.



Անջատված **հիդրոկարբոնատը** ֆիլտրել և շիկացնել հախճապակե թասի մեջ.



2.16. Կալիումի հիդրօքսիդի ստացումը. բաժակի մեջ **2,5 գ պոտաշը** լուծել **3,5 մլ** ջրում և տաքացնել մինչև եռալը: Խառնել և բաժիններով ավելացնել լավ տրորված, հաշվարկով վերցված **հանգած կիր:** Խառնուրդը եռացնել այնքան ժամանակ, մինչև պարզված լուծույթում CO_3^{2-} իոններ չհայտնաբերվեն: Լուծույթը պարզվածքագտել: Փորձանոթի մեջ ստացված լուծույթից լցնել **1 մլ** և ստուգել Ca^{2+} իոնի առկայությունը **նատրիումի հիդրոֆոսֆատով.**



2.17. Կալիումի թրթնջկաքրոմատի ստացումը. հավանգի մեջ առանձին-առանձին լավ մանրացնել **1,1 գ կալիումի երկքրոմատ** և **1,5 գ թրթնջկաթթու:** Խառնել իրար, լցնել փոքր բաժակի մեջ, այնուհետև խառնել ապակե ձողով, բայց չտրորել: Որոշ ժամանակ հետո կսկսվի բուռն ռեակցիա.

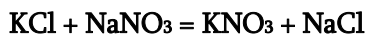


Ռեակցիոն խառնուրդը ուժեղ կփրփրի, կտաքանա, և վերջապես կստացվի **մանուշակագույն** զանգված:

2.18. Կալիումի երկհիդրոֆոսֆատի ստացումը. հախճապակե թասի մեջ **25 մլ 20 %-անոց ֆոսֆորական թթվի** լուծույթին ավելացնել նախ **պոտաշ**, մինչև ստացվի չեզոք ռեակցիա, այնուհետև՝ կաթիլներով, **նոսր ֆոսֆորական թթու**, մինչև ստացվի թույլ թթվային ռեակցիա: Լուծույթը զոլորշիացնել մինչև բյուրեղացման սկիզբը և թողնել սառչի: Անջատված բյուրեղները ֆիլտրել և չորացնել ֆիլտրի թղթով: Դրանց մի մասը լուծել ջրում և ստուգել **կալիումի** առկայությունը.



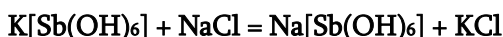
2.19. Կալիումի նիտրատի ստացումը. մոտ **1 գ կալիումի քլորիդը** լցնել բաժակի մեջ և լուծել **3,5 մլ թորած ջրում:** Ավելացնել հաշվարկային քանակով **նատրիումի նիտրատ:** Ստացվածը խառնելով տաքացնել մինչև եռալը, ապա արագ ֆիլտրել: Զտահեղուկը սառեցնել. KNO_3 -ը կսկսի բյուրեղանալ: Բյուրեղները ֆիլտրել և լվանալ միայն զտահեղուկով և չորացնել ֆիլտրի թղթով.



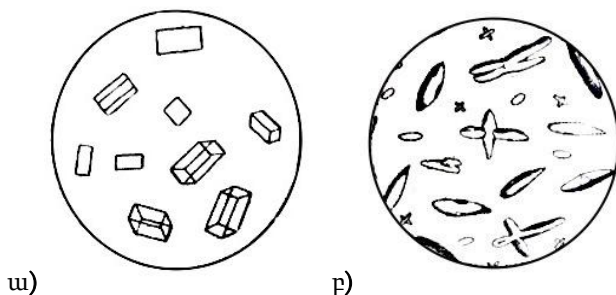
Քիչ քանակով KNO_3 -ը լցնել չոր փորձանոթի մեջ, տաքացնել և մարմրող մարխով ստուգել **թթվածնի** առկայությունը:

2.20. Նատրիումի և կալիումի դժվար լուծվող աղերի ստացումը.

ա) Առարկայական ապակու վրա կաթեցնել մի քանի կաթիլ **կալիումի անտիմոնատի** հազեցած լուծույթ և դրա մեջ զցել **նատրիումի** որևէ աղի բյուրեղներ: Կստացվեն **նատրիումի անտիմոնատի սպիտակ բյուրեղներ.**

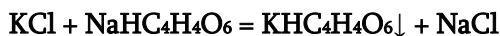


Ստացված բյուրեղները դիտել մանրադիտակով: Կախված բյուրեղացման արագությունից՝ դրանք ունեն հատվածակողմի (պրիզմա) կամ սերտաճած խաչաձև ոսպնյակի ձև (նկ. 2.1.):

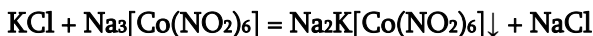


Նկ. 2.1. Դանդաղ սառեցման (ա) և արագ սառեցման (բ) $\text{Na}[\text{Sb}(\text{OH})_6]$ -ի բյուրեղների տեսքը

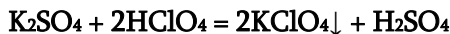
բ) Փորձանոթում կալիումի որևէ աղի լուծույթին (օրինակ՝ KCl) ավելացնել նատրիումի հիդրոտարտրատի (զինեթթվի մոնոնատրիումական աղ) հազեցած լուծույթ: Առաջանում է սպիտակ նստվածք.



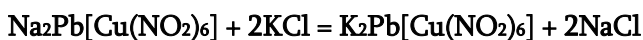
գ) 1-2 մլ կալիումի քլորիդի լուծույթը թթվեցնել քացախաթթվի մի քանի կաթիլով և ավելացնել նատրիումի հեքսանիտրոկոբալտատի մի քանի կաթիլ, կառաջանա նատրիումի և կալիումի հեքսանիտրոկոբալտատի նստվածք.



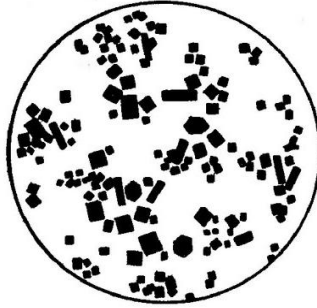
դ) 1-2 կաթիլ կալիումի լուծելի որևէ աղի լուծույթի ավելացնել նույն ծավալով պերքորական թթու, կառաջանա սպիտակ կալիումի քլորատի նստվածք.



ե) Առարկայական ապակու վրա կաթեցնել մի քանի կաթիլ կալիումի հայտնաբերման յուրահատուկ ազդանյութ, որի բաղադրությունը կարելի է արտահայտել հետևյալ բանաձևով՝ $\text{Na}_2\text{Pb}[\text{Cu}(\text{NO}_2)_6]$, և ավելացնել կալիումի որևէ աղի բյուրեղներ: Մանրադիտակի տակ նայել $\text{K}_2\text{Pb}[\text{Cu}(\text{NO}_2)_6]$ -ի բյուրեղների աճը.



Բյուրեղներն ունեն սև գույնի խորանարդների ձև (նկ. 2.2.):



Նկ. 2.2. $K_2Pb[Cu(NO_2)_6] \cdot nH_2O$ -ի տեսքը

2.21. Ալկալիական մետաղների ցնդելի աղերով բոցի գունավորումը. պատրաստել **նիկել-քրոմային** լարով զոդված **3 հատ** ապակյա խողովակ: Դրա համար կտրել **10 սմ** երկարությամբ և **4-6 մմ** տրամագծով ապակե խողովակ և **25 մմ** երկարությամբ **նիկել-քրոմային** լար: Խողովակի մի ծայրը գազայրիչի կրակով հալեցնելով փակել, իսկ մյուս ծայրը այրիչի բոցում տաքացնել այնքան, մինչև գրեթե հալվի և նեղ անցքով մտցնել **նիկել-քրոմային** լարը **8-10 սմ** խորությամբ և շարունակել տաքացնել մինչև անցքը հալվի և փակվի: Չոդված թելը կրակայրիչի վրա թրծել՝ խողովակը կրակի վրա պտտելով: Լարը մաքրել. դրա համար այն թրջել խիտ աղաթթվով և այրիչի բոցում շիկացնել մինչև բոցի անգունանալը: Մաքրված լարը թրջել **լիթիումի քլորիդով** և նորից մտցնել կրակի անգույն բոցի մեջ. բոցը կդառնա **մուրեգույն**:

Նման փորձեր կատարել **նատրիումի և կալիումի քլորիդների** խիտ լուծույթների հետ: **Նատրիումը** բոցը կգունավորի **դեղին** գույնով, իսկ **կալիումը**՝ **մանուշակագույն**: **Ռուբիդիումի** և **ցեզիումի** ցնդելի աղերը բոցը գունավորում են **վարդամանուշակագույն**:

Միներալներ «Ալկալիական մետաղներ» թեմայով

2.22. **Նատրիումի սուլֆատի և դրա հիդրատների սինթեզը.** հաշվարկել **գլաուբերյան աղի** այն քանակը, որն անհրաժեշտ է **10 մլ ջրում 32 °C** ջերմաստիճանում **նատրիումի սուլֆատի** հազեցած լուծույթ պատրաստելու համար: Կշռել անհրաժեշտ քանակությամբ աղը և լուծել ջրի մեջ ցածր ջերմաստիճանում (ոչ ավելի, քան **40 °C**): Այնուհետև ֆիլտրել ստացված տաք լուծույթը և լցնել երեք չոր փորձանոթների մեջ:

ա) Անջուր նատրիումի սուլֆատի ստացումը. փորձանոթներից մեկի լուծույթը տաքացնել մինչև եռալը և սառեցնել: Նկատել **բյուրեղների** անջատու-

մը: Առանձնացնել մայր լուծույթից և ուսումնասիրել դրանց ձևը մանրադիտակի տակ:

բ) Նատրիումի սուլֆատի դեկահիդրատի ստացումը. մինչև սենյակային ջերմաստիճան սառեցված **նատրիումի սուլֆատի** լուծույթ պարունակող մյուս փորձանոթի մեջ լցնել **գլատրեթյան աղի** մի քանի **բյուրեղ**, ապա մանրադիտակի տակ ուսումնասիրել բյուրեղների ձևը, որոնք անջատվում են լուծույթից սենյակային ջերմաստիճանում:

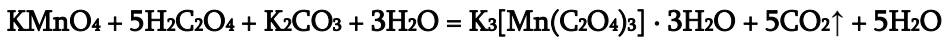
գ) Նատրիումի սուլֆատի հեպտահիդրատի ստացումը. **նատրիումի սուլֆատի** լուծույթ պարունակող երրորդ փորձանոթը տաքացնել ջրային բաղնիքում (**40-50 °C**) մինչև անջատվող բյուրեղների լրիվ լուծվելը: Երբ լուծույթը դառնա թափանցիկ, փորձանոթը փակել բամբակով և զգուշորեն, առանց պարունակությունը թափահարելու, դնել սառեցնող խառնուրդի մեջ (սառցաջուր՝ քիչ քանակությամբ նատրիումի քլորիդով): Բյուրեղները անջատվելուց հետո զգուշորեն առանձնացնել դրանք մայր լուծույթից և մանրադիտակով ուսումնասիրել դրանց ձևը:

2.23. Կալիումի եռօքսալատոմանգանատ (III)-ի եռհիդրատի սինթեզը. 50 մլ ջրի մեջ լուծել 5 գ թրթնջկաթթու և լուծույթը տաքացնել ջրային բաղնիքի վրա մինչև **70-75 °C**: Որից հետո փոքր չափաբաժիններով խառնելով ավելացնել **1 գ մանրացրած կալիումի պերմանգանատ** մինչև ռեակցիոն խառնուրդի գունազրկումը, ապա փոքր չափաբաժիններով ավելացնել **1,1 գ կալիումի կարբոնատ** և սառեցնել սառցաջրում՝ լավ խառնելով: Բոլորը հետագա գործողությունները կատարել մուգ ապակով տարայի մեջ:

Այնուհետև մինչև **0-2 °C** սառեցված լուծույթին աստիճանաբար, փոքր չափաբաժիններով, **10** րոպեի ընթացքում խառնելով ավելացնել **0,3 գ մանրացված կալիումի պերմանգանատ**՝ հետևելով գույնի փոփոխությանը: Բալի նման կարմիր լուծույթին ավելացնել **25 մլ** սառցաջրում սառեցված սպիրտ և թողնել **2** ժամ բյուրեղանա սառեցնող խառնուրդում (սառցաջրի և նատրիումի քլորիդի խառնուրդ):

Անջատված միացությունը անհրաժեշտ է արագ ֆիլտրել ծակոտկեն ապակե ֆիլտրով, լվանալ սառեցված սպիրտով, ապա եթերով: Ստացված մուգ կարմրամանուշակագույն բյուրեղները չորացնել ֆոսֆորի (V) օքսիդով լցված մուգ էքսիկատորում, ապա տեղափոխել խցանով փորձանոթի մեջ և կշռել: Հաշվել ելքը տոկոսներով:

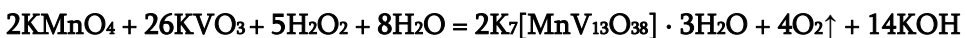
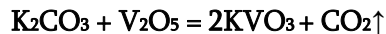
Փորձանոթը պահել այլումինե փայլաթիթեղով կամ սև թղթի մեջ փաթաթելով: Առանց լույսի հասանելիության՝ պրեպարատները երկար ժամանակ կայուն են **20 °C**-ից ցածր ջերմաստիճաններում:



2.24. Կալիումի 13-վանադոմանգանատ (IV)-ի ($\text{K}_7[\text{MnV}_{13}\text{O}_{38}] \cdot 3\text{H}_2\text{O}$) սինթեզը. քիմիական բաժակի մեջ 100 մլ ջուր լցնել, ապա ավելացնել 2,4 գ վանադիումի (V) օքսիդ և 1,8 գ կալիումի կարբոնատ: Ստացված զանգվածը խառնելով տաքացնել մինչև 60-80 °C: Վանադիումի (V) օքսիդի լուծումն արագացնելու համար ավելացնել 1-2 մլ 3 %-անոց ջրածնի պերօքսիդ: Վանադիումի (V) օքսիդի վերջնական լուծվելուց հետո լուծույթը տաքացնել մինչև եռման աստիճանը՝ ավելորդ ջրածնի պերօքսիդից քայքայմամբ ազատվելու համար, ապա ֆիլտրել՝ օգտագործելով տաք ֆիլտրման համար նախատեսված ձագար: Տաք ֆիլտրատը թթվեցնել մինչև $\text{pH}=4\div5$ ՝ ուժեղ խառնելով, կաթիլ առ կաթիլ ավելացնելով ազոտական թթվի 1 Մ-անոց լուծույթ: Ստացված լուծույթը տաքացնել մինչև 60-70 °C, ապա ուժեղ խառնելով՝ կաթիլներով ավելացնել երկու լուծույթ՝ նախ՝ 0,3 գ կալիումի պերմանգանատի թարմ պատրաստված լուծույթ 20 մլ ջրում, ապա 10 մլ ջրածնի պերօքսիդի 1 %-անոց լուծույթ:

Լուծույթը ևս 15 րոպե խառնելուց հետո գոլորշիացնել հախճապակե բաժակի մեջ ջրային բաղնիքի վրա, մինչև այն հասնի 40-50 մլ ծավալի, և կատարել տաք ֆիլտրում: Ֆիլտրատը գիշերը թողնել զով տեղում, որպեսզի բյուրեղանա:

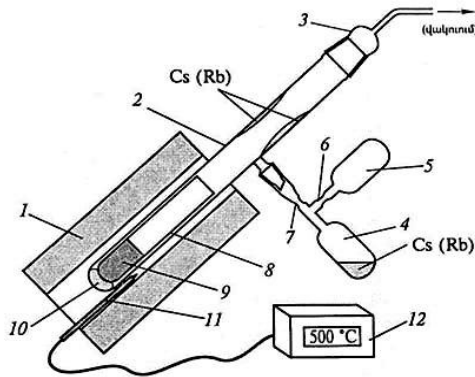
Անջատված բյուրեղները անհրաժեշտ է արագ ֆիլտրել ծակոտկեն ապակե ֆիլտրով, լվանալ սառցաջրով, չորացնել օդում և կշռել: Հաշվել ելքը տոկոսներով:



2.25. Ցեզիումի (ռուբիդիումի) սինթեզը. ցեզիումը (ռուբիդիում) ստացվում է ցեզիումի կարբոնատից՝ վերջինս ցիրկոնիումի միջոցով վակուումում մետաղաջերմային վերականգնման ենթարկելով: Փորձը կատարելու համար քարշիչ պահարանում հավաքել նկ. 2.3.-ում ներկայացված սարքը:

Հաշվարկային քանակով վերցված 5 գ մետաղի ստացման համար անհրաժեշտ ցեզիումի կարբոնատը հավանգում մանրացնել քառապատիկ ավելցուկով վերցված ցիրկոնիումի փոշու հետ և տեղադրադրել պողպատե ներդիրի մեջ (8): Ապա զգուշորեն տեղադրել այն ելանյութ (9) պարունակող կվարցե ռեակտորի մեջ, որի հատակին տեղադրված է փոքր հանքային բամբակ կամ բուրդ (10): Ռեակտորի (2) շլիֆը բարակ շերտով պատել վակուում-

մային քսուքով, փակել ապակե փականով (3) և շրջել մի քանի անգամ իր առանցքի շուրջ՝ քսանյութը հավասարաչափ բաշխելու համար:



Նկ. 2.3. Ցեզիումի (ռուբիդիումի) ստացման սարք

1-վառարան, 2-ռեակտոր, 3-ռեակտորի փական, 4,5-ընդունարան-փորձանոթ, 6,7-սեղմակներ ապագոդման համար, 9-պղնձե ներդիր, 9-էլանյութերի խառնուրդ, 10-հանքային բամբակ, 11-թերմոդույզ, 12-թվային ջերմակարգավորիչ

Այնուհետև ռեակտորին միացնել վակուումային համակարգին միացված պոմպը (10^{-2} - 10^{-3} մմ ս.ս.) և վառարանի (1) ջերմաստիճանը աստիճանաբար բարձրացնել մինչև $500\text{ }^{\circ}\text{C}$: Պրոցեսի ընթացքում հետևել վակուումին, որն ընկնում է ջրի և գազերի անջատման պատճառով: Պետք է խուսափել ռեակցիայի խառնուրդի արտանետումներից:

Ջերմաստիճանը չափվում է թերմոդույզով (11) թվային ջերմակարգավորիչի միջոցով (12) մինչև $650\text{--}700\text{ }^{\circ}\text{C}$: Այս պայմաններում **հեղուկ ցեզիումը (ռուբիդիումը)** խտանում է ռեակտորի (2) սառը մասում և հոսում դեպի փորձանոթ-ընդունիչ (4): Վառարանը տաքացվում է այնքան, մինչև ամբողջ անջատված մետաղը հավաքվի ամպուլում (4), այնուհետև նորից գողել սեղմակը (7) և անջատել փորձանոթները (4 և 5) ռեակտորից:

Ստացված **ցեզիումը (ռուբիդիումը)** մաքրել լրացուցիչ թորմամբ: Այդ նպատակով փորձանոթները քարշիչ պահարանում ամրացնել շտատիվին ավագով լցված մետաղական տակդիրի վրա և զգուշորեն տաքացնել մետաղը (4) փորձանոթում գազայրիչով մինչև եռման սկիզբը, ապա դանդաղ, մոտ $0,5$ ժամ թորել (5) փորձանոթի մեջ: Թորման վերջում կրկին գողել նեղ հատվածը (6) և առանձնացնել այն:

ԳԼՈՒԽ 3

ՊԱՐԲԵՐԱԿԱՆ ՀԱՄԱԿԱՐԳԻ II ԽՈՒՄԲ

Երկրորդ խմբի տարրերը թեթև մետաղներ են: Ունեն համեմատաբար բարձր հալման և եռման ջերմաստիճաններ: Պատկանում են **s-տարրերին**: Վառ արտահայտված մետաղական հատկություններով (բացի բերիլիումից) զիջում են միայն ալկալիական մետաղներին: Արտաքին էլեկտրոնային մակարդակում ունեն երկու **s-էլեկտրոններ (ns²)**: Երկրորդ խմբի տարրերի որոշ հատկություններ բերված են աղյուսակ 3.1.-ում:

Աղյուսակ 3.1.

Երկրորդ խմբի տարրերի որոշ հատկություններ

Հատկությունները	Be	Mg	Ca	Sr	Ba
Ատոմային համարը	4	12	20	38	56
Ատոմային զանգվածը	9,01	24,31	40,08	87,62	137,34
Հիմնական վիճակում էլեկտրոնային ուրվագիծը	[He] 2s ²	[Ne] 3s ²	[Ar] 4s ²	[Kr] 5s ²	[Xe] 6s ²
Ատոմային շառավիղը, նմ	0,112	0,160	0,197	0,215	0,217
Իոնային շառավիղը, նմ	0,027	0,72	0,100	0,126	0,142
Իոնացման էներգիան, կՋ/մոլ	899,5	737,7	589,8	549,5	509,3
Խտությունը, գ/սմ ³	1,86	1,74	1,55	2,63	3,74
Կարծրությունը	4	2,5	1,5	1,8	3
Գույնը	սպիտակաարծաթագույն	-//-	-//	-//	-//
Հալման ջերմաստիճանը, °C	1289	650	842	769	729
Եռման ջերմաստիճանը, °C	2472	1090	1494	1382	1805
Էլեկտրաբացասականությունը՝ ըստ Պոլինգի	1,57	1,31	1,00	0,95	0,89

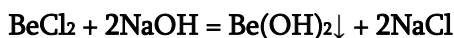
Սարքավորումներ և ազդանյութեր. փորձանոթներ, հրակայուն սալիկ, Կիպի սարք CO₂-ի ստացման համար, ունեղի, բաժակ, մանրադիտակ, ջրի հետ կալցիումի փոխազդեցության սարք՝ ըստ նկ. 3.2. -ի, 0,5 լ-անոց անոթ, հախճապակե հալքանոթ, հախճապակե նավակ, ջերմակայուն խողովակ,

գազայրիչ, նիկել-քրոմային լար, մագնեզիումի քլորիդի հեքսահիդրատի ջրազրկման սարք՝ ըստ նկ. 3.4. -ի, մագնեզիումի նիտրիդի ստացման սարք՝ ըստ նկ. 3.5. -ի:

Նյութեր. Բերիլիումի լուծելի որևէ աղ, Mg-ի փոշի, AgNO₃, KMnO₄, սպիրտ, Mg-ի ժապավեն, յոդաջուր, Na₂CO₃, NaH₂PO₄, մետաղական Ca, մարմար, CaO, MgSO₄ · 7H₂O, SrCO₃, SrCl₂, BaCO₃, Ba(NO₃)₂, BaO, AgNO₃, BaO₂, MnO₂, CrO₃, օճառ:

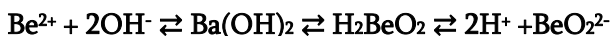
Լուծույթներ. NaOH-ի 2 Ն-անոց լուծույթ, HCl-ի 2 Ն-անոց լուծույթ, (NH₄)₂CO₃-ի լուծույթ, NH₄Cl-ի լուծույթ, H₂O₂-ի խիտ լուծույթ, MgCl₂-ի լուծույթ, ֆենոլֆտալեինի լուծույթ, CaCl₂-ի լուծույթ, CaSO₄-ի լուծույթ, Ca(OH)₂-ի հազեցած լուծույթ, H₂SO₄-ի 2 Ն-անոց լուծույթ:

3.1. Բերիլիումի հիդրօքսիդի ստացումը և երկդիմի հատկությունները. Բերիլիումի որևէ լուծելի աղի 10-20 մլ լուծույթին դանդաղ ավելացնել NaOH-ի 2 Ն-անոց լուծույթ՝ մինչև սպիտակ նստվածքի առաջացումը.

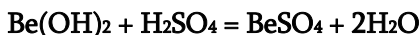


Ստացված նստվածքը բաժանել երկու մասի՝ փորձանոթների մեջ: Առաջին փորձանոթին ավելացնել 2 Ն-անոց աղաթթվի լուծույթ՝ մինչև նստվածքի լրիվ լուծվելը: Երկրորդ փորձանոթի պարունակությունը մշակել 2 Ն-անոց NaOH-ի լուծույթով՝ մինչև նստվածքի լրիվ լուծվելը:

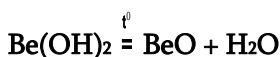
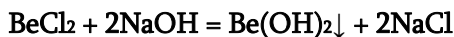
Բերիլիումի հիդրօքսիդի ամորֆ սպիտակ նստվածքը վատ է լուծվում ջրում: Այն ունի երկդիմի հատկություն: Դրա լուծված մասը դիսոլվում է ըստ հետևյալ գծապատկերի.



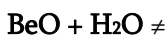
Երկդիմի բնույթի շնորհիվ բերիլիումի հիդրօքսիդը լուծվում է ուժեղ թթուներում և հիմքերում.

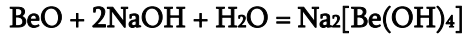
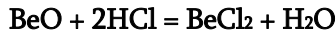


3.2. Բերիլիումի օքսիդի ստացումը. ստանալ Be(OH)₂ նախորդ փորձի նման: Նստվածքը ֆիլտրել, տեղափոխել հալքանոթ և շիկացնել վառարանում 900 °C-ում.



Ստուգել ստացված օքսիդի լուծելիությունը ջրում, թթուներում և հիմքերում.

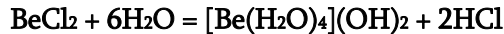




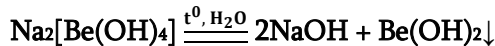
Այսինքն՝ **բերիլիումի օքսիդ** ունի երկդիմի հատկություններ:

3.3. Բերիլիումի աղերի հիդրոլիզը.

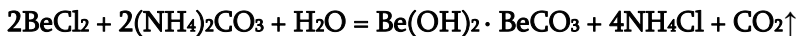
ա) Փորձանոթի մեջ թորած ջրում լուծել **բերիլիումի քլորիդ կամ սուլֆատ** և ինդիկատորի օգնությամբ որոշել միջավայրը: Այն կլինի **թթվային**.



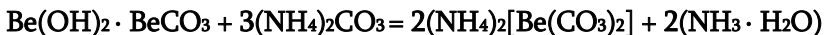
բ) Փորձանոթում նատրիումի **քառահիդրօքսոբերիլատը** նոսրացնել թորած ջրով և տաքացնել: Կառաջանա սպիտակ նստվածք, իսկ միջավայրը կլինի հիմնային.



գ) Փորձանոթում վերցնել **բերիլիումի** որևէ աղի լուծույթ և աստիճանաբար ավելացնել **ամոնիումի կարբոնատի** լուծույթ՝ մինչև **սպիտակ** նստվածքի առաջացումը.



Շարունակել **ամոնիումի կարբոնատի** ավելացումը: Նստվածքը կոմպլեքսային միացության առաջացման պատճառով **կլուծվի ամոնիումի կարբոնատի** լուծույթում.

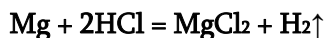


Լուծույթը տաքացնել, նորից կառաջանա հիմնային կարբոնատի նստվածք.



3.4. Մագնեզիումի վերականգնիչ հատկությունները. երեք փորձանոթներից առաջինում լցնել **3-5 մլ թորած ջուր**, երկրորդում՝ **0,1 Ն-անոց աղաթթվի** լուծույթ, իսկ երրորդում՝ **ամոնիումի քլորիդի** լուծույթ: Յուրաքանչյուր փորձանոթին ավելացնել մոտ **0,2-0,5 գ մագնեզիումի փոշի**:

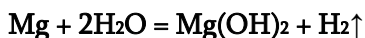
Չնայած մետաղների լարվածության շարքում **մագնեզիումը** գտնվում է ջրածնից ձախ, բայց և այնպես այն ջրի հետ չի փոխազդում, քանի որ մագնեզիումը բերիլիումի և ալյումինի նման պատված է օքսիդի պաշտպանիչ թաղանթով, թեպետ մագնեզիումի օքսիդի պաշտպանիչ հատկությունն ավելի թույլ է արտահայտված, քան նախորդ տարրերինը: Երկրորդ փորձանոթում ռեակցիան տեղի կունենա շատ բուռն (**Mg**-ի ստանդարտ էլեկտրոդային պոտենցիալը բացասական է և ձգտում է **Mg²⁺** վիճակի).



Երրորդ փորձանոթում փոխազդեցություն տեղի կունենա, բայց այն արագությամբ կզիջի երկրորդին: Փոխազդեցության պատճառ է NH_4Cl -ի հիդրոլիզը, որն առաջացնում է թթվային միջավայր: Արդյունքում հավասարակշռությունը մագնեզիումի և անջատված թթվի փոխազդեցության հետևանքով թեքվում է դեպի աջ.

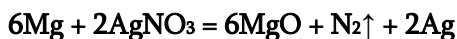


Առաջին փորձանոթի պարունակությունը տաքացնել. **մագնեզիումը** կսկսի դանդաղ փոխազդվել **ջրի** հետ.

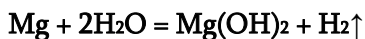
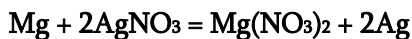


Փոխազդեցության պատճառը տես Ներնստի հավասարման մեջ:

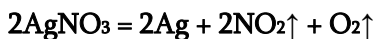
3.5. Մագնեզիումի և արծաթի նիտրատի փոխազդեցությունը. լավ մանրացված **արծաթի նիտրատի և մագնեզիումի փոշու** խառնուրդը (յուրաքանչյուրը **0,25 գ**) բլրակի ձևով լցնել հրակայուն սալիկի վրա: Բլրակի գագաթին լցնել մեկ-երկու կաթիլ տաք ջուր: Սկզբից կնկատվի **գորշ** գազի՝ NO_2 -ի անջատում, հետո այն կբռնկվի կուրացուցիչ լույսով: Ռեակցիայից հետո կմնա **մագնեզիումի օքսիդ** և **մետաղական արծաթի** խառնուրդ.



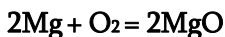
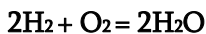
Խառնուրդում տեղի են ունենում հետևյալ փոխազդեցությունները. **արծաթի նիտրատը**, լուծվելով ջրում, խոնավանում է, **Mg**-ի փոշին փոխազդում է AgNO_3 -ի և զուգահեռաբար նաև **ջրի** հետ.



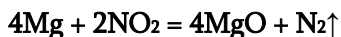
Բերված փոխազդեցությունները ուղեկցվում են ջերմության անջատումով, որի արդյունքում արծաթի նիտրատի մի մասը քայքայվում է՝ անջատելով թթվածին.



Անջատված թթվածնում տեղի է ունենում ջրածնի և մագնեզիումի այրում.



Այրման ժամանակ ռեակցիաներն ուղեկցվում են մեծ քանակությամբ ջերմության անջատումով, ինչը նպաստում է մագնեզիումի և ազոտի (**IV**) օքսիդի փոխազդեցությանը.

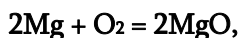


Գումարային կունենանք նախօրոք բերված հավասարումը: Այս փորձում **ջուրը** կատարում է **կատալիզատորի** դեր:

3.6. Մագնեզիումի փոխազդեցությունը կալիումի պերմանգանատի հետ. հավանգում լավ մանրացնել **0,5-1 գ կալիումի պերմանգանատ**, կիսով չափ ավելացնել **մագնեզիումի փոշի**, լավ խառնել (առանց տրորելու): Խառնուրդը կույտի ձևով լցնել հրակայուն սալիկի վրա: Բլրակին ավելացնել մի քանի կաթիլ սպիրտ, այրել և արագ հեռանալ: Խառնուրդը կրոնկվի կուրացուցիչ լույսով: Այրման ժամանակ **կալիումի պերմանգանատը** կքայքայվի.



Անջատված թթվածինը կնպաստի մագնեզիումի այրմանը.



որի ժամանակ անջատված ջերմության հաշվին կքայքայվեն պերմանգանատի նոր բաժիններ և մանգանատը.



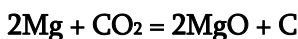
Կքայքայվի նախ **MnO₂**-ը՝



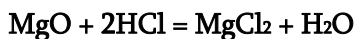
Քանի որ մագնեզիումի այրման ժամանակ անջատվում է մեծ քանակությամբ ջերմություն, ապա քայքայվում են նաև վերջին արգասիքները.



3.7. Մագնեզիումի այրումը ածխաթթու գազում. 1 լիտրանոց սրվակի մեջ Կիպի սարքից լցնել ածխաթթու գազ, որից հետո դրա մեջ իջեցնել **մագնեզիումի** վառվող ժապավեն: Մագնեզիումը շարունակում է այրվել ածխաթթու գազի միջավայրում, իսկ սրվակի պատերին նստում է ածխի հետ խառնված **մագնեզիումի օքսիդ**.



Սրվակի մեջ լցնել քիչ քանակությամբ **2 Ն-անոց աղաթթու. մագնեզիումի օքսիդը** կլուծվի, իսկ անփոփոխ մնացած **ածխածինը** կդառնա էլ ավելի նկատելի.

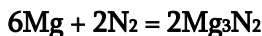
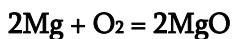


Պինդ ածխաթթու գազի («չոր սառույց») և մագնեզիումի խառնուրդի խառնուրդը տաք մագնեզիումի ժապավենի հետ հալելիս բռնկվում է և վառվում վառ բոցով:

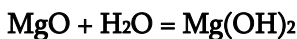
Կարծես ածխաթթու գազը «նպաստում է» այրմանը: Իհարկե, դա այդպես չէ: Այն «նպաստում է» այնպիսի նյութերի այրմանը, որոնք օժտված են թթվածնի հանդեպ մեծ խնամակցությամբ և կարող են այրվել ածխաթթու գազի միջավայրում՝ անջատելով մեծ քանակությամբ ջերմություն:

3.8. Մագնեզիումի օքսիդի ստացումը և փոխազդեցությունը ջրի հետ. մագնեզիումի ժապավենը բռնել ունելիով և այրել այրիչի բոցում: Հենց այն սկսի վառվել, հանել բոցից և պահել հալքանոթի վրա: Ստացված **մագնեզիումի օքսիդը** լցնել հալքանոթի մեջ, ավելացնել մի քիչ թորած ջուր և խառնել ապակե ձողով: Տիգելի պարունակությունը տեղափոխել փորձանոթի մեջ:

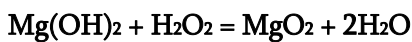
Մագնեզիումի այրման ժամանակ ստացվում է **օքսիդի և նիտրիդի** խառնուրդ.



Փորձանոթի պարունակությունը եռացնել մինչև **ամոնիակի** հոտի անհետանալը և ավելացնել մի քանի կաթիլ **ֆենոլֆտալեին**: Մորու գույնի առաջացումը ցույց կտա **Mg(OH)₂**-ի առկայությունը.

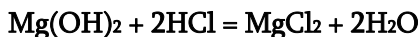


3.9. Մագնեզիումի պերօքսիդի ստացումը. 2 գ մագնեզիումի օքսիդը և 100 մլ թորած ջուրը լավ խառնել թափահարելով և ավելացնել **ջրածնի պերօքսիդի** խիտ լուծույթ.

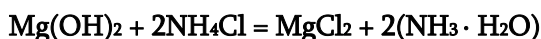


Մագնեզիումի պերօքսիդի նստվածքը ֆիլտրել և չորացնել **60-70 °C**-ում: Արգասիքն իրենից ներկայացնում է **սպիտակ փոշի**: **MgO₂**-ի իսկությունը ստուգելու համար դրանից ստանալ **H₂O₂** և համոզվել վերջինիս առկայությամբ (նայել բաժին **H₂O₂**):

3.10. Մագնեզիումի հիդրօքսիդի ստացումը և հատկությունները. բաժակի մեջ լցնել **50-60 մլ մագնեզիումի քլորիդի** լուծույթ, ավելացնել **նատրիումի հիդրօքսիդի** լուծույթ՝ մինչև նստվածքի առաջացման ավարտը: Ավելացնել նույն ծավալով **թորած ջուր**, թափահարել և կիսել չորս բաժակների մեջ: Առաջին բաժակին ավելացնել **աղաթթու**. տեղի կունենա չեզոքացման ռեակցիա, և նստվածքը կլուծվի.



Երկրորդ բաժակին ավելացնել **ամոնիումի քլորիդի** լուծույթ, քիչ դիսոցվող **NH₃ · H₂O**-ի առաջացման պատճառով նստվածքը նորից կլուծվի.



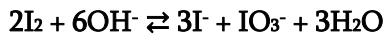
Երրորդ բաժակին ավելացնել **նատրիումի հիդրօքսիդի** լուծույթ: Նստվածքը չի լուծվի, այսինքն՝ **Mg(OH)₂**-ը չունի երկդիմի հատկություն: Մա-

կայն հարկ է նշել, որ ալկալիների խիտ լուծույթում (75 %) այն երկար եռացնելիս առաջանում է **հիդրօքսոկոմպլեքս**.



3.11. Մագնեզիումի յուրահատուկ ռեակցիան. բաժակի մեջ լցնել 20-25 մլ **յոդաջուր**, ավելացնել NaOH-ի լուծույթ՝ մինչև խամրած **դեղին** գույնի առաջացումը: Այնուհետև ավելացնել մի քանի մլ **մագնեզիումի աղի** լուծույթ: **Կարմրագորշ ամորֆ** նստվածքի առաջացումը վկայում է **մագնեզիումի** առկայության մասին:

Հիմքի ավելացման ժամանակ առաջանում է **նատրիումի յոդիդի և յոդատի** անգույն լուծույթ.



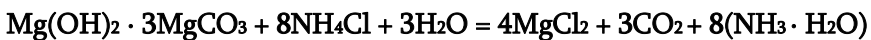
Մագնեզիումի և հիդրօքսիլ իոնների փոխազդեցության արդյունքում ստացվում է քիչ լուծելի մագնեզիումի հիդրօքսիդը, որը աղսորբում է յոդը՝ գունավորվելով կարմրագորշ գույնով, իսկ ռեակցիայի հավասարակշռությունը թեքվում է դեպի ձախ:

Առաջին և երկրորդ անալիտիկ խմբերի որևէ կատիոն ռեակցիային չի խանգարում:

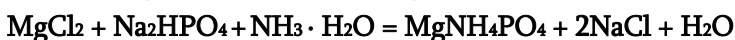
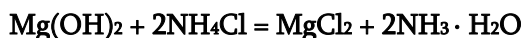
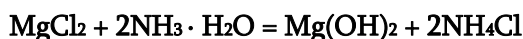
3.12. Մագնեզիումի որոշ դժվար լուծվող աղերի ստացումը.

ա) Փորձանոթում վերցնել **մագնեզիումի աղի 2-3 մլ** լուծույթ և ավելացնել **սոդայի** լուծույթ՝ մինչև նստվածքի առաջանալը.

$5\text{MgCl}_2 + 5\text{Na}_2\text{CO}_3 + 2\text{H}_2\text{O} = \text{Mg(OH)}_2 \cdot 3\text{MgCO}_3 \downarrow + \text{Mg(HCO}_3)_2 + 10\text{NaCl}$,
ստուգել նստվածքի լուծելիությունը աղաթթվում և NH_4Cl -ում. այն կլուծվի.



բ) Մագնեզիումամոնիակային կրկնակի ֆոսֆատի ստացումը. առարկայական ապակու վրա կաթեցնել 1-2 կաթիլ **մագնեզիումի աղի** լուծույթ, ավելացնել դրա վրա մեկ-երկու կաթիլ **ամոնիակի 1 Ն-անոց** լուծույթ և NH_4Cl -ի հազեցած լուծույթի մի քանի կաթիլ և խառնել ապակե ձողով: Ստացված լուծույթը պետք է լինի թափանցիկ: Լուծույթի մեջ գցել **նատրիումի հիդրոֆոսֆատի** (Na_2HPO_4) մի քանի բյուրեղ: Մանրադիտակի տակ դիտել $\text{MgNH}_4\text{PO}_4 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ կրկնակի ֆոսֆատի բյուրեղների առաջացումը (նկ. 3.1.):





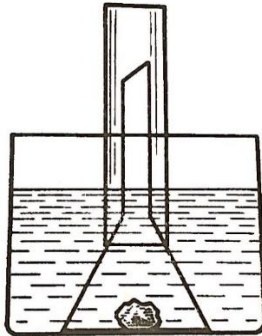
Նկ. 3.1. $MgNH_4PO_4$ -ի տեսքը

Առարկայական ապակին հանել մանրադիտակից և ստացված աղի բյուրեղներին ավելացնել մի քանի մլ **աղաթթու**. այն կլուծվի.



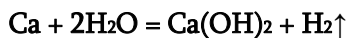
3.13. Կալցիումի և ջրի փոխազդեցությունը. կալցիումը կարծրությամբ չի զիջում պղնձին և բավականին դժվար է ենթարկվում մշակման: Այն ոչ միայն դանակով չի կտրվում (ինչպես ալկալիական մետաղները), այլև նույնիսկ հատիչով դժվարությամբ է կտրվում: Որպեսզի կալցիումը կտրվի, պետք է օգտագործել զմռնիտ կամ մետաղական կտրիչ:

Կալցիումի փոքր կտորի ծայրը խարտոցով մաքրել և զգել ջրով բյուրեղարարի մեջ, ծածկել ձագարով ու ձագարին հազցնել **ջրով** գլան (նկ. 3.2.).



Նկ. 3.2. Կալցիումի փոխազդեցությունը ջրի հետ

Սկզբնական պահին ռեակցիան ընթանում է դանդաղ, այնուհետև՝ բուռն: Ջուրը տաքանում է և առաջացած կալցիումի հիդրօքսիդի քիչ լուծելիության պատճառով պղտորվում.



Գլանը ջրածնով լցվելուց հետո այն այրել. կայրվի գրեթե անգույն բոցով:

Բյուրեղարարի լուծույթին ավելացնել ֆենոլֆտալեին: Լուծույթի վարդագույնը ցույց է տալիս, որ այն ունի հիմնային ռեակցիա:

3.14. Կալցիումի օքսիդի ստացումը և փոխազդեցությունը ջրի հետ. կալցիումի օքսիդը ստացվում է մարմարի կամ կավճի կտորը (ոչ փոշի) թրծավառարանում (մուֆել) քայքայելով.

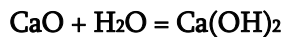


ա) Հալքանոթի մեջ գցել մարմարի կամ կավճի մի կտոր և թրծավառարանում շիկացնել: Հավասարակշռության ընթացքի կախվածությունը ջերմաստիճանից հետևյալն է.

Ջերմաստիճան (°C)	550	600	650	700	750	800	850	890
CO ₂ -ի ճնշումը (մմ ս.ս.)	0,4	1,8	6,9	22,2	63	167	372	760

Ինչպես երևում է բերված տվյալներից, գործնականորեն կալցիումի կարբոնատը պետք է քայքայել **800-900 °C**-ում:

բ) Կալցիումի օքսիդի (չհանգած կիր) կտորը գցել բաժակի մեջ և կաթիլներով ջուր ավելացնել: Ամեն անգամ ավելացնելիս թողնել այն լավ ներծծվի: Որոշ ժամանակ հետո կտորն ուժեղ կտաքանա և կփոխարկվի հանգած կրի փխրուն զանգվածի: Ընդ որում, բուռն ջրային գոլորշի կանջատվի, քանի որ անջատված ջերմության հաշվին ջուրը գոլորշիանում է.



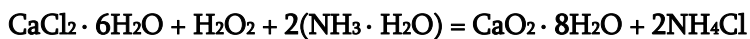
Մի քանի կաթիլ ֆենոլֆտալեինի ավելացումը ցույց կտա կալցիումի հիդրօքսիդի հիմնային բնույթը:

Կալցիումի օքսիդի փոխազդեցությունը ջրի հետ կարելի է ներկայացնել ավելի պատկերավոր փորձով:

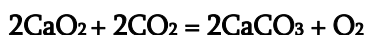
գ) Ձվի խաշումն առանց կրակի. ձուն չհանգած կրի մի քանի կտորտանքի հետ դնել բաժակի մեջ (չհանգած կիրը պետք է լինի թարմ և շատ չոր, այսինքն՝ օդում երկար չմնացած): Այնուհետև լցնել այնքան ջուր, որ ձուն ծածկվի: Սկզբում կլսվի թշշոց, իսկ որոշ ժամանակ անց կանջատվի այնքան ջերմություն, որ ձուն կխաշվի: Համոզվելու համար ձուն հանել և կճպել: Ձվի անկրակ խաշվելու պատճառը ևս չհանգած կրի և ջրի միջև տեղի ունեցող ջերմանջատիչ ռեակցիան է: Անջատված ջերմությունը լրիվ բավարարում է ձվի խաշվելու համար:

3.15. Կալցիումի պերօքսիդի ստացումը. կալցիումի հիդրօքսիդի ջրային լուծույթի և ջրածնի պերօքսիդի փոխազդեցության ժամանակ հնարավոր է ստացվեն կալցիումի պերօքսիդի տարբեր բաղադրություններով բյուրեղա-

հիդրատներ. $\text{CaO}_2 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$, $\text{CaO}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, CaO_2 : Կալցիումի պերօքսիդի օկտահիդրատը ստանալու համար 5 մլ ջուր պարունակող բաժակում հերթականորեն ավելացնել 1,1 գ $\text{CaCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$, 5 մլ 30 %-անոց ջրածնի պերօքսիդ և 10 մլ ջրում լուծված ամոնիակի 25 %-անոց լուծույթ.

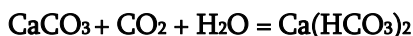


130 °C-ում տաքացնելիս կալցիումի պերօքսիդի օկտահիդրատը աստիճանաբար կորցնում է ջուրը՝ փոխարկվելով անջուր կալցիումի պերօքսիդի: Օդի ածխաթթու գազի ազդեցությամբ կալցիումի պերօքսիդը աստիճանաբար փոխարկվում է կարբոնատի, այդ պատճառով այն պետք է պահել լավ փակված սրվակում:



Կալցիումի պերօքսիդը կարելի է օգտագործել լաբորատոր եղանակով ջրածնի պերօքսիդ ստանալու համար:

3.16. Ջրի կոշտություն: Կալցիումի հիդրոկարբոնատի առաջացումը և քայքայումը. կիսով չափ ջուր պարունակող 0,5 լ տարողությամբ անոթի մեջ լցնել հավանգում լավ տրորված 0,01-0,02 գ կավիճ: Խառնուրդը թափահարելով՝ Կիպի սարքից դրանով անցկացնել CO_2 : Որոշ ժամանակ հետո կալցիումի կարբոնատը լուծվում է՝ առաջացնելով հիդրոկարբոնատ.

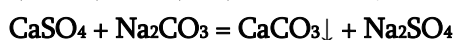
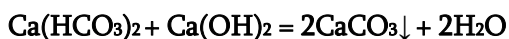


Բնական պայմաններում բերված ռեակցիան հանգեցնում է կարբոնատային հանքանյութերի քայքայման: Առաջացող հիդրոկարբոնատները պայմանավորում են ջրի կարբոնատային կոշտությունը:

Լուծույթը բաժանել երկու մասի: Մի մասը պահել հաջորդ փորձի համար, իսկ մյուսը մասը՝ եռացնել: Կուլբայի հատակին նորից առաջանում է կալցիումի կարբոնատի նստվածք.



3.17. Ջրի կոշտության վերացումը. նախորդ փորձից մնացած կալցիումի հիդրոկարբոնատը հավասար քանակով բաժանել 4 բաժակի մեջ: 3-րդ և 4-րդ բաժակներին ավելացնել նույն ծավալով կալցիումի սուլֆատի նոսր լուծույթ: 1-ին և 3-րդ բաժակներին ավելացնել կալցիումի հիդրօքսիդի նոսր լուծույթ, իսկ 2-րդ և 4-րդ բաժակներին՝ սոդայի նոսր լուծույթ: 1, 2 և 4-րդ բաժակներում հայտնվում է նկատելի նստվածք, իսկ 3-րդ բաժակում լուծույթը դառնում է գրեթե թափանցիկ.



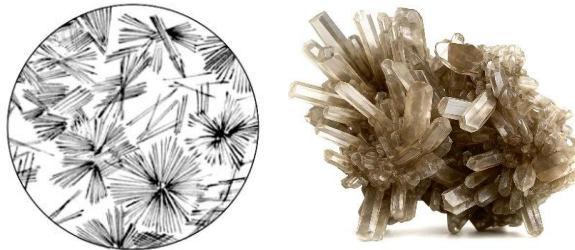
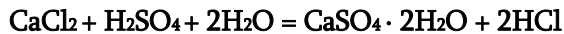
Այդ փորձերը ցույց են տալիս, որ **սողայով** կարելի է վերացնել ժամանակավոր և մնայուն կոշտությունները, իսկ **կալցիումի հիդրօքսիդով**՝ միայն ժամանակավոր կոշտությունը:

3.18. Օճառի լուծույթի հետ կոշտ և փափուկ ջրերի փոխազդեցությունը. օճառի լուծույթ պատրաստելու համար սովորաբար օգտվում են հեշտ փրփրոդ սովորական մանկական օճառից: Այդ նպատակով **օճառը** դանակով քերել բարակ տաշեղների և լուծել **թորած ջրում** այնքան, որ ապակե խողովակով փչելիս լուծույթը լավ պղպջակներ առաջացնի:

Կոշտ ջուր պատրաստելու համար վերցնել **100 մլ կալցիումի հիդրօքսիդի** հազեցած լուծույթ և նոսրացնել մինչև **1 լիտր**, ավելացնել **0,3-0,5 գ մագնեզիումի սուլֆատի** բյուրեղահիդրատ: Լավ խառնել:

Փորձանոթներից մեկը **1/3-ի** չափով լցնել **թորած ջուր**, մյուս փորձանոթը՝ **1/3-ի** չափով **կոշտ ջուր**: Երկու փորձանոթներին էլ ավելացնել **10 մլ օճառի** լուծույթ: Փակել խցանով և թափահարել: Կոշտ ջրում օճառը մակարդվում է, իսկ փափուկում առաջանում է փրփուր:

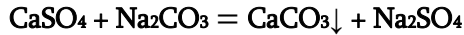
3.19. Կալցիումի սուլֆատի միկրոբյուրեղային ռեակցիան. առարկայական ապակու վրա կաթեցնել **կալցիումի քլորիդի 1-2 կաթիլ**, ավելացնել նույն քանակությամբ **2 Ն-անոց ծծմբական թթու**: Սպասել լուծույթը պղտորվի և մանրադիտակի տակ դիտել **$\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$** -ի բյուրեղների առաջացումը (նկ. 3.3.):



Նկ. 3.3. $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ -ի բյուրեղների տեսքը

3.20. Կալցիումի սուլֆատի և կարբոնատի լուծելիությունների համեմատությունը. փորձանոթի մեջ **կալցիումի քլորիդի 3-4 կաթիլի** վրա ավելացնելով **5-6 կաթիլ նատրիումի սուլֆատ**՝ ստանալ **կալցիումի սուլֆատ**: Նստվածքը ցենտրիֆուգել: Կաթոցիկով փորձանոթ տեղափոխել լուծույթը և համոզվելու համար, որ ռեակցիան ամբողջովին ավարտվել է, կաթեցնել **նատրիումի**

մի սուլֆատի մի քանի կաթիլ: Թափանցիկ լուծույթին ավելացնել մի քանի կաթիլ սոդայի լուծույթ: Կնկատվի նստվածքի առաջացում:

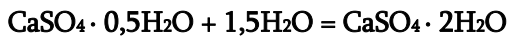


Նստվածքի առաջացման պատճառը կարելի է բացատրել՝ համեմատելով CaSO_4 -ի և CaCO_3 -ի լուծելիության արտադրյալների արժեքները (նայել հավելվածը):

3.21. Գիպսի հատկությունները. սկզբից պետք է ցուցադրել չթրծված (չայրված) գիպսի ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) փոխարկումը այրվածի ($\text{CaSO}_4 \cdot 0,5\text{H}_2\text{O}$): Դրա համար մեծ փորձանոթը $3/4$ -ի չափով լցնել **չայրած գիպս**, մի քիչ թեքությամբ ամրացնել կալանին (շտատիվ) և տաքացնել այրիչի բոցում: Գիպսը կփոխարկվի թրծվածի:

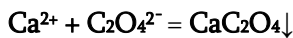


Թրծված գիպսը լցնել նախօրոք վազելի նապատված հախճապակե թասի մեջ և խառնելով ավելացնել **ջուր**, մինչև ստացվի խիտ թթվասերի նման զանգված:

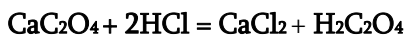


Պլաստմասե խաղալիքը կամ գնդակը միացման կարի մասով զգուշությամբ բաժանել երկու հավասար մասերի: Յուրաքանչյուր մասը ներսից **վազելի նապատել** և իրար միացնել անգույն կաշուն ժապավենով՝ թողնելով ճեղք գիպսե զանգվածը լցնելու համար: Գիպսե զանգվածը պատրաստի կաղապարի մեջ լցնելուց մոտ **20-30** րոպե հետո հեռացնել կաշուն ժապավենը և ստացված «քանդակը» հանել: Կստացվի գիպսե բնօրինակը:

3.22. Կալցիում իոնի որակական ռեակցիան. փորձանոթի կամ փոքր բաժակի մեջ կիսով չափ լցնել **կալցիումի քլորիդի** (կամ կալցիումի որևէ լուծելի աղի) լուծույթ: Ավելացնել մոտ **10 մլ ամոնիումի օքսալատի** լուծույթ և խառնել ապակե ձողով: **Ամոնիումի օքսալատը կալցիումի իոնի** հետ առաջացնում է **սպիտակ բյուրեղային նստվածք**:



Ստուգել նստվածքի լուծելիությունը **աղաթթվում և քացախաթթվում**: Այն լուծվում է աղաթթվում, իսկ քացախաթթվում՝ ոչ:

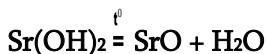


3.23. Ստրոնցիումի օքսիդի ստացումը. **ստրոնցիումի օքսիդը** ստացվում է նույն եղանակով, ինչ **կալցիումի օքսիդը**, այսինքն՝ **կարբոնատի** քայքայումով:



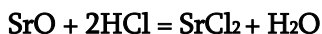
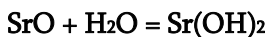
Հաշվի առնելով ստրոնցիումի կարբոնատի ավելի բարձր ջերմային կայունությունը՝ դրա քայքայումը պետք է անել ավելի բարձր ջերմաստիճանում (1200 °C):

Ստրոնցիումի օքսիդը ստացվում է նաև **ստրոնցիումի մաքուր հիդրօքսիդը** (կարբոնատ չպարունակող) 800 °C-ում շիկացնելով.

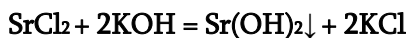


Ստրոնցիումի օքսիդը խոնավությունը և **ածխաթթու գազը** կլանող սպիտակ փոշի է և պահվում է փակ սրվակում: Տիպիկ հիմնային օքսիդ է:

Ստուգել **SrO**-ի լուծելիությունը ջրում, հիմքերում, թթուներում և ամոնիումի աղերի լուծույթներում: Այն կլուծվի ջրում, թթուներում և ամոնիումի աղերի լուծույթներում.



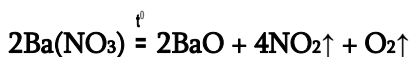
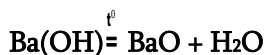
3.24. Ստրոնցիումի հիդրօքսիդի ստացումը. 10-20 գ ստրոնցիումի քլորիդը կամ **նիտրատը** լուծել թարմ թորված եռացող ջրում, սառեցնել մինչև 0 °C և ավելացնել հաշվարկային քանակությամբ 50-100 մլ լուծված **կալիումի հիդրօքսիդի** լուծույթ.



Ստացված **ստրոնցիումի հիդրօքսիդը** թափանցիկ, մանր բյուրեղային նյութ է: Այն պետք է պահել փակ սրվակում:

3.25. Բարիումի օքսիդի ստացումը. Բարիումի օքսիդը ստացվում է բարիումի կարբոնատի, նիտրատի կամ հիդրօքսիդի շիկացումով:

Հախճապակե հալքանոթի մեջ լցնել **2-3 գ բարիումի նիտրատ կամ հիդրօքսիդ**, տեղավորել մուֆելային վառարանում և շիկացնել 800-900 °C-ում.

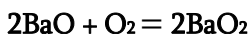


Ստուգել ստացված **BaO**-ի լուծելիությունը ջրում, թթուներում և հիմքերում:

Նպատակահարմար չէ **BaO** ստանալ **BaCO₃**-ից, քանի որ դրա քայքայումը ընթանում է ավելի բարձր ջերմաստիճանում (1300 °C):

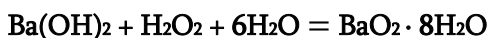
3.26. Բարիումի պերօքսիդի ստացումը. 2-3 գ կարբոնատ չպարունակող **BaO**-ն լցնել հախճապակե նավակի մեջ, տեղավորել ջերմակայուն խողովակ-

կում, ապա խողովակը անընդհատ թթվածնի հոսքի պայմաններում տաքացնել 500-600 °C.

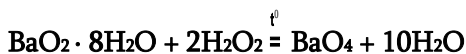


Ստուգել BaO_2 -ի ստացումը: Քիչ քանակով ստացված BaO_2 -ին ավելացնել աղաթթու և ստուգել H_2O_2 -ի առկայությունը (բերված է H_2O_2 -ի բաժնում):

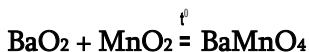
Բարիումի պերօքսիդը առաջացնում է **օկտահիդրատ**: Այն ստացվում է **բարիումի հիդրօքսիդի** հազեցած լուծույթին 30 %-անոց ջրածնի պերօքսիդ ավելացնելով: **Բարիումի պերօքսիդի օկտահիդրատը** անջատվում է փայլուն թեփուկների տեսքով.



Ստացված արգասիքը ջրածնի պերօքսիդի հետ տաքացնելիս փոխարկվում է **բարիումի գերպերօքսիդի**.



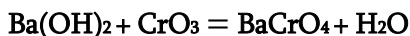
3.27. Բարիումի պերօքսիդի օքսիդիչ հատկությունները. հախճապակե հալքանոթի մեջ լցնել 0,5-1 գ BaO_2 և նույնքան էլ MnO_2 , ապա խառնուրդը լավ խառնել ապակե ձողով: Հալքանոթը դնել եռոտանու վրա և տաքացնել մինչև հալվելը: Հալույթը սառեցնել և գույնով (կանաչ) համոզվել մանգանատի առաջացման մեջ.



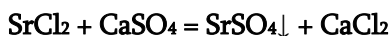
3.28. Բարիումի պերօքսիդի վերականգնիչ հատկությունը. փորձանոթ լցնել մի քանի կաթիլ AgNO_3 -ի լուծույթ և մի քանի բյուրեղ BaO_2 : Նկատել գազի անջատումը և մետաղական արծաթի առաջացումը.

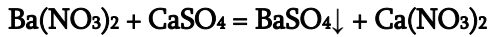


3.29. Բարիումի քրոմատի ստացումը. հավանգում տրորել 0,3 գ **բարիումի հիդրօքսիդի** և 0,1 գ քրոմական անհիդրիդի խառնուրդը: Տրորելու ընթացքում անջատված ջրից չոր խառնուրդը աստիճանաբար ջրիկանում է և փոխարկվում քսուկի նման զանգվածի.

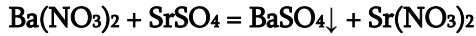


3.30. Հողալկալիական մետաղների սուլֆատների համեմատական լուծելիությունը. երեք փորձանոթների մեջ լցնել 3-4 մլ կալցիումի, ստրոնցիումի և բարիումի աղերի լուծույթներ: Յուրաքանչյուր փորձանոթին ավելացնել կալցիումի սուլֆատի հազեցած լուծույթ (5-6 մլ): Նստվածք կառաջանա 2-րդ և երրորդ փորձանոթներում.





Եթե կատարել նմանատիպ փորձ, բայց ավելացնել **ստրոնցիումի սուլֆատի** հազեցած լուծույթ, ապա նստվածք կառաջանա միայն 3-րդ փորձանոթում.



Տեղի ունեցող ռեակցիաների ընթացքը բացատրվում է հողալկալիական մետաղների սուլֆատների լուծելիության արտադրյալների համեմատությամբ, այսինքն՝ կալցիումից բարիում սուլֆատների լուծելիությունը նվազում է:

3.31. Բոցի գունավորումը հողալկալիական մետաղներով. փորձը կատարել **2.16.**-ի ձևով: Կալցիումի ցնդելի աղերը այրիչի անգույն բոցը գունավորում են **կարմրադարչնագույն**, ստրոնցիումի աղերը՝ **կարմինակարմիր**, իսկ բարիումինը՝ **դեղնականաչավուն** գույներով:

Սինթեզներ «Հողալկալիական մետաղներ» թեմայով

3.32. Մագնեզիումի քլորիդի հեքսահիդրատի սինթեզը. քիմիական բաժակի մեջ լցնել **50 մլ աղաթթվի 20 %-անոց** լուծույթ և փոքր չափաբաժիններով ավելացնել հաշվարկային քանակությամբ **մագնեզիումի օքսիդ**: Եթե օքսիդի լուծվելուց հետո լուծույթը թափանցիկ չլինի, ֆիլտրել: Գոլորշիացնել այն սկզբնական ծավալի կեսի չափով, ապա տեղադրել սառեցնող խառնուրդի մեջ (նատրիումի քլորիդով սառցաջուր) և դրանով անցկացնել **քլորաջրածնի** հոսք.



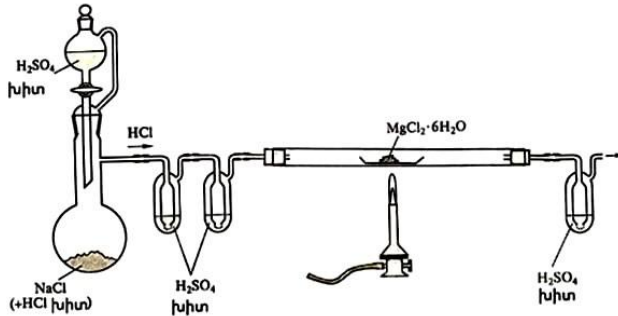
Անջատված բյուրեղները ֆիլտրել և չորացնել ժամացույցի ապակու վրա սենյակային ջերմաստիճանում: Կշռելուց հետո որոշել ելքը տոկոսներով:

3.33. Անջուր մագնեզիումի քլորիդի սինթեզը. անհրաժեշտ է իրականացնել մագնեզիումի քլորիդի հեքսահիդրատի ջրազրկում **ամոնիումի քլորիդով տաքացնելով**: Մագնեզիումի քլորիդի հեքսահիդրատի կշռվածքը 1:2 զանգվածային հարաբերությամբ վերցված **ամոնիումի քլորիդի** հետ լավ խառնել, տեղադրել ճշգրիտ կշռված հախճապակյա հալքանոթի մեջ, փակել կափարիչով և տաքացնել գազայրիչով: Սառեցնել խառնուրդը չորացուցիչի մեջ և կշռել:

Հաշվել զանգվածի կորուստը և դրա արժեքից ելնելով՝ որոշել ստացված նյութի բաղադրությունը: Փորձանոթի մեջ լցնել **3-5 մլ ջուր** և ավելացնել ստացված անջուր **մագնեզիումի քլորիդից** փոքր քանակությամբ.



3.34. Մագնեզիումի քլորիդի հեքսահիդրատի ջրազրկումը քլորաջրածնի հոսքում. հավաքել սարքը (նկ. 3.4.): Կվարցե կամ ապակե ռեակցիոն խողովակը տեղադրել մի փոքր դեպի աջ թեքած: Ճենապակյա նավակի մեջ կշռել 1-2 գ մագնեզիումի քլորիդի հեքսահիդրատ և տեղադրել խողովակի միջին մասում: Ռեակցիոն հանգույցը լցնել գազային քլորաջրածնով և անընդհատ գազ անցկացնելով՝ նավակի մեջ եղած նյութը զգույշ տաքացնել:

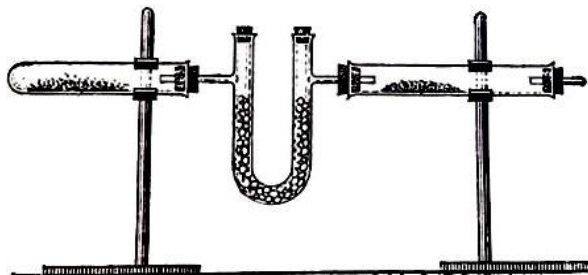


Նկ. 3.4. Մագնեզիումի քլորիդի հեքսահիդրատի ջրազրկման սարք

Ջուրը ամբողջությամբ անջատվելուց հետո այրիչը արագ հեռացնել և սառեցնել նյութը քլորաջրածնի հոսքում, որից հետո նյութով նավակը հանել ռեակցիոն խողովակից և կշռել: Նյութը տեղափոխել բյուրսի մեջ: Կշռման արդյունքների հիման վրա արտաձել բյուրեղահիդրատի բանաձևը:

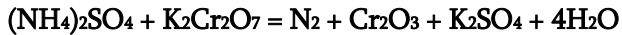
Փորձանոթի մեջ լցնել 3-5 մլ ջուր և ավելացնել ստացված անջուր մագնեզիումի քլորիդի մի փոքր քանակություն:

3.35. Մագնեզիումի նիտրիդի սինթեզը. փորձը կատարելու համար անհրաժեշտ է հավաքել սարքը (նկ. 3.5.)՝ փորձանոթի մեջ նախապես լցնելով մանրացված կալիումի բիքրոմատի և ամոնիումի սուլֆատի բյուրեղների խառնուրդ, Մ-աձև խողովակի մեջ՝ չորացված կալցիումի քլորիդ, իսկ դժվարահալ խողովակի մեջ՝ մագնեզիումի փոշի: Բոլոր հանգույցները միացնել և ամրացնել կալանին, ինչպես ցույց է տրված նկարում:

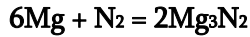


Նկ. 3.5. Մագնեզիումի նիտրիդի ստացման սարք

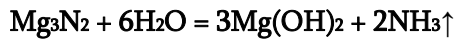
Այնուհետև փորձանոթը տաքացնել զագայրիչի ցածր բոցում, որում խառնուրդը դանդաղ կքայքայվի.



Միաժամանակ մեկ այլ զագայրիչով նախ թույլ, ապա **5-7 րոպե** տևողությամբ ուժեղ տաքացնել **մագնեզիումի փոշին ազոտի** հոսքում.



Խողովակը սառելուց հետո անջատել այն սարքավորումից և ստացված **մագնեզիումի նիտրիդը** առանձնացնել: Դրանից մի փոքր լցնել փորձանոթի կամ հալքանոթի մեջ և ավելացնել **1-2 կաթիլ ջուր**: Հոսով որոշել ամոնիակի անջատումը.



Փորձանոթի բերանին մոտեցնել կարմիր լակմուսի թաց թուղթ. այն կկապտի:

3.36. Կալցիումի քլորիդի բյուրեղահիդրատի սինթեզը. 30 մլ 15 %-անոց աղաթթվի լուծույթը լցնել բաժակի մեջ և փոքր չափաբաժիններով ավելացնել հաշվարկային քանակությամբ **մարմար կամ կավիճ**, մինչև կստացվի թույլ թթվային միջավայր: Ստացված լուծույթը ֆիլտրել և գոլորշիացնել հախճապակե բաժակի մեջ՝ տաքացնելով այն այրիչի ցածր բոցով այնքան ժամանակ, մինչև լուծույթի ջերմաստիճանը հասնի **128-129 °C (կալցիումի քլորիդի** լուծելիությունը՝ **130 °C-ում 101 գ/100 գ ջրում**):

Թողնել լուծույթը սառչի: Առանձնացնել անջատված բյուրեղները լուծույթից ծակոտկեն ապակե ֆիլտրով, չորացնել օդում և կշռել:

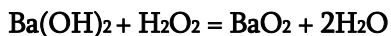


Ստացված բյուրեղահիդրատից կշռել **1-2 գ** և զագայրիչի բոցով մոտ **30 րոպե** տաքացնել հայտնի զանգվածով երկաթե հալքանոթի մեջ: Ապա սառեցնել չորացուցիչում մինչև սենյակային ջերմաստիճան և կշռել: Արդյունքների հիման վրա հաշվարկել բյուրեղահիդրատի բաղադրությունը:

Տաքացումից հետո նյութը տեղափոխել նախապես կշռված բյուքսի մեջ, կշռել և թողնել այն բաց վիճակում օդում: Մի քանի օրվա ընթացքում պարբերաբար կշռելով՝ որոշել կալցիումի քլորիդի զանգվածի փոփոխությունը ժամանակի ընթացքում:

3.37. Բարիումի պերօքսիդի սինթեզը. 4 գ բարիումի հիդրօքսիդը լուծել նախապես եռացրած **200 մլ** թորած ջրում, ապա լուծույթը սառեցնել մինչև **0 °C** և ավելացնել **10 մլ 3 %-անոց ջրածնի պերօքսիդի** լուծույթ՝ սառեցված մինչև **0 °C**: Ստացված նստվածքը մի քանի անգամ ողողել ջրով պարզվաքագտումով, ֆիլտ-

րել և չորացնել չորացուցիչում **50-60 °C** ջերմաստիճանում: Որոշել ստացված բարիումի պերօքսիդի ելքը տոկոսներով:

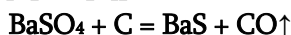


Ապացուցելու համար, որ ստացված նյութը բարիումի պերօքսիդ է, ավելացնել քիչ քանակությամբ ծծմբական թթու և կալիումի յոդիդ: Կանջատվի յոդ, որն էլ կարելի է հայտնաբերել օալայի շոհով:

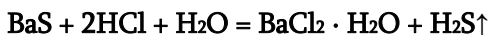
3.38. Բարիումի քլորիդի սինթեզը բարիումի սուլֆատից.

ա) Բարիումի սուլֆիդի ստացումը. **4 գ բարիումի սուլֆատը** խառնել **2 գ** մանրացրած **ածխի փոշու** հետ, ապա խառնուրդը դնել հախճապակե հալքանոթի մեջ և վրան լցնել **ածխի փոշի**: Փակել հալքանոթը կափարիչով և տաքացնել վառարանի մեջ **1 ժամ 900 °C**-ում: Սառելուց հետո թրծված զանգվածը հանել հալքանոթից և մանրացնել հախճապակե հավանգում:

Մանրացված զանգվածից մի փոքր վերցնել, մշակել ջրով, ֆիլտրել լուծույթը և ստուգել դրա ազդեցությունը ինդիկատորի թղթի վրա: Լուծույթի միջով անցկացնել **ածխածնի երկօքսիդի** հոսք.



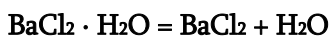
բ) Բարիումի քլորիդի բյուրեղահիդրատի ստացումը. քիմիական բաժակի մեջ լցնել **20 մլ 20 %-անոց աղաթթվի** լուծույթ և դրա մեջ փոքր չափաբաժիններով ավելացնել ստացված **բարիումի սուլֆիդից** (կատարել քարշիչ պահարանում): Լուծույթը եռացնել **ծծմբաջրածինը** հեռացնելու համար: Եթե լուծույթը ունի հիմնային ռեակցիա, չեզոքացնել այն **աղաթթվով**, իսկ նստվածքի առկայության դեպքում ֆիլտրել:



Լուծույթը լցնել հախճապակե բաժակի մեջ և գոլորշիացնել, մինչև (վերցնել ապակե ձողով) նմուշի լուծույթի մի կաթիլ, որը դրված է ժամացույցի ապակու վրա, սառչելուց հետո չբյուրեղանա: Լուծույթը սառեցնել: Անջատված բյուրեղները ֆիլտրել ապակե ծակոտկեն ֆիլտրով և տեղափոխել նախապես կշռված բյուքսի մեջ:

Կշռել նյութը պարունակող բյուքսը և որոշել ելքը տոկոսներով: Ուսումնասիրել բյուրեղները մանրադիտակի տակ և ուրվագծել դրանց ձևը:

գ) Անջուր բարիումի քլորիդի ստացումը. հախճապակե հալքանոթի մեջ կշռել ստացված նյութից որոշակի քանակություն և **30 րոպե** տաքացնել գազայրիչի բոցում մինչև զանգվածը մնա հաստատուն: Յուրաքանչյուր կշռումից առաջ հալքանոթը չորացուցիչում սառեցնել մինչև սենյակային ջերմաստիճան: Կշռման արդյունքների հիման վրա որոշել բյուրեղահիդրատի բաղադրությունը:



ԳԼՈՒԽ 4

ՊԱՐԲԵՐԱԿԱՆ ՀԱՄԱԿԱՐԳԻ 13-ՐԴ ԽՈՒՄԲ

13-րդ խմբի տարրերն են **B-ն, Al-ը, Ga-ն, In-ը, Tl-ը** և ճառագայթաակտիվ **Nh-ը**:

Նշված բոլոր տարրերն ունեն **ns²np¹** էլեկտրոնային ուրվագիծ: Գրգռված վիճակում դրանց ատոմները պարունակում են երեք համարժեքային կապերին մասնակցող երեք չզույգված էլեկտրոններ, այդ պատճառով դրանք ունեն **+3** օքսիդացման բարձրագույն աստիճան: **13-րդ** խմբի տարրերի որոշ հատկությունները բերված են աղյուսակ 4.1.-ում.

Աղյուսակ 4.1.

13-րդ խմբի տարրերի որոշ հատկությունները

Հատկությունը	B	Al	Ga	In	Tl
Ատոմային համարը	5	13	31	49	81
Ատոմային զանգվածը	10,81	26,98	69,72	114,82	204,37
Հիմնական վիճակում էլեկտրոնային ուրվագիծը	[He]2s ² 2p ¹	[Ne]3s ² 3p ¹	[Ar]4s ² 4p ¹	[Kr]5s ² 5p ¹	[Xe]6s ² 6p ¹
Ատոմային շառավիղը, նմ	0,083	0,143	0,122	0,163	0,170
M ³⁺ -ի իոնային շառավիղը, նմ	0,027	0,054	0,061	0,080	0,089
Իոնացման էներգիան, կՋ/մոլ	801	577	579	558	589
Խտությունը, գ/սմ ³	2,35	2,70	5,90	7,31	11,85
Կարծրությունը	9,5	2,6	1,5	1,1-1,2	1,5
Գույնը	Սև (բյուրեղային)	Սպիտակաարծաթագույն	-//-	-//-	-//-
Հալման ջերմաստիճանը, °C	2075	660	29,8	156,2	302,6
Եռման ջերմաստիճանը, °C	3860	2348	2245	2025	1470
Էլեկտրաբացասականությունը բստ Պոլինգի	2,04	1,61	1,81	1,78	2,04

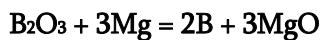
Սարքավորումներ և ազդանյութեր. կորունդե հալքանոթ, գազայրիչ, հավանգ, հախճապակե թաս, հալքանոթային վառարան, մետաղյա թիթեղ, ապակե բաժակ, փորձանոթ, կերամիկական սալիկ, մանրադիտակ, թել, ապակե ձող, բյուրետ, նիկել-քրոմային լար:

Նյութեր. B_2O_3 , Al (փոշի), ալյումինի թիթեղ, մետաղական գալիում, մետաղական ինդիում, բուրա, բորաթթու, ալյումինի սուլֆատ, կալիումի սուլֆատ, ալյումինի օքսիդ, ալյումինի քլորիդի հեքսահիդրատ, լակմուսի թուղթ, ֆիլտրի թուղթ, թանաք:

Լուծույթներ. ազոտական թթվի 2 Ն-անոց լուծույթ, ծծմբական թթվի 2 Ն-անոց լուծույթ, աղաթթվի 2 Ն-անոց լուծույթ, նատրիումի հիդրօքսիդի 30 %-անոց լուծույթ, բուրայի հազեցած լուծույթ, կոբալտի քլորիդի խիտ լուծույթ, կոբալտի նիտրատի 0,1 Ն-անոց լուծույթ, ալյումինի սուլֆատի 0,5 Ն-անոց լուծույթ, նատրիումի ազետատի 0,5 Ն-անոց լուծույթ, ամոնիումի քլորիդի հազեցած լուծույթ, գալիումի լուծելի աղի լուծույթ, ինդիումի լուծելի աղի լուծույթ, թալիումի աղի լուծույթ, միզանյութ:

4.1. Բորի ստացումը մետաղաջերմային վերականգնման եղանակով. նշված եղանակով ամորֆ բոր ստացվում է ինչպես B_2O_3 -ի, այնպես էլ բուրայի ($Na_2B_4O_7$) վերականգնումով՝ որպես վերականգնիչ օգտագործելով կա՛մ մետաղական մագնեզիում, կա՛մ ալյումին:

ա) Բորի օքսիդի վերականգնումը մագնեզիումով. նախօրոք չորացրած բորի (III) օքսիդը լավ մանրացնել հախճապակե հավանգում: Ստացված փոշուց պատրաստել խառնուրդ՝ վերցնելով (2-5) կշռամաս B_2O_3 և 1 կշռամաս Mg: Խառնուրդը տեղափոխել կորունդե կամ պողպատե հալքանոթի մեջ, փակել կափարիչով և մուֆելային վառարանում շիկացնել **800-900 °C**: Ռեակցիան տեղի է ունենում շատ արագ և ուղեկցվում է մեծ քանակությամբ ջերմության անջատումով:



Եթե ելային B_2O_3 -ը պարունակի չնչին քանակությամբ խոնավություն, ապա ռեակցիան տեղի չի ունենա, և խառնուրդը միայն կփքվի:

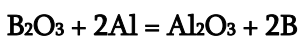
Ստացված բորը մագնեզիումի օքսիդի հետ միաժամանակ կարող է պարունակել մագնեզիումի բորիդ և չծախսված մագնեզիում:

Բորը մաքրելու համար սառը խառնուրդը տեղափոխել ջրով բաժակի մեջ և բաժիններով ավելացնել **խիտ աղաթթու**: Տեղի կունենա բուռն ռեակցիա.



Ռեակցիայից հետո լուծույթը զգուշությամբ թափել, արգասիքին նորից ավելացնել **աղաթթու** և խառնուրդը եռացնել: Այնուհետև լուծույթը նորից թափել, իսկ բոլոր լավ լվանալ թորած ջրով ու չորացնել:

բ) Բորի օքսիդի վերականգնումը ալյումինով. փորձը կատարել քարշիչ պահարանում: Նախորդ փորձի նման պատրաստել **2,5 գ B₂O₃, 5 գ Al** և **3,5 գ S** պարունակող փոշիների խառնուրդ: Խառնուրդը տեղափոխել կորունդե հալքանոթի մեջ և ծածկել **0,9** կշռամաս **ալյումինից** և **1,6** կշռամաս **ծծմբից** կազմված հրկիզող խառնուրդով (կարելի է վերցնել բաղադրիչների քանակական հարաբերությունը պահպանող ցանկացած քանակություն): Հալքանոթը տեղավորել հրակայուն սալիկի վրա, հրկիզող խառնուրդը վառել **մագնեզիումի** ժապավենով և հալքանոթը անմիջապես փակել կափարիչով: Ռեակցիան ընթանում է շատ բուռն՝ մեծ քանակությամբ ջերմության անջատումով.



Հալքանոթի սառելուց հետո այն ջարդել, ստացված արգասիքից առանձնացնել **ալյումինի սուլֆիդի** կտորները և տեղավորել ամուր փակվող անոթում: Բոլոր մնացած խարամի մնացորդի հետ տեղափոխել ջուր պարունակող բաժակի մեջ: Մնացած ալյումինի սուլֆիդը հիդրոլիզվում է անդարձելիորեն՝ անջատելով մեծ քանակությամբ **ծծմբաջրածին**.



Ալյումինի օքսիդը և հիդրոլիզի հետևանքով ստացված **Al(OH)₃**-ը հեռացնել պարզվածքագտումով և մի քանի անգամ ջրով լվանալով: Այնուհետև մնացորդը մշակել խիտ աղաթթվով:

4.2. Բորի ստացումը բուրայից. Ելային նյութը՝ բուրան (**Na₂B₄O₇**), հախճապակե թասում քիչ քանակով նախօրոք պետք է ջրազրկել՝ գազայրիչով շիկացնելով: Քանի որ տաքացման ժամանակ բուրան ուժեղ փքվում է, անհրաժեշտ է այն ժամանակ առ ժամանակ տրորել հավանգակոթով, այնուհետև խոնավության լրիվ հեռացման համար ստացված զանգվածը շիկացնել մուֆելային վառարանում **700 °C** ջերմաստիճանում:

Բորի ստացման համար պատրաստել ռեակցիոն խառնուրդ՝ կազմված **2** կշռամաս շիկացած **բուրայից** և **1** կշռամաս **մագնեզիումի փոշուց**:

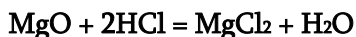
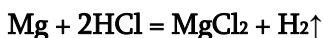
Խառնուրդը հավանգում լավ մանրացնել, տեղափոխել կորունդե հալքանոթ, ծածկել ջրազրկված **բուրայի** բարակ շերտով և փակել կափարիչով: Հալքանոթը էլեկտրական վառարանում **20-30 րոպե** շիկացնել **800 °C**-ում: Ռեակցիան տեղի է ունենում մեծ քանակությամբ ջերմության անջատումով: Մի

քանի վայրկյան հետո, երբ հալքանոթը տաքանում է մինչև սպիտակ շիկացման ջերմաստիճան, ռեակցիան կարելի է համարել ավարտված.

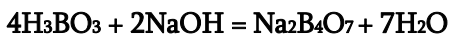


Բուրան կարելի է վերականգնել նաև ավելի պարզ եղանակով:

Խառնուրդ պարունակող փորձանոթը ամրացնել կալանին և գազայրիչով ամբողջությամբ զգուշորեն տաքացնել, այնուհետև ուժեղ տաքացնել միայն փորձանոթի հատակը: Ռեակցիան, ինչպես նախորդ դեպքում, ուղեկցվում է մեծ քանակության ջերմության անջատումով, սակայն երբեմն ինքնաբերաբար կանգ է առնում: Այդ ժամանակ գազայրիչի բոցը պետք է ուղղել այնտեղ, որտեղ կանգ է առել ռեակցիան: Փորձանոթի սառելուց հետո ստացված զանգվածը ջարդել և հանել: Բերված եղանակներով ստացված **բորը** մաքրել խառնուրդներից: Դրա համար զանգվածը տրորել մինչև փոշի վիճակի վերածվելը, լվանալ պարզվածքագտման եղանակով և եռացնել աղաթթվում: Տեղի են ունենում հետևյալ փոխազդեցությունները.



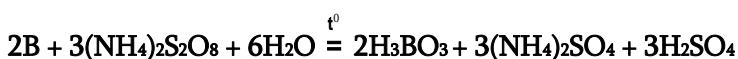
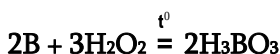
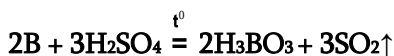
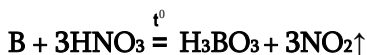
Լուծույթը հեռացնել պարզվածքագտումով: Նստվածքը մի քանի անգամ լվանալ թորած ջրով և եռացնել հիմքի 10 %-անոց լուծույթում բորաթթվի հետքերը հեռացնելու համար.



Հիմքի մնացորդները հեռացնելու համար ջրով մի քանի անգամ լվանալ և ստացված **դարչնագույն ամորֆ բորը** չորացնել մինչև 100 °C տաքացված չորացնող պահարանում:

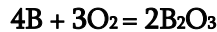
4.3. Բորի հատկությունները. նախորդ փորձերից ստացված բորից վերցնել քիչ քանակությամբ և փորձել դրա լուծելիությունը ջրում, հիմքերում, ոչ օքսիդիչ և օքսիդիչ թթուներում ու տարբեր օքսիդիչներում:

Բորը նույնիսկ եռման ջերմաստիճանում չի լուծվում ջրում, հիմքերում և ոչ օքսիդիչ թթուներում: Տաքացման պայմաններում դանդաղ լուծվում է օքսիդիչ թթուներում և օքսիդիչների լուծույթներում.



4.4. Բորի օքսիդի ստացումը. բորի օքսիդը սպիտակ ապակենման զանգվածի ձևով ստացվում է **բորաթթվի** շիկացումով և բորի թթվածնով օքսիդացումով:

ա) Երկաթե հալքանոթի մեջ լցնել քիչ քանակությամբ **բորի փոշի**, հալքանոթը տեղավորել մինչև **750 °C** տաքացված վառարանում և այդ ջերմաստիճանում պահել **5-10** րոպե: Կստացվի **B₂O₃**՝ ըստ հետևյալ ռեակցիայի.

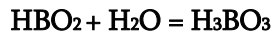


բ) Մետաղական թիթեղիկը (երկաթե կամ ալյումինե) ամրացնել կալանին և եզրին լցնել քիչ քանակությամբ **բորաթթու**: Թիթեղիկը այրիչով դանդաղ տաքացնել մինչև **բորաթթվի** ջրազրկումը և զանգվածի փքվելը: Ստացված ապակենման հալույթի մեջ մտցնել ապակյա ձողը և ձգել **բորական անհիդրիդը**: Թողնել թիթեղիկը սառնի, ապա վրայից հեռացնել ստացված բորական անհիդրիդը:

Տաքացման ժամանակ բորաթթուն փոխարկվում է **մետաբորական թթվի**, այնուհետև՝ **քառաբորաթթվի** և վերջապես՝ **բորի (III) օքսիդի**: Ռեակցիայի գումարային հավասարումը կլինի.

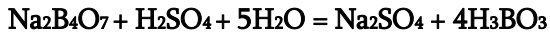


Ստացված **B₂O₃**-ը հավանգում լավ մանրացնել, վերցնել մի փոքր և լուծել մի քանի կաթիլ թորած ջրում: Ջրում բորի օքսիդի լուծման ժամանակ ստացվում են **H₃BO₃**, **HBO₂** և **H₂B₄O₇**: Բորի թթուներից ամենակայունը օրթոբորական թթուն է, վերջին երկուսը փոխարկվում են **օրթոբորաթթվի**.



Փորձել ստացված լուծույթի միջավայրը: Քանի որ **10 Ն**-անոց բորաթթվի լուծույթի **pH~5** է, ապա թթվայնությունը որոշելու համար պետք է օգտագործել ավելի զգայուն ինդիկատոր, քան լակմուսն է: Այդպիսին է **0,2 %-անոց** մեթիլ կարմիրի սպիրտային լուծույթի և **0,1 %-անոց** մեթիլ կապույտի սպիրտային լուծույթի 1:1 հարաբերությամբ խառնուրդը: Այդպիսի ինդիկատորի ցուցիչը **pT-ն 5,4** է (տիտրման ցուցիչ):

4.5. Բորաթթվի ստացումը նատրիումի քառաբորատից. մոտ **2 գ բուրան** լցնել բաժակի մեջ և ավելացնել **5 մլ** թորած ջուր: Բաժակի պարունակությունը տաքացնել մինչև եռալը: Լուծույթի պղտորման դեպքում այն տաք վիճակում ֆիլտրել: Ֆիլտրված լուծույթը նորից տաքացնել **80-90 °C** և ավելացնել մի քանի կաթիլ **խիտ ծծմբական թթու** կամ **աղաթթու**: Բաժակի պարունակությունը սառեցնել սառցաջրով: Նստում է **բյուրեղական բորաթթու**.



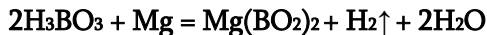
Ստացված **բորաթթուն** ֆիլտրել և պահել հետագա փորձերի համար:

4.6. Բորաթթվի հատկությունները. փորձանոթի մեջ տաքացման պայմաններում թորած ջրում լուծել քիչ քանակությամբ (մի քանի բյուրեղ) **բորաթթու** և բաժանել երեք մասի:

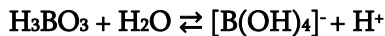
Առաջին փորձանոթին ավելացնել մի քանի կաթիլ վերը նշված ինդիկատորի լուծույթից. այն ցույց կտա **թթվային** միջավայր:

Երկրորդ փորձանոթին ավելացնել **դեղին քրքում**, լուծույթը կգունավորվի **կարմիր**: Ռեակցիան բնութագրական է հիմքերին, այսինքն՝ **բորաթթվի** լուծույթում առկա են **հիդրօքսիլային խմբեր**:

Երրորդ փորձանոթի մեջ գցել մի փոքր կտոր **մագնեզիումի ժապավեն** կամ քիչ քանակությամբ **մագնեզիումի փոշի**: Տեղի կունենա **ջրածնի** անջատում.



Ջրային լուծույթում օրթոբորաթթուն դիսոցվում է որպես միահիմն թույլ թթու.



Բորաթթվի թթվային հատկությունները պայմանավորված են ոչ թե ջրածին իոնի անջատումով, այլ Լյուիսի հիմքի դեր կատարող հիդրօքսիլային խմբի միացումով, այսինքն՝ փաստացի **B (III)** կոմպլեքսի առաջացումով:

4.7. Լյումինաֆոր բորաթթվից. բորաթթվի վրա քիչ քանակությամբ ակտիվարար օրգանական նյութեր ավելացնելով՝ կարելի է ստանալ տարբեր գույնի լուսարձակող լուսակիրներ (լյումինաֆոր): Դրանք ապակենման ամորֆ զանգվածներ են, որոնք ստացվում են բորաթթվի մասնակի ջրազրկման արդյունքում **250-300 °C** ջերմաստիճանում: Լուսարձակումը, կախված կիրառվող օրգանական ակտիվարար նյութից, կարող է տևել մինչև 10 վայրկյան: Շատ կարևոր է նաև **բորաթթվի մաքրությունը**:

Անհրաժեշտ օրագանական նյութերն են՝ **ֆլուորեսցենին (մուգ կանաչ լուսարձակում), լյումինոլ, միզանյութ, սալիցիլաթթու, տերեֆտալաթթու, կիտրոնաթթու (դեղին լուսարձակում), նիկելի ացետատ (կանաչ լուսարձակում) և օքսալաթթու (վառ դեղնականաչ լուսարձակում)**:

Հախճապակե թասի մեջ վերցնել **2-5 գ բորաթթվի փոշի**, իսկ օրգանական բաղադրիչի քանակությունը կարող է լինել տարբեր՝ բորաթթվի **0,1-3 %-ի** չափով: Կարելի է վերը նշված նյութերի մի մասը վերցնել **0,1 %-անոց** լուծույթի ձևով:

Բաղադրիչները լավ խառնել, որ ստացվի համասեռ զանգված, ապա խառնելով ավելացնել այնքան ջուր կամ սպիրտ, որ ստացվի մածուցիկ զանգված: Խառնուրդը ապակե ձողով անընդհատ խառնելով՝ տաքացնել մինչև **300 °C**: Սկզբում գոլորշանում է ջուրը, այնուհետև խառնուրդն աստիճանաբար հալվում է և փրփրում: Տաքացումը շարունակել մինչև ամբողջ զանգվածը հալվի ու խտանա, ապա ապակե ձողով ոլորելով՝ հանել զանգվածը և թողնել սառչի: Ստացված **լյումինաֆորը** անհրաժեշտ է կոտրել կամ մանրացնել հավանգի մեջ:

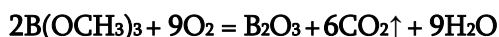
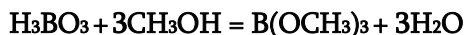
ա) Լյումինաֆոր սալիցիլաթթվով պատրաստելու համար **վերցնել 1 գ բորաթթու և 15 մլ սալիցիլաթթվի ջրային կամ սպիրտային լուծույթ (1,5 %-անոց)**: Կստացվի **սպիտակ** լյումինաֆոր, լուսարձակումը՝ **վառ կապույտ**: Կլուսարձակի 10 վայրկյան:

բ) Լյումինաֆոր տերեֆտալաթթվով. քիմիապես մաքուր **բորաթթուն** տրորել **տերեֆտալաթթվով**՝ վերցնելով բաղադրիչները **1000:1** հարաբերությամբ: Խառնուրդը տաքացնել մինչև հալվի և դառնա ապակենման զանգված, այնուհետև սառեցնել. այն կլուսարձակի:

գ) Լյումինաֆոր ֆտալաթթվով պատրաստելու համար **0,05 գ ֆտալաթթուն** լուծել **50 մլ ջրում**, ապա ստացված լուծույթից **1 մլ** ավելացնել **1 գ բորաթթվի** վրա: Կլուսարձակի **3-4** վայրկյան:

դ) Լյումինաֆոր ֆլյուորեսցեինով. քիմիապես մաքուր **բորաթթվին ֆլյուորեսցեինը** խառնել **0,1-0,2 %** հարաբերությամբ ինչպես մաքուր, այնպես էլ սպիրտային լուծույթի տեսքով նախորդ փորձերի նման: Խառնուրդը տաքացնել մինչև հալվի և դառնա ապակենման զանգված, այնուհետև սառեցնել: Կլուսարձակի **դեղինից մինչև վառ կանաչավուն**:

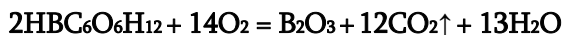
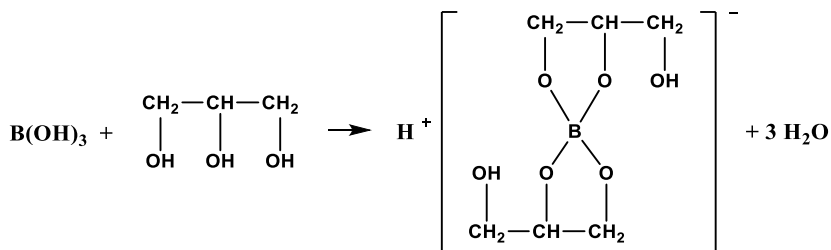
2.1. Բորի հայտնաբերումը. հախճապակե թասիկի մեջ լցնել մոտ **10** բյուրեղ **բուրա**, ավելացնել **2-3** կաթիլ **խիտ ծծմբական թթու** (խտությունը **1,84 գ/սմ³**) և **5-6 մլ մեթիլ** կամ **էթիլ սպիրտ**: Ապակյա ձողով խառնել և այրել առաջացած **բորմեթիլային էսթերը**. այն կայրվի **վառ կանաչ** բոցով: Տեղի են ունենում հետևյալ փոխազդեցությունները.



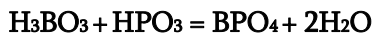
Ծծմբական թթուն երկակի դեր է կատարում: Բուրայի հետ փոխազդելով՝ այն առաջացնում է բորաթթու և կլանելով ջուր՝ արգելակում է էսթերի հիդրոլիզը:

Փորձը կարելի է կատարել **մեթիլ սպիրտը** փոխարինելով **եռատոմ սպիրտով** (գլիցերին):

Նիկել-քրոմային լարի ծայրին պատրաստել ունկ և վրան դնել **բորաթթվի** բյուրեղներ, թրջել **խիտ ծծմբական թթվով** և ավելացնել մի քանի կաթիլ **գլիցերին** ու մտցնել այրիչի բոցի մեջ: Նորից կոլիտվի **վառ կանաչ** գույնի բոցի առաջացում:



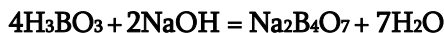
4.8. Բորի ֆոսֆատի ստացումը. **բորաթթվի** և **մետաֆոսֆորական թթվի** հավասարամոլ քանակներով խառնուրդը հավանգում լավ մանրացնել, ապա տեղափոխել հախճապակե հալքանոթի մեջ և տաքացնել 80-100 °C. կստացվի ամորֆ զանգված:



Իսկ բյուրեղական վիճակում ստանալու համար շարունակել տաքացումը մինչև **800 °C**:

Բորի ֆոսֆատը օդում կայուն **սպիտակ** նյութ է: Այն իրականում ոչ թե ինքնուրույն միացություն է, այլ ոչ մետաղների խառը օքսիդներ, քանի որ դրա կառուցվածքում **բորի** ատոմը քառանիստոթեն շրջապատված է կառուցվածքներով համարժեք թթվածնի ատոմներով:

4.9. Բուրայի ստացումը բորաթթվից. 150 մլ 50-60 °C ջերմաստիճանի ջուրը հազեցնել **բորաթթվով**, լցնել մի քանի կաթիլ **ֆենոլֆտալեին** և լուծույթին դանդաղ ավելացնել **նատրիումի հիդրօքսիդի** հազեցած լուծույթ՝ մինչև **մուրու գույնի** հայտնվելը:

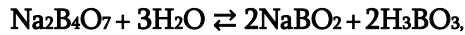


Հիմքը չի կարելի վերցնել ավելցուկով, քանի որ այդ դեպքում կառաջանա **նատրիումի մետաբորատ**.

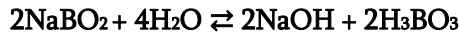


Լուծույթը սառեցնել և անջատված բուրայի բյուրեղները ֆիլտրել:

4.10. Բուրայի հիդրոլիզը. 5-6 կաթիլ լակմուսի չեզոք լուծույթին ավելացնել **բուրայի 3-4** կաթիլ լուծույթ: Լակմուսի գույնը աստիճանաբար կփոխվի **կարմիրից կապույտի**, քանի որ բուրայի հիդրոլիզը տեղի է ունենում երկու աստիճանով: Առաջին աստիճանում ստացվում է **նատրիումի մետաբորատ և օրթոբորաթթու**.



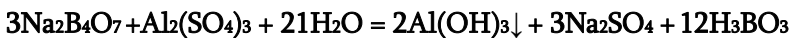
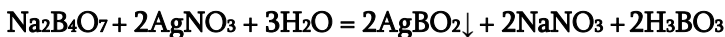
իսկ երկրորդ աստիճանում՝ **նատրիումի հիդրօքսիդ և օրթոբորաթթու**.



գումարայինը՝ $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 + 7\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons 2\text{NaOH} + 4\text{H}_3\text{BO}_3$

4.11. Դժվար լուծվող բորատների ստացումը. երեք փորձանոթների մեջ լցնել **բուրայի 3-4 կաթիլ** հազեցած լուծույթ: Առաջին փորձանոթին ավելացնել **արծաթի նիտրատի**, երկրորդին՝ **պղնձի սուլֆատի**, իսկ երրորդին՝ **ալյումինի սուլֆատի** լուծույթներ:

Առաջին փորձանոթում նստում է **արծաթի մետաբորատի սպիտակ նստվածք**, երկրորդում՝ **պղնձի փիրուզագույն հիմնային աղ** (պղնձի հիդրօքսոմետաբորատ), իսկ երրորդում՝ **ալյումինի հիդրօքսիդի սպիտակ նստվածք**.



Վերջին երկու փորձանոթներում չեզոք աղեր չեն ստացվում: Պղնձի հիմնային աղի առաջացումը պայմանավորված է **պղնձի հիդրօքսիդի** ցայտուն արտահայտված թույլ հիմնային հատկությամբ. թույլ թթուներից միջին աղեր չեն ստացվում: Իսկ ալյումինի թույլ թթուների աղերը հիդրոլիզի են ենթարկվում և՛ ըստ կատիոնի, և՛ ըստ անիոնի, այդ պատճառով դրանք հնարավոր չէ ստանալ ջրային լուծույթներից:

4.12. Բուրայի մարգարտահատիկների ստացումը. նախ անհրաժեշտ է ստանալ բուրայի մարգարտահատիկ:

Նիկել-քրոմային լարի ծայրին պատրաստել փոքր ունկ, վրան դնել **բուրայի** բյուրեղներ և տաքացնել այրիչի բոցում: **Բուրան**, կորցնելով բյուրեղաջուրը, փքվում է՝ առաջացնելով թափանցիկ ապակյա զանգված.



Հալված **բուրան** լուծում է տարբեր **մետաղների օքսիդներ**՝ առաջացնելով բնութագրական գույներով **մետաբորական թթվի** կրկնակի աղեր:

Այդ նպատակով **բուրայի** մարգարտահատիկը մտցնել **կոբալտի, պղնձի, քրոմի** և այլ մետաղների **նիտրատների** հազեցած լուծույթների մեջ և նորից շիկացնել: Ստացվում են տարբեր գույնի մարգարտահատիկներ.

կոբալտ – կապույտ

պղինձ – կանաչ

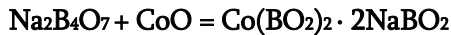
քրոմ – կանաչ

մանգան – մանուշակագույն

նիկել – դեղին

երկաթ – կարմրագորշ:

Տեղի են ունենում հետևյալ փոխազդեցությունները, օրինակ՝ կոբալտի նիտրատի հետ.



4.13. Նատրիումի պերբորատի ստացումը. 3,8 գ բուրայի և 0,4 գ նատրիումի հիդրօքսիդի խառնուրդը լուծել 4 մլ ջրում: Ստացված լուծույթին ավելացնել 4,5 մլ 30 % -անոց ջրածնի պերօքսիդ և 2,2 մլ ջուր.



Որոշ ժամանակ հետո առաջացած **նատրիումի պերբորատի** բյուրեղները ֆիլտրել և չորացնել օդում: Փորձել պերբորատից **ջրածնի պերօքսիդի** ստացումը (տե՛ս ջրածնի պերօքսիդի բաժնում):

4.14. Ալյումինի փոխազդեցությունը ջրի և թթվածնի հետ. ալյումինը օդում օքսիդանալու պատճառով միշտ պատված է **օքսիդի** նուրբ կայուն թաղանթով, որը պաշտպանում է **մետաղը** հետագա օքսիդացումից և **ջրի** հետ փոխազդեցությունից: Եթե մեխանիկական կամ քիմիական եղանակներով հեռացվի օքսիդի թաղանթը, ապա ալյումինը արագ կփոխազդի ջրի հետ.

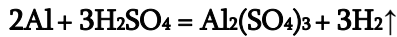
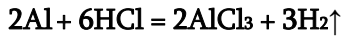


Վերցնել միատեսակ **երկու ալյումինե թիթեղ**: Թիթեղներից մեկը մտցնել **թորած ջրով** բաժակի մեջ: Նշել ռեակցիայի բացակայությունը: **Ալյումինե** թիթեղը հանել ջրից, չորացնել ֆիլտրի թղթով և երկու թիթեղներն էլ մտցնել **սնդիկի** լուծելի աղի հազեցած լուծույթի մեջ: Պահել մի քանի րոպե: Հանել թիթեղները, լվանալ թորած ջրով և թիթեղներից մեկը նորից մտցնել **թորած ջրի** մեջ. տեղի կունենա բուռն ռեակցիա՝ **ջրածնի** անջատումով: Երկրորդ թիթեղը չորացնել ֆիլտրի թղթով և պահել չոր օդում: Որոշ ժամանակ հետո թիթեղի վրա կհայտնվի **ալյումինի օքսիդի փառ**:

Ալյումինի սնդիկի՝ աղի լուծույթի հետ շփման ժամանակ սնդիկը վերականգնվում է: Ալյումինի մակերևույթին առաջանում է սնդիկի հետ համահալվածք. ալյումինի պաշտպանիչ թաղանթը քայքայվում է, և ալյումինը ենթարկվում է կերամաշման (կոռոզիա): Ռեակցիայի արագացմանը նպաստում է նաև առաջացող **Al-Hg** գալվանական զույգը:

4.15. Ալյումինի փոխազդեցությունը թթուների հետ. երեք փորձանոթների մեջ լցնել 2-3 կաթիլ 2 Ն-անոց **աղաթթվի, ծծմբական և ազոտական թթուների** լուծույթներ: Յուրաքանչյուր փորձանոթի մեջ գցել մի փոքր կտոր ալյումինի

նրբաթիթեղ: Առաջին փորձանոթում, որը պարունակում է աղաթթու, փոխազդեցությունը կընթանա համեմատաբար արագ, իսկ ծծմբական թթու պարունակող փորձանոթում՝ դանդաղ: Երկու դեպում էլ անջատվում է **ջրածին**.

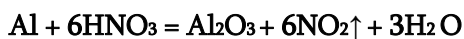
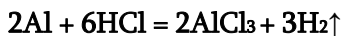


Երրորդ փորձանոթում ազոտական թթվի հետ փոխազդեցություն չի ընթանա:

Երկրորդ ու երրորդ փորձանոթների պարունակությունը թույլ տաքացնել: Երկրորդ փորձանոթում ռեակցիան կարագանա, իսկ երրորդում՝ փոխազդեցություն կսկսվի.



4.16. Ալյումինի փոխազդեցությունը խիտ թթուների հետ. երեք փորձանոթներում լցնել համապատասխանաբար **1,19 գ/սմ³**, **1,84 գ/սմ³** և **1,4 գ/սմ³** խտություններով **քլորաջրածնական, ծծմբական և ազոտական թթուներ:** Երեք փորձանոթների մեջ էլ գցել հղկաթղթով մաքրված **ալյումինի թիթեղի** կտորներ: Մենյակային ջերմաստիճանում **աղաթթվում ալյումինը** արագ լուծվում է՝ անջատելով **ջրածին**: Ծծմբական թթվում սկզբից զգացվում է **ծծմբային գազի** հոտ, այնուհետև փոխազդեցություն տեղի չի ունենում: **Ազոտական թթու** պարունակող փորձանոթում նկատվում է գորշ գույնի առաջացում, և նորից ռեակցիան կանգ է առնում: Տեղի են ունենում հետևյալ փոխազդեցությունները.



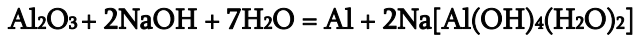
Բերված ռեակցիաները ցույց են տալիս, որ սենյակային ջերմաստիճանում **ալյումինը ծծմբական և ազոտական թթուներում պասիվանում** է, քանի որ առաջանում է **ալյումինի օքսիդի** նուրբ թաղանթ, որը պաշտպանում է մետաղը հետագա օքսիդացումից:

Երկրորդ և երրորդ փորձանոթները տաքացնելիս երկու փորձանոթներում էլ կնկատվի ալյումինի լուծման գործընթաց.

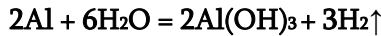


4.17. Ալյումինի փոխազդեցությունը հիմքերի հետ. ալյումինը հեշտությամբ լուծվում է **հիմքերի** ջրային լուծույթներում, որը բերում է **ակվահիդրօքսադի** և **ջրածնի** առաջացմանը: Ինչպես նշվել է, **ալյումինը** միշտ պատ-

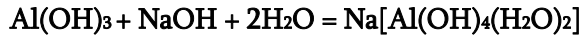
ված է **օքսիդի** կայուն թաղանթով, որի հետ հիմքը փոխազդում է՝ բացելով մետաղի մակերևույթը.



Ալյումինը փոխազդում է **ջրի** հետ.



Ալյումինի հիդրօքսիդը փոխազդում է **հիմքի** ջրային լուծույթի հետ.

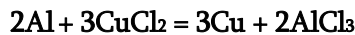


Գումարային՝ $2\text{Al} + 2\text{NaOH} + 10\text{H}_2\text{O} = 2\text{Na}[\text{Al}(\text{OH})_4(\text{H}_2\text{O})_2] + 3\text{H}_2\uparrow$

Փորձանոթում տեղավորել **ալյումինի նրբաթիթեղի** փոքր կտոր և ավելացնել **5-8** կաթիլ **2 Ն-անոց նատրիումի հիդրօքսիդի** լուծույթ: **Ալյումինը** ակտիվորեն փոխազդում է **հիմքի** հետ: Ռեակցիան ավելի արագացնելու համար կարելի է թույլ տաքացնել:

4.18. Քլոր իոնի ազդեցությունը ալյումինի կերամաշության վրա. քլոր իոնը կերամաշության ուժեղ ակտիվարար է: Լուծույթում դրա առկայությունը նպաստում է **ալյումինի օքսիդի** պաշտպանիչ թաղանթի խարխլմանը, որի հետևանքով կերամաշումը ուժեղանում է:

Երկու փորձանոթներում տեղավորել **ալյումինի** փոքր կտոր և դրանցից մեկին ավելացնել **7-8** կաթիլ **պղնձի սուլֆատի** լուծույթ, իսկ մյուսին՝ նույն քանակությամբ **պղնձի քլորիդի** լուծույթ: Առաջին փորձանոթում ալյումինը մնում է գրեթե անփոփոխ, իսկ երկրորդ փորձանոթում արագ պատվում է **պղնձի թաղանթով**.



4.19. Ալյումինի փոխազդեցությունը ոչ մետաղների հետ.

ա) Ալյումինի և յոդի փոխազդեցությունը բերված է «Ջուր» բաժնում (գլուխ 1):

բ) Ալյումինի փոխազդեցությունը բրոմի հետ (փորձը կատարել քարշիչ պահարանում). ամրակալին ուղղահայաց դիրքով ամրացնել մեծ փորձանոթ: Դրա տակ դնել ավազով լցված բյուրեղարար: Փորձանոթը լցնել **1-2 մլ բրոմ** և մեջը գցել մոտ **1 գ ալյումինի** կտորներ: Մի քանի րոպեից կսկսի վառ կարմրագորշ բոցով ռեակցիա՝ փորձանոթի ուժեղ տաքացումով.



Արդյունքում փորձանոթի պատերին նստում են **ալյումինի բրոմիդի** փայլուն, ոսկեգույն բյուրեղները:

գ) Ալյումինի փոխազդեցությունը ծծմբի հետ. **1,5 գ ալյումինի** փոշին լավ խառնել **3 գ ծծմբածաղկի** հետ: Խառնուրդը բլրակի ձևով լցնել կերամիկական (խեցե) սալիկի վրա: Խառնուրդի վրա դնել **մագնեզիումի ժապավենի** մի

փոքր կտոր և այրել այրիչով: Գործընթացը տեղի կունենա բռնկումով, քանի որ **ալյումինի և ծծմբի** փոխազդեցությունը ջերմանջատիչ է.

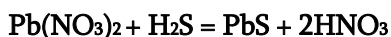


Ստացված **ալյումինի սուլֆիդը** սառեցնել: Լցնել բաժակի մեջ, ավելացնել **10-12 մլ ջուր** և բաժակը ծածկել **կապարի նիտրատի** լուծույթով թրջված ֆիլտրի թղթով:

Ալյումինի սուլֆիդը ամբողջովին հիդրոլիզվում է.



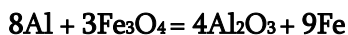
իսկ խոնավ ֆիլտրի թուղթը **սևանում** է.



4.20. Երկաթային թերմիտի այրումը. ալյումինաջերմային եղանակով դժվարահալ մետաղները (**քրոմ, մոլիբդեն, երկաթ** և այլն) ստացվում են դրանց մետաղները **ալյումինով** վերականգնելով:

Երկաթային թերմիտը **Al-ի** և **Fe₃O₄-ի** **1:3** հարաբերությամբ փոշիների խառնուրդն է:

Կորունդե հալքանոթի մեջ լցնել **5 գ թերմիտ**, մակերևույթը ծածկել բռնկվող խառնուրդի բարակ շերտով և վրան դնել **մագնեզիումի ժապավեն**: Ապա հալքանոթը տեղադրել չոր ավազով լցված որևէ տարայի վրա: Այրել **մագնեզիումի ժապավենը**. խառնուրդը անմիջապես կբռնկվի, իսկ դրանից էլ՝ **թերմիտը**: Գործընթացի ժամանակ այնքան մեծ ջերմություն է անջատվում, որ **երկաթը** հալվում է.



Սառելուց հետո **երկաթը** կարելի է հայտնաբերել մագնիսով:

Բռնկվող խառնուրդ կարելի է պատրաստել հետևյալ եղանակներով՝ վերցնելով.

9 կշռամաս **բարիումի պերօքսիդ** և **1** կշռամաս **մագնեզիումի փոշի**,

9 կշռամաս **բարիումի պերօքսիդ** և **1** կշռամաս **ալյումինի փոշի**,

1 կշռամաս **ալյումինի փոշի** և **1** կշռամաս լավ մանրացված **կալիումի պերմանգանատ**,

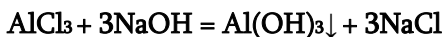
1 կշռամաս **ալյումինի փոշի** և **1** կշռամաս լավ մանրացված **կալիումի քլորատ**,

1 կշռամաս **ալյումինի փոշի** և **2,5** կշռամաս **կալիումի նիտրատ**:

Որպեսզի բռնկվող խառնուրդը ստացվի համասեռ, այն լավ թափահարել ապակյա տարայի մեջ: Ոչ մի դեպքում չի կարելի խառնուրդը պատրաստել բաղադրիչ մասերը հավանգում մանրացնելով:

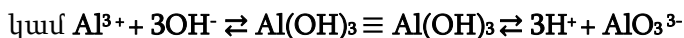
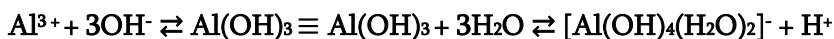
4.21. Ալյումինի օքսիդի մեխանիկական ամրությունը. ալյումինի թիթեղը հորիզոնական դիրքով ամրացնել ամրակալին և ազատ ծայրը զգուշորեն տաքացնել զազայրիչով: Թիթեղը կախվում է, և հալված ալյումինը հոսում է մեծացող «պարկի» մեջ: Ալյումինը հալվում է **660 °C**-ում, իսկ օքսիդը՝ **2072 °C**-ում: «Պարկը» հենց չհալված **ալյումինի օքսիդն** է: Զգույշ շարժումով կարելի է ցույց տալ, որ «պարկը» լցված է հալված ալյումինով:

4.22. Ալյումինի հիդրօքսիդի ստացումը. երկու փորձանոթներում լցնել **2-3 մլ ալյումինի աղի** լուծույթ և ավելացնել նույն քանակությամբ **նատրիումի հիդրօքսիդի 2 Ն-անոց** լուծույթ: Կառաջանա **ալյումինի հիդրօքսիդի սպիտակ դոնդողանման նստվածք**.

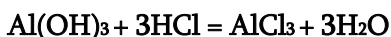


Առաջին փորձանոթի պարունակությանը ավելացնել **3-5 կաթիլ 2 Ն-անոց աղաթթվի** լուծույթ, իսկ երկրորդին՝ նույն քանակությամբ **2 Ն-անոց նատրիումի հիդրօքսիդի** լուծույթ: Երկու դեպքում էլ նստվածքը կլուծվի, այսինքն՝ **ալյումինի հիդրօքսիդը** ցուցաբերում է երկդիմի հատկություն:

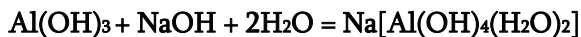
Ջրային լուծույթում երկդիմի միացությունները միաժամանակ դիսոցվում են և՛ թթվային, և՛ հիմնային ձևերով: Հետևաբար, ջրային լուծույթում առկա է հավասարակշռություն, որը կարելի է արտահայտել հետևյալ հավասարումով.



Այդպիսի հավասարակշռական համակարգին **H⁺** իոններ (թթու) ավելացնելիս **OH⁻** իոնները կապվում են քիչ դիսոցվող **ջրի** մոլեկուլում, և հավասարակշռությունը տեղաշարժվում է դեպի ձախ մինչև նստվածքի լրիվ լուծվելը.



Հավասարակշռված համակարգին **OH⁻** իոններ (հիմք) ավելացնելիս նորից առաջանում է քիչ դիսոցվող ջուր, կապվում են **H⁺** իոնները, և հավասարակշռությունը թեքվում է դեպի աջ մինչև նստվածքի լրիվ լուծվելը.

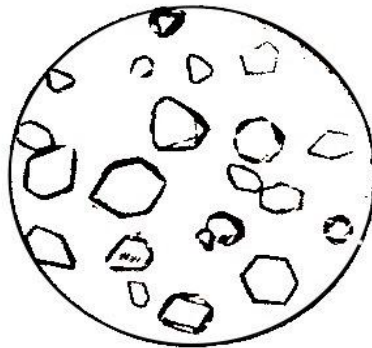
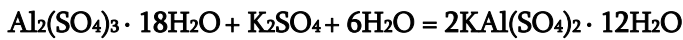


Ալյումինի հիդրօքսիդի թթվային և հիմնային դիսոցման **K₁** և **K₂** հաստատունները տարբերվում են մեծություններով: Հիմնային իոնացման հաստատունն ավելի մեծ է, քան թթվայինը: Դրանով է բացատրվում այն փաստը, որ ալյումինի հիդրօքսիդը ավելի լավ է լուծվում թթուներում, քան հիմքերում:

4.23. Ալյումինի հիդրօքսիդի աղստրբող հատկությունը. **250-300 մլ-անոց** բաժակում ստանալ **ալյումինի հիդրօքսիդ**, ավելացնել **տորոնաներկի (ալի-**

զարին) 1 %-ոց 40 մլ լուծույթ: Մի քանի ռոպե եռացնել, թողնել նստվածք առաջանա: Բաժակը կպարունակի կարմիր նստվածք և **անգույն** հեղուկ:

4.24. Կալիում ալյումինային շիբի ստացումը. առարկայական ապակու վրա կաթեցնել 1-2 կաթիլ **ալյումինի սուլֆատի** լուծույթ և դրան ավելացնել **կալիումի սուլֆատի** մի քանի բյուրեղ: Մի քանի ռոպե հետո ապակյա ձողով խառնել և մանրադիտակի տակ նայել **շիբի բյուրեղների** առաջացումը (նկ. 4.1.):



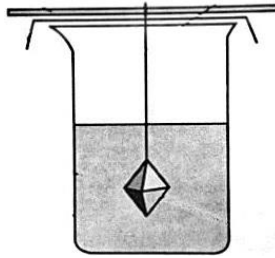
Նկ. 4.1. Կալիումալյումինային շիբի բյուրեղների ձևը

Փորձը կարելի է կատարել նաև այլ գործընթացով:

Քանի որ **կալիումալյումինային շիբը** լուծույթներից բյուրեղանում է կոնցենտրացիայի և ջերմաստիճանի լայն տիրույթում, ապա նապատակահարմար է ընտրել այնպիսի կոնցենտրացիայի և ջերմաստիճանի լուծույթ, որ աղը առանց լուծույթի խտացման անմիջապես անջատվի բաղադրիչների խառնուրդից հետո:

Վերցնել **23,4 մլ** ջրում լուծված **6,14 գ** կալիումի սուլֆատի և **20 մլ** ջրում **23,4 գ** ալյումինի սուլֆատի լուծույթներ, միաժամանակ տաքացնել մինչև **100 °C**: Լուծույթները դատարկել առանձին բաժակի մեջ և արագ խառնել ապակե ձողով: Կարճ ժամանակ հետո թափանցիկ լուծույթը կպղտորվի, կնստեն մանր, բայց լավ արտահայտված շիբի բյուրեղներ: Բյուրեղները ֆիլտրել, իսկ մայր լուծույթը պահել: Չափաքանակները կարելի է կրճատել՝ հարաբերությունը պահելով:

Ընտրել շիբի ամենակատարյալ բյուրեղը, կապել այն պոլիպրոպիլենային թելով և կախել բաժակում մայր լուծույթի մեջ (նկ. 4.2.): Բաժակի բերանը փակել ֆիլտրե թղթի կափարիչով:



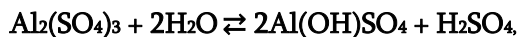
Նկ. 4.2. Կալիումալյումինային շիբի բյուրեղի աճեցումը

Մի քանի պարապմունքի ընթացքում կտեսնենք, թե ինչպես է բյուրեղը աճում: Անհրաժեշտության դեպքում մայր լուծույթը ավելացնել: Փորձը ավարտելուց հետո բյուրեղը հանել լուծույթից, չորացնել ֆիլտրի թղթով և պահել հերմետիկ տարայում:

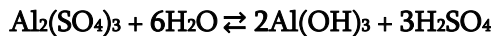
4.25. Ալյումինի աղերի հիդրոլիզը.

ա) Երեք փորձանոթներում վերցնել 3-5 մլ ալյումինի քլորիդի, սուլֆատի և նիտրատի լուծույթներ: Բոլորին ավելացնել 2-3 մլ լակմուսի չեզոք լուծույթ: Փորձանոթներում կարմիր գույնի առաջացումը ցույց կտա թթվային միջավայրի առկայությունը: Գույնի առաջացման պատճառ է ալյումինի աղերի հիդրոլիզը:

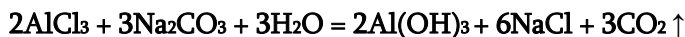
Պետք է նշել, որ հիդրոլիզի գործընթացում առաջանում են հիմնային աղեր, և հիդրոլիզը մինչև վերջ չի ընթանում, օրինակ՝



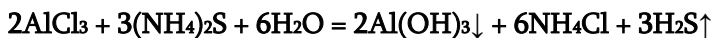
իսկ տաքացման ժամանակ հիդրոլիզը ընթանում է մինչև վերջ.



բ) Փորձանոթում 2-3 մլ ալյումինի քլորիդի լուծույթին ավելացնել նույն քանակությամբ սոդայի լուծույթ: Կնկատվեն նստվածքի առաջացում և գազանջատում: Այդ դեպքում հիդրոլիզը ընթանում է մինչև վերջ.



գ) Փորձանոթում 2-3 մլ ալյումինի աղի լուծույթին ավելացնել ամոնիումի սուլֆիդի նույն քանակությամբ լուծույթ: Տեղի կունենա երկու աղերի համատեղ հիդրոլիզ, որի արդյունքում կնստի $\text{Al}(\text{OH})_3$, և կանջատվի ծծմբաջրածին.



դ) Ստանալ նատրիումի հիդրօքսալյումինատի լուծույթ և ավելացնել ամոնիումի քլորիդի խիտ լուծույթ: Կանջատվի ալյումինի հիդրօքսիդի նստվածք.



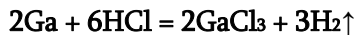
ե) Փորձանոթում վերցնել մի քանի բյուրեղ **կալիումայումինային շիբ**, ավելացնել մի քանի կաթիլ **թորած ջուր** և **լակմուսով** ստուգել միջավայրը: Այն կլինի **թթվային**.



4.26. Պղնձի և կոբալտի իոնների բաժանումը ալյումինի օքսիդի վրա քրոմատացրության եղականով. Բյուրեղի մեջ մտցնել բամբակ մինչև ձգված մասը ծածկվի և լցնել քրոմատոգրաֆիական եղանակով ստացված **ալյումինի օքսիդ**՝ որպես **ադսորբենտ**: Բյուրեղի մեջ լցնել հավասար ծավալներով **պղնձի** և **կոբալտի սուլֆատների 0,5 մլ** լուծույթ: Խառնուրդը **ալյումինի օքսիդով** ներծծվելուց հետո բյուրեղը լվանալ ջրով մինչև իոնների բաժանումը, այսինքն՝ **պղնձի** իոնների **կապույտ** և **կոբալտի** իոնների **վարդագույն** շերտերի առաջացումը: Քրոմատոգրաֆիական եղանակով ստացված ալյումինի օքսիդը պարունակում է նատրիումի իոններ, որոնք փոխանակվում են պղնձի և կոբալտի իոններով, իսկ վերջինները իրենց մակակլանվող ընդունակության շնորհիվ պահվում են բյուրեղի տարբեր մասերում: Քիմիապես մաքուր **ալյումինի օքսիդը** գրեթե իոնների չի բաժանվում:

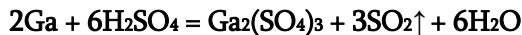
4.27. Գալիումի և ինդիումի փոխազդեցությունը թթուների հետ. երեք փորձանոթներում վերցնել **ցորենի հատիկի չափ գալիում** և յուրաքանչյուր փորձանոթին ավելացնել **3-5 կաթիլ խիտ թթու**. առաջին փորձանոթում՝ **աղաթթու** ($d=1,9 \text{ գ/սմ}^3$), երկրորդում՝ **ծծմբական** ($d=1,84 \text{ գ/սմ}^3$) և երրորդում՝ **ազոտական** ($d=1,4 \text{ գ/սմ}^3$) թթուներ:

Առաջին փորձանոթում ռեակցիան կընթանա նկատելի արագությամբ.



Երկրորդ և երրորդ փորձանոթներում **օքսիդի** նուրբ պաշտպանիչ շերտի առաջացման պատճառով փոխազդեցություն տեղի չի ունենա:

Փորձանոթների պարունակությունը տաքացնելիս առաջին փորձանոթում ռեակցիայի արագությունը կմեծանա, իսկ երկրորդ և երրորդ փորձանոթներում փոխազդեցություն կսկսվի.



Նույնանման փորձեր կատարել նաև **ինդիումի** հետ: Արդյունքները կլինեն **գալիումի** նման:

4.28. Գալիումի և ինդիումի փոխազդեցությունը հիմքերի ջրային լուծույթների հետ. երկու փորձանոթների մեջ լցնել **6 Ն-անոց նատրիումի հիդրօքսիդ** և մեկ փորձանոթի մեջ զցել **ցորենի հատիկի չափ գալիում**, իսկ մյուս-

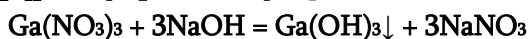
սի մեջ՝ նույն քանակությամբ **ինդիում**: Փորձանոթները զգուշությամբ տաքացնել ջրային բաղնիքի վրա:

Առաջին փորձանոթում նկատվում է գազանջատում, և **գալիումի** կտորը դանդաղ լուծվում է.

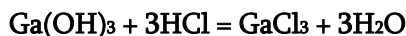


իսկ **ինդիումը**, որը ցուցաբերում է հիմնային հատկություն, չի փոխազդում **նատրիումի հիդրօքսիդի** լուծույթի հետ:

4.29. Գալիումի և ինդիումի հիդրօքսիդների ստացումը և հատկությունները. երկու փորձանոթների մեջ լցնել **գալիումի** որևէ աղի **5-6** կաթիլ լուծույթ: Զգուշորեն կաթիլներով ավելացնել **ալկալու** լուծույթ՝ մինչև ստացվի **գալիումի հիդրօքսիդի** ծավալուն նստվածք.



Առաջին փորձանոթին ավելացնել **աղաթթու**: Նստվածքը կլուծվի.

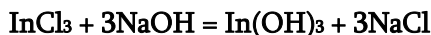


Երկրորդ փորձանոթին ավելացնել **ալկալի**: Նստվածքը նորից կլուծվի.

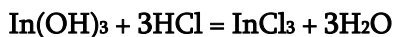


այսինքն՝ **գալիումի հիդրօքսիդը** ցուցաբերում է երկդիմի հատկություն:

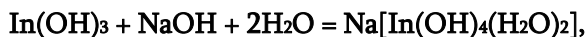
Կատարել փորձը նույն հերթականությամբ՝ օգտագործելով **ինիդիումի** որևէ (III) աղ: Կստացվի **հիդրօքսիդ**.



Թթու ավելացնելիս ստացված նստվածքը կլուծվի.



Ինդիումի հիդրօքսիդի վրա հիմք ավելացնելիս այն չի լուծվի մինչև $\text{pH} > 13$.



այսինքն՝ **Al-Ga-In** շարքում հիմնային հատկությունները ուժեղանում են:

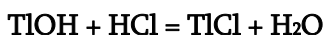
4.30. Թալիումի վարքը թթուների և հիմքերի լուծույթներում. փորձը կատարել նույն ձևով, ինչպես **գալիումի** և **ինդիումի** դեպքում:

Թալիումը աղաթթվում գրեթե չի լուծվում **քլորիդի**՝ ջրում ցածր լուծելիության պատճառով: Օքսիդիչ թթուներում լուծվում է՝ առաջացնելով **թալիումի (I) աղեր**.



Քանի որ **թալիումը** օժտված է **ուժեղ հիմնային** հատկություններով, այն **հիմքերի** հետ չի փոխազդում:

4.31. Թալիումի հիդրօքսիդի ստացումը և հատկությունները. փորձանոթի մեջ լցնել **3-4 մլ թալիումի (I) սուլֆատի** լուծույթ և ավելացնել **Ba(OH)₂**-ի լուծույթ: Ստացված ջրային լուծույթը խտացնել: **TlOH-ը** կանջատվի **դեղին բյուրեղների** ձևով: Այնուհետև բյուրեղները բաժանել երկու մասի և մեկին ավելացնել որևէ **թթվի** լուծույթ: Նստվածքը կլուծվի.

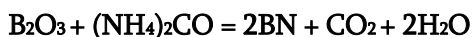


Երկրորդին ավելացնել **կծու ալկալի**: Նստվածքը ոչ մի փոփոխություն չի կրի, քանի որ **TlOH-ը** ցուցաբերում է տիպիկ **հիդրօքսիդի** հատկություններ:

4.32. Թալիումի ցնդելի աղերով բոցի գունավորումը. թալիումի ցնդելի աղերից, օրինակ՝ քլորիդը, բոցը գունավորում է կանաչ: Փորձի կատարման ընթացքը նայել **2.16.**-ում:

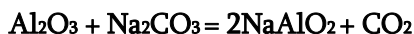
Սինթեզներ «Բոր, ալյումին» թեմայով

4.33. Բորի նիտրիդի սինթեզը. լավ մանրացված **1 գ բորի օքսիդը** խառնել **1,5-2 գ միզանյութի** հետ և խառնուրդը լցնել հախճապակե կամ կորունդե հալքանոթի մեջ, փակել կափարիչով և վառարանում տաքացնել մինչև կարմիր շիկացման ջերմաստիճան.

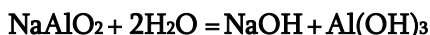


Ստացված զանգվածը հավանգում մանրացնել, լվանալ **1-2** կաթիլ աղաթթվով թթվեցրած ջրով: Նստվածքը ֆիլտրել ապակե ծակոտկեն ֆիլտրով, լվանալ ջրով, չորացնել չորացնող պահարանում **60 °C** ջերմաստիճանում, ապա կշռել և հաշվել ելքը տոկոսներով:

4.34. Նատրիումի ալյումինատի սինթեզը. պատրաստել խառնուրդ **1 գ ալյումինի օքսիդից** և ըստ հավասարման հաշվարկային քանակով վերցրած **նատրիումի կարբոնատից**: Խառնուրդը լավ մանրացնել հախճապակե հավանգում, այնուհետև տեղափոխել երկաթե հալքանոթ: Վերջինս տեղավորել վառարանում և տաքացնել **600 °C** ջերմաստիճանում **1** ժամ: Փորձի ավարտից և հալքանոթի սառելուց հետո հալույթը հանել և հավանգում լավ մանրացնել:

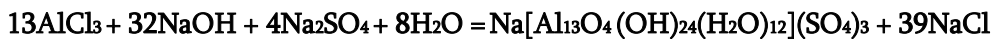


Ստացված **նատրիումի ալյումինատի** փոքր քանակություն փորձանոթում լուծել **2-3 մլ** ջրում և բացահայտիչով որոշել միջավայրի **pH**-ը: Այն կլինի հիմնային.



4.35. Նատրիումի և ալյումինի հիմնային սուլֆատի սինթեզը (Կեզինի կառուցվածքով). քիմիական բաժակում **100 մլ** ջրում լուծել **1 գ ալյումինի քլո-**

րիդի հեքսանիտրատ: Մեկ այլ բաժակում **50 մլ** ջրում պատրաստել **նատրիումի հիդրօքսիդի** լուծույթ: Երկու բաժակները ջրային բաղնիքի վրա տաքացնել մինչև **50 °C** և դանդաղ խառնելով՝ **հիմքի** լուծույթը լցնել **ալյումինի քլորիդի** լուծույթի վրա: Տաք խառնուրդին դանդաղ ավելացնել **50 մլ** ջրում լուծված **1 գ անջուր նատրիումի սուլֆատի** լուծույթ: Տաք լուծույթը ֆիլտրել: Ջտվածքը առեցնել և թողնել բյուրեղանալու: Ստացված բյուրեղները ֆիլտրել ապակե ծակոտկեն ֆիլտրով և չորացնել օդում:



Ստացված արգասիքը տեղափոխել ապակյա տուփի մեջ, կշռել և հաշվել ելքը տոկոսներով:

ԳԼՈՒԽ 5

ՊԱՐԲԵՐԱԿԱՆ ՀԱՄԱԿԱՐԳԻ 14-ՐԴ ԽՈՒՄԲ

Պարբերական համակարգի 14-րդ խմբի տարրերն են **ածխածինը, սիլիցիումը, գերմանիումը, անագը և կապարը**:

Ածխածինը և սիլիցիումը առաջացնում են կովալենտ կապով միացություններ: Առաջին երկու տարրերը տիպիկ **ոչ մետաղներ** են, իսկ մյուսները՝ **մետաղներ**: **Ածխածին-կապար** շարքում ատոմների չափսերի մեծացմանը զուգընթաց՝ **հիմնային** (վերականգնիչ) հատկությունների բնույթը ուժեղանում է:

14-րդ խմբի տարրերի որոշ հատկություններ բերված են աղյուսակ 5.1.-ում:

Աղյուսակ 5.1.

14-րդ խմբի տարրերի որոշ հատկություններ

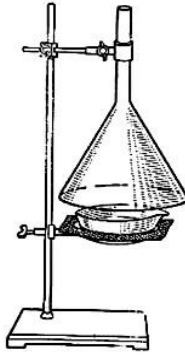
Հատկությունը	C	Si	Ge	Sn	Pb
Ատոմային համարը	6	14	32	50	82
Ատոմային զանգվածը	12,0111	28,086	72,59	118,69	207,15
Էլեկտրոնային ուրվագիծը	[He]2s ² 2p ²	[Ne]3s ² 3p ²	[Ar]4s ² 4p ²	[Kr]5s ² 5p ²	[Xe]6s ² 6p ²
Ատոմային շառավիղը, նմ	0,077	0,117	0,112	0,140	0,146
Իոնային շառավիղը, նմ	0,015	0,040	0,053	0,069	0,078
Իոնացման էներգիան, կՋ/մոլ	1086	786	760	707	715
Խտությունը, գ/սմ ³	1,8-3,51	2,33	5,36	5,7-7,3	11,34
Կարծրությունը	1 (գրաֆիտ)	7 (բյուրեղական)	6,3	1,5-1,8	1,5
Գույնը	Մև (գրաֆիտ)	Մոխրագույն (բյուրեղական)	Սպիտակաարծաթագույն	Սպիտակաարծաթագույն	Մոխրագույն երանգով
Հալման ջերմաստիճանը, °C	3700	1412	937,2	231,8	327,4
Եռման ջերմաստիճանը, °C	5100	2620	2830	2270	1751
Էլեկտրոնային խնամակցությունը, կՋ/մոլ	122	134	116	116	35
Էլեկտրաբացասականությունը ըստ Պոլինգի	2.55	1.90	2.01	1.96	2.33

Սարքավորումներ և ազդանյութեր. կալան-ամրակալ, ձագար, հախճապակե թաս, ապակե ռետորտ, Վյուրցի սրվակ, գնդիկային սառնարան, թեթևակի ձգված ապակե խողովակ, հավանգ, կորունդե հալքանոթ, 250 մլ էռլենմեյերի անոթ, բյուրետ, փորձանոթներ, ջրազազի ստացման սարք՝ ըստ նկ. 5.4.-ի, CO-ի ստացման սարք՝ ըստ նկ. 5.5.-ի, ապակե խաղովակ, Կիպի սարք, ֆակենտալի սարք, կապարե ցանց, գազատար խողովակ ունեցող փորձանոթ, CO₂-ի ստացման սարք՝ ըստ նկ. 5.7.-ի, Օստրոգովիչի լվացող շիշ, CO₂-ով մոմերի մարման սարք՝ ըստ նկ. 5.10.-ի, Պետրիի թաս, բաժակ, երկաթե հալքանոթ, կվարցային ապակե խողովակ, սովորական ապակե խողովակ, սիլիցիումի քառաֆտորիդի և սիլիցիումի ֆտորջրածնական թթվի ստացման սարք՝ ըստ նկ. 5.13.-ի, անագի քլորիդի էլեկտրոլիզի սարք՝ ըստ նկ. 5.14.-ի, անագի (II) օքսիդի ստացման սարք՝ ըստ նկ. 5.18.:

Նյութեր. բենեկնայուդ, փայտի կտորներ, ածուխ, ակտիվացված ածուխ, բրոմ, կապարի նիտրատ, մեթիլ մանուշակագույն, ֆենոլֆտալեին, սպիրտ, ծծմբաջրածին, Na₂SO₃, PbO, CuO, Ca(OH)₂, խիտ H₂SO₄, մրջնաթթու, նատրիումի ֆորմիատ, թրթնջկաթթու, մարմարի կտորներ, KOH, աճեցված ոլոռ, մագնեզիումի ժապավեն, ծծումբ, ալյումինի փոշի, նիկելի քլորիդ, կոբալտի քլորիդ, երկաթի (III) քլորիդ և սուլեմա, երկաթի (II) սուլֆատ (Մորու աղ), B₂O₃, CaF₂, GeO₂, (NH₄)₂S, SnO₂, ցինկի թիթեղ, կապարի ացետատ, NH₄Cl-ի բյուրեղներ, կապարային սուրիկ:

Լուծույթներ. պղնձարջասպի լուծույթ (17,3 գ 500 մլ ջրում), 86,5 գ սեգնետյան աղի և 30 գ նատրիումի հիդրօքսիդի լուծույթը 500 մլ ջրում, AgNO₃-ի լուծույթ, NaOH-ի լուծույթ, ամոնիակ, կալիումի պերմանգանատի և երկքրոմատի լուծույթներ, I₂O₅, Fe₂O₃, Cu (I) քլորիդի աղաթթվային լուծույթ, խիտ և նոսր աղաթթու, բարիտաջուր, նատրիումի սիլիկատի 10 %-անոց լուծույթ, BaCl₂-ի լուծույթ, MgCl₂-ի լուծույթ, ZnSO₄-ի լուծույթ, SiO₂, օքսիդիչ թթուների խիտ և նոսր լուծույթներ, քառամինապղնձի սուլֆատի լուծույթ, ամոնիումի քլորիդի լուծույթ, կոբալտի նիտրատի լուծույթ, քրոմի նիտրատի լուծույթ, SnCl₂-ի լուծույթ, KMnO₄-ի լուծույթ, Pb(NO₃)₂-ի լուծույթ, կալիումի յոդիդի լուծույթ, մանգանի (II) աղի լուծույթ:

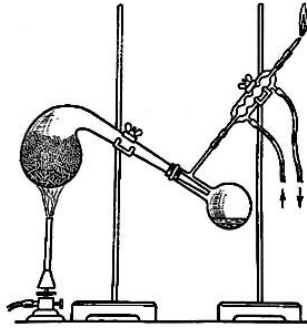
5.1. Մրի ստացումը. ամրակալին ամրացնել շրջված մեծ ձագար (նկ. 5.1.), տակը դնել բենեկնայուդ պարունակող հախճապակե թաս: Վառել բենեկնայուդը: Ձագարը սահմանափակում է օդի հոսքը, այդ պատճառով առաջանում է ուժեղ ծխացող կրակ՝ անջատելով մեծ քանակությամբ մուր:



Նկ. 5.1. Մրի ստացումը

5.2. Փայտածխի ստացումը (փայտի չոր թորում). ապակե ռետորտի **3/4-ը** լցնել **փայտի կտորներ** և ամրացնել կալանին: Ռետորտի վզիկը անցկացնել փորձանոթի բերանը փակող խցանի միջով: Վյուցի սրվակի կողմնային խողովակը միացնել գնդիկային սառնարանին: Սառնարանի մյուս ծայրին միացնել թեթևակի ձգված ապակե խողովակ, որի մեջ էլ տեղադրել փոքր փխրուն ապակե բամբակ (նկ. 5.2.): Սառնարանի խողովակներից ներքևինը միացնել ջրի խողովակին, իսկ վերին ռետինե խողովակն իջեցնել ջրատարի մեջ:

Սառնարանի միջով ջրի հոսքը միացնելուց հետո ամբողջ ռետորտը զգուշությամբ տաքացնել ուժեղ վառ բոցով, այնուհետև տաքացումը կենտրոնացնել նրա ներքևի մասի վրա (ոչ շատ ուժեղ չծխացող բոցով): Ռետորտում գտնվող **փայտն** աստիճանաբար ածխանում է: **280-290 °C** ջերմաստիճանում քայքայումն ընթանում է ջերմության անջատմամբ (էկզոթերմ ռեակցիա): Հավաքիչ կուլբայի հատակին հավաքվում է փայտի չոր թորումից առաջացող հեղուկ մնացորդը, որտեղ վերին շերտը **փայտային խեժն** է (ջրում չլուծվող մածուցիկ յուղանման հեղուկ), իսկ ներքևի շերտը՝ **ենթախեժային ջուրը** (ջրային լուծույթ, որը պարունակում է մոտ **10 % քացախաթթու, 1,5-3 % մեթիլ սպիրտ և 0,5 % ացետոն**): Սարքից ողջ **օդի** դուրսմղումից հետո (ստուգել **շառաչող գազի** առկայությունը) գազատար խողովակից դուրս եկող գազն այրել: Այն այրվում է թույլ բոցով: Ռետորտում մնում է **փայտածուխը**:



Նկ. 5.2. Փայտածխի ստացումը

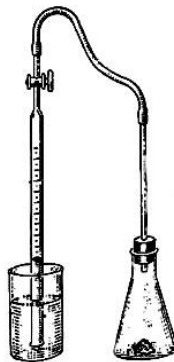
Փորձի ավարտից հետո ռետորտը լվանալ **հիմքով** կամ **խիտ տաք ծծմբական թթվով**՝ վերջինս որոշ ժամանակով թողնելով ռետորտի մեջ:

5.3. Ակտիվացված ածխի ստացումը. հավանգում **ածուխը** մանրացնել մոտ 2-3 մմ մեծությամբ հատիկների և մաղել՝ փոշին հեռացնելու համար: **Ածխի** կտորները լցնել կորունդե հալքանոթի մեջ, բերանը փակել և **15-20 րոպե** տաքացնել: Սառելուց հետո **ածուխը** նորից մաղել, տեղավորել անոթում և բերանը փակել:

Հետագա փորձերի համար կարելի է օգտագործել ստացված **ակտիվացված ածուխը** կամ մանրացված դեղատնային հաբեր:

5.4. Ակտիվացված ածխի ադսորբող հատկությունը. գազային նյութերի ադսորբումը

ա) 250-300 մլ-անոց սրվակը լցնել **քլորով** և փակել խցանով: Բաժակի մեջ լցնել **ֆուքսինով** ներկված ջուր և դրա վրա ամրացնել շրջված բյուրեռ, ինչպես ցույց է տրված նկ. 5.3.-ում: Անոթի խցանը փոխարինել ապակե խողովակով խցանով: Անոթի մեջ լցնել քիչ քանակությամբ **ակտիվացված ածուխ**, փակել խցանով և ուժեղ թափահարել: Դիտել **ջրի** բարձրացումը բյուրեռում:

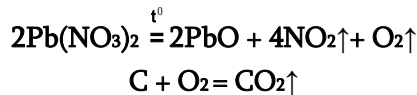


Նկ. 5.3. Ադսորբցիայի ցուցադրման սարք

բ) **Բրոմի գոլորշիների աղստորբումը.** մեծ փորձանոթի մեջ «լցնել» **բրոմի գոլորշի՝ բրոմով** անոթը փորձանոթի բերանին թեքելով այնպես, որ այնտեղ **հեղուկ բրոմ** չլցվի, ապա փակել խցանով: Փորձանոթի բերանը բացել և մեջը գցել **ակտիվացված ածխի 5-6 փոքր կտոր:** Փորձանոթը փակել և ուժեղ թափահարել մի քանի անգամ: Նկատել **բրոմի գորշ** գույնի անհետացումը:

գ) **Ազոտի (IV) օքսիդի կլանումը.** փորձանոթի մեջ լցնել մի քանի բյուրեղ **կապարի նիտրատ** և տաքացնել: Փորձանոթում **ազոտի (IV) օքսիդի կարմրագորշ** գույնի հայտնվելուց հետո այնտեղ լցնել **ակտիվացված ածխի** մի քանի կտոր, փակել փորձանոթը և թափահարել. գույնը կանհետանա:

Այս փորձը կարելի է կատարել մեկ այլ հաջորդականությամբ: Փորձանոթում **կապարի նիտրատի** բյուրեղներին ավելացնել մի քանի կտոր **ակտիվացված ածուխ** և տաքացնել: **Ազոտի (IV) օքսիդին** բնորոշ գույնը չի նկատվի: Տաքացումը շարունակելիս նկատվում է **ածխի** այրումը, որը տեղի է ունենում **կապարի նիտրատի** քայքայումից անջատված **թթվածնի** և **ածխածնի** փոխազդեցության հետևանքով.



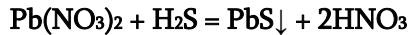
Ազոտի (IV) օքսիդի գույնը չի երևա նույնիսկ **ածխածնի** այրվելուց հետո, որովհետև **ածխածնի** այրումն ուղեկցվում է մեծ քանակությամբ ջերմության անջատումով, որի պատճառով **ածխի վրա** կլանված **ազոտի (IV) օքսիդը** քայքայվում է բաղադրիչ մասերի:

Նշենք, որ աղստորբենտի կլանած գազի քանակությունը կախված է դրա աղստորբող հատկությունից և գազի բնույթից. այսինքն՝ որքան բարձր է գազի մոլեկուլային զանգվածը, եռման և կրիտիկական ջերմաստիճանները, այնքան այն լավ է կլանվում:

5.5. Աղստորբումը լուծույթներից. ընդհանրապես, նյութերի կլանումը լուծույթներից կախված է դրանց լուծելիությունից տվյալ լուծիչում: Ընդ որում, որքան լուծելիությունը փոքր է, այնքան նյութն ավելի լավ է կլանվում, հետևաբար, մի լուծիչը մյուսով փոխարինելով՝ կլանված նյութը կարելի է «լվանալ»:

ա) Փորձանոթի **3/4-ը** լցնել **մեթիլ մանուշակագույնի** ջրային լուծույթ և քիչ քանակությամբ **ակտիվացված ածխի** փոշի, մի քանի անգամ լավ թափահարել՝ մինչև լուծույթի անգունացումը, և ֆիլտրել: Ֆիլտրով լուծույթի լրիվ հոսելուց հետո ֆիլտրին ավելացնել մի քիչ **սպիրտ:** Ֆիլտրատը կգունավորվի **մեթիլ մանուշակագույնով:**

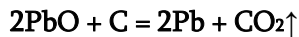
բ) Փորձանոթի մեջ լցնել **կապարի նիտրատի** նոսր լուծույթ և վրան ավելացնել **ծծմբաջրածնի** լուծույթ: Կստացվի **կապարի սուլֆիդի սև** նստվածք.



Ծծմբաջրածնի լուծույթի մեջ գցել մի քանի կտոր **ակտիվացված ածուխ** և լավ թափահարել: Այնուհետև այդ լուծույթն ավելացնել մեկ այլ փորձանոթի մեջ լցված **կապարի նիտրատի** լուծույթին: Նստվածքի առաջացում չի նկատվի, քանի որ **սուլֆիդ** իոնը կլանվում է **ակտիվացված ածխի** կողմից:

5.6. Ածխածնի վերականգնիչ հատկությունը

ա) Թղթի վրա լավ խառնել **4 գ PbO**, **1 գ ածուխ** և **5 գ** անջուր **Na₂SO₃** (հալանյութ): Խառնուրդը տեղափոխել երկաթե կամ հախճապակե հալքանոթ, փակել բերանը, դնել հախճապակե եռոտանու վրա և **5-10** րոպե ուժեղ տաքացնել: Տեղի կունենա վերականգնման ռեակցիա.

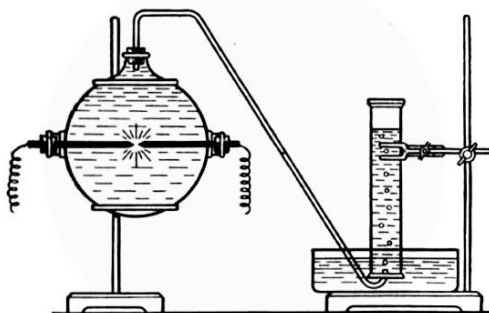


Վերականգնումը ավարտվելուց հետո հալքանոթի պարունակությունը լցնել մետաղյա թիթեղի վրա և **կապարի** կաթիլները բաժանել:

Առանց **նատրիումի սուլֆիտի** գործընթացը տեղի է ունենում դանդաղ, իսկ տաքացումը՝ երկարատև:

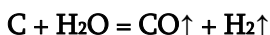
բ) **2 գ պղնձի (II) օքսիդի** և **0,5 գ ածխի** խառնուրդը լցնել փորձանոթի մեջ և բերանը փակել գազատար խողովակով: Փորձանոթը հորիզոնական դիրքով ամրացնել ամրակալին և գազատար խողովակի ծայրը մտցնել կրաջուր պարունակող բաժակի մեջ: Փորձանոթի պարունակությունը ուժեղ տաքացնել՝ մինչև գազի անջատումը դադարի:

5.7. Ջրագազի ստացումը. սրվակի մեջ, որի կողային դիտափողակներին (տուբուս) ռետինե խցաններով տեղադրված են կենտրոնական մասում գրեթե հավող երկու շարժական **ածխե էլեկտրոդներ**, **ջուր** լցնել և երկու օղակների օգնությամբ ամրացնել կալանին (նկ. 5.4.): Կուլբայի վերին դիտափողակը փակել ռետինե խցանով, որին միացված է գազատար խողովակը, և ծայրը իջեցնել ջրով լցված բյուրեղարարի մեջ: Բյուրեղարարի մեջ իջեցնել նաև կալանին ամրացված և ջրով լցված գլանը՝ գազը հավաքելու համար: Ածխե էլեկտրոդները, որոնց ազատ ծայրերին ամրացված են ռետինե խողովակներ, միացնել ռեոստատին: Վերջինը դնել լրիվ դիմադրության վրա և միացնել հոսանքի աղբյուրին:

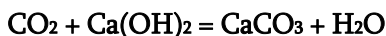
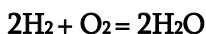
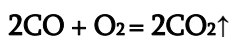


Նկ. 5.4. Ջրազագի ստացումը

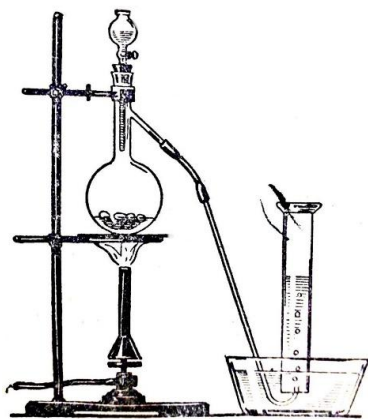
Միացնել էլեկտրական հոսանքը: Ռեոստատի դիմադրությունը աստիճանաբար իջեցնելով՝ վառել էլեկտրական աղեղը: Էլեկտրոդների միջև հեռավորությունը կարգավորելով՝ ապահովել **ջրի** տակ աղեղի հավասարաչափ այրումը: Էլեկտրոդների **ածուխը**, մասամբ այրվելով, մոխրանում է, ինչի պատճառով անհրաժեշտ է էլեկտրոդները, արտաքին մեկուսացված ծայրերից բռնելով, անընդհատ մոտեցնել: Էլեկտրական աղեղի բարձր ջերմաստիճանում **ածխածինը** փոխազդում է **ջրի** հետ.



Սարքից օդը դուրս մղվելուց հետո **ջրածնի և ածխածնի օքսիդի** խառնուրդը հավաքել գլանի մեջ: Այս եղանակով ստացված **ջրազազն** այրելիս այրվում է հանգիստ բոցով: Գազը խառնուրդի ձևով պարունակում է նաև **ածխաթթու գազ**, ինչի մասին է վկայում **կրաջրի (կամ բարիտաջրի)** թույլ պղտորումը: Այրումից հետո գլանի մեջ գտնվող **կրաջուրը** կտրուկ պղտորվում է.

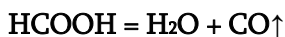


5.8. Ածխածնի (II) օքսիդի ստացումը. ածխածնի (II) օքսիդը շատ թունավոր է, այն ստանալ միայն քարշիչ պահարանի տակ: Հավաքել նկ. 5.5.-ում պատկերված սարքը:



Նկ. 5.5. Ածխածնի (II) օքսիդի ստացումը

Սրվակի մեկ քառորդը լցնել **խիտ ծծմբական թթու**, ամրացնել կալանին և փակել խցանով, որի միջով անցկացված է **մրջնաթթվով** լցված կաթեցնող ձագար: Նախապես **ծծմբական թթուն** տաքացնել **80-90 °C**, որից հետո դանդաղ կաթիլներով ավելացնել **մրջնաթթու**: Նույն պահին տեղի կունենա **շմուլ գազի** հավասարաչափ անջատում:



Շմուլ գազի ստացման համար **մրջնաթթվի** փոխարեն կարելի է օգտագործել նաև դրա աղը՝ **նատրիումի ֆորմիատը՝ HCOONa**: Նույն ծավալով մանրաբյուրեղ **աղի** և **խիտ ծծմբական թթվի** խառնուրդի թույլ տաքացումից անջատվում է **շմուլ գազ**: Վերջինը կարելի է ստանալ նաև **թրթնջկաթթվից՝ խիտ ծծմբական թթվի** ազդեցությամբ: Այս դեպքում, **շմուլ գազից** բացի, կստացվի նաև **ածխաթթու գազ**, որը կարելի է կլանել՝ գազային խառնուրդը ակալու խիտ լուծույթ պարունակող Տիշենկոյի երկու լվացման շշերի միջով անցկացնելով: Կուլբայի կողային խողովակին միացնել **ակալու** լուծույթով լցված լվացման շիշ: Լվացման շշին միացած գազատար խողովակը իջեցնել ջրով լցված բյուրեղարարի մեջ: Գազի հավաքման համար բյուրեղարարի մեջ իջեցնել ջրով լցված շրջված գլան, որն ամրացված է կալանի բռնիչին:

Եթե գազի անջատման ինտենսիվությունը նվազում է, ապա սրվակը մի քիչ տաքացնել: Երբ սարքավորումից օդը դուրս մղվի (փորձել ջրի վրա փորձանոթում հավաքված գազի մեջ **շառաչող գազի** բացակայությունը), **շմուլ գազը** հավաքել նախօրոք պատրաստած գլաններից մեկի մեջ:

5.9. Ածխածնի (II) օքսիդի և թթվածնի խառնուրդի պայթյունը. թթվածնի և ածխածնի (II) օքսիդի խառնուրդը պայթում է, եթե այն ըստ ծավալի պարունակում է **16-75 % CO**:

Նախօրոք երեք հավասար մասի բաժանված ապակյա գլանի մեջ ջրի դուրսմղման եղանակով լցնել **մեկ ծավալ թթվածին և երկու ծավալ ածխածնի (II) օքսիդ**: Փակել ապակյա սկավառակով: Գլանը **2-3** անգամ շրջելուց հետո մոտեցնել այրիչի բոցին: Ապակյա սկավառակը հեռացնել և գազային խառնուրդը այրել. տեղի կունենա **պայթյուն**:

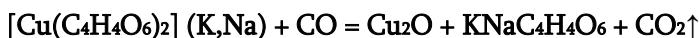
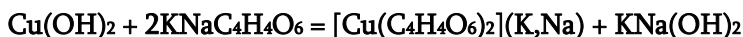
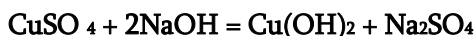
5.10. Ածխածնի (II) օքսիդի վերականգնիչ հատկությունը.

ա) Պատրաստել **ֆենինգային** հեղուկ, որի համար անհրաժեշտ է երկու լուծույթ.

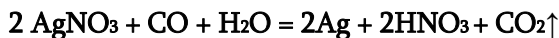
I լուծույթ - **1,73 գ պղնձարջասպը** լուծել **50 մլ** թորած ջրում,

II լուծույթ - **8,65 գ նատրիումի կալիումի գինեթթվական աղը (սեգնետյան աղ)** և **3 գ նատրիումի հիդրօքսիդը** լուծել **50 մլ** թորած ջրում:

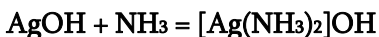
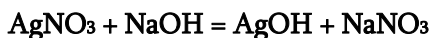
Երկու լուծույթները հավասար ծավալներով խառնել իրար և հեղուկով անցկացնել **CO**-ի հոսք: Մեկ-երկու րոպեից կնստի **Cu₂O**-ի **կարմիր** նստվածք: Ռեակցիան ավելի արագ կընթանա, եթե լուծույթը նախօրոք տաքացվի: Տեղի են ունենում հետևյալ փոխազդեցությունները.



բ) Բաժակում վերցնել **արծաթի նիտրատի** լուծույթ, քիչ տաքացնել և անցկացնել **CO**-ի հոսք. կանչատվի **կոլոիդային արծաթ**.



Փորձը կարելի է իրականացնել նաև այլ ձևով: Պատրաստել **[Ag(NH₃)₂]OH**-ի լուծույթ՝ փորձանոթում **3-5** կաթիլ **AgNO₃**-ի լուծույթին ավելացնելով **NaOH**-ի **2 Ն**-անոց **1-2** կաթիլ լուծույթ: Առաջացած նստվածքի վրա կաթիլներով ավելացնել **25 %-անոց ամոնիակի** լուծույթ մինչև նստվածքի լրիվ լուծվելը.



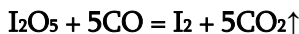
Ֆիլտրի թուղթը թրջել ստացված լուծույթով և պահել **CO**-ի հոսքում: Թուղթը կսկսի **մգանալ**, իսկ **2-3** րոպեից կդառնա **խիստ սև**.



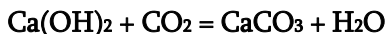
գ) Փորձանոթներում վերցնել **կալիումի պերմանգանատի և կալիումի երկքրոմատի ծծմբական թթվով** թթվեցրած լուծույթներ և դրանց միջով անցկացնել **CO**-ի հոսք: Պերմանգանատի լուծույթը կգունագրկվի, իսկ **երկքրոմատի** լուծույթը կգունավորվի **կապույտ**.



դ) Ապակյա խողովակի կենտրոնում տեղավորել քիչ քանակությամբ I_2O_5 : Խողովակի մի ծայրը միացնել CO -ի աղբյուրին, իսկ մյուսը՝ գազատար խողովակով մտցնել **կրաջրի** լուծույթի մեջ: Խողովակի I_2O_5 պարունակող մասը տաքացնել $100-150^\circ\text{C}$ և բաց թողնել CO -ի հոսք.

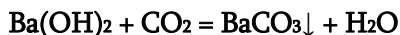
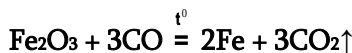
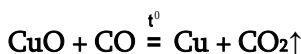


Կրաջուրը կադտորվի.

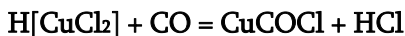


Յողի (VII) օքսիդի վերականգնման ռեակցիան օգտագործվում է CO -ի քանակը որոշելու համար:

ե) Ապակե խողովակում տեղավորել **պղնձի (II) օքսիդ** կամ **երկաթի (III) օքսիդ**: Գազատար խողովակ ունեցող խցանով խողովակը միացնել CO -ի աղբյուրին, իսկ խողովակի մյուս ծայրը փակել գազատար խողովակով խցանով և խողովակը իջեցնել **բարիտաջուր** պարունակող բաժակի մեջ: Տաքացնել **մետաղի օքսիդ** պարունակող խողովակի մասը և բաց թողնել CO -ի հոսք, կնկատվի **օքսիդի գույնի** փոփոխություն և **կրաջրի պտտորում**.

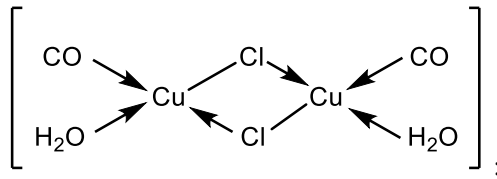


5.11. **Ջրային լուծույթում CO -ի կայուն կոմպլեքսի ստացումը.** խիտ ծծմբական թթվում լուծված **արծաթի** լուծույթով CO անցկացնելիս ստացվում է $\text{Ag}_2\text{SO}_4 \cdot \text{CO}$ կոմպլեքսային միացություն, իսկ CuCl -ի խիտ **աղաթթվային կամ ամոնիակային** լուծույթը կլանում է CO -ն՝ փոխարկվելով կայուն CuCOCl միացության.



Ստացված լուծույթը տաքացնելիս անջատվում է ազատ CO : CuCl -ի աղաթթվային կամ ամոնիակային լուծույթները օգտագործվում են գազային անալիզում CO -ն կլանելու համար:

Վերը բերված հավասարումը տրված է պարզեցված ձևով, իրականում ստացվում է **կարմիր** գույնի երկչափ կոմպլեքսային միացություն. $\text{Cu}_2(\text{CO})_2\text{Cl}_2(\text{H}_2\text{O})_2$.

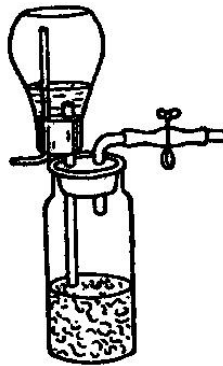


5.12. Ածխաթթու գազի հաստատուն հոսքի ստացումը մարմարի վրա նոսր աղաթթվով ազդելիս.



Ածխաթթու գազի հաստատուն հոսք ստանալու համար կիրառվում են հետևյալ սարքերը՝ **Կիպլի** սարք, **Վուլֆի** սարք (երկվիզ շիշ՝ կաթեցնող ձագարով և գազատար խողովակով), **Վյուրցի կամ Բունզենի** սրվակներ՝ կաթեցնող ձագարով, սովորական կամ կոնաձև սրվակ՝ կաթեցնող ձագարով և գազատար խողովակով, **Մեն-Կլեր Դևիլի** և **Ֆակենտալի** սարքեր:

Ֆակենտալի սարքը (նկ. 5.6.) կազմված է լայնավիզ անոթից և կոնաձև սրվակից: Անոթի հատակին լցնել կոտրված ապակու շերտ և վրայից ծածկել **կապարե** ցանցով: Վերջինի միջով անցկացնել խողովակ, որն իրար է միացնում անոթը և կոնաձև սրվակը: Կապարե ցանցի վրա տեղադրել **մարմարի** կտոր:



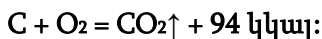
Նկ. 5.6. Ֆակենտալի սարք

Խցանի միջով պետք է անցնի ևս մի ապակե խողովակ, որն ունի ծորակ կամ սեղմիչով փակված ռետինե խողովակ:

Կոնաձև սրվակի մեջ լցնել **նոսր աղաթթու** և փակել ռետինե խողովակով, որի միջով, բացի սրվակն ու անոթն իրար միացնող խողովակից, անցնում է ևս մեկ խողովակ: Վերջինը գրեթե հասնում է կոնաձև խողովակի հատակին և սրվակում պահպանում է մթնոլորտային ճնշմանը հավասար ճնշում: **Ածխաթթու գազ** ստանալու համար բավարար է բացել ծորակը (կամ սեղմիչը): Փակ ծորակի դեպքում գազի անջատումը կանգ է առնում:

Այս ապարատը կարելի է օգտագործել նաև սառը պայմաններում առաջացող այլ գազեր ստանալու համար (H_2 , H_2S , SO_2 և այլն): **Ածխաթթու գազ** կարելի է ստանալ նաև **Կիպի** սարքի միջոցով: Ոչ մեծ քանակության ածխաթթու գազ ստանալու համար կիրառվում է գազատար խողովակ ունեցող փորձանոթ: Իսկ համոզվելու համար, որ առաջացել է **ածխաթթու գազ**, այն անցկացնել փորձանոթի մեջ լցված $Ca(OH)_2$ -ի կամ $Ba(OH)_2$ -ի լուծույթներով:

5.13. Ածխաթթու գազի ստացումը թթվածնի միջավայրում (օդում) ածխի կամ այլ օրգանական նյութերի այրումից. ռեակցիայի հավասարումը հետևյալն է.



ա) Թթվածնով լցված գլանի մեջ լցնել **շիկացած ածուխ**. այն կայրվի վառ բոցով: **Ածուխը** գլանի մեջ լցնել մետաղական բռնիչով կամ մետաղալարի օգնությամբ: Համոզվելու համար, որ **ածխի** այրումից առաջացել է **ածխաթթու գազ**, գլանի մեջ լցնել $Ba(OH)_2$ -ի լուծույթ և թափահարել:

Ածխի այրումը հաված բերտոլետյան աղի մեջ բերված է վերջինիս հատկությունների քննարկման բաժնում:

բ) Այրվող **մոմի** վրա պահել լամպի ապակի, այնուհետև զգուշորեն հեռացնել մոմը և ապակու ներքևի անցքը փակել խցանով: Ապակու մեջ լցնել ոչ մեծ քանակությամբ $Ca(OH)_2$ -ի լուծույթ, ձեռքով փակել ապակու վերին անցքը և թափահարել: Առաջանում է $CaCO_3$ -ի **սպիտակ** նստվածք՝ շնորհիվ $Ca(OH)_2$ -ի լուծույթի և **ածխաթթու գազի** փոխազդեցության:

Ցույց տալու համար, որ մոմի այրման արդյունքում առաջացող ջրային գոլորշին և ածխաթթու գազն ավելի ծանր են, քան մոմը, կշեռքի նժարին տեղավորել մոմը, իսկ դրա վերևում՝ կշեռքի լծակին, ամրացնել լամպի ապակին, որի մեջ հատուկ ամրացված ցանցի վրա լցված է **NaOH**: Կշեռքի երկու նժարների հավասարեցումից հետո վառել մոմը. կշեռքի սլաքը կթեքվի դեպի այն նժարը, որում տեղադրված են մոմն ու ապակին:

5.14. Ածխաթթու գազի ստացումը միջին, թթվային և հիմնային կարբոնատների ջերմային քայքայումից. որոշ չեզոք կարբոնատների քայքայման ջերմաստիճանները բերված են աղյուսակ 5. 2-ում.

Աղյուսակ 5.2.

Կարբոնատ	$MnCO_3$	$FeCO_3$	$MgCO_3$	$CaCO_3$	$SrCO_3$	$BaCO_3$
t °C	327	405	500	850	1130	1300

Ածխաթթու գազի ստացումը **մագնեզիումի կարբոնատի** ջերմային քայքայումից, **500 °C-ից** բարձր ջերմաստիճանում տեղի է ունենում հետևյալ ռեակցիան՝



Քայքայումն իրականացնել գազատար խողովակով հրակայուն փորձանոթում, որից **ածխաթթու գազն** ուղղվում է **Ba(OH)₂-ի** լուծույթի մեջ:

Եթե **մագնեզիումի կարբոնատի** քայքայումն իրականացվում է **մագնեզիումի օքսիդի** ստացման նպատակով, այլ ոչ թե **ածխաթթու գազի**, ապա փորձն իրականացվում է հախճապակե տիգելում: **Մագնեզիումի կարբոնատի** փոխարեն կարելի է վերցնել նաև **մանգանի կամ երկաթի կարբոնատ**:

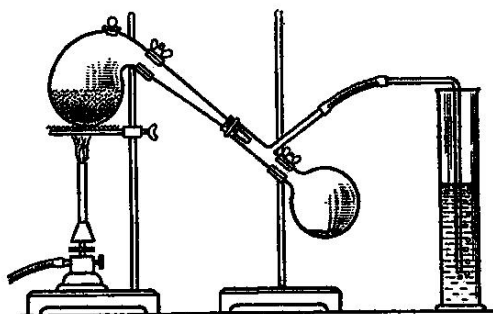
CaCO₃-ի քայքայումն իրականացվում է հրակայուն փորձանոթում կամ հախճապակե տիգելում:

Մարմարը և դրա ջերմային քայքայման արդյունքում առաջացած **կալցիումի օքսիդը**՝ **CaO**, մշակել ջրով, որի մեջ նախապես կաթեցնել մի քանի կաթիլ **լակմուսի** լուծույթ:

5.15. Ածխաթթու գազի ստացումը պղնձի հիմնային կարբոնատի ջերմային քայքայումից. ռեակցիայի հավասարումը հետևյալն է.



Փորձն իրականացնել փորձանոթում (կամ փոքր ռետորտում), որն ունի գազատար խողովակ: Անջատվող **ածխաթթու գազն** անցկացնել ջրով լցված բյուրեղարարի մեջ, ապա ջրի դուրսմղման եղանակով հավաքել այն տարբեր անոթներում: Փորձանոթի մեկ երրորդը լցնել **հիմնային կարբոնատ**, փակել գազատար խողովակ ունեցող խցանով և ամրացնել կալանին փորձանոթի անցքին անմիջապես մոտ՝ անցքը մի փոքր թեքելով դեպի ներքև: Թեքությունն անհրաժեշտ է, քանի որ ջերմային քայքայման ժամանակ, բացի այլ նյութերից, առաջանում է նաև **ջուր**:

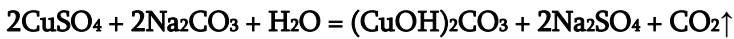


Նկ. 5.7. Ածխաթթու գազի ստացումը մալախիտի քայքայմամբ

Տաքացումը սկսել փորձանոթի մեջտեղից և **պղնձի սև օքսիդի** առաջացմանը զուգընթաց բոցը տեղաշարժել դեպի փորձանոթի ծայրը:

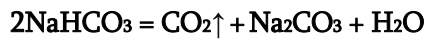
Փորձի ավարտին դադարեցնել տաքացումը և գազատար խողովակը հանել բյուրեղարարից, որպեսզի կանխվի ջրի ներծծումը տաք փորձանոթի մեջ: Եթե **պղնձի հիմնային կարբոնատի** քայքայումն իրականացվում է առանց գազատար խողովակի, ապա փորձանոթը պահում են գրեթե ուղղահայաց և **ածխաթթու գազի** առկայությունը ստուգում են այրվող մարիտով, որը հանգչում է ածխաթթու գազի միջավայրում:

Պղնձի հիմնային կարբոնատը ստանում են հետևյալ ռեակցիայով.



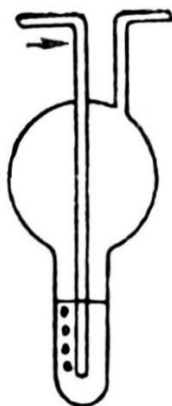
Երկու տարբեր հախճապակե թասիկների մեջ լուծել **2,5 գ $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$** և **2 գ $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$** կամ **1,1 գ** անջուր **Na_2CO_3** : Նատրիումի կարբոնատի լուծույթն անընդհատ խառնելու պայմաններում ավելացնել **պղնձի սուլֆատի** լուծույթին: Խառնուրդը ոչ շատ ուժեղ տաքացնել՝ մինչև **ածխաթթու գազի** անջատումը դադարի: Նստվածքի տեսքով ստացված պղնձի **հիմնային կարբոնատը** ֆիլտրել, լվանալ ֆիլտրի թղթի վրա, այնուհետև չորացնել էքսիկատորում ժամացույցի ապակու վրա:

5.16. Ածխաթթու գազի ստացումը նատրիումի հիդրոկարբոնատի ջերմային քայքայումով. ռեակցիայի հավասարումը հետևյալն է.



Նատրիումի հիդրոկարբոնատով լցված փորձանոթը (**2/3 ծավալով**) փակել խցանով, որի միջով անցնում է ապակե կարճ խողովակ: Վերջինս ռետինե խողովակով միացնել **խիտ ծծմբական թթու** պարունակող պղպջակների հաշվիչին: **5-10 մլ** տարողությամբ պղպջակների հաշվիչն ունի **Օստրոգովիչի** լվացող շշի ձև (նկ. 5.8.):

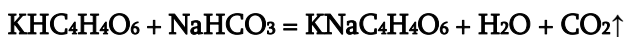
Փորձանոթն անմիջապես անցքի կողմից հորիզոնական դիրքով ամրացնել կալանին և տաքացնել անցքից դեպի փորձանոթի հատակը:



Նկ. 5.8. Օստրոգովիչի լվացող շիշ

Խիտ ծծմբական թթվով լցված լվացող շիշն օգտագործվում է ինչպես չորացնելու, այնպես էլ նատրիումի հիդրոկարբոնատի ջերմային քայքայումից առաջացող ածխաթթու գազի պղպջակների թիվը հաշվելու համար:

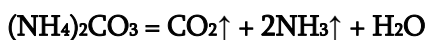
Ածխաթթու գազը, որն անջատվում է **նատրիումի հիդրոկարբոնատի** կամ **ամոնիումի կարբոնատի** ջերմային քայքայումից, շատ կարևոր դեր ունի հացի թխման գործընթացում: Ոչ մեծ քանակությամբ նատրիումի հիդրոկարբոնատ պարունակող խմորի եփման ընթացքում անջատվում է **ածխաթթու գազ**, որը խմորը դարձնում է ծակոտկեն, սակայն միաժամանակ առաջանում է նաև սոդա, որը խմորին հիմնային համ է տալիս: Տնային տնտեսությունում կիրառվող հացթուխային խառնուրդները պարունակում են **օրգանական թթուների** աղեր, որոնք խոչընդոտում են սոդայի՝ Na_2CO_3 առաջացումը: Սովորաբար այս խառնուրդները պարունակում են **կալիումի թթու տարտրատ**, ալյուր և **նատրիումի հիդրոկարբոնատ**: Թխման արդյունքում առաջանում են **կալիումի և նատրիումի խառը տարտրատ**, որը հիմնային համ չի առաջացնում, ածխաթթու գազ, որը խմորը դարձնում է ծակոտկեն, և ջուր:



Լիմոնադի ստացման համար օգտագործվող խառնուրդները պարունակում են **գինեթթու և նատրիումի հիդրոկարբոնատ**: Այս դեպքում **ածխաթթու գազն** առաջանում է ըստ հետևյալ ռեակցիայի.



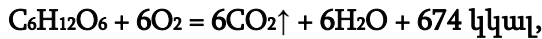
Հրուշակագործության մեջ երբեմն կիրառվում է **ամոնիումի կարբոնատ**, որը քայքայվում է ըստ հետևյալ հավասարման.



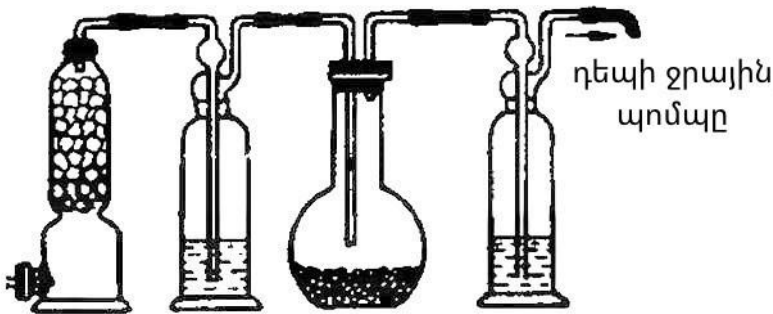
Սակայն հացի պատրաստման մեջ **ամոնիումի կարբոնատ** չի կիրառվում, քանի որ այն խմորին տալիս է **ամոնիակի** հոտ:

Եթե **ամոնիումի կարբոնատի** մի քանի բյուրեղիկ վերցվի մետաղական բոնիչով և տաքացվի գազային տաքացուցիչի վրա, ապա աղն ամբողջությամբ կքայքայվի, և կզգացվի **ամոնիակի** հոտը:

5.17. Ածխաթթու գազի առաջացումը բույսերի և մարդու շնչառության արդյունքում. բույսերի շնչառության արդյունքում **ածխաթթու գազ** առաջանում է համաձայն հետևյալ ռեակցիայի՝



ինչը փորձով ցույց տալու համար անհրաժեշտ է օգտվել նկ. 5.9.-ում ներկայացված սարքից.



Նկ. 5.9. CO_2 -ի առաջացումը բույսերի և մարդու շնչառության արդյունքում

Չորացնող աշտարակը լցնել նախապես խիտ **KOH**-ով թրջված պեմգայով: Աշտարակի մուտքն ու ելքը փակել ապակե բամբակի կտորներով: Երկու լվացող սրվակների մեջ լցնել **Ba(OH)₂**-ի թափանցիկ լուծույթ, իսկ կլոր սրվակի մեջ տեղավորել **աճած ոլոռ կամ ծաղիկներ**: Փորձի համար անհրաժեշտ ամեն ինչ պատրաստել նախապես:

Ուլոռը պատրաստել հետևյալ ձևով. մեծ հարթ բաժակի մեջ լցնել մանր թաց թեփի մի շերտ, հավասարեցնել ֆիլտրի թղթով և վրան լցնել ոլոռը: Մերմերի շերտը փակել ֆիլտրի թղթով և վրան նորից լցնել խոնավ թեփի շերտ: Բաժակը տեղավորել տաք տեղում: **48 ժամ** անց ոլոռը կաճի, որն արդեն կարելի է օգտագործել փորձի համար: Սարքը հավաքելուց հետո վերջին լվացող սրվակը միացնել գործող ջրային պոմպին:

Սարքի միջով օդի թույլ հոսանք բաց թողնելիս առաջին լվացող սրվակում որևէ փոփոխություն չի դիտվում, մինչդեռ երկրորդ լվացող սրվակում

առաջանում է **սպիտակ նստվածք**՝ աճեցված ոլորի հատիկների անջատած **ածխաթթու** գազի և Ba(OH)_2 -ի փոխազդեցության հետևանքով:

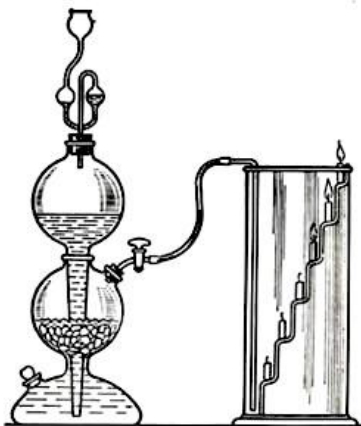
Մարդու շնչառությունից առաջացող **ածխաթթու գազի** առկայությունը ցույց տալու համար արտաշնչվող օդը ապակե խողովակի միջոցով փչել բաժակի (կամ փորձանոթի) մեջ, որում լցված է Ba(OH)_2 : Որոշ ժամանակ անց փորձանոթում առաջանում է BaCO_3 -ի **սպիտակ նստվածք**:

5.18. Ածխաթթու գազը ծանր է օդից և չի նպաստում այրմանը. 2 լ-անոց բաժակի հատակին հավասարաչափ շերտով լցնել երկու ճաշի գդալ **սոդա**: Հաստ լարից պատրաստել ելարան և դրա յուրաքանչյուր աստիճանի վրա ամրացնել փոքր մոմիկ: Ելարանը մտցնել բաժակի մեջ այնպես, որ մոմիկները վառելիս ամենացածրի բոցը բաժակի հատակից լինի **2-3 սմ** բարձրության վրա, իսկ վերջինի բոցը՝ բաժակի բերանից նույն հեռավորությամբ դեպի դուրս: Բոլոր մոմերը վառել և բաժակի մեջ լցնել քացախաթթու կամ ցանկացած այլ թթու: Կախված ածխաթթու գազի անջատման արագությունից՝ մոմիկները, բացի վերինից, հերթով կմարեն:



Վերևի մոմիկը չի մարի, որովհետև դրա բոցը բաժակից բարձր է, իսկ աստիճանաբար բարձրացող ածխաթթու գազը, լինելով օդից ծանր, բաժակի բերանից իջնում է ներքև:

Փորձը կարելի է իրականացնել նաև՝ օգտվելով **Կիպլի** սարքից (նկ. 5.10.):

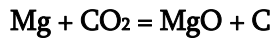


Նկ. 5.10. Ածխածնի երկօքսիդով մոմերի մարումը

5.19. Ածխաթթու գազը «նպաստում» է այրմանը. ածխաթթու գազը չի նպաստում այնպիսի նյութերի այրմանը, որոնք ընդունված է համարել այրվող (**ածխածինը** և դրա միացությունները): Սակայն որոշ նյութեր, որոնք

ունեն **թթվածնի** նկատմամբ մեծ քիմիական խնամակցություն (**մագնեզիում, ցինկ, կալիում, ֆոսֆոր** և այլն), կարող են այրվել **ածխաթթու գազի** միջավայրում:

Հատակին ավագ լցված մեծ սրվակը լցնել **ածխաթթու գազով** և մեջը իջեցնել այրվող **մագնեզիումի** ժապավեն: **Մագնեզիումը** շարունակում է ճայթյունով այրվել **ածխաթթու գազի** միջավայրում, իսկ բաժակի պատերին նստում է **ածխի** հետ խառնված **մագնեզիումի օքսիդը**.



Պինդ ածխաթթու գազի («չոր սառույց») և մագնեզիումի խարտուքի խառնուրդը վառվող **մագնեզիումի** լարին դիպչելիս բռնկվում է և վառվում վառ բոցով:

5.20. Հնարքներ «չոր սառույցի» հետ. «**չոր սառույցը**» պետք է մանրացնել փոքր հատիկների (հարմար է անել մուրճով՝ «չոր սառույցի» մեծ կտորները նախապես հաստ կտորի մեջ փաթաթելով): Այնուհետև **«չոր սառույցը»** դնել ճենապակյա բաժակի մեջ և վրան **ացետոն** լցնել խիտ մածուցիկ զանգված ստանալու համար: Այս զանգվածի մեջ նախ ընկղմել ջրով լի փորձանոթ: Ջուրը շատ արագ կվերածվի սառույցի, և միաժամանակ կլսվեն ճաքճքոցի բնորոշ ձայներ: Եթե սառեցնող խառնուրդի մեջ իջեցվի սնդիկով լի փորձանոթ, ապա այս հեղուկ մետաղը կկարծրանա:

Դա կարելի է ստուգել՝ սնդիկի մեջ փորձանոթից ավելի երկար երկաթե ձող ընկղմելով: Երբ սնդիկը սառի, փորձանոթը կոտրել և ձողին սառած պինդ սնդիկի գլանին մուրճով հարվածել: Կլսվի մետաղական ձայն, իսկ սնդիկի գլանը կհարթվի:

«Չոր սառույցը» և ացետոնը հնարավորություն են տալիս պատրաստել գերազանց սառեցնող խառնուրդ **-86 °C** ջերմաստիճանով: Ացետոնի փոխարեն կարելի է օգտագործել բենզին կամ եթեր:

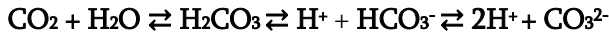
5.21. Ածխաթթու գազի լուծելիությունը ջրում. **ածխաթթու գազի** լուծելիությունը ջրում այնքան էլ մեծ չէ: **760 մմ ս.ս.** ճնշման տակ **0 °C-ում 1 լ** ջրում լուծվում է **1,7 լ ածխաթթու գազ, 15 °C-ում՝ 1 լ**, իսկ **20 °C-ում՝ 0,88 լ**:

Չոր ապակյա գլանը օդի դուրսմղման եղանակով լցնել **CO₂-ով**, փակել ապակյա սալիկով ու բերանը դեպի ներքև մտցնել ջրով լցված բյուրեղարարի մեջ: Հեռացնել սալիկը և գլանը առանց ջրից հանելու թեթև թափահարել: Գլանը կհսով չափ կլցվի ջրով:

Ածխաթթու գազը ջրում լուծվելիս դարձելի ռեակցիայով ստացվում է **ածխաթթու**.



Ածխաթթուն դասվում է շատ թույլ թթուների շարքին ($K_1=3 \cdot 10^{-7}$): Ջրում այն հիմնականում տրոհվում է H^+ և HCO_3^- իոնների. CO_3^{2-} իոնները առաջանում են չնչին քանակով: Այսպիսով, լուծույթում հաստատվում է հետևյալ հավասարակշռությունը.

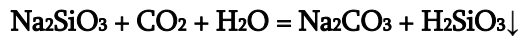


Ածխաթթվի թույլ թթվային ռեակցիան կարելի է հայտնաբերել լակմուսի լուծույթով: Թթվային միջավայրում այն **կարմիր** է:

Ածխաթթվի ջրային լուծույթը տաքացնելիս հավասարակշռությունը տեղաշարժվում է դեպի ձախ: Դրանում համոզվելու համար լուծույթով լցված փորձանոթը փակել գազատար խողովակ ունեցող խցանով ու խողովակի ծայրը մտցնել Ba(OH)_2 -ի լուծույթի մեջ: Տաքացնելիս անջատված CO_2 -ի հաշվին նստում է BaCO_3 :

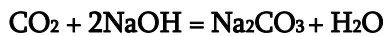
Հավասարակշռությունը ջրածնի իոնները կապող հիմք ավելացնելիս կթեքվի դեպի աջ:

5.22. Ջրային լուծույթում ածխաթթուն դուրս է մղում սիլիկաթթվին և կապտաթթվին իրենց աղերից. փորձանոթի մեջ լցնել 10 %-անոց նատրիումի կամ կալիումի սիլիկատի լուծույթ և անցկացնել CO_2 -ի հոսք: Նկատվում է **անգույն դոնդողանման նստվածքի** առաջացում.

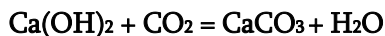


Այսինքն՝ ջրային լուծույթում ածխաթթուն ավելի ուժեղ թթու է, քան սիլիկաթթուն:

5.23. Ածխաթթու գազի կլանումը ալկալիով. Բյուրեղարարի մեջ լցնել 2 Ն-անոց NaOH -ի լուծույթ: Գլանը լցնել **ածխաթթու գազով**, փակել բերանը ապակե սալիկով և գլխիվայր իջեցնել բյուրեղարարի մեջ: Հեղուկի տակ գլանի բերանը բացել: **Ածխաթթու գազը** փոխազդում է **ալկալու** հետ, և հեղուկը լցվում է գլանի մեջ.

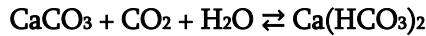


5.24. Ածխաթթուն առաջացնում է միջին և թթվային աղեր, իսկ որոշ մետաղների հետ՝ հիմնային աղեր. հանգած կրի կտորներ պարունակող անոթով անցկացնել CO_2 -ի հոսք: **Կալցիումի կարբոնատի** առաջացման ջերմանջատիչ ռեակցիայի հետևանքով անոթը ուժեղ կտաքանա, իսկ ներսի պատերին կնստեն **ջրի կաթիլները**.



Ca(OH)_2 -ի նոսր լուծույթով CO_2 անցկացնելիս նկատվում է **սպիտակ նստվածքի** առաջացում, որն առաջանում է բերված ռեակցիայի հետևանքով:

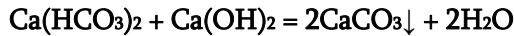
Եթե շարունակվի CO_2 -ի հոսքը, ապա նստվածքը կալցիումի թթու աղի առաջացման հետևանքով կլուծվի.



Տաքացնելիս (կամ պահելիս) կալցիումի հիդրոկարբոնատի թափանցիկ լուծույթից հակադարձ ռեակցիայի հետևանքով անջատվում է կալցիումի կարբոնատի նստվածք.

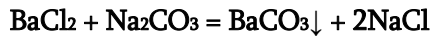


Նույնն է տեղի ունենում նաև $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ավելացնելիս.

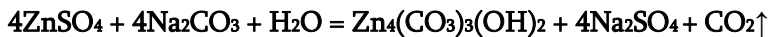


Ալկալիական մետաղների և ամոնիումի կարբոնատները ջրում լուծվում են, այլ մետաղների կարբոնատները գրեթե չեն լուծվում: Ջրում լուծվում են նաև ալկալիական և հողալկալիական մետաղների հիդրոկարբոնատները, իսկ հիմնային կարբոնատները դժվար են լուծվում:

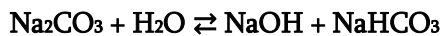
5.25. Դժվար լուծվող միջին և հիմնային կարբոնատների ստացումը. դժվար լուծվող միջին կարբոնատները ստացվում են մետաղների (կալցիում, ստրոնցիում, բարիում և այլն) լուծելի աղերի և Na_2CO_3 -ի կամ $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$ -ի փոխանակման ռեակցիայով, օրինակ.



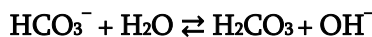
Տարբեր բաղադրություններով հիմնային կարբոնատները նստացվում են մետաղների (ցինկ, կադմիում, պղինձ, մագնեզիում և այլն) լուծելի աղերի և Na_2CO_3 -ի կամ $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$ -ի լուծույթների փոխազդեցությամբ.



Ալկալիական մետաղների կարբոնատները ջրային միջավայրում հիդրոլիզվում են՝ առաջացնելով հիդրօքսիդ և հիդրոկարբոնատ իոններ (ստուգել ինդիկատորով).



Այսպիսով, Na_2CO_3 -ի հիդրոլիզի ժամանակ առաջանում է հիմնային միջավայր: Ջրում հիդրոկարբոնատների լուծման ժամանակ ածխաթթվի դիսոցման K_1 և K_2 հաստատունների արժեքների մեծ տարբերության պատճառով հիդրոլիզը տեղի է ունենում ավելի ցածր աստիճանով.



Առաջանում է չեզոքին մոտ միջավայր ($\text{pH} = 8$):

5.26. Կալցիումի կարբոնատի լուծումը թթուներում. փոխեզդեցությունը ցույց տալու համար անհրաժեշտ է հավի ձու, որի կճեպի հիմնական բաղադրիչը կալցիումի կարբոնատ է:

ա) (Կախարդական ձու). եթե հավի ձուն դրվի նոսր աղաթթվի կամ ազոտական թթվի մեջ, ապա որոշ ժամանակ հետո կճեպը լիովին կլուծվի, իսկ սպիտակուցն ու դեղնուցը կմնան՝ շրջապատված բարակ թաղանթով: Այս փորձը արդյունավետ իրականացնելու համար վերցնել լայն վզով սրվակ կամ ապակե շիշ, լցնել **3/4**-ի չափով նոսր աղաթթու կամ ազոտական թթու, սրվակի վզիկի վրա դնել հում ձու, ապա զգուշորեն սրվակի պարունակությունը տաքացնել: Երբ թթուն սկսի գոլորշիանալ, կճեպը կլուծվի, և կարճ ժամանակ անց առաձգական թաղանթի մեջ գտնվող ձուն կսահի թթվով անոթի մեջ, չնայած ձվի լայնական հատույթը սրվակի վզիկից մեծ է:

Չվի կճեպի քիմիական լուծույթը, այսինքն՝ դրանում առկա **կալցիումի կարբոնատը** ռեակցիում է ըստ հետևյալ հավասարման՝



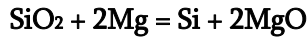
բ) Լողացող ձու. ձուն գցել **նոսր աղաթթու** պարունակող բաժակի մեջ (**1:1** հարաբերությամբ): Այն իսկույն կսուզվի: **2-3** րոպե հետո ձուն կծածկվի գազի պղպջակներով ու կբարձրանա լուծույթի մակերևույթ: Հետո գազի պղպջակները կպոկվեն, ձուն նորից կիջնի բաժակի հատակը: **1-2** րոպեից նորից ծածկվելով պղպջակների «լողագոտով»՝ ձուն կրկին կբարձրանա մակերես: Այսպես սուզվելով և բարձրանալով՝ ձուն ցուցաբերում է «լողալու» հատկություն մինչև կճեպի լրիվ լուծվելը:

Քանի որ ձվի խտությունը նոսր աղաթթվի լուծույթի խտությունից մեծ է, այդ պատճառով այն սկզբից սուզվում է, ապա տեղի է ունենում ձվի կճեպի փոխազդեցություն աղաթթվի հետ: Անջատված **CO₂**-ը մակակլանվում է և կաչում ձվի կճեպին, որի շնորհիվ ձուն «թեթևանում» է և ելնում լուծույթի մակերևույթ, իսկ երբ պղպջակները պոկվում են, նորից է սուզվում: Կարող է նաև տեղում պտտվել: Երևույթը կշարունակվի մինչև կճեպի լրիվ լուծվելը:

5.27. Ամորֆ սիլիցիումի ստացումը. փորձը կատարել քարշիչ պահարանում: **Ամորֆ սիլիցիում** ստացվում է **սիլիցիումի երկօքսիդը մագնեզիումով** վերականգնելով:

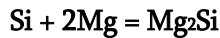
SiO₂ և **Mg**-ի **3:1** զանգվածային բաժիններով փոշի պարունակող խառնուրդը հավանգում լավ տրորել և տեղափոխել կորունդե հալքանոթ: Խառնուրդի վրա դնել **մագնեզիումի** ժապավեն: Հալքանոթը տեղավորել հրակայուն սալիկի վրա և մագնեզիումի ժապավենը այրել գազայրիչով: Ժապավենի

այրումից անջատված ջերմությունը հարուցում է ռեակցիա, որը տարածվում է խառնուրդի ամբողջ զանգվածով: Փոխազդեցությունը տեղի է ունենում շատ բուռն՝ անջատելով մեծ քանակությամբ ջերմություն (բոցի առաջացում):

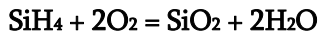


Որպեսզի ռեակցիան շատ բուռն չընթանա, խառնուրդի $\frac{1}{4}$ -ի չափով կարելի է ավելացնել **MgO**՝ որպես նոսրացնող:

Անջատված **սիլիցիումը** կարող է փոխազդել **մագնեզիումի** հետ.



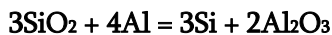
Թողնել հալքանոթը սառչի: Ստացված զանգվածը տեղափոխել ջրով բաժակի մեջ և զգուշորեն ավելացնել **աղաթթու (1:1): Մագնեզիումի սիլիցիդը աղաթթվի** հետ փոխազդելիս անջատվում է **SiH₄**, **Si₂H₆** և այլ **սիլանների** գազային խառնուրդ, որն օդի հետ շփվելիս ինքնաբոցավառվում է՝ անջատելով **սպիտակ ծուխ (SiO₂)**.



Բաժակի հատակին մնում է **գորշ ամորֆ սիլիցիումի, սիլիցիումի օքսիդի և մագնեզիումի օքսիդների** խառնուրդ: **Մագնեզիումի օքսիդից** ազատվում են՝ խառնուրդը **ծծմբական թթվում** եռացնելով, իսկ **SiO₂**-ը չի խանգարում **սիլիցիումի** հատկությունների ուսումնասիրմանը: Շատ մաքուր **սիլիցիում** ստանալու համար **սիլիցիումի** և **SiO₂**-ի խառնուրդը մշակում են **պլավիկյան թթվով (HF)**:

5.28. Բյուրեղային սիլիցիումի ստացումը. իրականացվում է **սիլիցիումի երկօքսիդը** այլումինով կամ ցինկով վերականգնելով:

0,9 գ սիլիցիումական անհիդրիդը (մանր կվարցային փոշի) խառնել **1 գ** փոշենման **այլումինի** և **1,2 գ ծծմբի** հետ: Բոլոր նյութերն անհրաժեշտ է վերցնել փոշի և չոր վիճակում: Խառնուրդը տեղափոխել հրակայուն կամ կոբոնդե տիգելի մեջ և վերնից ավելացնել **հրկիզող խառնուրդի** բարակ շերտ: Տիգելը տեղադրել աղյուսի կամ շիկացած ավազի վրա և խառուրդն այրել **մագնեզիումային** ժապավենի օգնությամբ.



Ռեակցիան ընթանում է շատ բուռն, ուստի դրա իրականացման ընթացքում անհրաժեշտ է պահպանել անվտանգության բոլոր կանոնները, այսինքն՝ փորձն իրականացնել քարշիչ պահարանում, տիգելը դնել ավազի վրա, հավաքել բոլոր դյուրավառ նյութերն ու իրերը, օգտագործել պաշտպանիչ ակնոցներ:

Տիգելը սառեցնել և կոտրել, ռեակցիայի վերջնանյութերը (նախապես հեռացնել **ալյումինի սուլֆիդի** կտորները) տեղափոխել հախճապակե բաժակի մեջ, ավելացնել ջուր և պահել մի քանի օր՝ մինչև **ալյումինի սուլֆիդի** լրիվ հիդրոլիզը: Այս գործընթացը ևս իրականացնել քարշիչ պահարանում, քանի որ **ալյումինի սուլֆիդի** հիդրոլիզից անջատվում է մեծ քանակությամբ **ծծմբաջրածին**: Ստացված **ալյումինի հիդրօքսիդը** լավ խառնել և դեկանտել՝ **սիլիցիումի** կտորներից բաժանելու համար: Կտորները շլակից առանձնացնել, լվանալ **աղաթթվով** 15-20 րոպե՝ մակերևութային աղտոտումները մաքրելու նպատակով, լվանալ ջրով, այնուհետև երկար ժամանակ տաքացնել **աղաթթվի** մեջ, մինչև **սիլիցիումի** կտորները կանջատվեն **սև** բյուրեղիկների տեսքով:

Նույն գործընթացը կարելի է իրականացնել նաև ցածր ջերմաստիճանում՝ մշակելով խառնուրդը **աղաթթվով 3-4 օր**: Ստացված բյուրեղական փոշին **ալատինային** բաժակում մշակել **ալավիկյան և ծծմբական** թթուներով՝ վերը նշված եղանակով:

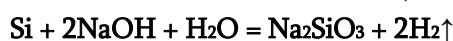
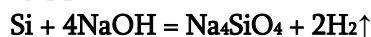
Թթուներով մշակելու ժամանակ մաքրվում է միայն **սիլիցիումի** բյուրեղիկների մակերևույթը: Ավելի **մաքուր սիլիցիում** ստանալու համար անհրաժեշտ է բյուրեղիկները լավ մանրացնել **պողպատե** հավանգում, այնուհետև կրկին մշակել **ալավիկյան և ծծմբական** թթուներով: Մաքուր ռեագենտների կիրառման և թթուներով բազմակի մշակման դեպքում ստացված **սիլիցիումը** կպարունակի ընդամենը **0,1 %** խառնուրդ:

Բյուրեղային է ստացվում, քանի որ **սիլիցիումը ալյումինի** հետ առաջացնում է ոչ թե **սիլիցիդ**, այլ՝ համահալվածք, որը թթվում լուծելիս նպաստում է **բյուրեղային սիլիցիումի** ստացմանը:

5.29. Սիլիցիումի հատկությունները.

ա) Սառը և տաքացման պայմաններում փորձել **ամորֆ սիլիցիումի** լուծելիությունը նոսր ու խիտ, օքսիդիչ և ոչ օքսիդիչ թթուներում: Այն ոչ մի պայմաններում թթուների հետ չի փոխազդում:

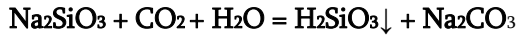
բ) Սառը և տաք պայմաններում փորձել **սիլիցիումի** լուծելիությունը **ալկալիներում**: Հիմքերի ջրային լուծույթները լուծում են **սիլիցիումը**՝ փոխարկելով այն **սիլիկաթթվի աղերի**.



Բերված փոխազդեցություններում **սիլիցիումը** ցուցաբերում է **վերականգնիչ** հատկություն:

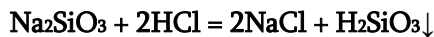
Միլիցիումի և հիմքերի փոխազդեցության համար բավական է նույնիսկ ապակե տարաներում ջրի պահպանման ժամանակ ապակու հիդրոլիզի հետևանքով առաջացած հիդրօքսիդ իոնների կոնցենտրացիան:

5.30. Միլիկաթթվի ստացումը. փորձանոթում վերցնել **նատրիումի սիլիկատի** լուծույթ և անցկացնել **ածխաթթու գազի** հոսք՝ ստանալով Կիպի ապարատում: Կնկատվի **սիլիկաթթվի նստվածքի** առաջացում:



Այսինքն՝ ջրային լուծույթում **ածխաթթուն** ավելի ուժեղ թթու է, քան **սիլիկաթթուն**:

5.31. Միլիկաթթվի ժելի ստացումը. փորձանոթի մեջ լցնել **3-4 մլ նատրիումի սիլիկատի** լուծույթ և, ապակե ձողով խառնելով, ավելացնել **աղաթթվի (1:3)** լուծույթ: Որոշ ժամանակ հետո լուծույթում նկատվում է **օպալեսցենցիայի երևույթ** (լույսի ցրումը պղտոր միջավայրում): Փորձանոթի պարունակությունը փոխարկվում է հոծ գանգվածի, որը շրջելիս չի թափվում:



Ներկայացնենք **օրթոսիլիկաթթվի** օրինակի վրա:

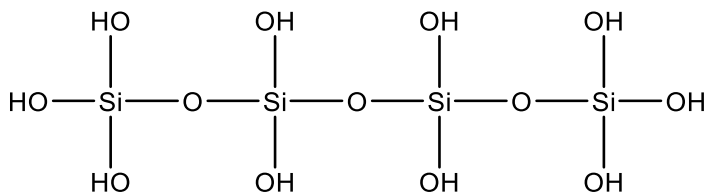
5.32. Միլիկաթթվի զուլի փոխարկումը ժելի. մեծ փորձանոթի մեջ լցնել (1/5 ծավալով) **նատրիումի սիլիկատի** լուծույթ և ավելացնել նույն ծավալի **խիտ աղաթթու**: Ստացվում է թափանցիկ **շաթժուն հեղուկ**: Փորձանոթը զգուշորեն տաքացնել սպիրտայրոցի վրա: Անոթը շրջելով՝ կարելի է նկատել, որ ամբողջ հեղուկը փոխարկվել է **թափանցիկ պնդացող** գանգվածի. **սիլիկաթթվի** զուլը փոխարկվել է ժելի:

Չնայած նախորդ փորձում բերված հավասարումը ներկայացված է **մետասիլիկաթթվի** առաջացմամբ, սակայն ջրային լուծույթում գոյություն ունեն **օրթոսիլիկաթթու, մետասիլիկաթթու, երկսիլիկաթթու և պոլիսիլիկաթթուներ**:

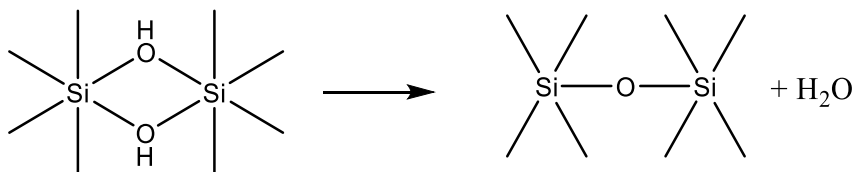
Տաքացման ժամանակ տեղի է ունենում պոլիմերացում: Այն ներկայացնենք **օրթոսիլիկաթթվի** օրինակի վրա: Միլիկաթթուների լուծույթներում սիլիցիումի կոորդինացման թիվը 4 է, հետևաբար **օրթոսիլիկաթթվի** պոլիմերման գործընթացը կարելի է ներկայացնել այսպես.



Ստացված բազմասիլիկաթթուն ունի հետևյալ կառուցվածքը.



Նշված կառուցվածքը (թթվածնային կամրջակով) կարող է առաջանալ օլյացիայի օքսոլյացիայի մեխանիզմով, այն է՝ սիլիկաթթվի պոլիմերացումով, որում **Si-ի** կոորդինացման թիվը 6 է: Կրկնակի հիդրօքսիլային կամրջակը, ջուր կորցնելով, փոխարկվում է թթվածնային (օքսո) կամրջակի:

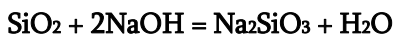


5.33. Սիլիկաժելի ադսորբող հատկությունը. սիլիկաժելն ունի ծակոտկեն կառուցվածքով զարգացած մակերևույթ, ինչը պայմանավորում է նրա ադսորբող հատկությունը:

Փորձանոթի մեջ լցնել **5-10** կաթիլ **քառամինամպղնձի սուլֆատի** լուծույթ: Լուծույթին ավելացնել մանրացված **սիլիկաժել**: Փակել փորձանոթը խցանով և լավ թափահարել: Նկատել **[Cu(NH₃)₄]²⁺** կլանման հետևանքով **սիլիկաժելի** գունավորումը և լուծույթի գույնի թուլացումը: Թողնել լուծույթը մի քիչ պարզվի, այնուհետև լուծույթը սիլիկաժելի մակերևույթից պարզվածքատել և ավելացնել **5-10 կաթիլ աղաթթու**: Գունավորող իոնների քայքայման հետևանքով սիլիկաժելը գունազրկվում է.



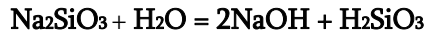
5.34. Նատրիումի սիլիկատի ստացումը. հախճապակե թասի մեջ լցնել մանրացված **SiO₂** և ավելացնել **նատրիումի հիդրօքսիդի** խիտ լուծույթ: Եռացնել **20-25** րոպե: **SiO₂**-ը կփոխազդի **նատրիումի հիդրօքսիդի** հետ.



Համոզվելու համար, որ ստացվել է **սիլիկաթթվի աղ**, լուծույթից կաթոցիկով մի փոքր վերցնել, տեղափոխել փորձանոթի մեջ և ավելացնել **խիտ աղաթթու** մինչև թույլ թթվային ռեակցիան: Թեթև տաքացնել. նստում է **սիլիկաթթվի ժել՝ H₂SiO₃** (ավելի ճիշտ՝ **SiO₂ · nH₂O**):

5.35. Նատրիումի սիլիկատի հիդրոլիզը. պատրաստել **նատրիումի սիլիկատի** լուծույթ և լցնել երկու փորձանոթների մեջ **5-10** մլ-ի չափով: Առաջին

փորձանոթին ավելացնել մի քանի կաթիլ **ֆենոլֆտալեին**. մորու գույնի առաջացումը ցույց կտա հիմնային միջավայրի առկայությունը.



Երկրորդ փորձանոթին ավելացնել **4-5 կաթիլ ամոնիումի քլորիդի** լուծույթ և տաքացնել սպիրտայրոցի վրա. կառաջանա **նստվածք**, և կանջատվի **գազ**: Հոտով կարելի է որոշել, որ անջատվող գազն **ամոնիակ** է.



Միջավայրը կլինի **չեզոք**:

5.36. Չվառվող կտորի ստացումը. բաժակի մեջ լցնել **նատրիումի սիլիկատի** լուծույթ և դրա մեջ ընկղմել շորի մի փոքր կտոր: Պահել այն լուծույթում **50-70** րոպե, ապա հանել և չորացնել: Սպիրտայրոցի բոցի մեջ միաժամանակ մտցնել **սիլիկատով** ներծծված և չներծծված շորի կտորներ: Սիլիկատով ներծծված շորի կտորը գործնականորեն չի այրվի, որովհետև, պատված լինելով **նատրիումի սիլիկատի** պաշտպանիչ շերտով, ձեռք է բերում հրակայուն հատկություն:

5.37. Սիլիկաթթվի դժվար լուծվող աղերի ստացումը (աշնանային «այգի»).

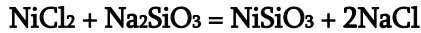
ա) **Սիլիկաթթվի** դժվար լուծվող աղերը կարելի է ստանալ **«աշնանային կամ քիմիական անտառի»** տեսքով: Բաժակի մեջ տեղավորել **նիկելի, կոբալտի, երկաթի (III), մանգանի քլորիդների և սուլեմայի բյուրեղներ** և ավելացնել **սիլիկատային սոսնձի (հեղուկ ապակի՝ Na_2SiO_3)** լուծույթ (**1 ծավալ սոսինձ և 1,5 ծավալ ջուր**): Մի քանի ժամ հետո բաժակում կստացվի տարբեր գույներով գունավորված «ծառերի» և «ճյուղերի» հիանալի քիմիական անտառ (նկ. 5.11.).



Նկ. 5.11. «Քիմիական անտառ»

«Անտառի» առաջացման պատճառը նշված մետաղների սիլիկատների ստացումն է:

Սիլիկատները չեն նստում նստվածքի ձևով, քանի որ մետաղի աղի բյուրեղը, օրինակ՝ Ni-ի աղի բյուրեղը, ռեակցիայի մեջ մտնելով սիլիկատի հետ, պատվում է **նիկելի սիլիկատի** անլուծելի թաղանթով:

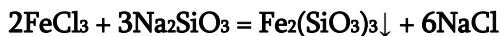
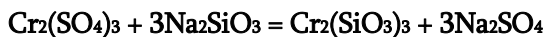


Ջուրը դիֆուզվում է գոյացած թաղանթից ներս՝ լուծելով բյուրեղը ներսից: Իսկ թաղանթի ներսում լուծված աղի իոնները դուրս չթողնելու պատճառով ճնշումն անհամեմատ մեծանում է: Դրա հետևանքով թաղանթը պայթում է, աղի լուծույթը դուրս է հոսում և անմիջապես ռեակցիայի մեջ մտնում սիլիկատի հետ՝ առաջացնելով նոր թաղանթներ:

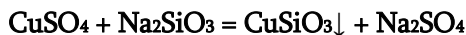
Բերված մետաղների սիլիկատներն ունեն հետևյալ գույները. **նիկելի սիլիկատ՝ կանաչ, կոբալտի սիլիկատ՝ կապույտ, երկաթի (III) սիլիկատ՝ գորշ, մանգանի սիլիկատ՝ վարդագույն և սնդիկի սիլիկատ՝ կարմրագորշ:**

բ) Փորձի մեկ այլ տարբերակ է «**քիմիական ակվարիումի**» ստացումը: Այդ նպատակով բարձր ապակե տարայի մեջ լցնել 1 լ հեղուկ ապակի, ավելացնել **0,5-0,7 լ ջուր** և խառնել: Դրանից հետո այս տարայի մեջ երկու տարբեր բաժակներից միաժամանակ լցնել **քրոմի (III) սուլֆատի՝ $\text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3$ և երկաթի (III) քլորիդի՝ FeCl_3** ջրային լուծույթներ: Արդյունքում կաճեն **դեղնակա-նաչավուն սիլիկատային «ջրիմուռներ»**՝ միահյուսված իջնելով վերնից ներքև:

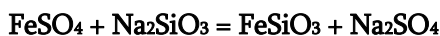
«**Ջրիմուռների**» աճը երկաթի, պղնձի և քրոմի սիլիկատների առաջացման հետևանք է, որոնք առաջանում են փոխանակման ռեակցիաների արդյունքում՝ ըստ հետևյալ հավասարումների.



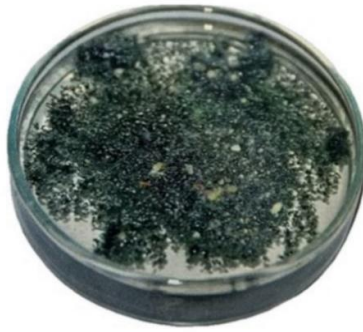
Նույն ապակե տարրայի մեջ կաթիլ առ կաթիլ **պղնձի (II) սուլֆատի** լուծույթ ավելացնելով՝ մենք ակվարիումը կլցնենք տարօրինակ «**աստղաձևներով**» և կապույտ գույնի կլոր, փշոտ «**ծովային ոգնիներով**»:



5.38. Երկաթի երկարժեք սիլիկատի («ջրիմուռներ») ստացումը. Պետրիի թասի մեջ լցնել **սոսնձի 1:1** հարաբերությամբ ջրային լուծույթ և դրա ամբողջ մակերևույթով լցնել **երկաթի (II) սուլֆատի** բյուրեղներ: Որոշ ժամանակ անց լուծույթի ամբողջ մակերևույթը կծածկվի **կանաչ «ջրիմուռների»** խիտ ցանցով (նկ. 5.12.).



Փորձը բացատրվում է նույն միակողմանի դիֆուզիայով:



Նկ. 5.12. «Միլիկատային ջրիմուռներ»

5.39. Հեշտահալ կապարային ապակու ստացումը. վերցնել **1,68 գ PbO, 0,22 գ B₂O₃ և 0,9 գ կվարցային ավազ** և լավ խառնել: Խառնուրդը լցնել երկաթե հալքանոթի մեջ, տեղավորել այն հախճապակե եռոտանու վրա և գազայրիչով հալել: Ունելիով բռնելով՝ հալքանոթը կիսով չափ մտցնել սառը ջրի մեջ: Ստացվում է **հեշտահալ ապակի**, որի հալման ջերմաստիճանը մոտ **500 °C** է:

5.40. Սովորական և կվարցային ապակիների հատկությունները. կվարցային ապակե խողովակը այրիչի բոցում ուժեղ տաքացնել (ապակին չի փափկում) և շիկացած վիճակում մտցնել սառը ջրի մեջ: Ջրի կտրուկ գոլորշիացումից լսվում են ճայթյուն և թշնոց, սակայն ապակին, շնորհիվ արտակարգ չնչին ընդարձակման հաստատունի (մոտ **15** անգամ ցածր, քան սովորական ապակին), մնում է ամբողջական:

Կվարցային ապակին գրեթե մաքուր **սիլիկահող** է (**SiO₂**):

Սովորական **ապակե խողովակը** շիկացնել գազայրիչի բոցում (այն փափկում է) և մտցնել սառը ջրով բաժակի մեջ: Ճաքճքվող ապակու կտորները կթափվեն բաժակի հատակին: Ավելացնել մի քանի կաթիլ **ֆենոլֆտալեինի** լուծույթ. գույնը չի փոխվի: Բաժակի ջուրը դատարկել: **Ապակու փշրանքը**՝ լվանալ ջրով, տեղափոխել հախճապակե հավանգի մեջ և լավ մանրացնել՝ մինչև փոշի վիճակ:

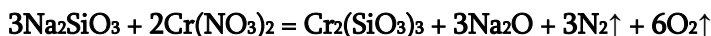
Փոշին, թորած ջրով ողողելով, նորից տեղափոխել բաժակի մեջ և ավելացնել **ֆենոլֆտալեին**: Կառաջանա վարդագույն երանգ, ինչը ցույց է տալիս, որ ապակու բաղադրության մեջ գտնվող **նատրիումի սիլիկատը** մասամբ անցնում է լուծույթի մեջ, որն ունի **հիմնային** ռեակցիա: Սովորական ապակին ունի **Na₂O · CaO · 6SiO₂** մոտավոր բաղադրություն:

5.41. Գունավոր ապակու ստացումը. այրիչի բոցում **ապակե ձողից** լար ձգել, այն մտցնել **կոբալտի նիտրատի** լուծույթի մեջ, այնուհետև աստիճանա-

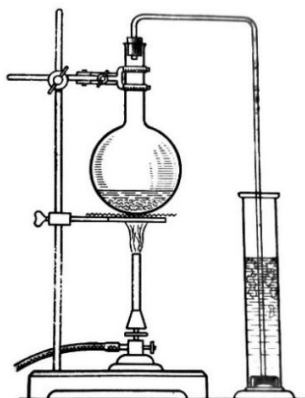
բար նորից մտցնել այրիչի բոցի տաք գոտու մեջ: Լարը հալվում է **կապույտ** գնդիկի ձևով: Մառելուց հետո գնդիկը ձեռք կբերի շափյուղայի գեղեցիկ գույն: Ապակու կապույտ գույնի առաջացման պատճառը Co^{2+} իոնն է.



Նույն ձևով կարելի է ստանալ գմբուխտի նման **կանաչ** գնդիկ՝ ապակե լարը **քրոմի (III) նիտրատի** լուծույթի մեջ մտցնելով.

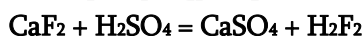


5.42. Միլիցիումի քառաֆտորիդի և սիլիցիումի ֆտորաջրածնական թթվի ստացումը. կալցիումի ֆտորիդը և կվարցային ավազը հալանգի մեջ առանձին-առանձին լավ տրորել, մինչև ստացվի նուրբ փոշի: Այնուհետև վերցնելով հավասար բաժիններ՝ պատրաստել խառնուրդ և տեղավորել կլորահատակ սրվակի մեջ: Ավելացնել **խիտ ծծմբական թթու** այնքան, որ ստացվի հեղուկ շիլայանման զանգված (խյուս): Կալանին ամրացված անոթի բերանը փակել կրկնակի ուղղանկյուն ծոված խողովակ ունեցող խցանով: Խողովակի երկար ծայրը մինչև հատակը մտցնել ջրով զլանի մեջ, որտեղ նախապես լցնել **2-3 սմ** շերտով **սնդիկ** (նկ. 5.13.):

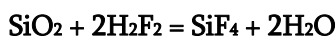


Նկ. 5.13. Միլիցիումի քառաֆտորիդի և սիլիցիումի ֆտորաջրածնական թթվի ստացումը

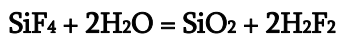
Անոթը դանդաղ, զգուշորեն տաքացնել այնպես, որ ստացվի գազի հավասարաչափ հոսք: **Կալցիումի ֆտորիդի և ծծմբական թթվի** փոխազդեցության ժամանակ անջատվում է **ֆտորաջրածին**.



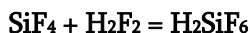
Ֆտորաջրածինը փոխազդում է **սիլիցիումի երկօքսիդի** հետ՝ առաջացնելով **սիլիցիումի ֆտորիդ**.



Սիլիցիումի քառաֆտորիդը ջրով քայքայվում է՝ առաջացնելով սիլիցիումի երկօքսիդ և ֆտորաջրածին.



Ստացված ֆտորաջրածինը փոխազդում է չքայքայված սիլիցիում քառաֆտորիդի հետ.

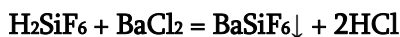


Փորձի ավարտին գազատար խողովակը հանել գլանից, որից հետո դադարեցնել տաքացումը:

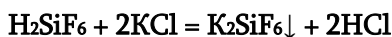
Գլանի հատակի սնդիկի շերտն անհրաժեշտ է, որպեսզի սիլիցիումի ֆտորիդի քայքայումը, որն ուղեկցվում է դոնորդանման նստվածքի առաջացումով, տեղի ունենա գազատար խողովակի անցքից վերև, և նստվածքը այն չփակի:

5.43. Սիլիցիումի ֆտորաջրածնական թթվի հատկությունները. նախորդ փորձից ստացված սիլիցիումֆտորաջրածնական թթուն ֆիլտրել: Լցնել չորս փորձանոթների մեջ: Առաջինին ավելացնել կապույտ լակմուսի լուծույթ. այն կգունավորվի կարմիր՝ ցույց տալով թթվային միջավայր:

Երկրորդ փորձանոթին ավելացնել բարիումի քլորիդի լուծույթ և քիչ քանակությամբ խիտ աղաթթու: Կառաջանա բարիումի ֆտորսիլիկատի բյուրեղական նստվածք.



Երրորդ փորձանոթին ավելացնել կալիումի քլորիդի խիտ լուծույթ և քիչ քանակությամբ էթիլ սպիրտ. կառաջանա կալիումի ֆտորսիլիկատի դոնորդանման կիսաթափանցիկ նստվածք.



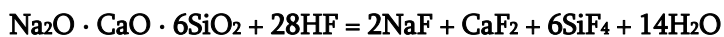
Չորրորդ փորձանոթին ավելացնել ամոնիումի հիդրօքսիդ, ստացվում է օրթոսիլիկաթթվի դոնորդանման նստվածք.



Սիլիցիումֆտորաջրածնական թթուն ուժով ծծմբական թթվին մոտ երկհիմն թթու է: Դրա աղերի մեծ մասը ջրում լուծելի է: Դժվար են լուծվում կալիումի և հատկապես բարիումի աղերը:

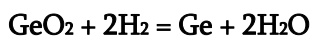
5.44. Սիլիկատային ապակու խաճագծումը. փորձը կատարել քարշիչ պահարանում, ձեռնոցներով: Ապակե թիթեղը պատել պարաֆինի շերտով, մտցնելով այն հախճապակե թասում հալված պարաֆինի մեջ և անմիջապես հանել: Սուր ծայրով ձողիկով պարաֆինապատ ապակու մակերևույթին որևէ զրույթուն անել այնպես, որ ապակու մակերևույթը բացվի: Գրության ծայրում

պարաֆինից ոչ մեծ արգելք անել: Պարաֆինապատ ապակու վրա լցնել **10 %-անոց պլավիկյան թթու** և դնել այն փակվող կապարե ամանում: **1-2 ժամ** հետո ունեւիով հանել ապակին, լվանալ, այնուհետև հեռացնել պարաֆինի շերտը: Ապակու այն մասը, որի վրա գրությունն էր արվել, պարզ կերևա.

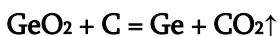


Բերված է ապակու մոտավոր բաղադրությունը:

5.45. Գերմանիումի ստացումը GeO_2 -ի վերականգնմամբ. առանց ջնարապատման հախճապակե նավակի մեջ լցնել չշիկացված, նախօրոք ջրածնով մաքրված GeO_2 և նավակը տեղավորել կվարցե խողովակում: Խողովակը մի քիչ թեքել ելքային անցքի ուղղությամբ այնպես, որ խտացված ջուրը նորից չհոսի խողովակի տաք մասը: Խողովակը ջրածնի հոսքում տաքացնել **600-650 °C** (փոքր քանակներ ստանալու համար **3-5 ժամ**): Պետք է ուշադրություն դարձնել, որ ջերմաստիճանը նշված միջակայքից չբարձրանա, այլապես տեղի կունենան շեղաքարացում և նույնիսկ GeO -ի առաջացում, որը ցնդում է՝ անջատվելով խողովակի սառը պատերին փնջաձև բյուրեղների տեսքով: Փորձի ավարտից հետո սարքը սառեցնել ջրածնի հոսքում: **Գերմանիումը** ստացվում է **սևամոխրագույն փոշու** ձևով.



5.46. Գերմանիումի օքսիդի վերականգնումը ածխով. հախճապակե հավանգում խառնել հավասար, քիչ քանակներով **գերմանիումի և մրի** խառնուրդ, այն տեղափոխել փորձանոթի մեջ և տաքացնել: Նկատել փորձանոթի սառը պատերին **գերմանիումի փառի** առաջացումը.



5.47. Գերմանիումի հատկությունները.

ա) Առանձին փորձանոթներում վերցնել քիչ քանակությամբ փոշի գերմանիում և հերթականությամբ դրանց մեջ ավելացնել նոսր **NaOH -ի, HCl -ի, H_2SO_4 -ի և HNO_3 -ի** լուծույթներ: **Գերմանիումը** չի լուծվի: Փորձանոթները տաքացնել: Այստեղ ևս ոչ մի գործընթաց տեղի չի ունենա: Փորձել **գերմանիումի** լուծելիությունը նշված նյութերի **խիտ** լուծույթներում: Գերմանիումը կլուծվի միայն **ազոտական թթվում**.



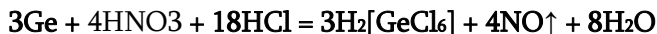
Փորձանոթների պարունակությունը տաքացնել: **Գերմանիումը** կլուծվի խիտ **ծծմբական թթվում**.



Փորձանոթին, որը պարունակում է **Ge** և **NaOH**, կաթիլներով ավելացնել **H₂O₂**. **գերմանիումը** կլուծվի (ստացված լուծույթը պահպանել հաջորդ փորձերի համար).

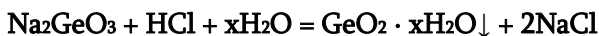


բ) Փորձել գերմանիումի լուծելիությունը **արքայաջրում**: Այն հեշտ լուծվում է.

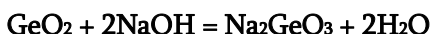
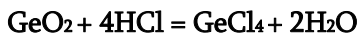


Աղաթթուն գործում է որպես կոմպլեքսագոյացնող:

5.48. Գերմանիումի օքսիդի ստացումը և հատկությունները. նախորդ փորձից ստացված **նատրիումի գերմանատի** վրա ավելացնել քիչ քանակությամբ որևէ **հանքային թթու**, կստացվի **GeO₂ · xH₂O** բաղադրությամբ փոփոխակայուն **ամորֆ նստվածք**.



Նստվածքը փորձանոթներում բաժանել երկու մասի, առաջինի վրա ավելացնել **խիտ աղաթթու**, իսկ երկրորդին՝ **նատրիումի հիդրօքսիդի** մի քանի մլ խիտ լուծույթ և տաքացնել: Երկու դեպքում էլ նստվածքը կլուծվի.



Այսինքն՝ **գերմանիումի (IV) օքսիդն** ունի **երկդիմի** հատկություններ:

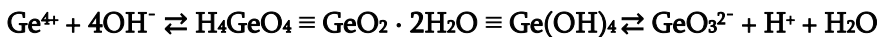
5.49. Գերմանիումի (IV) հիդրօքսիդի ստացումը և հատկությունները. Եթե **գերմանիումի (IV) օքսիդը** ստացվում է թաց եղանակով, ապա կարող են առաջանալ տարբեր բաղադրություններով **գերմանիումի օքսիդի հիդրատներ**.

GeO₂ · H₂O - H₂GeO₃ (մետագերմանական թթու),

GeO₂ · 2H₂O - H₄GeO₄ (օրթոգերմանական թթու),

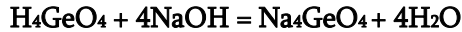
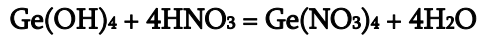
2GeO₂ · H₂O - H₂Ge₂O₅ (երկգերմանական թթու) և այլն:

Գերմանիումի օքսիդի երկհիդրատը **GeO₂ · 2H₂O**, ջրում լուծվելով առաջացնում է **կոլոիդային լուծույթներ** (նման օրթոսիլիկատիին) և ունի **երկդիմի** հատկություններ.

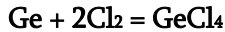


Կախված միջավայրից՝ տեղի է ունենում թթվային կամ հիմնային դիսոցում:

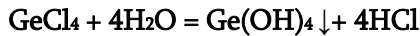
Երկու փորձանոթներում վերցնել **2-3 մլ գերմանիումի (IV) հիդրօքսիդի կախույթ** (սուսպենզիա): Առաջին փորձանոթին ավելացնել **ազոտական թթու**՝ տաքացնելով, իսկ երկրորդ փորձանոթին՝ **նատրիումի հիդրօքսիդի** լուծույթ՝ նույն ձևով: Երկու դեպքում էլ նստվածքը կլուծվի.



5.50. Գերմանիումի (IV) քլորիդի ստացումը. ռեակցման խողովակում տեղադրված մետաղական գերմանիումի վրայով անցկացնել չոր քլորի ուժեղ հոսք: Ռեակցիայի վերջում ջերմաստիճանը հասցնել **450-500 °C**: Խողովակը, որը քիչ թեքված է ելային անցքի ուղղությամբ, միացնել չոր սառույցի և ացետոնի խառնուրդով սառեցվող ընդունարանին: Ընդունարանում կխտանա օդում ծխացող, ջրի նման թափանցիկ շարժուն հեղուկ:



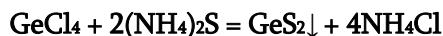
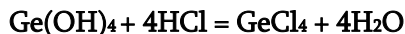
5.51. Գերմանիումի (IV) քլորիդի հիդրոլիզը. բաժակի մեջ լցնել **GeCl₄**-ի լուծույթ, ավելացնել **150-200 մլ** ջուր: Առաջանում է **հիդրօքսիդի նստվածք**:



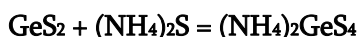
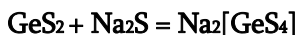
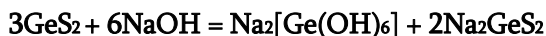
Ավելացնել **5-7 կաթիլ լալմուս** և համոզվել, որ ռեակցիան **թթվային** է:

Բերված է հիդրօքսիդի պարզագույն բանաձևը, բայց իրականում հիդրօքսիդի նստվածքը պարունակում է փոփոխական քանակությամբ ջուր, իսկ դրա բաղադրությունն արտահայտվում է ավելի ընդհանուր՝ **GeO₂ · nH₂O** բանաձևով:

5.52. Գերմանիումի երկսուլֆիդի ստացումը և հատկությունները. փորձանոթի մեջ լցնել հավասար ծավալներով **գերմանիումի հիդրօքսիդի** և **6 Ն-անոնգ աղաթթվի** լուծույթներ: Ապա, փորձանոթի պարունակությունը խառնելով, ավելացնել **ամոնիումի սուլֆիդի** լուծույթ, մինչև նստվածք առաջանա: Նստում է **սպիտակ GeS₂**՝ ըստ հետևյալ փոխազդեցությունների:



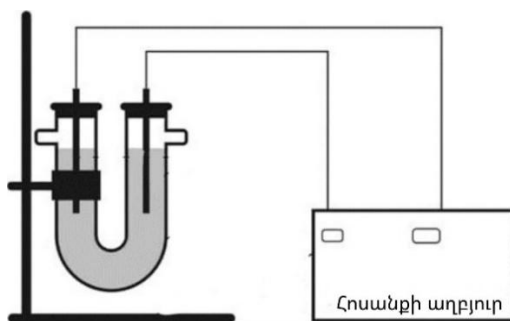
Ստացված նստվածքը բաժանել երեք փորձանոթներում: Առաջին փորձանոթին ավելացնել **ալկալի**, երկրորդ փորձանոթին՝ **ալկալիական մետաղի** կամ **ամոնիումի սուլֆիդի** լուծույթ, իսկ երրորդին՝ **աղաթթու**: Նստվածքը լուծվում է առաջին և երկրորդ փորձանոթներում, իսկ աղաթթվում այն չի լուծվում:



Փորձել **GeS₂**-ի լուծելիությունը **խիտ ազոտական** թթվում. այն հեշտությամբ կլուծվի:

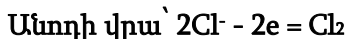
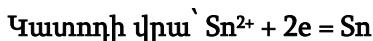


5.53. Անագի ստացումը էլեկտրոլիզով. Էլեկտրոլիզի սարքի մեջ լցնել երկվալենտ **անագի քլորիդի** լուծույթ՝ ծավալի $1/2$ ից **մինչև $3/4$ -ի** չափով: Էլեկտրոլիզի պարզագույն սարքի գծապատկերը բերված է նկ. 5.14.-ում:



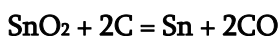
Նկ. 5.14. Անագի ստացումը էլեկտրոլիզով

Մ-աձև խողովակն ամրացնել կալանին, փակել խցաններով, որոնց միջով անցնում են **ածխածնային և պղնձե** էլեկտրոդները: Այնուհետև էլեկտրոդները միացնել հաստատուն հոսանքի աղբյուրին. պղնձե էլեկտրոդը միացնել կատոդին, իսկ ածխածնայինը՝ անոդին, լարումը՝ **2-ից 4 վոլտ**: Որպես հոսանքի աղբյուր կարելի է կիրառել գալվանական էլեմենտը կամ լամպի մարտկոցը: Էլեկտրոլիզն իրականացնել **2-3 ժամ**: Նկատել անագի անջատումը պղնձե կատոդի վրա: Տեղի են ունենում հետևյալ ռեակցիաները.

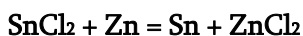


Փորձի ավարտից հետո անջատել սարքը հոսանքի աղբյուրից և էլեկտրոդներն ընկղմել **աղաթթվի 2 Ն-անոց** լուծույթի մեջ: Երբ **անագը** լուծվի **աղաթթվի** մեջ, փորձանոթն ու էլեկտրոդները լվանալ ջրով:

5.54. Անագի ստացումը օքսիդի վերականգնումով. 2-3 գ անագի օքսիդը կրկնակի քանակությամբ **ածխի** փոշու հետ տրորել հավանգում: Խառնուրդը տեղափոխել փորձանոթի մեջ, ապա հորիզոնական դիրքով ամրացնել ամրակալին և գազայրիչով տաքացնել **10 ժամ**: Տեղի կունենա **անագի օքսիդի** վերականգնում.



5.55. Անագի ստացումը լուծույթից անագի իոնների վերականգնումով. փորձանոթի մեջ լցնել **5-6 կաթիլ անագի երկարժեք քլորիդի** լուծույթ և դրա մեջ գցել **ցինկի** փոքր կտոր: **Ցինկի** մակերևույթին անջատվում է **մետաղական անագ**.

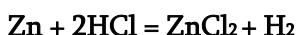


Փորձը կարելի է կատարել ավելի տպավորիչ ձևով: Բաժակում **7-8 գ անագի (II) քլորիդի երկհիդրատին** ավելացնել **10 մլ խիտ աղաթթու** (հիդրոլիզը կանխելու համար): Տաքացնել մինչև լրիվ լուծվելը, այնուհետև ավելացնել **200 մլ թորած ջուր**: Հղկաթղթով մաքրված **ցինկի** թիթեղից կտրել ծառի ուրվանկար կամ փոքր օղակ և ամուր թելով կախել **անագի քլորիդի** լուծույթի մեջ այնպես, որ այն ամբողջովին ընկղմվի: Անջատված **անագը** նստում է **ցինկի** թիթեղի վրա: Որոշ ժամանակ հետո բաժակի ամբողջ ծավալը օղակի դեպքում լցվում է փայլուն «ասեղներով» պատված ծովային **«ոզնի»** հիշեցնող գնդաձև մարմնով (նկ. 5.15.), իսկ ծառի ուրվանկար հիշեցնող **ցինկի** վրա աճում է անագի բյուրեղներից կազմված սև գույնի «ծառ» (**Յուպիտերի «ծառ»**):



Նկ. 5.15. Ծովային «ոզնի»

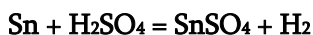
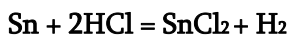
Ե՛վ առաջին, և՛ երկրորդ դեպքերում այդպիսի տեսք ստացվում է այն պատճառով, որ վերականգնման փոխազդեցությունն ուղեկցվում է նաև **ջրածնի** անջատումով.



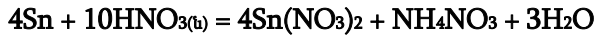
Անջատված ջրածինը թույլ չի տալիս, որպեսզի անագը ցինկի վրա նստի հարթ մակերևույթով:

5.56. Անագի փոխազդեցությունը թթուների հետ.

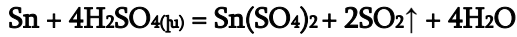
ա) Փորձել անագի լուծելիությունը նոսր **HCl**-ում և **H₂SO₄**-ում՝ սառը և տաք պայմաններում: Սառը պայմաններում փոխազդեցությունն ընթանում է դանդաղ, իսկ տաքացնելիս՝ արագ.



բ) Նոսր ազոտական թթու պարունակող փորձանոթի մեջ գցել **անագի** փոքր կտոր: Թողնել փոխազդեցությունը ընթանա **10 րոպե** սառը պայմաններում: Լուծույթը պարզվածքագտել, վրան ավելացնել **ալկալու** լուծույթ և որոշել **ամոնիումի աղի** առկայությունը.



գ) **Խիտ ծծմբական թթվի** հետ տաքացնել **անագի** փոքր կտոր: Զգուշորեն հոսող որոշել անջատվող **գազը**.

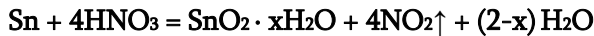


դ) **Խիտ ազոտական թթու** պարունակող փորձանոթի մեջ գցել **անագի** կտոր և փորձել փոխազդեցությունը սառը և տաքացման պայմաններում:

Սառը պայմաններում առաջանում է **քառաթմեք նիտրատ**.

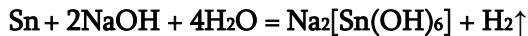


Իսկ տաքացման պայմաններում՝ **β-անագաթթու**.

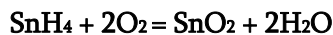


β-անագաթթուն պահել հետագա փորձի համար:

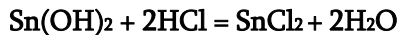
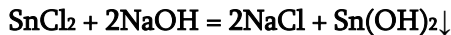
5.57. Անագի փոխազդեցությունը հիմքերի հետ. փորձանոթում **նատրիումի հիդրօքսիդի** խիտ լուծույթի մեջ գցել **անագի** մի փոքր կտոր և եռացնել մի քանի րոպե: Նկատվում է **անագի** լուծում և **ջրածնի** անջատում.



5.58. Անագաջրածնի (ստանանի) ստացումը. հախճապակե թասի մեջ լցնել **անագի երկքլորիդի** քիչ քանակությամբ լուծույթ, ավելացնել **խիտ աղաթթու** և մեջը գցել **ցինկի** մի կտոր կամ **մագնեզիումի ժապավեն**: Թասի պարունակությունը խառնել սառը ջուր պարունակող փորձանոթով, որից հետո փորձանոթը մոտեցնել այրիչի բոցին: Փորձանոթի պատերին նկատվում է «**վազվզող**» **կապույտ բոց**, տեղի են ունենում հետևյալ փոխազդեցությունները.



5.59. Անագի (II) հիդրօքսիդի երկդիմիությունը. փոքր բաժակի մեջ լցնել **անագի երկքլորիդի** լուծույթ և կաթիլներով ավելացնել **ալկալու** լուծույթ: Ստացված նստվածքը բաժանել երկու մասի, փորձել նստվածքի լուծելիությունը **թթուներում և ալկալիներում**: Երկու դեպքում էլ այն լուծվում է.



Ստացված **քառահիդրօքսանագիտի** լուծույթը փորձանոթներում բաժանել երկու մասի, մի մասը տաքացնել, իսկ մյուս մասը պահել հաջորդ փորձերի համար: Տաքացնելիս տեղի կունենա անհամամասնացում.

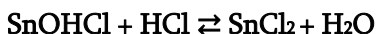


Հենց այս փոխազդեցությամբ է պայմանավորված **Sn(IV)** ածանցյալների առաջացումը մետաղական անագը հիմքերի տաք լուծույթներում լուծելիս:

5.60. Անագի (II) քլորիդի հիդրոլիզը. անագի (II) քլորիդի 2-3 բյուրեղիկները ապակե ձողով խառնելով լուծել **3-4 մլ ջրում**: Առաջացած թափանցիկ լուծույթին նորից ավելացնել **5-6 կաթիլ ջուր**. կառաջանա **հիմնային աղի սպիտակ նստվածք**.



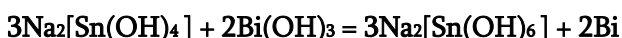
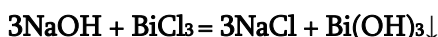
Նստվածքին ավելացնել **խիտ աղաթթվի** մի քանի կաթիլ. այն կլուծվի.



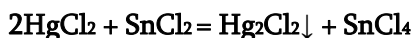
Այսինքն՝ **անագի (II) քլորիդի** հիդրոլիզը դարձելի է:

5.61. Անագի (II) միացությունների վերականգնիչ հատկությունները.

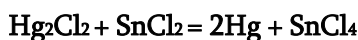
ա) 5.57. փորձում ստացված **հիդրօքսոանագիտին** ավելացնել **քիամուտի քլորիդի** կամ **նիտրատի** մի քանի կաթիլ լուծույթ և խառնել: Հիմքի ավելցուկի հետ փոխազդեցության արդյունքում առաջանում է **Bi(OH)₃-ի սպիտակ նստվածք**, որը, անմիջապես **սևանալով**, վերականգնվում է՝ դառնալով **փոշի մետաղ**.



բ) Մտիկի (II) քլորիդի լուծույթին կաթիլներով ավելացնել **SnCl₂-ի** լուծույթ: Կառաջանա **կալումելի սպիտակ նստվածք**.



Նստվածքով լուծույթին նորից ավելացնել **SnCl₂-ի** լուծույթ: **Մետաղական սնդիկի** անջատման պատճառով նստվածքը **կմգանա**.



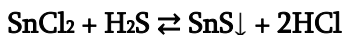
գ) Առանձին երկու փորձանոթներում վերցնել **աղաթթվով** թթվեցրած **2-3 մլ անագի (II) քլորիդի** լուծույթ: Առաջին փորձանոթին ավելացնել նույն քանակությամբ **կալիումի պերմանգանատի** լուծույթ, իսկ երկրորդին՝ **կալիումի երկքրոմատի** լուծույթ: Առաջին փորձանոթում **MnO₄⁻** իոնը կվերականգնվի մինչև **Mn²⁺**. կստացվի **անգույն** լուծույթ.



Երկրորդ փորձանոթում **Cr₂O₇²⁻** իոնի (նարնջագույն) **Cr³⁺-ի** վերականգնման հետևանքով կստացվի **կանաչ** լուծույթ.

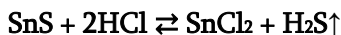


5.62. Անագի (II) սուլֆիդի ստացումը և հատկությունները. փորձանոթում վերցնել **անագի (II) քլորիդի 2-4 կաթիլ** լուծույթ և ավելացնել **5-6 կաթիլ ծծմբաջրածնական ջուր**.



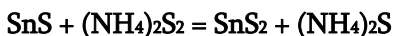
Թողնել պղտոր լուծույթը պարզվի, այնուհետև նստվածքը պարզվածքագտել և փորձել նստվածքի լուծելիությունը **քլորաջրածնական և ազոտական թթուներում, ալկալիներում, ամոնիումի սուլֆիդում և երկսուլֆիդում**:

Անագի (II) սուլֆիդը լուծվում է խիտ աղաթթվում և ազոտական թթվում.



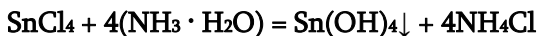
Հիմքերում և ամոնիումի սուլֆիդում չի լուծվում, այսինքն՝ ստանիտներ և թիոստանիտներ չի առաջացնում:

Այն լուծվում է **ամոնիումի երկսուլֆիդում**, ընդ որում, սկզբում տեղի է ունենում **SnS**-ի օքսիդացում **SnS₂**-ի, այնուհետև վերջինս լուծվում է **ամոնիումի սուլֆիդում**՝ առաջացնելով **ամոնիումի թիոստանատ**.

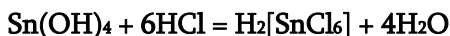


5.63. Անագական թթուների հատկությունները.

ա) Փորձանոթի մեջ լցնել **անագի (IV) քլորիդի 2-4 կաթիլ** լուծույթ և ավելացնել նույն քանակությամբ **ամոնիումի հիդրօքսիդի** լուծույթ: Կնստի **անագի (IV) հիդրօքսիդ** (**α-անագական թթու**).



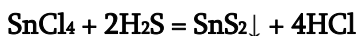
Նստվածքը պարզվածքագտել և փորձել լուծելիությունը թթուներում և հիմքերում: Երկու դեպքում էլ նստվածքը կլուծվի՝ համապատասխանաբար առաջացնելով **հիդրօքսոստանատ և հեքսաքլոր ջրածնական թթու**.



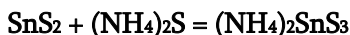
բ) Փորձել **5.56. (դ)** փորձից ստացված **β-անագաթթվի** լուծելիությունը **ալկալիներում և թթուներում**: Այն ոչ մեկում չի լուծվում (լուծվում է միայն հիմքերի հալույթում):

β-անագական թթվի քիմիական ակտիվության անկումը բացատրվում է պոլիկոնդենսացումով, որը հանգեցնում է **Sn-O-Sn** կայուն կապերի առաջացման արդյունքում մակերեսային ակտիվ **OH** խմբերի նվազման:

5.64. Անագի (IV) սուլֆիդի ստացումը և հատկությունները. անագի (IV) քլորիդի 2-3 կաթիլ լուծույթին ավելացնել **ծծմբաջրածնական ջուր**: Առաջանում է **ոսկեդեղին** փայլուն **նստվածք**.

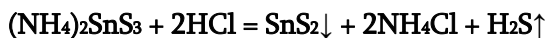


Նստվածքը պարզվածքագտել: Բաժանել երեք մասի և փորձել լուծելիությունը աղաթթվում, հիմքերում և ամոնիումի սուլֆիդում: Երեք դեպքում էլ այն լուծվում է.

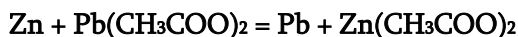


Լուծույթը պահպանել հաջորդ փորձի համար:

5.65. Ամոնիումի թիոստանատի փոխազդեցությունը թթուների հետ. նախորդ փորձում ստացված ամոնիումի թիոստանատի վրա ավելացնել մի քանի կաթիլ խիտ աղաթթու, առաջանում է SnS_2 -ի նստվածք և անջատվում է ծծմբաջրածին.

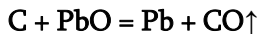


5.66. Կապարի դուրս մղումը ցինկով (Սատուրնի «ծառը»). պատրաստել կապարի ագետատի 0,4 %-անոց ջրային լուծույթ՝ ավելացնելով մի քանի մլ խիտ քացախաթթու հիդրոլիզը կանխելու համար: Լուծույթը լցնել բաժակի մեջ և այնտեղ կախել նախապես մակերևույթը հղկաթղթով մաքրած ցինկի թիթեղից կտրված, ծառի ուրվագիծ հիշեցնող մի կտոր: Ցինկի թիթեղի վրա կսկսեն արագ աճել կապարի գեղեցիկ փայլուն «բյուրեղներ»: Ինչքան լուծույթը երկար մնա, այնքան բյուրեղները խոշոր կլինեն.



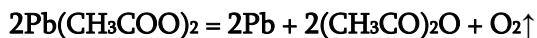
Բացատրությունը նայել փորձ 5.55.-ում:

5.67. Կապարի ստացումը կապարի (II) օքսիդի վերականգնումով. ածխի կտորի վրա փոսիկ անել: Թղթի վրա պատրաստել կապարի (II) օքսիդի և ածխի փոշու խառնուրդ 1:1 հարաբերությամբ: Խառնուրդը լցնել փոսիկի մեջ: Այրիչի բոցն ուղղել խառնուրդի վրա, և երբ առաջանա կապարի կաթիլ, փորձը դադարեցնել և թողնել կաթիլը սառի:

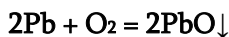


Հանել կապարի ձուլահատիկը և ստուգել կռելիությունը: Դրա համար այն տեղավորել թուջե կամ երկաթե թիթեղի վրա և մուրճով տափակեցնել:

5.68. Հրակլիր կապարի ստացումը. փորձանոթի մեջ լցնել 5-6 գ կապարային շաքար՝ $\text{Pb}(\text{CH}_3\text{COO})_2 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$: Փորձանոթը գրեթե հորիզոնական ամրացնել ամրակալին, բամբակե խցանով փակել և տաքացնել: Աղը նախ կլուծվի իր բյուրեղաջրում, հետո ջուրը կգոլորշիանա՝ թողնելով սպիտակ մնացորդ, որից հետո կսկսվի ագետատի քայքայումը.



Փորձանոթի բերանի մոտ կառաջանա **յուղանման խտանյութ (քացախաթթվի անհիդրիդ)**, իսկ փորձանոթում՝ մանրադիսպերս սպունգանման **կապար**: Եթե փորձանոթի պարունակությունը թափվի հախճապակե սալիկի վրա, ապա **կապարի** մասնիկները օդում ինքնաբերաբար կշիկանան՝ փոխարկվելով **դեղին PbO**-ի.



5.69. Կապարի օքսիդացումը օդի թթվածնով.

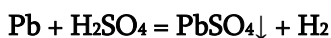
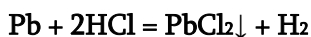
ա) Կապարի փոքր կտորը դանակով կտրել: Մետաղի մակերևույթը, որն ունի փայլուն տեսք, օդում արագ կկորցնի մետաղական փայլը՝ ծածկվելով **կապտամոխրագույն** պաշտպանիչ թաղանթով:

բ) Երկաթե գդալի մեջ **կապարը** հալել և դիտել դրա օքսիդացումը օդում:

5.70. Կապարի փոխազդեցությունը թթուների հետ.

ա) Կապարի փոքր կտորներ պարունակող փորձանոթներին ավելացնել **նոսր թթուներ**. HCl , H_2SO_4 և HNO_3 : Հետևել **կապարի** լուծելիությանը սառը և տաք պայմաններում:

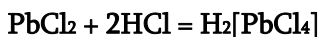
Սառը պայմաններում **աղաթթվի և ծծմբական թթվի** հետ **կապարի** փոխազդեցության ժամանակ մետաղի մակերևույթը համապատասխանաբար պատվում է դժվար լուծվող **քլորիդի և սուլֆատի** պաշտպանիչ թաղանթով, և ռեակցիան կանգ է առնում.



Ազոտական թթվում հեշտությամբ լուծվում է.



Տաքացման պայմաններում **աղաթթուն և ծծմբական թթուն կապարը** ամբողջովին լուծում են, քանի որ փոխազդում են պաշտպանիչ շերտի հետ.



բ) Փորձը կրկնել **խիտ թթուների** հետ: Սառը պայմաններում բոլոր երեք թթուներն էլ մետաղը պասիվացնում են: **Քլորաջրածնական և ծծմբական թթուները** պասիվացնում են վերը նշված պատճառով, իսկ **ազոտական թթվի** հետ փոխազդեցության ժամանակ **կապարը պասիվանում է** մակերևույթին առաջացած $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ -ի պաշտպանիչ թաղանթի պատճառով ($\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ -ը խիտ ազոտական թթվում վատ է լուծվում):

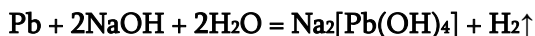
Տաքացման ժամանակ երեք **թթուներն** էլ լուծում են **կապարին**.





Աղաթթվի կոնցենտրացիան ռեակցիայի բնույթը չի փոխում:

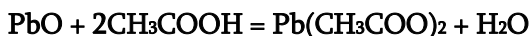
5.71. Կապարի փոխազդեցությունը հիմքերի հետ. կապարի փոքր կտոր պարունակող փորձանոթին ավելացնել **խիտ ալկալու** լուծույթ: Սառը պայմաններում փոխազդեցություն տեղի չի ունենում: Սակայն փորձանոթը տաքացնելիս **կապարը** դանդաղ փոխազդում է.



5.72. Կապարի (II) օքսիդի ստացումը և հատկությունները. փորձը կատարել քարշիչ պահարանում: Փորձանոթում վերցնել քիչ քանակությամբ **Pb(NO₃)₂** և տաքացնել սպիրտայրոցի վրա: Մոտ **300 °C**-ում կսկսվի **կապարի նիտրատի** քայքայումը.

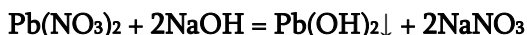


Փորձել ստացված **PbO**-ի լուծելիությունը թթուներում (**HNO₃** կամ **CH₃COOH**) և **հիմքերի** խիտ լուծույթներում: **Կապարի (II) օքսիդը** լուծվում է ն' նշված **թթուներում**, և' **հիմքերում**, այսինքն՝ **երկդիմի** է.

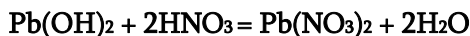


Իսկ թե ինչո՞ւ չեն օգտագործվում քլորաջրածնական և ծծմբական թթուները, հարցի պատասխանը փնտրել նախորդ փորձում:

5.73. Կապարի (II) հիդրօքսիդի ստացումը և հատկությունները. կապարի **նիտրատի** լուծույթին ավելացնել **NaOH**-ի լուծույթ մինչև **նստվածքի** առաջացումը.



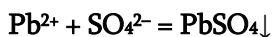
Ստացված նստվածքը բաժանել երկու մասի, մի մասին ավելացնել **նոսր ազոտական թթու**, իսկ մյուսին՝ **ալկալու խիտ** լուծույթ: Երկու դեպքում էլ նստվածքը լուծվում է.



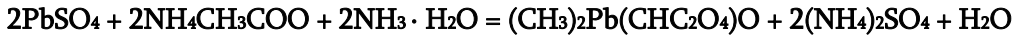
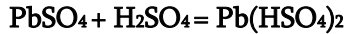
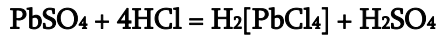
Կապարի (II) հիդրօքսիդն ունի **երկդիմի** հատկություններ:

5.74. Կապարի դժվար լուծվող աղերի ստացումը.

ա) Կապարի (II) աղի լուծույթին ավելացնել **նոսր ծծմբական թթու** կամ որևէ լուծելի **սուլֆատ**: Ստացվում է **սպիտակ նստվածք**.



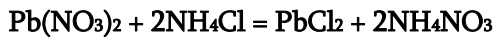
Փորձել **PbSO₄**-ի լուծելիությունը **աղաթթվում**, **ծծմբական թթվում**, **ալկալիներում** և **ամոնիումի աղերի ամիակային** լուծույթներում: Բոլոր դեպքերում էլ այն լուծվում է.



Ացետատների հետ փոխազդեցության ժամանակ ստացվում է կապարի ացետատ և կապարի կոմպլեքսային աղ.



բ) 100 մլ տաք թորած ջրում լուծել 25 գ կապարի նիտրատ: Կարելի է վերցնել ցանկացած ծավալով՝ հարաբերությունը պահելով: Բաժակի հատակին որոշակի հեռավորությամբ տեղավորել NH_4Cl -ի բյուրեղներ: Լուծույթը զգուշությամբ բյուրեղների վրա լցնելուց հետո կհայտնվեն կապարի քլորիդի ձյունասպիտակ բյուրեղներ՝ «բողբոջներ».

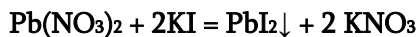


«Բողբոջները» սկսում են բավականին արագ աճել դեպի լուծույթի մակերևույթը և միաժամանակ ճյուղեր առաջացնել, որոնք, աստիճանաբար սերտաճելով, որոշ ժամանակ անց առաջացնում են ձմեռային «բնանկար» (նկ. 5.16.):



Նկ. 5.16. Ձմեռային «բնանկարը» կապարի քլորիդից

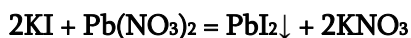
գ) Առանձին բաժակներում 125 մլ թորած ջրում եռացնել լուծված մեկական գրամ $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ և KI -ի լուծույթներ: Կապարի նիտրատի լուծույթին ավելացնել 10 մլ խիտ քացախաթթու: Երկու լուծույթները խառնել, ապա ավելացնել 125 մլ թորած ջուր: Լուծույթը թողնել սառչի: Լուծույթի սառչելուն զուգընթաց՝ բաժակում կտեղա կապարի յոդիդի գեղեցիկ «ոսկե» անձրև՝ կայծկտացող դեղին բյուրեղների ձևով, որոնք աստիճանաբար կլցնեն բաժակի ամբողջ ծավալը (նկ. 5.17.).



Նկ. 5.17. «Ոսկե» անձրև կապարի յոդիդից

դ) Բաժակի մեջ լցնել **կապարի աղետատի** կամ **նիտրատի մոտ 10 %-ա-նոց** լուծույթ՝ նախապես թթվեցված **ազոտական թթվով** կամ **մրջնաթթվով**: Լուծույթի մակերևույթին զգուշորեն տեղադրել մոտ կես թիակ **կալիումի յո-դիդի** բյուրեղներ: Բյուրեղները պետք է լողան մակերեսին, հատակին չընկ-նեն: Դրա համար ավելի լավ է օգտագործել թիթեղաձև բյուրեղներ: **Կալիումի յոդիդը** ավելացնել այնպիսի քանակությամբ, որ դրա բյուրեղները ծածկեն լուծույթի մակերևույթի **50-80 %-ը**: Անհրաժեշտ է բացառել բաժակի և սեղանի նույնիսկ թույլ տատանումը, հակառակ դեպքում փորձը կարող է չստացվել:

Լուծույթի մակերեսին ընկած բյուրեղները անմիջապես դեղնում են **կա-պարի յոդիդի** առաջացման պատճառով.



Այնուամենայնիվ, բյուրեղներից մի քանիսը ընկղմվում են մինչև հատա-կը՝ առաջացնելով դեղին նստվածք: Մակերեսին մնացած կալիումի յոդիդի մասնիկները առաջացնում են հագեցած լուծույթ, որը ներքևում ձևավորում է դեղին գունավորում: Արդյունքում լուծույթի մակերևույթից մինչև ներքև աճում են դեղին շթաքարեր (ստալակտիտներ) հիշեցնող գոյացություններ, որոնք ծածկված են փայլուն **կապարի յոդիդի** բյուրեղներով: Դրանցից մի քանիսը առանձնանում են և դանդաղորեն թափվում՝ ձևավորելով «ոսկե անձրև»:

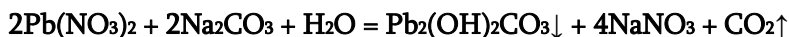
Փորձը ճիշտ իրականացնելու դեպքում ոսկեգույն շթաքարերը հասնում են ապակու հատակին, սակայն կարճ տևողությամբ, քանի որ աննշան տա-տանումից դրանք պոկվում են լուծույթի մակերեսից: Փորձը հատկապես

արդյունավետ է դեղին լուսավորության պայմաններում՝ ուղղված ճիշտ անկյան տակ (նկ. 5.18.):

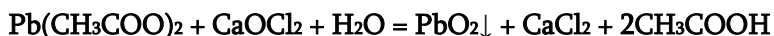


Նկ. 5.18. «Ոսկեգույն շթաքարեր» կապարի նիտրատից

ե) **Կապարի նիտրատի** լուծույթը թույլ տաքացնել և ավելացնել **սոդայի** լուծույթ: Կռաջանա **կապարային սպիտակին** բաղադրությունով ($\text{Pb}_3(\text{OH})_2(\text{CO}_3)_2$) մոտ **հիմնային կարբոնատի** նստվածք.

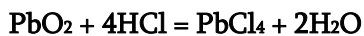


5.75. Կապարի (IV) օքսիդի ստացումը և երկդիմի հատկությունները. հախճապակե թասի մեջ լցնել **1-2 մլ կապարի ացետատի** լուծույթ, ավելացնել **2-3 մլ քլորակրի խիտ** լուծույթ և տաքացնել: Ստացվում է **մուգ կարմիր** նստվածք.



Նստվածքը ֆիլտրել և պահել հետագա փորձերի համար:

ա) Ստացված **կապարի օքսիդի** մի փոքր մաս տեղավորել փորձանոթում, ավելացնել մի քանի կաթիլ **խիտ աղաթթու** և թույլ տաքացնել: Առաջանում է **կապարի (IV) քլորիդին** բնութագրական **դեղին** գունավորում.



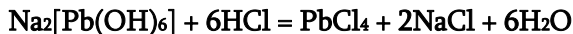
PbO_2 -ը ցուցաբերում է **հիմնային** հատկություն: Նկատվում է **քլոր** գազի անջատում, որը կարելի է որոշել **յոդօւլայական** բացահայտիչով. այն **կկապտի**.



բ) Հախճապակե հալքանոթում վերցնել քիչ քանակությամբ **կապարի (IV) օքսիդ**, ավելացնել **10-15 կաթիլ 40 %-անոց NaOH-ի** լուծույթ և տաքացնել **2-3 րոպե**: Թողնել լուծույթը սառչի: PbO_2 -ը ցուցաբերում է **թթվային** հատկություն.



Լուծույթից վերցնել մի քանի կաթիլ, ավելացնել **խիտ աղաթթու**: Նկատել **դեղին** գույնի առաջացումը (անկայուն PbCl_4).



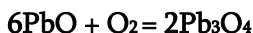
5.76. Կապարային սուրիկի (Pb_3O_4) ստացումը. հաշվարկային քանակով վերցված (2:1) **նատրիումի կամ կալիումի պլումբիտի և պլումբատի** խառնուրդը լցնել կորունդե հալքանոթի մեջ և հալքանոթային վառարանում տաքացնել մինչև **540-550 °C**.



Կարելի է օգտագործել նաև ավելի հասարակ եղանակ: Հալքանոթային վառարանում վերը նշված ջեմաստիճանում շիկացնել **կապարի նիտրատ**: Սկզբում կառաջանա **կապարի (II) օքսիդ**.

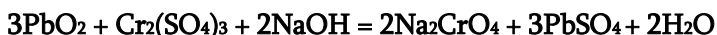


այնուհետև ստացված PbO -ն կփոխարկվի Pb_3O_4 -ի.

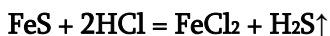


5.77. Կապարի (IV) օքսիդի օքսիդիչ հատկությունները.

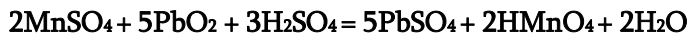
ա) Փորձանոթում **կապարի (IV) օքսիդին** ավելացնել **10 կաթիլ 40 %-ա- նոց NaOH-ի** լուծույթ: Տաքացնել և զգուշորեն ավելացնել **քրոմի (III) սուլֆատի 2-3 կաթիլ** լուծույթ և շարունակել տաքացումը: Կառաջանա CrO_4^{2-} -ին բնութագրական **դեղին** լուծույթ.



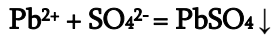
բ) Փորձանոթի մեջ լցնել քիչ քանակությամբ **երկաթի սուլֆիդ**, ավելացնել **8-10 կաթիլ խիտ աղաթթու**: Փակել գազատար խողովակով և անջատվող **ծծմբաջրածնի** հոսքն ուղղել հախճապակե սալիկին բարակ շերտով տեղավորված PbO_2 -ի վրա: **Ծծմբաջրածինն** այրվում է.



Թթվային միջավայրում PbO_2 -ը օքսիդացնում է նաև **Mn**-ի երկարժեք միացությունները և այլ վերականգնիչներ.

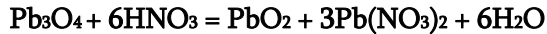


5.78. Կապարի սուրիկում՝ Pb_3O_4 (օրթոկապարական թթվի կապարի աղ), Pb -ի օքսիդացման աստիճանի որոշումը. փորձանոթում վերցնել քիչ քանակությամբ Pb_3O_4 , ավելացնել **5-6 կաթիլ նոսր ազոտական թթու** և տաքացնել մինչև **մուգ կարմիր** գույնի առաջացումը: Լուծույթն առանձնացնել և ավելացնել **նատրիումի սուլֆատի** լուծույթ: **Սպիտակ նստվածքի** առաջացումը ցույց կտա Pb^{2+} -ի առկայությունը.

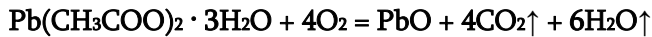


Նստվածքից վերցնել քիչ քանակություն և ստուգել **օքսիդիչ** հատկություններ:

Pb₃O₄-ը պարունակում է **+2 և +4** օքսիդացման աստիճաններով **կապարի** ատոմներ.



5.79. Կապարի ագետատի այրումը (ծխացող խառնուրդ). կապարի (II) ագետատի՝ Pb(CH₃COO)₂ · 3H₂O, լուծույթում թրջված և օդում չորացված չսոսնձված թղթի շերտը, օրինակ՝ ֆիլտրի թուղթը կամ անձեռոցիկը, օդում բոցով չի այրվում, այլ միայն ծխում է: Այս դեպքում **կապար (II) ագետատի եռահիդրատը վերածվում է **կապար (II) օքսիդի**՝ միևնույն ժամանակ անջատելով ածխաթթու գազ և ջրային գոլորշի.**



Թղթե շերտի փոխարեն կարելի է վերցնել նաև բամբակյա թելից ոլորված **6-10** մմ տրամագծով լար, որը պետք է մոտ **15** րոպե պահել **կապարի (II) ագետատի** եռացող ջրային լուծույթում, այնուհետև չորացնել օդում և սրբել կտորով: Այդ լարը կարող է ծառայել որպես պատրույգ՝ հրավառություն, կրեկեր կամ բենգալյան կրակ վառելու համար: Մեկ մետրանոց լարը այրվում է **2-3** ժամ:

5.80. Զոդում.

ա) Պատրաստել համաձուլվածք, որը կիրառվելու է որպես **դյուրահալ գոդանյութ (63 % անագ և 37 % կապար)**:

Կշռել անհրաժեշտ քանակությամբ **անագ և կապար**: **Կապարը** հալեցնել երկաթյա կամ հախճապակե տիգելում, այնուհետև ավելացնել **անագը**: Համաձուլվածքը լավ խառնել երկաթյա ձողիկով և լցնել փայտից կամ երկաթից կաղապարի մեջ:

բ) Զոդումից առաջ **մետաղի** մակերևույթը մետաղյա քերիչի կամ հղկաթղթի օգնությամբ լավ մաքրել և պատրաստել գոդման սարքը: Իսկ գոդման սարքի մաքրումն իրականացվում է՝ տաքացված ծայրը հպելով **ամոնիումի քլորիդի** կամ **կանիֆոլի** կտորին: Եթե ծայրը մաքուր է, ապա գոդանյութը կնստի հարթ շերտով:

գ) Պատրաստել **«գոդման» լուծույթը**: Դրա համար լուծել **3 կշռամաս ցինկի քլորիդը և 1,5 կշռամաս ամոնիումի քլորիդը 6 կշռամաս ջրում**:

դ) **Զոդում.** գոդվող մակերևույթները թրջել **«գոդման»** լուծույթով: Զոդման սարքը տաքացնել գոդանյութի հալման ջերմաստիճանից ավելի բարձր: Տաքացած գոդման սարքի ծայրը սեղմել **ամոնիումի քլորիդի կամ կանիֆոլի կտորին** կամ մի ակնթարթ ընկղմել **«գոդման»** լուծույթի մեջ: Այնուհետև գոդ-

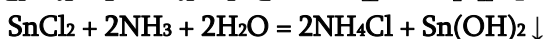
ման սարքի ծայրը կպցնել զոդանյութին, դրանից վերցնել քիչ քանակությամբ և թեթև սեղմելով՝ տարածել զոդվող մակերևույթի վրա, մինչև զոդանյութի հավասարաչափ բաշխումը: Զոդանյութի ավելցուկը կարելի է հեռացնել հղկաթղթով:

Մինթեզներ «Ածխածին, սիլիցիում, անագ, կապար» թեմայով

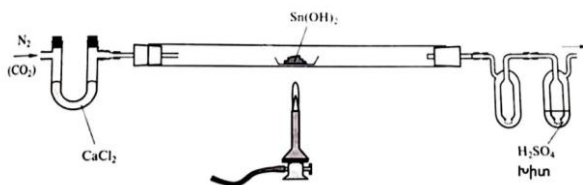
5.81. Մեծ բյուրեղներով անագի սինթեզը. բաժակում վերցնել աղաթթվով թթվեցրած **անագի քլորիդի** խիտ լուծույթ և կաթոցիկով զգուշորեն ավելացնել թորած ջուր այնպես, որ առաջանա երկու շերտ: Լուծույթները լցնելու հերթականությունը կարելի է փոխել: **Անագե թիթեղը** ընկղմել բաժակի մեջ. նրա մի մասը պետք է ջրից անցնի անագի քլորիդի շերտի մեջ: Թողնել այդպես մնա մի քանի ժամ: Կնկատվի մեծ բյուրեղներով անագի անջատում: Գործընթացը հետևյալն է.



5.82. Անագի (II) օքսիդի սինթեզը. անագի (II) քլորիդի լուծույթին ավելացնել **ամոնիակի** ջրային լուծույթ մինչև **անագի (II) հիդրօքսիդի** լրիվ նստելը.

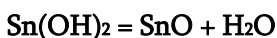


Այնուհետև նստվածքը լվանալ պարզվածքագոտումով, ֆիլտրել և 70-80 °C-ում չորացնել չորացնող պահարանում: Հավաքել նկ. 5.19.-ում պատկերված սարքը:

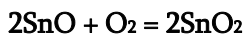


Նկ. 5.19. Անագի (II) օքսիդի ստացման սարքը

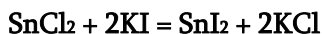
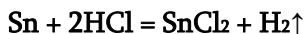
Չոր **անագի (II) հիդրօքսիդը** հախճապակե նավակով դնել ռեակցման խողովակում: Չոր ազոտով կամ ածխաթթու գազով սարքից օդը դուրս մղել և աստիճանաբար խողովակը գազայրիչով տաքացնելով՝ **անագի (II) հիդրօքսիդը** շիկացնել մինչև ջրային գոլորշու լրիվ հեռանալը.



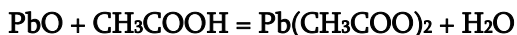
Երբ նյութը ամբողջովին ջրազրկվի, նավակը հանել և **անագի (II) օքսիդը** լցնել տաք հախճապակե թասի մեջ: Տեղի կունենա **SnO-ի** օքսիդացում **SnO₂-ի**.



5.83. Անագի (II) յոդիդի սինթեզը. կլորահատակ անոթի մեջ լցնել 1,2 գ մաքուր **անագ**, ավելացնել ավելցուկով վերցված **ադաթթվի** և **կալիումի յոդիդի** խառնուրդ: Անոթին միացնել հակադարձ սառնարան և խառնուրդը եռացնել մինչև ամբողջ մետաղը լուծվի, և սկսվի **անագի յոդիդի կարմիր բյուրեղների** անջատումը, ապա խառնուրդը սառեցնել: Անջատված բյուրեղները ֆիլտրել ապակե ծակոտկեն ֆիլտրով և չորացնել չորացման սարքում **ֆոսֆորի (V) օքսիդի** վրա: Տեղի են ունենում հետևյալ փոխազդեցությունները.



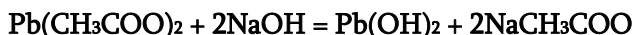
5.84. Կապարի (II) ագետատի եռհիդրատի սինթեզը (կապարային շաքար). 3 գ **կապարի (II) օքսիդը** լուծել հաշվարկային քանակով վերցված 50 %-**անոց** տաք **քացախաթթվում**: Լուծույթը ֆիլտրել, գտվածքին ավելացնել նույն խտության 1 մլ **քացախաթթու**: Ստացված լուծույթը գոլորշիացնել մինչև սկզբնական ծավալի կեսը և թողնել, որ բյուրեղանա: Ստացված բյուրեղները բաժանել ապակե ծակոտկեն ֆիլտրով և լվանալ 3-5 մլ սպիրտով, այնուհետև՝ եթերով:



Ստացված բյուրեղները կշռել և հաշվել ելքը տոկոսներով:

5.85. Բյուրեղական կապարի սուլֆիդի սինթեզը. 50 մլ ջրում լուծել 3,8 գ **կապարի ագետատ** և լուծույթին ավելացնել պինդ **նատրիումի հիդրօքսիդ** մինչև նստվածքի լրիվ լուծվելը: 50 մլ թորած ջրում պատրաստել 0,9 գ **թիումի-զանյութի** լուծույթ: Նստվածքի առկայության դեպքում ստացված լուծույթը ֆիլտրել:

Հավասար ծավալներով երկու լուծույթները բաժակում լցնել իրար վրա և խառնելով տաքացնել մինչև եռալը: 38-40 °C-ում լուծույթը դառնում է **գորշ** գույնի, իսկ մոտավորապես 50 °C-ում բաժակի հատակին և պատերին սկսում է առաջանալ **կապարի սուլֆիդի** փայլուն հայելի: **Կապարի սուլֆիդի** լրիվ անջատման համար անհրաժեշտ է լուծույթը եռացնել 10 րոպե: Տեղի են ունենում հետևյալ փոխազդեցությունները.



Բյուրեղային նստվածքը Բյուլսների ձագարով ֆիլտրել, լվանալ սառը ջրով մինչև հիմնային ռեակցիայի ավարտը և քարշիչ պահարանում չորացնել օդում:

ԳԼՈՒԽ 6
ՊԱՐԲԵՐԱԿԱՆ ՀԱՄԱԿԱՐԳԻ 15-ՐԴ ԽՈՒՄԲ

15-րդ խմբի տարրերն են ազոտը՝ ${}^7\text{N}$, ֆոսֆորը՝ ${}^{15}\text{P}$, արսենը՝ ${}^{33}\text{As}$, անտիմոնը՝ ${}^{51}\text{Sb}$, բիսմութը՝ ${}^{83}\text{Bi}$: Անվանվում են պնիկտոգեններ (խեղդող, վատ հոտ արձակող, ինչը վերաբերում է հիմնականում ջրածնային միացություններին):

Պնիկտոգենների ատոմների որոշ հատկություններ բերված են աղ. 6.1.-ում:

Աղյուսակ 6.1.

15-րդ խմբի տարրերի որոշ հատկությունները

Հաստատունը	N	P	As	Sb	Bi
Ատոմային համարը	7	15	33	51	83
Ատոմային զանգվածը	14,0067	30,973	74,921	121,75	208,98
Հիմնական վիճակում Էլեկտրոնային ուրվագիծը	$[\text{He}]2s^22p^3$	$[\text{Ne}]3s^23p^3$	$[\text{Ar}]3d^{10}4s^24p^3$	$[\text{Kr}]4d^{10}5s^25p^3$	$[\text{Xe}]4f^{14}5d^{10}4s^22p^3$
Ատոմային շառավիղը, նմ	0,052	0,09	0,1	0,19	0,129
Իոնային շառավիղը, նմ	0,16	0,44	0,58	0,78	1,03
Իոնացման էներգիան, կՋ/մոլ	1402	1012	947	834	703
Խտությունը, գ/սմ ³	1,027	1,82	5,70	6,68	9,80
Կարծրությունը	-	-	-	3	2,5
Գույնը	-	-	-	մոխրագույն	սպիտակադեղին
Հալման ջերմաստիճանը, t °C	-209,96	44,2(սպիտակ)	817	630	271,3
Եռման ջերմաստիճանը, t °C	195,8	275 (սպիտակ)	613	1637	1529
Էլեկտրոնային խնամակցության էներգիան, կՋ/մոլ	-7	44	78	101	91
Էլեկտրաբացասականությունը ըստ Պոլինգի	3,0	2,1	2,0	1,9	1,9

Անհրաժեշտ սարքավորումներ և ազդանյութեր. քիմիական բաժակ, ազոտի ստացման և հավաքման սարք՝ ըստ նկ. 6.2.-ի, կալիումական սելիտ-րայից ազոտի ստացման սարք՝ ըստ նկ. 6.3.-ի, ամոնիումի աղերից ամոնիակի ստացման սարք՝ ըստ նկ. 6.4.-ի, ամոնիակի խիտ լուծույթից ամոնիակի ստացման սարք՝ ըստ նկ. 6.5.-ի, հալքանոթ, փորձանոթներ, ջրում ամոնիակի լուծելիության սարք՝ ըստ նկ. 6.6.-ի, ամոնիակի այրման սարք՝ ըստ նկ. 6.7.-ի, ապակյա բանկա խցանով, հավանգ, մագնեզիումի նիտրիդի ստացման սարք՝ ըստ նկ. 6.8.-ի, ապակե գլան, ապակե թաս, ամոնիումի քլորիդի ջերմային դիսոցման սարք՝ ըստ նկ. 6.10.-ի, հիդրազինի ստացման սարք՝ ըստ նկ. 6.11.-ի, Վյուրցի սրվակ, գազատար խողովակ, կաթեցնող ձագար, NO_2 -ի ստացման սարք՝ ըստ նկ. 6.13.-ի, հեղուկ NO_2 -ի ստացման սարք՝ ըստ նկ. 6.14.-ի, ծխացող ազոտական թթվի ստացման սարք՝ ըստ նկ. 6.15.-ի, հախճապակե թաս, Կիպի սարք ջրածնի ստացման համար, մետաղյա շերտփիկ, դժվարահալ ապակե խողովակ, կլորահատակ 1 լ-անոց անոթ, սպիտակ և կարմիր ֆոսֆորների բոցավառման համեմատության սարք՝ ըստ նկ. 6.18.-ի, ֆոսֆինի ստացման սարք՝ ըստ նկ. 6.19.-ի, նկ. 6.21.-ին համապատասխան սարք, արսենի օքսիդի ստացման սարք՝ ըստ նկ. 6.22.-ի, արսինի ստացման սարք՝ ըստ նկ. 6.23.-ի, նկ. 6.24.-ին համապատասխան սարք:

Նյութեր. կալիումի նիտրատ, կալիումի նիտրիտ, երկաթի խարտվածք, չոր NH_4Cl , ամոնիումի սուլֆատ, չհանգած կիր, չոր KOH կամ NaOH , ալյումինի կամ Zn -ի փոշի, լիթիումի, մագնեզիումի և ալյումինի նիտրիդներ, յոդ, մագնեզիումի փոշի, մետաղական նատրիում, նատրիումի ամալգամ, ամոնիումի կարբոնատ, ամոնիումի ֆոսֆատ, հիդրազինի սուլֆատ, հիդրազին, կալիումի յոդատ, պղնձի (II) աղ, ցինկի հատիկ, ամոնիումի նիտրատ (չոր), ամոնիումի սուլֆատ և KNO_3 -ի խառնուրդ (3:4), NaNO_2 , ծծումբ, ֆոսֆոր, As_2O_3 , օսլա, PbO_2 , $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$, մաղած ավազ, բենկնախեժ, բամբակ, ամոնիումի նիտրատ, պղնձի փոշի, NaPO_3 , Al -ի փոշի, SiO_2 , կարմիր ֆոսֆոր (չոր), ծծմբածխածին, մետաղական կալցիում, ծծմբածաղիկ, $\text{Co}(\text{NO}_3)_2$, CuO :

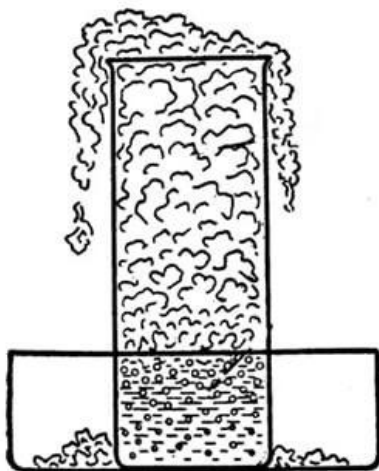
Լուծույթներ. ամոնիումի քլորիդի հազեցած լուծույթ, նատրիումի նիտրիտի հազեցած լուծույթ, նատրիումի բրոմիդի լուծույթ, ամոնիումի հիդրօքսիդի խիտ լուծույթ, բրոմաջուր, կալիումի պերմանգանատի լուծույթ, կալիումի երկբրոմատի լուծույթ, քրոմի (III) օքսիդ, աղաթթու, ծծմբական թթու, ազոտական թթու, TiCl_3 -ի աղաթթվային լուծույթ, հիդրօքսիլ ամինի լուծույթ, յոդաջուր, FeCl_3 -ի լուծույթ, SnCl_2 -ի լուծույթ, FeSO_4 -ի լուծույթ, հիդրօքսիլ ամինի քլորիդի լուծույթ, կալիումի նիտրիտի լուծույթ, ծիացող HNO_3 , KOH -ի 30-50

%-անոց լուծույթ, CuSO_4 -ի լուծույթ, սոդայի լուծույթ, ցինկի աղետատի լուծույթ, նատրիումի օրթոֆոսֆատի, հիդրոօրթոֆոսֆատի և երկհիդրոօրթոֆոսֆատի 0,1 Մ-անոց լուծույթներ, արսենի եռարժեք աղի լուծույթ, անագի (II) քլորիդի լուծույթ, նատրիումի հիդրօքսոարսենատի լուծույթ, անտիմոնի եռարժեք աղի լուծույթ, բիսմութի նիտրատի լուծույթ:

6.1. Ազոտի ստացումը նատրիումի նիտրիտից.

ա) Սենյակային ջերմաստիճանում պատրաստել **ամոնիումի քլորիդի և նատրիումի նիտրիտի** հազեցած լուծույթներ (նշված աղերի լուծելիությունը **20 °C-ում** համապատասխանաբար հավասար են **32,7 գ և 84,5 գ**): Լուծույթների ծավալը կարող է որոշել փորձարարը:

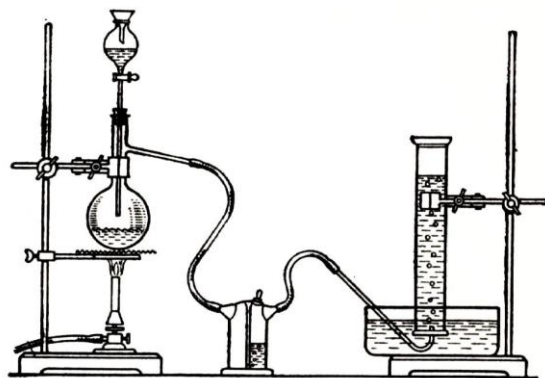
Երկու լուծույթները տաքացնել **60-70 °C** և լցնել երրորդ բաժակի մեջ: Անմիջապես սկսում է ռեակցիան, որի արագությունը, շնորհիվ ջերմանջատիչ ռեակցիայի, արագանում է: Բուռն անջատվում է գազ, և առաջանում է առատ փրփուր: Հաճախ բաժակի պարունակությունը եզրերից թափվում է (նկ. 6.1.): Ռեակցիայի արագ ընթացքը կարելի է դանդաղեցնել սառը ջուր ավելացնելով: Բաժակին մոտեցված այրվող մարիսը հանգչում է: **Ազոտը** այրմանը չնպաստող, անգույն, անհոտ գազ է:



Նկ. 6.1. Ազոտի ստացումը նատրիումի նիտրիտից

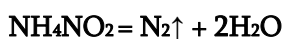
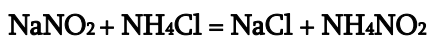
բ) Վյուրցի անոթը **1/3-ի** չափով լցնել **ամոնիումի քլորիդի** հազեցած լուծույթ և դրա վրա տեղադրել կաթեցնող ձագարը՝ լցված **նատրիումի նիտրիտի** հազեցած լուծույթով: Անոթի կողի խողովակը միացնել **նատրիումի հիդրօքսիդի** խիտ լուծույթ պարունակող լվացող շշին: Լվացող շշին միացված

գազատար խողովակը մտցնել ջրով բյուրեղարարի մեջ: Այդտեղ իջեցնել նաև ամրակալին միացված ջրով գլանը (նկ. 6.2.):



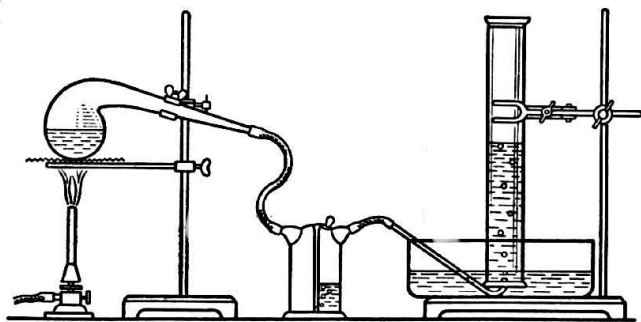
Նկ. 6.2. Մաքուր ազոտի ստացումը և հավաքումը

Ամոնիումի քլորիդի լուծույթը տաքացնել **80-90 °C**: Տաքացումը դադարեցնել և կաթեցնող ձագարից դանդաղ, կաթիլներով ավելացնել **նատրիումի նիտրիտի** լուծույթ: Ռեակցիայի արդյունքում անջատվում է **գազ**, որի առաջացման արագությունը կարելի է կարգավորել **նատրիումի նիտրիտի** ավելացման արագությամբ: Գազը, անցնելով լվացման շշով, անջատվում է ազոտի օքսիդներից: Գազը հավաքել գլանում և մոտեցնել այրվող մարիխը. այն կմարի: Տեղի են ունենում հետևյալ փոխազդեցությունները.



Խորհուրդ չի տրվում ազոտի ստացման ժամանակ օգտագործել չոր ամոնիումի նիտրիտ, քանի որ անջատված գազային նյութերի պատճառով կարող է տեղի ունենալ պայթյուն:

6.2. Ազոտի ստացումը կալիումական սելիտրայից. կշռել մոտ **0,5 գ կալիումի նիտրատ** և հավանգում տրորել մինչև փոշի դառնալը: Ավելացնել **10 գ երկաթի խարտվածք** (չի կարելի **KNO₃**-ը վերցնել նշված քանակությունից շատ, իսկ երկաթը՝ փոշի վիճակում, քանի որ ռեակցիան այդ ժամանակ կընթանա շատ բուռն), լավ խառնել և զանգվածը լցնել ամրակալին ամրացված թորանոթի մեջ (նկ. 6.3.): Թորանոթի բկանցքին դնել բամբակե ոչ խիտ խծուծ, որպեսզի այն կլանի հալված սելիտրայի մասնիկները (նկարում պատկերված չէ): Թորանոթի բկանցքը միացնել ջուր պարունակող լվացման շշին: Լվացող շշին միացնել գազատար խողովակ և մտցել ջուր պարունակող գլխավայր շրջված գլանի մեջ և ամրացնել ամրակալին:



Նկ. 6.3. Ազոտի ստացումը կալիումական սելիտայից

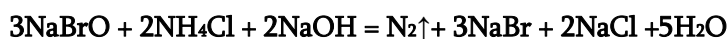
Խառնուրդը զգուշորեն դանդաղ տաքացնել այնպես, որ գազը անջատվի հավասարաչափ.



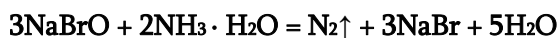
Մի քիչ սպասել, որպեսզի օդը սարքից լրիվ դուրս մղվի: Անջատվող գազը հավաքել գլանում ջրի դուրսամղման եղանակով: Գլանը գազով լցնելուց հետո այն փակել ապակե թիթեղով: Գազատար խողովակը հանել բյուրեղարարից և դադարեցնել տաքացումը: Այրվող մարիսը մոտեցնել գլանի բերանին. այն կմարի:

Թորանոթի բացակայության դեպքում փորձը կարելի է կատարել մեծ փորձանոթով:

6.3. Ազոտի ստացումը ամոնիումի քլորիդից. ազոտի հաստատուն հոսք ստանալու համար օգտվում են **Սեն-Վեր Դնիլի** սարքից, որի մեջ լցվում է **պինդ ամոնիումի քլորիդ**, և ավելացվում է **նատրիումի հիպոբրոմիտի** հիմնային լուծույթ.

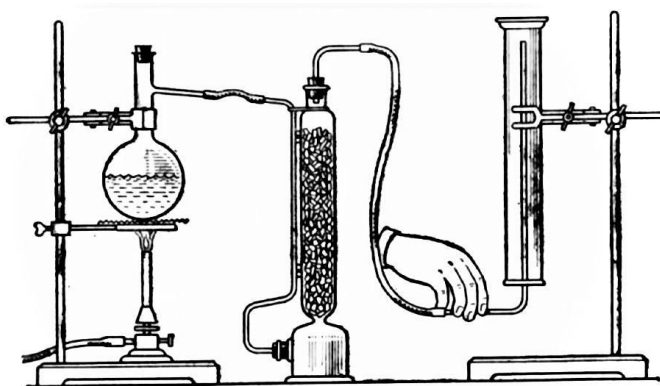


Ազոտ կարելի է ստանալ նաև, եթե կաթեցնող ձագարից Վյուրցի անոթում գտնվող **ամոնիումի հիդրօքսիդի** հազեցած լուծույթի վրա ավելացվի **նատրիումի հիպոբրոմիտի** լուծույթ.



6.1. Ամոնիակի ստացումը ամոնիումի աղերից. պատրաստել **5 կշռամաս ամոնիումի քլորիդի** կամ **սուլֆատի** և **8 կշռամաս հանգած կրի** խառնուրդ: **Հանգած կրի** հաշվարկային քանակությունից ավելին վերցնելը պայմանավորված է նրանով, որ այն արգելակում է ոչ ցանկալի **ամոնիակի** և **CaCl₂**-ի միջև միացության առաջացումը (**CaCl₂ · 8NH₃** բաղադրությամբ **ամփակատ**):

Հավաքել նկ. 6.4.-ում բերված սարքը: Խառնուրդը լցնել անոթի մեջ և ավելացնել **5 կշռամաս ջուր** (անոթի կեսը): Անոթը լավ փակել խցանով և ամրացնել ամրակալին: Անջատված **ամոնիակը** չորացնելու համար անոթը գազատար խողովակով միացնել **նատրոնակրով** (հավասար քանակներով **NaOH-ի և Ca(OH)₂-ի** խառնուրդ) լցված աշտարակին: Աշտարակին միացնել ռետինե գազատար խողովակ և այն մտցնել ամրակալին ամրացված գլանի մեջ գրեթե մինչև հատակը, ապա հավաքել ամոնիակը օդի դուրսամուտն եղանակով:



Նկ. 6.4. Ամոնիակի ստացումը ամոնիակի աղերից:

Ամոնիումի աղերի և կալցումի հիդրօքսիդի միջև ռեակցիան սկսվում է սենյակային ջերմաստիճանում և արագանում թույլ տաքացման ժամանակ:

Կալցիումի հիդրօքսիդի փոխարեն կարելի է օգտագործել **ամոնիումի քլորիդի** և **չհանգած կրի** համասեռ խառնուրդ, որի ուժեղ տաքացման ժամանակ նույնպես անջատվում է **ամոնիակ**.

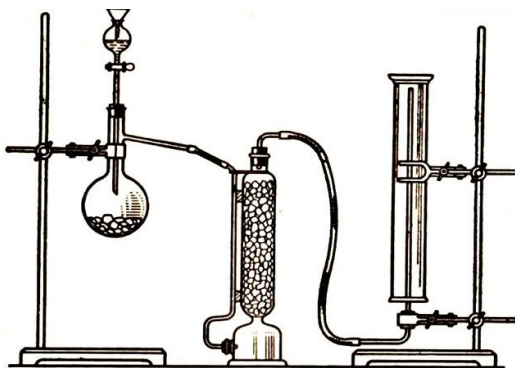
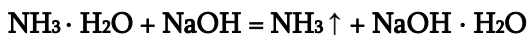


Ամոնիակով լցված գլանը անջատել ամրակալից, փակել բերանը ապակյա սալիկով, պահել հետագա փորձերի համար:

Ամոնիակ կարելի է ստանալ դրա հագեցած ջրային լուծույթից՝ օգտվելով նույն սարքից:

6.4. Ամոնիակի ստացումը դրա ջրային լուծույթից. ամրակալին միացված անոթի մեջ լցնել **չոր ալկալի (KOH կամ NaOH):** Քիչ քանակով **ամոնիակ** ստանալու համար **ալկալին** վերցնել **10-15 գ**, իսկ շատ քանակով ստանալու համար՝ մոտ **50 գ**: Անոթը փակել **ամոնիակի** ջրային խիտ լուծույթ պարունակող կաթեցնող ձագարով խցանով: Անոթի կողային խողովակը միացնել **նատրոնակրով** աշտարակին, իսկ աշտարակից դուրս եկող գազատար խո-

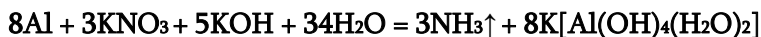
դովակը մտցնել շրջված գլանի մեջ (նկ. 6.5.): Կաթեցնող ձագարից ակալու վրա դանդաղ լցնել ամոնիակի լուծույթ: Ամմիջապես սկսում է փոխազդեցություն ամոնիակի անջատումով, որը, անցնելով աշտարակով, չորանում է: Երբ սենյակային ջերմաստիճանում ռեակցիան դադարում է, այն կարելի է շարունակել՝ անոթը թույլ տաքացնելով:



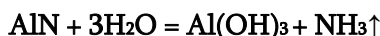
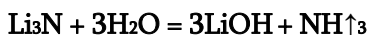
Նկ. 6.5. Ամոնիակի ստացումը ամոնիումի հիդրօքսիդի խիտ լուծույթից

6.5. Ամոնիակի ստացումը նիտրատների և նիտրիտների վերականգնումով. հալքանոթի մեջ լցնել 5-10 մլ 0,5 Ն-անոց կալիումի նիտրատի (կամ նիտրիտի) լուծույթ: Ավելացնել քիչ քանակով ալյումինի կամ ցինկի փոշի: Հալքանոթը դնել հախճապակե եռոտանու վրա և զգուշորեն տաքացնել այնպես, որ լուծույթը չեռա: Հալքանոթից դուրս եկող գոլորշիների վրա պահել կարմիր լակմուսի թուղթ, այն կկապտի, ինչը ցույց է տալիս ամոնիակի առկայությունը: Այն կարելի է հաստատել նաև հոտով (զգույշ):

Հիմնային միջավայրում նշված մետաղների օքսիդացումը տեղի է ունենում ըստ հետևյալ փոխազդեցությունների.



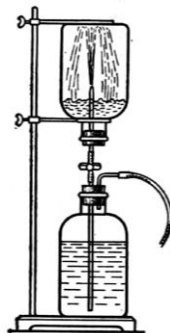
6.6. Ամոնիակի ստացումը նիտրիդների հիդրոլիզով. մագնեզիումի, լիթիումի կամ ալյումինի նիտրիդների վրա քիչ քանակով ջրով ազդելիս, ըստ հետևյալ ջերմանջատիչ ռեակցիայի, անջատվում է գազային ամոնիակ, որի առկայությունը կարելի է ստուգել նախորդ փորձում նշված եղանակով.



Նիտրիդների ստացումը տե՛ս համապատասխան մետաղների բաժնում:

Սովորական պայմաններում **ամոնիակը** սուր, գրգռող հոտով, ջրում լավ լուծվող, օդից թեթև (խտությունը **0,771 գ/լ**) **անգույն գազ** է:

6.7. Ամոնիակի լուծելիությունը ջրում (շատրվան). նախօրոք չորացված և ամրակալին ամրացված **1,5-2 լ** տարողությամբ շի մեջ **ամոնիակ** լցնել: Շիշը փակել 1 սմ երկարությամբ ապակե խողովակ ունեցող խցանով: Խողովակի թեթև ձգված ծայրը պետք է հասնի մինչև շի կեսը: Խողովակի արտաքին ծայրին հազցնել ռետինե կարճ խողովակ Հոֆմանի պտուտակաձև սեղմակի միջոցով: Սեղմակը փակել և ռետինե խողովակի միջոցով ամոնիակով լցված շիշը միացնել **10-15 մլ** ֆենոլֆտալեին պարունակող երկրորդ շիին (նկ. 6.6.): Ներքևի շիշը պետք է ամուր փակված լինի մինչև շի հատակը հասնող ապակե խողովակով խցանով: Ներքևի շի խցանը պետք է ունենա ուղիղ անկյան տակ ծոված խողովակ, որի արտաքին ծայրին հազցվում է ռետինե երկար խողովակ:



Նկ. 6.6. Ամոնիակի լուծելիությունը ջրում (շատրվան)

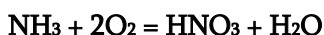
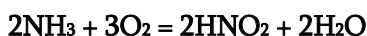
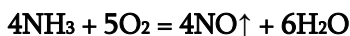
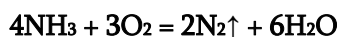
Բացելով պտուտակաձև սեղմակը՝ ռետինե խողովակի օգնությամբ ներքին շի մեջ օդ փչել, որի շնորհիվ ջրի մի քանի կաթիլ կընկնի ամոնիակով շի մեջ: Շշում ճնշման նվազմանը զուգընթաց կսկսի «գործել **շատրվանը**»՝ շիշը լցնելով կարմիր ներկված լուծույթով:

Քիմիական բնույթով **ամոնիակը** բնութագրվում է օքսիդացման, տեղակալման և միացման ռեակցիաներով:

Օժտված լինելով վերականգնիչ հատկություններով՝ **ամոնիակը** կարող է օքսիդանալ մինչև դրական օքսիդացման աստիճանով ազոտ, ընդ որում՝ **-3** օքսիդացման աստիճանով ազոտի փոխարկումը չեզոք ատոմի կամ դրական լիզբավորված ատոմի կախված է քիմիական գործընթացի պայմաններից և ռեակցիային մասնակցող նյութերի բնույթից:

Օդում **ամոնիակը** այրվում է դժվարությամբ, բայց **թթվածնի** միջավայրում վառված ամոնիակը շարունակում է այրվել խամրած դեղնականաչ բոցով: Մեծ գլանում **ամոնիակի և օդի խառնուրդը** (16,25 % ամոնիակի պարունակություն) այրելիս տեղի է ունենում ուժեղ պայթյուն, սակայն նեղ խողովակի բերանի մոտ այրելիս այն այրվում է առանց պայթյունի:

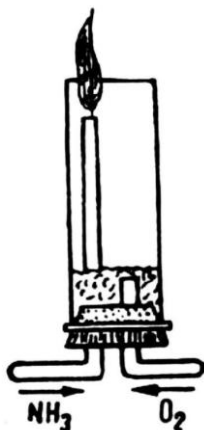
Ամոնիակը օդում կամ թթվածնում այրելիս որոշակի պայմաններում առաջանում են **ազոտ, ազոտի (II) օքսիդ, ազոտային և ազոտական թթուներ**.



Ամոնիակի օքսիդացումը արագանում է կատալիզատորի (օրինակ՝ **պլատին**) առկայությամբ:

6.8. Ամոնիակի այրումը թթվածնում. գազային **ամոնիակը** ստացվում է կոդմնատար խողովակով անոթում գտնվող չոր **նատրիումի հիդրօքսիդի (կալիումի հիդրօքսիդ)** վրա կաթեցնող ձագարից **ամոնիակի** խիտ լուծույթ լցնելով:

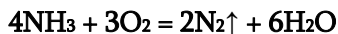
Թթվածին ստանալու համար անհրաժեշտ է կողային խողովակ ունեցող անոթում **3-7 %-անոց ջրածնի պերօքսիդի** և **նոսր ծծմբական թթվի** խառնուրդի վրա կաթեցնող ձագարից ավելացնել **կալիումի պերմանգանատի** լուծույթ (նկ. 6.7.):



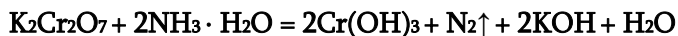
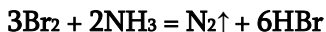
Նկ. 6.7. Ամոնիակի այրման սարք

10 սմ երկարությամբ և **6 սմ** տարամագծով ապակյա գլանի մի ծայրը փակել **6-7 սմ** երկարությամբ ապակե խողովակով **ամոնիակի և թթվածնի**

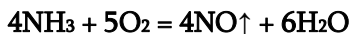
աղբյուրին միացված ռետինե խցանով: Խողովակը, որով մտնում է **թթվածինը**, պետք է լինի խցանից **2-3 սմ** բարձր, իսկ **ամոնիակ** մտնող խողովակը՝ գլանի վերին ծայրից **1-2 սմ** ցածր: Փորձից առաջ **թթվածնի** հոսքով գլանից հեռացնել օդը: Այնուհետև բաց թողնել **ամոնիակի** թույլ հոսք և այրել մար-խով: Ամոնիակը թթվածնում այրվում է **խամրած դեղնականաչ բոցով**՝ ըստ հետևյալ հավասարման.



6.9. Ամոնիակի օքսիդացումը տարբեր օքսիդիչներով. Երեք փորձանոթներում վերցնել բրոմաջրի, կալիումի պերմանգանատի և կալիումի երկքրոմատի լուծույթներ (2-3 մլ) և յուրաքանչյուրին ավելացնել նույն ծավալի **ամոնիակի 25 %-անոց** լուծույթ: Խառնուրդները թույլ տաքացնել: Երեք փորձանոթներում ամոնիակը օքսիդանալով դառնում է **ազոտ: Տեղի են ունենում հետևյալ փոխազդեցությունները.**

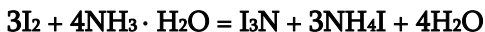


6.10. Ամոնիակի կատալիտիկ օքսիդացումը. **ամոնիակի** խիտ լուծույթը լցնել 22ի մեջ, լավ թափահարել, ապա դատարկել (22ի մեջ կմնա գազային ամոնիակ) ու 22ի բերանը փակել խցանով: Մետաղական գդալի մեջ լցնել **քրոմի եռարժեք օքսիդ** և շիկացնել այրիչով: Շիկացած **Cr₂O₃-ը** արագ լցնել **ամոնիակով** 22ի մեջ: Առաջանում են **կայծերի խրձեր**, որոնք մրրիկի նման պտտվում են 22ի ներսում: Տեղի է ունենում հետևյալ փոխազդեցությունը.



Cr₂O₃-ը կատարում է կատալիզատորի դեր:

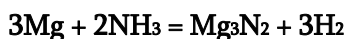
6.11. Ազոտի յոդիդի (յոդի նիտրիդ) ստացումը. **0,5-1 գ յոդը** հավանգում մանրացնել մինչև փոշի վիճակ, այնուհետև ավելացնել **6-8 մլ ամոնիակի** խիտ լուծույթ: Տեղի է ունենում հետևյալ փոխազդեցությունը.



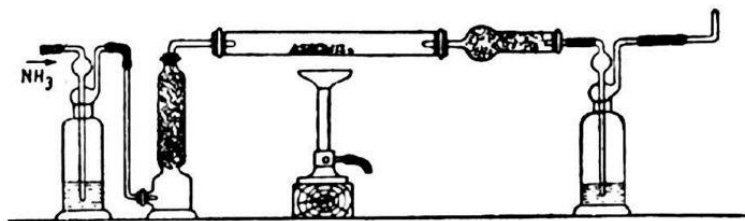
Հավանգի պարունակությունը ժամանակ առ ժամանակ խառնել փայտե ձողով մոտ **30 րոպե**, այնուհետև ստացված նյութը տեղափոխել ֆիլտրի թղթի վրա (կարելի է նաև ֆիլտրել, քանի դեռ **I₃N-ը** խոնավ է): Մուգ գորշ ազոտի յոդիդը լվանալ քիչ քանակի ջրով, այնուհետև՝ էթիլ սպիրտով՝ յոդի մնացորդը (չռեակցված) հեռացնելու համար: Երբ սպիրտը դադարի դեղին գունավորվել, նորից լվանալ ջրով:

Ազոտի յոդիդը չոր վիճակում շատ պայթունավտանգ է, կարող է պայթել ուժեղ ձայնից կամ դրա վրայով թեթև ձեռքի շարժումից: Բավական է նույնիսկ վրան գցել ավազի հատիկ, տեղի կունենա խլացուցիչ պայթյուն:

6.12. Մագնեզիումի նիտրիդի ստացումը. մագնեզիումի և ամոնիակի փոխազդեցությունը տեղի է ունենում ըստ հետևյալ հավասարման.



Հավաքել նկ. 6.8.-ում բերված սարքը:



Նկ. 6.8. Մագնեզիումի նիտրիդի ստացման սարք

Ամոնիակի աղբյուրից մտնող **ամոնիակը** անցնում է լվացող շշով և չորացնող աշտարակով, այնուհետև մտնում **20 սմ** երկարությամբ, **1,2 սմ** տրամագծով ջերմակայուն խողովակ: Լվացող շիշը լցնել պարաֆինային յուղով, իսկ չորացնող աշտարակը՝ նատրիումի հիդրօքսիդի կտորներով:

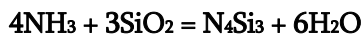
Խողովակի մյուս ծայրը միացնել քլորկալցիումական խողովակին, ուղիղ անկյան տակ ծոված ապակե խողովակ ունեցող լվացման շշին: Քլորկալցիումական խողովակը լցնել պինդ **նատրիումի հիդրօքսիդ**, իսկ լվացող շիշը՝ **1/3-ի** չափով ջուր: Դժվարահալ խողովակի կենտրոնում դնել **մագնեզիումի փոշի**:

Փորձից առաջ բաց թողնել **ամոնիակի** հոսք օդը լրիվ հեռացնելու համար: Սարքով անցնող **ամոնիակը** ամբողջովին լուծվում է վերջին լվացող շշում գտնվող ջրում: Ամբողջ խողովակը այրիչով թույլ տաքացնել, այնուհետև **մագնեզիում** պարունակող մասը՝ ուժեղ, մինչև **մագնեզիումի** այրվելը, որից հետո այն կշարունակվի այրվել՝ առանց տաքացման: Սարքից դուրս եկող **ամոնիակը** այրել:

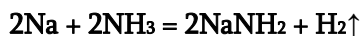
Փորձի ավարտից հետո թուլացնել ամոնիակի հոսքը, թողնել սարքը սառչի, այնուհետև հեռացնել ջրով լվացող շիշը և ամոնիակի հոսքը դադարացնել:

Քանի որ **մագնեզիումի դեղնամոխրագույն նիտրիդը** ջրով հեշտ հիդրոլիզվում է, այն պաշտպանել խոնավությունից:

Փորձի ժամանակ խողովակը մասամբ գունավորվում է **մուգ դարչնագույն**, քանի որ բարձր ջերմաստիճանում **ամոնիակը** փոխազդում է **սիլիցիումի օքսիդի** հետ՝ առաջացնելով **N₄Si₃**.



6.13. Նատրիումի ամիդի ստացումը. մետաղական **նատրիումի** վրա ամոնիակով ազդելիս տեղի է ունենում հետևյալ փոխազդեցությունը.

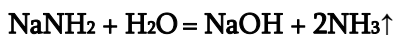


Փորձի համար օգտվել **մագնեզիումի նիտրիդի** ստացման սարքից:

Ջերմակայուն խողովակում տեղավորել մոտ **1գ** ֆիլտրի թղթով չորացրած մետաղական **նատրիում**:

Ամոնիակի հոսքով սարքից հեռացնել օդը, այնուհետև զգուշորեն տաքացնել խողովակը: **Նատրումը 98 °C**-ում հալվում է, իսկ **350 °C**-ում՝ փոխարկվում **ամիդի**: Խողովակից դուրս եկող **ամոնիակը** այրել: Փորձը տևում է **10-15 րոպե**: Ավարտելուց հետո դադարեցնել տաքացումը և թողնել սարքը սառչի ամոնիակի հոսքում: Ամոնիակի հոսքը դադարեցնել միայն խողովակը լվացող շշից հեռացնելուց հետո:

Ռեակցիայի արգասիքը սառելիս փոխարկվում է **սպիտակամոխրագույն** բյուրեղական զանգվածի (մաքուր վիճակում նատրիումի ամիդը անգույն է): Նավակը հանել խողովակից և թողնել օդի խոնավության տակ ռեակցիայի արգասիքը քայքայվի, որից հետո միայն կարելի է նավակը լվանալ ջրով.



6.14. Ամոնիակի փոխազդեցությունը թթուների հետ. **ամոնիակի թթուների** հետ անմիջական միացման ժամանակ, որն ուղեկցվում է ջերմության անջատմամբ, առաջանում են **ամոնիումի աղեր**: Օրինակ՝ գազային **ամոնիակի** և **քլորաջրածնի** փոխազդեցությունը.



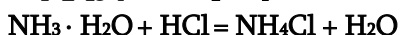
Ջրի ամբողջովին բացակայության դեպքում՝ նույնիսկ հետքի ձևով, նշված ռեակցիան տեղի չի ունենում:

Ամեն դեպքում, եթե գազային **ամոնիակը** շփվում է գազային **HCl**-ի հետ (կամ դրանց լուծույթները), ստացվում է **պինդ ամոնիումի քլորիդ** (կամ դրա լուծույթը):

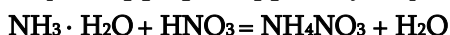
ա) Ամոնիակի փոխազդեցությունը քլորաջրածնի հետ գլանում. վերցնել եգրերը լավ հղկված նույնանման երկուական գլան և ծածկող ապակի: Գլաններից մեկը ողողել **խիտ աղաթթվի** լուծույթով, իսկ երկրորդը՝ **ամոնիակի** խիտ լուծույթով: Երկու գլաններն էլ ծածկել ապակե թիթեղով:

Ամոնիակով գլանը շրջել գլխիվայր և առանց ապակյա թիթեղը հանելու դնել **քլորաջրածնով** գլանի վրա, դրանից հետո հեռացնել ապակյա թիթեղները: Գազերը անմիջապես խառնվում են և փոխազդում: Գլանները լցվում են ծխով: Դիֆուզիան արագացնելու համար գլանները շրջել: Արագ խառնման հետևանքով նկատվում է **ծխի** ինտենսիվ առաջացում՝ վերը բերված հավասարման համաձայն:

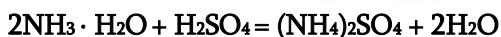
բ) Ամոնիակի ջրային լուծույթի փոխազդեցությունը թթուների հետ. կոնաձև երեք անոթների մեջ լցնել **25 %-անոց** ամոնիակի լուծույթ այնքան, որ անոթի հատակը ծածկվի **2-3 սմ**: Առաջին անոթին զգուշորեն ավելացնել (կաթիլներով) աղաթթու (**d=1,19 գ/սմ³**): Աղաթթվի հետ փոխազդեցության ժամանակ լսվում է **թշնոց**, և անոթը լցվում է **ծխով**.



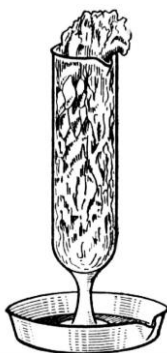
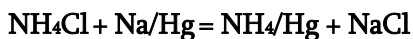
Երկրորդ անոթին նույն ձևով ավելացնել **ազոտական թթու** (**d=1,4 գ/սմ³**): Փոխազդեցությունը տեղի է ունենում շատ բուռն, այն ուղեկցվում է ցրցայտումով և ճարճատյունով, անոթի պատերին հայտնվում է **սպիտակ փառ**.



Ռեակցիան ավելի բուռն է ընթանում երրորդ անոթում **ծմբական թթու** (**d=1,84 գ/սմ³**) ավելացնելիս: Լսվում է ուժեղ ճայթյուն, լուծույթը եռում է և ցրցայտում, անոթի պատերը ծածկվում են **սպիտակ խիտ փառով**.

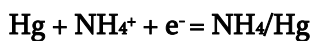


6.15. Ամոնիումի ամալգամի ստացումը. 10-15 մգ նատրիումի ամալգամը (ստացումը տե՛ս 2.13.) լցնել ապակյա թասում դրված ապակյա գլանի մեջ և գլանի կեսի չափով ավելացնել ամոնիումի քլորիդի խիտ լուծույթ: Ամոնիումի ամալգամը, անմիջապես առաջանալով, փխրուն, չեզոք զանգվածի ձևով բարձրանում է գլանով (նկ. 6.9.).



Նկ. 6.9. Ամոնիումի ամալգամի ստացումը

Նույն արգասիքն է ստացվում նաև սնդիկային կատոդով ամոնիումի քլորիդի խիտ լուծույթի էլեկտրոլիզի ժամանակ:



Ամոնիումի ամալգամը, սենյակային ջերմաստիճանում լինելով անկայուն, քայքայվում է՝ վերածվելով **ամոնիակի, ջրածնի և սնդիկի**.



Անջատված գազերով էլ պայմանավորված են ամոնիումի ամալգամի փխրունությունը և չեզոքությունը:

6.16. Ամոնիումի աղերի ջերմային քայքայումը. տաքացման ժամանակ **ամոնիումի** բոլոր **աղերը** քայքայվում են: Ընդ որում՝ քայքայման ընթացքը կախված է առաջացող թթվի անիոնի օքսիդիչ հատկությունից և քայքայման ջերմաստիճանում դրա ցնդելիությունից: Աղյուսակ 6.2.-ում բերված են ամոնիումի աղերի ջերմային քայքայման արգասիքները:

Եթե թթուն **օքսիդիչ** է, ապա տեղի է ունենում ամոնիակի օքսիդացում մինչև **ազոտ** կամ դրա **օքսիդ**: Քայքայման գործընթացը այդ ժամանակ անդարձելի է:

Եթե թթուն օքսիդիչ հատկություններով օժտված չէ և ցնդելի չէ, ապա անջատվում են **ամոնիակ և թթու**: Այս գործընթացը ևս անդարձելի է:

Եթե թթուն օքսիդիչ հատկություններ չունի, բայց **ցնդելի** է, ապա գործընթացը այդ դեպքում դարձելի է, և քայքայման արգասիքները սառեցման ժամանակ նորից միանում են: Գործնականորեն քայքայման այդ դեպքը բերում է ցնդման (սուբլիմացիա):

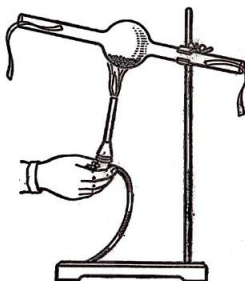
Աղյուսակ 6.2.

Ամոնիումի աղերի ջերմային քայքայման արգասիքները

Աղը	Քայքայման ջերմաստիճանը, °C	Ռեակցիայի արգասիքները
NH_4NO_3	240	$\text{N}_2\text{O} + \text{H}_2\text{O}$
NH_4NO_2	70	$\text{N}_2 + \text{H}_2\text{O}$
NH_4MnO_4	110	$\text{N}_2 + \text{MnO}_2 + \text{H}_2\text{O}$
$(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$	235	$\text{NH}_4\text{HSO}_4 + \text{NH}_3$
$(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$	155	$\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4 + \text{NH}_3$
$\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$	250	$\text{NH}_3 + \text{HPO}_3 + \text{H}_2$
$(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$	58	$\text{NH}_3 + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$
NH_4HCO_3	60	$\text{NH}_3 + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$
$(\text{NH}_4)_2\text{Cr}_2\text{O}_7$	180	$\text{Cr}_2\text{O}_3 + \text{N}_2 + \text{H}_2\text{O}$
$(\text{NH}_4)_2\text{CrO}_4$	180	$\text{Cr}_2\text{O}_3 + \text{N}_2 + \text{NH}_3 + \text{H}_2\text{O}$
NH_4ClO_3	102	$\text{N}_2 + \text{Cl}_2 + \text{O}_2 + \text{H}_2\text{O}$
NH_4Cl	340	$\text{NH}_3 + \text{HCl}$
NH_4N_3	160	$\text{N}_2 + \text{NH}_3 + \text{H}_2$

Տաքացման հանդեպ նույն կառուցվածքով **ամոնիումի աղերը** այնքան կայուն են, ինչքան ուժեղ է թթուն (այն պայմանով, որ թթուն օքսիդիչ հատկություն չունի):

ա) Ամոնիումի քլորիդի ջերմային դիսոցումը. ապակե խողովակը, որի ուռուցիկ մասում լցված է **ամոնիումի քլորիդ**, թեք վիճակում ամրացնել ամրակալին: Խողովակի ներքևի ծայրում տեղադրել խոնավ լակմուսի կապույտ թուղթ, իսկ հակառակ ծայրում՝ խոնավ կարմիր թուղթ (նկ. 6.10.):



Նկ. 6.10. Ամոնիումի քլորիդի ջերմային դիսոցումը

Գնդիկը զգուշորեն տաքացնելիս **ամոնիումի քլորիդը** քայքայվում է.



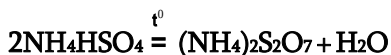
Ամոնիակը, լինելով թեթև ցնդելի գազ, բարձրանում է վերև և կարմիր լակմուսի թուղթը գունավորում կապույտ: Քլորաջրածինը՝ որպես ավելի ծանր գազ, խողովակով շարժվում է ներքև և հասնելով կապույտ լակմուսի թղթին՝ գունավորում է այն կարմիր:

բ) Ամոնիումի սուլֆատի քայքայումը. գլանաձև սրվակում տեղավորել քիչ քանակով ամոնիումի սուլֆատ և ամրացնել ամրակալին գրեթե հորիզոնական: Տաքացնել այրիչի թույլ բոցով: Համոզվել ամոնիակի անջատումը հոտով և խոնավ լակմուսի թղթի գույնի փոփոխությամբ:

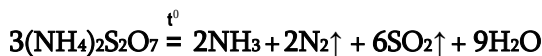
Ռեակցիայի հավասարումը գրելիս պետք է հաշվի առնել, որ տվյալ ջերմաստիճանում ամոնիումի սուլֆատը քայքայվում է մինչև ամոնիումի հիդրոսուլֆատ.



Հետագա տաքացման ժամանակ **ամոնիումի հիդրոսուլֆատը** հալվում է, այնուհետև փոխարկվում **պերսուլֆատի**.



Իսկ եթե տաքացումը շարունակվի, ապա կքայքայվի նաև **պերսուլֆատը**.



գ) Հախճապակե փոքր հալքանոթում լցնել քիչ քանակով **ամոնիումի ֆոսֆատ** և զգուշորեն տաքացնել: Անջատված գազի հոտով որոշել **ամոնիակի** առկայությունը.



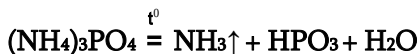
Շարունակել տաքացումը՝ նորից ստուգելով **ամոնիակի** առկայությունը.



Հետագա տաքացումը բերում է **երկհիդրոֆոսֆատի** քայքայման.



Այսինքն՝ **ամոնիումի ֆոսֆատի** ջերմային քայքայումը կարելի է ներկայացնել հետևյալ հավասարումով.



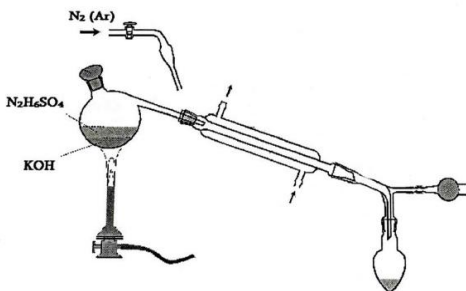
6.17. Ամոնիումի քլորիդի և կարբոնատի ցնդումը. փորձանոթի մեջ լցնել քիչ քանակությամբ չոր ամոնիումի քլորիդ, ամրացնել որոշակի թեքությամբ և այրիչով տաքացնել: Վերցված աղի քանակությունը աստիճանաբար պակասում է, իսկ փորձանոթի վերին սառը մասը պատվում է ցնդած **ամոնիումի քլորիդի խիտ փառով**.



Նույն ձևով կատարել փորձը **ամոնիումի կարբոնատով**: Ուշադրություն դարձնել, որ փորձանոթի սառը մասը չի պատվում փառով.



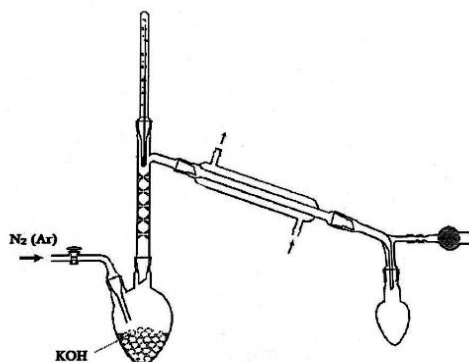
6.18. Հիդրազինի հիդրատի ստացումը. (փորձը կատարելիս կրել ակնոցներ և ձեռնոցներ): Հավաքել նկ. 6.11.-ում պատկերված սարքը, որը կազմված է պղնձե ռետորտից, ուղիղ սառնարանից, ալոնժից և ընդունարանից:



Նկ. 6.11. Հիդրազինի ստացման սարք

Հախճապակե հավանգի մեջ արագ տրորել **5 գ** պինդ **կալիումի հիդրօքսիդ** և տեղափոխել այն պղնձե ռետորտի մեջ: Վերևից առանց խառնելու ավելացնել **5 գ հիդրազինի սուլֆատ**: Ռետորտը միացնել սառնարանին: Ռետորտի տուբուսի միջով սարքի մեջ **իններտ գազ** լցնել (ազոտ, արգոն): Ռետորտը փակել բամբակե խցանով և դանդաղ տաքացնել թույլ բոցով: Ռետորտի տաքացումն այնպես կարգավորել, որ թորման արագությունը լինի վայրկյանում **1-2 կաթիլ**: Երբ հեղուկի անջատումն ավարտվի, դադարեցնել տաքացումը, անջատել նյութով լցված ընդունարանն ու փակել խցանով:

6.19. Անջուր հիդրազինի ստացում. հավաքել նկ. 6.12.-ում պատկերված սարքը: Նախորդ փորձում ստացված **հիդրազինի հիդրատը** լցնել սրվակի մեջ՝ թորման համար: Ավելացնել գրանուլացված **կալիումի հիդրօքսիդ** այնքան, որ պինդ նյութի մակարդակը հեղուկին գերազանցի մոտ **5 մմ**-ով: Սարքը լցնել **ազոտով** կամ **չոր արգոնով** և փակել փականը: Ջգուշությամբ թույլ բոցի վրա տաքացնել կոլբը և ընդունարանում հավաքել թորման առաջին ֆրակցիան, որը եռում է **112-114 °C**: Ընդունարանը փակել խցանով ու կշռել, հաշվել ելքը տոկոսներով:



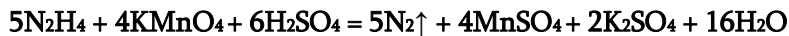
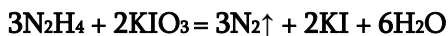
Նկ. 6.12. Հիդրազինի ջրազրկման և թորման սարք

Անջուր հիդրազինից **2-3 կաթիլ** լցնել ժամացույցի ապակու վրա և այրել: Այն կայրվի **մանուշակագույն բոցով**:

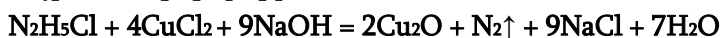
6.20. Հիդրազինի վերականգնիչ հատկությունները. հիդրազինին և դրա աղերին բնորոշ են վերականգնիչ հատկությունները, ընդ որում՝ այն օքսիդանում է մինչև **N₂**:

Փորձանոթում վերցնել **2-3 գ հիդրազին** և լուծել այն նույն քանակով ջրում: Լուծույթը բաժանել երկու մասի: Առաջին բաժնին ավելացնել **կալիումի յոդատի** լուծույթ, երկրորդին՝ **կալիումի պերմանգանատի** կամ **երկքրոմա-**

տի լուծույթ: Երկու դեպքում էլ անջատվում է **ազոտ**, որի առկայությունը կարելի է ստուգել այրվող մարխով.

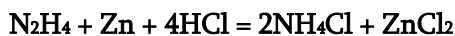


Փորձանոթում վերցնել **հիդրազինի քլորիդի** կամ **սուլֆատի** բյուրեղներ, ավելացնել ջուր մինչև լուծվելը: Լուծույթին ավելացնել **պղնձի (II) որևէ աղ և ալկալու** լուծույթ: Կնստի կարմիր **Cu₂O**.



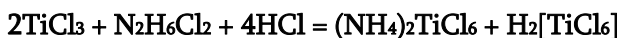
6.21. Հիդրազինի օքսիդիչ հատկությունները. ուժեղ վերականգնիչների (**TiCl₃, SnCl₂, աստմային ջրածին** և այլն) թթվային լուծույթներում **հիդրազինը** և դրա աղերը ցուցաբերում են **օքսիդիչ** հատկություններ:

Փորձանոթում վերցնել **2-3 մլ** հիդրազին, ավելացնել **աղաթթու** և մեջը գցել **ցինկ**.



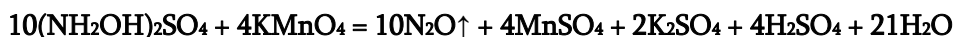
Ստացված լուծույթին հիմք ավելացնելով՝ կարող ենք որոշել **ամոնիակի** առկայությունը:

Փորձանոթում վերցնել **տիտանի (III) քլորիդի աղաթթվային մանուշակագույն** լուծույթ և ավելացնել **հիդրազինի քլորիդի** մի քանի բյուրեղ: **Տիտան (III)-ը տիտան (IV)-ի** փոխարկվելու հետևանքով նկատվում է գույնի անհետացում.



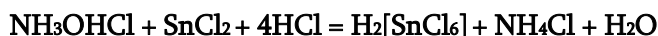
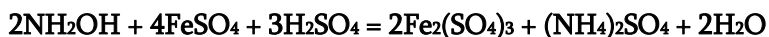
6.22. Հիդրօքսիլ ամինի վերականգնիչ հատկությունները. **հիդրօքսիլ ամինը** և դրա աղերը վերականգնիչ հատկությունների գերակշռմամբ ունեն օքսիդավերականգման երկակիություն, ընդ որում, ի տարբերություն **հիդրազինի**, դրանք օքսիդանում են մինչև **N₂O**:

Փորձանոթում **2-3 մլ** ջրում լուծել **հիդրօքսիլ ամինի** կամ դրա աղի մի քանի բյուրեղ: Լուծույթը բաժանել երեք փորձանոթում: Առաջինին ավելացնել **յոդաջուր** և **ալկալու** լուծույթ, երկրորդին՝ **կալիումի պերմանգանատի** լուծույթ, իսկ երրորդին՝ **երկաթի (III) քլորիդի** լուծույթ: Այրվող մախրով ստուգել **N₂O-ի** առկայությունը.



6.23. Հիդրօքսիլ ամինի օքսիդիչ հատկությունները. **հիդրօքսիլ ամինը** և դրա աղերը, ինչպես **հիդրազինը**, օքսիդիչ հատկություններ ցուցաբերում են ուժեղ թթվային միջավայրում:

Նախորդ փորձի նման պատրաստել **հիդրօքսիլ ամինի** կամ դրա աղի լուծույթ և բաժանել երկու փորձանոթների մեջ: Առաջին փորձանոթին ավելացնել **ծծմբական թթվով** թթվեցրած **երկաթի (II) սուլֆատի** լուծույթ, իսկ երկրորդին՝ **աղաթթվով** թթվեցրած **անագի քլորիդի (II)** լուծույթ: Կնկատվի երկու աղերի օքսիդացում.



Ազոտը առաջացնում է մի շարք թթվածնային միացություններ՝ N_2O , NO , N_2O_3 , $\text{NO}_2(\text{N}_2\text{O}_4)$, N_2O_5 , ինչպես նաև թթվածնով աղքատ, անկայուն N_4O և թթվածնով հարուստ օքսիդ՝ NO_3 :

6.24. Ազոտի (I) օքսիդի (N_2O) ստացումը. ամոնիումի նիտրատը նախօրոք չորացնել չորացնող պահարանում **160-165 °C**-ում: Խոնավագերծիչում (էքսիկատոր) պնդանալուց հետո աղը տրորել մինչև փոշի դառնալը: Ստացված փոշուց **7-8 գ** տեղավորել Վյուրցի կամ կոդային խողովակ ունեցող սրվակի մեջ, որում տեղադրված է ջերմաչափ: Սրվակն ամրակալին միացնել այնպես, որ խտացված ջուրը հետադարձ չընկնի սրվակի տաք հատակին:

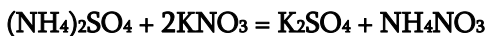
Կոդային խողովակին միացված գազատար խողովակը մտցնել տաք ջուր կամ կերակրի աղի լուծույթ պարունակող բյուրեղարարի մեջ: **Ազոտի ենթօքսիդի** մաքրման համար բյուրեղարարի և Վյուրցի սրվակի միջև տեղավորել հաջորդաբար իրար միացված երեք լվացող շերտ: Առաջինի մեջ լցնել **կալիումի կամ նատրիումի հիդրօքսիդի** լուծույթ (թթուն կլանելու համար), երկրորդի մեջ՝ **երկաթի երկարժեք սուլֆատի** լուծույթ (NO -ն կլանելու համար), իսկ երրորդի մեջ՝ **պերմանգանատի լուծույթ** (ազոտի բարձրարժեք օքսիդները կլանելու համար):

Վյուրցի սրվակը զգուշորեն տաքացնել այրիչով: Աղը սկզբում հալվում է, այնուհետև՝ քայքայվում.



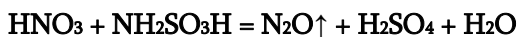
Ամբողջ ժամանակ ջերմաստիճանը պահպանել **170-180 °C**, որպեսզի գազն անջատվի հավասարաչափ և ոչ բուռն: Հենց որ ամբողջ օդը դուրս մղվի սարքից (ստուգելու համար անջատվող գազը հավաքել փորձանոթում և փորձել մարմրող մարխով, որի բռնկումը ցույց կտա N_2O -ի առկայությունը), ջրի (տաք) դուրամուման եղանակով հավաքել N_2O -ն տարբեր երեք գլաններում: Խորհուրդ չի տրվում ամոնիումի նիտրատը տաքացնել **250 °C**-ից բարձր ջերմաստիճանում, քանի որ այդ պայմաններում կարող է ռեակցիան ընթանալ շատ բուռն և տեղի ունենալ պայթյուն: Նշված ջերմաստիճանում կարող են առաջանալ **ազոտ, թթվածին, ազոտի (II) և (IV) օքսիդներ ու ազոտական թթու**:

Որպեսզի խուսափենք բարձր ջերմաստիճանում **ամոնիումի նիտրատի** բուռն քայքայումից, կարելի է վերցնել **ամոնիումի սուլֆատի և կալիումի նիտրատի** խառնուրդ (3:4 կշռային հարաբերությամբ): Այդ դեպքում այրիչի բոցը կարելի է կարգավորել այնպես, որ գազի անջատումը տեղի ունենա հավասարաչափ.



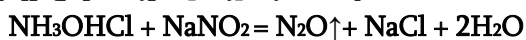
KNO_3 -(NH_4) $_2$ SO_4 - NH_4NO_3 եռկոմպոնենտ համակարգի էվտեկտիկան ունի քայքայման $160^\circ C$ ջերմաստիճան:

6.25. Ազոտի (I) օքսիդի ստացումը սուլֆոամինային թթվից. ազոտի ենթօքսիդը ստացվում է **սուլֆոամինային թթվի** և 73 %-անոց ազոտական թթվի խառնուրդի թույլ տաքացումով.



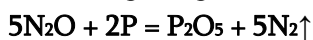
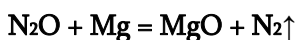
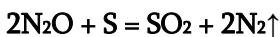
Գազատար խողովակ ունեցող փորձանոթի մեջ լցնել **4 գ սուլֆոամինային թթու** և **10 մլ 73 %-անոց ազոտական թթու**, թույլ տաքացնել: Կարելի է N_2O -ն հավաքել վերը նշված եղանակով:

Ավելի մաքուր N_2O ստացվում է **հիդրօքսիլ ամինի քլորիդի և նատրիումի նիտրիտի** խառնուրդի ջերմային քայքայումով.



Ռեակցիան պետք է իրականացնել ավելի ցածր ջերմաստիճանում, քան **ամոնիումի նիտրատի** ($170-180^\circ C$) դեպքում:

6.26. Այրումներ N_2O -ի միջավայրում. նախորդ փորձերում գլաններում հավաքած N_2O -ի միջավայր մտցնել՝ հերթականությամբ, առաջինի մեջ՝ այրվող **S, Mg** և **P**: Դրանք շարունակվում են այրվել: Տեղի են ունենում հետևյալ փոխազդեցությունները:



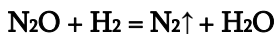
Սովորական պայմաններում **ազոտի (I) օքսիդը** դուրեկան, թույլ հոտով, քաղցրահամ, անգույն գազ է: Տաքացնելիս հարաբերականորեն հեշտ քայքայվում է.



այդ պատճառով բարձր ջերմաստիճաններում այն ուժեղ օքսիդիչ է և նպաստում է այրմանը:

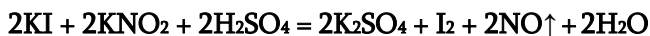
Հավասար ծավալներով **ջրածնի և ազոտի (I) օքսիդի** խառնուրդը պայթում է (**շառաչող գազ**): Հաստ պատերով երկու ապակյա գլաններից մեկը

լցնել **ջրածին** (մաքրությունը ստուգված), իսկ մյուսը՝ **ազոտի (I) օքսիդ**: Գլանները շրջել իրար վրա և մի քանի անգամ թափահարել, այնուհետև առանձին-առանձին փաթաթել թաց սրբիչով և մոտեցնել այրիչի բոցին: Տեղի կունենա պայթյուն:

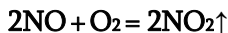


Ինչպես տեսանք փորձերից, ազոտի (I) օքսիդն իրեն պահում է թթվածնի նման: Իսկ ինչպե՞ս տարբերել այդ երկու գազերը: Սովորական պայմաններում, ի տարբերություն թթվածնի, **N₂O**-ը օքսիդիչ չէ, այդ պատճառով սպիտակ ֆոսֆորը, ազոտի (II) օքսիդը և պիրոզալուի հիմնային լուծույթը դրանով չեն օքսիդանում:

6.27. Ազոտի (II) օքսիդի ստացումը թթվային միջավայրում կալիումի նիտրիտի և յոդիդի փոխազդեցությունից. 15գ կալիումի նիտրիտը և 7գ կալիումի յոդիդը խառնել իրար և լցնել Վյուրցի սրվակը, ավելացնել 50 մլ ջուր: Սրվակը փակել կաթեցնող ձագարով խցանով: Կաթեցնող ձագարի մեջ լցնել 50 %-անոց **ծծմբական թթու**: Վյուրցի սրվակը գազատար խողովակով միացնել 50 %-անոց նատրիումի հիդրօքսիդ պարունակող լվացող շշին, իսկ լվացող շիշը խողովակով միացնել ջրով լցված բյուրեղարարում գլխիվայր շրջված գլանին: Վյուրցի գլանի լուծույթի վրա կաթեցնող ձագարից լցնել **ծծմբական թթու**:



Սկզբում հայտնվում է **գորշ գազ**, ազոտի (II) և (IV) օքսիդների խառնուրդ.



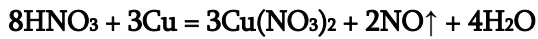
Գազերը լվացող շշով անցնելիս **NO₂**-ը կլանվում է հիմքի լուծույթով.



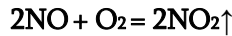
Հենց որ գազատար խողովակից դուրս եկող անգույն գազը օդի հետ շփվելիս սկսում է գորշանալ, գազատար խողովակի ծայրը մոտեցնել գլանի մեջ և հավաքել **ազոտի (II) օքսիդը** ջուրը դուրս մղելու եղանակով:

6.28. Ազոտի (II) օքսիդի ստացումը պղնձի տաշեղների (կամ լարերի) և նոսր ազոտական թթվի փոխազդեցությամբ. Վյուրցի սրվակում տեղավորել **պղնձի տաշեղներ** (կտորտանք) (~3,5 գ) այնպիսի հաշվարկով, որ մոտավոր ստացվի 1 լ **NO**: Սրվակի մեջ լցնել 1,2 տեսակարար զանգվածով **ազոտական թթու**: Թթվի կոնցենտրացիան չպետք է գերազանցի նշվածը, այլապես կստացվի **ազոտի բարձրարժեք (IV) օքսիդ**: Փորձը կատարել և ստացված գազերը մաքրել 6.26. փորձում նշված ձևով:

Կաթեցնող ձագարից Վյուրցի սրվակում **պղնձի** վրա կաթիլներով ավելացնել **ազոտական թթու** և ռեակցիան արագացնելու համար թույլ տաքացնել:

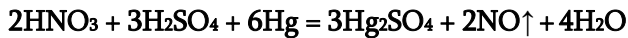


Սկզբում կհայտնվի **գորշ գազ**.



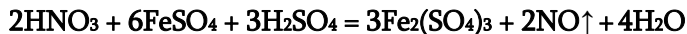
Գազերը մաքրելուց հետո **NO**-ն հավաքել:

6.29. Մաքուր ազոտի (II) օքսիդի ստացումը սնդիկի և ազոտական ու ծծմբական թթուների խառնուրդի փոխազդեցությամբ. փորձը կատարել նույն ձևով, ինչ նախորդ փորձերում, միայն այն տարբերությամբ, որ Վյուրցի անոթի մեջ լցնել **ծծմբական թթու** և **սնդիկ**, իսկ կաթեցնող ձագարի մեջ՝ **ազոտական թթու**: Ազոտական թթուն կաթեցնելիս տեղի է ունենում հետևյալ փոխազդեցությունը.



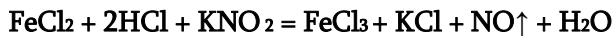
Այդ դեպքում սնդիկը օքսիդանում է մինչև **+1** օքսիդացման աստիճանի, իսկ ազոտի բարձր օքսիդացման աստիճանով օքսիդները կամ դրանց միացությունները վերականգնվում են մինչև **NO**:

6.30. Ազոտի (II) օքսիդի ստացումը Բերտոլյի եղանակով. երկաթի (II) սուլֆատի տաք, ծծմբական թթվով թթվեցրած լուծույթի վրա ազոտական թթու ավելացնելիս տեղի է ունենում հետևյալ փոխազդեցությունը.



Երկաթի (II) սուլֆատի լուծույթը և **ծծմբական թթուն** լցնել Վյուրցի անոթի մեջ, իսկ **ազոտական թթուն**՝ կաթեցնող ձագարի մեջ: Անոթը տաքացնել, իսկ երբ անոթի պարունակությունը սկսի եռալ, կաթեցնել **ազոտական թթուն**: Անջատվող **NO**-ն կլանվում է **երկաթի (II) սուլֆատի** կողմից՝ փոխարկվելով **գորշ Fe(NO)SO₄** միացության: Հետագա տաքացման ժամանակ նշված միացությունը քայքայվում է՝ անջատելով **NO**:

6.31. Ազոտի (II) օքսիդի ստացումը նիտրիտները երկաթի (II) աղերով վերականգնելով. Վյուրցի անոթում գտվող **երկաթի (II) քլորիդի և աղաթթվի** լուծույթների վրա կաթեցնող ձագարից լցնել **կալիումի նիտրիտի** խիտ լուծույթ: **Ազոտի (II) օքսիդն** առաջանում է ըստ հետևյալ հավասարման.



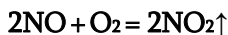
Երկաթի (II) քլորիդի և աղաթթվի լուծույթների փոխարեն կարելի է օգտագործել **երկաթի (II) սուլֆատի և ծծմբական թթվի** լուծույթներ՝ ըստ հետևյալ փոխազդեցության.



Եթե փորձանոթում թեթև թթվեցրած **նատրիումի կամ կալիումի նիտրիտի** լուծույթի վրա ավելացնենք թարմ պատրաստված **երկաթի (II) սուլֆատի** խիտ լուծույթ, ապա երկու լուծույթների բաժանման սահմանում կառաջանա

$\text{Fe}(\text{NO})\text{SO}_4$ -ից առաջացած **գորշ օդակ**, որը, ինչպես նշվել է վերևում, տաքացման ժամանակ քայքայվում է՝ **NO-ի** առաջացումով:

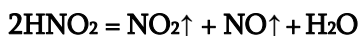
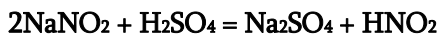
6.32. Ազոտի (II) օքսիդի օքսիդացումը թթվածնով (օդով). գործընթացը տեղի է ունենում սովորական պայմաններում՝ ըստ հետևյալ հավասարման.



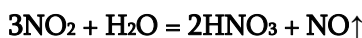
Օդի հետ շփվելիս **ազոտի (II) օքսիդը** օքսիդանում է **գորշ NO₂-ի**: Որպեսզի հավասարակշռությունն ամբողջովին տեղաշարժվի դեպի ձախ, պետք է ջերմաստիճանը բարձրացնել **650 °C** (այդ ջերմաստիճանում **NO-ն** դադարում է **թթվածնի** հետ փոխազդել): **Թթվածնով (օդով) ազոտի (II) օքսիդի** օքսիդացումը **քառաթեք օքսիդի** կարելի է իրականացնել երկու եղանակով:

Առաջին եղանակով պետք է **NO-ով** լցված գլանը ցերեկային լույսի տակ պահել ուղղահայաց, բերանը՝ վերև, և բացել գլանը: Գլանի բերանի մոտ անմիջապես գորշ գույն կհայտնվի: Երկրորդ եղանակով **NO-ի** օքսիդացումը **NO₂-ի** դիտելու համար պլաստիկե թափանցիկ շշի մեջ լցնել **նատրիումի նիտրիտի** խիտ լուծույթ և ավելացնել **ծծմբական թթվի** նոսր լուծույթ: Փակել շշի բերանը: Մի քանի րոպե հետո շշի բերանի մոտ կառաջանա գորշ գույն: Թափահարել շիշը, գորշ գույնը կանհետանա: Մի քանի անգամ նույնը կրկնելիս այլևս գորշ գույն չի առաջանա:

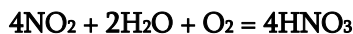
Նատրիումի նիտրիտի և ծծմբական թթվի փոխազդեցությունից առաջանում է **ազոտային թթու**, որն անկայուն է.



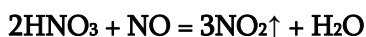
Գորշ գույնը պայմանավորված է **NO₂-ի** առաջացմամբ: Այն անհետանում է շշի թափահարման ժամանակ, քանի որ փոխազդում է ջրի հետ.



Շշի բերանը բացելիս ներս մտած օդն անմիջապես օքսիդացնում է **NO-ն** **NO₂-ի**, որը նորից լուծվում է ջրում, և այսպես շարունակ՝ մինչև **ազոտի (II) օքսիդի** լրիվ ծախսվելը:



6.33. Ազոտի (II) օքսիդի օքսիդացումն ազոտական թթվով. օքսիդացումը տեղի է ունենում ըստ հետևյալ հավասարման.



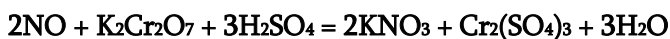
Գործընթացն իրականացնելու համար խիտ **ազոտական թթու** պարունակող լվացող շշով բաց թողնել **NO-ի** հոսք: Շշում նկատվում են **ազոտի (IV) օքսիդի գորշ** գույնի առաջացում և **ազոտական թթվի** գունավորում: **Ազոտական**

թթվի գունավորումը դրա մեջ **ազոտի (IV) օքսիդ** լուծվելիս կախված է **թթվի** կոնցենտրացիայից: Այսպես, **1,32** տեսակարար զանգվածով **թթուն** մնում է **անգույն**, **1,33** տեսակարար զանգվածով **թթուն** գունավորվում է **կապտակա-նաչ** գույնով, **1,41**-ը՝ **դեղին**, իսկ **1,51**-ը՝ **գորշ**:

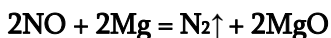
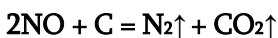
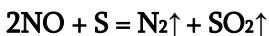
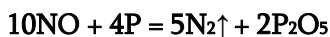
6.34. Ազոտի (II) օքսիդի օքսիդացումը կալիումի պերմանգանատով կամ երկքրոմատով. փորձանոթում **կալիումի պերմանգանատի** կամ **երկքրոմատի** նոսր ծծմբական **թթվով** թթվեցրած նոսր լուծույթներով բաց թողնել **NO**-ի հոսք: Այդ դեպքում **կալիումի պերմանգանատը** վերականգնվում է, իսկ դրան բնութագրական **մանուշակագույնը**՝ անհետանում.



Կալիումի երկքրոմատի դեպքում **նարնջագույնը** փոխարկվում է **Cr (III)**-ին բնութագրական **կանաչ** գույնի.

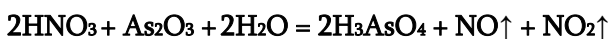


6.35. Ազոտի (II) օքսիդի վերականգնումը տարբեր (P, S, C, Mg) վերականգնիչներով. Եթե նշված նյութերը մետաղյա շերտիկում վառենք և թողնենք՝ մի փոքր այրվի, և մտցնենք **NO** պարունակող անոթի մեջ, ապա դրանք կայրվեն ավելի **վառ** բոցով, քան օդում, քանի որ քայքայվող **NO**-ի ծավալի կեսը կազմում է **թթվածինը**: Համապատասխանաբար տեղի են ունենում հետևյալ փոխազդեցությունները.



Թույլ վառվող **մարխը**, **ծծումբը** և **ֆոսֆորը** զազային **NO**-ի մեջ մտցնելիս մարում են, քանի որ դրանց բոցի ջերմաստիճանը ցածր է **ազոտի (II) օքսիդի** քայքայման ջերմաստիճանից:

6.36. Ազոտի (III) օքսիդի (ազոտային անհիդրիդ) ստացումը արսենային անհիդրիդով՝ ազոտական **թթուն** վերականգնելով. **ազոտական թթվի** ($d=1,2\div 1,35$ գ/սմ³) և **արսենային անհիդրիդի** խառնուրդը տաքացնել ռետորտում ջրային բաղնիքի վրա, իսկ առաջացած զազային խառնուրդը ուղղել սառեցնող խառնուրդում գտնվող ընդունարան.

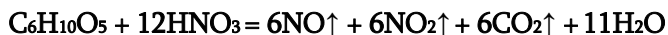


Ազոտի (II) և (IV) օքսիդների խառնուրդը մոտավորապես **-36 °C** սառեցնելիս ստացվում է **մուգ կապույտ ազոտային անհիդրիդ**.

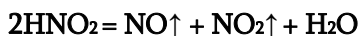
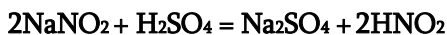


Փորձը պետք է կատարել շատ զգույշ և անպայման քարշիչ պահարանում, քանի որ As_2O_3 -ը շատ թունավոր է:

6.37. Ազոտային անհիդրիդի ստացումը օսլայով՝ ազոտական թթուն վերականգնելով. փորձը կատարել նույն եղանակով և վերցնել նույն խտության ազոտական թթու, ինչ նախորդ փորձում.



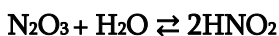
6.38. Ազոտային անհիդրիդի ստացումը նատրիումի նիտրիտից. նատրիումի նիտրիտի լուծույթը նուր Ծծմբական թթվով թթվեցնելիս և խառնուրդը սառեցնելիս նկատվում է կանաչակապտավուն գունավորում, ինչը վկայում է N_2O_3 -ի առաջացման մասին.



N_2O_3 -ը -36°C -ում մուգ կապտամանուշակագույն հեղուկ է: Մինչև -10°C տաքացումը բերում է դրա քայքայմանը ազոտի (II) և (IV) օքսիդների.



0°C -ում ազոտային անհիդրիդի լուծույթը կապույտ է: Դրա լուծելիությունն ուղեկցվում է ազոտային թթվի առաջացումով.

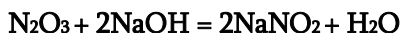


Ազոտային թթվի տաքացումը բերում է դրա քայքայմանը ազոտի (II) օքսիդի և ազոտական թթվի:

Եթե ազոտային անհիդրիդը թթվածնի առկայությամբ լուծվի ջրում, ապա կառաջանա ազոտական թթու.



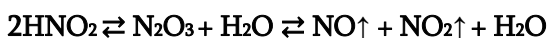
Ազոտային անհիդրիդի փոխազդեցությունը հիմքերի հետ բերում է նիտրիտների առաջացման, օրինակ՝



Դարձելի քայքայման պատճառով շատ ռեակցիաներում հավասար ծավալներով ազոտի (II) և (IV) օքսիդների խառնուրդն իրեն պահում է ինչպես ազոտային անհիդրիդը:

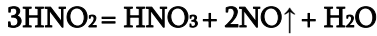
Ազոտային թթվի ստացումը արդեն նշվել է: Ազոտային թթուն հայտնի է միայն սառեցված նուր լուծույթներում, իսկ դրա աղերը՝ նիտրիտները, շատ կայուն են:

Ազոտային թթուն հեշտ տրոհվում է հետևյալ դարձելի ռեակցիայով.



Տրոհման բնույթը որոշվում է ջերմաստիճանով, թթվի կոնցենտրացիայով և այլ գործոններով:

Ազոտային թթվի քայքայման ժամանակ առաջանում են **ազոտական թթու և ազոտի (II) օքսիդ**.



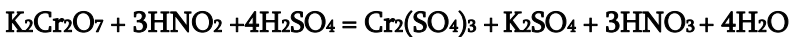
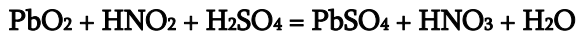
Ազոտային թթուն անկայունության պատճառով քիմիապես շատ ակտիվ է: Դրա թթվային հատկությունները բավականին թույլ են արտահայտված: Ուժով այն չնչին գերազանցում է քացախաթթվին:

Ազոտային թթվի աղերը թունավոր են: Ինչպես թթուն, այնպես էլ դրա աղերը օժտված են ն' օքսիդիչ, և՛ վերականգնիչ հատկություններով:

6.39. Թթվային միջավայրում կալիումի պերմանգանատի վերականգնումը ազոտային թթվով. փորձանոթում ծծմբական թթվով թթվեցրած կալիումի պերմանգանատի նոսր լուծույթին ավելացնել նատրիումի կամ կալիումի նիտրիտի լուծույթ: Տեղի կունենա գունազրկում.



Նույն եղանակով կարելի է կատարել փորձը PbO_2 -ի և $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ -ի առկայությամբ: Համապատասխանաբար տեղի կունենան հետևյալ փոխազդեցությունները.

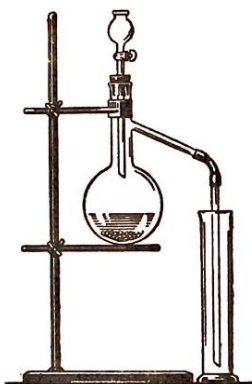


Ազոտային թթվի կամ դրա **աղերի** օքսիդիչ հակությունները բերված են **ամոնիակի և ազոտի (II) օքսիդի** ստացման փորձերում:

6.40. Ազոտի (IV) օքսիդի ստացումը. ազոտի (IV) օքսիդը թունավոր է, այդ պատճառով դրա հետ կապված բոլոր փորձերը պետք է կատարել քարշիչ պահարանում:

ա) Ազոտի (IV) օքսիդ ստանալու համար հավաքել սարքը ըստ նկ.6.13.-ի: Անոթում տեղավորել քիչ քանակությամբ **պղնձի տաշեղներ**, ձագարի մեջ լցնել **5-10 մլ խիտ ազոտական թթու**: Թթուն քիչ քանակներով լցնել անոթի մեջ: Անջատվող **գորշ ազոտի (IV) օքսիդը** հավաքել երեք գլաններում օդի դուրսմղման եղանակով և պահել հետագա փորձերի համար: NO_2 -ը անջատվում է ըստ հետևյալ ռեակցիայի.



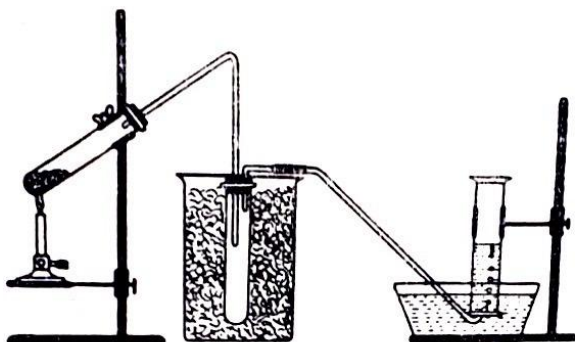


Նկ. 6.13. Օդից ծանր գազերի ստացման սարք

բ) Ազոտի (IV) օքսիդի ստացումը կապարի նիտրատի ջերմային քայքայումով. ռեակցիան տեղի է ունենում ըստ հետևյալ փոխազդեցության.



Անջատվող **թթվածինն** արգելակում է ազոտի ցածրարժեք օքսիդների առաջացումը: Հավաքել սարքը ըստ նկ. 6.14.-ի:



Նկ. 6.14. Հեղուկ NO₂-ի ստացման սարք

Բաժակը լցնել **սառեցնող հեղուկ** (2:1 հարաբերությամբ **սառույց** և **կերակրի աղ**): Ընդունարան ծառայող անոթը պետք է լինի բացարձակապես չոր: Բյուրեղարարը և փորձանոթը լցնել ջրով:

Հավանգում տրորել **5-7 գ կապարի նիտրատ** և խառնել այն **1-2 գ** մաղած մանր **ավազի** հետ: Խառնուրդն ապակյա ձողով լավ խառնել և հախճապակյա թասում չորացնել այրիչի ցածր բոցում մինչև **գորշ գազի** թույլ անջատումը, ապա տեղավորել առաջին փորձանոթում: **Կապարի նիտրատին** ավազն ավելացվում է գազի համաչափ անջատման համար: Տաքացնել առաջին փորձանոթը: Անջատվող **գորշ գազն** ընդունարանում խտանում է **NO₂-ի** և **N₂O₄-ի**

խառնուրդից բաղկացած **գորշ հեղուկի** ձևով: Փորձանոթում մնում է **դեղին կապարի օքսիդ**, իսկ ջրով լցված բյուրեղաբարում գլխիվայր շրջված փորձանոթում հավաքվում է **թթվածին**: Երբ ընդունաբանում հավաքվի մի քիչ հեղուկ, գազատար խողովակը հանել և տաքացումը դադարեցնել:

Եթե անհրաժեշտ է ստանալ շատ մաքուր **ազոտի (IV) օքսիդ**, ապա խտացնող անոթում գտնվող հեղուկով անցկացնել **թթվածնի** հոսք՝ մինչև **դեղին** գույնի առաջացումը:

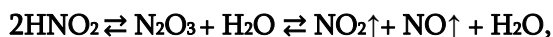
Ազոտի (IV) օքսիդը բնութագրական հոտով, ջերմաստիճանային լայն միջակայքում $2\text{NO}_2 \rightleftharpoons \text{N}_2\text{O}_4$ -ի խառնուրդի ձևով գոյություն ունեցող շատ **թունավոր գազ** է, հետևաբար փորձերը կատարելիս պահպանել անվտանգության կանոնները:

6.41. Ազոտի (IV) օքսիդի և ջրածնի միջև դիֆուզիան. փորձի համար օգտագործվում է նույն տրամագծով և նույն տարողությամբ հաստ պատերով երկու ապակյա գլան: Դրանցից առաջինը, որը լցված է **կապարի նիտրատի** քայքայումից ստացված **ազոտի (IV) օքսիդով**, դնել ուղղահայաց դիրքով, բերանը՝ վերև և ծածկել **ջրածնով** լցված գլանով: Երբ գազային խառնուրդը գույնով կդառնա նույնը, հեռացնել վերևի գլանը, ներքևի գլանը փաթաթել թաց սրբիչով ու մոտեցնել գազայրիչի բոցին: Գազի այրումը վկայում է վերևի գլանից ներքևի գլան **ջրածնի** դիֆուզիայի մասին:

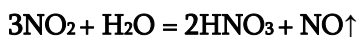
6.42. Ազոտի (IV) օքսիդի լուծելիությունը ջրում. **ազոտի երկօքսիդի (կամ քառօքսիդի)** ջրում լուծելիությունն ուղեկցվում է **ազոտական և ազոտային թթուների** առաջացմամբ.



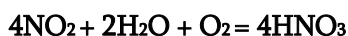
Ազոտային թթուն շատ անկայուն է և արագ քայքայվում է՝ ըստ հետևյալ դարձելի ռեակցիայի.



այդ պատճառով **ազոտի (IV) օքսիդի** լուծելիությունը ջրում ներկայացվում է այսպես.



Եթե **ազոտի (IV) օքսիդի** լուծելիությունը իրականացվի **թթվածնի** առկայությամբ, ապա կստացվի **ազոտական թթու**.



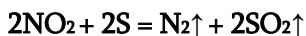
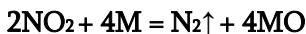
Ազոտական թթվի առկայությունը կարելի է ստուգել բացահայտիչով:

Տաքացման ժամանակ **ազոտի (IV) օքսիդը** քայքայվում է **ազոտի (II) օքսիդի** և **թթվածնի**.



Քայքայումը սկսվում է 150°C -ից և ավարտվում 650°C -ում: Ազոտի (IV) օքսիդն ուժեղ օքսիդիչ է:

6.43. Մետաղների և ոչ մետաղների այրումն ազոտի (IV) օքսիդի միջավայրում. այրումն իրականացվում է հաստ պատերով ապակյա գլաններում: Մագնեզիումը, ցինկն ու պղինձը այրելու համար նախօրոք դրանք տաքացնել $200\text{--}300^\circ\text{C}$, իսկ ծծումբը, ֆոսֆորն ու ածուխը մտցնել NO_2 -ի միջավայր վառվող վիճակում:

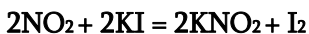


Կալիումը NO_2 -ի միջավայրում այրվում է սառը պայմաններում, իսկ նատրիումը՝ նախօրոք տաքացված վիճակում:

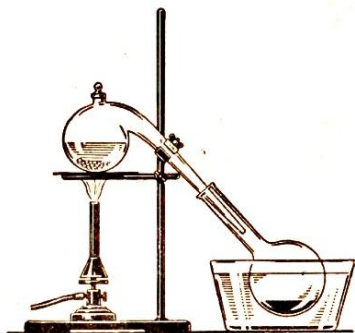
6.44. Ծծմբաջրածնի օքսիդացումն ազոտի (IV) օքսիդով. եթե ազոտի (IV) օքսիդն անցկացվի ծծմբաջրածնի ջրային լուծույթով, ապա լուծույթը ծծմբի առաջացման պատճառով կպղտորվի, միաժամանակ կստացվի ազոտի (II) օքսիդ.



6.45. Կալիումի յոդիդի փոխազդեցությունը NO_2 -ի հետ. յոդ-օսլայական լուծույթով թրջված ֆիլտրի թղթի շերտը պահել ազոտի (IV) օքսիդով լցված սրվակի բերանին: Թուղթը ստանում է կապույտ գույն:

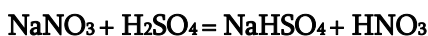


6.46. Ազոտական թթվի ստացումը նատրիումի նիտրատից. ազոտական թթվի հետ բոլոր փորձերը կատարել քարշիչ պահարանում: Հավաքել սարքը ըստ նկ. 6.15.: Ռետորտի մեջ լցնել $15\text{--}20$ գ նատրիումի նիտրատ, ավելացնել խիտ ծծմբական թթու ($d=1,84$ գ/սմ³) այնքան, որ աղը լրիվ ծածկվի: Ռետորտը միացնել ընդունարանին և այն մտցել սառցաջրի մեջ:

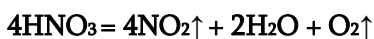


Նկ. 6.15. Ծխացող ազոտական թթվի ստացումը NaNO_3 -ից

Որպեսզի ստացվի **ազոտական թթու**, հարկավոր է ռետորտը տաքացնել **նիտրատի և ծծմբական թթվի** խառնուրդի հետ.



Այդ դեպքում **ջրածնի** երկրորդ իոնը ռեակցիային չի մասնակցում: Որպեսզի այդ իոնը մասնակցի ռեակցիային, հարկավոր է ավելի բարձր ջերմաստիճան, սակայն այդ ջերմաստիճաններում էլ տեղի է ունենում **ազոտական թթվի** բուռն քայքայում:

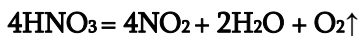


Երբ սկսում է **ազոտական թթվի** անջատումը, ռետորտում և ընդունարանում հայտնվում են **գորշ գույրը**: Դա տեղի է ունենում այն պատճառով, որ խառնուրդում գտնվող **ծծմբական թթվի** ավելցուկը ջուր է պոկում **ազոտական թթվից**, և վերջինս փոխարկվում է **ազոտական անհիդրիդի**, որն էլ իր հերթին քայքայվում է **NO₂-ի** և **O₂-ի**: Երբ ռետորտի պարունակությունը դառնում է հեղուկ և միասեռ, տեղի է ունենում **ազոտական թթվի** անջատում:

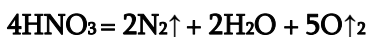
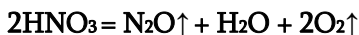
Երբ ընդունարանում հավաքվի **5-10 մլ ազոտական թթու**, փորձը դադարեցնել և պահել թթուն հետագա փորձերի համար:

Նշված եղանակով ստացվում է **ծխացող ազոտական թթու**: Անջուր ազոտական թթուն անգույն ծխացող հեղուկ է:

Սովորական ջերմաստիճանում **ազոտական թթուն** լույսի ազդեցությամբ քայքայվում է:



Ազոտի (IV) օքսիդը, լուծվելով **ազոտական թթվում**, այն դարձնում է **գորշ գույնի**: Այդ պատճառով **խիտ ազոտական թթուն** պահում են մուգ ապակյա տարաներում, մթության մեջ: Տաքացման ժամանակ քայքայումը տեղի է ունենում ավելի խորը՝ **ազոտի (I) օքսիդի** կամ **ազոտի ստացումով**:



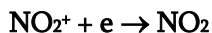
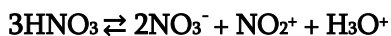
Նոսր ազոտական թթուն լույսի ազդեցությամբ չի քայքայվում: Ազոտական թթուն **ուժեղ հանքային թթու** է, դրա թվացող դիսոցման աստիճանը **25 °C**-ում **0,1** մոլյարանոց լուծույթի համար հավասար է **0,93**, այսինքն՝ տեղի է ունենում գրեթե լրիվ դիսոցում:

Ջրում լուծվում է ցանկացած հարաբերությամբ: Լաբորատոր նպատակների համար օգտագործվում է **HNO₃ - H₂O** համակարգում ազեոտրոպ բաղադրությանը համապատասխանող **86 %-անոց** ազոտական թթու:

Ազոտական թթուն ուժեղ օքսիդիչ է, սակայն նոսրացմանը զուգընթաց դրա օքսիդիչ հատկությունները նվազում են, իսկ թթվայինը՝ աճում: Այդ պատճառով որոշ ակտիվ մետաղների և նոսր ազոտական թթվի փոխազդեցության ժամանակ անջատվում է **ջրածին**: Օրինակ՝ **մանգանի** և **12,5 %-անոց ազոտական թթվի** փոխազդեցության ժամանակ անջատվող գազային խառնուրդը պարունակում է **86 % H₂**, **25 %-անոցի** դեպքում՝ **40 % H₂**, իսկ **50 %-անոցի** դեպքում ջրածին չի պարունակվում:

Ազոտական թթվի վերականգման աստիճանը կախված է կոնցենտրացիայից և վերականգնիչի ակտիվությունից: Ինչքան նոսր է ազոտական թթուն, այնքան խորն է ընթանում դրա վերականգնումը:

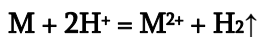
Ջրածնից աջ գտնվող **ակտիվ մետաղները** խիտ ազոտական թթուն վերականգնում են մինչև **NO₂**, այսինքն՝ մետաղների և խիտ ազոտական թթվի փոխազդեցությունը կախված չէ մետաղի ակտիվությունից: Պատճառն այն է, որ խիտ ազոտական թթվի ինքնադիսոլյուցման հետևանքով անջատվում է **NO₂⁺**, որն էլ օքսիդիչ է:



Կախված մետաղի բնույթից՝ նոսր (**3-20 %**) ազոտական թթուն կարող է վերականգնվել ջրում վատ լուծվող գազերի՝ **N₂**, **N₂O**, **NO**, **H₂** կամ **ամոնիում իոնի**:

Ակտիվ մետաղները (Zn, Mg, Ca և այլն) միջին խտության ազոտական թթուն վերականգնում են մինչև **NO**, իսկ շատ նոսրը՝ մինչև **NH₄⁺** իոնի, բացառություն է **կոբալտը**, որը ազոտական թթուն վերականգնում է **N₂-ի**: Մաքուր **երկաթը, քրոմը, ալյումինը** խիտ ազոտական թթվում չեն լուծվում պասիվացման պատճառով:

Ապացուցված է, որ **մանգանի ու թալիումի** և **10-20 %-անոց ազոտական թթվի** փոխազդեցությունից առաջանում են գազային խառնուրդներ (**N₂**, **N₂O**, **NO**, **H₂**), որոնցում **ջրածնի** պարունակությունը մինչև **86 %** է, այսինքն՝ կարելի է ասել, որ այդ մետաղները նոսր ազոտական թթվի հետ փոխազդում են հետևյալ գերակշռող ռեակցիայով.



Մետաղների և խիտ ազոտական թթվի փոխազդեցության ժամանակ առաջանում է համապատասխան **մետաղի օքսիդը** կամ համապատասխան **նիտրատը** (եթե օքսիդը լուծվում է ազոտական թթվում): Շատ ոչ մետաղներ ազոտական թթուն վերականգնում են մինչև **NO**:

6.47. Ագոտական թթվի փոխազդեցությունը մետաղների հետ. որոշ մետաղների և ագոտական թթվի փոխազդեցությանը ծանոթացանք ագոտի թթվածնային միացությունների ստացման փորձերում:

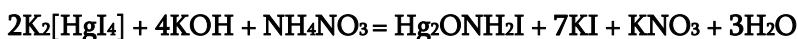
ա) Հախճապակե թասի մեջ 1գ արծաթի վրա ավելացնել **1,2 գ/սմ³** տեսակարար զանգվածով **ագոտական թթու** և տաքացնել էլեկտրական սալիկի վրա: Տեղի է ունենում հետևյալ փոխազդեցությունը.



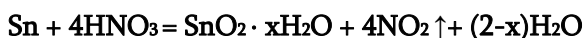
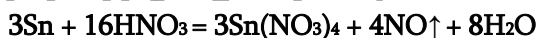
Արծաթը լուծելիս անջատվում է **գորշ ագոտի (IV) օքսիդ**, որը ստացվում է **օդի թթվածնով NO-ի** օքսիդացման արդյունքում:

Լուծույթի գոլորշիացման ժամանակ ստացվում են **արծաթի նիտրատի սպաստիկ սպիտակ բյուրեղներ**: Եթե բյուրեղները թորած ջրից վերաբյուրեղացվի, ապա կարելի է ստանալ մաքուր **արծաթի նիտրատ**, որի հետ պետք է զգույշ վարվել, քանի որ այն մաշկի վրա առաջացնում է այրվածքներ և քայքայում է հյուսվածքները:

բ) Փորձանոթում վերցնել **անագի** մի փոքր կտոր և վրան ավելացնել շատ **նոսր ագոտական թթու**: Մի քանի րոպե լուծույթը թափահարել, այնուհետև այն բաժանել չեակցված մետաղից և Նեսսլերի ազդանյութով լուծույթում հաստատել **NH₄⁺** իոնի առկայությունը.



Ստուգել **անագի** լուծելիությունը **խիտ ագոտական թթվում** սառը և տաք պայմաններում: Ջերմաստիճանից կախված՝ կստացվեն տարբեր արգասիքներ. սառը պայմաններում կստացվի **անագի (IV) նիտրատ**, իսկ տաքացման ժամանակ՝ **β անագական թթվի սպիտակ նստվածք**.



գ) Հղկաթղթով լավ մաքրված **երկաթի թիթեղը** (կամ մեխը) զցել փորձանոթում գտնվող **նոսր ագոտական թթվի** մեջ և լավ թափահարել: Նկատվում է **գազի** անջատում: Գազի գոլորշիներում պահել թրջված կարմիր լակմուսի թուղթ, այն կկապտի, որը ցույց է տալիս, որ անջատվող գազը **NH₃** է.



Ամոնիումի իոնը լուծույթում ստեղծում է վերականգնիչ միջավայր, այդ պատճառով ստացվում է մետաղի ցածր օքսիդացման աստիճանով աղ:

Նույն ձևով փորձել **երկաթի** լուծելիությունը միջին խտության (**d=1,2 գ/սմ³**) **ագոտական թթվում**: Սկզբում կնկատվի մետաղի մակերևույթի սևացում, այնուհետև մետաղը կլուծվի՝ անջատելով **NO₂**.

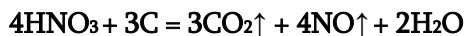


Ծխացող ազոտական թթվի դեպքում ռեակցիա տեղի չի ունենում, որի պատճառը մետաղի մակերևույթի պասիվացումն է (առաջանում է օքսիդի նուրբ թաղանթ):

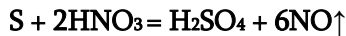
Պասիվացման արդյունքում մետաղի օքսիդացման պոտենցիալը կտրուկ մեծանում է, և մետաղը փոխում է իր տեղը լարվածության շարքում: Պասիվացված երկաթի թիթեղը այլևս չի լուծվում ազոտական և ծծմբական նոսր թթուներում: Պաշտպանիչ թաղանթը հեռացնելու համար պասիվացված թիթեղը լվանալ ջրով, չորացնել և հղկաթղթով մաքրել մակերևույթը: Երկաթի փոխարեն կարելի է պասիվացնել ալյումինը, քրոմը և այլ մետաղներ:

6.48. Ազոտական թթվի փոխազդեցությունը ոչ մետաղների հետ.

ա) Փորձանոթը ամրացնել ամրակալին, տակը դնել ավազով լցված հախճապակե թաս: Փորձանոթի մեջ լցնել **5 մլ ծխացող ազոտական թթու** և տաքացնել մինչև եռալը: Ունեւիով բռնել **փայտածխի** փոքր կտոր, շիկացնել այրիչի բոցում և գցել **եռացող ազոտական թթվի** մեջ: Մարմրող **ածուխը**, ընկնելով թթվի մեջ, անմիջապես բոցավառվում է.



բ) Թասի մեջ լցնել **ծխացող ազոտական թթու** և տաքացնել, ապա ավելացնել քիչ քանակով **ծծումբ**: Վերջինը աստիճանաբար օքսիդանում է մինչև **ծծմբական թթու**:

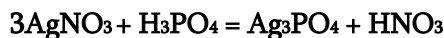


Լուծույթը սառելուց հետո այն տեղափոխել փորձանոթի մեջ և **բարիումի լուծելի աղի** լուծույթով ստուգել **ծծմբական թթվի** առկայությունը:

գ) Նույն ձևով փորձը կատարել **կարմիր ֆոսֆորի** հետ: **Ֆոսֆորն** ազոտական թթվով օքսիդանում է մինչև **օրթոֆոսֆորական թթու**.



Ստացված **օրթոֆոսֆորական թթվի** առկայությունը ստուգել **արծաթի նիտրատի** լուծույթով: Կստացվի **դեղին նստվածք**.

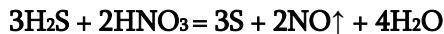


6.49. Ազոտական թթվի փոխազդեցությունը բարդ նյութերի հետ.

ա) Փորձանոթում ստանալ **կապարի սուլֆիդ կապարի լուծելի աղի** և **լուծելի սուլֆիդի** կամ **H₂S-ի** փոխազդեցությամբ, նստվածքը պարզվածքագտել, լվանալ թորած ջրով և ավելացնել **խիտ ազոտական թթու**: Կապարի սև **սուլֆիդը** կլուծվի՝ անջատելով **գորշ գազ**.



բ) Փորձանոթում տաքացնել **նոսր ազոտական թթու** և անցկացնել **ծծմբաջրածնի** հոսք: Նկատվում են **ծծմբի նստվածքի** առաջացում և **գազի** անջատում.



6.50. Ազոտական թթվի փոխազդեցությունն օրգանական նյութերի հետ.

ա) Հաստ պատերով ապակյա բաժակի մեջ **2-3 սմ** շերտով ավազ լցնել: Հախճապակե թասի մեջ լցնել հավասար ծավալներով (**5-10 մլ**) **ազոտական և ծծմբական թթուների խիտ** լուծույթներ: Թասը բռնիչով զգուշորեն իջեցնել ավազով բաժակի մեջ: Թասի մեջ կաթոցիկով կաթիլ-կաթիլ ավելացնել **բենեկ-նայուղ (սկիպիդար)**: Թասի մեջ ընկնող կաթիլները բռնկվում են և այրվում՝ անջատելով **մրախատը ծուխ** (նկ. 6.16.): Բռնկումն ուղեկցվում է ճայթյունով.

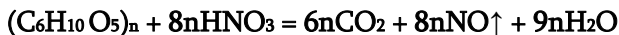


Ծծմբական թթուն կատարում է ջուր կլանողի դեր:



Նկ. 6.16. Բենեկնայուղի այրումն ազոտական թթվում

բ) Ամրակալին տեղադրել **5-10 մլ ծխացող ազոտական թթու** պարունակող փորձանոթ, տակը դնել ավազով լցված հախճապակե թաս: Փորձանոթը տաքացնել մինչև **ազոտական թթվի** եռալը և բռնիչով դրա մեջ գցել **փայտի տաշեղ**: Որոշ ժամանակ անց նկատվում է տաշեղի անհետացում, իսկ լուծույթի գույնը մնում է անփոփոխ.

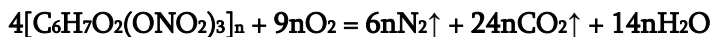


գ) Բաժակի մեջ զգուշորեն խառնել **15 մլ ազոտական և 10 մլ ծծմբական թթուների խիտ** լուծույթներ: **0,3 գ** բամբակը **10-15 րոպե** պահել ստացված խառնուրդում: Ազոտական թթուն փոխազդում է **բամբակի** հետ՝ ցուցաբերելով նիտրացնող հատկություն, իսկ **ծծմբական թթուն** ջուր կլանող է: Խառնուրդը հայտնի է «**նիտրացնող խառնուրդ**» անվամբ:



Ստացված արգասիքն անվանվում է **«հրաբամբակ»** (պիրոքսիլին)՝ **անծուխ վառող** (եռնիտրոքջանյութ)։

Ապակե ձողով բամբակը զգույշ հանել, մի քանի անգամ լվանալ և չորացնել սենյակային ջերմաստիճանում։ Այն շատ անկայուն է ու արտաքին որոշակի ազդակներից (հարված, ջերմաստիճան, դետոնացիա) բռնկվում է.



Կարելի է փոքր քանակությամբ չորացված հրաբամբակն այրել պարզած ձեռքի ափի մեջ։ Այրումը տեղի է ունենում այնպիսի արագությամբ, որ ձեռքն անջատված ջերմությունը չի զգում։

Առավել ուժեղ օքսիդիչ հատկությունով օժտված է **երեք ծավալ խիտ աղաթթվի և մեկ ծավալ խիտ ազոտական թթվի** խառնուրդը՝ **«արքայաջուր»**։ Այդ լուծույթի օքսիդիչ հատկությունը պայմանավորված է **ատոմային քլորի** առկայությամբ, որն առաջանում է երկու թթուների փոխազդեցությունից և **նիտրոզիլ քլորիդի** քայքայումից.



Նիտրոզիլ քլորիդը օժտված է օքսիդիչ հատկությամբ և միջանկյալ արգասիք է։

6.51. Փորձանոթում ստանալ սնդիկի սուլֆիդ՝ սնդիկի նիտրատի և լուծելի սուլֆիդների կամ ծծմբաջրածնի փոխազդեցությամբ։ Նստվածքը լվանալ և ավելացնել **արքայաջուր**։ **Սնդիկի սև նստվածքը** կլուծվի։ Արքայաջուրը ոչ միայն օքսիդացնում է սուլֆիդ իոնները **HgS-ի** մակերևույթին, այլ կապում է **Hg²⁺** իոնները կայուն կոմպլեքսում.

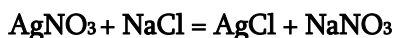


«Արքայաջուրում» լուծվում են նաև **ոսկին և պլատինը**.

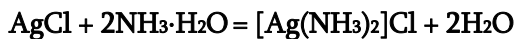


6.52. Ազոտական թթվի անսովոր վարքը.

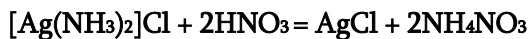
Միշտ չէ, որ **ազոտական թթուն** ցուցաբերում է օքսիդիչ հատկություն։ Համոզվելու համար կատարել հետևյալ փորձը։ Փորձանոթի ծավալի $\frac{1}{4}$ -ի չափով լցնել **արծաթի նիտրատի** լուծույթ և ավելացնել **նատրիումի քլորիդի** լուծույթ։ Կնստի **սպիտակ կաթնաշոռ** հիշեցնող **նստվածք**.



Նստվածքն անջատել պարզվածքագտումով ու ավելացնել **ամոնիակի** լուծույթ։ Նստվածքը լրիվ կլուծվի.



Ստացված թափանցիկ լուծույթին ավելացնել մի քանի կաթիլ **նոսր ազոտական թթու**: Նորից կառաջանա **արծաթի քլորիդի սպիտակ նստվածք**.



Ազոտական թթուն հանդես է գալիս ոչ թե որպես օքսիդիչ, այլ արագացնում է արծաթի կոմպլեքս իոնի քայքայումը:

6.53. Ազոտական թթվի աղերի քայքայումը. ազոտական թթվի աղերը՝ **նիտրատները**, կարելի է ստանալ մետաղների, **մետաղների օքսիդների**, սուլֆիդների կամ կարբոնատների և **ազոտական թթվի** փոխազդեցությամբ (թույլ տաքացում): **Նիտրատները** ջրում լավ լուծվում են: Սովորական պայմաններում կայուն են ինչպես պինդ վիճակում, այնպես էլ ջրային լուծույթներում:

Նիտրատները տաքացման ժամանակ հեշտությամբ քայքայվում են՝ անջատելով **թթվածին**, այսինքն՝ բարձր ջերմաստիճաններում դրանք ուժեղ օքսիդիչներ են: Նիտրատները, ըստ քայքայման արգասիքների, կարելի է դասակարգել երեք խմբի:

ա) Նիտրատներ, որոնց քայքայման ժամանակ ներմուլեկուլային օքսիդավերականգման արդյունքում առաջանում են նիտրիտ և թթվածին: Պատմականորեն այդ խմբին դասվում էին **ալկալիական մետաղների նիտրատները**: Սակայն իրականում նշված արգասիքների առաջացումով քայքայվում է միայն կալիումի նիտրատը:



Պատճառն այն է, որ մնացած ալկալիական մետաղների նիտրիտները նիտրատների քայքայման ջերմաստիճանում անկայուն են (աղ. 6.3.).

Աղյուսակ 6.3.

Ալկալիական մետաղների նիտրատների և նիտրիտների քայքայման ջերմաստիճանները.

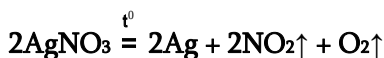
Մե- տաղ M	MNO ₃		MNO ₂	
	t _{հալ}	T _{քայ}	t _{հալ}	T _{քայ}
Li	253	470	223	330
Na	310	530	271	320
K	333	530	440	580
Rb	313	550	-	-
Cs	414	580	-	-

բ) Նիտրատներ, որոնց քայքայման ժամանակ ստացվում են օքսիդներ, ազոտի (IV) օքսիդ և թթվածին: Այդ խմբին պատկանում են բոլոր նիտրատները, բացառությամբ կալիումի և թանկարժեք մետաղների նիտրատների.



Այսինքն՝ այդ նիտրատների քայքայման ջերմաստիճանում նիտրիտները կայուն չեն, այլ կայուն են օքսիդները:

գ) Նիտրատներ, որոնց քայքայման ժամանակ ստացվում են մետաղ, ազոտի (IV) օքսիդ և թթվածին, այսինքն՝ դրանց քայքայման ջերմաստիճանում անկայուն են և՛ նիտրիտները, և՛ օքսիդները, օրինակ՝

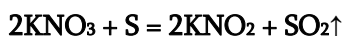
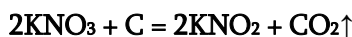


6.54. Այրվող մակագրություն. թղթի վրա որևէ նկարի եզրագիծը նշել նախօրոք պատրաստված կալիումի նիտրատի խիտ լուծույթով (15 մլ տաք ջրում խառնելով լուծել 20 գ KNO_3): Վրձնի օգնությամբ գծել նկարի եզրագծի վրա այնպես, որ բաց տեղ չմնա: Թուղթը չորանալուց հետո այրվող լուցկին մոտեցնել նկարի որևէ կետի: Անմիջապես կնկատվի կայծի առաջացում, որը դանդաղ կշարժվի նկարի ամբողջ եզրագծով.



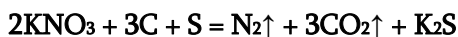
Կալիումի նիտրատը քայքայվում է՝ անջատելով ատոմար թթվածին, որը՝ որպես ուժեղ օքսիդիչ, այրում է թուղթը և ածխացնում այն: Անջատված ջերմությունից էլ քայքայվում են կալիումի նիտրատի հարևան բաժինները:

6.55. Հալված կալիումի նիտրատում ածխի և ծծմբի այրումը. մեծ փորձանոթը ուղղահայաց ամրացնել ամրակալին, մեջը լցնել $\frac{3}{4}$ -ի չափով KNO_3 : Փորձանոթի տակ դնել ավազով լցված հախճապակե թաս և պարունակությունը հալել: Հենց որ հեղուկից սկսեն գազի պղպջակներ դուրս գալ, մեջը գցել մարմրող փայտի կամ ածխի կտոր: Այն կայրվի թռչկոտելով, երբեմն էլ դուրս շարտվելով: Երբ ածխի այրումը մոտենա ավարտին, փորձանոթի մեջ գցել ծծմբի մի փոքր կտոր: Վերջինս անմիջապես բռնկվում է և այրվում բաց մանուշակագույն բոցով: Անջատվող ջերմության պատճառով երբեմն փորձանոթը հալվում է.



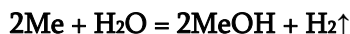
6.56. Սև վառողի այրումն օդում. սև վառողը 75% KNO_3 , 10% S, 15% C-ի խառնուրդ է: Հալանգում առանձին-առանձին լավ մանրացնել 7,5 գ KNO_3 , 1 գ

S, 1,5 գ C և թղթի վրա լավ խառնել: Խառնել շատ զգույշ, առանց սեղմելու, փայտե ձողով կամ թղթով: Ստացված **վառողը** լցնել մետաղյա թիթեղի վրա և վառել երկար մարմրող մարխով: Վառողն արագ այրվում է **սլայթյունով**՝ արձակելով մեծ քանակությամբ **խիտ ծուխ**.



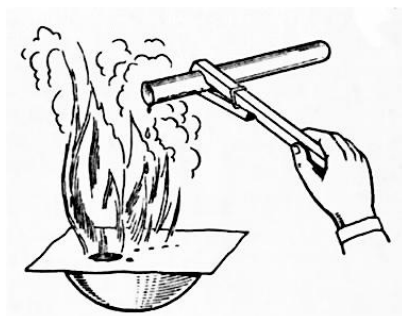
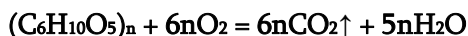
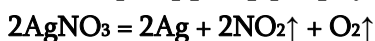
Բերված է տեղի ունեցող փոխազդեցության պարզ հավասարումը, սակայն բացի նշված արգասիքներից՝ առաջանում են նաև CO , K_2CO_3 , K_2SO_4 , K_2S_2 , և քանի որ առկա է խոնավություն, նաև՝ H_2S :

6.57. Մև վառողի այրումը ջրով. վերը նշված եղանակով պատրաստել **սև վառող** և բլրակի ձևով լցնել մետաղե թիթեղի վրա: Բլրակի գագաթին փոքր փոսիկ անել և դրա մեջ դնել մետաղական կալիումի կամ նատրիումի՝ ցորենի հատիկի չափ կտոր, ապա մետաղի վրա կաթեցնել մի երկու կաթիլ ջուր: Մետաղը, փոխազդելով ջրի հետ, բոցավառվում է՝ անջատելով ջերմություն.



Անջատված ջերմության հաշվին վառողը բռնկվում է:

6.58. Հալված արծաթի նիտրատի և ֆիլտրի թղթի փոխազդեցությունը. հախճապակե թասը ծածկել **ֆիլտրի թղթով**: Փորձանոթում վերցնել **0,5-1 գ արծաթի նիտրատ** և տաքացնել: **218 °C**-ում աղը հալվում է՝ փոխարկվելով թեթև **կանաչագույն հեղուկի**: Հալված **արծաթի նիտրատը** լցնել **ֆիլտրի թղթի** վրա. այն անմիջապես բռնկվում է (նկ. 6.17.): Հալված աղը, ընկնելով թասի մեջ, սառում է վերականգնված **արծաթի մոխրագույն զանգվածի** տեսքով:

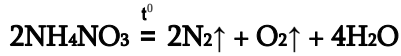


Նկ. 6.17. Հալված AgNO_3 -ի փոխազդեցությունը ֆիլտրի թղթի հետ

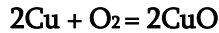
6.59. Ամոնիումի նիտրատի և պղնձի փոշու փոխազդեցությունը. հախճապակե սանդուղ խառնել **7 գ** մանրադիսպերս **պղնձի փոշի** և **15 գ ամոնիումի նիտրատ**: Խառնուրդը լավ տրորել, բլրակի ձևով լցնել հախճապակե սա-

լիկի վրա և այրել գազայրիչով: Առաջանում է **խիտ ծխի սյուն**, խառնուրդը տեղ-տեղ շիկանում է մինչև կարմրելը, բայց գործնականում բոց չի երևում: Խառնուրդի այրումից հետո մնում է **սև պղնձի (II) օքսիդ**:

Ամոնիումի նիտրատը բարձր ջերմաստիճանում (**600 °C**) քայքայվում է.



Պղինձը փոխազդում է անջատված **թթվածնի** հետ.



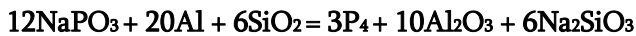
Սպիտակ ծուխն արդյունք է անջատված գազերի՝ ազոտի և ջրային գոլորշու, որոնք իրենց հետ տանում են ամոնիումի նիտրատի չքայքայված մասնիկներ:

Ջրային լուծույթներում նիտրատներն օքսիդիչ հատկություն չեն ցուցաբերում և կարող են վերականգնվել միայն շատ ուժեղ վերականգնիչներով (բերված է ամոնիակի ստացման բաժնում):

Ֆոսֆոր - Սպիտակ ֆոսֆորի հետ բոլոր փորձերը կատարել քարշիչ պահարանում: Պետք է հաշվի առնել, որ **սպիտակ ֆոսֆորը** և դրա գոլորշիները թունավոր են: Մաշկի հետ շփվելիս առաջացնում են ցավոտ և դժվար բուժվող վերքեր: Հասուն մարդու համար **0,1 գ**-ը մահացու չափաբաժին է:

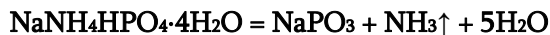
6.60. Սպիտակ ֆոսֆորի ստացումը նատրիումի մետաֆոսֆատի վերականգնումով. վերականգնումն իրականացվում է **25 սմ** երկարությամբ և **1,5 սմ** տրամագծով դժվարահալ ապակյա խողովակում: Խողովակի մի ծայրը միացնել ջրածնի աղբյուրին (Կիպի սարք), իսկ մյուս ծայրը՝ գազատար խողովակին, որը մտցված է ջրով լցված բյուրեղարարի մեջ:

Խողովակի մեջ լցնել **1** կշռամաս **NaPO₃**-ից, **3** կշռամաս **SiO₂**-ից և **0,5** կշռամաս **այրումինի** փոշուց բաղկացած խառնուրդ: **Ջրածնի** ուժեղ հոսքով խողովակից հեռացնել օդը և, համոզվելով դուրս եկող ջրածնի մաքրության մեջ, խողովակը շիկացնել այրիչով: Անջատվող **ֆոսֆորը** թորվում է և գնդիկների ձևով խտանում բյուրեղարարում:



Փորձը վերջացնելուց հետո սարքը հավաքել միայն ջրածնի լրիվ սառելուց հետո: Ստացված **սպիտակ ֆոսֆորը** պահել ջրով լցված անոթում:

Նատրիումի մետաֆոսֆատ կարելի է ստանալ **նատրիում ամոնիումային հիդրոֆոսֆատի** շիկացումով.

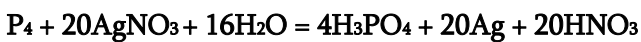


6.61. Սպիտակ ֆոսֆորի ստացումը կարմիր ֆոսֆորից. փորձը կատարվում է **7-20 սմ** երկարությամբ և **1,5 սմ** տրամագծով փորձանոթում՝ **ածխածնի**

(IV) **օքսիդի** միջավայրում: Ամրակալին հորիզոնական դիրքով ամրացված փորձանոթում տեղավորել **0,3-0,5 գ չոր, կարմիր ֆոսֆոր** այնպես, որ փորձանոթի պատերը մնան մաքուր: Փորձանոթը ոչ ամուր փակել զազատար խողովակ ունեցող խցանով՝ ծայրը գրեթե հասցնելով փորձանոթի հատակին: Կիպի սարքից փորձանոթի մեջ լցնել **ածխաթթու գազ** (ստուգումը նայել **CO₂**-ի բաժնում), որից հետո զազատար խողովակն այնպես տեղաշարժել, որ **5-6 սմ** մնա փորձանոթում:

Փորձանոթի այն մասը, որտեղ գտնվում է **կարմիր ֆոսֆորը**, թույլ տաքացնել: Նկատվում է **կարմիր ֆոսֆորի** գոլորշիացում, և փորձանոթի սառը պատերին նստում են սպիտակ ֆոսֆորի կաթիլներ: Փորձն ավարտելուց հետո փորձանոթը սառեցնել **ածխաթթու գազով**: Մատով մեկ-երկու անգամ թեթևակի խփել փորձանոթին սպիտակ ֆոսֆորի արագ բյուրեղացման համար: Մառչելուց հետո փորձանոթը դնել **50 °C** ջրով բաժակի մեջ: **Ֆոսֆորը** հալվում է և հալաքվում փորձանոթի հատակին: Երբ ամբողջ զանգվածը պնդանա, այն ջրի շիթով հանել փորձանոթից և պահել նախկին փորձի նման:

Փորձանոթում **ֆոսֆորի** մնացորդը չեզոքացնել **արծաթի նիտրատի 10 %-անոց** լուծույթով.



Չեզոքացման համար կարելի է օգտագործել նաև **CuSO₄**-ի և **KMnO₄**-ի լուծույթներ.



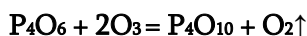
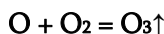
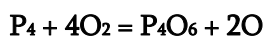
6.62. Սպիտակ ֆոսֆորի տեսակարար զանգվածի որոշումը. **10 °C**-ում **սպիտակ ֆոսֆորի** տեսակարար զանգվածը **1,83 գ/սմ³** է: Փորձը թույլ է տալիս համոզվելու, որ սպիտակ ֆոսֆորը ծանր է ջրից և թեթև խիտ ծծմբական թթվից:

Փորձանոթի մեջ լցնել քիչ քանակությամբ թորած ջուր և մեջը գցել **սպիտակ ֆոսֆորի** մի փոքր կտոր. այն կսուզվի: Մինչև փորձանոթի հատակը հասնող նեղ վզիկով ձագարի օգնությամբ փորձանոթին ավելացնել **խիտ ծծմբական թթու** (**d=1,84 գ/սմ³**), ապա ձագարը հանել այնպես, որ հեղուկը չխառնվի: **Ֆոսֆորն** անմիջապես կբարձրանա և կսկսի լողալ՝ հեղուկի մակերևույթին հավելելով, ջրում **ծծմբական թթվի** լուծվելու ժամանակ անջատված ջերմության հաշվին: Փորձն ավարտելուց հետո փորձանոթը սառեցնել սառը ջրի շիթով այնքան ժամանակ, մինչև ամբողջ **ֆոսֆորը** պնդանա:

Նույն փորձը **կարմիր ֆոսֆորի** հետ կատարելիս նկատվում է, որ այն սուզվում է ինչպես ջրում, այնպես էլ **խիտ ծծմբական թթվում**, քանի որ դրա տեսակարար զանգվածը (**2,16 գ/սմ³**) մեծ է ինչպես ջրի, այնպես էլ խիտ ծծմբական թթվի տեսակարար զանգվածներից:

6.63. Սպիտակ ֆոսֆորի լուսարձակումը. սպիտակ ֆոսֆորը դանդաղ օքսիդացման պատճառով լուսարձակում է (այդտեղից էլ անվանումը՝ լուսակիր), որը տեղի է ունենում նաև սովորական ջերմաստիճանում: Սառը լուսարձակման երևույթն անվանվում է **ֆոսֆորափայլում (ֆոսֆորեսցենտում)**:

Ֆոսֆորի լուսարձակումը բացատրվում է օդի՝ **թթվածնով** օքսիդացման ժամանակ լույսի անջատումով, սակայն ոչ ջերմության անջատումով, **ֆոսֆորի** գոլորշիների՝ մինչև **ֆոսֆորային և ֆոսֆորական անհիդրիդներ** օքսիդացմամբ: Այդ ժամանակ անջատվում է **օզոն**, իսկ շուրջը եղած օդն իոնացվում է.



Լուսարձակման պատճառ է միջանկյալ անկայուն **PO**-ի առաջացումը: Ֆոսֆորափայլումը կախված է ջերմաստիճանից և թթվածնի կոնցենտրացիայից: Սովորական ճնշման տակ **10 °C**-ում ֆոսֆորափայլումը թույլ է տեղի ունենում, իսկ օդի բացակայության դեպքում՝ ընդհանրապես տեղի չի ունենում:

Քիմիական էներգիայի փոխարկումը լուսայինի անվանվում է քիմիալուսարձակում (քեմիլյումինեսցենտում):

Եթե ջրով բաժակի մեջ գցենք մի կտոր **սպիտակ ֆոսֆոր** այնպես, որ այն ամբողջովին չծածկվի ջրով, ապա անմիջապես կնկատվի **կանաչագույն լուսարձակում**: Այդ դեպքում **խոնավ ֆոսֆորը** դանդաղ օքսիդանում է, սակայն չի բոցավառվում, քանի որ ջրի ջերմաստիճանը ցածր է **ֆոսֆորի** բոցավառման ջերմաստիճանից:

Անոթի մեջ գտնվող ապակյա բամբակի վրա տեղավորել **սպիտակ ֆոսֆորի** մի կտոր և գազատար խողովակն իջեցնել անոթի հատակին գտնվող ապակյա բամբակի տակ: Անոթը լցնել **ածխաթթու գազով**, այնուհետև այն թեթև տաքացնել՝ իջեցնելով տաք ջրով բաժակի մեջ: Մթության մեջ կնկատվի աղոտ, սառը, **կանաչագույն բոց**:

Սառը բոցի առաջացումը բացատրվում է հետևյալ ձևով. անոթից դուրս եկող **ածխաթթու գազը** իր հետ տանում է ֆոսֆորի գոլորշիներ, որն անոթի

բերանին օդի հետ շփվելիս բռնկվում է: Անոթում սպիտակ ֆոսֆորը չի բռնկվում, քանի որ գտնվում է ածխաթթու գազի մթնոլորտում:

6.64. Սպիտակ ֆոսֆորի լուսարձակումը կերևա երկար ժամանակ, եթե **ֆոսֆորային մատիտով** գրվի թղթի կամ ստվարաթղթի վրա: **Ֆոսֆորային կավիճ** ստացվում է հեղուկ **սպիտակ ֆոսֆորը** հալված պարաֆինում կամ բնաձարպում (ստեարին) լուծելով: Այդ նպատակով փորձանոթում 1 կշռամաս **չոր սպիտակ ֆոսֆորին** ավելացնել **2 կշռամաս ստեարին կամ պարաֆին**: Փորձանոթը փակել բամբակով և անընդհատ թափահարելով՝ զգուշորեն տաքացնել սպիրտայրոցի վրա: Հալվելուց հետո փորձանոթը սառեցնել սառը ջրի շիթով, այնուհետև ջարդել այն և հանել սառած զանգվածը, փաթաթել թաց թղթով և գրել թղթի կամ ստվարաթղթի վրա (ցանկալի է սև): Գրածը կլուսավորվի:

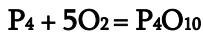
Ֆոսֆորային մատիտի ավելցուկը պահել ջրի տակ: Դրանով սովորական գրատախտակի վրա չգրել, քանի որ հետո գրատախտակին կավճով գրել չի լինում:

6.65. Սպիտակ ֆոսֆորի լուսարձակումը գերչակի (կաստորկա) յուղում. կլորահատակ 1 լ-անոց անոթի մեջ լցնել **200 մլ գերչակի յուղ**, մեջը զցել մի քանի կտոր **սպիտակ ֆոսֆոր**: Անոթը թափահարելով՝ զգուշորեն տաքացնել սպիրտայրոցի վրա, մինչև **ֆոսֆորը** լրիվ լուծվի: Այնուհետև անոթի բերանը փակել բամբակյա խճուճով: Սրվակը պտտեցնել այնպես, որ յուղը տարածվի պատերին: Մթության մեջ գերչակի յուղը սկսում է **խամրած դեղնավուն լույս** արձակել:

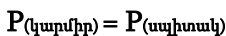
6.66. Սպիտակ ֆոսֆորի լուծելիությունը ծծմբածխածնում. բաժակում լցված **10-15 մլ ծծմբածխածնում** թափահարելով լուծել **սպիտակ ֆոսֆորի** սիսեռի հատիկի չափի 3-4 կտոր: Ֆիլտրի թուղթը թրջել ստացված լուծույթով և բռնիչով պահել օդում: Թուղթը որոշ ժամանակ հետո բոցավառվում է: Պատճառը **ծծմբածխածնի** արագ գոլորշացումն է, որի հետևանքով թղթի վրա մնացած **սպիտակ ֆոսֆորի** նուրբ մանրացված մասնիկները սովորական ջերմաստիճանում արագ օքսիդանում են՝ արձակելով ջերմություն, ինչի հետևանքով թուղթն այրվում է: Լինում են դեպքեր, երբ թուղթը չի այրվում, այլ միայն ածխանում է: Փորձից հետո մնացած լուծույթը լաբորատորիայում չպահել (այն կդառնա հրդեհի պատճառ):

6.67. Սպիտակ ֆոսֆորի այրումը ջրի տակ. մեծ փորձանոթի մեջ կիսով չափ ջուր լցնել և դնել ջրով լված բաժակի մեջ: Փորձանոթի մեջ զցել **սպիտակ ֆոսֆորի**՝ ցորենի հատիկի չափի 2-3 կտոր: Բաժակը տաքացնել մինչև ֆոս-

ֆորի հալվելը (**50-60 °C**): Ստանալ **թթվածին**՝ գազատար խողովակին ամրացնելով ապակե խողովակ և մտցնելով փորձանոթի մեջ այնպես, որ լինի փորձանոթի հատակից **1-1,5 սմ** բարձր: Հենց որ **թթվածինը** շփվի հալված **ֆոսֆորի** հետ, այն կբռնկվի ջրի տակ:



6.68. Սպիտակ ֆոսֆորի փոխարկումը կարմիրի. սպիտակ ֆոսֆորը փոխարկվում է կարմիրի՝ ըստ հետևյալ հավասարման:

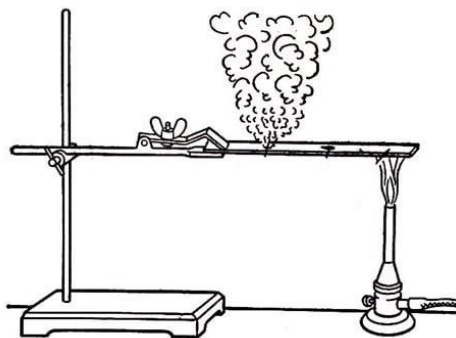


Փոխարկման գործընթացը նշանակալիորեն արագանում է տաքացման ժամանակ, լույսի ազդեցության տակ և **յոդի** հետքային քանակներից (**1 գ** յոդ **400 գ** սպիտակ ֆոսֆորին): **Յոդը**, միանալով **ֆոսֆորի** հետ, առաջացնում է **ֆոսֆորի յոդիդ՝ PI₃**, որում **սպիտակ ֆոսֆորը** լուծվում է՝ փոխարկվելով **կարմիրի**:

Մի ծայրը փակված **10-12 սմ** երկարությամբ և **0,6-0,8 սմ** տրամագծով ապակե խողովակում դնել **սպիտակ ֆոսֆորի** կտոր՝ ցորենի հատիկի չափ, և շատ փոքր **յոդի** բյուրեղիկ: Խողովակը փակել և տաքացնել **280-340 °C**: Նկատվում է **սպիտակ ֆոսֆորի** փոխարկում **կարմիրի**:

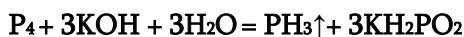
Սպիտակ ֆոսֆորի՝ մասամբ **կարմիրի** փոխարկումը կարելի է տեսնել նաև փորձանոթում սպիտակ ֆոսֆորի ոչ մեծ կտորի և **յոդի** շատ փոքր բյուրեղիկի տաքացմամբ: Տաքացումից առաջ փորձանոթը փակել բամբակե խծուծով, որից հետո տաքացնել **10-15 րոպե**՝ չհասցնելով **ֆոսֆորի** հալմանը: Փորձանոթում մնացած **սպիտակ ֆոսֆորը** կարելի է հեռացնել այն **խիտ հիմքի** լուծույթում եռացնելով:

6.69. Սպիտակ և կարմիր ֆոսֆորների բոցավառման համեմատությունը. երկաթե թիթեղը հորիզոնական դիրքով ամրացնել ամրակալին (նկ. 6.18.): Թիթեղի մեջտեղում դնել քիչ քանակով **կարմիր ֆոսֆոր**, իսկ բռնիչին մոտ ծայրին՝ նախօքոք ֆիլտրի թղթով չորացրած նույն քանակությամբ **սպիտակ ֆոսֆոր**: Բռնիչից հեռու թիթեղի ծայրը տաքացնել: Նկատվում է սպիտակ ֆոսֆորի ավելի արագ բռնկում:

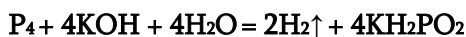
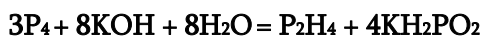


Նկ. 6.18. Սպիտակ և կարմիր ֆոսֆորների բոցավառման համեմատությունը

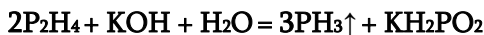
6.70. Ֆոսֆորաջրածնի (ֆոսֆին) ստացումը ֆոսֆորի և հիմքի փոխազդեցությունով. ֆոսֆինը շատ թունավոր գազ է, հետևաբար դրա մասնակցությամբ բոլոր փորձերը կատարել քարշիչ պահարանում: Նշված եղանակով ֆոսֆորաջրածին ստացվում է հետևյալ փոխազդեցությունով.



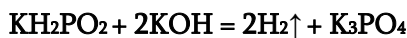
Ֆոսֆորաջրածնի հետ ստացվում է նաև **երկֆոսֆին և ջրածին.**



Հեղուկ **Ֆոսֆորաջրածինը** ջրային միջավայրում փոխազդում է **կալիումի հիդրօքսիդի** հետ.

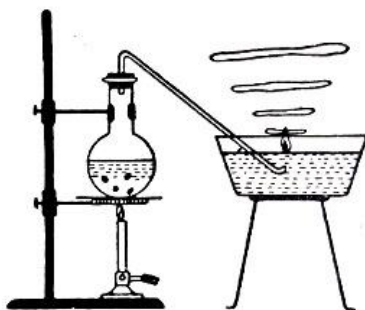


Կալիումի հիպոֆոսֆիտը հիմնային միջավայրում փոխարկվում է **օրթոֆոսֆատի.**



Այս եղանակով ստացված **ֆոսֆինը** ինքնաբոցավառվում է: Դա տեղի է ունենում այն պատճառով, որ այն պարունակում է ինչ-որ քանակությամբ ինքնաբոցավառվող հեղուկ **ֆոսֆորաջրածին և ջրածին:**

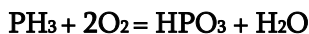
Փորձը կատարելու համար **100-250 մլ** տարողությամբ կլորահատակ անոթի մեջ լցնել $\frac{3}{4}$ -ի չափով **30-50 %-անոց կալիումի հիդրօքսիդի** լուծույթ, մեջ գցել **2-3 կտոր սպիտակ ֆոսֆոր** և ամրացնել ամրակալին: Անոթը գազատար խողովակով միացնել ջրով լցված բյուրեղարարին (նկ. 6.19.):



Նկ. 6.19. Ֆոսֆինի ստացումը

Անոթը տաքացնելիս **կալիումի հիդրօքսիդը** կփոխազդի սպիտակ **ֆոսֆորի** հետ՝ ըստ վերը բեված հավասարումների: Հեղուկ **ֆոսֆորաջրածինը**, անոթում հասնելով հեղուկի մակերևույթին, անմիջապես բռնկվում է և այրվում կայծերի ձևով: Դա տեղի է ունենում այնքան ժամանակ, քանի դեռ անոթում մնացած **թթվածինը** չի սպառվել:

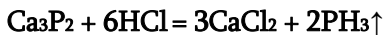
Անոթը ուժեղ տաքացնելիս հեղուկ **ֆոսֆորաջրածինը**, տեղափոխվելով ջրի մակերևույթ, բռնկվում է՝ հարուցելով գազային **ֆոսֆորաջրածնի և ջրածնի** այրում: **Ֆոսֆորաջրածինն** այրվում է **դեղին բոցով**՝ առաջացնելով **մետաֆոսֆորական թթու**.



Փորձից հետո դադարեցնել անոթի տաքացումը և թողնել քարշիչ պահաբանում մինչև լրիվ սառչելը:

6.71. Ֆոսֆորաջրածնի ստացումը ֆոսֆիդների և նոսր աղաթթվի կամ ծծմբական թթվի փոխազդեցությունով. որոշ մետաղների (կալցիում, մագնեզիում, ցինկ, ալյումին և այլն) ֆոսֆիդների և նշված **թթուների** նոսր լուծույթների հետ փոխազդեցության ժամանակ ստացվում է **ինքնաբոցավառվող ֆոսֆին**:

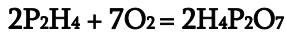
Նոսր աղաթթու կամ ծծմբական թթու պարունակող բաժակի մեջ գցել նշված **ֆոսֆիդներից** մի փոքր կտոր: Լուծույթի վրա կնկատվի **ինքնաբոցավառվող ֆոսֆինի** անջատում.



Ֆոսֆինի հետ միաժամանակ ստացվում են հեղուկ **ֆոսֆորաջրածին և ջրածին**.

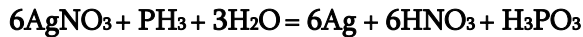
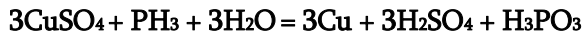


Գազային ֆոսֆորաջրածինը և ջրածինը ցնդելով իրենց հետ տանում են հեղուկ ֆոսֆորաջրածնի գոլորշի, որը օդի հետ շփվելիս բոցավառվում է՝ դառնալով գազային **ֆոսֆորաջրածնի և ջրածնի** այրման պատճառ.

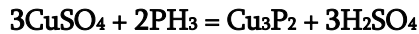


6.72. Ֆոսֆորաջրածնի վերականգնիչ հատկությունները. Ֆոսֆորաջրածինը, լինելով ուժեղ վերականգնիչ, պասիվ մետաղների աղերի ջրային լուծույթներից վերականգնում է այդ մետաղները:

Փորձանոթներում վերցնել **պղնձի սուլֆատի և արծաթի նիտրատի** լուծույթներ և դրանցով անցկացնել **ֆոսֆորաջրածնի հոսք**: Նկատվում է փոշի վիճակում **պղնձի և արծաթի** անջատում.



Փորձի արդյունքում կարող են ստացվել նաև այդ մետաղների **ֆոսֆիդները**, օրինակ.



Գազային **ֆոսֆորաջրածինը** վերականգնում է նաև **ազոտական, ծծմբական և ծծմբային թթուները**, օրինակ.



6.73. Կալցիումի ֆոսֆիդի ստացումը. կալցիումի **ֆոսֆիդը** ստացվում է **կալցիումի** մանր կտորների և **կարմիր ֆոսֆորի** փոխազդեցությամբ (փորձը կատարել քարշիչ պահարանում): Այդ նպատակի համար սպիտակ ֆոսֆոր չի օգտագործվում, քանի որ ռեակցիան ընթանում է շատ բուռն:

10-12 սմ երկարությամբ և **0,5 սմ** տրամագծով ապակե խողովակը մի ծայրով, հորիզոնական դիրքով ամրացնել ամրակալին: Խողովակի կենտրոնում տեղավորել **1գ կալցիումից և 1 գ ֆոսֆորից** կազմված խառնուրդ: Խողովակի խառնուրդ պարունակող մասը տաքացնելիս տեղի է ունենում բուռն ռեակցիա: Ստացվում է պինդ, կարմրագորշ **կալցիումի ֆոսֆիդ**.



Խողովակը սառելուց հետո այն մեծ հավանգում ջարդել հավանգաթակով և ունելիով ջոկել **կալցիումի ֆոսֆիդը**, տեղավորել այն չոր ապակյա անոթում: Անոթը ամուր փակել և մոմապատել, որպեսզի օդի խոնավությունից **ֆոսֆիդը** չհիդրոլիզվի: Հավանգում ապակու մնացորդը և հավանգը մշակել թթվեցրած ջրով, այնուհետև լավ լվանալ ջրով:

6.74. Ֆոսֆորի (V) սուլֆիդի ստացումը. հավանգի մեջ **1 գ կարմիր ֆոսֆորը** մանրակրկիտ տրորել **2,58 գ ծծմբածաղկի** հետ: Այդ խառնուրդով լցված նավակը տեղադրել հրակայուն ապակե խողովակի մեջ և հալեցնել այն չոր **ածխաթթու գազի** թույլ հոսքում: Ջերմաստիճանը աստիճանաբար բարձրացնել (**300-350 °C**) մինչև համասեռ հեղուկի առաջացումը: Սառեցումից հետո

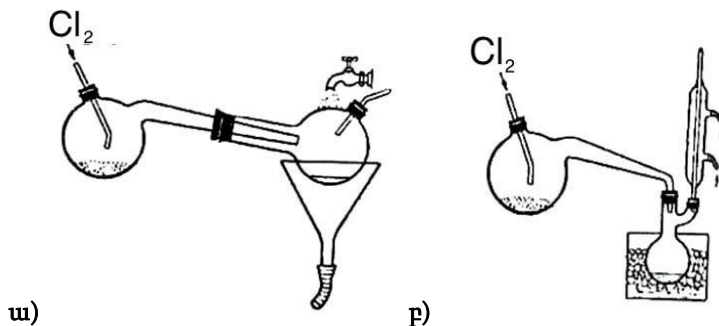
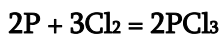
կձևավորվի **դեղնամոխրագույն** բյուրեղային նյութ, որը պետք է տրորել և զմռսել փորձանոթի մեջ:



Ֆոսֆորի (V) սուլֆիդը մաքրվում է սուբլիմացմամբ՝ եռածունկ ապակե խողովակում՝ չոր **ածխաթթու գազի** թույլ հոսքում **500-550 °C**-ում կամ վերաբյուրեղացմամբ տաք **ծծմբաջրածնից**, որում այն մի փոքր լուծվում է:

Խոնավ օդում **ֆոսֆորի սուլֆիդը** հիդրոլիզվում է:

6.75. Ֆոսֆորի (III) քլորիդի ստացումը. կարմիր **ֆոսֆորի** լավ լվացված և չորացված փոշին տեղադրել ռետորտի մեջ (նկ. 6.20.), ապա օդը սարքից դուրս մղել չոր **ածխաթթու գազի** հոսքի միջոցով և տաքացնել ռետորտը մինչև **ֆոսֆորի** գոլորշիների պատերին երևալը: Այնուհետև, շարունակելով տաքացումը, սարքի միջով անցկացնել չոր **քլորի** հոսք.



Նկ. 6.20. Ֆոսֆորի (III) քլորիդի ստացումը

Ֆոսֆորի (III) քլորիդը հավաքվում է ընդունարանում, որը պետք է սառեցնել հոսող ջրով կամ սառցաջրով (նկ. 6.20.ա): Գոլորշիացման պատճառով վերջնանյութի կորուստը նվազեցնելու համար ընդունարանի մատակարարումը ապահովվում է հետադարձ սառնարանով (նկ. 6.20.բ):

Փորձի համար շատ կարևոր են քլորի հոսքի արագությունը, ֆոսֆորի տաքացման աստիճանը և ռետորտում գազի մատակարարման խողովակի ընկղման խորությունը: Քլորի ուժեղ հոսքի և անբավարար տաքացման ժամանակ ստացվում է ֆոսֆորի (V) քլորիդը: Չռեակցված ֆոսֆորից կարմրավուն կոնդենսատի առաջացումը վկայում է քլորի անբավարար հոսքի և ֆոսֆորի ուժեղ տաքացման մասին: Պատկերը նույնն է նաև, երբ գազի հոսքն ապահովող խողովակը տեղադրված է ֆոսֆորին շատ մոտ. վերջինս առանձնանում է ռեակցիոն զոնայից: Ռետորտի պատերից ֆոսֆորի հեռացման համար գազը ապահովող խողովակը տեղադրում են ավելի վերև և քլո-

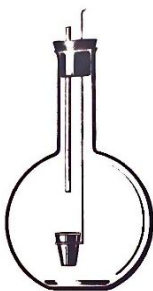
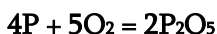
րի հոսքը ավելացնում, իսկ ֆոսֆորի (V) քլորիդի հեռացման համար խողովակը իջեցվում է, այնուհետև ուժեղացվում է ռետորտի տաքացումը: Ռեակցիան ավարտին հասցնել պետք չէ, քանի որ ռետորտում պետք է մնա չռեակցված ֆոսֆոր:

Ստացված արգասիքը կարող է պարունակել քիչ քանակությամբ **ֆոսֆորի օքսիքլորիդ** (եթե քլորը բավարար չորացված չէ), **ֆոսֆոր** կամ **ֆոսֆորի (V) քլորիդ**: **Ֆոսֆորի (V) քլորիդը** հեշտությամբ կարելի է հեռացնել՝ խառնուրդը տաքացնելով քիչ քանակությամբ **կարմիր ֆոսֆորի** հետ **50-70 °C**- ում, ապա՝ **ֆոսֆորի** ավելցուկի թորումով:

Մաքուր **PCl₅**-ի ստացման համար թարմ արգասիքը ենթարկում են ֆրակցիոն թորման՝ **76 °C** եռացող ֆրակցիան հավաքելով հատուկ ապարատում, որի առանձին մասերը ամրացված են շլիֆներով:

Ֆոսֆորի (III) քլորիդը հեշտ հիդրոլիզվող, գոլորշիացող հեղուկ է: Այն պետք է պահել փակ փորձանոթի կամ շլիֆով խցանով սրվակում՝ պարաֆինապատված:

6.76. Ֆոսֆորի (V) օքսիդի ստացումը կարմիր ֆոսֆորից. հավաքել սարքը, ինչպես ցույց է տրված նկ. 6.21.-ում: Հախճապակե հալքանոթի մեջ վերցնել քիչ քանակությամբ **կարմիր ֆոսֆոր** և տեղադրել այն խցանով անցնող մետաղե լարից պատրաստված օղակի մեջ: Այրել **ֆոսֆորը** և փակել սրվակը խցանով: **Ֆոսֆորի (V) օքսիդը**, այրման արդյունքում առաջանալով, նստում է սրվակի պատերին:



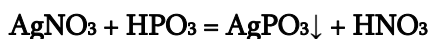
Նկ. 6.21. Ֆոսֆորի (V) օքսիդի ստացումը

Ֆոսֆորի այրումը ավարտվելուց հետո հալքանոթը հանել սրվակից, ավելացնել **15- 20 մլ** ջուր, լավ թափահարելով՝ **ֆոսֆորի (V) օքսիդը** լուծել ջրի մեջ:

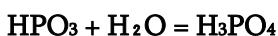


Ստացվում է **մետաֆոսֆորական թթու**: Թթվային միջավայրը ստուգել ինդիկատորի թղթով:

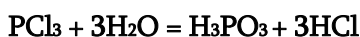
Մեկ այլ փորձանոթի մեջ լցնել **2-3 մլ արծաթի նիտրատի խիտ** լուծույթ և դրա մեջ ավելացնել **մետաֆոսֆորական թթվի** մի քանի կաթիլ լուծույթ: **Դեղին նստվածքի** առաջացումը ցույց կտա PO_3^- իոնի առկայությունը.



Մետաֆոսֆորական թթուն երկարատև պահպանման, նոսրացման և տաքացման արդյունքում վերածվում է **օրթոֆոսֆորական թթվի**, որը բյուրեղանալով առաջացնում է թափանցիկ օդում հալչող բյուրեղներ.



6.77. Ֆոսֆորային թթվի ստացումը և **հատկությունները**. **Ֆոսֆորային թթուն** ստացվում է **ֆոսֆորի եռհալոգենիդների** հիդրոլիզով: Փորձանոթում վերցնել **5-10 մլ** թորած ջուր և ավելացնել **2-3 մլ PCl_3** : Լուծույթը ստուգել ինդիկատորով. այն թթվային է: Ստացված լուծույթը տեղափոխել հախճապակյա թասի մեջ և չորացնել ջրային բաղնիքի վրա: Թասում մնում է **H_3PO_3** -ի անգույն զանգված՝

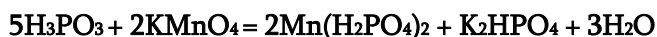
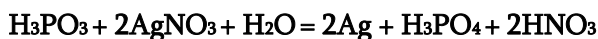
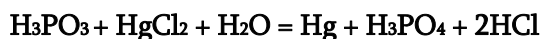
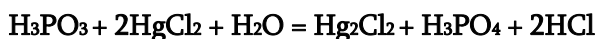


Ֆոսֆորային թթուն միջին ուժեղության **երկհիմն թթու** է: Տաքացնելիս անհամամասնացվում է.



Ֆոսֆորային թթուն ուժեղ վերականգնիչ է: Տաքացնելիս այն սնդիկի (II) աղերը վերականգնում է միարժեքի և նույնիսկ մետաղի, արծաթի նիտրատի լուծույթից անջատում է մետաղական արծաթ, իսկ կալիումի պերմանգանատի լուծույթը՝ գունազրկում:

Ստացված **չոր H_3PO_3 -ը** լուծել ջրում: Փորձանոթներում վերցնել **սնդիկի քլորիդի, արծաթի նիտրատի և կալիումի պերմանգանատի** լուծույթներ և յուրաքանչյուրին ավելացնել մի քանի կաթիլ **H_3PO_3** -ի լուծույթ.



Վերջին փոխազդեցությունը եթե տարվի **ծծմբական թթվի** առկայությամբ, ապա կստացվեն այլ արգասիքներ.

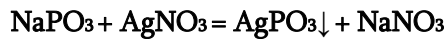
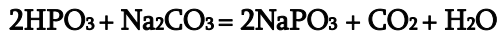


6.78. Մետաֆոսֆորական թթվի ստացումը և հատկությունները. 50 մլ ջուր պարունակող բաժակում ավելացնել քիչ քանակությամբ **ֆոսֆորի (V) օքսիդ**: Վերջինս ջրի հետ շփվելիս տեղի է ունենում **թշնոցով բուռն** ռեակցիա: Ջուրը պղտորվում է **մետաֆոսֆորական թթվի** առաջացման պատճառով.



Լուծույթը դառնում է թափանցիկ, եթե այն թափահարվի կամ թույլ տաքացվի: Լակմուսի լուծույթը ցույց կտա թթվային ռեակցիա:

Ստացված **մետաֆոսֆորական թթվից** մի քիչ լցնել փորձանոթի մեջ, չեզոքացնել մի քանի կաթիլ **սոդայի** լուծույթով մինչև թույլ թթվային ռեակցիա և ավելացնել մի քանի կաթիլ **AgNO₃-ի** լուծույթ. ստացվում է **սպիտակ նստվածք**.



Քացախաթթվի առկայությամբ **մետաֆոսֆորական թթուն** կամ **մետաֆոսֆատը** մակարդում է **ալբումինը** (պարզ սպիտակուց):

6.79. Օրթոֆոսֆորական թթվի ստացումը.

ա) Նախորդ փորձում ստացված **մետաֆոսֆորական թթվի** լուծույթը լցնել բաժակի մեջ և ավելացնել մի քանի կաթիլ **խիտ ազոտական կամ ծծմբական թթու** միացման ռեակցիան արագացնելու համար, ապա ջուր ավելացնելով՝ եռացնել **5-10** րոպե: Ստացված լուծույթից քիչ քանակությամբ լցնել փորձանոթի մեջ, սոդայով չեզոքացնել մինչև թույլ թթվային ռեակցիա և ավելացնել **արծաթի նիտրատի** լուծույթ: Եթե ռեակցիան ավարտվել է, ապա **դեղին գույնի նստվածքի** առաջացումը ցույց կտա **օրթոֆոսֆորական թթվի** առկայությունը.



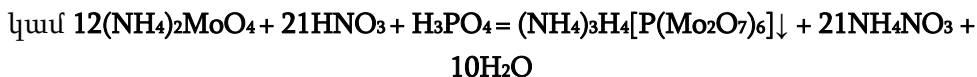
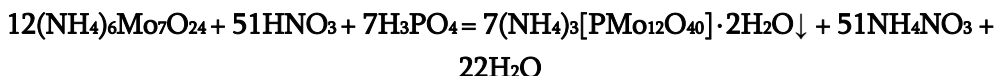
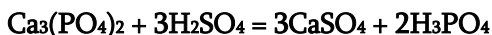
Եթե դեղին նստվածք չառաջանա, ապա շարունակել եռացնել ևս **10-15** րոպե:

Կարելի է համոզվել՝ նաև փորձարկելով ձվի սպիտակուցի մակարդումը:

բ) Քարշիչ պահարանում հախճապակե թասով տաքացնել քիչ քանակությամբ **կարմիր ֆոսֆոր** և **5-6** մլ **խիտ ազոտական թթու**: Եթե ամբողջ **ֆոսֆորը** չռեակցվի, ապա նորից ավելացնել **ազոտական թթու** և շարունակել տաքացումը: Մնացորդը նոսրացնել մինչև թույլ թթվային ռեակցիա և ստուգել **ֆոսֆորական թթվի** առկայությունը նախորդ փորձի նման:



զ) Փորձանոթի մեջ լցնել քիչ քանակությամբ լավ մանրացված **ֆոսֆորիտ** և ավելացնել նոսր (1:1) **ծծմբական թթու**: Խառնուրդը եռացնել: Սառելուց հետո ավելացնել ջուր և ֆիլտրել: Ֆիլտրատում ստուգել **ֆոսֆորական թթվի** առկայությունը տաքացման պայմաններում «մոլիբդենային հեղուկով» (ամոնիումի մոլիբդատի և ազոտական թթվի խառնուրդ): **Դեղին նստվածքի** առաջացումը կվկայի **օրթոֆոսֆորական թթվի** առկայությունը.



6.80. Երկֆոսֆորական (պիրոֆոսֆորական) թթվի ստացումը. նախորդ փորձում ստացված **օրթոֆոսֆորական թթվից** լցնել հախճապակե թասի մեջ և այրիչով տաքացնել **210-310 °C**: Ստացվում է **երկֆոսֆորական թթվի անգույն, բյուրեղական կամ ապակենման զանգված**: Ստացված զանգվածից մի փոքր բաժին փորձանոթում լուծել ջրում և **ցինկի ագետատի** լուծույթով ստուգել **երկֆոսֆորական թթվի** առկայությունը: **Սպիտակ նստվածքի** առաջացումը ցույց կտա դրա առկայությունը.

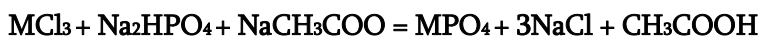


Եթե շարունակվի տաքացումը, ապա **երկֆոսֆորական թթուն** կփոխակերպվի **մետաֆոսֆորական թթվի**.



Սպիտակուցով ստուգել **HPO₃**-ի մակարդեղիությունը:

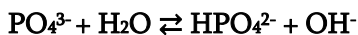
6.81. Ֆոսֆորական թթվի աղերի ստացումը. երկու փորձանոթների մեջ լցնել հետևյալ լուծույթները, առաջինում՝ **FeCl₃**, իսկ երկրորդում՝ ալյումինի քլորիդ կամ սուլֆատ: Յուրաքանչյուր փորձանոթին ավելացնել **2-3** կաթիլ նատրիումի ագետատի և հիդրոֆոսֆատի լուծույթներ: Առաջինում կստացվի դեղին գույնի նստվածք, իսկ երկրորդում՝ սպիտակ: Փոխազդեցության հետևանքով ստացվում են այդ մետաղների միջին ֆոսֆատները, որոնք չեն լուծվում քացախաթթվում.



6.82. Օրթոֆոսֆորական թթվի աղերի հիդրոլիզը. երեք տարբեր սրվակներում պատրաստել **նատրիումի օրթոֆոսֆատի, հիդրոօրթոֆոսֆատի և**

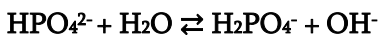
երկհիդրոթթթոֆոսֆատի 0,1 Մ-ոց լուծույթներ: Ստուգել ստացված լուծույթների միջավայրը համընդհանուր (ունիվերսալ) ինդիկատորով և համեմատել չափօրինակի (էտալոնի) հետ:

Նատրիումի օրթոֆոսֆատի լուծույթն ունի հիմնային միջավայր ($\text{pH}=9$), քանի որ ջրային լուծույթում այն հիդրոլիզվում է ըստ անիոնի.

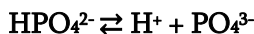


Նատրիումի հիդրոթթթոֆոսֆատի լուծույթը նույնպես ունի հիմնային միջավայր, սակայն դրա հիմնային հատկություններն ավելի թույլ են արտահայտված ($\text{pH}=8$):

Ջրային լուծույթում տեղի են ունենում երկու մրցակցային գործընթացներ՝ **հիդրոթթթոֆոսֆատ** իոնի հիդրոլիզ.

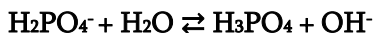


և **հիդրոթթթոֆոսֆատ** իոնի դիսոցում.



Առաջին գործընթացի գերակշռման պատճառով միջավայրը հիմնային է:

Նատրիումի դիհիդրոթթթոֆոսֆատի լուծույթն ունի թթվային միջավայր ($\text{pH}=6$): Այդ լուծույթում, ինչպես վերևում, նորից տեղի է ունենում երկու մրցակցային գործընթաց.



Ի տարբերություն **հիդրոթթթոֆոսֆատ** իոնի՝ այս դեպքում գերակշռում է երկրորդ գործընթացը: Այս բոլորից հետևում է, որ Na_3PO_4 - Na_2HPO_4 - NaH_2PO_4 շարքում հիդրոլիզի աստիճանը նվազում է:

6.83. Ֆոսֆորական թթուների աղերի քայքայումը. հալքանոթում հերթականությամբ շիկացնել **նատրիումի մետաֆոսֆատ, ֆոսֆատ, հիդրոֆոսֆատ, երկհիդրոֆոսֆատ** և երկրորդ խմբի տարրերի կամ **ցինկի պիրոֆոսֆատ:**

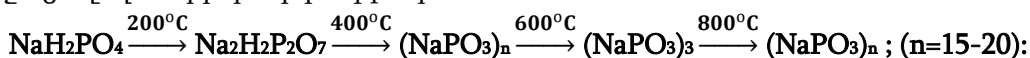
Նատրիումի մետաֆոսֆատը փոխակերպվում է **պիրոֆոսֆատի.**



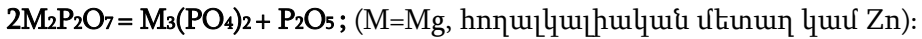
Նատրիումի ֆոսֆատը հալվում է առանց քայքայվելու, իսկ **հիդրոֆոսֆատը** փոխակերպվում է **պիրոֆոսֆատի.**



Երկհիդրոֆոսֆատը, ջերմաստիճանից կախված, քայքայվում է՝ առաջացնելով տարբեր արգասիքներ.

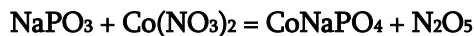


Երկրորդ խմբի տարրերի **պիրոֆոսֆատների** քայքայման ժամանակ ստացվում է **ֆոսֆատ**.



Քայքայման վերջնական արդյունքները լուծել ջրում և որոշել, թե որ թթվի աղերն են ստացվել (նշված է ֆոսֆորի թթուների աղերի հայտնաբերման փորձերում):

6.84. Ֆոսֆատային մարգարտահատիկների ստացումը. Ժամացույցի ապակու վրա առանձին-առանձին դնել **նատրիում-ամոնիումային կրկնակի հիդրոֆոսֆատի** բյուրեղներ, քիչ քանակով լավ մանրացված **կոբալտի նիտրատի** և **պղնձի օքսիդի փոշիներ**: Այրիչի վրա տաքացնել ծայրը հանգույցով **նիկել-քրոմային** լարը, ապա լարով հպվել **կրկնակի հիդրոֆոսֆատի** բյուրեղներին և նորից տաքացնել այրիչով մինչև բյուրեղների հալվելը: Դիտել **կրկնակի հիդրոֆոսֆատի** քայքայումից **նատրիումի մետաֆոսֆատի մարգարտահատիկի** առաջացումը, որն ընթանում է **ամոնիակի** և **ջրային գոլորշու** անջատումով: Եթե տաք **մարգարտահատիկով** հպվենք **կոբալտի աղին** և նորից այրիչով շիկացնենք, կտացվի կապույտ **CoNaPO₄** կրկնակի աղի **մարգարտահատիկ**.

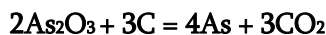


Նույնը կրկնել, բայց այս անգամ մարգարտահատիկով հպվել **պղնձի օքսիդին** և նորից շիկացնել: Կտացվի **օրթոֆոսֆորական թթվի** կրկնակի աղը՝ նորից **կապույտ գույնով**.



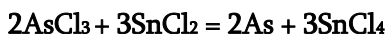
Արսենը, անտիմոնը և բիսմուտը ու դրա միացությունները թունավոր են, հետևաբար փորձերը պետք է կատարել քարշիչ պահարանում՝ կրելով ձեռնոցներ և դիմակ:

6.85. Արսենի ստացումը արսենային անհիդրիդից. մի ծայրը փակված ապակե խողովակի մեջ լցնել քիչ քանակությամբ **արսենային անհիդրիդ**, ապա՝ **ածխի փոշի** այնպես, որ դրանք իրար չխառնվեն: Խողովակը հորիզոնական դիրքով ամրացնել ամրակալին: Գազայրիչով տաքացնել խողովակի այն մասը, որտեղ գտնվում է **ածխի փոշին**, այնուհետև՝ **արսենային անհիդրիդը**: Անհիդրիդի գոլորշիները, անցնելով շիկացած **ածխի** վրայով, վերականգնվում են և խողովակի սառը մասում պատերի վրա առաջացնում **սև փայլուն** հայելու տեսքով **մետաղական արսենի փառ**.



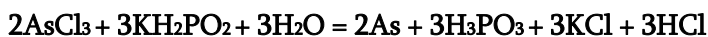
Օդի ազդեցությամբ մետաղական արսենի սև փառն աստիճանաբար փոխարկվում է արսենային անհիդրիդի մանր բյուրեղների:

6.86. Արսենի ստացումը եռարժեք աղերի վերականգնումով. փորձանոթի մեջ լցնել արսենի (III) և անագի (II) քլորիդների մի քանի մլ լուծույթներ և թթվեցնել խիտ աղաթթվով: Փորձանոթն ամրացնել ամրակալին և տաքացնել: Անջատվում է արսեն, իսկ լուծույթը ձեռք է բերում գորշ գույն.



Վերականգնումը կարելի է իրականացնել նաև կալիումի հիպոֆոսֆիտով:

Փորձանոթում խառնել արսենի (III) քլորիդի և կալիումի հիպոֆոսֆիտի լուծույթներ (1-5 մլ): Ստացվում է գորշ արսեն.

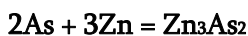
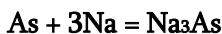


6.87. Արսենի քիմիական հատկությունները.

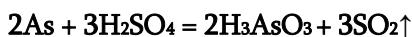
ա) Նախորդ փորձից ստացված արսենից մի փոքր քանակ տեղափոխել հախճապակե հալքանոթ, ավելացնել նատրիումի հիդրօքսիդի 1-2 հատիկ և քարշիչ պահարանում տաքացնել: Արսենը փոխազդում է հիմքի հետ՝ առաջացնելով արսենիտ և արսենիդ:



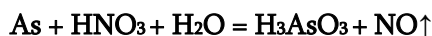
Արսենիդները ստացվում են նաև արսենը նատրիումի, ցինկի, մագնեզիումի և այլ մետաղների հետ հալելով:



բ) Արսենի փոխազդեցությունը թթուների հետ. երկու փորձանոթներում վերցնել քիչ քանակով արսեն: Մեկին ավելացնել խիտ ազոտական թթու, մյուսին՝ խիտ ծծմբական թթու: Փորձանոթները տաքացնել: Երկու դեպքում էլ արսենը լուծվում է թթուներում: Ազոտական թթվի հետ առաջացնում է արսենական թթու, իսկ ծծմբական թթվի հետ՝ արսենային.

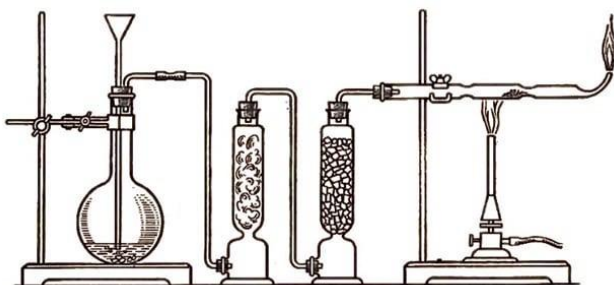


Փորձը կրկնել նոսր ազոտական և ծծմբական թթուների հետ: Նոսր ազոտական թթվում արսենը լուծվում է՝ առաջացնելով արսենային թթու, իսկ ծծմբական թթվում չի լուծվում:



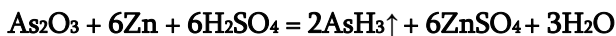
6.88. Արսենաջրածնի (արսինի) ստացումը և հատկությունները. արսենաջրածինը ստացվում է արսենի (III) միացությունները անջատման պահին

ջրածնով վերականգնելով: Հավաքել սարքն ըստ նկ. 6.22.-ի: Անոթում տեղավորել **ցինկի** հատիկներ և փակել այն երկու անցք ունեցող խցանով: Անցքերից մեկում դնել ձագար՝ խողովակը գրեթե հասցնելով մինչև հատակ, իսկ երկրորդ անցքին՝ բամբակով լցված (ոչ խիտ) աշտարակին միացված ուղղանկյուն ծոված փոքր խողովակ՝ անջատող զագերի կլանման համար: Այնուհետև դժվարահալ խողովակին (Մարշի խողովակ) սեղմվածքով միացնել չոր **կալցիումի քլորիդի** կտորներ պարունակող երկրորդ աշտարակը, որը նախատեսված է զագերը չորացնելու համար:

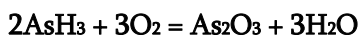


Նկ. 6.22. Արսինի ստացման սարք

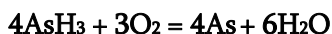
Ցինկ պարունակող անոթի մեջ ձագարով լցնել նոսր **ծծմբական կամ աղաթթու** այնքան, որ ձագարի ներքին ծայրը ընկղմված լինի թթվի մեջ: Անջատվող **ջրածինը**, չորացնող աշտարակով անցնելով, դուրս է գալիս: Երբ սարքից ամբողջ օդը դուրս մղվի ջրածնով (պարտադիր ստուգել շառաչող խառնուրդի առկայությունը), խողովակի ծայրում այրել **ջրածինը**: Այն այրվում է հազիվ նկատելի անգույն բոցով: Այնուհետև ձագարով անոթի մեջ լցնել **արսենի** որևէ (III) միացության **3-5 մլ** լուծույթ կամ **արսենի (III) օքսիդ**: Կստացվի **արսին**, որը խողովակի ծայրում կայրվի.



ա) **Արսինի այրման արդյունքում խողովակի ծայրին բոցի գույնը և ձևը փոխվում են**: Բոցը երկարում է, դառնում գունատ և երկնագույն՝ առաջացնելով **արսենի (III) օքսիդի** սպիտակ ծուխ.

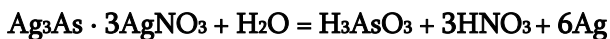


Եթե այրվող արսինի բոցի վրա պահվի սառը հախճապակե թաս, ապա **արսինի** թերայրման պատճառով թասի վրա կհայտնվի **արսենի սև հայելային փառ**.



բ) **Տաքացման ժամանակ արսինը քայքայվում է արսենի և ջրածնի:** Դրանում կարելի է համոզվել՝ տաքացնելով Մարշի խողովակը նեղացումից առաջ: Խողովակի նեղ մասում **արսենը** անջատվում է՝ առաջացնելով **սև հայելային փառ:** Արսենը ցնդող է, այդ պատճառով, արսենային հայելին տաքացնելով, այն կարելի է խողովակով տեղափոխել տեղից տեղ:

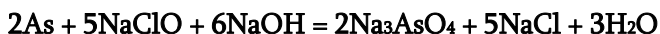
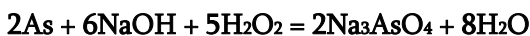
գ) **Արսինը վերականգնիչ է:** Մարշի խողովակի ծայրին մարել բոցը և մոտեցնել **արծաթի նիտրատով** թրջված ֆիլտրի թուղթը: Թուղթը սկզբից դեղնում է, ապա՝ **սևանում:** Դա բացատրվում է հետևյալ փոխազդեցություններով.



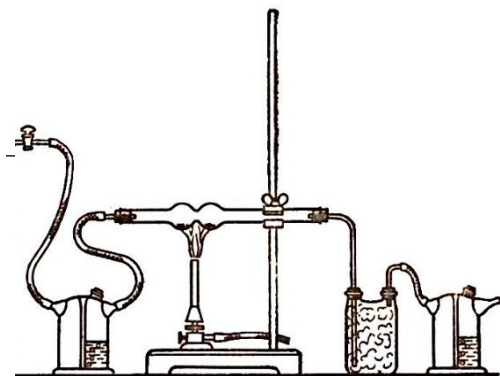
Արսինը գունազրկում է **ծծմբական թթվով** թթվեցրած **կալիումի պերմանգանատի և երկքրոմատի** լուծույթները: Մարշի խողովակի ծայրին միացնել ապակե խողովակով ռետինե խողովակ, ապակյա խողովակը մտցնել **կալիումի պերմանգանատի** թթվեցրած լուծույթ պարունակող բաժակի մեջ. լուծույթը **կգունազրկվի.**



Փորձը ավարտելուց հետո անոթի մեջ ջուր լցնել, որից հետո միայն հավաքել սարքը: Խողովակում գտնվող **արսենի փառը** լվանալ հավասար ծավալներով **նոսր նատրիումի հիդրօքսիդի և ջրածնի պերօքսիդի** կամ **նատրիումի հիդրօքսիդ ու նատրիումի հիպոքլորիտների** լուծույթների խառնուրդով.

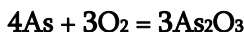


6.89. Արսենի (III) օքսիդի ստացումը և հատկությունները. թթվածնով լցված գազաչափը (կամ թթվածնի որևէ աղբյուր) գազատար ռետինե խողովակով միացնել ծծմբական թթու պարունակող Տիշչենկոյի լվացման շշին, այնուհետև՝ ամրակալին ամրացված, գնդիկավոր, գնդիկում քիչ քանակությամբ **արսենի կտոր** պարունակող ապակյա խողովակին: Խողովակի ծայրը փակել ծայրը դատարկ երկու բկանցքով, սրվակի՝ մինչև հաստակը հասնող ուղղանկյուն ծոված ապակյա խողովակով ռետինե խցանով: Սրվակի երկրորդ բկանցքը միացնել **կծու ալկալի (NaOH)** պարունակող Տիշչենկոյի շշին (նկ. 6.23.):

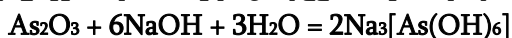


Նկ. 6.23. Արսենի այրումը թթվածնի հոսքում

Թթվածնի աղբյուրից բաց թողնել **թթվածնի** դանդաղ հոսք, որը լվացող շշով անցնելով՝ կանցնի **արսենի** կտորի վրայով: **Արսենով** խողովակը տաքացնել: **Արսենը** կվառվի պայծառ կուրացուցիչ բոցով.



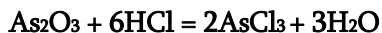
Այրման արգասիքը՝ **արսենի (III) օքսիդը**, **սպիտակ ծխի** ձևով ընդունվում է երկու բկանցքով սրվակ, նստում հատակին և պատերին, իսկ սրվակում չկլանված ծուխը կլանվում է լվացող շշում գտնվող ալկալու կողմից.



ա) Ստացված **արսենի (III) օքսիդի** մի փոքր քանակություն տեղադրել փորձանոթի մեջ և ավելացնել թորած ջուր: Համընդհանուր բացահայտիչով ստուգել ստացված լուծույթի միջավայրը. այն կլինի **թթվային**:

As₂O₃-ի ջրային կախույթի թթվային ռեակցիան դիտարկվում է որպես քիչ քանակությամբ **H₃AsO₃**-ի անցում լուծույթ, սակայն ջուր պարունակող համակարգերում **արսեն (III)**-ի քիմիական ձևը **օքսիդի** հիդրատացված ձևն է՝ **As₂O₃ · 3H₂O** կամ **As₂O₃ · nH₂O**:

բ) **Արսենի օքսիդի** ջրային կախույթի վրա ավելացնել **խիտ աղաթթու** և տաքացնել. այն կլուծվի՝



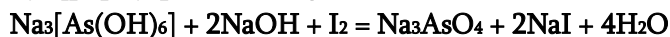
Արսենի օքսիդը լուծվում է նաև հիմքերում (ռեակցիան բերված է օքսիդի ստացման փորձում), այսինքն՝ այն **երկդիմի օքսիդ** է:

6.90. Արսենի եռարժեք միացությունների հատկությունները. արսենի (III) միացությունները ունեն **վերականգնիչ** հատկություններ:

ա) Փորձանոթում լցնել **արսենի (III) օքսիդի** ջրային կախույթ և ավելացնել **յոդաջուր**: **Յոդի** գույնը կանհետանա.



բ) Փորձանոթում **արսենի (III) հեքսահիդրօքսարսենատի** մի քանի կաթիլ լուծույթին ավելացնել նույն քանակությամբ **ալկալու լուծույթ** և **յոդաջուր** տեղի կունենա **յոդի գույնի անհետացում**։

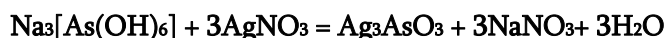


գ) Չնայած **արսենի (III) միացություններին** բնութագրական են վերականգնիչ հատկություններ, բայց և այնպես ուժեղ վերականգնիչների առկայությամբ դրանք ցուցաբերում են **օքսիդիչ** հատկություններ։

Փորձանոթում վերցնել մի քանի կաթիլ **արսենի (III) քլորիդի** ջրային լուծույթ և ավելացնել **SnCl₂-ի աղաթթվային** լուծույթ։ Կնկատվի **գորշ ամորֆ արսենի նստվածքի** առաջացում։



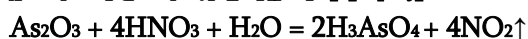
դ) **Նատրիումի (III) հեքսահիդրօքսարսենատի** մի քանի կաթիլ լուծույթին ավելացնել **արծաթի նիտրատի** մի քանի կաթիլ լուծույթ։ Ստացվում է **դեղին Ag₃AsO₃-ի նստվածք**։



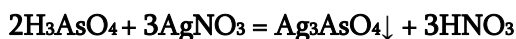
Փորձը կատարել փորձանոթում։

6.91. Արսենական թթվի և դրա աղերի ստացումը և հատկությունները.

ա) Հախճապակե թասի մեջ դնել մոտ **0,5 գ արսենային անհիդրիդ** և ավելացնել **5 մլ ազոտական թթու**։ Խառնուրդը քարշիչ պահարանում տաքացնել մինչև **ազոտի օքսիդի** անջատումը։ Ստացված լուծույթը գոլորշիացնել մինչև չոր նստվածքի առաջանալը (գոլորշացումը կատարվում է **ազոտական թթվի** լրիվ հեռացման համար)։ Ստացված արգասիքը լուծել ջրում և ստուգել կապույտ լակմուսի թղթով։ Միջավայրը կլինի **թթվային**։

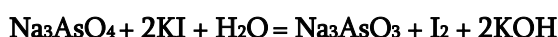
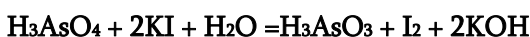


բ) Ստացված **արսենական թթվի** լուծույթին ավելացնել մի քանի կաթիլ **արծաթի նիտրատի** լուծույթ։ Ստացվում է **գորշ նստվածք**։



Արծաթի (III) և (V) արսենատների գույների տարբերությունը երբեմն օգտագործվում է լուծույթում գտնվող **արսենի** տարբեր օքսիդացման աստիճաններով միացությունների որոշման համար։

գ) **Արսենական թթվի** կամ դրա չեզոքացումից ստացված **նատրումի (V) արսենատի** մի քանի կաթիլ լուծույթին ավելացնել **կալիումի յոդիդի** մի քանի կաթիլ լուծույթ։ **Յոդի** անջատման պատճառով լուծույթը ձեռք կբերի **գորշ** գունավորում։



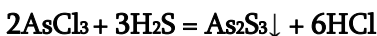
Արսենական թթուն և դրա աղերը ցուցաբերում են օքսիդիչ հատկություններ:

6.92. Արսենի (III) սուլֆիդի ստացումը և հատկությունները. արսենի (III) սուլֆիդը ստացվում է չոր և թաց եղանակներով:

Հալքանոթում վերցնել հաշվարկային քանակով արսենի ու ծծմբի խառնուրդ և հալեցնել: Կստացվի ոչ բյուրեղային զանգված, որը հալանգում տրորելիս փոխարկվում է դեղին փոշու.

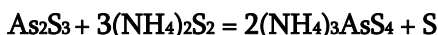
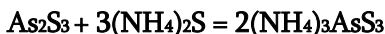
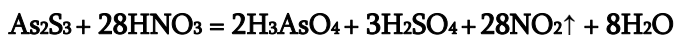


Թաց եղանակով ստանալու համար արսենի (III) քլորիդի աղաթթվային լուծույթով անցկացնել ծծմբաջրածնի հոսք. կստացվի շատ գեղեցիկ դեղին նստվածք (թագավորական դեղին).

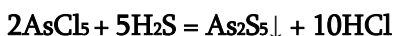


Փորձը կատարել փորձանոթում:

Փորձել ստացված նստվածքի լուծելիությունը օքսիդիչ թթուներում, ալկալիների, ծծմբաջրածնի և բազմասուլֆիդների աղերի և կարբոնատների լուծույթներում: Նշված բոլոր նյութերում այն լուծվում է.



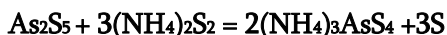
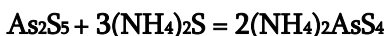
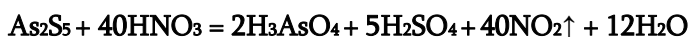
6.93. Արսենի (V) սուլֆիդի ստացումը և հատկությունները. փորձանոթի մեջ խիտ աղաթթվային լուծույթում արսենի (V) աղ պարունակվող տաք լուծույթով անցկացնել ծծմբաջրածնի հոսք: Կնստի արսենի դեղին (V) սուլֆիդ.

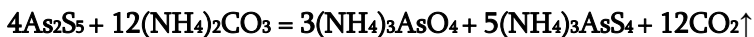


Սառը պայմաններում և թույլ թթվեցրած լուծույթով ծծմբաջրածին անցկացնելիս նստում է արսենի (III) սուլֆիդի և ծծմբի խառնուրդ, քանի որ As^{5+} իոնը օքսիդացնում է ծծմբաջրածինը.



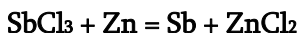
Արսենի (V) սուլֆիդը լուծվում է նույն ազդանյութերի լուծույթներում, ինչ-որ As_2S_3 -ը.





6.94. Անտիմոնի ստացումը և հատկությունները.

ա) Անտիմոնի եռաքմեք աղի թափանցիկ խիտ լուծույթ պարունակող փորձանոթի մեջ գցել ցինկի մի քանի կտոր: Որոշ ժամանակ հետո հայտնվում է փաթիլանման մետաղական անտիմոն.



Աղի թափանցիկ լուծույթ ստանալու համար աղը լուծել թորած ջրում և ավելացնել **աղաթթու**: Աղաթթուն արգելակում է աղի հիդրոլիզի արգասիքների առաջացումը և չի խանգարում մետաղի ստացմանը:

Նոսր լուծույթի դեպքում **ցինկի** վրա հայտնվում են **մետաղական անտիմոնի սև բծեր**:

բ) Փորձել **անտիմոնի** լուծելիությունը **ալկալիներում և թթուներում** (փորձերը կատարել քարշիչ պահարանում):

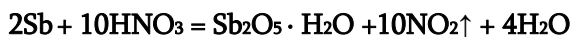
Անտիմոնը ալկալիներում չի լուծվում: Ի հաշիվ կոմպլեքսագոյացման՝ լուծվում է **աղաթթվում**.



Նոսր ազոտական թթուն անտիմոնը օքսիդացնում է մինչև **Sb₂O₃**-ի.



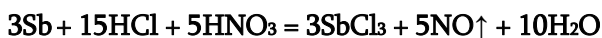
իսկ խիտ ազոտական թթուն՝ մինչև **Sb₂O₅ · H₂O**-ի.



Անտիմոնը նոսր ծծմբական թթվում չի լուծվում, իսկ **խիտ թթվում** փոխարկվում է **եռաքմեք սուլֆատի**.

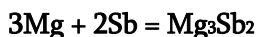


Անտիմոնը լուծվում է նաև **արքայաջրում**.



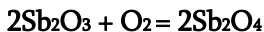
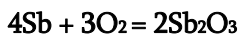
Հալված անտիմոնը լուծում է գրեթե բոլոր **մետաղները**՝ մեծ մասի հետ առաջացնելով **անտիմոնիդներ**:

6.95. Մագնեզիումի անտիմոնիդի (ստիբիդի) ստացումը. փորձը կատարել քարշիչ պահարանում: Փոքր հալքանոթի մեջ 1/3-ի չափով լցնել հաշվարկային քանակով վերցված **անտիմոնի և մագնեզիումի** խառնուրդ: Տաքացնել մինչև հալվելը: Կստացվի **մագնեզիումի անտիմոնիդի հալույթ**.

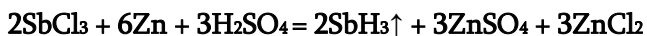


6.96. Անտիմոնի (III) հալվելը և այրվելը. (փորձը կատարել քարշիչ պահարանում) **փայտածխի կտորի** վրա փոսիկ անել և տեղադրել այն հախճապակե սալիկի վրա: Փոսիկի մեջ տեղավորել մոտ **1 գ մետաղական անտիմոն**

և տաքացնել այրիչով: **Անտիմոնը** կհալվի, այնուհետև կայրվի երկնագույն բոցով. առաջանում է **անտիմոնի օքսիդների սպիտակ ծուխ**.

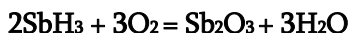


6.97. Անտիմոնաջրածնի (ստիբին) ստացումը և հատկությունները. փորձը կատարել քարշիչ պահարանում՝ **արսինի** նման՝ նույն եղանակով և սարքով.

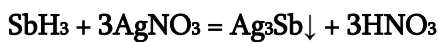


Խողովակը մեջտեղի մասից տաքացնելիս, ի տարբերություն արսենահայելու, որը նստում էր խողովակի սառը մասում, տաքացվող մասում կնստի **անտիմոնահայելու սև փառ**, որը հետագա տաքացման ժամանակ չի տեղափոխվի: Այն չի լուծվում նաև նատրիումի հիպոքլորիտի և ալկալու խառնուրդում:

Խողովակից դուրս եկող գազը այրել: **Ստիբինը** այրվում է **բաց կանաչ բոցով**.

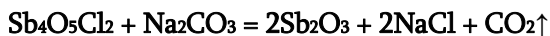


Եթե **ստիբինի** հոսքը անցկացվի **արծաթի նիտրատի** լուծույթով, ապա ի տարբերություն **արսինի**՝ կստացվի **սև գույնի արծաթի անտիմոնիդի նստվածք**.



Նույն ազդանյութի հանդեպ այդ երկու նյութերի տարբեր վարքը դրանք զանազանելու հիմք է:

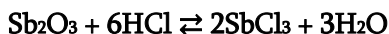
6.98. Անտիմոնի (III) օքսիդի ստացումը. **անտիմոնային անհիդրիդը** կամ **անտիմոնի (III) օքսիդը**, բացի ուղղակի սինթեզից, որն իրականացվում է քարշիչ պահարանում երկաթե թիթեղի վրա օդում **անտիմոնի** այրումով, կարելի է ստանալ նաև **նատրիումի կարբոնատի** տաք լուծույթի վրա դանդաղ, փոքր չափաբաժիններով **անտիմոնի (III) քլորիդ** կամ **ալգարոտի փոշի** ավելացնելով.



Անտիմոնի (III) օքսիդը նստում է **սպիտակ փոշու** ձևով:

6.99. Անտիմոնի (III) օքսիդի հատկությունները. առանձին փորձանոթներում փորձել **անտիմոնի (III) օքսիդի** լուծելիությունը ջրում, թթուներում և ալկալիներում:

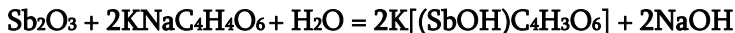
Անտիմոնի (III) օքսիդը ջրում չի լուծվում, այլ միայն **թթուներում և հիմքերում**.



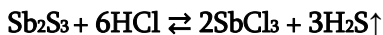


Այսինքն՝ այն երկդիմի օքսիդ է:

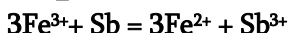
Անտիմոնի (III) օքսիդը լուծվում է կալիումի հիդրօքսիդի (զինեթթվի կալիումի թթու աղ) և սեգնետյան աղի լուծույթներում.



6.100. Անտիմոնի (III) քլորիդի ստացումը և հատկությունները. անտիմոնի (III) քլորիդը ստացվում է **անտիմոնիտը խիտ աղաթթվի** հետ եռացնելով.

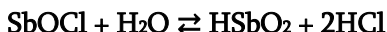
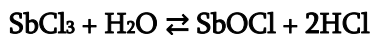


5 գ անտիմոնիտը լավ մանրացնել (մինչև փոշի) և տաքացման պայմաններում լուծել 30 մլ խիտ աղաթթվում (փորձը կատարել քարշիչ պահարանում): Հանքանյութից մնում են **անլուծելի կապարի քլորիդ և սիլիցիումի օքսիդ:** **SbCl₃** մաքրելու համար ֆիլտրել ապակյա ֆիլտրով: Եթե լուծույթն ունի դեղին գույն, ապա դա նշանակում է, որ այն պարունակում է **FeCl₃**: Այդ դեպքում դեղին լուծույթին ավելացնել քիչ քանակությամբ **մետաղական անտիմոն:** Արդյունքում՝ ցնդելի **FeCl₃**-ը փոխարկվում է չցնդող **FeCl₂**-ի.

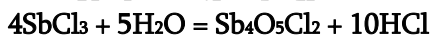


Ստացված լուծույթից չափազատումով կորզում են անտիմոնի (III) քլորիդ:

Անտիմոնի (III) քլորիդը սպիտակ բյուրեղային նյութ է, այն բուռն փոխազդում է ջրի հետ՝ ենթարկվելով հիդրոլիզի (միջավայրը ստացվում է թթվային).



Անտիմոնի (III) քլորիդի և ջրի փոխազդեցության ժամանակ կարող է ստացվել այսպես կոչված **ալգարոտային փոշի.**



Նույն ձևով հիդրոլիզի են ենթարկվում **անտիմոնի** մնացած **եռարժեք աղերը:**

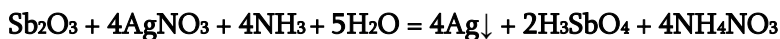
6.101. Անտիմոնի (III) միացությունների վերականգնիչ հատկությունները.

ա) Փորձանոթում լցված կալիումի պերմանգանատի աղաթթվով թթվեցված 5 կաթիլ լուծույթին ավելացնել **անտիմոնի (III) քլորիդի** մի քանի բյուրեղ: Տեղի կունենա **գունազրկում.**

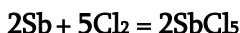


բ) Արծաթի նիտրատի մի քանի կաթիլ լուծույթին ավելացնել **ամոնիակաջուր**, մինչև ստացված **Ag₂O**-ն լուծվի, այնուհետև՝ **Sb₂O₃**-ի մի քանի բյու-

րեղ, և թույլ տաքացնել: Նկատվում է մետաղական արծաթի անջատում՝ նստվածքի ձևով.



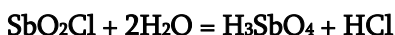
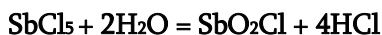
6.102. Անտիմոնի (V) քլորիդի ստացումը և հատկությունները. անտիմոնի (V) քլորիդ ստանալու համար անտիմոնը մտցնել քլորի միջավայր (փորձի ընթացքը նայել՝ գլուխ 8՝ քլորի հատկությունները).



Այն ստացվում է նաև հալված **անտիմոնի (III) քլորիդի** վրայով **քլորի** հոսք անցկացնելով.



Անտիմոնի (V) քլորիդ ստացվում է **անգույն հեղուկի** ձևով: Ստացված **անտիմոնիդի** մի քանի կաթիլի վրա փորձանոթում ավելացնել թորած ջուր: Հիդրոլիզի հետևանքով առաջանում են կա՛մ **օքսաաղեր**, կա՛մ **անտիմոնական թթու**.



6.103. Անտիմոնական թթվի ստացումը և հատկությունները. (փորձերը կատարել քարշիչ պահարանում).

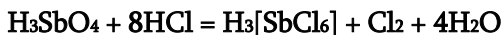
ա) Փորձանոթում վերցնել քիչ քանակով **անտիմոնի փոշի** և ավելացնել **խիտ ազոտական թթու**: Տաքացնել, մինչև ամբողջ մետաղը փոխարկվի **անտիմոնական թթվի** սպիտակ նստվածքի.



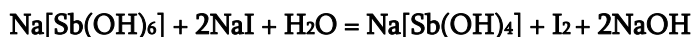
բ) Փորձանոթում վերցնել քիչ քանակությամբ **անտիմոնի (III) օքսիդ**, ավելացնել մի քանի կաթիլ **խիտ ազոտական թթու** և տաքացնել.



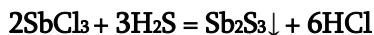
գ) Առանձին փորձանոթներում փորձել ստացված **անտիմոնական թթվի** լուծելիությունը **խիտ աղաթթվում** և **ալկալիներում**: Երկու դեպքում էլ այն լուծվում է.



դ) Ստացված **հիդրօքսանտիմոնատին** ավելացնել **NaI**-ի մի քանի կաթիլ լուծույթ: Յոդ-օսլայական շոհով ստուգել **I₂**-ի առկայությունը.

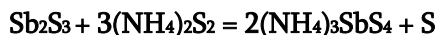
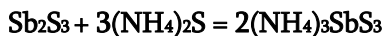


6.104. Անտիմոնի (III) սուլֆիդի ստացումը և հատկությունները. 1-2 կաթիլ **անտիմոնի (III) քլորիդի** լուծույթին ավելացնել **5-8** կաթիլ ծծմբաջրածնի ջրային լուծույթ: Ստացվում է **նարնջակարմիր անտիմոնի (III) սուլֆիդ**.



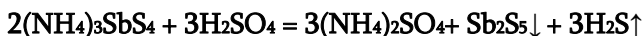
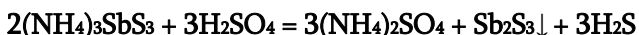
Բերված ռեակցիան կարող է ծառայել Sb^{3+} -ի որակական ռեակցիայի համար, եթե լուծույթը չի պարունակում բիսմութի և այլ մետաղների իոններ, որոնք թթվային միջավայրում առաջացնում են անլուծելի սուլֆիդներ:

Ստացված նստվածքից լուծույթը հեռացնել պարզվածքագատումով և մի քանի անգամ լվանալ թորած ջրով: Նստվածքը բաժանել երեք մասի և փորձանոթներում ստուգել դրա լուծելիությունը **սուլֆիդներում, բազմասուլֆիդներում և աղաթթվում**: Երեք դեպքում էլ նստվածքը անցնում է լուծույթ՝ ըստ հետևյալ հավասարումների.

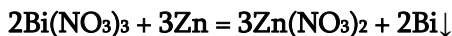


Վերջին փոխազդեցությունը տեղի է ունենում ի հաշիվ կոմպլեքսագոյացման:

Առաջին երկու փորձանոթում ստացված **թիոարսենատների** լուծույթների ավելացնել **նոսր ծծմբական թթու**. նորից կնստեն Sb_2S_3 և Sb_2S_5 (կարմիր).

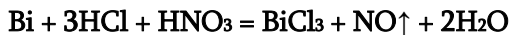


6.105. Բիսմութի ստացումը և հատկությունները. փորձանոթի մեջ լցնել բիսմութի նիտրատի 2-5 մլ լուծույթ, մեջը գցել **ցինկի հատիկ**: Կնստի **բաց մոխրագույն** (վարդագույն երանգով) մետաղական բիսմութ.

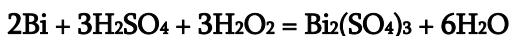
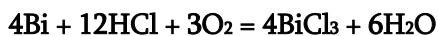


Փորձել **բիսմութի լուծելիությունը** ջրում, ալկալիներում, արքայաջրում, օքսիդիչ և ոչ օքսիդիչ թթուներում:

Բիսմութը ջրում և ալկալիներում չի լուծվում: Խիտ ազոտական թթվում պասիվանում է: Տաքացման պայմաններում լուծվում է **նոսր ազոտական և խիտ ծծմբական թթուներում**, նաև՝ **արքայաջրում** (քլորիդի առաջացումով).

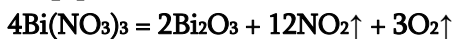


Ոչ օքսիդիչ թթուներում լուծվում է միայն **օդի թթվածնի** կամ **օքսիդիչի** առկայությամբ.

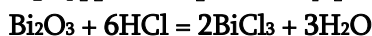


6.106. Բիսմութի օքսիդի ստացումը և հատկությունները. հալքանոթում վերցնել քիչ քանակությամբ բիսմութի նիտրատ և քարշիչ պահարանում շի-

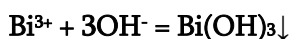
կացնել: Ստացվում է տաք վիճակում **դարչնագույն**, իսկ սառչելիս՝ դեղին գույնի **բիսմութի (III) օքսիդ**.



Փորձել ստացված **բիսմութի օքսիդի լուծելիությունը** ջրում, ալկալիներում և թթուներում: Ջրում և ալկալիներում չի լուծվում: Թթուներում արագորեն լուծվում է՝ առաջացնելով **բիսմութի (III) աղեր**.

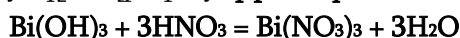


6.107. Բիսմութի հիդրօքսիդի ստացումը և հատկությունները. փորձանոթի մեջ լցնել **բիսմութի (III) աղի 5 մլ** լուծույթ, թթվեցնել (հիմնային աղերի առաջացումը կանխելու համար) և ավելացնել ալկալու լուծույթ, կնստի **սպիտակ դոնդողանման $\text{Bi}(\text{OH})_3$** .

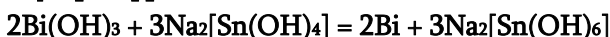


Ստացված **հիդրօքսիդը** բաժանել չորս փորձանոթների մեջ:

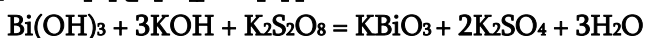
ա) Փորձել ստացված **բիսմութի հիդրօքսիդի լուծելիությունը** ալկալիներում և թթուներում: Այն կլուծվի միայն **թթուներում**.



բ) Առանձին փորձանոթում ստանալ **նատրիումի հիդրօքսոստանիտ** (բերված է անագի բաժնում) և ավելացնել **բիսմութի հիդրօքսիդի** վրա. անջատվում է **մետաղական բիսմութ**.



գ) Բիսմութի հիդրօքսիդին ավելացնել **ալկալու** լուծույթ և որևէ **ուժեղ օքսիդիչ**: Ստացվում է **գորշ կալիումի բիսմութատ**.



Բիսմութի (III) միացությունները ցուցաբերում են **օքսիդավերականգնիչ երկակիություն**:

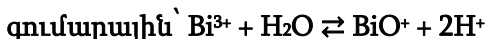
6.108. Բիսմութի (V) միացությունների օքսիդիչ հատկությունները. նախորդ փորձից ստացված **նատրիումի բիսմութատին** ավելացնել **մանգանի (II) աղի** լուծույթ՝ թթվեցված ծծմբական կամ ազոտական թթուների նոսր լուծույթով: Խառնել ապակե ձողով. կնկատվի **պերմանգանատներին** բնորոշ **մանուշակագույնը**.



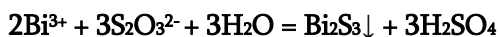
6.109. Բիսմութի (III) աղերի հիդրոլիզը. փորձանոթի մեջ վերցնել բիսմութի որևէ աղ, ավելացնել թորած ջուր: Խառնել ապակե ձողով մինչև **նստվածքի** առաջացումը: Լակմուսի թղթով ստուգել լուծույթի միջավայրը. այն կլինի **թթվային**: Առաջացած կախույթը բաժանել երկու մասի: Մեկը պահել համեմատության համար, իսկ մյուսին ավելացնել աղի նույն անիոնը

պարունակող **թթու**. նստվածքը կլուծվի (հիդրոլիզի ռեակցիայի դարձելի հավասարակշռության տեղաշարժ): Ստացված լուծույթին նորից ավելացնել թորած ջուր. կրկին կառաջանա **նստվածք**:

Բիսմութի աղերի հիդրոլիզը տեղի է ունենում երկու փուլով.



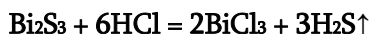
6.110. Բիսմութի (III) սուլֆիդի ստացումը. Բիսմութի (III) աղի լուծույթով անցկացնել **ծծմբաջրածնի** հոսք կամ ավելացնել **նատրիումի թիոսուլֆատի** լուծույթ: Ստացվում է **բիսմութի (III) սուլֆիդի** սև բյուրեղային **նստվածք**.



Ստացված **նստվածքը** բաժանել երեք մասի և փորձել դրա **լուծելիությունը** ալկալիական մետաղների սուլֆիդներում, օքսիդիչ և ոչ օքսիդիչ թթուներում:

Ի տարբերություն **արսենի և անտիմոնի սուլֆիդների՝** այն չի լուծվում ալկալիական մետաղների սուլֆիդներում: Այսինքն՝ **Bi³⁺-ը** ոչ միայն իր թթվածնային միացություններում, այլ նաև **ծծումբ** պարունակող միացություններում երկդիմի չէ, քանի որ դրա մոտ գերակշռում է հիմնային հատկությունը, որի պատճառով այն թիոանհիդրիդների դասին չի պատկանում:

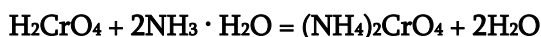
Տաքացման պայմաններում լուծվում է և՛ **օքսիդիչ**, և՛ **ոչ օքսիդիչ թթուներում**.



Bi₂S₃-ը չի ստացվում, քանի որ **Bi⁵⁺-ը** օքսիդացնում է **սուլֆիդային ծծումբը**:

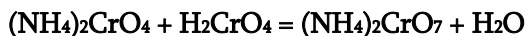
Միներալներ «Պնիկտոգեններ» թեմայով

6.111. Ամոնիումի քրոմատի և երկքրոմատի սինթեզը. 10 գ քրոմական **անհիդրիդը** լուծել 10 մլ թորած ջրում, այնուհետև խառնելով և առանձին բաժիններով ավելացնել **ամոնիակի** լուծույթ մինչև **ուժեղ հոտի** առաջացումը և **դեղին գույնի** հայտնվելը.



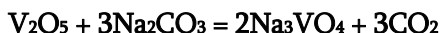
Լուծույթը մի փոքր գոլորշիացնել, ապա ամոնիումի քրոմատի **նստվածքը** ֆիլտրել, մեկ անգամ լվանալ սառը ջրով և չորացնել **50-60 °C**-ում:

Ամոնիումի երկքրոմատ ստանալու համար կշռել համարժեք քանակներով **ամոնիումի քրոմատ** և **քրոմային անհիդրիդ**, պատրաստել հազեցած լուծույթներ և խառնել իրար.



Լուծույթը մի քիչ գոլորշիացնել, ապա սառեցնել և ֆիլտրել **կարմրադարչնագույն բյուրեղային փոշին**, մեկ անգամ լվանալ սառը ջրով և չորացնել **40-50 °C-ում**: Ամոնիումի երկքրոմատը օդում կայուն է:

6.112. Ամոնիումի եոմետավանադատի սինթեզը. բաժակում վերցնել **5 գ վանադիումի հնգօքսիդ** և թափահարելով ավելացնել **25 մլ** ջրում լուծված **3,5 գ անջուր նատրիումի կարբոնատի** լուծույթ.

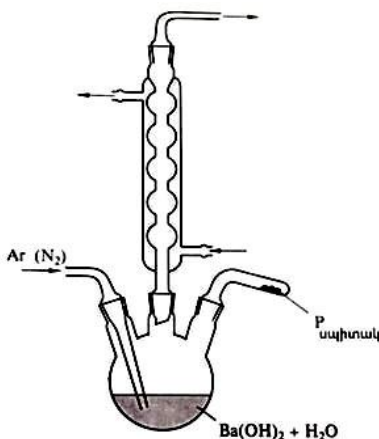


Լուծույթը ֆիլտրել չռեակցված **V₂O₅**-ը հեռացնելու համար: Զտվածքը տաքացնել մինչև **60 °C** և ավելացնել **25 մլ** ջրում լուծված **15 գ ամոնիումի քլորիդ** պարունակող տաք լուծույթ.



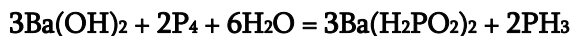
1,5-2 ժամ հետո **անգույն բյուրեղներից** կազմված **ամոնիումի եոմետավանադատի** բյուրեղները ֆիլտրել, լվանալ սառը ջրով և չորացնել **40-50 °C** ջերմաստիճանում:

6.113. Հիպոֆոսֆորային թթվի սինթեզը. քարշիչ պահարանում հավաքել նկ. 6.24.-ում պատկերված սարքը: Եոբկանցք անոթում լցնել **75 մլ** ջրում լուծված **6 գ բարիումի հիդրօքսիդի** կախույթ: Ծոված փորձանոթում վերցնել **1 գ սպիտակ ֆոսֆոր**: Գազատար խողովակով սարքի մեջ փչել **արգոն կամ ազոտ** («թթվածնային» բարձիկից): Ծոված փորձանոթը շրջել այնպես, որ **սպիտակ ֆոսֆորը** ընկնի **բարիումի հիդրօքսիդի** սուսպենզիայի մեջ:

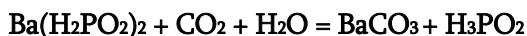


Նկ. 6.24. Հիպոֆոսֆորային թթվի ստացման սարք

Անոթը տաքացնել, մինչև դադարի օդում ինքնաբոցավառվող **ֆոսֆինի** անջատումը (այրման պատճառը **երկֆոսֆինի** առկայությունն է).

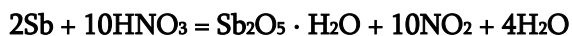


Ռեակցիայի ավարտից հետո ռեակցման խառնուրդով անցկացնել CO_2 -ի հոսք մինչև նստվածքի առաջացման ավարտը.



Նստվածքը ֆիլտրել Բյուխների ձագարով և մի քանի անգամ լվանալ ջրով (**50-60 °C**): Զտվածքը լվացման ջրի հետ հախճապակե թասում գոլորշիացնել ջրային բաղնիքի վրա մինչև նախնական ծավալի **1/3**-ը: Լուծույթը կրկին ֆիլտրել ֆիլտրի թղթով և գոլորշիացնել ջրային բաղնիքի վրա մինչև **բյուրեղային թաղանթի** առաջացումը: Տաք լուծույթին ավելացնել էթանոլ հավասար քանակով, խառնուրդը սառեցնել, իսկ նստած բյուրեղները բաժանել՝ ծակոտկեն ապակե ֆիլտրով ֆիլտրելով: Անոթի պատերին մնացած **սպիտակ ֆոսֆորի** փառը մշակել **բրոմաջրով**:

6.114. Անտիմոնի (V) օքսիդի սինթեզը. ջրային բաղնիքի վրա հախճապակե թասում մշակել **0,2-0,3 գ** լավ մանրացված **անտիմոնը 2-3 մլ խիտ ազոտական** թթվով.



Օքսիդացումը ավարտելուց հետո ռեակցման խառնուրդը նոսրացնել ջրով և լուծույթը բաժանել պարզվածքագտումով: Օքսիդացումը կարելի է համարել ավարտված, երբ հիմքում լուծված սպիտակ նստվածքը չի վերականգնի արծաթի նիտրատի ամոնիակային լուծույթը:

Նստվածքը սկզբում չորացնել ջրային բաղնիքի վրա, այնուհետև տեղափոխել հախճապակե հալքանոթ և տաքացնել հալքանոթային վառարանում **275 °C**-ում:

Փորձել ստացված անտիմոնի (V) օքսիդի փոխազդեցությունը խիտ աղաթթվի և նատրումի հիդրօքսիդի հետ.



ԳԼՈՒԽ 7

ՊԱՐԲԵՐԱԿԱՆ ՀԱՄԱԿԱՐԳԻ 16-ՐԴ ԽՈՒՄԲ

Պարբերական համակարգի 16-րդ խմբի տարրերն են **թթվածինը՝ 8O, ծծումբը՝ 16S, սելենը՝ 34Se, տելուրը՝ 52Te**: Դրանք կրում են **քալկոգեններ** ընդհանուր անվանումը, որն ունի հունական ծագում և նշանակում է **«հանքածին կամ պղնձահանք ծնող»**: Բնության մեջ քալկոգենները (թթվածնից բացի) հանդիպում են պղնձի հետ առաջացրած միացությունների ձևով՝ սուլֆիդներ, սելենիդներ և տելուրիդներ:

Քալկոգենների ատոմների որոշ հատկություններ բերված են աղյուսակ 7.1-ում:

Աղյուսակ 7.1.

16-րդ խմբի տարրերի որոշ հատկությունները

Հատկությունը	O	S	Se	Te
Ատոմային համարը	8	16	34	52
Ատոմային զանգվածը	15,9994	32,064	78,96	127,60
Էլեկտրոնային ուրվագիծը	2S ² 2P ⁴	3S ² 3P ⁴	4S ² 4p ⁴	5S ² 5p ⁴
Ատոմային շառավիղը, նմ	0,074	0,104	0,140	0,184
Իոնացման էներգիան, I, կՋ/մոլ	1313,9	999,6	940,9	869,3
Էլեկտրոնային խնամակցության էներգիան, կՋ/մոլ	141	200	195	190
Էլեկտրաբացասականությունը ըստ Պոլինգի	3,44	2,58	2,55	2,10
Տեսակարար զանգվածը, գ/սմ ³	1,426 (-253°C)	2,06	4,82	6,25
Հալման ջերմաստիճանը, t °C	-218,9	112,8	220,9	450
Եռման ջերմաստիճանը, t °C	-183,0	444,6	685,5	990

Սարքավորումներ և ազդանյութեր. 1,5 սմ երկարությամբ 1,5 սմ տրամագծով փորձանոթ, բյուրեղարար, խցանով գազատար խողովակ, ամրակալ, ապակե գլաններ, 15 սմ երկարությամբ և 0,8-1 սմ տրամագծով դժվարահալ ապակե խողովակ, բաժակ սառցաջրով, հախճապակե թաս, հարթահատակ սրվակ (250 մլ), փորձանոթ, մանրադիտակ, առարկայական ապակի, ծծմբածաղկի ստացման սարք՝ ըստ նկ. 7.5.-ի, թիթեյա տուփ, ծծմբաջրածնի ստացման սարք՝ ըստ նկ. 7.7.-ի, ծծմբային գազի ստացման սարք՝ ըստ նկ. 7.10.-ի, ծծմբական անհիդրիդի ստացման սարք՝ ըստ նկ. 7.11.-ի, հպումային եղանակ-

կով SO_3 -ի ստացման սարք՝ ըստ նկ. 7.12.-ի, ջրի և խիտ ծծմբական թթվի խառնման սարք՝ ըստ նկ. 7.13. -ի, ապակյա գլան, ապակե ձող (երկար), ապակյա թաս կամ բյուրեղարար, էթիլ սպիրտի ջրազրկման սարք՝ ըստ նկ. 7.15.-ի, Պետրիի թաս, ծծմբի քլորիդների ստացման սարք՝ ըստ նկ. 7.16.-ի:

Նյութեր. HgO , PbO_2 , BaO_2 , Na_2O_2 , KClO_3 , KMnO_4 , փայտածուխ, ծծումբ, ֆոսֆոր (կարմիր), Mg , Na , սպիտակ ֆոսֆոր, ամոնիումի կամ կալիումի պերսուլֆատ, Ag -ի թիթեղ, Hg , ծծմբածխածին, կալիումի երկքրոմատ, երկաթի (II) սուլֆիդ, անտիմոնի (III) սուլֆիդ, պարաֆին, մագնեզիումի փոշի, MnO_2 , CuO , պղինձ, անագ, ցինկ, նատրիումի հիդրոկարբոնատի հազեցած լուծույթ, նատրիումի սուլֆիտի հիդրատ, նատրիումի հիդրոսուլֆիտ, $\text{Hg}_2(\text{NO}_3)_2$, ֆոսֆորական անհիդրիդ, նատրիումի պիրոսուլֆատ, երկաթի (III) սուլֆատ, $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$, պղնձարջասպ, նիկելարջասպ ($\text{NiSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$), սախարոզա, կապար, նատրիումի սուլֆիտ, AgBr , կալիումի երկպերօքսոսուլֆատ կամ ամոնիումի երկպերօքսոսուլֆատ, AgNO_3 , Na -ի սելենիտ, երկաթի կամ մագնեզիումի սելենիդ, բարիումի սելենատ:

Լուծույթներ. KI -ի լուծույթ, խիտ ծծմբական թթու, խիտ ազոտական թթու, ինդիգոյի 1 %-անոց լուծույթ, ծծմբաջրածնային ջուր, քլորաջուր, բրոմաջուր, յոդաջուր, նատրիումի թիոսուլֆատի լուծույթ, նոսր HCl -ի լուծույթ, նոսր H_2SO_4 -ի լուծույթ, կապարի ացետատի լուծույթ, խիտ աղաթթու, ցինկի, կադմիումի, սնդիկի, արսենի, անտիմոնի և բիսմութի աղերի լուծույթներ, ամոնիակի 10 %-անոց լուծույթ, NaOH -ի 6 Ն-անոց լուծույթ, Na_2S -ի խիտ լուծույթ, կարմիր ֆուքսինի լուծույթ, FeCl_3 -ի լուծույթ, բարիումի լուծելի աղի լուծույթ:

Միացություններից **թթվածնի** ստացման հիմնական եղանակի հիմքում ընկած է O^{2-} -իոնի օքսիդացումը՝ ըստ հետևյալ հավասարման.

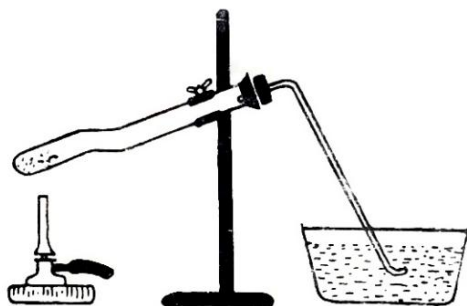


Քանի որ օքսիդացումը կարելի է իրականացնել տարբեր եղանակներով, ըստ այդմ՝ գոյություն ունի **թթվածնի** ստացման տարբեր եղանակներ՝ **չոր և թաց**:

Չոր եղանակով **թթվածնի ստացումը** (ջերմային տրոհում) կարելի է իրականացնել դժվարահալ ապակյա փորձանոթում, խողովակում կամ թորանոթում, ինչպես նաև մետաղյա հալքանոթում:

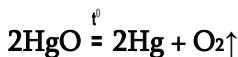
7.1. Թթվածնի ստացումը օքսիդների քայքայումով. օքսիդների ջերմային քայքայման ժամանակ որպես արգասիքներ կարող են առաջանալ օքսիդ առաջացնող **մետաղը և թթվածինը** կամ տվյալ **մետաղի ցածրարժեք օքսիդը և թթվածինը**:

ա) **Սնդիկի կարմիր օքսիդի ջերմային քայքայումը.** փորձը կատարելու համար վերցնել դժվարահալ ապակուց պատրաստված **15 սմ** երկարությամբ և **1,5 սմ** տրամագծով փորձանոթ (նկ. 7.1):



Նկ. 7.1. HgO -ի ջերմային քայքայումը

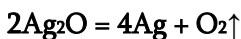
Փորձանոթի մեջ լցնել **1-2 գ սնդիկի կարմիր օքսիդ**, փակել գազատար խողովակով խցանով և թեք վիճակով ամրացնել ամրակալին: Գազատար խողովակը մտցնել ջրով լցված բյուրեղարարի մեջ: **Սնդիկի կարմիր օքսիդը $500\text{ }^{\circ}\text{C}$** տաքացնելիս նկատվում են **թթվածնի** անջատում և **սնդիկի** առաջացում փորձանոթի ծոված մասում.



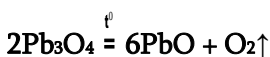
10 գ օքսիդի քայքայումից ստացվում է մոտ **500 մլ թթվածին**: Փորձը ավարտելուց հետո նախ գազատար խողովակը հանել բյուրեղարարից, այնուհետև դադարեցնել տաքացումը: Հաշվի առնելով **սնդիկի գոլորշիների** թունավոր լինելը՝ փորձանոթը բացել միայն լրիվ սառելուց հետո:

Թթվածինը ջրում վատ է լուծվում, այդ պատճառով այն հավաքվում է ջրի դուրսմղման եղանակով (ջրի տակ):

Նույն եղանակով **թթվածին** ստացվում է նաև **արծաթի (I) օքսիդի** ջերմային քայքայումով:

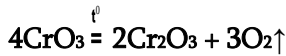


բ) **Կապարի օքսիդների ջերմային քայքայումը.** փորձանոթում վերցնել **0,5-1 գ PbO_2** կամ **Pb_3O_4** և գազայրիչով ուժեղ տաքացնել: Մարմրող մարխի օգնությամբ կարելի է համոզվել, որ անջատվում է **թթվածին**.



Փորձանոթում առաջանում է **դեղին PbO** : **10 գ PbO_2** -ից ստացվում է մոտ **460 մլ թթվածին**, իսկ **10 գ Pb_3O_4** -ից՝ **160 մլ**:

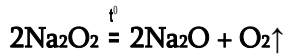
Նույն մեխանիզմով են քայքայվում նաև MnO_2 -ը և CrO_3 -ը.



7.2. Թթվածնի ստացումը պերօքսիդների քայքայումով. փորձանոթում վերցնել քիչ քանակով **բարիումի պերօքսիդ** և ուժեղ տաքացնել: Դարձելի ռեակցիան տեղի է ունենում ըստ հետևյալ հավասարման.



Ուժեղ տաքացման ժամանակ պերօքսիդային կապը խզվում է՝ առաջացնելով BaO և անջատելով **թթվածին**: **Բարիումի պերօքսիդի** փոխարեն կարելի է վերցնել նաև **նատրիումի պերօքսիդ**.



Անջատվող **թթվածնի** առկայությունը կարելի է ստուգել մարմրող մարխով:

Նիտրատների ջերմային քայքայումով **թթվածնի** ստացումը բերված է ազոտի բաժնում:

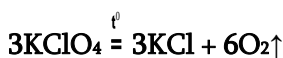
7.3. Թթվածնի ստացումը կալիումի քլորատի ջերմային քայքայումով. **կալիումի քլորատի** ջերմային քայքայումը կարելի է իրականացնել կա՛մ փորձանոթում, կա՛մ ոչ մեծ թորանոթում: **Թթվածնի** ստացման համար օգտագործվող **կալիումի քլորատը (բերտալեւոյան աղը)** պետք է լինի շատ մաքուր և մանր բյուրեղային: Որպես կանոն, կեղտոտ **կալիումի քլորատի** օգտագործումը կարող է հանգեցնել պայթյունի: Նույնիսկ բացարձակապես մաքուր մեծ բյուրեղները պետք է նախօրոք մանրացնել: Մանրացումը պետք է իրականացնել փայտե գդալով ճզմելով, այլ ոչ թե տրորելով: Ոչ մի դեպքում չի կարելի օգտագործել սանդաղակ (հավանգաթակ): Փորձից առաջ անհրաժեշտ է պարտադիր փորձարկել: Դրա համար քիչ քանակությամբ աղը լցնել հախճապակե թասի կամ հալքանոթի մեջ և տաքացնել: Եթե տեղի են ունենում թույլ պայթյուններ կամ ուժեղ բռնկումներ, ապա աղը պիտանի չէ **թթվածնի** ստացման համար:

Փորձանոթում վերցնել մոտ **0,5 գ KClO_3** , ամրացնել ամրակալին և զգուշորեն տաքացնել: Պետք է հաշվի առնել, որ **10 գ KClO_3** -ի քայքայումից ստացվում է **3 լ թթվածին**: Կախված ջերմաստիճանից՝ **կալիումի քլորատը** քայքայվում է տարբեր ձևերով: **350 °C** տաքացնելիս հալվում է, իսկ **400 °C**-ում՝ քայքայվում՝ ըստ հետևյալ հավասարման.



Այդ դեպքում անջատվում է **թթվածնի 1/3-ը**, և նկատվում է հալույթի պնդացում: Այդ երևույթը բացատրվում է նրանով, որ առաջացող **պերքլորատը** ավելի կայուն է և դժվարահալ:

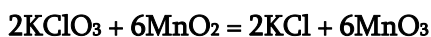
Քլորատի 500 °C տաքացման ժամանակ պերքլորատի առաջացումը համարվում է միջանկյալ ռեակցիա, որի դեպքում քայքայումը տեղի է ունենում հետևյալ հաջորդական փուլերով.



Գումարայինը կլինի՝ $4\text{KClO}_3 \xrightarrow{\varphi} 4\text{KCl} + 6\text{O}_2\uparrow$

Քայքայման բուռն ընթացքից խուսափելու համար որպես նոսրացնող ավելացնել չոր **կերակրի աղ կամ կալիումի քլորիդ**:

Կատալիզատորի (MnO_2 , Cr_2O_3 , Fe_2O_3 , CuO) առկայության դեպքում **կալիումի քլորատը** քայքայվում է ավելի ցածր ջերմաստիճանում, առանց միջանկյալ **պերքլորատի** առաջացման: MnO_2 -ի առկայությամբ քայքայումը տեղի է ունենում **150-200 °C-ում**՝ ըստ հետևյալ փոխարկումների.



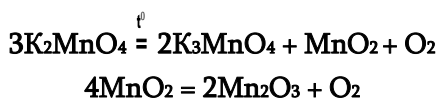
Գումարայինը կլինի վերը բերված հավասարումը: Որպես կատալիզատոր օգտագործվող **MnO_2 -ը** խոնավագերծելու համար նախապես տաքացնել այն **150-200 °C**: Ռեակցիոն խառնուրդում **քլորատի և MnO_2 -ի** զանգվածային հարաբերությունը պետք է լինի **2:1**: Ելային բաղադրիչները պետք է զգուշորեն խառնել հախճապակե թասում կամ թղթի վրա կա՛մ փայտե ծածկաթիակով (շպատել), կա՛մ սրվակում դանդաղ թափահարելով:

Խառնուրդը տեղափոխել փորձանոթ, ամրացնել ամրակալին և տաքացնել: Մարմրող մարխով ստուգել անջատվող թթվածնի առկայությունը:

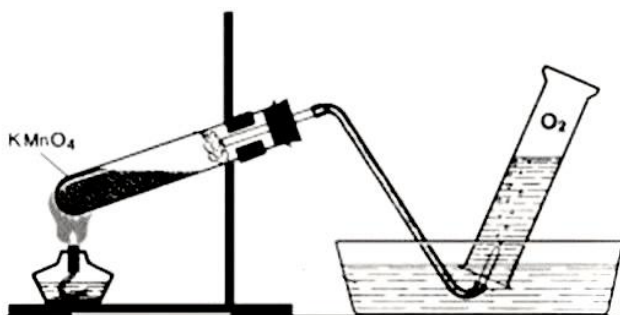
7.4. Թթվածնի ստացումը կալիումի պերմանգանատի ջերմային քայքայումով. փորձը կարելի է իրականացնել փորձանոթում կամ թորանոթում: Փորձանոթը լցնել **5-10 գ կալիումի պերմանգանատ**: Փորձանոթի վզիկին դնել բամբակե խճուճ, որպեսզի աղի քայքայման ժամանակ առաջացած **թթվածինը** փոշի չպարունակի: Փակել զազատար խողովակ ունեցող խցանով, խողովակը իջեցնել ջրով բյուրեղարարի մեջ և տաքացնել: **Կալիումի պերմանգանատի** քայքայումը սկսվում է մոտ **240 °C-ում**.



Ավելի բարձր ջերմաստիճանում ($600\text{ }^{\circ}\text{C}$ -ին մոտ) կարող է տեղի ունենալ քայքայման երկրորդ փուլը.



10 գ կալիումի պերմանգանատից ստացվում է **0,7 լ թթվածին**: Անջատվող **թթվածինը** հավաքել գլաններում ջրի տակ՝ ըստ նկ. 7.2.-ի: Գլանները լցնել թթվածնով այնպես, որ դրանցում քիչ քանակի ջուր մնա: Փորձի ավարտից հետո փորձանոթի մեջ մի քիչ ջուր լցնել, ապա լավ թափահարել և դիտել առաջացած նյութերի գույնը՝ **կանաչ (K_2MnO_4), սև (MnO_2)**, հնարավոր է լինի նաև մորեգույն (**չքայքայված KMnO_4**):



Նկ. 7.2. Թթվածնի ստացումը և հավաքումը

Վերը նկարագրված փորձն ամենաարդյունավետ և հարմար եղանակն է լաբորատորիայում թթվածին ստանալու և դրա հատկություններն ուսումնասիրելու համար:

Թթվածնի հատկությունները. **թթվածինը** քիմիական ակտիվությամբ զիջում է միայն **ֆտորին**: Անմիջականորեն միանում է շատ տարրերի հետ՝ արագ (բուռն) կամ դանդաղ ռեակցիաներով: Թթվածնի միացումը պարզ կամ բարդ նյութերի հետ անվանվում է **օքսիդացում կամ այրում**: Այն միշտ ուղեկցվում է ջերմության, երբեմն՝ լույսի անջատումով: Այն դեպքում, երբ ռեակցիայի ժամանակ անջատվող ջերմությունը ճառագայթման արդյունքում գերազանցում է դրա կորուստը, տեղի է ունենում բուռն օքսիդացում, հակառակ դեպքում տեղի է ունենում դանդաղ օքսիդացում:

Եթե դանդաղ օքսիդացումն ընթանում է առանց ջերմության կորստի, ապա տեղի է ունենում ջերմության բարձրացում, որը բերում է ռեակցիայի արագացման, այսինքն՝ դանդաղ ռեակցիան ինքնարագացման արդյունքում կարող է դառնալ բուռն:

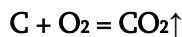
Բուռն և դանդաղ օքսիդացումների միջև չկա հստակ սահման: Բուռն օքսիդացումն ուղեկցվում է մեծ քանակությամբ ջերմության և լույսի անջատումով: Դանդաղ օքսիդացումը երբեմն ուղեկցվում է սառը լյումինեսցենստումով (լուսարձակում):

Այրումը նույնպես տեղի է ունենում տարբեր ձևերով: Նյութերը, որոնք այրման ժամանակ փոխարկվում են գոլորշանման վիճակի, այրվում են բոցով (**նատրիում, ծծումբ, ֆոսֆոր** և այլն): Այրման ժամանակ գոլորշի և գազ չառաջացնող նյութերը այրվում են առանց բոցի, որոշ մետաղների այրումը (**կալցիում, մագնեզիում** և այլն) ուղեկցվում է մեծ քանակությամբ ջերմության անջատումով, իսկ այդ ժամանակ առաջացած **օքսիդները** օժտված են սպեկտրի տեսանելի մարզում շատ լույս անջատելու հատկությամբ: Օքսիդացման ժամանակ մեծ քանակությամբ ջերմություն անջատող նյութերը (**կալցիում, մագնեզիում, ալյումին** և այլն) ի վիճակի են այլ մետաղների օքսիդներից դրանք անջատելու: Այդ հատկության վրա էլ հիմնված է **մետաղաթերմիան**:

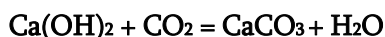
Մաքուր **թթվածնում** այրումը տեղի է ունենում ավելի բուռն, քան օդում, քանի որ օդը պարունակում է **80 % ազոտ**, որը չի նպաստում այրմանը:

7.5. Տարբեր նյութերի այրումը թթվածնի միջավայրում. **թթվածնի** միջավայրում այրման փորձերը իրականացվում են քարշիչ պահարանում հաստ պատերով և լայն բերանով անոթներում, որոնց հատակում, եթե անոթը լրիվ լցված է **թթվածնով** (լցված է գազաչափից), պետք է լինի ավազի չոր շերտ: Այրելու համար նյութը տեղավորում են կա՛մ ծայրը տափակեցրած հաստ երկաթե կամ պղնձե լարի վրա (դրանց ջերմահաղորդականությունը համեմատաբար ցածր է), կա՛մ այրվող նմուշը կպցվում է լարի ծայրին: Կարելի է օգտագործել նաև երկաթե փոքրիկ շերտիկ:

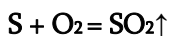
ա) Փայտածխի այրումը թթվածնում. երկաթե լարի ծայրին պատրաստել օղակ, վրան դնել սիսեռի չափ **փայտածխի կտոր**: Այրիչով տաքացնել մինչև մարմրալը և իջեցնել նախորդ փորձում հավաքված **թթվածնով** անոթներից մեկի մեջ: **Փայտածուխն** այրվում է՝ անջատելով մեծ քանակությամբ ջերմություն և լույս:



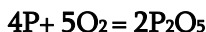
Այրումը ավարտելուց հետո սրվակը լավ թափահարել և ավելացնել **կրաջրի** պարզ լուծույթ: **Պոտորության** առաջացումը վկայում է **CO₂-ի** առկայությունը:



բ) **Ծծմբի այրումը թթվածնում.** երկաթե շերտփիկի մեջ դնել **ծծմբի** մի քանի կտոր կամ **ծծմբածաղիկ:** Տաքացնել այրիչով մինչև **ծծմբի** այրվելը և իջեցնել **թթվածնով** լցված անոթի մեջ: **Ծծումբը**, որը օդում այրվում էր դանդաղ, հազիվ նկատելի կապտավուն բոցով, **թթվածնում** այրվում է **վառ կապտամանուշակագույն բոցով**, և զգացվում է **ծծմբային գազի տհաճ հոտը:** Անոթի մեջ լցնել լակմուսի կապույտ լուծույթ, թափահարել: Լուծույթը սկզբից կկարմրի, այնուհետև աստիճանաբար կգունագրկվի: Լուծույթի կարմրելը բացատրվում է **ծծմբային թթվի** առաջացումով, իսկ անգունացումը՝ **H₂SO₃**-ի վերականգնիչ հատկությունով.



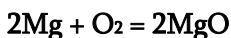
գ) **Կարմիր ֆոսֆորի այրումը թթվածնում.** նախօրոք լավ չորացրած **կարմիր ֆոսֆորի** փոքր կտորը տեղավորել շերտփիկում և այրել օդում, ապա արագ իջեցնել **թթվածնով** լցված անոթի մեջ: **Ֆոսֆորը** այրվում է կուրացնող բոցով՝ առաջացնելով **սպիտակ հնգօքսիդ.**



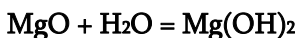
Այրումը ավարտելուց հետո, անոթը թափահարելով, վերջնանյութը լուծել ջրում, ստուգել միջավայրի **pH**-ը հայտանյութի միջոցով և համոզվել, որ այն **թթվային** է.



դ) **Մագնեզիումի այրումը թթվածնում.** երկաթե շերտփիկի մեջ լցնել քիչ քանակությամբ **մագնեզիումի փոշի**, վրան դնել լուցկու գլխիկ: Այրել լուցկին և արագ մտցնել թթվածնով անոթի մեջ.

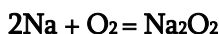


Ստացված **մագնեզիումի օքսիդը** լուծել ջրում՝ անոթը թափահարելով, ապա ինդիկատորի օգնությամբ համոզվել, որ միջավայրը **հիմնային** է.

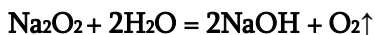


Խորհուրդ է տրվում **մագնեզիումի** այրումը դիտել մուգ ապակիներով պաշտպանիչ ակնոցով:

ե) **Նատրիումի այրումը թթվածնում.** **Նատրիումի** մի փոքր կտոր ֆիլտրի թղթով չորացնել, նշտարով կամ դանակով մաքրել օքսիդացված կեղևը, դնել երկաթե շերտփիկի վրա: Գազայրիչով այրել և մտցնել ջուր պարունակող **թթվածնով** լցված անոթի մեջ: Նատրիումի այրումից ստացվում է **պերօքսիդ.**



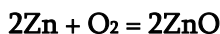
Արգասիքը լուծել ջրում՝ անոթը թափահարելով.



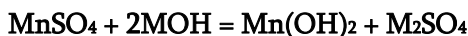
Լուծույթի միջավայրը ստուգել **ֆենոլֆտալեինի** լուծույթով, իսկ **թթվածնի** առկայությունը՝ մարմնող մարխով:

Նատրիումի պերօքսիդի և **ջրի** փոխազդեցության արդյունքում լուծույթում **ջրածնի պերօքսիդ** չի հայտնաբերվի, քանի որ **ալկալիները** **ջրածնի պերօքսիդի** քայքայման համար կատալիզատոր են:

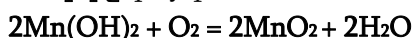
զ) Ցինկի այրումը թթվածնում. 15 սմ երկարությամբ և 0,8-1 սմ ներքին տրամագծով դժվարահալ ապակե խողովակի մեջ լցնել ցինկի տաշեղներ (կարելի է օգտագործել նաև ցինկի փոշի, բայց այնպես, որ դրանով թթվածինը անցնի) և մի ծայրը ամրացնել ամրակալին: Ամրակալին միացված ծայրը միացնել **թթվածնի** աղբյուրին, իսկ հակառակ ծայրը տաքացնել գազայրիչով: Խողովակով **թթվածին** բաց թողնելիս **ցինկը** բռնկվում է և այրվում պայծառ բոցով՝ առաջացնելով **ցինկի օքսիդ (սպիտակ պինդ նյութ)**.



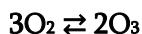
7.6. Մանգանի (II) հիդրօքսիդի օքսիդացումը. փորձանոթում լցնել **5-10 կաթիլ մանգանի (II) սուլֆատ և 2 Ն-ոց հիմքի** լուծույթով այն փոխարկել **հիդրօքսիդի**.



Թթվածնի ստացման սարքի (նկ. 7.2.) գազատար խողովակը մտցնել **Mn(OH)₂** պարունակող փորձանոթի մեջ, այնպես որ խողովակի ծայրը ընկղմվի նստվածքի մեջ: Տաքացնել **KMnO₄** պարունակող փորձանոթը և հետևել նստվածքի գույնի փոփոխությանը: **Սպիտակ (փղոսկրի գույն)** նստվածքը փոխարկվում է **գորշ** գույնի.



Օգոնը թթվածնի տարածնությունն է (ալոտրոպիա): Այն ստացվում է թթվածնից արտաքին էներգիայի (ջերմային, էլեկտրական կամ ճառագայթային) հաշվին:



Այսինքն՝ **թթվածնի** փոխարկերպումը **օգոնի** ջերմակլանիչ ռեակցիա է, որի ժամանակ տեղի է ունենում ծավալի փոքրացում:

Թթվածնի մոլեկուլները ջերմային, լուսային կամ էլեկտրական էներգիայի ազդեցության տակ տրոհվում են ատոմների, որոնք ավելի ռեակցիոնունակ են, քան մոլեկուլները: Դրանք միացման ռեակցիայի մեջ են մտնում չտրոհված թթվածնի մոլեկուլների հետ՝ առաջացնելով **օգոն**: Առաջացող **օգոնի** քանակությունը այնքան բարձր է, որքան ցածր է այն ջերմաստիճանը, որում տեղի է ունենում ռեակցիան:

Սովորական ջերմաստիճանային պայմաններում **օզոնի** ստացման ելքը բոլոր եղանակներով կազմում է մոտ **15 %**, որը բացատրվում է այդ միացության անկայունությամբ:

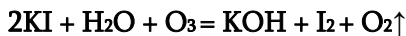
Օզոնի քայքայումը կարող է լինել մասնակի, երբ այն տեղի է ունենում ինքնաբերաբար (սովորական ջերմաստիճանում) և լրիվ (կատալիզատորի առկայությամբ): **Թթվածնի** ստացման բոլոր ռեակցիաները բերում են ոչ մեծ քանակությամբ **օզոնի** առաջացման:

7.7. Օզոնի ստացումը բարիումի պերօքսիդից. սառեցնող խառնուրդ (սառցաջուր կամ սառույց և կերակրի աղ) պարունակող բաժակի մեջ իջեցնել փոքր քանակությամբ **BaO₂** և **2-3 մլ խիտ ծծմբական թթու** պարունակող փորձանոթներ և թողնել, որ փորձանոթները սառչեն: Այնուհետև **ծծմբական թթուն** լցնել **BaO₂-ի** վրա և ապակե ձողով խառնել: Տեղի է ունենում **օզոնի** անջատում.



Ստացված **օզոնի** առկայությունը ստուգել **KI** լուծույթով թրջված **կարմիր լակմուսի** թղթով կամ **KI** և **օսլայի** խիտ լուծույթների խառնուրդով թրջված ֆիլտրի թղթով:

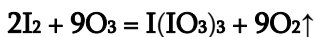
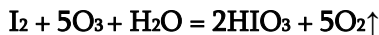
Օզոնով KI-ի վրա ազդելիս տեղի է ունենում հետևյալ փոխազդեցությունը.



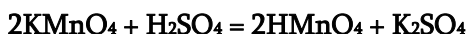
Լակմուսի թուղթը **կապտում** է առաջացած **KOH-ից**, իսկ օսլայի շոհը՝ **յոդից**: **Կապույտ** գույնը կարող է աստիճանաբար անհայտանալ **յոդի** և **KOH-ի** միջև տեղի ունեցող փոխազդեցության հետևանքով.



Օզոնի ավելցուկի դեպքում գույնի անհետացումը հնարավոր է նաև գուգահեռաբար տեղի ունեցող հետևյալ ռեակցիաների պատճառով.



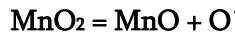
7.8. Օզոնի ստացումը կալիումի պերմանգանատից. հախճապակե թասի մեջ լցնել քիչ քանակությամբ (կես մատնոցի չափով) **կալիումի պերմանգանատ** և զգուշորեն, առանց թասի վրա խոնարհիվելու, ավելացնել **1-2 կաթիլ խիտ ծծմբական թթու**: **Կալիումի պերմանգանատի** և **ծծմբական թթվի** փոխազդեցությունից առաջանում է **պերմանգանական թթու**: Տեղի են ունենում հետևյալ փոխազդեցությունները.



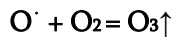
Այնուհետև **պերմանգանական թթուն ծծմբական թթվի** կողմից ջրազրկվում է, որի արդյունքում ստացվում է **պերմանգանական անհիդրիդի (Mn₂O₇) կանաչագորշ**, ծանր յուղանման հեղուկ.



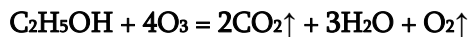
որը քայքայվում է **40-50 °C**-ում՝ փոխարկվելով **մանգանի (IV) և (II) օքսիդներին**, անջատելով **ատոմային թթվածին**.



Անջատված **ատոմային թթվածինը** միանում է օդի **թթվածնի** հետ՝ առաջացնելով **օզոն**.

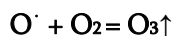
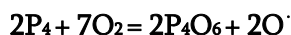


Եթե լարի վրա փաթաթված **եթերով, սպիրտով** կամ **նավթով** թրջված բամբակը մտցվի **օզոնի** միջավայր, ապա այն կբռնկվի, իսկ եթե պերմանգանատի վրա ծծմբական թթու ավելացնելուց հետո լավ խառնենք ապակե ձողիկով ու ծայրը հպենք սպիրտայրոցի պատրույզին, այն կբռնկվի.



Փորձը կարելի է կատարել նաև այլ եղանակով: Փորձանոթի մեջ լցնել **2-5 մլ խիտ ծծմբական թթու** և զգուշորեն ավելացնել նույն ծավալի **96 %-անոց սպիրտ** այնպես, որ հեղուկները չխառնվեն: Այնուհետև ավելացնել **կալիումի պերմանգանատի** մի քանի բյուրեղ: **Ծծմբական թթվի և սպիրտի** բաժանման մակերևույթին կնկատվեն վառվող սպիրտի **կայծեր**: Չի կարելի բերված եղանակով ստանալ **օզոն** (փորձանոթում) և հավաքել այն, քանի որ անջատված **MnO₂**-ը կարող է խցանել գազատար խողովակը: Արդյունքում ծծմբական թթվով փորձանոթը կպայթի:

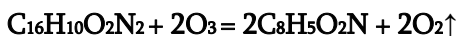
7.9. Օզոնի ստացումը ֆոսֆորի դանդաղ օքսիդացումից. սրվակի մեջ լցնել ջուր և մեջը դնել **սպիտակ ֆոսֆորի** մի փոքր կտոր այնպես, որ դրա **2/3**-ը մնա առանց ջրի: Փակել սրվակի բերանը: Յոդ-օսլայական ինդիկատորային թուղթը թրջել: Բացել սրվակի բերանը և թուղթը մտցնել սրվակի մեջ՝ սեղմելով այն սրվակի բերանին խցանով: Կարճ ժամանակ հետո թուղթը **օզոնի** ազդեցության տակ կկապտի: Դա տեղի է ունենում սրվակում **ֆոսֆորի դանդաղ օքսիդացման** ժամանակ.



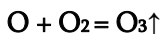
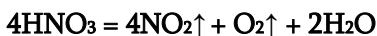
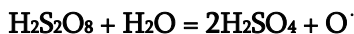
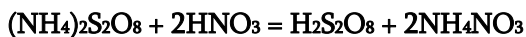
Յուրաքանչյուր **մոլ ֆոսֆորի** օքսիդացման ժամանակ առաջանում է **0,6 մոլ օզոն**:

7.10. Օզոնի ստացումը ամոնիումի պերսուլֆատից. սրվակի մեջ լցնել **3 գ ամոնիումի կամ կալիումի պերսուլֆատ**, ավելացնել **15 մլ խիտ ազոտական թթու**: Փակել գազատար խողովակ ունեցող մոմապատ փայտե խցանով: Խողովակի ծայրը իջեցնել **ծծմբական թթվի 0,5 %-անոց ինդիգոկարմիր** կամ **1 %-անոց ինդիգո** պարունակող լուծույթի մեջ:

Սրվակը տաքացնել. որոշ ժամանակ հետո **ինդիգոյի** լուծույթը գույնը փոխում է **կապույտից բաց դեղինի`** օգնով ինդիգոյի իզոտանի օքսիդացման պատճառով.



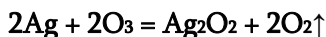
Այս եղանակով օզոնի ստացման հիմքում ընկած են հետևյալ ռեակցիաները.



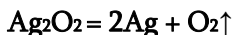
Գումարային. $(\text{NH}_4)_2\text{S}_2\text{O}_8 + 6\text{HNO}_3 = 2\text{NH}_4\text{NO}_3 + 2\text{H}_2\text{SO}_4 + 4\text{NO}_2\uparrow + \text{O}_3\uparrow + \text{H}_2\text{O}$

Նշված եղանակով ստացված օզոնը կարելի է հավաքել և ուսումնասիրել դրա հատկությունները:

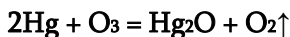
7.11. Արծաթի օքսիդացումը օզոնով. թույլ տաքացված **արծաթե թիթեղը** բռնել ունեղիով և պահել **օզոնի** հոսքում, թիթեղի վրա կհայտնվի **սև օքսիդի (Ag-O-Ag=O)** բարակ ծածկույթ.



Թիթեղը նորից տաքացնել ավելի բարձր ջերմաստիճանում. այն նորից կդառնա փայլուն:



7.12. Մնդիկի օքսիդացումը օզոնով. քիչ քանակով **սնդիկը** տեղավորել չոր փորձանոթի մեջ, թափահարել. այն փորձանոթի պատերին չի կպչի: Այնուհետև թույլ տաքացնել և բաց թողնել **օզոնի** հոսք: Փորձանոթի բերանը փակել և նորից թափահարել: Մնդիկը կսկսի հոսել փորձանոթի պատերով և պատված լինելով **մեկաթժեք օքսիդի սև** բարակ շերտով` կկպչի պատերին` առաջացնելով **հայելի**.



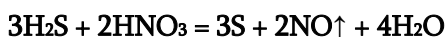
7.13. Օզոնի լուծելիությունը. օզոնը ջրում **թթվածնից** մոտ **10 անգամ** լավ է լուծվում, սակայն այն ջրում քայքայվում է: Օզոնը լավ լուծվում է **քառաքլոր ածխածնում և բենեկնայուղում** (սկիպիդար):

Տարբեր փորձանոթների մեջ առանձին-առանձին լցնել **բևեկնայուղ և ջուր**: Հերթով միացնել **օզոնի** ստացման աղբյուրին: Երբ **2** փորձանոթներն էլ հագեցնան **օզոնով** (ստուգել՝ յոդ-օսլայական թուղթը փորձանոթների բերանին մոտ պահելով. այն կկապտի) դրանց ավելացնել **յոդ-օսլայական լուծույթ**: **Բևեկնայուղ** պարունակող փորձանոթում **օզոն** հայտնաբերվում է, իսկ ջուր պարունակող փորձանոթում՝ ոչ:

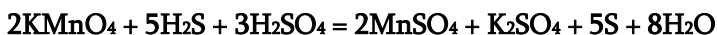
Ծծումբ: Լաբորատոր եղանակով ծծումբ հիմնականում ստանում են **S²⁻** իոնները մինչև **ազատ ծծումբ** օքսիդացնելով: Փորձերը կատարել քարշիչ պահարանում:

7.14. Ծծմբի ստացումը ծծմբաջրածնի օքսիդացումով. ծծմբաջրածնի օքսիդացումը կարելի է իրականացնել տարբեր օքսիդիչներով:

ա) Օքսիդացում ազոտական թթվով. փորձանոթում **ծծմբաջրածնային** ջրին ավելացնել ազոտական թթու: Լուծույթը պղտորվում է **ծծմբի** կոլոիդային լուծույթի առաջացման պատճառով.



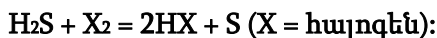
բ) Օքսիդացում կալիումի պերմանգանատով. փորձանոթում **ծծմբական թթվի** նոսր լուծույթով թթվեցրած **կալիում պերմանգանատի** լուծույթով անցկացնել **ծծմբաջրածնի հոսք**: Կնկատվի **ծծմբի** անջատում և **կալիումի պերմանգանատին** բնորոշ մանուշակագույնի անհետացում.



Քանի որ **ծծմբաջրածինը** օժտված է թթվային հատկությամբ, ապա կարելի է փորձը կատարել նաև առանց **ծծմբական թթվի**: Այդ դեպքում կանջատվի **ծծումբ**, և կառաջանա սև գույնի **MnO₂-ի** նստվածք.



գ) Օքսիդացում հալոգեններով. թարմ ստացված **ծծմբաջրածնի** լուծույթը փորձանոթներում բաժանել երեք մասի և հերթով ավելացնել թարմ պատրաստված **քլորաջուր, բրոմաջուր և յոդաջուր**: Բոլոր դեպքերում **ծծմբաջրածնի** օքսիդացման հետևանքով ստացվում է **կաթնանման ծծմբի** կոլոիդային լուծույթ.



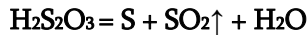
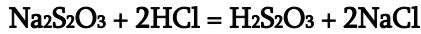
Նման եղանակով **ծծմբաջրածնի** օքսիդացումը կարելի է իրականացնել նաև **կալիումի երկբրոմատով, երկաթի (III) աղով** և այլ օքսիդիչներով.



Ծծմբաջրածնի փոխարեն կարելի է օգտագործել ցանկացած **սուլֆիդ**, իհարկե ցանկալի է՝ **ալկալիական մետաղների**.



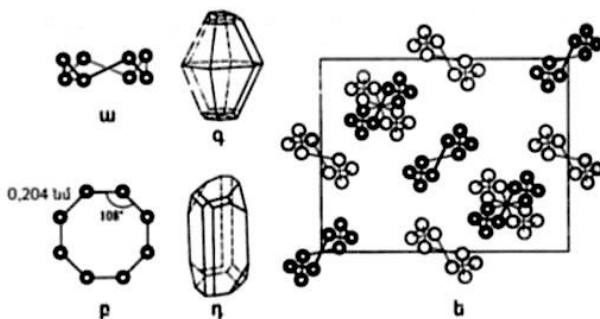
7.15. Ծծմբի ստացումը նատրիումի թիոսուլֆատի լուծույթի և աղաթթվի կամ ծծմբական թթվի փոխազդեցությունով. փորձանոթում քիչ քանակի ջրում լուծել **նատրիումի թիոսուլֆատի** մի քանի բյուրեղ և ավելացնել նոսր **HCl** կամ **H₂SO₄**: Փորձանոթում պղտորության հայտնվելը **կոլոիդային ծծմբի** առաջացման արդյունք է.



Ծծումբը անջատելու համար փորձանոթի պարունակությունը տեղափոխել հախճապակե թասի մեջ և ֆիլտրի թղթի փոքր կտորների առկայությամբ եռացնել, ապա ֆիլտրել:

Սովորական պայմաններում **ծծումբը** պինդ բյուրեղային կամ **ամորֆ** (ոչ բյուրեղային) **դեղին** նյութ է: Ծծումբը ջրում չի լուծվում և չի թրջվում: Լավ լուծվում է հեղուկ **ամոնիակում**, **պիքիդինում**, **բենզինայտում**, **ծծմբածխածնում** և այլ օրգանական լուծիչներում: Սենյակային ջերմաստիճանում **ծծումբը** հայտնի է երկու տարածություններով՝ շեղանկյունային և մոնոկլինային, որոնք ունեն միևնույն բաղադրությունը (**S₈**), բայց տարբերվում են կառուցվածքով:

7.16. Շեղանկյունային (ռոմբային) ծծմբի ստացումը. փորձը կատարել քարշիչ պահարանում, կրակից հեռու: Ոչ մեծ անոթի մեջ լցնել **10-15 մլ ծծմբածխածին**, ավելացնել **ծծմբի փոշի** և անընդհատ թափահարել: Եթե **ծծումբը** երկար ժամանակ չլուծվի, ապա անոթը կարելի է տաքացնել՝ այն մտցնելով տաք ջրով բաժակի մեջ: Լուծույթը ֆիլտրել **ծծմբածխածնով** թրջված ֆիլտրի թղթով և տեղափոխել ժամացույցի ապակու վրա, ծածկել ապակիով և թողնել քարշիչում գոլորշանա: Լուծույթից մի կաթիլ կաթեցնել առարկայական ապակու վրա և մանրադիտակի տակ դիտել բյուրեղների աճը: Որոշ ժամանակ հետո խոշորացույցով կարելի է տեսնել ժամացույցի ապակու վրա առաջացած փայլուն ութանիստային, շեղանկյունային ծծմբի բյուրեղները (նկ. 7.3.): Ծծմբածխածնի փոխարեն կարելի է վերցնել **սոլուտոլ**:

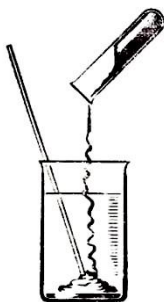


Նկ. 7.3. Ծծմբի (S₈) կառուցվածքը

ա) բյուրեղի տեսքը կողքից, բ) տեսքը վերևից, գ) շեղանկյունային ծծմբի բյուրեղի ձևը, դ) մոնոկլինային ծծմբի ձևը, ե) շեղանկյունային ծծմբի տարրական բջջի պրոեկցիան

7.17. Մոնոկլինային ծծմբի ստացումը. հախճապակե հալքանոթի $\frac{3}{4}$ մասը լցնել **փոշի ծծումբ** և տաքացնել մինչև հալվելը, որից հետո դադարեցնել տաքացումը: Սառելու արդյունքում **ծծմբի** մակերևույթին կառաջանա կոշտ կեղև: Տաքացված ապակե ձողով կեղևի վրա երկու անգը բացել և անցքերից մեկով հալված **ծծումբը** լցնել ջրով բյուրեղարարի մեջ: Հալված ծծումբը լրիվ դատարկելուց հետո հեռացնել կեղևը: Հալքանոթի ներսում կերևան պատերին նստած կամ բյուրեղացած գրեթե անգույն կիսաթափանց **մոնոկլինային ծծմբի** (նկ. 7.3.) բյուրեղները, որոնք որոշ ժամանակ հետո կկորցնեն իրենց փայլը և կփոխարկվեն կայուն շեղանկյունային ձևափոխության:

7.18. Պլաստիկ ծծմբի ստացումը. փորձանոթի $\frac{1}{3}$ մասը լցնել լավ մանրացված **ծծումբ**, ամրացնել ամրակալին և տաքացնել մինչև հալված **ծծումբը** եռա: Բարակ շիթով հալված ծծումբը դանդաղ լցնել սառը ջրի մեջ: **Հեղուկ ծծումբը** արագ սառչելիս ստացվում է բարակ թելերի տեսքով **պլաստիկ ծծումբ**: Որպեսզի առաջացող թելերը չկպչեն իրար, **ծծումբը** լցնել ջրի մեջ ձողի միջոցով՝ կատարելով պտտման գործողություններ (նկ. 7.4):



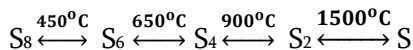
Նկ. 7.4. Պլաստիկ ծծմբի ստացումը

Կարելի է ցուցադրել **պլաստիկ ծծմբի** ձգվելիությունը և ճկունությունը: Մոտ **30-ից 40 րոպե** հետո այն կորցնում է այդ հատկությունները և փոխարկվում սենյակային ջերմաստիճանում կայուն շեղանկյունային ձևափոխության:

7.19. Տարբեր ջերմաստիճաններում ծծմբի վարքը. փորձանոթի $\frac{1}{2}$ մասը լցնել **ծծմբի** ոչ մեծ կտորներ, ամրացնել բռնիչին և զգուշորեն դանդաղ տաքացնել՝ անընդհատ թափահարելով ու պտտելով: Տաքացման ժամանակ լսվում է **ծծմբի** ջարդվող կտորների ճոճոցը (ծծումբը ջերմության վատ հաղորդիչ է):

119,3 °C-ում **ծծումբը** հալվում է՝ փոխարկվելով հեշտ շարժուն, **դեղին** հեղուկի: **259 °C**-ում **հեղուկ ծծմբի** բոլոր հատկությունները (խտություն, գույն, մակերևութային լարվածություն, էլեկտրահաղորդականություն և այլն) թռիչքաձև փոխվում են: Հատկապես կտրուկ փոխվում է հալույթի մածուցիկությունը, նմանվում է թանձր մրգահյութի ու չի թափվում շրջված փորձանոթից, գույնը դառնում է **մուգ գորշ**: Այդ ամենը պայմանավորված է **S₈** օղակների բացման հետևանքով առաջացած **S₈** շղթաների պոլիմերումով:

Ջերմաստիճանի հետագա բարձրացումը հանգեցնում է պոլիմերային շղթաների քանդմանը, որն ուղեկցվում է հալույթի մածուցիկության անկմամբ, որի արդյունքում այն նորից դառնում է **մուգ դարչնագույն** հեղուկ: **450 °C**-ում **ծծմբի գոլորշիների** ճնշումը հավասարվում է մթնոլորտային ճնշմանը. այն եռում է, իսկ **դեղնանարնջագույն գոլորշիները** սկսում են այրվել: **Ծծմբի գոլորշիների** բաղադրությունը բարդ է: Ջերմաստիճանից կախված՝ նրանում առկա են տարբեր մոլեկուլներ՝ **S₈, S₆, S₄**, քիչ թվով **S₂**, ինչպես նաև ծծմբի կենտ թվով ատոմներ պարունակող մոլեկուլներ, իսկ **1500-2000 °C**-ում **գազային ծծումբը** կազմված է բացարձակապես միայն ատոմներից.



Նույն փոփոխություններն տեղի են ունենում **ծծմբի** հետ նաև սառեցման ժամանակ, բայց հակառակ ուղղությամբ:

7.20. Ծծմբի խիտ «թփուտի» ստացումը. վերցնել լայն, **1** լիտրանոց բաժակ, որի մեջ բարձրության **1/3-ի** չափով մտցնել տարբեր բարձրության երկու **II**-աձև ապակե ձողեր՝ միմյանց ուղղահայաց, այնպես, որ դրանցից մեկը անցնի մյուսի տակով և չհասնի բաժակի պատերին **4-5** մմ-ով: Բաժակի մեջ լցնել **պղնձի (II) սուլֆատի՝ CuSO₄**-ի լուծույթ (**25-50** գ աղ՝ **500** մլ ջրում): Քանակները կարելի է փոփոխել: Բաժակի 4/5-ը լցնել հեղուկ, ծածկել ժամացույցի ապակիով և դնել սառնարանի մեջ՝ սառչելու:

Մետաղական բռնիչով ամրացված մեծ փորձանոթի մեջ լցնել **ծծմբածաղկի** կամ **ծծմբի կտորներ** մոտավորապես իր ծավալի $1/3$ -ի չափով: Այս փորձի մեջ խորհուրդ չի տրվում օգտագործել մանրացված ծծումբ («ծծմբի ծաղիկ»), քանի որ այն հալվելիս ուժեղ փրփրում է:

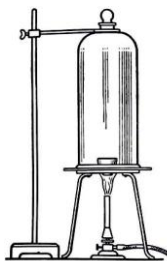
Փորձանոթը զգուշորեն կրակի վրա տաքացնել, մինչև ամբողջ **ծծումբը** վերածվի դեղին, շարժուն հեղուկի: Այնուհետև տաքացումը ուժեղացնել: Հալույթը սկզբից խտանում է, ապա եռման կետին մոտենալիս կրկին դառնում հեղուկ: Երբ **ծծումբը** եռա, լցնել այն պղնձի սուլֆատի լուծույթի մեջ: Հալույթը լցնելիս ձեռքով շրջանաձև շարժումներ անել, որպեսզի հալույթի հոսքերը խաչված ապակե ձողերի վրա թափվեն տարբեր տեղերում: Երբեմն այդ պահին **ծծումբը** կարող է բռնկվել և հանգչել ջրի հետ շփվելիս: Եթե **ծծումբը** լցնելուց հետո փորձանոթը շարունակի այրվել, այն պետք է փակել:

Արդյունքում ապակե ձողերի վրա կկախվվեն պլաստիկ **ծծմբի** բարակ, մածուցիկ շագանակագույն-դեղին թելեր՝ արևադարձային ջունգլիների լիովին պատրանք-տեսարանով՝ միահյուսված «որթատունկերի» (լիանաներ) հետ: Մեկ ժամ անց «որթատունկերը» դառնում են կարծր, և դրանց մակերեսին հայտնվում է **ծծմբի** փոքր բյուրեղների դեղնավուն շերտ: **CuSO₄-ի** լուծույթի շնորհիվ «որթատունկերի» թելերը ձեռք են բերում **կանաչավուն երանգ**, քանի որ դրանք դիտարկվում են կապույտ հեղուկի մեջ:

7.21. Ծծմբի կախույթի (սուսպենզիա) ստացումը (ծծմբային կաթ). պատրաստել **ծծմբի** հազեցած լուծույթ՝ դրա փոշին ժամանակ առ ժամանակ սպիրտում կամ բենզոլում թափահարելով: Չլուծված **ծծումբը** ֆիլտրել: Պարզ լուծույթը կաթիլ-կաթիլ լցնել ջրի մեջ: Կառաջանա **կաթնասպիտակ կախույթ՝ ծծմբային կաթ**, որը ֆիլտրը չի բռնում:

7.22. Ծծմբածաղկի ստացումը. հախճապակե հալքանոթի մեջ լցնել նախապես մանրացված **ծծումբ**, տեղադրել այն եռոտանու վրա, իսկ դրա վրա՝ ապակե զանգ: Վերջինս վերևից ամրացնել կալանին: Եռոտանու տակ տեղադրել այրիչը և վառել (նկ. 7.5.):

Ծծումբը հալքանոթի մեջ հալվում է, ապա եռում: Ծծմբի գոլորշին, բարձրանալով և շփվելով զանգի սառը պատերի հետ, խտանում է՝ առաջացնելով **ծծմբածաղիկ**: Երբեմն փորձի ընթացքում զանգի տակ առաջացած **ծծմբածաղիկը**, բարակ փոշու տեսքով կախված, բռնկվում է և անմիջապես մարում: Սաքքը դրանից կարող է ուժեղ ցնցվել, ուստի եռոտանին պիտի կայուն լինի, իսկ ապակե զանգը՝ ամուր սեղմված եռոտանու օղակով:

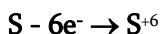
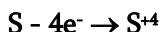


Նկ. 7.5. Ծծմբածաղկի ստացման սարքը

Ծծումբը ցուցաբերում է ն՝ օքսիդիչ, և՛ վերականգնիչ հատկություններ: Այն օքսիդացնում է **ջրածինը և մետաղները**՝ վերականգնվելով մինչև -2 , հնարավոր է նաև -1 օքսիդացման աստիճանի.



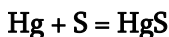
Ուժեղ օքսիդիչների առկայությամբ ցուցաբերում է **վերականգնիչ** հատկություններ՝ օքսիդանալով $+4$ կամ $+6$ օքսիդացման աստիճանների:



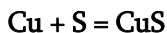
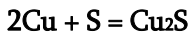
Ծծմբի հատկությունները բնութագրող փորձերը կատարել քարշիչ պահարանում:

7.23. Ծծմբի օքսիդիչ հատկությունները

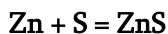
ա) **Ծծմբի և սնդիկի փոխազդեցությունը.** հախճապակե հավանգի մեջ լցնել **մանրացված ծծումբ**, ավելացնել մի քանի կաթիլ **սնդիկ** և հավանգաթակով լավ տրորել: Աստիճանաբար կառաջանա **սնդիկի սև սուլֆիդ**.



բ) **Ծծմբի և պղնձի փոխազդեցությունը.** փորձանոթի մեջ լցնել **ծծմբի փոքր կտորներ**, ամրացնել ամրակալին և այրիչով տաքացնել: **Պղնձե** լարը կամ բարակ թիթեղը բռնել ունեղիով և տաքացնել այրիչի բոցի վրա: Հենց որ հալված **ծծումբը** սկսի եռալ, **պղնձե** լարը կամ թիթեղը մտցնել **ծծմբի** գոլորշիների մեջ: Գոլորշիների հետ շփվելիս այն անմիջապես կայրվի.



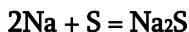
գ) **Ծծմբի և ցինկի փոխազդեցությունը.** պատրաստել $1:2$ կշռային հարաբերությամբ **ծծմբածաղկի և ցինկի փոշու** համասեռ խառնուրդ, բլրակի ձևով լցնել մետաղյա թիթեղի վրա: Այրիչի բոցի վրա շիկացած ապակե ձողը հպել խառնուրդին: Անմիջապես տեղի է ունենում ուժեղ բռնկում՝ մեծ քանակությամբ էներգիայի անջատումով.



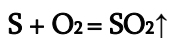
Առաջացած **ցինկի սուլֆիդը սպիտակ ծխի** ձևով բարձրանում է վերև:

Փորձը չի կարելի կատարել փորձանոթում:

դ) Նատրիումի և ծծմբի փոխազդեցությունը. փորձանոթի մեջ $\frac{1}{4}$ չափով լցնել լավ մանրացված **ծծումբ**, ուղղահայաց դիրքով ամրացնել ամրակալին, ավելացնել սիսեռի հատիկի չափով **նատրիում**: Տաքացնել մինչև **ծծումբը** հալվի, **նատրիումը** կսուզվի հալույթի մեջ: Մի քանի վայրկյան հետո փոխազդեցության արդյունքում նկատվում է **պայծառ բոց** ճայթյունով:



Ռեակցիան ուղեկցվում է ջերմության անջատումով՝ **ծծմբի** մասնակի այրմամբ.



Ռեակցիայի ընթացքում ստացվում են նաև **նատրիումի պոլիսուլֆիդներ**, որոնք անջատված ջերմության ազդեցության տակ քայքայվում են.



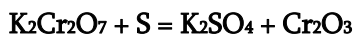
7.24. Ծծմբի վերականգնիչ հատկությունները. ծծմբի փոխազդեցությունը թթվածնի հետ բերված է թթվածնի բաժնում:

ա) Կալիումի երկքրոմատի վերականգնումը ծծմբով. սանդուղ լավ մանրացնել **3 գ կալիումի երկքրոմատի** և **2 գ ծծմբի** խառնուրդ, այն տեղափոխել թիթեղյա տարայի մեջ (կարելի է վերցնել գարեջրի տուփի և կտրել այնպես, որ մնա **5-10 մմ**), տեղավորել այն ամրակալի օղակի վրա և զազայրիչով տաքացնել: **Ծծումբը** աստիճանաբար կհալվի և կվառվի: Միաժամանակ կսկսվի **կալիումի երկքրոմատի** քայքայումը՝ **թթվածնի** անջատումով: Հենց որ խառնուրդը սկսի այրվել, տաքացումը դադարեցնել: Կառաջանան գեղեցիկ **կապույտ բոցի լեզվակներ** (նկ. 7.6.):

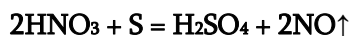


Նկ. 7.6. Կալիումի երկքրոմատի վերականգնումը ծծմբով

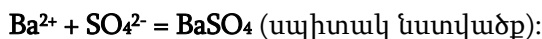
Աստիճանաբար կգոյանա շիկացած Cr_2O_3 -ի բլրակ, իսկ **ծծմբի** ավելցուկը կայրվի.



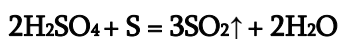
բ) **Խիտ ազոտական թթվի վերականգնումը ծծումբով.** փորձանոթում վերցնել 2-3 մլ **խիտ ազոտական թթու** (ցանկալի է ծխացող) և ավելացնել քիչ քանակությամբ **ծծումբ**: Ամրացնել ամրակալին և տաքացնել մինչև եռալը: **Ազոտական թթուն** վերականգնվում է մինչև NO , իսկ **ծծումբը** օքսիդանում է մինչև H_2SO_4 .



SO_4^{2-} իոնի առկայությունը կարելի է ստուգել Ba^{2+} -ով.

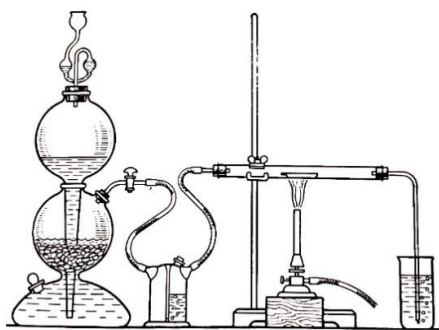


գ) **Խիտ ծծմբական թթվի վերականգնումը ծծմբով.** փորձանոթում տաքացնել 3-4 մլ **խիտ ծծմբական թթվի** և քիչ քանակությամբ **ծծմբի** խառնուրդ: **Ծծումբը** հալվում է (լուծվում է), գույնը՝ **մգանում**, իսկ երբ փորձանոթի պարունակությունը հասցվի եռման ջերմաստիճանի, կզգացվի անջատվող SO_2 -ի խեղդող սուր հոտը.



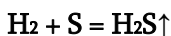
Ծծմբաջրածինը անօրգանական ուժեղ թույներից մեկն է: Օդում դրա 0,0005 % պարունակությունն առաջացնում է թունավորում, հետևաբար փորձերը պետք է կատարել քարշիչ պահարանում և շատ զգույշ:

7.25. Ծծմբաջրածնի ստացումը ուղղակի սինթեզով. Կիպի սարքը միացնել լվացող շշին, իսկ վերջինս՝ ամրակալին ամրացված խողովակին: Խողովակի կենտրոնում տեղավորել **ծծմբով** լցված հախճապակե փոքր նավակ: Խողովակի ծայրը փակել ուղղանկյուն ծոված, **կապարի նիտրատի** լուծույթ պարունակող բաժակի մեջ իջեցված, ապակյա խողովակ ունեցող խցանով (նկ. 7.7.):

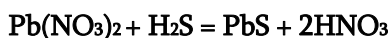


Նկ. 7.7. Ծծմբաջրածնի ստացման սարք

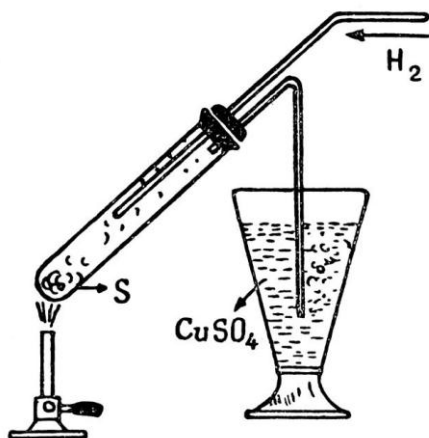
Հավաքած սարքի միջով Կիպի սարքից բաց թողնել **ջրածնի** ուժեղ հոսք: Սպասել **1-2 րոպե**, որպեսզի սարքից ամբողջ օդը դուրս մղվի, ապա գազի հոսքը քչացնել: Ամբողջ խողովակը գազայրիչով աստիճանաբար տաքացնել: Այնուհետև կրակը կենտրոնացնել նավակի վրա: **Ծծումբը** կհալվի և կեռա: **Ջրածինը**, անցնելով եռացող **ծծմբի** վրայով, կփոխազդի դրա գոլորշիների հետ.



Ստացված **ծծմբաջրածինը**, անցնելով **կապարի նիտրատի** լուծույթով, առաջացնում է ջրում և նոսր թթուներում չլուծվող **սև PbS**:

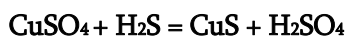


Ծծմբի գոլորշիների և ջրածնի փոխազդեցությունը կարելի է իրականացնել նաև փորձանոթում: Սովորական մեծությամբ փորձանոթում վերցնել փոքր քանակությամբ ծծումբ և բերանը փակել ռետինե խցանով, որի միջով անցնում են երկու ապակյա խողովակներ, մեկը՝ ծոված: Ուղիղ խողովակը միացնել **ջրածնի** աղբյուրին, իսկ ծովածի ծայրը մտցնել **CuSO₄**-ի լուծույթով լցված բաժակի մեջ (նկ. 7.8):



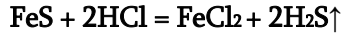
Նկ. 7.8. Ծծմբաջրածնի ստացումը փորձանոթում

Սարքը հավաքելուց հետո նրանով անցկացնել **ջրածնի** ուժեղ հոսք: Համոզվելով խողովակից դուրս եկող **ջրածնի** մաքրության մեջ՝ հոսքը դանդաղեցնել և փորձանոթը տաքացնել մինչև **ծծմբի** եռալը: **Ջրածնի** հոսքը կարգավորել այնպես, որ հնարավոր լինի հաշվել պղպջակները: Բաժակում կառաջանա **պղնձի սուլֆիդի սև նստվածք**.

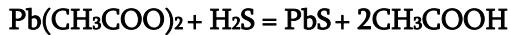


7.26. Ծծմբաջրածնի ստացումը սուլֆիդների և թթվի փոխազդեցությամբ.

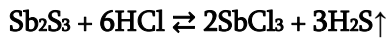
ա) Փորձանոթում վերցնել քիչ քանակությամբ **երկաթի սուլֆիդ**, ավելացնել **նոսր (1:1) աղաթթու կամ ծծմբական թթու (1:5)**: Փակել զազատար խողովակ ունեցող խցանով: Փոխազդեցությունն ընթանում է սառը պայմաններում.



Գազատար խողովակի ծայրը պահել **կապարի ացետատով** թրջված ֆիլտրի թղթի վրա. թուղթը կսևանա **կապարի սուլֆիդի** առաջացման պատճառով.

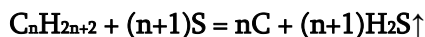


բ) Մաքուր **ծծմբաջրածին** ստացվում է **անտիմոնիտի (Sb_2S_3) և խիտ աղաթթվի** փոխազդեցությամբ, տաքացման պայմաններում: Այդ նպատակով Վյուրցի սրվակում վերցնել քիչ քանակությամբ **անտիմոնիտ**, փակել սրվակի բերանը կաթեցնող ձագար ունեցող խցանով: Կաթեցնող ձագարի մեջ լցնել **խիտ աղաթթու**: Ձագարից թթուն քիչ-քիչ բաց թողնել **անտիմոնիտի** վրա և սրվակը տաքացնել, առաջանում է **անտիմոնի (III) քլորիդ և ծծմբաջրածին**.



Տաքացման ժամանակ հավասարակշռությունը թեքվում է դեպի աջ, քանի որ առաջացող **ծծմբաջրածինը** նաև ցնդում է: Որպեսզի համոզվենք, որ ռեակցիան տեղի է ունենում երկու ուղղությամբ, ապակե գլանի մեջ վերցնել քիչ քանակությամբ **անտիմոնիտ** և ավելացնել **խիտ աղաթթու**: **Անտիմոնի (III) քլորիդը** լուծույթում մնում է ամբողջովին, իսկ **ծծմբաջրածինը**՝ մասամբ: Եթե ավելացվի քիչ քանակությամբ թորած ջուր, ապա ռեակցիան կընթանա հակառակ ուղղությամբ, իսկ լուծույթի վերնի մասում կառաջանա կարմրանարնջագույն **Sb_2S_3** :

7.27. Ծծմբաջրածնի ստացումը պարաֆինի և ծծմբի փոխազդեցությունով. փորձանոթը լցնել հավասար զանգվածներով **պարաֆինի և ծծմբի** խառնուրդ: Փորձանոթի բերանը փակել զազատար խողովակով և տաքացնել: Ջերմաստիճանը այնպես կարգավորել, որ **ծծմբաջրածնի** հոսքը լինի համաչափ: Անջատված **ծծմբաջրածինը** զազատար խողովակով մտցնել ջրով լցված բաժակի մեջ.



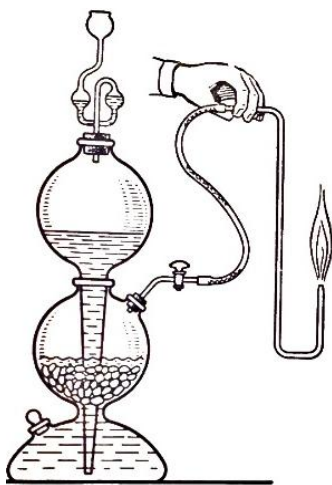
Բացի **ծծմբաջրածնից**, փորձանոթում առաջանում է նաև միջավայրից հեշտ հեռացող **սպունգանման ածխածին**: Տաքացումը դադարեցնելիս ծծմբաջրածին չի անջատվում, իսկ նորից տաքացնելիս անջատվում է, այ-

սինքն՝ եթե գազատար խողովակը փակվի, ապա խառնուրդը կարելի է երկար ժամանակ պահել և անհրաժեշտության դեպքում նորից ստանալ ծծմբաջրածին:

Ծծմբաջրածնի վերականգնիչ հատկությունները բերված են ծծմբի ստացման բաժնում:

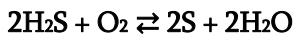
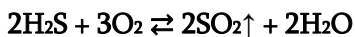
7.28. Ծծմբաջրածնի այրումը. Կիպի սարքին ռետինե երկար խողովակով միացնել ապակյա խողովակ (նկ. 7.9.): Սարքի մեջ լցնել նոսր (1:5) **ծծմբական թթու և լիցքավորել երկաթի (II) սուլֆիդով:**

Անհրաժեշտ է հիշել, որ **ծծմբաջրածնի և օդի** խառնուրդը այրելիս պայթում է: Այդ պատճառով Կիպի սարքի ծորակը բացելուց հետո՝ մինչև ծծմբաջրածնի այրումը, պետք է բաց թողնել ծծմբաջրածնի հոսքն այնքան, մինչև ամբողջ օդը սարքից և խողովակից դուրս գա, այնուհետև ստուգել պայթուցիկ խառնուրդի բացակայությունը՝ գազը փորձանոթում հավաքելով և այրելով: Դրանից հետո նոր այրել խողովակի ձգված ծայրից դուրս եկող գազը: Այն այրվում է գեղեցիկ **երկնագույն** բոցով: Այնուհետև բոցի մեջ մտցնել սառը հախճապակե թաս, այդ ժամանակ այրումը տեղի կունենա ոչ լրիվ, և թասի հատակը կծածկվի **ծծմբի դեղին** փառով:



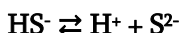
Նկ. 7.9. Ծծմբաջրածնի այրումը

Եթե այրվող **ծծմբաջրածնի** բոցը ուղղվի բյուրեղաբարում գտնվող ջրի մակերևույթին, ապա դրա վրա ծծմբաջրածնի ոչ լրիվ այրման պատճառով կհայտնվեն ծծմբի հետքեր.



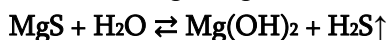
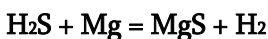
Փորձը կարելի է իրականացնել նաև փորձանոթում՝ օգտագործելով մագնիտողովակ (ծայրը ձգված ապակյա բարակ խողովակ):

7.29. Ծծմբաջրածնի թթվային հատկությունները. Ծծմբաջրածինը, լուծվելով ջրում (1 լ ջրում 3 լ), առաջացնում է **ծծմբաջրածնային ջուր**, որը օժտված է թթվային հատկություններով: Այն պատկանում է **թույլ թթուների** շարքին: Թույլ է նույնիսկ **ածխաթթվից**: Ջրային լուծույթում այն դիսոցվում է.



Դիսոցման հաստատունները ունեն հետևյալ արժեքները՝ $K_1=3,3 \cdot 10^{-7}$ և $K_2=2 \cdot 10^{-15}$:

Որևէ եղանակով ստացված **ծծմբաջրածնով** հագեցնել ջրով լցված բաժակը կամ մեծ փորձանոթը: Լուծույթը բաժանել երկու մասի: Առաջինին ավելացնել լակմուսի (չեզոք) լուծույթ. **ծծմբաջրածնային ջուրը** կգունավորվի **մանուշակագույն**: Երկրորդ մասին ավելացնել **մագնեզիումի փոշի**: Հեղուկը **ջրածնի և ծծմբաջրածնի** անջատման պատճառով կսկսի եռալ՝ ըստ հետևյալ փոխազդեցությունների.



7.30. Սուլֆիդների ստացումը. Ծծմբաջրածնական թթվի աղերը՝ **սուլֆիդները**, լինում են չեզոք և թթվային: Սառը կամ տաքացման պայմաններում **սուլֆիդների** անմիջական սինթեզը պարզ նյութերից բերված է ծծմբի հատկություններում:

Սուլֆիդները ստացվում են նաև լուծույթում **ծծմբաջրածնի կամ ամոնիումի սուլֆիդի** և մի շարք **մետաղների** իոնների փոխազդեցությունով:

Սուլֆիդներն ունեն բնորոշ գույներ, ընդ որում խմբերում կարգաթվի աճման հետ գույնը դառնում է ավելի ինտենսիվ, օրինակ՝

ZnS – սպիտակ

As₂S₃ – դեղին

CdS – դեղին

Sb₂S₃ – նարնջագույն

HgS – սև

Bi₂S₃ – սև

Կախված լուծելիության արտադրյալից (ԼԱ)՝ ջրում, ամոնիումի սուլֆիդում, ոչ օքսիդիչ և օքսիդիչ թթուներում լուծվելու հատկություններից՝ **սուլֆիդները** բաժանվում են չորս կարևոր խմբի (աղյուսակ 7.2):

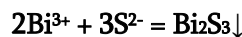
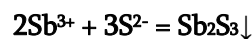
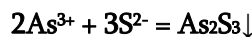
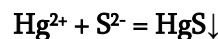
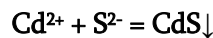
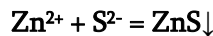
Աղյուսակ 7.2.

Մետաղների սուլֆիդների դասակարգումը

Ջրում լուծելի սուլֆիդներ	HCl-ում լուծվող սուլֆիդներ	HNO ₃ -ում լուծվող սուլֆիդներ	HNO ₃ -ում և (NH ₄) ₂ S- ում լուծվող սուլֆիդ- ներ
Ալկալիական, հողալկալիական մետաղների և ա- մոնիումի սուլ- ֆիդներ	MnS ($L.U. = 2,5 \cdot 10^{-10}$) FeS ($L.U. = 5,0 \cdot 10^{-18}$) ZnS ($L.U. = 1,6 \cdot 10^{-24}$) CoS ($L.U. = 4,0 \cdot 10^{-21}$) NiS ($L.U. = 3,2 \cdot 10^{-19}$) Te ₂ S ($L.U. = 1,2 \cdot 10^{-24}$) La ₂ S ₃ ($L.U. = 2,0 \cdot 10^{-13}$)	Ag ₂ S ($L.U. = 6,3 \cdot 10^{-23}$) CdS ($L.U. = 1,6 \cdot 10^{-28}$) HgS* ($L.U. = 1,6 \cdot 10^{-32}$) CuS ($L.U. = 6,3 \cdot 10^{-36}$) PbS ($L.U. = 2,5 \cdot 10^{-27}$) SnS ($L.U. = 2,5 \cdot 10^{-27}$) Bi ₂ S ₃ ($L.U. = 1,0 \cdot 10^{-97}$)	As ₂ S ₃ ($L.U. = 2,0 \cdot 10^{-23}$) Sb ₂ S ₃ ($L.U. = 4,0 \cdot 10^{-29}$) SnS ₂ GeS ₂ As ₂ S ₅ Sb ₂ S ₅ ($L.U. = 1,0 \cdot 10^{-30}$) MoS ₂

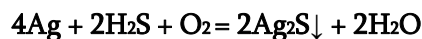
* HgS-ը լուծվում է միայն «արքայաջրում»:

ա) Անլուծելի սուլֆիդների ստացումը. առանձին փորձանոթներում վերցնել **ցինկի, կադմիումի, սնդիկի, արսենի, անտիմոնի և բիսմութի** աղերի լուծույթներ, ավելացնել ձմբաջրածնային ջուր կամ դրանցով անցկացնել գազային ձմբաջրածին: Ստացվում են համապատասխան տարրերի սուլֆիդները նստվածքի ձևով.

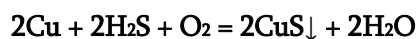


Նույն փոխազդեցությունները տեղի կունենան **ամոնիումի սուլֆիդ** օգտագործելիս:

բ) Արծաթե թիթեղը մտցնել **ձմբաջրածնային ջրի** մեջ: Մակերևույթը **սուլֆիդի** առաջացման պատճառով **սևանում** է.



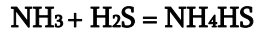
Նույնը տեղի է ունենում նաև **ձմբաջրածնային ջրի** մեջ **պղնձե թիթեղ** մտցնելիս.



Հնարավոր է՝ **սև CuS-ի** հետ առաջանա նաև **կապույտ երանգով Cu₂S**:

7.31. Լուծելի սուլֆիդների ստացումը.

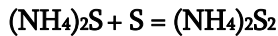
ա) Անոթում վերցնել **10 %-անոց ամոնիակի** ջրային լուծույթ և **ծծմբաջրածնով** հագեցնել: Կստացվի **անգույն ամոնիումի սուլֆիդի** լուծույթ.



Լուծույթում ստուգել **ամոնիումի սուլֆիդի** հիմնային բնույթը.

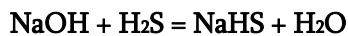


Օդում **անգույն ամոնիումի սուլֆիդը** օքսիդացման հետևանքով փոխարկվում է **դեղին ամոնիումի երկսուլֆիդի**.

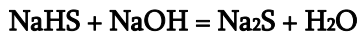


բ) **Նատրիումի սուլֆիդի ստացումը.** նատրիումի սուլֆիդի ստացումը տարրերի անմիջական փոխազդեցությամբ բերված է ծծմբի հատկություններում, սակայն **Na₂S** կարելի է ստանալ նաև ջրային լուծույթում:

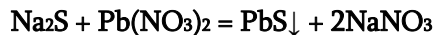
Փորձանոթի մեջ լցնել **6 Ն-անոց նատրիումի հիդրօքսիդի 5-10 կաթիլ** լուծույթ և դրանով անցկացնել **ծծմբաջրածնի** դանդաղ հոսք.



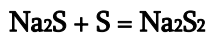
Ստացված **նատրիումի հիդրոսուլֆիդի** լուծույթին ավելացնել **ևս 5 մլ ալկալու** լուծույթ, կստացվի **անգույն, թափանցիկ Na₂S-ի** լուծույթ.



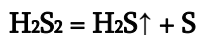
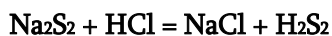
Ստացված լուծույթին ավելացնել **կապարի նիտրատի** լուծույթ: Սև նստվածքի առաջացումը ցույց կտա **նատրիումի սուլֆիդի** առկայությունը.



7.32. Նատրիումի երկսուլֆիդի ստացումը. փորձանոթի մեջ լցնել նատրիումի սուլֆիդի **5-10 մլ** խիտ լուծույթ և ավելացնել քիչ քանակությամբ լավ մանրացված, նախօրոք սպիրտով թրջված **ծծումբ**: Տաքացնել այրիչի մեղմ բոցով մինչև գույնի փոփոխությունը: Կստացվի **նատրիումի երկսուլֆիդ**.



Ստացված **երկսուլֆիդի** լուծույթը ֆիլտրել չռեակցված **ծծումբը** հեռացնելու համար, ապա թափանցիկ լուծույթին կաթիլներով ավելացնել **աղաթթվի 2 %-անոց** լուծույթ մինչև թթվային ռեակցիա (ստուգել լակմուսի թղթով): Որոշ ժամանակ հետո կանջատվի **ծծումբ՝** կոռոնդային վիճակով.

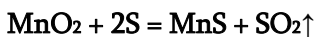


Բազմասուլֆիդների գույնը փոխվում է **դեղինից կարմրանարնջագույն**: Ծծմբի ատոմների ավելացման հետ դրանց գույնը դառնում է ավելի մուգ:

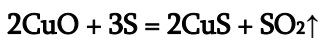
Ծծումբն առաջացնում է մի շարք **թթվածնային միացություններ**՝ SO , S_2O , S_8O , S_2O_2 , S_2O_3 , SO_2 , SO_3 , S_2O_7 և SO_4 , սակայն նշվածներից կբնարկենք միայն ծծմբային (SO_2) և ծծմբական (SO_3) անհիդրիդները:

Քանի որ **ծծմբային գազում ծծումբը** գտնվում է **+4** օքսիդացման աստիճանում, այն կարելի է ստանալ **+6** օքսիդացման աստիճանով ծծմբի միացությունների վերականգնմամբ, **+4** օքսիդացման աստիճանով ծծմբի փոխանակման ռեակցիաներով, ինչպես նաև ցածր օքսիդացման աստիճանով ծծմբի միացությունների և ազատ ծծմբի օքսիդացումով:

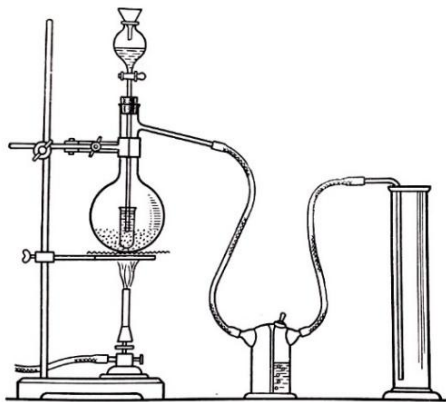
7.33. Ծծմբային գազի ստացումը ծծմբի օքսիդացումով. թթվածնով ծծմբի օքսիդացումը բերված է թթվածնի հատկություններում: Գազատար խողովակ ունեցող փորձանոթում տեղավորել լավ մանրացված **4 կշռամաս MnO_2** և **3 կշռամաս ծծմբի խառնուրդ**: Գազատար խողովակի ծայրը իջեցնել ջրով լցված անոթի մեջ: Փորձանոթը ուժեղ տաքացնել. անմիջապես կսկսվի **ծծմբային անհիդրիդի** անջատումը.



Ինդիկատորով ստուգել անոթի լուծույթի միջավայրը. այն թթվային է: Եթե անհրաժեշտ է **ծծմբային գազ** ստանալ ավելի ցածր ջերմաստիճանում, ապա պետք է օգտվել լավ մանրացված **4 կշռամաս պղնձի (II) օքսիդի** և **1 կշռամաս ծծմբի** խառնուրդից.



7.34. Ծծմբային գազի ստացումը սուլֆիտներից. հավաքել սարքն ըստ նկ. 7.10.-ի: Անոթի մեջ լցնել **չոր նատրիումի սուլֆիտ ($1/4$ -ի չափով)**: Կաթեցնող ձազարի մեջ **ծծմբական թթու** լցնել և կաթիլ-կաթիլ բաց թողնել: Տեղի է ունենում SO_2 -ի անջատում.



Նկ. 7.10. Ծծմբային գազի ստացման սարք

Անջատված **ծծրային գազը**, անցնելով խիտ ծծմբական թթու պարունակող Տիշենկոյի շշով, գազատար խողովակով լցվում է ապակյա գլանի մեջ՝ դրանից դուրս մղելով օդը: Երբ անոթում ամբողջ աղը թրջվի թթվով, և **ծծմբային գազի** անջատումը դանդաղի, անոթը տաքացնել: Գլանում **ծծմբային գազի** լցվելը ստուգել վառվող լուցկիով: SO_2 -ի միջավայրում այն մարում է (SO_2 -ը չի նպաստում այրմանը): Լցնել մի քանի գլաններ, փակել դրանց բերանը ապակյա թիթեղով և պահել հետագա փորձերի համար:

7.35. Ծծմբային գազի ստացումը ծծմբական թթվի վերականգնումով. փորձի համար օգտվել նախորդ փորձում նկարագրված սարքից: Վյուրցի անոթի մեջ վերցնել **պղնձի** մի քանի կտոր: Կաթեցնող ձագարից **պղնձի** վրա լցնել **խիտ ծծմբական թթու** մինչև լրիվ ծածկվելը: Սենյակային ջերմաստիճանում փոխազդեցություն տեղի չի ունենում: Անոթը զգուշորեն տաքացնել՝ աստիճանաբար ուժեղացնելով. կսկսվի բուռն ռեակցիա և լուծույթը **կկապտի**.



Ստացված SO_2 -ը նախորդ փորձի նման ոչ թե հավաքել, այլ անցկացնել սառեցնող խառնուրդի (**սառույց + NaCl**) մեջ դրված U-աձև խողովակով: **Ծծմբային գազը** կհեղուկանա: Կարելի է հեղուկ SO_2 -ը լցնել հախճապակե թասի մեջ և դիտել գոլորշացումը:

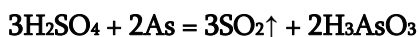
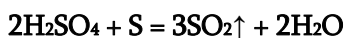
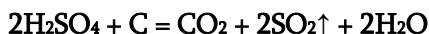
Հարկ է նշել, որ եթե **պղնձի և խիտ ծծմբական թթվի** փոխազդեցությունը տեղի է ունենում **270°C -ից** ցածր ջերմաստիճանում, ապա SO_2 -ի անջատում տեղի չի ունենում, և որպես ռեակցիայի արգասիք ստացվում է **Cu_2S -ի սև նստվածք**:



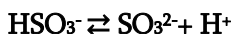
Այլ ընթացքով է տեղի ունենում **պղնձի և անջուր ծծմբական թթվի** փոխազդեցությունը **200°C -ում**: **Կապույտ** լուծույթի փոխարեն ստացվում է **անգույն** լուծույթ, և նորից անջատվում է SO_2 : Տեղի է ունենում հետևյալ փոխազդեցությունը.



Խիտ ծծմբական թթուն տաքացման պայմաններում **ոչ մետաղներով և տարբեր վերականգնիչներով** վերականգնվում է մինչև SO_2 .

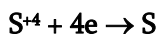


7.36. Ծծմբային գազի լուծելիությունը ջրում. կապույտ լակմուսով գունավորված ջուր պարունակող բյուրեղարարի մեջ գլխիվայր շրջված մտցնել 7.34. փորձի ընթացքում SO_2 -ով լցված գլանը: Ջրի տակ գլանի բերանը բացել: Ջուրը, լուծելով **ծծմբային գազը**, աստիճանաբար կբարձրանա գլանում, իսկ լակմուսի կապույտ գույնը կփոխարկվի կարմիրի: 20°C -ում 1 ծավալ ջրում լուծվում է 40 ծավալ SO_2 , ըստ հետևյալ ռեակցիաների.



Ծծմբային թթվի ջրային լուծույթը պարունակում է չռեակցված SO_2 , որի պատճառով էլ օժտված է դրան բնորոշ սուր հոտով:

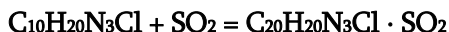
Ծծմբային գազի հատկությունները: Քանի որ ծծմբի ատոմը ծծմբային գազում կամ դրա ջրային լուծույթում ունի միջանկյալ օքսիդացման աստիճան (+4), կարող է ցուցաբերել ն' օքսիդիչ, ն' վերականգնիչ հատկություններ .



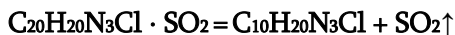
7.37. Ծծմբային գազի սպիտակեցնող հատկությունը. շատ ներկանյութեր, միանալով ծծմբային գազի հետ, առաջացնում են անգույն կամ թույլ գունավորված միացություններ:

Ծծմբային գազը հաճախ օգտագործում են այն նյութերի սպիտակեցման համար, որոնք ավելի ուժեղ օքսիդիչներից քայքայվում են:

ա) Կարմիր ֆուքսինի լուծույթի գունազրկումը. կարմիր ֆուքսինի նոսր լուծույթով անցկացնել SO_2 -ի հոսք կամ ավելացնել դրա ջրային լուծույթը: Նկատվում է լուծույթի գունազրկում: Լուծույթի գունազրկումը բացատրվում է ֆուքսինի և ծծմբային գազի փոխազդեցության հետևանքով անգույն նյութի առաջացմամբ.



Անգույն լուծույթը տաքացնելիս ծծմբային գազը ցնդելու պատճառով նախկին գույնը կրկին վերականգնվում է.



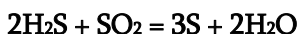
բ) Բնական ծաղիկների գունազրկումը. ծաղիկների գունազրկումը հավասարաչափ և արագ իրականացնելու համար դրանք նախօրոք կարճ ժամանակով պահել եթերի մեջ ծաղկի թերթիկները յուղազերծելու համար, հետո մտցնել ծծմբային գազ պարունակող գլանի մեջ: Կարմիր վարդը և կա-

սյույտ անմոռուկը գրեթե անգունանում են, որը պայմանավորված է, նախորդ փորձի բացատրության նման, տեղի ունեցող հետևյալ փոխազդեցություններով:

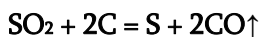
Գունազրկված ծաղիկը ընկղմել նախ **խիտ ծծմբական թթվի** լուծույթի մեջ, այնուհետև անմիջապես՝ ջրի մեջ: Ծաղիկը նորից կգունավորվի, սակայն դրա գույնը կտարբերվի սկզբնականից, օրինակ՝ **կապույտ անմոռուկը** կդառնա **մանուշակագույն**:

Եթե գունազրկված ծաղիկը մտցվի **քլորով** լցված գլանի մեջ, ապա կարճ ժամանակով գույնը կվերականգնվի, այնուհետև քլորով օքսիդացման պատճառով նորից կանհետանա:

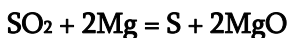
զ) Ծծմբաջրածնի և ծծմբային գազի փոխազդեցությունը. մի գլանի մեջ լցնել **ծծմբաջրածին**, մյուսի մեջ՝ **ծծմբային գազ** և ծածկել ապակյա թիթեղներով: Վերջինս գլխիվայր շրջված մոտեցնել մյուս գլանին, ապակյա թիթեղները հանել և բերաններով հպված գլանները թափահարել մի քանի անգամ այնքան, մինչև պատերին հայտնվի նստող, ծծմբի շատ մանր հատիկներով ծուխ.



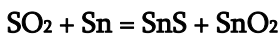
դ) Ծծմբային գազի վերականգնումը ածխով, մագնեզիումով, անագով և ցինկով. ածխի մի փոքր կտոր գազայրիչի վրա այրել և մտցնել **ծծմբային գազ** պարունակող գլանի մեջ, այն շարունակում է այրվել.



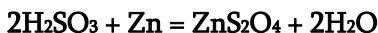
Նույն ձևով է պահում իրեն նախօրոք այրվող **մագնեզիումը.**



Տաքացված **անագը** ծծմբային գազի միջավայրում առաջացնում է **սուլֆիդ** և **օքսիդ**.



Փորձանոթում վերցնել **ցինկի** փոշու ջրային կախույթ և դրանով անցկացնել **SO₂**-ի հոսք: Տեղի է ունենում **երկթիոնային թթվի աղի** առաջացում՝ ըստ հետևյալ ռեակցիայի.



7.38. Ծծմբային գազի օքսիդացումը հալոգենաջրով.

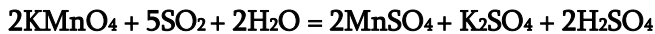
ա) Առանձին փորձանոթներում վերցնել **SO₂**-ի ջրային լուծույթ և հերթականությամբ ավելացնել **քլորաջուր, բրոմաջուր և յոդաջուր**, տեղի են ունենում հետևյալ փոխազդեցությունները.



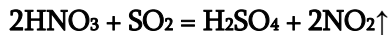


Երկրորդ և երրորդ փորձանոթներում նկատվում է դեղնագորշ գույնի անհետացում: Երրորդ ռեակցիայի զգայունությունը բարձրացնելու համար ավելացնել **օսլայի շոռ**: **Ծծմբական թթվի** առկայությունը ստուգել **բարիումի քլորիդի** լուծույթով:

բ) Ծծմբային գազի օքսիդացումը կալիումի պերմանգանատով և երկքրոմատով. առանձին փորձանոթների մեջ լցնել **կալիումի պերմանգանատի և երկքրոմատի նոսր լուծույթներ** և դրանցով անցկացնել SO_2 -ի հոսք: Առաջին փորձանոթում տեղի է ունենում **գունազրկում**, իսկ երկրորդ փորձանոթում առաջանում է $\text{Cr}(\text{OH})_3$ -ի **կանաչ նստվածք**.



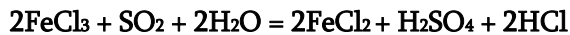
գ) Ծծմբային գազի օքսիդացումը խիտ ազոտական թթվով. խիտ ազոտական **թթուն** տաքացնել և մի քանի կաթիլ լցնել SO_2 -ով լցված գլանի մեջ, նկատվում է գորշ գազի անջատում.



Երբ **խիտ ազոտական թթուն** փոխազդում է **ծծմբային գազի** ջրային լուծույթի հետ, նորից առաջանում է **ծծմբական թթու**, բայց անջատվում է **ազոտի (II) օքսիդ**, քանի որ **ազոտի (IV) օքսիդը** փոխազդում է ջրի հետ.



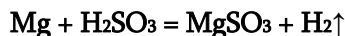
Ծծմբային գազը վերականգնում է նաև **երկաթի (III) միացությունները** դրանց ջրային լուծույթից.



Ծծմբային գազի ջրային լուծույթը օժտված է **թթվային հատկություններով**: **Ծծմբային թթուն** գոյություն ունի միայն ջրային լուծույթում: Դրա՝ լակմուսով ներկված ջրային լուծույթը տաքացնելիս լակմուսը վերականգնում է իր չեզոք վիճակը, քանի որ այդ ժամանակ SO_2 -ի ջրում լուծման ռեակցիայի հավասարակշռությունը թեքվում է դեպի ձախ.

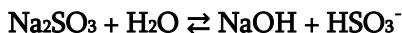


7.39. Ծծմբային թթվի թթվային հատկությունը. **ծծմբային թթու** պարունակող փորձանոթի մեջ լցնել մի փոքր **մագնեզիումի փոշի**: Տեղի կունենա բուռն ռեակցիա՝ **ջրածնի** անջատումով.

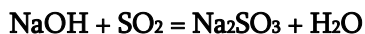


7.40. Ծծմբային թթվի աղերի ստացումը. հիմքի ավելացման ժամանակ SO_2 -ի ջրում լուծման ռեակցիան տեղաշարժվում է դեպի աջ, իսկ **չեզոք աղ** պարունակող լուծույթը դադարում է SO_2 -ի հոստ արձակել:

Ծծմբային թթուն՝ որպես երկհիմն թթու, առաջացնում է **չեզոք (սուլֆիտներ) և թթվային (հիդրոսուլֆիտներ)**, իհարկե, գոյություն ունեն նաև **հիմնային աղեր** ($\text{NaM}_2(\text{OH})(\text{SO}_3)_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$) ($\text{M}=\text{Mg}, \text{Mn(II)}, \text{Fe(II)}$), որոնց առաջացման պատճառն այն է, որ լուծելի սուլֆիտների հիդրոլիզի հետևանքով գոյացած HSO_3^- թթուն թույլ է, ուստի առաջանում է հիմնային միջավայր.

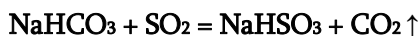


ա) Նատրիումի սուլֆիտի ստացումը. կոնաձև անոթի մեջ լցնել **նատրիումի հիդրօքսիդի** լուծույթ և դրանով անցկացնել **ծծմբային գազի** հոսք մինչև չեզոք միջավայր.



Փակել անոթի բերանը և թողնել՝ աղը բյուրեղանա՝ $\text{Na}_2\text{SO}_3 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$

բ) Նատրիումի հիդրոսուլֆիտի ստացումը. **նատրիումի հիդրոկարբոնատի** հազեցած լուծույթը լցնել կոնաձև անոթի մեջ: Անոթի բերանը փակել երկու զազատար խողովակ (մեկը երկար, մինչև անոթի հատակը հասնող) ունեցող խցանով: Երկար խողովակի միջոցով լուծույթով անցկացնել **ծծմբային գազի** հոսքը՝ մինչև թթվային ռեակցիա, իսկ երկրորդ խողովակը տեղադրել անջատված CO_2 -ը դուրս բերելու համար.



Փորձն ավարտելուց հետո լուծույթը դնել խոնավագերծիչի (եքսիկատոր) մեջ և թողնել՝ աղը բյուրեղանա: Աղը կարելի է նստեցնել նաև լուծույթին **սպիրտ** ավելացնելով: Այն կանջատվի 7 մոլեկուլ ջրով:

7.41. Ծծմբային թթվի աղերի հասկությունները. ծծմբային գազի և ծծմբային թթվի նման վերջինիս աղերը նույնպես օժտված են օքսիդավերականգման երկակիությամբ:

ա) Նատրիումի սուլֆիտի վերականգնիչ հասկությունը. բաժակի մեջ **2 գ կալիումի պերմանգանատին** խառնել **50 մլ 28 %-անոց նատրիումի հիդրօքսիդ**, ապա սառեցնող խառնուրդով սառեցնել և ավելացնել **3,5 գ նատրիումի սուլֆիտի հիդրատը.**

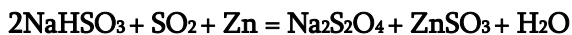


Ստացված շիլայանման զանգվածը ֆիլտրել ապակյա ֆիլտրով և լվանալ նախ սառեցված **նատրիումի հիդրօքսիդի** լուծույթով, այնուհետև՝ սառեցված **սպիրտով:** **Նատրիումի (V) մանգանատը** ստացվում է **կապույտ** բյուրեղային նստվածքի ձևով:

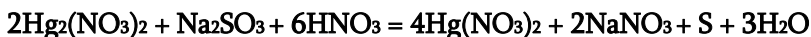
Սուլֆիտները օդում և նույնիսկ ջրային լուծույթում երկար մնալիս օքսիդանում են.



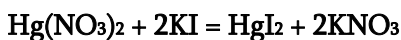
բ) Նատրիումի հիդրոսուլֆիտի օքսիդիչ հատկությունը. փորձանոթում վերցնել նատրիումի հիդրոսուլֆիտի խիտ լուծույթ, ավելացնել ցինկի փոշի, հագեցնել SO_2 -ով և խառնուրդը սառեցնել: Ստացվում է նատրիումի երկթիո-նային թթվի աղը.



գ) Փորձանոթի մեջ լցնել 2-3 կաթիլ $\text{Hg}_2(\text{NO}_3)_2$ -ի լուծույթ և ավելացնել 2-3 կաթիլ 2 %-անոց ազոտական թթու: Խառնել ապակյա ձողով և ավելացնել 2-3 բյուրեղ նատրիումի սուլֆիտ: Անջատվող ծծմբի պատճառով լուծույթը կպղտորվի.



Համոզվելու համար, որ Hg_2^{2+} -ը փոխարկվել է Hg^{2+} -ի, ստացված լուծույթին ավելացնել կալիումի յոդիդի լուծույթի մի քանի կաթիլ: Աղյուսակարմիր HgI_2 -ի նստվածքի առաջացումը ցույց կտա Hg^{2+} -ի առկայությունը.



7.42. Ծծմբային թթվի աղերի ջերմային կայունությունը. ջերմության հանդեպ և՛ սուլֆիտները, և՛ հիդրոսուլֆիտները անկայուն են, ընդ որում՝ դրանց քայքայումը տեղի է ունենում տարբեր կերպ:

ա) Չոր փորձանոթում վերցնել նատրիումի սուլֆիտի մի փոքր քանակու-թյուն և տաքացնել այրիչով: Տեղի է ունենում անհամամասնացում.



Փորձանոթը սառելուց հետո մնացորդի վրա ավելացնել նոսր աղաթթու և ստուգել առաջացած աղերի առկայությունը:

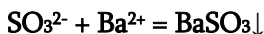
Հողալկալիական մետաղների աղերը վակուումում քայքայվում են մինչ օքսիդ.



բ) Չոր փորձանոթում վերցնել նատրիումի հիդրոսուլֆիտի քիչ քանակու-թյուն և տաքացնել գազայրիչով: Հիդրոսուլֆիտը կքայքայվի հետևյալ հավա-սարումով.



7.43. Սուլֆիտ իոնի հայտնաբերումը. թարմ ստացված ծծմբային թթվի կամ դրա որևէ աղի լուծույթին ավելացնել բարիումի լուծելի աղի լուծույթ: Կառաջանա սպիտակ նստվածք.



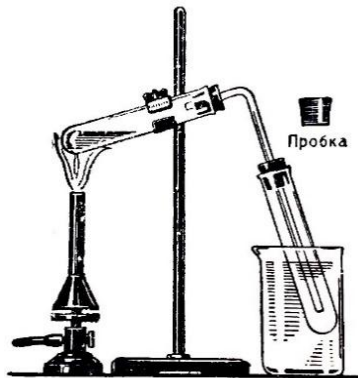
Նստվածքը պարզվածքազտել և ավելացնել նոսր աղաթթու: Այն կլուծվի՝ անջատելով SO_2 .



Հաճախ լուծույթում առկա է լինում SO_3^{2-} իոնի օքսիդացման պատճառով առաջացած SO_4^{2-} , և նստվածքը ամբողջովին չի լուծվում: Ուստի փորձը նպատակահարմար է իրականացնել հետևյալ ձևով. նստվածքը բաժանել երկու փորձանոթներում, առաջինին ավելացնել **նոսր աղաթթու**, իսկ երկրորդին՝ նույն ծավալով թորած ջուր և փորձանոթները թափահարել: Առաջին փորձանոթում նկատվում է ավելի քիչ պղտորություն, քան երկրորդում:

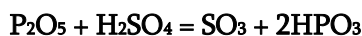
7.44. Ծծմբական անհիդրիդի (SO_3) ստացումը. ծծմբական անհիդրիդի ստացման և հատկությունների ուսումնասիրության փորձերը կատարել քարշիչ պահարանում:

ա) Ծծմբական անհիդրիդի ստացումը ծծմբական թթվից. չոր փորձանոթի մեջ լցնել **2-5 գ ֆոսֆորական անհիդրիդ** և ավելացնել **2-5 մլ խիտ ծծմբական թթու (96-98 %-անոց)**: Խառնուրդը խառնել ապակե ձողով և փակել ուղղանկյուն գազատար խողովակով խցանով: Խողովակի ծայրին նորից հազցնել խցան (ընդունարանը փակելու համար) և փորձանոթը ամրացնել ամրակալին: Գազատար խողովակի մյուս ծայրը մտցնել ընդունարան ծառայող չոր փորձանոթի մեջ և փակել: Փորձանոթը մտցնել սառեցնող խառնուրդ պարունակող բաժակի մեջ (նկ. 7.11.):



Նկ. 7.11. Ծծմբական անհիդրիդի ստացման սարք

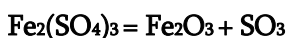
Զգուշորեն տաքացնել խառնուրդով փորձանոթը: Սկզբում խառնուրդը կփրփրի, հետևաբար պետք է հետևել, որ այն չանցնի ընդունարան: **Ծծմբական անհիդրիդը** սկզբում ընդունարանում հայտնվում է **սպիտակ ծխի** ձևով, այնուհետև հավաքվում է անգույն հեղուկ.



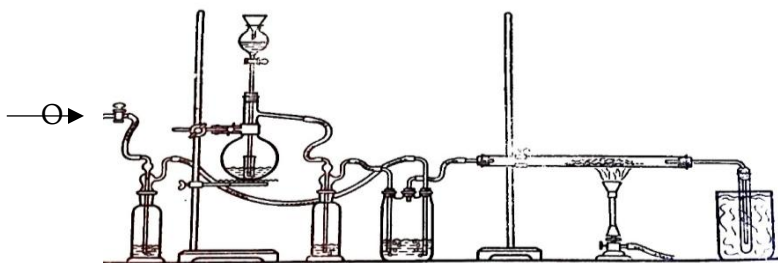
Ընդունարանը փոխելիս դադարեցնել տաքացումը:

Մի քանի փորձանոթներում հավաքել 0,2-0,5 մլ SO_3 , փակել խցաններով և պահել հետագա փորձերի համար:

բ) **Ծծմբական անհիդրիդի ստացումը պիրոսուլֆատների և սուլֆատների քայքայումից.** Նշված եղանակով ծծմբական անհիդրիդ ստանալու համար օգտվել նկ. 7.11.-ում բերված սարքից: Փորձը կատարել նախորդ փորձի նման, սակայն փորձանոթում վերցնել **նատրիումի (կալիումի) պիրոսուլֆատ կամ երկաթի (III) սուլֆատ:** Նշված աղերի քայքայումը տեղի է ունենում հետևյալ հավասարումներով.



գ) **Ծծմբական անհիդրիդի ստացումը հալումային (կոնտակտային) եղանակով. թթվածնի** աղբյուրը հաջորդաբար միացնել ջուր պարունակող Դրեյսելի անոթի և երեք բկանցքով խիտ ծծմբական թթու պարունակող անոթի հետ (նկ. 7.12.):

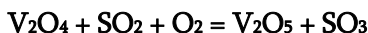
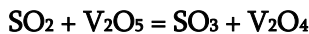


Նկ. 7.12. Ծծմբական անհիդրիդի հալումային եղանակով ստացման սարք

Նատրիումի սուլֆիտի և խիտ ծծմբական թթվի փոխազդեցությունից SO_2 -ի ստացման սարքը խիտ ծծմբական թթու պարունակող Դրեյսելի անոթի միջոցով միացնել եռբկանցքանի անոթի հետ: Վերջինիս երրորդ անցքը (մեջտեղինը) փակել խցանով, որով անցնում է **վանադիումի (V) օքսիդով** պատված ջերմակայուն խողովակին միացված ուղղանկյուն ծոված ապակյա գազատար խողովակ: Ուղղանկյուն ծոված գազատար խողովակի կարճ ծայրին հազցնել խցան, դրանով փակել կատալիզատոր պարունակող խողովակը, իսկ երկար ծայրը մտցնել սառեցնող խառնուրդ պարունակող բաժակում գտնվող ընդունարանի մեջ՝ զրեթե մինչև հաստակը:

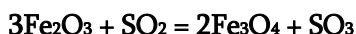
Ստանալ **ծծմբային գազ:** Միաժամանակ թթվածնի աղբյուրից բաց թողնել **թթվածնի** հոսք: Երկու գազերի հոսքն էլ պետք է լինի դանդաղ, ընդ որում՝ **թթվածնի** հոսքը պետք է 1,5 անգամ մեծ լինի **ծծմբային գազի** հոսքի արագությունից, այսինքն՝ թթվածինը պետք է լինի ավելցուկով: Եռբկանցքանի անո-

թում **թթվածինը** և **ծծմբային գազը** խառնվելով մտնում են նախօրոք **360 °C-ից 400 °C** տաքացրած կատալիզատոր պարունակող խողովակ, որտեղ գազային խառնուրդը, շփվելով կատալիզատորի հետ, փոխազդում է՝ առաջացնելով **SO₃**, որը խտանում է սառեցվող ընդունարանում.



դ) Չոր ապակյա անոթի մեջ լցնել **ծծմբային գազ** այն հաշվարկով, որ անոթում մնա օդի մի մասը: Անոթը փակել խցանով, որով անցնում են երկու **պղնձե լար**, որոնց ծայրերը երկաթե լարով միացված են իրար: Հաջորդաբար միացված մարտկոցներից այդ լարերով բաց թողնել էլեկտրական հոսանք: Երկաթե լարի շիկացման ժամանակ անոթում անմիջապես առաջանում է **ծծմբական անհիդրիդի սպիտակ ծուխ**:

Այստեղ կատալիզատոր է **երկաթի (III) օքսիդը**, որն առաջանում է պարուրածն լարի վրա: Տեղի են ունենում հետևյալ փոխազդեցությունները.



Անոթի մեջ ավելացնել քիչ քանակության ջուր, թափահարել և **Ba²⁺** -իոնով ստուգել **SO₄²⁻**-ի առկայությունը:

Սովորական պայմաններում **ծծմբական անհիդրիդը** հայտնի է երեք ալլաձևություններով՝ **α, β, γ: SO₃**-ի գոլորշիների խտացման ժամանակ առաջանում են **անգույն**, ինչպես սառույցը, **թափանցիկ γ ալլաձևության** բյուրեղները (**t_{հալ} = 17 °C, t_{եռ} = 42 °C**), որը պահպանելիս փոխարկվում է **β-ալլաձևությանը** (**t_{հալ} = 32 °C, t_{եռ} = 62 °C**): **α ալլաձևությունը** (**t_{հալ} = 62 °C**) ստացվում է հատուկ պայմաններում:

Բոլոր ալլաձևությունները **SO₃**-ի տարբեր պոլիմերներ են. օրինակ՝ **γ** ալլաձևությունը ցիկլիկ մետաֆոսֆատներ և սիլիկատներ հիշեցնող (**SO₃**)₃ եռաչափեր են:

Ծծմբական անհիդրիդը բուռն միանում է ջրի հետ, իսկ օդում ծխում է: Ջրում լուծվում է՝ առաջացնելով **ծծմբական թթու**.



Ծծմբական անհիդրիդի գոլորշիները ուղղակիորեն չեն կարող կլանվել ջրով և առաջացնել ծծմբական թթու ջրի գոլորշիների բարձր ճնշման պատճառով: Արդյուքում ծծմբական անհիդրիդի հետ առաջանում է **կայուն ամպ (աէրոզոլ)**, որը չի խտանում: **Ծծմբական անհիդրիդի** գոլորշիներն ամբողջովին կլանվում են **ծծմբական թթվով**, քանի որ այն օժտված է գոլորշիների ցածր ճնշմամբ:

7.45. Ծծմբի (VI) օքսիդի փոխազդեցությունը ջրի հետ. ջրով լցված բաժակի մեջ ապակե ձողով լցնել **ծծմբական անհիդրիդի** մի քանի բյուրեղիկ. տեղի կունենա բնութագրական թշնոցով բուռն ռեակցիա: Երբեք չի կարելի **ծծմբական անհիդրիդի** վրա ջուր լցնել, քանի որ ռեակցիան ծծմբական թթվի առաջացումով ուժեղ ջերմանջատիչ է և ընթանում է պայթյունով:

7.46. Ծծմբական անհիդրիդի լուծելիությունը ծծմբական թթվում. ծծմբական անհիդրիդի գոլորշիները չոր գազատար խողովակով բաց թողնել խիտ **ծծմբական թթու** պարունակող բաժակի մեջ. այն ամբողջովին կկլանվի:

Փորձը կարելի է իրականացնել այլ եղանակով: **Ծծմբական անհիդրիդի բյուրեղներ** պարունակող փորձանոթին ավելացնել **խիտ ծծմբական թթու**:

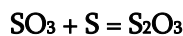
7.47. Փորձանոթի մեջ լցնել մի քանի կաթիլ **ծծմբական անհիդրիդ**: Ուղղահայաց դիրքով ամրացնել ամրակալին և ավելացնել **մագնեզիումի օքսիդ**: Տեղի է ունենում փոխազդեցություն՝ մեծ քանակությամբ ջերմության անջատումով և խառնուրդի պայծառ լուսարձակմամբ.



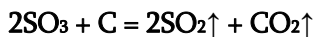
Եթե **մագնեզիումի օքսիդը** հիդրատացված է կամ պարունակում է **կարբոնատի** խառնուրդ, ապա նկատվում է միայն տաքացում, այդ պատճառով փորձի համար պետք է վերցնել թարմ ստացված **մագնեզիումի օքսիդ**:

7.48. Ծծմբական անհիդրիդի օքսիդիչ հատկությունը. ծծմբական անհիդրիդը իր օքսիդիչ հատկություններով ամենակտիվ նյութերից մեկն է:

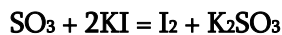
Ծծմբական անհիդրիդ պարունակող փորձանոթը ուղղահայաց դիրքով ամրացնել ամրակալին և ավելացնել քիչ քանակությամբ **ծծումբ**: Ստացվում է **կապույտ հեղուկ**.



Նույն ձևով փորձը կատարել՝ ավելացնելով **ածխածին**.

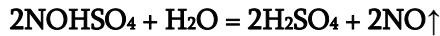
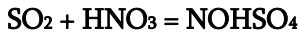


Եթե **SO₃**-ին ավելացվի **կալիումի յոդիդի բյուրեղներ**, ապա տեղի կունենա **յոդի** անջատում.

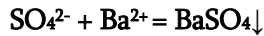


Ծծմբական թթվի ստացումը տարբեր օքսիդիչներով բերված է ծծմբային գազի ջրային լուծույթների օքսիդացումը բաժնում:

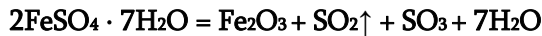
7.49. Ծծմբական թթվի ստացումը նիտրոզային (աշտաքակային) եղանակով. անոթը լցնել **ծծմբային գազով**: Ապակյա ձողը թրջել խիտ ազոտական թթվով և մտցնել անոթի մեջ: Ձողի վրա առաջանում է **նիտրոլիզ ծծմբական թթու**.



Չողը լվանալ քիչ ջրով և լուծույթում ստուգել SO_4^{2-} -ի առկայությունը Ba^{2+} իոնով.



7.50. Ծծմբական թթվի ստացումը երկաթարջասպից. փորձանոթի մեջ լցնել երկաթարջասպ և տաքացնել.



Ջրային գոլորշին խտանում է փորձանոթի սառը պատերին, իսկ **ծծմբական անհիդրիդը**, միանալով անջատված ջրի հետ, առաջացնում է **ծծմբական թթու**։

Ծծմբական թթուն ծծմբական անհիդրիդի մոնոհիդրատն է՝ $\text{SO}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ ։

Անջուր ծծմբական թթուն յուղանման, անգույն, անհոտ հեղուկ է։ Կարող է լինել տարբեր խտության։ Տեխնիկական **ծծմբական թթուն** ունի $\text{H}_2\text{SO}_4 \cdot n\text{H}_2\text{O}$ բաղադրությունը, իսկ **օլեումը** կամ ծխացող **ծծմբական թթուն՝ $\text{H}_2\text{SO}_4 \cdot n\text{SO}_3$ ։**

Ծծմբական թթվի ջրային լուծույթի տեսակարար ջերմունակությունը խտության աճման հետ նվազում է և թեթև ավելանում ջերմաստիճանի նվազման հետ։

Ծծմբական թթվի տեսակարար զանգվածը խտության աճման հետ մեծանում է և հասնում է բարձրագույն արժեքին ($d=1,84 \text{ գ/սմ}^3$) **98,3 %** խտության դեպքում, այնուհետև խտության բարձրացման ժամանակ այն նվազում է։

Ծծմբական թթվի ջրային լուծույթները **760 մմ ս.ս.** ճնշման ժամանակ եռում են **100 °C**-ում։ Եռման ջերմաստիճանն աճում է խտության բարձրացմանը զուգահեռ։ Ընդունված է համարել, որ **ծծմբական թթուն** եռում է **340 °C**-ում, որն էլ դրա քայքայման ջերմաստիճանն է։

Եթե բաժակում **ծծմբական թթվի** լուծույթը տաքացվի, ապա սկզբից կգոլորշիանա ջուրը, իսկ այնուհետև մոտ **340 °C**-ում կհայտնվեն **SO_3 -ի սպիտակ գոլորշիները**։

70 %-անոց ծծմբական թթվի եռման ժամանակ անջատվում է միայն ջրային գոլորշի։ **98 %-անոց** եռացող **ծծմբական թթվի** լուծույթի վրա գտնվում են ջրի և ծծմբական թթվի գոլորշիներ, ընդ որում՝ ջրի պարունակությունը դրանցում ավելի շատ է, քան եռացող հեղուկում։

98 %-ից բարձր խտության **ծծմբական թթվի** եռման ժամանակ նույնպես անջատվում են ջրի և ծծմբական թթվի գոլորշիներ, բայց ջրի պարունակու-

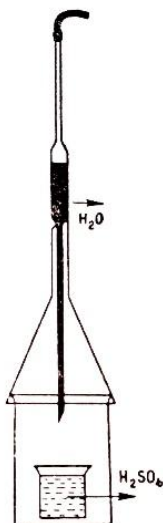
թյունը ավելի պակաս է, քան լուծույթում: Եթե տաքացվի **օլեումը**, ապա կգոլորշիանա միայն **SO₃-ը**:

Ծծմբական թթվի լուծույթը ջրում. քանի որ ջուրն օժտված է բարձր ջերմունակությամբ, իսկ **խիտ ծծմբական թթվի** տեսակարար զանգվածը գրեթե երկու անգամ մեծ է ջրի տեսակարար զանգվածից, ծծմբական թթվի նոսրացման ժամանակ թթուն լցնում են ջրի մեջ և ոչ թե հակառակը:

Ծծմբական թթվի լուծույթը ջրում ուղեկցվում է մեծ քանակությամբ ջերմության (մոտ **880 կջ/մոլ**) անջատմամբ և ծավալի նվազմամբ: Ջերմությունը անջատվում է **HSO₄⁻** և **H⁺** իոնների հիդրատացման հետևանքով:

Եթե **խիտ ծծմբական թթվի** վրա լցվում է ջուր, ապա դրա առաջին կաթիլները ակնթարթորեն փոխարկվում են գոլորշու, և անոթից անջատվում են հեղուկի ցայտեր: Դա տեղի է ունենում այն պատճառով, որ ջուրը, ունենալով ոչ մեծ տեսակարար զանգված, չի ընկղմվում թթվի մեջ, իսկ թթուն ցածր ջերմունակության պատճառով չի կլանում անջատված ջերմությունը: Տաք ջրի ավելացման ժամանակ **ծծմբական թթվի** ցայտումը է՛լ ավելի ուժեղ է տեղի ունենում:

7.51. Ջրի խառնույթը ծծմբական թթվի հետ. խիտ ծծմբական թթվով լցված բաժակը դնել մեծ բաժակի հատակին: Բաժակը ծածկել ձագարով: Տաք ջուրը կաթոցիկի օգնությամբ լցնել թթվի վրա (նկ. 7.13.): Տաք ջուրը լցնելիս մեծ բաժակի և ձագարի ներսի պատերն ակնթարթորեն ծածկվում են հեղուկի ցայտերով:



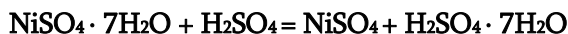
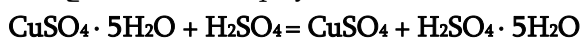
Նկ. 7.13. Խիտ ծծմբական թթվի հետ ջրի խառնման սարք

Եթե ջրով բաժակի մեջ կաթիլներով կամ բարակ շիթով լցնենք **խիտ ծծմբական թթու**, ապա կարելի է նկատել, թե ավելի ծանր **ծծմբական թթուն** ինչպես է իջնում բաժակի հատակը:

Խիտ ծծմբական թթուն սառույցի հետ խառնելիս կարելի է տեսնել երկու երևույթ՝ ջերմության անջատումով թթվի հիդրատացում և ջերմության կլանումով ուղեկցվող սառույցի հալչում: Այդ պատճառով խառնելիս հնարավոր է ջերմության և՛ բարձրացում, և՛ ցածրացում: Այսպես, **1 կգ սառույցի և 4 կգ թթվի** խառնման ժամանակ ջերմաստիճանը բարձրանում է մինչև **100 °C**, իսկ **4 կգ սառույցի և 1 կգ թթվի** խառնման ժամանակ ջերմաստիճանը իջնում է մինչև **-20 °C**:

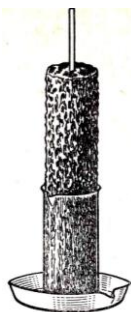
7.52. Խիտ ծծմբական թթվի ջրազրկող հատկությունը. խիտ ծծմբական թթուն բուռն կլանում է ջուր, այն խոնավ օդից ի վիճակի է կլանելու այնքան ջրային գոլորշի, որը **15 անգամ** գերազանցում է թթվի կշիռը: Ջուր կլանելու հատկությունն ամենայն հավանականությամբ պայմանավորված է **ծծմբական թթվի** մոլեկուլում էլեկտրոնային պակասորդով: **Ծծմբական թթվի S-ի ատոմները** ջրի հետ միանում են դրա՝ մոլեկուլի չբաժանված էլեկտրոնների հաշվին: **Ծծմբական թթուն** կարող է ջուր խլել բյուրեղահիդրատներից և այնպիսի նյութերից, որոնցում ջուրը կապված է ամուր քիմիական հատկությամբ, օրինակ՝ **օրգանական նյութերից**:

ա) Բյուրեղահիդրատների ջրազրկումը խիտ ծծմբական թթվով. երկու առանձին փորձանոթներում լցնել **կապույտ պղնձարջասալի և կանաչ նիկելարջասալի բյուրեղներ** և ավելացնել **խիտ ծծմբական թթու**: Երկու փորձանոթներում էլ առաջանում են անգույն **CuSO₄ և NiSO₄**.



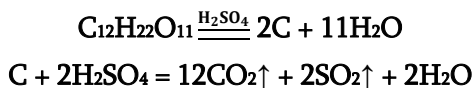
Խիտ ծծմբական թթուն, ջուր պոկելով, որոշ օրգանական նյութեր ածխացնում է:

բ) Շաքարի ածխացումը: Հախճապակե սանդուղ տրորել **50 գ շաքար (սախարոզ)** մինչև փոշի վիճակ, ապա տեղափոխել գլանի մեջ, ավելացնել **5 մլ** թորած ջուր և ապակե ձողով լավ խառնել, մինչև ստացվի համասեռ զանգված: Այնուհետև ավելացնել **2,5 մլ խիտ ծծմբական թթու** և նորից խառնել, մինչև առաջանա **մարմնագույն երանգ**, որից հետո ձողը ուղղահայաց պահել գլանի կենտրոնում: **1-2 րոպե անց** գլանի խառնուրդը կսկսի **մգանալ, ուռչել** և ծավալուն, փափուկ ու չեզոք զանգվածի ձևով դուրս սողալ գլանից (նկ. 7.14.):



Նկ. 7.14. Շաքարի ածխացումը

Ռեակցիան ուղեկցվում է մեծ քանակի ջերմության անջատումով, ինչը երևում է գլանի տաքացումից և գոլորշու ինտենսիվ անջատումից: Ծծմբական թթուն ոչ միայն **շաքարը** ջրազրկում է, այլ նաև փոխազդում է առաջացած **ածխի** հետ.

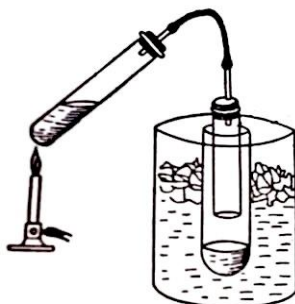


Գազային CO_2 -ը և SO_2 -ը, ինչպես նաև անջատվող **ջրային գոլորշին** ուռեցնում են թանձր զանգվածը, դարձնում ծակոտկեն և դուրս մղում գլանից: Բերված քանակները կարելի կըճատել:

գ) Թղթի ածխացում. նոսր (1:3) ծծմբական թթվով թրջված ապակե ձողով թղթի վրա գրել որևէ բառ կամ նկարել ինչ-որ պատկեր: Ցամաքելուց հետո ոչինչ չի երևա, սակայն զգույշ տաքացնելիս, թուղթը չվառելով, **ծծմբական թթուն** խտանում է և ածխացնում թուղթը: Արդյունքում սպիտակ թղթի վրա երևում է գրվածը կամ նկարը՝ **սև** գույնով:

Սակայն պետք է նշել, որ ոչ բոլոր օրգանական նյութերն են խիտ ծծմբական թթվով ածխանում:

դ) Էթիլ սպիրտի ջրազրկումը. հավաքել սարքն ըստ նկ. 7.15.-ի:



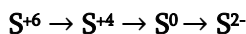
Նկ. 7.15. Էթիլ սպիրտի ջրազրկումը

Հավասար ծավալներով՝ յուրաքանչյուրը 4 մլ, էթիլ սպիրտով և խիտ ծծմբական թթվով լցված փորձանոթը միացնել հատակը կտրված փորձանոթին, որը մտցված է սառեցնող խառնուրդ պարունակող բյուրեղարարի մեջ: Խառնուրդ պարունակող փորձանոթը տաքացնել 140-150 °C, ընդունարան ծառայող փորձանոթում հավաքվում է **անգույն, դյուրավատ, ցնդող հեղուկ՝ դիէթիլէթեր**.



Ծծմբական թթուն օքսիդիչ հատկություններ ցուցաբերում է միայն խիտ լուծույթում:

Վերականգնիչի բնույթից կախված՝ **ծծմբական թթուն** կարող է վերականգնվել օքսիդացման տարբեր աստիճաններում գտնվող **ծծմբի** միացությունների.



Նոսր ծծմբական թթվի և մետաղների փոխազդեցության ժամանակ օքսիդիչը H^+ կատիոնն է, այդ պատճառով **նոսր ծծմբական թթվի** հետ փոխազդում են այն **մետաղները**, որոնք էլեկտրաքիմիական լարվածության շարքում գտնվում են **ջրածնից ձախ**:

Ծծմբական անհիդրիդի ստացման բաժնում բերված են **խիտ ծծմբական թթվի** մասնակի վերականգման ռեակցիաները **ոչ մետաղների և պասիվ մետաղների** հետ:

Ակտիվ մետաղների հետ խիտ ծծմբական թթվի փոխազդեցության ժամանակ կարող են առաջանալ տարբեր արգասիքներ:

7.53. ա) Ցինկի և խիտ ծծմբական թթվի փոխազդեցությունը. փորձանոթում վերցնել 1-2 հատիկ **ցինկ**, ավելացնել մի քանի մլ **խիտ ծծմբական թթու** և զգուշորեն տաքացնել: Անջատվում է **ծծմբային գազ**, որը կարելի է հայտնաբերել հոտով: Հետագա տաքացման ժամանակ անջատվող **ծծմբի** պատճառով հեղուկը պղտորվում է, իսկ անջատվող գազն ունի **ծծմբաջրածնի** հոտ: Տեղի են ունենում հետևյալ փոխազդեցությունները.



բ) Փորձանոթում վերցնել **անագի** նրբաթիթեղի մի կտոր, ավելացնել **խիտ ծծմբական թթվի** մի քանի կաթիլ և տաքացնել: Ստացվում է **Sn (IV) սուլֆատ**, և անջատվում է **ծծմբային գազ**.

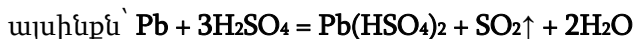
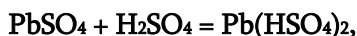


գ) Փորձը կատարել նախորդի նման, միայն **անագի** փոխարեն վերցնել **կապար**: Սառը պայմաններում **կապարը խիտ ծծմբական թթվով** պասիվա-

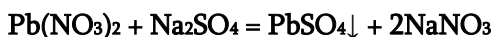
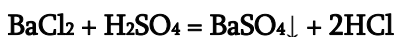
նում է, որովհետև անջատված PbSO_4 -ը, որը չի լուծվում խիտ ծծմբական թթվում, պաշտպանում է մետաղը հետագա օքսիդացումից.



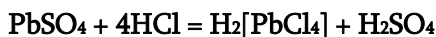
Տաքացման ժամանակ կապարը լրիվ լուծվում է, քանի որ ծծմբական թթուն փոխազդում է պաշտպանիչ շերտի հետ.



7.54. Սուլֆատ իոնի որակական ռեակցիան. առանձին փորձանոթների մեջ լցնել մի քանի կաթիլ բարիումի և կապարի լուծելի աղերի լուծույթներ, ավելացնել նոսր ծծմբական թթվի կամ որևէ լուծելի սուլֆատի լուծույթի մի քանի կաթիլ: Երկու փորձանոթում էլ առաջանում է սպիտակ նստվածք.



Նստվածքները պարզվածքագտել և ավելացնել 1-2 մլ խիտ աղաթթու: Նկատել, որ դրանք չեն լուծվում: Փորձանոթները տաքացնել: Բարիումի սուլֆատը չի լուծվի, իսկ կապարի սուլֆատը կլուծվի կոմլեքսազոյացման պատճառով.



7.55. Ծծմբական թթվի աղերի ջերմային կայունությունը.

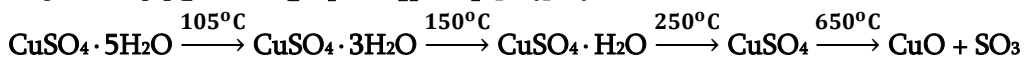
ա) Հախճապակե փորք հալքանոթում վերցնել 1-2 գ նատրիումի հիդրոսուլֆատ և տաքացնել: Նատրիումի հիդրոսուլֆատը քայքայվում է՝ փոխարկվելով պիրոսուլֆատի.



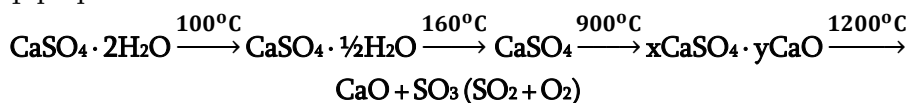
Տաքացումը շարունակելիս կքայքայվի նաև պիրոսուլֆատը.



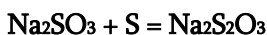
բ) Նույն փորձը կատարել՝ վերցնելով պղնձարջասպ: Պղնձարջասպի տաքացման ժամանակ տեղի են ունենում բյուրեղաջրի աստիճանական հեռացում և վերջում անջուր սուլֆատի քայքայում.



գ) Կատարել նույնանման փորձ գիպսի հետ: Տաքացման ժամանակ գիպսն աստիճանաբար կորցնում է ջուր՝ փոխարկվելով սկզբից ալիբաստրի, այնուհետև՝ անջուր աղի, հետո՝ օքսաղի, հետագա շիկացումը առաջացնում է օքսիդներ.



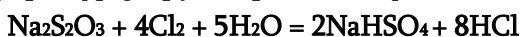
7.56. Նատրիումի թիոսուլֆատի ստացումը. 3 գ նատրիումի սուլֆիտը լցնել բաժակի մեջ, ավելացնել **15 մլ ջուր**: Խառնուրդը տաքացնել մինչև **սուլֆիտի** լրիվ լուծվելը: Լուծույթին ավելացնել լավ մանրացված **1,5 գ ծծումբ** (ծծումբը նախօրոք թրջել **1-2** կաթիլ սպիրտով), ապակե ձողով խառնել և կախույթը եռացնել մինչև **ծծմբի** մեծ մասի լուծվելը: Եթե լուծույթի ծավալը նվազի, ավելացնել ջուր: Ստացված տաք լուծույթը ֆիլտրել (Բյուխների ձագարով) չլուծված ծծմբից ազատվելու համար: Զտահեղուկը հախճապակե թասով դնել խոնավագերծիչում մինչև աղի բյուրեղանալը, կամ լուծույթը գոլորշիացնել **50 °C**-ում:



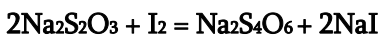
Թիոսուլֆատը բյուրեղանում է **5 մոլեկուլ ջրով՝ $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$** : Աղը կարելի է լուծույթից անջատել գոլորշիացնելով:

7.57. Նատրիումի թիոսուլֆատի հատկությունները

ա) Վերականգնիչ հատկությունները. երկու փորձանոթում վերցնել **նատրիումի թիոսուլֆատի** լուծույթ: Առաջին փորձանոթին ավելացնել **քլորաջուր**, իսկ երկրորդ փորձանոթին՝ **յոդաջուր**, կամ մեջը գցել **յոդի** մի փոքր բյուրեղ: Առաջին փորձանոթում **քլորի** բնորոշ հոտը կանհետանա տեղի ունեցող հետևյալ փոխազդեցության պատճառով.



Երկրորդ փորձանոթում **յոդաջրի գույնը կանհետանա նատրիումի քառաթիոնատի** առաջացման պատճառով.



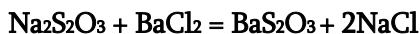
բ) Նատրիումի թիոսուլֆատի օքսիդիչ հատկությունները. նատրիումի թիոսուլֆատը օքսիդիչ հատկություններ է ցուցաբերում ուժեղ վերականգնիչների ազդեցությամբ, այն էլ՝ **հիմնային միջավայրում**:

Փորձանոթում վերցնել **նատրիումի թիոսուլֆատի** մի քանի մլ լուծույթ, ավելացնել **նատրիումի հիդրօքսիդի** մի քանի բյուրեղ կամ խիտ լուծույթ: Խառնուրդի մեջ գցել **ալյումինի** նրբաթիթեղի մի կտոր և տաքացնել: **$\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$** իոնը կփոխարկվի **$\text{S}^{2-}$** իոնի ածանցյալի.



Ստացված արգասիքներին մի քանի կաթիլ **թթու** ավելացնելիս կզգացվի **ծծմբաջրածնի** բնորոշ հոտը:

գ) Գերհազեցած լուծույթի ստացումը. նատրիումի թիոսուլֆատի մի քանի բյուրեղ փորձանոթում լուծել ջրում և ավելացնել **բարիումի քլորիդի** լուծույթ: Փոփոխություն չի նկատվի: Ապակե ձողով խառնելով՝ լուծույթը շփել փորձանոթի պատերին. կնկատվի մեծ քանակությամբ բյուրեղների առաջացում.



դ) Նատրիումի թիոսուլֆատը որպես կոմպլեքսագոյացուցիչ. մետաղների հետ $\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$ իոնը կոորդինացվում է **ծծմբի ատոմի** միջոցով:

Փորձանոթում վերցնել քիչ քանակությամբ **արծաթի բրոմիդ** և ավելացնել **նատրիումի թիոսուլֆատի** մի քանի մլ լուծույթ: Տեղի կունենա **բրոմիդի** լուծման գործընթաց.



Քանի որ կոմպլեքսագոյացումը տեղի է ունենում **ծծմբի ատոմի** միջոցով, ապա թթու ավելացնելիս կոմպլեքսը փոխարկվում է **մետաղի սուլֆիդի**:

Ստացված լուծույթին ավելացնել 1-2 մլ **նոսր ծծմբական թթու**, կառաջանա **Ag_2S -ի սև նստվածք**.



ե) Նատրիումի թիոսուլֆատի ջերմային կայունությունը. հալքանոթում վերցնել քիչ քանակությամբ **նատրիումի թիոսուլֆատ** և այրիչով տաքացնել: **50 °C**-ում **թիոսուլֆատը** հալվում է իր բյուրեղաջրում, մոտ **100 °C**-ում՝ ջրազրկվում, իսկ **220 °C**-ում քայքայվում է՝ նախ առաջացնելով **Na_2S_5** , այնուհետև՝ **սուլֆիդ**.



7.58. Նատրիումի թիոսուլֆատի և նատրիումի ագետատի համատեղ բյուրեղացումը (Պելիգոտի ջերմոց). վերցնել նախապես տաք ջրով լվացված ապակե գլան և մեջը լցնել **նատրիումի թիոսուլֆատի** տաք ջրային լուծույթ՝ գլանի բարձրության **1/3**-ի չափով: Լուծույթը պատրաստելու համար **1** մլ տաք ջրի մեջ ավելացնել **10 գ նատրիումի թիոսուլֆատի** պենտահիդրատ՝ **$\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$** :

Այս լուծույթի վրա ապակե ձողի միջոցով զգուշորեն լցնել **նատրիումի ագետատի** տաք լուծույթ (**1** մլ ջրին **6,5 գ նատրիումի ագետատի եռհիդրատ $\text{CH}_3\text{COONa} \cdot 3\text{H}_2\text{O}$**)՝ առանց այն խառնելու: Նատրիումի ագետատի լուծույթը նույնպես պետք է լցնել գլանի բարձրության **1/3**-ի չափով:

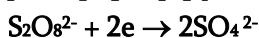
Գլանի վերևի մասում մինչև դրա բարձրության **1/3**-ը տաք ջուր լցնել՝ առանց այն խառնելու լուծույթի ստորին շերտերի հետ: Այնուհետև ծածկել գլանը ժամացույցի ապակիով և թողնել, որ սառչի մինչև սենյակային ջերմաստիճան:

Ապակե ձողի վրա ամրացնել **$\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$** -ի բյուրեղ և զգուշորեն իջեցնել այդ լուծույթի ամենաներքևի շերտի մեջ: Անմիջապես բյուրեղի շուրջ կսկսի ձևավորվել նատրիումի թիոսուլֆատ՝ պենտահիդրատի անգույն բյու-

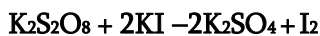
րեդներից կազմված «ծաղիկ»: Մեկ այլ ապակե ձողի վրա ամրացնել $\text{CH}_3\text{COONa} \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ բյուրեղը և իջեցնել լուծույթի երկրորդ շերտի մեջ: Այստեղ ևս աղի «ծաղիկը» կսկսի բյուրեղանալ, բայց բյուրեղները կունենան այլ տեսք:

Այսպիսով՝ գլանում կստանաք տարօրինակ «ծաղիկներով» «ջերմոց»՝ երկու շերտերից կազմված, զարմանալի գեղեցկությամբ թափանցիկ բյուրեղներ, որոնք կփայլեն լույսի ներքո:

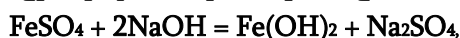
7.59. Երկաթօքսոսուլֆատների (պերսուլֆատների) հատկությունները. պերսուլֆատները ցուցաբերում են օքսիդիչ հատկություններ: Պերսուլֆատ իոնները, ընդունելով 2 էլեկտրոն, փոխարկվում են 2 սուլֆատ իոնների.



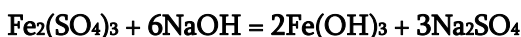
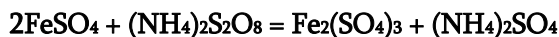
ա) Փորձանոթում վերցնել կալիումի յոդիդի 3-4 կաթիլ լուծույթ և ավելացնել նույն ծավալի կալիումի երկաթօքսոսուլֆատի լուծույթ: Անջատվում է յոդ.



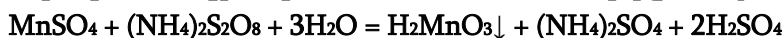
բ) Երկու փորձանոթներում վերցնել 3-4 մլ երկաթի երկարժեք սուլֆատի լուծույթ: Մեկին ավելացնել նույն ծավալով ամոնիումի երկաթօքսոսուլֆատի լուծույթ: Այնուհետև երկու փորձանոթին էլ ավելացնել մի քանի կաթիլ ալկալու լուծույթ: Առաջին փորձանոթում կառաջանա սպիտակ նստվածք.



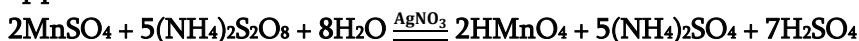
Իսկ երկրորդ փորձանոթում՝ գորշ ամորֆ նստվածք, քանի որ երկաթի (II) սուլֆատը կօքսիդանա՝ վերածվելով եռսուլֆատի.



գ) Ամոնիումի երկաթօքսոսուլֆատի լուծույթը ամոնիակի ջրային լուծույթով չեզոքացնել մինչև չեզոք ռեակցիա (կամ թույլ հիմնային) և ավելացնել մանգանի (II) սուլֆատի լուծույթ: Ստացվում է գորշ նստվածք.



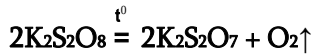
Կատարել նույն փորձը AgNO_3 -ի ներկայությամբ: Կստացվի պերմանգանական թթու՝



Արծաթի նիտրատը կատալիզատոր է՝



դ) Երկաթօքսոսուլֆատները ջերմապես անկայուն են: Փորձանոթում վերցնել մի քանի բյուրեղ կալիումի կամ ամոնիումի երկաթօքսոսուլֆատ և թույլ տաքացնել: Երկաթօքսոսուլֆատը փոխարկվում է պիրոսուլֆատի.



Դրանք ջրային լուծույթում, սառը պայմաններում քայքայվում են դանդաղ, տաքացնելիս՝ արագ.

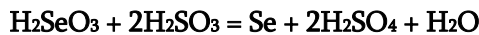


ընդ որում՝ **թթվածնի** մեծ մասը անջատվում է **օգոնի** ձևով, որը կարելի է հայտնաբերել յոդ-օսլայական բացահայտիչով:

Սելենի և տելուրի բոլոր միացությունները թունավոր են, այդ պատճառով դրանց մասնակցությամբ բոլոր փորձերը պետք է կատարել քարշիչ պահարանում՝ պահպանելով անվտանգության բոլոր կանոնները:

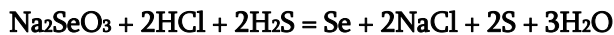
7.60. Սելենի ստացումը. լաբորատորիայում ազատ սելեն ստացվում է **սելենիտ** կամ **սելենատ** անիոնները տարբեր վերականգնիչներով վերականգնելով:

ա) **Սելենային թթվի** լուծույթը SO_2 -ի ջրային լուծույթով մշակելիս ստացվում է **կարմիր սելեն**.



Սելենական թթուն և սելենատները ծծմբային գազով վերականգնվում են միայն **աղաթթվային** միջավայրում:

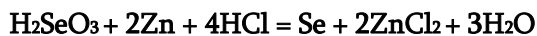
բ) **Սելենի ստացումը սելենիտները** **ծծմբաջրածնով վերականգնելիս**. փորձանոթում վերցնել քիչ քանակությամբ **նատրիումի սելենիտ**, ավելացնել 1-2 կաթիլ HCl և անցկացնել H_2S -ի հոսք: Ռեակցիան տեղի է ունենում հետևյալ հավասարմանը համապատասխան.



գ) **Սելենի ստացումը թթվային միջավայրում՝ սելենային թթուն երկաթի (II) սուլֆատով վերականգնելով**. փորձանոթում վերցնել քիչ քանակությամբ **սելենային թթու**, ավելացնել **երկաթի սուլֆատի** լուծույթ և մի քանի կաթիլ **նոսր ծծմբական թթու**, տաքացնել մինչև եռալը.



դ) **Կարմիր սելենի ստացումը՝ սելենային թթուն կամ սելենիտները** **ցինկով վերականգնելով**. փորձանոթում վերցնել մի քանի կաթիլ **սելենային թթվի** կամ **սելենիտի** լուծույթ, **աղաթթու և ցինկի մի քանի հատիկ**: Կանջատվի **կարմիր սելեն**.



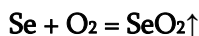
Սովորական ջերմաստիճանում **սելենը** լինում է բյուրեղային կամ ամորֆ վիճակում: Բյուրեղային վիճակը ներկայացվում է երեք, իսկ ամորֆը՝ երկու ձևափոխությամբ:

Կարմիր սելենի մոնոկլինային ձևափոխությունները (α, β, γ), որոնք ստացվում են ծծմբածխածնում սելենի լուծույթներից սելենի վերաբյուրեղացմամբ, **Se** մոլեկուլների նման կազմված են **Se₈** ծալքավոր մոլեկուլներից: **Ամորֆ սելենը** ստացվում է դրա միացությունների ջրային լուծույթներից **SO₂**-ի կամ այլ վերականգնիչների ազդեցությամբ:

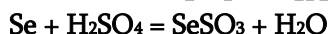
Ավելի կայուն է **մետաղական փայլով** օժտված **մոխրագույն սելենի** վեցանկյունային ձևափոխությունը, որը ստացվում է **սելենի** մնացած ձևափոխությունները **100-150 °C** տաքացնելով: **Մոխրագույն սելենը** կիսահաղորդիչ է, ընդ որում՝ դրա էլեկտրահաղորդականությունը կտրուկ ավելանում է այն լուսավորելիս: Դա պայմանավորված է նրանով, որ լուսային էներգիայի ազդեցության տակ **Se**-ի ատոմի արտաքին շերտից պոկվում են որոշ թվով էլեկտրոններ՝ առաջացնելով էլեկտրահաղորդականության հնարավորություն:

Ամորֆ, ապակենման սելենը ստացվում է մինչև **350 °C** տաքացված **սելենի հալույթի** կտրուկ սառեցումով:

Պինդ սելենը կազմված է **Se₈** մոլեկուլներից, իսկ գազային ֆազում առկա են **Se₆**, **Se₄** և **Se₂** մոլեկուլներ: **Սելենը** հեշտությամբ առաջացնում է կոլոիդային լուծույթներ, որոնց գույնը փոխվում է՝ կախված մասնիկների չափերից: Լուծույթները կարող են լինել **կապույտ, կարմրադարչնագույն և կարմրադեղին**: Օդի հոսանքում տաքացված սելենը այրվում է **կապույտ բոցով**, անջատվում են **դեղնականաչ SeO₂**-ի գոլորշիներ՝ տհաճ հոտով (հոտած բոլկի հոտ)։

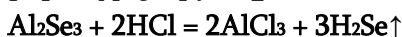


Սելենը փոխազդում է **քլորի, բրոմի, յոդի** հետ՝ ցուցաբերելով վերականգնիչ հատկություններ, առաջացնելով **ծծմբի** նման միացություններ: Ջրի բացակայության պայմաններում **ապակենման սելենը** փոխազդում է **ծխացող ծծմբական թթվի** հետ՝ առաջացնելով **սելենի սուլֆիտի կանաչ** լուծույթ։

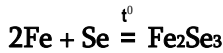


7.61. Սելենաջրածնի ստացումը.

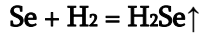
ա) տարբեր **մետաղների** (ալյումին, երկաթ, մագնեզիում) **սելենիդների** և **աղաթթվի** կամ **ծծմբական թթվի** փոխազդեցությունով. փորձանոթում վերցնել մի քանի կտոր **ալյումինի սելենիդ**, ավելացնել **նոսր աղաթթու (ծծմբական թթու)**, փակել փորձանոթի բերանը սրածայր խողովակ ունեցող խցանով: Տեղի է ունենում հետևյալ փոխազդեցությունը.



Ալյումինի սելենիդ ստացվում է **ալյումինի փոշու** և **սելենի** խառնուրդը այրելով, իսկ **երկաթի** և **մագնեզիումի սելենիդները** ստացվում են **սելենի գոլորշիները** այդ **մետաղների** շիկացած թիթեղի վրայով անցկացնելով.



բ) Ամրակալին հորիզոնական դիրքով ամրացված դժվարահալ ակապե խողովակի մեջ տեղավորել ցորենի հատիկի չափ **սելեն**, տաքացնել մինչև **440 °C** և բաց թողնել **ջրածնի** հոսք.



Սովորական պայմաններում **սելենաջրածինը անտանելի հոտով անգույն գազ է**, որը **շատ թունավոր** է (ավելի թունավոր, քան **H₂S**-ը):

Մինչև **270 °C** տաքացնելիս **սելենաջրածինը** քայքայվում է: Ջրում ավելի քիչ է լուծվում, քան **ծծմբաջրածինը** (**4 °C**-ում **1** ծավալ ջրում լուծվում է **3,77 ծավալ սելենաջրածին**): **Սելենաջրածնի** ջրային լուծույթի թթվային հատկություններն ավելի ուժեղ են արտահայտված, քան **ծծմբաջրածնինը**, թթվային ուժով այն համապատասխանում է **մրջնաթթվին**:

Սովորական ջերմաստիճանում **H₂Se**-ը օդում օքսիդանում է, ընդ որում՝ անջատվում է **ազատ սելեն**:

Սելենաջրածինն ուժեղ վերականգնիչ է (ավելի ուժեղ, քան **H₂S**-ը), այրվում է **կապույտ բոցով**՝ առաջացնելով **SeO₂-ի սպիտակ ծուխ**: Օքսիդանում է **քլորով, բրոմով, և յոդով** մինչև **ազատ սելեն**:

Սելենաջրածնի աղերը լինում են չեզոք և թթվային:

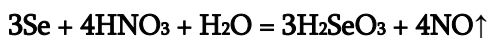
Ալկալիական մետաղների սելենիդները անգույն են և ջրում լուծելի, իսկ ծանր մետաղների սելենիդները գունավոր են և ջրում անլուծելի:

Սելենիդները ստացվում են անմիջականորեն **պարզ էլեմենտների** կամ **սելենաջրածնի** և տարբեր տարրերի լուծելի աղերի փոխազդեցությունից:

Անջուր բյուրեղական **պղնձի և արծաթի սելենիդները** ստացվում են քիչ տաքացված պղնձի կամ արծաթի թիթեղի վրայով սելենի գոլորշիներ և ազոտի խառնուրդ անցկացնելով: Երկու սելենիդներն էլ **սև** են:

7.62. Սելենային թթվի և սելենի օքսիդի ստացումը. արդեն նշվել է, որ **սելենի** կամ **սելենաջրածնի**՝ **օդում կամ թթվածնում** այրման ժամանակ առաջանում է **սելենի երկօքսիդ**: Տաքացումով **սելենային թթվի** ջրազրկումը առաջացում է **սելենային անհիդրիդ**:

Հախճապակե թասի մեջ լցնել քիչ քանակությամբ **սելենի փոշի**, ավելացնել նոսր (**1:1**) **ազոտական թթու** և տաքացնել մինչև **70 °C**: Առաջանում է **սելենային թթվի լուծույթ**.



Լուծույթի գոլորշիացման ժամանակ ստացվում են **սելենային անհիդրիդի և սսեղնաձև բյուրեղներ**:

7.63. Սելենային թթվի հատկությունները. սելենային թթուն ցուցաբերում է ինչպես օքսիդիչ, այնպես էլ վերականգնիչ հատկություններ, սակայն օքսիդիչ հատկությունները լավ չեն արտահայտված: Այն օքսիդացնում է **SO₂-ը**, **SnCl₂-ը**, **HI-ը**, սակայն չի օքսիդացնում բրոմիդները, օրինակ՝



Սելենային թթուն օքսիդանում է **սելենական թթվի** միայն այնպիսի ուժեղ օքսիդիչներով, ինչպիսիք են **քլորը**, **բրոմը**, **հիպոքլորային** և **քլորական թթուները**, **կալիումի պերմանգանատը** և այլն:

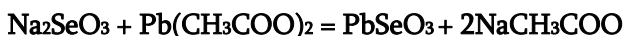
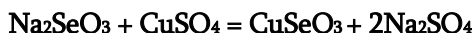
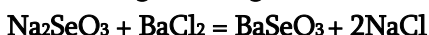
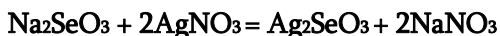
Փորձանոթում վերցնել քիչ քանակությամբ **կալիումի պերմանգանատի** և **ծծմբական թթվի (1:1)** խառնուրդ և ավելացնել **սելենային թթվի** նոսր լուծույթի **2-3 կաթիլ**: Ստացվում է **սելենական թթու**, և **պերմանգանատի** օքսիդացման արդյունքում լուծույթի մանուշակագույնը անհետանում է.



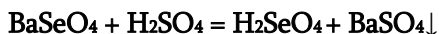
Սելենային թթուն կայուն է մինչև **70 °C**, եթե այն տաքացվի այդ ջերմաստիճանից բարձր, ապա նույնիսկ ջրային լուծույթում կքայքայվի:

Ալկալիական մետաղների սելենիտները ջրում լուծելի են, իսկ **արծաթի բարիումի, պղնձի** և **կապարի սելենիտները**՝ դժվար լուծելի:

7.64. Դժվար լուծվող սելենիտների ստացումը. փորձանոթներում վերցնել **նատրիումի սելենիտի** լուծույթներ և հերթականությամբ ավելացնել **արծաթի, բարիումի, պղնձի** և **կապարի լուծելի աղեր**: **Արծաթի սելենիտը** ստացվում է սառը պայմաններում, **պղնձի սելենիտը**՝ եռացնելիս: **Արծաթի, բարիումի** և **կապարի սելենիտները** սպիտակ բյուրեղային նյութեր են, իսկ **պղնձի սելենիտը**՝ կապույտ:



7.65. Սելենական թթվի ստացումը. հախճապակե թասի մեջ լցնել **5 գ BaSeO₄**, **6 մլ ջուր**, **1 մլ խիտ ծծմբական թթու (1,84 գ/սմ³)** և տաքացնել ջրային բաղնիքի վրա մոտ **2,5 ժամ**: Ստացված լուծույթը ֆիլտրել ապակե ֆիլտրով, գոլորշիացնել **150 °C-ում 1-2 ժամ**.



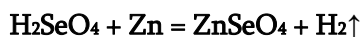
Բարիումի սելենատը ստացվում է հետևյալ եղանակով. **10 գ SeO₂-ը** լուծել **75-100 մլ ջրում**, ավելացնել **6 գ KBrO₃**, **4 մլ խիտ HNO₃** և տաքացնել ջրային բաղնիքի վրա:

Երբ գոլորշիացման արդյունքում մնա քիչ ծավալով լուծույթ, ավելացնել մի քանի կաթիլ **բրոմ** և չեզոքացնել **ամոնիակի** ջրային լուծույթով: Տաք **սելե-**

նատների և տաք բարիումի նիտրատի փոխազդեցության ժամանակ նստում է բարիումի սելենատ:

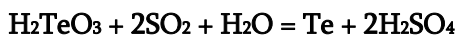
96 %-ng սելենական թթուն ծծմբական թթվի նման յուղանման հեղուկ է: Այն դասվում է ուժեղ թթուների շարքին՝ օժտված օքսիդիչ հատկությունով:

Նոսր H_2SeO_4 -ի և ցինկի կամ երկաթի փոխազդեցությունից ստացվում են համապատասխան սելենատները, և անջատվում է ջրածին.



7.66. Տելուրի ստացումը և հատկությունները. լաբորատոր պայմաններում տելուր ստացվում է տելուրային և տելուրական անիոնները տարբեր վերականգնիչներով վերականգնելով:

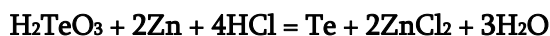
15 %-անոց աղաթթվում տելուրային թթվի տաք լուծույթով SO_2 անցկացնելիս նստում է մուգ գորշ գույնի ամորֆ տելուր.



Տելուրային թթվի կամ տելուրիտների լուծույթի վրա թթվային միջավայրում անագի (II) քլորիդի լուծույթով ազդելիս նույնպես անջատվում է տելուր.

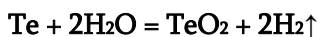


Մետաղական ցինկը թթվային միջավայրում դուրս է մղում տելուր ազատ վիճակում.

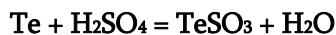


Սովորական պայմաններում տելուրը հայտնի է մեկ բյուրեղական ձևափոխությամբ՝ մետաղական փայլով սպիտակարծաթագույն վեցանկյունային բյուրեղներ:

Ջրում դժվար է լուծվում, տաքացնելիս փոխազդում է ջրային գոլորշու հետ.



Սառը պայմաններում լուծվում է ծխացող ծծմբական թթվում՝ առաջացնելով կարմրաբոսորագույն TeSO_3 -ի լուծույթ, որի նոսրացումից ստացվում է տելուր.

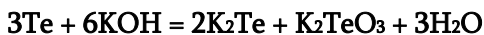


Տելուրը նոսր ազոտական թթվով օքսիդանում է մինչև տելուրային թթու, խիտ ազոտական թթվով՝ օքսոհիդրօքսոնիտրատի ($\text{Te}_2\text{O}_3(\text{OH})\text{NO}_3$):

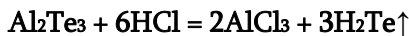
Քլորական թթուն տելուրը օքսիդացնում է մինչև օրթոտելուրական թթվի.



Հիմքերի հետ փոխազդեցությունը տաքացման պայմաններում տեղի է ունենում հետևյալ հավասարմամբ.



7.67. Տելուրաջրածնի ստացումը և հատկությունները. փորձանոթում վերցնել ալյումինի տելուրիդ և ավելացնել նոսր (1 Ն-անոց) HCl , ստացվում է տելուրաջրածին՝ ըստ հետևյալ հավասարման.



Ալյումինի տելուրիդը ստացվում է ալյումինի սելենիդի նման: Ալյումինի տելուրիդի փոխարեն կարելի է վերցնել ցինկի տելուրիդ, որը ստացվում է ցինկը տելուրի հետ հալելով: Սովորական պայմաններում տելուրաջրածինը թունավոր, անոտր հոտով գազ է:

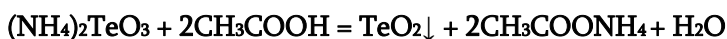
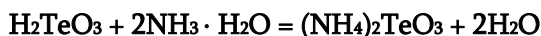
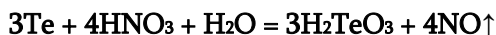
Գազային տելուրաջրածինն այրվում է կապույտ բոցով՝ առաջացնելով տելուրի երկօքսիդ և ջուր:

Տելուրաջրածնի ջրային լուծույթի թթվային բնույթը արտահայտված է ուժեղ, քան սելենաջրածինը (այդ թթուն ուժով համեմատական է ֆոսֆորական թթվին):

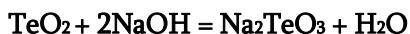
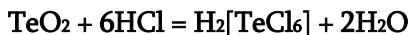
Տելուրաջրածնի վերականգնիչ հատկություններն ավելի ուժեղ են արտահայտված, քան ծծմբաջրածինը:

Ալկալիական մետաղների տելուրիդները պինդ վիճակում անգույն են, իսկ ջրային լուծույթում գունավորվում են կարմիր՝ պոլիտելուրիդների առաջացման պատճառով:

7.68. Տելուրային անհիդրիդի ստացումը և հատկությունները. տելուրի (III) օքսիդ ստանալու համար հախճապակե թասում տելուրը լուծել HNO_3 -ում (1:1), այնուհետև չեզոքացնել NH_3 -ի ջրային լուծույթով մինչև ֆենոլֆտալեինի գույնի փոփոխությունը: Հիմնային լուծույթին կաթիլներով ավելացնել քացախաթթու: Կստացվի TeO_2 -ի նստվածք.



Տելուրի (IV) օքսիդը բյուրեղային սպիտակ պինդ նյութ է՝ օժտված երկդիմի հատկություններով.

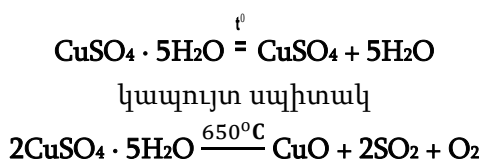


Մինթեզներ «Քալկոգեններ» թեմայով

7.69. Պղնձի սուլֆատի պենտահիդրատի անջատումը պղնձի և ծծմբական թթվի փոխազդեցության արգասիքներից. բաժակի մեջ լցնել 15-20 մլ

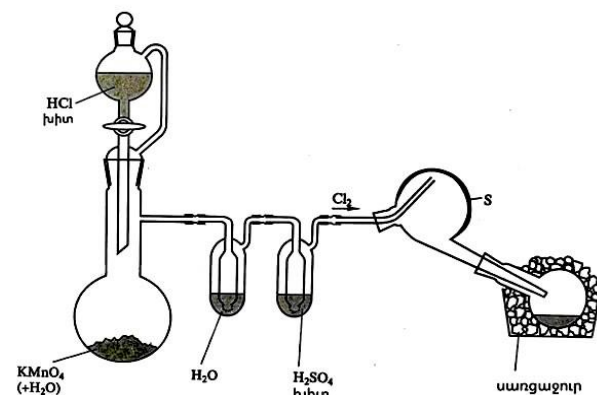
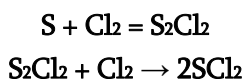
ջուր և նրա մեջ տեղափոխել ըստ փորձ 7.34.-ի SO_2 -ի ստացումից հետո Վյուրցի սրվակում մնացած խառնուրդը: Բաժակի պարունակությունը տաքացնել $70-80^\circ\text{C}$ և զգուշորեն ֆիլտրել ապակե ծակոտկեն ֆիլտրով: Զտվածքը թասում ջրային բաղնիքի վրա գոլորշիացնել մինչև հեղուկի վրա բյուրեղային թաղանթի առաջացումը և թողնել բյուրեղանալու բնական սառեցման ժամանակ:

Թասում առաջացած բյուրեղները բաժանել ապակե ծակոտկեն ֆիլտրով, լվանալ քիչ քանակությամբ սառցաջրով, տեղափոխել առարկայական ապակու վրա և թողնել չորանա սենյակային ջերմաստիճանում: Քիչ քանակությամբ պղնձի սուլֆատի պենտահիդրատը տեղափոխել հախճապակե հալքանոթ և տաքացնել:



Տաքացումը շարունակելու դեպքում կքայքայվի նաև պղնձի սուլֆատը:

7.70. Ծծմբի քլորիդների խառնուրդի սինթեզը. քարշիչ պահարանում հավաքել **նկ. 7.15.**-ում պատկերված սարքը: Ռետորտում հալել **1-2 գ ծծումբ** և պտտելով դրա ներքին պատերը՝ թրջել հալված ծծմբով, ապա թողնել ծծումբը սառչի: Ռետորտը նկարում նշված եղանակով միացնել **Cl_2 -ի** ստացման սարքին: Ռետորտի անցքը իջեցնել ոչ մեծ անոթի մեջ և սառեցնել սառցաջրով: Ռետորտը թեթև տաքացնել (ծծումբը չհալեցնել) և դրանով բաց թողնել քլորի հոսք: Փորձը շարունակել՝ մինչև ամբողջ ծծումբը ռեակցվի:



Նկ. 7.15. Ծծմբի քլորիդների ստացման սարքը

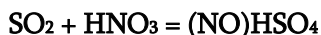
Մաքուր **S₂Cl₂**-ը ոսկեդեղին գույն ունի, սակայն SCl₂ -ի խառնուրդը տալիս է նրան կարմրագույն երանգ:

Փորձանոթում ջրին ավելացնել քիչ քանակությամբ **ծծմբի քլորիդներ**, տեղի կունենա հիդրոլիզ.



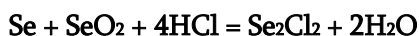
S₂Cl₂-ի ժամանակ, բացի նշված արգասիքներից, կարող են առաջանալ **պոլիթիոնական թթուների** խառնուրդ և **ծծումբ**, իսկ **SCl₂**-ի դեպքում՝ պոլիթիոնական թթուների խառնուրդ:

7.71. Նիտրոզիլ հիդրոսուլֆատի սինթեզը. անոթի մեջ լցնել ծխացող ազոտական թթու, սառեցնել, որից հետո թթվի մեջ իջեցրած խողովակով անցկացնել չոր **SO₂-ի** հոսք: Ջերմաստիճանը չպետք է բարձրանա **+5 °C**-ից.



Խիտ անգույն բյուրեղական զանգվածի անջատումից հետո այն ֆիլտրել ապակե ծակոտկեն ֆիլտրով, լվանալ սառցային քացախաթթվով և չորացնել չորացնող սարքում ֆոսֆորի հնգօքսիդի վրա: Նիտրոզիլ հիդրոսուլֆատը խոնավության առկայության դեպքում հիդրոլիզվում է, դրա համար այն պետք է պահել զոդված սրվակում:

7.72. Սելենի մոնոքլորիդի սինթեզը. փորձը կատարել քարշիչ պահարանում: **100 մլ-անոց** անոթի մեջ տեղավորել **1,15 գ SeO₂**, **5 մլ** խիտ աղաթթու և **2,35 գ մաքուր սելեն**: Խառնուրդին թափահարելով կաթիլներով ավելացնել **7-10 մլ խիտ ծծմբական թթու**: Այն, կապելով ջուրը, առաջացնում է **HCl**-ի անջատում, որն էլ մասնակցում է հետագա ռեակցիային.



Քլորաջրածնի անջատման դադարեցումը վկայում է ռեակցիայի ավարտը: Անջատված **Se₂Cl₂**-ը բաժանում են բաժանիչ ձագարով:

Se₂Cl₂-ը **մուգ կարմիր** հեղուկ է, զգայուն է խոնավության նկատմամբ, այդ պատճառով այն պահում են զոդված սրվակում կամ կիպահղկվածքով (շիֆով) խցանով սրվակում:

ԳԼՈՒԽ 8

ՊԱՐԲԵՐԱԿԱՆ ՀԱՄԱԿԱՐԳԻ 17-ՐԴ ԽՈՒՄԲ

Պարբերական համակարգի 17-րդ խմբի տարրերն են **ֆտորը՝ ${}^9\text{F}$, քլորը՝ ${}^{17}\text{Cl}$, բրոմը՝ ${}^{35}\text{Br}$, յոդը՝ ${}^{53}\text{I}$ և աստատը՝ ${}^{85}\text{At}$** : Այս տարրերի ընդհանուր անվանումը՝ **հալոգեններ** (հունարեն - «աղ ծնող»), պայմանավորված է նրանով, որ մետաղների հետ դրանց առաջացրած միացությունների մեծ մասը աղեր են (**NaF , KCl , CaI_2** և այլն):

17-րդ խմբի տարրերի որոշ հատկություններ բերված են աղ. 8.1.-ում:

Աղյուսակ 8.1.

Հալոգենների որոշ հատկությունները

Հատկությունը	F	Cl	Br	I
Ատոմային համարը	9	17	35	53
Ատոմային զանգվածը	18,9984	35,453	79,904	126,9044
Էլեկտրոնային ուրվագիծը	$2s^2 2p^5$	$3s^2 3p^5$	$4s^2 4p^5$	$5s^2 5p^5$
Ատոմային շառավիղը, նմ	0,039	0,073	0,085	0,104
Իոնացման էներգիան, կՋ/մոլ	1682	1255	1143	1009
Էլեկտրոնային խնամակցության էներգիան, կՋ/մոլ	333	349	325	295
Էլեկտրաբացասականությունը ըստ Պոլինգի	4,00	3,20	3,00	2,70
Տեսակարար զանգվածը, գ/սմ ³	1,108 (h)	1,570 (h)	3,187 (h)	4,942 (պ)
Հալման ջերմաստիճանը, $^{\circ}\text{C}$	-187,9	-34,0	59,2	184,5

Սաքքավորումներ և ազդանյութեր. քլորի ստացման սարք՝ ըստ նկ. 8.1.-ի, կոնաձև անոթ՝ 250 մլ-անոց, բյուրեղարար՝ սառեցնող խառնուրդով, սարք՝ ըստ նկ. 8.2.-ի, Cl_2 -ում ջրածնի այրման սարք՝ ըստ նկ. 8.3.-ի, Կիպի սարք՝ ջրածին ստանալու համար, H_2 -ում քլորի այրման սարք՝ ըստ նկ. 8.4.-ի, մետաղական ունելի, ապակե գլան, պետրիի թաս, ծայրը ձգված ապակե խողովակ, մետաղյա շերտիկ, փորձանոթ, լայն բերանով ապակյա անոթ, Cl_2 -ի և մետաղների օքսիդների փոխազդեցության սարք՝ ըստ նկ. 8.8.-ի, Գլաուբերի եղանակով քլորաջրածնի ստացման սարք՝ ըստ նկ. 8.9.-ի, ջրում քլորաջրածնի լուծման սարք՝ ըստ նկ. 8.10.-ի, Cl_2O -ի ստացման սարք՝ ըստ նկ. 8.11.-ի, ClO_2 -ով սպիտակ ֆոսֆորի օքսիդացման սարք՝ ըստ նկ. 8.12.-ի, էլեկտրոլիզի սարք, հեղուկ բրոմի ստացման սարք՝ ըստ նկ. 8.13.-ի, բրոմաջրածնի ստաց-

ման սարք՝ ըստ նկ. 8.14.-ի, I₂-ի ստացման սարք՝ ըստ նկ. 8.15.-ի, փոքր բաժակ 3 հատ:

Լյուրեր. KMnO₄, MnO₂, PbO₂, K₂Cr₂O₇, CaC₂, բենկնայուղ, ֆոսֆոր (սպիտակ), ծծումբ, Na մետաղական, անտիմոնի փոշի, պղնձի թիթեղ և փոշի, անագի նրբաթիթեղ, Mg, Al, Fe, MgO, CuO, PbO, NaCl, սնդիկի (II) դեղին օքսիդ, PbS, կալիումի քլորատ, թրթնջկաթթու, շաքար կամ օսլա, KCl, Fe₂O₃, Na₂CO₃, BaCO₃, H₃BO₃, Ba(NO₃)₂, Sr(NO₃)₂, ածուխ, մալախիտ, KBr, KBrO₃, NaBr, MgBr₂, բրոմ, բրոմաջուր, NaI, MgI₂, PBr₃, նավթալին, կոբալտի և նիկելի որևէ աղ, PbO₂ կամ Pb₃O₄, CuSO₄, KNO₂ կամ NaNO₂, NaIO₃, Na₂SO₃, չոր CaO, ծծմբածխածին, քառաքլորածխածին, քլորոֆորմ, ացետոն, Zn-ի փոշի, պղնձե թիթեղ, HIO₃, I₂O₅, ուրոտրոպին, NaIO₄, NaI:

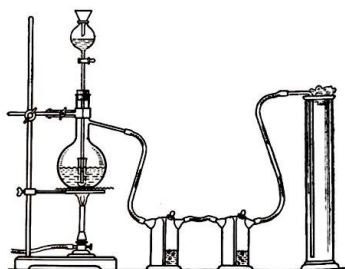
Լուծույթներ. խիտ HCl, խիտ H₂SO₄, խիտ HNO₃, լակմուսի, ֆուքսինի և թանաքի լուծույթներ, ծծմբաջրածնի խիտ լուծույթ, ամոնիակի խիտ լուծույթ, երկաթի (II) աղի լուծույթ, Cr₂(SO₄)₃-ի լուծույթ, կապարի (II) աղի լուծույթ, ալկալու լուծույթ, կապույտ լակմուսի լուծույթ, արծաթի նիտրատի լուծույթ, սնդիկի (մեկարժեք) լուծելի աղի լուծույթ, Mn²⁺-ի որևէ աղի լուծույթ, KI-ի լուծույթ, H₂O₂-ի 3 %-անոց լուծույթ, Na₂S₂O₃-ի լուծույթ, յոդի լուծույթ, ֆոսֆորական թթու:

Հալոգենները թունավոր են, այդ պատճառով բոլոր փորձերը պետք է կատարել քարշիչ պահարանում:

Հալոգենները ստացվում են **հալոգենաջրածինների** և դրանց աղերի օքսիդացումով, ինչպես նաև էլեկտրոլիզի ժամանակ անոդային օքսիդացումով: Աղերի օքսիդացումը իրականացվում է **ծծմբական թթվի** առկայությամբ, որը փոխանակման ռեակցիայով առաջացնում է **հալոգենաջրածնական թթու**:

8.1. Քլորի ստացումը. քլորի ստացման համար որպես օքսիդիչ օգտագործվում է **կալիումի պերմանգանատ և երկքրոմատ, մանգանի (IV) և կապարի (IV) օքսիդներ** և այլ օքսիդիչներ:

Հավաքել սարքը ըստ նկար 8.1.-ի: Վյուրցի սրվակի մեջ լցնել **2-3 սմ** շերտով բյուրեղական **կալիումի պերմանգանատ**: Պերմանգանատի քանակությունը պետք է համապատասխանի **քլորի** պահանջվող քանակին (**10 գ կալիումի պերմանգանատը և 60 մլ խիտ աղաթթուն** տալիս են մոտ **4 լ քլոր**):



Նկ. 8.1. Քլորի ստացման սարքը

Սրվակի բերանը փակել մոմապատ խցանով, որով անցնում է Վյուրցի սրվակի հատակին հասնող կաթեցնող ձագարի երկար խողովակը: Կաթեցնող ձագարը լցնել **խիտ աղաթթու** ($d=1,19$ գ/սմ³): Սրվակին միացնել լվացող շշեր՝ լցված ջրով (HCl -ը կլանելու համար) և **խիտ ծծմբական թթվով** (գազային **քլորը** չորացնելու համար): Ուղղանկյուն ծոված ապակե խողովակը ռետինե խողովակով միացնել երկրորդ լվացող շշին և մինչև հատակը մտցնել ընդունարան ծառայող գլանի կամ մեծ փորձանոթի մեջ: Ընդունարանի բերանը փակել բամբակե խծուծով: **Քլորի** անջատումը կարգավորել կաթեցնող ձագարից **աղաթթվի** ավելացման հաճախականությամբ.

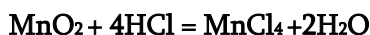


Օդի դուրսմղման եղանակով ընդունարանը **քլորով** լցվելուց հետո փակել բերանը մոմապատված խցանով: **Քլորով** լցնել մի քանի գլան՝ դրանցից մի քանիսի մեջ նախօրոք լցնելով չոր ավազ՝ **քլորի** հատկությունները ուսումնասիրելու համար: Օգտվելով նույն սարքից՝ **քլոր** կարելի է ստանալ նաև **կալիումի երկքրոմատից, մանգանի (IV) կամ կապարի (IV) օքսիդներից**՝ գործընթացն իրականացնելով տաքացման պայմաններում:

Համապատասխանաբար տեղի են ունենում հետևյալ փոխազդեցությունները.



Վերջին երկու փոխազդեցությունների ժամանակ առաջին փուլում ստացվում են անկայուն **քառաթեք քլորիդներ**, որոնք երկրորդ փուլում քայքայվում են.

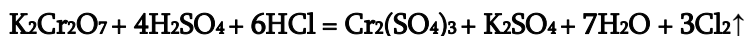


Մանգանի (IV) օքսիդով խիտ աղաթթվի օքսիդացման ժամանակ որպես կողմնակի նյութ ստացվում է **MnCl_2** : Եթե մինչև 50°C տաքացված **մանգանի**

(II) **քլորիդ** և **կալցիումի հիդրօքսիդ** պարունակող լուծույթին ավելացվի **խիտ աղաթթու**, և դրանով անցկացվի օդի հոսք, ապա նորից կստացվի **քլոր** (Վել-դոնի եղանակ)՝ ըստ հետևյալ փոխազդեցությունների.

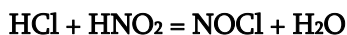


Աղաթթվի ծախսը կրճատելու համար **կալիումի երկքրոմատով խիտ աղաթթվի** օքսիդացումը կարելի է իրականացնել նաև **ծծմբական թթվի** առկայությամբ.



Վերը բերված բոլոր եղանակներով ստացվում է **մոլեկուլային քլոր**:

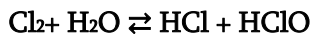
Ակտիվ քլորի (ատոմային քլոր) ստացման համար օգտվում են **արքայաջրից** (3 ծավալ **խիտ աղաթթվի** և մեկ ծավալ **խիտ ազոտական թթվի** խառնուրդ), այդ դեպքում ռեակցիան ընթանում է հետևյալ հավասարումներով.



8.2. Քլորի բյուրեղահիդրատի ստացումը. կոնաձև անոթը լցնել **100 մլ թորած ջուր**, դնել **սառեցնող խարնուրդ** պարունակող բյուրեղարարի մեջ և երկար խողովակով բաց թողնել քլորի դանդաղ հոսք: Քիչ հետո կհայտնվի **քլորի բյուրեղահիդրատի** բաց դեղին զանգված՝ **Cl₂·6H₂O**, որը քայքայվում է **9,6 °C**-ում, իսկ սովորական ջերմաստիճանում առաջանում է **Cl₂·8H₂O** բյուրեղահիդրատը: Բյուրեղահիդրատները սառույցի բյուրեղացանցում ներդրման միացություններ են:

8.3. Քլորի լուծելիությունը ջրում (քլորաջուր). **քլորը** ջրում լուծելիս տեղի են ունենում լուծման և՛ ֆիզիկական, և՛ քիմիական գործընթացներ:

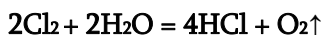
Քլորի լուծման ֆիզիկական գործընթացը հանգեցնում է **քլորի** մոլեկուլի պարզ հիդրատացմանը: **Քլորի** և **ջրի** փոխազդեցության գործընթացը առաջացնում է **քլորաջրածնական** և **հիպոքլորային թթուներ**.



Շատ անկայուն հիպոքլորային թթուն քայքայվում է.



այդ պատճառով քլորի և ջրի միջև տեղի ունեցող փոխազդեցությունը կարելի է ներկայացնել հետևյալ հավասարումով.

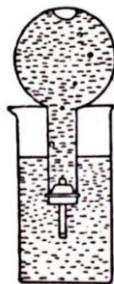


Թարմ պատրաստված **քլորի ջրային** լուծույթը, որը անվանվում է **քլորաջուր**, պարունակում է **Cl₂**, **HCl** և **HOCl**, այն ունի **քլորի** հոտ: Այն աստիճանա-

բար անհետանում է լուծույթի պահպանման ժամանակ՝ պարունակելով միայն **HCl**:

Քլորաջրի օքսիդիչ հատկությունները պայմանավորված է **Cl₂-ի** և **HOCl-ի** առկայությամբ: **Քլորաջուր** ստանալու համար սառը թորած ջրով լցրած անոթը թեք վիճակով ամրացնել ամրակալին և անցկացնել քլորի դանդաղ հոսք: Գազը ջրում լուծվում է մասամբ, հետևաբար լուծելիությունը մեծացնելու համար ժամանակ առ ժամանակ անոթը թափահարել:

8.4. Քլորի և ջրի փոխազդեցությունը ու թթվածնի անջատումը արևի լույսով քլորաջրի վրա ազդելով. բյուրեղարարի կամ բաժակի մեջ գլխիվայր շրջել **քլորաջուր** պարունակող անոթը (նկ. 8.2.) և դնել արևի լույսի տակ:



Նկ. 8.2. Թթվածնի անջատումը քլորի և ջրի փոխազդեցությամբ

Որոշ ժամանակ հետո անոթում հայտնվում են անջատվող գազի խոշոր պղպջակներ: Լույսի երկար ազդեցության տակ անոթում հավաքվում է բավականին քանակության գազ: Անջատվող գազին մարմրող մարիս մոտեցնելիս կարելի է համոզվել, որ դա **թթվածինն** է, իսկ լուծույթը ձեռք է բերում **թթվային** հատկություն:

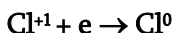
8.5. Քլորի (քլորաջրի) գունագրկող հատկությունը.

ա) Առանձին փորձանոթներում վերցնել **լակմուսի, ֆուկսինի և մանուշակագույն թանաքի** լուծույթներ ու ավելացնել **քլորաջուր**: Լուծույթների գույնը կանհետանա: Լրագրի փոքր կտորի վրա մանուշակագույն թանաքով գրված բառը **քլորաջուրը** գունագրկում է, իսկ տպագրական տառերը չի գունագրկում:

բ) Չոր անոթի մեջ լցնել **20-30 մլ խիտ ($d=1,84$ գ/սմ³) ծծմբական թթու**, իսկ գլանի մեջ՝ նույն քանակությամբ **քլորաջուր**: Երկու գլանները լցնել **քլորով** և փակել մոմապատ խցանով:

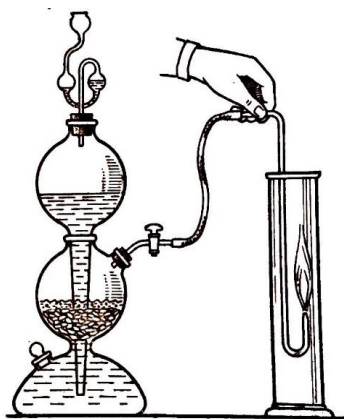
Ծածկող ապակու վրա պլաստիլինով ամրացնել բամբակե գունավոր գործվածքի շերտ, երկրորդ ծածկող ապակուն՝ նույն կտորից՝ թրջված ջրով: Չոր շերտը իջեցնել հատակին **ծծմբական թթու և քլոր** պարունակող գլանի մեջ, իսկ թրջվածը՝ **քլորաջուր և քլոր** պարունակող գլանի մեջ: Խոնավ միջա-

վայրում գործվածքի գույնն արագ անհետանում է, այն դեպքում, երբ չոր գործվածքը **չոր քլորում** նույնիսկ երկար ժամանակ մնալիս գործվածքի գունագրկում չի նկատվում: Հետևաբար, **քլորը** գունագրկում է միայն խոնավության առկայության դեպքում: **Քլորաջրի** գունագրկող (**օքսիդիչ**) հատկությունը պայմանավորված է նրանում առկա $+1$ օքսիդացման աստիճանում գտնվող **քլորով**.



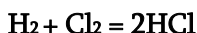
Քլորի քիմիական հատկությունները: Քիմիական տեսանկյունից **քլորը** համարվում է շատ ակտիվ տարր, սակայն ավելի պակաս, քան **ֆտորը**: Այն բարձր ակտիվությամբ միանում է գրեթե բոլոր տարրերի հետ ջերմության անջատումով: Անմիջականորեն չի միանում միայն **թթվածնի**, **ազոտի** և **ածխածնի** հետ: Այդ տարրերի **քլորիդային միացությունները** ստացվում են կողմնակի ճանապարհով:

8.6. Ջրածնի այրումը քլորում. ծայրը ձգված ծոված խողովակով Կիպի սարքից բաց թողնել **ջրածնի հոսք**, մաքրությունը ստուգելուց հետո այրել և զգուշորեն դանդաղ մտցնել **քլորով** լցված գլանի մեջ (նկ. 8.3.):



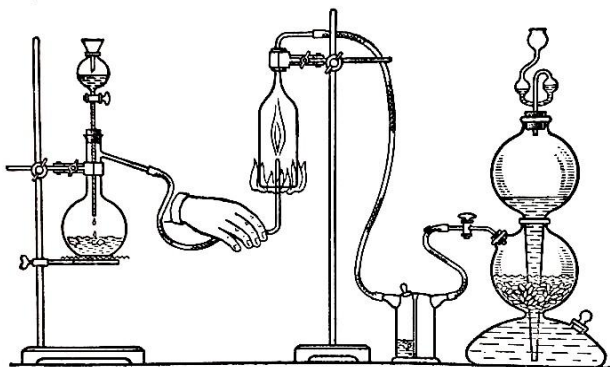
Նկ. 8.3. Ջրածնի այրումը քլորում

Ջրածինը շարունակվում է այրվել, դրա բոցը երկարում է և ձեռք բերում ավելի նկատելի գույն.



Այրումից հետո գլանի մեջ լցնել **լակմուսի** կապույտ լուծույթ: Առաջացած **աղաթթվից** այն անմիջապես գունավորվում է **կարմիր**, այնուհետև՝ գունագրկվում ռեակցիայի մեջ չմտած **քլորով**:

8.7. Քլորի այրումը ջրածնում. Կիպի սարքին (որտեղ ստացվում է **ջրածին**) միացված խիտ **ծծմբական թթու** պարունակող լվացող շշին գազատար խողովակով միացնել ամրակալին ամրացված ապակյա գանգ: Կողքին դնել **քլորի** ստացման սարք, որին միացված է ծայրը ձգված ուղղանկյուն ծոված խողովակ (նկ. 8.4.):



Նկ. 8.4. Քլորի այրումը ջրածնում

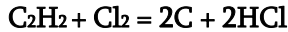
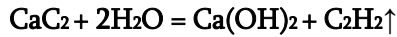
Կիպի սարքի ծորակը բացել և **ջրածնի** հոսքը (ոչ ուժեղ) կարգավորել հավասարաչափ: Որոշ ժամանակ սպասելուց հետո այրվող մարիսը մոտեցնել գանգին և այրել դրանում լցված **ջրածինը**: **Քլորի** ստացման սարքում ստանալ **քլոր** վերը նշված եղանակներից մեկով: Ծայրը ձգված խողովակը դանդաղ մտցնել **ջրածնով** գանգի մեջ: **Ջրածնի** բոցի հետ շփվելու ժամանակ խողովակից դուրս եկող **քլորը** այրվում է և շարունակում է այրվել **ջրածնում անգույն բոցով**:

Եթե **քլորի** բոցը մարի, անմիջապես դադարեցնել փորձը, քանի որ գանգում կարող է առաջանալ **ջրածնի և քլորի** ճայթեցնող խառնուրդ:

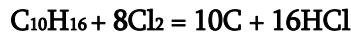
Քլորաջրածնական խառնուրդը, որը պարունակում է 14-92 % քլոր, անվանվում է **ծայթեցնող քլոր**: Այսպիսի խառնուրդը պայթում է՝ առաջացնելով **քլորաջրածին**:

Ջրածնի հանդեպ մեծ խնամակցության պատճառով քլորը փոխազդում է ջրածին պարունակող օրգանական և անօրգանական շատ նյութերի հետ:

8.8. Ացետիլենի այրումը քլորում. **քլորով** լցված փորձանոթին ավելացնել քիչ քանակությամբ **ջուր և կալցիումի կարբիդի** մի քանի փոքր կտորներ: Փորձանոթի բերանին գազը այրել: **Ացետիլենը քլորի** միջավայրում այրվում է ուժեղ մրարձակող բոցով: Տեղի են ունենում հետևյալ փոխազդեցությունները.

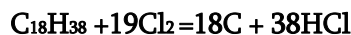


8.9. Բենեկնայուղի (սկիպիդար) այրումը քլորում. Ֆիլտրի թղթի մի փոքր կտոր թրջել **բենեկնայուղով** և մետաղական ունեղիի օգնությամբ մտցնել **քլորով** լցված գլանի մեջ (նկ. 8.5.): Մի քանի վայրկյան հետո **բենեկնայուղով** թրջված թուղթը բռնկվում է փոքր անվտանգ պայթույթով և այրվում ուժեղ **մուր** արձակող բոցով.



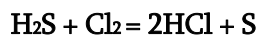
Նկ. 8.5. Բենեկնայուղի այրումը քլորում

8.10. Մումի այրումը քլորում. Երկաթե լարին ամրացնել **ստեարինային մումի** մի փոքր կտոր, վառել և մտցնել **քլորով** գլանի մեջ: Մումը շարունակում է այրվել **պայծառ** բոցով՝ անջատելով բավականին **մուր**.

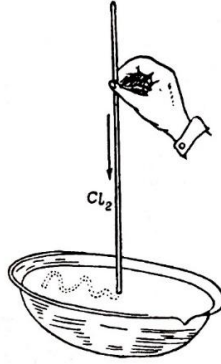


Փորձը կարելի է կատարել առանց մումը վառելու: Մումի պատրույզին տեղավորել **կարմիր ֆոսֆորի** մի փոքր կտոր: **Մումը** ամրացնել երկաթե լարին և մտցնել **քլոր** պարունակող գլանի մեջ. **ֆոսֆորը** կբռնկվի և կվառի մումը:

8.11. Քլորի և ծծմբաջրածնի փոխազդեցությունը. **ծծմբաջրածնի** ջրային լուծույթով անցկացնել **քլորի** հոսք: Կնջատվի **կոլոիդային ծծումբ**, և լուծույթը կպղտորվի.

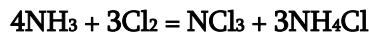


Եթե ծայրը ձգված ապակե խողովակի օգնությամբ թասում լցված **ծծմբաջրածնի** հազեցված լուծույթի մակերևույթին ուղղվի **քլորի** հոսք, ապա կարելի է դրա վրա գրել կամ նկարել (նկ. 8.6.):

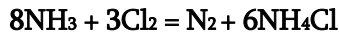


Նկ. 8.6. Նկարչություն ծծմբաջրածնի լուծույթի մակերևույթին

8.12. Քլորի և ամոնիակի փոխազդեցությունը. ամոնիակի խիտ լուծույթով անցկացնել **քլորի** հոսք: Լուծույթով գազի ամեն մի պղպջակի ակնթարթային անցման ժամանակ կլսվի ճրոց փոքր կայծերի անջատումով: Փոխազդեցության արդյունքում ստացվում է **ազոտի քլորիդ** (պայթուցիկ, յուղանման հեղուկ)։



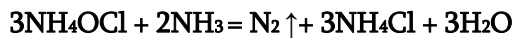
Եթե **գազային քլոր** պարունակող գլանի մեջ ծայրը ձգված ապակե խողովակով բաց թողնվի **ամոնիակ**, ապա այն կբռնկվի, որի արդյունքում կստացվեն **ազոտ և ամոնիումի քլորիդ՝ սպիտակ ծխի** ձևով.



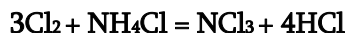
Քլորի և ամոնիակի փոխազդեցության ժամանակ, կախված պայմաններից (խտություն և ջերմաստիճան), կարող են առաջանալ ինչպես **N₂ և NH₄Cl**, այնպես էլ **NCl₃ + NH₄Cl**: Որպես կողմնակի նյութ կարող է առաջանալ նաև քիչ քանակությամբ **ամոնիումի հիպոքլորիդ**.



որը **ամոնիակի** ավելցուկում աստիճանաբար քայքայվում է **ազոտի և ամոնիումի քլորիդի**.

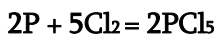
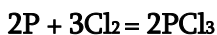


Ազոտի քլորիդ կարելի է ստանալ նաև **ամոնիումի քլորիդի** խիտ լուծույթով **քլոր** անցկացնելով.

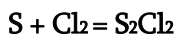


8.13. Ֆոսֆորի այրումը քլորում. մետաղյա շերտփիկում տեղավորել ֆիլտրի թղթով չորացված սիսեռի հատիկի չափ **սպիտակ ֆոսֆոր** և մտցնել **քլոր** պարունակող գլանի մեջ: Մի քանի րոպեից **ֆոսֆորը** բռնկվում է և այր-

վում գունատ բոցով: **Սպիտակ ֆոսֆորի** փոխարեն կարելի է վերցնել չոր **կարմիր ֆոսֆոր**, սակայն այն սպիտակի նման հեշտ չի այրվի.



8.14. Քլորի և ծծմբի փոխազդեցությունը. փորձանոթի մեջ վերցնել քիչ քանակությամբ **ծծմբի փոշի**, փակել պարաֆինապատված խցանով, որով անցնում է ապակե երկու գազատար խողովակ՝ երկար և կարճ: Երկարով տրվում է **քլորի հոսք**, իսկ կարճը ծառայում է **ավելցուկ քլորի** հեռացման համար: Փորձանոթի պարունակությունը տաքացնել **ծծմբի** հալման ջերմաստիճանից մի փոքր բարձր (**112-118 °C**) և բաց թողնել **քլորի** հոսք: Որոշ ժամանակ հետո առաջանում է **S₂Cl₂-ի մուգ դեղնակարմիր հեղուկ**: **Ծծմբի** ծախսից հետո դադարեցնել **քլորի** հոսքը, քանի որ քլորի ավելցուկում ստացվում է **SCl₄** (բաց դեղնավուն բյուրեղային նյութ).

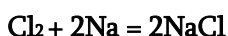


Ստացված **երկքլորսուլֆանի** վրա ավելացնել քիչ քանակությամբ թորած ջուր. այն հիդրոլիզվում է.



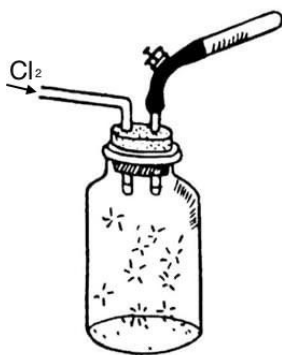
8.15. Քլորի փոխազդեցությունը մետաղների հետ.

ա) Նատրիումի և քլորի փոխազդեցությունը. ֆիլտրի թղթով լավ չորացրած, նախապես մակերևութը մաքրված ցորենի հատիկի չափով **նատրիումի** կտորը մետաղյա գդալում հալեցնել և մտցնել հատակին ավագ պարունակող **քլորով** լցված գլանի մեջ: **Նատրիումը** անմիջապես բռնկվում է և այրվում կուրացնող **դեղին** բոցով.



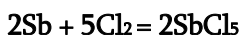
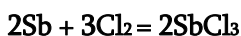
Նատրիումի քլորիդը ստացվում է **սպիտակ ծխի** ձևով: Նույն ձևով չորացված և մաքրված **կալիումը քլորի** միջավայրում ինքնաբերաբար բոցավառվում է և այրվում **մանուշակագույն** երանգ ունեցող վառ բոցով:

բ) Անտիմոնի փոխազդեցությունը քլորի հետ. հատակին **1-1,5 սմ** շերտով չոր ավագ պարունակող լայն բերանով անոթը լցնել **քլորով**: Փակել բերանը պարաֆինապատված խցանով: Երկաթյա շերեփիկում տաքացնել **անտիմոնի փոշի**, անոթի խցանը հանել և **անտիմոնի** տաք **փոշին** բաժիններով լցնել անոթի մեջ: **Անտիմոնի** մասնիկները, ընկնելով **քլորի** միջավայր, բռնկվում են և այրվում **կրակե անձրևի** տեսքով (նկ. 8.7.):

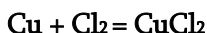


Նկ. 8.7. Անտիմոնի այրումը քլորում

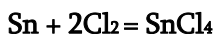
Անոթը լցվում է **անտիմոնի (III) և (V) քլորիդների խիտ ծխով**.



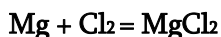
զ) Պղնձի և քլորի փոխազդեցությունը. պղնձե բարակ թիթեղը կամ բարակ լարերի փոքր փունջը այրիչի բոցում ծայրից տաքացնել և արագ մտցնել ավազի բարակ շերտ պարունակող և **քլորով** լցված գլանի մեջ: Ամբողջ **պղինձը** շիկանում է և այրվում, իսկ նրա ծայրերից կաթում է **հալված պղնձի (II) քլորիդ**.



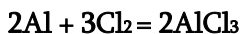
դ) Անագի և քլորի փոխազդեցությունը. փորձը կատարել նույն ձևով, բայց այս դեպքում հատակին ավազ պարունակող **քլորով** լցված գլանի մեջ մտցնել քիչ տաքացված, քուղի ձևով **անագի նրբաթիթեղ**. այն ինքնաբերաբար կբոցավառվի: Գլանի հատակին տեղում է **կրակե անձրև**, առաջանում է ուժեղ **ծխացող անագի (IV) քլորիդ**.



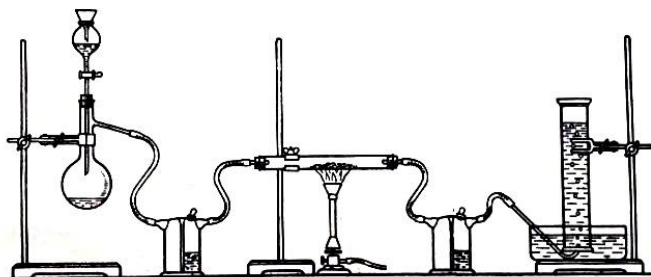
Անագի և գազային քլորի միջև ընթացող ռեակցիան օգտագործվում է պահածոյի տուփից անագի վերականգման ժամանակ: Գործընթացը իրականացնելու համար մինչև **150°C** տաքացված **անագապատ** թիթեղյա տարաներով անցկացվում է **քլորի** հոսք, արդյունքում ստացվում է **հեղուկ անագի (IV) քլորիդ**, իսկ մետաղյա թիթեղը այդ ջերմաստիճանում մնում է անփոփոխ: Նման ձևով կարելի է իրականացնել **Mg-ի, Al-ի և Fe-ի** այրումը **քլորում**: Նախօրոք վառվող **մագնեզիումը** շարունակում է այրվել **քլորի** միջավայրում.



350-400 °C տաքացրած ալյումինե թիթեղը քլորի հետ շփվելիս այրվում է՝ առաջացնելով անջուր **ալյումինի քլորիդ**.



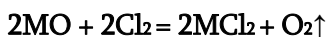
8.16. Քլորի փոխազդեցությունը մետաղների օքսիդների հետ. քլորի ստացման սարքը միացնել **ծծմբական թթու** պարունակող լվացող շշին, իսկ վերջինս՝ **մետաղի օքսիդ** պարունակող դժվարահալ խողովակին: Խողովակը միացնել **ալկալի** պարունակող լվացող շշին, իսկ շշից դուրս եկող գազատար խողովակը մտցնել ջրով լցված բյուրեղարարում գլխիվայր շրջված, ջուր պարունակող գլանի մեջ (նկ. 8.8.):



Նկ. 8.8. Քլորի փոխազդեցությունը մետաղների օքսիդների հետ

Խողովակի տակ վառել այրիչը: Քլորի ստացման սարքում **պերմանգանատի** վրա կաթիլներով ավելացնել **խիտ աղաթթու**, կարգավորելով քլորի դանդաղ հոսքը: Քլորը, անցնելով լվացող շշով, չորանում է և մտնում **մետաղի օքսիդ** պարունակող շիկացած խողովակի մեջ: Պղնձի և մագնեզիումի օքսիդները պետք է տաքացնել ուժեղ, իսկ PbO -ն և CuO -ն՝ մի քիչ դրանից թույլ: Խողովակից դուրս եկող **թթվածինը**, անցնելով երկրորդ լվացող շշով, ազատվում է չռեակցված քլորից, հավաքվում գլանում: Գլանի մեջ մտցված մարմրող մարխը կբռնկվի պայծառ բոցով:

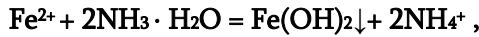
Գլանում գտնվող օքսիդները փոխարկվում են քլորիդների. CaO -ն և MgO -ն՝ սպիտակ քլորիդների, սև CuO -ն՝ գորշ CuCl_2 -ի, իսկ դեղին PbO -ն՝ սպիտակ քլորիդի: Ընդհանուր ձևով.



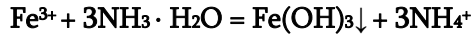
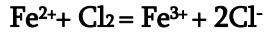
Ինչպես երևում է փորձից, քլորի խնամակցությունը մետաղների հանդեպ այնքան մեծ է, որ այնպիսի կայուն օքսիդներ, ինչպիսիք են CaO , MgO , CuO և PbO , փոխարկվում են քլորիդների:

8.17. Տարբեր նյութերի օքսիդացումը քլորով.

ա) Երկու փորձանոթներում վերցնել երկաթի երկարժեք որևէ աղ: Առաջինին ավելացնել թորած ջուր, իսկ երկրորդին՝ քլորաջուր, այնուհետև երկու փորձանոթին էլ ավելացնել **ամոնիակի ջրային լուծույթ**: Առաջին փորձանոթում կնստի **սպիտակադեղնավուն երկաթի երկարժեք հիդրօքսիդ**.



իսկ երկրորդում՝ **կարմրագորշ երկաթի եռարժեք հիդրօքսիդ**.



բ) Փորձանոթում վերցնել **քրոմի եռարժեք աղ**, ավելացնել **կալիումի հիդրօքսիդ և քլորաջուր** (կամ փորձանոթի պարունակությունով բաց թողնել **քլորի** հոսք): Նկատվում է **կանաչ** գույնի անցում **դեղինի**՝



գ) Կատարել նման փորձ՝ վերցնելով **մանգանի երկարժեք աղ**: Այն քլորով օքսիդանում է **մանուշակագույն MnO_4^-** -ի.



դ) Փորձանոթում լցնել **կապարի երկարժեք լուծելի աղ**, ավելացնել **ալկալու** լուծույթ և անցկացնել **քլորի** հոսք՝ մինչև ստացված նստվածքը ձեռք բերի **դարչնագույն** գունավորում.



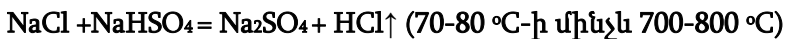
Բերված փոխազդեցությունների ընթացքը բացատրվում է հետևյալ կերպ. հիմնային միջավայրում **քլորը** առաջացնում է **հիպոքլորիտ և քլորիդ**.



Հիպոքլորիտները ունեն ուժեղ արտահայտված օքսիդիչ հատկություններ և վերը նշված իոնները օքսիդացնում են մինչև առավելագույն օքսիդացման աստիճան: Օրինակ՝

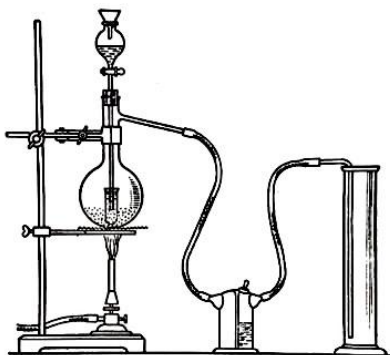


8.18. Քլորաջրածնի ստացումը Գլաուբերի եղանակով. **քլորաջրածին** ստանում են չոր **կերակրի աղից** և **խիտ (92-93 %-անոց) ծծմբական թթվից**: Ռեակցվող զանգվածը տաքացվում է բարձր ջերմաստիճանում, քանի որ այդ ռեակցիան ջերմակլանիչ է: **Քլորաջրածնի** ստացումը ընթանում է երկու փուլով.



Սովորաբար **թթուն** ստանում են համապատասխան աղի վրա ավելի **ուժեղ թթու** ազդելով: Այս դեպքում ավելի ուժեղ թթու է **HCl**-ը, բայց և այնպես ստացումն իրականացվում է, քանի որ **գազային քլորաջրածինը** համակարգից հեռանում է և ընդունարանում լուծվելով ջրում՝ առաջացնում է տարբեր կոնցենտրացիաների **աղաթթու**:

Վյուրցի սրվակի 1/3-ը լցնել **չոր նատրիումի քլորիդ**: Սրվակի բերանը փակել ռետինե խցանով, որով անցնում է **խիտ ծծմբական թթու** պարունակող կաթեցնող ձագարը: Ձագարի ներքևի ծայրը պետք է մտնի ոչ մեծ, կարճ փորձանոթի մեջ: Սրվակի կողի խողովակը միացնել **խիտ ծծմբական թթու** պարունակող լվացող շշին, իսկ լվացող շշին միացված ուղիղ անկյան տակ ծոված ապակյա խողովակը մինչև հատակը մտցնել գազի ընդունարան ծառայող գլանի մեջ (նկ. 8.9.):



Նկ. 8.9. Քլորաջրածնի ստացումը Գլաուբերի եղանակով

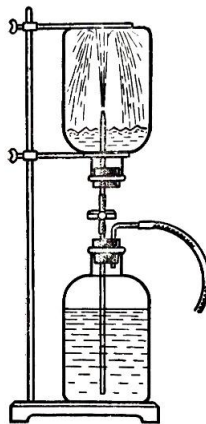
Բացել կաթեցնող ձագարի ծորակը: **Ծծմբական թթուն** սկզբից լցվում է փորձանոթի մեջ՝ ստեղծելով հուսալի հիդրավլիկային փական, որը թույլ չի տալիս **քլորաջրածնի** մուտքը ձագարի խողովակով, այնուհետև լցվում է **կերակրի աղի** վրա: Վյուրցի սրվակը տաքացնել: Առաջացած **քլորաջրածինը**, անցնելով լվացող շշով, չորանում է և հավաքվում գլանում: Գործընթացի ինտենսիվությունը կախված է տաքացման աստիճանից: Գլանը քլորաջրածնով լցնելուց հետո (բերանին կհայտնվի սպիտակ ծուխ) փակել ապակյա թիթեղով և դադարեցնել տաքացումը: Գազատար խողովակը իջեցնել ջրով լցված բաժակի մեջ՝ չմտցնելով այն ջրի մեջ:

Գլանը շրջել և մտցնել **կապույտ լակմուսով** ներկված ջուր պարունակող բյուրեղարարի մեջ: Ջրի տակ հանել ապակյա թիթեղը և գգուշորեն գլանը թափահարել մի կողմից մյուսը: Ջուրը սկզբից դանդաղ, այնուհետև արագ կմտնի գլանի մեջ՝ գրեթե լցնելով այն: Հեղուկը կներկվի **կարմիր** գույնով: Մենյակային ջերմաստիճանում **մեկ ծավալ ջրում** լուծվում է **400 ծավալ քլորաջրածին**: Եթե **քլորաջրածնի** ջրային լուծույթը սառեցվի $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$, ապա կանջատվի $\text{HCl} \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ բյուրեղահիդրատ, որը իրենից ներկայացնում է **օկտանիումի քլորիդ**՝ $[\text{H}_5\text{O}_2]^+\text{Cl}^-$: Այսինքն՝ **քլորաջրածնի** լուծվելը ջրում քիմիական գործընթաց է:

Գլանի փոխարեն կարելի է որպես ընդունարան օգտագործել ջրով լցված, բերանը գազատար խողովակ ունեցող որևէ անոթ:

Լվացող շշից դուրս եկող գազատարը միացնել խցանով անցնող խողովակին, որը ջրի մակերևույթից բարձր է գտնվում: Անոթը **քլորաջրածնով** լցվելուց հետո այն լուծել ջրում՝ անոթը թափահարելով:

8.19. Քլորաջրածնի լուծելիությունը ջրում (շատրվան). քլորաջրածնի ստացման սարքից 1 լ տարողությամբ ապակյա անոթը լցնել **քլորաջրածին** (լցվելու վերջում անոթի բերանին կհայտնվի սպիտակ ծուխ): Անոթը փակել ռետինե խցանով, որով անցնում է ապակյա ուղիղ երկար խողովակ: Ծայրը մի քիչ ձգված խողովակը պետք է լինի անոթի կեսի բարձրությամբ: Խողովակի դրսի ծայրին հագցնել կարճ ռետինե խողովակ և ամուր փակել պտուտակավոր սեղմիչով: Անոթը ամրացնել ամրակալին գլխիվայր: Ռետինե խողովակը միացնել **կապույտ լակմուսով** ներկված ջուր պարունակող անոթին (նկ. 8.10.):



Նկ. 8.10. Քլորաջրածնի լուծվելը ջրում. «շատրվան»

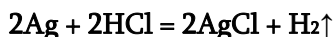
Ներքևի անոթը փակել երկար ապակե խողովակով և ուղղանկյուն ծոված կարճ խողովակ պարունակող խցանով: Երկար խողովակը, որը միացված է երկար անոթին, պետք է հասնի անոթի գրեթե հատակին, իսկ կարճ խողովակին ամրացնել ռետինե խողովակ:

Բացել սեղմիչը և ռետինե խողովակով փչել մի քիչ օդ (տանձիկով): Հենց որ ջրի առաջին կաթիլները ընկնեն վերևի անոթի մեջ, նրանք ակնթարթորեն կկլանեն **քլորաջրածինը**, անոթում ճնշումը կընկնի, և «շատրվանը» կսկսի գործել: Ջուրը շատրվանով կլցվի վերևի անոթի մեջ և կներկվի **կարմիր** գույնով:

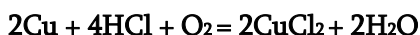
8.20. Քլորաջրածնի քիմիական հատկությունները. քլորաջրածնի հատկությունները կախված են նրանից, թե այն ինչ ագրեգատային վիճակում է: Կարող է լինել գազային, հեղուկ և պինդ վիճակներում:

Քլորաջրածինը ջրային լուծույթում **ուժեղ թթու** է: Վերևում ինդիկատորի օգնությամբ հաստատվել է քլորաջրածնի ջրային լուծույթի թթվային բնույթը:

Մնդիկը և արծաթը 550 °C-ում քայքայում են քլորաջրածինը.



Աղաթթուն լուծում է **մետաղների լարվածության շարքում ջրածնից** ձախ գտնվող մետաղները, իսկ **աջ** գտնվող **մետաղները** լուծվում են միայն **թթվածնի** (օքսիդիչների) առկայությամբ, օրինակ՝



Կոմպլեքսագոյացման շնորհիվ **պղինձը** լուծվում է խիտ աղաթթվում.

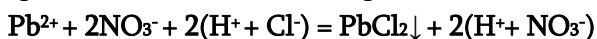
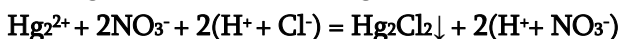
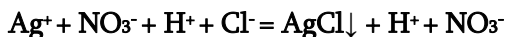


Որպես թթու աղաթթուն փոխազդում է հիմքերի, կարբոնատների և օքսիդների հետ՝ հիմնականում առաջացնելով քլորիդներ:

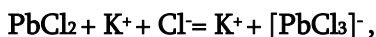
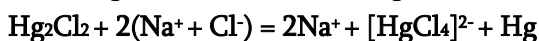
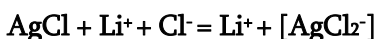
Նշված նյութերի վարքը նոսր և խիտ աղաթթվում, սառը և տաքացման պայմաններում բերված է առանձին տարրերի բաժիններում:

Աղաթթվի աղերը՝ **քլորիդները**, ըստ լուծելիության լինում են **լուծելի և դժվար լուծվող**: Լուծելի աղերին պատկանում են ալկալիական և հողալկալիական մետաղների քլորիդները, ցինկի, կոբալտի, նիկելի, երկաթի քլորիդները և այլն: Դժվար լուծվողների դասին են պատկանում **AgCl, PbCl₂, HgCl₂, TlCl** քլորիդները և այլն:

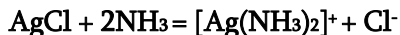
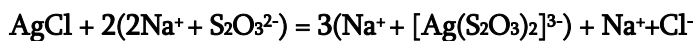
8.21. Դժվար լուծվող քլորիդների ստացումը (ստացվում են փոխանակման ռեակցիաներով). առանձին փորձանոթներում վերցնել **արծաթի, սնդիկի և կապարի լուծելի աղերի** լուծույթներ և ավելացնել **աղաթթվի կամ լուծելի քլորիդի** լուծույթներ: Կստացվեն **սպիտակ** նստվածքներ.



Ստացված աղերը լուծվում են ալկալիական մետաղների քլորիդների հազեցած լուծույթներում.

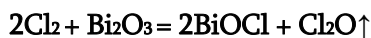


իսկ **լոռանման արծաթի քլորիդը** կոմպլեքսագոյացման հաշվին լուծվում է նաև **նատրիումի թիոսուլֆատի և ամոնիակի** ջրային լուծույթներում.

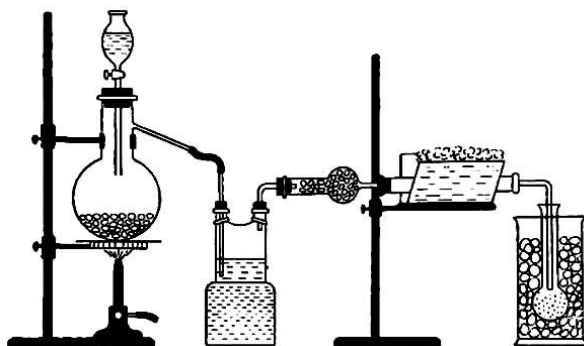


Ի տարբերություն **արծաթի քլորիդի**, որը վերականգնվում է լույսի ազդեցության տակ, **սնդիկի և կապարի քլորիդները** լույսի հանդեպ կայուն են:

8.22. Քլորի (I) օքսիդի ստացումը և հատկությունները. քլորի (I) օքսիդը ստացվում է **0 °C-ում** թարմ ստացված և **300 °C-ում** չորացրած **սնդիկի դեղին օքսիդի** վրա **քլորի** թույլ հոսք անցկացնելով, կարելի է նաև **HgO-ի** փոխարեն օգտագործել **Bi₂O₃**.



Հավաքել սարքն ըստ նկար 8.11.-ի:



Նկ. 8.11. Cl_2O -ի ստացման սարք

Վյուրցի սրվակում ստացվող քլորը լվացող շշով անցնելուց հետո անցնում է **սնդիկի օքսիդ** պարունակող սառեցվող խողովակով: Փոխազդեցության արդյունքում ստացված **քլորի (I) օքսիդը** հավաքվում է գնդիկավոր փորձանոթում (խողովակ):

Սովորական պայմաններում **Cl_2O -ն քլորին** բնորոշ, սակայն ավելի **սուր հոտով դեղնադարչնագույն գազ** է, հեշտությամբ լուծվում է ջրում (**0 °C-ում 1 ծավալ ջրում 200 ծավալ**)՝ առաջացնելով **հիպոքլորային թթու**.



Ռեակցիան դարձելի է, այդ պատճառով **հիպոքլորային թթվի** լուծույթները ունեն հատուկ արտահայտված **Cl_2O -ի** հոտ:

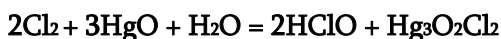
Քլորի (I) օքսիդը +4 աստիճանում խտանում է՝ փոխակերպվելով **կարմրառոսկեգույն** հեղուկի: Լինելով շատ անկայուն միացություն՝ այն քայքայվում է պայթյունով.



8.23. Հիպոքլորային թթվի ստացումը. ինչպես նշվել է, **հիպոքլորային թթուն (HClO) քլորաջրածնական թթվի** հետ ստացվում է **քլորը** ջրում լուծելով:

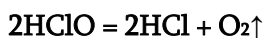
Հիպոքլորային թթվի լուծույթ առանց **քլորաջրածնական թթվի** ստացվում է **սնդիկի դեղին օքսիդի** ջրային կախույթի և **քլորի** փոխազդեցությունով:

Փորձանոթում կամ որևէ անոթում պատրաստել **սնդիկի օքսիդի** ջրային կախույթ և փորձանոթը թափահարելով՝ անցկացնել **քլորի** հոսք.



Ստացված **հիպոքլորային թթվի** առկայությունը ստուգել **կապույտ լակմուսով**, այն գունազրկվում է:

Հիպոքլորային թթուն կայուն է միայն նոսր ջրային լուծույթներում, նույնիսկ խիտ լուծույթներում այն քայքայվում է.



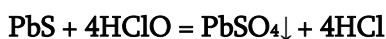
Քայքայումը կարող է տեղի ունենալ նաև այլ ընթացքներով.



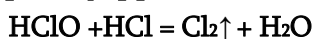
Այն օժտված է ուժեղ արտահայտված **օքսիդիչ** հատկությունով:

8.24. Հիպոքլորային թթվի օքսիդիչ հատկությունները.

ա) Փորձանոթում վերցնել **կապարի** որևէ լուծելի աղի լուծույթ և անցկացնել **ծծմբաջրածնի հոսք** կամ ավելացնել ալկալիական **մետաղի սուլֆիդի** լուծույթ, կստացվի **PbS**-ի սև նստվածք: Նստվածքը լուծազատել և ավելացնել **հիպոքլորային թթվի** լուծույթ, կստացվի **կապարի սուլֆատի սպիտակ նստվածք**.



բ) Փորձանոթում վերցնել **հիպոքլորային թթվի 3-5 մլ** լուծույթ և ավելացնել նույն քանակությամբ **խիտ աղաթթու**, կանջատվի **քլոր**.



գ) **Հիպոքլորային թթվի** լուծույթին ավելացնել քիչ քանակությամբ **ծծմբի փոշի**, որը **հիպոքլորային թթվի** ջրային լուծույթում կօքսիդանա մինչև առավելագույն օքսիդացման աստիճանի.



Ba²⁺ իոնով կարելի է ստուգել **SO₄²⁻** իոնի առկայությունը:

8.25. Հիպոքլորիտների (քլորատ (I)) ստացումը. անոթում վերցնել **նատրիումի (կալիումի) հիդրօքսիդի** նոսր լուծույթ: Անոթը դնել սառեցնող խարնուրդում և դրա միջով անցկացնել **քլորի** հոսք: **Քլորը** սկզբից ամբողջովին

կլանվում է հիմնային լուծույթով, այնուհետև լուծույթի հազեցման աստիճանից կախված՝ կլանումը դադարում է.



Ստացված հեղուկը, որը հայտնի է **ժավելյան ջուր** անունով, օգտագործվում է որպես **սպիտակեցնող միջոց**: Ալկալու փոխարեն կարելի է վերցնել **կարբոնատի** լուծույթ, այդ դեպքում տեղի է ունենում հետևյալ փոխազդեցությունը.

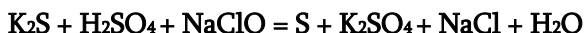


սակայն այս եղանակով **սպիտակեցնող** հեղուկները ունեն ցածր կայունություն, քանի որ դրանք պարունակում են **հիպոքլորային թթու**.

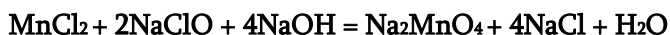


8.26. Հիպոքլորիտների հատկությունները. հիպոքլորիտները ավելի կայուն են, քան **հիպոքլորային թթուն**: Դրանք ևս ուժեղ օքսիդիչներ են:

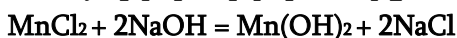
ա) Ծմբաջրածնի օքսիդացումը նատրիումի հիպոքլորիտով. փորձանոթում վերցնել քիչ քանակությամբ **կալիումի սուլֆիդ**, ավելացնել **ծմբական թթու (1:5)** և քիչ քանակությամբ **նատրիումի հիպոքլորիտ** (սպիտակեցնող հեղուկ): Նկատվում է **ծծմբի** անջատում.



բ) Մանգանի (II) աղերի օքսիդացումը. փորձանոթում վերցնել **Mn²⁺-ի** որևէ աղ, ավելացնել **սպիտակեցնող հեղուկ** և **ալկալու** լուծույթ: Կնկատվի **MnO₄²⁻**-ին բնորոշ **կանաչ** գույն.



Տեղի են ունենում հետևյալ փոխակերպումները.

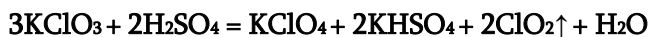


գ) Փորձանոթում վերցնել նիկելի որևէ երկարժեք աղի լուծույթ, ավելացնել **ալկալու** լուծույթ և ստացված **կանաչ նստվածքին** ավելացնել **սպիտակեցնող** հեղուկ: **Կանաչ** նստվածքը կփոխարկվի **սև** նստվածքի.

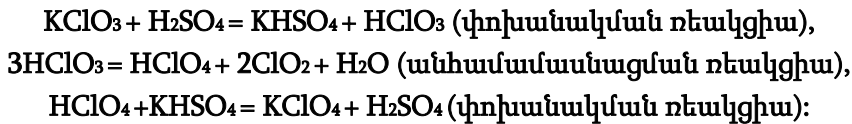


8.27. Քլորի (IV) օքսիդի ստացումը.

ա) Հաստ պատերով պիրեքսե ապակուց պատրաստված փորձանոթում կամ **հախճապակե թասի մեջ լցնել 0,5 գ կալիումի քլորատ (բերտոլետյան աղ)** և ապակյա կաթոցիկի օգնությամբ կաթեցնել **1-2 կաթիլ խիտ ծմբական թթու**. տեղի է ունենում **ճայթյուն**, և անջատվում է **դեղնականաչ գազ**.



Տեղի են ունենում հետևյալ միջանկյալ փոխազդեցությունները.

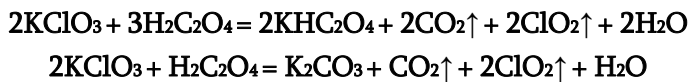


Քլորի (IV) օքսիդը շատ պայթուցավտանգ, անկայուն միացություն է, այն քայքայվում է՝ անջատելով մեծ քանակությամբ ջերմություն.



Փորձանոթում փորձը կատարելիս ռեզոնանսի պատճառով **քլորի (IV) օքսիդի** քայքայումից **ճայթյունը** բավականին ուժեղանում է: Փորձը կատարելիս չի թույլատրվում օգտագործել մեծ քանակությամբ **բերտուլետյան աղ և խիտ ծծմբական թթու**:

բ) Փորձանոթում վերցնել **0,5-1 գ բերտուլետյան աղի և 2-3 գ թրթնջկաթթվի խառնուրդ**, ավելացնել **2-3 կաթիլ թորած ջուր** և փորձանոթը մտցնել **60 °C** տաքացրած ջուր պարունակող բաժակի մեջ: Փորձանոթից կլսվի ուժեղ **ճայթյուններ** (փոքր պայթույթներ): Տեղի են ունենում հետևյալ փոխազդեցությունները.

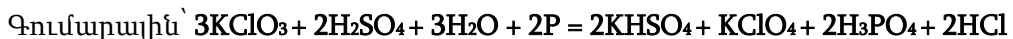
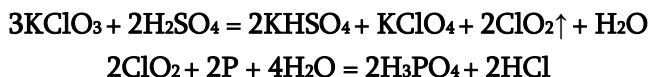


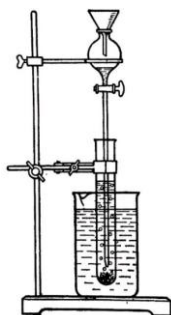
8.28. Քլորի (IV) օքսիդի հատկություններ. սովորական պայմաններում **քլորի (IV) օքսիդը** անդուր, սուր հոտով դեղնականաչ գազ է, որը հեշտությամբ սեղմվում է՝ վերածվելով **կարմրադարչնագույն** հեղուկի: Այն ուժեղ օքսիդիչ է: Ջրային և հիմնային լուծույթներում անհամամասնացվում է՝



ա) Սպիտակ ֆոսֆորի օքսիդացումը **քլորի (IV) օքսիդով**. մեծ փորձանոթը $\frac{3}{4}$ -ի չափով լցնել թորած ջուր և ամրացնել ամրակալին: Փորձանոթի մեջ լցնել **5 գ բերտուլետյան աղ** և մեջը գցել **2-3 կտոր** ցորենի հատիկի չափ **սպիտակ ֆոսֆոր**: **Խիտ ծծմբական թթվով** լցված կաթեցնող ձագարի խողովակը մտցնել փորձանոթի մեջ այնպես, որ խողովակի ներքևի ծայրը հասնի **բերտուլետյան աղի և ֆոսֆորի** շերտին (նկ. 8.12.):

Կաթեցնող ձագարից զգուշորեն, փոքր բաժիններով փորձանոթի մեջ կաթեցնել **ծծմբական թթու**: Հենց որ **ծծմբական թթուն** շփվի **քլորատի** հետ, կլսվի ճայթյուն, իսկ հեղուկը անջատվող ClO_2 -ից կգունավորվի **դեղին**, և **ֆոսֆորը** անմիջապես կբռնկվի: Տեղի են ունենում հետևյալ փոխազդեցությունները.





Նկ. 8.12. Սպիտակ ֆոսֆորի օքսիդացումը ClO_2 -ով

բ) Օրգանական նյութերի օքսիդացումը ClO_2 -ով. թղթի վրա խառնել հավասար զանգվածներով (2-ական գ) բերտոլետյան աղ և շաքար կամ օսլա: Խառնուրդը բլրակի ձևով լցնել հրակայուն խեցե սալիկի վրա և կաթոցիկով խառնուրդի վրա կաթեցնել 1-2 կաթիլ խիտ ծծմբական թթու: Խառնուրդը անմիջապես բռնկվում է և այրվում կալիումի բնորոշ մանուշակագույն բոցով: Նշված օրգանական նյութերը այրվում են քլորի (IV) օքսիդով օքսիդանալու արդյունքում.



8.29. Բերտոլետյան աղի ստացումը.

ա) Փորձանոթում վերցնել 30-40 մլ մոտ 32 %-անոց կալիումի հիդօքսիդի լուծույթ, տաքացնել $75-80^\circ\text{C}$ և անցկացնել քլորի թույլ հոսք (10-15 րոպե): Այնուհետև փորձանոթը սառեցնել և նկատել բերտոլետյան աղի սպիտակ բյուրեղների առաջացումը.

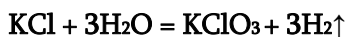


Քլորատի սպիտակ փայլուն բյուրեղները ֆիլտրել, մի քանի անգամ լվանալ սառցաջրով (կալիումի քլորիդը կլուծվի, իսկ քլորատը՝ ոչ) և չորացնել 100°C -ում չորացնող պահարանում:

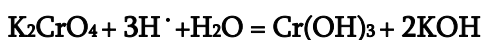
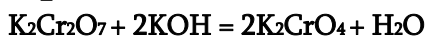
բ) Բերտոլետյան աղի ստացումը կալիումի քլորիդի էլեկտրոլիզով. բաժակում վերցնել $70-80^\circ\text{C}$ տաքացրած թորած ջուր, ավելացնել 18,5 գ կալիումի քլորիդ, 2 գ կալիումի հիդրօքսիդ (ավելացվում է կալիումի քլորատի ստացման ռեակցիան արագացնելու համար) և քիչ քնակությամբ $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$:

Բաժակը փակել կափարիչով, որին ամրացված են էլեկտրոդներ (8-10 սմ երկարությամբ և 0,5 սմ տրամագծով գրաֆիտի ձողեր կամ պլատինե անոդ ու պլատինե կամ պղնձե կատոդ թիթեղի ձևով): Էլեկտրոլիզը իրականացնել 10-15 րոպե, 8-10 վոլտ լարման տակ՝ օգտվելով հաստատուն հոսանքի աղբյուրից:

Էլեկտրոլիզի վերջնական հավասարումը կարելի է ներկայացնել հետևյալ ձևով.



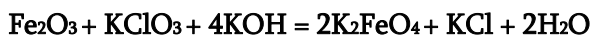
Կատոդի վրա անջատված **ատոմային ջրածինը** փոխազդում է ավելացված **երկքրոմատի** հետ, առաջացած $\text{Cr}(\text{OH})_3$ -ը արգելակում է **ջրածնի** և **քլորատի** փոխազդեցությունը.



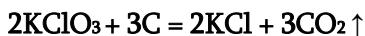
Էլեկտրոլիզը ավարտելուց հետո լուծույթը սառեցնել: Քլորատի բյուրեղներ ֆիլտրել և չորացնել:

8.30. Բերտոլետյան աղի հատկությունները. հալված **կալիումի քլորատը**, ինչպես նաև բոլոր **քլորատները ուժեղ օքսիդիչներ են:**

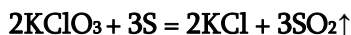
ա) Երկաթի (III) օքսիդի օքսիդացումը բերտոլետյան աղով. հալքանությամբ հալեցնել քիչ քանակությամբ **կալիումի քլորատի** և **ալկալու** խառնուրդ և ավելացնել **երկաթի (III) կարմիր օքսիդ:** Երկաթի օքսիդը վերածվում է **ֆենատի:**



բ) Ածխի և ծծմբի այրումը հալված կալիումի քլորատում. փորձանոթում վերցնել **1-1,5 գ բերտոլետյան աղ**, ամրացնել ամրակալին: Փորձանոթի տակ դնել չոր ավազով թաս և **քլորատը** հալեցնել այրիչով: Հալված **քլորատի** մեջ գցել ցորենի հատիկի չափով **փայտածխի** կտոր: **Ածխածինը** կայրվի **վառ** բոցով՝ արձակելով **գեղեցիկ կայծեր.**

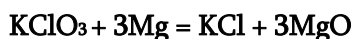


Ածխի այրումից հետո նույն փորձանոթի մեջ գցել **ծծմբի** մի փոքր կտոր, այն կայրվի **վառ կապտամանուշակագույն բոցով.**

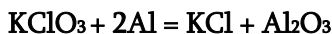


Ածխի և ծծմբի բոնկման պատճառը **թթվածնի** հետ դրանց միացման ժամանակ անջատված մեծ քանակությամբ ջերմությունն է:

գ) Բերտոլետյան աղի բոնկումը. թղթի վրա խառնել **մագնեզիումի փոշու** և **բերտոլետյան աղի 2:3** կշռային հարաբերությամբ վերցված խառնուրդը: Խառնուրդը կույտի ձևով լցնել երկաթե թիթեղի կամ հրակայուն աղյուսի վրա և այրել երկար մարխով: Խառնուրդը ակնթարթորեն կբոնկվի և կայրվի **կուրացուցիչ բոցով.**



Մագնեզիումը կարելի է փոխարինել **ալյումինով**՝ դրա համար վերցնելով քիչ քանակությամբ երկու փոշիների հավասար զանգվածով խառնուրդ, և կատարել փորձը նույն ձևով.



դ) Բերտոլետյան աղի և տարբեր վերականգնիչների փոխազդեցությունը սովորական ջերմաստիճանում. 0,5-1 գ (ոչ ավելին) բերտոլետյան աղի և տարբեր վերականգնիչների (ծծումբ, կարմիր ֆոսֆոր, մագնեզիում և այլն) հավասար զանգվածներով խառնուրդը փաթաթել այլումինե նրբաթիթեղով, դնել երկաթե սալիկի վրա և հարվածել մուրճով: Տեղի կունենա խլացուցիչ պայթյուն:

8.31. Քիմիական հրավառություն. հրավառության գործընթացում վառելանյութը **ածխածինը և ծծումբն են** կամ երկուսը միաժամանակ: Խառնուրդը այրվում է ի հաշիվ **կալիումի քլորատի** կամ այլ **օքսիդիչի** քայքայման ժամանակ առաջացած **թթվածնի**: Մեծ էֆեկտ ստանալու համար ավելացվում են բոցը տարբեր գույներով **գունավորող նյութեր**: Հրավառության համար կիրառվող նյութերը պետք է լինեն չոր և փոշի վիճակում: Յուրաքանչյուր նյութ հավանգում մանրացվում է առանձին-առանձին:

Մանրացումից հետո խառնել պատրաստի զանգվածները՝ թուղթը շարժելով՝ կշռելով ըստ բերված բաղադրատոմսերի: Կարելի է խառնել ավելի քիչ նյութեր՝ պահպանելով դրանց զանգվածային հարաբերությունը:

Համասեռ խառնուրդները տեղափոխել երկաթե սալիկի վրա և վառել նախօրոք **կալիումի նիտրատով** թրջված և չորացրած ֆիլտրի թղթի կամ երկաթի մարխի օգնությամբ:

Բաղադրատոմսեր.

Դեղին բոց – 0,6 գ KClO_3 , 0,32 գ S և 0,3 գ Na_2CO_3 (անջուր),

Կանաչ բոց – 6 գ KClO_3 , 1,6 գ S և 2,4 գ BaCO_3 ,

Կանաչ բոց – 7,3 գ KClO_3 , 1,7 գ S և 0,1 գ H_3BO_3 ,

Կանաչ բոց – 1,8 գ KClO_3 , 2 գ S և 6,2 գ $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$,

Կարմիր բոց – 0,8 գ KClO_3 , 2,2 գ S և 6,7 գ $\text{Sr}(\text{NO}_3)_2$ և 0,4 գ C,

Կարմիր բոց – 6,1 գ KClO_3 , 1,6 գ S և 2,3 գ CaCl_2 ,

Մանուշակագույն բոց – 6 գ KClO_3 , 1,6 գ S, 1,2 գ $\text{KAl}(\text{SO}_4)_2$ և 1,2 գ K_2CO_3 ,

Կապույտ բոց – 2,5 գ KClO_3 , 0,4 գ S, 0,3 գ $\text{KAl}(\text{SO}_4)_2$ և 0,3 գ $\text{Cu}_2(\text{OH})_2\text{CO}_3$:

8.32. Կալիումի պերքլորատի ստացումը և հատկությունները.

ա) Փորձանոթում վերցնել 2-3 գ **կալիումի քլորատ** և տաքացնել մինչև **400 °C**: Ստացվում են **կալիումի պերքլորատ** և **կալիումի քլորիդ**.



Քանի որ **կալիումի պերքլորատը** քիչ է լուծվում ջրում, այն հեշտությամբ կարելի է բաժանել **քլորիդից**, եթե ստացված խառնուրդը լցվի սառը ջրի մեջ:

բ) Կալիումի պերքլորատի ստացումը քլորատի էլեկտրոլիզով. 300 մլ-անոց բաժակի մեջ լցնել բերտոլետյան աղի հազեցած լուծույթ (12 գ KClO_3 200 գ ջրում) և թթվեցնել մի քանի կաթիլ ծծմբական թթվով:

Անոդը երկու կողմերի 4 սմ² ընդհանուր մակերեսով պլատինե թիթեղն է, իսկ կատոդը՝ պղնձե թիթեղը: Էլեկտրոլիտում էլեկտրոդների հեռավորությունը իրարից 3 սմ է: Անոդային հոսանքի խտությունը պետք է կազմի 0,1 Ա/սմ², ջերմաստիճանը չպետք է գերազանցի 25 °C-ը:

Էլեկտրոլիզի սխեման. $\text{KClO}_3 \rightleftharpoons \text{K}^+ + \text{ClO}_3^-$

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

Անոդի վրա՝ $2\text{H}^+ + 2\text{e}^- \rightarrow \text{H}_2$

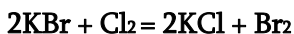
Կատոդի վրա՝ $4\text{OH}^- - 4\text{e}^- \rightarrow 2\text{H}_2\text{O} + \text{O}_2\uparrow$ (օզոնացված թթվածին):

Օզոնացված թթվածինը օքսիդացնում է քլորատին մինչև պերքլորատ: Նկատելի է, թե անոդի մոտ, բաժակի հատակին ինչպես են նստում քլորատի մանր բյուրեղները: 2-3 ժամ հետո դադարեցնել գործընթացը, բաժակը սառեցնել և ստացված բյուրեղները ֆիլտրել, լվանալ սառը ջրով, այնուհետև՝ սպիրտով:

գ) Կալիումի պերքլորատի մի քանի բյուրեղ լցնել փորձանոթի մեջ, ավելացնել 1 մլ ծծմբական թթվի լուծույթ և մի քանի կաթիլ կալիումի յոդիդի լուծույթ: Անջատվում է յոդ.

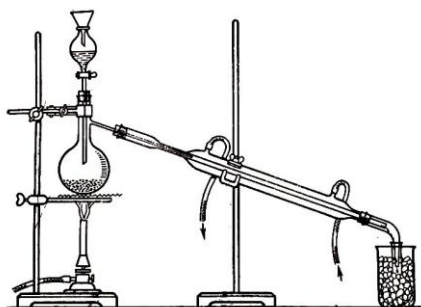


8.33. Բրոմի ստացումը քլորով կալիումի բրոմիդի օքսիդացումով. գլանը 1/3-ի չափով լցնել կալիումի բրոմիդի լուծույթ և վրան ավելացնել քիչ քանակությամբ քլորաջուր: Անջատված բրոմի պատճառով լուծույթը կդառնա դեղնանարնջագույն.



Այնուհետև գլանի մեջ բենզոլ լցնել (2-3 սմ շերտով), ապա փակել ու թափահարել. բենզոլային շերտը կդառնա գինեկարմիր:

8.34. Հեղուկ բրոմի ստացումը ծծմբական թթվով MnO_2 -ի և KBr -ի խառնուրդի վրա ազդելով. Վյուրցի սրվակում վերցնել 3 գ KBr -ի և 6 գ MnO_2 -ի խառնուրդ: Սրվակը ամրացնել ամրակալին և փակել, որով անցնում է ծծմբական թթու (1:1) լցրած կաթեցնող ձագարի խողովակը: Սրվակի կողային խողովակը միացնել սառնարանին, իսկ սառնարանի ներքևի ծայրին հազցնել կցախողովակ (ալոնժ) և մտցնել ընդունարան: Ընդունարանը տեղավորել սառեցնող խառնուրդ պարունակող բյուրեղարարի մեջ (նկ. 8.13.):

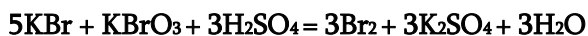


Նկ. 8.13. Հեղուկ բրոմի ստացման սարք

Կաթեցնող ձագարից սրվակի մեջ լցնել **150 մլ ծծմբական թթվի** լուծույթ: Սառնարանով բաց թողնել ջրի հոսք և անոթը հավասարաչափ տաքացնել: **Բրոմը** կանջատվի **կարմրագորշ** գույր շուրջում, սառնարանում կխտանա **մուգ** գորշ հեղուկ և կհոսի ընդունարան.



Նույն սարքից օգտվելով՝ նման եղանակով կարելի է **հեղուկ բրոմ** ստանալ **կալիումի բրոմիդի** ու այլ **օքսիդիչների** (KMnO_4 , $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$, KBrO_3 և այլն) խառնուրդի և **ծծմբական թթվի** փոխազդեցությունով.



8.35. **Բրոմի ստացումը բրոմիդների և խիտ ծծմբական թթվի փոխազդեցությունով.** փորձանոթում վերցնել քիչ քանակությամբ **KBr** (NaBr , MgBr_2 և այլ) և վրան ավելացնել մի քանի կաթիլ **խիտ ծծմբական թթու**: Կնկատվի **բրոմի կարմրագորշ գույր** շինների անջատում.



Բրոմիդների լուծույթների վրա **խիտ ծծմբական թթվով** ազդելիս կստացվի **բրոմի** ջրային լուծույթ:

Բրոմի հատկությունները: Սովորական պայմաններում **բրոմը** **կարմրագորշ, թունավոր, անդուր, խեղդող սուր հոտով հեղուկ** է: Մաշկի վրա **բրոմը** թողնում է դժվար բուժվող ծանր այրվածքներ:

Բրոմի լուծելիությունը **1 լ ջրում 20°C-ում** կազմում է **35,5 գ**: Թորած ջրին բարակ շիթով բրոմ խառնելով ստացվում է **բրոմաջուր**, որը **բրոմի, բրոմ-ջրածնական թթվի և հիպոբրոմային թթվի** խառնուրդ է: **Բրոմաջուրը** ունի գորշ գույն և օժտված է **օքսիդիչ** հատկություններով:

Օրգանական լուծիչներում, օրինակ՝ **քլորոֆորմում** (CHCl_3), **քառաքլոր ածխածնում** (CCl_4), **ծծմբածխածնում** (CS_2), **բենզոլում** (C_6H_6) և այլն, **բրոմը**

լուծվում է ավելի լավ, քան ջրում: Այդ լուծիչներում բրոմի լուծույթները **դեղնագորշ** են:

Քիմիական հատկություններով **բրոմը** նման է **քլորին**, սակայն շատ նյութերի հետ **հեղուկ բրոմը** փոխազդում է ավելի բուռն, քան **գազային քլորը**:

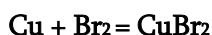
8.36. Բրոմի փոխազդեցությունը մետաղների հետ.

ա) Մեծ փորձանոթը ուղղահայաց ամրացնել ամրակալին: Փորձանոթի մեջ լցնել **1-2 մլ բրոմ**, թույլ տաքացնել և մեջը գցել **տաքացված ալյումինի նրբաթիթեղ**: Մեկ-երկու րոպե հետո **ալյումինը** կբռնկվի և կայրվի **կարմրագորշ բոցով**.

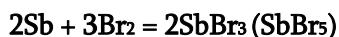


Փորձանոթի պատերին կնստեն **ոսկեգույն ալյումինի բրոմիդի** փայլուն բյուրեղներ:

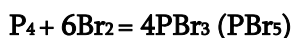
բ) Փորձը կատարելով նույն ձևով՝ **տաքացրած բրոմի** մեջ լցնել նախօրոք տաքացրած **պղնձի նրբաթիթեղի** մի փոքր կտոր: Այն կվառվի վառ բոցով՝ առաջացնելով **պղնձի բրոմիդ**.



գ) Նման եղանակով կարելի է իրականացնել նաև **բրոմի և անտիմոնի** փոշու փոխազդեցությունը, որը տեղի է ունենում շատ բուռն՝ լույսի և ջերմության անջատումով.



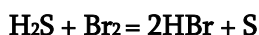
8.37. Բրոմի փոխազդեցությունը սպիտակ ֆոսֆորի հետ. անոթի մեջ լցնել քիչ քանակությամբ բրոմ և ծածկել բերանը ապակյա թիթեղով: Վերցնել ցորենի հատիկի չափով սպիտակ ֆոսֆոր, թեթև սեղմել ֆիլտրի թղթով և մետաղյա գդալի օգնությամբ մտցնել բրոմի գոլորշիներով անոթի մեջ: Ֆոսֆորը բռնկվում է և այրվում ոչ վառ բոցով՝ առաջացնելով եռբրոմիդ կամ հնգաբրոմիդ.



8.38. Ալյումինի, ցինկի, մագնեզիումի և երկաթի փոշիների փոխազդեցությունը բրոմաջրում. վերցնել կիսով չափ **բրոմաջուր** պարունակող **4** սովորական փորձանոթ և հաջորդաբար ավելացնել քիչ քանակությամբ **ալյումինի, ցինկի, մագնեզիումի և երկաթի փոշիներ** ու թափահարել: Եթե **բրոմաջրի գորշ գույնը** փորձանոթներից որևէ մեկում ամբողջովին չի անհետանում, ապա ավելացնել համապատասխան **մետաղի** փոշին և նորից թափահարել: Յուրաքանչյուր փորձանոթի պարունակությունը ֆիլտրելուց հետո ստացվում են **AlBr₃-ի, MgBr₂-ի, ZnBr₂-ի անգույն և FeBr₃-ի դեղին լուծույթներ**: Եթե

անգույն լուծույթներին ավելացվի թարմ **քլորաջուր**, ապա լուծույթները նորից ձեռք կբերեն **բրոմաջրին** բնորոշ **գուր** գույն:

8.39. Ծծմբաջրածնական թթվի օքսիդացումը բրոմաջրով. փորձանոթում վերցնել քիչ քանակությամբ բրոմաջուր և, փորձանոթը թափահարելով, կաթիլներով ավելացնել ծծմբաջրածնական թթու (կարելի է նաև հակառակը): Բրոմաջրի բնորոշ գույնը անհետանում է, և նկատվում է լուծույթի պղտորություն կոլոիդային ծծմբի առաջացման պատճառով.



8.40. Ծծմբային թթվի օքսիդացումը բրոմաջրով. երկու փորձանոթներում վերցնել թարմ պատրաստված **ծծմբային թթու** (ստանալ թորած ջրով՝ SO_2 անցկացնելով): Փորձանոթներից մեկին ավելացնել **2-3 մլ բրոմաջուր** և թափահարել, այնուհետև **2** փորձանոթներին էլ ավելացնել **նոսր աղաթթվով թթվեցրած բարիումի քլորիդի լուծույթ**: Առաջին փորձանոթում (որում ավելացվել էր **բրոմաջուր**) նստում է հանքային թթուներում **դժվարալույծ BaSO_4 -ի սպիտակ նստվածք**: Երկրորդ փորձանոթում նստվածք չի առաջանում, քանի որ **BaSO_3 -ը աղաթթվի առկայությամբ լուծվում է**:

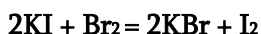
Առաջին փորձանոթում տեղի է ունենում հետևյալ փոխազդեցությունը.



երկրորդ փորձանոթում՝ $\text{H}_2\text{SO}_3 + \text{BaCl}_2 \rightleftharpoons 2\text{HCl} + \text{BaSO}_3$

Ծծմբային թթվի փոխարեն կարելի է վերցնել **արսենային կամ ֆոսֆորային թթուներ**, որոնք այդ դեպքում կօքսիդանան **արսենական և ֆոսֆորական թթուներ**:

8.41. Յոդիդների (KI , NaI , MgI_2 և այլն) օքսիդացումը բրոմաջրով. փորձանոթում վերցնել մի քանի կաթիլ որևէ **յոդիդի անգույն լուծույթ** և ավելացնել **բրոմաջուր**, լուծույթը ձեռք կբերի **յոդի** ջրային լուծույթին բնորոշ **գուր** գույն.



8.42. Բրոմաջրի օքսիդիչ հատկությունները հիմնային միջավայրում. ալկալիների նոսր լուծույթների հետ **բրոմի** անհամամասնացման արդյունքում առաջանում են **հիպոբրոմիտ** և **բրոմիդ**.



Հիպոբրոմիտները հիպոքլորիտների նման ունեն ուժեղ արտահայտված **օքսիդիչ** հատկություններ:

ա) Փորձանոթում վերցնել **քրոմի (III)** որևէ **աղի** լուծույթ, ավելացնել **նատրիումի հիդրօքսիդի** լուծույթ (ավելցուկով) և **բրոմաջուր**: Տեղի է ունենում լուծույթի **կանաչ** գույնի անցում **դեղին**.



բ) Մանգանի (II) սուլֆատի լուծույթ պարունակող փորձանոթին ավելացնել կալիումի հիդրօքսիդ (ավելցուկով) և բրոմաջուր: Խառնուրդը եռացնել: Մանգանի երկարժեք աղի անգույն լուծույթը ձեռք է բերում պերմանգանատին բնորոշ մանուշակագույն երանգ:



գ) Փորձանոթում վերցնել երկաթի (III) քլորիդի լուծույթ, ավելցուկով հավելել կալիումի հիդրօքսիդի լուծույթ և բրոմաջուր: Նկատվում է դեղին գույնի անցում կարմրամանուշակագույնի:

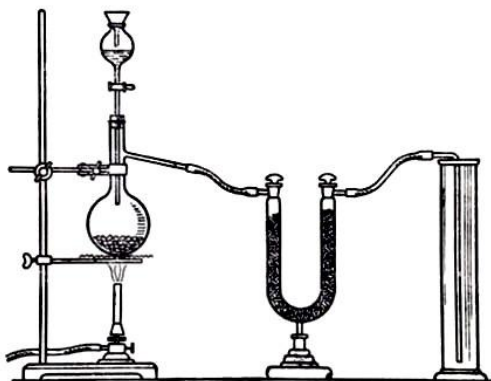


Բերված փոխազդեցություններում որպես օքսիդիչ ներկայացվում է բրոմը, սակայն իրականում օքսիդիչ են հիպոբրոմիտները, օրինակ՝



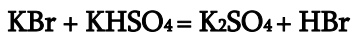
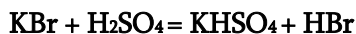
8.43. Բրոմաջրածնի ստացումը և հասկությունները:

ա) Կալիումի բրոմիդի և ծծմբական թթվի փոխազդեցությունը: Վյուրցի սրվակը 1/3-ի չափով լցնել չոր կալիումի բրոմիդ, ամրացնել ամրակալին և փակել խցանով, որով անցնում է ծծմբական թթու (3:1) պարունակող կաթեցնող ձագարը: Անոթի կողային խողովակը միացնել խոնավ կարմիր ֆոսֆորի և ապակու կամ հախճապակու կտորտանքների խառնուրդ պարունակող Ս-աձև խողովակին, որին միացված է մինչև հատակն ընդունարանին իջեցված ապակյա խողովակ (նկ. 8.14.):



Նկ. 8.14. Բրոմաջրածնի ստացման սարք

Կաթեցնող ձագարից սրվակի մեջ լցնել ծծմբական թթու այնքան, որ վերցրած աղը լրիվ ծածկվի, և անոթը տաքացնել: Անջատվում է բրոմաջրածին:



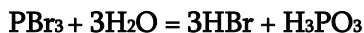
Գազը, անցնելով **ֆոսֆոր** պարունակող Ս-աձև խողովակով, ազատվում է բրոմի գոլորշիների խառնուրդից և հավաքվում գլանում: Պետք է օգտագործել միայն նշված խտության **ծծմբական թթու (70 %)**, քանի որ ավելի խիտի դեպքում անջատվող **բրոմաջրածինը** կարող է օքսիդանալ.



բ) Բրոմաջրածնի ստացումը ֆոսֆորի (III) բրոմիդի հիդրոլիզով. փորձի համար օգտվել նախորդ փորձի սարքից: Վյուրցի սրվակի մեջ լցնել **10 գ 1:1** հարաբերությամբ **կարմիր ֆոսֆորի** և **ավազի** խառնուրդ (ավազը ավելացվում է ռեակցիայի բուռն ընթացքը կանխելու համար) ու **10 մլ ջուր**: Կաթեցնող ձագարից **բրոմը** զգուշորեն կաթեցնել անոթի մեջ: **Բրոմի** յուրաքանչյուր կաթիլ, շփվելով **ֆոսֆորի** հետ, առաջացնում է բռնկումներ: Որոշ ժամանակ հետո ռեակցիան ընթանում է հանգիստ.

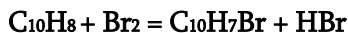


Առաջացած **եռբրոմիդը** անմիջապես քայքայվում է **ջրով**.

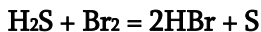


Ստացված **բրոմաջրածինը**, անցնելով Ս-աձև խողովակով, ազատվում է **բրոմի** գոլորշիների խառնուրդից և հավաքվում ընդունարանում:

գ) Բրոմաջրածնի ստացումը նաֆթալինի և բրոմի փոխազդեցությունով. օգտվելով նկ. 8.14. սարքից՝ կարելի է **բրոմաջրածնի** հավասարաչափ հոսք ստանալ **նավթալինի** բրոմացումով: Վյուրցի սրվակի մեջ լցնել մոտ **5 գ նավթալին**: Կաթեցնող ձագարի մեջ լցնել բրոմ և դանդաղ կաթեցնել **նավթալինի** վրա: Տեղի է ունենում փոխազդեցություն, որն ուղեկցվում է **բրոմաջրածնի** հավասարաչափ հոսքի անջատումով.



Բրոմաջրածնի հավասարաչափ հոսք է ստացվում նաև, եթե լվացող շշով, որը ջրի տակ պարունակում է **բրոմի** բարակ շերտ, Կիպլի սարքից անցկացվի **ծծմբաջրածնի** հոսք.



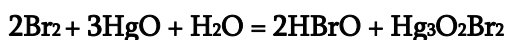
Սովորական ջերմաստիճանում և նորմալ ճնշման տակ **բրոմաջրածինը** օդում ծխացող անգույն գազ է: **0 °C-ում 1 լ ջրում լուծվում է 600 լ** գազային **բրոմաջրածին**: **HBr-ը** ավելի հեշտ է օքսիդանում, քան **HCl-ը**: Ջրային լուծույթում բրոմաջրածինը ուժեղ թթու է և ցուցաբերում է ոչ օքսիդիչ թթուներին բնորոշ հատկություններ: Բրոմաջրածնական թթվի աղերի մեծ մասը ջրում լուծելի է, դժվար են լուծվում **PbBr₂-ը, Hg₂Br₂-ը, AgBr-ը, TlBr-ը** և այլն:

Ալկալիական մետաղների բրոմիդները առաջացնում են պոլիբրոմիդներ: Br^- իոնը անգույն է, իսկ Br_3^- իոնը գորշ գույն ունի:

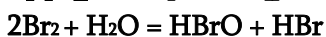
Բրոմի թթվածնային միացությունները քլորի թթվածնային միացությունների համեմատ ավելի անկայուն են:

8.44. Հիպոբրոմային թթվի առաջացումը և հատկությունները.

ա) Փորձանոթում պատրաստել HgO -ի ջրային կախույթ, ավելացնել մի քանի կաթիլ բրոմ և թափահարել: Ստացվում է մոտ 6 %-անոց հիպոբրոմային թթու.



Հիպոբրոմային թթու ստացվում է նաև թորած ջրում բրոմի լուծման ժամանակ՝ բրոմաջրածնական թթվի հետ խառնելիս.



Հիպոբրոմային թթուն հայտնի է միայն նոսր լուծույթներում, կայուն է մինչև 6 % պարունակությունը, քայքայվում է 30°C -ում: Ուժեղ օքսիդիչ է, այդ հատկության վրա է հիմնված բրոմաջրով փոշի մետաղների օքսիդացումը.



8.45. Հիպոբրոմիտների ստացումը և հատկությունները.

ա) Փորձանոթում վերցնել բրոմաջուր և կաթիլներով ավելացնել հիմքի լուծույթ՝ մինչև կարմրագորշ գույնը փոխարկվի խամրած դեղինի.

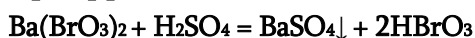


բ) Երկու տարբեր փորձանոթներում վերցնել կոբալտի և նիկելի (II) աղերի լուծույթ և ավելացնել ալկալու լուծույթ ավելցուկով, այնուհետև՝ հիպոբրոմիտի լուծույթ: Առաջին դեպքում վարդագույն նստվածքը կփոխարկվի սև նստվածքի, իսկ երկրորդ դեպքում՝ կանաչ նստվածքը՝ սևի: Տեղի են ունենում հետևյալ փոխարկումները.



8.46. Բրոմական թթվի ստացումը և հատկությունները.

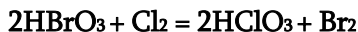
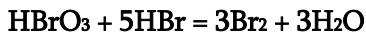
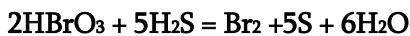
ա) Անոթում վերցնել 25 գ անջուր $\text{Ba}(\text{BrO}_3)_2$ և ավելացնել հաշվարկային քանակությամբ ծծմբական թթու՝ ըստ հետևյալ ռեակցիայի.



բ) Բրոմական թթուն օժտված է ուժեղ արտահայտված օքսիդիչ հատկություններով:

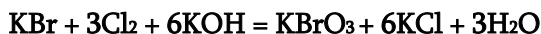
Երեք փորձանոթներում վերցնել բրոմական թթվի 2-3 մլ լուծույթ: Փորձանոթներից առաջինին ավելացնել ծծմբաջրածնական թթու, երկրորդին՝ բրոմաջրածնական թթու, իսկ երրորդով անցկացնել քլորի հոսք: Համապա-

տասխանաբար, փորձանոթներում տեղի կունենան հետևյալ փոխազդեցությունները.



8.47. Բրոմատների ստացումը և հատկությունները.

ա) Փորձանոթում վերցնել **կալիումի բրոմիդի** լուծույթ, ավելացնել **կալիումի հիդրօքսիդ** և անցկացնել **քլորի** հոսք: Կստացվի **կալիումի բրոմատ**՝ ըստ հետևյալ փոխազդեցության.

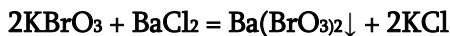


Ստացված աղերը բաժանում են վերաբյուրեղացումով՝ ելնելով այն հանգամանքից, որ **կալիումի քլորիդը** ավելի լուծելի է, քան **բրոմատը**: Նույն արգասիքներն են ստացվում նաև **բրոմիդի** փոխարեն **բրոմ** վերցնելիս.



Բրոմատները ստացվում են նաև **բրոմական թթվի** չեզոքացումով:

բ) **Բարիումի բրոմատի ստացումը** (ամպրոպ բաժակի մեջ). նախապես **կշռել 5-6 գ կալիումի բրոմատ՝ KBrO₃, և 5-6 գ բարիումի քլորիդի դիհիդրատ՝ BaCl₂ · 2H₂O,** և այդ անգույն բյուրեղային նյութերը տաքացնելով լուծել **100 գ** թորած ջրում, այնուհետև խառնել ստացված լուծույթները: Երբ խառնուրդը սառչի, լուծույթից կնստի **բարիումի բրոմատի** դժվար լուծելի նստվածք՝ **Ba(BrO₃)₂,** անգույն բյուրեղների տեսքով.



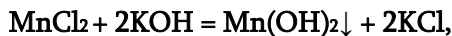
Այնուհետև **Ba(BrO₃)₂**-ի բյուրեղները ֆիլտրել, 2-3 անգամ լվանալ սառը ջրի փոքր (**5-10 մլ**) չափաբաժիններով, ապա չորացնել լվացված նստվածքը օդում: Դրանից հետո ստացված **բարիումի բրոմատից 2 գ** լուծել **50 մլ** եռացող ջրի մեջ և տաք լուծույթը ֆիլտրել:

Ֆիլտրատով բաժակը դնել սառչի **40-45 °C**-ում, ինչը հարմար կլինի իրականացնել ջրային բաղնիքի վրա նույն ջերմաստիճանում՝ պարբերաբար ստուգելով այն ջերմաչափով: Իջնելիս տաքացնել ջուրը՝ օգտագործելով էլեկտրական վառարան:

Բաժակի մեջ բյուրեղների հայտնվելու հետ կառաջանան կապույտ կայծեր՝ «կայծակ» և «որոտի» ձայներ՝ «ամպրոպ»: Պատկերավոր լինելու համար ցանկալի է փորձը իրականացնել պատուհանները վարագույրներով փակ կամ լույսը մարած սենյակում:

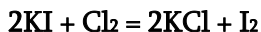
Լույսի էֆեկտը առաջանում է բյուրեղացման ընթացքում էներգիայի անջատումից, իսկ «պայթյունները»՝ բյուրեղների առաջացումից կամ ի հայտ գալուց:

գ) **Բրոմատները բրոմական թթվի** նման օժտված են **օքսիդիչ** հատկություններով: Փորձանոթում վերցնել **մանգանի (II) աղի** լուծույթ, ավելացնել **ալկալի**, իսկ ստացված նստվածքի վրա՝ **կալիումի բրոմատ**: Գրեթե **անգույն** (կամ թույլ վարդագույն) նստվածքը կփոխարկվի **կանաչ** լուծույթի՝ հետևյալ փոխազդեցությունների պատճառով.

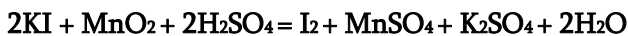


8.48. Յոդի ստացումը. ազատ յոդ ստացվում է կա՛մ **յոդիդների** օքսիդացումով, կա՛մ **յոդատների** վերականգնումով:

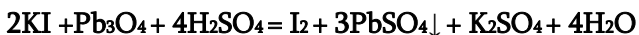
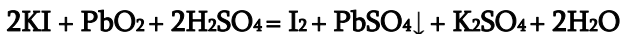
ա) **Յոդի ստացումը յոդիդների և տարբեր օքսիդիչների փոխազդեցությամբ.** բաժակի մեջ լցնել **150-200 մլ կալիումի յոդիդի** լուծույթ: Աստիճանաբար ավելացնել **քլորաջուր** մինչև **յոդի** նստվածք առաջանա.



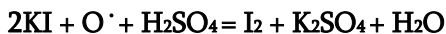
բ) Փորձանոթում տաքացնել **2 գ MnO₂**-ի փոշի, **1 գ կալիումի** կամ ցանկացած **յոդիդի** և **3 մլ H₂SO₄ (1:1)** լուծույթի խառնուրդը: Նկատվում է **յոդի մանուշակագույն** գոլորշիների անջատում, որոնք բյուրեղների ձևով նստում են փորձանոթի պատերին.



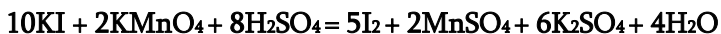
MnO₂-ի փոխարեն կարելի է օգտագործել **PbO₂, Pb₃O₄** կամ **մետալանադատ**: Համապատասխանաբար, տեղի են ունենում հետևյալ փոխազդեցությունները.

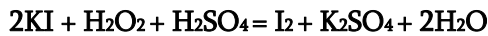
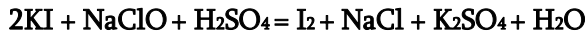
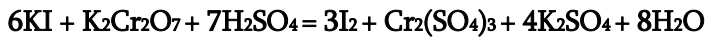


Բերված են գումարային հավասարումները, այդ պատճառով արգասիքներում **անջատված թթվածինը** չի երևում.

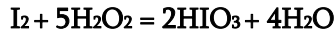


գ) Փորձանոթում ցանկացած **յոդիդի** անգույն լուծույթին ավելացնել **նոսր ծծմբական թթվի** լուծույթ, այնուհետև՝ կաթիլներով **կալիումի պերմանգանատի** (կալիումի երկքրոմատի, նատրիումի հիպոքլորիդի կամ **3 %-անոց ջրածնի պերօքսիդի**) լուծույթ: Առաջանում է յոդին բնորոշ գույն.





Վերջին դեպքում ջրածնի պերօքսիդի ավելցուկի ժամանակ անջատված յոդը կարող է օքսիդանալ.

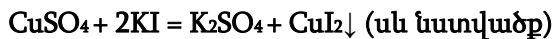


դ) Փորձանոթում մի ինչ-որ **յոդիդի** անգույն լուծույթին ավելացնել **երկաթի (III) քլորիդի** լուծույթ: Շնորհիվ անջատվող **յոդի**՝ լուծույթը դառնում է կարմրագորշ.

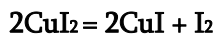


Այս եղանակը կիրառվում է նաև այն ժամանակ, երբ յոդիդը գտնվում է բրոմիդի հետ խառնուրդում, քանի որ օքսիդանում են միայն յոդիդները, իսկ բրոմիդները նույնիսկ ազդանյութի ավելցուկի դեպքում չեն օքսիդանում:

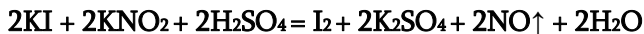
ե) Նույն եղանակով **յոդ** կստացվի, եթե օգտագործվի **պղնձի (II) սուլֆատ**: Փորձը թույլ է տալիս դիտել **սև** նստվածքի անցումը **սպիտակի**.



Ստացված **CuI₂**-ը, լինելով անկայուն, քայքայվում է **յոդի** և **CuI**-ի (**սպիտակ** նստվածք).



զ) Փորձանոթում վերցնել **նոսր ծծմբական թթվի** և **կալիումի** կամ ցանկացած **յոդիդի** լուծույթ, ավելացնել քիչ քանակությամբ **ալկալիական մետաղի նիտրիտի** լուծույթ: Անջատված **յոդը** լուծույթը կներկի **դեղին**.

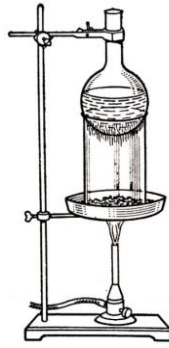


8.49. Յոդի ստացումը յոդատների վերականգնումով. փոքր բաժակում լցնել **նատրիումի** կամ **կալիումի յոդատ**, խառնելով ավելացնել **նատրիումի սուլֆիտի** և **հիդրոսուլֆիտի** խառնուրդ (1:1): Տեղի է ունենում հետևյալ փոխազդեցությունը.



Յոդը քանի որ գրեթե չի լուծվում ջրում, նստում է բաժակի հատակին:

8.50. Յոդի մաքրումը. յոդի մաքրման համար հավանգի մեջ լցնել **1 գ յոդ, 0,1 գ KI** և **0,2 գ չոր CaO** և տրորել: Արդյունքում **Ca-ի օքսիդը** կլանում է խոնավությունը: Խառնուրդը լցնել չոր բաժակի մեջ և փակել սառը ջուր պարունակող կլորահատակ սրվակով (նկ. 8.15.):



Նկ. 8.15. Յոդի մաքրումը

Սրվակը ամրացնել ամրակալի բռնիչին: Բաժակի պարունակությունը թույլ տաքացնել: **Յոդը** ցնդում է, դրա **գոլորշիները** սառում են սրվակի մակերևույթին և նստում **բյուրեղների** ձևով: Բյուրեղները հավաքել, տրորել հավանգում և չորացնել **կայցիումի քլորիդ** պարունակող չորացնող սարքում:

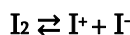
8.51. Յոդի լուծելիությունը տարբեր լուծիչներում. յոդը ջրում վատ է լուծվում (սենյակային ջերմաստիճանում **1 լ ջրում 0,34 գ յոդ**): Այն բավականին լավ լուծվում է **օրգանական լուծիչներում**՝ առաջացնելով տարբեր գունավորմամբ լուծույթներ:

ա) Հավանգում **յոդը** մանրացնել մինչև փոշի վիճակ: Վերցնել մի քանի փոքր բաժակ: **Յոդը** լցնել բաժակների մեջ և յուրաքանչյուրին առանձին-առանձին ավելացնել **ծծմբածխածին, քառաքլորածխածին, քլորոֆորմ, սպիրտ և ացետոն:** **Թթվածին** չպարունակող լուծիչներում առաջանում է **մանուշակագույն** լուծույթ, իսկ **թթվածին** պարունակողներում՝ **գորշ**:

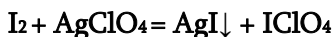
Ոչ բևեռային լուծիչներում լուծույթի **մանուշակագույն** գունավորումը վկայում է, որ լուծիչի էլեկտրոնային ամպը չի մտնում **I₂-ի 4s*** ամպի հետ փոխազդեցության մեջ:

Բևեռային լուծիչներում **յոդի** լուծելիության ժամանակ առաջանում են տարբեր երանգներով **սուլվատներ**: Դոնորային լուծիչներում յոդի լուծույթների տաքացման ժամանակ տեղի է ունենում գորշ գույնի փոխարկում մանուշակագույնի, ինչը պայմանավորված է սուլվատների քայքայումով: Սառչելիս դարչնագույն գունավորումը վերականգնվում է:

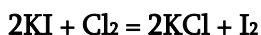
Որոշ օրգանական լուծիչներում, որտեղ **յոդը** առաջացնում է **մանուշակագույն** գունավորում, օրինակ՝ **բենզոֆենոնում**, նկատվում է էլեկտրահաղորդականության աճ, որը հնարավորություն է տալիս ենթադրելու, որ **յոդը** մասամբ տրոհվում է իոնների.



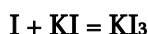
Դա ապացուցվում է նման լուծույթներում տեղի ունեցող փոխանակման ռեակցիաներով, օրինակ՝ **բենզոլում** կամ քլորոֆորմում լուծված յոդը փոխազդում է **արծաթի պերքլորատի** հետ հետևյալ հավասարմամբ.



բ) Երկու փոքր բաժակներում լցնել **թորած ջուր** և **10-15 մլ օսլայի** լուծույթ: Առաջին բաժակին կաթիլներով ավելացնել **յոդաջուր**, **անընդհատ** խառնելով, մինչև **կապույտ** գույնի առաջացումը: Երկրորդ բաժակի մեջ յոդաջրի փոխարեն ավելացնել **10-15 կաթիլ կալիումի քլորիդի** լուծույթ: Այն չի գունավորում. դա տեղի է ունենում միայն **ազատ յոդի** դեպքում: Համոզվելու համար երկրորդ բաժակին ավելացնել մի քանի կաթիլ **քլորաջուր**. կնկատվի **կապույտ** գույնի առաջացում՝



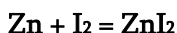
գ) Բաժակի մեջ **25-30 °C**-ում պատրաստել **KI**-ի հազեցած լուծույթ և թափահարելով ավելացնել լավ **մանրացված յոդ** մինչև հազենալը: **Յոդը** կփոխազդի **KI**-ի հետ.



Այնուհետև խառնուրդը սառեցնել մինչև **0°C**: Կնստեն **մուգ գորշ KI₃ · H₂O** հատվածակողմ բյուրեղներ: Եթե սառեցնելիս բյուրեղները չեն նստում, ապա լուծույթը դնել **ծծմբական թթու** պարունակող խոնավազերծիչ սարքում (էքսիկատոր): **Կալիումի եռյոդիդը** խոնավածուծ է, հալվում է **31 °C**-ում, իսկ **225 °C**-ում քայքայվում է **յոդի** և **կալիումի յոդիդի**:

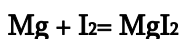
8.52. Յոդի փոխազդեցությունը մետաղների հետ. մետաղների և ոչ մետաղների հետ **յոդի** փոխազդեցության ժամանակ (ինչպես նաև մնացած հալոգենների) **X₂** մոլեկուլում կապը հաճախ տրոհվում է հոմոլիտիկ մեխանիզմով: Դրան նպաստում են տաքացումը, լուսավորումը և կատալիզատորը:

Հավանգում լավ տրորած **2,5 գ յոդին** ավելացնել **0,6 գ ցինկի փոշի**: Փակ անոթում լավ խառնել, այնուհետև խառնուրդը բլրակի ձևով լցնել հախճապակե թիթեղի վրա, ապակե ձողով բլրակի վրա պատրաստել փոսիկ, փոսիկի մեջ կաթեցնել **1-2 կաթիլ տաք ջուր**: Տեղի կունենա բուռն փոխազդեցություն՝ **յոդի** անջատումով.

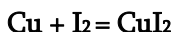


Բացատրությունը բերված է **Al**-ի և **I₂**-ի փոխազդեցությունը փորձում:

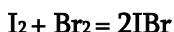
Zn-ի փոշին կարելի է փոխարինել **Mg**-ի փոշով, այդ դեպքում տեղի կունենա հետևյալ փոխազդեցությունը.



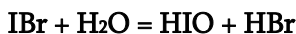
8.53. Մետաղների խաձագծումը. հղկաթղթով մաքրված (օքսիդի շերտը հեռացնելու համար) **երկաթե կամ պղնձե թիթեղը** ծածկել հալված **պարաֆինով**: Սրածայր իրով մետաղին՝ պարաֆինի շերտի վրա, որևէ բան նկարել: Առաջացած ճեղքերի մեջ լցնել **յոդի** լուծույթ (դեղատնային): Մի քանի րոպեից լուծույթը թափել և լցնել նորը: Մի քանի անգամ կրկնել այդ գործողությունը: **Պարաֆինը** հեռացնել: Թիթեղի վրա կմնա նկարված պատկերը.



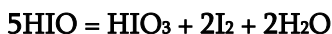
8.54. Յոդի և բրոմի փոխազդեցությունը. **յոդը բրոմի** հետ առաջացնում է միայն **միաբրոմիդ**, որը ստանալու համար կոնաձև անոթի մեջ լցնել լավ **մանրացված 1 գ I₂**, այնուհետև հաշվարկային քանակից մոտ **3 %** ավել **բրոմ**: Ջանգվածը քիչ կտաքանա, այնուհետև մասամբ կհալվի: Լավ խառնվելու համար անոթը մի քանի անգամ թափահարել և ջրային բաղնիքի վրա տաքացնել մինչև **50 °C**, ապա դրանով բաց թողնել **CO₂**-ի հոսք. **բրոմի** ավելցուկը կգոլորշիանա: Կստացվի **40 °C** ջերմաստիճանում հալվող, հեշտ գոլորշիացող, **բրոմի** հոսքով **սևադարչնագույն յոդի բրոմիդ**.



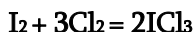
Ստացված արգասիքը լուծել ջրում: Կանջատվեն **յոդական թթվի սպիտակ բյուրեղներ**: Տեղի է ունենում հետևյալ փոխազդեցությունը.



Հիպոյոդային թթուն անկայուն է և անհամամասնացվում է հետևյալ հավասարումով.



8.55. Յոդի և քլորի փոխազդեցությունը. գնդիկավոր լայնացում ունեցող փորձանոթի կլոր մասում տեղավորել քիչ քանակությամբ **յոդի բյուրեղներ**: Հորիզոնական դիրքով ամրացնել ամրակալին և տաքացնել: **Յոդի** մանր **գոլորշիների** հոսքը ուղղել **քլորով** լցված գլանի մեջ՝ գլանի վրայի ապակյա թիթեղը մի քիչ տեղաշարժելով: Գլանի վերևի մասում կառաջանա **ICl₃**-ի բյուրեղների **դեղին փառ**.

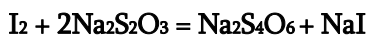


Ստացված բյուրեղները լուծել քիչ քանակությամբ ջրում. կստացվի բյուրեղային **յոդական թթու**.



8.56. Յոդի գույնի անհետացումը. սպիտակ կտորի վրա լցնել **յոդի** լուծույթ (դեղատնային): Կտորը տեղավորել Պետրի թասիկի մեջ և ավելացնել **նատրիումի թիոսուլֆատի** լուծույթ. **յոդի գույնը** կանհետանա. պատճառը

օքսիդավերականգման գործընթացն է, որի ժամանակ առաջանում են **2 անգույն** նյութեր.



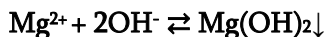
8.57. Յոդի փոխազդեցությունը հիմքերի հետ. հիմքերի հետ **յոդի** փոխազդեցության ժամանակ պետք է որ առաջանային **հիպոյոդիտներ**, իսկ տաքացման ժամանակ՝ **յոդատներ**, սակայն **հիպոյոդիտների** անկայունության պատճառով առաջանում են **յոդատներ**.



Յոդի անհամամասնացումը ալկալիներով իրականացնելու համար **2 մլ** թորած ջրում լուծել **2 գ կալիումի յոդիդ**, այնուհետև՝ **0,635 գ յոդ**: Լուծույթի ծավալը թորած ջրով հասցնել **50 մլ**-ի: Բաժակի մեջ լցնել **100-150 մլ** թորած **ջուր**: Կաթոցիկով ավելացնել **յոդի** լուծույթ մինչև առաջանա **կարմրագորշ** գույն: Այնուհետև կաթոցիկով զգույշ ավելացնել **ալկալու** լուծույթ. ստացվում են **հիպոյոդական և յոդաջրածնական թթուների** անգույն անիոններ.



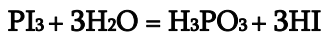
Եթե կաթիլներով ավելացվի **MgSO₄**-ի լուծույթ, ապա **Mg²⁺**-ի և **OH⁻**-ի փոխազդեցության արդյունքում կստացվի քիչ լուծվող **մագնեզիումի հիդրօքսիդ**.



Յոդի առկայության դեպքում նստվածքը դառնում է **կարմրագորշ**, քանի որ տեղի է ունենում **յոդի ադսորբցիա**: Վերը նշված ռեակցիայի հավասարակշռությունը տեղաշարժվում է **յոդի** առաջացման կողմը (դեպի ձախ):

8.58. Յոդաջրածնի ստացումը ֆոսֆորի եռյոդիդի հիդրոլիզով. այս եղանակով յոդաջրածին ստանալու համար օգտվել նկ. 8.14-ում բերված սարքից:

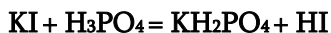
Ս-աձև խողովակը լցնել **ապակե փշրանքի և կարմիր ֆոսֆորի** խառնուրդով՝ **յոդի** գոլորշիները կլանելու համար: **5 գ** լավ մանրացված **յոդին** ավելացնել **0,5 գ չոր կարմիր ֆոսֆոր**, լավ խառնել և տեղավորել Վյուրցի անոթի մեջ: Կաթեցնող ձագարից կաթիլներով ավելացնել **ջուր**: Երբ անոթի հատակը ամբողջովին ծածկվի ջրով, զգուշորեն տաքացնել. ստացվում է գազի հավասարաչափ հոսք: Այն հավաքել ընդունարանում.



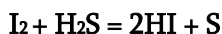
Սովորաբար գազի անջատումը տեղի է ունենում որոշ ժամանակ հետո: Այն չի անջատվում այնքան ժամանակ, մինչև ջուրը հազենա գազով (**10 °C-ում 1 լ ջրում** լուծվում է **425 մլ յոդաջրածին**):

8.59. Յոդաջրածնի ստացումը յոդիդներից. օգտվել նախորդ փորձում բերված սարքից, սակայն առանց Ս-աձև խողովակի (նկ. 8.14.): Կաթեցնող

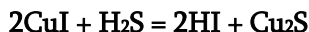
ձագարի մեջ լցնել **15 մլ 1,75 գ/սմ³** խտությամբ **ֆոսֆորական թթու**, իսկ Վյուրցի անոթի մեջ՝ **15 գ կալիումի** կամ ցանկացած այլ **յոդիդ**: Կաթեցնող ձագարից **թթուն** լցնել անոթի մեջ և խառնուրդը զգուշորեն տաքացնել մինչև հալվելը, այնուհետև տաքացումը ուժեղացնել. տեղի կունենա գազի անջատում.



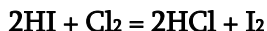
8.60. Յոդաջրածնի ստացումը յոդի և ծծմբաջրածնի փոխազդեցությունով. **100 մլ** տարողությամբ կոնաձև անոթի մեջ լցնել **12,5 մլ** թորած ջուր, դրանով անցկացնել **ծծմբաջրածնի հոսք** և քիչ չափաբաժիններով ավելացնել **6 գ յոդի փոշի**: Ռեակցիան սկզբից ընթանում է դանդաղ, այնուհետև արագանում է: **Յոդը** ավելացնել առաջին բաժինը լուծվելուց հետո: Ռեակցիան ջերմանջատիչ է, այդ պատճառով լուծույթի ջերմաստիճանը բարձրանում է.



Ստացվում է **յոդաջրածնի** նոսր լուծույթ: Յոդի փոխարեն կարելի է վերցնել **պղնձի (I) յոդիդ**: Այդ դեպքում ռեակցիան ընթանում է հետևյալ հավասարմամբ.

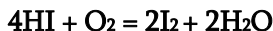


8.61. Յոդաջրածնի օքսիդացումը քլորով. սպակյա թիթեղով փակված, **քլորով** լցված անոթը շրջված դիրքով դնել **յոդաջրածնով** լցված անոթի վրա և ապակյա թիթեղը արագ հանել: Անոթները շրջել առանց իրարից հեռացնելու: Լինելով ավելի ծանր գազ՝ **յոդաջրածինը** լցվում է քլորով լցված անոթի մեջ: Գազերի փոխազդեցությունը ուղեկցվում է լույսի և ջերմության անջատումով.



Ռեակցիայի արգասիքները տաքանալով ընդարձակվում են և դուրս գալիս անոթներից: Այդ պատճառով դրանք պետք է պահել դեմքից հեռու: Անոթները ներսից պատվում են յոդի շերտով:

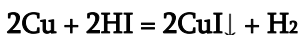
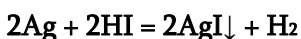
8.62. Յոդաջրածնի օքսիդացումը թթվածնով. չոր **յոդաջրածնի և թթվածնի** խառնուրդ պարունակող գլանը դնել արևի լույսի տակ: Շնորհիվ անջատված **յոդի**՝ որոշ ժամանակ կնկատվի գորշ գունավորում՝ ջրային գոլորշիների առկայությամբ.



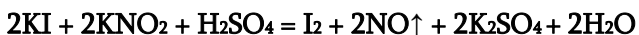
2 ծավալ HI և մեկ ծավալ **թթվածին** պարունակող խառնուրդը հարուցելիս այրվում է:

Փորձանոթում քիչ քանակության **HI**-ի լուծույթը և մի քանի կաթիլ **օսլայի շոռ** պարունակող խառնուրդը ուժեղ թափահարելիս կապտում են՝ ի հաշիվ փորձանոթում եղած **թթվածնով յոդաջրածնի** օքսիդացման:

8.63. Արծաթի յոդիդի և պղնձի (I) յոդիդի ստացումը. փոքր բաժակի մեջ լցնել **HI**-ի լուծույթ և մեջն ընկղմել **արծաթի** թիթեղ: Այն պատվում է **արծաթի յոդիդի դեղին** բյուրեղներով, իսկ լուծույթին **արծաթի փոշի** ավելացնելիս ռեակցիան տեղի է ունենում ավելի բուռն: Եթե **արծաթի թիթեղի** փոխարեն լուծույթի մեջ ընկղմվի **պղնձի** թիթեղ, ապա այն կպատվի **պղնձի (I) յոդիդի սպիտակ** նստվածքով: Տեղի կունենան հետևյալ փոխազդեցությունները.

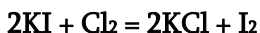


8.64. Ազոտական թթվի փոխազդեցությունը I- և Br իոնների հետ. երկու բաժակների մեջ լցնել **100 մլ թորած ջուր և 50 մլ 2 Ն-անոց ծծմբական թթու:** Առաջին բաժակին ավելացնել **3-5 մլ կալիումի յոդիդի** լուծույթ, իսկ երկրորդ բաժակին՝ նույն քանակությամբ **կալիումի բրոմիդի** լուծույթ: Երկու բաժակներին էլ ավելացնել **3-5 մլ կալիումի նիտրիտի** լուծույթ: Առաջին բաժակում լուծույթը կգունավորվի **դեղին:** Այնուհետև երկու բաժակներին էլ ավելացնել **բենզոլ** մինչև **1-2 սմ** շերտի առաջացումը և լավ խառնել: Առաջին բաժակում բենզոլի շերտը կգունավորվի մանուշակագույն, իսկ երկրորդ բաժակում գույնի փոփոխություն չի նկատվի.

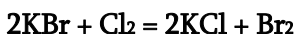


8.65. Յոդիդ և բրոմիդ իոնների հաջորդական օքսիդացումը քլորով. երեք գլանների մեջ լցնել **150 մլ 2 Ն-անոց ծծմբական թթվի** լուծույթ: Առաջին գլանին ավելացնել **10-ից 15 կաթիլ կալիումի յոդիդի** լուծույթ, երկրորդ գլանին՝ նույն քանակությամբ **կալիումի բրոմիդի** լուծույթ, իսկ երրորդ գլանին՝ **կալիումի յոդիդի և բրոմիդի** լուծույթներ՝ յուրաքանչյուրից **10-ից 15 կաթիլ:** Երեք գլաններին էլ ավելացնել **բենզոլ** մինչև **1-2 սմ** շերտի առաջացումը և լավ խառնել:

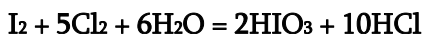
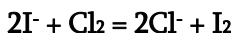
Առաջին գլանի պարունակությանը ավելացնել **5-7 կաթիլ քլորաջուր:** **Բենզոլի** շերտը կգունավորվի **մանուշակագույն.**



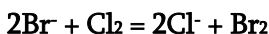
Երկրորդ գլանին նույն քանակությամբ **քլորաջուր** ավելացնելիս **բենզոլի** շերտը ձեռք կբերի **դեղին** գույն.



Երրորդ գլանին զգուշորեն ավելացնել **քլորաջուր**՝ ամեն մի կաթիլից հետո թափահարելով: Լուծույթում **I⁻** և **Br⁻** իոնների միաժամանակյա առկայության դեպքում **քլորաջուրը** սկզբից օքսիդացնում է **I⁻** իոնը: **Քլորաջրի** հետագա ավելացումը առաջ է բերում **բենզոլային** շերտի **անգունացում**, քանի որ **I₂**-ը օքսիդանում է **HIO₃**-ի:



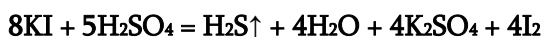
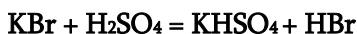
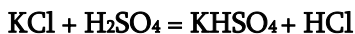
Այնուհետև սկսում է **բրոմի** անջատում, և **բենզոլային** շերտը գունավորվում է **դեղին**.



8.66. Հալոգենաջրածինների վերականգնիչ հատկությունների համեմատականությունը. երեք փոքր բաժակներում առանձին-առանձին վերցնել **կալիումի** (կամ ցանկացած մետաղի) **քլորիդի**, **բրոմիդի** և **յոդիդի** բյուրեղներ: Այնուհետև բաժակներում հերթականորեն լցնել **խիտ ծծմբական թթու**: **Կալիումի քլորիդով** բաժակում անջատվում է **անգույն քլորաջրածին**, որն օդի խոնավության հետ առաջացնում է մառախուղ:

Երկրորդ բաժակում (**բրոմիդ** պարունակող) սկզբից երևում է **սպիտակավուն բրոմաջրածնի** մառախուղ, այնուհետև՝ **կարմրագորշ բրոմի գոլորշիների գույնը**, որն արդյունք է **բրոմաջրածնի** և **խիտ ծծմբաջրածնական թթվի** միջև տեղի ունեցող օքսիդավերականգման ռեակցիայի, միաժամանակ կարող է զգացվել **ծծմբային գազի** խեղդող հոտ:

Երրորդ բաժակում, որտեղ գտնվում են **կալիումի յոդիդի** բյուրեղներ, անմիջապես նկատվում է **յոդի** անջատում: Անջատված **յոդաջրածինը** ակնթարթորեն փոխազդում է **ծծմբական թթվի** հետ՝ այն վերականգնելով **ծծմբի**, ընդհուպ՝ **ծծմբաջրածնի**, ինչում համոզվելու համար բավական է բաժակը փակել **կապարի նիտրատով** թրջված ֆիլտրի թղթով. թղթի վրա կնկատվի **կապարի սուլֆիդի սև բծեր**: Բաժակներում համապատասխանաբար տեղի են ունենում հետևյալ փոխազդեցությունները.



Այսինքն՝ **HCl-HBr-HI** շարքում **հալոգենաջրածինների վերականգնիչ** հատկությունները ուժեղանում են, ինչը պայմանավորված է հալոգենների ատոմային շառավիղների մեծացմամբ և իոնացման էներգիայի նվազմամբ:

8.67. Հալոգենաջրածինների ջերմային կայունության համեմատականությունը. երեք գլանների մեջ լցնել քլորաջրածին, բրոմաջրածին և յոդաջրածին, փակել ապակյա թիթեղով: Շիկացված նիկել-քրոմային լարը հերթականությամբ մտցնել գլանների մեջ: Շիկացած լարը քայքայում է բրոմաջրածինը և յոդաջրածինը՝ առաջացնելով բրոմի գորշ և յոդի մանուշակագույն գոլորշիներ: Ընդ որում՝ յոդաջրածինը ավելի բուռն է քայքայվում, քանի որ յոդի գոլորշիները և ջրածինը օդում բռնկվում են՝ առաջացնելով մանուշակագույն բոց:

8.68. Յոդական թթվի ստացումը և հատկությունները.

ա) Պինդ վիճակում յոդական թթու ստանալու համար 100 մլ-անոց բաժակի մեջ լցնել 1 գ նուրբ մանրացված յոդի փոշի և 10 գ ($d=1,5$ գ/սմ³) ազոտական թթու: Տեղի է ունենում հետևյալ փոխազդեցությունը.



Ազոտական թթվի վերականգնումից առաջացած NO-ն օդի թթվածնով փոխարկվում է գորշ NO₂-ի:

Ազոտական թթվի մնացորդներից յոդական թթուն մաքրելու համար ստացված HIO₃-ը լուծել քիչ քանակությամբ ջրում, այնուհետև ջուրը գոլորշիացնել և տաքացնել 200 °C (ազոտական թթվի հետքերը հեռացնելու համար): Նշված ջերմաստիճանում փոխարկվում է յոդական անհիդրիդի՝ I₂O₅: Վերջինս քիչ քանակով ջրում լուծելիս ստացվում է մրգահյութի նման զանգված, որի սառեցումից նստում են յոդական թթվի բյուրեղներ (շեղանկյունային):

բ) Պատրաստել յոդի ջրային լուծույթ, ավելացնել Ag₂O և լուծույթով անցկացնել քլորի հոսք: Արծաթի օքսիդը ավելացվում է աղաթթուն AgCl-ի ձևով կապելու համար, որն այնուհետև ֆիլտրվում է: Ռեակցիայի ընթացքը հետևյալն է.



Այս եղանակով ստացվում է յոդական թթվի ջրային լուծույթ: Սովորական պայմաններում յոդական թթուն 4,869 գ/սմ³ խտությամբ անգույն բյուրեղային նյութ է: Ջրում լուծելի է (16 °C-ում 100 գ ջրում լուծվում է 310 գ):

Յոդական թթուն ջրային լուծույթում քլորական և բրոմական թթուների նման ուժեղ թթու է, սակայն ավելի թույլ, քան նախորդ երկուսը, որը բացատրվում է հետևյալ ձևով. հալոգենի ատոմի շառավղի մեծացման հետ X⁺ O կապի կայունությունը թուլանում է, որը հանգեցնում է H—O կապի բենոայնության նվազման, հետևաբար՝ ջրի մոլեկուլներով պրոտոնի պոկման հնարավորության նվազման:

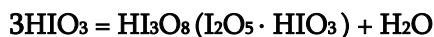
Յոդական թթուն օքսիդիչ է: Պինդ յոդական թթուն ածխածնի, ֆոսֆորի, ծծումբի և օրգանական նյութերի հետ տաքացնելիս տեղի է ունենում պայթյուն, օրինակ՝



Տաքացնելիս յոդական թթուն քայքայվում է:

8.69. Յոդական անհիդրիդի ստացումը և հատկությունները.

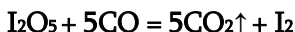
ա) Նախորդ փորձից ստացված յոդական թթուն լցնել փորձանոթի մեջ, թեք դիրքով ամրացնել ամրակալին ու տաքացնել: Յոդական թթուն ջրազրկվում է, ընդ որում՝ 100°C -ում՝ մասամբ.



Այնուհետև հետագա տաքացումը (մինչև 200°C) բերում է լրիվ ջրազրկման՝ I_2O_5 -ի առաջացումով.



Յոդական անհիդրիդը ստացվում է բյուրեղային պինդ նյութի ձևով: Այն հալոգենների օքսիդներից թերմոդինամիկորեն կայուն միակ օքսիդն է: 300°C -ից բարձր ջերմաստիճանում քայքայվում է բաղադրիչ մասերի: Խոնավածուծ է, օդում երկար մնալիս փոխարկվում է անհիդրիդայոդական թթվի՝ HI_3O_8 , այնուհետև՝ յոդական թթվի: Ցուցաբերում է օքսիդիչ հատկություններ: Սենյակային ջերմաստիճանում CO -ին քանակապես փոխարկեպում է CO_2 -ի.



բ) Յոդական անհիդրիդի և ուրոտրոպինի փոխազդեցությունը. վերցնել 4 գ յոդական անհիդրիդ և խառնել լավ մանրացված 0,8 գ ուրոտրոպինի հետ: Խառնուրդը բրզի ձևով լցնել հախճապակե սալիկի վրա ու վառել: Խառնուրդը արագ վառվում է, նրա վրա հայտնվում է գորշադեղին ծխի սյուն, ինչը փոխազդեցության արդյունք է.



I_2O_5 -ի ավելցուկի դեպքում ծուխը ստացվում է գորշ, իսկ ուրոտրոպինի ավելցուկի դեպքում՝ դեղնավուն, քանի որ այրմանը զուգահեռ միաժամանակ տեղի է ունենում նաև սուրբիմացում:

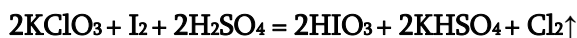
8.70. Յոդատների ստացումը և հատկությունները.

ա) Յոդատները ստացվում են յոդը հիմքերի լուծույթներում լուծելով (ցանկալի է տաք): Օրինակ՝ ունենալով ցածր լուծելիություն, լուծույթը սառեցնելիս յոդատները նստում են.

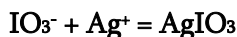


բ) Փորձանոթի մեջ լցնել 2-3 կաթիլ բերտոլետյան աղի հազեցած լուծույթ, ավելացնել յոդի 1-2 բյուրեղ և 1-2 կաթիլ խիտ ծծմբական թթու ($d=1,84\text{գ/սմ}^3$):

Փորձանոթը թեք դիրքով ամրացնել ամրակալին և պարունակությունը զգուշորեն տաքացնել, մինչև եռա: Նկատվում է գազի անջատում.

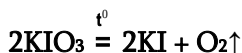


Լուծույթում IO_3^- իոնի առկայությունը ստուգելու համար ավելացնել 1-2 կաթիլ արծաթի նիտրատ. կնստի արծաթի յոդատ.



Յոդատները քլորատներից և բրոմատներից կայուն են, բայց և այնպես տաքացնելիս դրանք քայքայվում են, ընդ որում դա տեղի է ունենում տարբեր ընթացքով.

քայքայում՝ անջատելով թթվածին, փոխարկվելով յոդիդի.



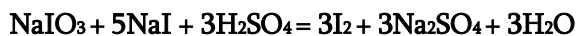
քայքայում՝ անջատելով թթվածին, փոխարկվելով օքսիդի.



յուրահատուկ ընթացքով բարիումի յոդատի քայքայում.

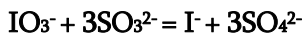


զ) Չնայած բրոմատների և քլորատների համեմատությամբ յոդատները ունեն ավելի թույլ արտահայտված օքսիդիչ հատկություններ, բայց և այնպես ուժեղ վերականգնիչների առկայությամբ դրանք ևս լավ օքսիդիչներ են, օրինակ՝



Յոդատ իոնի արագ վերականգնումը յոդի իոնով տատանողական ռեակցիայի տիպական օրինակ է (քիմիական ժամացույց):

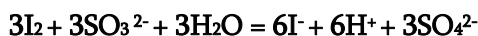
Բաժակում վերցնել թորած ջուր, ավելացնել քիչ քանակությամբ նատրիումի յոդատ, նատրիումի սուլֆիտ, 1-2 կաթիլ օսլայի շոռ և թթվեցնել 3-5 կաթիլ նոսր ծծմբական թթվով: Յոդիդ իոնը, որն առաջանում է հետևյալ փոխազդեցության արդյունքում.



յոդատ իոնի հետ համամասնացվում է յոդի անջատումով.



Անջատված յոդը օսլայի շոռի հետ առաջացնում է վառ կապույտ գույն, այնուհետև յոդը վերականգնվում է սուլֆիտ իոնով, և լուծույթը գունազրկվում է.



Կախված I_2/I^- հարաբերության փոփոխության չափից՝ լուծույթի գույնը պարբերաբար փոխվում է՝ անգույնից կապույտ և հակառակը:

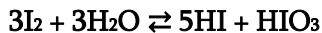
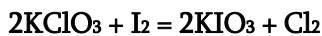
8.71. Հալոգենիդ իոնների հայտնաբերումը. երեք փորձանոթներում վերցնել մի քանի կաթիլ KCl -ի, KBr -ի և KI -ի լուծույթներ, ավելացնել նույն քանակությամբ **արծաթի նիտրատի** լուծույթ: Տեղի է ունենում **արծաթի քլորիդի, բրոմիդի և յոդիդի** նստվածքների առաջացում.



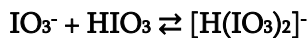
Սինթեզներ «Հալոգեններ» թեմայով

8.72. Կալիումի թթու յոդատի ($KIO_3 \cdot HNO_3$) սինթեզը. բաժակում 20 մլ ջրում լուծել 5 գ կալիումի քլորատ: Հավանգի մեջ լավ մանրացնել 6,5 գ յոդ և փոքր թիակի միջոցով քիչ քանակով ավելացնել քլորատի լուծույթին: Բաժակը փակել ժամացույցի ապակիով և դանդաղ տաքացնել: Հաջորդ բաժինը ավելացնել, երբ բաժակում կանհետանա յոդի գոլորշիների գույնը: Եթե հաջորդ բաժին յոդը ավելացնելիս բաժակում գույնը չանհետանա, ապա ավելացնել մի քանի բյուրեղ կալիումի քլորատ մինչև բաժակի պարունակության անգունացումը: Այնուհետև տաք լուծույթին բաժիններով ավելացնել 1,7 գ կալիումի կարբոնատ: Ստացված լուծույթը սառեցնել և անջատված բյուրեղները բաժանել՝ ապակե ծակոտկեն ֆիլտրով ֆիլտրելով: Ստացված միացության մաքրման համար, եթե անհրաժեշտ է, կատարել վերաբյուրեղացում: Հաշվել ելքը տոկոսներով:

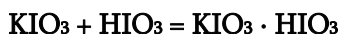
Ռեակցիաների պարզեցված հավասարումները հետևյալն են.



Յոդական թթուն խիտ լուծույթներում դիմերվում է.



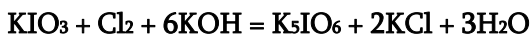
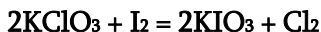
Այդ պատճառով թթվային լուծույթից հաճախ բյուրեղանում է ոչ թե չեզոք աղը, այլ թթվային աղը.



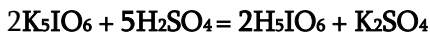
8.73. Կալիումի պերյոդատի սինթեզը. կոնաձև անոթում 20 մլ թորած ջրում լուծել 1 գ կալիումի քլորատ, ավելացնել 1 գ յոդ և 2 գ պինդ կալիումի **հիդրօքսիդ**: Անոթը տեղավորել ջրային բաղնիքի վրա, թույլ տաքացնել (50-60 °C) և նրանով անցկացնել **քլորի հոսք** մինչև լուծույթի **քլորով** լրիվ հագնալը:

Ստացված լուծույթը սառեցնել սենյակային ջերմաստիճանում և զգուշորեն չեզոքացնել **10 %-անոց աղաթթվի** լուծույթով մինչև չեզոք կամ թույլ թթվային միջավայր: Անոթը դնել սառցաջրում: Անջատված բյուրեղները բաժանել ապակե ծակոտկեն ֆիլտրով ֆիլտրելով և վերաբյուրեղացնել նվազագույն քանակով ջրում:

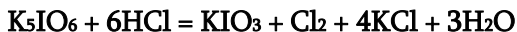
Տեղի են ունենում հետևյալ փոխազդեցությունները.



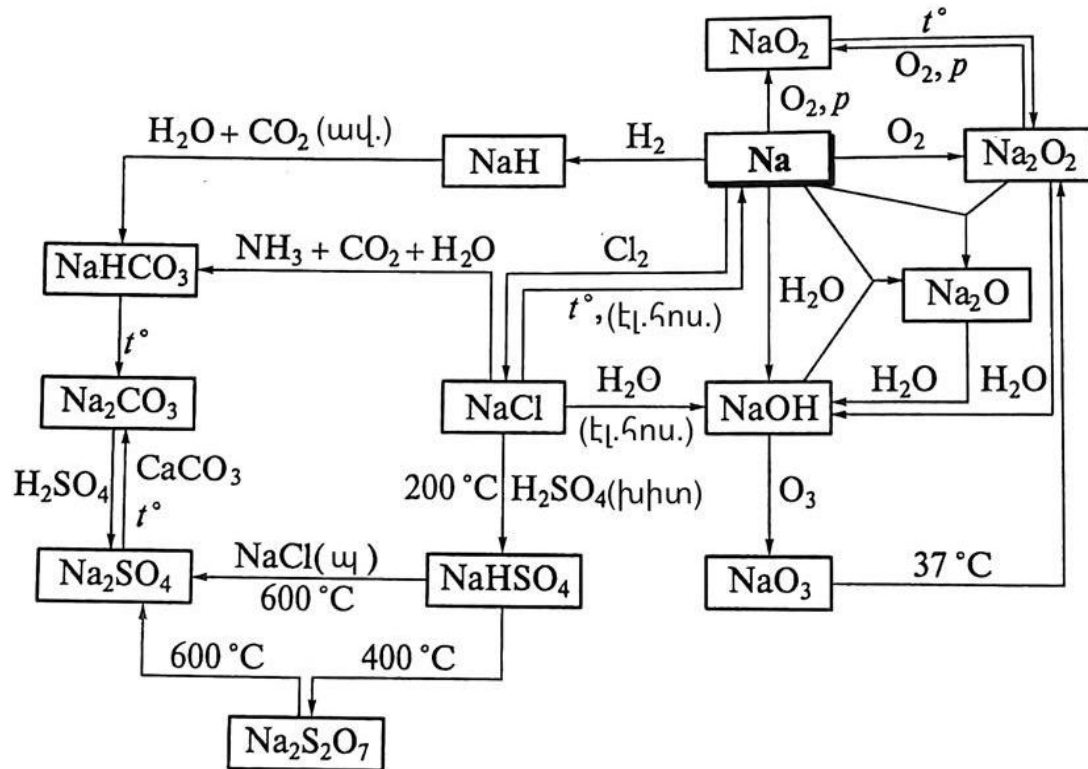
Հախճապակե թասում վերցնել մի քանի բյուրեղ **կալիումի պերյոդատ** և ավելացնել մի քանի կաթիլ **խիտ ծծմբական թթու**.



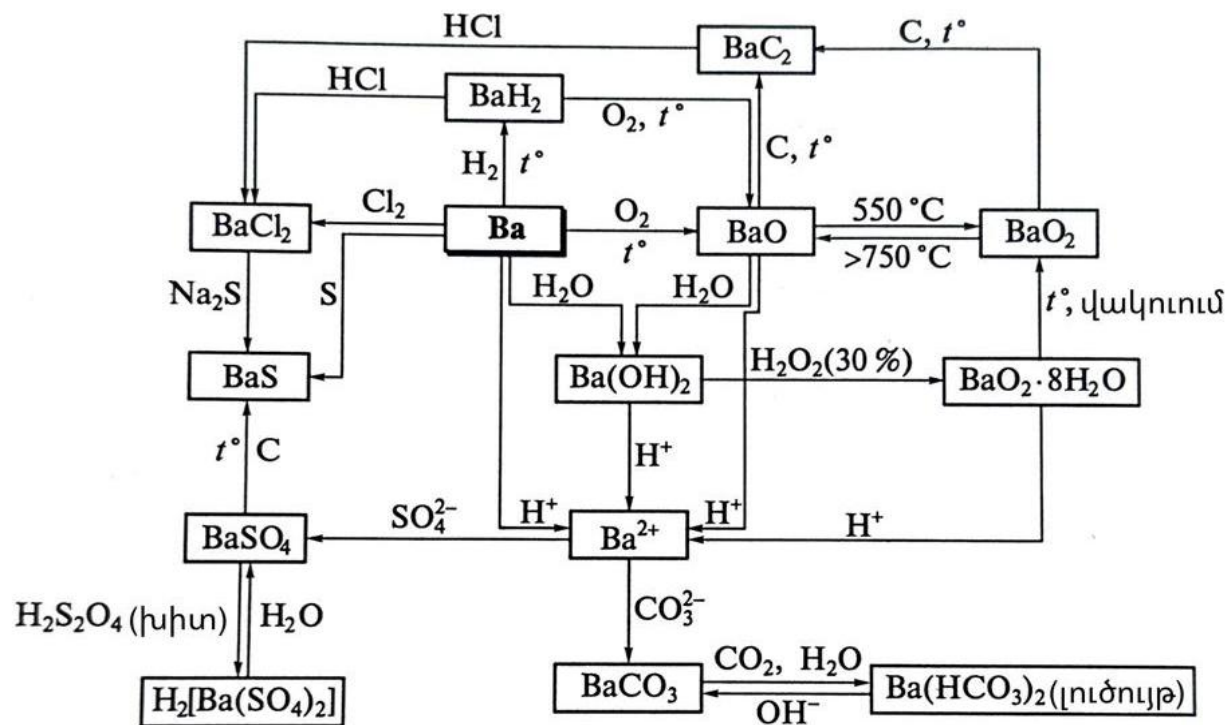
Նույն փորձը կատարել՝ օգտագործելով **խիտ աղաթթու**: Այս դեպքում **պերյոդատը** կցուցաբերի օքսիդիչ հատկություն.



Նատրիումի և նրա միացությունների քիմիական հատկությունները

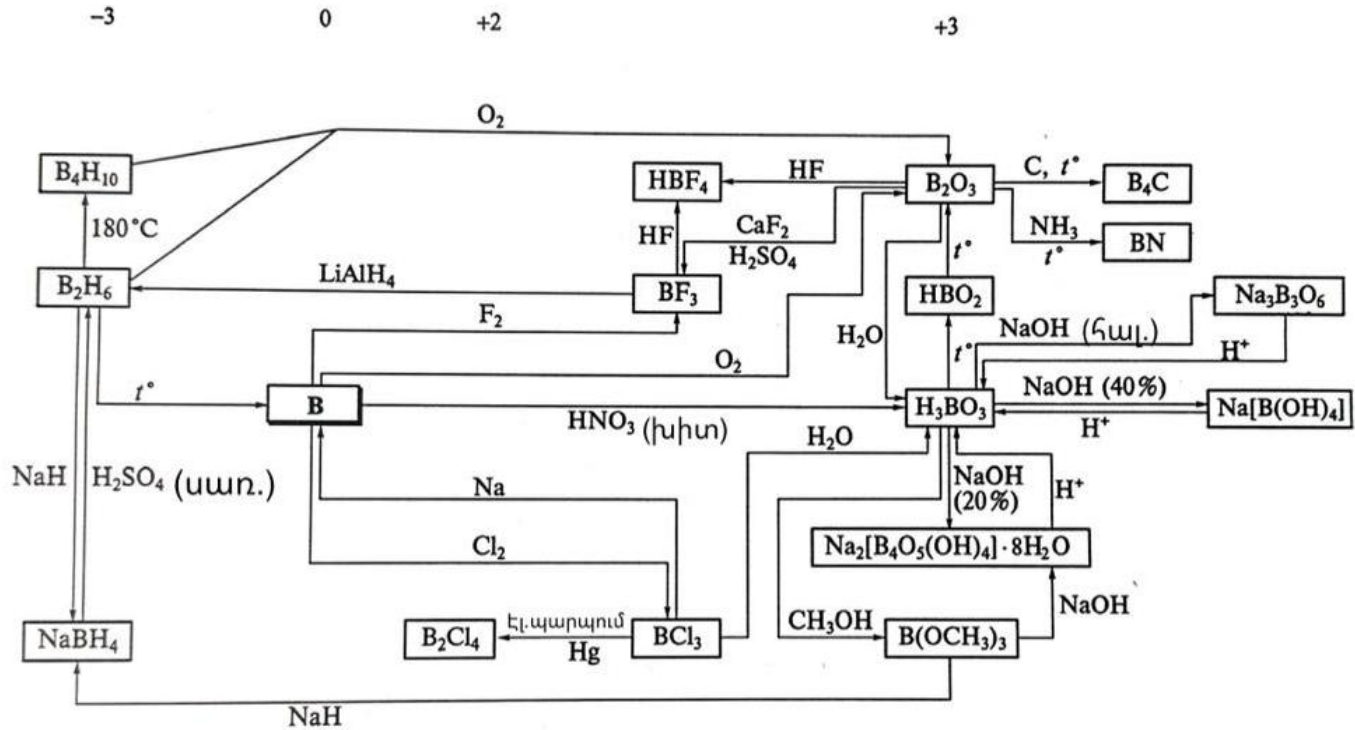


Բարիումի և նրա միացությունների քիմիական հատկությունները

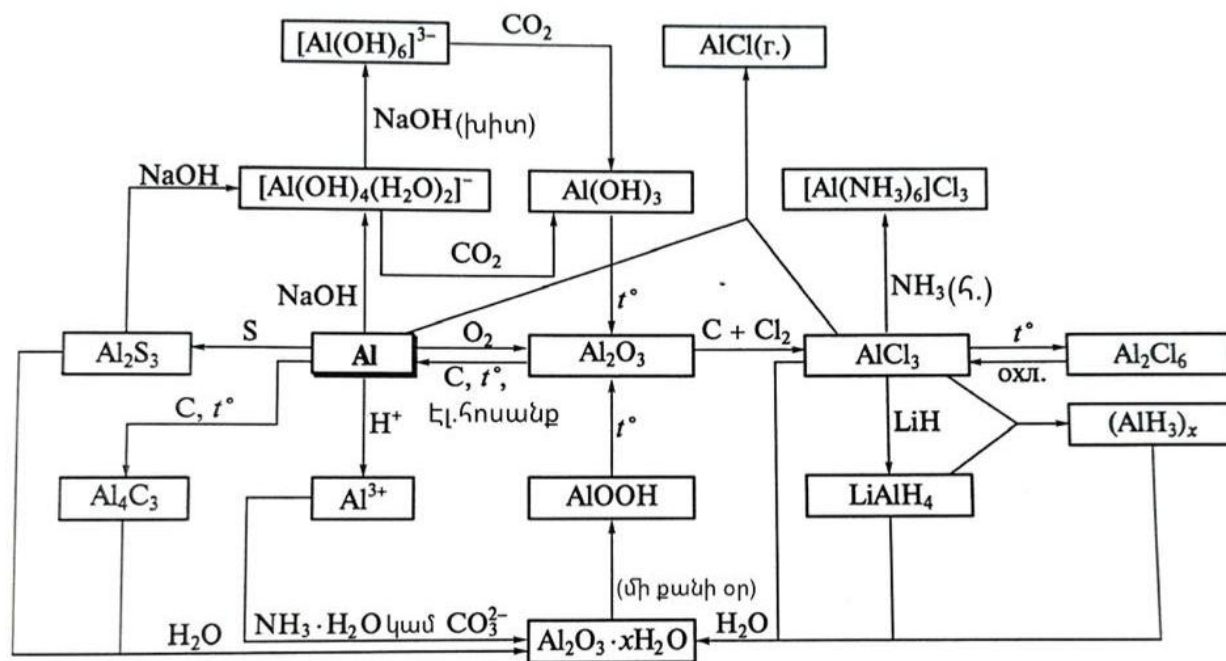


Բորի և նրա միացությունների քիմիական հատկությունները

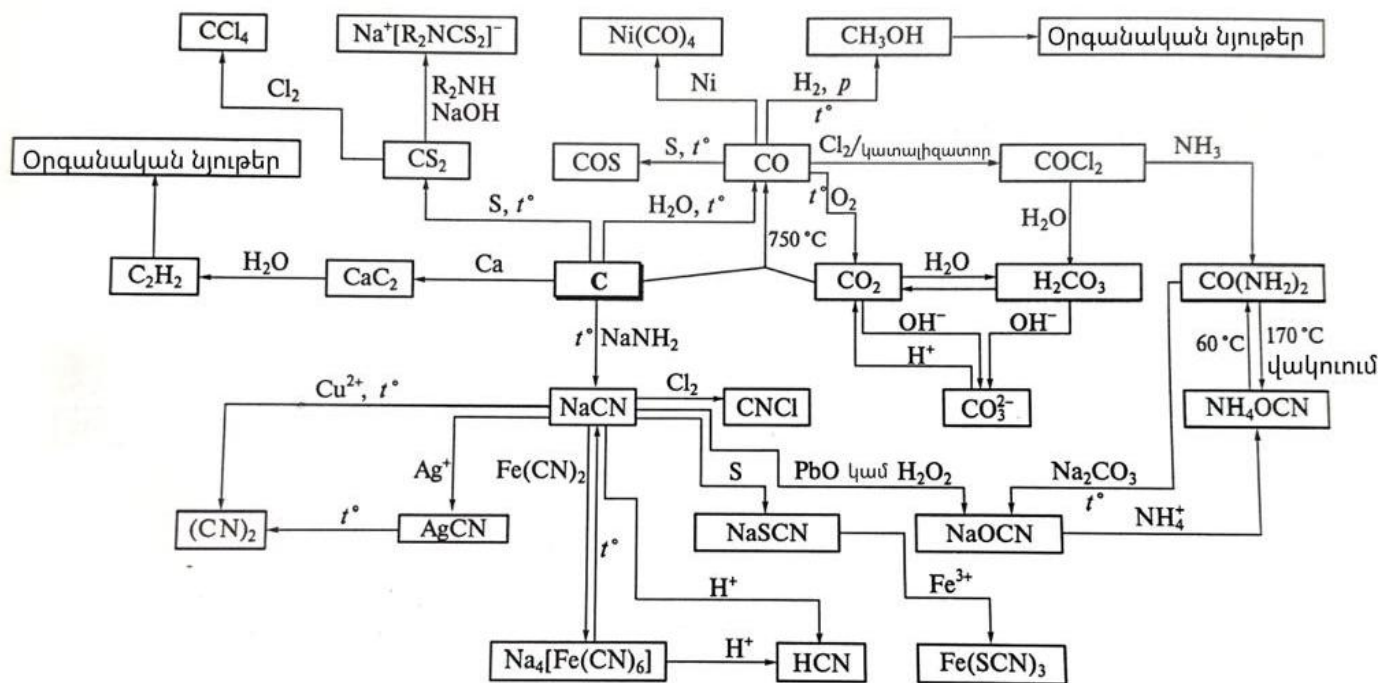
օքսիդացման աստիճանները



Ալյումինի և նրա միացությունների քիմիական հատկությունները

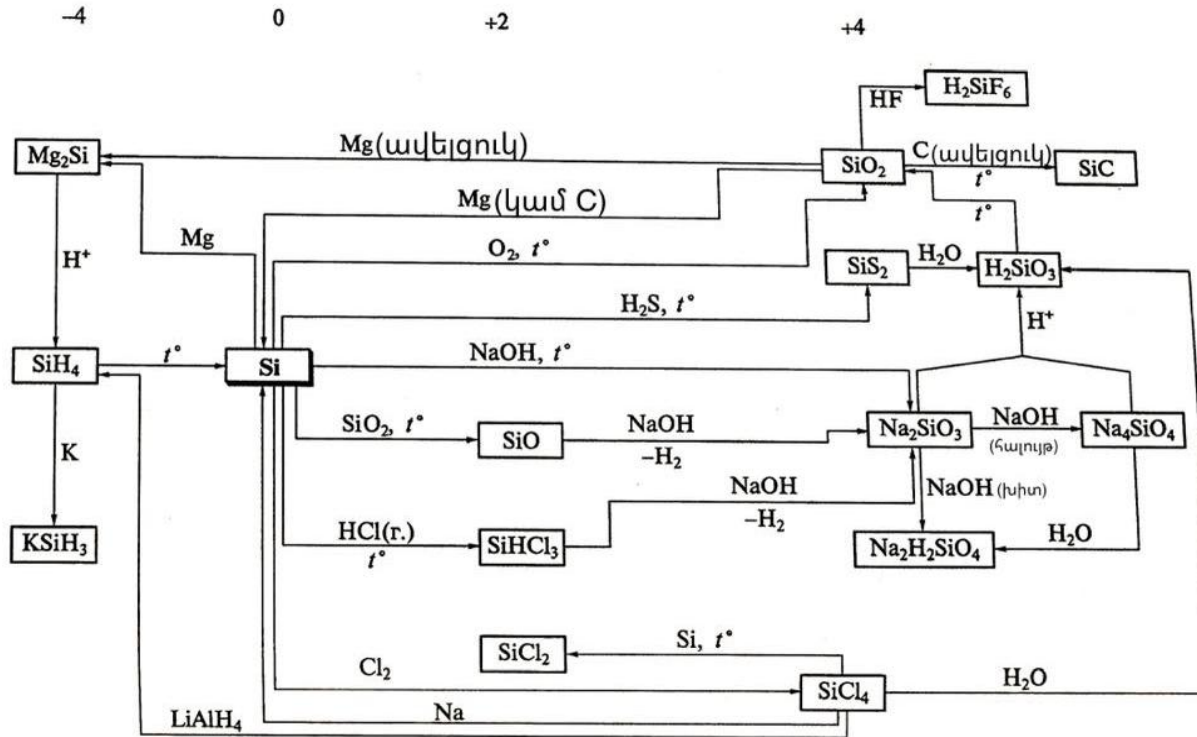


Ածխածնի և նրա միացությունների քիմիական հատկությունները



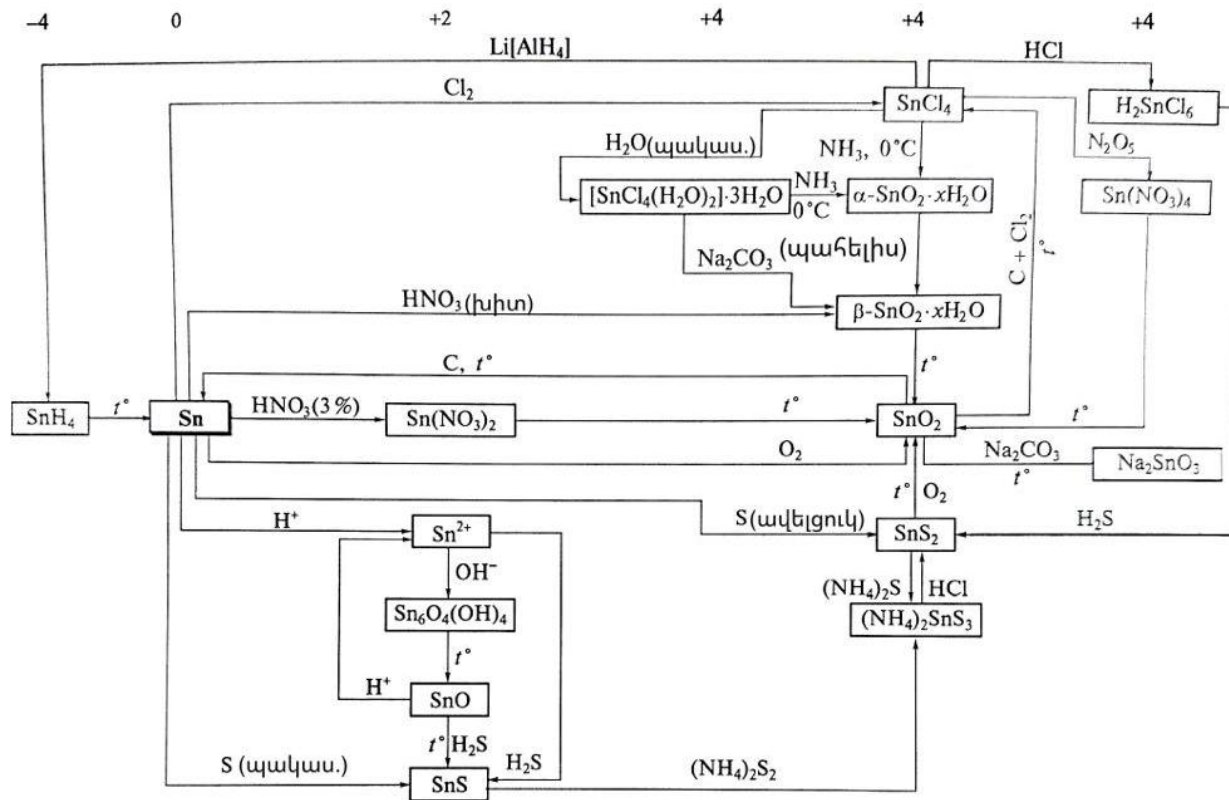
Միլիցիումի և նրա միացությունների քիմիական հատկությունները

օքսիդացման աստիճանները



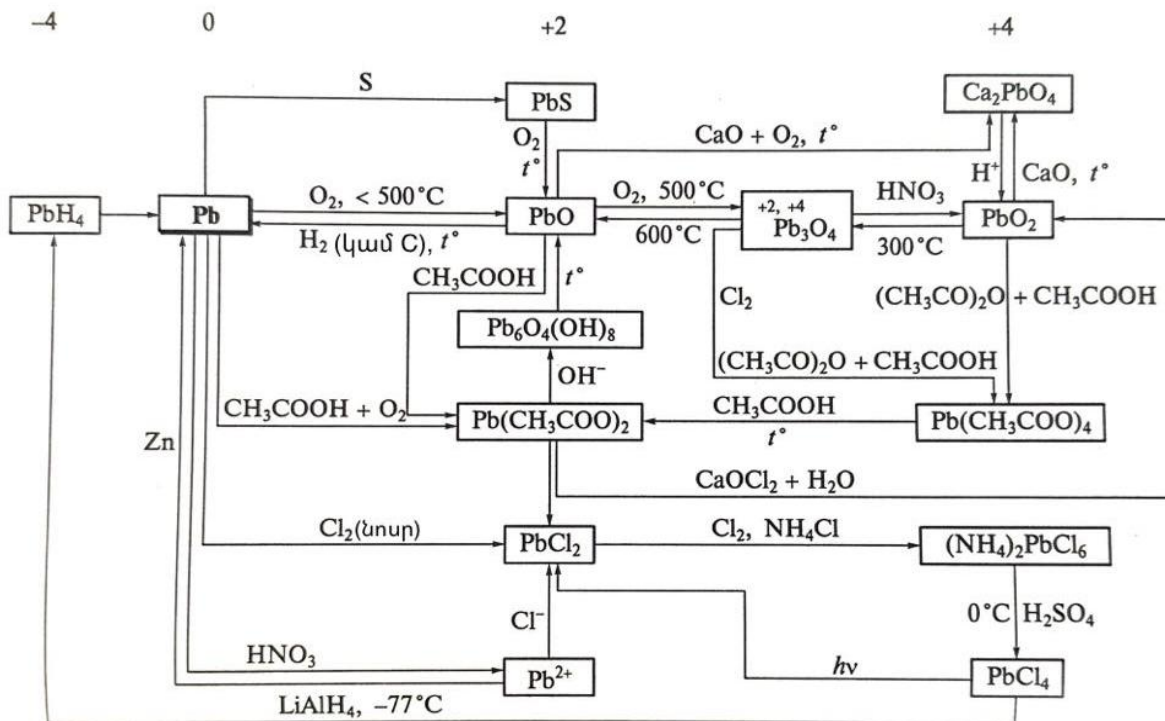
Անագի և նրա միացությունների քիմիական հատկությունները

օրսիդացման աստիճանները



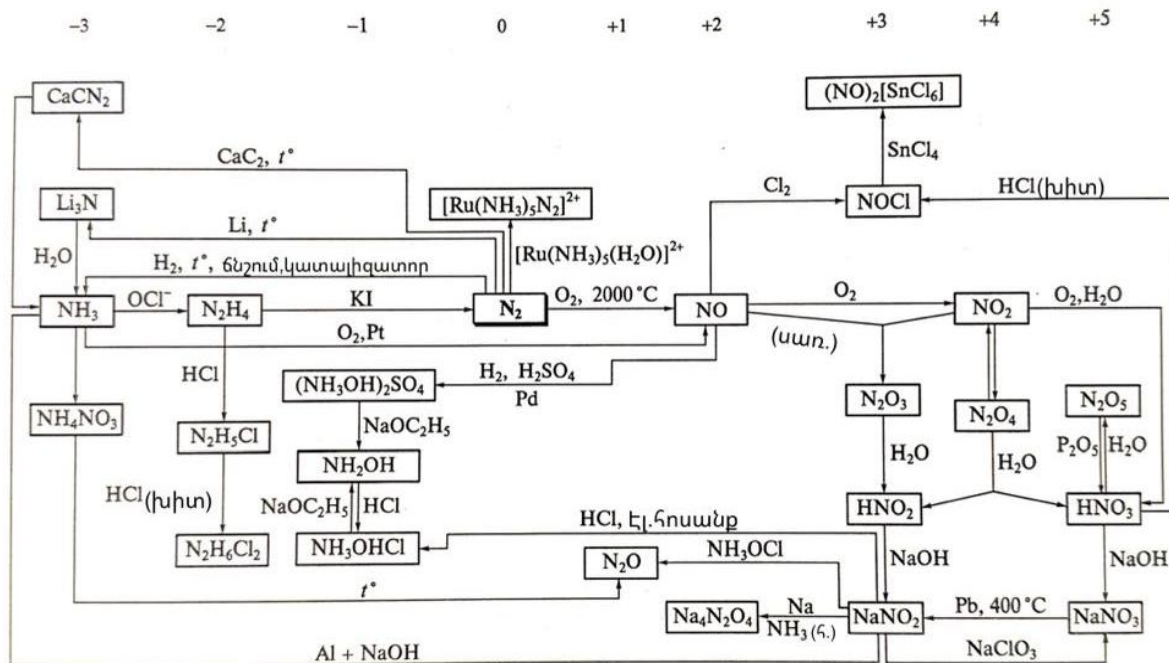
Կապարի և նրա միացությունների քիմիական հատկությունները

օքսիդացման աստիճանները



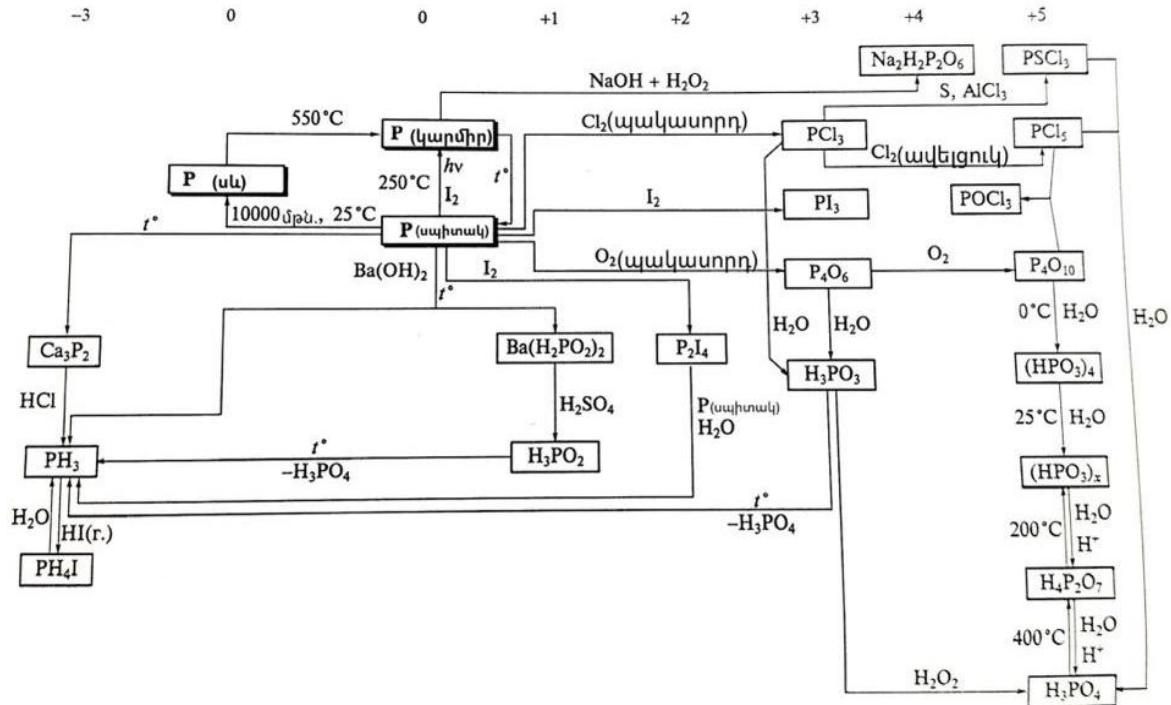
Ազոտի և նրա միացությունների քիմիական հատկությունները

օքսիդացման աստիճանները

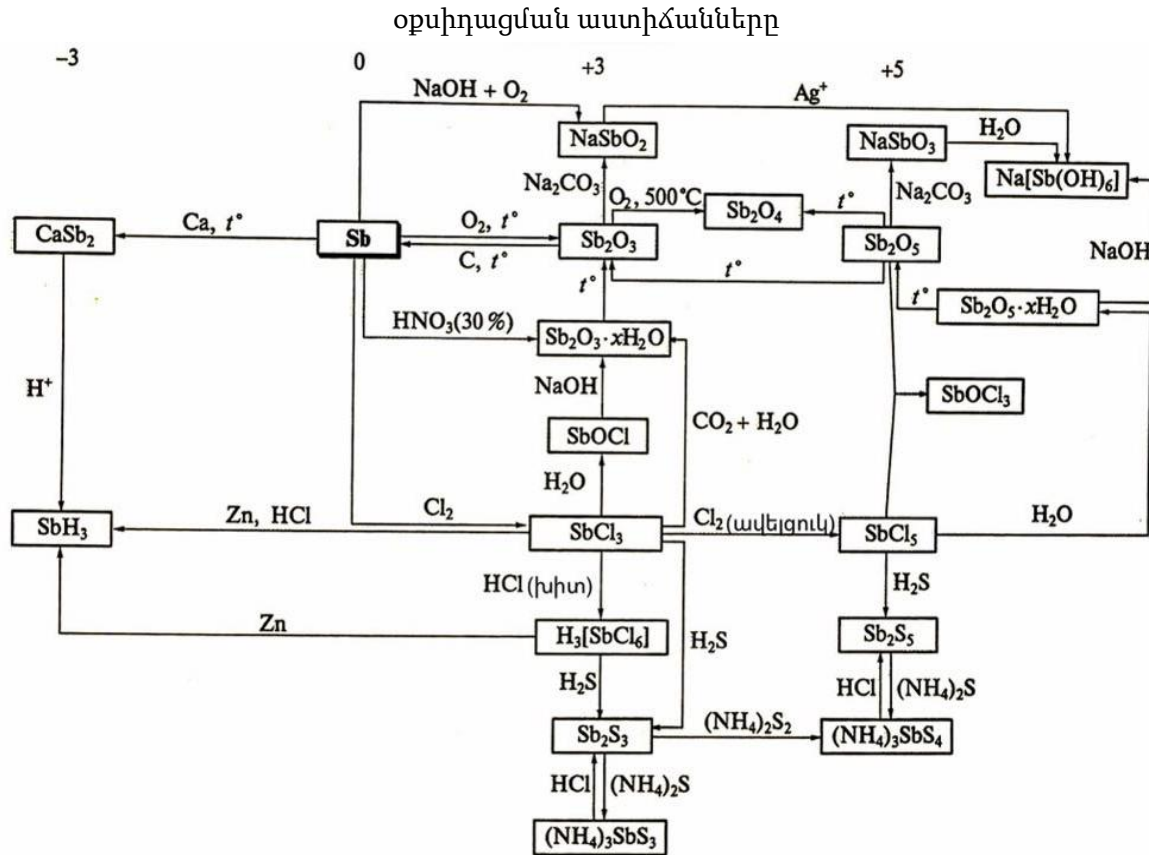


Ֆոսֆորի և նրա միացությունների քիմիական հատկությունները

օքսիդացման աստիճանները

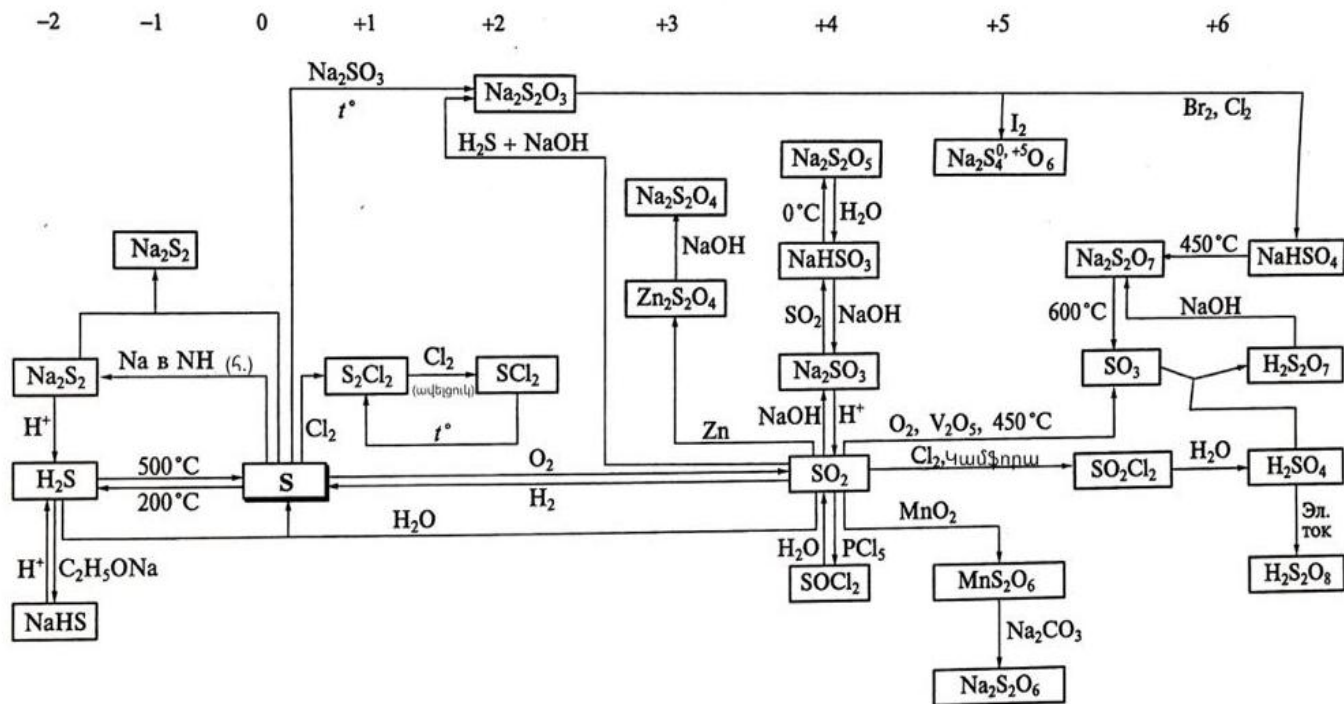


Ծարիրի և նրա միացությունների քիմիական հատկությունները



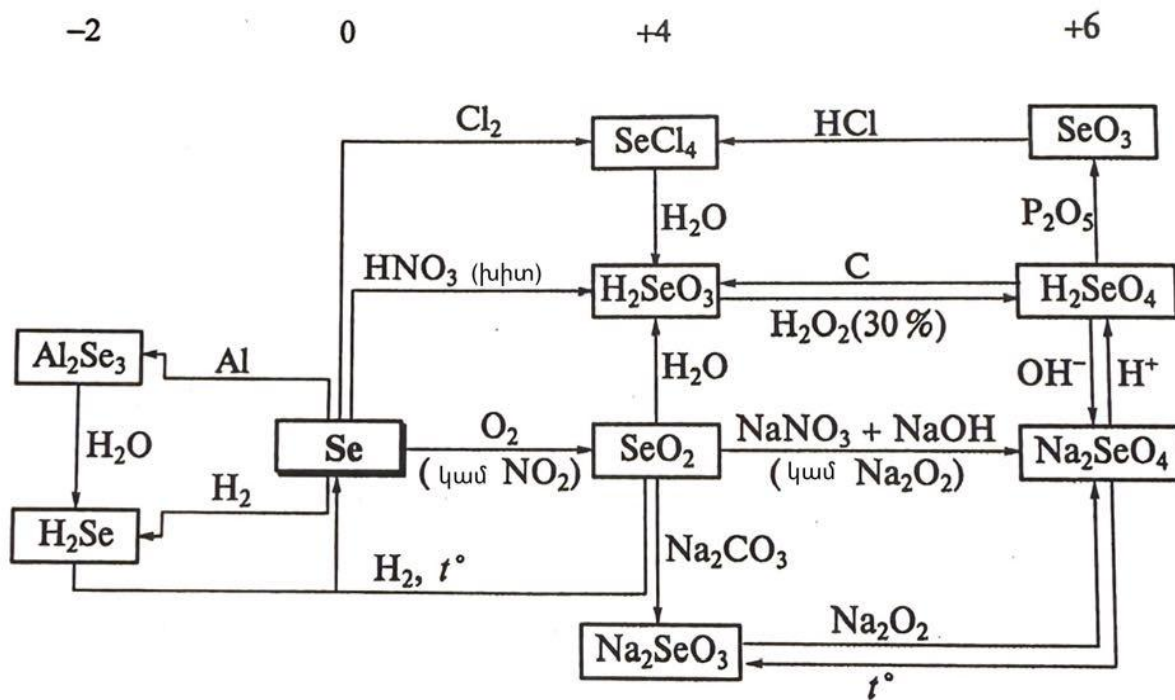
Ծծմբի և նրա միացությունների քիմիական հատկությունները

օքսիդացման աստիճանները



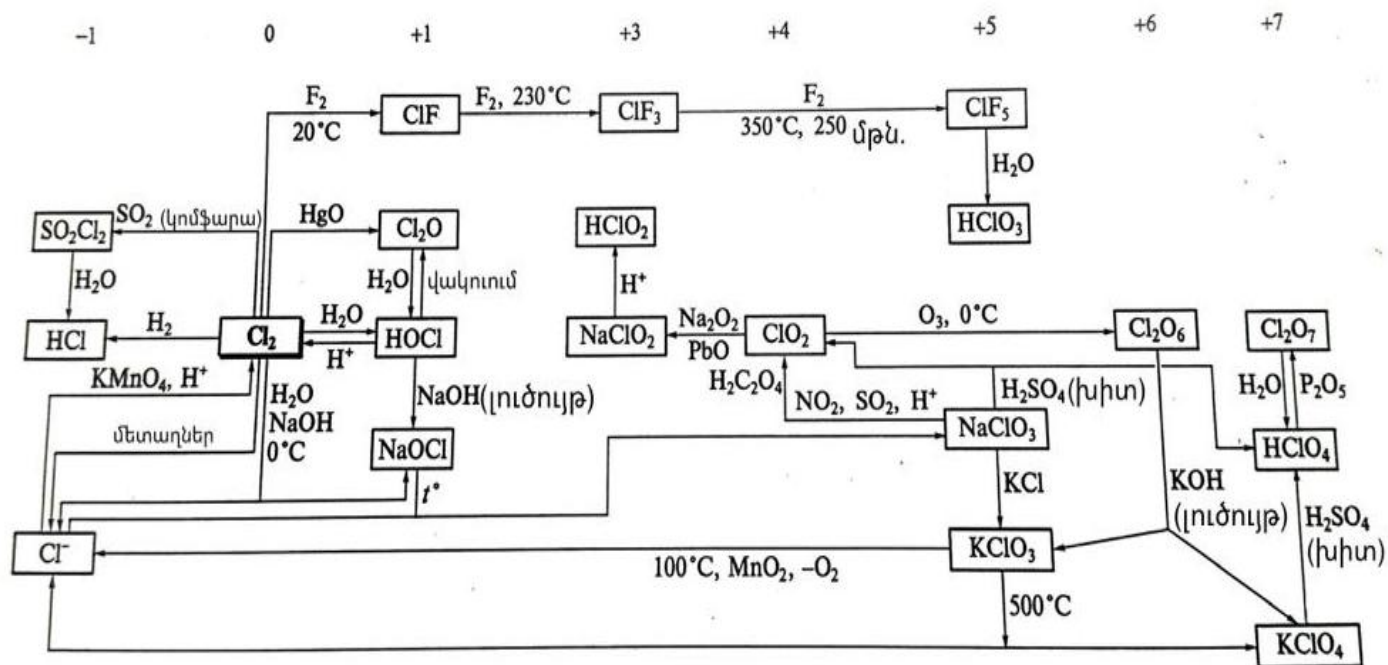
Մելենի և նրա միացությունների քիմիական հատկությունները

օքսիդացման աստիճանները



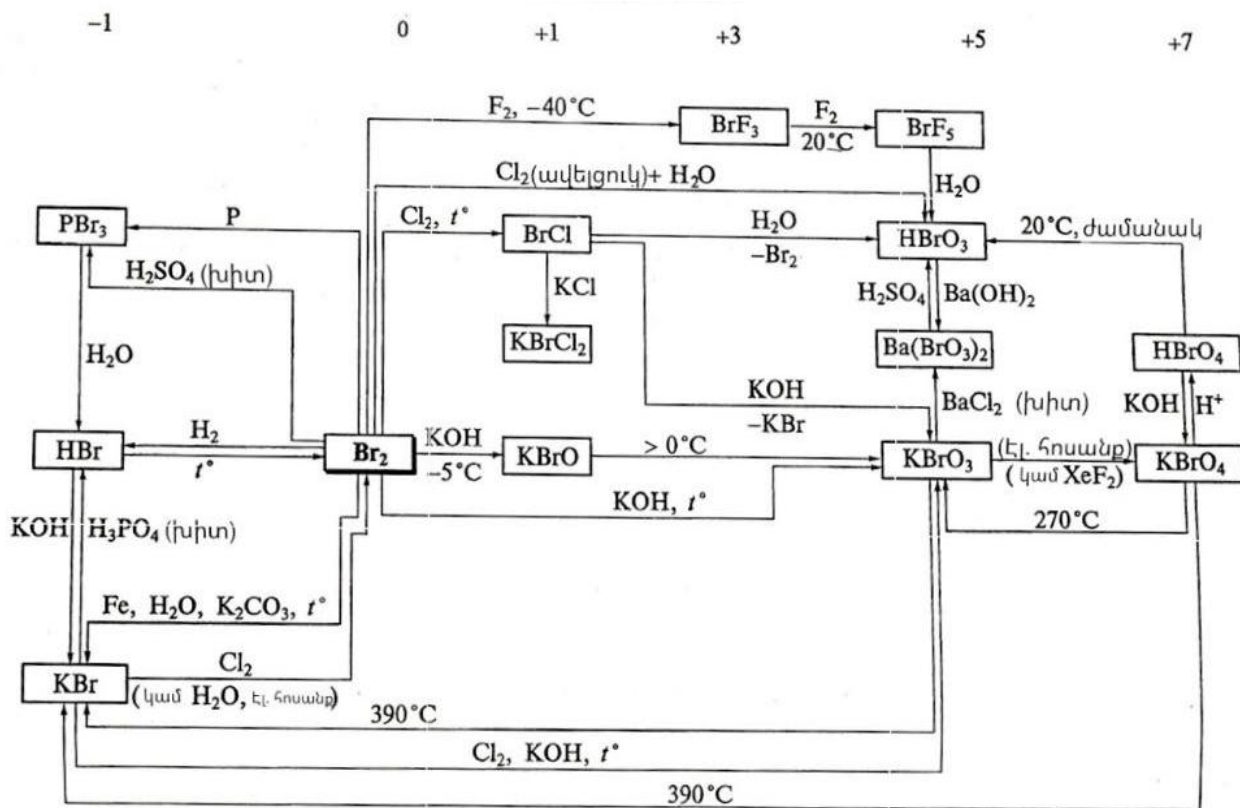
Քլորի և նրա միացությունների քիմիական հատկությունները

օքսիդացման աստիճանները



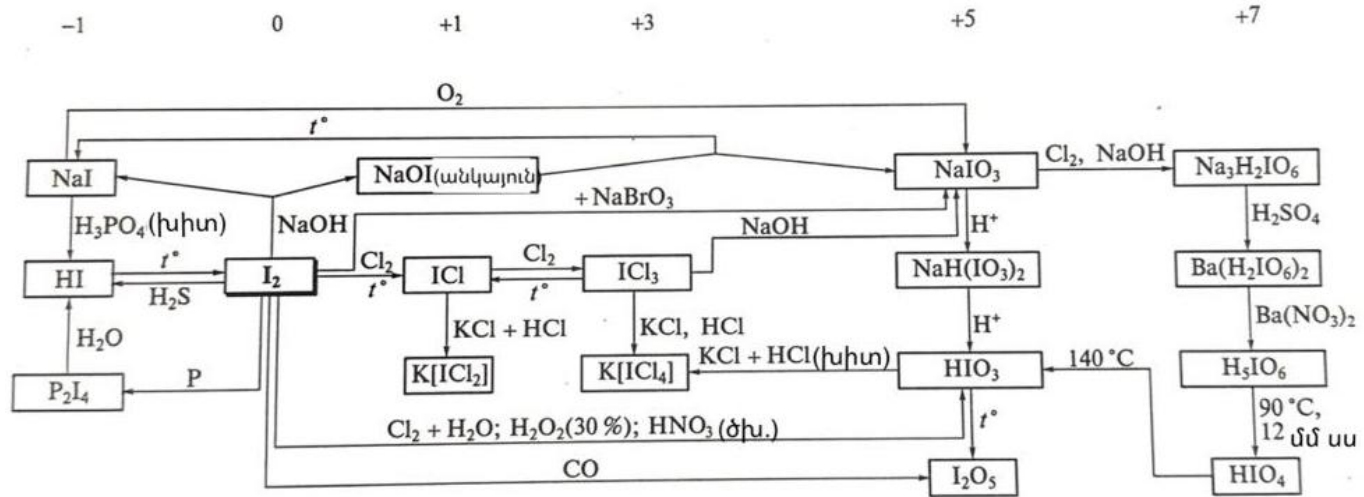
Բրոմի և նրա միացությունների քիմիական հատկությունները

օքսիդացման աստիճանները



Յոդի և նրա միացությունների քիմիական հատկությունները

օքսիդացման աստիճանները



Հավելված 2

Աղյուսակ 1

Անջուր նյութի լուծելիությունը 100 գ ջրում տարբեր ջերմաստիճաններում

Նյութը	Ջերմաստիճանը, °C							
	0	10	20	30	40	60	80	100
AgNO ₃	122	170	222	300	376	525	669	
AlCl ₃	43,8	44,9	45,9	46,6	47,3	48,1	48,6	49
Al(NO ₃) ₃	61,0	67,0	73,0	81	89	108,2	-	-
Al ₂ (SO ₄) ₃	31,2	33,5	36,2	40,4	45,7	59,2	73,1	89
BaCl ₂	31,6	33,3	35,7	38,2	40,7	46,4	52,4	58,5
Ca(CH ₃ COO) ₂	37,4	36,0	34,7	33,8	33,2	32,7	33,5	29,7
CuSO ₄	14,3	17,2	20,5	24,4	28,7	39,5	55,5	77
FeSO ₄	15,65	20,5	26,5	32,9	40,2			
KCl	20,0	31,2	4,4	37,4	40,3	45,8	51,1	560
KNO ₃	13,1	21,2	31,6	46	63,9	110,1	168,8	244
K ₂ Cr ₂ O ₇	4,68	7,75	12,48	18,2	25,9	45,56	73,01	100
K ₂ SO ₄	7,2	9,3	11,1	13,0	14,8	18,2	21,4	24,1
MgSO ₄	40,8	42,3	44,5	45,4	-	55	64,2	73,9
NaCl	35,5	35,7	35,9	36,1	36,4	37,2	38,1	39,4
NaNO ₃	72,7	79,9	87,6	96,1	105	124,7	149	176
Na ₂ SO ₄	4,5	5,6	19,2	40,8	48,4	45,3	43,3	42,3
NH ₄ Cl	29,4	39,2	37,2	41,4	45,8	55,2	65,6	78,6
(NH ₄) ₂ SO ₄	70,1	72,7	75,4	78,1	81,2	87,4	94,1	102
Na ₂ B ₄ O ₇	1,3	1,6	2,7	3,9	6,7	20,3	-	-
Pb(NO ₃) ₂	38,8	48,3	56,5	66	75	95	115	139
KOH	97,6	102	112,4	-	135	147,5	162,5	179
NaOH	41,8	80,2	108,7	118	129	177	314	337

Աղյուսակ 2

Ազոտական թթվի խտությունը և կոնցենտրացիան (20 °C)

Խտություն գ/սմ ³	Զանգվածային բաժին, %	մոլ/լ	Խտություն, գ/սմ ³	Զանգվա- ծային բաժին, %	մոլ/լ
1,000	0,3333	0,05231	1,285	46,06	9,394
1,005	1,255	0,2001	1,290	46,85	9,590
1,010	2,164	0,3468	1,295	47,63	9,789
1,015	3,073	0,4950	1,300	48,42	9,990
1,020	3,982	0,6445	1,305	49,21	10,19
1,025	4,883	0,7943	1,310	50,00	10,39
1,030	5,784	0,9454	1,315	50,85	10,61
1,035	6,661	1,094	1,320	51,71	10,83
1,040	7,530	1,243	1,325	52,56	11,05
1,045	8,398	1,393	1,330	53,41	11,27
1,050	9,259	1,543	1,335	54,27	11,49
1,055	10,12	1,694	1,340	55,13	11,72
1,065	11,81	1,997	1,350	56,95	12,20
1,070	12,65	2,148	1,355	57,87	12,44
1,075	13,48	2,301	1,360	58,78	12,68
1,080	14,31	2,453	1,365	59,69	12,93
1,085	15,13	2,605	1,370	60,67	13,19
1,095	16,76	2,913	1,380	62,70	13,73
1,100	17,58	3,068	1,385	63,72	14,01
1,105	18,39	3,224	1,390	64,74	14,29
1,110	19,19	3,381	1,395	65,84	14,57
1,115	20,00	3,539	1,400	66,97	14,88
1,125	21,59	3,854	1,410	69,23	15,49
1,130	22,38	4,012	1,415	70,39	15,81
1,135	23,16	4,171	1,420	71,63	16,14
1,145	24,71	4,489	1,430	74,09	16,81
1,150	25,48	4,649	1,435	75,35	17,16
1,155	26,24	4,810	1,440	76,71	17,53
1,160	27,00	4,970	1,445	78,07	17,90
1,170	28,51	5,293	1,455	80,88	18,68
1,175	29,25	5,455	1,460	82,39	19,09
1,180	30,00	5,618	1,465	83,91	19,51
1,190	31,47	5,943	1,475	87,29	20,43
1,195	32,21	6,107	1,480	89,07	20,92
1,200	32,94	6,273	1,485	91,13	21,48
1,205	33,68	6,440	1,490	93,45	22,11
1,210	34,41	6,607	1,495	95,46	22,65
1,215	35,16	6,778	1,500	96,73	23,02
1,220	35,93	6,956	1,501	96,98	23,10
1,225	36,70	7,135	1,502	97,23	23,18
1,235	38,25	7,497	1,504	97,74	23,33
1,240	39,02	7,679	1,505	97,99	23,40
1,250	40,58	8,049	1,507	98,50	23,56
1,255	41,36	8,237	1,508	98,76	23,63
1,260	42,14	8,426	1,509	99,01	23,71
1,270	43,70	8,808	1,511	99,52	23,86
1,275	44,48	9,001	1,512	99,77	23,94
1,280	45,27	9,195	1,513	100,00	24,01

Աղյուսակ 3

Ծծմբական թթվի խտությունը և կոնցենտրացիան (20 °C)

Խտություն գ/սմ ³	Զանգվածային բաժին, %	մոլ/լ	Խտություն, գ/սմ ³	Զանգվածային բաժին, %	մոլ/լ
1,000	0,2609	0,02660	1,225	30,79	3,846
1,005	0,9855	0,1010	1,230	31,40	3,938
1,010	1,731	0,1783	1,235	32,01	4,031
1,015	2,485	0,2595	1,240	32,61	4,123
1,020	3,242	0,3372	1,245	33,22	4,216
1,025	4,000	0,4180	1,250	33,82	4,310
1,030	4,746	0,4983	1,255	34,42	4,404
1,035	5,493	0,5796	1,260	35,01	4,498
1,040	6,237	0,6613	1,265	35,60	4,592
1,045	6,956	0,7411	1,270	36,19	4,686
1,050	7,704	0,8250	1,275	36,78	4,781
1,055	8,415	0,9054	1,280	37,36	4,876
1,060	9,129	0,9865	1,285	37,95	4,972
1,065	9,843	1,066	1,290	38,53	5,068
1,070	10,56	1,152	1,295	39,19	5,163
1,075	11,26	1,235	1,300	39,68	5,259
1,080	11,96	1,317	1,305	40,25	5,356
1,085	12,66	1,401	1,310	40,82	5,452
1,090	13,36	1,484	1,315	41,39	5,559
1,095	14,04	1,567	1,320	41,95	5,646
1,100	14,73	1,652	1,325	42,51	5,743
1,105	15,41	1,735	1,330	43,07	5,840
1,110	16,08	1,820	1,335	43,62	5,938
1,115	16,76	1,905	1,340	44,17	6,035
1,120	17,43	1,990	1,345	44,72	6,132
1,125	18,09	2,075	1,350	45,26	6,229
1,130	18,76	2,161	1,355	45,80	6,327
1,135	19,42	2,247	1,360	46,33	6,424
1,140	20,08	2,334	1,365	46,86	6,522
1,145	20,73	2,420	1,370	47,39	6,620
1,150	21,38	2,507	1,375	47,92	6,718
1,155	22,03	2,594	1,380	48,45	6,817
1,160	22,67	2,681	1,385	48,97	6,915
1,165	23,31	2,768	1,390	49,48	7,012
1,170	23,95	2,857	1,395	49,99	7,110
1,175	24,58	2,945	1,400	50,50	7,208
1,180	25,21	3,033	1,405	51,01	7,307
1,185	25,84	3,122	1,410	51,52	7,406
1,190	26,47	3,211	1,415	52,02	7,505
1,195	27,10	3,302	1,420	52,51	7,603
1,200	27,72	3,391	1,425	53,01	7,702
1,205	28,33	3,481	1,430	53,50	7,801
1,210	28,95	3,572	1,435	54,00	7,901
1,215	29,57	3,663	1,440	54,49	8,000
1,220	30,18	3,754	1,445	54,97	8,099

1,450	55,45	8,198	1,675	75,49	12,89
1,455	55,93	8,297	1,680	75,92	13,00
1,460	56,41	8,397	1,685	76,34	13,12
1,465	56,89	8,497	1,690	76,77	13,23
1,470	57,36	8,598	1,695	77,20	13,34
1,475	57,84	8,699	1,700	77,63	13,46
1,480	58,31	8,799	1,705	78,06	13,57
1,485	58,78	8,899	1,710	78,49	13,69
1,490	59,24	9,000	1,715	78,93	13,80
1,495	59,70	9,100	1,720	79,37	13,92
1,400	60,17	9,202	1,725	79,81	14,04
1,505	60,62	9,303	1,730	80,25	14,16
1,510	61,08	9,404	1,735	80,70	14,28
1,515	61,54	9,506	1,740	81,16	14,40
1,520	62,00	9,608	1,745	81,62	14,52
1,525	62,45	9,711	1,750	82,09	14,65
1,530	62,91	9,813	1,755	82,57	14,78
1,535	63,36	9,916	1,760	83,06	14,90
1,540	63,81	10,02	1,765	83,57	15,04
1,545	64,26	10,12	1,770	84,08	15,17
1,550	64,71	10,23	1,775	84,61	15,31
1,555	65,15	10,33	1,780	85,16	15,46
1,560	65,59	10,43	1,785	85,74	15,61
1,565	66,03	10,54	1,790	86,35	15,76
1,570	66,47	10,64	1,795	86,99	15,92
1,575	66,91	10,74	1,800	87,69	16,09
1,580	67,35	10,85	1,805	88,43	16,27
1,585	67,79	10,96	1,810	89,23	16,47
1,590	68,23	11,06	1,815	90,12	16,68
1,595	68,66	11,16	1,820	91,11	16,91
1,600	69,09	11,27	1,821	91,33	16,96
1,605	69,53	11,38	1,822	91,56	17,01
1,610	69,96	11,48	1,823	91,78	17,06
1,615	70,39	11,59	1,824	92,00	17,11
1,620	70,82	11,70	1,825	92,25	17,17
1,625	71,25	11,80	1,826	92,51	17,22
1,630	71,67	11,91	1,827	92,77	17,28
1,635	72,09	12,02	1,828	93,03	17,34
1,640	72,52	12,13	1,829	93,33	17,40
1,645	72,95	12,24	1,830	93,64	17,47
1,650	73,37	12,34	1,831	93,94	17,54
1,655	73,80	12,45	1,832	94,32	17,62
1,660	74,22	12,56	1,833	94,72	17,70
1,665	74,64	12,67	1,834	95,12	17,79
1,670	75,07	12,78	1,835	95,72	17,91

Աղյուսակ 4

Աղաթթվի խտությունը և կոնցենտրացիան (20 °C)

Խտություն գ/սմ ³	Զանգվածային բաժին, %	մոլ/լ	Խտություն, գ/սմ ³	Զանգվածային բաժին, %	մոլ/լ
1,000	0,3600	0,09872	1,105	21,36	6,472
1,005	1,360	0,3748	1,110	22,33	6,796
1,010	2,364	0,6547	1,115	23,29	7,122
1,015	3,374	0,9391	1,120	24,25	7,449
1,020	4,388	1,227	1,125	25,22	7,782
1,025	5,408	1,520	1,130	26,20	8,118
1,030	6,433	1,817	1,135	27,18	8,459
1,035	7,464	2,118	1,140	28,18	8,809
1,040	8,490	2,421	1,145	29,17	9,159
1,045	9,510	2,725	1,150	30,14	9,505
1,050	10,52	3,029	1,155	31,14	9,863
1,055	11,52	3,333	1,160	32,14	10,22
1,060	12,51	3,638	1,165	33,16	10,59
1,065	13,50	3,944	1,170	34,18	10,97
1,070	14,49	4,253	1,175	35,20	11,34
1,075	15,48	4,565	1,180	36,23	11,73
1,080	16,47	4,878	1,185	37,27	12,11
1,085	17,45	5,192	1,190	38,32	12,50
1,090	18,43	5,509	1,195	39,37	12,90
1,095	19,41	5,829	1,198	40,00	13,14
1,100	20,39	6,150			

Աղյուսակ 5

Քացախաթթվի խտությունը և կոնցենտրացիան (20 °C)

Խտություն գ/սմ ³	Զանգվածային բաժին, %	մոլ/լ	Խտություն, գ/սմ ³	Զանգվածային բաժին, %	մոլ/լ
1,000	1,20	0,200	1,055	46,9	8,24
1,005	4,64	0,777	1,060	53,4	9,43
1,010	8,14	1,37	1,065	61,4	10,9
1,015	11,7	1,98	1,070	77	13,7
1,020	15,4	2,61	1,070	78	13,9
1,025	19,2	3,27	1,070	79	14,1
1,030	23,1	3,96	1,065	91,2	16,2
1,035	27,2	4,68	1,060	95,4	16,8
1,040	31,6	5,46	1,055	98,0	17,2
1,045	36,2	6,30	1,050	99,9	17,5
1,050	40,2	7,03			

Նատրիումի հիդրօքսիդի լուծույթի խտությունը և կոնցենտրացիան (20 °C)

Խտություն գ/սմ ³	Ջանգվածային բաժին, %	մոլ/լ	Խտություն, գ/սմ ³	Ջանգվածային բաժին, %	մոլ/լ
1,000	0,159	0,00398	1,245	22,36	6,958
1,005	0,602	0,151	1,250	22,82	7,129
1,010	1,04	0,264	1,260	23,73	7,475
1,015	1,49	0,378	1,265	24,19	7,650
1,020	1,94	0,494	1,270	24,64	7,824
1,025	2,39	0,611	1,275	25,10	8,000
1,030	2,84	0,731	1,280	25,56	8,178
1,035	3,29	0,851	1,285	26,02	8,357
1,040	3,74	0,971	1,290	26,48	8,539
1,045	4,20	1,097	1,295	26,94	8,722
1,050	4,65	1,222	1,300	27,41	8,906
1,055	5,11	1,347	1,305	27,87	9,092
1,060	5,56	1,474	1,310	28,33	9,278
1,065	6,02	1,602	1,320	29,26	9,656
1,070	6,47	1,731	1,325	29,73	9,847
1,075	6,93	1,862	1,330	30,20	10,04
1,080	7,38	1,992	1,335	30,67	10,23
1,085	7,83	2,123	1,340	31,14	10,43
1,090	8,28	2,157	1,345	31,62	10,63
1,095	8,74	2,391	1,350	32,10	10,83
1,100	9,19	2,527	1,360	33,06	11,24
1,105	9,64	2,664	1,365	33,54	11,45
1,110	10,10	2,802	1,370	34,03	11,65
1,115	10,55	2,942	1,375	34,52	11,86
1,120	11,01	3,082	1,380	35,01	11,08
1,125	11,46	3,224	1,390	36,00	12,51
1,130	11,92	3,367	1,395	36,49	12,73
1,135	12,37	3,510	1,400	36,99	12,95
1,140	12,83	3,655	1,405	37,49	13,17
1,145	13,28	3,801	1,410	37,99	13,39
1,150	13,73	3,947	1,425	39,49	14,07
1,160	14,64	4,244	1,430	40,00	14,30
1,165	15,09	4,395	1,435	40,51	14,53
1,170	15,54	4,545	1,440	41,03	14,77
1,175	15,99	4,697	1,455	42,59	15,49
1,180	16,44	4,850	1,460	43,12	15,74
1,190	17,34	5,160	1,465	43,64	15,98
1,195	17,80	5,317	1,470	44,17	16,23
1,200	18,25	5,476	1,485	45,75	16,98
1,205	18,71	5,636	1,490	46,27	17,23
1,210	19,16	5,796	1,400	47,33	17,75
1,220	20,07	6,122	1,510	48,38	18,26
1,230	20,98	6,451	1,520	49,44	18,78
1,235	21,44	6,619	1,530	50,50	19,31
1,240	21,90	6,788			

Աղյուսակ 7

Կալիումի հիդրօքսիդի լուծույթի խտությունը և կոնցենտրացիան (20 °C)

Խտություն գ/սմ ³	Ջանգվածային բաժին, %	մոլ/լ	Խտություն, գ/սմ ³	Ջանգվածային բաժին, %	մոլ/լ
1,000	0,197	0,0351	1,270	28,29	6,40
1,005	0,743	0,133	1,275	28,77	6,54
1,010	1,29	0,233	1,280	29,25	6,67
1,015	1,84	0,333	1,285	29,73	6,81
1,020	2,38	0,433	1,290	30,21	6,95
1,025	2,93	0,536	1,295	30,68	7,08
1,030	3,48	0,639	1,300	31,15	7,22
1,035	4,03	0,744	1,305	31,62	7,36
1,040	4,58	0,848	1,310	32,09	7,49
1,045	5,12	0,954	1,315	32,56	7,63
1,050	5,66	1,06	1,320	33,03	7,77
1,055	6,20	1,17	1,325	33,50	7,91
1,060	6,74	1,27	1,330	33,97	8,05
1,065	7,28	1,38	1,335	34,43	8,19
1,070	7,82	1,49	1,340	34,90	8,33
1,075	8,36	1,60	1,345	35,36	8,48
1,080	8,89	1,71	1,350	35,82	8,62
1,085	9,43	1,82	1,355	36,28	8,76
1,090	9,96	1,94	1,360	36,73	8,90
1,095	10,49	2,05	1,365	37,19	9,05
1,100	11,03	2,16	1,370	37,65	9,19
1,105	11,56	2,28	1,375	38,10	9,34
1,110	12,08	2,39	1,380	38,56	9,48
1,115	12,61	2,51	1,385	39,01	9,63
1,120	13,14	2,62	1,390	39,46	9,78
1,125	13,66	2,74	1,395	39,92	9,93
1,130	14,19	2,86	1,400	40,37	10,07
1,135	14,70	2,97	1,405	40,82	10,22
1,140	15,22	3,09	1,410	41,26	10,37
1,150	16,28	3,33	1,420	42,15	10,67
1,160	17,29	3,58	1,430	43,04	10,97
1,165	17,81	3,70	1,435	43,48	11,12
1,170	18,32	3,82	1,440	43,92	11,28
1,180	19,35	4,07	1,450	44,79	11,58
1,190	20,37	4,32	1,460	45,66	11,88
1,200	21,38	4,57	1,470	46,53	12,19
1,205	21,88	4,70	1,475	46,96	12,35
1,210	22,38	4,83	1,480	47,39	12,50
1,215	22,88	4,95	1,485	47,82	12,66
1,220	23,38	5,08	1,490	48,25	12,82
1,225	23,87	5,21	1,495	48,67	12,97
1,230	24,37	5,34	1,400	49,10	13,13

1,235	24,86	5,47	1,505	49,53	13,29
1,240	25,36	5,60	1,510	49,95	13,45
1,245	25,85	5,74	1,520	50,80	13,76
1,250	26,34	5,87	1,530	51,64	14,08
1,260	27,32	6,13	1,535	52,05	14,24

Աղյուսակ 8

Ամոնիակի լուծույթի խտությունը և կոնցենտրացիան (20 °C)

Խտություն գ/սմ ³	Ջանգլածային բաժին, %	մոլ/լ	Խտություն, գ/սմ ³	Ջանգլածային բաժին, %	մոլ/լ
0,998	0,0465	0,0273	0,938	15,47	8,52
0,996	0,512	0,299	0,936	16,06	8,83
0,994	0,977	0,570	0,934	16,65	9,13
0,992	1,43	0,834	0,932	17,24	9,44
0,990	1,89	1,10	0,930	17,85	9,75
0,988	2,35	1,36	0,928	18,45	10,06
0,986	2,82	1,63	0,926	19,06	10,37
0,984	3,30	1,91	0,924	19,67	10,67
0,982	3,78	2,18	0,922	20,27	10,97
0,980	4,27	2,46	0,920	20,88	11,28
0,978	4,76	2,73	0,918	21,50	11,59
0,976	5,25	3,01	0,916	22,12	11,90
0,974	5,75	3,29	0,914	22,75	12,21
0,972	6,25	3,57	0,912	23,39	12,52
0,970	6,75	3,84	0,910	24,03	12,84
0,968	7,26	4,12	0,908	24,68	13,16
0,966	7,77	4,41	0,906	25,33	13,48
0,964	8,29	4,69	0,904	26,00	13,80
0,962	8,82	4,98	0,902	26,67	14,12
0,960	9,34	5,27	0,900	27,33	14,44
0,958	9,87	5,55	0,898	28,00	14,76
0,956	10,40	5,84	0,896	28,67	15,08
0,954	10,95	6,13	0,894	29,33	15,40
0,952	11,49	6,42	0,892	30,00	15,71
0,950	12,03	6,71	0,890	30,68	16,04
0,948	12,58	7,00	0,888	31,37	16,36
0,946	13,14	7,29	0,886	32,09	16,69
0,944	13,71	7,60	0,884	32,84	17,05
0,942	14,29	7,91	0,882	33,59	17,40
0,940	14,88	8,21	0,880	34,35	17,75

Աղյուսակ 9

Որոշ էլեկտրոդիտների լուծելիության արտադրյալը (L_ս) ջրային լուծույթում

Նյութեր	L _ս	Նյութեր	L _ս
AgBr	$5,0 \cdot 10^{-13}$	FeC ₂ O ₄	$2,1 \cdot 10^{-7}$
AgCN	$7,0 \cdot 10^{-15}$	Fe(OH) ₂	$7,9 \cdot 10^{-16}$
AgCO ₃	$8,7 \cdot 10^{-12}$	Fe(OH) ₃	$3,2 \cdot 10^{-38}$
Ag ₂ C ₂ O ₄	$1,1 \cdot 10^{-11}$	FeS	$3,4 \cdot 10^{-17}$
AgCl	$1,8 \cdot 10^{-10}$	Hg ₂ Br ₂	$7,9 \cdot 10^{-23}$
Ag ₂ CrO ₄	$1,2 \cdot 10^{-12}$	Hg ₂ Cl ₂	$1,5 \cdot 10^{-18}$
Ag ₂ Cr ₂ O ₇	$2,0 \cdot 10^{-7}$	HgO	$5,4 \cdot 10^{-29}$
AgI	$2,3 \cdot 10^{-16}$	HgS	$1,6 \cdot 10^{-52}$
Ag ₂ MoO ₄	$2,8 \cdot 10^{-12}$	Hg ₂ SO ₄	$1,4 \cdot 10^{-45}$
Ag ₃ PO ₄	$1,8 \cdot 10^{-18}$	KClO ₄	$6,2 \cdot 10^{-7}$
Ag ₂ S	$7,2 \cdot 10^{-50}$	Li ₂ CO ₃	$1,5 \cdot 10^{-3}$
Ag ₂ SO ₄	$1,2 \cdot 10^{-5}$	LIF	$3,2 \cdot 10^{-9}$
Ag ₂ SeO ₄	$1,2 \cdot 10^{-9}$	Li ₃ PO ₄	$7,9 \cdot 10^{-6}$
Ag ₂ WO ₄	$5,6 \cdot 10^{-12}$	MgCO ₃	$8,6 \cdot 10^{-5}$
Al(OH) ₃	$5,7 \cdot 10^{-32}$	MgC ₂ O ₄	$6,4 \cdot 10^{-9}$
AlPO ₄	$1,7 \cdot 10^{-19}$	MgF ₂	$2,5 \cdot 10^{-13}$
BaCO ₃	$4,9 \cdot 10^{-9}$	MgNH ₄ PO ₄	$6,8 \cdot 10^{-12}$
BaC ₂ O ₄	$1,1 \cdot 10^{-7}$	Mg(OH) ₂	$3,9 \cdot 10^{-26}$
BaCrO ₄	$1,1 \cdot 10^{-10}$	Mg ₃ (PO ₄) ₂	$2,3 \cdot 10^{-13}$
BaF ₂	$1,7 \cdot 10^{-6}$	Mn(OH) ₂	$1,1 \cdot 10^{-13}$
Ba ₃ (PO ₄) ₂	$6,0 \cdot 10^{-39}$	MnS	$1,6 \cdot 10^{-14}$
BaSO ₄	$1,8 \cdot 10^{-10}$	Ni(OH) ₂	$9,3 \cdot 10^{-22}$
Be(OH) ₂	$2,1 \cdot 10^{-30}$	NiS	$5,0 \cdot 10^{-19}$
Bi(Cl)O	$7,0 \cdot 10^{-9}$	PbBr ₂	$7,3 \cdot 10^{-6}$
BiI ₃	$8,1 \cdot 10^{-19}$	PbC ₂ O ₄	$4,8 \cdot 10^{-10}$
Bi ₂ S ₃	$1,0 \cdot 10^{-96}$	PbCl ₂	$1,7 \cdot 10^{-5}$
CaCO ₃	$4,4 \cdot 10^{-9}$	PbCrO ₄	$2,8 \cdot 10^{-13}$
CaC ₂ O ₄	$2,3 \cdot 10^{-9}$	PbI ₂	$2,7 \cdot 10^{-8}$
CaF ₂	$4,0 \cdot 10^{-11}$	Pb ₃ (PO ₄) ₂	$7,9 \cdot 10^{-43}$
CaMg(CO ₃) ₂	$3,6 \cdot 10^{-16}$	PbS	$8,7 \cdot 10^{-29}$
Ca(OH) ₂	$6,3 \cdot 10^{-6}$	PbSO ₄	$1,7 \cdot 10^{-8}$
Ca ₃ (PO ₄) ₂	$1,0 \cdot 10^{-25}$	Sn(OH) ₂	$6,3 \cdot 10^{-27}$
CaSO ₄	$3,7 \cdot 10^{-5}$	Sn(OH) ₄	$1,0 \cdot 10^{-56}$
CaWO ₄	$1,6 \cdot 10^{-9}$	SnS	$1,1 \cdot 10^{-25}$
Cd(CN) ₂	$1,0 \cdot 10^{-8}$	SrCrO ₄	$2,7 \cdot 10^{-5}$
Cd(OH) ₂	$4,3 \cdot 10^{-15}$	SrCO ₃	$1,1 \cdot 10^{-10}$
CdS	$6,5 \cdot 10^{-28}$	SrF ₂	$2,5 \cdot 10^{-9}$
Co(OH) ₂	$1,6 \cdot 10^{-15}$	Sr ₃ (PO ₄) ₂	$1 \cdot 10^{-31}$
Cu ₂ O	$1,2 \cdot 10^{-15}$	SrSO ₄	$2,1 \cdot 10^{-7}$
Cu(OH) ₂	$5,6 \cdot 10^{-20}$	ZnCO ₃	$1,45 \cdot 10^{-11}$
CuS	$1,4 \cdot 10^{-36}$	Zn ₃ (PO ₄) ₂	$9,1 \cdot 10^{-33}$
Cu ₂ S	$2,5 \cdot 10^{-48}$	ZnS	$7,9 \cdot 10^{-24}$

Ստանդարտ օքսիդավերականգնման պոտենցիալները ջրային լուծույթներում 25 °C ջերմաստիճանում՝ նորմալ ջրածնի էլեկտրոդի համեմատ

Տարրը	Էլեկտրոդային գործընթացը	E°, Վ
Ազոտ, N	$2\text{NH}_3 = 3\text{N}_2 + 2\text{H}^+ + 2\text{e}^-$	-3,1
	$2\text{NH}_2\text{OH} + 2\text{OH}^- = \text{N}_2 + 4\text{H}_2\text{O} + 2\text{e}^-$	-3,04
	$(2\text{NH}_2\text{OH}) \text{H}^+ = \text{N}_2 + 2\text{H}_2\text{O} + 4\text{H}^+ + 2\text{e}^-$	-1,87
	$\text{N}_2\text{H}_4 + 4\text{OH}^- = \text{N}_2 + 4\text{H}_2\text{O} + 4\text{e}^-$	-1,16
	$(\text{N}_2\text{H}_4) \text{H}^+ = \text{N}_2 + 5\text{H}^+$	-0,23
	$2\text{NH}_3(\text{գազ}) = \text{N}_2 + 6\text{H}^+ + 6\text{e}^-$	+0,057
	$\text{NH}_3(\text{գազ}) + 2\text{H}_2\text{O} = \text{HNO}_2 + 6\text{H}^+ + 6\text{e}^-$	+0,755
	$\text{NO}_2(\text{գազ}) + \text{H}_2\text{O} = \text{NO}_3^- + 2\text{H}^+ + \text{e}^-$	+0,755
	$\text{NO}_2^- + \text{H}_2\text{O} = \text{NO}_3^- + 2\text{H}^+ + 2\text{e}^-$	+0,835
	$\text{NH}_4^+ + 2\text{H}_2\text{O} = \text{HNO}_2 + 7\text{H}^+ + 6\text{e}^-$	+0,864
	$\text{NO} + 2\text{H}_2\text{O} = \text{HNO}_3 + 3\text{H}^+ + 3\text{e}^-$	+0,957
	$\text{NO} + 2\text{H}_2\text{O} = \text{HNO}_3 + 3\text{H}^+ + 3\text{e}^-$	+1,004
	$\text{NO} + \text{H}_2\text{O} = \text{NO}_2(\text{գազ}) + 2\text{H}^+ + 2\text{e}^-$	+1,049
	$\text{N}_2\text{O} + 5\text{H}_2\text{O} = 2\text{HNO}_3 + 8\text{H}^+ + 8\text{e}^-$	+1,116
	$\text{N}_2 + 6\text{H}_2\text{O} = 2\text{HNO}_3 + 10\text{H}^+ + 10\text{e}^-$	+1,246
	$\text{N}_2\text{O} + 3\text{H}_2\text{O} = 2\text{HNO}_2 + 4\text{H}^+ + 4\text{e}^-$	+1,297
	$\text{N}_2 + 4\text{H}_2\text{O} = 2\text{NO}_2 + 8\text{H}^+ + 8\text{e}^-$	+1,363
	$\text{N}_2 + 4\text{H}_2\text{O} = 2\text{HNO}_2 + 6\text{H}^+ + 6\text{e}^-$	+1,454
Ալյումին, Al	$\text{Al} = \text{Al}^{3+} + 3\text{e}^-$	-1,663
	$\text{Al} + 3\text{H}_2\text{O} = \text{Al}(\text{OH})_3 + 3\text{H}^+ + 3\text{e}^-$	-1,471
	$\text{Al} + 2\text{H}_2\text{O} = \text{AlO}_2^- + 4\text{H}^+ + 3\text{e}^-$	-1,262
Բարիում, Ba	$\text{Ba} = \text{Ba}^{2+} + 2\text{e}^-$	-2,905
Բերիլիում, Be	$\text{Be} = \text{Be}^{2+} + 2\text{e}^-$	-1,847
	$\text{Be} + 2\text{H}_2\text{O} = \text{Be}(\text{OH})_2 + 2\text{H}^+ + 2\text{e}^-$	-1,820
	$\text{Be} + 2\text{H}_2\text{O} = \text{BeO}_2^{2-} + 4\text{H}^+ + 2\text{e}^-$	-0,909
Բոր, B	$\text{B} + 4\text{F}^- = \text{BF}_4^- + 3\text{e}^-$	-1,04
	$\text{B} + 3\text{H}_2\text{O} = \text{H}_3\text{BO}_3 + 3\text{H}^+ + 3\text{e}^-$	-0,869
Բրոմ, Br	$\text{BrO}^- + 4\text{OH}^- = \text{BrO}_3^- + 2\text{H}_2\text{O} + 4\text{e}^-$	+0,54
	$\text{Br}^- + 6\text{OH}^- = \text{BrO}_3^- + 3\text{H}_2\text{O} + 6\text{e}^-$	+0,61
	$\text{Br}^- + 2\text{OH}^- = \text{BrO}^- + \text{H}_2\text{O} + 2\text{e}^-$	+0,76
	$2\text{Br}^- = \text{Br}_{2(\text{h})} + 2\text{e}^-$	+1,065
	$2\text{Br}^- = \text{Br}_{2(\text{լթ})} + 2\text{e}^-$	+1,087
	$\text{Br}^- + 3\text{H}_2\text{O} = \text{BrO}_3^- + 6\text{H}^+ + 6\text{e}^-$	+1,44
	$\text{Br}_2 + 6\text{H}_2\text{O} = 2\text{BrO}_3^- + 12\text{H}^+ + 10\text{e}^-$	+1,52
	$\text{Br}_2 + 2\text{H}_2\text{O} = 2\text{HBrO} + 2\text{H}^+ + 2\text{e}^-$	+1,59
Վանադիում, V	$\text{V} = \text{V}^{2+} + 2\text{e}^-$	-1,175
	$\text{V}^{2+} = \text{V}^{3+} + \text{e}^-$	-0,255
	$2\text{VO}^{2+} + 3\text{H}_2\text{O} = \text{V}_2\text{O}_5 + 6\text{H}^+ + 2\text{e}^-$	+0,958
Բիսմութ, Bi	$\text{Bi} + \text{H}_2\text{O} + \text{Cl}^- = \text{BiOCl} + 2\text{H}^+ + 3\text{e}^-$	+0,16
	$\text{Bi} = \text{Bi}^{3+} + 3\text{e}^-$	+0,215
	$2\text{Bi} + 3\text{H}_2\text{O} = \text{Bi}_2\text{O}_3 + 6\text{H}^+ + 6\text{e}^-$	+0,371
	$\text{Bi}_2\text{O}_3 + \text{H}_2\text{O} = \text{Bi}_2\text{O}_5 + 2\text{H}^+ + 2\text{e}^-$	+1,607

Զրածին, H	$2\text{H}^- = \text{H}_2 + 2\text{e}^-$	-2,251
	$\text{H}^- = \text{H}^+ + 2\text{e}^-$	-1,125
	$\text{H}_2 = 2\text{H}^+ + 2\text{e}^-$	0,000
Վոլֆրամ, W	$\text{W} + 2\text{H}_2\text{O} = \text{WO}_2 + 4\text{H}^+ + 4\text{e}^-$	-0,119
	$2\text{WO}_2 + \text{H}_2\text{O} = \text{W}_2\text{O}_5 + 2\text{H}^+ + 2\text{e}^-$	-0,031
	$\text{W}_2\text{O}_5 + \text{H}_2\text{O} = 2\text{WO}_3 + 2\text{H}^+ + 2\text{e}^-$	-0,029
	$\text{W} + 4\text{H}_2\text{O} = \text{WO}_4^{2-} + 8\text{H}^+ + 6\text{e}^-$	+0,049
Գալիում, Ga	$\text{Ga} = \text{Ga}^{3+} + 3\text{e}^-$	-0,529
	$\text{Ga} + 3\text{H}_2\text{O} = \text{Ga}(\text{OH})_3 + 3\text{H}^+ + 3\text{e}^-$	-0,419
	$\text{Ga} + 3\text{H}_2\text{O} = \text{GaO}_3^{3-} + 6\text{H}^+ + 3\text{e}^-$	+0,319
Գաֆնիում, Hf	$\text{Hf} = \text{Hf}^{4+} + 4\text{e}^-$	-1,700
	$\text{Hf} + 2\text{H}_2\text{O} = \text{HfO}_2 + 4\text{H}^+ + 4\text{e}^-$	-1,505
Գերմանիում, Ge	$\text{Ge}^{2+} + 3\text{H}_2\text{O} = \text{H}_2\text{GeO}_3 + 4\text{H}^+ + 2\text{e}^-$	-0,363
	$\text{Ge} + 2\text{H}_2\text{O} = \text{GeO}_2(\text{am}) + 4\text{H}^+ + 4\text{e}^-$	-0,202
	$\text{Ge} + 3\text{H}_2\text{O} = \text{H}_2\text{GeO}_3 + 4\text{H}^+ + 4\text{e}^-$	-0,182
Երկաթ, Fe	$\text{Fe} = \text{Fe}^{2+} + 2\text{e}^-$	-0,440
	$3\text{Fe} + 4\text{H}_2\text{O} = \text{Fe}_3\text{O}_4 + 8\text{H}^+ + 8\text{e}^-$	-0,085
	$2\text{Fe}(\text{OH})_2 = \text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{H}_2\text{O} + 2\text{H}^+ + 2\text{e}^-$	-0,057
	$\text{Fe} + 2\text{H}_2\text{O} = \text{Fe}(\text{OH})_2 + 2\text{H}^+ + 2\text{e}^-$	-0,047
	$\text{Fe} = \text{Fe}^{3+} + 3\text{e}^-$	-0,037
	$\text{Fe} + 3\text{H}_2\text{O} = \text{Fe}(\text{OH})_3 + 3\text{H}^+ + 3\text{e}^-$	+0,059
	$\text{Fe}(\text{OH})_2 = \text{Fe}(\text{OH})_3 + \text{H}^+ + \text{e}^-$	+0,271
	$\text{Fe}^{2+} = \text{Fe}^{3+} + \text{e}^-$	+0,771
	$\text{Fe}^{3+} + 4\text{H}_2\text{O} = \text{FeO}_4^{2-} + 8\text{H}^+ + 3\text{e}^-$	+1,700
Ոսկի, Au	$\text{Au} + 4\text{Cl}^- = \text{AuCl}_4^- + 3\text{e}^-$	+1,00
	$2\text{Au} + 3\text{H}_2\text{O} = \text{Au}_2\text{O}_3 + 6\text{H}^+ + 6\text{e}^-$	+1,457
	$\text{Au} = \text{Au}^{3+} + 3\text{e}^-$	+1,498
	$\text{Au} + 3\text{H}_2\text{O} = \text{H}_3\text{AuO}_3 + 3\text{H}^+ + 3\text{e}^-$	+1,565
	$\text{Au} = \text{Au}^+ + \text{e}^-$	+1,692
Յոդ, I	$\text{I}^- + 6\text{OH}^- = \text{IO}_3^- + 3\text{H}_2\text{O} + 6\text{e}^-$	+0,26
	$\text{I}^- + 2\text{OH}^- = \text{IO}^- + \text{H}_2\text{O} + 2\text{e}^-$	+0,49
	$2\text{I}^- = \text{I}_{2(\text{aq})} + 2\text{e}^-$	+0,536
	$\text{I}^- + \text{H}_2\text{O} = \text{HIO} + \text{H}^+ + 2\text{e}^-$	+0,99
	$\text{I}^- + 3\text{H}_2\text{O} = \text{IO}_3^- + 6\text{H}^+ + 6\text{e}^-$	+1,085
	$\text{I}_{2(\text{aq})} + 6\text{H}_2\text{O} = 2\text{IO}_3^- + 12\text{H}^+ + 10\text{e}^-$	+1,19
	$\text{I}_2 + 2\text{H}_2\text{O} = 2\text{HIO} + 2\text{H}^+ + 2\text{e}^-$	+1,45
Կադմիում, Cd	$\text{Cd} + 4\text{NH}_3 = [\text{Cd}(\text{NH}_3)_4]^{2+} + 2\text{e}^-$	-0,61
	$\text{Cd} = \text{Cd}^{2+} + 2\text{e}^-$	-0,403
	$\text{Cd} + 2\text{H}_2\text{O} = \text{Cd}(\text{OH})_2 + 2\text{H}^+ + 2\text{e}^-$	+0,005
Կալիում, K	$\text{K} = \text{K}^+ + \text{e}^-$	-2,924
Կալցիում, Ca	$\text{Ca} + 2\text{OH}^- = \text{Ca}(\text{OH})_2 + 2\text{e}^-$	-3,03
	$\text{Ca} = \text{Ca}^{2+} + 2\text{e}^-$	-2,866
Թթվածին, O	$4\text{OH}^- = \text{O}_2 + 2\text{H}^+ + 2\text{e}^-$	+0,401
	$\text{H}_2\text{O}_2 = \text{O}_2 + 2\text{H}^+ + 2\text{e}^-$	+0,682
	$2\text{H}_2\text{O} = \text{O}_2 + 4\text{H}^+ + 4\text{e}^-$	+1,228
	$3\text{H}_2\text{O} = \text{O}_3 + 6\text{H}^+ + 6\text{e}^-$	+1,511

	$2\text{H}_2\text{O} = \text{H}_2\text{O}_2 + 2\text{H}^+ + 2\text{e}^-$	+1,776
	$\text{O}_2 + \text{H}_2\text{O} = \text{O}_3 + 2\text{H}^+ + 2\text{e}^-$	+2,076
Կոբալտ, Co	$\text{Co} + 6\text{NH}_3 = [\text{Co}(\text{NH}_3)_6]^{2+} + 2\text{e}^-$ $\text{Co} = \text{Co}^{2+} + 2\text{e}^-$ $\text{Co} + 2\text{H}_2\text{O} = \text{Co}(\text{OH})_2 + 2\text{H}^+ + 2\text{e}^-$ $\text{Co}^{2+} = \text{Co}^{3+} + \text{e}^-$	-0,42 -0,277 +0,095 +1,808
Սիլիցիում, Si	$\text{Si} + 2\text{H}_2\text{O} = \text{SiO}_2 (\text{կլապ}) + 4\text{H}^+ + 4\text{e}^-$ $\text{Si} + 3\text{H}_2\text{O} = \text{H}_2\text{SiO}_3 (\text{ս}) + 4\text{H}^+ + 4\text{e}^-$ $\text{Si} + 3\text{H}_2\text{O} = \text{H}_2\text{SiO}_3 (\text{զր}) + 4\text{H}^+ + 4\text{e}^-$ $\text{Si} + 3\text{H}_2\text{O} = \text{SiO}_3^{2-} + 6\text{H}^+ + 4\text{e}^-$ $\text{SiH}_4 = \text{Si} + 4\text{H}^+ + 4\text{e}^-$	-0,857 -0,807 -0,789 -0,455 +0,102
Լիթիում, Li	$\text{Li} = \text{Li} + \text{e}^-$	-3,045
Մագնեզիում, Mg	$\text{Mg} = \text{Mg}^{2+} + 2\text{e}^-$ $\text{Mg} + 2\text{H}_2\text{O} = \text{Mg}(\text{OH})_2 + 2\text{H}^+ + 2\text{e}^-$	-2,363 -1,862
Մանգան, Mn	$\text{Mn} = \text{Mn}^{2+} + 2\text{e}^-$ $\text{MnO}_4^{2-} = \text{MnO}_4^- + \text{e}^-$ $\text{MnO}_2 + 4\text{OH}^- = \text{MnO}_4^- + 2\text{H}_2\text{O} + 3\text{e}^-$ $\text{Mn}^{2+} + 2\text{H}_2\text{O} = \text{MnO}_2 + 4\text{H}^+ + 2\text{e}^-$ $\text{Mn}^{2+} + 4\text{H}_2\text{O} = \text{MnO}_4^- + 8\text{H}^+ + 5\text{e}^-$ $\text{Mn}^{2+} = \text{Mn}^{3+} + \text{e}^-$ $\text{MnO}_2 + 2\text{H}_2\text{O} = \text{MnO}_4^- + 4\text{H}^+ + 3\text{e}^-$ $\text{MnO}_2 + 2\text{H}_2\text{O} = \text{MnO}_4^{2-} + 4\text{H}^+ + 2\text{e}^-$	-1,179 +0,564 +0,6 +1,228 +1,51 +1,509 +1,692 +2,257
Պղինձ, Cu	$\text{Cu} + \text{S}^{2-} = \text{CuS} + 2\text{e}^-$ $\text{Cu} + 2\text{NH}_3 = [\text{Cu}(\text{NH}_3)_2]^+ + \text{e}^-$ $\text{Cu} + 4\text{NH}_3 = [\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]^{2+} + 2\text{e}^-$ $\text{Cu} + \text{Cl}^- = \text{CuCl} + \text{e}^-$ $\text{Cu}^+ = \text{Cu}^{2+} + \text{e}^-$ $\text{Cu} = \text{Cu}^{2+} + 2\text{e}^-$ $\text{Cu} = \text{Cu}^+ + \text{e}^-$ $\text{CuCl} = \text{Cu}^{2+} + \text{Cl}^- + \text{e}^-$ $\text{Cu} + 2\text{H}_2\text{O} = \text{Cu}(\text{OH})_2 + 2\text{H}^+ + 2\text{e}^-$	-0,79 -0,12 -0,05 +0,137 +0,153 +0,337 +0,520 +0,538 +0,609
Մոլիբդեն, Mo	$\text{Mo} + 4\text{H}_2\text{O} = \text{MoO}_4^{2-} + 8\text{H}^+ + 6\text{e}^-$ $\text{MoO}_2 + \text{H}_2\text{O} = \text{MO}_3 + 2\text{H}^+ + 2\text{e}^-$	+0,154 +0,320
Արսեն, As	$2\text{As} + 3\text{H}_2\text{O} = \text{As}_2\text{O}_3 + 6\text{H}^+ + 6\text{e}^-$ $\text{As} + 4\text{H}_2\text{O} = \text{AsO}_4^{3-} + 8\text{H}^+ + 5\text{e}^-$	+0,234 +0,648
Նատրիում, Na	$\text{Na} = \text{Na} + \text{e}^-$	-2,714
Նիկել, Ni	$\text{Ni} + 6\text{NH}_3 (\text{զր}) = [\text{Ni}(\text{NH}_3)_6]^{2+} + 2\text{e}^-$ $\text{Ni} = \text{Ni}^{2+} + 2\text{e}^-$ $\text{Ni} + 2\text{H}_2\text{O} = \text{Ni}(\text{OH})_2 + 2\text{H}^+ + 2\text{e}^-$	-0,49 -0,250 +0,110
Անագ, Sn	$\text{SnH}_4 = \text{Sn} + 4\text{H}^+ + 4\text{e}^-$ $\text{Sn} = \text{Sn}^{2+} + 2\text{e}^-$ $\text{Sn} + 2\text{H}_2\text{O} = \text{Sn}(\text{OH})_2 + 2\text{H}^+ + 2\text{e}^-$ $\text{Sn} + 4\text{H}_2\text{O} = \text{Sn}(\text{OH})_4 + 4\text{H}^+ + 4\text{e}^-$ $\text{Sn}^{2+} = \text{Sn}^{4+} + 2\text{e}^-$	-1,074 -0,136 -0,091 -0,008 +0,151
Պլատին, Pt	$\text{Pt} + 2\text{OH}^- = \text{Pt}(\text{OH})_2 + 2\text{e}^-$ $\text{Pt} + 4\text{Cl}^- = [\text{PtCl}_4]^{2-} + 2\text{e}^-$	+0,15 +0,73

	$\text{Pt} + 2\text{H}_2\text{O} = \text{Pt}(\text{OH})_2 + 2\text{H}^+ + 2\text{e}^-$	+0,980
	$\text{Pt} = \text{Pt}^{2+} + 2\text{e}^-$	+1,188
Մտղիկ, Hg	$\text{Hg} + 4\text{I}^- = [\text{HgI}_4]^{2-} + 4\text{e}^-$	-0,04
	$2\text{Hg} + 2\text{Cl}^- = \text{Hg}_2\text{Cl}_2 + 2\text{e}^-$	+0,2676
Մտղիկ, Hg	$2\text{Hg} = \text{Hg}_2^{2+} + 2\text{e}^-$	+0,789
	$\text{Hg} = \text{Hg}^{2+} + 2\text{e}^-$	+0,850
	$\text{Hg}_2^{2+} = 2\text{Hg}^{2+} + 2\text{e}^-$	+0,920
Ռուբիդիում, Rb	$\text{Rb} = \text{Rb}^+ + \text{e}^-$	- 2,925
Կապար, Pb	$\text{Pb} + 2\text{Cl}^- = \text{PbCl}_2 + 2\text{e}^-$	- 0,268
	$\text{Pb} = \text{Pb}^{2+} + 2\text{e}^-$	- 0, 126
	$\text{Pb} + 2\text{H}_2\text{O} = \text{Pb}(\text{OH})_2 + 2\text{H}^+ + 2\text{e}^-$	+0,277
	$3\text{PbO}_{(\text{ղ})} + \text{H}_2\text{O} = \text{Pb}_3\text{O}_4 + 2\text{H}^+ + 2\text{e}^-$	+0,972
	$\text{Pb}_3\text{O}_4 + 2\text{H}_2\text{O} = 3\text{PbO}_2 + 4\text{H}^+ + 2\text{e}^-$	+1,127
	$\text{Pb}^{2+} + 2\text{H}_2\text{O} = \text{PbO}_2 + 4\text{H}^+ + 2\text{e}^-$	+1,449
	$\text{PbSO}_4 + 2\text{H}_2\text{O} = \text{PbO}_2 + \text{SO}_4^{2-} + 4\text{H}^+ + 2\text{e}^-$	+ 1,685
	$\text{Pb}^{2+} = \text{Pb}^{4+} + 2\text{e}^-$	+1,694
	$\text{PbO}_{(\text{ղ})} + 2\text{H}_2\text{O} = \text{PbO}_3^{2-} + 4\text{H}^+ + 2\text{e}^-$	+2,001
	$\text{Pb}_3\text{O}_4 + 5\text{H}_2\text{O} = 3\text{PbO}_3^{2-} + 10\text{H}^+ + 4\text{e}^-$	+2,515
Օծումբ, S	$\text{SO}_3^{2-} + 2\text{OH}^- = \text{SO}_4^{2-} + \text{H}_2\text{O} + 2\text{e}^-$	- 0,03
	$2\text{S}^{2-} = \text{S}_2^{2-} + 2\text{e}^-$	- 0,524
	$\text{S}^{2-} = \text{S} + 2\text{e}^-$	- 0,48
	$\text{S}_2^{2-} = 2\text{S} + 2\text{e}^-$	- 0,476
	$2\text{S}_2^{2-} + 3\text{H}_2\text{O} = \text{S}_2\text{O}_3^{2-} + 6\text{H}^+ + 8\text{e}^-$	- 0,006
	$2\text{SO}_3^{2-} = \text{S}_2\text{O}_3^{2-} + 2\text{e}^-$	- 0,026
	$\text{S}^{2-} + 4\text{H}_2\text{O} = \text{SO}_4^{2-} + 8\text{H}^+ + 8\text{e}^-$	+0,149
	$\text{H}_2\text{S}_{(\text{գաղ})} = \text{S} + 2\text{H}^+ + 2\text{e}^-$	+0,171
	$\text{SO}_3^{2-} + \text{H}_2\text{O} = \text{SO}_4^{2-} + 2\text{H}^+ + 2\text{e}^-$	+0,20
	$\text{S}^{2-} + 3\text{H}_2\text{O} = \text{SO}_3^{2-} + 6\text{H}^+ + 6\text{e}^-$	+0,231
	$\text{H}_2\text{S} + 4\text{H}_2\text{O} = \text{SO}_4^{2-} + 10\text{H}^+ + 8\text{e}^-$	+0,303
	$\text{H}_2\text{S}_{(\text{գաղ})} + 4\text{H}_2\text{O} = \text{SO}_4^{2-} + 10\text{H}^+ + 8\text{e}^-$	+0,311
	$\text{S} + 4\text{H}_2\text{O} = \text{SO}_4^{2-} + 8\text{H}^+ + 6\text{e}^-$	+0,357
	$\text{S} + 3\text{H}_2\text{O} = \text{H}_2\text{SO}_3 + 4\text{H}^+ + 4\text{e}^-$	+0,449
	$2\text{SO}_4^{2-} = \text{S}_2\text{O}_8^{2-} + 8\text{H}^+ + 2\text{e}^-$	+2,010
Մեկեն, Se	$\text{Se}^{2-} = \text{Se} + 2\text{e}^-$	- 0,92
	$\text{H}_2\text{Se} = \text{Se} + 2\text{H}^+ + 2\text{e}^-$	- 0,40
	$\text{Se} + 6\text{OH}^- = \text{SeO}_3^{2-} + 3\text{H}_2\text{O} + 4\text{e}^-$	- 0,366
	$\text{SeO}_3^{2-} + 2\text{OH}^- = \text{SeO}_4^{2-} + \text{H}_2\text{O} + 2\text{e}^-$	+ 0,05
	$\text{Se} + 3\text{H}_2\text{O} = \text{H}_2\text{SeO}_3 + 4\text{H}^+ + 4\text{e}^-$	+ 0,741
	$\text{H}_2\text{SeO}_3 + \text{H}_2\text{O} = \text{SeO}_4^{2-} + 4\text{H}^+ + 2\text{e}^-$	+ 1,15
Արծաթ, Ag	$\text{Ag} + 2\text{S}_2\text{O}_3^{2-} = [\text{Ag}(\text{S}_2\text{O}_3)_2]^{3-} + \text{e}^-$	+0,01
	$\text{Ag} + \text{Cl}^- = \text{AgCl} + \text{e}^-$	+0,222
	$\text{Ag} + 2\text{NH}_3_{(\text{ղ})} = [\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]^+ + \text{e}^-$	+0,373
	$2\text{Ag} + \text{CrO}_4^{2-} = \text{Ag}_2\text{CrO}_4 + 2\text{e}^-$	+0,446
	$\text{Ag} = \text{Ag}^+ + \text{e}^-$	+0,799
Սկանդիում, Sc	$\text{Sc} = \text{Sc}^{3+} + 3\text{e}^-$	- 0,077
	$\text{Sc} + 3\text{H}_2\text{O} = \text{Sc}(\text{OH})_3 + 3\text{H}^+ + 3\text{e}^-$	-1,784
Ստրոնցիում, Sr	$\text{Sr} = \text{Sr}^{2+} + 2\text{e}^-$	-2,888

Ստիբիում, Sb	$\text{SbS}_2^- + 2\text{S}^{2-} = \text{SbS}_4^{3-} + 2\text{e}^-$ $2\text{Sb} + 3\text{H}_2\text{O} = \text{Sb}_2\text{O}_3 + 6\text{H}^+ + 6\text{e}^-$ $\text{Sb}_2\text{O}_3 + 2\text{H}_2\text{O} = \text{Sb}_2\text{O}_5 + 4\text{H}^+ + 4\text{e}^-$	-0,6 +0,152 +0,671
Տանտալ, Ta	$2\text{Ta} + 5\text{H}_2\text{O} = \text{Ta}_2\text{O}_5 + 10\text{H}^+ + 10\text{e}^-$	-0,750
Տելուր, Te	$\text{Te}^{2-} = \text{Te} + 2\text{e}^-$ $\text{Te}^{2-} = 2\text{Te} + 2\text{e}^-$ $\text{H}_2\text{Te}_{(\text{գազ})} = \text{Te} + 2\text{H}^+ + 2\text{e}^-$ $\text{Te} + 6\text{OH}^- = \text{TeO}_3^{2-} + 3\text{H}_2\text{O} + 4\text{e}^-$ $\text{Te} + 2\text{H}_2\text{O} = \text{TeO}_{2(\text{պ})} + 4\text{H}^+ + 4\text{e}^-$ $\text{Te} = \text{Te}^{4+} + 4\text{e}^-$ $\text{TeO}_2 + 4\text{H}_2\text{O} = \text{H}_6\text{TeO}_{6(\text{պ})} + 2\text{H}^+ + 2\text{e}^-$	-1,14 -0,84 -0,72 -0,57 +0,529 +0,568 +1,02
Տիտան, Ti	$\text{Ti}^{3+} + 2\text{H}_2\text{O} = \text{TiO}_{2(\text{ռալի})} + 4\text{H}^+ + \text{e}^-$ $\text{Ti}^{2+} = \text{Ti}^{3+} + \text{e}^-$	- 0,666 -0,368
Ածխածին, C	$\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 + 2\text{H}_2\text{O} = 2\text{H}_2\text{CO}_3 + 2\text{H}^+ + 2\text{e}^-$ $\text{C}_{(\text{գրաֆիտ})} + 2\text{H}_2\text{O} = \text{CO}_{2(\text{գ})} + 4\text{H}^+ + 4\text{e}^-$ $\text{C}_{(\text{գրաֆիտ})} + \text{H}_2\text{O} = \text{CO} + 2\text{H}^+ + 2\text{e}^-$	-0,386 +0,207 +0,518
Ֆոսֆոր, P	$\text{P}_{(\text{սպիտակ})} + 4\text{H}_2\text{O} = \text{H}_3\text{PO}_4 + 5\text{H}^+ + 5\text{e}^-$ $\text{P}_{(\text{կարմիր})} + 4\text{H}_2\text{O} = \text{H}_3\text{PO}_4 + 5\text{H}^+ + 5\text{e}^-$ $\text{H}_3\text{PO}_3 + 4\text{H}_2\text{O} = \text{H}_3\text{PO}_4 + 2\text{H}^+ + 2\text{e}^-$	-0,411 -0,383 -0,276
Ֆտոր, F	$2\text{F}^- + \text{H}_2\text{O} = \text{F}_2\text{O} + 2\text{H}^+ + 4\text{e}^-$ $2\text{F}^- = \text{F}_2 + 2\text{e}^-$ $\text{HF}_{(\text{գ})} = \text{F}_2 + 2\text{H}^+ + 2\text{e}^-$	+2,1 +2,87 +3,06
Քլոր, Cl	$\text{Cl}^- + 6\text{OH}^- = \text{ClO}_3^- + 3\text{H}_2\text{O} + 6\text{e}^-$ $2\text{HCl}_{(\text{գ})} = \text{Cl}_{2(\text{գ})} + 2\text{H}^+ + 2\text{e}^-$ $\text{ClO}_3^- + \text{H}_2\text{O} = \text{ClO}_4^- + 2\text{H}^+ + 2\text{e}^-$ $2\text{Cl}^- = \text{Cl}_{2(\text{գ})} + 2\text{e}^-$ $\text{Cl}_{2(\text{գ})} + 8\text{H}_2\text{O} = 2\text{ClO}_4^- + 16\text{H}^+ + 14\text{e}^-$ $2\text{Cl}^- = \text{Cl}_{2(\text{գ})} + 2\text{e}^-$ $\text{Cl}^- + 3\text{H}_2\text{O} = \text{ClO}_3^- + 6\text{H}^+ + 6\text{e}^-$ $\text{Cl}_{2(\text{գ})} + 6\text{H}_2\text{O} = 2\text{ClO}_3^- + 12\text{H}^+ + 10\text{e}^-$ $\text{Cl}_{2(\text{գ})} + 6\text{H}_2\text{O} = 2\text{ClO}_3^- + 12\text{H}^+ + 10\text{e}^-$ $\text{Cl}^- + \text{H}_2\text{O} = \text{HClO} + \text{H}^+ + 2\text{e}^-$ $\text{Cl}_{2(\text{գ})} + 2\text{H}_2\text{O} = 2\text{HCl} + 2\text{H}^+ + 2\text{e}^-$ $\text{Cl}_{2(\text{գ})} + 2\text{H}_2\text{O} = 2\text{HClO} + 2\text{H}^+ + 2\text{e}^-$ $\text{Cl}_{2(\text{գ})} + \text{H}_2\text{O} = \text{Cl}_2\text{O}_{(\text{գ})} + 2\text{H}^+ + 2\text{e}^-$	+ 0,63 +0,987 +1,189 +1,359 +1,385 +1,395 +1,451 +1,463 +1,470 +1,494 +1,594 +1,630 +1,679
Քրոմ, Cr	$\text{Cr} = \text{Cr}^{2+} + 2\text{e}^-$ $\text{Cr} = \text{Cr}^{3+} + 3\text{e}^-$ $\text{Cr} + 3\text{H}_2\text{O} = \text{Cr}(\text{OH})_3 + 3\text{H}^+ + 3\text{e}^-$ $\text{Cr}^{2+} = \text{Cr}^{3+} + \text{e}^-$ $2\text{Cr} + 7\text{H}_2\text{O} = \text{Cr}_2\text{O}_7^{2-} + 14\text{H}^+ + 12\text{e}^-$ $\text{Cr} + 4\text{H}_2\text{O} = \text{H}_2\text{CrO}_4 + 6\text{H}^+ + 6\text{e}^-$ $2\text{Cr}^{3+} + 7\text{H}_2\text{O} = \text{Cr}_2\text{O}_7^{2-} + 14\text{H}^+ + 6\text{e}^-$ $\text{Cr}^{3+} + 4\text{H}_2\text{O} = \text{H}_2\text{CrO}_4 + 6\text{H}^+ + 3\text{e}^-$	- 0,913 - 0,744 - 0,654 - 0, 407 + 0,294 + 0,295 + 1,333 + 1,335
Ցեզիում, Cs	$\text{Cs} = \text{Cs}^+ + \text{e}^-$	- 2,923
Ցինկ, Zn	$\text{Zn} + 4\text{CN}^- = [\text{Zn}(\text{CN})_4]^{2-} + 2\text{e}^-$ $\text{Zn} + 4\text{NH}_3_{(\text{գ})} = [\text{Zn}(\text{NH}_3)_4]^{2+} + 2\text{e}^-$ $\text{Zn} = 2\text{n}^{2+} + 2\text{e}^-$	- 1,26 -1,04 -0,763

Հավելված 3

Լուծույթների պատրաստումը

Աղի անվանումը	Լուծույթի պատրաստում	Նորմալությունը
Ալյումինիումի քլորիդ	40 գ $\text{AlCl}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ թրջել 20 մլ 6 Ն-ա-նոց աղաթթվով և թորած ջրով նստացնել մինչև 1 լ:	0,5
Ամոնիումի նիտրատ	40 գ NH_4NO_3 լուծել 1 լ ջրում:	0,5
Ամոնիումի օկսալատ	35 գ $(\text{NH}_4)_2\text{C}_2\text{O}_4$ լուծել 1 լ ջրում:	0,5
ամոնիումի ռոդանիդի	40 գ NH_4CNS լուծել 1 լ ջրում:	0,5
Ամոնիումի սուլֆատ	33 գ $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ լուծել 1 լ ջրում:	0,5
Ամոնիումի սուլֆիդ	200 մլ ամոնիակի խիտ լուծույթը հազեցնել ծծմբաջրածնով այն-քան, մինչև գազի կլանումը դա-դարի: Այնուհետև ավելացնել ևս 200 մլ ամոնիակի խիտ լուծույթ և թորած ջրով հասցնել մինչև 1 լ:	0,2
Ամոնիումի քլորիդ	27 գ NH_4Cl լուծել 1 լ ջրում:	0,5
Բարիումի քլորիդ	61 գ $\text{BaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ լուծել 1 լ ջրում:	0,5
Երկաթի (III) քլորիդ (բյուրեղահիդրատ)	45 գ $\text{FeCl}_3 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ -ը լուծել 50 մլ 2 Ն-անոց աղաթթվում և թորած ջրով հասցնել 1 լ-ի:	0,5
Կալիումի բիքրոմատ	75 գ $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ լուծել 1 լ ջրում:	0,5
Կալիումի յոդիդ	80 գ KI լուծել 1 լ ջրում:	0,5
Կալիումի կարբոնատ	45 գ K_2CO_3 լուծել 1 լ ջրում	0,5
Կալիումի նիտրիտ	45 գ KNO_2 լուծել 1 լ ջրում:	0,5
Կալիումի պերմանգա-նատ	3 գ KMnO_4 լուծել 1 լ ջրում:	0,1
Կալիումի ռոդանիդ	50 գ KSCN լուծել 1 լ ջրում:	0,5
Կալիումի սուլֆատ	80 գ K_2SO_4 լուծել 1 լ ջրում:	0,5
Կալիումի(III) հեքսացի-անոֆերատ	55 գ $\text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ լուծել 1 լ ջրում:	0,5
Կալիում (II) հեքսացիա-նոֆերատ	52 G $\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ լուծել 1 լ ջրում:	0,5
Կալիումի քլորիդ	40 գ KCl լուծել 1 լ ջրում:	0,5
Կալիումի քրոմատ	97 գ $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_4$ լուծել 1 լ ջրում:	0,5
Կալցիումի սուլֆատ (հազեցած ջրային լու-ծույթ – գիպսաջուր)	2,5 գ $\text{CaSO}_4 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ լուծել 1 լ ջրում:	

Կալցիումի քլորիդ	55 գ $\text{CaCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ լուծել 1 լ ջրում:	0,5
Կոբալտի նիտրատ	75 գ $\text{Co}(\text{NO}_3)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ լուծել 1 լ ջրում:	0,5
Կոբալտի քլորիդ	60 գ $\text{CoCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ լուծել 1 լ ջրում:	0,5
Մագնեզիումի սուլֆատ	125 գ $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ լուծել 1 լ ջրում:	0,5
Մագնեզիումի քլորիդ	51 գ $\text{MgCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ լուծել 1 լ ջրում:	0,5
Մանգանի սուլֆատ	60 գ $\text{MnSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ լուծել 1 լ ջրում:	0,5
Պղնձի սուլֆատ	65 գ $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ լուծել 1 լ ջրում:	0,5
Ցինկի սուլֆատ	72 գ $\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ լուծել 1 լ ջրում:	0,5
Նատրիումի ացետատ	68 գ $\text{NaC}_2\text{H}_3\text{O}_2 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ լուծել 1 լ ջրում:	0,5
Նատրիումի հիդրոֆոսֆատ	60 գ $\text{Na}_2\text{HPO}_4 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$ լուծել 1 լ ջրում:	0,5
Նատրիումի կարբոնատ	26 գ Na_2CO_3 -ի անջուր աղը լուծել 1 լ ջրում:	0,5
Նատրիումի նիտրատ	35 գ NaNO_3 լուծել 1 լ ջրում:	0,5
Նատրիումի ֆտորիդ	20 գ Na_2F_2 լուծել 1 լ ջրում:	0,5
Սնդիկի (I) նիտրատ	28 գ $\text{Hg}_2(\text{NO}_3)_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ լուծել 100 մլ 2 Ն-անոց ազոտական թթվում, ջրով նոսրացնել մինչև 1 լ, ապա ավելացնել 1-2 կաթիլ սնդիկ:	0,1
Սնդիկի (II) նիտրատ	33 գ $\text{Hg}(\text{NO}_3)_2 \cdot 0,5\text{H}_2\text{O}$ լուծել 1 լ ջրում:	0,1
Կապարի նիտրատ	83 գ $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ լուծել 1 լ ջրում:	0,5
Մորի աղ	100 մլ $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4 \cdot \text{FeSO}_4 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ լուծել 500 մլ ջրի մեջ, որին ավելացված է 50 մլ խիտ ծծմբական թթու, որից հետո ջրով հասցնել 1 լ-ի:	0,5
Արծաթե նիտրատ	17 գ AgNO_3 լուծել 1 լ ջրում (պահել մուգ ապակե շշի մեջ):	0,1
Զրածնի պերօքսիդ	3 % լուծույթի համար H_2O_2 -ի 30 % լուծույթը նոսրացնել ջրով 10 անգամ:	
Դիֆենիլամին	1 գ $(\text{C}_6\text{H}_5)_2\text{NH}$ 100 մլ H_2SO_4 -ում ($d=1,83$ գ/սմ ³)	
Քլորաջուր	Մառը պայմաններում քլորով հագեցած ջրային լուծույթ:	

Յոդաջուր	5 գ I ₂ և 15 գ KI լուծել քիչ քանակի ջրում: Յոդի լուծվելուց հետո ջրով հասցնել 1 լ-ի:	
Կրաջուր	1,3 գ CaO հազեցնել 1 լ ջրով:	0,05
Օսլայի շոհ	2,5 գ լուծելի օսլան խոնավացնել 5-10 մլ ջրով: Ապա ստացված խյուսի վրա լցնել 1 լ եռացրած ջուր և եռացնել 1-2 րոպե: Սառչելուց հետո ավելացնել 5 կաթիլ տոլուոլ:	
Մագնեզիումային խառնուրդ	55 գ MgCl ₂ · 6H ₂ O և 140 գ NH ₄ Cl լուծել ջրում, ապա ավելացնել 120 մլ 25 %-անոց ամոնիակի լուծույթ և ջրով հասցնել 1 լ-ի:	
Մոլիբդենային հեղուկ	42 գ (NH ₄) ₂ MoO ₄ լուծել 70 մլ 25 %-անոց ամոնիակի լուծույթի և 140 մլ ջրի խառնուրդում: Ապա ստացված լուծույթը զգույշ լցնել 250 մլ ամոնիակի (d=1,4 գ/սմ ³) և 500 մլ ջրի խառնուրդում և ջրով հասցնել 1 լ:	

РЕЗЮМЕ

ЛАБОРАТОРНЫЕ РАБОТЫ ПО НЕОРГАНИЧЕСКОЙ ХИМИИ

В двух томах

Том 1

ХИМИЯ НЕПЕРЕХОДНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ

Р. Х. АДАМЯН, Л. Г. ТАДЕВОСЯН, А. И. МАРТИРЯН.

Впервые на армянском языке представлен учебник «Лабораторные работы по неорганической химии», соответствующий программе дисциплины «Неорганическая химия», преподаваемой на химическом факультете ЕГУ. Он охватывает s- и p-химию элементов и их соединений. В учебнике представлены многочисленные эксперименты по неорганической химии, описаны условия их проведения, даны формулы используемых веществ, уравнения реакций и объяснены происходящие явления. Для облегчения работы экспериментаторов приведены рисунки оборудования для проведения экспериментов.

Учебник предназначен для студентов химических, фармакологических, биологических и геологических факультетов, преподавателей и специалистов, занимающихся химией.

SUMMARY

INORGANIC CHEMISTRY LABORATORY PRACTICE

In Two Volumes

Volume 1

CHEMISTRY OF NON-TRANSITION ELEMENTS

R. Kh. ADAMYAN, L. G. TADEVOSYAN, A. I. MARTIRYAN

For the first time in Armenian, the textbook "Laboratory Work in Inorganic Chemistry" is presented, which corresponds to the curriculum of the subject "Inorganic Chemistry" taught at the Faculty of Chemistry of YSU. It includes the chemistry of s- and p- elements and their compounds. Numerous experiments related to inorganic chemistry are presented here, the conditions for their implementation are described, the formulas of the corresponding substances are given, the equations of the used reactions are given, and the phenomena occurring are explained. Drawings of the appropriate equipment for the experiments are presented, which will facilitate the work of the experimenter.

The textbook is intended for students of the faculties of Chemistry, Pharmacology, Biology and Geology, lecturers and those involved in chemistry.

Գրականության ցանկ

1. Руководство по неорганическому синтезу: учеб. пособие для вузов / Б. Е. Зайцев, Н. А. Киприянов, Н. Г. Ключников [и др.]. – Москва : Химия, 1997. – 320 с.
2. Общая и неорганическая химия / Ахметов Н. С., Москва, “Высшая школа”, 2003.
3. Неорганическая химия: В 3 т. / Ю. Д. Третьяков, Т 2: Химия непереходных элементов: Учебник для студ. Высш. Учеб. Заведений / А. А. Дроздов, В. П. Зломанов, Г. Х. Мазо, Ф. М. Слиридонов, М., «Академия», 2004. – 368 с.
4. Практикум по неорганической химии: Учеб. пособие для студ. высш. учеб. заведений / В.А.Алешин, К.М.Дунаева, А.И.Жирош и др.; Под ред. Ю.Д. Третьякова – М.: Изд. центр «Академия», 2004. – 384 с.
5. Киселев, Ю. М. Химия координационных соединений: учеб. пособие для студ. высш. проф. учеб. заведений / Ю. М. Киселев, Н. А. Добрынина. – Москва : Издательский центр «Академия», 2007. – 352 с.
6. Лидин, Р. А. Неорганическая химия в реакциях / Р. А. Лидин, В. А. Молочко, Л. Л. Андреева. – Москва : Дрофа, 2007. – 637 с.
7. Неорганическая химия : в 3 т. Т. 3. Кн. 2 Химия переходных элементов : учебник для студентов вузов / А. А. Дроздов, В. П. Зломанов, Г. Н. Мазо [и др.]; под ред. Ю. Д. Третьякова. – М. : Академия, 2007. – 352 с.
8. Քիմիայի լաբորատոր աշխատանքներ/ Ռ. Ադամյան, Տ. Ղուկասյան, Գ. Միմոնյան; Ձեռնարկ – Եր.: «Ջանգալ», 2012. – 160 էջ:
9. Лабораторные и семинарские занятия по общей и неорганической химии: учебное пособие для студентов университетов, химико-технологических и педагогических специальностей вузов/ Н. С. Ахметов, М. К. Азизова, Л. И. Бадыгина. 6-е изд., стер. – Санкт-Петербург: Лань, 2014. – 368 с. – URL: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=50685.
10. Անօրգանական քիմիա/ (երկու հատորով) / Ռ. Խ. Ադամյան. -Եր.: ԵՊՀ հրատ., 2018. Հատոր 1, Գիրք 1: Ոչանցումային տարրերի քիմիա, 382 էջ:
11. Անօրգանական քիմիա/ (երկու հատորով) / Ռ. Խ. Ադամյան . -Եր.: ԵՊՀ հրատ., 2018. Հատոր 1, Գիրք 2: Ոչանցումային տարրերի քիմիա, 388 էջ:
12. Н. С. Ахметов. Общая и неорганическая химия: Учебник / Н. С. Ахметов. – Санкт-Петербург: Лань, 2019. – 744 с. – URL: <https://e.lanbook.com/book/124586>. 141 6.2.
13. Избранные главы неорганической химии. Методические указания к лабораторным работам/ Т. Г. Черкасова, Е. В. Черкасова, Э. С. Татарина, Ю. Р. Гиниятуллина. Кафедра химии, технологии неорганических веществ и наноматериалов. Кемерово 2019. - 141 с.

ԲՈՎԱՆԴԱԿՈՒԹՅՈՒՆ

ԱՌԱՋԱԲԱՆ.....	3
ԳԼՈՒԽ 1	
ԶՐԱԾԻՆ, ԶՈՒՐ, ԶՐԱԾՆԻ ՊԵՐՕՔՍԻԴ	4
ԳԼՈՒԽ 2	
ՊԱՐԲԵՐԱԿԱՆ ՀԱՄԱԿԱՐԳԻ I ԽՈՒՄԲ.....	28
Մինթեզներ «Ալկալիական մետաղներ» թեմայով	36
ԳԼՈՒԽ 3	
ՊԱՐԲԵՐԱԿԱՆ ՀԱՄԱԿԱՐԳԻ II ԽՈՒՄԲ	40
Մինթեզներ «Հողալկալիական մետաղներ» թեմայով.....	54
ԳԼՈՒԽ 4	
ՊԱՐԲԵՐԱԿԱՆ ՀԱՄԱԿԱՐԳԻ 13-ՐԴ ԽՈՒՄԲ	58
Մինթեզներ «Բոր, ալյումին» թեմայով	76
ԳԼՈՒԽ 5	
ՊԱՐԲԵՐԱԿԱՆ ՀԱՄԱԿԱՐԳԻ 14-ՐԴ ԽՈՒՄԲ	78
Մինթեզներ «Ածխածին, սիլիցիում, անագ, կապար» թեմայով.....	124
ԳԼՈՒԽ 6	
ՊԱՐԲԵՐԱԿԱՆ ՀԱՄԱԿԱՐԳԻ 15-ՐԴ ԽՈՒՄԲ	126
Մինթեզներ «Պնիկտոգեններ» թեմայով	191
ԳԼՈՒԽ 7	
ՊԱՐԲԵՐԱԿԱՆ ՀԱՄԱԿԱՐԳԻ 16-ՐԴ ԽՈՒՄԲ	194
Մինթեզներ «Քալկոգեններ» թեմայով.....	245
ԳԼՈՒԽ 8	
ՊԱՐԲԵՐԱԿԱՆ ՀԱՄԱԿԱՐԳԻ 17-ՐԴ ԽՈՒՄԲ	248
Մինթեզներ «Հալոգեններ» թեմայով.....	291
Հավելված 1.....	293
Հավելված 2.....	311
Հավելված 3	325
PE3IOME	328
SUMMARY	329
Գրականության ցանկ	328

ԵՐԵՎԱՆԻ ՊԵՏԱԿԱՆ ՀԱՄԱԼՍԱՐԱՆ

ՌՈՔԵՐՏ ԽԱՉԻԿԻ ԱԴԱՄՅԱՆ
ԼՈՒՍԻՆԵ ԳԵՂԱՄԻ ԹԱԴԵՎՈՍՅԱՆ
ԱՐՄԵՆ ԻԳՆԱՏԻՈՍԻ ՄԱՐՏԻՐՅԱՆ

ԱՆՕՐԳԱՆԱԿԱՆ ՔԻՄԻԱՅԻ
ԼԱԲՈՐԱՏՈՐ ԱՇԽԱՏԱՆՔՆԵՐ
Երկու հատորով

Հատոր 1

ՈՉ ԱՆՑՈՒՄԱՅԻՆ ՏԱՐԲԵՐԻ ՔԻՄԻԱ

Համակարգչային ձևավորումը՝ Կ. Չալաբյանի
Կազմի ձևավորումը՝ Ա. Պատվականյանի
Հրատ. խմբագրումը՝ Լ. Ավետիսյանի

Հեղինակները հաստատում են, որ ծանոթ են «ԵՊՀ գրադարաստարակչական քաղաքականությանը», և գրքում առկա փաստերը, դիրքորոշումները, կարծիքները շարադրված են հեղինակային իրավունքի և էթիկայի միջազգայնորեն ընդունված սկզբունքների պահպանմամբ:

Տպագրված է «Մոնոպրինտ» ՍՊԸ-ում:
Ք. Երևան, Մալաթիա-Մեհաստիա քաղ., Ամրանիկի փ. 96, 8 բն.:

Ստորագրված է տպագրության՝ 18.09.2025:
Չափեր՝ 60x84 ¹/₁₆: Տպ. մամուլը՝ 20.75:
Տպաքանակը՝ 100:

ԵՊՀ հրատարակչություն
ք. Երևան, 0025, Ալեք Մանուկյան 1
www.publishing.y-su.am

ԱՊՐԱՆՈՒԹՅՈՒՆ ՀԱՄԱՐ	ՀԱՄԱՐ	I V P G R VIII P																						
		II I P II II P III III P IV IV P V V P VI VI P VII VII P VIII P																						
1	1	H ՏՔԱՐԻՆ 1,00 1s ¹ 2,20																			(H)	He ՀԵԼԻՍԻՄ 4,00 1s ² 2	Հիվանդանու նշանը	
2	2	Li ԼԻԹԻՐԻՄ 6,94 2s ¹ 0,98	Be ԲԵՐԻԼԻՍԻՄ 9,00 2s ² 1,57	B ԲՈՐ 10,81 2s ² 2p ¹ 2,04	C ԱՌԽԱՐԻՄ 12,01 2s ² 2p ² 2,55	N ԱՅՈՑ 14,01 2s ² 2p ³ 3,04	O ՕՔՍԳԷՆԻՄ 16,00 2s ² 2p ⁴ 3,44	F ՖՅՈՐ 19,00 2s ² 2p ⁵ 3,98	Ne ՆԵՆՈՒՄ 20,18 2s ² 2p ⁶ 0	Og ՕԳԱՆԵՍԻՄ [294] 7s ² 7p ⁶ 0		118	Կարգաթիվը Հարցաթղթերում ստացված զրկականություն											
3	3	Na ՆԱՏՐԻՍԻՄ 22,99 3s ¹ 0,93	Mg ՄԴԿԱՐԻՍԻՄ 24,31 3s ² 1,31	Al ԱԼՈՒՄԻՆԻՄ 26,98 3s ² 3p ¹ 1,61	Si ՏԻՄԱՐԻՍԻՄ 28,09 3s ² 3p ² 1,90	P ՓՈՓՈՐԻՄ 30,97 3s ² 3p ³ 2,19	S ՏՈՐԻՍԻՄ 32,07 3s ² 3p ⁴ 2,58	Cl ՎԼՈՐԻՄ 35,45 3s ² 3p ⁵ 3,16	Ar ԱՐԱՐՈՒՄ 39,95 3s ² 3p ⁶ 0			18	Կարգաթիվը Ենթատարրական էլեմենտներ											
4	4	K ԿԱԼԻՍԻՄ 39,10 4s ¹ 0,82	Ca ԿԱԼՑԻՍԻՄ 40,08 4s ² 1,00	Sc ՏԻՏԱՆԻՄ 44,96 4d ³ 1,36	Ti ՏԻՏԱՆԻՄ 47,87 4d ³ 1,54	V ՎԱՆԱԴԻՄ 50,94 4d ³ 1,63	Cr ՔՐՈՄԻՄ 52,00 4d ⁵ 1,66	Mn ՄԱՆԳԱՆ 54,94 4d ⁵ 1,55	Fe ԿՐԻՍԻՄ 55,85 4d ⁶ 1,80	Co ԿՈԲԱԼՏ 58,93 4d ⁷ 1,88	Ni ՆԻԿԵԼ 58,69 4d ⁸ 1,91	27			28									
5	5	Zn ՀԱԶԱՐԻՄ 65,39 4s ² 4d ¹⁰ 1,65	Ga ԳԱԼԻՄ 69,72 4d ¹⁰ 1,81	Ge ԳԵՐՄԱՆԻՄ 72,61 4d ¹⁰ 2,01	As ԱՍՏՆԻՄ 74,92 4d ¹⁰ 2,18	Se ՏԵԼՈՐԻՄ 78,96 4d ¹⁰ 2,55	Br ԲՐՈՄԻՄ 79,90 4d ¹⁰ 2,98	Kr ԿՐԻՍԻՄ 83,80 4d ¹⁰ 0			36			37										
6	6	Rb ՐՈԲԻՐԻՍԻՄ 85,47 5s ¹ 0,82	Sr ՏՐՈՐԻՍԻՄ 87,62 5s ² 0,95	Y ԻՏՐԻՍԻՄ 88,91 5d ¹ 1,22	Zr ՀԻՐԿՈՆԻՄ 91,22 5d ² 1,33	Nb ՆԻՈԲԻՄ 92,91 5d ⁴ 1,60	Mo ՄՈԼԻԲԴԵՆԻՄ 95,94 5d ⁵ 1,44	Tc ՏԵԽՆԵԾԻՍԻՄ [97] 98,90 5d ⁵ 1,90	Ru ՐՈՍԿԻՍԻՄ 101,07 5d ⁷ 2,28	Rh ՐԻՏԻՍԻՄ 102,91 5d ⁸ 2,20	Pd ՊԱԼԱԴԻՍԻՄ 106,42 5d ¹⁰ 1,00	45			46									
7	7	Ag ԱՐԳԵՆԻՄ 107,87 5s ¹ 1,95	Cd ԿԱԴՄԻՄ 112,41 5s ² 1,69	In ԻՆԴԻՍԻՄ 114,82 5s ² 1,78	Sn ՏԵԼՈՐԻՄ 118,71 5s ² 1,96	Sb ՏԵԼՈՐԻՄ 121,76 5s ² 2,05	Te ՏԵԼՈՐԻՄ 127,60 5s ² 2,10	I ԻՈԴԻՄ 126,90 5s ² 2,66	Xe ՔՍԵՆՈՆԻՄ 131,29 5s ² 0			54			55									
8	8	Cs ՇԵՎԵՐԻՄ 132,91 6s ¹ 0,79	Ba ԲԱՐԻՍԻՄ 137,33 6s ² 0,89	La ԼԱՆԹԱՆԻՄ 138,91 6s ² 1,10	Hf ՀԱԼԿՈՒՄ 178,49 6s ² 1,30	Ta ՏԱԼԱՆԻՄ 180,95 6s ² 1,50	W ՎՈԼԿՏԱՐԻՄ 183,84 6s ² 2,36	Re ՐԵՆԻՍԻՄ 186,21 6s ² 2,00	Os ՕՍԻՍԻՄ 190,23 6s ² 2,20	Ir ԻՐԻԴԻՍԻՄ 192,22 6s ² 2,29	Pt ՊԼԱՏԻՆԱ 195,08 6s ² 2,28	77			78									
9	9	Au ԱՍԿԱՆԻՄ 196,97 6s ¹ 2,54	Hg ԴՐԱՍԻՄ 200,59 6s ² 2,00	Tl ԹԼԻՍԻՄ 204,38 6s ² 2,04	Pb ՔԱԼԻՍԻՄ 207,20 6s ² 2,33	Bi ԲԵՐԻՍԻՄ 208,98 6s ² 2,02	Po ՓՈԼՈՆԻՄ *** 209 6s ² 2,00	At ԱՏԼԱՆԻՄ [210] 6s ² 2,20	Rn ՐԱԴՈՆԻՄ [222] 6s ² 0			86			87									
10	10	Fr ՖՐԱՆՑԻՍԻՄ [223] 0,86	Ra ՐԱԴԻՍԻՄ [226] 7s ² 0,29	Ac** ԱԿՏԻՆԻՄ [227] 7s ² 0,98	Rf ՐԻՖԵՐԻՍԻՄ [267] 																			

© Օ.Ա. Զամաչյանի խմբագրությամբ, 2018 թ.

