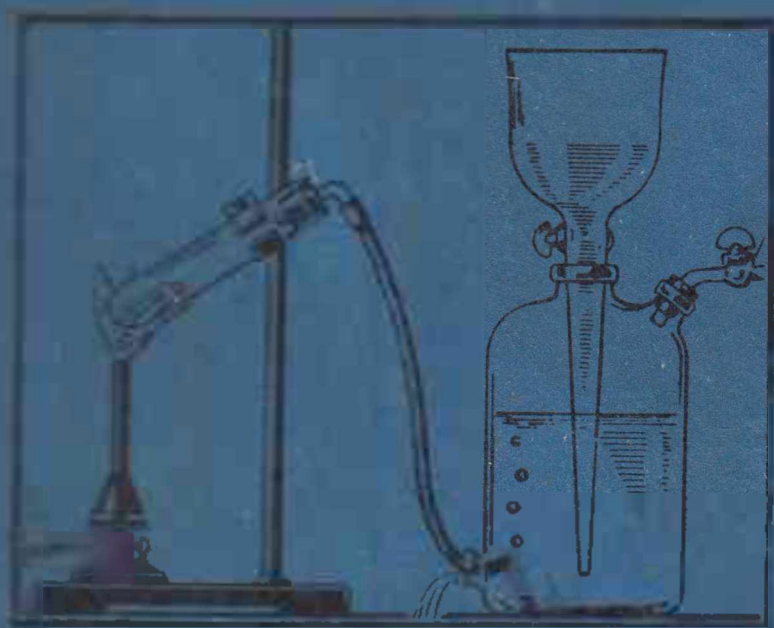


Ҳ. РАҲИМОВ, И. А. ТОШЕВ,
А. М. МАМАЖОНОВ

АНОРГАНИК ХИМИЯДАН ПРАКТИКУМ

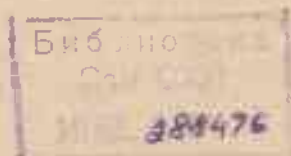


Х. Р. РАҲИМОВ, И. А. ТОШЕВ, А. М. МАМАЖОНОВ

54
P-33

АНОРГАНИК ХИМИЯДАН ПРАКТИКУМ

*ЎзССР Маориф Министрлиги Педагогика
олий ўқув юр்தларининг студентлари
учун ўқув қўлланма сифатида тавсия этган*



ТОШКЕНТ «ЎҚИТУВЧИ» 1980

Ушбу практикум Олий ўқув юртларининг химия факультетларида ўқитиладиган «Анорганик химия» курси программаси асосида ёзилган. Практикумда ҳар қайси темага оид қисмгача назарий маълумот, тажрибалар, тема охирида эса савол ва масалалар берилган. Китоб олий ўқув юртларининг химия факультети студентларига мўлжалланган, лекин ундан университетларнинг биология, геология, география факультетининг студентлари ҳам фойдаланишлари мумкин.

На узбекском языке

РАХИМОВ ХАКИМ РАХИМОВИЧ
ТАШЕВ ИСМАИЛ АБДУЛЛАЕВИЧ
МАМАДЖАНОВ АБДУМАЛИК МАМАДЖАНОВИЧ

**ПРАКТИКУМ
ПО НЕОРГАНИЧЕСКОЙ
ХИМИИ**

Утверждено Министерством просвещения УзССР
в качестве учебного пособия для студентов
биолого-химических и химико-биологических
факультетов пединститутов

Ташкент «Ўқитувчи» 1980

Редактор К. Турдиева
Бадний редактор З. Мартинова
Техредактор Н. Сорокина, О. Пожогина
Корректор Д. Эргашева

ИБ № 1450

Тертишга берилди 5.06.1980 й. Босишга рухсат этилди 2.12.1980 й. Формат 60х90¹/₁₆.
Тип. қоғози №3. Кегель 10, шпонасиз. Юқори босма усулида босилди. Шартли б. л.
18.5. Нашр. б. л. 19.85. Тиражи 5000. Зак. № 361. Баҳоси 80 т. «Ўқитувчи» нашриёти.
Тошкент, Навоий кўчаси, 30. Шартнома № 24-80.

Ўзбекистон ССР нашриётлар, полиграфия ва китоб савдоси ишлари Давлат комитети
Тошкент «Матбуот» полиграфия ишлаб чиқариш бирлашмасининг полиграфия компани-
да тертилиб, 1-босмадонасида босилди. Тошкент, Ҳамза кўчаси, 21. 1980 й.

Набрано на полиграфкомбинате Ташкентского полиграфического производственного
объединения «Матбуот» Государственного комитета УзССР по делам издательства,
полиграфии и книжной торговли. Отпечатано в типографии №1, Ташкент, Ҳамза, 21.

© «Ўқитувчи» нашриёти, 1980.

Р 20502—274
353 (04) · 80 141—80 1802000000

КИРИШ

Д. И. Менделеев химиядан ўтказиладиган тажрибалар ҳақида қуйидаги фикрларни айтган: «бу — фанни ўрганишдаги моҳирлик, тажриба билан олиш ва унинг жавобини лаборатория ва китобдан ёрдами билан эшита олиш санъатидир».

Лаборатория ишларини бажариш химия фанини муваффақиятли ўрганишнинг энг зарур шартларидан биридир. Шунинг учун у ўқувчида химиявий қонуниятларни чуқур ўрганиш, энг муҳим қонуният ва мураккаб моддаларнинг хоссалари билан тажрибада таъминлаш орқали студентлар онгида назарий материални мустақим равишда мақсадларини қўяди.

1-5 ЛАБОРАТОРИЯДА ИШЛАШНИНГ УМУМИЙ ҚОИДАЛАРИ

1. Лаборатория ишларини саранжомлик билан пухта бажариш, шоним-шонарлик ва пала-партишликка йўл қўймаслик лозим.

2. Лабораторияларда ҳар қайси студент ўзининг иш ўрнида, қандай қилиб ҳолда ишлаши, қўлида ҳар доим тоза сочиқ тутиши керак.

3. Иш столига сумка, портфель ва ҳоказолар қўйиш ярамайди.

4. Конкрет темадаги ишни бошлашдан аввал унинг моҳиятини қўқилишдан яхшилаб ўқиб-тушуниб олиш, зарурий асбоб ва реактивларни тайёрлаш, сўнгра ўқитувчи ёки лаборант рухсати билан ишни бошлаш лозим.

5. Ҳар қайси студент ўзи учун алоҳида лаборатория журнали тутиши керак. Унга ҳамма тажриба, кузатиш ва хулосаларни ёзиб борили. Журналга тажриба ўтказилган сана (кун, ой, йил), ишнинг номи, тажриба тафсилоти, хулосалар, тажриба вақтида содир бўлган химиявий реакцияларнинг тенгламалари (коэффициентлар қўйилган ҳолда), ишни бажаришга оид барча ҳисоб-лавишлар ёзиб борилади. Керакли расм ва схемалар чизилади. Ишлатилган асбобларнинг расмини эскизлар шаклида чизиш мумкин. Тажриба вақтида биронта қоғоз, черновой дафтар тутиш ман қилинади.

6. Реактивларни керагидан ортиқ миқдорда сарфлаш ярамайди. Ортиқча олинган бўлса, уни идишга қайтариб қўймасдан, алоҳида идишга солиб қўйиш керак.

7. Умумий фойдаланиш учун қўйилган аппарат ва реактивларни ўз жойидан силжитманг, чунки у бошқалар учун ҳам керак бўлади.

8. Зарарли моддалар билан бажариладиган барча ишларни мурили шкафта ўтказиш лозим. Концентрланган кислота ва ишқорларни идишдан идишга фақат мурили шкафта қўйиш мумкин.

9. Ишлатилган кислота ва ишқор эритмаларини канализация раковинасига тукиш ярамайди, улар мурили шкафдаги махсус банкаларга солинади.

10. Ишлатилган кумуш бирикмаларини алоҳида идишга йиғиш керак. Кумуш тузларининг аммиакли эритмалари узоқ вақт сақланганида қалдиروқ кумуш — Ag_3N ҳосил бўлиши натижасида портлаш рўй бериши мумкин, буни эсдан чиқармаслик керак.

11. Иссиқ асбоб ёки идишни ҳеч қачон стол устига тўғридан-тўғри қўйиш ярамайди, бунинг учун аввал махсус «таглик» тайёрлаш лозим.

12. Машғулот планида кўрсатилмаган қўшимча тажрибалар ўтказиш тақиқланганлигини ёдингиздан чиқарманг.

13. Машғулот тамом бўлганидан кейин ҳар бир студент идишларни ювиши, сув жўмрагини бекитиши, газ, электрни учуриши, иш жойини тартибга солиб лаборантга топшириши лозим.

Машғулот натижалари лаборатория журналига юқорида айтилган тартибда ёзилганидан кейин ҳар қайси иш охирида журнал ўқитувчига имзо чекиш учун берилади.

2-§. БИРИНЧИ ЕРДАМ КЎРСАТИШ

1. Агар терига (қўл, бет ва бошқа жойларга) концентрланган кислота (нитрат, сульфат, хлорид, сирка кислота) тукилса, дарҳол ўша жой сув оқими билан 3—4 минут ювилади, сўнгра калий перманганатнинг 3% ли эритмасига (танниннинг спиртдаги эритмасидан ҳам фойдаланиш мумкин) ботирилган пахта қўйилади. Кучли шикастланган бўлса, бемор тезда врачга мурожаат қилиши лозим.

2. Агар терига ишқор тукилган бўлса, аввал сув билан узоқ вақт (токи силлиқ таъсир туюлиши тўхтагунча) ювиш керак. Сўнгра калий перманганатнинг 3% ли эритмаси (ёки танниннинг спиртли эритмаси) шимдирилган пахта қўйиб боғлаш лозим.

3. Агар кўзга кислота ёки ишқор сачраса, кўзни яхшилаб сув билан ювиш, сўнгра тезда врачга мурожаат қилиш керак.

4. Агар терига иссиқ нарсалар (масалан, иссиқ шиша, иссиқ металл) тегиб куйдирса, куйган жойни калий перманганатнинг 3% ли эритмаси (ёки танниннинг спиртдаги эритмаси) билан ювиб, сўнгра мазь суркаш керак.

5. Фосфор таъсиридан куйганда ўша жойга мис (II)-сульфатнинг 2% ли эритмаси билан ҳўлланган пахта қўйиб боғлаш керак.

6. Хлор, бром, водород сульфид, углерод (II)-оксид билан захарланиб қолинса, беморни тезда очик ҳавога чиқариб, врачга

мишьяк қилиш керак. Мишьяк, симоб ва циан бирикмалари билан бағдорланганда ҳам тезда врачга мурожаат қилиш лозим.

1.4. ЛАБОРАТОРИЯ ЖУРНАЛИ ТУТИШ

Ҳар бир студентнинг лабораториядаги фаолиятини акс эттирувчи ҳужжат унинг лаборатория журналидир. Демак, лабораторияда ишлагани ҳар қайси студент ўз кузатишларини, ўтказган тажрибаларини, улар ҳақида чиқарган хулоса ва яқунларини шу журналга батафсил ёзиб бориши лозим. Лаборатория журнали шунданки студентнинг исми ва фамилияси, группа номери ва «Лаборатория химиядан практикум» сузи ёзилади. Лаборатория журнали сифатида катак чизиқли катта умумий дафтардан фойдаланиш мақсадга мувофиқдир.

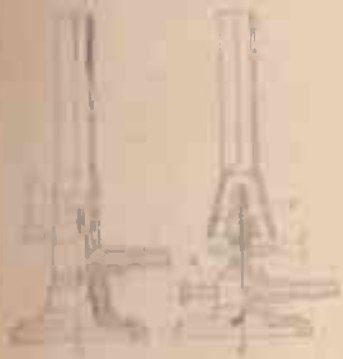
Оқили, битиртиб ва пухта ёзиб борилган лаборатория журнали студентга натижа ва имтиҳон топширишида катта ёрдам беради.

4.4. ГАЗ ГОРЕЛКА ВА У БИЛАН ИШЛАШ

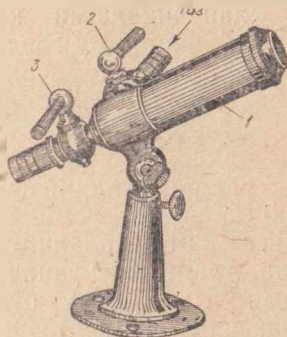
Даврда барча лабораторияларда ёнувчи газ сифатида шаҳар газ тармоғидан келадиган табиий газ ишлатилади. Унинг таркиби негизан метан CH_4 дан (93,98%) иборат.

Практикумда икки хил горелка: Бунзен горелкаси (муфтали) ва Теклю горелкаси (дискли) ишлатилади (1-расм).

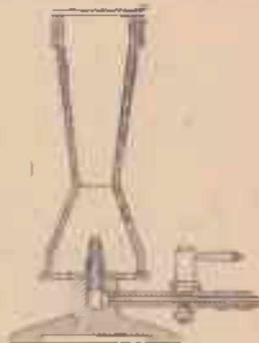
Лекин бундан махсус ишлар учун «кавшарлаш горелкаси» (2-расм), Маккер горелкаси (3-расм) ва «кавшарлаш найлари» (4-расм) ҳам ишлатилади. Бу горелкалар ҳам, кавшарлаш найи ҳам металл найча ва металл тагликдан иборат. Тагликда ёнаки газ кириши нани булиб, у резина най воситасида газопровод жумлясини уланади.



1- расм. Газ горелкалар: а) Бунзен горелкаси; б) Теклю горелкаси.

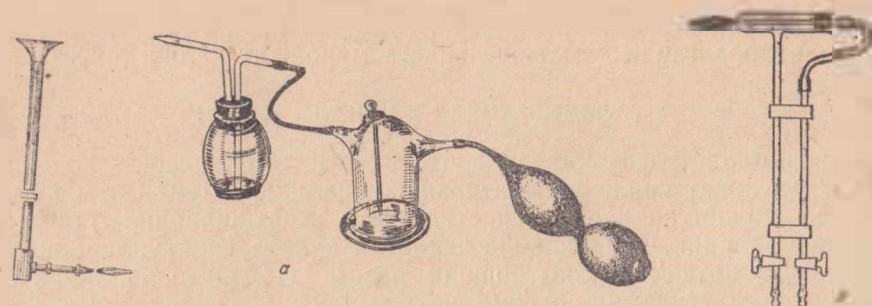


2- расм. Кавшарлаш горелкаси.



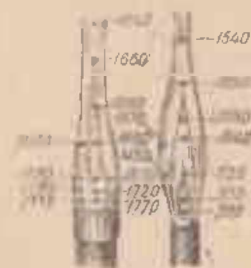
3- расм. Маккер горелкаси.

1- ишчил; 2- газ келадиган тешик; 3- газ келишини идора қилувчи регулятор; 4- газ келишини идора қилувчи регулятор.



4- расм. Қавшарлаш найлари; а — металллик най; б — сўқма най.

Юқорида айтилган учала горелка бир-биридан ҳаво берувчи қисми билан фарқланади. Бунзен горелкасида металл найчанинг пастки қисмидаги доиравий тешик орқали ҳаво берилади. Ҳаво келиши муфта ёрдамида бошқариб турилади. Теклю горелкасида мис пайнинг воронкасимон қисми билан винтли диск орасида тирқиш ҳосил бўлади ва бу тирқиш орқали горелкага ҳаво ўтади; дискни бураб тирқишни кенгайтириш ёки торайтириш ва горелкага келадиган ҳавонинг миқдорини ўзгартириш мумкин.



5- расм. а — маккер-горелкасида аланга температуралари; б — Бунзен ёки Теклю горелкасида аланга температуралари.

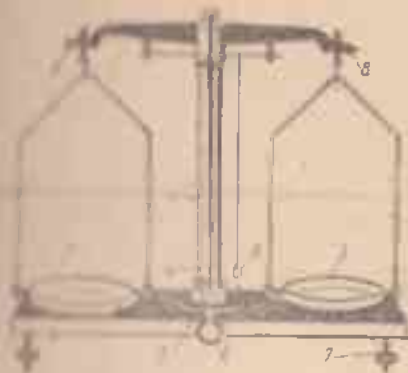
Ҳар иккала горелкани ёқиш учун чақилган гугурт чупини горелканинг оғзига тутиб газ жўмакни очиш керак. Горелкани ўчириш учун газ жўмакни бекитиш зарур, пуфлаш асло ярамайди. Газ горелкалар нормал ишлаганда алангада температура қандай бўлиши 5-расмда келтирилган. Расмдан куринадики, Бунзен ва Теклю горелкаларида аланга уч зонадан иборат. Биринчи зона — зангори тусли энг ички зона бўлиб, унинг газ горелка оғзидан чиқадиган қисми ҳатто қорароқ бўлиб кўринади. Бу зонада газ ҳаво билан аралашади. Унинг температураси $300\text{--}350^{\circ}\text{C}$ га етади. Иккинчи зона аланганинг юқорироқ қисми бўлиб, бу зонада аланга анча ёруғ, чунки унда ҳуф ҳолидаги майда-майда углеводород зарралари бўлади; бу ерда газ кўп, лекин ҳаво оз, шу сабабли аланганинг бу қисмида ҳам газ тулиқ ёнмайди. У «қайтарувчи аланга» ҳам дейилади. Иккинчи зона температураси $520\text{--}1550^{\circ}\text{C}$ орасида. Аланганинг учинчи, энг кучли зонаси рангсиз, бу зонада кислород мўл миқдорда бўлиб, газ жуда тулиқ ёнади. Аланга температураси бу зонада $1540\text{--}1560^{\circ}\text{C}$ га етади. Бу зона оксидловчилик ҳоссасига эга.

Горелкада ҳаво етишмай қолса, унда газ чала ёниб дудли аланга ҳосил бўлади. Бу ҳолда горелкага кирадиган ҳаво миқдорини ошириш керак, акс ҳолда ёнмаган газ ҳавога чиқиб, уни захарлаши мумкин. Газ горелка тахта, парда ва шунга ўхшаш ёнадиган буюмларга яқин бўлмаслиги керак.

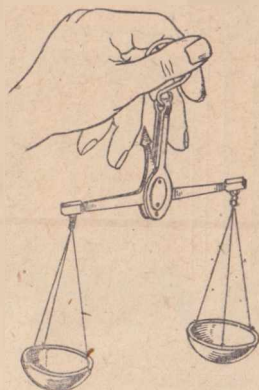
5-5. ТАРОЗИ ВА ТАРОЗИДА ТОРТИШ

Химия лабораториясининг энг зарур асбобларидан бири тарози. Тарози ёрдамида моддаларнинг массалари аниқланади. Химия лабораторияларида тарозини биринчи бўлиб М. В. Ломоносов ишлатган. У 1748 йилда тарози ёрдами билан моддалар массасининг сақланиш қонунини кашф қилди.

Тарозининг қуйидаги хиллари кўп ишлатилади: техник-химия-



6-рasm. Техник-химиявий тарози.



7-рasm. Дорихона тарозиси.

ий тарози (6-рasm), «дорихона тарозиси» (7-рasm) ҳамда аналитик демпфер тарози (8-рasm). Техник-химиявий тарозида $0,01$ г га, Демпфер тарозида эса $0,0002$ г ($0,2$ мг) га қаллар билан тортиш мумкин.

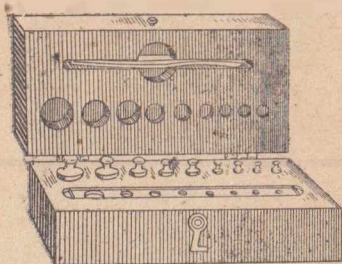
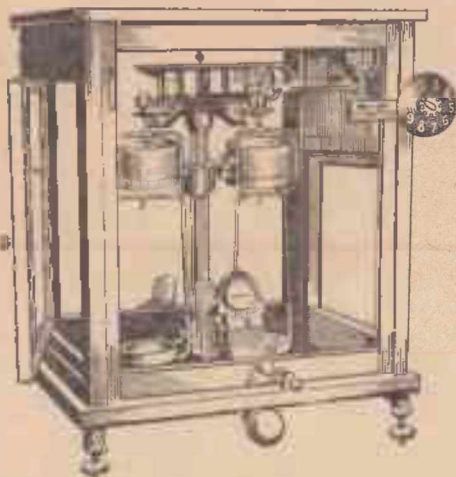
Фойда аниқ тортиш керак бўлганида микротарозилардан фойдаланилади. Бундай тарозилар ташқи таъсирга жуда сезгир бўлганлиги учун улар термостатланган махсус хоналарда сақланади.

Тарозиларнинг тузилиши. Техник-химиявий, аналитик тарозилар ҳам бир хил принципда тузилган. Тарозининг асосий қисми металл шайин. Унинг ўрта қисмига бир призма, икки чекасида иккита призма ўрнатилади (8-рasm). Призмалар агат ёки яхши пулатдан ياسалади. Ўртадаги призма тарози устуни устидаги пластиikkaга тақалиб туради. Икки чекадаги призмаларга нелмоллар осилиб, уларга паллалар ўрнатилади. Шайинга узун стрелка ўрнатилган бўлиб, у шайин горизонтал ҳолатдан қайси томонга қанча оганлигини шкалада кўрсатиб туради. Шайин горизонтал ҳолатда бўлганида стрелка нолни курсатади. Тарози ишлаймай турганда унинг шайини арретир ёрдами билан кўтариб қўйилади ва призмаларга юк тушмайди. Аналитик тарози ойнали шкафа — шкаф ичига жойлаштирилган бўлади. Шкафнинг олд томонидати унинг тепага кўтарилиб очилади. Унинг иккала ён томонидати ҳам икки эшиги бор. Тарозига юк ва тош қўйишда унинг ён томонидати икки эшигидан фойдаланилади. Олд эшик фақат тарозини тузатиш вақтидагина очилади. Аналитик тарози 50, 20, 10,

5, 2, 1 грамми ва 500, 200, 200, 100, 50, 20, 20 10 мг ли тошлар билан таъминланади.

Техник-химиявий тарозиди булардан ҳам йирикроқ тошлардан фойдаланиш мумкин.

Тарози тошлари маълум тартиб билан «тошлар қутиси»га жойланган булади, тошлар қутидан қисқич — пинцет ёрдамида олинади



8- расм. Аналитик-демпфер тарозиси.

9- расм. Тарози тошлари.

ва ишлатилганидан кейин қайта уз ўрнига қўйилиши лозим. Миллиграммли тошларнинг пинцет билан ушлаб олинadиган «қулоқлари» ҳар доим ўнг томонга қаратиб қўйилиши керак.

6- §. ТОРТИШ ҚОНДАЛАРИ

1. Тарозини бир жойдан иккинчи жойга кўчириб юришга рухсат этилмайди.

2. Тарозиди тортишдан аввал унинг тўғри эканлигига ишонч ҳосил қилиш керак; бунинг учун арретир дастасини (дискени) секин, силтамасдан ўнгга бураб, стрелка ҳаракати кузатилади. Агар стрелканинг ноль атрофида ўнг ва чап томонга бориб-келиши бир хил бўлса ёки бир-биридан ярим бўлмага фарқ қилса, бундай тарозини «тўғри тарози» дейиш мумкин.

Агар тарози мувозанат ҳолатга келмаса, уни қўл билан ушлаб нолга келтириш ярамайди, балки тарози остидаги махсус винтларни бураб, тарозини горизонтал вазиятга келтириш тавсия этилади.

3. Тарозига иссиқ, ифлос нарса қўйиш ва тошларни қўл билан олиш мумкин эмас; тош ўнг палланинг ўртасига, тортиладиган нарса тарозининг чап палласига қўйилади. Моддани тўғридан-тўғри паллага қўймай, тегишли идиш, бюкс, соат ойнаси ёки қоғозга солиб тортиш керак.

А. Тарозига юк қўйишда, тош қўйишда ва уларни тарозидан олиш пайтида тарози арретирда бўлиши керак. Акс ҳолда призманинг учи тез ейилиб, тарозининг аниқлиги камаяди.

Б. Тарози палласига тошларни маълум тартибда, энг оғиридан бошлаб қўйиш ва шу тартибда олиш тавсия қилинади.

В. Бир тажрибани охиригача бажаришда битта тарози ва битта қўлчидаги тошлардан фойдаланиш тавсия этилади.

Г. Тортини тугагандан кейин тарозининг арретирини бураб, фидафининг эшигини беркитиш зарур.

7.9. МЕТАЛЛ ШТАТИВЛАР ВА БАЎЗИ БОШҚА АСБОБ-УСКУНАЛАР БИЛАН ИШЛАШ

Металл штативлар (10-расм) лабораторияларда иситиш ишларида қўлқилик яратиш учун хизмат қилади. Масалан, металл штатив ёрдамида колбаларни қўзғалмас ҳолда урнатиш мумкин.

Химия лабораториясида қўлланиладиган асбоблардан бири чинни ховонча бўлиб, унинг ёрдамида кристалл моддалар майдаланади.

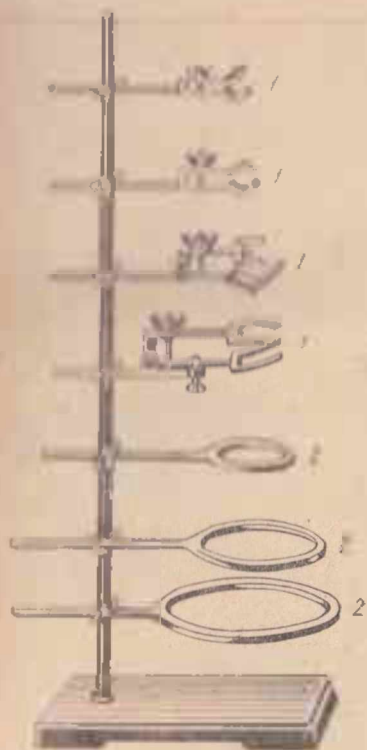
Химия лабораторияларида қўлланиладиган шиша идишлар ва улчов асбоблар 11-расмда келтирилган.

Лабораторияда моддаларни иситиш керак бўлганда сув ҳаммоми, қум ҳаммоми ва ҳаво ҳаммомидан фойдаланилади (12-расм). 100°гача қиздирилса сув ҳаммоми, 100° дан юқори температуралар учун қум ҳаммоми ишлатилади. Бу ҳаммом учун ишлатиладиган қум тоза бўлиши керак. Ҳаво ҳаммоми конус шаклида бўлиб, ички қисмига бир неча қават асбест жойланган бўлади.

Лаборатория шароитида эритмаларни буғлатиб, концентрациясини ошириш талаб қилинганида чинни косачалардан фойдаланилади.

Буғлатиш натижасида ҳосил бўладиган чўкмаларни қуриштиш учун маҳсус қуриштиш шафлари ишлатилади (13-расм). Бундай йўл билан қуритилган моддалар тигель ёки чинни косача билан бирга эксикаторга (114-расм) қўйилади, акс ҳолда модда ҳаводан

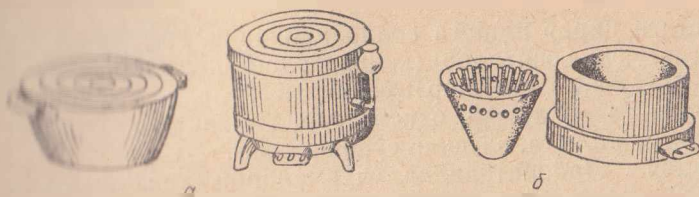
намни тортиши мумкин. Эксикаторлар турли катталиқда, қопқоғи жипс ёпиладиган бўлади. Эксикатор ичида чиннидан қилинган бир неча тешикли тарелка бўлиб, қуритиладиган моддалар ана



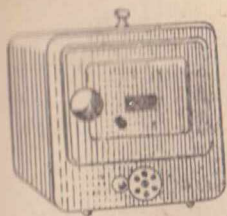
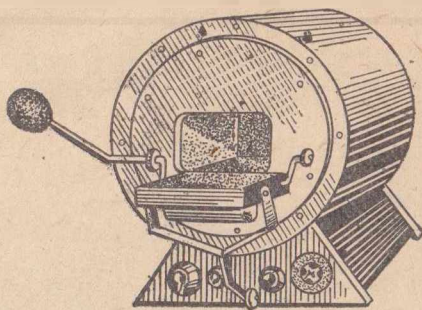
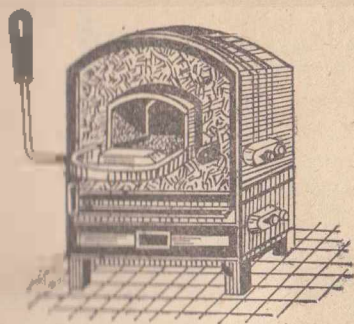
10- расм. Универсал темир штатив.



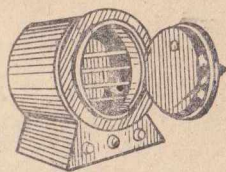
11- расм. Лабораторияда қўлланиладиган шиша идишлар ва ўл-
чов воситалар.



12- расм. Ҳаммомлар: а) сув ҳаммом, б) қум, ҳаммом, в) ҳаво ҳаммом.

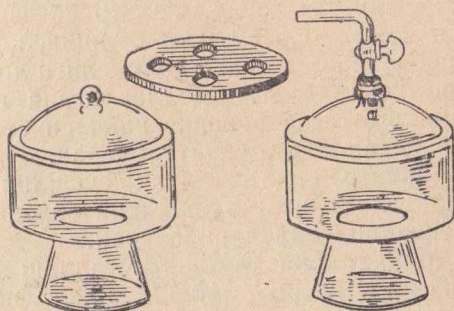


б



13- расм. а — муфель печ-
лар; б — қуритиш шкафлари.

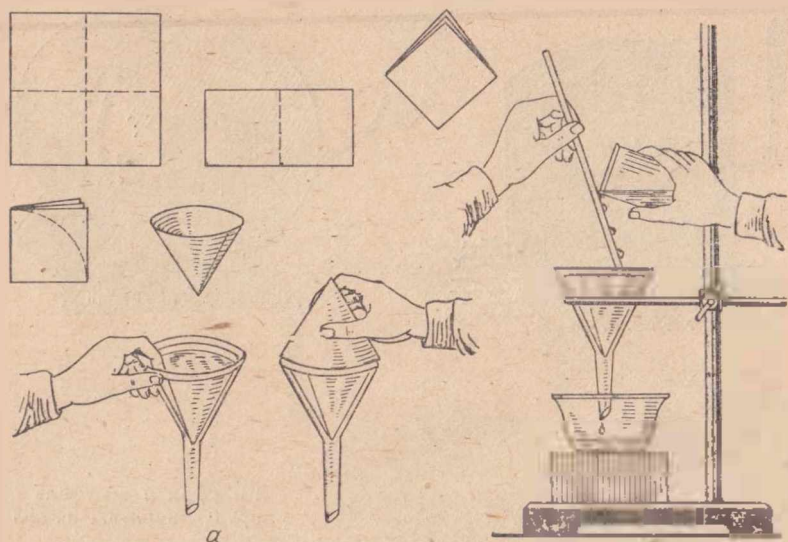
14- расм. Эксикатор.



шу тарелка устига бирор идишга солиб қўйилади. Эксикатор тубига намликни ютувчи воситалар (концентрланган H_2SO_4 , қаттиқ $CaCl_2$, қаттиқ P_2O_5 ва бошқалар) солинган бўлади. Эксикатор қопқоғини бирданига қўтармай, оҳиста суриб очиш ва ёпиш керак, қопқоқ четига, албатта, вазелин суриш лозим.

Фильтрлаш. Лабораторияда чуқмаларни эритмалардан ажратиш учун чуқмални суюқлик махсус фильтр қоғоз орқали фильтрланади. Баъзан бу мақсад учун тешикчалари булган чинни воронкалар (Бюхнер воронкаси) ҳам қўлланилади. Умуман фильтр сифатида пахта, асбест тола, шиша, пахта, кўмир ва ҳоказо ишлатиш мумкин. Фильтр қоғоздан фойдаланишда аввал қоғоздан воронка шаклида оддий ва бурма фильтрлар тайёрлаб, улар шиша воронкага ўрнатилади (15-расм).

Шиша воронкага қўйилган фильтр устига аввало дистилланган сув сеппиб ҳўлланади, бунда фильтр шиша воронка деворларига



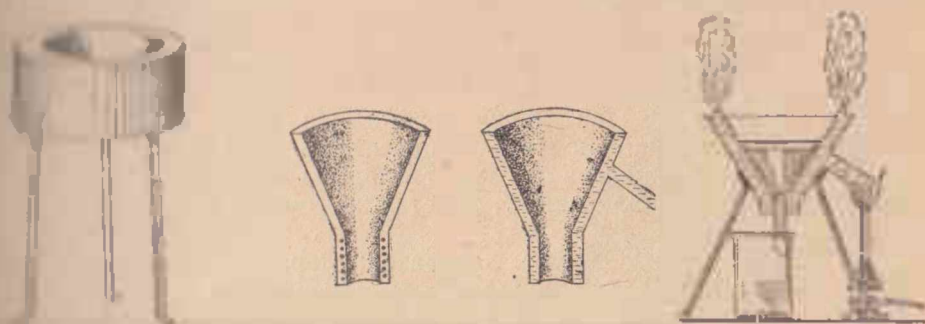
15-расм. а — фильтр қоғоз тайёрлаш, б — фильтрлаш.

зич ёпиши керак. Фильтр қоғознинг четлари воронка четларидан камиди 0,5 см паст бўлиши, қоғоз билан шиша воронка орасида ҳеч қандай ҳаво қолмаслиги лозим. Бурма фильтр тез фильтрлаш керак бўлган ҳоллардагина ишлатилади. Фильтрли воронкани штативга воронка найчаси стаканнинг ички деворига тегиб турадиган қилиб ўрнатиш керак.

Фильтр орқали ўтган суюқлик фильтрат деб аталади. Фильтрланадиган суюқликни воронкага солишда, албатта, шиша таёқчадан фойдаланиш керак.

Моддаларни тайин кристаллаш зарур бўлган ҳолларда тўйинган эритмаларни табиноқ ҳолда фильтрлашга туғри келади. Бу мақсад учун электр билан (ёки сув билан) иситиладиган махсус

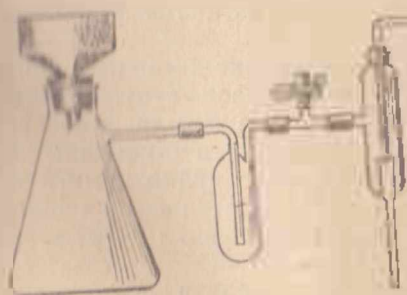
воронкалардан фойдаланилади (16 а, б-расм). Сув билан иситиладиган воронка металлдан ясалади ва икки қаватли бўлади. Қайнагач орасига сув тулдирилади; унинг ёнаки найидаги сув доимо тез торелка ёрдамида қиздирилиб қайнаб туради. Металл



16- расм. Иссиқ филтрлаш учун электр ва газ билан иситиладиган воронкалар.

воронкага филтр қоғоз қўйилган шиша воронка ўрнатилади. Ана шундай асбоб ёрдамида қайноқ эритма филтрланганида филтрда кристалланиш содир булмайди.

Суюқликда эримай қолган моддалардан жуда тез қутулиш керакда у паст босимда филтрланади (17-расм). Бунинг учун Россияда пробкага ўрнатилган Бюхнер воронкаси қалин деворли шиша колбага (Бунзен колбасига) маҳкам ўрнатилади; колбага газдан сўрувчи қурилма билан туташтирилган бўлади. Ҳар бир қим насоси (ёки вакуум насос) ёрдамида суриб олиб турилади. Колба билан насос орасига, албатта, сақлагич шиша идиш қўйилган бўлиши керак (сув оқими насосидан колбага сув ўтмаслиги учун). Мабодо водопроводда сув босими ўзгариши натижа-
сиз сақлагич идишга сув тушиб қолса, дарҳол колбани сақлагич идишдан ажратиб олиш ва сақлагичдаги барча сув чиқиб кетганидан кейингина қайта улаш керак. Бу асбобда филтрлашни бошқаришдан ироал тегишли ўлчамдаги Бюхнер воронкасини танлаб олиш керак. Чўкма қанча кўп бўлса, шунча катта воронка олишга



17 расм. Паст босимда филтрлаш.

тўғри келади. Сўнгра ана шу воронка оғзига улчаб филтр қоғоз қирқиб олинади. Бу филтрдан ташқари яна битта остки филтр қирқилади, у устки филтрдан кичикроқ бўлади. Кичик филтрни воронкага қўйиб, дистилланган озгина сув билан хўлланади ва воронкага зич жойлаштирилади. Унинг устига устки филтр қўйилади. Филтрлар воронкага яхши ёпишиб туриши керак. Филтр-

лашдан олдин колба насосдан ажратилади; воронкага шиша таёқча орқали суюқлик (чукмаси билан) қўйиб, колба яна насосга уланади. Суюқликнинг куп қисми филтрлангандан кейин, воронкадаги чукма зичлашиб қотиб қолиши, ҳатто унинг сиртида дарз пайдо бўлиши мумкин. Бундай ҳолларда дарз бўлган жойни шиша таёқча билан текислаш керак. Чукмани суюқликдан тула ажратиш мақсадида Бюхнер воронкасидаги чукмани шиша пробка билан босиб қўйиш тавсия қилинади. Колбага суюқлик томчиси тушиши тўхтагандан кейин филтрлаш тугатилади. Колба аввал сақлагич идишдан ажратилади, сўнгра насос жўмраги беркитилади. Кам эрийдиган туз кристалларини Бюхнер воронкасида дистилланган сув билан ювиб, кристаллни эритма қолдиқларидан тозалаш мумкин.

Пробкалар. Одатда лабораторияларда пукак, резина ва баъзан шиша пробкалар ишлатилади. Пробка танлашда пукак пробка идиш оғзидан сал каттароқ бўлиб, идиш оғзига бир оз қийинлик билан кириб чиқишини назарда тутиш лозим. Пукак пробка танлангандан кейин уни пробка эзадиган прессда аста-секин эзиш керак; ана шунда пробка юмшайди, идиш оғзига яхши ўрнашади.

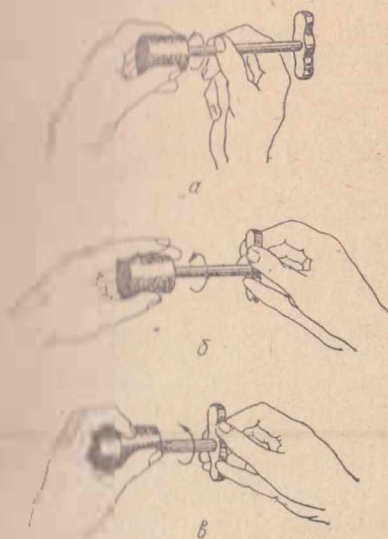
Резина пробкани идиш оғзига ярмидан ортиқроғи сиғадиган қилиб танлаш лозим.

Концентрланган кислота ва ишқорлар солинган идишларнинг оғзи пукак ва резина пробкалар билан беркитилмайди, чунки улар емирилиши мумкин, шу сабабли бундай суюқликлар шиша пробкали идишда сақланади.

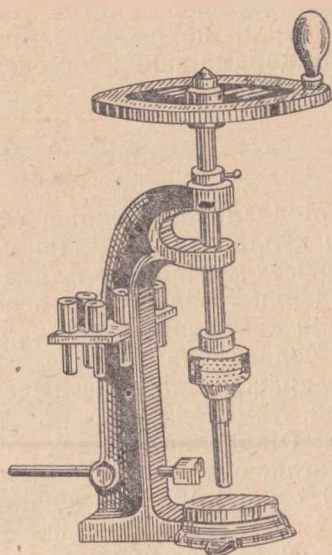
Пробкага тешиб шиша най урнатиш керак бўлганда аввал қандай тешик тайёрлаш зарурлигига қараб сверло танлаш лозим. Пукак пробка учун сверлони шундай танлаш керакки, сверлонинг диаметри пробка тешигига ўрнатиладиган шиша найча диаметридан салгина кичик бўлсин. Резина пробка тешадиган сверло диаметри шиша найча диаметрига баб-баравар ёки ундан салгина каттароқ бўлади. Пукак пробка тешишда пробкани чап қўлга ушлаб, унинг тор тубига ўнг қўлдаги сверло учини ботириб тешик белгилаб олинади; сўнгра сверлонинг дастасидан ушлаб, уни бўшгина босиб, даста буралади. Сверло пробканинг ярмидан ортиғига борганидан кейин пробкани стол устидаги эски ва катта диаметрли бошқа пробка (ёки тахтача) устига тик қилиб қўйиб, охирига қадар тешилади (18-расм).

Резина пробкани тешишдан аввал сверлонинг кесадиган жойига глицерин ёки суюлтирилган аммиак эритмаси суртиш керак; сўнгра резина пробка стол устидаги тахтачада сверло билан ёки махсус станок ёрдамида тешилади. Пробкани икки томонидан ҳам тешиш мумкин, аввал унинг тор тубига сверло қўйиб ярмига қадар тешилади; сўнгра кенг тубидан бошлаб қолган ярми тешилади. 19-расмда тешиш станогини берилган. Сверлолар махсус пичоқ билан чархланади.

Шиша қирқиш. Зарур бўлган узунликдаги шиша найча ёки шиша таёқча тайёрлаш учун уч қиррали эгов (ёки победит



18-рasm. Пробка тешиш; а) дастлабки иш, б) ўртадаги иш, в) охириги иш.



19-рasm. Пробка тешидиган станок.

пластинка) билан шишанинг тегишли жойи эговланади. Сунгра агар шитчка най бўлса, сочиқ орасига олиб, эговланган жойидан сийдирилади. Пугон шиша найларни синдириш учун шиша таёқча учини горелка алангасида қиздириб, найнинг тирналган жойига тегиштилади, шунда у қирқилади.

Шиша қирқилгандан кейин унинг чеккаларини силлиқлаш лозим, аке ҳолда ишлаш вақтида қўлни кесиш мумкин. Шиша четларини силлиқлаш учун уни горелка алангасига киритиб, айлантириб турилади; бир оздан сўнг шиша қирралари эриб алангани ториқ туега бўяйди. Шу ондаёқ шишани алангадан олиб совитиш лозим.

Шиша найларни букиш (эгиш). Шиша найни букиш учун унинг букиш лозим бўлган жойи (5—6 см) кенг алангада қиздирилади (бундай аланга ҳосил қилиш учун одатдаги газ горелка найига махсус насадка «ласточкин хвост» ўрнатилади). Қиздириш вақтида найни икки учидан ушлаб, букиш керак бўлган қисми аланганинг устки зонасига киритилади ва доимо бир хил ҳўналишда айлантириб турилади. Шиша юмшаб, ўзи эгила бошлагандан кейин уни алангадан олиб, тезда най учларини юқори кўтариб шиша керагича букилади. Букилган шишани бир оз вақт дудловин алангада тутиб тургандан кейин совитиш учун невест устиги қўйиб қўйилади.

Шиша капилляр тайёрлаш. Диаметри 12—15 мм ли шиша найни икки қўл билан ушлаб кенг ва ясси алангада қиздири-

лади. Қиздириш вақтида най доимо айлантириб турилади. Шиша сезиларли даражада юмшаганидан кейин уни алангадан олиб икки қарама-қарши томонга тортилади, натижада капилляр ҳосил бўлади.

8-§. МОДДАЛАРНИ ТОЗАЛАШ МЕТОДЛАРИ

Моддаларни тозалаш учун лабораторияларда қуйндаги методлар қўлланилади: каттиқ моддалар қайта кристаллаш ва буғлатиш, суюқликлар филтрлаш ва ҳайдаш йўли билан тозаланади; газларни тозалаш учун асосий моддадаги қўшимча моддаларни турли химиявий реагентларга юттириш методи қўлланилади.

Моддаларни тозалашда тажрибанинг аниқлиги модданинг қайси даражада тозалаш керак, деган талабга мувофиқ олиб борилади. Химиявий моддалар тозалик жиҳатидан Ч, ЧДА, ХЧ белгилар (маркалар) билан ажралади. «Ч» — тоза деган сўздан олинган; бундай марка билан чиқариладиган моддалар таркибида $2 \cdot 10^{-5}$ дан 1,0% гача қўшимчалар бўлиши мумкин. ЧДА — анализ учун тоза, ХЧ — химиявий тоза демакдир. Булар таркибида $1 \cdot 10^{-6}$ дан 0,05% гача қўшимчалар бўлиши мумкин.

Модданинг тозалик даражасини аниқлашда физикавий ва химиявий тадқиқот усулларидан фойдаланилади. Солиштирма оғирликни улчаш, қайнаш температурасини аниқлаш, ёруғликнинг айнаи моддадан утганида синиш коэффициентини аниқлаш, каттиқ моддаларнинг суюқланиш температурасини топиш каби ишлар физикавий методлар қаторига кирази. Моддаларни сифат ва миқдор анализи орқали текшириб, уларнинг таркибини аниқлаш эса химиявий тадқиқот усуллари жумласидандир.

Лаборатория тажрибалари учун, одатда, «ХЧ» ва «ЧДА» маркали моддалар ишлатилади.

КАТТИҚ МОДДАЛАРНИ ҚЎШИМЧАЛАРДАН ТОЗАЛАШ

Каттиқ моддаларни тозалашда қайта кристаллаш ва субли-матлаш усуллари кенг қўлланилади. Қайта кристаллаш учун аввал модда мувофиқ эритувчида эритилади, сунгра эритмадан кристаллга туширилади. Эритувчи сифатида қўпинча сув ишлатилади. Сувда модданинг эрувчанлиги температура ўзгариши билан ўзгаради. Температура пасайганда эрувчанлиги тез камайдиган моддалар (масалан, $K_2Cr_2O_7$, KNO_3 , $CuSO_4$) ни қайноқ эритмани совитиш орқали қайта кристаллантириш мумкин. Агар модданинг эрувчанлиги температура ўзгарганида кам ўзгарса (масалан, $NaCl$), у ҳолда эритма аввал буғлантирилиб, кейин совитилади. Қайта кристаллаб олинган моддада бегона қўшимчалар миқдори дастлабки моддадагига қараганда анча камайиб қолади, чунки модда тўйинган эритмасидан қайта кристаллга туширилади ва бу эритма бегона қўшимчаларга нисбатан тўйинмаган бўлади.

Агар температура секинлик билан пасайтириб борилса йрик кристаллар ажралиб чиқади, ammo буида бегона қушилмаси бор эритма совида булса-да кристаллга «илашиб» қолади. Агар эритма тез совитилса, майда кристаллар ҳосил булади ва уларда «бегона дроним» даярли булмайдн.

Қайта кристалланга киришишдан аввал эрувчанлик жадвалидан фойдаланиб, берилган миқдордаги тузни қанча сувда эритиш кераклигини ҳисоблаб топиш керак.

Масалан 50 г тоза KNO_3 олиш учун тоза булмаган қанча тузги (таъини нитратга) қанча сув қушиш керак? Масалани ечишда қайта кристаллан 20° билан 80° орасида амалга оширилиши на-аярға тўғилади.

Демак, эрувчанлик жадвалидан фойдаланиб калий нитратнинг эрувчанликлари; 31,6 г (20° да) ва 168,8 г (80° да) топилади.

Демак, 168,8 г калий нитратни 80° да 100 г сувда эритиш мумкин, натижада ҳосил қилинган эритма 80° дан 20° гача совитилса, 100 г — 31,6 — 137,2 г KNO_3 ажралиб чиқади.

Шунга асосланиб, 50 г тоза KNO_3 олиш учун дастлабки калий нитратдан қанча олиш кераклигини ҳисоблаш мумкин:

$$\begin{array}{rcccl} 168,8 \text{ г калий нитратдан} & 137,2 \text{ г } \text{KNO}_3 & & & \\ x \text{ г} & \text{»} & \text{»} & & 50 \text{ г } \text{KNO}_3 \text{ тайёрланади:} \\ \hline \frac{168,8}{100} = \frac{137,2}{x} & x = \frac{50 \cdot 168,8}{137,2} = 61,5 \approx 62 \text{ г} \end{array}$$

Демак қанча сув кераклигини толамиз:

$$\frac{168,8}{100} = \frac{61,5}{x} \quad x = \frac{61,5 \cdot 100}{168,8} = 36,43 \text{ г.}$$

Демак, 50 г тоза KNO_3 олиш учун 61,5 г калий нитратни 36,43 г сувда эритиш талаб қилинади.

Тажрибалар

1 тажриба. Калий бихроматни қайта кристал- ланг. Дастлаб 50 мл сувда 60°C да туйинган эритма ҳосил қили- нади. Керакли калий бихромат миқдори эрувчанлик жадвалидан фойдаланиб топилади. Калий бихроматдан керакли миқдорда тех- ник химиявий тарозиди тортиб олиб, у ховончада майдаланади ва химиявий стаканга солиб, устига 50 мл (улчов цилиндрда ўлчан- ган) сув қуйилади. Стакандаги эритма асбест тўр устида газ го- релка алаиасида қайнагунча қиздирилади; қиздириш вақтида эритмани ҳар донм шиша таёқча билан аралаштириб туриш ло- зим.

Эримай қолган моддаларни эритмадан ажратиш учун қайноқ эритма «песик воронкага» ўрнатилган бурма фильтр орқали бош- қа стаканга фильтрлаб ўтказилади. Эритмани узлуксиз равишда аралаштириб туриб, филтрат хона температурасига қадар сови- тилади, сунгра муз ичига қўйиб, эритма ҳарорати 0° га етказила-

ди. Бунда эритмачан кристаллар туш бопилайди. Тушган кристаллар Гюхир воронкасида филтрлаб олинади. Кристалл ажралиб чиққан эритмада (қўр эритмада) қандай моддалар қолганини текшириб кўрилади.¹ Бунинг учун икки-уч миллилитр қўр эритмага — 10 мл дистилланган сув қўшиб, устига бир икки томчи концентрованган хлорид кислота ва барий хлорид эритмаси томиллади, бунда BaSO_4 чуқмаси ҳосил бўлади (агар кислота қўйилмаса, BaSO_4 эмас, BaCrO_4 чуқади). Ажратиб олинган калий бихромат кристаллари таркибида ҳам калий сульфат борлиғи худди шу йўл билан текшириб курилади.

Ҳосил қилинган калий бихромат кристалларини чинни косачага солиб, қуритиш шкафида (100°C) 30—40 минут қуриштилади. Сўнгра совитиб техник-химиявий тарозида тортилади, яна ярим соат қуритиш шкафга қўйилади ва қайтадан тортилади. Шундай қилиб, модда массаси ўзгармай қолгунча қуритиш давом эттирилади. Шундан кейин унинг массаси қуритиш учун олинган тузнинг массасига нисбатан неча процентни ташкил этиши аниқланади. Ҳосил қилинган тоза бихромат келгуси тажриба учун сақлаб қўйилади.

2- тажриба. Аммоний хлоридни тозалаш. 50 мл сувга кераклигича аммоний хлорид солиб, 60°C да тўйинган эритма тайёрланади (100 г сувда 60°C да 53,94 г NH_4Cl эрийди еки тўйинган эритмада 35% NH_4Cl бўлади). Эритма деярли қайнагунча қиздирилгандан кейин иссиқ воронка орқали филтрланади; сўнгра филтратни чинни косачага солиб, эритманинг ярми қолгунча сув ҳаммомида буғлантирилади² (нима учун шундай қилинади?)

Шундан кейин чинни косача ичига муз солинган бошқа идишга ботириб қўйилади. Бунда эритмадан кристаллар ажралиб чиқа бошлайди, улар эритмадан филтрлаб ажратилгандан кейин оғирлиги ўзгармай қолгунча ҳавода қуриштилади. Тажриба охирида тозаланган аммоний хлорид миқдори тозалаш учун олинган дастлабки тузнинг неча процентини ташкил этиши ҳисоблаб топилади.

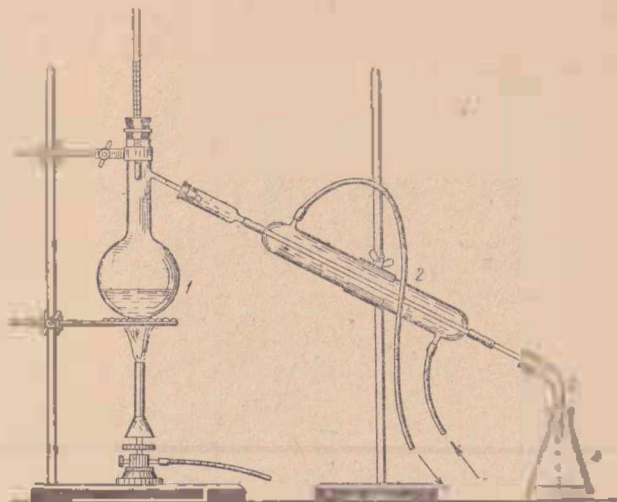
1. Сублимилатлаш

3- тажриба. Йодни сублимилатлаш орқали тозалаш. Каттиқ модданинг суяқ ҳолатга ўтмасдан бирданига газ ҳолатига ўтиш процесси сублимилатланиш дейилади. Техник-химиявий тарозида 0,5 г кальций оксид, 0,1 г калий йодид ва 1 г йод тортиб олинади (йодда қўшимча ҳолда JCl , JBr ва ҳоказолар бўлиши мумкин). Тортиб олинган моддаларни битта химиявий стаканга солиб, стакан оғзи туби юмалоқ совуқ сувли колбача билан беркитилади³ (20- расм). Стаканни асбест тўр устига қўйиб, газ горелкасининг кичик алангасида эҳтиёткорлик билан қиздирилади. Совуқ сувли колба деворларида сублимиланган йод кристаллари ҳосил бўлади, уларни йиғиб олиб техник-хи-

¹ Калий бихромат таркибида, қўпинча, қўшимча ҳолида калий сульфат бўлади.



20- расм. Йод сублимат-
ланган билан тозалаш.



21- расм. Сууюқликларни ҳайдаш учун шиша асбоб.

нишоний тарзида тортилади ва неча процент йод сублиматланганлиги ҳисоблаб топилади.¹

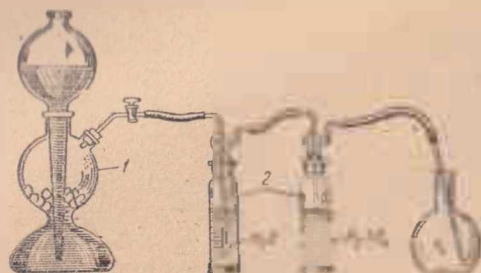
2. Сууюқликларни тозалаш

1 тажриба. Дистилланган сув тайёрлаш. 21-расмда кўрсатилган асбоб лиғилади. Колба 1 га мис купороси эритмаси қўйиб, унинг ичига бир неча узун, йиғичка шиша капилляр (сууюқлик бир текисда қайнасин учун) ташланади. Совитгич 2 водопровод жумрағига уланади (сув совитгичнинг пастки қисмидан кириб, юқори қисмидан чиқиб кетиши керак). Йиғич колба 4 пробкасига аллонж 3 ва натрон оҳакли ёки кальций хлоридли найча ўрнатилади. Колба 1 оғзи термометр ўрнатилган пробка билан беркитилади. Бу колбанинг тагидан горелка билан қиздириб, эритма қайнатилади; 10—15 мл сув ҳайдалиб йиғичга утгач, унинг тозаллиги, таркибида мис сульфат бор-йўқлиги текшириб бўрилади.

3. Газларни тозалаш

5 тажриба. Углерод (IV)-оксидни тозалаш. Углерод (IV)-оксид Кипп аппаратида ҳосил қилинади (22- расм). Кипп аппарати ушта шарикли резервуардан иборат. Устки 1 идиш узун найли шар-

¹ Йод ҳимма вақт ҳам сублиматланади, деб ўйлаш тўғри эмас; йоднинг буғ-ларини эркин тарқала оладиган шарондагина йод сублиматланади; агар йоднинг парциал буғ босими унинг ҳолат диаграммасидаги «учлама» нуқта босими-дан юқо-ри бўлса, йод барча бошқа моддалар каби қиздирилганда сууюқликка айланади; йод капилляр найча билан беркитилган пробиркада қиздирилса, у бошқа моддалар сингари эриб сууюқликка айланади.

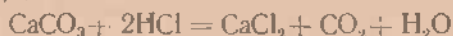


22- расм. Углерод (IV)- оксиднинг молекуляр массасини аниқлаш учун асбоб:

1 — Кипп аппарати, 2 — Дрексельнинг шиша идишлари.

Пастки идиш 3 да ҳам тубус 5 бўлиб, унинг оғзи шлифланган шиша пробка билан беркитилади. Бу тубусдан ишдан чиққан кислотани тўкиб ташлаш учун фойдаланилади. Учала идиш бир-бири билан бирлаштирилади, уртанча идиш учинчи пастки идиш билан най 7 орқали бирлашади.

Углерод (IV)-оксид олиш учун уртанча идишга тубус 4 орқали кальций карбонат булаклари ташланади. Уни найчали пробка билан беркитилганидан кейин устки идишга суялтирилган 20% ли (1:4) хлорид кислота солинади. Агар жўмрак 6 очиқ булса, кислота эритмаси пастки идиш 3 га ва уртанча идиш 2 га утади. У ерда кальций карбонат билан хлорид кислота орасида қуйидаги реакция содир булади:



Хосил буладиган CO_2 водород хлорид ва сув буғлари билан ифлосланади. CO_2 ни сув буғи ва HCl дан тозалаш учун у иккита Тишченко ёки Дрексель шиша идишларидан ўтказилади; буларнинг бирига натрий бикарбонатнинг туйинган эритмаси (ёки тоза сув), иккинчиси га концентранган сульфат кислота солинган булади. Бу икки идишдан ўтиб тозаланган углерод (IV)-оксид колбага йиғилади.

Савол ва масаллар

1. Қайта кристаллаш методи модданинг қайси хоссаларига асосланади?

2. Нима учун ош тузини қайта кристаллаганда туйинган эритма буғлантирилиб, унинг ҳажми камайтирилади?

3. Калий бихроматни 10°C билан 60°C орасида қайта кристаллаб 40 г тоза туз тайёрлаш учун эрувчанлик жадвалидан фойдаланиб дастлаб қанча сувга қанча туз қўшиш кераклигини аниқланг.

4. Аммоний сульфатининг 100° даги туйинган эритмаси 20° гача совитилганида 18,6 г $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ ажралиб чиққан. Эрувчанлик жадвалидан фойдаланиб, қайта кристаллаш учун дастлаб қанча туз ва қанча сув олинганлигини топинг.

Модда сублимироваться бул билан тозалашда дастлаб йодга окисланган кальций оксид қўйилади. Улар қандай роль ўйнайди? Тегинли реакцияларнинг тенгламаларини ёзинг.

Қуруқ модда ўзингиз чизиб, барча номерларини жой-жойига қўйинг.

9. МОДДАЛАРНИНГ ТОЗАЛИК ДАРАЖАСИНИ АНИҚЛАШ

Модданинг зичлигини аниқлаш

Модда массасининг унинг ҳажмига нисбати:

$$d = \frac{m}{v}$$

Модданинг зичлиги деб аталади (бу ерда d — модда зичлиги, 1 см^3 ҳажмида; m — модда массаси, г ҳисобида; v — модда ҳажми, см^3 ҳисобида).

Суюқлик ва қаттиқ жисм зичлигини аниқлаш учун шишадан ясалган кичикроқ идиш — *пикнометрдан* фойдаланилади. Пикнометр турли қўринишда бўлади. Энг оддий пикнометр кичик ўлчов колбадан иборат (23- расм). Суюқликнинг зичлиги пикнометрдаги суюқлик массасини шу ҳажмдаги сув массасига бўлиш йўли билан топилади. Бунда сувнинг зичлиги 4°C дан бошқа температураларда 1 г см^3 га тенг эмаслиги эътиборга олинади. Қаттиқ моддаларнинг зичлигини аниқлашда ҳам пикнометрдан фойдаланилади.



расм. Пикнометрлар.

Таъжрибалар

1. таъриба: а) *Суюқликлар зичлигини аниқлаш.* Қуруқ ва тоза пикнометр аналитик тарозидида $0,0001 \text{ г}$ гача аниқлик билан тортилади ва массаси ёзиб қўйилади. Сўнгра пикнометрга (тепа қисмидаги белгисига қадар) синаладиган суюқлик, масалан, глицерин, спирт тулдирилади ва яна тарозидида тортилади.

Шундан кейин пикнометрни суюқликдан бўшатиб, дистилланган сув билан бир неча марта ювилади ва унга дистилланган сув 19 дориб, яна тарозидида тортилади. Иш натижалари қуйидаги тартибда ёзилади:

1. Бўш пикнометр массаси — m_1 .
2. Синаладиган суюқлик билан тулатилган пикнометр массаси — m_2 .
3. Пикнометрнинг дистилланган сув билан массаси — m_3 .
4. Сув массаси ($m_3 - m_1$).
5. Синаладиган суюқлик массаси ($m_2 - m_1$).

Суюқлик зичлиги ушбу формуладан топилади: $\frac{m_2 - m_1}{m_3 - m_1}$

б) *Металл зичлигини аниқлаш.* Аввал тарозидида тартиб қўйилган қуруқ ва тоза пикнометрга донадор қўرғошин (ёки рух) соғиб, пикнометр шу модда билан бирга тарозидида тортилади. Сўнгра

ра қўрғошиннинг пикнометрдан олмасдан туриб пикнометрга сув тўлдирилади ва тарозиди тортилади. Шундан кейин пикнометрни бушатиб, бир неча марта дистилланган сув билан ювилади; сўнгра унга дистилланган сув тўлдириб, яна тарозиди тортилади.

Тажриба натижалари қуйидагича ёзиб борилади:

1. Пикнометр массаси — m_1 .
2. Пикнометрнинг қўрғошин билан массаси — m_2 .
3. Пикнометрнинг сув ва қўрғошин билан массаси — m_3 .
4. Пикнометрнинг сув билан массаси — m_4 .
5. Қўрғошин массаси — $m_{\text{Pb}} = m_2 - m_1$.
6. Сувнинг массаси — $m_{\text{H}_2\text{O}} = m_3 - m_1$ (бу пикнометр ҳажми V_1 га тенг).

7. Пикнометрнинг қўрғошин билан банд бўлмаган ҳажмидаги сув массаси $m_5 = m_4 - m_2$ (бу пикнометрнинг қўрғошин билан банд бўлмаган ҳажми V_2 га тенг).

8. Қўрғошин ҳажми $V_{\text{Pb}} = V_1 - V_2$ (бу ерда V_1 — пикнометр ҳажми).

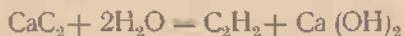
Қўрғошиннинг нисбий зичлиги $d = \frac{m_{\text{Pb}}}{V_{\text{Pb}}}$ формуладан топилади.

Тажрибада топилган зичлик қийматини қўрғошиннинг жадвалларда келтирилган зичлиги билан таққослаб кўринг. Айирма неча процентни ташкил қилади?

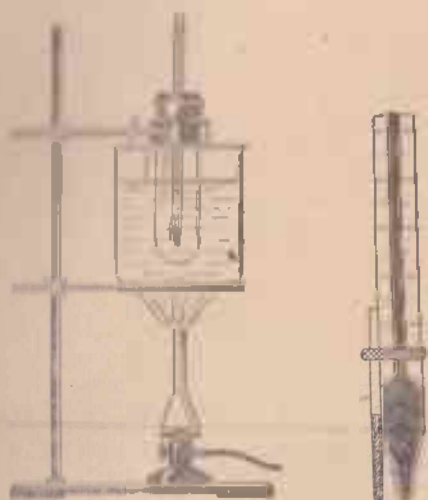
2- тажриба. *Қаътий жисмнинг суяқланиш температурасини аниқлаш.*

Кобальт (II)-нитрат кристаллгидрати $\text{Co}(\text{NO}_3)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ дан озроқ миқдорда олиб, чинни ҳавончада кукун ҳолига келгунча майдаланади, сўнгра уни оловда суяқлантириб, бир учи кавшарлаб беркитилган юпка деворли шиша капиллярга жойланади. Бунинг учун кобальт (II)-нитрат кукунини соат ойнасига солиб, кукун ичига капилляр найчанинг оғзини киритинг. Бунда модда капилляр ичига киради. Сўнгра модда яхши жойланиши учун капиллярни кутариб, берк томони билан стол устига аста-секин 5—6 марта уринг. Шундан кейин капиллярни резина ҳалқа ёрдамида термометрга урнатинг (24-расм). Бу термометрни пробкага урнатиб, пробкани буш пробиркага жойланг, буш пробирка капиллярдаги моддани ута қизиб кетишидан ҳимоя қилувчи «ҳаво муфтаси» вазифасини бажаради. Сўнгра пробиркани штативга маҳкамлаб сувли стаканга туширилади ва стакандаги сув аста-секин қиздирилади (қиздириш вақтида сувни аралаштириб туриш керак). Қиздириш мобайнида ҳар доим капиллярдаги моддадан кузни узмаслик керак. Капиллярдаги модда суяқланиб шаффоф ҳолатни олгач, температурани ёзиб олинг, бу температура модданинг суяқланиш температураси бўлади.

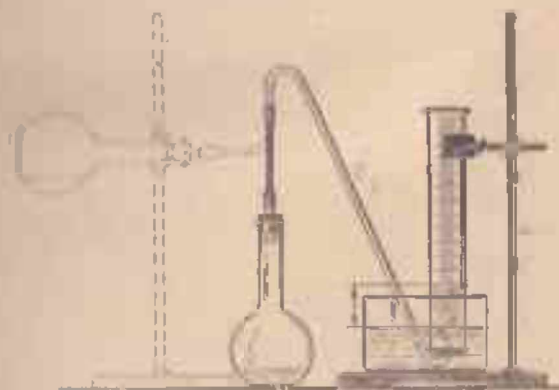
3- тажриба. *Қаъций карбиднинг тозалик даражасини химиявий усулда аниқлаш.* Қаъций карбид қанчалик тоза эканлигини аниқлаш учун у сув билан реакцияга киритилади:



Ҳосил бўлган ацетиленнинг ош тузининг тўйинган эритмаси устига йиғиб, унинг миқдори аниқланади (ацетилен сувда бирмунча эрув-



24-расм. Моддаларнинг суюқлашиш температураларини аниқлаш асбоби.



25-расм. Моддаларнинг тозалик даражасини аниқлаш учун асбоб.

чан бўлганлигидан ош тузининг туйинган эритмаси устига йиғилади). Ишни бажариш учун 25-расмда тасвирланган асбобдан фойдаланилади.

Цилиндрни ош тузининг туйинган эритмаси билан тулдириш: кристаллизаторнинг ярмигача шу эритма қуйилади. Цилиндр оғзини пробка ёки шиша пластинка билан беркитиб, пастга қаратиб кристаллизаторга қўйинг. Колба ва газ чиқиш найидан тузилган асбобнинг герметиклигини сишаб кўринг. Шундан кейин узун найчада воронка ёрдамида колбага 10 мл дистилланган сув қўйинг (колбанинг бўйин қисм деворларига сув тегмасин). Техник тарозидида маълум миқдор кальций карбид тортиб олиб, унинг оғирлигини лафтарга ёзиб олинг. Колбани горизонтал ҳолатда штативга ўрнатиш. Тортиб олинган кальций карбид колбанинг бўйин қисмига жойланади; шундан кейин колба оғзини тезда газ чиқиш пайи бор пробка билан беркитиб, шиша наф учини цилиндрга киритинг.

Кальций карбидни сувга туширинг. Содир бўлаётган процессни кузатиб туриб, ажралиб чиқаётган газни цилиндрга йиғинг. Реакция тугагандан кейин газ чиқиш найини кристаллизатордан олиб, цилиндрдаги суюқлик баландлигини чизғич билан ўлчанг. Ацетилен ҳажмини ҳисоблаб топинг. Ҳаво босими ва температурасини ёзиб олинг. Тажриба натижаларини қуйидаги жадвалга ёзинг.

CaC ₂ нинг мас-саси	Ацетиленнинг ҳажми	Цилиндрдаги суюқлик баландлиги, мм	Барометрик босим, Р, мм сым уст	Температура, С
--------------------------------	--------------------	------------------------------------	---------------------------------	----------------

Ацетиленнинг нормал шаронгдаги ҳажми $V_2 = \frac{v_1(p-h)273}{760 \cdot T}$ формула асосида ҳисоблаб топилади, бу формулада $T = 273 + t$; h — тажриба утказилган температурада сув буғи босими, мм симоб устуни ҳисобида, t — температура, °C.

Кальций карбид сув билан реакцияга киришганида ажралиб чиқиши керак бўлган ацетиленнинг пазарий ҳажми (V_2) реакция тенгламаси асосида ҳисоблаб топилади. Шундан кейин реакция учун олинган кальций карбидда неча процент CaC_2 борлиги ҳисоблаб чиқарилади.

Туз ва қум аралашмасидаги натрий хлорид миқдорини аниқлаш.

Иш учун керак-яроқлар: штатив (пробиркалари билан); 250 мл ли ўлчов цилиндр, суюқлик зичлигини ареометр ёрдамида ўлчаш учун керак бўлган ингичка цилиндри (ҳажми 300 мл), 200 мл ли химиявий стакан, 250 мл ли туби ясси колба; ювгич, диаметри 7 см бўлган воронка, шиша таёқча, шкаласи 1,00—1,20 орасида бўлган ареометр, 100°C га мўлжалланган термометр, кайчи, ўлчами 8 × 8 см бўлган бир неча варақ қоғоз, фильтр қоғоз, ош тузи билан қум аралашмаси, қумуш нитратнинг 0,1 н эритмаси, нитрат кислотанинг 0,1 н эритмаси.

Ҳовончада ош тузини кукун ҳолига келгунча яхши туйиб, ювиб, қуритилган тоза қум билан аралаштириш лозим. Қум билан ош тузидан турли таркибли бир неча аралашма тайёрлаб қўйиш керак.

Ош тузи ва қум аралашмасидан техник тарозида 0,01 г аниқлик билан 10 г ча тортиб олинг. Тортиб олинган аралашмани стаканга солиб, устига 100 мл дистилланган сув қўйинг. Стаканни алангага қўйиб, суюқлик қайнагунча қиздириб, қиздириш вақтида суюқликни шиша таёқча билан аралаштириб туринг. Бурма фильтр тайёрлаб, воронкага жойланг, уни дистилланган сув билан ҳўллаганингиздан кейин эритмани стакан ёки колбага филтратланг. Суюқликнинг ҳаммаси филтрдан ўтиб бўлгандан кейин чукмали стаканга 10—12 мл қайноқ сув қўйиб чапқатилади; чукма устидаги суюқлик яна филтрга қўйилади. Филтрни қайноқ дистилланган сув билан уч марта ювиб бўлгандан кейин охириги 2—3 томчи филтратни алоҳида пробиркага тушириб, 2—3 томчи қумуш нитрат эритмаси таъсир эттирилади. Агар пробиркада чукма ёки лойқа ҳосил бўлмаса, филтрдаги чукма яхши ювилган дейиш мумкин. Аке ҳолда ювишни яна давом эттириш керак бўлади. Чукма ювилган барча сувни стакандаги филтратга қўшинг, унга яна суюқликнинг ҳажми 250 мл бўлгунча сув қўшиб, ҳосил бўлган эритманинг температураси улчанади. Агар унинг температураси 20° дан юқори бўлса, унга яна совуқ сув қўшиб температураси 20° га келтирилади; тезда эритмани тор цилиндрга солиб, унга оҳисталик билан ареометр қўйилади; суюқлик сирти ареометрнинг қайси белгисига келганини ёзиб олиб, суюқликнинг зичлиги аниқланади. Шундан кейин ареометр тоза сув билан ювиб қуритилгач, филогига солиб қўйилади. 7-жадвалдан фойдаланиб, эритма зичлиги асосида эритмада неча процент натрий хлорид борлиги топилади.

1. Ҳақиқат натижалари қуйидаги тартибда ёзилади:

Анализнинг натижаси	Эритманинг ҳажми, мл	Ареометр би- лан ўлчанган зичлик	Процент кор- центрация (жад- валдан)	Эритмадаги туз миқдори, г

Эритманинг массаси ҳисоблаб топилганидан кейин туз билан қум
аралашмасида неча процент натрий хлорид борлиги ҳисобланади.

Савол ва машқлар

1. Модданинг тозалик даражаси деганда нима тушунилади?

2. Агар 2,2 г кальций карбид сув билан реакцияга киришгани-
дан 760 мм ацетилен (0°C ва 760 мм симоб устунига тенг босимда
олинган) ажралиб чиққан бўлса, кальций карбиднинг тозалик
даражаси неча процентга тенг?

(Жавоб и: 95,4%)

3. 50 г мармар парчаланганида 12,5 л углерод (IV)- оксид ҳо-
лват бўлган. Шу мармарда неча процент CaCO_3 борлигини ҳисоб-
лаб тойинг.

(Жавоб и: 94,5%)

10.1. МОДДАЛАРНИНГ МОЛЕКУЛЯР, ЭКВИВАЛЕНТ ВА АТОМ МАССАЛАРИНИ АНИҚЛАШ

Модда молекуласининг углерод бирлигида ифодаланган
массаси шу модданинг *молекуляр массаси* дейилади. Модданинг
молекуляр массасига сон жиҳатидан тенг қилиб, граммлар ҳисо-
б-бери олинган миқдори унинг *грамм-молекуласи* ёки қисқача
молекула деб аталади. Газсимон моддаларнинг молекуляр массасини
аниқлаш методларининг яратилишида Авогадро қонун катта
аҳамиятга эга бўлди. Бу қонун қуйидагича таърифланади: *бир
хил шароитда* (бир хил температура ва бир хил босимда) *турли
газларнинг тенг ҳажмларидаги молекулалар сони бир хил бўлади.*
Авогадро қонунидан уч хулоса келиб чиқади: 1) оддий газларнинг
(кислород, водород, азот, хлор) молекулалари икки атомдан ибор-
ат; 2) нормал шароитда бир грамм-молекула газ 22,4 л ҳажмни
эгаллайди; 3) бир хил шароитда барабар ҳажмда олинган икки газ
массалари орасидаги нисбат шу газларнинг молекуляр массалари
орасидаги нисбатга тенг.

Молекуляр массани аниқлашда I метод Авогадро қонунидан келиб чиқадиган иккинчи хулосага асосланган. Бир грамм-молекула газ нормал шароитда (0°C ва 760 мм симоб устуни босимида) $22,4\text{ л}$ келишидан фойдаланиб, қуйидаги пропорцияни ёза оламиз.

 $v_0\text{ л}$ газ $g\text{ грамм}$ келса, $22,4\text{ л}$ газ $M\text{ грамм}$ келади:

$$\frac{v_0 = g}{22,4 = M}$$

Бундан

$$M = \frac{22,4\text{ г}}{v_0}$$

Газ ҳажмини нормал шароитга келтириш учун

$$v_0 = \frac{P\ 273,2}{P_0 T}$$

формуладан фойдаланамиз (бунда P — газ босими, v — газнинг $t^\circ\text{C}$ даги ҳажми, $T = t + 273,2$ — газнинг абсолют температураси).

II метод Авогадро қонунидан келиб чиқадиган учинчи хулосага асосланган. Масалан, ҳар бирининг ҳажми бир л дан бўлган икки газ олайлик. Олинган ҳар қайси газда N донa молекула бўлсин. Биринчи газ массасини g_1 билан, иккинчи газ массасини g_2 билан белгилайлик. Газларнинг молекуляр массаларини M_1 ва M_2 билан белгилайлик. Бир литр газнинг массаси ундаги молекулалар сонининг молекулалар массасига кўпайтирилганига тенг:

$$g_1 = M_1 N; \quad g_2 = M_2 N$$

ёки

$$g_1 : g_2 = M_1 : M_2 \text{ булади.}$$

$g_1 : g_2$ ни v (биринчи газнинг иккинчи газга нисбатан зичлиги) билан белгилайлик. У ҳолда

$$M_1 = M_2 D$$

келиб чиқади. Иккинчи газ сифатида водород олинган бўлса:

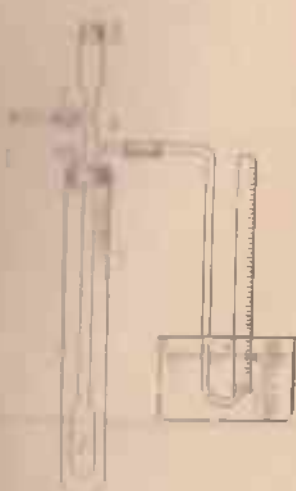
$$M = 2,016 D$$

Хаво олинган бўлса:

$$M = 29 \cdot D \text{ булади.}$$

Бу ерда D — газнинг водородга нисбатан зичлиги, D — газнинг ҳавога нисбатан зичлиги, 29 эса ҳавонинг «уртача» молекуляр массаси.

III метод. В. Мейер методи. Бу методдан таркибий қисмларга ажралмай қайнайдиган суюқликларнинг молекуляр массасини аниқлашда фойдаланилади. Бунинг учун резервуарда маълум оғирликдаги суюқлик батамом буғга айлантирилади. Хосил бўлган буғ резервуардан ҳавонинг бир қисмини ҳайдаб чиқаради. Ҳайдаб чиқарилган ҳавонинг ҳажми синалаётган модда буғининг ҳажмига тенг булади. Ҳайдаб чиқарилган ҳаво цилиндрдаги (ёки бюреткадаги) сув устига йиғилади (26- расм).



Уш — Тез учувчан
моддаларнинг молекуляр
массасини В. Мейер усу-
лида аниқлаш учун иш-
латиладиган асбоб.

Ҳисоблаш Менделеев—Клапейрон тенглама-
си $PV = \frac{g}{M} RT$ асосида олиб борилади. Фақат
газ босими P ўрнига $(B - h)$ олинади; у ҳол-
да молекуляр массани ҳисоблаб чиқариш учун
қуйидаги формулага эга бўламиз:

$$M = \frac{gRT}{(B - h)V} \quad (T = 273,2 + t)$$

Бу ерда B — атмосфера босими, g — суюқ-
лик массаси, V — модда буғи сиқиб чиқарган
ҳаво ҳажми, t — ҳаво йиғилган цилиндрдаги
сувнинг температураси, h — ана шу темпера-
турада сув буғи босими (ми симоб устуни
ҳисобида, уни китоб охиридаги 2-жадвал-
дан олиш мумкин).

**1-Тажриба. Углерод (IV)-оксиднинг мо-
лекуляр массасини аниқлаш.** Бу мақсад
учун 22-расмда келтирилган асбоб йиғила-
ди. Кипп аппаратида кальций карбонатга
хлорид кислота таъсиридан ҳосил бўлган
углерод (IV)-оксид Дрекселнинг иккита
шунча идишлари орқали ўтади (уларнинг бирига сув, иккинчисига
сүльфат кислота қуйилган бўлади). Углерод (IV)-оксид биринчи
идишдан ўтганида хлорид кислота қолдиқларидан тозаланади, ик-
кинчи идишда намни йўқотиб қуруқ ҳолатга ўтади. Ана шу тариқа
тозаланиш ва қуритилган углерод (IV)-оксид колбага йиғилади.
Унинг массаси, ҳажми, температураси ва босими аниқланганидан
унинг молекуляр массаси ҳисоблаб чиқарилади. Иш қуйидаги тар-
тибда олиб борилади.

1. Қуруқ тоза колба олиб, унинг оғзини резина пробка би-
лан беркитинг; сўнгра пробка билан колбани тарозига қўйиб,
оғирлигини билиб олинг. Резина пробканинг пастки сирти колба-
нинг қайси жойида турганини шпшага ёзадиган қалам билан
белгилаб қўйинг.

2. Газ келаётган найча учини колбанинг тубига қадар туши-
риб, Кипп аппарат жўмрагини очинг; 6—8 мин давомида углерод
(IV) оксид газин юбориб, колбани газга тўлдиринг. Колбани тўл-
диришда газин шундай тезлик билан ўтказиш керакки, югич
идишлар орқали ўтаётган газ пуфакчаларини санаш мумкин бўл-
син. Агар колбага газ жуда тез тулатилса, газ яхши тозаланишга
ўнгра олмади ва колбага CO_2 билан ҳаво аралашмаси йиғи-
лади.

3. Колба CO_2 га тўлдирилгандан кейин унинг оғзини аввалги
резина пробка билан беркитинг. Пробканинг пастки сирти колба
бўлида белгилаб қўйилган жойга стказилиши керак. Уни CO_2
билан бирга тортиб (0,01 г гача аниқлик билан) оғирлигини аниқ-
ланг.

4. Колба CO_2 га тулганлигига батамом ишонч ҳосил қилиш учун колбага яна 5 мин давомида CO_2 оқими юборинг. Ана шундан кейин CO_2 га тулган колбани тарозига қуйиб, яна тортинг. Иккала топилган оғирлик бир-бирига тенг бўлса, колбани газ билан қайта тулатишга зарурият йўқ. Агар оғирликлар орасида фарқ бўлса тўлдириш ишини яна такрорлаш лозим.

5. Лабораторияда мавжуд барометр курсатган босим ва термометр курсатган температуранинг ёзиб олинг.

6. Углерод (IV)-оксиднинг тажриба шаронтидаги ҳажмининг аниқлаш керак. Бунинг учун колба бўғзига чизилган белгига қадар сув билан тўлдирилади. Сўнгра сувни колбадан ўлчов цилиндрга қуйиб, сувнинг ҳажми топилади. Бу ҳажм углерод (IV)-оксид ҳажмига тенглигини тушуниш қийин эмас.

Молекуляр массани ҳисоблаш

1. $V_0 = \frac{PV}{P_0} \cdot \frac{273,2}{T}$ формула асосида CO_2 нинг нормал шаронтидаги ҳажми топилади; бу ерда $P_0 = 760$ мм симоб устунига тенг. V — тажриба шаронтидаги CO_2 нинг ҳажми. P — атмосфера босими. T — абсолют температура.

2. Ҳавонинг молекуляр массаси 29 га тенглигини назарга олиб, колба ҳажмидаги ҳавонинг оғирлиги топилади.

3. Колбадаги углерод (IV)-оксид газининг оғирлиги топилади; бунинг учун CO_2 тўлдирилган колба оғирлиги билан буш колба оғирлиги айирмасига колба ҳажмидаги ҳаво оғирлигини қўйиш керак.

4. Колба ҳажмидаги CO_2 оғирлигини колба ҳажмидаги ҳаво оғирлигига бўлиб, углерод (IV)-оксиднинг ҳавога нисбатан зичлиги топилади.

$M = 29D$, асосида углерод (IV)-оксиднинг молекуляр массаси ҳисобланади.

5. Тажрибада топилган молекуляр масса $M_{\text{эксп}}$ дан CO_2 нинг назарий молекуляр массаси M ни аниқлаб ташлаб, нисбий хато ҳисобланади:

$$\text{нисбий хато} = \frac{M_{\text{эксп}} - M}{M} \cdot 100\%$$

Ишнинг ҳисоботи

Буш колба оғирлиги

Колбанинг CO_2 билан оғирлиги

I марта тортилгани

II марта тортилгани

Колбанинг ҳажми

Атмосфера босими

Температура

- 1) Магнийнинг нормал шароитдаги ҳажми
- 2) Магний ҳажмидаги ҳавонинг оғирлиги
- 3) Магний ҳажмидаги CO_2 нинг оғирлиги
- 4) Магний ҳажмига инебатан zichлиги
- 5) Магний молекуляр массаси
- 6) Магний ато (процент ҳисобида)

Эквивалентларни аниқлаш

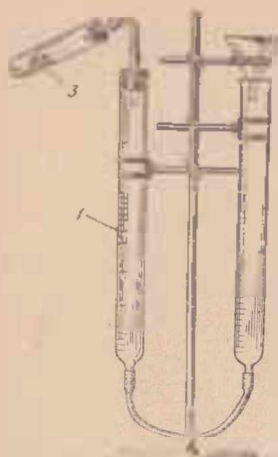
Магнийнинг тарозидаги реактивлар: 1) Техник-химиявий тарози, тарози билан; 2) ҳалқали штатив, қисқич, 50 мл ли бюретка, пипетка шонига иккита пробка ўрнатилган икки найча; 3) барометр; 4) термометр; 5) горелка; 6) эксикатор; 7) иккита чинни тигелга; 8) поройка; 9) бюкс; 10) қисқич; 11) пичоқ; 12) асбобларнинг тур; 13) магний лентаси; 14) нитрат кислота HNO_3 (4н); 15) сульфат кислота (2н).

1. **Магнийнинг эквивалентини бевосита аниқлаш.** Металл (масалан, магний) эквивалентини бевосита аниқлаш учун маълум миқдор маълум олиб, уни оксидга айлантирилади. Сўнгра оксиддаги металл билан кислород миқдорини аниқлаб, металлнинг эквивалентини ҳисоблаб топилади. Тажриба қуйидагича олиб борилади.

2. **Тажриба.** Тарозида 0,2 г магний лента тортиб олиб, уни уша тарозида аниқ тортиб қўйилган чинни тигелга солинг. Шундан кейин магнийни мурили шкафта нитрат кислотада эритинг. 0,2 г магнийни тути эритиш учун 4 н HNO_3 эритмасидан қанча кераклигини ҳисоблаш. Кислота эритмасини оз-оздан тигелга (то магнийнинг ҳажмига эриб булғунча) қуйиб бориш. Ҳосил қилинган магний нитрат эритмасини оҳисталик билан буғлантиринг. Буғлангандан кейин тигелга қолган қаттиқ моддани очиқ алангада чўллангунча қиздоринг. Бу ишнинг жуда эҳтиёткорлик билан бажариш лозим, чунки тарозида жуда кўп миқдорда азот оксидлари чиқиб кетма-кетиб, аланга чўллангач, тигелли алангадан олиб, эксикаторда совитилган. Содиқ булган реакцияларнинг тенгламалари дафтарга ёзиб қўйилади. Тигель совитганидан кейин уни (ичидаги магний оксиди билан бирга) техник-химиявий тарозида тортилади. Сўнгра маълум модда иккинчи марта чўллантирилади ва эксикаторда совитилганидан кейин яна тортилади. Бу иш иккала тартиб тарозида фарқ қолмагунча (яъни магний нитрат батамом эритиб булғунча) такрорлашаверади. Топилган натижаларни маълум магнийнинг эквиваленти ҳисоблаб чиқарилади.

Ишнинг ҳисоботи

1. Чинни тигель оғирлиги (a)
2. Магний лента оғирлиги (b)
3. Чинни тигелининг магний оксид билан оғирлиги (c)
4. Ҳосил қилинган магний оксид оғирлиги ($c-a$)
5. Магний билан бириккан кислород оғирлиги [$(c-a)-b$]
6. Магнийнинг эквиваленти $E = \frac{b}{(c-a)-b}$



27- расм. Эквивалент аниқ-
ланадиган асбоб: 1) бюретка,
2) 2-бюретка, 3) пробирка.

3-тажриба. Кислота таркибидан водород-
ни сиқиб чиқариш усулида магнийнинг экви-
валентини аниқлаш. 27- расмда тасвирланган
асбоб йиғилади. Бюретка 1 (унинг сифими 50
мл) штатив ҳалқасидаги 2-бюретка билан рези-
на най орқали бирлаштирилади. Бюретка оғ-
зига шиша найчани пробка ўрнатилади; ши-
ша найчанинг тепа томонига резина найча
кийдириб, унинг иккинчи учи пробирка 3 га
киритиб қўйилади.

Тажрибани бошлашдан аввал асбоб-
нинг герметиклигини аниқланг. Бу мақ-
садда иккала бюреткага сув солинг.
Сўнгра 1-бюретка оғзини пробка би-
лан беркитиб, сувнинг сатҳини белгилаб
олинг. Штатив ҳалқаси ёрдами билан
пастга тушинг. Агар асбоб герметик
бўлса, 2-бюреткани пастга туширилганида
бюреткадаги сувнинг сатҳи аввал салги-
гина пасаяди, сўнгра ўзгармай қолади.

Агар 1-бюреткадаги сувнинг баландлиги тўхтовсиз пасая-
верса, бу асбобнинг герметик эмаслигини кўрсатади, яъни бирор
жойдан асбобга ҳаво кираётган бўлади. Бу камчиликни тезда бар-
тараф қилиш керак. Агар ўқувчининг ўзи ҳаво кираётган жойни
топа олмаса, дарров ўқитувчига мурожаат қилиш лозим.

Тажриба ўтказиш

Магний лента ёки кукунидан тарозида тахминан 0,03 г тортиб
олинг. Бюретка оғзидаги пробкани олиб қўйиб, 2-бюреткани юқори-
га кўтариш ва пастга тушириш орқали бюреткадаги сувнинг сат-
ҳини бюретка шкаласининг нолига келтиринг (ёки нолдан салги-
на пастга тушинг). Сульфат кислотанинг 2 н эритмасидан 5 мл
олиб, унн кичик воронка орқали пробиркага қўйинг. Қурилган
кичкина пробиркачага тарозида тортилган магний лента ёки куку-
нини солинг ва пробиркачани сульфат кислотали пробиркага
эҳтиётлик билан тушинг. Магний лента сульфат кислотага тег-
масин. Пробирка оғзини резина найчага уланган шиша найча ўр-
натилган пробка билан беркитиб, резина найчани бюреткага уланг.
Сўнгра 2-бюреткани баланд-паст суриб, бюретка ҳамда 2-бюретка-
даги сувнинг сатҳини тенглаштиринг. Бюреткада сув сатҳи туғри
келган рақамни (суюқликнинг пастки менискига қараб 0,1 мл гача
аниқлик билан) ёзиб олинг. Пробиркани сал туртиб, магний лен-
та ёки кукунини кислотага тушинг. Бу вақтда қандай ҳодиса
рўй беришини ёзиб олинг. Реакция тугаганидан кейин пробирка
уй температурасига қадар совишини кутиб туринг. Сўнгра 2-бюрет-
кани яна паст-баландга суриб, иккала бюретка ичидаги сув-
нинг сатҳини тенглаштиринг. Бюреткада сув сатҳи қайси нуқтада
турганлигини ёзиб олинг. Лабораториядаги термометр ва баро-

фойдаланиб, уй температураси ва ҳаво босими тажриба қандай эканлигини ёзиб олинг.

Тажриба маълумотларини журналга қуйидаги тартибда ёзинг:

1. Магний кукунининг массаси (m)

2. Температура (t)

3. Атмосфера босими (P мм симоб устуни)

4. Ёриткидаги сувнинг реакциядан аввалги баландлиги (h_1)

5. Ёриткидаги сувнинг реакциядан кейинги баландлиги (h_2).

Тажриба натижаларини ҳисоблаш тартиби. 1. Кислотага магний таъсир этиши натижасида сиқиб чиқарилган водороднинг (t ва P босими) ҳажмини ҳисоблаш:

$$v = h_2 - h_1$$

2. Тошилган ҳажми нормал шароитга келтириш:

$$v_2 = \frac{v(P - h) \cdot 273,2}{760 T}.$$

3. Ҳақиқат $T = 273,2 + t$ абсолют температурага, h — сув буғи босими (С. 10-жадвалдаги 2-жадвалдан олинади).

4. Нормал шароитда бир моль водороднинг ҳажми 22,4 литр эканлигини назарда тутиб, m г магний сиқиб чиқарган водороднинг массаси g ҳисоблаб топилади.

5. $\mathcal{E} = \frac{m}{g}$ формуладан фойдаланиб, магнийнинг эквиваленти \mathcal{E} ни топилади (m — магнийнинг массаси, g — водороднинг массаси).

6. Магнийнинг эквиваленти \mathcal{E} ни унинг назарий қиймати $\mathcal{E}_{\text{наз}}$ билан солиштириб, қуйидаги формула асосида процент хато аниқланади:

$$\% \text{ хато} = \frac{\mathcal{E}_{\text{наз}} - \mathcal{E}}{\mathcal{E}_{\text{наз}}} \cdot 100\%$$

Савол ва масалалар

1. Магний ва рухнинг эквивалентини қандай методлар билан аниқлаш мумкин?

2. Ванадийнинг тўртта кислородли бирикмаси берилган. Уларнинг биринчи 26,23%, иккинчисида 32%, учинчисида 38,5% ва тўртинчисида 44% кислород бор. Ванадийнинг бу оксидлардаги эквиваленти топилин.

(Жавоби: 22,5; 17; 12,8; 10,2)

3. Ёр металлнинг эквиваленти 20 га тенг. Унинг оксидида неча процент металл борлиги топилин.

(Жавоби: 71,5%)

4. Эквиваленти 9 га тенг бўлган металлнинг уч грами оксидланишда неча грамм оксид ҳосил бўлади?

(Жавоби: 5,66 г)

5. Бир металлнинг оксиди таркибида 47% кислород бор; унинг галогенидида эса 93,38% галоген бор. Галогеннинг эквиваленти ҳисоблаб топилсин.

(Жавоб: 127)

6. 1,305 г марганец (IV)-оксид алюминий билан қайтарилганида 0,825 г марганец ҳосил булган. Унинг эквиваленти ҳисоблаб топилсин.

(Жавоб: 13,7)

7. Марганец оксидда 3,44 г марганецга 2 г кислород туғри келади. Марганецнинг эквиваленти топилсин.

(Жавоб: 9,12)

8. Азот оксид таркибида, 25,93% азот ва 74,07% кислород бор. Азотнинг эквиваленти топилсин.

(Жавоб: 2,8)

9. Агар 0,195 г металл нормал шароитда 56 мл водородни сиқиб чиқарган бўлса, бу металлнинг эквиваленти нечага тенг бўлади?

(Жавоб: 39)

Атом массаларни аниқлаш

Атом масса бирлиги сифатида узоқ вақтларгача табиий (яъни ^{16}O , ^{17}O ва ^{18}O изотопларидан иборат) кислород атоми массанинг $1/16$ қисми қабул қилиниб келди. Бу бирлик кислород бирлиги деб аталди ва атом массанинг *химиявий шкаласи* учун асос бўлди. *Физикавий шкалада* атом масса бирлиги қилиб кислород изотопи ^{16}O атом массасининг $1/16$ қисми қабул қилинди. Натижада атом массаларнинг икки хил шкаласи мавжудлиги анча ноқулайликларга сабаб бўлди. 1961 йилда атом массалар бирлиги учун асос қилиб углерод изотопи ^{12}C массасининг $1/12$ қисми қабул қилинди ва у *углерод бирлиги* деб аталди. Кислород бирлигида ифодаланган атом массада углерод бирлигида ифодаланган атом массага ўтиш учун элементнинг кислород бирлигида ифодаланган атом массасини 0,999956 га кўпайтириш керак:

$$A_{y6} = 0,999956 A_{\text{кислород}}$$

Элементларнинг атом массаларини бир неча усул билан аниқлаш мумкин.

1) Агар газ ҳолатда бирор элементнинг молекуласи якка-якка атомлардан иборат бўлса, унинг атом массаси туғридан-туғри молекуляр массасига тенг бўлади.

2) Кислород, водород, азот каби оддий газларнинг молекула-атом икки атомдан ташкил топгани учун уларнинг тақрибий атом массаси молекуляр массасининг ярмига тенг бўлади:

$$A = \frac{M}{2}.$$

3) Қаттиқ ҳолатдаги элементларнинг тақрибий атом массаларини аниқлашда Дюлонг — Пти қондасидан фойдаланамиз. Бу қондага кўра қаттиқ ҳолатда олинган элемент атом массасининг шу элемент солинган табиқий иссиқлик сифимиغا қўпайтмаси ўзгармас миқдор бўлиб, уртача олганда $26 \frac{\text{моль} \cdot \text{А}}{\text{моль} \cdot \text{А}}$ га тенг. 1 г моддани бир градус иситиш учун керак бўладиган иссиқлик миқдори шу модданинг солиштирма иссиқлик сифими дейилади. Дюлонг — Пти қондаси асосида элементнинг атом массасини топиш мумкин: элементнинг солиштирма иссиқлик сифими аниқлангандан кейин, бу сонга 26 ни бўлсак, элементнинг тақрибий атом массаси келиб чиқади: $A = 26 : C$.

4) Қанниццаро усули асосида қуйидаги қоида ётади: химиявий бирикманинг бир молида унинг таркибига кирувчи бирор элементнинг миқдори ҳеч қачон бир атом мольдан кам бўлмайди.

5) Элементларнинг атом массаларини изоморфизм қондаси асосида ҳам аниқлаш мумкин. Бу қондага мувофиқ агар бир хил элемент атомлар бир-бири билан бир тарзда бирикиб кристаллар ҳосил қилса, таркибий қисмлар қандай элементлардан иборат бўлган бўлсин қатъи назар, бир хил шаклдаги кристаллар ҳосил бўлади. Масалан, Митчерлих калий селенат кристалларининг шакли калий сульфат кристалларининг шаклига ўхшаш эканига асосан селенининг атом массасини топи.

6) Айрим изотопларнинг масса сонларини аниқлаш учун массаспектрометр усулдан фойдаланилади. Бу усул зарядли заррачаларнинг электр ва магнит майдонида ўзининг туғри чизиқли йули бўйлаб ҳаракатининг текширишга асосланган. Бу усулда ион массаси аниқлашга тенглама асосида топилади:

$$\frac{A}{ne} = K r^2 \frac{H}{E}.$$

Бу ерда A — заррача массаси, n — заррача нейтрал атом бўлиши учун еттирмайдиган электронлар сони, e — электрон заряди, H — магнит майдон кучланишлиги, E — электр майдон кучланишлиги, r — заррачанинг ҳаракатининг бурилиш йули радиуси, K — константа.

7) Атом массасини аниқлашда Д. И. Менделеев методи. Элементнинг даврий системадаги ўрни билсак, унинг атом массасини ҳисоблаш бўлмиз. Бунинг учун даврий жадвалда айни элементнинг турт томондан қўшаб олган элементларнинг атом массаларини олинганлигини асос қилиб бўлиш керак бўлади.

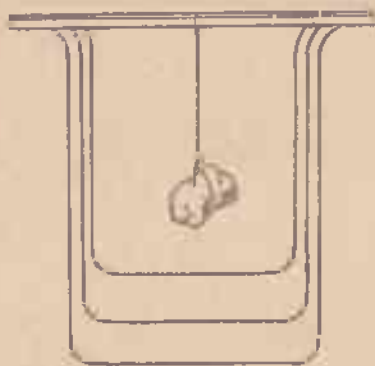
Юқорида келтирилган 6- ва 7-усуллардан ташқари ҳамма усулларда элементларнинг тақрибий атом массалари топилади. Тақрибий атом массани ўша элементнинг эквивалент массасига бўлиш орқали унинг валентлиги топилади. Элемент эквиваленти-

ни унинг валентлигига кўпайтириб, атом массанинг аниқ қиймати топилади.

Тажриба. Қўрғошиннинг солиштирма иссиқлик сифimini аниқлаш асосида унинг тақрибий атом массасини топиш (бу ишни икки студент бирга бажариши керак).

Иш учун керакли асбоб ва реактивлар: 1) қўрғошин; 2) металлни қиздириш учун асбоб; 3) бир неча стакандан (сифимлари 100, 300, 400 ва 500 мл бўлган тўртта шиша стакан) тайёрланган калориметр; 4) дистилланган сув; 5) жилвир қоғоз; 6) асбестланган тур; 7) металл штатив; 8) иккита ($100\text{--}150^{\circ}\text{C}$ ли) термометр; 9) аралаштиргич; 10) секундомер ёки секундомерли соат.

Лаборатория машғулоти қуйидаги тартибда олиб борилади. Иш учун зарурий калориметр ва металл қиздириладиган асбоб қуйидагича тайёрланади. Энг оддий калориметр бирининг ичига иккинчиси ва учинчиси киритилган учта шиша стакандан тайёр-



28- расм. Энг оддий калориметр.

ланиши мумкин (28- расм). Ички стаканнынг сифими 10 мл, уртача стаканники 300 — 400 мл ва ташқи стаканники 500 мл бўлиши лозим. Ички, энг кичик стаканга сув солинади; қолган стаканлар ҳаволи иссиқ сақловчи қават ва зифасини утайди.

Металл қиздириладиган асбоб ҳам турли сифимдаги учта шиша стакандан тайёрланади: бу ҳолда учала стаканга ҳам сув солинади ва стаканлар бир-бирига туширилади, шунда бир стаканнынг туби иккинчи стакан тубига тегмайди. Ички, энг кичик ста-

канга 50 мл сув солинади; иккинчи ва учинчи стаканларга солинган сувнинг баландлиги ички стакандаги сув баландлигидан бирмунча юқори бўлиши лозим. Оғирлиги 110 — 150 г келадиган қўрғошин парча олиб, унинг сирти жилвир қоғоз билан яхшилаб тозаланади. Металл парчасини пишиқ ип билан боғлаб, шиша таёқчага осиб қўйилади ва стаканга туширилади; бу ҳолда металл стакан тубига ва деворларига тегмаслиги лозим. Асбестланган турли уч оёқ таглик устига стаканларни қўйиб, газ горелка алангасида стакандаги сув қайнатилади. Қайнаб турган сув ичида қўрғошин парчаси 10 — 15 минут қолдирилади (нима учун?).

Калориметр ичидаги энг кичик стаканни тарозида тортиб, унинг ичига аниқ ўлчаб 50 мл сув қўйилади. Битта термометр билан металл қиздириладиган асбобдаги қайнаб турган сувнинг температураси ёзиб олинади, бу қиздирилган металл температураси бўлади. Иккинчи термометр ёрдамида калориметрдаги сувнинг температураси ўлчанади. Шундан кейин калориметрнинг металл қиздириладиган асбоб яқинига келтириб, металл тезлик билан калориметрнинг кичик стаканига олинади. Энди калори-

Тажриба қилириш асбобидан узоқроққа суриб, металл солинган сув ичидаги сув аралаштирилади; термометрга қараб сув температурасининг ўзгариши ҳар 10 секундда ёзиб борилади. Температуранинг кўтарилиб бориб, максимал қийматга эришади, сўнгра тажриба бошланибди. Ана шу максимал қийматни ёзиб олгач, ёзиш тўхтатилади. Сўнгра шу тажриба калориметр стаканига 45 мл сув олиб таврорланади. Бу сизнинг иккинчи тажрибангиз бўлади. Тажриба натижалари ва ҳисоблашларни қуйидаги жадвал шаклида ёзиб бориш тавсия этилади.

Натижалар жадвали

Тажриба натижалари	Тажриба	
	I	II
Оғирлиги, г		
Температураси, °C		
Оғирлигидан сувнинг ҳажми, л		
Оғирлигидан сувнинг дастлабки температураси, °C		
Оғирлигидан сувнинг максимал температураси, °C		
Оғирлигидан сув температурасининг кўтарилиши, °C		
Температурасининг пасайиши, °C		
Солиштирма иссиқлик сифими, Ж/град		
Шошасининг солиштирма иссиқлик сифими (қандан олинди), Ж/г. град		
Термометр шишалари ютган иссиқлик		
Солиштирма иссиқлик сифими, Ж/г. град		

Калориметр стаканининг шишасига ютилган иссиқлик миқдори тажриба вақтида стакандаги сув баландлигини олиб ҳисоб қилинган.

Бу шу билан олинган маълумотлар асосида сув таъсири таърифи калориметр стакани шишасининг оғирлигини тақрибан ҳисоблаб топиш мумкин. Термометр шишасининг сувга ботирилган қисми оғирлигига келганда уни тахминан икки граммга тенг қабул қилиш мумкин. Шу қийматлар асосида ҳисоблаб чиқариш таърифи солиштирма иссиқлик сифимидан фойдаланилади. Шун қондаси буйича қўрошининг атом массаси таърифи.

Машқ ва масалалар

1. 0,477 г металл кислородда қиздирилганида унинг 0,597 г оғирлиги бўлган. Агар бу металлнинг валентлиги 2 га тенг бўлса, атом массаси нечага тенг бўлади?

(Жавоби: 63,6)

2. 0,7663 г металлни оксидлаш учун 140 мл кислород (ҳажми нормал шароитда ўлчаниган) сарф бўлган. Агар металлнинг со-

лиштирма иссиқлик сифими 0,141 га тенг бўлса, унинг атом массаси нечага тенг бўлади?

(Жавоби: 184).

3. Уч валентли металлнинг 1,94 г оксиди ҳосил бўлиши учун 0,20 г кислород сарф бўлган; уша металлнинг хлор билан бирикиши учун 0,57 л (нормал шароитда) хлор сарфланган. Металлнинг атом массаси ва хлорнинг эквивалент массасини топинг.

(Жавоби: 208, 94; 35,2)

4. Агар 0,2046 г металл 19°C ва 755 мм симоб устунига тенг босимда хлорид кислота таркибидан 274 мл водородни сиқиб чиқарган бўлса, металлнинг эквивалент массаси нечага тенг бўлади?

(Жавоби: 9)

5. Агар 0,527 г металл кислота таркибидан 200 мл водородни сиқиб чиқарган бўлса, металлнинг эквивалент массасини топинг. Водороднинг ҳажми 18°C ва 740 мм симоб устуни босимида ўлчанган.

(Жавоби: 32,2)

6. 3,6 г металл оксидни қайтариш учун нормал шароитда ўлчанган 1666 мл водород сарфланган. Металлнинг ва металл оксиднинг эквивалентини топинг.

(Жавоби: 24,2; 16,2)

7. 4,3 г металл оксид қиздирилганида 580 мл кислород ажралиб чиққан (кислороднинг ҳажми 17°C ва 850 мм симоб устунига тенг босимда ўлчанган). Металлнинг эквивалент массасини топинг.

(Жавоби: 31,5)

8. Бирламчи, иккиламчи ва учламчи натрий фосфатлар ҳосил бўладиган реакцияларда ортофосфат кислотанинг эквивалентларини топинг.

(Жавоби: 98, 49, 32,7)

9. 2,07 г металл батамом ёниб бўлиши учун 2,4 г кислород талаб қилинади. Шу металлдан 1,38 грами сувга таъсир эттирилганида неча г водород ажралиб чиқади?

(Жавоби: 0,2 г)

11- §. ВОДОРОД

Водород рангсиз, ҳидсиз ва мазасиз газ бўлиб, ҳаводан 14,5 марта осонроқ. Водород сувда ниҳоятда кам эрийди, мис, хром, никель, платина, палладий каби металллар водород атмосферасида киздирилса, водород уларни адсорбланади. Водороднинг суяқланиш температураси -253°C , қайнаш температураси -253°C , атомнинг орбитал радиуси 0,53А

Боллнинг радиуси 0,28А, Вандервальс радиуси 1,1—1,3А. Водород бошқа газларга қараганда иссиқликни яхши ўтказди ва қийин суяқланади. Электрон конфигурацияси 1s, атом массаси 1,008, унинг учта изотопи бор: протий (${}^1\text{H}$), дейтерий (D ёки ${}^2\text{H}$) ва тритий (T ёки ${}^3\text{H}$).

Протийнинг ядро заряди 1 га тенг. Протий (енгил водород)нинг ядроси битта протондан иборат. Дейтерий (оғир водород)нинг ядроси битта протон ва битта нейтрондан иборат. Тритий (ўта оғир водород)нинг ядроси битта протон ва иккита нейтрондан иборат. Тритийнинг эмирилиш даври 18 йилга тенг радиоактив изотопдир.

Водород ҳамма изотопларининг сиртқи қаватида биттадан электрон бўлади. Шунга кўра учала изотопнинг химиявий хосса-лари бир бириникига жуда яқин. Водород ўз электронини бошқа элементларнинг атомларига бериб, мусбат бир зарядли ион ҳосил қилади: $\text{H}^+ - \text{e}^- \rightarrow \text{H}^+$. Баъзи ҳолларда (жуда актив металллар билан ҳаводаги киришганда) электрон қабул қилиб, манфий ион ҳосил қилади. Демак водород ўз бирикмаларида +1 ва -1 га тенг оксидланиш даражалар намоён қилади.

Водороднинг металллар ва металлмаслар билан ҳосил қилган бирикмалари *гидридлар* дейилади. Водород молекуласи ўзаро яқиндан боғланган икки водород атомидан иборат. Температуранинг ортиши билан атомлар орасидаги боғланиш бўшаши ва натижада водороднинг активлиги ортади. Шунинг учун водород ҳавода широкта пасив бўлиб, юқори температурада активдир. Водород кислородда ва ҳавода ёнади. Водород — кислород аланга-сини температураси 3000°C га етади. Икки ҳажм водород ва бир ҳажм кислороднинг аралашмаси қалдириқ газ дейилади. Бундан аралашма алангага тутилганда кучли портлайди. Шунинг учун ҳаз водородни ёндиришдан олдин най орқали чиқаётган водородга ҳаво бор-йўқлиги текшириб кўрилади. Водороднинг тоза-ланган ишонч ҳосил қилингандан кейин ёндирилади.

(Водороднинг тозаланиши текшириш ҳақида 39-бетдаги 2-таж-рибани қarang.)

Водород олатдаги температурада фақат фтор билан ва ёруғ-лик таъсирида хлор билан бирикади. Юқори температурада ва ёруғлик таъсирида водород азот билан бирикиб аммиак ҳосил қилади. Кўпчилик металлмаслар билан ва баъзи металллар (масалан, калий, натрий) билан водород гидридлар ҳосил қилади. Водороднинг ишқорий ва ишқорий ер металллар билан ҳосил қилган гидридлари тузсимон моддалар бўлиб, ҳавода оксидлана-ди, суи билан нишдатли реакцияга киришиб, эркин водород ҳосил қилади. Водород тегишли катализаторлар (кўпинча VIII группа металлари ва уларнинг бирикмалари) иштирокида кўпчилик орга-ник ва аниорганик моддаларни қайтариш хоссасига эга.

Водороднинг атомларга парчаланиши кўп энергия талаб қилувчи эндотермик процессдир. $H_2 \rightleftharpoons 2H$ $\Delta H^\circ = 4352 \text{ Ж} \cdot \text{моль}^{-1}$.

Атомар водород (яъни ажралиб чиқиш пайтида атом ҳолидаги водород) актив бўлади. Атомар водород азот, фосфор, бром, олтингугурт каби элементлар билан одатдаги температурадаёқ бирикади. Молекула ҳолидаги водород реакцияга киришганда энергиянинг кўп қисми молекулани атомларга ажратиш учун сарф бўлади. Атомар водород эса реакцияга туғридан-туғри киришади. У айрим оксидлар (PbO , CuO , HgO) дан оддий шаронгдаёқ кислородни тортиб олиб, эркин металл ҳосил қилади.

Молекуляр водороднинг иккита аллотропик шакли — ортоводород ва параводород мавжуд. Агар водород молекуласидаги иккала протон ўз ўқи атрофида бир хил ғуналишда айланса, бундай водород ортоводород, протонлар ўз ўқлари атрофида қарама-қарши ғуналишларда айланса, параводород дейилади. Уларнинг химиявий хоссалари бир хил бўлиб, физикавий хоссалари бир-биридан фарқ қилади. Одатдаги водород уч қисса орто ва бир қисса параводороддан иборат. Лабораторияда водород кўпинча рухга 1:5 ҳажмий нисбатда суюлтирилган сульфат кислота ёки 1:1 ҳажмий нисбатда суюлтирилган хлорид кислота таъсир эттириб олинади. Бундан ташқари гидроксиди амфотер хоссага эга бўлган металлларга ишқор таъсир эттириб ҳам олинади. Водород ниҳоятда катта истиқболга эга бўлган ёқилғи; келажак ёқилғиси деб қаралади, чунки подород ёнганида атроф-муҳитда зарарли маҳсулотлар ҳосил бўлмасдан, фақат сув ҳосил бўлади. Шу сабабдан замонамизнинг кўп олимлари саноатда водород ишлаб чиқаришнинг самарали методларини яратиш устида изланишлар олиб бормоқдалар.

Ҳозирги вақтда водород саноатда асосан метанни ёки углеводородлардан иборат нефть газларни сув буги билан (катализатор-никель иштирокида ва 750°C да) парчалаш орқали олинади.



Ундан ташқари сув буғини коксга таъсир эттириб ҳам водород олинади:



Ҳосил бўлган аралашма *сув газ* ($CO + H_2$) катализатор иштирокида $CO_2 + CO + H_2$ таркибли аралашмага айлантирилади (конверсия):



Бу аралашма босим остида сувга (ёки K_2CO_3 эритмасига) юттирилади. Баъзан қаттиқ совитилади. Аммиак учун керакли водород тайёрлашда CO ва CO_2 ни катализатор иштирокида метанга айлантирилади.



Водород метил спирт олишда, суюқланиш температураси юқори бўлган металлларни оксидларидан қайтаришда, аммиак синтезида, суюқ ёғларни қаттиқ ёғларга айлантиришда, кўмирни гидро-

теглаб, сунъий ёқилғи олишда, юқори температуралар ҳосил қилишда, металлларни қирқинишда ишлатилади.

Тажрибалар

1. Сувга актив металл таъсир эттириш йули билан водород олиш

Кристаллизаторга сув солиб, 2—3 томчи фенолфталеин эритмаси қўйилинг. Пробиркага сув тўлдириб, оғзини бармоқ билан бекитиб ва кристаллизатордаги сувга ботиринг; сув ичида бармоғининг пробирка оғзидан олинг.

Кичкина бир булак кальций металини филътр қоғозга артиб, пробирка билан ушлаб сув остида кристаллизатордаги пробирка оғзидан тўтиб. Ажралиб чиқаётган водород пробиркадаги сувни сиқиб чиқаришини, кристаллизатордаги сувнинг қизаришини кузатинг. Пробирка оғзини сув остида бармоқ билан бекитиб, уни сувдан олиб ва газ горелкаси алангасига яқинлаштириб пробирка оғзини очинг. Водороднинг кучсиз товуш чиқариб ёнишини кузатинг. Реакция тегламасини ёзинг. Фенолфталеини бор сувнинг қизариши билан тушунтиринг.

2. Кислотага рух таъсир эттириш йули билан водород олиш

Учи чузилган шиша най ўтказилган пробкали пробиркани темир иштатинга ўрнатиб, ичига 2—3 булак рух метали солинг. Сўнгра унинг устига 1:5 нисбатда суюлтирилган сульфат кислота қўйилинг. Газ ажралиб чиқишини кузатинг. Пробиркадаги ҳаво сиқиб чиқарилгунча бир оз кутиб, учи чузилган найдан чиқаётган водородни ёндиринг. Водород алангасига қуруқ шиша пластинка қўйилинг. Пластинкада сув томчилари ҳосил бўлишини кузатинг. Реакция тегламаларини ёзинг.

Вазима. Тажриба вақтида асбобдан чиқаётган водороднинг тозалигини текшириб туриб водородни ёндирманг. Чиқаётган водородга ҳаво аралашган бўлса, асбоб ичиди портлаш бўлиб, асбоб парчаланиб кетиши мумкин. Водороднинг тозаланиши синаб кўриш учун пробирка тункарилган ҳолда водород билан тўлдиринг. Пробирка оғзини бармоқ билан бекитиб асбобдан нарироққа қўйилган газ горелкасининг алангасига яқинлаштирилади ва пробирка оғзи очилади. Агар синаб портлаш бўлса, водородга ҳаво аралашган бўлади. Водород пробиркада ёқилганда синабнинг товуш эшитилгунча юқоридаги тажриба такрорланади. Шундан кейингида асбобдан чиқаётган водородни ёндириш мумкин.

3. Гидроксиди амфотер хоссага эга бўлган металлга ишқор таъсир эттириш йули билан водород олиш

Учи чузилган шиша най ўтказилган пробкали пробиркани темир иштатинга ўрнатиб, ичига 2—3 булак алюминий метали солинг. Сўнгра унинг устига концентрланган ўувчи натрий эритмасидан қўйилинг. Пробиркани газ горелкасининг алангасида бир оз қиздириг. Водород шиддатли ажралиб чиқа бошлагач, унинг тозалигини синаб кўринг. Алюминий метали сув билан ўзаро

таъсир этиб, алюминий гидроксид ҳосил қилишини, бунда водород ажралиб чиқишини, ҳосил бўлган алюминий гидроксид ўувчи натрий билан реакцияга киришиб, натрий алюминат ҳосил бўлишини назарда тутган ҳолда реакция тенгламасини ёзинг.

4. Водороднинг ҳаводан энгиллигини исботлаш

а) Атир совун қириндиси солинган чинни косачага 2—3 томчи глицерин қўшилган сув солинг. Бир томони кенгроқ (воронкага ўхшаш) шиша най ичига озроқ пахта тиқиб, шиша найни резина най ёрдамида Кипп аппаратининг газ чиқариш найига уланг. Шиша найнинг учини совун купигига туширипг, бир оз қияроқ қилиб ушлаб туриб Кипп аппаратидан водород юборинг. Кичикроқ пуфакчалар (диаметри 4—5 мм) ҳосил бўлганда қўлни бир сълтаб пуфакни учириб юборинг. Совун пуфагининг юқорига кўтарилишини кузатинг. Кузатилган ҳодисанинг сабабини тушуантиринг. Нима учун сувга глицерин қўшилади?

б) тўнкарилган пробиркага Кипп аппаратидан 2—3 минут водород юборинг. Водород юборишни тўхтатмаган ҳолда газ ўтказиш найини пробиркадан чиқариб олинг. Водород тўлдирилган пробиркага қараганда (диаметри ва узунлиги) кичикроқ қуруқ пробиркани водород тўлдирилган пробирка оғзига тутиб, водород тўлдирилган пробирканинг оғзини юқорига қаратинг. Пробиркалар оғзини галма-гал газ горелкасининг алангасига яқинлаштириб, водороднинг дарҳақиқат пастдан юқорига (тўнкарилган кичик пробиркага) «қўйилганига» ишонч ҳосил қилинг. Кузатилган ҳодисанинг сабабини тушуантиринг.

5. Водороднинг қайтарувчилик хоссалари

а) ўртаси шарчали 15—20 см узунликдаги ўтга чидамли шиша найни темир штативга ўрнатинг. Шиша найнинг шарчасига озгина олтингугурт кукуни солинг. Шиша найнинг иккала томонига шиша най ўтказилган пробка ўрнатинг. Най орқали Кипп аппаратидан водород оқими ўтказинг. Шиша найдан чиқаётган водороднинг тозалигини текширганингиздан сўнг олтингугуртли шарчани қиздиринг. Шиша найдан чиқаётган газни мис сульфат эритмасига юборинг. Қора чўкма ҳосил бўлишини кузатинг.

Водород олтингугурт билан бирикиб H_2S водород сульфид ҳосил қилади; уз навбатида H_2S мис сульфат билан реакцияга киришиб CuS ҳосил қилишини назарда тутиб, реакциялар тенгламаларини ёзинг.

б) 15—20 см узунликдаги шиша найнинг ўртасига мис (II)-оксид солиб, шиша найни темир штативга ўрнатинг. Унинг бир четига найчали пробка ўрнатинг. Найчани резина най билан бирлаштиринг. Резина найни Кипп аппаратга уланг. Сўнгра Кипп аппаратидан водород оқими юборинг. Шиша найдан чиқаётган водороднинг тозалигини текширганингиздан сўнг найнинг мис (II)-ок-

сид турган жойини қиздириг. Мис (II)-оксид рангининг ўзгаришини кузатинг. Реакция тенгламасини ёзинг.

6. Молекуляр ва атомар водороднинг активлигини солиштириш

а) Иккита пробиркага, 5 мл дан H_2SO_4 нинг 2н эритмасидан солинг. Сунгра уларнинг устига $KMnO_4$ эритмасидан 3—4 томчилик томизинг. Биринчи пробиркага Кипп аппаратида водород юборинг. Иккинчи пробиркага эса 2—3 дона рух булакларидан ташланг. Пробиркадаги эритмалар рангининг ўзгариш тезлигини кузатинг. Реакцияда марганец сульфат, калий сульфат ҳосил бўлишини назарда тутиб, реакциялар тенгламасини молекуляр ва ион қилиб ёзинг. Кузатилган ҳодисанинг сабабини тушунтиринг.

б) Иккита пробиркага 4—5 томчидан темир (III)-хлорид эритмасидан солинг. Сунгра уларнинг устига 3—4 томчидан 2н сульфат қислог ва 1—2 томчидан калий роданид эритмасидан қушинг. Эритмада $Fe(CNS)_3$ ҳосил бўлиши натижасида унинг ранги қизарибди.

Биринчи пробиркага Кипп аппаратида водород юборинг. Иккинчи пробиркага 2—3 дона рух булакларидан ташланг. Пробиркадаги эритмалар рангининг ўзгариш тезлигини кузатинг. Нима учун рух солинган пробиркада эритма тез рангсизланади? Қислогани муҳитда темир (III)-роданид билан водород орасида бораётган реакция тенгламасини ёзинг.

Машқ ва масалалар

1. Лабораторияда ва саноатда водород олиш усулларини айтиб беринг ва реакция тенгламаларини ёзиб тушунтиринг.

Қилидироқ газ нима?

2. Водороднинг оксидловчи ва қайтарувчи хоссаларини мисоллар билан тушунтиринг.

3. Орто ва параводород, енгил, оғир ва ута оғир водородлар қандай хоссалари билан бир-биридан фарқ қилади?

4. Нима учун атомар водород молекуляр водородга қараганда яхшироқ булади?

5. Водороднинг тозалиги қандай текшириб кўрилади? Унинг тозаланиш тезлигини нима учун зарур?

6. Қозғирилган темирга сув буги таъсир эттириш усули билан водород паронгта 20 моль водород олинган. Қанча сув парчаланган?

7. 4 л водород ва 3 л кислороддан иборат аралашма портлатилди. Реакциядан сунг қайси газ ва қанча миқдорда қолди?

Жавоби: 1 л O_2

8. Водород билан бирикиб, газсмон бирикма ҳосил қилиш қайси элементлар учун хос?

10. а) 3 г; б) 2,5 моль, в) 4,48 л (н. ш) миқдордаги водород билан қанча мис (II)-оксидни қайтариш мумкин?

Жавоби: а) 120 г; б) 200 г; в) 16 г.

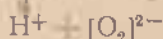
12- §. ВОДОРОД ПЕРОКСИД

Водород билан кислороддан ҳосил буладиган иккинчи бирикма водород пероксид H_2O_2 дир. Унинг структура формуласи $O-H$. Водород

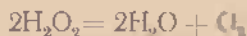


атомлари ёнидаги электронлар кислород атомлари томон силжиган, шунинг учун водород пероксид молекуласи сал кутбланган. Водород пероксид рангсиз, қиёмга ўхшаш суюқлик бўлиб, қайнаш температураси $152,1^\circ$ солиштирма оғирлиги $1,46 \text{ г см}^3$ га тенг; $0,48^\circ\text{C}$ да оқ кристалл моддага айланади; сувда, спиртда, эфирда яхши эрийди. Водород пероксид кучсиз кислота бўлиб, металл пероксидлар масалан Na_2O_2 , K_2O_2 , BaO_2 , Li_2O_2 унинг тузлари деб қаралади.

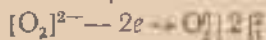
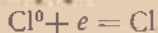
У эритмада қуйидагича диссоциланади.



Унинг 20° да диссоциланиш константаси $K = 1,39 \cdot 10^{-12}$ га тенг. Водород пероксид оғир металллар ионлари (иссиқлик ва ёруғлик) таъсирдан парчаланади:



Водород пероксид пергидроль номи билан 30% ли эритма ҳолида сотилади. Унинг 3% ли эритмаси медицинада ва лабораторияларда ишлатилади. Водород пероксид асослар билан алмашиниш реакциясига киришиб, металл пероксидлар (Na_2O_2 , BaO_2 , Li_2O_2 , K_2O_2 ва бошқалар) ҳосил қилади. Пероксидлар кучли оксидловчилар бўлиб, уларнинг оксидлаш хоссаси таркибида электронни осон бириктириб олувчи пероксид иони O_2^{2-} борлигидандир. Пероксидларнинг таркибида кислороднинг миқдори кўпайган сари барқарорлиги ва суюқланиш температураси пасаяди. Пероксидларга кислоталар таъсир эттирилса, яна водород пероксид ва ўша кислотанинг тузи ҳосил бўлади. Водород пероксид оксидлаш ва қайтариш хоссаларини намоён қилади. Водород пероксид кучли оксидловчилар (Cl_2 , $KMnO_4$, Ag_2O , HgO) билан ўзаро таъсир эттирилганида қайтарувчилик хоссалар намоён қилади. Унинг хоссасини қуйидагича изоҳлаймиз. Кучли оксидловчилар таъсирида водород пероксид таркибидаги $[O_2]^{2-}$ иони ўзидан иккита электрон чиқариб, нейтрал кислород молекуласига ўтади, масалан:

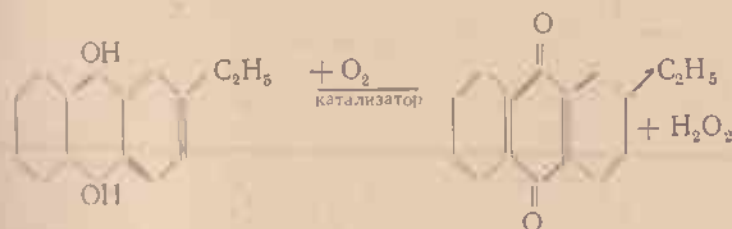


Водород пероксид жуда кўп моддаларни оксидлай олади, унинг ҳосил бўлиши хоссаи парчаланганида атомар кислород ажралиб чиқарилади, масалан:



Лабораторияда водород пероксид барий пероксидга суюлтирилган сульфат кислота таъсир эттириб олинади. Саноатда эса пероксид кислотанинг 50% ли эритмасини электролиз қилиб олинади. Бу метод анча қиммат. Ҳозир саноатда дигидроантрахинон-он пероксидлаш орқали олинади:

Масалан:



Ҳозир булган хинонни водород билан дигидроантрахинонга қайтариб, қайтадан дистиллабки моддани қайтадан ишга туширилади. Бу метод билан 20% ли H_2O_2 эритмаси олиш мумкин. Фракциялаб ҳайдаш йули билан 90—98% ли H_2O_2 олиш мумкин. H_2O_2 концентрланган эритмаси портловчан бўлади. Пирофосфат қўшиш билан портлашдан муҳофизат қилинади.

Эритмада водород пероксид борлигини кислотали муҳитда борадиган крахмалга реакция ёрдамида билиб олиш мумкин:



Эритма под ажралиб чиққанлигини крахмал эритмаси ёрдамида билиб олиш мумкин.

Водород пероксид илакни, муйнани оқартиришда, эскиган суякларни йил ҳолига келтиришда, медицинада (яраларни ювиш, теридаги зарарли тишларни тозалаш ва бошқалар учун) 3% ли эритма ҳолида ишлатилади. 85—90% ли водород пероксид баъзи органик материаллар билан аралаштирилган ҳолда портловчи моддаларни ҳосил қилиш учун ишлатилади. H_2O_2 кучли оксидловчи бўлиши учун ракета техникасида ҳам қўлланилади.

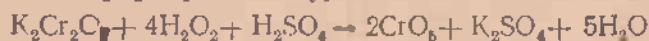
Тажрибалар

1. Водород пероксид аниқланадиган реакциялар

а) Пробиркага водород пероксиднинг 3% ли эритмасидан озгина солиб, устига сульфат кислотанинг 2 н эритмасидан 2—3 томчи қўшинг. Сўнгра калий йодид эритмасидан 2—3 томчи солиб, пробирка рангининг ўзгаришини кузатинг. Ҳосил қилинган эритмадан бошқа пробиркага озгина олиб, дистилланган сув билан сульфатнинг 1 н крахмал эритмасидан қўшинг. Эритманинг кукариши-

ни кузатинг. Бу реакцияда эркин йод ажралиб чиқишини назарда тутиб, реакция тенгламасини ёзинг. Эритмада кўк ранг ҳосил бўлиш сабабини тушунтиринг.

б) Бир пробиркага H_2O_2 нинг 3% ли эритмасидан 2 мл, H_2SO_4 нинг 2 н эритмасидан 2 мл солинг. Яна унга 2 мл эфир қушинг. Иккита суюқ қават ҳосил бўлгунча кутиб туринг. Қаватлар яхши кўринганидан кейин $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ эритмасидан 0,5 мл қушинг. Шу ондаёқ устки қаватдаги суюқлик (эфир) зангори рангга, паст қаватдаги суюқлик яшил рангга киради. Эфир қаватида зангори рангнинг пайдо бўлиши эритмада H_2O_2 борлигини кўрсатади:



Хром пероксид CrO_5 қандай структур формула билан тасвирланади? Пастки суюқ қават нима учун яшил тусга бўялди? $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ нинг сульфат кислота иштирокида H_2O_2 таъсиридан қайтарилиш реакцияси тенгламасини ёзиб бериш.

2. Водород пероксид кислота сифатида

Пробиркага водород пероксиднинг 3% ли эритмасидан озгина солиб, устига нейтрал лакмус эритмасидан 3—4 томчи томизинг. Лакмус пушти рангга киради. Нейтрал лакмус эритмаси бўлмаса, водород пероксид эритмасини кўк лакмус қоғози билан синаб кўринг. Водород пероксид аорганик моддаларнинг қайси синфига киради?

3. Водород пероксиднинг катализаторлар таъсирида парчаланиши

а) Озгина мис сульфат эритмаси солинган пробиркага дастлаб ҳосил бўладиган чуқма эригунча концентрланган аммиак эритмасидан қушинг. Бошқа пробиркага водород пероксид эритмасидан солиб, унинг устига юқорида тайёрланган эритмадан озгина қушинг. Газ ажралиб чиқишини учи чуқланган ёғоч чўп билан синаб кўринг. Бу реакцияда қандай газ чиқади?

Мис сульфат билан аммоний гидроксиднинг ўзаро таъсиридан ҳосил бўлган комплекс туз $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]\text{SO}_4$ бу реакцияда қандай вазифани бажаради? Кузатилган ҳодисаларни реакция тенгламаларини ёзиб тушунтиринг.

б) 3% ли водород пероксид эритмаси бор пробиркага озгина марганец (IV)-оксид солинг. Газ ажралиб чиқишини кузатинг. Ажралиб чиқаётган газ кислород эканлигини учи яллиғланиб турган чўп билан синаб кўринг. Реакция тенгламасини ёзинг. Бу реакцияда марганец (IV)-оксид қандай роль ўйнайди.

4. Водород пероксиднинг олиниши

2 н сульфат кислотадан 3—4 мл солинган пробиркани 5—10 минут музда совитинг. Эритмани шиша таёқча билан аралаштириб

устидаги суюқликни пипетка ёрдамида бошқа пробиркага олинг. Эритмада водород пероксид борлигини исботланг. Реакция тенгламасини ёзинг.

5. Водород пероксиднинг оксидлаш хоссалари

а) Қорғошин нитрат эритмаси солинган пробиркага аммоний сульфид ёки натрий сульфид эритмасидан қўшинг. Қора чўкма ҳосил бўлади. Чўкмани филтрлаш ёки чўкма устидаги суюқликни пипетка ёрдамида олиш йўли билан чўкмани эритмадан ажратинг. Чўкмага сув қўшиб чайқатинг ва тиндириб, чўкма устидаги суюқликни пипетка билан олинг. Шундан кейин қора чўкма оқаргунча водород пероксид қўшиб аралаштиринг. Кузатилган ҳодисаларни реакция тенгламасини ёзиб тушунтиринг. Нима учун чўкма оқарган?

б) Пробиркага хром $^{(III)}$ -сульфат эритмаси солиб, унга хромит $KCrO_4$ қўшиб булгунча $2n$ KOH эритмасидан мўл миқдорда қўшинг. Сўнгра устига водород пероксиднинг 3% ли эритмасидан қўйиб, аралаштириш оёғига қиздириг. Эритманинг ранги яшилдан (CrO_4^{2-} иони) сариларга (CrO_5^{2-} иони) ўтишини кузатинг. Реакциялар тенгламаларини ёзинг.

6. Водород пероксиднинг қайтариш хоссалари

а) Пробиркага симоб (II) -нитрат эритмасидан озгина солиб, унга устига ушанча ҳам 2 н ўювчи натрий эритмасидан қўшинг. Сарғи чўкма симоб (II) -оксид ҳосил бўлишини кузатинг. Сўнгра устига водород пероксиднинг 3% ли эритмасидан қўшинг. Иккинчи симоб метали ажралиб чиқишини кузатинг. Бу реакцияда водород ажралиб чиқишини назарда тутиб, реакция тенгламаларини ёзинг.

б) Пробиркага калий перманганат эритмасидан озгина солиб, унга солинган сув қўшиб суюлтиринг. Ҳосил бўлган эритмани пробиркага бўлинг. Биринчи пробиркага $2n$ сульфат кислота, иккинчи пробиркага $2n$ ўювчи натрий эритмасидан қўшинг. Сўнгра устига пробиркага водород пероксиднинг 3% ли эритмасидан қўйинг. Пробиркалардаги эритмалар рангининг ўзгаришига эътибор қилинг. Бу реакцияда кислород чиқишини эътиборга олиб, реакциялар тенгламаларини ёзинг.

7. Водород пероксид билан оқартириш

Иккита пробирка олиб биринчисига гуафша сиёҳ қўшилган сув, иккинчисига индиго эритмасидан қўйинг. Иккала пробиркага водород пероксиднинг 3% ли эритмасидан қўшинг. Агар эритмаларнинг рангларини сезилмаса, пробиркаларни бир оз қизди-

ринг ёки эритмаларга озгинадан марганец (IV)-оксид ташланг. Эритмаларнинг рангсизланиш сабабини водород пероксиднинг оксидловчи хоссаси асосида тушунтиринг.

Машқ ва масалалар

1. Водород пероксиднинг аниқланиш реакцияларини ёзиб беринг.

2. Водород пероксиднинг лаборатория ва саноатда олинишини реакция тенгламаларини ёзиб тушунтиринг.

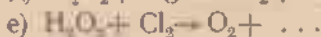
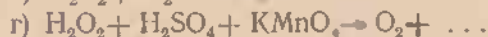
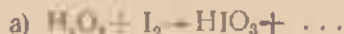
3. Водород пероксиднинг оксидловчи хоссалари учун мисоллар келтиринг.

4. Водород пероксиднинг қайтарувчи хоссалари учун мисоллар келтиринг.

5. Нима учун водород пероксид буёқларни рангсизлантиради?

6. Нима учун водород пероксидда кислота хоссалари мавжуд? Қайси моддалар унинг тузлари деб қаралади?

7. Қуйидаги реакцияларнинг тенгламаларини тугалланг ва оксидланиш-қайтарилиш тенгламасини тузинг.



8. Водород пероксиднинг 200 г 5% ли эритмаси парчаланганда (н. ш.) неча литр кислород ажралиб чиқади?

(Жавоб и: 3,3 л)

13- §. КИСЛОРОД

Кислород Д. И. Менделеев даврий системасининг VI группа элементи кислород атомининг сиртқи қаватида олтита электрон бор. Унинг электрон конфигурацияси: $1s^2 2s^2 2p^4$.

Кислород иккита электронни осонлик билан бириктириб олиб ҳамма бирикмаларида (OF_2 дан бошқа) — 2 га тенг манфий оксидланиш даражаси намоён қилади. Пероксидларда эса кислороднинг оксидланиш даражаси —1 га тенг бўлади. Кислород — энг кўп тарқалган элемент. У ер пўстлоғи массасининг 49,13% ини ташкил этади. У уч стабиль изотопдан ташкил топган: ^{16}O (99,769%), ^{17}O (0,037%) ва ^{18}O (0,204%). Унинг жуда қисқа вақт яшайдиган ^{14}O , ^{15}O , ^{19}O радиоактив изотоплари сунъий равишда ҳосил қилинган. Кислородни биринчи булиб, К. Шееле кашф қилган. 1769—1772 йилларда магний нитрат, селитра ва бошқа моддаларни қиздириш орқали кислород олган.

А Лавуазье кислород ҳавонинг таркибий қисми эканлигини аниқлади ва уни оксигенум деб номлади. Кислород рангсиз, таъмасиз газ, унинг ҳавога нисбатан зичлиги 1,05. 0°С да 100 ҳажм сувда 5 ҳажм, 20°С да 100 ҳажм сувда 11 ҳажм кислород эрийди. Кислород атмосфера босимида —10°С да суюқланади ва —183°С да қайнайди. Қаттиқ ва суюқ ҳавонинг кислород кукимтир бўлади ва магнитга тортилади. Кислород таъмасиз кутбсиз молекула бўлиб, ниҳоятда барқарордир. Кислороднинг соқиланиш энергияси 494 кЖ/мольга тенг. Кислород 1500°С дан бошлаб атомларга ажралади. Молекуляр кислороднинг, платина, гелий, неон, аргон ва галогенлардан бошқароқ элементлар билан бевосита бирика олади. Моддаларнинг кислород билан аста-секин бирикиши *оксидланиш*, тез бирикиши *экидланиш* дейилади. Даврий системанинг ҳар қайси қаторида кислород элементлари билан элемент атомлари орасидаги боғланиш тури мундан ўнча томон (I группадан VII группага томон) узғариб кетган. Каторнинг бошида бу боғланиш ион боғланишга яқин бўлади, қирларида ион-ковалент, охирларида эса ковалент бўлади. Кислород кучли оксидловчи. Кислород лабораторияда, кўпинча, суюқ ҳаводан кислород бўлган моддаларни парчалаш орқали олинади. Лабораторияда, кўпинча, калий перманганатни қиздириб кислород олинади.

Суюқ ҳаводан кислород сувни электролиз қилиш ва ҳавонинг суюқ ҳаводан олиниши билан олинади. Ҳавонинг суюқлантириб кислород олиниши экинчи махсус компрессорларда 200 атм га яқин босим остида сиқилади. Кейин босим 1 атм гача тез пасайтирилиб, газ конденсаторида, сиқиб-кенгайтириш процесси бир неча марта такрорланади, ҳаво совиб, суюқ ҳолатга ўтади. Суюқ ҳавонинг таркибида кислород, азот ва инерт газлар бўлади. Суюқ азотнинг қайноқ температураси —195,8°С, аргонники —189,4°С, кислородники эса —183°С. Суюқ ҳаво буғланганда аввал азот, кейин аргон учади, охирида кислород қолади. Ҳаводан олинган кислород химиявий усул бўлади. Бундай кислород кўпинча қайта тозаланади. Кислород техникада металл сульфидларини металл оксидларига айлантириш, металл олишда, сульфат ва нитрат кислота ишлаб чиқаришда, қўшқичлик моддаларни оксидлашда, юқори температурада металлларда, медицинада беморларга кислород беришда, сувни қайнатишда ишлатилади. Суюқ кислороднинг кукун ҳолидаги қўшқичлик кукун, мой ёки бошқа ёнувчи моддалар билан араштирилган кукун портлайди. Шунинг учун улардан портлатиш ишларида дефаланилади.

Кислороднинг молекуласи уч атомдан ташкил топган аллотропик шакл узғариши озон дейилади. Озон табиатда игнабаргли даревлар чирк қолдиқларининг оксидланишидан ҳамда момақалдирак нақиллардан 10—15 км баландликда пайдо бўлади. Ҳаво кислороднинг ультрагунафша нурлар таъсир этганда ҳам озон ҳосил бўлади. Озон инфракизил нурларни ютиб, Ер қобиғини совиб қўйишидан сиқийди. Уни 1840 йилда Шёнбейн кашф қилган. Озоннинг хос ҳидли оч ҳаво ранг газ бўлиб, —112°С да қайнайди

ва —192,5° да музлайди. 0°С да 100 л сувда 45 л озон эрийди. У анча кучли оксидловчи. Озоннинг жуда актив булишига сабаб шуки, у уз-узидан парчаланиб, атомар кислород чиқаради: $O_3 \rightarrow O + O_2$.

Органик моддаларни емиради, кўпчилик металлarnи, шу жумладан, олтин ва платинани ҳам оксидлайди. Озон таъсирида аммиак нитрит ва нитрат кислоталар аралашмасига айланади, фосфор, скипидар, спирт озонда ёниб кетади. Озон купгина буёқларни рангсизлантиради.

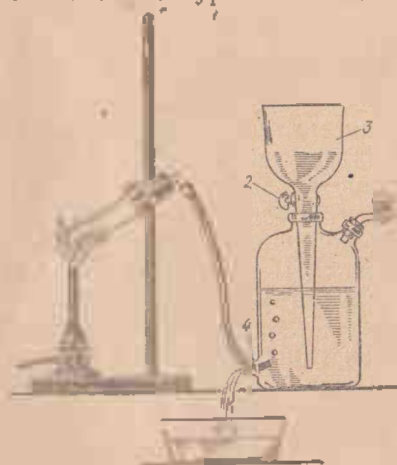
Агар озон аралашган ҳавога калий йодид эритмаси ва крахмал шираси билан ҳулланган филътр қоғоз қўйилса, қоғоз дарҳол кўкаради, чунки йод ажралиб чиқади.

Бу реакциядан фойдаланиб озон бор-йўқлиги аниқланади. Лабораторияда озон барий пероксидга сульфат кислота таъсир эттириб олинади. Саноатда эса озонатор номли асбобда кислородга суств электр разряд таъсир эттириб озон ҳосил қилинади; озоннинг ҳосил булиш реакцияси эндотермик реакциялар жумласига киради.

Тажрибалар

Кислороднинг олиниши ва хоссалари

1. *Кислороднинг олиниши.* Туртта пробирка олиб, уларнинг биринчисига калий перманганат, иккинчисига симоб (II)-оксид, учинчисига озгина марганец (IV)-оксид аралаштирилган бертоле тузи, тўртинчисига эса водород пероксиднинг 3% ли эритмасидан солинг. Пробиркаларни темир штативга ўрнатиб қиздириг. Тўртала пробиркала ҳам кислород ажралиб чиқишини учи чуғланган ёғоч чуп билан синаб кўринг. Реакция тенгламаларини ёзинг.



29- расм. Газометрга кислород тўлдириш.

2. *Кислород йиғиш.* 29- расмда курсатилгандек асбоб йиғинг. Катта пробиркага 15—20 г калий перманганат кристалидан солиб, пробиркани штативга бир оз қияроқ қилиб ўрнатинг. Калий перманганат қиздирилганда тўзғийди ва кислород билан бирга учиб чиқади. Шунинг учун пробирканинг юқори қисмига озроқ пахта қўйинг (пахта калий перманганатга тегмасин, акс ҳолда қиздириш пайтида ўт олиб кетади). Пробирка оғзига шиша найли пробка ўрнатинг. Газометрни сув билан тўлдириг, сўнгра 1,2 жўмрагини беркитиб 4 жўмракни очинг. Агар газометр герметик бўлса жўмракдан сув тушмайди. Сув тушса асбобнинг бирор жо-

Билан дво кираётган бўлади, у ҳолда ўқитувчига ёки лаборантга қўриқиб қилинг. Асбоб герметик бўлгандан сўнг шиша найга ре-
зонанс кийдириб, унинг иккинчи учини газометрнинг 4 жумраги-
га тибиб қўйинг. Пробиркани қиздириг. Калий перманганат пар-
тициплда чиқаётган кислород газометрга кириб, сувни сиқиб
оқдиради. Бу сув раковинага оқиб тушади. Агар газометр кисло-
родга тўлмаса пробиркадаги қолдиқни тукиб, бошқа калий перман-
ганат олиб қиздириг. Газометрга газ тўлгандан сўнг 4 жумракни
эффир билан бекитиб, воронкага сув солиб қўйинг. Йиғилган кис-
лородни кейинги тажриба учун сақланг. Реакция тенгламасини
ёзинг.

3. *Металлларнинг кислородда ёниши.* а) кичкина натрий бўла-
сига кичик билан кесиб олиб, фильтр қоғоз орасида керосин ва
оқсиз кватдан тозаланг. Сўнгга темир қошиқчага солиб, газ го-
розометрнинг алангасида қиздириг. Очиқ ҳавода ўт олдирилган
натрийни кислород йиғилган банкага туширинг. Натрийнинг ра-
вонлигини кузатинг. Банкага озгина сув солиб ҳосил бўлган
натрийнинг эритмани ва қизил лакмус қоғози билан синаб кўринг.
Тенгламаларини ёзинг.

б) Эритма лавиени чўлга қистириб, қисқич билан ушлаб газ
горозометрнинг алангасида чуғлантиринг. Уни тезда кислород
босқонган идишга туширинг. Темирни учқун сачратиб ёнишини ку-
затинг. Реакция тенгламасини ёзинг.

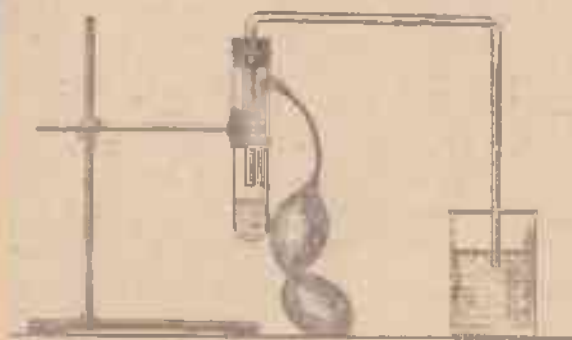
4. *Металлларнинг кислородда ёниши.* а) Темир қошиқчага
олтинугурт солинг, уни горелка алангасида қиздириг.
Газометрнинг аввал суюқланиб кейин ёнишини кузатинг. Ёниб
турган олтинугуртнинг кислородли идишга туширинг. Олтинугурт-
нинг равшан ёнишини кузатасиз. Олтинугурт ёниб бўлгандан сўнг
оқсиз кватдан сув олиб чайқатинг. Ҳосил бўлган эритмани кўк
қоғоз билан синаб кўринг. Реакция тенгламаларини ёзинг.

б) Юқоридан тажрибани қизил фосфор ва кумир билан так-
рарланг.

5. *Марганец (II)-гидроксиднинг кислород таъсиридан оксид-
ланиши.* Бир пробиркада марганец (II)-сульфат эритмасига NaOH
эритмасидан томчилатиб қўшиб, марганец (II)-гидроксид
ҳосил қилинг. Пробиркага кислородли газометрга улан-
ган шиша найни киритиб, $Mn(OH)_2$ чўкмиси орқали кислород ўт-
казинг. Марганец (II)-гидроксид марганец (IV)-гидроксидга айла-
нган сўнг ранг узгаради. Қандай реакция содир бўлади?
Тенгламасини ёзинг.

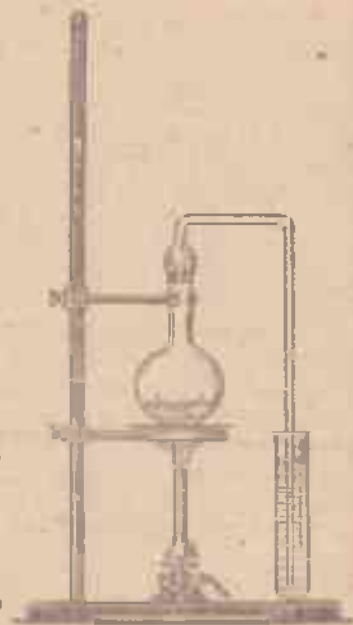
6. *Миснинг кислородда оксидланиши.* Мис қириндиси солинган
пробиркани темир штативга қияроқ ҳолда ўрнатинг. Пробиркага
газометрга уланган шиша найни киритиб газометрдан кислород
кўчинг. Кислород юборишни тўхтатмаган ҳолда пробиркани қиз-
дириг. Қора мис (II)-оксид ҳосил бўлишини кузатасиз. Реакция
тенгламасини ёзинг.

7. *Оксиднинг олиниши ва хоссалари.* а) 30-расмда кўрсатилганидек
қилинг. Бир пробиркага 3—4 мл концентралланган сульфат кис-
лоти солинг. Сўнгга унинг устига яхши майдаланган калий перманга-



30- расм. Озон олиш асбоби.

нат кукунидан 3—4 г қушинг. Пробирканинг оғзини II шаклдаги шиша най утказилган пробка билан бекитинг. Шиша найнинг иккинчи учини крахмал клейстри қушилган калий йодид эритмаси бор стаканга туширинг. Резина ёрдамида пробиркага аста-секин хаво беринг. Йод-крахмалли эритманинг кук тусга кириши кузатилади, чунки озон таъсирида йод ажралиб чиқади. Калий перманганат билан сульфат кислота реакцияга киришганда: а) қарорсиз HMnO_4 кислота ҳосил бўлишини, б) HMnO_4 сув билан марганец (VII)- оксидга парчаланишини, в) Mn_2O_7 киёман марганец (IV)- оксид билан озонга парчаланишини эътиборга олиб содир булган реакцияларнинг тенгламаларини ёзинг.



31- расм. Озон олиш асбоби.

б) *Аммоний пероксодисульфатга нитрат кислота таъсиридан озоннинг ҳосил бўлиши.* 31-расмда курсатилганидек асбоб йиғинг. Колбага 3—4 г аммоний пероксодисульфат $(\text{NH}_4)_2\text{S}_2\text{O}_8$ кристаллидан солинг. Сунгра унинг устига 15—20 мл концентрланган нитрат кислота қуйинг. Колба оғзини II шаклдаги шиша най утказилган пробка билан бекитинг. Шиша найнинг иккинчи учини марганец (II)- сульфат эритмаси солинган пробиркага туширинг. Колбани секин-аста қиздиринг. Пробиркадаги эритмада марганец (IV)- оксид чўкмаси ҳосил бўлишини кузатинг. Марганец (II)- сульфат билан озон реакцияга киришганда сув иштирок этишини эътиборга олиб, реакция тенгламасини ёзинг. Марганец (II)- сульфат ўрнига индиго эритмасидан олиб тажрибани такрорланг, эритма рангсизланишининг сабабини тушунтиринг. Аммоний пероксодисульфат $(\text{NH}_4)_2\text{S}_2\text{O}_8$ нитрат кислота билан реакцияга киришганда аммоний нитрат, сульфат кислота ва озон ҳосил бўлишини эътиборга олиб реакция тенгламасини ёзинг.

в) *Аммоний пероксодисульфатнинг оксидловчилик хоссалари.* Бир пробиркага калий йодид эритмасидан 2—3 мл олиб, унинг устига аммоний пероксодисульфат $(\text{NH}_4)_2\text{S}_2\text{O}_8$ эритмасидан 2—3 мл қуйинг. Эритма қандай тусга утади? Содир булган реакция тенгламасини ёзинг.

7) Барий пероксидга концентрланган сульфат кислота таъсир этадими? Иккита пробирка олиб бирига барий пероксид, иккинчисига концентрланган сульфат кислота солинг. Пробиркаларни музда совитишг. Сульфат кислотани барий пероксид билан қўйишг; совитишни давом эттириб, шиша таёқча билан арашштиришг. Пробирка оғзига KJ эритмаси ва крахмал клейстри билан эланган фильтр қоғоз тутинг. Фильтр қоғознинг кукариити оқарибда озон ҳосил бўлганлигини исботлайди, чунки озон KJ билан реакцияга киришиб, эркин йод ажратиб чиқарди. Бу реакцияга содир бўлган реакция тенгламасини ёзинг.

Савол ва масалалар

1. Ҳаво эваторияда металллар оксидидан ва тузлардан оксид олиш қандай қилишнинг тенгламаларини ёзиб беринг.

2. Сульфат кислотани кислород олиш усуллариининг назарий асослари қандай? Таврият?

3. Атомар кислород билан молекуляр кислород қандай хосса-ларга эга? Бир-биридан фарқ қилади?

4. Сульфат водород пероксид, аммоний оксодисульфат, барий пероксидларнинг тузилиш формулаларини ёзинг. Улар орасида қандай фарқлик бор?

5. Водород пероксид билан гипохлорит кислота орасида қандай реакция бўлади?

6. Водород пероксид суюлтирилган эритмаларда кучсиз кислота ҳисоб қўлади. У қандай ионларга диссоциланади?

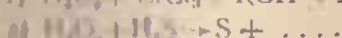
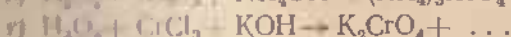
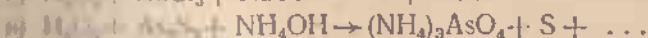
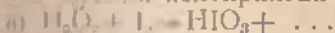
7. Сульфат кислотанинг концентрланган эритмаси электролиз қилинганда водород пероксид ҳосил бўлади. Бу вақтда содир бў-лувчи барча процессларнинг тенгламаларини ёзинг.

8. Қандай сабабдан кислород молекуласи парамагнит хоссалар билан боғланади?

9. Қандай тозалашда озондан фойдаланилади. Бунинг сабабини тўғри айтиб беринг.

10. 10 л ҳажмдаги газометрни тўлдириш учун қанча калий пер-манганат қўйишни нарчалаш талаб қилинади? Жавоби 141,05 г.

11. Қуйида келтирилган тенгламаларни тугалланг.



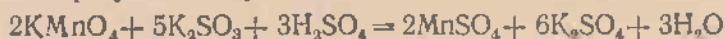
12. Икки модда берилган: бири SnO_2 , иккинчиси PbO_2 . Бу модда-лар суюлтирилган сульфат кислота билан қандай реакцияларга кири-шади? Уларнинг қайсиси оксид, қайсиси пероксид?

13. Калий супероксид K_2O_4 билан сув орасида қандай реакция бўлади? Тенгламасини ёзинг.

14-§. ХИМИЯВИЙ РЕАКЦИЯ ТЕЗЛИГИ. ХИМИЯВИЙ МУВОЗАНАТ, КАТАЛИЗ

Гомоген ва гетероген системаларда химиявий реакция тезлиги

Химиявий реакцияларнинг тезлиги ва унга таъсир этувчи факторлар ҳақидаги таълимот *химиявий кинетика* деб аталади. Химиявий реакцияларнинг тезлигига таъсир этувчи факторлар жумласига реакцияда қатнашаётган моддаларнинг табиати, температура, моддалар концентрацияси, босим, катализатор бор-йўқлиги кабилар киради. Бу факторларнинг реакция тезлигига таъсири аини реакция қандай системада содир бўлаётганига ҳам боғлиқ. Химияда система деганда, биз ташқи муҳитдан ажралган маълум ҳажмдаги модда ёки моддалар аралашмасини тушунамиз. Системанинг бошқа қисмларидан чегара сиртлар билан ажралган, ўзининг ҳамма жойида бир хил физикавий хоссалар қурсатадиган ва бир хил таркиб билан ифодаланадиган қисми *фаза* деб аталади. Барча системалар *гомоген* ва *гетероген* системаларга бўлинади. Фақат биргина фазадан иборат система — гомоген система деб аталади. Масалан, бир-бири билан чексиз аралашадиган газлар аралашмаси, ёки биргина модданинг ўзи, чин эритмалар — гомоген системалар. Гомоген системаларда борадиган реакциялар *гомоген реакциялар* дейилади. Улар жумласига газлар орасида, эритмалар орасида содир бўладиган реакциялар киради, бундай реакцияларда системадаги фазалар сони ўзгармайди. Масалан, KMnO_4 эритмаси билан K_2SO_3 эритмаси орасида кислотали муҳитда содир бўладиган реакция:

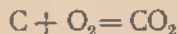


гомоген реакциядир.

Бир неча фазадан иборат система *гетероген система* деб аталади. Уларда содир бўладиган реакциялар *гетероген реакциялар* дейилади. Масалан, қаттиқ ҳолатдаги темир (II)-оксиднинг водород билан қайтарилиш реакцияси:



да икки фаза иштирок этади; бири қаттиқ фаза (FeO) ва иккинчиси газ фаза (H_2); бу реакция — гетероген реакциядир. Кўмирнинг ҳавода ёниш реакцияси:



ҳам гетероген реакциялар жумласига киради. Унда ҳам икки фаза иштирок этади. Гомоген реакция гомоген система ҳажмининг ҳамма жойида содир бўлади. Масалан, калий перманганат эритмаси билан калий сульфит эритмаси орасида кислотали муҳитда борадиган реакцияда система ҳажмининг ҳамма жойида бирдек рангсизланиш кузатилади. Гетероген реакция эса фақат фазалар чегарасидаги сиртларда содир бўлади, чунки бир фаза иккинчи фаза билан фақат ана шу ердагина учраша олади.

Гомоген реакциянинг тезлиги деганда биз вақт бирлиги ичида реакцияга киришувчи ёки реакция натижасида ҳосил бўлувчи моддалар концентрацияларининг ўзгариши билан ўлчанадиган катталикини тушунамиз. Концентрация деганда ҳамм бирлигидаги модда миқдорини тушунашимиз. Масалан, 100 л бирор газга икки моль CO_2 аралашган бўлса, CO_2 нинг концентрацияси $\frac{2}{100} = 0,02$ моль/л бўлади. Реакция тезлигини ўлчашда моддалар концентрациясини моль/л ҳисобида, вақт бирлиги эса секунд, минут, соат ва суткалар ҳисобида олинади. Биробарин:

$$v = \frac{\Delta C}{\Delta t}$$

Бу ерда v — гомоген реакция тезлиги, Δt вақт, ΔC — концентрация ўзгариши.

$\Delta t = v \cdot \Delta t$ эканлигини назарга олсак, $v = \frac{\Delta n}{V \cdot \Delta t}$ бўлади. (V — системанинг ҳажми, $\Delta n = n_1 - n_2$ модда моль сонларининг реакция натижасида ўзгариши).

Гетероген реакциянинг тезлиги деганда вақт бирлиги ичида фазалар чегарасидаги сирт бирлигида реакцияга киришувчи ёки реакция натижасида ҳосил бўлувчи моддалар миқдори ўзгаришини тушунамиз:

$$v_{\text{сирт}} = \frac{\Delta n}{S \cdot \Delta t}$$

Бу формулада S — фазалар чегара сиртининг катталиги, Δn — системада модда моль сонларининг ўзгариши ва Δt — вақт, $v_{\text{сирт}}$ — гетероген реакция тезлиги.

Юқоридаги формуладан кўриниб турибдики, фазалар орасидаги чегара сирт қанчалик катта бўлса, реакциянинг унуми ҳам шунчалик катта бўлади. Шу сабабли қаттиқ моддалар майдаланганига эътибор билан содир бўладиган реакция тезлиги ортади.

Газ фаза билан қаттиқ фаза орасидаги гетероген реакциянинг амалга оширишда газ молекулаларининг қаттиқ фаза сирти билан туқнашнинг катта аҳамиятга эга. Ундан ташқари, қаттиқ фазанинг концентрациясини ўзгармас катталик деб қараш мумкин. Шу сабабли $\text{FeO} + \text{H}_2 = \text{Fe} + \text{H}_2\text{O}$ реакциянинг тезлиги асосан водород газининг концентрациясига боғлиқ бўлади.

Аниқланган реакция тезлиги билан реакцияга киришувчи моддалар концентрациялари орасидаги боғланиш *массалар таъсири қонуни* билан изоҳланади. Бу қонунга мувофиқ, *химикий реакция тезлиги реакцияга киришадиган моддалар концентрациялари кўпайганича тўғри пропорционалдир*. Демак, A модда билан B модда орасида содир бўладиган реакция $A + B \rightarrow AB$ учун

$$v = k[A][B]$$

дир $[A]$ ва $[B]$ — A ва B моддаларнинг концентрациялари.

Агар реакция вақтида nA билан mB бирикиб $AnBn$ ни ҳосил қилса, у ҳолда:



$$v = K [A]^n [B]^m \text{ га эга бўламиз.}$$

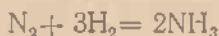
Бу тенгламалардаги K — реакциянинг тезлик константаси деб аталади. Агар $A + B \rightleftharpoons AB$ реакциясида $[A] + [B] = 1$ бўлса,

$$v = k$$

демак, k — реакцияга киришаётган моддаларнинг концентрациялари бирга тенг бўлгандаги тезлик, яъни солиштирма тезликдир. k нинг қиймати реакцияга киришаётган моддаларнинг табиатига, температурага ва катализаторнинг иштирок этиш-этмаслигига боғлиқ бўлиб, моддаларнинг концентрацияларига боғлиқ эмас.

Массалар таъсири қонуни гомоген системалар учун ўз қўринишида аниқ қўлланила олади. Гетероген системаларда эса реакция фазаларнинг чегара сиртларида содир бўлади ва қаттиқ моддаларнинг концентрацияси ўзгармай қолади. Шу сабабли қаттиқ фаза концентрациялари массалар таъсири қонуни ифодасига кирмайди.

1-мисол. Гомоген системада содир бўладиган



реакция учун тезлик ифодаси ёзилсин.

Ечиш. Реакция тенгламасини $N_2 + H_2 + H_2 + H_2 = 2NH_3$ шаклида ёзамиз. Массалар таъсири қонунига мувофиқ, химиявий реакция тезлиги реакцияга киришаётган моддалар концентрациялари купайтмасига пропорционалдир:

$$v = k [N_2] [H_2] [H_2] [H_2] = k [N_2] [H_2]^3$$

Демак, $v = k [N_2] [H_2]^3$

2-мисол. Гетероген системада содир буладиган $[CaO]$ (қаттиқ) + CO_2 (газ) = $CaCO_3$ (қаттиқ) реакция учун тезлик ифодаси ёзилсин.

Ечиш. Массалар таъсири қонунига кўра (агар CaO ҳам газ бўлганда эди) тезлик учун қуйидаги ифодани оламиз:

$$v = k [CaO] [CO_2]$$

Лекин $[CaO] = \text{Const}$; агар тезлик ифодасига қўйсак,

$$v = k' \text{Const} \cdot [CO_2] \text{ ёки } v = k [CO_2] \text{ бўлади.}$$

Реакция тезлигига температура таъсирини текшириб, Я. Вант-Гофф қуйидаги эмпирик қондани таърифлади: *температура ҳар 10° ошганда реакция тезлиги икки — тўрт марта ортади.* Бу қонданинг математик ифодаси

Бу ерда α — реакциянинг температура t_2 бўлгандаги тезлиги, v_1 — реакциянинг t_1 даги тезлиги; γ — реакция тезлигининг температура коэффиценти бўлиб, температура 10° ошганда реакция тезлигининг неча марта ортишини кўрсатади. Вант-Гофф қондасига кўра γ нинг қиймати 2—4 га тенгдир, у

$$T = \frac{t + 10}{5}$$

формула билан ифодаланади (бу ерда t — реакциянинг t дан тезлик, v_{t+10} — реакциянинг $t + 10$ даги тезлиги).

3-мисол. Агар реакциянинг температура коэффициентини $\gamma = 2$ бўлса, температура 20° дан 40° гача оширилганида реакция тезлиги неча марта ортади?

Ечнш.

$$V_{40} = V_{20} \cdot 2^{\frac{40-20}{10}} = V_{20} \cdot 2^2 = V_{20} \cdot 4$$

Демак, реакция тезлиги 4 марта ортади.

Температура ўзгарганида $V = k [A][B]$ ифоданинг унв томонидаги коэффициент k Вант-Гофф қондасига мувофиқ ўзгаради. Демак, реакция тезлиги температура ортиши билан ошганида, аслида, тезликнинг температура коэффициентини ортади, концентрациялар кўпайтмайди.

Реакция тезлигининг температура ўзгариши билан ўзгаришини Д. Арренс ва С. Аррениус яратган активланиш назарияси асосида батафсил талқин қилиш мумкин. Бу назарияга биноан, молекулалар орасида бўладиган ҳар қайси тўқнашиш натижасида қанчалик реакция вужудга келавермайди, фақат ортиқча энергияга эга бўлган актив молекулалар тўқнашуви реакцияни вужудга келтиради. Реакциянинг тезлик константаси билан температура орасидаги боғланиш С. Аррениус тенгламаси шаклида ифодаланади:

$$k = C \cdot e^{\frac{E}{RT}}$$

Бу ерда k — реакциянинг тезлик константаси, C — константа, E — активланиш энергияси (яъни активмас заррачаларни актив ҳолатга келтириш учун уларга берилиши керак бўлган энергия миқдори), R — универсал газ доимийси, T — абсолют температура, e — натурал логарифмалар асоси.

Реакциянинг икки температурадаги (T_2 ва T_1 даги) тезлик константалари k_2 ва k_1 маълум бўлса, С. Аррениус тенгламасидан фойдаланиб, реакция учун активланиш энергиясини ҳисоблай оламиз:

$$E = 2,303 \cdot R \cdot \frac{T_1 T_2}{T_2 - T_1} \lg \frac{k_2}{k_1} \frac{\text{Ж}}{\text{моль}}$$

4-мисол. Берилган реакциянинг тезлик константаси 20°C да $2 \cdot 10^{-6}$ га тенг. Реакциянинг активланиш энергияси қанчалик катта бўлса, реакциянинг тезлиги $3,6 \cdot 10^{-1}$ га тенг.

Ечнш. Температураларни абсолют шкалага утказамиз: $T_1 = 293^\circ\text{K}$, $T_2 = 313^\circ\text{K}$. $R = 8,3144 \text{ Ж}(\text{моль} \cdot \text{K})$ эканлигини эътиборга оламиз. У ҳолда $2,303 \cdot 8,3144 = 19,1481$ булади, бундан

$$k = 19,18 \cdot \frac{2,303 \cdot 313}{20} \cdot \lg \frac{3,6 \cdot 10^{-1}}{2 \cdot 10^{-6}} = 111,54 \frac{\text{Ж}}{\text{моль}}$$

Реакциянинг активланиш энергияси қанчалик катта бўлса, реакциянинг тезлиги шунчалик катта бўлади.

ХИМИЯВИЙ МУВОЗАНАТ

Агар реакция учун олинган дастлабки моддалар тўлиқ равншда реакция маҳсулотларига айланса, бундай реакция *қайтмас реакция* дейилади.

Бертоле тузининг марганец (IV)-оксид иштирокида парчаланиши қайтмас реакция учун мисол бўла олади:



Кўпинча, бир вақтнинг ўзida икки қарама-қарши (тўғри ва тескари) томонларга борадиган *қайтар реакциялар* содир бўлади: масалан, беркитишда чуғ ҳолатдаги кўмир билан углерод (IV)-оксид орасидаги реакция қайтар реакциядир:



Қайтар реакциялар учун мисол тариқасида газсимон муҳитда борадиган $\text{H}_2 + \text{J}_2 \rightleftharpoons 2\text{HJ}$ реакцияни кўриб чиқайлик. Бу реакция бошланишида водород ва йод буғидан HJ ҳосил бўлади, яъни тўғри реакция боради. Вақт ўтиши билан HJ нинг миқдори ортиб, у қайтадан парчалана бошлайди, яъни тескари процесс ҳам содир бўла бошлайди. Водород билан йоднинг миқдори камайган сари тўғри процесснинг тезлиги камая боради, тескари процесс тезлиги эса, аксинча, ортади. Ниҳоят, шундай бир пайт келадики, бу пайтдан бошлаб иккала процесс тезликлари бир-бирига тенг бўлиб қолади. Шу пайтдан бошлаб, H_2 , J_2 ва HJ га эга бўлган реакция системанинг таркиби вақт ўтиши билан ўзгармай қолади. Натижада система *химиявий мувозанат* ҳолатига келади. Химиявий мувозанат вақтида ҳаракат тўхтамайди, вақт бирлиги ичида қанча маҳсулот парчаланса, худди ушанча янгиси ҳосил бўлади.

Химиявий мувозанат уч хусусиятга эга: 1) химиявий мувозанат ҳолатидаги реакцияон аралашманинг таркиби вақт ўтиши билан ўзгармайди, 2) мувозанатдаги система ташқи таъсир туфайли мувозанат ҳолатидан чиқарилса, ташқи таъсир йўқотилганидан кейин система яна ўша мувозанат ҳолатга қайтади, 3) қайтар реакция маҳсулотларини ўзаро реакцияга киритиш ёки дастлабки моддаларни бир-бирига таъсир эттириш йўли (яъни иккита қарама-қарши йўл) билан химиявий мувозанат ҳолатига эришиш мумкин.

Химиявий мувозанатни миқдорий жиҳатдан характерлаш учун *мувозанат константаси* деган тушунча киритилади. Масалан,



реакциянинг мувозанат константаси учун тенглама чиқарайлик. Реакцияон системада мувозанат ҳолати қарор топганида $v_1 = v_2$, яъни тўғри процесс тезлиги тескари процесс тезлигига тенг бўлади: $v_1 = k_1[\text{H}_2][\text{J}_2]$ — тўғри процесс тезлиги; $v_2 = k_2[\text{HJ}]^2$ — тескари процесс тезлиги.

$$v_1 = v_2 \text{ бўлса, } k_1[\text{H}_2][\text{J}_2] = k_2[\text{HJ}]^2$$

ёки

$$\frac{k_1}{k_2} = \frac{[\text{HJ}]^2}{[\text{H}_2][\text{J}_2]}$$

$$K = K \text{ мувозанат константаси.}$$

Демак, $\text{H}_2 + \text{J}_2 \rightleftharpoons 2\text{HJ}$ реакциясининг мувозанати $K = \frac{[\text{HJ}]^2}{[\text{H}_2][\text{J}_2]}$ билан хариактерланади. Бу тенглама айни система учун массалар таъсири қонунини акс эттиради. $[\text{H}_2]$, $[\text{J}_2]$ ва $[\text{HJ}]$ — водород, йод ва водород йодиднинг мувозанат ҳолатидаги концентрациялари.

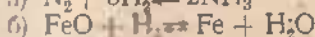


бу билан ифодаланадиган реакцияда мувозанат ҳолати қарор топса, унинг мувозанат константаси:

$$K = \frac{[\text{C}]^c [\text{D}]^d}{[\text{A}]^a [\text{B}]^b}$$

тенглама билан ифодаланади. K — нинг қиймати реакцияга киришувчи моддаларнинг табиатига ва температурага боғлиқ, лекин аралашмадаги моддаларнинг концентрацияларига, бегона қушимчаларнинг шунингдек, катализатор) иштирок этиш-этмаслигига боғлиқ эмас. Катализатор фақат мувозанат ҳолатининг қарор топишини тезлатиши мумкин, лекин реакциянинг унумини ошира олмайди. K нинг қиймати қатъчилик катта бўлса, реакция шунчалик кўп унум беради. Шунинг учун K ни аниқлаш химия ва химиявий технология учун катта аҳимияга эга. Реакциянинг изобар потенциали билан K орасида $\Delta G = -R \cdot T \ln K$ боғланиш мавжуд.

Б- мисол. Қуйида келтирилган гомоген ва гетероген системалар учун химиявий мувозанат константасининг ифодаси ёзилсин.



Ечиш

а) $K = \frac{[\text{NH}_3]^2}{[\text{N}_2][\text{H}_2]^3}$

б) $K = \frac{[\text{H}_2\text{O}]}{[\text{H}_2]}$

6- мисол. Қайтар реакция $\text{CO}_2 + \text{H}_2 \rightleftharpoons \text{CO} + \text{H}_2\text{O}$ мувозанат ҳолатига келганида моддаларнинг концентрациялари қуйидагича бўлган (моль/л ҳисобида):

$$[\text{CO}_2] = 0,02; [\text{H}_2] = 0,005; [\text{CO}] = 0,015; [\text{H}_2\text{O}] = 0,015.$$

Мувозанат константаси топилсин.

Ечиш. Мувозанат константаси учун қуйидаги ифодани ёзамиз:

$$K = \frac{[\text{CO}] \cdot [\text{H}_2\text{O}]}{[\text{CO}_2] [\text{H}_2]}$$

Бу ифодага масала шартида берилган қийматларни қуйиб, K ни ҳисоблаймиз:

$$K = \frac{0,015 \cdot 0,015}{0,02 \cdot 0,005} = 2,25$$

7- мисол. $\text{H}_2 + \text{J}_2 \rightleftharpoons 2\text{HJ}$ реакция учун дастлаб 1 моль/л водород ва 1 моль/л йод олинган. Реакциянинг мувозанат константаси 50 га тенг бўлса, водород, йод ва водород йодиднинг мувозанат қарор топгандан кейинги концентрациялари топилсин.

Ечили. Фараз қилайлик, мувозанат қарор топганда H_2 ва J_2 нинг ҳар кайсисидан x моль реакцияга киришган бўлсин, у ҳолда H_2 ва J_2 нинг мувозанат концентрациялари $[\text{H}_2] = 1 - x$, $[\text{J}_2] = 1 - x$, HJ нинг мувозанат концентрацияси $(\text{HJ}) = 2x$ моль/л бўлади. Бу қийматларини мувозанат константаси ифодасига қуямиз:

$$K = \frac{[\text{HJ}]^2}{[\text{H}_2][\text{J}_2]} = 50 = \frac{(2x)^2}{(1-x)(1-x)}, \text{ бундан } x = 0,78.$$

Демак, мувозанат қарор топганида:

$$[\text{H}_2] = [\text{J}_2] = 1 - x = 1 - 0,78 = 0,22 \text{ моль/л}; [\text{HJ}] = 2x = 2 \cdot 0,78 = 1,56 \text{ моль/л бўлади.}$$

Химиявий мувозанатнинг силжиши. Ташқи шароит (босим, температура ва моддаларнинг концентрациялари) ўзгарганида мувозанат ҳолатида турган система таркибининг ўзгариши *мувозанатнинг силжиши* деб аталади. Мувозанатнинг силжиши 1884 йилда таърифланган умумий қонда — Ле-Шателье принципига бўйсунadi. Ле-Шателье принципи қуйидагича таърифланади: *химиявий мувозанат ҳолатидаги системага ташқаридан таъсир этиб унинг бирор шароити ўзгартирилса, системада уша ташқи таъсирни камайтиришга интиладиган процесс кучаяди.*

8-мисол. Газсимон азот, водород ва аммиакдан иборат гомоген мувозанат система берилган:



Агар: а) азот ҳамда водороднинг концентрацияси оширилса, б) температура оширилса, в) босим оширилса мувозанат қайси томонга силжийди?

Ечили.

а) Мисолимизда, азот ҳамда водород концентрациялари оширилган; демак, Ле-Шателье принципига кура шу моддаларнинг концентрациялари камайдиган реакция кучаяди, яъни мувозанат $\text{N}_2 + 3\text{H}_2 \rightleftharpoons 2\text{NH}_3$ реакция томонга силжийди.

б) Аммиакнинг ҳосил булиш реакцияси иссиқлик чиқиши билан содир бўлади. Ле-Шателье принципига мувофиқ, мувозанат ҳолатида турган системанинг температураси оширилса, мувозанат иссиқлик ютилиши билан борадиган процесс томонга силжийди. Мисолимизда аммиак парчаланганидагина иссиқлик ютилади. Демак, мувозанат $2\text{NH}_3 \rightarrow \text{N}_2 + 3\text{H}_2$ реакция томонга силжийди.

в) Ле-Шателье принципига мувофиқ, газлардан иборат системада босим оширилса, химиявий мувозанат оз сондаги молекулалар ҳосил бўладиган реакция томонга силжийди. Мисолимиздаги бир ҳажм азот ва уч ҳажм водороддан икки ҳажм аммиак ҳосил бўлганидан мувозанат $\text{N}_2 + 3\text{H}_2 \rightarrow 2\text{NH}_3$ процесси томонга силжийди.

Демак, босимни ошириш билан мувозанатни ўнгга силжитиш мумкин.

Реакция тезлигини ўзгартирадиган, лекин ўзи химиявий жиҳатинан ўзгармайдиган модда катализатор деб аталади. Катализатор фақат химиявий жиҳатдан ўзгармайди, лекин унинг физикавий ҳолати ўзгариши мумкин. Катализатор деганда биз реакцияни тезлатувчи моддани тушунамиз. Реакция тезлигини камайтирадиган моддалар — ингибиторлар дейилади. Баъзан катализатор ҳам ҳатто жуда оз миқдорда бўлса ҳам, реакция тезлигини кескин ошириб юборади. Масалан, натрий сульфит Na_2SO_3 нинг ҳаво кислотаси билан оксидланиш реакциясини сезиларли даражада тезлатиш эритманинг 1 литрида 10^{-11} моль CuSO_4 нинг борлиги кифаят.

Баъзан реакцияларда озгина сувнинг ҳам катализаторлик роли кўрсатиш катта бўлади. Масалан, мутлақо қуруқ хлор органик бўлмаган модданинг рангини оқартирмайди, металлларга таъсир этмайди, ҳатто дезинфекциялаш хоссаларини ҳам намоён қилмайди. Натрий перхлорат қуруқ ҳавода оксидланмайди. Қалдироқ газ (водород) билан хлор газларод аралашмаси) намликдан асар бўлмаган шароитда яқин 1000° да ҳам портламайди.

Катализитик процесслар табиатда ҳам, саноатда ҳам катта аҳамиятга эга. Баъзан реакцияда ҳосил бўлган маҳсулотлардан бирининг қисmini таъсирида реакция тезлашади: бу ҳодиса *автокатализ* дейилади. Умуман катализаторнинг роли реакциянинг *активланиши* деб аталганни пасайтиришдан иборат. Масалан, сахароза $\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}$ нинг гидролизланиб, глюкоза ва фруктоза ҳосил қилиш реакцияси $\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11} + \text{H}_2\text{O} = \text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 + \text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$ учун активланиш энергияси 114 кЖ/моль га тенг, водород ионлар иштирокида бу қиймат 107 $\frac{\text{кЖ}}{\text{моль}}$ га камрашадиган бўлиб кетяпти. Сахароза ферменти иштирокида эса бу реакциянинг активланиш энергияси атиги 36 $\frac{\text{кЖ}}{\text{моль}}$ ни ташкил этади.

Табиатда катализитик процесслар гомоген ва гетероген катталикда бўлиши мумкин. Гомоген катализда реакцияга киришувчи моддалар би катализатор бир хил фазада (газ ёки эритма ҳолда), гетероген катализда эса ҳар хил фазада бўлади. Гетероген катализда катализатор кўпинча қаттиқ ҳолатда ишлатилади. Масалан, Fe_2O_3 катализаторнинг оксидланиб сульфат ангидридга ўтишида Fe_2O_3 катализатор — ванадий (V)-оксид ишлатилади. Натрий титосульфат эритмаси билан темир (III)-роданид эритмаси орасидаги реакция:

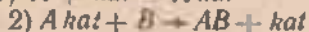
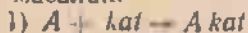


учун мис сульфат эритмаси катализаторлик ролини уйнайди. Демак бу гомоген катализга киради.

Гомоген катализ ҳодисасини *оралиқ маҳсулотлар назарияси* билан талқин қилиш мумкин.



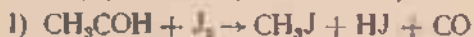
реакцияси катализатор *kat* иштирокида бир неча босқич билан боради, масалан:



Биринчи босқичда катализатор билан *A* модда бирикиб, оралик маҳсулот *Akat* ни ҳосил қилади; иккинчи босқичда бу оралиқ маҳсулот *B* модда билан реакцияга киришиб, реакциянинг охирги маҳсулоти *AB* ни ҳосил қилади; катализатор ўзининг химиявий таркибини ўзгартмаган ҳолда ажралиб чиқади. Масалан, сирка альдегиднинг парчаланиш реакцияси



учун йод буғи катализатор сифатида хизмат қилади. Йод иштирокида бу реакция қуйида келтирилган икки босқич билан боради:



Гетероген катализда химиявий реакция фазалар чегарасида, асосан қаттиқ катализатор сиртида содир бўлади. Шунга кура, реакцияга киришувчи моддаларнинг катализатор сиртига етиб келиши, катализатор сиртига (аслида эса сиртнинг *актив марказлари* деб аталадиган нуқталарига) адсорбланиши, сиртда активланиши, ҳатто у қадар барқарор бўлмаган оралиқ маҳсулотлар ҳосил қилиши — гетероген катализ учун катта аҳамиятга эга. Демак, гетероген катализда катализатор куп қиррали таъсир кўрсатади.

Д. И. Менделеев таъбирича гетероген катализнинг юзага чиқиш сабаби — катализатор сиртида адсорбланган молекулаларнинг деформацияланишидир. Бу назария кейинчалик ривожлантирилиб, реакцияга киришувчи моддаларнинг тузилиши билан катализаторнинг тузилиши орасида маълум *геометрик мувофиқлик* бўлиши керак, деган хулоса чиқарилди. Бундан ташқари, катализаторнинг сирти куп жинсли бўлади, деган назария ҳам бор.

Катализаторга бошқа моддалар аралаштирилганда унинг таъсири кучайиши, пасайиши ва баъзан ўзгармай қолиши мумкин. Катализаторга қўшилганида унинг каталитик таъсирини кучайтирадиган моддалар *промоторлар* деб аталади. Масалан, аммиак синтезида катализатор сифатида ишлатиладиган темирга ишқорий металл ва алюминий оксидлари қўшилса, темирнинг каталитик таъсири ортади. Катализаторга баъзи моддалардан озгина қўшилганда унинг каталитик активлиги пасаяди. Бундай моддалар *каталитик заҳарлар* деб аталади. Масалан, платина сиртида SO_2 нинг SO_3 га айланиш реакцияси ниҳоятда оз миқдордаги мишьяк аралашуви билан тўхтаб қолади.

Катализаторларни ишлатишда, купинча, катта сиртга эга бўлган ғовак моддаларга (силикагель, асбест ва ҳоказоларга) катализатор берилиб, уларнинг ҳамма жойига катализатор бир текис тақсимланади, яъни ёйилади. Шунинг учун бундай моддалар *трегерлар* ёки *каталитик ёювчилар* дейилади. Масалан, платиналан-

ган асосида асбест каталитик ёювчи ролини ўтайди. Ёювчи ишлатилган катализатор яхши майдаланади, унинг активлиги ортадан шу билан бирга қимматбаҳо каталитик модда тежалади.

Иккинчи реакцияларнинг тезлигига, мувозанат ва катализга оид тажрибалар

Реакция тезлигининг концентрацияга боғлиқлиги (гомоген реакциялар)

1-тажриба. Калий йодат билан натрий сульфит орасидаги ре-



Синтез 100 мл булган стакан олиб, унда натрий сульфитнинг озгина сафар кислота ва жуда озгина крахмал қушилган эритмаси қуйилган. 3 та стакан олиб, биринчисига 30 мл KIO_3 эритмаси, иккинчисига 20 мл KIO_3 эритмаси ва 10 мл сув солинг; учинчи стаканга 10 мл KIO_3 эритмаси ва 20 мл сув солинг. Биринчи стаканга крахмал қурилиб қуйилган стакандаги Na_2SO_3 эритмасидан 20 мл қуйилган. Иккинчи стаканга крахмал қуйилган. Эритма қуйилган вақт t_1 да кўк ранг пайдо булади. Эритма қуйилган вақт t_2 да кўк ранг пайдо булган вақт t_2 ни ёзиб олинг. Иккинчи стаканга ҳам 20 мл Na_2SO_3 эритмаси қуйинг; учинчи стаканга ҳам 20 мл Na_2SO_3 эритмаси қуйинг. Ҳар сафар реакция бошланган вақт t_1 ва реакция тугаган вақт t_2 ларни ёзиб боринг.

Натижаларни қуйидаги жадвалга ёзинг.

№ тажриба	H_2O ҳажми б	KIO_3 эритмаси ҳажми в	KIO_3 нинг концентрацияси $C = \frac{a}{a+b+v}$	Реакциянинг бошланиш ва тугаш вақтлари t_1 билан t_2 орасидаги айирма	Реакция тезлиги $v = \frac{1}{t}$
1					
2					
3					

Таъсирнинг киришувчи моддалар концентрацияларининг ўзгаришига реакциянинг тезлигига қандай таъсир кўрсатади, деган саволга жавоб беринг.

2-тажриба. Натрий тиосульфатнинг сульфат кислота билан реакцияси. 6 та пробирка олиб, уларнинг учтасига 1:200 моляр H_2SO_4 қўйилган. 10 мл дан қуйилади; қолган учтасига қуйидаги нисбатда сув билан натрий тиосульфат (0,5 н) эритмаси солинади:

Пробирка номери	Натрий тиосульфат эритмасидан	Сув	Жами
1	5 мл	10 мл	15 мл
2	10 мл	5 мл	15 мл
3	15 мл		15 мл

Эритмаларнинг ҳажмини мумкин қадар аниқроқ ўлчанг. Шундан кейин уларнинг ҳар бирига аввал тайёрлаб қўйилган учта пробиркадаги H_2SO_4 эритмасидан 10 мл дан қўшинг. Учала ҳолда ҳам бир пробиркадаги суюқликка иккинчи пробиркадаги суюқлик қўшилган вақт t_1 ни ёзиб олинг, олтингугурт лойқаси пайдо бўлган вақт t_2 ни ҳам ёзиб боринг. Топилган натижалар асосида қуйидаги жадвални тулатинг; вақтни секундомер (ёки секундларни ўлчаётган соат) билан ўлчанг.

Na_2SO_3 эритмасининг ҳажми, мл ҳисобида a	H_2O ҳажми, мл ҳисобида b	H_2SO_4 эритмаси ҳажми, мл ҳисобида c	$\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ нинг концентрацияси $C = \frac{a}{a+b+c}$	Реакциянинг бошланиши ва тугаш вақтлари орасидаги айирма $t_2 - t_1 = t$	Реакциянинг тезлиги $v = \frac{1}{t}$

Реакция тезлиги концентрация ўзгариши билан қандай ўзгаради? Топилган натижалар асосида абсциссалар ўқига концентрацияни, ординаталар ўқига тезликни қўйиб концентрацияга реакция тезлигининг боғлиқлик графигини тузинг.

Реакция тезлигига температуранинг таъсири

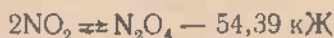
Тажриба учун сифими 100 мл бўлган 6 та стакан олинад. Учтасига 1:200 моляр сульфат кислота эритмасидан 10 мл дан солинад. Қолган учтасига 0,5 н натрий тиосульфат эритмасидан 10 мл дан солинад. Биринчи тажриба хона температурасида бажарилади; бир станкадаги натрий тиосульфат эритмасига иккинчи стакандаги сульфат кислота эритмаси солиниб, олтингугурт лойқаси пайдо бўладиган вақт ўлчанади.

Иккинчи тажрибани хона температурасидан 10° юқори температурада ўтказилади. Бунинг учун қўшиладиган эритмали икки стакан термометр ботирилган ва температураси уй температурасига қараганда 10° ортиқ бўлган сувли идишга (ваннага) 10—15 минут қўйиб қўйилади. Сунгра улар ҳам бир-бирига қўйилади. Қанча вақтдан кейин лойқа пайдо бўлганлиги ёзиб қўйилади. Учинчи тажриба хона температурасидан 20° юқори бўлган шаронда бажарилади. Топилган натижалар асосида қуйидаги жадвал тузилади:

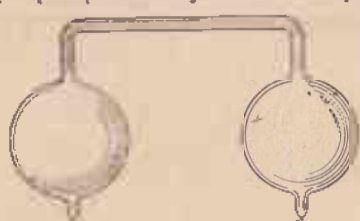
Температура, $^\circ\text{C}$	Лойқа ҳосил бўлган вақт, сек. $t_2 - t_1 = t$	Реакция тезлиги $v = \frac{1}{t}$

нади. Унинг устига эритма сариқ тусга киргунча концентрланган ишқор эритмасидан бир неча томчи қўшилади, шундан кейин концентрланган сульфат кислота эритмасидан томчилатиб қўшиб, стакандаги эритмада қовоқ ранг пайдо бўлганлиги кузатилади. Сунгра стаканга яна ишқор қўйилса, қайтадан сариқ ранг пайдо бўлади.

3- тажриба. *Химиявий мувозанатга температуранинг таъсири.* Қўнғир тусли газ азот (VI)-оксид NO_2 уй температурасида рангсиз газ — азот қўш оксид N_2O_4 га айланади ва улар орасида химиявий мувозанат қарор топади:



NO_2 қўнғир тусли, N_2O_4 рангсиз бўлганлиги туфайли ранг ўзгаришига қараб мувозанатнинг ўнг ёки чап томонга силжиганлиги ҳақида фикр юритиш мумкин. Тажрибани ўтказиш учун икки чеккаси шар



32- расм. N_2O билан N_2O_4 орасидаги мувозанатга температуранинг таъсири.

шаклли найча олинади (32-расм); унинг ичи азот (IV)-оксид билан тулдирилган бўлади. Найда $2\text{NO}_2 \rightleftharpoons \text{N}_2\text{O}_4$ мувозанат қарор топади. Бирига қайноқ сув, иккинчиси музли сув (ёки совуқ сув) солинган иккита стакан олиб, биринчи стаканга найнинг бир шари туширилади, найнинг иккинчи шари иккинчи стаканга ботирилади. Совуқ сувга туширилган шарда қўнғир тус заифлашади; қайноқ сувга туширилган шарда эса қўнғир тус қуюқлашади.

Бу реакциянинг мувозанати — 150°C да батамом чапга силжийди: — 11°C да эса мувозанат система N_2O_4 га айланиб кетади. Бу тажрибада қўнғир туснинг иссиқ сувда қуюқлашиши ва совуқ сувда заифлашишини Ле-Шателье принципи асосида тушунтириб беринг.

Гомоген катализ

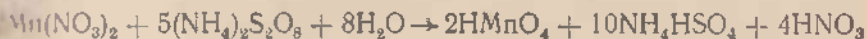
1- тажриба. Икки пробиркага индигокармин эритмаси солинг ва бирига икки томчи FeCl_3 эритмаси қўшинг. Сунгра ҳар иккала пробиркага водород пероксид H_2O_2 эритмасидан қўйинг. Иккала пробиркада индигокарминнинг рангсизланиш вақтини ёзиб олинг. Бажарган ишингизни изоҳлаб беринг.

2- тажриба. Икки пробирканинг ҳар бирига 3 мл дан KCNS эритмаси ва уч томчидан FeCl_3 эритмаси солинг. Бу пробиркаларнинг бирига катализатор сифатида мис (II)-сульфат эритмасидан икки томчи қўшинг. Сунгра иккала пробиркага Na_2SO_3 эритмасидан 3 мл дан солинг. Ҳар иккала пробиркада рангсизланиш қанча вақт ўтганидан кейин кузатилишини таққослаб кўринг. Натрий тиосульфат Fe(III) -роданидни Fe(II) -роданидга қадар қайтаради, ўзи эса $\text{Na}_2\text{S}_4\text{O}_6$ га ўтади; реакция тенгламасини ёзинг.

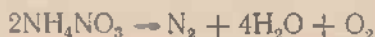
3- тажриба. Иккита пробиркага HNO_3 эритмасидан 3 мл дан, $\text{Mn(NO}_3)_2$ нинг 2% ли эритмасидан 2 томчидан солинг. Пробирка-

дирнинг бирига катализатор сифатида икки томчи кумуш нитрат AgNO_3 эритмаси қўйинг. Сунгра ҳар иккала пробиркага аммоний персульфат $(\text{NH}_4)_2\text{S}_2\text{O}_8$ нинг 30 % ли эритмасидан 5 мл дан солинг. Иккала пробиркани сув солинган стаканга тушириб қўйинг. Стакандаги сувни қайингича қиздириг. Пробиркаларнинг қайси бирида аввалроқ қизил ранг пайдо бўлишини кузатинг.

Реакцияларнинг тенгламаси:



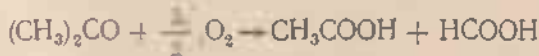
4-тажриба. 0,5г қуруқ NH_4NO_3 ни пробиркада қиздириб суюқ-лаштиринг. Сунгра суюқ ҳолатдаги аммоний нитрат устига FeCl_3 кристалли ташланг. FeCl_3 нинг суюқлантирилган NH_4NO_3 да эришини ва бу ҳолда аммоний нитратнинг парчаланиб кетишини кузатасиз. Реакция тенгламаси қуйидагидан иборат:



III тажрибани катализатор ($\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$) иштирокида такрорланг ва тегишли хулосалар чиқаринг.

Гетероген катализ

5-тажриба. Кичикроқ колбачага озроқ (колбанинг ярмигача) ацетон солинг. Мис симдан спираль тайёрланг. Бу спирални газ сирини устида қиздириб, колбадаги ацетон буғига тутинг, аммо ацетонга тегизманг. Спираль сим ўзидан ёруғ сочишини ва бу ҳолда ацетоннинг оксидланишини кузатасиз. Содир буладиган реакция тенгламаси:



6-тажриба. Водород пероксид H_2O_2 эритмасидан 2 мл олиб, унга баъзи MnO_2 қўшинг. Водород пероксиднинг шиддатли парчаланганини кузатасиз. III тажрибани MnO_2 ўрнига PbO_2 олиб ҳам такрорланг.

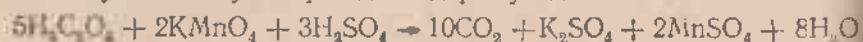
Манфий катализ

7-тажриба (тажриба *мўрили* шкафта бажарилади).

8-тажриба. Колбага 15 мл дистилланган сув солиб, унга 2—3 минут илтифот (IV)-оксид (SO_2) гази юборинг. Ҳосил қилинган сульфит эритмаси (H_2SO_3) эритмасини икки пробиркага 5 мл дан қўйинг. Пробиркаларнинг бирига бир неча томчи глицерин қўшинг. Иккала пробиркани 60 га қадар иситилган сувли стаканга ботириг. Пробиркалар орқали баривар ҳажмда (30—40 пуфакча) кислород утказинг (кислородни газометрдан юбориш керак). Сунгра иккала пробиркага баривар миқдорда барий хлорид эритмаси солинг (барий хлорид эритмасига бир неча томчи HNO_3 қўшилган бўлиши керак). Глицерин қўшилган пробиркада кам миқдор лойқа пайдо бўлганини кузатасиз. Бажариш тажрибада содир булган реакциялар тенгламаларини ёзиб беринг.

Автокатализ

8- тажриба. Конус шаклидаги қолбага 10 мл оксалат кислота-нинг ($\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$) 5% ли эритмасидан солиб, унинг устига H_2SO_4 нинг 0,1 н. эритмасидан 5 мл қўшинг. Сўнгра бу эритмага бюреткадаги KMnO_4 эритмасидан 1 мл солинг. KMnO_4 эритмаси анча узоқ вақтдан кейин рангсизланади (рангсизланган вақтни секундлар ҳисобида ёзиб олинг). Сўнгра яна 1 мл KMnO_4 эритмаси қўшинг; у анча тез рангсизланади, яна 1 мл қўшсангиз, у янада тез рангсизланади ва ҳоказо. Бунинг сабаби шундаки, бу тажрибада содир бўладиган:



реакцияда ҳосил бўладиган Mn^{2+} ионлар катализаторлик ролини бажаради. Бунга ишонч ҳосил қилиш мақсадида пробиркага аввал MnSO_4 эритмаси солиб, юқоридаги реакцияни амалга оширинг. Бу ерда ҳам автокатализ рўй берадими?

Савол ва масалалар

1. Массалар таъсири қонунига таъриф беринг.
2. Қайтар, қайтмас, гомоген, гетероген реакцияларга таъриф беринг, мисоллар келтиринг.
3. $\text{N}_2 + 3\text{H}_2 \rightleftharpoons 2\text{NH}_3$ системасида реакция тезлигини 50 марта ошириш учун водород концентрацияси неча марта кўпайтирилиши керак?

(Жавоби: 3,7 марта)

4. Агар газлар аралашмасининг ҳажми икки марта оширилса,



системада реакция тезлиги неча марта ўзгаради?

(Жавоби: 8 марта)

5. $2\text{NO} + \text{O}_2 \rightleftharpoons 2\text{NO}_2$ системада реакция тезлигини 1000 марта ошириш учун босим неча марта оширилиши керак?

(Жавоби: 10 марта)

6. Температура 50° оширилганда реакция тезлиги 1200 марта ошган. Реакциянинг температура коэффиценти ўтопилин.

(Жавоби: 4,13)

7. Гомоген муҳитда $\text{A} + \text{B} \rightleftharpoons \text{C} + \text{D}$ реакциянинг мувозанат константаси 4 га тенг. Реакцияни амалга ошириш учун А модданинг 4 М эритмасидан 3 л, В модданинг 2 М эритмасидан 7 л олишган бўлса, реакция маҳсулоти Д нинг унуми топилин.

(Жавоби: 70, 7 %)

8. Водород йодиднинг 716°C да ҳосил бўлиш тезлик константаси $1,6 \cdot 10^{-2}$ га тенг. Унинг парчаланиш тезлик константаси $3,0 \cdot 10^{-4}$ га тенг. Айни температура учун мувозанат константаси топилин.

(Жавоби: $1,87 \cdot 10^{-2}$)

10. $N_2 + 3H_2 \rightleftharpoons 2NH_3$ системасида мувозанат қарор топганидан кейин $[H_2] = 0,5$ моль/л; $[N_2] = 1$ моль/л; $[NH_3] = 6$ моль/л булган. Аниқ ҳамда водороднинг дастлабки концентрациялари топилсин.

(Жавоби: 4 ва 9,5)

10. $CO + H_2O \rightleftharpoons H_2$ реакция учун CO дан 0,03 моль/л, H_2O дан ҳам 0,03 моль/л олинган. Мувозанат қарор топганидан кейин CO_2 нинг концентрацияси 0,01 моль/л га тенг булган. CO, H_2O ва H_2 ларнинг мувозанат концентрациялари ҳамда реакциянинг мувозанат константаси топилсин. (Жавоби 0,02; 0,02; 0,01; 0,01; 0,25).

11. Катализ ва катализатор тушунчаларига таъриф беринг.

12. Промотор, ингибитор, каталитик заҳар, каталитик ёювчи, автокатализ тушунчаларига таъриф беринг.

15 §. АНОРГАНИК МОДДАЛАРНИНГ АСОСИЙ СИНФЛАРИ

15.1. Анорган моддаларнинг бошларига қадар анорган химия кислород химиёси ва унинг эрувчан бирикмалари химияси сифатида ривожланиб келди. Шунга кура оддий моддалардан ташқари барча анорган моддаларни оксидлар, асослар, кислоталар ва тузлар деб 4 та синфга ажратилди. Металларнинг галогенид ва сульфидлари ҳам тузлар жумласига киритилди.

Ҳозирги замонга келиб моддалар сувдан бошқа эритувчиларда тарқатилмайдиган бўлди, анорган химия моддаларнинг янги-янги синфлари билан бойиди. Улар жумласига гидридлар (элементларнинг водородли бирикмалари), халькогенидлар (элементларнинг галогенга тенг туртли бирикмалари), металларнинг бошқа металлмаслар билан бирикмалари ва ҳоказолар киради. Эски классификация бўларнинг ҳаммасини ўз ичига ололмайди. Лекин анорган моддаларнинг тула илмий асосга эга булган ва умум томопидан эътироф қилинган ягона мукаммал классификацияси қабул қилингани йўқ. Аниқ шундай классификация яратиш устида тинмай изланишлар давом этмоқда. Булар ҳақида дарсликда ва тегишли адабиётларда ўқилиши мумкин.

Бундан бу ерда анорган моддаларнинг синфларидан оксидлар, сульфидлар, кислоталар ва тузларни қараб чиқиш билан чегаралана-

15.2. Анорган моддалар. Элементларнинг кислород билан ҳосил қилган бирикмалари оксидлар дейилади. Ҳозирги вақтда учта инерт элемент — гелий, неон ва аргоннинг оксидлари олинмаган. Қолган барча элементларнинг оксидлари бевосита ёки бавосита йуллар билан ҳосил қилинган.

Оксидлар химиявий хоссалари жиҳатидан тўрт гурппага бўлинган

1. Асосий оксидлар.

2. Кислотали оксидлар.

3. Амфотер оксидлар. Булар туз ҳосил қилувчи оксидлар дей-

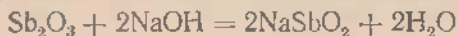
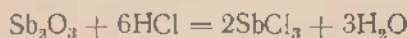
4. Туз ҳосил қилмайдиган оксидлар (масалан, NO, CO, SiO, OSO₃, RuO₃)

1. Асосли оксидлар. Кислоталар ёки кислотали оксидлар билан ўзаро таъсир этишиб, туз ҳосил қиладиган оксидлар *асосли оксидлар* дейилади. Улар жумласига ишқорий ва ишқорий-ер металлларнинг оксидлари (масалан, K₂O, Na₂O, CaO, SrO, BaO лар) киради. Улар сувда яхши эрийди. Металл оксидларининг ҳаммаси ҳам асосли оксидга мисол булавермайди. Айрим металллар ҳам кислотали, ҳам асосли, ҳам амфотер оксид ҳосил қилиши мумкин. Масалан, MnO, Mn₂O₃ асосли, MnO₂ амфотер, MnO₃ ва Mn₂O₇ кислотали оксидлардир. Оксид таркибида айни элементнинг оксидланиш даражаси ортиши билан айни оксиднинг характери ўзгариб, аввал асосли, сўнгра амфотер, кейин кислотали хоссалар кучайиб боради.

Асосли оксидлар кислоталар билан реакцияга киришиб, туз ва сув ҳосил қилади. Асосли оксидлар сув билан ўзаро таъсир этишиб, асос ҳосил қилади. Асосли оксидлар кислотали оксидлар билан реакцияга киришиб, туз ҳосил қилади.

2. Кислотали оксидлар. Асослар ёки асосли оксидлар билан ўзаро таъсир этиб туз ҳосил қиладиган оксидлар *кислотали оксидлар* дейилади. Кислотали оксидлар ангидридлар ҳам дейилади. Масалан, SO₂, SO₃, CO₂, N₂O₃, N₂O₅, P₂O₃, P₂O₅, NO₂, CrO₃, Mn₂O₇, SiO₂, Cl₂O₇ лар ангидридлардир. Кислотали оксидлар асослар (ва асосли оксидлар) билан реакцияга киришиб, туз ва сув ҳосил қилади.

3. Амфотер оксидлар. Кислоталар билан асосли оксид сифатида, асослар билан эса кислотали оксид сифатида реакцияга киришиб, туз ва сув ҳосил қиладиган оксидлар *амфотер оксидлар* дейилади. ZnO, SnO₂, PbO, As₂O₃, Cr₂O₃, Al₂O₃, Sb₂O₃, MnO₂, PbO₂, Fe₂O₃ лар амфотер оксидларга мисол була олади. Улар кислота ва ишқорларда осон эрийди. Масалан, Sb₂O₃ хлорид кислота билан асосли оксид сифатида, уювчи натрий билан кислотали оксид сифатида реакцияга киришиб, туз ва сув ҳосил қилади:



Оксидлар жумласига яна тузсимон оксидлар (масалан, Pb₂O₃ ёки PbPbO₃, Pb₃O₄ ёки Pb₃PbO₄ лар) ва пероксидлар киради. Пероксидларни водород пероксиднинг тузлари деб қараш мумкин. Пероксидларда пероксо боғланиш —O—O— мавжуд.

Оксидларда химиявий боғланиш характери даврий системанинг ҳар қайси даври ичида чапдан унга утган сари соф ион боғланишдан соф ковалент боғланишга қадар ўзгаради.

2. Кислоталар. Кислота молекуласидаги водород атомини металл атомига алмаштириб туз ҳосил қила оладиган мураккаб моддадир. Металлга ўрин берадиган водороднинг сонига қараб кислоталар бир негизли (HCl, CH₃COOH, HNO₃), икки негизли (H₂SiO₃, H₂SO₃, H₂SO₄, H₂C₂O₄, H₂Cr₂O₇), уч негизли (H₃PO₄, H₃AsO₄, H₃BO₃) ва ҳокато бўлади. H₃P₂O₇ тўрт негизли кислота, чунки у Mg₂P₂O₇ таркибли туз ҳосил қилади. Лекин баъзи кислоталар таркибидаги водород атомларининг ҳаммаси ҳам металлга алмашавермайди, фақат кислород билан боғлан-

ган водород атомларигина алмашинади, Масалан, H_3PO_3 уз таркибидан фақат иккита водород атомини металл атомига алмаштира олади (Na_2HPO_3), шунинг учун ҳам бу кислота икки негизли кислотади. Демак, кислота негизи деганда кислород билан боғланган водород атомлари сони тушунилади. Сувдаги эритмаларда бир негизли кислоталар бир босқичда, кўп негизли кислоталар бир неча босқичда диссоцилланади.

Кислоталар кислородли ва кислородсиз кислоталарга бўлинади. Масалан, HNO_3 , HMnO_4 , H_2SO_4 , H_3AsO_4 , H_3PO_4 , HNO_2 кислородли кислоталар; HCl , HF , H_2S , HCN , H_2Se эса кислородсиз кислоталардир. Кислородли кислоталарнинг кўпи ангидридларнинг сув билан ўзаро таъсиридан олинади. Агар ангидридлар сувда эримайдиган бўлса, уларга тегишли кислоталар тегишли тузга бошқа кислота (кўпинча, сульфат кислота) таъсир эттириб олинади. Масалан:



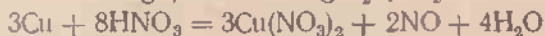
Кислородсиз кислоталар металлмасларга водород бириктириб, ҳосил қилинган водородли бирикмани сувда эритиш йули билан тайёрланади. Оқдий паронтда кислоталар суяқ ва каттиқ моддалар ҳолида бўлиши мумкин. Масалан, HNO_3 , H_2SO_4 , H_3PO_4 , CH_3COOH лар суяқ, $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$, H_3BO_3 лар эса қаттиқ моддалардир. Кислоталарнинг деярли ҳаммаси сувда эрийди. Кўпчилик кислоталар терини куйдиради. Ипма кўп газламаларни уяди, нордон мазага эга.

Кислоталарнинг энг муҳим химиявий хоссалари қуйидагилардир:

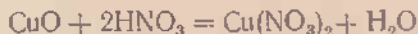
1. Кислоталар асослар билан нейтралланиш реакциясига киришиб, туз ва сув ҳосил қилади:



2. Кислоталар актив металллар билан реакцияга киришиб, туз ҳосил қилади:



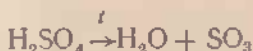
3. Кислоталар асосли ва амфотер оксидлар билан реакцияга киришиб, туз ҳосил қилади:



4. Кислоталар тузлар билан реакцияга киришиб, бошқа кислота ҳосил қилади:



5. Кислородли кислоталар қиздирилганда сув билан ангидридга ажралади:



6. Кислоталар кўк лакмусни қизартиради, метилоранжни пушти рангга киритади; фенолфталеин эса кислоталарда рангсизлигича қолади.

3. Асослар. Асослар—молекуласи металл атоми билан бир ёки бир неча гидроксил (ОН) группадан ташкил топган мураккаб моддалардир. Гидроксил группанинг сониметаллнинг валентлигига тенг бўлади.

Асослар молекуласидаги гидроксил группа сонига қараб бир ёки бир неча босқич билан диссоциланади. Масалан:



Асослар сувда яхши ва ёмон эрийдиган асосларга бўлинади. Ишқорий металллар ва ишқорий-ер металлларнинг гидроксидлари сувда яхши эрийди ва яхши диссоциланади. Сувда яхши эрийдиган асослар *ишқорлар* дейилади. Масалан, LiOH, NaOH, KOH, Ba(OH)₂—ишқорлардир. Ишқорлар терини ўяди, шиша, ёғоч ва кийимни емиради. Шунинг учун улар ўювчи ишқорлар ҳам дейилади. Сувда ёмон эрийдиган гидроксидлар *асослар* дейилади.

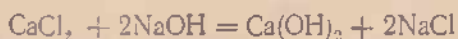
Ишқорлар қиздиришга нисбатан жуда чидамлидир. Масалан, NaOH 1400° да парчаланмасдан қайнайди. Асосларнинг купчилиги қиздирилганда металл оксидига ва сувга парчаланади. Ишқорлар ҳам, асослар ҳам кислоталар билан реакцияга киришиб туз ҳосил қилади:



Асослар кислотали оксидлар билан реакцияга киришиб, туз ва сув ҳосил қилади:



Асослар тузлар билан реакцияга киришиб, бошқа туз ва бошқа асос ҳосил қилади:



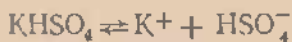
Ишқорлар оксид ва гидроксидлари амфотер хоссага эга бўлган металллар билан реакцияга киришиб, туз ҳосил қилади:



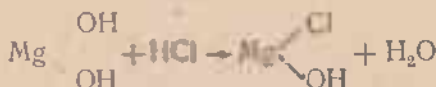
Асос эритмасига қизил лакмусли қоғоз туширсак, у кўкаради, фенолфталеин эритмасидан бир-икки томчи томизсак, эритма пушти рангга киради. Метилоранж эритмасидан томизсак, эритма сариқ рангга киради.

4. Тузлар. Молекуласи металл атоми ва кислота қолдигидан иборат мураккаб моддалар *тузлар* дейилади. Тузлар молекуласининг таркибига қараб, нормал, нордон, гидроксо тузлар, *туз* ва комплекс тузларга бўлинади.

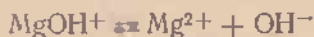
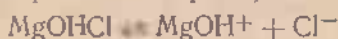
Икки ёки ундан ортиқ негизли кислоталар нордон тузлар ҳосил қилади. Бир негизли кислоталар эса фақат нормал туз ҳосил қилади. Нордон тузлар босқичлар билан диссоциланади: дастлаб металлларнинг ионлари билан кислота қолдигига ажралади, сўнгра кислота қолдигининг ўзи худди кучсиз электролитлар сингари яна диссоциланади. Масалан:



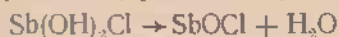
Нордон тузлар қиздирилганда узидан сув ажратиб чиқаради ва нормал тузга айланади. Молекуласининг таркибида металл атоми ва кислотани қолдигидан ташқари гидроксил (OH) группаси булган мураккаб тузлар гидроксотузлардир. Масалан: $\text{Fe}(\text{OH})_2\text{Cl}$, $\text{Al}(\text{OH})_2\text{NO}_3$. Гидроксотузларни асос таркибидаги гидроксил группанинг бир қисми кислота қолдигига алмашинишидан ҳосил булган маҳсулот деб қараш мумкин, масалан:



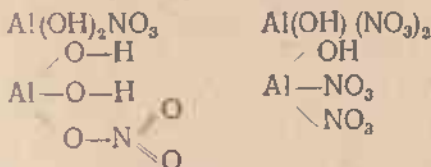
Гидроксо-тузлар сувдаги эритмаларда диссоциланганда металл катионига, кислота қолдиги ва гидроксил анионига диссоциланади. Бир диссоциланиш босқичлар билан боради. Дастлаб кислота қолдиги, кейин эса гидроксо-ионлар ажралади. Масалан:



Гидроксо-ионлар жуда оз даражада диссоциланади. Гидроксотузлар қиздирилганда ёки умуман вақт ўтиши билан, ўз таркибидан сув молекулаларини чиқариб оксо-тузларга айланади;



Оксо тузлар ҳам асос хоссабини намоён қилади. Бинобарин, оксо-тузга таъсирдан оксо-тузларни нормал тузга айлантириш мумкин. Гидроксо-тузларнинг структура формуласини тузишда шу нарсага назарда тутиш керакки, улар таркибидаги металл валентлигидан бир қисми гидроксил группасини бириктиришга, бир қисми кислотани қолдигини бириктиришга сарфланади, масалан:



Бундан тузалар ва комплекс тузлар тўғрисида комплекс бирикмалар тасвирини батафсил айтиб ўтилади.

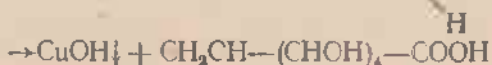
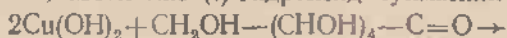
14. § ГА ОИД ТАЖРИБАЛАР

Оксидларнинг олинчиши

1. *Мис (I) оксиднинг олинчиши.* 3—4 мл мис (II)-сульфат эритмаси ушунга 10 мл мис (II)-гидроксид чуқишига қадар натрий гидроксид эритмасидан қушиб бориш. Чўкма ҳосил булгандан кейин яна 1—2 мл NaOH эритмасидан солиш. Шундан кейин пробиркадаги суёқлик

ҳажмига тенг ҳажмда 1% ли глюкоза эритмасидан қўшинг. Пробиркадаги суюқликни яхшилаб чайқатиб, киздиришг. Чўкма ранги қайси тусдан қанақа тусга ўтади?

Бу реакцияда ҳосил бўлган мис (II)-гидроксид глюкоза билан реакцияга киришиб, аввал мис (II)-гидроксид чўкмасини ҳосил қилади:



Сунгра мис (I)-гидроксид қиздирилганида қизил тусли мис (I)-оксид ҳосил бўлади:



2. Висмут (III)-нитратни парчалаб висмут (III)-оксид ҳосил қилиш (тажриба мўрили шкафта бажарилади).

Тигелга висмут (III)-нитратнинг 2 дона кичикроқ кристаллдан солиб, газ горелка алангасида чўғ ҳолатга қадар қиздиришг. Висмут (III)-нитратнинг ранги қандай ўзгаради? Қандай газ ажралиб чиқди? Уни учи яллиғланган чўп билан синаб кўринг. Газнинг рангига ҳам эътибор беринг (газ таркибида азотнинг бирор оксиди ҳам бўлади).

3. Металлни оксидлаш орқали амфотер оксид ҳосил қилиш. Чинни тигелга 2—3 та рух булакларидан солиб, оқ тусли кукун — рух оксид ҳосил бўлгунча газ горелкаси алангасида қиздиришг. Алангани учиринг. Тигель совигандан кейин, унинг ичидаги рух оксидни уч қисмга бўлиб, учта пробиркага солишг. Биринчи пробиркага 3—4 мл сув, иккинчисига 3—4 мл 20% ли HCl эритмаси ва учинчи пробиркага 3—4 мл ишқор эритмаси қўшинг. Қузатишган барча ҳодисаларнинг реакция тенгламаларини ёзиб беринг.

4. Металлмасни ёндириш орқали кислотали оксид ҳосил қилиш (тажриба мўрили шкафта бажарилади). Ҳажми 250 мл келадиган шиша банкага кислород олиб, оғзини пробка билан беркитинг. Худди шундай катталиқдаги пробкага узун сим бандли кичкина металл қошиқча ўрнатинг. Қошиқчага 1—2 г олтингугурт солиб, унинг бирор жойидан ёндиришг ва тезлик билан кислородли шиша банкага туширинг. Олтингугурт кислородда қандай ёнади? Қандай газ ҳосил бўлади? Бир оз вақт ўтгач, банка оғзидаги пробкани очиб, банкага 100 мл га яқин сув солишг. Суюқликни чайқатинг; пипетка билан озгина суюқлик олиб, уни лакмус ёки метилоранж билан синаб кўринг. Реакция тенгламасини ёзинг.

5. Гидроксо-тузни парчалаш орқали асосли ва кислотали оксидлар ҳосил қилиш. Қалин деворли пробирка ҳажмининг $\frac{1}{4}$ қисмига қадар мис (II)-гидроксокарбонат $\text{Cu}_2(\text{OH})_2\text{CO}_3$ тузидан солишг. Пробирка оғзини газ чиқиш найи бор пробка билан беркитинг. Пробкани горизонтал ҳолатда штативга ўрнатинг. Газ чиқиш найининг учини қуруқ стаканга тушириб қўйинг. Пробиркани газ горелкаси алангасида ҳамма томонидан аста-секин қиздиришг; ажралиб чиқаётган газни стаканга йиғинг. У қандай газ эканлигини ёниб турган ёғоч чўп билан синаб кўринг. Пробиркада

III) гидроксокарбонат парчаланганидан кейин қолган модда қандай кўринишга эга? Кузатиш реакция тенгламасини ёзинг.
 6) *Дарёшин (II)-оксиднинг полиморф ўзгариши.* Қалин девор-
 ақ пробиркага озроқ қўرғошин (II)-оксид солинг; уни горелка
 қўйиб қиздириш; 5—6 минут ўтгач, қўрғошин (II)-оксиднинг
 ранги олов ранг тусга ўтади. Совитганингизда яна аста-
 секин унинг аввалги рангига қайтади. Бу ҳодисага изоҳ беринг.

Асослар

7) *Асосларнинг олиниши.* Гидроксидлари сувда эримайдиган
 металл — Fe, Co, Ni ва Zn тузлари эритма-
 сина олиб, уларга ишқор эритмаси таъсир эттириш орқали асос-
 лар ҳосил қилинг. Ҳосил қилинган асосларнинг рангларини ёзиб
 олинг, сўнгра содир бўлган реакцияларнинг молекуляр ва ионли
 тенгламаларини тузинг. Уларнинг қайси бири амфотер хоссага эга
 эканини аниқланг. Бу гидроксидларнинг қайси бири ҳавода
 оксидланади? Қайсилари бромли сув таъсиридан оксидланади?

Кислоталар

8) *Кислота ангидридларига сув бириктириб кислота ҳосил қи-
 лиши.* Пробиркага озгина фосфат ангидрид кукуни солиб, унинг
 устига озроқ сув қуйинг. Ҳосил бўлган эритмани лакмус билан
 тиниқ кўринг. Реакциянинг молекуляр ва ионли тенгламасини
 ёзинг.

9) *Ичир кислотага туз таъсир эттириб бошиқа кислота ҳосил қи-
 лиши.* Пробиркага куруқ натрий (ёки қўрғошин) ацетат солиб,
 устига суюлтирилган сульфат кислота эритмасидан озгина қу-
 йинг. Ҳидидан қандай модда ҳосил бўлганлигини аниқланг. Про-
 биркага озгина қизил фенолфталейнли қоғоз тутиб, қандай модда
 чиқаётганини аниқланг (қоғоз пробирка деворларига
 қўйиб кўринг). Реакция тенгламасини ёзинг.

10) *Илова.* Қизил фенолфталейнли қоғоз қуйидагича тайёрланади:
 1) қоғоздан кичик ленталар қирқиб, улар фенолфталейннинг
 эритмаси билан ҳўлланади; сўнгра қоғоз қуритилиб,
 2) берк идишда сақланади.

11) *Қўрғошinning ҳолатдаги кислота ҳосил қилиши (тажриба мўрили-
 шини кўрсатилади).* Пробиркага 10 г натрий борат $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$
 ва 20 мл сув солинг. Эритмани қайнагунча қиздириш. Сўнгра аланга-
 га қўйинг, Эритмага 60 % ли сульфат кислота эритмасидан маълум
 миқдорда қўшинг. Унинг миқдорини ҳисоблашда ушбу:



12) *Қўрғошinning фойдаланинг.*

13) *Сўнгра пробиркани аввал хона температурасига қадар, кейин совит-
 ги билан пробиркага (туз + муз) билан совитинг. Пробиркада ортоборат кис-
 лота H_3BO_3 нинг тиниқ кристаллари ажралаётганини кузатинг. Улар
 қандай қилиб?*

Тузлар

11. *Урта (нормал) туз ҳосил қилиш.* Икки усул билан рух сульфат ҳосил қилинг, ҳосил булган эритмада сув ва рух сульфатдан бошқа ҳеч қандай модда бўлмасин. Эритмадан текис ойначага икки томчи томизиб, эҳтиётлик билан буғлантининг (ойнага аланга тегмасин!). Кристалланиш бошланиши биланоқ қиздиришни тухтатинг. Дастлаб суюқликнинг чет жойлари кристаллана бошлайди. Кристалларни микроскоп билан қаранг; рух сульфатнинг лабораториядаги намунасидан олиб, уни ҳам микроскоп билан қаранг. Сиз ҳосил қилган туз рух сульфатга ўхшайдими? Реакцияларнинг тенгламаларини ёзинг.

12. *Нордон туз ҳосил қилиш.* Пробиркага 3—4 мл барит суви солиб, у орқали карбонат ангидрид газни юборинг. CO_2 юборишни дастлаб ҳосил бўлган чўкма эриб кетгунча давом эттиринг. Реакциялар тенгламаларини ёзинг.

13. *Гидроксотуз ҳосил қилиш.* Пробиркага қўрғошин (II)-ацетат эритмаси солиб, унинг устига озгина қўрғошин (II)-оксид қўшинг. Қиздириг. Қандай ҳодиса кузатилади? Реакция тенгламасини ёзинг.

14. *Урта тузни нордон тузга айлантириш.* Пробиркага натрий фосфат эритмасидан солиб, унинг устига кальций фосфат чўкмаси ҳосил булгунча кальций хлорид эритмасидан қўшинг. Сўнгра то чўкма эриб кетгунча ортофосфат кислотада томизинг. Реакция тенгламасини ёзинг. Фосфат кислотанинг қайси тузлари сувда эрийди, қайсилари эримайди?

16-§. ЭРИТМАЛАР

Икки ёки бир неча моддадан иборат бир жинсли (гомоген) системалар *эритмалар* деб аталади. Эритма бир жинсли система булгани учун эриган модда ва эритувчи заррачаларини кўз ёки микроскоп билан бир-биридан фарқлаб бўлмайди. Қаттиқ, суюқ ва газсимон эритмалар бўлади.

Моддаларнинг суюқликда эриши вақтида кетма-кет икки процесс содир бўлади: 1) Қаттиқ модданинг кристалл панжараси бузилиб, модда заррачаларга ажралади, бу процесснинг амалга ошиши учун энергия талаб қилинади; бинобарин, бу процессда энергия ютилади. 2) Биринчи процесс натижасида ажралиб чиққан заррачалар эритувчи молекулалари билан бирикиб, *сольватлар* номли бирикмаларни ҳосил қилади. Агар эритувчи сифатида сув олинган бўлса, бу бирикмалар *гидратлар* деб аталади. Сольватлар ҳосил бўлишида иссиқлик чиқади. *Бир моль модда эриганида ютиладиган ёки ажралиб чиқадиган иссиқлик миқдори, шу модданинг эриш иссиқлиги деб аталади.* Сольватлар беқарор ва ўзгарувчан таркибли бўлади. Д. И. Менделеев назариясига мувофиқ, моддаларнинг эриш вақтида ҳам физикавий, ҳам химиявий ҳодисалар содир бўлади. Кўпчилик тузлар сувдаги эритмалардан сув

бирга кристалланади. Натижада кристаллгидратлар ҳосил бўлади. Бу эриш суvsиз тузнинг ва шу туз кристаллгидратининг эриш иссиқлиги маълум бўлса, унинг гидратланиш иссиқлигини ҳисоб қилиш мумкин.

Мисол. Суvsиз натрий карбонат Na_2CO_3 нинг сувда эриш иссиқлиги $Q_1 = 10 \frac{\text{кж}}{\text{моль}}$, унинг кристаллгидрати $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ нинг эриш иссиқлиги $Q_{\text{гид}} = 66,94 \frac{\text{кж}}{\text{моль}}$. Шу қийматлардан фойдаланиб, Na_2CO_3 нинг гидратланиш иссиқлигини топиш.

Билан, Na_2CO_3 нинг сувда эриш процессини икки босқичдан иборат қилиш мумкин. Уларнинг бири Na_2CO_3 нинг ўзига 10 молекула сувни бириктириб олиши бўлса, иккинчи процесс — ҳосил бўлган $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ нинг сувда эришидир. Биринчи процесс иссиқлик қўшиб, иккинчиси эса иссиқлик чиқариши билан боради:



Бундан кўриниб буювди, суvsиз Na_2CO_3 нинг эриш иссиқлиги $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ нинг эриш иссиқлиги билан Na_2CO_3 нинг гидратланиш иссиқлиги алоқадорлигига тенг:

$$Q = Q_1 + Q_{\text{гид}}$$

Бундан $Q_{\text{гид}}$ ни топсак:

$$Q_{\text{гид}} = Q - Q_1$$

Бундан кўриниб буювди,

$$Q_{\text{гид}} = 25,10 \frac{\text{кж}}{\text{моль}}, \quad Q_1 = -66,94 \frac{\text{кж}}{\text{моль}}$$

Бундан кўриниб буювди,

$$Q_{\text{гид}} = 25,10 - (-66,94) = 92,04 \frac{\text{кж}}{\text{моль}} \quad \text{ёки} \quad \Delta H_{\text{гид}} = -92,04 \frac{\text{кж}}{\text{моль}}$$

Эритмада суvsу тўйинган, тўйинмаган ва ўта тўйинган бўлади. Тўйинган эритма ҳосил бўлишини қуйдагича изоҳлаш мумкин: эритмада эриш процесси тез боради, эритмада эриган модда зарраларнинг сопи кўпайгандан кейин кристалланиш процесси тезланади. Маълум вақт ўтганидан кейин иккала процесс тезликларини йўқотиб қоллади, яъни 1 секундда кристаллдан неча молекула чиқиб кетса, шунча молекула қайтадан кристалланади. Шу вақтда эриш, модданинг эриган қисми билан унинг эримай қолган қисми орасида динамик мувозанат қарор топади, яъни эритма тўйинган бўлади.

Эритмада эримай қолган модда билан чексиз узок вақт бирга бўлиб тура оладиган, яъни мувозанатда турадиган эритма тўйинган эритма деб аталади.

Эритмада эришнинг иккинчи босқичида эришнинг қисми билан унинг эримай қолган қисми орасида динамик мувозанат қарор топади, яъни эритма тўйинган бўлади.

Эритмада эришнинг иккинчи босқичида эришнинг қисми билан унинг эримай қолган қисми орасида динамик мувозанат қарор топади, яъни эритма тўйинган бўлади.

Концентрацияси (айни температурада) тўйинган эритма концентрациясидан юқори бўлган эритма *ута тўйинган* эритма дейилади. Айни модданинг бирор эритувчида эрий олиш қобилиятини миқдорий жиҳатдан ифодалаш учун *эрувчанлик коэффициенти* (ёки эрувчанлиги) тушунчасидан фойдаланилади.

Айни модданинг маълум температурада 100 г эритувчида эрий тўйинган эритма ҳосил қилиб оладиган оғирлик миқдори унинг *эрувчанлик коэффициенти* (ёки эрувчанлиги) деб аталади. Бошқача айтганда, айни модда тўйинган эритмасининг концентрацияси унинг эрувчанлигини ифодалайди. Моддаларнинг эрувчанлиги температура ортиши билан кўпайиши ёки пасайиши мумкин. Агар модда эриганида экзотермик процесс содир бўлса, Ле-Шателье принципига мувофиқ унинг эрувчанлиги температура ортиши билан пасаяди; эндотермик процесс содир бўлса ортади. Кўпчилик қаттиқ моддалар сувда эриганида иссиқлик ютилади; шу сабабли температура кўтарилганда уларнинг эрувчанлиги ортади. Суюқликларнинг суюқликларда эрувчанлиги температура кўтарилиши билан баъзи ҳолларда ортади, баъзиларида пасаяди. Газларнинг эрувчанлиги температура ортиши билан пасаяди, босим ортганда эса ортади. Турли моддаларнинг турли шароитдаги эрувчанликлари китоб охиридаги жадвалларда келтирилган.

Эритма концентрациясини ифодалаш усуллари. Эритма концентрациясини кўпинча турт усулда: процент концентрация, моляр концентрация, нормал концентрация ва моляр концентрация билан ифодаланади.

Эритма концентрациясини процент билан ифодалаш учун 100 г эритмадаги эриган модда миқдори ҳисобланади:

$$\%C = \frac{a}{a+b} \cdot 100$$

бу ерда $\%C$ — процент концентрация, a — эриган модданинг оғирлиги, b — эритувчининг оғирлиги.

Агар 1 л эритмада 1 моль эриган модда бўлса, бундай эритма 1 моляр эритма дейилади.

Агар эритманинг 1 литрида 0,1 моль эрувчи модда бўлса, бундай эритма *децимоляр* эритма деб аталади ва 0,1 М билан ишораланади. Агар эритманинг v литрида эрувчан моддадан n моль бўлса, унинг моляр концентрацияси $C = \frac{n}{v} \frac{\text{моль}}{\text{л}}$ билан ифодаланади; $n = \frac{m}{M}$ бул-

гани учун $C = \frac{m}{M \cdot v}$ га эга бўламиз; бу ерда M — модданинг молекуляр массаси, m — унинг граммлар билан олинган миқдори.

Агар эритманинг 1 литрида 1 эквивалент эриган модда бўлса, бундай эритма *нормал* эритма дейилади. Ўзаро реакцияга киришадиган икки модда эритмаларининг нормал концентрациялари бир-бирига тенг бўлса, бу эритмалардаги моддалар ўзаро *қолдиқсиз* реакцияга киришади. Нормал концентрациялари бир-бириникига тенг бўлмаган эритмаларнинг қолдиқсиз реакцияга киришадиган ҳажмлари уларнинг нормалликларига тескари пропорционал бўлади:

$$\frac{V_1}{V_2} = \frac{n_1}{n_2}$$

бу ерда n_1 — узаро реакцияга киришувчи эритмалардан бирининг нормаллиги, n_2 — иккинчисининг нормаллиги, V_1 — биринчи эритманинг ҳажми, V_2 — иккинчи эритманинг ҳажми. Юқорида келтирилган формула титрлаш формуласи дейилади ва аналитик химияда кенг қўлланилади.

Агар 1000 г эритувчида 1 моль модда эриган бўлса, бундай эритма моляль эритма дейилади. Моляль концентрация температурага таъриши билан ўзгармайди. Моляль концентрацияни ҳисоблаш тақририш учун қуйидаги формуладан фойдаланилади:

$$C_{\text{м-ль}} = \frac{m_1 \cdot 1000}{M \cdot m_2}$$

бу ерда $C_{\text{м-ль}}$ — моляль концентрация, m_1 — эриган модданинг массаси, г, m_2 — эритувчининг массаси, г, M — эриган модданинг молекуляр массаси г/моль. Эритмаларнинг концентрациялари баъзан уларнинг зичликлари (солиштирма оғирликлари) билан ифодаланади, чунки булар бундай концентрациядаги эритма ўзига хос зичликка эга бўлади. Маълум, 60 % ли H_2SO_4 нинг зичлиги 1,503 г/см³, 80% ли эритманики 1,723 г/см³. Демак, эритманинг зичлиги маълум бўлса, унинг концентрациясини топиш мумкин. Булар махсус жадвалларда кўрсатилган (китоб охиридаги 7-жадвалга қаранг).

Эритма зичлигини тез (лекин тақрибий) ўлчаш учун ареометрдан фойдаланиш мумкин. Заводларда суюқликларнинг зичлигини оқибатдан ўлчиш учун, купилча, шкаласи Боме (Be°) даражаларини кўрсатадиган ареометрлар ишлатилади. Боме даражаларидан фойдаланиб, суюқликларнинг зичликлари қуйида келтирилган формулалар ёрдамида топилади:

$$d = \frac{144,3}{144,3 - \text{Be}^\circ} \quad (\text{сувдан оғир суюқликлар учун})$$

$$d = \frac{144,3}{144,3 + \text{Be}^\circ} \quad (\text{сувдан енгил суюқликлар учун})$$

Сувдан оғир суюқликларнинг зичликларини ўлчайдиган ареометрнинг ноль нуқтаси тепада, сувдан енгил суюқликларнинг зичликларини ўлчайдиган ареометрларда пастда бўлади.

Бериллан концентрациядаги эритмалар тайёрлаш

Ҳисоблаш учун мисоллар келтирамиз.

1. Мисол. Ош тузининг 20% ли эритмасидан 4 кг тайёрлаш

қанча қанча туз ва қанча сув керак бўлади?

Демак, 20% ли эритманинг 100 грамида 20 г туз ва 80 г сув бўлади, шунинг асосида 4000 г эритмада қанча туз бўлишини ҳисоблаймиз:

$$\begin{array}{l} 20 \text{ г} \quad \text{—} \quad 100 \text{ г} \\ x \text{ г} \quad \text{—} \quad 4000 \text{ г} \end{array}$$

$$x = \frac{4000 \cdot 20}{100} = 800 \text{ г}$$

Демак, ош тузининг 20% ли эритмасидан 4 кг тайёрлаш учун 0,8 кг туз ва 3,2 кг сув керак бўлади.

2-мисол. NaOH нинг 12% ли эритмасидан 3 л тайёрлаш учун неча грамм қаттиқ NaOH керак бўлади?

Ечиш. Иловадаги 7-жадвалдан фойдаланиб, 12% ли NaOH эритмасининг зичлиги $d = 1,137 \text{ г/см}^3$ га тенг эканлигини топамиз:
 $m = V \cdot d$ формуладан 3 л эритма массасини ҳисоблаймиз:

$$m = 3000 \cdot 1,137 = 3411 \text{ г}$$

Бу массанинг 12% ини NaOH ташкил қилади. Шунга кура, қуйидагича пропорция тузамиз:

$$\begin{array}{rcl} 3411 & \text{---} & 100 \\ x & \text{---} & 12 \end{array} \qquad x = \frac{12 \cdot 3411}{100} = 409,32 \text{ г}$$

Демак, 409,32 г NaOH керак экан.

3-мисол. CuSO_4 нинг 8% ли эритмасидан 1 кг тайёрлаш учун неча грамм сувсиз $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ керак бўлади?

Ечиш. CuSO_4 нинг 8% ли 1 кг эритмасида неча грамм сувсиз туз борлигини топамиз:

$$\begin{array}{rcl} 8 \text{ г} & \text{---} & 100 \text{ г} \\ x \text{ г} & \text{---} & 1000 \text{ г} \end{array} \qquad x = \frac{8 \cdot 1000}{100} = 80 \text{ г}$$

CuSO_4 нинг молекуляр массаси 160, $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ ники 250 эканлигини назарда тутиб, 80 г сувсиз CuSO_4 га қанча $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ туғри келишини топамиз:

$$\begin{array}{rcl} 160 \text{ г} & \text{---} & 250 \text{ г} \\ 80 \text{ г} & \text{---} & x \end{array} \qquad x = \frac{80 \cdot 250}{160} = 125 \text{ г.}$$

Демак, 8% ли CuSO_4 эритмасидан 1 кг тайёрлаш учун 125 г $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ ва 875 г сув керак экан.

4-мисол. 20% ли HCl эритмасининг ($d = 1,10 \text{ г/см}^3$) 200 мл-литрида қанча сув қўшилганида 5% ли эритма ҳосил бўлади?

Ечиш. а) 200 мл 20% ли HCl эритмасининг массасини топамиз.

$$m = v \cdot d = 200 \cdot 1,10 = 220,0 \text{ г}$$

б) 20% ли HCl эритмасининг 220 грамида неча грамм HCl борлигини ҳисоблаймиз:

$$\begin{array}{rcl} 220 & \text{---} & 100 \\ x & \text{---} & 20 \end{array} \qquad x = \frac{220 \cdot 20}{100} = 44 \text{ г}$$

а) Агар эритманинг 100 грамида 5 г HCl бўлса, қанча эритмада 44 г HCl бўлади:

$$\begin{array}{rcl} 100 & \text{---} & 5 \\ x_1 & \text{---} & 44 \end{array} \qquad x_1 = \frac{44 \cdot 100}{5} = 880 \text{ г}$$

880 г эритманинг умумий массасини курсатади. Бу қийматдан 220 г ни айириб ташлаймиз:

$$880 - 220 = 660 \text{ г}$$

Демак, 20% ли HCl эритмасининг 200 миллилитрида 660 г сув қушганимида 5% ли HCl эритмасы ҳосил бўлади.

6-мисол. KOH нинг 0,1 М эритмасидан 500 мл тайёрлаш учун неча грамм қаттиқ KOH керак бўлади?

Ҳисоб. 1 моль KOH нинг массаси $39 + 16 + 1 = 56$ г бўлгани учун унинг 0,1 моли 5,6 г ни ташкил этади. Бинобарин, 1000 мл эритмада 5,6 г KOH бўлиши керак, 500 мл да эса 2,8 г KOH бўлади. Демак, 500 мл 0,1 М эритма тайёрлаш учун 2,8 г қаттиқ KOH керак.

7-мисол. Нитрат кислота эритмасининг 1 литрида 6,3 г HNO_3 бор. эритманинг моляр концентрациясини топинг.

Ҳисоб. HNO_3 нинг 1 моли 63 г ни ташкил қилади. Бинобарин, 6,3 г HNO_3 0,1 молдир. Эритма ҳажми 1 литр бўлгани учун у 0,1 моляр бўлади.

8-мисол. H_2SO_4 нинг 0,5 н эритмасидан 2 л тайёрлаш учун 96% ли H_2SO_4 ($d = 1,84$) дан қанча керак бўлади?

Ҳисоб. Сульфат кислотанинг эквиваленти $\frac{98}{2} = 49$ га тенг. 0,5 н эритмадан 1 л тайёрлаш учун 0,5 г эквивалент H_2SO_4 керак бўлади, 2 л тайёрлаш учун 1 грамм эквивалент, яъни 49 г H_2SO_4 керак.

Элли бизга берилган H_2SO_4 эритмасининг 1 миллилитрида неча грамм H_2SO_4 борлигини топайлик:

$$\begin{array}{l} 100\% \text{ — } 1,84 \\ 96\% \text{ — } x \end{array} \quad x = \frac{1,84 \cdot 96}{100} = 1,77 \text{ г}$$

Бинон 49 г H_2SO_4 керак бўлгани учун $v = m : d$ формулада 49 ни 1,77 га бўлишимиз:

$$v = m : d = 49 : 1,77 = 27,78 \text{ мл}$$

Ҳисоб. 96% ли H_2SO_4 дан 27,78 мл олиб, уни қолбадаги сув устига эриқсекми нигичка оқим билан қуйиш керак.

9-мисол. 16% ли NaOH эритмасининг зичлиги $d = 1,18$ г/см³. Эритма моляр ва нормал концентрацияларини топинг.

Ҳисоб. а) $m = v \cdot d$ формуладан фойдаланиб, 16% ли NaOH эритмасининг 1 литри неча грамм эканлигини толамиз:

$$m = v \cdot d = 1000 \cdot 1,18 = 1180 \text{ г}$$

б) Бу умумий оғирликнинг 16% ли NaOH ташкил қилгани учун эритманинг зичлиги қуйидагича бўлади:

$$\begin{array}{l} 100\% \text{ — } 1180 \\ 16\% \text{ — } x \end{array} \quad x = \frac{16 \cdot 1180}{100} = 188,8 \text{ г NaOH}$$

в) NaOH нинг 1 моли $23 + 16 + 1 = 40$ г келади.

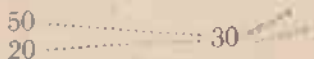
Эритманинг молярлигини топиш учун 188,8 ни 40 га бўламиз:

$$188,8 : 40 = 4,72 \text{ М}$$

Эритманинг нормаллиги ҳам 4,72 н бўлади.

Юқоридаги мисолларда биз эритма тайёрлашнинг иккита йўли билан танишдик; улардан бири маълум оғирликдаги моддани маълум миқдордаги сувда эритишдан иборат. Иккинчиси концентратланган эритмаларни суялтириш йўли билан берилган концентрацияли эритма тайёрлашдан иборат.

Мавжуд булган ҳар хил концентрациядаги икки эритмадан берилган концентрацияли эритма тайёрлаш учун *аралаштириш қондасидан* фойдаланилади. Масалан, 50%ли ва 20%ли эритмалардан 30%ли эритма тайёрлаш керак булсин. Берилган дастлабки эритмаларнинг концентрацияларини бир (вертикал) қаторга ёзамиз: бу қаторнинг унг томонига (ўртага) тайёрланиши керак бўлган эритма концентрациясини қуямиз; сунгра диагонал чизиқлар чизамиз:



Ҳар қайси чизиқ бўйлаб айирмаи топиб, уни диагонал чизилкнинг охирига (ўнг томонга) ёзиб қуямиз:



Демак, 50%ли эритманинг 10 оғирлик қисмига 20%ли эритмадан 20 оғирлик қисм қўшганимизда 30%ли эритма тайёрлаган бўламиз.

Дастлабки эритмаларнинг бири тоза сув бўлганида ҳам аралаштириш қондасидан фойдаланавераимиз.

9-мисол. Ихтиёримизда 65% ли эритма ва тоза сув бор; 25%ли эритма тайёрлансин.

Ечиш. Қуйидагича диагонал схема чизамиз:



Демак, 65%ли эритманинг 25 оғирлик қисмига 40 оғирлик қисм сув олиш керак экан.

Эритмаларга оид тажрибалар

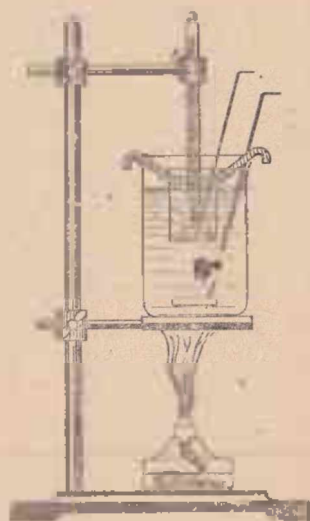
1. *Калий бихроматнинг эрувчанлигини аниқлаш.* Бу ишни бир неча киши бажаради. Ҳар қайси студент тажрибани турли температурада олиб боради. Топилган натижалар асосида абсциссалар ўқиға температура ва ординаталар ўқиға эрувчанлик қўйилиб, ягона диаграмма тузилади.

Тажрибанинг бориши. Кичикроқ стаканча олиб, унга 10 мл сув ва 1—2 г майда тузилган туз солинади. Стаканча симдан ясалган ҳалқага жойланиб, катта стаканга ўрнатилади (33-расм), сунгра катта стаканга сув солинади.

Сувни керакли температурага қадар қиздиргандан кейин оловни пасайтириб қўйиб, температура узгармаслиги таъминланади. Бир оз вақт ўтгандан кейин дастлаб солинган тузнинг ҳаммаси эриб кетса, яна озроқ туз қўшилади; яна эриса, яна қўшилади. Бунда эритма доимо аралаштириб турилади. Ниҳоят тузнинг бир қисми эримай ортиб қолади. Бу иш жараёнида температура узгармаслиги керак. Тўйинган эритма тинганидан кейин термометрни

қўйиб ($t = \text{Const}$), чўкма устидаги суюқлик балдиндан тарозидида 0,01 г га қадар аннқлик билан тортиб қўйилган чинни косачига қўйиб олинади ва чинни косача эритмаси билан қайта тортилади. Сўнгра чинни косача асбест тўр устидаги тарозиласида қиздирилади ва эритма қайнақ туз қолгунча буғлатилади. Буғлатилишнинг охирида алангани жуда пасайиб тортиб қўйиш лозим, акс ҳолда косачадан молли атрофга сачраб кетади. Эритма буғлатилиб булганидан кейин, чинни косача 20—30 минут давомидида қуриштиш шкафига қўйилади (шкаф ичида температура 150° га боради). Сўнгра косача эксикаторда совитилгандан кейин тарозидида қайта тортилади. Тортиш ва қуриштиш биринчи қўйилган олингунга қадар такрорланади. Топшилган қийматлар қўйидаги шаклда ёзиллади:

Юзгари жадвалдан фойдаланиб, аини



33- расм. Тузларнинг эрувчанлигини аниқлаш.

Эритманинг эритма билан мас-саси	Косачанинг куруқ туз билан мас-саси	Туз косача мас-саси	Эритма мас-саси	Қуруқ туз мас-саси	Сув мас- саси

температурада 100 г сувда неча грамм калий бихромат эриши аниқ-чинлади. Топшилган натижа ўқитувчига топширилади.

II. Тузларнинг эрувчанлигига температуранинг таъсири. а) Калий-алюминийли аччиқтош билан тажриба. Пробиркага 3 мл сув қўйиб, унинг устига 2 г калий-алюминийли аччиқтош кристалла-рини топилади. Агар тузнинг ҳаммаси шу сувда эриб кетмаса про-биркада тузнинг ичидаги суюқлик қайнагунча қиздириш керак. Ку-чатилишдан олинган маълумотлар дафтарга ёзиб борилади. Сўнгра эритма сопа температурасига қадар совитилади. Бунда нима кузатилади? Аччиқтошнинг эрувчанлиги температура узгарганида қандай ўзгаради? Бу тажрибани ош тузи билан ҳам қилиб кўриш мумкин.

б) Калий ацетат билан тажриба. Қуруқ пробиркага кальций ацетатини қўйилган эритмасидан озроқ солиб қиздириш; сўнгра уни подоропод жўмраги тагига қўйиб совуқ сув оқими билан совитиш. Қандай ҳодиса кузатилади?

Қўйида келтирилган жадвалдан фойдаланиб, калий-алюми-нидан аччиқтош ва кальций ацетат учун эрувчанлик диаграмма-

лари тузинг (абсциссалар уқига — температура, ординаталар уқига эса тўйинган эритманинг концентрациясини қўйинг).

ТУЗЛАРНИНГ ЭРУВЧАНЛИГИ

$KAl(SO_4)_2 \cdot 12H_2O$		$NaCl$		$Ca(CH_3COO)_2 \cdot H_2O$	
$t^\circ C$	$KAl(SO_4)_2$ % ҳисобда	$t^\circ C$	$NaCl$ % ҳисобда	$t^\circ C$	$Ca(CH_3COO)_2$ % ҳисобда
0	3,1	0	26,21	0	37,40
10	4,4	25	26,54	10	35,98
20	5,7	40	26,81	20	34,73
30	9,2	60	27,14	40	33,22
40	12,0	80	27,65	60	32,70
60	26,7	100	28,38	80	33,50
80	51,5			100	29,65
100	80,2				
қаттиқ фаза	$KAl(SO_4)_2 \cdot 12H_2O$	қаттиқ фаза	$NaCl$	қаттиқ фаза	$Ca(CH_3COO)_2 \cdot H_2O$

III. *Ута тўйинган эритма тайёрлаш.* а) Мис сульфатининг ($CuSO_4 \cdot 5H_2O$ нинг) $60^\circ C$ даги тўйинган эритмасида 28,1% $CuSO_4$ бўлишини назарда тутиб, унинг 10 мл сувдаги тўйинган эритмаси учун қанча $CuSO_4 \cdot 5H_2O$ кераклигини ҳисоблаб топинг ($60^\circ C$ учун). Ҳисоблаб топилган миқдорда $CuSO_4 \cdot 5H_2O$ олиб, уни 10 мл сувда (қиздириб туриб эритинг; эритмани қайнагунча қиздириб, бурма филтр орқали тез филтрлаб олинг (филтрлаш учун ишлатиладиган воронка иссиқ бўлиши керак). Филтратни пробиркага йиғиб, оғзини пахта билан бекитиб қўйинг. Агар пробиркада кристаллар ҳосил бўлиб қолса пробиркани эҳтиётлик билан қиздириб кристалларни эритинг. Эритма совитилгандан кейин унинг ичига $CuSO_4 \cdot 5H_2O$ кристалидан ташланг. Нима кузатилади, эритма температураси ўзгарадими?

б) Пробирканинг $\frac{1}{3}$ қисмига қадар натрий тиосульфат $Na_2S_2O_3 \cdot 5H_2O$ кристалларидан солиб, унинг устига 1—2 томчи дистилланган сув қушинг. Кристаллар батамом эриб кетгунча қиздиринг. Пробиркани оҳисталик билан алангадан олиб, оғзини пахта билан бекитинг-да, хона температурасига қадар совитиш учун қолдиринг. Эритма совигандан кейин уни қаттиқ силкитинг; қандай ҳодиса рўй беради? Сунгра пробиркани яна қиздириб, яна совитинг. Совиган ута тўйинган эритмага натрий тиосульфатнинг кичкина кристаллини ташланг, қандай ҳодиса кузатилади? (пробирканинг исишига ҳам эътибор беринг.)

в) Натрий ацетат тригидратнинг ута тўйинган эритмасини тайёрлаш. Пробиркага 5 г $CH_3COONa \cdot 3H_2O$ ва 3 мл сув солиб, туз эриб кетгунча қиздиринг. Сунгра пробирка оғзини пахта билан бекитиб, стакандаги совуқ сувга қўйиб қўйинг. Эритма совиганидан кейин пробиркага натрий ацетат кристалли ташланг. Қандай ҳодиса кузатилади; иссиқлик чиқадиими?

IV. Аниқ концентрациядаги эритма тайёрлаш. а) NaOH нинг 40% ли эритмасини тайёрлаш. Фараз қилайлик, қаттиқ NaOH ни сундан 500 г 40% ли эритма тайёрлаш керак бўлсин. Энг аввал қаттиқ NaOH ва қанча сув кераклигини ҳисоблаб оламиз; NaOH миқ-

$$\frac{100}{40} \frac{500}{x} \quad x = \frac{40 \cdot 500}{100} = 200 \text{ г}$$

Демак, 200 г NaOH ва $500 - 200 = 300$ г сув керак экан.

Техник-химиявий тарозида 200 г қаттиқ NaOH тортиб оламиз. Уни ёта стаканга солиб, устига 300 г сув қуямиз.

б) Сульфат кислотанинг 2 н эритмасидан 0,5 л тайёрлаш. Иш-

План

Вазифа	Ечилиши
Кислотанинг молекуляр массаси	98
Моляр қиймати	98 г
Молярланти $\frac{M}{n}$ n —кислота молекуласи	$\frac{98}{2} = 49 \text{ г}$
1 литр эритма учун керакли масса (эқв n)	$49 \cdot 2 = 98 \text{ г}$
0,5 литр эритма учун керакли масса (эқв $n \cdot V$)	$49 \cdot 2 \cdot 0,5 = 49 \text{ г}$
Аниқлабки кислотанинг солиштирма оғирлигини	масалан, 1,84 г/см ³
Эритма охиридаги 7-жадвалдан фойдаланиб, даст-	
килотанинг процент концентрацияси аниқла-	
б) 0,5 литр эритмадан неча грамм керак-	масалан, 96%
ҳисоблар	$\frac{100}{x} = \frac{96}{49}$
	$x = \frac{49 \cdot 100}{96} = 51$
Нечи миллилитр кераклигини ҳисоблаш $V =$	$V = 51 \cdot 1,84 = 27,7 \text{ мл}$

Демак, сизими 0,5 ли қолбага тахминан 400 мл сув солиб, унинг 0,5% ли H₂SO₄ эритмасидан эҳтиётлик билан 27,7 мл қуямиз. Умумий ҳажм 0,5 л бўлгунча сув соламиз.

Савол ва машқлар

1. Эритманинг концентрацияси нима ва у қандай усуллар билан аниқланади?

2. Эритманинг молярлиги ва нормаллиги деганда нима тушунилади?

3. Суюқ реакцияга киришувчи эритмаларнинг нормалликлари билан ҳажмлари орасида қандай боғланиш бор?

4. 100 г сувда неча грамм KCl эритилса 5% ли эритма ҳосил бўлади?

(Жавоб: 5,26 г)

5. AlCl_3 эритмасининг 750 миллилитрида 45 г AlCl_3 бор. Шу эритма неча нормал бўлади?

(Жавоб: 1,35 н)*

6. Агар 20% ли сульфат кислота эритмасининг зичлиги 1,14 г см^3 бўлса, унинг нормаллиги нечага тенг бўлади?

(Жавоб: 2,3265 н)

7. 10 г KNO_3 240 г сувда эриганида сууюқлик температураси $3,4^\circ$ пасайган. KNO_3 нинг эриш иссиқлиги топилсин (масалани ечишда эритманинг солиштира иссиқлик сифимини 4,1868 Ж деб қабул қилинг).

(Жавоб: $Q = -35,94 \frac{\text{кЖ}}{\text{моль}}$)

8. 15 г сувсиз рух сульфат ZnSO_4 300 г сувда эриган вақтида сууюқлик температураси $5,4^\circ$ ошган. Агар $\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ нинг эриш иссиқлиги $Q = -17,84 \frac{\text{кЖ}}{\text{моль}}$ бўлса, сувсиз рух сульфатнинг гидратланиш иссиқлиги топилсин (масалани ечишда эритманинг иссиқлик сифимини 4,1868 деб қабул қилинг). (Жавоб: $Q = -94,81 \frac{\text{кЖ}}{\text{моль}}$)

17-§. ЭЛЕКТРОЛИТМАС МОДДАЛАР СУЮЛТИРИЛГАН ЭРИТМАЛАРИНИНГ ХОССАЛАРИ

Агар электролитмас модда концентрацияси унинг молекулалари орасида ўзаро таъсир «йўқ» дейиш мумкин бўлган даражада кичик бўлса, бундай эритма суюлтирилган эритма ҳисобланади. Суюлтирилган эритмаларнинг барча хоссаларини қуйидаги икки гурппага ажратиш мумкин: 1) эрувчи ва эритувчи моддаларнинг химиявий табиатига боғлиқ бўлган индивидуал хоссалар (эритманинг ранги, эриш вақтида ҳажм ўзгариши, эриш иссиқлиги ва ҳарказо), 2) барча эриган моддаларнинг йиғинди концентрациясига боғлиқ бўлган коллигатив хоссалар; бу хоссалар эриган модданинг табиатига боғлиқ бўлмайди. Улар жумласига диффузия, осмос, эритувчи буғ босимининг пасайиши, эритма қайнаш температурасининг кўтарилиши ва кристалланиш (музлаш) температурасининг пасайиши киради.

Биз булардан фақат осмос ҳодисаси ва эритмаларнинг музлаш температурасининг пасайиши ҳақида тўхталиб ўтамиз.

Ярим ўтказгич мембрана орқали эритувчининг юқори концентрациядаги эритмадан паст концентрациядаги эритмага ўтиш ҳодисаси осмос деб юритилади. Ана шундай ярим ўтказгич мембраналар сунъий равишда тайёрлана олади. Бу усуллардан энг оддийси — натрий силикат эритмаси билан Fe, Cu, Co, Ni ва бир

модда бошқа металлларнинг тузлари орасидаги реакцияларга асосланган.

Мисол. 0,16 г нозлектролит модда 25 г сувда эритилган. Ҳолат бўлган эритма $-0,192^{\circ}\text{C}$ да музлаган. Нозлектролитнинг молекуляр массасини топинг.

Ҳал. Раулнинг иккинчи қонунига мувофиқ, нозлектролит моддаларнинг суюлтирилган эритмаларида эритувчи музлаш температурасининг пасайиши эриган модданинг моляр концентрацияга пропорционал бўлиб, унинг табиатига боғлиқ эмас:

$$\Delta t_{\text{муз}} = \frac{K \cdot a \cdot 1000}{e \cdot M}$$

Бу ерда $\Delta t_{\text{муз}}$ — эритувчи музлаш температурасининг пасайиши, мисолда $\Delta t_{\text{муз}} = 0 - (-0,192) = 0,192^{\circ}$; a — эриган модданинг массаси; e — эритувчи массаси; M — эриган модданинг молекуляр массаси; K — эригичининг криоскопик константаси, яъни 1000 г эритувчида 1 моль нозлектролит эриганида музлаш температурасининг пасайиши; A нинг қиймати фақат эритувчига боғлиқ; сув учун $K = 1,86^{\circ}$. Юқоридаги формуладан:

$$M = \frac{K \cdot a \cdot 1000}{e \cdot \Delta t_{\text{муз}}} = \frac{1,86 \cdot 0,16 \cdot 1000}{25 \cdot 0,192} = 60 \text{ г/моль}$$

Тажриба. Криоскопик усулда нозлектролит модданинг молекуляр массасини аниқлаш. Тажриба қуйидаги тартибда олиб борилади.

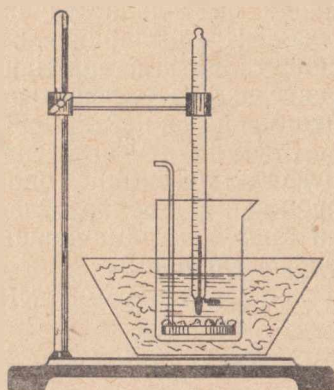
Биринчи стакан ёки кристаллизатор олиб, унга солиқчи аралашма (муз ва туз) билан тўлтилади. Иккинчи кичик стаканга 40 г дистилланган сув солинади. 34-расмда тасвирланган асбоб йиғилади. Термометрни шундай ўрнатиш керакки, у аралаштиригич ҳалқаси ичида бўлсин. Унинг аралаштиргичи билан чайқатиб туриб, унинг музлаш нуқтаси аниқланади. Сувнинг музлаш температурасини муқаддасда «утасовиш» ҳодисасини баҳолаш тўғриси керак. Кичик стакан унинг олдидан ажратиб олинади ва уни музлаштириб, музи эритилади. Сунгра 40 г сувдан олиб, у кичик стакандаги сувда эритилиб, кичик стакан установакага ўрнатилади, унинг ичига термометр жойланади. Эритмани аралаштириб туриб, унинг музлаш температураси аниқланади.

Томилаш натижаларни $M = \frac{K \cdot a \cdot 1000}{e \cdot \Delta t_{\text{муз}}}$ формулага қуйиб, эриган модданинг молекуляр массаси ҳисоблаб чиқарилади.

Савол ва машқлар

1. Шакар ($\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$) нинг 5% ли эритмаси неча градусда қайнайди?

(Жавоби: $100,08^{\circ}\text{C}$ да).



34- расм. Учмайдиган модданинг молекуляр массасини криоскопик усулда аниқлаш.

2. 1500 г сувда 200 г шакар ($C_{12}H_{22}O_{11}$) эритилган. Ҳосил булган эритма неча градусда қайнайди?

(Жавоби: $100,2^{\circ}\text{C}$ да).

3. Глицерин $C_3H_8O_3$ ни сувда эритиб 10 % ли эритма тайёрланган. Унинг кристалланиш (музлаш) температурасини ҳисоблаб чиқаринг.

(Жавоби: $-2,25^{\circ}\text{C}$)

4. Агар 50 г бензолда 2 г нафталин ($C_{10}H_8$) эритилса, ҳосил булган эритма неча даражада музлайди (масалани ечишда бензолнинг криоскопик константаси $K=5,12$, унинг музлаш температураси $5,4^{\circ}\text{C}$ деб олинсин)?

• (Жавоби: $3,8^{\circ}\text{C}$).

18-§. ЭЛЕКТРОЛИТИК ДИССОЦИЛАНИШ НАЗАРИЯСИ

1887 йилда С. Аррениус турли концентрациядаги кислота эритмаларининг электр ўтказувчанлигини ўлчаш натижаларига асосланиб, электролитик диссоциланиш назариясини яратди. Бу назария уч хулосадан иборат:

1. Электролитлар сувда эриганида мусбат ва манфий ионларга ажралади;

2. Эритмага ток берилганида мусбат ионлар катодга, манфий ионлар анодга томон ҳаракат қилади;

3. Барча электролитлар ионларга бир хил даражада ажраламайди, баъзилари купроқ, баъзилари озроқ ажралади.

Электролитларнинг ионларга ажралиш даражаси электролитнинг табиатига, эритманинг концентрациясига, эритувчининг харақтерига ва температурасига боғлиқ. Электролитнинг диссоциланиш процесси қайтар процессдир.

Электролит эритмасида ионланиш процесси билан бир вақтда мусбат ва манфий ионларнинг қайта қушилиш (моляризация) процесси ҳам содир бўлади. Шу сабабли ионланиш теңгемаларини ёзишда қарама-қарши томонга қаратилган икки стрелкадан фойдаланилади:



Электролитлар суюлтирилган эритмаларининг хоссалари

Электролитларнинг сувдаги эритмаларида ионлар сув молекулалари билан реакцияга киришиб ион-гидратлар ҳосил қилади. Бу процесс ионларнинг гидратланиши деб аталади. Эритувчи сифатида сувдан бошқа моддалар (масалан, ацетон, диметилформамид ва ҳоказолар) ишлатилса сольватланиш содир бўлади. Электролит эритмаларида сольватланиш процесси учун электролитмас моддалар эритмаларидагига қараганда эритувчи купроқ сарф бўлади. Шунга кура электролит эритмасининг хоссалари тоза эритувчининг хоссаларидан анча кескин фарқ қилади. Маълум концентрациядаги электролит эритмасининг тажрибада топилган осмотик босими (p_o), буг босимининг пасайиши

(Δt_2) қайташ температурасининг кутарилиши (Δt_3) кристалланиш температурасининг пасайиши (Δt_1) Вант-Гофф ва Рауль қонунлари асосида топила билинган (p^0 , Δt_1 , Δt_2 , Δt_3) кийматлардан анча катта бўлади. мувофиқ қийматлар орасидаги нисбат ушбу формула билан ифодаланади:

$$\frac{p_1}{p_2} = \frac{\Delta t_1}{\Delta t_2} = \frac{\Delta t_3}{\Delta t_4} = i$$

Бу ерда i — Вант-Гоффнинг изотоник коэффициенти дейилади ва унинг қиймати доимо 1 дан катта бўлади. Агар бирор модда эритмаси учун топила билинган осмотик босими ёки кристалланиш температурасининг пасайиши назарий осмотик босими ёки музлаш температурасининг назарий пасайишига жуда ҳам яқин бўлса, уша моддани амалда электролит деб қабул қилиш мумкин.

Аррениус таъбирича i нинг физикавий маъноси шундаки, электролит ионларга қисман ёки тулиқ парчаланиш натижасида электролит эритмесидаги заррачалар (молекула ва ионлар) сони i марта кўпайиб, шундан иккита ионга ажраладиган электролитлар (KCl , $NaCl$) учун i нинг максимал қиймати 2 га тенг; $MgCl_2$, $CaCl_2$ кабилар учун $i_{\text{макс}} = 3$ ва $AlCl_3$ учун 4 дир. Электролитнинг қайси қисми ионлар ҳолатида эканлигини характерлаш учун диссоциация даражаси деган тушунча киритилган.

Ионларга диссоциланган молекулалар сонининг эритилган модданинг барча молекулалари сонига нисбати уша модданинг диссоциация даражаси (α) деб аталади. Уни аниқлаш учун $\alpha = \frac{i-1}{n-1}$ дан

топилади (бу ерда i — изотоник коэффициент, n — молекуланинг парчаланиши). Сузда эритилганида ионларга деярли тулиқ ажраладиган кучли электролитларнинг таърибада топила билинган даражаси электролитнинг ҳақиқий диссоциланиш даражасига яқин бўлади; демак, у ҳақиқатда содир бўлаётган диссоциланиш ҳақиқатини эътирмайди. Шунга кура кучли электролитларнинг қайси қисми (ёки эффектив) диссоциланиш даражаси деган тушунча киритилган.

Шундан α эритувчи ва эритган модданинг табиатига, температурага, эритманинг концентрациясига, эритмада бир хил ионларнинг бор-йўқлигига боғлиқ. Булар ўзгарган ҳолда ионланиш мувозанати силжиши мумкин. Мисол тариқасида CH_3COOH нинг диссоциланиш мувозанатини кўрсатишга қараб чиқамиз. Фараз қилайлик,



Мувозанат қарор топган бўлсин. Агар сирка кислота эритмаса суюлтирилса, унинг диссоциланиш даражаси ортади, яъни эритманинг ўнг томонга силжийди. Агар эритма буглантиришиб эритманинг концентрацияси оширилса, диссоциланиш даражаси пасайиб, бу ҳолда мувозанат чап томонга силжийди. Эритмадаги ионлар концентрациясини ўзгартириш йули билан ҳам мувозанатни силжитиш мумкин. Масалан, агар сирка кислота эритмасига натрий ацетат (CH_3COONa) қушиб ацетат ионлар концентрацияси оширилса, кислотанинг диссоциланиш даражаси пасайиб, му-

возанат чап томонга силжийди. H^+ ионлар концентрацияси оширилганда ҳам мувозанат чапга силжийди. Демак, бунга асосланиб қуйидаги хулосага келиш мумкин: *кучсиз электролит эритмасига у билан бир хил иони (яъни электролит иони билан бир хил иони) бор модда қўшилганида кучсиз электролитнинг диссоциланиш даражаси камайди*; электролит ионларидан бирининг концентрацияси камайганида унинг диссоциланиш даражаси ортади. Масалан, сирка кислота эритмасига ишқор қўшиб, унинг водород ионлари концентрацияси камайтирилса, кислотанинг диссоциланиши кучаяди.

Кучсиз электролитларнинг сувдаги эритмаларда диссоциланиши массалар таъсири қонунига бўйсунди. Масалан, сирка кислотанинг диссоциланишида мувозанат константа K билан характерланади:

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

Бу ерда $[H^+]$, $[CH_3COO^-]$ водород ва ацетат-ионлар концентрацияси, $[CH_3COOH]$ — ионларга парчаланмаган молекулалар концентрацияси. Бу формуладаги K диссоциланиш константаси дейилади. Кучсиз электролитлар учун K билан α ва C (концентрация) орасида қуйидаги боғланиш бор:

$$K = \frac{\alpha^2 \cdot C}{1 - \alpha}$$

Бу формула *суюлтириш қонунини* ифодалайди.

Агар электролитнинг диссоциланиш даражаси кичик бўлса, суюлтириш қонуни формуласининг махражидаги α ни ҳисобга олмаслик мумкин. У ҳолда:

$$K = \alpha^2 C \quad \text{ёки} \quad \frac{K}{C} = \alpha^2$$

бундан эса:

$$\alpha = \sqrt{\frac{K}{C}} \quad \text{ёки} \quad \alpha = \sqrt{KV}$$

келиб чиқади. Бу ерда $V = \frac{1}{C}$ *суюлтириш* деб юритилади.

Суюлтириш қонуни формуласидан фойдаланиб, AB типдаги кучсиз электролитлар эритмаси учун ион концентрацияси ($C_{\text{ион}}$) α ва K орасидаги боғланишни ифодалайдиган формулаларни чиқара оламиз: $AB = A^+ + B^-$ берилган бўлсин. Мувозанат қарор топганидан кейин $[A^+] = [B^-]$ бўлади. Бундан: $C_{\text{ион}} = \alpha C$ ёки $C_{\text{ион}} = \sqrt{KC}$ ёки $C_{\text{ион}} = \frac{K}{\alpha}$ келиб чиқади. Энди бир неча мисоллар кўриб чиқамиз.

1-мисол. Нитрит кислотанинг диссоциланиш константаси $K = 4 \cdot 10^{-4}$ га тенг. Унинг $0,05 M$ эритмасидаги диссоциланиш даражаси топилисин.

Ечили. $\alpha = \sqrt{\frac{K}{C}}$ дан фойдаланамиз.

$$\alpha = \sqrt{\frac{4 \cdot 10^{-4}}{5 \cdot 10^{-2}}} = 10^{-2} \quad \text{ёки} \quad \alpha = 0,1 \quad (\text{ёки } 10\%)$$

У. мисол. Сирка кислота учун $K = 1,8 \cdot 10^{-5}$. Унинг 0,2 в эритмасидаги диссоциланиш даражаси ҳамда водород ионларининг концентрацияси топилисин.

Чуни. $\alpha = \sqrt{\frac{K}{C}}$ формуладан фойдаланиб, аввал α ни топамиз, чунки $C_{\text{ион}} = \alpha \cdot C$ асосида водород ионлар концентрациясини ҳисоблаймиз.

$$\alpha = \sqrt{\frac{K}{C}} = \sqrt{\frac{1,8 \cdot 10^{-5}}{0,2}} = \sqrt{9 \cdot 10^{-5}} = 0,0095 \text{ ёки } 0,95 \%$$

$$C_{\text{ион}} = \alpha \cdot C = 0,0095 \cdot 0,2 = 0,0019 \text{ моль/л}$$

Демак, водород ионларининг концентрацияси $1,9 \cdot 10^{-3} \frac{\text{моль}}{\text{л}}$

ҲАМОН

Кучли электролит эритмаларда ионлар активлиги.

Ион кучи

Кучли электролитлар сувдаги эритмаларда ионларга тулиқ диссоцилланади. Бу ионлар сув молекулалари билан бирикиб ион-гидратларни ҳосил қилади. Мусбат ион-гидрат манфий ион-гидрат билан ўзаро таъсир этишидан ион-жуфтлар ҳосил бўлади. Сув молекулалари қавати билан қуршалган мусбат ва манфий ионлардан иборат мураккаб гидратланган система ион-жуфт деб ата-
АДА

Кучли электролитлар суюлтириш қонунига бўйсунмайди; уларнинг диссоциланиш константаси K — ўзгарувчан қийматдир.

Манфат ва манфий ионлараро тортишув кучлари электродитнинг барча ионларига таъсир кўрсатади. Натижада ионларнинг эркин ҳаракат қобилияти пасаяди, уларнинг химиявий реакцияларга киришиш қобилияти туё ионларнинг дастлабки концентрациялари пасайиб кет-
КАДИ намоян бўлади. Буларни эътиборга олиш мақсадида «активлик» тушунчаси киритилган. Ион ёки молекуланинг «активлиги» деган-
КАДИ химиявий реакцияларга киришиш қобилиятига мувофиқ концентрациялари тушунилади. Масалан, In NaCl эритма-
КАДИ Cl^- ионларнинг активлиги 0,65 моль/л десак, бу уларнинг реакцияга киришиш қобилияти 1 моль/л га эмас, балки 0,65 моль/л мувофиқ келишини билдиради. Активлик « a » ҳарфи билан белгиланади. Аниқ ион активлигининг унинг концентрациясига нис-
КАДИ коэффициентини (f) дейилади: $a = f \cdot C$.

Кучли электролитларнинг f тажриба асосида топилади. Агар $f < 1$ бўлса, $a < C$ бўлади, ион кучсиз таъсир кўрсатади. Агар $f = 1$ бўлса, $a = C$ бўлади — ион «эркин» таъсир кўрсатади. Агар эритма чексиз суюлтирилса, ионлар орасидаги тортишув кучи нолга яқин бўлиб, ионнинг ҳақиқий концентрацияси унинг аналитик йўл билан аниқланадиган дастлабки концентрациясига тенг бўлиб қолади.

Ионларнинг активлигини ҳисоблаб топиш учун эритманинг «ион кучи» қийматидан фойдаланилади. Эритма ион кучи қуйидаги формуладан ҳисоблаб топилади.

$$\mu = \frac{C_1 z_1^2 + C_2 z_2^2 + C_3 z_3^2}{2} = \frac{1}{2} \sum c_i z_i^2$$

бу ерда μ — эритманинг ион кучи, C_i — ҳар қайси ионнинг моляр концентрацияси, z_i — ҳар қайси ионнинг заряди.

Масалан, KOH, KCl, NaNO₃ каби бинар ($z_1 = 1$, $z_2 = 1$) электролитлар учун μ қиймати C га тенг:

$$\mu = \frac{C \cdot 1^2 + C \cdot 1^2}{2} = C$$

Агар $z_1 = 2$ ва $z_2 = 2$ бўлган электролитлар (масалан, BaSO₄) берилган бўлса, улар эритмаларининг ион кучи $4C$ га тенг бўлади:

$$\mu = \frac{C \cdot 2^2 + C \cdot 2^2}{2} = 4C$$

Эритманинг ион кучи ортган сари эритмадаги ионларнинг активлиги камай боради. Активлик коэффициентини ҳисоблаб чиқариш учун Дебай ва Хюккель қуйидаги формулаларни таклиф қилганлар. 0,01 моль/л дан паст концентрациядаги эритмалар учун:

$$\lg f = -0,509 z_1 z_2 \sqrt{\mu}$$

0,01 — 0,5 моль/л орасидаги концентрациялар учун:

$$\lg f = -\frac{0,509 \cdot z_1 \cdot z_2 \sqrt{\mu}}{1 + 1,6 \sqrt{\mu}}$$

Энди бир неча мисол куриб чиқамиз.

1-мисол. 0,005 М Ca(NO₃)₂ эритмасининг 1 литрига 0,02 моль KCl қўшилган. Шу эритманинг ион кучи аниқлансин.

Ечиш. Аввал Ca²⁺, NO₃⁻, Cl⁻, K⁺ ионларнинг концентрацияларини ёзиб оламиз:

$$[Ca^{2+}] = 0,005 \text{ моль/л}; [NO_3^-] = 0,01 \text{ моль/л}; [Cl^-] = 0,02 \text{ моль/л};$$

$$[K^+] = 0,02 \text{ моль/л}$$

сунгра $\mu = \frac{1}{2} \sum c_i z_i^2$ формула буйича ион кучини ҳисоблаймиз:

$$\mu = \frac{1}{2} (0,005 \cdot 2^2 + 0,01 \cdot 1^2 + 0,02 \cdot 1^2 + 0,02 \cdot 1^2) = 0,035$$

2-мисол. 0,005 М Zn SO₄ эритмасида Zn²⁺ ва SO₄²⁻ ионларнинг активликлари топилсин.

Ечиш. Аввал μ ни топамиз ($\mu = 4C$ буйича):

$$\mu = 4C = 4 \cdot 0,005 = 0,02$$

Сунгра f ни топамиз:

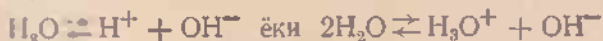
$$\lg f = -0,509$$

$$\lg f = -0,509 \cdot 2^2 \sqrt{0,02} = -0,285 = 1,715; f = 0,52$$

$$a = [C \cdot f = 0,005 \cdot 0,52 = 2,6 \cdot 10^{-3} \text{ г-ион/л.}]$$

Водород ионларининг концентрациясини аниқлаш

Кичик электролитлар эритмаларида (тоза сувда ҳам) водород ионларининг концентрацияси турли методлар билан аниқланади. Жуда кучли диссоциланиш бўлишига эга. Тоза сувнинг диссоциланиш даражаси жуда кичик бўлгани сабабли юқори диссоциланиш бўлишига сабаб унинг диссоциланишидир:



Водород кучсиз электролит деб қаралса, унинг диссоциланиш константасини қуйидагича ёзиш мумкин:

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

Водороднинг электр ўтказувчанлигидан фойдаланиб, унинг 22°C да диссоциланиш константаси $K = 1,8 \cdot 10^{-16}$ га тенг эканлиги аниқланган. Водороднинг диссоциланиш даражаси жуда кичик бўлгани сабабли юқори диссоциланиш бўлишига сабаб унинг диссоциланишидир:

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

Водороднинг диссоциланиш константаси. Бу константа сувнинг ион кўпайтимаси деб аталади

$$[\text{H}_2\text{O}] \approx 1000 \text{ г/л ёки } 1000:18 = 55,56 \text{ моль/л}$$

Водороднинг диссоциланиш константаси 22°C учун $K_{\text{H}_2\text{O}}$ нинг қиймати қуйидагича бўлади:

$$K_{\text{H}_2\text{O}} = 1,8 \cdot 10^{-16} \cdot 55,56 = 10^{-14} \text{ (моль/л)}^2$$

Водороднинг диссоциланиш константаси $K_{\text{H}_2\text{O}} = 10^{-14} \text{ (моль/л)}^2$ келиб чиқади.

Демак, тоза сувда H^+ ионлар концентрацияси 10^{-7} моль/л га, OH^- ионлар концентрацияси ҳам 10^{-7} моль/л га тенг. Сувнинг ион кўпайтимаси $K_{\text{H}_2\text{O}}$ ўзгармас температура учун ўзгармас катталикдир.

Аммо тоза сувга кислота қўйсақ, H^+ ионлар концентрацияси 10^{-7} моль/л га тенг бўлиб кетади, OH^- ионлар концентрацияси эса 10^{-7} моль/л га тенг бўлиб қолади, лекин сувнинг ион кўпайтимаси ўзгармайди, $K_{\text{H}_2\text{O}} = 10^{-14} \text{ (моль/л)}^2$ лигича қолаверади.

Водород эритмаларининг кислоталик ёки ишқорийлик даражасини H^+ ёки OH^- ионлар концентрациялари билан ифодалаш мумкин. Одатда бу эритма H^+ ионлар концентрациялари билан ифодаланади: кислоталик учун $[\text{H}^+] > 10^{-7}$ моль/л. Ишқорий муҳит учун $[\text{H}^+] < 10^{-7}$ моль/л. Ишқорий муҳит учун $[\text{H}^+] = 10^{-7}$ моль/л.

Водороднинг водород ионлар концентрациясининг унлик манфий логарифми (водород кўрсаткичи (pH) деб аталади:

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

Бинобарин:

кислотали муҳит учун $pH < 7$

ишқорий муҳит учун $pH > 7$

нейтрал муҳит учун $pH = 7$

Агар $-\lg [OH^-] = pOH$ десак, $[H^+] [OH^-] = 10^{-14}$ дан $pH + pOH = 14$ ифода келиб чиқади.

Мисол. Агар эритмада водород ионлар концентрацияси 10^{-2} моль/л булса, pH ва $[OH^-]$ топилсин.

Ечили. $pH = -\lg [H^+] = -\lg 10^{-2} = 2$ $pOH = 14 - pH = 14 - 2 = 12$ экн
 $[OH^-] = 10^{-12}$ моль/л

Демак, эритма кислотали муҳитга эга.

Эритмаларнинг pH ини аниқлаш учун бир неча метод қўлланилади. Бу ерда фақат индикатор рангининг ўзгаришига асосланган методгина баён этилади. Ранги водород ионларнинг концентрациясига қараб ўзгарадиган модда индикатор деб аталади. Купинча, улар кучсиз органик асос ёки кучсиз органик кислота бўлиб, ионлари бир хил рангда, диссоциланмаган молекулалари эса бошқа хил рангда бўлади. Индикатор рангининг ўзгариши учун зарур булган pH лар соҳаси индикаторнинг ўзгариш интервали деб аталади. Қуйидаги жадвалда баъзи индикаторларнинг ўзгариш интервали келтирилган.

Индикаторнинг номи	Ўзгариш интервали	Кислотали шаклининг ранги	Оралиқ ранги	Ишқорий шаклининг ранги
Метилоранж	3,1—4,4	пушти	қовоқ ранг	сариқ
Паранитрофенол	5—7	рангсиз	оч сариқ	сариқ
Фенолфталеин	8,1—10	рангсиз	пушти	тўқ қизил
Ализарин сариқ	10,2—12,0	сариқ	тўқ сариқ	қовоқ ранг
Индигокармин	11,6—14	зангори	яшил	сариқ
Лакмус	5—8	қизил	пушти	кўк

Эритмадаги pH ни тақрибан аниқлаш учун бир неча индикатор аралашмасидан фойдаланилади. Бундай аралашмалар «универсал индикатор» дейилади. Энг кўп қўлланиладиган «универсал индикатор» қуйидаги таркибга эга:

Универсал индикатор таркибидаги индикаторларнинг номи	1000 мл спиртда эритилган индикатор миқдори, г ҳисобида
Фенолфталеин	0,2
Метил қизил	0,4
Диметиламиноазобензол	0,6
Бромтимол кўк	0,8
Тимол кўк	1,0

Универсал индикаторнинг ранги турли рН ларда қуйидагича бўлади:

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Ранги	пурпур	қизгиш-қоғоқ ранг	қоғоқ ранг	сарғиш қоғоқ ранг	лимон-сарик	сарик-яшил	яшил	зангори яшил	гунафша

Универсал индикаторнинг эритмаси, купинча, қоғозга синдиришиб, индикатор қоғозлар тайёрланади. Рангли шкала эталонизан фондаланиб индикатор қоғоз рангининг узгаришига қараб, эритмадаги рН ни тақрибан аниқлаш мумкин.

Эрувчанлик кўпайтмаси

Қуйи кам эрувчан электролитларнинг эрувчанлиги уларнинг эрувчанлик кўпайтмаси билан характерланади. Бизга чўкма ва тўйинган эритмадан иборат гетероген система берилган, деб фарз қилайлик. Бундай системада чўкма билан тўйинган эритма мувозанат қарор топади:



Мувозанатга массалар таъсири қонунини татбиқ этсак:

$$K = \frac{[A^+]^n [B^-]^m}{[A_nB_m]} \quad \text{ёки} \quad K[A_nB_m] = [A^+]^n \cdot [B^-]^m$$

Бундан $[A_nB_m]$ K кўпайтмада K ҳам, $[A_nB_m]$ ҳам узгармас катталиклар бўлгани учун уш $\mathcal{E}K$ (эрувчанлик кўпайтмаси) билан белгилаймиз.

$$\mathcal{E}K = [A^+]^n \cdot [B^-]^m$$

Демак, кам эрувчан электролитнинг тўйинган эритмадаги ионлар концентрацияларининг кўпайтмаси айни температурада ўзгармас микдордир.

Бу моддор уша электролитнинг эрувчанлик кўпайтмаси деб аталади. Бу қондан қуйидаги икки хулоса келиб чиқади:

1. Агар кам эрувчан кучли электролит эритмасида ионлар концентрациясининг кўпайтмаси $[A^+]^n [B^-]^m$ шу модданинг $\mathcal{E}K$ сидан кичик бўлса, чўкма эрибди:

$$[A^+]^n [B^-]^m < \mathcal{E}K \quad (\text{чўкманинг эриш шarti})$$

Агар кам эрувчан кучли электролит эритмасида ионлар концентрациясининг кўпайтмаси $[A^+]^n [B^-]^m$ шу модданинг $\mathcal{E}K$ дан катта бўлса, чўкма ҳосил бўлади:

$$[A^+]^n [B^-]^m > \mathcal{E}K \quad (\text{чўкманинг ҳосил бўлиш шarti})$$

1-мисол. AgI нинг эрувчанлиги $1,2 \cdot 10^{-8}$ моль/л булса, унинг ЭК си топилсин.

Ечиш.



га мувофиқ 1 моль/л AgI парчаланганида 1 моль/л I^- ва шунча Ag^+ ионлар ҳосил булади. $1,2 \cdot 10^{-8}$ моль/л дан эса $1,2 \cdot 10^{-8}$ моль/л Ag^+ ва ўшанча I^- ионлар ҳосил булади. Бинобарин: $[\text{Ag}^+] = 1,2 \cdot 10^{-8}$ моль/л; $[\text{I}^-] = 1,2 \cdot 10^{-8}$ моль/л

$$\text{ЭК} = [\text{Ag}^+][\text{I}^-] = 1,2 \cdot 1,2 \cdot 10^{-16} = 1,44 \cdot 10^{-16}$$

2-мисол. $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ нинг ЭК $3,5 \cdot 10^{-33}$ га тенг булса, унинг эрувчанлиги (яъни туйинган эритмасининг концентрацияси) топилсин.

Ечиш. $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ қуйидагича диссоциланади:



$$\text{ЭК} = [\text{Ca}^{2+}]^3 [\text{PO}_4^{3-}]^2 = (3x)^3 (2x)^2 = 3^3 x^3 2^2 x^2 = 108x^5$$

Бундан эрувчанликни топамиз:

$$x^5 = \frac{3,5 \cdot 10^{-33}}{108}$$

ёки

$$5 \lg x = \lg 3,5 - 33 - \lg 108$$

$$x = 1,29 \cdot 10^{-7} \text{ моль/л; } [\text{Ca}^{2+}] = 3x = 3,77 \cdot 10^{-7} \text{ моль/л}$$

Тажрибалар

7-тажриба. Тузларнинг эритмаларда диссоцилланиши. а) Тажриба учун озгина қаттиқ мис (II)-хлорид олиб, унинг рангини дафтарга ёзиб қуйинг. Унинг бир қисмини ацетонда, қолган қисmini сувда эритинг. Иккала эритма ранглари бир-биридан фарқ қилади (нима учун?)

б) Мис (II)-хлориднинг кичкина кристаллини 2—3 томчи сувда эритинг. Эритма рангини дафтарингизга ёзиб қуйинг. Сўнгра бу эритма устига бир неча миллилитр сув қуйинг. Эритма рангида ўзгариш намоен булади. Сабабини тушунтириб беринг. Мис (II)-хлориднинг диссоцилланиш тенгламасини ёзинг.

2-тажриба. Кучли ва кучсиз электролит эритмаларининг химиквий активлиги. а) Бир пробиркага HCl нинг 0,1 н эритмасидан иккинчи пробиркага CH_3COOH нинг 0,1 н эритмасидан 5 мл дан қуйинг. Иккала пробиркага бир хил катталиқда рух парчалари ташланг. Иккала пробиркадан ҳам водород чиқа бошлайди. Лекин HCl ли пробиркада реакция иккинчи пробиркадагидан шиддатлироқ боради. Бунинг сабабини тушунтириб беринг. Содир бўлаётган реакцияларнинг тенгламаларини молекуляр ва ион формаларда ёзинг.

б) Иккита пробиркага озгинадан кальций хлорид эритмаси қуйинг. Пробиркалардан бирига NaOH нинг 2 н эритмасидан, иккинчисига

иқкинчиги 2H^+ эритмасидан бир хил ҳажмда қўшинг. Биринчи пробиркада иккинчиси $\text{Ca}(\text{OH})_2$, иккинчисига оз миқдорда $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ҳосил бўлади. Бунинг сабабини тушунтиришда NaOH нинг диссоциланиш даражаси 78%, NH_4OH ники 1,3% эканлигига эътибор беринг.

Содир бўлган реакцияларнинг молекуляр ва ион тенгламаларини ёзинг.

3 тажриба. *Индикаторларнинг ранглари* а) Учта пробирка олиб, уларнинг ҳар қайсисига 3 мл дан сув қўйинг. Бирига икки томчи лакмус, иккинчисига икки томчи метилоранж, учинчисига икки томчи фенолфталеин эритмалари қўшинг. Учала индикаторларнинг нейтрал эритмалардаги рангларини ёзиб олинг. Ҳар қайси пробиркага бирор кислота эритмасидан томизиб, индикаторларнинг ранги кислота эритмасида ўзгариб кетишини ёзиб олинг.

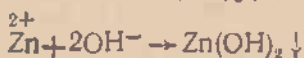
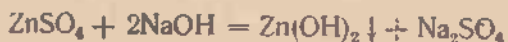
б) Оқоридаги тажрибани бирор ишқор эритмаси билан такрорла. Иккала тажриба натижалари асосида қуйидаги шаклда қисқартинг.

Муҳит	Индикаторларнинг ранги		
	Лакмус	метилоранж	фенолфталеин
ишқор эритмаси			
кислота эритмаси			

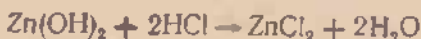
4 тажриба. *Электролитлар эритмаларида содир бўладиган химикатик мувозанат.* а) Учта пробирка олиб, уларнинг ҳар бирига кобальт (II) хлорид эритмасидан бир неча томчидан томизинг. Эритма ёқилган мафтарингизга ёзиб қўйинг. Биринчи пробиркага бир неча томчи концентрланган HCl , иккинчисига кальций хлорид кристалли, учинчисига спирт солинг. Учала пробиркада эритма ранги қандай ўзгаришларни кайд қилинг. Биринчи пробиркадаги эритманинг ранги ўзгаришига бир неча томчи сув қўйинг ва яна концентрланган HCl дан томизинг. Кобальт (II)-хлориднинг эритмаларда диссоциланиш тенгламаларини ёзинг. Кобальтнинг гидратланган йони $[\text{CoH}_2\text{O}]^{2+}$ пушти ранг-да, қизил-к кобальт (II)-хлорид — зангори туслигини назарга олиб, пробиркадаги ранг ўзгариш сабабини тушунтириб беринг.

б) Бир пробиркага 5 мл сув ва 2 томчи фенолфталеин эритмаси қўйинг. Унинг устига концентрланган аммиак эритмасидан бир томчи томизиб, фенолфталеин қандай тусга кирганлигини ёзиб олинг. Сунгра NH_4Cl кристаллини суяқликни икки қисмга булинг, бир қисмига қуруқ NH_4Cl кристаллини эритмани шиша таёқча билан аралаштиринг. Аммиакнинг кристаллини мувозанати NH_4Cl қўшилганида қайси томонга ўзгариш бўлади?

5 тажриба. *Амфотер электролитлар.* Пробиркага рух сульфат ZnSO_4 эритмасидан солиб, устига NaOH эритмасидан бир неча томчи қўйинг. Рух гидроксид чўкмаси ҳосил бўлади:

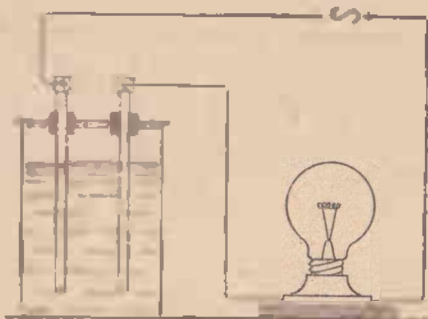


Ҳосил булган суюқликни чайқатиб, ярмисини бошқа пробиркага қўйинг. Пробиркалардан бирига HCl эритмасидан, иккинчисига NaOH эритмасидан мул миқдорда қўшинг. Иккала ҳолда ҳам чуқма эриб кетади:



Амфотер гидроксидларнинг хоссаларини айтиб беринг.

6-тажриба. Кучсиз электролитлар электр ўтказувчанлигининг эритмаларнинг концентрациясига боғлиқлиги. Электр ўтказувчанликни ўлчайдиган асбоб схемасини (35-расм) тузинг. Электродлар туширилган **стаканга** концентранган сирка кислотада овгина қўйинг (электродларнинг пастки қисми кислотага ботиб турадиган бўлсин). Асбобга электр токи улангандан кейин кислота устига оз-оздан сув қўйиб боринг. Сув қўйган сари асбобдаги лампочка ёруғроқ ёна бошлайди. Бунинг сабаби нимада?



35- расм. Электр-ўтказувчанликни ўлчайдиган асбоб схемаси

7-тажриба. Тузлар эритмаларининг электр ўтказувчанлиги 35-расмда тасвирланган асбобдаги электродли стаканга аммиакнинг суюлтирилган эритмаси солиб, асбобни токка уланг. Лампа қандай ёруғлик

билан ёнишини ёзиб олганингиздан кейин, стаканга кислотанинг суюлтирилган эритмасидан (6- тажрибада тайёрланган) қўшинг. Лампа нияҳоятда ёруғ ёнади. Унинг сабабини тушунтиринг.

8-тажриба. Қийин эрувчан тузлар ҳосил бўлиши. Учта пробирка олинг. Биринчисига 2—3 мл BaCl_2 эритмаси, иккинчисига 2—3 мл SrCl_2 эритмаси ва учинчисига 2—3 мл CaCl_2 эритмаси солинг. Биринчи пробиркага натрий сульфат эритмаси, иккинчисига кальций сульфатнинг тўйинган эритмаси, учинчисига стронций сульфатнинг тўйинган эритмаси қўшинг. Қандай ҳодисани кузатасиз? Эрувчанлик кўпайтмаси қондасидан фойдаланиб, қайси пробиркада қандай модда чуқканлигини аниқлаб беринг.

9- тажриба. Қам диссоциланадиган бирикмалар ва газлар ҳосил бўлиши. а) 12 мл аммоний хлорид эритмасига 1—2 мл натрий гидроксид эритмаси қўшинг. Ҳид **аммоний сульфид** беринг. Лакмус қоғозини ҳўллаб, пробирка оғзига тутинг. Эритмада содир бўлган реакциянинг молекуляр ва ионли тенгламаларини тузинг. Бу реакциянинг мувозанат константаси ифодасини ёзинг.

б) иккита пробирка олиб, бирига суюлтирилган аммиак эритмасидан 1—2 мл, 1 томчи фенолфталеин эритмаси ва устига 0,5 г қуруқ **аммоний** ацетат ташланг.

Иккинчи пробиркага суюлтирилган сирка кислота эритмасига 1—2 мл олиб, 1—2 томчи метилоранж эритмаси томизинг, устига 0,5 г қуруқ аммоний ацетат ташланг. Иккала пробиркада индикаторларнинг ранги ўзгариши сабабларини айтиб бериш. Сирка кислота ва аммоний гидроксидларнинг диссоциация константаларни ифодасини ёзинг.

Бу тажрибада қўлланилган лакмус ва метилоранж ўрнида унинг индикатор ишлатиш ҳам мумкин.

3—5 мл кальций гидроксид эритмаси олиб, унга Қипп аппаратида карбонат ангидрид юборинг, аввал кальций карбонат чўкмаси бўлади; газ юбориш давом эттирилса, бу чўкма эриб кетади. Кальций карбонатнинг эрувчанлик қўлайтмаси $1,2 \cdot 10^{-8}$ ва карбонат ва магнийнинг иккинчи босқич диссоциланиш константаси $4,7 \cdot 10^{-11}$ га тенг. Магнийгини назарга олиб, кальций карбонатнинг эриб кетишини баҳолаб бериш.

4. Темир (III)-хлориднинг 1 мл эритмасига 1 мл калий роданид ва 1 мл аммоний роданид эритмаси қўшинг. Қандай ранг бўлади? Ҳосил қилинган эритмага сув қўшиб, уни туқ қилиш ва тиниқ ҳолатга келтиринг. Бу эритмани учта пробиркага бўлинг. Биринчи пробиркага 1 мл темир (III)-хлорид

Индикаторлар рангининг ўзгариш интерваллари

Индикаторнинг номи	Индикатор рН я кинг ўзга- риш интервали	Индикатор ранги			
Метилоранж	0—3,0	рН=0 сариқ	рН=1 яшил	рН=2 ҳа- во ранг	рН=3 би- нафша
Метилоранж	3,1—4,4	рН<3 қизил	рН=4—5 гулдор		
Метилоранж	5,0—7,0	рН<5 рангсиз	рН=6 кў- кимтир сариқ	рН=7—8 сариқ	
Метилоранж	8,20—10,0	рН<8 рангсиз	рН>8 қи- зил		
Метилоранж		рН=10 сариқ	рН=11 кўкимтир сариқ	рН>12 гулдор	
Метилоранж	11,6—14,0	рН=12 рангсиз	рН=13 ҳаворанг	рН=14 сариқ	

эритмаси, иккинчисига 1 мл аммоний (ёки калий) роданид эритмаси қўшинг; учинчисига 1 мл сув солинг. Ранг интенсивлигининг ўзгариш сабабларини изоҳланг. Содир бўлган реакция учун мувоzanат константаси ифодасини ёзинг.

10- тажриба. Берилган эритмадаги pH ни визуал-колориметрик усулда аниқлаш. Берилган эритмадаги pH ни аниқлаш учун индикаторлар рангининг ўзгариши интерваллари жадвалидан фойдаланамиз.

Ўқитувчидан pH ни аниқланиши керак бўлган эритма олинг. Тоza пробиркага 1 мл ҳажмида синаладиган эритмадан солинг, унинг устига фенолфталеин индикаторидан 2—3 томчи қўшинг. Агар эритма рангсизлигича қолса, эритманинг pH ни саккиз ёки ундан кичик бўлади; pH ни аниқ топиш учун тоza пробиркага синаладиган эритмадан 1 мл ҳажмда олиб, унинг устига паранитрофенол индикаторидан 2—3 томчи қўшинг. Агар эритма бу вақтда ранг курсатмаса, $pH < 5$ бўлади; эритма кўкимтир сариқ тусга кирса — $pH = 6$ бўлади. Сариқ тусга ўтса — $pH = 7$ — 8 бўлади. Агар эритманинг pH ни 5 ёки ундан кичик эканлиги аниқланса, у ҳолда синаладиган эритмадан тоza пробиркага озгина олиб, устига метилоранж индикаторидан 2—3 томчи қўшасиз. Агар эритманинг ранги қизғиш бўлиб қолса, $pH = 4$ дир, қизил бўлса $pH < 4$ бўлади.

Агар эритманинг pH ни 3 ёки ундан кичик бўлса, тоza пробиркага синаладиган эритмадан озгина солиб, унинг устига метилвиолет индикаторидан 2—3 томчи қўшасиз. Агар бу эритманинг ранги сариқ бўлиб қолса, $pH = 0$ эканлиги маълум бўлади. Яшил бўлганда $pH = 1$; ҳаво ранг бўлганда $pH = 2$; бинафша ранг эса $pH = 3$ ни курсатади.

Тажрибанинг бошида синаладиган эритмага фенолфталеин томизилганда эритма олча рангга ўтса, эритманинг pH ни 8,20 ёки ундан катта бўлади. pH ни аниқлаш учун синаладиган эритмадан тоza пробиркага 1 мл ҳажмда олиб, унинг устига 2—3 томчи ализарин-сарин индикаторидан қўшасиз. Агар эритма сариқ тусни олса, $pH = 10$; кўкимтир сариқ бўлса $pH = 11$; қизғиш рангли бўлиб қолса $pH > 12$ бўлади. Агар эритманинг pH ни 12 ёки ундан катта бўлса, синаладиган эритмадан тоza пробиркага озроқ олиб унинг устига индигокармин индикаторидан 2—3 томчи қўшасиз. Эритма рангсизлигича қолса, $pH = 12$; ҳаво рангга ўтса $pH = 13$; сариқ рангга ўтганда $pH = 14$ бўлади.

11- та ж р и б а. Ўқитувчидан pH ни аниқланиши керак бўлган эритма олинг. Универсал индикаторли дафтарча қоғозидан битта сини синаладиган эритмага бир секунд ботириб олинг. Унинг ранги ўзгаради. Бу рангни универсал индикатор дафтари ичиги ёзилган pH қийматлари билан солиштириб кўринг. Ўша ранг қандай pH га мувофиқ келишини аниқланг.

12- та ж р и б а. Бир пробиркага HCl нинг 1 н эритмасидан 5 мл иккинчи пробиркага CH_3COOH нинг 1 н эритмасидан худди шунча қўйинг ва уларнинг ҳар бирига 2—3 томчи метилвиолет индикаторидан қўшинг. Эритма рангининг ўзгаришига қараб pH нинг қиймати нечага тенг эканлигини аниқланг. Пробиркаларнинг ҳар қайсисига 45 мл дан тоza сув қўшинг. Кузатилган ҳодисани изоҳланг.

13- тажриба. Иккита пробирка олиб, бирига NaOH нинг 2 н эритмасидан озгина, иккинчисига NH_4OH нинг 2 н эритмасидан худди қўйиб, уларнинг ҳар бирига индигокармин индикаторидан 2—3 қўйиб қўйиб. Индикаторлар рангининг ўзгариш интерваллари жадвалдан фойдаланиб, эритмадаги pH нинг қиймати нечага тенглигини аниқлаш.

19- §. ТУЗЛАРНИНГ ГИДРОЛИЗЛАНИШИ

Бирор модда таркибий қисмларининг сувнинг таркибий қисми билан ўзаро таъсир этиши натижасида содир бўладиган реакциянинг процесси ўша модданинг *гидролизланиши* деб аталади. Умуман, эриган модда ва эритувчи таркибий қисмлари орасида ўзаро таъсир натижасида модданинг парчаланиши *сольватланиш* дейилади. Гидролизланадиган моддалар жумласига турли моддалар оид бирикмалар (туз, углевод, оксил, эфир, ёғ ва бошқалар) киради. Аноорганик химияда фақат тузларнинг гидролизини ўрганилади.

Аникий тоза сувда водород (аниқроғи — гидроксоний) ионлар концентрацияси гидроксил ионлар концентрациясига тенг бўлади. Шу ҳолда, аникий тоза сув нейтрал муҳит ($\text{pH}=7$) намоян қилади. Сувда бирор туз эритилса унинг диссоцилланишидан ҳосил булган ионлар ўзаро таъсир (H_3O^+ ёки OH^-) билан ўзаро реакцияга киришади. Натижада сувнинг H_3O^+ (ёки OH^-) ионлари туз ионлари билан бирикиб, янги моддаларни ҳосил қилади, яъни туз гидролизланади.

Гидролиз натижасида сувнинг электролитик диссоцилланиш мувофиқати:



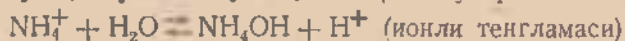
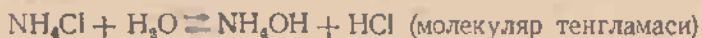
қўйиб олиб беради. Агар сувнинг H^+ ионлари туз ионлари билан бирикиб, эритмада ортиқча OH^- ионлар ҳосил бўлади; унда муҳит ишқорли ($\text{pH} > 7$) бўлиб қолади. Агар туз ионлари ўзига OH^- ионларни қўшиб олса, эритмада H^+ ионлари концентрацияси ортиб кетади: муҳит қисқали муҳит намоян қилади ($\text{pH} < 7$).

Биронбирга кучсиз асос аниони ёки кучсиз кислота катиони киришган ҳолда тузлар гидролизга айниқса мойил бўлади.

Тузларнинг гидролизи уч тарзда боради; улар: а) катион буйича, б) анион буйича ва в) ҳам катион, ҳам анион буйича гидролизланади. Катион буйича гидролизланадиган тузлар жумласига кучли асос ва кучли кислотада ҳосил булган тузлар киришади. Кучли кислота ва кучли асосдан ҳосил булган тузлар ҳам анион ортиқча гидролизланади. Кучсиз асос ва кучсиз кислотада ҳосил булган тузлар ҳам катион, ҳам анион буйича гидролизланади.

Анион ортиқча кучли кислотада ҳосил булган тузлар (масалан, NH_4Cl , CuSO_4 , ZnCl_2) гидролизи. Бу турдаги гидролизнинг моҳияти шундан, эриган туз катиони ўзига сувдан гидроксил ионларни би-

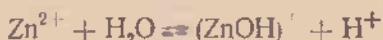
риктириб олади; шу сабабли эритмада водород ионлара концентрацияси ортиб кетади, масалан:



Агар туз катиони куп зарядли бўлса, гидролиз процесси бир неча босқич билан боради, натижада гидроксотузлар ҳосил бўлади, масалан:



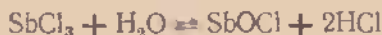
ёки



Бу тузнинг гидролизи одатдаги шароитда биринчи босқичнинг ўзи билан чегараланади.

Демак, кучсиз асос ва кучли кислотадан ҳосил бўлган тузларнинг эритмалари одатдаги шароитда кислотали муҳит ($\text{pH} < 7$) намоён қилади.

Баъзан кучсиз асос ва кучли кислотадан ҳосил бўлган тузларнинг гидролизи натижасида оксотузлар ҳосил бўлади, масалан:



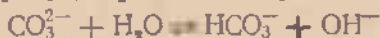
Кучли асос ва кучсиз кислотадан ҳосил бўлган тузларнинг гидролизи. Бундай тузлар гидролизланганида туз аниони сувнинг водород ионлари билан бирикиб, кучсиз электролитлар ҳосил қилади:



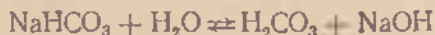
Туз аниони билан H^+ ионлар бириккан сайин сув молекулалари кўпроқ диссоциланиб, эритмада гидроксил ионлар концентрацияси орта боради. Бинобарин, ишқорий муҳит пайдо бўлади ($\text{pH} > 7$).

Кучли асос ва куп негизли кислотадан ҳосил бўлган тузлар босқичлар билан гидролизланади. Натижада нордон тузлар пайдо бўлади. Мисол тариқасида натрий карбонат Na_2CO_3 нинг гидролизини қараб чиқамиз:

биринчи босқич:



иккинчи босқич:

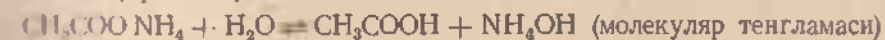


Na_2CO_3 гидролизининг биринчи босқичи иккинчи босқичига қараганда анча кучли ифодаланган, чунки H_2CO_3 ($K_1 = 4,45 \cdot 10^{-7}$) HCO_3^- ($K_2 = 4,69 \cdot 10^{-11}$) га нисбатан деярли 10000 марта кучли кислотадир.

Юқорида қараб чиқилган барча ҳолларда гидролиз қайтар тарзда содир бўлади. Бу ҳоллар учун массалар таъсири қонунини қўллаш мумкин. Гидролизланган заррачалар сонининг эритмада бўлган барча

эритмачалар сонига нисбати уша модданинг гидролизланиш даражаси деб аталади. Унинг қиймати модданинг табиатига, температурага ва эритманинг концентрациясига боғлиқ. Температура кўтарилганда ва эритма суьултирилганида айни модданинг гидролизланиш даражаси ортади. Купчилик тузларнинг гидролизланиш даражаси одатдаги шароитда жуда кичик бўлади. Масалан, 25°C да 0,1 н CH_3COONa нинг гидролизланиш даражаси $h = 0,007$ га, KCN ники 1,2% га тенг. Анион бўйича гидролизланадиган тузларнинг гидролизланиш даражаси ўша тузни ташкил қилган кислота қанчалик кучсиз бўлса, шунчалик катта бўлади.

• *Кучсиз кислота ва кучсиз асосдан ҳосил бўлган тузларнинг гидролизи.* Бу тузларнинг гидролизи ҳам анион, ҳам катион бўйича боради. Улар жуда кучли даражада гидролизланади, чунки бу тузлар анион ўзига водород ионларни, катион гидроксил ионларни бириктириб олади, мисол тариқасида аммоний ацетатнинг гидролизини қараб чиқамиз:



Ушбу ҳосил бўлган кучсиз кислота ва кучсиз асоснинг диссоциланиш константалари бир-бирига ниҳоятда яқин бўлса, бундай туз эритмаларида рН қиймати 7 га яқин бўлади.

Жуда ҳам кучсиз кислота, жуда ҳам кучсиз асосдан ташкил топган тузлар сувдаги эритмаларда қайтмас тарзда гидролизланади, масалан:



Кучли кислота ва кучли асосдан ташкил топган тузлар (масалан, HCl) гидролизга учрамайди, чунки уларнинг анион ва катионлари сувдаги реакцияга киришганида кучсиз электролитлар ҳосил бўла олмади. Сувнинг диссоциланиш мувозанати $\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{H}^+ + \text{OH}^-$ унга силлимайди. Бу тузларнинг сувдаги эритмаларида рН = 7 бўлади.

Хидролиз тасаввурларга кўра, гидролиз анча мураккаб процессдир. Гидролиз натижасида гидроксоаквакомплекслар ҳосил бўлади. Шў сабабли юқорида келтирилган гидролиз реакцияларининг тенгламаларини шартли тенгламалар деб қабул қилишга эришмиз.

Тажрибалар

1. тажриба. Гидролизга учрайдиган туз эритмаларидаги муҳит таъминоти. а) Бир пробиркага бир негизли кислота тузи (масалан, KNO_3) эритмасини, иккинчи пробиркага кўп негизли кислота тузи (масалан, Na_2CO_3) эритмасидан солинг; шиша таёқча билан бу эритмалардан лавмас қорол устига томчилатинг. Эритмада содир булаётган гидролиз процессини ифодалайдиган молекуляр ва ионли тенгламалар ёзинг. Қайси туз эритмасида гидролиз босқичлар билан боради?

6) Мис (II)-сульфат қандай гидролизланади? Унинг молекуляр ва ионли тенгламаларини ёзинг. Чиқарган хулосангиз туғри ёки нотуғри эканлигини тажрибада синаб кулинг.

Эритмаларни индикаторлар билан синаб куриб, натижаларини қуйидаги жадвалга ёзинг:

Туз формуласи	Лакмус рангининг узгариши	Муҳит реакцияси	Эритмадаги pH қиймати

2- тажриба. Гидролиз натижасида қандай таҳсилотлар ҳосил бўлишини текиштириб кўриш. Бир пробиркага темир (III)- хлорид FeCl_3 эритмасидан олиб, уни лакмус қоғоз билан синаб кулинг. FeCl_3 гидролизининг биринчи босқичи учун тенглама ёзинг. FeCl_3 эритмасига озгина магний қуқуни солинг. Газ ажралиб чиқади. У қандай газ? Реакция тенгламасини ёзинг.

3- тажриба. Гидролизланиш даражасига температуранинг таъсири. FeCl_3 ва CH_3COONa эритмаларидан 3 мл дан олиб, бир-бири билан аралаштиринг. Бу моддалар орасида алмашишини реакцияси бораётгани сезилмайди. Энди эритмалар аралашмасини қайнагунча қиздириг. Қўнғир чўкма $[\text{Fe}(\text{OH})_2\text{CH}_3\text{COO}]$ ҳосил бўлади. Дафтарингизга темир (III)- ацетат тузининг ҳосил бўлиш тенгламасини ёзинг.

4- тажриба. Эритмани суюлтиришининг гидролиз даражасига таъсири. Пробиркага 1 мл сурьма (III)- хлорид эритмаси солиб, унга то чўкма ҳосил бўлгунча бир неча томчи дистилланган сув қўшинг. Эритма суюлтирилгунча SbCl_3 нинг гидролизи биринчи босқич билан боради. Эритма суюлтирилганидан кейин иккинчи босқич кучаяди ва антимонил хлорид SbOCl ҳосил бўлади. Шу фикрларни эътиборга олиб, SbCl_3 нинг гидролизланиш реакциялари тенгламаларини ёзинг.

Эритмани келгуси тажриба учун сақлаб қўйинг.

5- тажриба. Гидролизнинг қайтарлиги. а) 4-тажрибада ҳосил қилинган чўкмани эритмага то чўкма эриб кетгунча HCl эритмаси қўшинг; сўнгра устига яна сув қўйинг. Қандай ҳодиса кузатилади? Гидролиз мувозанатига водород ионлар концентрациясининг узгариши қандай таъсир этади?

б) Натрий ацетатнинг 0,5 н эритмасидан озгина олиб, унга 2—3 томчи фенолфталеин қўшинг. Эритма қандай рангга ўтишини дафтарга ёзиб олинг. Сўнгра эритманинг ярмисини бошқа пробиркага (контрол намуна тарзида) қўйиб қўйинг. Қолган суюқликни қайнагунча қиздириг. Эритма қандай рангга ўтади? Бу рангни «контрол» эритма ранги билан солиштириб кулинг. Кузатилган ҳодисани изоҳлаб беринг.

6- тажриба. Тузлиқ гидролиз. Пробиркага алюминий тузи эритмасидан олиб, унинг устига натрий карбонат Na_2CO_3 эритмасидан қўйинг. Пробиркани қиздириг, ҳосил бўлган чўкмани филтрлаб олинг; чўкмани қайноқ сув билан ювиб, ортиқча Na_2CO_3 ни йўқотинг. Ҳосил

аллишга чўкма алюминий карбонат бўлмай, балки алюминий гидроксид эканлигини исбот қилинг. Алюминий карбонатнинг ҳосил бўлиш ва гидролизланиш реакциялари тенгламаларини тузинг.

Машқ ва топшириқлар

1. Гидролиз даражаси, гидролиз константаси тушунчаларига таъриф беринг.

2. Кучли асос ва кучсиз кислотадан ташкил топган тузларнинг эритмалари учун:

$$K_{\text{гидр}} = \frac{K_{\text{H}_2\text{O}}}{K_{\text{кисл}}} \text{ ва } h = \sqrt{\frac{K_{\text{H}_2\text{O}}}{K_{\text{кисл}} C_{\text{туз}}}}$$

формулаларини чиқаринг.

3. Кучсиз асос ва кучли кислотадан ҳосил бўлган тузлар учун

$$K_{\text{гидр}} = \frac{K_{\text{H}_2\text{O}}}{K_{\text{асос}}} \text{ ва } h = \sqrt{\frac{K_{\text{H}_2\text{O}}}{K_{\text{асос}} C_{\text{туз}}}}$$

формулаларини чиқаринг.

4. Кучсиз асос ва кучсиз кислотадан ташкил топган тузлар учун

$$K_{\text{гидр}} = \frac{K_{\text{H}_2\text{O}}}{K_{\text{асос}} K_{\text{кисл}}} \text{ ва } h = \sqrt{\frac{K_{\text{H}_2\text{O}}}{K_{\text{асос}} K_{\text{кисл}}}}$$

формулаларини чиқаринг.

5. Na_2CO_3 , NaBr , K_2CO_3 , CuSO_4 , KNO_3 , KI , AlCl_3 тузлар берилган. Уларнинг қайсилари гидролизланади? Тегишли тенгламаларни ёзинг.

6. K_2CO_3 нинг босқичлар билан гидролизланиш тенгламаларини ёзинг.

7. AgNO_3 эритмаси лакмусга нейтрал таъсир кўрсатади. Сизнингча, AgOH қандай асос — кучлими, кучсизми?

8. $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ ва K_2S ларнинг эритмалари бир-бирига қушилганида $\text{Al}(\text{OH})_3$ чўкмага тушади. Содир бўлган реакцияларнинг тенгламаларини ёзинг.

20- §. ОКСИДЛАНИШ-ҚАЙТАРИЛИШ РЕАКЦИЯЛАРИ

Барча химиявий реакциялар элементлар атомларининг оксидланиш даражаси ўзгариш-ўзгармаслигига қараб икки гурппага бўлинади. Реакция натижасида элементлар атомларининг оксидланиш даражаси ўзгарса, бундай реакцияларни *оксидланиш-қайтарилиш* реакциялари дейилади. Бу реакцияларнинг электрон намуналарини П. В. Писаржевский ва С. А. Дани томонидан яратилган. Бу намунада кўра элементлар атомлари оксидланиш даражасининг ўзгаришига сабаб реакция натижасида электронлар бир турдаги атомлардан бошқа турдаги атомларга кўчиб ўтишидир, масалан:

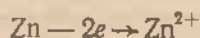


реакцияда электронлар водород атомларидан мис атомларига ўтиб, мисни қайтаради. Бу реакцияда водород — қайтарувчи, мис (II)-оксид эса оксидловчи ролини бажаради.

Бирор молекула таркибидаги атом оксидланса, унинг оксидланиш даражаси ортади, қайтарилганда эса оксидланиш даражаси пасаяди. Ўзидан электрон берган атом ёки ион қайтарувчи, электронлар қабул қилган атом ёки ион эса оксидловчидир. Оксидланиш ва қайтарилиш процесслари бир вақтда содир бўлади, бир заррача оксидланганида бошқа заррача қайтарилади.



реакцияда рух атоми ўзининг икки электронини мис атомига бериб оксидланади, мис эса уларни бириктириб олиб қайтарилади. Бу процессни қуйидаги электрон баланс тенгламалар шаклида ифодалаймиз:



Қайтарувчилар жумласига барча элементларнинг нейтрал ҳолатдаги атомлари (фтор ва баъзи «инерт» газлардан ташқари) киради. Ионланиш потенциаллари кичик бўлган элементларнинг атомлари айниқса кучли қайтарувчанлик хоссасига эга бўлади. Оксидланиш даражаси манфий ишорага эга бўлган металлмас элементларнинг ионлари ҳам қайтарувчилардир, чунки улар ортқча электронларини бошқа моддаларга бера олади. Масалан, I^- , Br^- , Cl^- , S^{2-} ионлари қайтарувчилардир; оралиқ мусбат оксидланиш даражасига эга бўлган баъзи элемент ионлари (Fe^{2+} ва Sn^{2+} каби) ҳам қайтарувчилар жумласига киради.

Оксидловчилар жумласига металлмасларнинг эркин атомлари, мусбат оксидланиш даражасига эга бўлган оралиқ ионлар ва юқори мусбат оксидланиш даражасига эга бўлган элементларнинг атомлари киради.

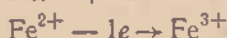
Оксидланиш-қайтарилиш реакцияларининг тенгламаларини тузиш учун реакцияда иштирок этувчи ва реакция натижасида ҳосил бўладиган моддаларнинг формулаларини билиш зарур. Бу тенгламалар учун стехиометрик коэффициентларни икки усулда: электрон-баланс методи ва ярим реакциялар (ёки электрон ион) методи билан ташлаш мумкин. Бунда қуйидаги қоидаларга риоя қилиш керак: 1. Қайтарувчи модданинг атом ёки ионлари йўқотган электронларнинг умумий сонга оксидловчи модда қабул қилган электронларнинг умумий сонига тенг бўлади. 2. Тенгламанинг чап томонидаги зарядларнинг алгебраик йиғиндиси ўнг томондаги зарядларнинг алгебраик йиғиндисиغا тенг бўлиши керак. 3. Агар оксидланиш-қайтарилиш реакцияси натижасида O^{2-} ионлар ҳосил бўлса, улар кислотали муҳитда водород ионлари билан бирикиб, сув молекулаларига айланади, нейтрал эритмаларда эса гидроксил ионлари ҳосил қилади:



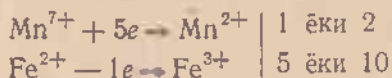
Коэффициентлар танлашнинг электрон-баланс методиди энг аввал реакция схемасини ёзиб, оксидланиш даражаси ўзгарган элементлар билан олинади, масалан:



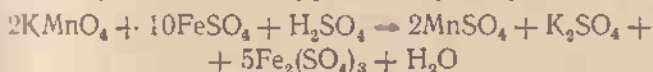
Реакцияда Mn нинг оксидланиш даражаси +7 дан +2 га, Fe нинг оксидланиш даражаси эса +2 дан +3 га утади. Шундан кейин оксидловчи ва қайтарувчилар учун айрим-айрим электрон тенгламалар тузилади:



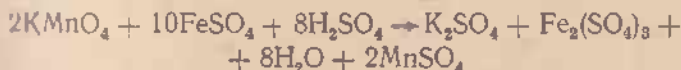
Марганецнинг ҳар қайси атоми 5 тадан электрон қабул қилади, темирнинг ҳар қайси атоми эса фақат 1 тадан электрон беради. Электронларнинг умумий сонини бир-бирига тенглаш (баланс қилиш) учун юқоридаги тенгламаларни қуйидагича кўчириб ёзамиз:



Бу реакциядаги қайтарувчи ёки оксидловчи моддаларнинг формулаларини олдиға бу топилган коэффициентларни қўямиз:



Реакцияда иштирок этган бошқа моддалар учун коэффициентлар танлашда тенгламанинг чап ва ўнг томонини бир-бири билан тенглаштириб тақдослаб чиқиб, зарурий сонларни қўямиз-да, ниҳоят энг охириги тенгламани ҳосил қиламиз:



Ион-электрон методиди ёки ярим реакциялар методиди тенглашнинг иккинчи учун биринчи навбатда айна процесснинг ионли тенглашга тузилади, сўнгра ҳар қайси элементнинг атомлар сони схеманинг ўнг ва чап томонида бир-бирига тенг бўлишига эришилади. Ион-электроннинг иккала томонидаги зарядлар сони тенглаштирилади.

Мисол тариқасида MnO_4^- ионнинг кислотали муҳитда Mn^{2+} га қайтарилуш процесси учун ион-электронли тенглама тузишни қарайлик.

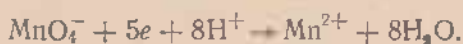
1. Процесснинг ионли тенгламаси схемасини ёзамиз:



2. Ҳар қайси элементнинг ўнг ва чап томонидаги атомлар сонини тенглаштирамиз; MnO_4^- иондаги тўртта кислород атомини йўқотиш (сув ҳолатини ўтказиш) учун саккизта H^+ ион керак бўлади.



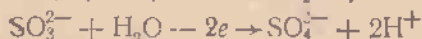
3. Зарядлар сонини тенглаштирамиз. Схеманинг унг томонида мусбат зарядлар сони $+2$ га, чап томонида эса $(-1) + 8 = +7$ та. Бинобарин схеманинг чап томониغا 5 та электрон қушиш керак: улар марганецни MnO_4^- — ҳолатидан Mn^{2+} ҳолатига қадар қайтаради; энди схема қуйидаги шаклни олади:



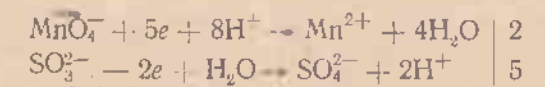
Бу 5 та электронни қайтарувчи модда бериши лозим. Фараз қилайлик, қайтарувчи сифатида калий сульфит K_2SO_3 олинган бўлсин. У реакция вақтида оксидланиб, калий сульфат (K_2SO_4) га айланади. SO_3^{2-} ионнинг оксидланиш процессини қуйидагича ёзамиз: (кислородни сув молекуласи беради):



Қуриб чиқилган қайтарилиш ва оксидланиш процесслари тенгламаларини қуйидагича айрим-айрим ҳолда ёзамиз:



Биринчи тенгламани 2 га, иккинчисини 5 га купайтириб, сунгра уларнинг йиғиндисини оламиз:



Буни молекуляр тенглама шаклида ёзиш қийин эмас:



Оксидловчилар билан қайтарувчилар ўзаро эквивалент миқдорларда реакцияга киришади. Оксидловчининг эквивалентини топиш учун унинг молекуляр массасини аynи реакцияда шу оксидловчи қабул қилган электронлар сонига бўлиш керак; қайтарувчининг эквивалентини топиш учун унинг молекуляр массасини аynи реакцияда қайтарувчи берган электронлар сонига бўлиш лозим. Масалан, KMnO_4 кислотали, нейтрал ва ишқорий муҳитларда K_2SO_3 таъсиридан қайтарилган бўлсин. Бу ҳолатда оксидловчи ва қайтарувчининг эквивалентини қуйидагича топамиз. Энг аввал тенгламаларни ёзамиз:

Кислотали муҳитда:



Оксидловчининг эквиваленти:

$$\mathcal{E}_1 = \frac{M_{\text{KMnO}_4}}{5} = \frac{158}{5} = 31,59$$

Қайтарувчининг эквиваленти:

$$\mathcal{E}_2 = \frac{M_{\text{K}_2\text{SO}_3}}{2} = \frac{158}{2} = 79.$$

чунки оксидловчи 5 та электрон қабул қилади, қайтарувчи 2 та электрон беради.

Нейтрал муҳитда



Бу ҳолда оксидловчи 3 та электрон олади, қайтарувчи 2 та электрон беради: оксидловчининг эквиваленти

$$Э_1 = \frac{M_{\text{KMnO}_4}}{3} = \frac{158}{3} = 52.7$$

Қайтарувчининг эквиваленти

$$Э_2 = \frac{M_{\text{K}_2\text{SO}_3}}{2} = \frac{158}{2} = 79$$

Демак, 1 моль K_2SO_3 ни кислотали муҳитда оксидлаш учун 2/5 моль KMnO_4 керак бўлса, ишқорий муҳитда 1 моль K_2SO_3 ни оксидлаш учун 2 моль KMnO_4 керак булади. Демак, KMnO_4 дан кислотали муҳитда фойдаланиш мақсадга мувофиқдир.

Моддаларнинг эритмаларидаги оксидловчилик ва қайтарувчилик хосса-ларини миқдорий жиҳатдан характерлаш учун уларнинг электрод потенциаллари ёки оксидланиш-қайтарилиш потенциаллари қийматидан фойдаланилади (14-жадвал). Айни модданинг электрод потенциаллари қийматга эга бўлса, у шунча кучли қайтарувчилик хоссага эга бўлиши мумкин қилади ва, аксинча, у қанча катта қийматга эга бўлса, оксидловчилик хоссага эга булади. Мисол тариқасида



Биринчиси куриб чиқайлик. Бу ерда биз иккита оксидланиш-қайтарилиш жуфтига эгамиз. Биринчиси $\text{F}_2/2\text{F}^-$, иккинчиси $\text{H}_2/2\text{H}^+$; уларнинг нормал электрод потенциаллари $E_1^\circ = 2,85 \text{ В}$; $E_2^\circ = -2,23 \text{ В}$. Систе-мадаги оксидланиш-қайтарилиш потенциаллари қанчалик катта бўлса, оксидланган формаси шунчалик кучли оксидловчи хоссага эга бўлади, деган қоидага асосланиб, F_2 жуда кучли оксидловчи, H_2 жуда кучли қайтарувчидир деган хулосага келамиз. Оксидланиш-қайтарилиш потенциаллари қийматларидан фойдаланиб, биринчидан, оксидланиш-қайтарилиш реакциясининг қайси йуналишда боришини аниқлаш мумкин; иккинчидан, оксидланиш-қайтарилиш процессининг мувозанат константасини (бинобарин, реакция унумини) ҳисоблаш мумкин. Агар оксидловчи жуфтининг нормал электрод потенциалдан қайтарувчи жуфтининг нормал электрод потенциалини оқшатишдан ҳосил буладиган айрма (яъни шу системадан ташкил толувчи элементнинг электр юритувчи кучи) мусбат қийматга эга бўлса, берилган оксидланиш-қайтарилиш реакция чапдан унга боришга олини. Масалан:



Куриб чиқайлик.

Бу реакцияда иккита оксидланиш-қайтарилиш жуфтлари иштирок этади: бири $\text{Fe}^{3+}/\text{Fe}^{2+}$ жуфти булиб, унинг оксидланиш-қайтарилиш

нормал потенциал $E_1^0 = 0,771 \text{ В}$; иккинчиси I_2/I^- жуфти, унинг потенциал $E_2^0 = 0,54 \text{ В}$ га тенг. Улар орасидаги айирма $E_1 - E_2 = 0,771 - 0,54 = 0,231 \text{ В}$, мусбат қийматга эга. Шунинг учун



реакция амалга оша олади: калий йодид оксидланади; темир-(III)-хлорид қайтарилади. Лекин темир (III)-хлорид калий бромидни оксидлай олмайди, чунки $\text{Br}_2/2\text{Br}^-$ жуфтнинг оксидланиш-қайтарилиш нормал потенциал $1,07 \text{ В}$ га тенг.

$\text{Fe}^{3+}/\text{Fe}^{2+}$ билан $\text{Br}_2/2\text{Br}^-$ жуфтларининг нормал потенциаллари орасидаги айирма манфий қийматга эга:

$$0,771 - 1,07 = -0,30 \text{ В}$$

Демак, реакция чапдан унга бора олмайди.

Энди оксидланиш-қайтарилиш реакцияларининг мувозанат константасини ҳисоблаб топиш учун зарур булган формулани келтираемиз:

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

Бу ерда E_0 ва E_1 — реакцияда иштирок этган оксидланиш-қайтарилиш жуфтларининг нормал потенциаллари, K — мувозанат константаси, n — қайтарувчидан оксидловчига ўтган электронлар сони.

Таъриблар

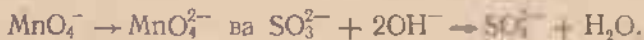
1- таъриб. Оддий моддаларнинг оксидланиш-қайтарилиш реакциялари. а) Пробиркага калий йодид KI эритмаси солиб, унинг устига бир неча томчи хлорли сув (хлор билан туйинтирилган сув) томизилади. Эритмада йод ҳосил булганлиги ва яна эритма рангсизланганлиги кузатилади; рангсизланишнинг сабаби шундаки, I_2 оксидланиб, IO_3^- ионга ўтади. Содир булган реакциялар тенгламаларини ёзинг.

б) Пробиркага йод эритмасидан солиб, унинг устига H_2SO_3 (ёки сульфат кислота қушилган Na_2SO_3) эритмаси қушилади. Йод эритмаси рангсиз бўлиб қолади. Реакция тенгламасини ёзинг.

в) Пробиркага 1—2 булак рух метали солиб, унинг устига $\text{Pb}(\text{CH}_3\text{COO})_2$ эритмаси қушилади. Қўрғошин ажралиб чиқади.

2- таъриб. Калий перманганатнинг оксидловчилик хossalари. а) Пробиркага (мухит сифатида) сульфат кислота эритмаси солиб, унинг устига KMnO_4 ва Na_2SO_3 эритмалари қушилади. Калий перманганат эритмаси рангсизланади. Реакция тенгламасини ёзинг. (Схемаси: $\text{MnO}_4^- + \text{SO}_3^{2-} + \text{H}^+ \rightarrow \text{Mn}^{2+} + 4\text{H}_2\text{O} + \text{SO}_4^{2-}$. Ярим-реакциялар схемаси: $\text{MnO}_4^- + 8\text{H}^+ \rightarrow \text{Mn}^{2+} + 4\text{H}_2\text{O}$ ва $\text{SO}_3^{2-} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{SO}_4^{2-} + 2\text{H}^+$.

б) Пробиркага KMnO_4 эритмасидан солиб, унинг устига худди шунча ҳажмда концентранган KOH эритмаси қушинг. Сўнгра Na_2SO_3 эритмасидан солинг. Эритма яшил рангга ўтади. Реакция тенгламасини ёзинг. Ярим реакциялар схемаси:



а) Пробиркага KMnO_4 эритмасидан солиб, унинг устига озгина H_2O_2 , эритмаси қўшинг. Қўнғир тусли чуқма (MnO_2) пайдо бўлади. Реакция тенгламасини ёзинг (Ярим-реакциялар схемаси: $\text{MnO}_4^- + 2\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{MnO}_2 + 4\text{OH}^-$ ва $\text{SO}_3^{2-} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{SO}_4^{2-} + 2\text{H}^+$)

3. тажриба. Водород пероксиднинг оксидлаш хоссалари. а) Бир мл калий йодид эритмасига озгина сульфат кислота қўшиб, унинг устига бир неча мл водород пероксид эритмаси қўйинг. Эркин йод ажралиб чиқиши кузатилади. Реакция тенгламасини ёзинг (ярим-реакциялар схемаси)



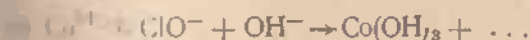
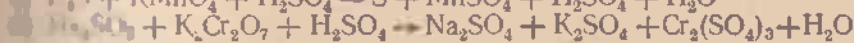
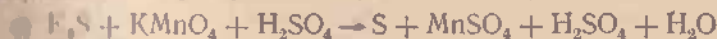
б) Қўрғошиннинг бирор тузи эритмасига Na_2S эритмасидан озгина солиб қора тусли Рв чуқмаси ҳосил қилинг. Чуқмани филтрда суздириб, унга водород пероксид эритмаси қўйинг. Чуқманинг қора ранги оқаради. Реакция тенгламасини ёзинг.

4. тажриба. Калий бихроматнинг оксидлаш хоссалари. а) Озгина H_2O_2 эритмасига сульфат кислота эритмасидан қўшиб, унинг устига $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ эритмаси солинади. Эритманинг ранги ўзгаради, чунки хром (VI) бирикмалари қайтарилиб, хром (III) бирикмаларига ўтади. Реакция тенгламасини ёзинг. (схемаси: $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-} + \text{SO}_3^{2-} + \text{H}^+ \rightarrow 2\text{Cr}^{3+} + \text{H}_2\text{O}$ ва $\text{SO}_3^{2-} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{SO}_4^{2-} + 2\text{H}^+$).

б) Сульфат кислота эритмаси қўшилган калий бихромат эритмасида H_2O_2 эритмасидан кўп миқдорда солинг. Эритма қандай рангга ўзгаради? Содир бўлган реакция тенгламасини ёзинг (ярим-реакциялар схемаси: $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-} + 14\text{H}^+ \rightarrow 7\text{H}_2\text{O} + 2\text{Cr}^{3+}$ ва $\text{C}_2\text{O}_4^{2-} - 2e \rightarrow 2\text{CO}_2$)

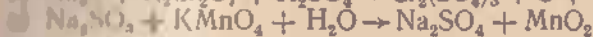
Машқ ва топшириқлар

1. Қўйида келтирилган процесслар учун ион-электронли тенгламалар ёзинг ва ярим-реакциялар схемасини тузинг:

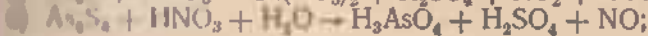
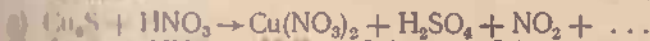


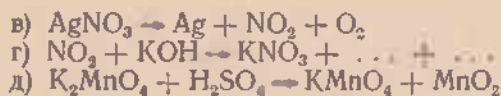
2. Қўйида келтирилган реакциялар учун тулиқ ҳолда ион ва молекуляр тенгламалар тузинг.

3. Қўйида келтирилган реакцияларнинг ионли ва молекуляр тенгламаларини ёзинг:



4. Қўйида келтирилган тенглама схемаларини охиригача етказинг:





21- §. ГАЛОГЕНЛАР

Галогенлар даврий системанинг VII группа асосий группачаси элементлари бўлиб, бу группагача водород, фтор, хлор, бром, йод, ва астат элементлари киради.

Галогенлардан фтор, хлор, бром ва йод табиятда анча кенг тарқалган, астат табиий радиоактив моддаларнинг емирилишидан ҳосил бўладиган маҳсулотлар таркибида учрайди. У сунъий равишда ядро реакциялари ёрдамида ҳосил қилинади.

Галогенлар типик металлмас элементлар бўлиб, химиявий реакциялар пайтида ўзининг сиртқи электрон қаватларини $ns^2 np^5$ конфигурациядан $ns^2 np^6$ конфигурацияга ўтказишга интилади. Группа ичида юқоридан пастга томон атом радиусларининг ортиб бориши туфайли галогенларнинг электрон бириктириб олиш қобилияти (яъни оксидловчилик хоссалари) сусайиб боради. Буни галогенларнинг электронга мойиллик энергияларининг камайиб боришидан ҳам куриш мумкин:

Элементлар	фтор	хлор	бром	йод
Атом радиуси, Å	0,64	1,07	1,19	1,86
Электронга мойиллик энергияси, ккал/моль	81,2	86,5	81,5	74,2

Галогенларнинг электронейтрал атомлари металллар билан валентий электроманфийликлари (НЭМ) галогенларнинг нисбий электроманфийликларидан кичик бўлган металлмаслар билан реакцияга киришиб ҳосил қилган бирикмаларида уларнинг оксидланиш даражалари -1 га тенг бўлади.

Фтордан бошқа ҳамма галогенлар оксидлаш хоссаларидан ташқари қайтариш хоссаларини ҳам намоён қилади.

Галогенлар газ ҳолатида икки атомли молекулалар ҳосил қилади. Бу молекулаларда атомларaro боғланиш энергияси хлордагига қараганда ($\text{Cl}_2 \rightarrow 2\text{Cl} + 58,87$ ккал) фторда кичик ($\text{F}_2 \rightarrow 2\text{F} + 37$ ккал) бўлгани учун фтор молекуласининг атомар фторга айланиши осон бўлади ва шу сабабли фтор химиявий жиҳатдан хлорга нисбатан кучли оксидловчи ҳисобланади.

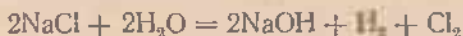
Галогенлар химиявий жиҳатдан актив моддалар бўлгани учун улар табиятда фақат бирикмалар таркибида учрайди. Фтордан бошқа галогенларни уларнинг бирикмаларига турли оксидловчилар таъсир эттириб олиш мумкин. Фтор бирикмаларидан электролиз йўли билан (кўпинча, $\text{KF} \cdot \text{HF}$ ёки $\text{KF} \cdot 2\text{HF}$ таркибли тузини суяқлантириб) олинади.

22- §. ХЛОР ВА ВОДОРОД ХЛОРИД

Хлорни лабораторияда хлорид кислотага ($d = 1,19$) кучли оксид-ленилар (MnO_2 , $KMnO_4$, $K_2Cr_2O_7$) таъсир эттириб олинади.

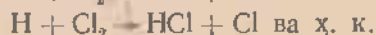
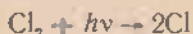
Одатдаги шароитда эркин ҳолатдаги хлор сарғиш-яшил тусли газ бўлиб, ҳаводан тахминан 2,5 марта оғир (нормал шароитда ўлчанган 1 л хлор 3,21 г келади). Хона температурасида бир ҳажм, сувда 2,5 ҳажм хлор эрийди. Унинг сувдаги эритмаси «хлорли сув» дейилади.

Хлор саноатда ош тузининг сувдаги эритмасини электролиз қилиш пули билан олинади. Электролиз процесси қуйидаги умумий тенгламага мувофиқ боради:



Хлор ишқорий, ишқорий-ер ва баъзи бошқа металллар билан оддий шароитда, бошқа металллар билан эса юқори температурада бирикиб, металл хлоридларни ҳосил қилади.

Хлор водород билан аралаштирилиб, газлар аралашмасига босонита қуёш нури таъсир эттирилса, ёки аралашма ёндирилса, H_2 билан Cl_2 реакцияга киришиб водород хлорид ҳосил қилади. Бунинг сабаби шундаки, ёруғлик таъсирида аралашмада реакциянинг бошланишига сабаб бўладиган заррачалар — хлор атомлари ҳосил бўлади. Хлор атомлари водород молекуласи билан ишончли равишда реакцияга киришади ва натижада янги актив заррача — водород атомлари ҳосил бўлади. Шундай қилиб, қуйидаги занжирли реакция содир бўлади:



Хлорни вақтда саноатда кўп миқдорда водород хлорид олиш учун водород хлор атмосферасида ёндирилади.

Хлор фосфор билан ҳам оддий шароитда бирикади. Галоген-хлоридлар қатор мураккаб моддалар, масалан сув, туйинган, туйинмаган углеводородлар ва бошқалар билан ҳам муайян шароитда реакцияга киришади.

Водород галогенидлар орасида энг кўп ишлатиладигани водород хлорид бўлиб, лабораторияда қуруқ ош тузига концентрланган сульфат кислота таъсир эттириб олинади. Саноатда у водород ва хлордан синтез қилинади.

Водород хлорид ўткир ҳидли, рангсиз газ. У сувда жуда яхши (ушбу температурасида 1 ҳажм сувда 500 ҳажм) эрийди. Водород хлорид сувда яхши эриши туфайли у ҳавога тарқалганда ҳаводан янглиғ таъсиридан хлорид кислотанинг жуда майда томчилари иборат тутун ҳосил қилади.

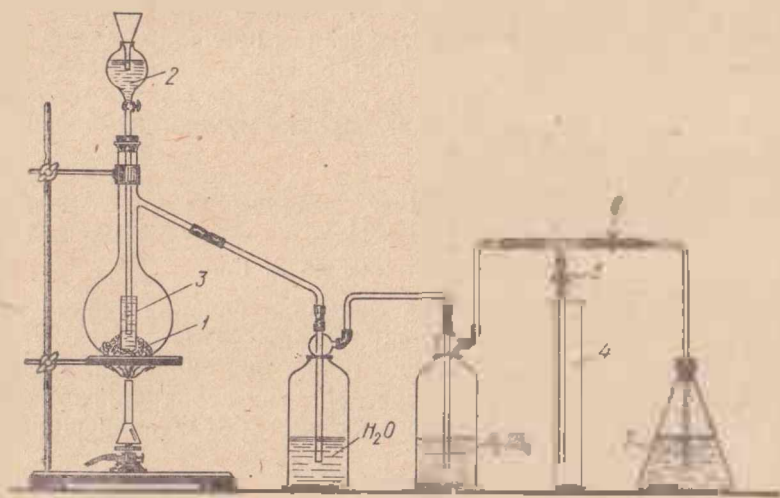
Концентрланган хлорид кислотада энг кўп деганда 37% водород хлорид эриган бўлиб, кислотанинг зичлиги $1,19 \text{ г/см}^3$ бўлади. 10,24% ли хлорид кислота эритмаси азеотроп (компонентларга ажралимай қатнайдиган) эритма ҳисобланади.

Тажрибалар

1. Хлорнинг олиниши

а) Учта катта пробирка олиб, улардан биринчисига марганец (IV)-оксид, иккинчисига калий бихромат ва учинчисига калий перманганатнинг нухатдек бўлагини солинг ва уларнинг ҳар бирига хлорид кислотанинг концентрланган ($d=1,19$) эритмасидан 1 мл дан қуйиб, пробиркаларнинг оғзини резина пробка билан беркитинг. Биринчи ва иккинчи пробиркаларни алангада озгина иситинг.

Ҳар учала пробиркаларда ҳам хлор ажралиб чиққанини унинг рангидан билиб олишингиз мумкин. Бунинг учун пробиркаларнинг орқасига оқ қоғоз тутинг. Хулосангизни ёзиб қўйинг. Хлорнинг ҳидидан билиш учун пробиркалардан бирининг оғзини очиб, газларни ҳидлаб куриш қондасига мувофиқ уни ҳидлаб куриш ҳам мумкин. Кузатиш реакцияларнинг тенгламаларини ёзинг, уларни оксидланиш-қайтарилиш нуқтаи назаридан тушунтириб беринг.



36- расм. Хлор олиш асбоби.

б) 36-расмга қараб хлор олиш асбобини йиғинг. Вюрц колбасига (1) марганец (IV)-оксиддан (унинг ўрнида калий бихромат ёки калий перманганатдан фойдаланса ҳам бўлади) 5 грамм солиб, унинг устига томизгич воронкадаги (2) хлорид кислотанинг концентрланган эритмасидан ($d=1,19$) томизиб қуйинг. Асбобни йиғишда томизгич воронка найчаси учига калта пробиркадан ясалган гидравлик сақлагич (3) ўрнатилиши мақсадга мувофиқ. Нима учун? Колбани қиздириш зарурми ёки йўқлиги ҳақида юқорида бажарилган тажрибаларга асосланиб ўзингиз уйлаб куринг.

Ажралиб чиқаётган хлорни ҳажми 50—100 мл бўлган цилиндрларга (4) йиғинг ва улар газга тулгандан кейин оғзини шиша пластинка билан (агар хлор катта пробиркаларга йиғилса, уларнинг оғзини полиэтилен ўралган пробкалар билан) беркитиб, кейинги тажрибалар учун сақлаб қўйинг.

Идишларга хлор йиғишда асбобдаги қисқич (6) ни беркитиб, қисқич (5) ни очиб қўясиз. Ҳар бир идишга газ тулдирилгандан кейин уни иккинчи идиш билан алмаштиришда қисқич (6) ни очиб қисқич (5) ни беркитиб қўясиз. Шундай қилинганда ажралиб чиқаётган хлор ютувчи идишдаги (7) сувга (сув ўрнида ишқор эритмасидан фойдаланса ҳам бўлади) ютилади ва ҳавога кам тарқалади.

Эслатма. Нечта идишни хлор билан тулдириш лозимлиги унинг химиявий аломатларини ўрганиш учун ўтказиладиган тажрибалар сонига қараб аниқланади.

Ҳамма идишлар хлор билан тулдирилгандан кейин асбобни мушунли шкафта қисмларга ажратиб ювиб қўйилади.

2. Металлларнинг хлорда ёниши

а) Темир сим олиб, унинг учини букиб илмоқ ҳосил қилинг ва илмоққа ингичка мис толалари боғламини енгилгина ўранг. Мис толаларини алангада қиздириб, уни тезлик билан хлор йиғилган идишлардан бирига тушинг. Мис хлор муҳитида ёнганда содир бўладиган ҳодисаларни кузатиб, ҳулосангизни ёзиб қўйинг.

Миснинг ёниши тугаши билан пробирканинг (ёки цилиндри) оғзини беркитиб, совитиш учун қолдириг. Реакция тенгламасини ёзинг. Идиш совигандан кейин унга озроқ сув қўйиб чайқатинг. Эритманинг ранги қандай бўлишини белгилаб олинг ва унинг сабабини тушунтириб беринг.

б) Темир сим илмоғига ингичка темир толалари боғламини ўраб олиб, уни алангада қиздириг ва аввалги тажрибадаги сингари идиш билан хлор йиғилган идишлардан бирига тушинг.

Темирнинг хлорда ёнишини кузатиш ва реакция аломатларини белгилаб олинг. Реакция тугаши билан идишнинг оғзини беркитиб, совитиш учун қолдириг. Реакция тенгламасини ёзинг. Идиш совигандан кейин унга бир оз сув қўйиб чайқатинг. Эритманинг ранги қандай бўлишини белгилаб олинг ва унинг сабабини тушунтириб беринг.

в) Унинг тайёрланган сурьма талқонидан қоғоз варағига озгина олиб, уни хлор йиғилган идишлардан бирига секин-аста секин содир бўлган химиявий реакция аломатларини ёзиб олинг. Реакция тенгламасини ёзишда сурьманинг оксидланиш даражаси учун белгига тенг бўлишини унутманг.

г) Қалайнинг юлқа пластинкасидан лентасимон қилиб қирқиб олиб, уни қисқичда тутган ҳолда алангага тутиб қиздириг ва

хлорли идишга туширинг. Реакция аломатларини ёзиб олинг ва тенгламасини тузинг.

д) Натрий металидан нухатдек бўлагини қирқиб олиб, уни филътр қоғози билан артиб қуритинг ва асбест қопланган темир қошиқчага солиб алангага тутинг. Натрий суюқланиши билан қошиқчани хлор тўпланган идишга туширинг. Натрийнинг хлорда ёнишини кузатинг, реакция аломатларини белгилаб тенгламасини ёзинг.

Эслатма. а, б, г ва д пунктлардаги тажрибаларни ўтказиш учун мулжалланган идишларни хлор билан тўлдиришдан олдин уларга озроқ кум солиб қуйини мақсадга мувофиқ (нима учун?)

3. Хлорнинг металлмаслар билан ўзаро таъсири

а) Битта пробиркага тоза водород, иккинчи пробиркага эса хлор тўлдириг. Водород тўлдирилган пробирканинг оғзини пастга қилиб хлор тўлдирилган пробирка оғзига тутинг ва пробиркаларни бир неча марта тункариш йўли билан газларни аралаштиринг. Шундан кейин ҳар икки пробирка оғзини алангага тутинг. Нимани кузатдингиз? Реакция содир бўлгандан кейинроқ ҳар икки пробиркага озроқ сув қуйиб чайқатинг ва ҳосил бўлган эритмани лакмус билан синаб кўринг. Реакция тенгламасини ёзинг.

б) Олдиндан қуритилган қизил фосфор кукунидан озгинасини темир қошиқчага солиб, хлор йиғилган идишга туширинг. Фосфор хлорда ёнганда бўладиган реакция аломатларини белгилаб олинг. Реакция тенгламасини ёзишда фосфор хлоридлар ҳосил бўлишини назарда тутинг. Хлор ва фосфорнинг қайси бири оксидловчи ва қайси бири қайтарувчи бўлишини кўрсатинг.

4. Хлорнинг органик моддалар билан ўзаро таъсири

а) Озгина шиша пахтага (ёки филътр қоғозга) иситилган скипидар ($C_{10}H_{16}$) шимдириб, уни салгина сиқиб олинг-да қисқич билан тутиб турган ҳолда хлор тўлдирилган идишга ташланг. Агар идишдаги хлор миқдори етарли бўлса, у ҳолда шиша пахта (ёки филътр қоғоз) тездан алангаланиши, қурум ҳосил бўлиши пробиркадан отилиб чиқиши мумкин (эҳтиёт бўлинг!). Агар идишдаги хлорнинг миқдори озроқ бўлса, тажриба пайтида қурум ҳосил бўлиши кузатилади, холос. Кузатилган ҳодисаларнинг моҳиятини тушунтиринг. Реакция тенгламасини ёзинг.

б) Ингичка шам таёқчасининг бир бўлагини темир қошиқчага ўрнатиб, уни ёқинг-да хлор йиғилган идишга туширинг. Шам хлорда ёнганда содир бўладиган ўзгаришларни (аланга рангинини ўзгаришини ҳам) кузатинг ва уларнинг моҳиятини изоҳлаб бери-ринг.

5. Хлорли сув ва унинг хоссалари

а) Пробиркага 2—3 мл хлорли сув қуйиб, уни лакмус билан синиб қуриш ва эҳтиётлик билан ҳидланг. Кузатилганларни изоҳлаб бериш.

б) Пробиркага хлорли сувдан 2—3 мл қуйиб, устига уювчи натрий эритмасидан 1—2 томчи қушиб чайқатинг. Хлорли сувни лакмус билан синанг ва ҳидлаб қуриш. Нимани кузатдингиз? Реакция тенгламасини ёзинг.

в) Учта пробирка олиб, уларнинг бирига фуксиннинг суюлтирилган эритмасидан, иккинчисига индиго эритмасидан, учинчисига эса бишафша тусли сирх қушилган сувдан 3—4 мл қуйинг ва ҳар бирига хлорли сувдан қушиб чайқатинг. Нималарни кузатдингиз? Кузатилган ҳодисаларнинг сабабини айтиб бериш.

г) Пробиркага 2 мл водород сульфидли сув қуйиб, унинг устига 3—4 томчи хлорли сув қушинг. Нимани кузатдингиз? Эритмани лойқаланиши тушунтириб бериш. Реакция тенгламасини ёзинг.

6. Водород хлориднинг олиниши ва хоссалари

а) Пробиркага қуруқ ош тузи кристалларидан солиб, устига концентрланган сульфат кислотаси қуйинг ва моддаларни шиша таёқча билан оҳиста аралаштиринг. Пробирканинг оғзини учи букилган газ чиқиш найи билан пробка билан беркитиб, темир штатив қисқичига қия қилиб маҳкамланг. Газ чиқиш найи учини қуруқ пробиркага тутиб, унинг оғзини юмшоқ пахта билан беркитинг, найининг иккинчи устига пробканинг тубига тегиб туриши лозим. Кристаллизаторга қуйиб, уни қуруқ пробирка ёнига қуйинг. Шундан кейин туз кислотаси сульфат кислотаси билан аралашмаси бор пробиркани исита бошланг. Пробирка оғзидаги пахта устида оқ тутун ҳосил бўлиши билан қилириши тўхтатинг. Газ чиқиш найини пробиркадан чиқариб, дарҳол пробирка оғзини пробка билан беркитинг. Пробиркани сукариб, идишдаги сувга ботиринг ва сув остида унинг оғзини қуриш. Нимани кузатдингиз? Бу ҳодисанинг сабабини тушунтириш. Реакция тенгламасини ёзинг.

б) Пробирка оғзини сув остида бош бармоғингиз билан беркитиб қуриш.

в) Пробиркадаги водород хлориднинг сувдаги эритмасини лакмус билан синиб қуриш. Эритманинг бир қисmini кук лакмус билан синиб қуриш. Нимани кузатдингиз? Сабабини тушунтириш.

г) Эритманинг иккинчи қисмига кумуш нитрат эритмасидан 3—4 томчи қушинг. Нимани кузатдингиз? Реакция тенгламасини ёзинг.

Машқ ва масалалар

1. Лабораторияда хлор олиш учун ишлатиладиган асбоб схемасини чизинг.

2. Суюқлаштирилган ош тузи ва ош тузининг сувдаги эритмасини электролиз қилганда борадиган оксидланиш-қайтарилиш процессларининг схемаларини ёзинг.

3. Саноатда водород хлорид олиш реакцияларининг тенгламаларини ёзинг.

4. Нормал шароитда ўлчанган 2,8 литр хлор олиш учун зичлиги 1,19 бўлган (37% ли) хлорид кислота эритмасидан неча миллилитр керак бўлади?

5. Ош тузининг 30% ли сувдаги эритмасидан 10 килограмм тулиқ электролиз қилинганда нормал шароитда ўлчанган неча литр хлор ҳосил бўлишини ва эритмадаги уювчи натрийнинг процент концентрациясини ҳисобланг.

6. Баллонда 30 кг суюқ хлор бор. Бу хлорнинг ҳажми нормал шароитда қанча литр бўлади?

7. 2 моль водород хлоридни сувда эритиш билан олинган хлорид кислотага ортиқча миқдор марганец (IV)-оксид қўшиб қиздириш натижасида ажралиб чиққан хлор 28 г темирни темир (III)-хлоридга айлантириш учун етадими?

8. Океан сувининг 1 литрида ўртача 2,76 г ош тузи, 0,8 г калий хлорид, 3,2 г магний хлорид, 2,1 г магний сульфат ва 1,3 г кальций сульфат бўлади. Шу сувнинг 1 м³ ни буғлатишдан қолган қуруқ қолдиқни концентранган сульфат кислота билан ишлаб қанча литр (нормал шароитда) водород хлорид олиш мумкин?

9. Хлорнинг органик моддалар (скипидар, шам) билан ўзаро таъсири пайтида водород хлорид ҳосил бўлишини қандай исботлай оласиз?

23-§. ХЛОРНИНГ КИСЛОРОДЛИ БИРИКМАЛАРИ

Хлор кислород билан бевосита бирикиб оксидлар ҳосил бўлади ҳам, унинг бевосита йуллари билан олинган Cl_2O , ClO_2 , Cl_2O_3 (ҳам ClO_3) ва Cl_2O_7 каби оксидлари маълум. Бу оксидларда хлорнинг оксидланиш даражаси тегишлича +1, +4, +6 ва +7 га тенг. Хлорнинг оксидланиш даражаси +2 бўлган оксиди — ClO ҳам маълум эканлиги исботланган. Хлорнинг оксидланиш даражаси +3 ва +5 бўлган оксидлари маълум бўлмаса ҳам, Cl_2O_3 ва Cl_2O_5 каби ангидридларга мувофиқ келадиган кислоталар (HClO_2 ва HClO_3) маълум. Лекин ClO_2 ва Cl_2O_6 каби оксидларга мувофиқ келадиган кислоталар олинган эмас.

Хлор сувда эритилганда гипохлорит кислота — HClO ҳосил бўлиши аввалги тажрибаларда кўрилди:

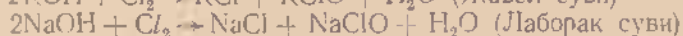


Гипохлорит кислота бекарор бўлгани учун у парчаланиб $\frac{1}{2}$ атомар кислород ажралиб туради:



Нам хлорнинг оқартиш хоссаси борлигига сабаб ана шудир.

Гипохлорит кислотага нисбатан унинг тузлари—гипохлоритлар анча кўпроқдир. Гипохлорит кислота тузлари ишқорлар (KOH , NaOH , Ca(OH)_2) нинг совуқ эритмаларига хлор юбориш йули билан олинади:



Гипохлорит кислотададан ташқари хлорнинг HClO_2 (хлорит), HClO_3 (хлорат) ва HClO_4 (перхлорат) каби кислородли кислоталари ва улар-
га мувофиқ келадиган тузлари маълум. $\text{HClO} - \text{HClO}_2 - \text{HClO}_3 - \text{HClO}_4$ қаторида хлорнинг оксидланиш даражаси ортиб борган сари уларнинг кучи ҳам ортиб боради, уларнинг оксидлаш қobiliнати ҳам ошаниб боради.

Хлорнинг кислородли кислоталарининг тузлари орасида хлорат юмша тузлари (KClO_3 , NaClO_3 ва $\text{Ca(ClO}_3)_2$) муҳим аҳамиятга эга. Улар ҳам кучли оксидлаш хоссасига эга.

Лабораторияда бертоле тузи — KClO_3 уювчи калийнинг 70—80 С иситилган эритмасига хлор юбориш йули билан олинади:



Саноатда эса KClO_3 калий хлориднинг қайноқ эритмасини электролиз қилиш йули билан олинади.

Бертоле тузи қиздирилганда парчаланади, MnO_2 иштирокида парчаниш тезлашади.

Бертоле тузининг олтингурут, фосфор, баъзи сульфидлар ва улар билан аралашмаси портлаш хусусиятига эга. Масалан, олтингурут билан бертоле тузи аралашмаси оҳиста ишқаланган-
дан портлаш содир бўлади. Бертоле тузига концентрланган сульфур кислота таъсир этганда кўкимтир-сариқ тусли хлор (Cl_2) оксид ажралади:



Мумкин бертоле тузи билан ишлаш ниҳоят эҳтёткорликни талаб қилади.

Тажрибалар

1. Жавел сувининг олиниши ва хоссалари

(Тажриба журили шкафта ўтказилади)

а) Катта пробиркага калий гидроксиднинг 10%ли эритмаси-
дан 15 мл қуйиб, уни музли стаканга туширинг ва эритма орқали пробиркага йиғилган ёки хлор олиш асбобида олинаётган хлордан 10 минут давомида ўтказинг. Натижада жавел суви ҳосил бўлади. Реакция тенгламасини ёзинг. Эритмани навбатдаги тажрибалар учун сақлаб қуйинг.

б) Пробиркага 1 мл фуксин ёки индиго эритмасидан қуйиб, унга олдинги тажрибада олинган жавел сувидан томчилатиб қўйинг ва чайқатинг. Нимани кузатдингиз?

в) Иккита пробирка олиб, уларнинг ҳар бирига индиго эритмасидан 1 мл дан қуйинг. Пробиркалардан бирига 1—2 томчи кислота эритмасидан қўшинг ва ҳар икки пробиркага тенг ҳажмда жавел сувидан қуйиб чайқатинг. Пробиркалардан қайси бирида ранг тезроқ ўзгарди? Нима учун?

2. Хлорли оҳакнинг олиниши ва хоссалари

(Тажриба мурили шкафда олиб борилади)

а) Ҳажми 100—200 мл бўлган цилиндрга 5—10 г сундирилган оҳакдан солиб, устига 30 мл ча сув қуйинг ва шиша таёқчада аралаштиринг. Ҳосил бўлган «оҳак сути» га газ чиқиш найини тушириб хлор юборинг. Натижада хлорли оҳакнинг майда-майда кристаллари чўкмага тушишини кўрасиз. Реакция тенгламасини ёзинг.

б) Чўкмапи филтрлаш нули билан ажратиб олинг ва уни икки қисмга бўлинг. Чўкманинг бир қисмига хлорид кислота қуйинг. Бунда чўкма эриб кетади ва эритма устида газ пайдо бўлади. Реакция тенгламасини ёзинг.

в) Чўкманинг иккинчи қисмини озроқ сувда эритинг. Иккита пробирка олиб, уларнинг бирига фуксин, иккинчисига индиго эритмасидан 1 мл дан қуйинг, уларнинг ҳар бирига хлорли оҳакнинг сувдаги эритмасидан 1—2 томчи қуйиб чайқатинг. Ҳар икки пробиркада рангларнинг ўзгариш сабабини тушунтириб беринг. Реакция тенгламасини ёзинг.

г) Пробиркада хлорли оҳакнинг туйинган эритмасини 70°C гача иситиб, устига кобальт (II) нинг бирор тузи эритмасидан 1—2 томчи қуйинг. Реакция натижасида ажралиб чиқадиган газни чуқланган чўп билан сиёб қуринг. Реакция тенгламасини ёзинг. Бу реакцияда кобальт тузи қандай вазифани бажаради?

3. Гипохлоритларнинг хоссалари

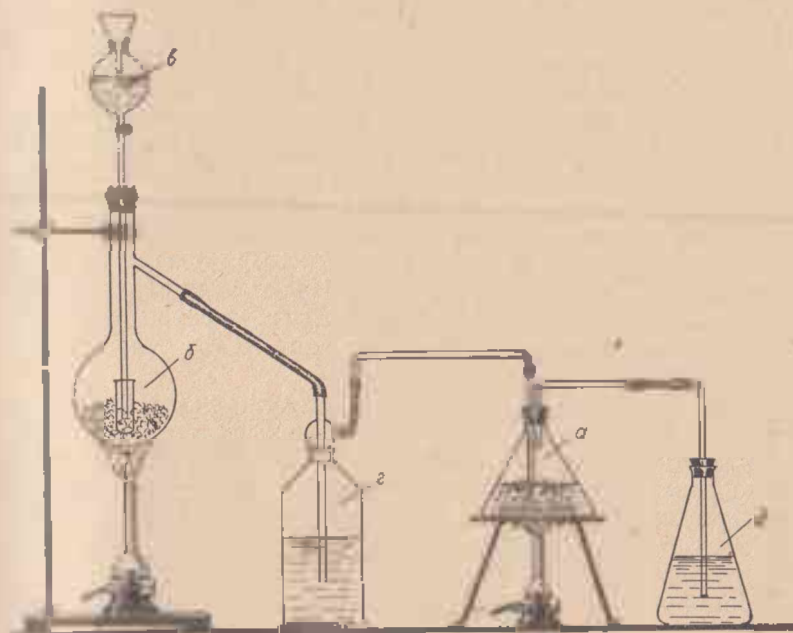
а) Иккита пробирка олиб, улардан бирига қурғошин ацетат эритмасидан, иккинчисига эса темир (II) нинг бирор тузи эритмасидан 2 мл дан қуйинг. Иккинчи пробиркага шунча ҳажм NaOH эритмасидан қуйинг. Сунгра ҳар икки пробиркага 2—3 мл дан хлорли сув қуйиб чайқатинг ва биричи пробиркани бир оз қиздириг. Содир бўлаётган ўзгаришларни кузатинг. Биричи пробиркада Pb^{2+} иони PbO_2 га айланишини, иккинчи пробиркада эса чўкма рангининг ўзгаришини эътиборга олиб реакция тенгламаларини ёзинг.

Шу тажрибани хлорли сув ўрнига хлорли оҳакнинг туйинган эритмасидан олиб такрорланг.

4. Бертоле тузининг олиниши ва хоссалари

(Тажриба мурили шкафта олиб борилади)

и) 37-расмда курсатилган асбобни йиғинг. Қолба (а) га КОН нинг 30 процентли эритмасидан 40 мл қуйиб, уни темир штатив қисқичига маҳкамланг. Қолбанинг туби темир штатив ҳалқасига қуйилган асбобнинг турга тегиб турсин. Қолбани газ алангасида 70—80°C гача (яъне 100°C дан юқори бўлмасин) иситинг. Вюрц колбаси (б) га 8 г



37- расм. Бертоле тузи олиш учун асбоб.

KMnO_4 тузидан солиниг, унга ўрнатилган томизгич воронка (в) га эса 40—45 мл концентранган хлорид кислота эритмасидан қуйинг. Юв-гич идиш (г) га дистилланган сув қуйинг.

Идишларни расмда курсатилган тартибда бирлаштиринг. Охириги идиш (д) да ишқор эритмаси бўлади.

Томизгич воронкадаги хлорид кислотани KMnO_4 устига қуйинг. Амрашиб чиқаётган хлор ишқорнинг иссиқ эритмасига юборилганда 10 минутлардан кейин KClO_3 нинг кристаллари ҳосил бўла бошлайди. (Хлор юбориладиган найнинг учи кенгроқ бўлиши керак, акс холда унга KClO_3 тиқилиб қолади.) Хлорнинг ортиқча миқдори «д» идишдаги ишқорнинг совуқ эритмасига ютилади.

Ишқорнинг иссиқ эритмаси хлор билан тўйинтирилгандан кейин «д» идишдаги моддаларни чайқатиб чинни косачага қуйинг ва совитиш учун қолдиринг. KClO_3 кристаллари ҳосил бўлиши тугаганлигига

ишонч ҳосил қилингандан кейин косачадаги чукмани фильтрланг (филтратни ташлаб юборманг) ва уни воронкага оз-оздан совуқ сув қуйиб ювинг. Шундан сунг филтратдаги чукмани қуритиш шкафида 100°C га яқин температурада қуритинг. Қуритилган KClO_3 ни кейинги тажрибалар учун қолдиринг.

б) «а» тажрибадан олинган филтратдан 2—3 мл ни пробиркага қуйиб, унга озгина нитрат кислота эритмасидан қуйинг. Филтратда хлорид иони бор-йўқлиги ҳақида хулоса чиқаринг. Реакцияларнинг тенгламаларини ёзинг.

в) Иккита пробирка олиб уларнинг бирига «а» тажрибада олинган KClO_3 кристалларидан озгинасини, иккинчисига эса шунча миқдор KClO_3 кристалларини озгина MnO_2 кукуни билан аралаштириб солинг. Иккала пробиркани газ алангасида бир вақтнинг ўзида қиздириб ва уларга вақт-вақти билан чуғланган чупни галма-гал тушириб турунг. Қайси пробиркада кислород тезроқ ажралиб чиқишини кузатинг. Реакция тенгламаларини ёзинг ва кузатилган ҳодисаларни тушунтириб беринг.

г) Пробиркага KClO_3 кристалларидан солиб, уни темир штатив қисқичига тик ҳолда маҳкамланг ва кристаллар устига пипетка ёрдамида томчилатиб концентрланган сульфат кислота эритмасидан қушинг. Бунда кукимтир-сариқ хлор (IV)-оксид ажралиб чиқади. Реакция тенгламасини ёзганда ClO_2 дан ташқари KClO_4 ҳам ҳосил бўлишини эътиборга олинг.

д) Қоғоз устига тенг миқдорда бертоле тузи ва шакардан оз-оздан тукиб уларни шиша таёқча ёрдамида оҳиста аралаштиринг. (Аралашмани эзманг, акс ҳолда у портлаб кетиши мумкин.) Аралашмани темир пластинка устига туқинг ва устига тоза шиша таёқча ёрдамида концентрланган сульфат кислота эритмасидан томизинг. Бунда аралашма бирданига ёниб кетади. Сабабини тушунтириб беринг.

е) Яхшилаб тозаланган қуруқ чинни ҳовонча олиб, унинг тубига озгина бертоле тузи кристалларидан бир текисда сепинг. Худди шундай тарзда ҳовончага олтингугурт кукунидан ҳам сепинг. Ҳовончага ҳовонча дастасини тушириб устини сочиқ билан ёпинг ва шундай ҳолда моддаларни аралаштиринг. Сочиқ остида ҳар хил кучдаги портлашлар эшитилади. Портлашлар тугагандан кейин ҳовонча устидан сочиқни олинг. Қандай ҳид сезилади. Реакция тенгламасини ёзинг.

Машқ ва масалалар

1. Хлорли сувда бир вақтнинг ўзида хлорид кислота, гипохлорит кислота ва сувда эриган хлор борлигини қандай исботлаш мумкин?

2. Гипохлорит кислотанинг суюлтирилган эритмасини олиш учун бўр (CaCO_3) кукуни сув билан аралаштирилади ва аралашмага хлор юборилади. Эритмада гипохлорит кислота ҳосил бўлади. Шу реакциянинг тенгламасини ёзинг.

3. Ош тузининг 20 процентли эритмасидан 500 грами диафрагмасиз электролиз қилинганда эритмада неча грамм натрий гипохлорит ҳосил бўлади? Нима учун электролиз 20° дан паст температурада олиб борилади?

4. Хлорли оҳакнинг карбонат ва сульфат кислоталар билан таъсир реакцияларининг тенгламаларини ёзинг.

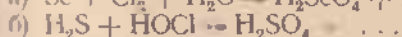
5. Қуйидаги реакция тенгламасини охиригача ёзиб тегишли коэффициентларни қуйинг:



6. Хлор (IV)-оксид ва ўқвчи калий эритмаси орасида борадиган реакция тенгламасини ёзинг.

7. Ўювчи калийнинг 32 процентли қайноқ эритмасидан ($d = 1,31$) 200 мл олиб, ундан хлор ўтказилганда неча грамм бертоле тузи ҳосил бўлади?

8. Қуйидаги оксидланиш-қайтарилиш реакцияларини охиригача ёзиб, тегишли коэффициентларни қуйинг:

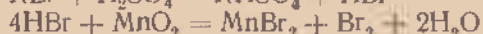


24- §. БРОМ, ЙОД ВА УЛАРНИНГ БИРИКМАЛАРИ

Бром ва йодни лабораторияда уларнинг ишқорий металллар билан ҳосил қилган тузлари (масалан, KBr ва KJ , NaBr ва NaJ) эритмасига динор ибориш йули билан олиш мумкин:



Бромни марганец (IV)-оксид билан KBr аралашмасига концентратлан сульфат кислота таъсир эттириб ҳам олиш мумкин:



Бром ёқимсиз ҳидли (унинг номи шундан олинган), қизил-қуёқ рангли оғир суюқлик, йод металл ялтироқлигига эга бўлган қорамтир кристалл модда. Кристалл йод қиздирилганда сублиматланади ва I_2 молекулаларидан иборат бинафша рангли буғ ҳосил бўлади.

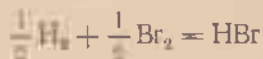
Бром ва йод сувда яхши эримайди, органик эритувчиларда яхши эрийди. Йод калий йодид эритмасида ҳам яхши эрийди. Буни KJ эритма бўлади.

Бром алюминий, темир ва магний каби металллар билан оддий шартда реакцияга киришиб, шу металлларнинг бромид тузларини ҳосил қилади. Буни бромли сувга шу металлларнинг кукунидан қўшиб чайқатиш орқали кузатиш мумкин.

Йод симоб билан ҳовончада аралаштирилса HgJ_2 ҳосил бўлади. Рух куқуни билан майдаланган йод кристалларини аралаштириб, устига 1—2 томчи сув томизилса, шиддатли реакция кетиб (бу реакцияда сув катализатор вазифасини бажаради), рух йодид ҳосил бўлади.

Бром ва йод баъзи металлмаслар билан, масалан, фосфор билан оддий шароитда бевосита бирикади.

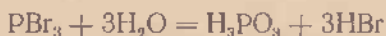
Бром ва йод водород билан фтор ва хлорга нисбатан қийинроқ бирикади. Масалан, бром водород билан фақат қиздирилганда ёки катализатор иштирокида реакцияга киришади:



Йод ҳам водород билан юқори температурада бирикади:



Водород бромидни калий бромидга сульфат кислотанинг 50% ли эритмасини таъсир эттириб олиш мумкин. Водород йодидни йодид тузларига сульфат кислота таъсир эттириб олиб бўлмайди, чунки сульфат кислота кучли оксидловчи бўлганлиги учун йодид ионини эркин йодгача оксидлайди. Шунинг учун водород бромид ва водород йодид олишнинг энг қулай усули уларнинг фосфор билан ҳосил қилган бирикмалари PBr_3 ва PJ_3 ни гидролизга учратишдир:



Водород бромид анча барқарор модда бўлиб, унинг парчаланиши тахминан 800°C да бошланади, водород йодид эса қиздирилган шиша таёқча ботирилгандаёқ водород ва йодга парчаланади.

Водород галогенидларнинг $\text{HCl} - \text{HBr} - \text{HI}$ қаторида уларнинг қайтарувчи хоссаси кучайиб боради.

Водород бромид ва водород йодидлар газ моддалар бўлиб, сувда водород хлоридга ўхшаш яхши эрийди ва бромид ҳамда йодид кислоталар ҳосил қилади.

Бромид ва йодид кислота тузларининг кўпчилиги сувда яхши эрийди.

Бромнинг Br_2O , BrO_2 ва BrO_3 , йоднинг эса J_2O ва JO_2 каби оксидлари бор.

Бромнинг гипобромит — HBrO ва бромат — HBrO_3 , йоднинг гипойодит — HJO , йодат — HJO_3 ва перйодат — HJO_4 каби кислородли кислоталари бор.

$\text{HClO} - \text{HBrO} - \text{HJO}$ қаторида кислоталарнинг барқарорлиги ва оксидловчилик хоссаси чапдан ўнгга сусайиб боради.

$\text{HClO}_2 - \text{HBrO}_2 - \text{HJO}_2$ қаторида кислоталарнинг барқарорлиги чапдан ўнгга ортиб борса ҳам, уларнинг оксидловчилик ва кислота-

лилик хоссалари ўнгдан чапга томон ортиб боради. Бу кислоталар туширишнинг сувда эрувчанлиги чапдан ўнгга томон камайиб боради.

Йодат кислота тузлари ишқорий муҳитда қайтарувчилик хоссалар намоён қилади.

Тажрибалар

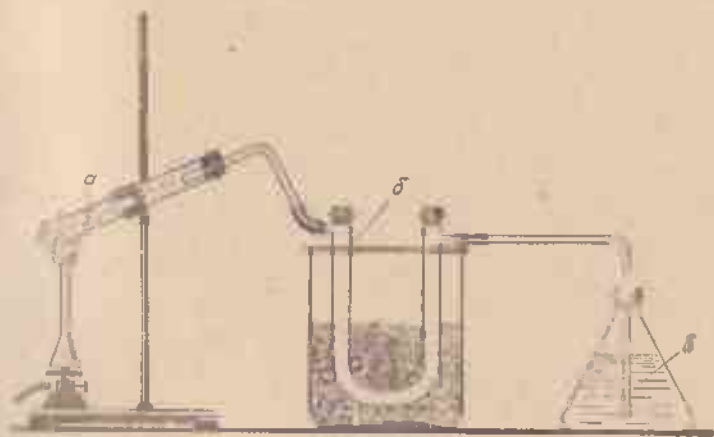
1. Бром ва йоднинг олиниши

(Тажриба мурили шкафта олиб борилади)

а) Катта пробиркага (38- расм) 2 г KBr ва 4 г MnO_2 қукунидан араштириб солиниг, устига сульфат кислота эритмасидан (1:1) 10 мл қуйиб, пробирка оғзини газ чиқиш найи ўрнатилган пробка билан беркириг ва темир штатив қисқичига қия ҳолда ўриатинг. Газ чиқиш найининг учи музли суви бор идишга туширилган U -симон най (б) билан, U -симон найнинг иккинчи учи эса ўювчи натрийнинг 20 процентли эритмаси қуйилган идиш (в) билан туташтирилган бўлиши керак.

Шундан кейин пробиркани салгина иситинг. Реакция натижасида бром ажралиб чиқади. Ҳосил бўлган бром буғи музли сувга туширилган U -симон найда конденсатланади ва суюқ ҳолга ўтади. Суюқланмай қолган бром буғи ишқор эритмасига ютилади. Олинган суюқ бромни бром сақланадиган идишга эҳтиётлик билан қуйинг. Реакция тенгласини ёзинг. Бу реакцияда марганец (IV) оксид қандай вазифани бажаради?

б) Катта пробиркага калий йодиднинг 0,5 н эритмасидан 10 мл қуйиб, унга янги тайёрланган хлорли сувдан томчилатиб қўйинг. Бунда йод кристаллари чўкмага тушишини кузатасиз. Ҳосилни филтрлаб ажратинг ва рангини кузатинг. Реакция тенгласини ёзинг. Олинган йодни кейинги тажрибалар учун сақлаб қўйинг.



38- расм. Бром олиш учун асбоб.

в) Иккита пробирка олиб, уларнинг бирига калий бромид ва иккинчисига калий йодиднинг 0,5 н эритмасидан 4 мл дан қўйинг. Пробиркаларнинг ҳар бирига 2—3 томчи хлорли сув қўйиб чайқатинг. Пробиркалардаги эритмаларнинг ранги қандай ўзгаришини кузатинг. Реакция тенгламаларини ёзинг.

г) Пробиркага калий йодид эритмасидан 4 мл қўйиб, устига бромли сувдан томизинг ва чайқатинг. Эритма рангининг ўзгаришини кузатинг. Реакция тенгламасини ёзинг. Реакция патижасида йод ажралиб чиққанлигини крахмал ёрдамида исботланг.

2. Бромнинг хоссалари

(Тажрибалар мурили шкафда олиб борилади)

а) Пробиркага 3—4 мл бромли сув қўйиб, унинг устига 1 мл бензол қўйинг ва чайқатинг. Ранги ўзгарадими? Бромнинг сувда ва бензол (органик эритувчи) да эрувчанлиги ҳақида хулоса чиқаринг.

б) Иккита пробирка олиб, уларнинг бирига водород сульфидли сув (водород сульфиднинг сувдаги эритмаси) дан, иккинчисига натрий сульфид эритмасидан 3 мл дан қўйинг ва уларнинг ҳар бирига 2—3 томчидан бромли сув томизиб чайқатинг. Қандай ўзгаришларни кузатдингиз? Реакция тенгламаларини ёзинг. Бромнинг оксидловчи хоссасини хлорнинг хоссаси билан солиштиринг.

в) Пробиркага сульфит кислота тузларидан бирининг (масалан, Na_2SO_3) 0,5 н эритмасидан 3 мл қўйиб, унинг устига 2—3 томчи бромли сув томизинг ва чайқатинг. Бромли сувнинг ранги ўзгаришини кузатинг. Реакция тенгламасини ёзинг.

г) Учта пробирка олиб, уларнинг ҳар бирига 4 мл дан бромли сув қўйинг ва биринчисига алюминий, иккинчисига магний ва учинчисига темир қуқундан оз-оздан солиб чайқатинг. Бромли сув рангининг ўзгаришини кузатинг. Реакцияларнинг тенгламаларини ёзинг.

3. Йоднинг хоссалари

а) 1 «б» тажрибада олинган йод кристалларидан бир печта донасини қуруқ пробиркага солиб, уни бир оз қиздириг ва йоднинг буғланишини кузатинг. Пробирканинг юқори қисми деворларида қандай ҳодиса содир бўлаётганига аҳамият беринг.

б) Пробиркага йод кристалларидан бир печта солиг ва устига 5—6 мл сув қўйиб чайқатинг. Йоднинг сувда эрувчанлигини ва унинг сувдаги эритмаси қандай рангда бўлишини кузатинг. Агар пробиркадаги йоднинг ҳаммаси эриб кетмаса, калий йодиднинг 0,5 н эритмасидан 1 мл қўшиб чайқатинг. Бунда йод эриб кетади. Бунинг сабабини тушунтиринг. Реакция тенгламасини ёзинг.

в) Пробиркага йоднинг сувдаги эритмасидан (у «йодли сув» дейилади) 3—4 мл қўйиб, устига 1 мл га яқин бензол қўшинг ва

кучли чайқатинг. Қандай ҳодисани кузатдингиз? Йоднинг бензолдаги эритмасининг ранги сувдаги эритмасининг рангидан фарқ қилиши сабабини тушунтириб беринг.

г) (*Тажриба мурили шкафда ўтказилади*). Чинни косачага 2 г та яқин йод кристалларидан солиб, унга 0,5 г рух қуқунни қўшинг ва ипиша таёқча ёрдамида аралаштиринг. Аралашмани косача ургасига тўплаб, устида кичкина чуқурча ҳосил қилинг. Чуқурчага 1—2 томчи сув томизинг ва косача устига стакан тунтариб қўйинг. Рух билан йод орасида борадиган реакция ва унинг аломатларини кузатинг. Реакция тенгламасини ёзинг. Шу реакцияда сув қандай вазифани ўтайди?

4. Галогенларнинг нисбий активлиги

а) Пробиркага калий бромид ва калий йодиднинг янги тайёрланган 0,5 н эритмаларидан 0,5 мл дан қўйиб чайқатинг ва аралашма устига 1 мл бензол қўйинг. Шундан кейин пробиркани чайқатиб турган ҳолда томчилатиб хлорли сув қўшинг. Бунда дастлаб йод ажралиши туфайли бензол қатлами бинафша рангга бўялади, яна хлорли сув қўшилганда бу қатлам рангсизланади (JO_3^- иони ҳосил бўлиши туфайли). Шундан кейин хлорли сувни қўшиш давом эттирилса бензол қатлами аввал туқ сариқ тусга киради, сўнггра яна (BrO_3^- иони ҳосил бўлиши туфайли) рангсизланади.

Кузатилган ҳодисаларнинг моҳияти нимада? Қетма-кет бора-бора оксидланиш-қайтарилиш реакцияларининг тенгламаларини ёзинг.

б) Ҳақиқат пробирка олиб, уларнинг ҳар бирига 1 мл дан водород сульфидли сув қўйинг. Пробиркаларнинг биринчисига хлорли сув, иккинчисига бромли сув ва учинчисига йодли сувдан томчилатиб қўшиб чайқатинг. Пробиркаларнинг қайси бирида эритма тегишроқ лойқаланишини кузатинг. Бунинг сабабини айтиб, тегишли реакция тенгламаларини оксидланиш-қайтарилиш нуқтаи назардан ёзинг.

5. Бром ва йоднинг водородли бирикмалари

(*Тажриба мурили шкафда олиб борилади*)

а) Қуруқ пробиркага калий бромид кристалларидан 0,5 г солиб, устига сульфат кислота (3:1) эритмасидан озроқ қўйинг. Пробирканинг оғзини газ чиқиш пайи ўтказилган пробка билан беркитиб, темир штативнинг қисқичига қия ҳолда маҳкамланг. Газ чиқиш пайининг иккинчи учини қуруқ пробиркага тушириб, унинг атрофини (пробирка оғзини) пахта билан беркитинг. Калий бромид ва сульфат кислота солинган пробиркани оҳиста қиздириш. Қуруқ пробирка оғзидан «оқ тутун» чиқа бошлагач, қиздиришни тўхтатинг. Шундан кейин газ чиқиш пайини водород бромид тўлдирилган пробиркадан чиқариб, озроқ ишқор эритмаси

қуйилган пробиркага тушириб қўйинг (найнинг учи ишқор эритмасига тегмасин). Водород бромид тўлдирилган пробирка оғзини пробка билан беркитиб, кристаллизатордаги сувга, тўнкарган ҳолда туширинг ва сув остида пробирка оғзини очинг. Нима кузатдингиз? Пробиркага сув қутарилгандан кейин унинг оғзини бармоқ билан беркитган ҳолда сувдан чиқаринг. Пробиркадаги эритмани лакмус қоғоз ва кумуш нитрат эритмаси билан синаб кўринг. Нималарни кузатдингиз? Реакция тенгламаси ва бошқа хулосаларингизни ёзинг.

б) Қуруқ пробиркага 0,5 г КJ кристалларида солиб, устига ортофосфат кислотанинг 60 процентли (зичлиги 1,43) эритмасидан 2 мл қўйинг.

Тажрибанинг давоми водород бромид олишдаги тартибда боради. Тажиба натижаларини кузатиб, реакция тенгламаларини ёзинг.

в) Қуруқ катта пробиркага 2 г майдаланган йод кристаллари ва 0,2 г қуруқ қизил фосфордан тайёрланган аралашма солиниг ва унинг устига аралашма тулиқ намлангунча сув қўйинг. Пробирка оғзини газ чиқиш найи ўрнатилган пробка билан беркитиб, найнинг учини қуруқ пробиркага туширинг ва пробирка оғзини пахта билан беркитинг. Шундан сўнг аралашмани пробиркани оҳиста иситинг. Шу йўл билан иккинчи қуруқ пробиркага водород йодид йиғинг. Пробиркаларнинг биридаги водород йодиднинг сувда эрувчанлигини синаб кўринг. Ҳосил бўлган эритмада йод бор-йўқлигини крахмал ёрдамида текширинг. Бу тажибада водород йодид икки босқичдан иборат реакция натижасида ҳосил бўлишини назарда тутиб, реакция тенгламаларини ёзинг.

Водород йодид тўпланган иккинчи пробиркага шиша таёқчани қиздириб туширинг. Йод буғи ҳосил бўлишини кузатинг. Водород йодиднинг термик парчаланиш тенгламасини ёзинг.

6. Водород галогенидларнинг қайтарувчи хоссаларини бир-бирига солиштириш

Учта пробирка олиб, ҳар бирига 2—3 мл дан концентрланган сульфат кислота эритмасидан қўйинг. Биринчи пробиркага калий хлорид, иккинчи пробиркага калий бромид ва учинчи пробиркага калий йодид кристалларида 0,5 г дан солиб чайқатинг. Ҳар учала пробиркада содир бўладиган реакцияларнинг аломатларини бир-бири билан таққосланг. Маълумки, учала пробиркада водород галогенид ҳосил бўлади. Аммо улардан водород бромид ва водород йодид кучли оксидловчи ҳисобланган сульфат кислота таъсирида оксидланиб, бром ҳамда йод буғларини ҳосил қилади ва сульфат кислотани (температурага ҳамда галогеннинг кучига қараб) SO_2 , S ва ҳатто H_2S гача қайтаради.

Тажиба натижаларини синчиклаб кузатиб, ҳар қайси пробиркада борадиган реакция тенгламасини ёзинг.

7. Br^- ва J^- ионларига хос реакциялар

а) Учта пробирка олиб, уларнинг бирига калий хлорид, иккинчисига калий бромид ва учинчисига калий йодидларнинг 0,5 н эритмасидан 3 мл дан солиб, устига кумуш нитрат эритмасидан 0,5 мл дан қуйинг. Пробиркаларда ҳосил бўлган чўкмаларнинг рангини кузатинг. Реакция тенгламаларини молекуляр ва ионли шаклда ёзинг.

б) Бошқа учта пробиркага ўша тузларнинг эритмаларидан 3 мл дан солиб, ҳар қайсисининг устига 0,5 мл дан қурғошин нитрат эритмасидан қуйинг ва пробиркаларни ичидаги эритма (чўкмалар билан бирга) қайнагунича газ алангасига тутинг. Пробиркалардаги чўкмалар устидаги эритмаларни бошқа пробиркаларга қуйиб олиб, сувда совутинг. Қурғошин галогенид тузларининг ранги ва сувда эрувчанлиги ҳақидаги хулосаларингизни, реакция тенгламаларини ёзинг.

8. Бром ва йоднинг кислотали бирикмалари

а) Иккита пробирка олиб, бирига бромли сувдан ва иккинчисига йодли сувдан 2—3 мл дан қуйинг. Уларнинг ҳар бирига 2—3 томчи уювчи натрийнинг 2 н эритмасидан томизиб чайқатинг. Нимами кузатдингиз?

Ҳар икки пробиркага индиго эритмасидан 2 томчидан қуйиб чайқатинг. Индиго эритмаси рангининг ўзгаришига сабаб нима? Реакцияларнинг тенгламаларини ёзинг.

б) Пробиркага бромли сувдан 2—3 мл қуйиб, устига уювчи натрийнинг 2 н эритмасидан 2 томчи томизинг ва пробиркани аралаштириб тутиб иситинг. Шундан сўнг унга 1—2 томчи индиго эритмасидан қуйиб чайқатинг. Индиго эритмасининг ранги ўзгариши? Хулосангизни ва реакция тенгламасини ёзинг.

в) Пробиркага калий бромат кристалларидан солиб, озроқ миқдор сувда эритинг ва устига тенг ҳажмда сульфат кислота (3 н) эритмасидан қуйинг. Шундан кейин пробиркага йод кристалларидан бир нечта солиб эритмани чайқатинг. Реакцияга киришмай қолган йод кристаллари устидаги эритмани бошқа пробиркага олиб, унинг устига тахминан 1 мл ча бензол қуйиб чайқатинг. Бензол қатламининг ранги ўзгаришини кузатинг. Реакция тенгламасини ёзинг. Бу ерда нима оксидловчи ва нима катионлаштирувчи эканини кўрсатинг.

г) 0,5 г натрий бромат ва 2 г натрий бромидни аралаштириб пробиркага солиб, устига сульфат кислотанинг концентратли эритмасидан 1 мл қуйиб, пробиркани алангада қиздириб. Сариқ-қизил тусли бром ажралишини кузатинг. Реакция тенгламасини ёзинг. Кислотали муҳитда натрий бромат қандай хоссани намойиш қилиши ҳақида хулоса чиқаринг.

Ҳудди шундай тажрибани натрий йодат ва натрий йодид аралашмаси билан ҳам қилиб кўринг. Бунда йод ажралиб чиқишига

аҳамият беринг. Реакция тенгламасини ёзинг. Бу реакцияда нима оксидловчи ва нима қайтарувчи эканини тушуңтиринг.

д) Пробиркага натрий йодат (0,5 н) эритмасидан 3 мл қуйинг. Бошқа пробиркага натрий сульфат ва натрий гидросульфитларнинг 0,5 н эритмасидан 2 мл дан солиб аралаштиринг ва ҳосил булган аралашмани биринчи пробиркадаги натрий йодат эритмаси устига қуйиб чайқатинг. Бу тажрибада йод ажралиб чиқишини кузатинг. Реакция тенгламасини ёзинг.

Машқ ва масалалар

1. Бром билан сув уртасида борадиган қайтар реакция вақтида қарор топадиган мувозанат а) ишқор эритмаси, б) калий йодид эритмаси қуйилганда қайси томонга силжийди?

2. Суюқ бромнинг 20°C даги зичлиги 3,12. 1 литр суюқ бромда неча моль бром бўлади?

3. Нормал шароитда бир ҳажм сувда 500 ҳажм водород бромид эрийди. Шу эритмада неча процент водород бромид борлигини ҳисобланг.

4. Йодли сувнинг 1 литрида 0,3 г йод бўлади. Шунча йоднинг тулиқ йодатга айлантириш учун неча литр (н.ш.) хлор керак бўлади?

5. 2 г қизил фосфор билан 25 г йод аралашмасига сув қуйиб қиздириш натижасида нормал шароитда улчанган неча литр водород йодид ҳосил бўлади?

25- §. ОЛТИНГУГУРТ. ВОДОРОД СУЛЬФИД. СУЛЬФИДЛАР

Олтингугурт элементлар даврий системасининг VI группасида жойлашган, олтингугурт атомининг сиртки каватида олтита валент электрон ($3s^2 3p^4$) бор. Аммо олтингугурт III давр элементи булгани учун унда $3d$ -орбиталлар ҳам мавжуд. Мана шу хусусияти билан у кислороддан фарқ қилади:



Масалан, олтингугурт кислородга ухшаш иккита электрон бириктириб (масалан, H_2S ва сульфидларда) — 2 га тенг оксидланиш даражасини намоён қилиши билан бирга кислороддан фарқ қилган ҳолда $d\pi - p\pi$ боғланиш ҳисобига +2 (масалан, SO да), +4 (масалан, SO_2 , H_2SO_3 ларда) ва +6 (масалан, SO_3 , H_2SO_4 да) га тенг оксидланиш даражасига ҳам эга бўлиши мумкин.

Олтингугуртнинг нисбий электрманфийлиги 2,5 га тенг. Унинг металлмас хоссаси шу даврнинг VII группасида жойлашган хлорнинг металлмас хоссасига нисбатан кучсиз.

Олтингурутнинг оддий шароитда барқарор бўлган иккита модификацияси — ромбик (α — S) олтингурут ва моноклиник (β — S) олтингурут яхши ўрганилган.

Ромбик олтингурут (сол. оғ. $2,07 \text{ г/см}^3$, суюқланиш температураси $112,8^\circ\text{C}$) унинг $95,5^\circ\text{C}$ дан паст температурада барқарор модификацияси бўлса, моноклиник олтингурут (сол. оғ. $1,96 \text{ г/см}^3$, суюқланиш температураси $119,3^\circ\text{C}$) $95,5^\circ\text{C}$ дан юқори температурада барқарор модификациясидир. Демак, $95,5^\circ\text{C}$ да ромбик олтингурут билан моноклиник олтингурут мувозанат ҳолатида бўлиб, бу температура ромбик ва моноклиник олтингурутнинг бирига айланиш температураси ҳисобланади.

Ромбик олтингурут $112,8^\circ\text{C}$ да, моноклиник олтингурут эса $119,3^\circ\text{C}$ температурада суюқланиб, сариқ рангли суюқликка айланади.

Ромбик ва моноклиник олтингурутнинг кристалл панжара нуқталарида S_8 дан иборат епик занжирли молекулалар жойлашган бўлади.

Суюқ олтингурут 160°C гача қиздирилганда қўнғир тусли қовушоқ суюқликка айланади. Температура 250°C га кўтарилгунча унинг қовушоқлиги ортаверади. Бунинг сабаби шундаки, температура 160°C га борганда S_8 таркибли епик занжирли молекулалар ўрнига очик занжирли молекулалар ҳосил бўлади. Очик занжирли молекулаларнинг узаро бирикишидан (айниқса, бу 200°C да энг кўп бўлади) юз минглаб олтингурут атомидан иборат узун занжир ҳосил бўлади ва шу сабабли суюқ олтингурут қовушоқ бўлиб қолади. Температура 250°C дан ортганда бу узун занжир узилиб, суюқ олтингурутнинг қовушоқлиги камаяди ва қайтадан ҳаракатчан бўлиб қолади; 400°C температурада олтингурут яна ҳаракатчан суюқликка айланади; ниҳоят $444,6^\circ\text{C}$ да олтингурут қайнайди. Температуранинг юқори ёки пастлигига қараб олтингурут буғида S_8 , S_6 , S_4 ва S_2 молекулалари бўлади, 1500°C дан бошлаб S_2 молекулалари атомар олтингурутгача ажрала бошлайди ва 2727°C да ажралиш даражаси $72,5$ процентни ташкил этади.

200°C ва ундан юқори температурагача қиздирилган суюқ олтингурут совуқ сувга қуйилганда, у тезда совиб, резина каби эластик пластик олтингурут ҳосил қилади. Олтингурут буғидаги сиртда конденсатланиши натижасида сариқ тусли «олтингурут гули» ҳосил бўлади.

Олтингурут сувда ёмон эрийди. У этил спиртда, бензолда ва ацетонда қисман, углерод сульфидда яхши эрийди.

Олтингурут оддий шароитда ишқорий металллар, симоб каби металллар билан ва металлмаслардан фтор билан бевосита бирикмайди. Юқори температурада унинг активлиги кескин ортади. Масалан, қиздирилганда у жуда кўп металллар (платина ва олтиндан ташқари) ва металлмаслар (азот ва йоддан ташқари) билан реакцияга киришади.

Олтингурутнинг металллар билан бирикиш реакцияси экзотермик реакция бўлиб, унда иссиқлик ажралади. Масалан, қиздирилиб, олтингурут буғига туширилган темир ва мис чуғланади. Натижада ме-

талларнинг сульфидлари FeS ва Cu_2S ҳосил бўлади. Рух кукуни билан олтингугурт аралашмасига қиздирилган шиша таёқча теккизилганда аралашма снади.

Юқори температурада олтингугурт водород билан бирикиб, водород сульфид H_2S ҳосил қилади. Олтингугуртнинг металлар билан ҳосил қилган бирикмаларида атомлар орасидаги боғланиш ионли бўлиб, водород сульфид молекуласида қутбли ковалент боғланиш мавжуд. Бу бирикмаларда олтингугуртнинг оксидланиш даражаси — 2 га тенг.

Олтингугурт водород билан бирикиб, умумий формуласи H_2S_x ($x = 1, 2, 3, 4, 5, 6$ ва ундан кўпроқ) бўлган бирикмалар ҳосил қилади.

Олтингугуртнинг водород билан ҳосил қилган бирикмаларидан энг муҳими H_2S дир.

Водород сульфид — H_2S палағда тухум ҳидли, ҳаводан оғирроқ, заҳарли газ. Агар 100000 қисм ҳавога 1 қисм водород сульфид аралашган бўлса ҳам унинг ҳидидан сезиш мумкин.

Лабораторияларда темир сульфидга суюлтирилган хлорид кислота таъсир эттириб водород сульфид олинади:



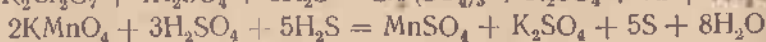
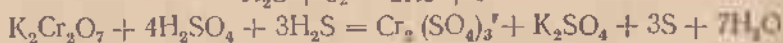
Водород сульфидни олтингугурт, парафин ва майдаланган асбестнинг 3:5:2 оғирлик нисбатларда ҳосил қилинган аралашмасини 170°C температурада қиздириш билан олиш анча қулай. Шу аралашманинг 1 г дан 150 мл H_2S олиш мумкин. Бу усулнинг қулай томони яна шундаки, қиздириш тўхтатилганда газ ажралиши ҳам тўхтайди. Керак бўлганда аралашмани яна қиздириб водород сульфид олиш мумкин.

Водород сульфид ёнувчан газ. У тўлиқ ёнганда H_2O ва SO_2 чала ёнганда H_2O ва S ҳосил бўлади.

Бир ҳажм сувда 3 ҳажм водород сульфид эрийди (бунда тахминан унинг 0,1 M эритмаси ҳосил бўлади). Водород сульфиднинг сувдаги эритмаси «водород сульфидли» сув деб юритилади. Водород сульфидли сув узоқ сақланганда эритма лойқаланиб қолади. Чунки водород сульфид сувда эриган кислород билан секин таъсир этиши натижасида эркин олтингугурт ҳосил бўлади:



Водород сульфид кучли қайтарувчи модда. Масалан, водород сульфид кислотали муҳитда $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ ва KMnO_4 тузларидаги Cr^{6+} ва Mn^{7+} ларни Cr^{3+} ва Mn^{2+} гача, эркин бром ва йодни Br^- ва I^- гача қайтаради. Шаронгга қараб водород сульфиднинг оксидланишидан S , SO_2 ва H_2SO_4 лар ҳосил бўлади:



Водород сульфиднинг сувдаги эритмаси сульфид кислота ҳам де-
бонади. Сульфид кислота икки асосли кучсиз кислота бўлгани учун
у икки босқичда диссоциланади ($K_1=5,7 \cdot 10^{-8}$, $K_2 = 1,2 \cdot 10^{-16}$):



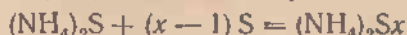
Сульфид кислотанинг нордон ва ўрта тузлари маълум. Унинг ўрта
тузлари муҳит аҳамиятга эга.

Na_2S , K_2S ва BaS тузлари сувда эрийди, FeS , MnS , ZnS каби туз-
лари сувда эримайди, суюлтирилган хлорид кислота эритмасида эрий-
ди, CuS , PbS , HgS каби тузлари эса сувда ҳам, суюлтирилган хлорид
кислота эритмасида ҳам эримайди, қонцентрланган хлорид кис-
лота эритмасида эрийди. Сульфидларнинг турли шароитда эрув-
чанлигини аналитик химияда катионларни бир-биридан ажра-
татишда фойдаланилади.

Сувда эрийдиган сульфид тузлари эритмада гидролизланиб,
ишқорли муҳит ҳосил қилади.

Оғир металлларнинг сульфидларини уларнинг сувда эрувчан туз-
лари эритмасига водород сульфид (ёки водород сульфидли сув) ёки
аммоний сульфид — $(\text{NH}_4)_2\text{S}$ эритмаси таъсир эттириб чуқутилади.

Аммоний сульфид — $(\text{NH}_4)_2\text{S}$ ёки ишқорий металлларнинг сульфид-
лари суёқ эритмаларига олтингугурт қуқуни солиб қиздирилса, ол-
тингугурт эриб, полисульфидлар ҳосил бўлади; масалан:



Полисульфидлар эритмасига кислота эритмасидан қушилганда
сульфид ажралиб чиқади ва эркин олтингугурт ажрали-
б, суёқ олиш лойқа ҳосил бўлади:



Тажрибалар

1. Олтингугуртни суёқлантириш ва қайнатиш

Пробиркага ҳажмининг учдан бир қисми миқдорда олтингу-
гурт тасқачан бўлакчаларидан (ёки қуқунидан) солини ва пробир-
кани қисқичда тутган ҳолда газ алангасида оҳиста қиздириш.
Пробиркани қиздираётганда чайқатиб туриш. Олтингугурт 113° га
сизилган температурада ҳаракатчан сариқ суёқликка айланади. Тем-
пература 160° дан ортгач, суёқ олтингугуртнинг ранги қорая бош-
лаб, 200° да тўқ жигар рангли, пробирка тунқарилганда ҳам
суёқ қолган қовушоқ (смоласимон) массага айланади. Темпе-
ратура 300° дан ортгач олтингугуртнинг ранги ўзгармаган ҳолда
қуқун қилиб қайнаб, 400° да яна ҳаракатчан суёқликка айлана-
ди. Ниҳоят $441,6^\circ$ да олтингугурт қайпайди. Олтингугурт бугининг
қуқунли суёқлигидан.

2. Пластик олтингугурт олиш

Қайнатишдан олтингугуртнинг ярмини стакандаги совуқ сувга
қуқунлаштириб қуйиш, қолган қисmini эса текшириш учун қолди-
рини. Совуқ сувга қуқунлаган олтингугуртни (совуқ сув юзасида

ҳосил булган сариқ олтингургурт пардасини ҳам) сувдан олиб, уларнинг эластиклигини синаб кўринг.

Пластик олтингургуртни 3—5 тийинлик чақалар орасига олиб сиқинг ва кузатиш учун қолдиринг. Нимани кузатдингиз?

Пробиркада қолган қайноқ олтингургурт секин совиши натижа-сида содир буладиган ўзгаришларни кузатинг. Олтингургурт қотиб қолмасдан, стакандаги совуқ сувга қуйинг ва унинг хоссасини пластик олтингургуртнинг хоссаси билан солиштиринг.

3. Ромбик олтингургурт олиш

Пробиркага майдаланган таёқча олтингургуртдан 1 г солиб, устига 3 мл углерод сульфид қуйинг ва олтингургурт эритунича пробиркани чайқатинг. Олтингургурт эритмасини соат ойнасига филтрлаб ўтказинг. (Углерод сульфид осон ёнувчи модда булгани учун тажрибани алангадан ўзоқроқда ўтказиш керак.) Соат ойнаси устини филтр қоғоз билан ёпиб, мўрили шкафага қуйинг. Соат ойнасидаги углерод сульфид буғланиб булгач, ромбик олтингургурт кристаллари ҳосил булганини лупа ёрдамида кузатинг. (Углерод сульфид тўлиқ буғлангунга қадар 10—15 минут вақт ўтади. Шунинг учун соат ойнасини мўрили шкафага қўйгандан кейин бошқа тажрибани бажариб туриш мумкин.)

4. Моноклиник олтингургурт олиш

Пробиркага 1 г майдаланган таёқча олтингургурт солиб, устига 5 мл толуол (ксилол) қуйинг. Пробиркани темир штатив қисқичига маҳкамлаб, кучсиз алангада қиздиринг (толуол ёнувчи модда. Шунинг учун пробирка алангадан тахминан 5 см юқорида бўлсин).

Олтингургурт тўлиқ эриб булгандан кейин пробиркани советини учун штативда қолдиринг. 5—10 минутдан кейин пробирка деворларида игнасимон моноклиник олтингургурт кристаллари ўса бошлайди. Олтингургурт эритмаси совигандан кейин уни соат ойнасига филтрланг ва соат ойнасининг устини филтр қоғоз билан ёпиб, мўрили шкафада қолдиринг. Соат ойнасида ҳосил бўлган ромбик олтингургуртни навбатдаги машғулотда лупа ёрдамида кузатинг.

Ромбик ва моноклиник олтингургурт кристалларининг шаклини дафтарингизга чизинг.

Э с л а т м а: Агар эритувчи сифатида бензол олинадиган бўлса 5 мл бензолда 0,5 г олтингургурт эриглади.

5. Олтингургуртнинг оксидлаш хоссаси

а) 7 г темир кукуни ва 4 г олтингургурт толқонини чинни ҳовончада яхшилаб аралаштиринг. Аралашмани кичикроқ чинни тигелга солиб, ҳовонча дастасининг учи билан бир оз шиббалаңг. Йўғонроқ темир таёқчани газ алангасида чуғлангунча қиздиринг ва тезда ҳовончадаги темир ва олтингургурт аралашмасининг ўртасига

бөтиринг. Бунда темир билан олтингугурт шидлатли реакцияга киринадн. Реакция аломатига ахамият беринг (темир таёқчани аралашмадан олманг). Агар биринчи марта қиздирилган темир таёқча бөтирилганда реакция бошланмаса, уни аралашмадан олиб ола қиздириг ва тажрибани такрорланг.

Аралашма тулиқ реакцияга киришиб булгандан кейин тигелда олиб булган моддани темир таёқча билан олиб, чинни ҳовончага солиг ва ҳовонча дастаси билан салгина майдаланг. Олинган моддани озроғини пробиркага солиб (қолган қисмини тажрибалар учун сақланг), устига 2—3 мл суюлтирилган хлорид кислота эритмасидан қуйинг. Қандай газ ажралиши керак? Тегишли реакция-ларнинг тенгламаларини ёзинг. Қайси модда оксидланди?

б) (Тажриба мурили шкафта ўтказилади). 2 г толқони билан 1 г олтингугурт толқонини аралаштиринг ва темир пластинка устига тукинг. Аралашмага қиздирилган шиша таёқчани тек-синг. Нимани кузатдингиз? Реакция тенгламасини ёзинг. (Тажрибанин пробиркада ўтказиб булмайди.)

Олинган моддадан озроғини пробиркага солиб, устига хлорид кислотанинг суюлтирилган эритмасидан қуйинг. Қандай газ ажра-либ чиқди? Реакция тенгламасини ёзинг. Қайси модда оксид-ланди?

«а» ва «б» тажрибаларда ажралиб чиқаётган газни пробирка олиг қўргошин нитрат тузи эритмаси билан ҳулланган фильтр қоғозини тутиб кўриб ҳам синаш мумкин. Бунда қоғознинг қора-нишини кузатасиз.

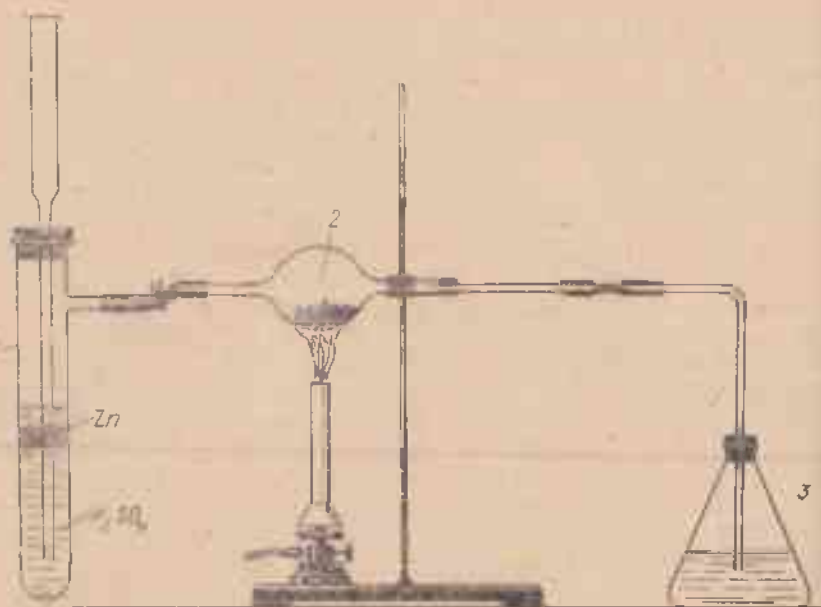
и) Пробиркага олтингугурт толқонидан солиб уни қайнагунча қиздиринг. Пробирка олтингугурт буғи билан тулгандан кейин ун-га газ алангасида чулгангунча қиздирилган ингичка мис толалари дастасини тушинг. Мис олтингугурт буғида ёнади ва Cu_2S ҳо-сил булади. Реакция тенгламасини ёзинг. Қайси модда оксид-ланди?

Юқоридаги тажрибалар натижасига асосланиб, олтингугурт-нинг металллар билан бирикиши ва унинг оксидлаш хоссаси ҳақи-қати хулосаларингизни ёзиб қуйинг.

6. Олтингугуртнинг водород билан бирикиши

и) расмда кўрсатилган асбобни йиғинг. Хлор-кальцийли найга (1) кироқ олтингугурт кукунидан солиб, уни темир штатив қисқи-чига маҳкамланг. Хлор-кальцийли найнинг кенг томонини шиша ванн ўриатилган пробка билан беркитинг. Шиша найнинг иккинчи учини қўргошин нитрат эритмаси қуйилган колбага (3) туши-ринг.

Водород олиннадиган асбобдан (Кипп аппарати ёки бошқа ас-боб) (1) чиқаётган водороднинг тозалигига ишонч ҳосил қилга-нинидан кейин асбобни хлор-кальцийли найга уланг ва хлор-кальцийли пайдаги олтингугуртни қиздиринг. Бунда олтингугурт бөтиқланиб, қайнайди. Олтингугурт буғи водород билан бирикиб, водород сульфид ҳосил қилади. Ҳосил булган водород сульфидни



39- расм. Водород ва олтингугуртдан водород сульфид олиш асбоби.

ҳидидан ёки қўрғошин тузи эритмасига юборилганда қора чўкма ҳосил бўлишидан билиш мумкин. Қўрғошин нитрат эритмаси водород сульфид учун характерли реактив эканини аввалги тажрибаларда (5 «а», «б») ҳам кўрган эдингиз. Реакция тенгламаларини ёзинг. Қора чўкма қайси модда ҳосил бўлганлигидан далолат беради? Бу реакцияда олтингугурт оксидловчими ёки қайтарувчими?

7. Водород сульфиднинг олиниши ва хоссалари

(Водород сульфид билан утказиладиган ҳамма тажрибалар мўрили шкафта олиб борилади. Тажрибалардан кейин пробиркалардаги моддалар мурили шкафта қўйилган махсус идишга қўйилади ва препараторга топширилади.)

а) Пробиркага темир (II)-сульфид бўлакчаларидан бир исча дона солиб (5 «а» тажрибада ҳосил қилинган темир (II)-сульфиддан фойдалансангиз ҳам бўлади), унга хлорид (1 : 2) ёки сульфат кислота (1 : 5) эритмасидан 3—5 мл қўйинг. Пробирка оғзини учингичка найли пробка билан беркитинг. Реакция секин борса, пробиркани бир оз иситинг. Ажралиб чиқаётган водород сульфиднинг рангига эътибор беринг ва маълум қоидага амал қилган ҳолда унинг ҳидини текширинг. Реакция тенгласини ёзинг.

б) Ингичка найча учидан чиқаётган водород сульфидни ёндиринг. У ҳаво ранг аланга бериб ёнади.

в) Водород сульфид алангаси устига қуруқ стаканни тутинг. Стакан деворида майда сув томчилари ҳосил бўлишини кузатинг.

г) Кук лакмус қоғозни сувда ҳўллаб, водород сульфид алангасида тутинг. Кук лакмус қоғоз қизарадими?

Шу икки тажриба натижаларига асосланиб, водород сульфид сувда содир бўладиган реакция тенгламасини ёзинг.

д) Водород сульфид алангасига тигел қопқоқча ёки чинни қўйиб тутинг. Бунда чинни косача ёки тигел қопқоғида сариқ доғ ҳосил бўлишини кузатасиз. Водород сульфид чала ёнганда содир бўладиган реакция тенгламасини ёзинг.

е) Тарозида 3 г оltингугурт кукуни, 5 г парафин қириндиси ва 2 г майдаланган асбест тортиб олиб, уларни қоғоз устида яхшилаб аралаштиринг. Ҳосил қилинган аралашмадан 2 г олиб, пробиркага солинг. Пробирка оғзини учи торайтирилган газ утказкичи ёки ўрнатилган пробка билан беркитиб, пробиркани темир илтиш қисқичига маҳкамланг ва аралашмани аста қиздилинг. Реакция натижасида водород сульфид ажралишига ишопч ҳосил қилинганча, у билан юқоридаги тажрибаларни утказиш мумкин.

Водород сульфиднинг сувда эришини кузатишда шу усулда оlingан водород сульфиддан фойдаланиш мақсадга мувофиқдир.

8. Водород сульфиднинг сувда эрувчанлиги

Водород сульфид ҳосил қилинаётган пробирка оғзидаги учи торайтирилган найча ўрнатилган пробкани учи торайтирилмаган пробка билан алмаштиринг ва уни резина найча билан газ чиқиш найи биланч бирлаштиринг. Газ чиқиш найининг остига сувли цилиндрга тушинг (найнинг учи цилиндрнинг туфелига тушиб турсин). Сувни 3—5 минут давомида водород сульфид билан туйинтиринг. Шундай қилиб, водород сульфиднинг сувдаги эритмаси «водород сульфидли сув» ҳосил қилинади. Водород сульфидли сувдан кук лакмус қоғозга 1—2 томчи томизинг. Натижани кузатдингиз? Хулосангизни ёзинг.

Водород сульфидли сувни кейинги тажрибалар учун сақланг.

9. Водород сульфиднинг қайтариш хоссалари

а) Иккита пробирка олиб, улардан бирига 1 мл йодли сув, иккинчисига 1 мл бромли сув қуйинг ва уларнинг ҳар қайсисига 1 мл ҳажмда водород сульфидли сув қўшинг. Эритмаларнинг рангини кўзатиш ва лойқа ҳосил бўлишини кузатинг ҳамда сабабини туйинтиринг. Реакция тенгламаларини ёзинг.

б) Пробиркага калий бихроматнинг суюлтирилган эритмасидан 3 мл қўйиб ва унга сульфат кислота эритмасидан (1:5) 3—4 томчи томизиб, чапқатинг. Шундан кейин пробиркани чайқатиб турган ҳолда ундаги эритмага водород сульфидли сувдан қуйинг. Эритманинг тўқ сариқ рангли эритмаси кўкарилишига $(\text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3$ ҳосил

булиши туфайли) ва эритмада лойқа ҳосил бўлишига эътибор беринг. Оксидланиш-қайтарилиш реакцияси тенгламасини ёзинг.

в) Пробиркага калий перманганатнинг суюлтирилган эритмасидан 3 мл солиб, унга сульфат кислотанинг 1 : 5 эритмасидан 3—4 томчи томизинг ва пробиркани чайқатинг. Сўнгра унга водород сульфидли сув қуйиб, қалай чайқатинг. Эритманинг рангсизланиши ($MnSO_4$ ҳосил бўлиши туфайли) ва лойқаланишини кузатинг. Оксидланиш-қайтарилиш реакцияси тенгламасини ёзинг.

Водород сульфиднинг қайтариш ҳоссаси ҳақидаги умумий ҳулосаларингизни ёзинг.

10. Металлларнинг сульфидларини чуқтириш

а) 6 та пробирка олиб, уларни штативга теринг ва уларга алоҳида-алоҳида рух сульфат, марганец хлорид, кадмий сульфат, сурьма (III)-хлорид, қалай хлорид ва кўрғошин (II)-нитрат тузларининг 0,5 н эритмаларидан 3 мл дан қуйинг. Рух сульфат эритмаси устига натрий ацетат эритмасидан 2—3 томчи қуйиб чайқатинг.

Ҳамма пробиркаларга Аммоний сульфид эритмасидан 5 томчидан қуйиб, чайқатинг. Пробиркаларда ҳосил бўлган металлларнинг сульфидларидан иборат чуқмаларнинг рангини кузатинг (ZnS — оқ, MnS — буғдой ранг, CdS — сарик, Sb_2S_3 — қизғиш сарик, SnS — кунғир, PbS — қора). Реакцияларнинг тенгламаларини ёзинг.

Сульфидларнинг чуқмаларини декантация йули билан (чуқма устидаги эритмани бошқа идишга қуйиш) ажратинг. Чуқмаларга хлорид кислотанинг суюлтирилган эритмасидан 5 мл дан қуйиб чайқатинг. Қайси пробиркадаги чуқма хлорид кислотада эришини кузатинг. Агар чуқма эриса реакция тенгламасини ёзинг.

...жадвалдан фойдаланиб сиз ҳосил қилган сульфидларнинг сувда эрувчанлиги ҳақидаги кузатишларингизни изоҳлаб беринг.

б) Юқоридаги тажрибани водород сульфидли сув билан ҳам қилиб кўринг. Қайси пробиркада чуқма ҳосил бўлишини кузатинг. Реакция тенгламасини ёзинг.

11. Сульфидлар гидролизи

Иккита пробирка олиб, уларнинг бирига натрий (калий) сульфид ва иккинчисига аммоний сульфид эритмаларидан қуйинг. Эритмаларни қизил ва кўк лакмус қоғоз ёрдамида текширинг. Лакмус қоғозининг ранги ўзгариши сабабларини тушунтиринг. Гидролизланиш реакцияси тенгламаларини ёзинг.

12. Полисульфидларнинг олиниши

Пробиркага натрий сульфид кристалларидан 1 г чамаси солиб, уни 5 мл сувда эритинг. Эритмага майдаланган олтингургуртдан солиб аралаштиринг ва қайнагунича қиздиринг. Агар олтингургурт-

нинг ҳаммаси эриса, яна қушинг. Қиздириш мобайнида эритма ранининг узгаришига эътибор беринг.

Қайноқ эритмани филтрланг. Филтратдан 1—2 мл ни бошқа пробиркага олиб, устига муҳит кислотали булғунча хлорид кислота эритмасидан қушиб чайқатинг. Водород сульфид ва олтингургурт ажралишини кузатинг ва исботланг. Реакция тенгламасини ёзинг.

Машқ ва масалалар

1. Олтингургурт 200° температурада қовушоқ бўлиб қолшининг на температура 300° дан ортганда яна ҳаракатчан суюқликка айланишининг сабаби нимада?

2. Олтинчи группа асосий группача элементлари еттинчи группа асосий группача элементларидан физикавий ва химиявий хоссалари жиҳатдан қандай фарқ қилади?

3. Водород сульфидли сув вақт утиши билан нима учун лойқаланади?

4. CaS , H_2O , CO_2 ва Cl_2 дан фойдаланиб соф олтингургурт олиш мумкин. Тегишли реакцияларнинг тенгламаларини ёзинг.

5. Чўян таркибида олтингургурт борлигини қандай исботлаш мумкин?

6. Урта туз ҳосил қилиш учун таркибида 20 г уювчи натрий бўлган эритмага неча литр (н. ш.) водород сульфид қушиш керак?

7. Пробиркада 10 мл бром билан туйинтирилган сув бор. Шунча миқдор бромли сувни тулиқ рангсизлантириш учун унга 20° ва 720 мм симооб уст. босимида ажралиб чиқаётган водород сульфиддан неча миллилитр қушиш керак?

8. 20° да 1 л сувда 2,6 л водород сульфид эрийди. Шу эритманинг концентрацияси неча нормал?

9. Водород сульфидли сувдан озон утказилганда қандай оксидланиш-қайтарилиш реакцияси боради?

10. Кумуш ва мис пластинкалар водород сульфидли сувга тунтирилганда қораяди. Бунинг сабаби нима? Кумуш ва мис пластинкаларни нима ёрдамида тозалаш мумкин?

26-§. ОЛТИНГУГУРТНИНГ КИСЛОРОДЛИ БИРИКМАЛАРИ

Олтингургурт кислород билан бирикиб, уч хил оксид (S_2O , SO_2 ва SO_3) ҳосил қилади.

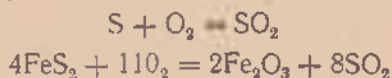
Булардан олтингургурт (I)- оксид — S_2O жуда бекарор газ бўлиб, жуда сийрак ҳолда учраши мумкин. Бу модда химиявий актив бўлгани учун тезда олтингургурт билан сульфит ангидридга парчаланади:



Олтингургурт (I)- оксид молекуласи $\text{S}=\text{S}=\text{O}$ тузилишга эга, авваллари у SO деб танилган эди.

Олтингугурт оксидларидан олтингугурт IV (SO_2) ва VI (SO_3) оксидлари кўп қўлланилади.

Сульфит ангидрид SO_2 -10°C да қайнайди ва $-72,5^\circ\text{C}$ да қотиadi, ҳаводан деярли 2,5 марта оғир, рангсиз, уткир ҳидли заҳарли газ. У бўёқларни рангсизлантиради. Сульфит ангидрид техникада олтингугуртнинг ҳавода ёнишидан, саноатда пирит (FeS_2) нинг куйишидан ҳосил бўлади:

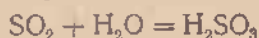


Лабораторияда SO_2 сульфит кислотанинг қуруқ тузларига (масалан, Na_2SO_3 га) концентранган кислота (масалан, H_2SO_4) таъсир этириб олинади.

Сульфит ангидрид сувда бирмунча яхши (1 ҳажм сувда 40 ҳажм) эрийди.

Сульфит ангидрид химиявий жиҳатдан анча актив модда бўлиб, у билан содир бўладиган реакцияларни уч гурппага: а) олтингугуртнинг валентлиги (S^{4+}) ўзгармайдиган, б) олтингугурт қайтариладиган ($\text{S}^{4+} \rightarrow \text{S}$, S^{2-}), в) олтингугурт оксидланадиган ($\text{S}^{4+} \rightarrow \text{S}^{6+}$) реакцияларга бўлиш мумкин.

Масалан, сульфит ангидриднинг сувда эриш реакциясида олтингугуртнинг валентлиги ўзгармайди:

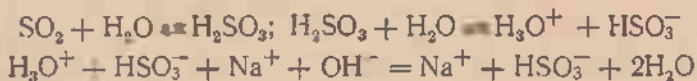


Сувда эриган SO_2 нинг кўп қисми гидратланган $\text{SO}_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$ ҳолатда бўлади, озроғи эса сув билан қуйидагича реакцияга киришиб, сульфит кислота ҳосил қилади:



Сульфит ангидриднинг сувдаги эритмасида унинг жуда кўп қисми гидратланган ҳолда бўлгани учун сульфит кислотада сульфит ангидрид ҳиди келиб туради. Унинг сувдаги эритмаси қайнатилганда сульфит ангидрид батамом ажралиб чиқиши мумкин. Бунини фуксин эритмаси ёрдамида синаб кўрса бўлади.

Сульфид ангидрид ишқорларнинг эритмаларига тўлиқ ютилади. Чунки сульфит ангидриднинг сув билан реакцияга киришишидан ҳосил бўладиган сульфит кислота диссоциланганда водород иони ҳосил бўлиб, у ўз навбатида ишқорнинг гидроксил иони билан бирикади. Шундай қилиб, эритмадаги мувозанат ўнг томонга силжийди:



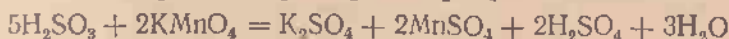
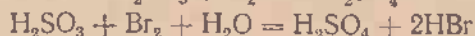
Ишқор эритмасига сульфид ангидрид таъсир этирилганда сульфит кислота тузлари ҳосил бўлади, шунинг учун ҳам эритмада газнинг ёқимсиз ҳиди сезилмайди.

Агар сульфит ангидридга ёки сульфит кислотага турли қайтарувчилар таъсир эттирилса, унинг молекуласидаги S^{4+} қайтарилиб S^0 га и ётто S^{2-} га айланади. Масалан:



Кейинги реакцияда хлорид кислота билан рухнинг таъсирлашувидан ажралиб чиқадиган атомар водород қайтарувчидир. Бу ҳолда H_2S ҳосил бўлишини қўрғошин нитрат эритмаси ёрдамида аниқлаш мумкин.

Турли оксидловчилар таъсирида сульфит кислота ёки унинг тузлари молекуласидаги S^{4+} оксидланиб, S^{6+} га айланади:



Олтингугуртнинг яна бир оксиди сульфат ангидрид — SO_3 эканлиги юқорида айтиб ўтилди. У фақат буг ҳолида мономер бўлиб, суяқ ҳолатда полимерланиб кетади.

Олтингугурт ҳавода ёндирилганда SO_2 дан ташқари қисман (4 процентга) сульфат ангидрид — SO_3 буғи ҳам ҳосил бўлади.

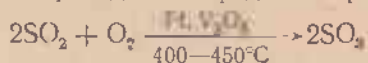
Мономер SO_3 қутбли молекула бўлиб, унинг тузилишини қуйидагича тасвирлаш мумкин:



ушунчак тузилишга эга. Олтингугурт атомида sp^2 — гибридланиш содир бўлади.

Сульфат ангидрид буғининг конденсатланиши натижасида $44,8^\circ C$ да қайнайидиган учувчан суяқлик ҳосил бўлади. У $16,8^\circ C$ да қотиб, мука ўқлаш массага айланади.

Саноатда кўп миқдорда сульфат ангидрид олиш учун сульфит ангидридга юқори температурада ва катализатор (платина, ванадий оксиди — V_2O_5) лар иштирокида кислород таъсир эттирилади.



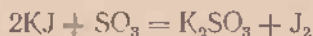
Лабораторияда концентранган сульфат кислотага фосфат ангидрид таъсир эттириб ҳам сульфат ангидрид олиш мумкин.

Сульфат ангидрид сув билан шиддатли реакцияга киришади. Чискин кучли экзотермик бўлгани учун SO_3 нинг сув билан кўпроқ қисмининг киришига тўсқинлик қилади, ҳосил бўлган сульфат кислота тўқчиларидан либонат «туман» сувга секин ютилади. Шунинг учун амалда сульфат ангидрид концентранган сульфат кислотага ($d = 1,84$) қўйирилади. Натижада дастлаб моногидрат, кейин эса олеум ҳосил

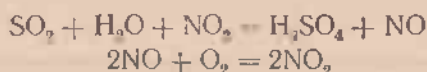
бўлади. Олеумнинг асосий қисми пиросульфат кислота — $\text{H}_2\text{S}_2\text{O}_7$ дан иборат. Пиросульфат кислота сувда суюлтирилса яна сульфат кислота ҳосил бўлади.

Тоза суюқ сульфат ангидридга олтингугурт таъсир эттирилганда кук тусли кристалл модда S_2O_3 ҳосил бўлади. У ниҳоятда беқарор.

SO_2 кучли окисловчи бўлгани учун айрим моддаларни оксидлайди.



Сульфат кислота ишлаб чиқаришнинг нитроза (минора) усулида сульфит ангидридни окисловчи модда сифатида NO_2 дан фойдаланилади. Нитроза усули билан сульфат кислота ишлаб чиқаришда содир бўладиган реакциялар анча мураккаб бўлиб, улар қуйидаги тенглама билан ифодаланади:

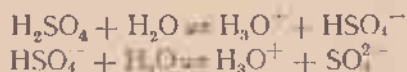


Химиявий тоза сульфат кислота мойсимон суюқлик, 338°C да қайнайди, сув билан азеотроп эритма ҳосил қилади. Азеотроп эритмада 98,3 процент H_2SO_4 ва 1,7 процент сув бўлади. Концентрланган сульфат кислотанинг солиштирма оғирлиги $d = 1,84 \text{ г/см}^3$. У сув билан ҳар қандай нисбатда аралашади.

Сульфат кислота сув билан суюлтирилганда содир бўладиган гидратланиш натижасида жуда кўп миқдорда иссиқлик ажралади. Шу сабабли сульфат кислотани суюлтиришда, албатта, концентрланган сульфат кислотани сувга оз-оздан жилдирашиб қуйиш ва доим аралаштириб туриш зарур.

Концентрланган сульфат кислота намни ютиш ва бошқа моддалар таркибидаги сув элементларини тортиб олиш хусусиятига эга. Масалан, у углеводлар (шакар, крахмал, целлюлоза) молекуларидаги сув элементларини тортиб олиб, уларни кўмирга айлантиради. Сульфат кислотанинг намни ютиш хоссасидан газларни (масалан, эксикаторда) қуритишда фойдаланилади.

Сульфат кислота икки негизли кислота бўлгани учун, у икки босқичда диссоциланади:



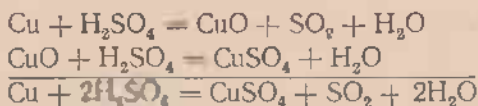
Биринчи босқичда сульфат кислотанинг деярли ҳаммаси диссоциланса, иккинчи босқичда анча кам ($K_2 = 1,29 \cdot 10^{-2}$) диссоциланади.

Сульфат кислота ўрта (сульфат) ва нордон (гидросульфат) тузлар ҳосил қилади. У кучли окисловчи, турли металлмаслар (масалан, олтингугурт, углерод) ва металлларни оксидлайди.

Олтингугурт ва углерод (кўмир) концентрланган сульфат кислота билан қиздирилганда SO_2 ва CO_2 ҳосил бўлади.

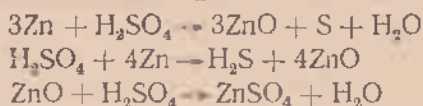
Сульфат кислотанинг турли металлларни оксидлашидан ҳосил бўладиган моддалар, аниқроғи, олтингугуртнинг қайтарилиш даражаси металлнинг табиатига ва кислота эритмасининг концентрацияси билан температурага боглиқ.

Масалан, концентрланган сульфат кислотага мис таъсир эттирилганда кислота мисни оксидлайди.



Реакциянинг қанчалик тез бориши металлнинг таъсир этиш юзаси катталигига боғлиқ.

Суיותилрилган (1:5) сульфат килота рух билан узаро таъсир этганда водород ажралиши маълум. Рух билан концентрланган сульфат килота таъсир этганда эса реакция маҳсулотлари бошқа бўлади. Масалан, концентрланган сульфат килотага рух солиб қиздирилганда аввал эритма лойқаланади (ZnO ҳосил бўлади), кейин эса ZnO нинг ажралиши кузатилади. Содир бўладиган реакцияларнинг энг оддий схемаси қуйидагича:

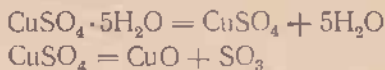


Сульфат кислота ишқорий металллар билан нордон тузлар ҳосил қилади. Улар сувда яхши эрийди.

Сульфат кислотта кўчилик металллар билан урта тузлар ҳосил қилади. Ишқорий-ер металлари ва қўرғошиннинг сульфат тузлари фақат сувда эмас, балки суюлтирилган кислоталарда ҳам эри-
мади.

Сульфат кислота ва сульфатларнинг сувдаги эритмаларида сульфат аниони — SO_4^{2-} борлиги барий хлорид эритмаси ёрдамида аниқланади. BaSO_4 (BaSO_3 дан фарқ қилган ҳолда) суюлтирилган кислотада ҳам эринмайди.

Ишқорий ва ишқорий-ер металлларнинг сульфатлари қизди-
ришга чидамли, оғир металлларнинг сульфатлари эса қиздирил-
ганда парчаланadi:



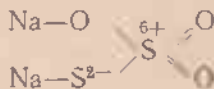
Кучлироқ қиздирилганда SO_2 ҳосил булиши сульфат ангидриднинг термик парчаланишидан далолат беради:



Натрий сульфит тузининг қуюқ эритмасыга олтингургурт қушиб тайынтылса, натрий тиосульфат ҳосил бўлади:



Натрий тиосульфат молекуласидаги олтингугурт — 2 ва + 6 ок-
сидланган даражаларини намойён қилади. Буни унинг тузилиш форму-
ласидан кўриш мумкин:



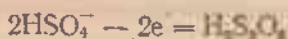
Натрий тиосульфат тиосульфат кислота $\text{H}_2\text{S}_2\text{O}_3$ нинг тузи бўлиб барқарор модда, кислотанинг ўзи эса беқарордир. Масалан, натрий тиосульфатга кислота қуйилса, тиосульфат кислота урнига SO_2 ва S ҳосил бўлади:



Тиосульфат тузи молекуласида оксидланиш даражаси S^{2-} булган олтингугурт борлиги учун туз қайтарувчи хоссасига эга:



Концентрланган сульфат кислота ёки аммоний гидросульфатнинг концентрланган эритмаси электролиз қилинганда анодга тортиладиган HSO_4^- ионлари электрон йуқотиб, жуфтлашади ва персульфат кислота — $\text{H}_2\text{S}_2\text{O}_8$ ҳосил қилади:



Персульфат аниони $\text{S}_2\text{O}_8^{2-}$ да пероксид — $\text{O} - \text{O} -$ занжири бўлгани учун у кучли оксидловчи хоссасига эга. Масалан, у J^- ионини эркин йодгача оксидлайди:



Тажрибалар

1. Пиритни куйдириш

Сим түр устига пирит доначаларидан бир нечасини қўйиб, газ алангасида қиздириш. (Сим түр қисқич ёрдамида ушланади). Сульфит ангидрид ҳосил бўлаётганини сезганингиздан кейин қиздирилган пиритга ҳўлланган күк лакмус қоғозни тутинг. Нимани кузатдингиз?

Куйдирилган пиритни чинни косачага солиб совитинг. Пирит совитганда унинг ранги қизариб боришига (Fe_2O_3 ҳосил бўлиши туфайли) эътибор беринг. Реакция тенгламасини ёзинг.

2. Сульфит ангидриднинг олиниши

(Тажриба мўрили шкафта олиб борилади)

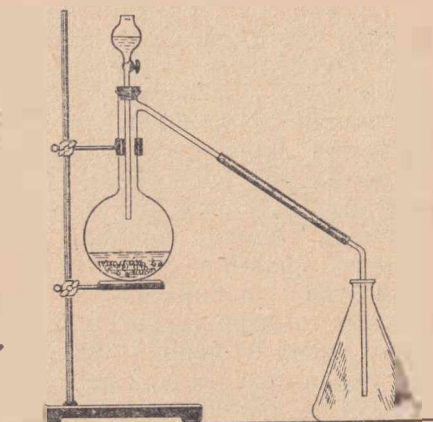
Вюрц колбасига (40- расм) 10 г натрий сульфит тузидан солиб, колбанинг оғзини томчилатма воронка ўрнатилган пробка билан беркитинг.

Олтингугурт (IV)-оксид олиш учун керакли асбоблар (ичига пичан ёки гул, ё бўялган мато солинган Эрленмейер колбаси, 2 та катта пробирка) ни тайёрлаганингиздан кейин томчилатма воронкага 10 мл чамаси концентрланган сульфат кислота эритмасидан қуйинг. Газ ўтказгич найни Эрленмейер колбасига туширинг. Шундан кейин натрий сульфит устига кислота эритмасини оз-оздан қуйинг. Эрленмейер колбаси олтингугурт (IV)-оксид билан тўлгандан кейин, уни катта про-

бирка билан алмаштиринг ва колбанинг оғзини резина пробка билан беркитинг. Катта пробиркаларга газ тулдидан кейин уларнинг ҳам оғзини пробка билан беркитиб биёни унутманг. Ҳамма идишлар олтингурут (IV)-оксид билан тулдирилгандан кейин цилиндрга қутилган сувни олтингурут (IV)-оксид билан тўйинтиринг.

Тажриба ниҳоясида Вюрц колбасини бир оз иситишингиз мумкин. Бунда цилиндрдаги сувнинг пай орқали юқорига кутарилишини йул қуйманг.

Реакция тенгламасини ёзинг. Эрленмейер колбасидаги аралашманинг рангсизланишини кузатинг. Катта пробиркалардаги олтингурут (IV)-оксид ва унинг сувдаги эритмасини навбатдаги тажрибалар учун қолдиринг.



40- расм. Ҳаводан оғир бўлган газларни олиш.

3. Ёниб турган чўпнинг сульфит ангидридда учиши

2 тажрибадаги сульфит ангидрид тулдирилган катта пробиркаларнинг бирига ёниб турган чўпни тушинг. Нимани кузатдинг? SO_2 ёнишга ёрдам берадими?

4. Сульфит ангидриднинг сувда эрувчанлиги

Сульфит ангидрид тулдирилган пробиркалардан бирини кристаллизатордаги сувга тункариб тушинг ва сув остида пробирка оғзини очинг. Сувнинг пробирка ичига кутарилишини кузатинг. Бунинг сабаби нимада? Реакция тенгламасини ёзинг.

5. Сульфит кислотанинг хоссалари

а) Сульфит ангидриднинг сувдаги эритмаси кислота хоссаларига эга эканлигини кук лакмус қоғоз ёрдамида синаб кўринг.

б) Пробиркага сульфит ангидриднинг сувдаги эритмасидан 5 мл қўйинг ва уни газ алангасида қайнагунга қадар қиздиринг. Пробиркада қайноқ эритмани яна кук лакмус қоғоз ёрдамида синаб кўринг. Нимани кузатдингиз? Сульфит кислотанинг барқарорлиги ҳақида хулоса чиқаринг.

в) Пробиркага фуксиннинг суюлтирилган эритмасидан 3 мл қўйинг, унинг устига сульфит ангидриднинг сувдаги эритмаси (сульфит кислота)дан оз-оздан қўйиб чайқатинг. Фуксиннинг рангсизланишини кузатинг.

Шундан сунг эритмани қайнагунича газ алангасида қиздилинг. Нимани кузатдингиз? Кузатилган ҳодисаларни изоҳлаб беринг.

г) Пробиркага сульфит кислота эритмасидан 3 мл солинг, устига водород сульфитли сувдан бир неча томчи томизиб чайқатинг. Эритманинг лойқаланишини кузатинг. Реакция тенгламасини ёзинг.

Бошқа пробиркага сульфит кислота эритмасидан 3 мл қуйиб устига хлорид кислотанинг суюлтирилган эритмасидан 1 мл қушинг ва 1—2 дон рух булакчаларидан солинг. Бир оздан сунг, эритмада сульфид ионлари ҳосил булганини қурғошин нитрат эритмаси ёрдамида синаб кўринг. Бунинг учун пробиркадаги эритмани бошқа пробиркага қуйиб олиб, устига қурғошин нитрат эритмасидан томизиб чайқатинг. Эритманинг қорайишини ва ҳатто қора чукма ҳосил булишини кузатинг. Реакция тенгламасини ёзинг. Бу реакцияда қайси модда қайтарувчи?

д) 4 та пробирка олиб, уларнинг биринчисига бромли сув, иккинчисига йодли сув, учинчисига калий перманганатнинг суюлтирилган эритмасидан ва тўртинчисига озгина суюлтирилган сульфат кислота эритмаси қушилган калий дихромат эритмасидан 3 мл дан қуйинг.

Ҳамма пробиркаларга сульфит кислота эритмасидан оз-оздан қуйиб чайқатинг.

Дастлабки учта пробиркадаги эритмаларнинг рангсизланишини, тўртинчи пробиркада эса эритманинг ранги туқ сариқдан яшил рангга ўтишини кузатинг. Шундан кейин пробиркалардаги эритмаларда сульфат аниони борлигини барий хлорид эритмаси ёрдамида синаб кўринг.

Ҳамма пробиркаларда содир булган сульфит кислотанинг оксидланиш реакциялари тенгламаларини ёзиб, оксидловчиларни аниқланг.

6. Магнийнинг сульфит ангидридда ёниши

Ҳажми 500 мл ли озги каттароқ идишга озроқ қум солиб, унга сульфит ангидрид тўлдиринг ва оғзини шиша пластинка билан беркитинг. Магний лентасини қисқич билан тутган ҳолда газ алангасида ёндириш ва сульфит ангидрид йиғилган идишга туширинг. Магнийнинг ёниши давом этади. Магний оксиди ва олтингугурт идиш деворига ўтириб қолишини кузатинг. Реакция тенгламасини ёзинг. Магний ва олтингугуртнинг кислород билан ҳосил қилган оксидларидаги элементлар орасидаги боғланишнинг табиати ҳақида хулоса чиқаринг.

Магний лентаси ўрнига магний кукуни ишлатса ҳам бўлади. Бунда магний кукунини темир қошиқчага солиб ёндириб, сульфит ангидридли идишга туширилади.

7. Натрий гидросульфит ва натрий сульфит олиш

Катта пробиркага 500 мл натрийнинг 20 процентли эритмасидан 10 мл қуйиб, унга реакция муҳити кислотали булгунча (лакмус

қоғоз билан текшириб) сульфит ангидрид қушинг. Натрий гидро-сульфит эритмаси ҳосил бўлади. Реакция тенгламасини ёзинг.

Пробирка оғзига тутилган кук лакмус қоғоз қизаргач, эритмага тенг ҳажмда уювчи натрийнинг 20 процентли эритмасидан қуйиб чайқатинг. Бунда натрий сульфит ҳосил бўлади. Реакция тенгла-масини ёзинг.

Ҳосил булган натрий сульфит эритмасини чинни косачага қу-нинг ва идиш тубида кристаллар ҳосил булгунча буғлатинг. Крис-талларни қуюқ эритмадан филтрлаб ажратинг ва филтр қоғози-устада қурийтиб алоҳида идишга солинг.

8. Сульфит комплексини ҳосил қилиш

а) Пробиркага натрий тиосульфатнинг суюлтирилган эритма-сидан 2 мл қуйиб, устига кумуш нитратнинг 0,2 н. эритмасидан томчилаб қўшиб чайқатинг. Бунда эритмада тиосульфат миқдори-ни булгани учун кумуш нитрат таъсирдан қора чўкма (кумуш-сульфиди) ҳосил бўлади. Реакция тенгламасини ёзинг.

б) Иккинчи пробиркага 8-тажрибада олинган филтратдан 0,5 мл қуйиб уни 1 мл сувда суюлтиринг ва устига кумуш нитрат-тузи эритмасидан қуйиб чайқатинг.

Бунда эритмада тиосульфат иони концентрацияси юқори бўлгани-учун кумуш нитрат тузи таъсирида чўкма ҳосил булмасдан, тиосуль-фатнинг сувда эрувчан комплекс бирикмаси $\text{Na}_3[\text{Ag}(\text{S}_2\text{O}_3)_2]$ ҳосил бў-лади. Реакция тенгламасини ёзинг. Бу реакция кўпроқ қайси мақсад-ларда фойдаланилади?

9. SO_3^{2-} ионига хос реакция

Пробиркага сульфит кислота ёки натрий сульфит эритмасидан 4 мл олиб унинг устига барий хлориднинг суюлтирилган эритма-сидан 1 мл қуйинг. Оқ чўкма ҳосил бўлишини кузатинг. Реакция-тенгламасини ёзинг. Чўкмани чайқатиб туриб, иккита пробиркага-тенг миқдорда булинг. Биринчи пробиркадаги чўкмага хлорид кис-лотасининг суюлтирилган эритмасидан 2 мл, иккинчи пробиркадаги-эритмага эса шунча ҳажм сув қуйиб чайқатинг. Барий сульфитнинг-қолиғида ва сувда эрувчанлигини кузатинг.

Машқ ва масалалар

1. Олтингурут (IV)-оксид ҳосил бўладиган барча реакция-ларнинг тенгламаларини ёзинг.

2. Сульфит ангидрид учун характерли булган уч хил реакцияга-амсалар келтиринг.

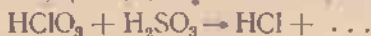
3. Сульфит ангидрид сувда яхши эрийдими ёки ишқор эритма-сиданми? Жавобингизни изоҳлаб беринг.

4. Колчедан печида бир суткада таркибида 42,4 процент олтин-гургурт бўлган 30 тонна темир колчедани куйдирилади. Агар колчедан тулиқ куйдирилган деб ҳисобланса, унда ҳосил буладиган сульфит ангидрид нормал шароитда қанча ҳажми эгаллайди?

5. Ичиладиган сувни хлорлашда хлор ортиқча қушилган бўлса, сувни хлордан тозалаш учун натрий сульфит ишлатилади. Бунда қандай реакция содир бўлади? Реакция тенгламасини ёзинг.

6. Бир куб метр сувда 1 г ортиқча хлор бўлса сувни хлордан тозалаш учун қанча миқдор кристалл натрий сульфит керак булишини ҳисобланг.

7. Қуйидаги реакция тенгламаларини охирига етказинг:



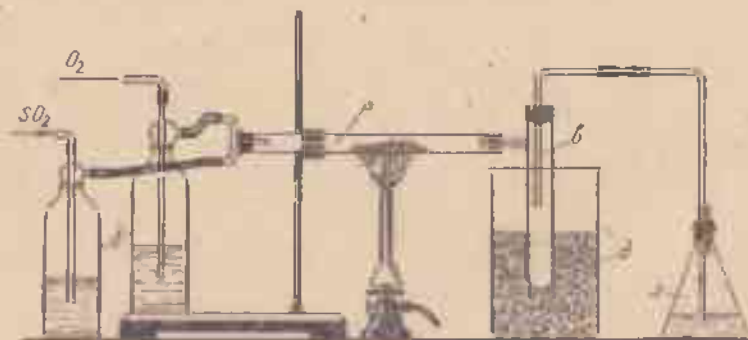
27- §. СУЛЬФАТ АНГИДРИД. СУЛЬФАТ КИСЛОТА

1. Контакт усули билан сульфат ангидрид олиш

(Тажриба мурили шкафта олиб борилади)

41-расмда кўрсатилган асбобни йиғиш учун керакли қисмларни лаборантдан олинг. Диаметри 1,5 см, узунлиги 15—20 см бўлган утга чидамли шиша най (а) ўртасига қуруқ платиналанган (ёки ванадийли) асбестни жойлаштиринг.

Шиша найнинг бир учини утга тешикли най орқали ювгич идишларга (б), иккинчи учини эса ёни найчали пробирка (в) га



41- расм. Контакт усул билан сульфат кислота олиш схемаси.

газ ўтказгич най орқали уланг. Найли пробиркани ювчи натрийнинг 20 процентли эритмаси қуйилган колба (г) га уланг.

Пробиркани идишдаги (д) совитгич аралашма (муз билан ош тузи аралашмаси)га тушириб қуйинг. Ишқор эритмаси бор идишга туширилган найнинг учи эритмага тегиб турмасин. Шундан кейин ювгич идишлар (б) га сульфат кислотанинг концентрланган эрит-

масидан 15—20 мл дан қуйиб (нима учун?), уларни сульфит ангидрид ва кислород олинадиган асбобларга уланг. Сульфат кислота эритмаларидан газ моддалар ута бошлагандан кейин (бунда кислород оқими сульфит ангидрид оқимидан кўпроқ бўлиши кераклигига аҳамият беринг) газ алангасида шиша найнинг катализатор жойлашган қисмини аста қиздириг.

Катализатор устидан 10 минут давомида газлар аралашмаси ўтгандан кейин пробиркада 44,8°C да қайнайдиган, 16,8°C да қотиб муз каби тиниқ массага айланадиган сульфат ангидрид йиғилади.

Пробиркада маълум миқдор сульфат ангидрид тўплангандан кейин сульфит ангидрид ва кислород юборишни ҳамда катализаторни қиздиришни тўхтатиб, пробиркани совитгич аралашмадан олинг. Пробиркада йиғилган моддани кузатинг (сульфат ангидрид томчилари қўлингизга тўкилмасин). Бу пробиркани аввал асбест пахта билан, кейин эса шиша най ўрнатилган резина пробка билан беркитинг. Пробирканинг найнга резина най кийгизиб, уни қисқич билан беркитинг ва кейинги тажрибалар учун қолдириг. Реакция тенгламасини ёзинг.

Эслатма. Агар тайёр катализатор бўлмаса, уни ўзингиз тайёрлашингиз мумкин. Бунинг учун тоза асбест пахта платина хлорид (платина гексахлорид) эритмаси билан ҳўлланади. Асбест пахта ярим соат мобайнида бир оз қуригандан кейин новшадилнинг концентрланган эритмасига туширилади. Бир минут вақт ўтгач, асбест пахтани эритмадан олиб сиқилади. Асбест пахта ҳавода қурилгандан кейин чинни тигелда қиздирилиб, эксикаторда совитилади. Тайёрланган катализатор силлиқланган шиша пробкали идишда сақланади.

Нанадийли катализатор тайёрлаш учун асбест пахтага аммоний ванадатнинг концентрланган эритмаси шимдирилиб, қурилади ва қиздирилади. Бунда қуйлашча реакция боради:



2. Сульфат кислотадан сульфат ангидрид олиш

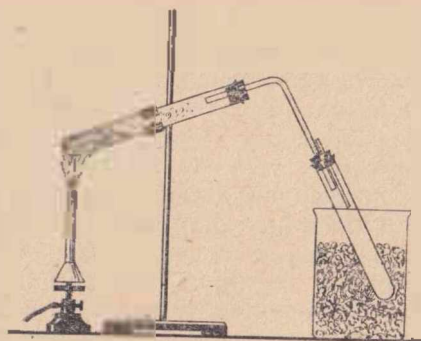
(Тажриба мурили шкафта олиб борилади)

Пробиркага 2—3 г фосфат ангидрид солиб, устига сульфат кислотанинг концентрланган ($d=1,84$) эритмасидан 2—3 мл қуйинг ва шиша таёқча билан секин аралаштиринг. Пробиркани темир пластина қисқичга қия ҳолда маҳкамланг ва оғзини газ ўтказгич билан ўрнатилган пробка билан беркитинг. Газ ўтказгич найнинг оқимини учига икки тешикли резина пробкани ўрнатинг.

Қуруқ пробирка олиб, унинг оғзини газ ўтказгич най ўтказилган пробка билан беркитинг ва уни совитгич аралашмага ботириг (42-расм).

Шундан кейин ичида аралашма бор пробиркани газ алангасида қолдириг. Қуруқ пробиркада маълум миқдор сульфат ангидрид тўплангандан кейин пробиркани алангадан олинг. Пробирка оғзини резина пробка билан беркитиб, ундаги сульфат ангидридни кейинги тажрибалар учун сақланг. Реакция тенгламасини ёзинг.

Асбоб совигандан кейин уни қисмларга ажратиб, эҳтиётлик билан қўлингиз.



42- расм. Сульфат кислотада сульфат ангидрид олиш.

3. Сульфат ангидриднинг хоссалари (Тажриба мурили шкафда олиб борилади)

а) Суюқ сульфат ангидрид йиғилган (1-тажриба) пробирка оғзини очинг ва пробирка оғзига қўйилган асбест пахтани пинцет билан олиб, стакандаги сувга ташланг. Шиша таёқча ёрдамида сульфат ангидриддан жуда оз миқдорда олиб, уни ҳам стакандаги сувга ботиринг (стакан устига энгашманг). Сульфат ангидрид билан сув ўртасида борадиган реакция аломатига аҳамият беринг ва тенгламасини ёзинг.

б) Пробиркага концентрланган сульфат кислота эритмасидан ($d = 1,84$) 0,5 мл қуйинг. Шиша таёқча ёрдамида сульфат ангидриддан жуда оз миқдорда олиб, уни кислота эритмасига тушинг. Сульфат ангидриднинг концентрланган сульфат кислотада эришини кузатинг. Олеум ҳосил бўлиш реакцияси тенгламасини ёзинг.

в) Пробиркага 0,5 мл сульфат ангидрид қуйиб, унга бир-икки дона олтингургурт булакчаларидан солинг ва секин чайқатинг.

S_2O_3 ҳосил бўлиши туфайли сульфат ангидриднинг ранги кукаришини кузатинг.

г) Пробиркага 0,5 мл сульфат ангидрид қуйиб, унга бир неча дона калий йодид кристалларидан солинг ва секин чайқатинг. Эркин йод ва оқ тусли янги туз ҳосил бўлишини кузатинг. Реакция тенгламасини ёзинг.

Сульфат ангидрид билан утказиладиган тажрибаларни бажаришда жуда эҳтиёт бўлиш керак. Сульфат ангидридни териға текказмаслик (у терини куйдиради), сульфат ангидридли пробиркага сув қуймаслик зарур.

Сульфат ангидрид солинган пробиркаларни ювишда пробиркани қисқич билан ушлаб кристаллизатордаги сувга ботиринг. Бунда пробирканинг оғзини узингиздан ёки ёнингиздаги уртоқларингиздан тескари қаратиб сувга тушинг.

4. Минора усули билан сульфат кислота олиш (Тажриба мурили шкафда олиб борилади)

Пробиркага мис қириндисидан солиб, устига концентрланган нитрат кислота қуйинг. Пробирка оғзини газ ўтказгич най ўрна

тилган пробка билан беркитинг. Пайнинг учини ясси тубли колбага тушириб, пробиркани газ алангасида қиздириг. Шундай қилиб, колбани азот (IV)-оксид билан тўлдириг. Азот (IV)-оксид ажралганини қандай аниқлайсиз? Реакция тенгламасини ёзинг.

Азот (IV)-оксид тўлдирилган колбанинг оғзини газ утказгич пай урилатилган пробка билан беркитиб, уни сульфит ангидрид оғзини асбоби (40-расм) билан уланг. Колбада сульфит ангидрид, кислород ва азот (IV)-оксид аралашмаси ҳосил булгандан кейин азот (IV)-оксиднинг қизил-қўнғир ранги йўқола бориб, колба деворлари нитрозил сульфат (SO_2OHONO) кристаллари билан қопланганини кузатинг. Шундан кейин колбага озроқ қайноқ сув солиб чайқатинг ва эритмада сульфат ионлари бор-йўқлигини барий хлорид эритмаси ёрдамида синаб кўринг. Тегishли реакцияларнинг тенгламаларини ёзинг.

5. Концентрланган сульфат кислотали суюлтириш

а) 100 мл ҳажмли стаканчага 20—30 мл дистилланган сув қўйинг ва сувнинг температурасини тахминан синаб кўринг. Сувга оқидан 10 мл концентрланган сульфат кислота эритмасидан қўйиб чайқатинг. Сувга қўйилган концентрланган кислота оқимининг ҳаракати ва сувнинг исишини кузатинг. Концентрланган сульфат кислота гидратланганида қузатилган ҳодисаларнинг сабабини изоҳлаб бering. Нима учун кислотага сув қўйиш билан уни суюлтириш мумкин эмас?

Тайёрланган эритмани цилиндрга қўйиб (бунинг учун жуда бўлмаганда 3—4 тажрибада тайёрланган эритма битта цилиндрга қўйилади) ареометр ёрдамида унинг зичлигини ва ушбу қўлланманинг 285-бетидаги жадвалдан фойдаланиб, процент концентрациясини аниқланг. Шундан кейин эритмани алоҳида идишга қўйиб ётиқликка ёпиштиринг ва лаборантга топширинг.

6. Концентрланган сульфат кислотанинг сувни тортиб олиши

а) Бу ишни бажаришга киришишдан олдин кичкина стаканга 10—15 мл концентрланган сульфат кислота эритмасидан солиб, стаканчани техник тарозининг бир палласига қўйинг. Тарозининг иккинчи палласига тарози тошларидан қўйиб мувозанатга келтиринг (тошларининг оғирлигини ҳисоблаш шарт эмас) ва шу ҳолда мувозанот охиригача қолдириг. Машгулот охирида тарози ричардини кўтариб унинг стрелкаси қайси томонга огишини кузатинг. Бу тажриба концентрланган сульфат кислота гигроскопик хусусиятга эга эканлигини кўрсатиб беради. Тажрибадан кейин кислотани идишдан олишга солиб лаборантга топширинг.

б) Каттароқ шиша пластинка устига юнқа фанер булаг, бир таъқча филтёр қоғоз, бир парча оқ мато ва шакар қуқунини алоҳида алоҳида қилиб қўйинг. Уларнинг ҳар бирига шиша таёқча ёрдамида бир томчидан концентрланган сульфат кислота эритма-
дан томчиланг.

Тоза қоғоз олиб, унга суюлтирилган (1:5) сульфат кислота эритмасыга ботириб олинган чуп ёрдамида сульфат кислотанинг молекула формуласини ёзинг. Сунгра қоғоз ва чупни газ алангасига тутган ҳолда қуритинг.

Ҳамма тажрибаларда кумирланиш ҳодисаси содир бўлишини кузатинг ва реакцияларнинг тенгламаларини ёзинг.

7. Концентрланган сульфат кислотанинг металлмасларга таъсири

Иккита пробирка олиб, уларнинг бирига 1—2 дона олтингугурт булакчаларидан, иккинчисига 1—2 булак писта кумир солинг. Пробиркаларнинг ҳар қайсисига 1 мл дан концентрланган сульфат кислота эритмасидан қуйиб, газ алангасида секин қиздириг. Олтингугурт ва кумирнинг сульфат кислота таъсирида оксидланишидан сульфит ангидрид ва карбонат ангидрид ҳосил бўлади. Сульфат ангидридни ҳидидан (эҳтиёт бўлиб ҳидланг), карбонат ангидридни эса оҳакли (ёки барийли) сувга ботирилган шиша таёқча ёрдамида бўлиб олинади. Тегшли реакцияларнинг тенгламаларини ёзинг.

8. Сульфат кислотанинг металлларга таъсири

а) Пробиркага 1 г чамаси мис қириндисидан солиб, устига 2 мл концентрланган сульфат кислота эритмасидан қуйинг. Пробирка оғзини газ ўтказгич най ўрнатилган пробка билан беркитиб, найнинг учини фуксиннинг суюлтирилган эритмасыга тушириб қуйинг. Пробиркани газ алангасида секин қиздириг. Фуксин эритмасыга газ ютилиши натижасида у рангсизланади (нима учун?). Шундан кейин найнинг учини фуксин эритмасидан чиқариб, пробиркани қиздиришни тўхтатинг. Пробирка бир оз совигандан кейин мис қолдиғи устидаги эритмани озроқ суви бор стаканга қуйинг. Мис қолдиғи устига 5 мл дистилланган сув қуйиб чайқатинг ва уни ҳам уша стаканга қуйинг.

Стакандаги эритма сув таъсирида кукаришининг сабабини тушунтириб беринг. Реакция тенгламасини ёзинг.

б) Пробиркага рух булакчаларидан 3—4 дона солиб, устига 2—3 мл концентрланган сульфат кислота эритмасидан қуйинг ва пробиркани бир оз қиздириг. Реакция натижасида ажралиб чиқаётган газ (SO_2) ни синаб куринг.

Пробиркани қиздиришни давом эттирсангиз пробиркадаги эритма дастлаб лойқаланади (S ҳосил бўлиши туфайли), кейин эса қуланса ҳидли газ ажралиб чиқа бошлайди (H_2S ҳосил бўлиши туфайли). Учала ҳолда содир буладиган реакциялар натижасида рух сульфат — ZnSO_4 ҳосил бўлишини билган ҳолда, уларнинг тенгламаларини ёзинг.

Шундан кейин рух устидаги ортиб қолган эритмани тукиб ташлаб, пробиркага сульфат кислотанинг суюлтирилган (1:5) эритмасидан 2—3 мл қуйинг. Содир буладиган реакцияда қандай моддалар ҳосил бўлишини кузатинг ва унинг тенгламасини ёзинг.

в) Иккита пробирка олиб, уларнинг бирига мис қириндисидан, иккинчисига эса рух доналаридан солинг ва уларнинг ҳар қайси-

сига сульфат кислотанинг суюлтирилган эритмасидан 3 мл дан қуйинг. Мис ва рухнинг суюлтирилган сульфат кислота билан реакцияга кпришишини таққосланг. Реакция тенгламасини ёзинг.

9. Сульфат — SO_4^{2-} ионининг сульфит — SO_3^- иони ан фарқи

Иккита пробирка олиб, уларнинг бирига натрий сульфатнинг, иккинчисига натрий сульфитнинг суюлтирилган эритмасидан 3 мл дан қуйинг ва ҳар бирига барий хлориднинг суюлтирилган эритмасидан 1 мл дан қуйиб чайқатинг. Ҳосил бўлган чўкмаларнинг рангини кузатинг. Реакция тенгламаларини ёзинг.

Ҳар иккала пробиркадаги чўкмалардан бир қисмини бошқа пробиркаларга қуйинг ва уларнинг устига хлорид кислота эритмасидан 2 мл дан солиб чайқатинг. Чўкмаларнинг кислотада эриш-эримаслигини кузатинг. Реакция тенгламасини ёзинг.

10. Қиздиришнинг сульфат кислота тузлариға таъсири

а) Қуруқ пробирка олиб, унга темир купороси кристалларидан 1—1,5 г солинг ва пробиркани темир штатив ҳалқасига қия ҳолда (пробирканинг оғиз томонини туз томонидан пастроқ қилиб) ўратинг. Пробирканинг оғиз томонига 3—4 мл сув қуйилган кичкина стаканча қуйинг. Шундан кейин пробирканинг туз солинган қисмини газ алангасида қиздириг. Бунда дастлаб кристаллгидрат сувсизланади. Ажралаётган сув буғи пробирканинг совуқ деңирида конденсатланиб томчи ҳосил бўла бошлайди. Пробиркани қиздириш давом эттирилса; сувсизланган туз парчаланиб, унинг ранги ўзгара бошлайди. Тузнинг парчаланишидан сульфат ангидрид буғи ажралади ва у пробирканинг оғиз томонида тупланган сув томчисида эриб сульфат кислота (купорос мойи) ҳосил қилади. Сульфат кислота томчилари маълум миқдорда туплангач, стаканчага сувга тушади. Стаканда сульфат кислота эритмаси ҳосил бўлганини қандай исботлаш мумкин? Пробиркада қолган қаттиқ модданинг ранги қизил бўлишининг сабаби нимада? Темир купоросини қиздиришда содир буладиган реакцияларнинг тенгламаларини ёзинг.

б) Мис купороси ва натрий сульфат билан ҳам юқоридаги тажрибани қилиб кўринг.

Бу тузларнинг ҳаммаси қиздирилганда парчаланиб, сульфат ангидрид ажратадими ёки йўқми, текшириб кўринг.

11. Тиосульфат кислотанинг ҳосил бўлиши ва парчаланиши

Пробиркага натрий тиосульфат кристалларидан 2—3 дона солиб, унинг устига 2—3 мл сув қуйинг ва кристаллар эригунча пробиркани чайқатинг. Натрий тиосульфат устига хлорид кислотанинг суюлтирилган эритмасидан 5—6 томчи қуйиб чайқатинг.

Эритманинг лойқаланишини кузатиш ва ажралиб чиқаётган газни эҳтиётлик билан ҳидлаб кўринг. Кузатилган ходисаларга асосланиб реакция тенгламаларини ёзинг.

12. Натрий тиосульфатнинг олиниши ва қайтарувчилик хоссалари

Кичикроқ колбага кристалл ҳолидаги натрий сульфитдан 14 г (ёки 7 г сувсиз натрий сульфит) солиб, устига 28 мл сув қуйинг. Колбанинг оғзини узун газ ўтказгич най ўрнатилган пробка билан беркитиб, газ алангасида қиздириб туриб тузни эритинг. Тузнинг қайноқ эритмасига спирт билан ҳўлланган 1,8 г олтингурут кукунидан солиниг ва олтингуруртнинг ҳаммаси эригунича эритмани қайнатинг. Ҳосил бўлган эритмани чинни косачага солиб, қуюқлаш-гунича буглатинг. Агар чинни косачадаги эритма буглатилаётганда кристалларнинг чуқиши кузатилмаса, қуюқ эритмага 3—4 дона натрий тиосульфат кристалларидан ташланг. Ҳосил бўлган кристалларни Бюхнер воронкасида филтрлаш йули билан эритмадан ажратинг ва филтр қоғоздаги тузни ҳавода қуритиш учун қолдинг. Реакция тенгламасини ёзинг.

Филтрат (натрий тиосульфатнинг қуюқ эритмаси) билан қуйидаги тажрибаларни ўтказинг:

а) Филтратдан 0,5 мл олиб пробиркага солиниг ва унинг устига хлорид кислотанинг суюлтирилган эритмасидан 2 мл қуйиб чайқатинг. Эритманинг лойқаланиши ва сульфит ангидрид ажралишини кузатинг. Реакция тенгламасини ёзинг. Бунда тиосульфат молекуласидаги олтингуруртнинг оксидланиш даражаси қандай ўзгаради?

б) Бошқа пробиркага филтратдан 0,5 мл олиб, унга 3 мл хлорли сув солиниг ва пробиркани чайқатинг. Хлорли сувнинг рангсизланишига ва ҳиди йўқолишига аҳамият беринг. Реакция тенгламасини ёзинг.

в) Яна бошқа пробиркага филтратдан 0,5 мл олиб, унга 3—4 томчи крахмал эритмасидан ва оз-оздан йодли сув қуйиб чайқатинг. Бунда дастлаб ҳосил буладиган кўк рангнинг йўқолиши, кейин эса ўзгармай қолишини кузатинг.

Реакция тенгламасини ёзганда тиосульфатнинг тетратионатгача ($\text{Na}_2\text{S}_4\text{O}_6$) оксидланишини назарда тутинг. Бу реакциядан аналитик химияда фойдаланилади.

13. Персульфат тузларнинг оксидловчи хоссалари

а) Калий йодиднинг 0,5 н эритмасидан пробиркага 5 мл олиб, устига аммоний пероксодисульфат $(\text{NH}_4)_2\text{S}_2\text{O}_8$ тузидан озроқ солиниг. Одатдаги температурада реакция анча секин боради. Реакция натижасида йодид иони (J^-) оксидланиб, эркин йод ҳосил бўлишини ва эритма қўнғир рангга буялишини кузатинг. Реакция тенгламасини ёзганда калий сульфат ва аммоний сульфат тузлари ҳосил бўлишини назарда тутинг.

б) 5 мл сувда 0,5 г темир купоросини эритинг (Мор тузидан ишлатиш ҳам мумкин). Эритмага 1—2 томчи сульфат кислота эритмасидан қуйиб, устига озгина қуруқ аммоний пероксодисульфат тузидан солишг ва чайқатинг. Бунда икки валентли темир иони уч валентли темир ионига айланади, шунинг учун эритмага ишқор эритмасидан қуйилганда қўнғир тусли чўкма ҳосил бўлади. Тегинли реакцияларнинг тенгламаларини ёзинг.

14. Сувда эримайдиган сульфат тузларини ҳосил қилиш

4 та пробирка олиб, уларнинг ҳар бирига 5 мл дан суюлтирилган сульфат кислота эритмасидан қуйинг. Сунгра биринчи пробиркага кальций, иккинчисига стронций, учинчисига барий ва тўртинчисига қўрғошян тузларининг эритмаларидан 0,5 мл дан қуйиб, чайқатинг. Пробиркаларда чўкма ҳосил бўлишини кузатинг ва реакцияларнинг тенгламаларини ёзинг.

Машқ ва масалалар

1. Нима учун сульфат кислота сульфит кислотадан барқарор бўлади?

2. Сульфат кислота ва сульфит кислотанинг сувдаги эритмалари оксидловчи хоссалари жиҳатидан қандай фарқ қилади?

3. Тиосульфат тузлари молекуласидаги иккита олтингугурт атомининг оксидланиш даражаси нечага тенг?

4. Нима учун натрий тиосульфат эритмасига хлорли сув, бромли сув ва йодли сув таъсир эттирилганда ҳар хил моддалар ҳосил бўлади?

5. Газ ҳолатдаги сульфат ангидрид суюқ ва қаттиқ ҳолатдаги сульфат ангидриддан тузилиши жиҳатидан қандай фарқ қилади?

6. Қуйидаги реакцияларнинг тенгламаларини тугалланг:



7. Этикеткасиз учта идишнинг бирида натрий сульфат, иккинчисига натрий сульфит ва учинчисига натрий сульфид тузлари бор. Битта реактивдан (қандай?) фойдаланган ҳолда уларни қандай аниқлаш мумкин?

8. Натрий тетратионат ва аммоний пероксидисульфат тузларининг структура формулаларини ёзинг ва олтингугурт атомларининг оксидланиш даражасини аниқланг.

Азот ва унинг бирикмалари

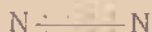
28- §. АЗОТ. АММИАҚ. АММОНИЙ ТУЗЛАРИ

Азот химиявий элементлар даврий системасида V группа асосий группачи элементларининг дастлабки вакилидир. V группанинг асосий группачиси азот, фосфор, мышьяк, сурьма ва висмут элементларидан иборат бўлиб, уларнинг ташқи электрон қаватида 5 тадан электрон бўлиди ва улар учун $ns^2 np^3$ электрон конфигурация ҳосилдир.

Азотнинг ташқи электрон қавати шу группачадаги бошқа элементлардан фақат s ва p орбиталлар бўлиши билан характерланади. Шунинг учун ҳам азот p электронлар ҳисобига фақат кучли π боғланишларни ҳосил қилади, аммо π ва π боғланишлар ҳосил қила олмайди. Чунки азот атомида бўш d орбиталлар йўқ.

Азот — одатдаги шароитда реакцияга киришиш хусусияти кучсиз металлмас элемент, унинг солиштирма электр манфийлиги 3 га тенг (бу жиҳатдан у фтор ва кислороддан кейин туради).

Азот молекуласидаги атомлар битта σ ва 2 та π боғ орқали бириккан бўлади:



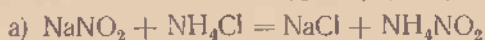
Азот молекуласининг атомларга диссоциланиш энергияси анча катта (226 ккал/моль) ва иккала атом орасидаги масофа кичик (1,094 Å) бўлгани учун ҳам у бошқа элементлар билан реакцияга киришиши қийин.

Азот химиявий реакцияларда шу группачанинг бошқа элементлари каби кўпи билан 3 та электрон бириктириб олиши мумкин. Бунда унинг оксидланиш даражаси —3 бўлади. Бундан ташқари, азот +1 дан +5 гача бўлган оксидланиш даражасини намоён қилади.

Азот одатдаги шароитда рангсиз ва ҳидсиз газ, —210°C да суюқланади ва —195°C да қайнайди. Оддий шароитда 100 ҳажм сувда 2 ҳажм азот эрийди.

Атмосфера ҳавосининг ҳажм жиҳатдан 78 процентини азот ташкил қилади. Азотнинг энг кўп тарқалган манбаи ҳаво бўлгани учун саноатда у суюқлантирилган ҳавони фракциялаб ҳайдаш йўли билан олинади.

Лабораторияда азот олишнинг турли усуллари маълум:



қиздирилганда



Азот химиявий реакцияларга кам киришиши жиҳатдан инерт газларга энг яқин элементдир. Шундай бўлса ҳам у оддий шароитда ишқорий металллардан литий билан бевосита бирикиши, литий нитрид Li_3N ни ҳосил қилади. Юқорироқ температурада азот магний ва кальций металлари билан бирикиб, шу металлларнинг нитридлари (Ca_3N_2 , Mg_3N_2) ни ҳосил қилади.

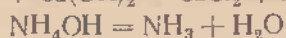
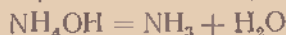
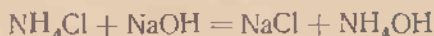
Азот металлмас элементлар билан реакцияга жуда кийин киришади. Атом r азот (у молекуляр азот орқали электр утказилганда ҳосил бўлади) молекуляр азотдан фарқ қилиб, кислород, олгингугурт, симоб ва шунга ўхшашлар билан оддий шароитдаёқ реакцияга киришади.

Азотнинг водородли бирикмалари: аммиак — NH_3 , гидразин — N_2H_4 , азид кислота — HN_3 ва гидроксиламин — NH_2OH лардир. Улардан энг муҳими аммиакдир.

Аммиак ўзига хос ҳидли, рангсиз газ, ҳаводан деярли 2 марта енгл. — 78°C да суёқланади, $-33,4^{\circ}\text{C}$ да қайнайди. 0°C да 1 л сууда 1200 ҳажм, 20°C да эса 1 ҳажм сууда 700 ҳажм аммиак эрийди.

Саноатда аммиак азот ва водороддан синтез қилинади. Саноатда аммиак синтез қилиш учун зарур бўлган қулай температура $400-600^{\circ}\text{C}$, қулай босим $100-1000$ атмосфера ҳисобланиб, реакция катализатор — қайтарилган темир (алюминий ва калий оксидларидан иборат активаторлар қушилган) иштирокида олиб борилади.

Аммиакни лабораторияда аммоний тузларига ишқор эритмаси еки сундирилган оҳак таъсир эттириб олинади:



Бу реакциялардан аммоний тузларини билиб олишда ҳам фойдаланилади.

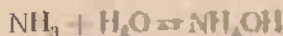
Аммиак молекуласи учун бирикиш, ўрин олиш ва оксидланиш реакциялари характерлидир.

Аммиак сууда эриганда қисман аммоний гидроксид ҳосил бўлиши, аммиакнинг кислоталар билан бирикиб аммоний тузларини ҳосил қилиши ва баъзи тузлар билан бирикиб аммиакатлар (масалан, $\text{CaCl}_2 \cdot 8\text{NH}_3$, $\text{CuSO}_4 \cdot 4\text{NH}_3$) ҳосил қилиш унинг бирикиш реакцияларига мисол бўлади.

Аммиакнинг суудаги концентранган эритмаси 25 процентли бўлиб, тақминан $\text{NH}_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ таркибга туғри келади.

Аммиакнинг суудаги эритмаси қайнатилганда аммиак тулиқ чиқиб кетиши мумкин.

Аммоний гидроксид аммиак молекуласига сувнинг диссоциациясидан ҳосил бўлган водород иони координацион (донор — акцептор) боғланиш асосида бирикишидан ҳосил бўлади:



Аммоний гидроксид асос типига диссоциланади:



Шундай қилиб, аммиакнинг суудаги эритмасида қуйидаги мувозанат қарор топади:



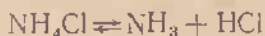
Аммиак кислоталар билан бирикиб, аммоний тузларини ҳосил қилади:



Аммиакнинг сув ва кислоталар билан бирикиш реакцияси прокатик реакцияларга мисол бўлади.

Аммоний тузлари аммоний гидроксидга нисбатан барқарор бирикмалар бўлиб, кўпи сувда яхши эрийди.

Аммоний тузлари қиздирилганда парчаланadi. Қиздириш натижасида қандай моддалар ҳосил бўлиши аммоний тузини ҳосил қилган кислотанинг табиатига боғлиқ. Агар кислота оксидлаш хос-сасига эга бўлмаса аммоний тузи қиздирилганда аммиак ажралади. Масалан, аммоний хлорид тузи қиздирилганда қуйидагича бўлади:



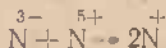
Ҳосил бўлган моддаларнинг ҳар иккиси ҳам газ моддалар бўлган учун аммоний хлорид тузи қиздирилганда у сублиматланади. Аммиак ва водород хлорид пробирканинг совуқроқ қисмида яна бирикиб, қайтадан аммоний хлорид ҳосил қилади.

Аммиакнинг галогенли тузлари $\text{NH}_4\text{F} - \text{NH}_4\text{Cl} - \text{NH}_4\text{Br} - \text{NH}_4\text{J}$ қаторида фтордан йодга томон уларнинг иссиқлик таъсирига чидамлилиги ортиб боради. (Чунки $\text{HJ} - \text{HCl} - \text{HBr} - \text{HI}$ қаторида фтордан йодга томон кислотанинг кучи ортиб боради).

Аммоний нитрат қиздирилганда азот (I)-оксид ва сув ҳосил бўлади:



Бу реакцияда азотнинг оксидланиш даражалари ўзгаришини схематик тарзда қуйидагича ёзиш мумкин:



Фосфат кислота оксидлаш хоссасига эга бўлмагани учун аммоний фосфат қиздирилганда аммиак ажралади.

Аммиак, юқорида айтиб утилганидек, ўрин олиш реакциясига ҳам киришади. Масалан, аммиак молекуласидаги учала водород ўрнини металл олса нитридлар (масалан, AlN , Mg_3N_2), иккита водород ўрнини металл олса имидлар ва битта водород ўрнини металл олса амидлар (масалан, NaNH_2), водород ўрнини галогенлар олса азотнинг галогенли бирикмалари (масалан, NCl_3) ҳосил бўлади.

Аммиак молекуласи учун бирикшиш реакциясига қараганда ўрин олиш реакцияси хосдир.

Аммиак қайтарувчи модда бўлгани учун оксидланиш реакцияси характерлидир.

Аммиак ҳавода ёнмайди. Унинг кислород билан аралашмаси ёнади (аммиак кислород муҳитида ёнади). Реакция натижасида азот ва сув буғи ҳосил бўлади.

Агар аммиак билан ҳаво аралашмаси 900°C гача қиздирилган платина (катализатор) устидан ўтказилса, аммиак оксидланиб азот (II)-оксид ва сув ҳосил бўлади:

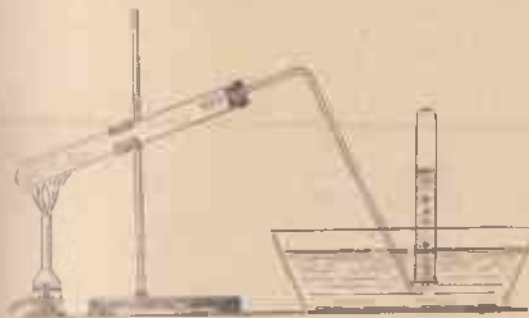


Аммиак галогенларни қайтариши ва ўзи оксидланиши мумкин. Бунда эркин азот ва галогенларнинг аммонийли тузлари ҳосил бўлади.

1. Азотнинг олиниши ва хоссалари

43- расмда кўрсатилган асбобни йиғинг.

Пробиркага кристалл ҳолидаги натрий нитритдан 1 г солиб, устига аммоний хлориднинг тўйинган эритмасидан 3 мл қуйинг. Пробирканинг оғзини газ ўтказгич эгик най ўрнатилган пробка билан беркитинг ва уни темир штатив ҳалқасига маҳкамланг. Газ ўтказгич найнинг учини кристаллизатордаги сувга тушириб қуйинг.



43- расм. Азот олиш учун асбоб.

Бошқа иккита пробирка олиб, уларни сув билан тўлдириг ва кристаллизатордаги сув ичига тункариб қуйинг. Шундан кейин тузлар солинган пробиркани газ алангасида аста қиздириг. Азот ажрала бошлаганда сув ичига туширилган най учидан чиқаётган ҳаво пуфакчалари ажралишини кузатинг. Бир оздан кейин найнинг учига сув тўлдирилган пробиркалардан бирини кийгизиб сув

устига азот тўпланг. Пробирка ичидаги сув тўлиқ сиқиб чиқарилгандан кейин уни найча учидан олиб (сувдан чиқармасдан) иккинчи сувли пробирка билан алмаштиринг. Иккинчи пробиркага азот тўлдирилгандан кейин газ ўтказгич найнинг учини сувдан чиқариб, пробиркани иситишни тўхтатинг. Азот тўлдирилган пробиркаларнинг оғзини сув остида бармоқ билан беркитиб, сувдан чиқаринг ва азотнинг рангини, ҳидини текшириб, ҳулосангизни ёзиб қуйинг (унинг сувда эрувчанлиги азот олиш усулидан кўриниб турибди). Пробиркага тўпланган азотнинг хоссасини кислороднинг хоссаси билан солиштиринг (қандай солиштирасиз?) Пробиркалардан иккинчисидаги азотнинг хоссасини карбонат ангидридининг хоссаси билан солиштиринг. Бунда иккала газ модда ёнишга ёрдам бермаслигини ва бу жиҳатдан бир-бирга ўхшашлигини назарда тутинг. Шундай экан, азотни карбонат ангидриддан фарқ қилиш учун пробиркага тиниқ оҳакли сувдан 1 мл қуйиб чайқатинг. Бунда оҳакли сув лойқаланмаслигини кузатинг (пробиркада карбонат ангидрид тўпланган бўлса унга оҳакли сув қуйиб чайқатилганда оҳакли сув лойқаланган булар эди). Натрий нитрит ва аммоний хлориддан фойдаланиб азот олиш реакцияси тенгламасини ёзинг.

2. Аммиакнинг олиниши

Аммиак аммоний тузларидан ҳам олиниши мумкин. Бунинг учун 44- расмда кўрсатилгандек асбоб йиғилади.

Майда кристалл ҳолидаги аммоний хлорид ва сундирилган оҳаддан бир чой қошиқчадан олиб чинни косачага солинг ва шиша таёқча ёрдамида яхшилаб аралаштиринг. Иккала модда реакцияга киришганда аммиак ажралишини унинг ҳидидан билиш мумкин. Ҳосил қилинган аралашмадан қуруқ пробирканинг ярмигача солиб, унинг оғзини газ ўтказгич най ўрнатилган пробка билан беркитинг. Пробиркани темир штатив қисгичига расмда кўрсатилгандек маҳкамланг. Пробирканинг оғиз томони нима учун пастроқ бўлишини тушунтириб беринг. Газ ўтказгич най учига қуруқ пробирка қийгазиб, пробирканинг оғзини озроқ пахта билан беркитинг. Шундан кейин аралашма солинган пробиркани газ алангасида аста қиздириг. Пробирка аммиак билан тўлгандан кейин (буни қандай билиш мумкин) уни найдан олиб, оғзини олдиндан тайёрлаб қўйилган пробка билан беркитинг. Шу йўл билан яна бир пробиркани аммиак билан тўлдириг ва уларни кейинги тажрибалар учун қолдириг. Шу тажрибада аммиак ҳосил бўлиш реакцияси тенгламасини ёзинг.



44- расм. Аммоний тузларидан аммиак олиш асбоби.

3. Аммиакнинг сувда эриши

а) 2 тажрибадаги пробиркаларнинг бирини сувли кристаллизаторга тункарган ҳолда тушириб, сув остида унинг оғзидаги пробкани олинг. Сувнинг пробирка ичига кўтарилишини кузатинг. Сув пробирка ичига тезроқ кўтарилиши учун пробиркани секин чайқатинг. Аммиакнинг сувда эрувчанлиги ҳақида хулоса чиқаринг.

Сувнинг пробирка ичига кўтарилиши тўхтагач, пробирка оғзини сув остида бармоғингиз билан беркитиб, уни сувдан чиқаринг. Худди шундай йўл билан иккинчи пробиркадаги аммиакни ҳам сувда эритинг.

б) Пробиркалардан биридаги аммиакнинг сувдаги эритмасини қизил лакмус қоғоз билан синаб кўринг. Нимани кузатдингиз? Аммиак сувда эриганда содир бўладиган реакция тенгламасини ёзинг.

в) Иккинчи пробиркадаги аммиакнинг сувдаги эритмасидан бир қисмини бошқа тоза пробиркага қуйиб олиб, пробиркадаги

аммиакни оҳиста ҳидлаб кўринг ва газ алангасида эритмани қайнагунча қиздириг. Эритма қиздирилганда аммиакнинг ҳиди кучайишини кузатинг. Эритма 2—3 минут қайнатилгандан кейин, уни қизил лакмус қоғоз ёрдамида синаб кўринг.

Температуранинг ортиши билан аммиакнинг сувда эрувчанлиги қандай ўзгариши ҳақида хулоса чиқаринг. Реакция тенгламасини ёзинг. Аммиакнинг сувдаги эритмасига температура, хлорид кислота, аммоний хлорид ва натрий гидроксид эритмалари таъсир этганда мувозанат қайси томонга силжиши ҳақида ўз мулоҳазаларингизни айтиб беринг.

4. Аммиакнинг водород хлорид билан бирикиши

а) 100 мл ҳажмли иккита колба олиб (улар урнида катта пробиркалардан фойдаланса ҳам бўлади) уларнинг бирига аммиак (2-тажрибага қаранг), иккинчисини эса водород хлорид (175-бет, 6 «а» тажрибага қаранг) билан тўлдириг. Колбаларнинг оғзини шиша пластинка билан беркитинг. Аммиак тўлдирилган колба (ёки пробирка) ни водород хлорид тўлдирилган колба (ёки пробирка) устига тункариб, шиша пластинкаларни олинг ва идишларнинг ҳолатини кетма-кет ўзгартириб турган ҳолда улар ичидаги газларни аралаштиринг. Идишлар ичида оқ тутун ва уларнинг деворларида аммоний хлориднинг майда кристаллари ҳосил бўлишини кузатинг. Реакция тенгламасини ёзинг.

Ушбу тажрибани хлорид кислота ва аммиакнинг концентрланган эритмаларидан фойдаланиб ҳам ўтказиш мумкин. Бунинг учун ҳажми 100 мл бўлган иккита колба олиб, уларнинг бирига хлорид кислотанинг концентрланган эритмасидан 2 томчи, иккинчисига аммиакнинг концентрланган эритмасидан икки томчи қуйинг. Ҳар икки колбани чайқатинг. Томчилар идиш деворига текис тарқалгандан кейин, аммиак эритмаси қуйилган колбани хлорид кислота эритмаси қуйилган колба устига тункаринг ва газларни аралаштиринг. Тажриба натижасини аввалги тажриба натижаси билан солиштиринг.

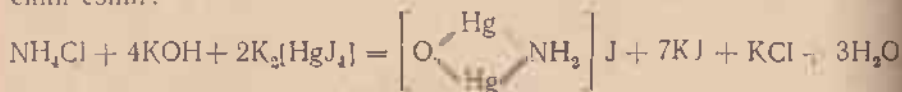
Кузатилган тажриба тафсилотини тушунтириб беринг. Реакция тенгламасини ёзинг.

5. Аммоний ионига реакция

а) Учта пробирка олиб, уларнинг бирига аммоний хлорид, иккинчисига аммоний сульфат ва учинчисига аммоний нитрат тузлари кристалларидан шпатель ёрдамида оз-оздан солиг ва ҳар биригини устига 2 мл дан дистилланган сув қуйиб, тузлар эригунча пробиркаларни чайқатинг. Пробиркалардаги аммоний тузлари эритмаси устига ўювчи натрий эритмасидан 1 мл дан қуйиб, чайқатинг. Учала пробиркадаги суюқликларни газ алангасида қайнагунча қиздириг. Ҳамма пробиркаларда содир бўладиган реакциялар натижасида аммиак ажраллишига ишонч ҳосил қилиш учун унинг ҳидини ва ҳўл қизил лакмус қоғозга таъсирини синаб кўринг. Тенглик реакцияларнинг тенгламаларини ёзинг.

б) Аммоний йонини Несслер реактиви ердамида ҳам аниқлаш мумкин. Несслер реактиви симоб комплекс бирикмасининг ишқордаги эритмаси бўлиб, таркиби калий тетраиодомеркурат (II)- $K_2[HgJ_4]$ дан иборат.

Тажриба утказиш учун пробиркага Несслер реактивидан 4—5 томчи қуйиб унинг устига аммоний тузи эритмасидан 1—2 томчи қўшинг ва пробиркани чайқатинг. Реакция натижасида қизил-қўнгир рангли чүкма ҳосил бўлишини кузатинг. Реакция тенгламасини ёзинг:



6. Аммоний гидроксиднинг хоссалари

а) Иккита пробирка олиб, уларнинг ҳар бирига аммиакнинг концентралланган эритмасидан 1 мл дан қўйинг. Пробиркаларнинг бирига 4 мл сув қўйинг ва иккаласини оҳиста ҳидланг ва қайси пробиркадан аммиак ажралиб чиқаётганини аниқланг. Аммиак сувда эриганда у сув билан тўлиқ бирикиб, аммоний гидроксид ҳосил қилиш-қилмаслиги ҳақида хулоса чиқаринг.

б) Аввалги тажрибада ҳосил қилинган аммиакнинг сувдаги суюлтирилган эритмасига қизил лакмус қоғозни (ёки фенолфталеин билан ҳўлланган филтр қоғозни) туширинг. Индикаторнинг ранги ўзгаришига қараб аммоний гидроксид асос ёки кислота хослигига эга бўлиши ҳақида хулоса чиқаринг. Аммоний гидроксид диссоциланганда қандай ионлар ҳосил бўлишини ёзинг.

в) Аммиакнинг суюлтирилган эритмасидан пробиркага 3—4 мл олиб, унда аммиак ҳиди бор-йўқлигини аниқланг. Шундан кейин пробиркадаги эритмани газ алангасида қайнагунча қиздириг ва яна ҳидлаб кўринг. Аммоний гидроксиднинг барқарорлиги ҳақидаги хулосангизни ёзинг.

г) Ҳажми 100 мл ли конуссимон қолбага аммиакнинг 25 процентли эритмасидан тахминан, қолбадаги суюқликнинг баландлиги 2 см бўлгунча қўйинг. Алоҳида пробирка олиб, унга солиштира оғирлиги 1,4 бўлган 65 процентли нитрат кислота эритмасидан қолбадаги суюқликнинг ярмича қўйинг. Аммиак эритмаси қўйилган қолбани иш столингиз устига ўзингиздан ўзоқроқ қилиб қўйинг ва қўлингизни чузган ҳолда пробиркадаги кислота эритмасини аммиак эритмаси устига оз-оздан қўйинг. Реакция аломатини ва қолба деворида оқ доғлар ҳосил бўлишини кузатинг. Реакция тенгламасини ёзинг.

7. Аммиакнинг қайтарувчилик хоссалари

Иккита пробирка олиб, уларнинг бирига хлорли сув, иккинчиси эса бромли сувдан 10 томчидан қўйинг. Ҳар икки пробиркадаги эритмалар устига 25 процентли аммиак эритмасидан 8 том-

қандай қўшиб чайқатинг. Пробиркалардаги эритмаларнинг ранги ўзгаришини кузатинг.

Содир бўлган оксидланиш-қайтарилиш реакцияларининг тенгламаларини ёзишда аммиакнинг эркин азотгача оксидланишини ва тегишли галогенларнинг аммонийли тузлари ҳосил бўлишини назарда тутинг. Бу реакцияларда қайси элементлар қайтарилишини электрон тасаввурлар нуқтан назаридан тушутиринг.

8. Аммоний тузларининг термик парчаланиши

а) Пробиркага аммоний нитрат кристалларидан 1 г чамаси солиб, уни темир штатив қисқичига тик ҳолда маҳкамланг. Пробиркани газ алангасида секин қиздириг. Туз парчаланган бошлагандан кейин қиздиришни тўхтатиб, пробиркага чуғланган чўпни тушириг. Нимани кузатдингиз? Реакция тенгламасини ёзганда қайси элемент оксидланишини ва қайси элемент қайтарилишини кўрсатинг.

1 а тажрибада аммоний нитрит қандай парчаланганини эсланг ва уни аммоний нитратнинг парчаланиши билан солиштиринг.

б) Пробиркага аммоний фосфат тузи кристалларидан бир неча дона солиб, уни темир штативнинг қисқичига кияроқ қилиб маҳкамланг. Пробирка оғзига нам қизил лакмус қоғоз қўйинг ва пробирканинг туз жойлашган қисмини газ алангасида қиздириг. Қизил лакмус қоғоз рангининг ўзгариши тузнинг парчаланиши натижасида аммиак ҳосил бўлишидан (уни ҳидидан ҳам билиш мумкин) дарак беради. Реакция тенгламасини ёзишда реакция маҳсулотларидан бири аммоний гидрофосфат бўлишини назарда тутинг.

и) Узунлиги 20—25 см, диаметри 2 см бўлган шиша найнинг ўрғасига 1 см қалинликда аммоний хлорид тузидан солиб, уни найнинг томонидан шиша таёқча билан зичланг. Шиша найни темир штатив қисқичига қия қилиб маҳкамланг. Шиша таёқчанинг тепа-қисми учига нам қизил лакмус қоғозни, пастки учига эса нам қизил лакмус қоғозини жойланг. Шиша найнинг аммоний хлорид қўшилган қисмини газ алангасида қиздириг. Аммоний хлориднинг парчаланишидан ҳосил бўладиган моддалар таъсирида индикатор қўғонларининг ранги қандай ўзгаришини кузатинг. Қуқ лакмус қоғози шиша найнинг пастки оғзига, қизил лакмус қоғоз эса найнинг тепа оғзига жойлаштирилишининг сабаби нимада? Реакция тенгламасини ёзинг.

9. Аммоний хлориднинг сублиматланиши

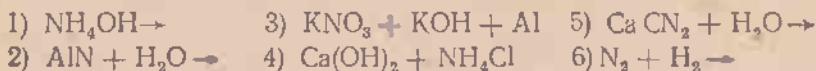
Пробиркага аммоний хлориддан нухат катталигида солиг, уни қисқич ёрдамида қия ҳолда тутиб газ алангасида қиздириг. Аммоний хлорид парчаланиб, бир оздан кейин пробирка тубида ҳеч нарса қолмайди, пробирканинг юқори совуқ қисмида эса оқ қиров ҳосил бўлади. Янгидан ҳосил бўлган оқ модда нима бўлиши мумкин? Тегишли реакцияларнинг тенгламаларини ёзиб, хулосаларини ёзиб бериб.

Машқ ва масалалар

1. Азот молекуласининг химиявий кам активлигига сабаб нима?
2. Азотнинг лабораторияда ва саноатда олиниш усулларига оид реакцияларнинг тенгламаларини ёзинг ва реакция шароитларини кўрсатинг.

3. Азотнинг водородли бирикмаларининг формулаларини ёзинг.

4. Аммиак олишга имкон берадиган қуйидаги реакцияларнинг тенгламаларини тугалланг:



5. Аммиакнинг сувдаги эритмасида қандай мувозанат мавжуд? Шу эритмага NH_4Cl , HCl ва NaOH эритмалари қўшилганда мувозанат қайси томонга силжийди?

6. Лабораторияда аммиакни қуритиш учун қандай моддалардан фойдаланиш мумкин?

7. 1,02 г аммиак билан мис (II)-оксиднинг реакцияга киришишидан 1,60 г сув ва 0,83 г азот ҳосил бўлган. Шу маълумотлардан фойдаланиб, аммиакнинг формуласини ёзинг.

8. 0° температурада бир ҳажм сувда 1200 ҳажм аммиак эрийди. Шу эритмада неча процент аммиак бўлади?

9. 418 г аммоний хлоридга мул миқдор сундирилган оҳак таъсир эттириб ҳосил қилинган аммиакни сувда эритиб 1 л эритма тайёрланган. Ҳосил қилинган эритманинг моляр концентрацияси қандай?

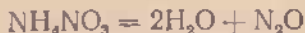
10. ~~Хлорид~~ ҳажм жиҳатдан 78 процент азот бор. Атмосфера ҳавосидаги азотдан тулиқ фойдаланилганда 5 тонна аммиакли селитра тайёрлаш учун нормал шароитда ўлчанган қанча ҳажм ҳаво зарур?

29- §. АЗОТНИНГ ҚИСЛОРОДЛИ БИРИКМАЛАРИ

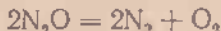
Азот беш хил оксид ҳосил қилади: азот (I)- оксид — N_2O , азот (II)- оксид — NO , нитрат ангидрид — N_2O_3 , азот (IV)- оксид — NO_2 ва нитрат ангидрид — N_2O_5 . Азот оксидларида унинг оксидланиш даражаси +1 дан +5 гача бўлади.

Азот (I)- оксид рангсиз, хушбўй ҳидли, сувда нисбатан яхши эрийдиган (0°С да 1 ҳажм сувда 1,3 ҳажм N_2O эрийди), аммо сув билан реакцияга киришмайдиган газ. Унинг структур формуласини $\text{N}=\text{N}=\text{O}$ шаклида ёзиш мумкин.

Аммоний нитрат тузи 200°С атрофида қиздирилганда азот (I)- оксид ҳосил бўлади:



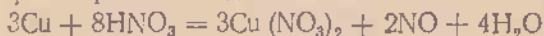
500°С дан юқори температурада азот (I)- оксид парчаланadi:



Шунинг учун ҳам азот (I)-оксид тупланган идишга чуғланган чул туширилганда чул ёниб кетади.

Юқори температураларда азот билан кислороднинг бевосита бириктишидан туғридан-туғри азот (II)-оксид синтез қилиш мумкин. Аммо бунинг учун жуда кўп миқдорда энергия сарфланади. Шунга кўра саноатда аммиакни 900°C температурада ва катализатор (платина) устида ҳаво кислороди билан оксидлаб азот (II)-оксид олинади (157-бетга қаранг).

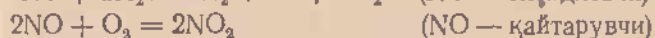
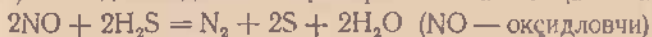
Лабораторияда мисга нитрат кислотанинг суьултирилган эритмасини таъсир эттириб олинади:



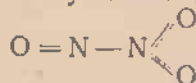
Азот (II)-оксид рангсиз, заҳарли газ, —164°C да суюқланади ва —151°C да қайнайди. У сувда жуда оз (0°C да 1 ҳажм сувда фақат 0,074 ҳажм) эрийди. Сув билан реакцияга киришмайди. Азот (II)-оксид молекуласидан кислород ажралиши қийин бўлиши учун у ёнишга ёрдам бермайди.

Азот (II)- оксид бириктиш реакциясига киришиш хусусиятига эга. Масалан, у хлор билан бириктиб нитрозил хлорид (NOCl), кислород билан бириктиб азот (IV)- оксид (NO₂) ва ички сферасида NO тутадиган комплекс бирикмалар ҳосил қилади.

Азот (II)- оксид оксидлаш ва қайтариш хоссасига ҳам эга:

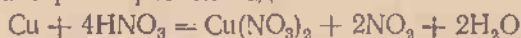


Нитрит ангидрид — N₂O₃ совуқ температураларда мавжуд буладиган кук тусли суюқлик бўлиб, оддий шароитда NO₂ ва NO га парчаланади. N₂O₃ молекуласининг тузилиши қуйидагича:



Азот (IV)- оксид — NO₂ оддий шароитда NO нинг ҳаво кислороди билан оксидланишидан ҳосил булади.

Лабораторияда у концентрланган нитрат кислотага оғир металллар, мисилан, мис таъсир эттириб олинади:

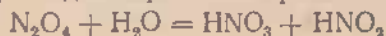


Азот (IV)-оксид қўнғир тусли, заҳарли газ, осон суюқланади. Суюқ NO₂ + 21°C да қайнайди, —11°C гача совитилганда рангсиз кристалл мисга айланади. Бунда NO₂ молекуласи димерланиб, N₂O₄ (азот қўш оксид) га айланади.

Умуман азот (IV)- оксид 140°C дан юқори температуралардагина мономер — NO₂ ҳолда учрайди, —11°C дан паст температураларда эса фақат димер — N₂O₄ ҳолда бўлади. NO₂ молекулаларининг димерланишига мойиллиги азот атомида жуфтлашмаган электронларнинг булиши билан тушунтирилади.

Демак, 2NO₂ ⇌ N₂O₄ дан иборат мувозанат системанинг таркиби ҳар хил температура учун турли қийматга эга.

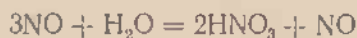
Азот (IV)- оксид жуда кучли оксидловчи ҳисобланади. Масалан, ифқир, олтингугурт ва фосфор NO₂ муҳитида жуда яхши ёнади. NO₂ (ёки N₂O₄) сувда эриганда нитрат ва нитрит кислоталар ҳосил булади:



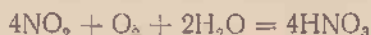
Нитрат кислота эритмада барқарор бўлгани ҳолда, нитрит кислота анча беқарор бўлиб қайтар реакция бўйича парчаланadi:



Шу сабабли NO_2 нинг сув билан таъсир этиши амалда қуйидаги тенгламага мувофиқ боради:



Агар NO_2 нинг сувда эриши мўл миқдор кислород иштирокида борса, фақат нитрат кислота ҳосил бўлади:



Нитрат кислота саноатда ана шу усул билан олинади.

Нитрит кислота — HNO_2 кучсиз кислота бўлиб, фақат суюлтирилган эритмалардагина мавжуддир. У оксидловчи ва қайтарувчи хоссаларга эга. У купинча NO гача қайтарилади:



Нитрит кислота ва унинг тузлари қайтариш хоссасини ҳам намоён қилади:



Нитрат кислота HNO_3 рангсиз суюқлик, узоқ турганда сарғайиб қолади, 84 С да қайнайди. Нитрат кислота қайнаганда қисман парчаланadi:



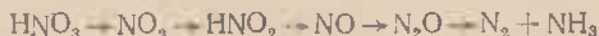
Бундай реакция 100 процентли (яъни сувсиз) нитрат кислотага оддий температурада ёруғлик таъсир этишидан ҳам содир бўлади. Ҳосил бўлган NO_2 нитрат кислотада эриб унга сариқ ёки қизил (NO_2 нинг концентрациясига қараб) тус беради.

Нитрат кислота сув билан ҳар қандай нисбатда аралашади. Лабораторияда ишлатиладиган нитрат кислота купинча унинг 65 процентли эритмаси бўлиб, солиштира оғирлиги 1,4 г/см³ га тенг.

Нитрат кислота лабораторияда қуруқ натрий нитрат тузига концентрланган сульфат кислота таъсир этириш, ҳосил бўлган кислотани ҳайдаш ва унинг буғини совитиш йули билан олинади.

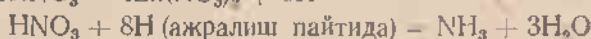
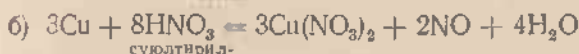
Нитрат кислота кучли кислота бўлиб, сувдаги суюлтирилган эритмаларда тулиқ диссоциланади. Нитрат кислота энг кучли оксидловчи моддалардан бири. У олтин ва платинадан бошқа деярли ҳамма металллар ва металлмасларни оксидлайди.

Нитрат кислота бошқа моддаларни оксидлаб ўзи шароитга (оксидланувчи моддаларнинг табиати ва кислота эритмасининг концентрациясига) кўра қуйидаги схемада қайтарилади:

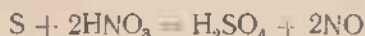


Масалан, оғир металлларнинг концентрланган нитрат кислотага таъсиридан NO_2 , унинг суюлтирилган эритмасига таъсиридан NO ҳосил бўлади. Концентрланган нитрат кислота билан ишқорий ва ишқорий-ер металлларнинг ўзаро таъсирлашуvidан N_2O ажралади. Суюлтирил-

Нитрат кислота эритмасига ишқорий, ишқорий-ер металлари, рух ва қалай таъсир этганда NO_3^- азоти NH_3 гача қайтарилади. Ҳосил бўлган NH_3 кислота билан бирикиб аммоний тузига айланади:

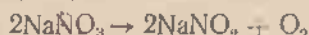


Нитрат кислота металлмасларни ҳам оксидлайди, бунда ўзи NO гача қайтарилади:



Нитрат кислота тузлари нитратларнинг деярли ҳаммаси сувда эриydi.

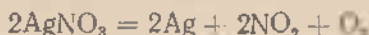
Нитрат кислота тузлари қиздирилганда парчаланади. Нитратларни қиздирганда қандай моддалар ҳосил бўлишига қараб уч гуруҳга бўлиш мумкин. Металлларнинг кучланиш қаторида чапдан маънийгача бўлган металлларнинг нитратлари қиздирилганда уша металлларнинг нитратлари ҳосил бўлиб, кислород ажралади:



Mg^+ дан Cu гача бўлган металлларнинг нитратлари қиздирилганда уша металлларнинг оксидлари, азот (IV)- оксид ва кислород ҳосил бўлади:



Мисдан кейин жойлашган металлларнинг нитратлари қиздирилганда металлга, азот (IV)- оксидга ва кислородга ажралади:



Таърибалар

1. Азот (I)- оксиднинг олиниши ва хоссалари

Қуруқ пробирка ҳажмининг учдан бир қисмига қадар ҳўл аммоний нитрат кристалларида солинг. Пробирка оғзини учини газ ўтказгич най ўрнатилган пробка билан беркитинг ва темир шпатель қисқичига маҳкамланг.

Кристаллизаторга сув қўйиб, унга сув тўлдирилган цилиндрни ўнқариб тушинг. Шундан кейин пробиркадаги тузни газ алантисиде секин қиздириг (тузни ортиқча қиздирманг, чунки темпе-

ратура 200°C дан ортиб кетса тузнинг парчаланиши тезлашиб, портлаш юз бериши мумкин).

Пробирка ичидаги ҳаво сиқиб чиқарилгандан кейин газ ўтказгич най учига чўғланиб турган чўпни тутиб, тоза азот (I)-оксид ажралаётганига ишонч ҳосил қилинг. Шундан кейин тузни қиздиришни давом эттирган ҳолда газ ўтказгич найнинг учини кристаллизатордаги сувга туширинг ва унинг учига сув тўлдирилган цилиндрни кийдириб қўйинг. Цилиндр ичидаги сув тўлиқ сиқиб чиқарилгандан кейин тузни қиздиришни давом эттирган ҳолда (нима учун?) газ ўтказгич найни сувдан олинг.

Цилиндр оғзини сув остида шиша пластинка билан беркитиб, уни сувдан чиқаринг ва стол устига қўйинг. Цилиндрга тўпланган азот (I)-оксиднинг ранги ва ҳидини синаб кўриб (унинг сувда эрувчанлигини кузатдингиз) хулосаларингизни дафтарга ёзинг.

Азот (I)-оксид тўпланган цилиндрга чўғланган чўпни туширинг. Нимани кузатдингиз? Азот (I)-оксиднинг хоссасини кислотанинг хоссаси билан солиштиринг. Тегишли реакцияларнинг тенгламаларини ёзинг.

Лабораторияда азот (I)-оксид олиш учун аммоний нитрат ўрнида аммоний сульфатнинг калий нитрат билан 3:4 оғирлик нисбатда олинган аралашмасидан фойдаланиш мумкин.

2. Азот (II)- оксиднинг олиниши ва хоссалари

(Тажриба мурили шкафта ўтказилади)

а) 43-расмда курсатилганидек асбоб йиғинг.

Кристаллизаторга унинг ярмича сув солинг. Учта катта пробирка олиб, уларга мос пробкалар танланг. Пробиркаларга сув тўлдириб, уларни кристаллизатордаги сувга тўнкариб тушириб қўйинг.

Катта пробиркага 0,5 г мис қириндисидан солиб, унинг устига нитрат кислотанинг суюлтирилган (1:1, $d = 1,12$) эритмасидан 10 мл қўйинг. Пробирка оғзини газ ўтказгич най ўрнатилган пробка билан беркитиб, пробиркани темир штативнинг қисқичига маҳкамланг.

Газ ўтказгич най учини кристаллизатордаги сувга тушириб қўйинг. Реакция сескироқ бораётган бўлса, пробиркани озроқ иситинг. Реакция бораётган пробирка ичида қўнғир рангли газ қолмагандан кейин, сув тўлдирилган пробиркаларни бирин-кетин газ ўтказгич най учига кийдириб, уларга азот (II)- оксид тўпланг. Ҳар қайси пробиркадаги сув тўлиқ сиқиб чиқарилгандан кейин, пробирканинг оғзини сув остида пробка билан беркитинг.

Реакция тенгламасини ёзинг. Содир бўлган оксидланиш-қайтарилиш реакциясини электрон тасаввурлар нуқтаи назаридан тушунтириб бериш. Азот (II)- оксиднинг физикавий хоссалари (ранги, сувда эрувчанлиги) ҳақидаги мулоҳазаларингизни ёзинг. Реакция бошланган пайтда пробиркада қўнғир тусли газ ҳосил

булиши ва кейинроқ унинг йуқолиши сабабларини изоҳлаб беринг.

б) Азот (II)-оксид тупланган пробиркаларнинг бирини сувдан чиқариб, унинг оғзини очинг. Пробирканинг оғиз томонидан пастга қараб газнинг қўнғир тусга киришини кузатинг. Бунинг сабабини нима? Бир оздан кейин пробирка оғзини пастга қилиб сувга ботириб ва уни аста чайқатинг. Сув пробирка ичига кутарилишини ва қўнғир рангнинг йуқолишини кузатинг. Пробирка оғзини сув остида яна пробка билан беркитиб; уни сувдан чиқаринг. Пробирка оғзини очсангиз, унинг ичида қолган газ яна қўнғир тусга киришини кузатасиз.

Қўнғир тусли газни аввалгидай сувда эритинг. Пробиркада тупланган эритмани кук лакмус қоғоз ёрдамида синаб кўринг. Азот (II)-оксиднинг химиявий хоссаларидан унинг ҳаводаги кислород билан реакцияга киришиб, азот (IV)-оксид ҳосил қилиши ва унинг ўз навбатида сув билан реакцияга киришганда кислоталар (қандай кислоталар?) ҳосил булиши реакцияларининг тенгламаларини ёзинг.

в) Азот (II)-оксид тупланган пробиркалардан иккинчисини сувдан чиқариб, унинг оғзини очинг ва пробиркага ёниб турган чўчқани тушинг. Нимани кузатдингиз? Азот (II)-оксид ёнишга ёрдам берадими?

г) Азот (II)-оксид тупланган учинчи пробиркани сувдан чиқариб, унга темир (II)-сульфатнинг янги тайёрланган тўйинган эритмасидан 1 мл қўйинг ва пробирка оғзини беркитиб қаттиқ чайқатинг. Бунда $Fe(NO)_2SO_4$ таркибли бирикма ҳосил бўлиб, эритма тўқ қўнғир рангга киради. Шундан кейин эритмани газ алангасида қиздириб ва унинг рангсизланишини кузатинг. Кузатилган ҳодисаларни изоҳлаб беринг. Реакция тенгламаларини ёзинг.

3. Азот (IV)-оксиднинг олиниши ва хоссалари

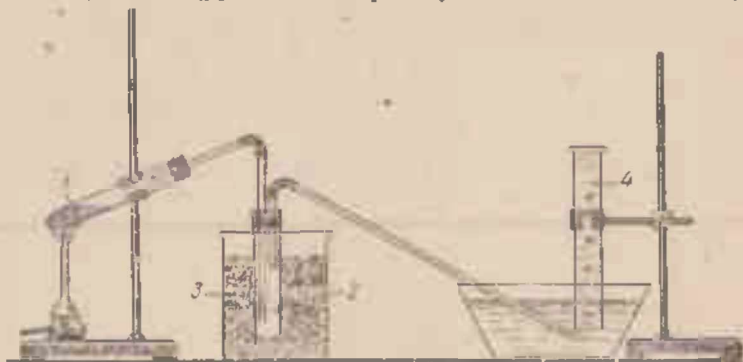
(Тажриба мўрили шкафта олиб борилади)

а) Пробиркага мис қириндисидан озроқ солиб, унинг устига нитрат кислотанинг концентранган ($d=1,4$) эритмасидан 5—6 мл қўйинг. Пробирка оғзини учи букилмаган газ ўтказгич най ўрнатилган пробка билан беркитиб, темир штатив қисқичига маҳкамлаш. Реакция натижасида ҳосил бўладиган азот (IV)-оксидни кенг бўғизли иккита катта колбага ва битта пробиркага йиғинг. Колбаларга газ тўлгандан кейин уларнинг оғзини шиша пластинка билан, пробирканинг оғзини эса пробка билан беркитинг ва кейинги тажрибалар учун қолдириб. Реакция тенгламасини ёзинг.

б) 3-а тажрибада азот (IV)-оксид йиғилган колбаларнинг бирини чуқурланган чўп, иккинчисига эса ёниб турган қизил фосфорли темир қошиқчани тушинг. Азот (IV)-оксид ёнишга ёрдам берми? Беркитилган азот (II)-оксиднинг шундай хоссаси билан солиштиринг. Реакция тенгламасини ёзинг.

Азот (IV)-оксид тупланган пробиркани сувли идишга тушириб, сув остида унинг оғзини очинг. Сув пробирка ичига кутарилади. Сувнинг пробирка ичига кутарилиши тўхтагандан кейин пробирка оғзини сув остида беркитиб, уни сувдан чиқаринг. Ҳосил бўлган эритмани кўк лакмус қоғоз ёрдамида синаб кўринг. Кузатишларни изоҳлаб беринг ва реакция тенгламасини ёзинг.

в) 45-расмда курсатилганидек асбоб йиғинг. Ҳовончада 5 г сувсизлангирлан қўрғошнинг нитрат тузи ва 1—2 г майда (ювил-



45- расм. Азот (IV)- оксиднинг олинishi.

ган ва қўритилган) қумни аралаштириб, аралашмани пробирка (1) га солинг. Каттароқ стаканда (2) 2:1 нисбатда олинган муз ва ош тузи аралашмасини тайёрлаб, унга қуруқ тоза пробирка (3)ни ботириб қўйинг. Кристаллизаторга сув қўйиб, унга сув тўлдирилган цилиндр (4) ни тункаринг. Пробиркалар оғзини газ ўтказгич найлар ўрнатилган пробкалар билан расмда курсатилганидек, беркитинг. Сув тўлдирилган цилиндрни кристаллизатордаги сувга туширилган най учига кийдиринг.

Шундан кейин туз билан қум аралашмасини газ алангасида бир меъёردа қиздиринг. Совитгич аралашмага туширилган пробиркада қўнғир тусли азот (IV)-оксид қуюлиб, NO_2 ва N_2O_4 (димер) дан иборат қўнғир суюқлик ҳосил бўлади. Цилиндрда сувда эрмайдиган газ тўпланади. Цилиндрдаги сув тўла сиқиб чиқарилгач ва йиғич пробирка (3) да 0,5—1 мл қўнғир суюқлик ҳосил бўлгач, қиздиришни тўхтатмаган ҳолда газ ўтказгич най учини сувдан чиқаринг.

Цилиндрда йиғилган газни чуғланган чўп билан синаб кўринг. Қўрғошнинг нитратнинг парчаланиш реакцияси тенгламасини ёзинг. Йиғич пробиркада тупланган азот қўш оксидни навбатдаги тажриба учун қолдиринг. Бунинг учун пробиркани совитгич аралашмадан чиқармаган ҳолда оғзини тешилмаган пробка билан беркитинг.

г) Суюқ азот қўш оксид йиғилган пробиркани совитгич аралашмадан чиқариб, пробирка оғзини очинг ва калий йодид ҳамда крахмал эритмасидан иборат янги тайёрланган аралашма билан ҳўлланган филтър қоғозни пробирка оғзига тутинг. Филтър қоғоз-

нинг кукаришини кузатинг. Азот (IV)- оксиднинг оксидлаш хосса-
сини кўрсатадиган реакция тенгламасини ёзинг.

д) Суюқ азот қуш оксидли пробиркага бир булак муз ташланг. Суюқлик дастлаб кук-яшил (N_2O_3 ҳосил бўлиши туфайли), сўнгра
ишил ва ундан кейин эса сариқ тусга киришини ҳамда пробирка-
нинг устки қисмида қўнғир тусли газ ҳосил бўлишини кузатинг.

Тегишли реакцияларнинг тенгламаларини ёзишда сўнги маҳ-
сулотлар сифатида нитрат кислота ва азот (IV)- оксид ҳосил бў-
лишини назарда тутинг.

е) Пробиркага водород сульфидли сувдан 2—3 мл қуйиб, унга
азот (IV)- оксид юборинг. Бунда водород сульфидли сувнинг лой-
ланишини кузатинг. Содир бўлган оксидланиш-қайтарилиш
реакциясининг тенгламасини ёзинг.

4. Нитрит кислотанинг олиниши

Пробиркага натрий нитритнинг суюлтирилган эритмасидан
3 мл қуйиб, уни совиткич аралашмага туширинг. Эритма совиган-
дан кейин унинг устига сульфат кислотанинг суюлтирилган эрит-
масидан 0,5 мл қуйиб чайқатинг. Дастлаб эритма ҳаво рангга
киришини (N_2O_3 ҳосил бўлиши туфайли), кейинроқ эса суюқлик
ҳақида қўнғир тусли газ ҳосил бўлишини кузатасиз. Тегишли реак-
цияларнинг тенгламаларини ёзинг. Нитрит кислотанинг барқарор-
лиги ҳақида хулоса чиқаринг.

5. Нитрит кислотанинг оксидловчи ва қайтарувчи хоссалари

а) Пробиркага 10 томчи калий йодид, 10 томчи сульфат кис-
лотанинг 2 н эритмасидан ва 10 томчи бензол қуйиб аралашти-
ринг. Ҳосил бўлган аралашмага натрий нитрат эритмасидан 4 том-
чи қўшиб чайқатинг. Эритма рангининг узгаришига аҳамият
бериш. Реакция тенгламасини ёзганда нитрит кислота оксидлов-
чилик хосса намоён қилишини назарда тутинг.

б) Пробиркага натрий нитрит эритмасидан 2—3 мл қуйиб,
устига 1—2 дона рух бўлагидан ташланг, устига 2 мл уювчи натрий
эритмасидан қуйиб чайқатинг ва пробиркани газ алаңгасида қиз-
дириш.

Реакция вақтида нитрит иони атомар водород таъсирида аммиакка
қайтарилишини кузатинг. Реакция тенгламасини ёзганда ҳосил бў-
ладиган моддалардан бири $Na_2[Zn(OH)_4]$ эканини назарда тутинг.

в) Пробиркага калий перманганатнинг суюлтирилган эритма-
сидан 4 томчи солиб, устига сульфат кислотанинг 2 н эритмасидан
10 томчи қўшиб чайқатинг. Сўнгра уларнинг устига эритма ранг-
ланишунча натрий нитрит эритмасидан қуйиб чайқатинг. Реак-
ция тенгламасини ёзганда нитрит кислота қайтарувчилик хосса
намоён қилишини назарда тутинг.

6. Нитрат кислотанинг олиниши

Пробиркага 4 г га яқин натрий нитрат солиб, устига сульфат кислотанинг концентрланган эритмасидан 8—10 мл қуйинг ва шиша таёқча ёрдамида аралаштиринг. Пробирка оғзини газ ўтказгич най ўрнатилган лўкак пробка билан берkitиб, темир штативнинг қисқичига маҳкамланг. Газ ўтказгич найнинг учини совуқ сувга туширилган қуруқ ва тоза пробиркага киритиб қуйинг. Найнинг учи пробирка тубидан 2 см баландроқда бўлсин.

Шундан кейин туз ва кислота аралашмасини аста қиздириг. Реакция натижасида ҳосил бўлган нитрат кислота юқорироқ температурада бугланиб, қуруқ пробиркага ҳайдалади ва пастроқ температурада яна конденсатланади.

Қуруқ пробиркада тахминан 2 мл кислота йиғилгандан кейин тажрибани тугатиб, йиғилган кислотани кейинги тажриба учун қолдириг. Реакция тенгламасини ёзинг.

7. Нитрат кислотанинг қиздирилганда парчаланиши

(Тажриба мурили шкафда ўтказилади)

6-тажрибада ҳосил қилинган нитрат кислотада пробиркага 1 мл олиб, пробиркани темир штатив қисқичига тик ҳолда маҳкамланг. Пробиркани алангада аста қиздириг ва бир оз вақт ўтгач унинг оғзига чўгланиб турган чўп тутинг. Нимани кузатдингиз? Нитрат кислотанинг парчаланиш реакцияси тенгламасини ёзинг.

8. Нитрат кислотанинг оксидловчи хоссаси

(6 ва в тажрибалар мурили шкафда ўтказилади)

а) Иккита пробирка олиб, уларнинг бирига лакмус, иккинчисига эса фуксин эритмасидан 1 мл дан қуйинг. Ҳар иккала пробиркага концентрланган нитрат кислота эритмасидан 3—4 томчидан томизиб, чайқатинг. Фуксин ва лакмуснинг рангсизланишини кузатинг. Кузатилган ҳодисаларни изоҳланг.

б) Чинни косачага 1 г қизил фосфор солиб, устига нитрат кислотанинг суюлтирилган ($d = 1,12$) эритмасидан 15 мл қуйинг. Косача қиздирилганда ортофосфат кислота ва азот (II)-оксид ҳосил бўлади. Реакция натижасида ортофосфат кислота ҳосил бўлишини кузатинг. Бунинг учун косачадаги эритма совигач, ундан 1 мл олиб, пробиркага қуйинг ва устига 2—3 томчи кумуш нитрат эритмасидан томизиб, чайқатинг. Сариқ лойқа ҳосил бўлиши эритмада фосфат аниони борлигидан дарак беради. Азот (II)-оксид ҳосил бўлишини қандай билиб оласиз? Тегишли реакцияларнинг тенгламаларини ёзинг. Худди шундай тажрибани олтингу-гурт билан ҳам ўтказиш мумкин. Натижада нитрат кислота олтингу-гуртни сульфат кислотагача оксидлайди.

и) Пробиркага нитрат кислотанинг суюлтирилган эритмасидан 2 мл қуйиб, унинг устига бир неча томчи водород сульфидли сув қуйинг ва чайқатинг. Эритманинг лойқаланишини ва газ ажралиб (қандай газ?) чиқишини кузатинг. Реакция тенгламасини ёзинг.

9. Нитрат кислотанинг металлларга таъсири

(Тажрибалар мўрили шкафда олиб борилади)

а) Суюлтирилган ва концентрланган нитрат кислотанинг мис металлга таъсирига онд аввалги тажрибаларнинг натижаларини қараб чиқинг.

Иккита пробирка олиб, уларнинг биринчисига икки дона рух бўлакчасидан, иккинчисига эса 4 дона қалай парчасидан солинг. Ҳар икки пробиркадаги металллар устига нитрат кислотанинг концентрланган эритмасидан 2 мл дан қуйинг. Реакция натижасида ажралиб чиқётган газнинг рангига аҳамият беринг. Реакция тенгламасини ёзгандан биринчи пробиркада $Zn(NO_3)_2$, иккинчисида H_2SnO_3 ҳосил бўлишини назарда тутинг.

б) а тажрибадагидек иккита пробирканинг бирига рух, иккинчисига қалай бўлакчасидан солиб, устига нитрат кислотанинг жуда суюлтирилган эритмасидан 4 мл дан қуйиб чайқатинг. 4—5 минутдан кейин реакцияга киришмаган металллар устидаги эритмаларни бошқа пробиркаларга қуйиб олинг ва уларнинг ҳар бири билан аммоний иони — NH_4^+ борлигини исботлашга имкон берадиган тажрибалар утказинг. Реакция тенгламасини ёзгандан NH_4NO_3 дан ташқари тажриба учун олинган металлларнинг нитрат тузлари ҳосил бўлишини ҳам назарда тутинг. Нитрат кислотанинг окисдловчи хоссаси билан унинг концентратияси орасида қандай боғланиш бор?

и) Пробиркага хлорид кислотанинг 1:4 нисбатда суюлтирилган эритмасидан 3 мл қуйиб, унга бир бўлак алюминий металлин туширинг. Кислотадан водород ажралиб чиқаётганига ишонч ҳосил қилганингиздан кейин металл устидаги кислотани бошқа пробиркага қуйиб олинг. Алюминийни дистилланган сув билан бир неча марта ювинг ва филътр қоғоз орасига олиб қуригунча артинг. Бошқа пробиркага нитрат кислота эритмасидан солиб, унга қуритилган алюминий бўлакчасини туширинг ва 1—2 минутдан кейин алюминий метали устидаги кислотани бошқа пробиркага қуйиб олиб, алюминийни яна аввалгидек дистилланган сув билан бир неча марта чайқатмасдан ювинг. Шундан кейин пробиркадаги хлорид кислота эритмасини алюминий устига қуйинг. Нима учун буида водород ажралиши кузатилмади? Кузатилган ҳодисани тушунтириб беринг. Реакция тенгламасини ёзинг.

10. Нитрат кислотанинг органик моддаларни емириши

а) Пробиркага нитрат кислотанинг концентрланган эритмасидан 2 мл қуйиб, унга газ алангасида қиздириг ва кислотага гугурт чўнидан биттасини туширинг. Гугурт чўнининг емирилишини кузатинг.

Пукак ва резина пробкаларининг нитрат кислота таъсирида емирилишининг сабабини тушунтириб беринг.

б) Шиша пластинканинг бир чеккасига бир парча жун ва иккинчи чеккасига бир парча ипак матоларни жойлаштириб, улар устига шиша таёқча ёрдамида 2 томчидан нитрат кислотанинг концентрланган эритмасидан томизинг. Жун ва ипак матоларнинг кислота томизилган ерида сариқ доғлар ҳосил бўлишини кузатинг. Нитрат кислотанинг куп миқдори жун ва ипак матоларни тулқ эмиради.

Нитрат кислота билан ишлашда эҳтиёт бўлиш керак. Нитрат кислота терига тукилса, у терини уяди ва қийин тузаладиган яра ҳосил қилади.

11. Нитратларнинг қиздирилганда парчаланиши

а) Қуруқ пробиркага натрий нитрат тузидан 1 г чамаси солиб, пробиркани темир штатив қисқичига тик ҳолда маҳкамланг. Пробиркани қиздириг. Аввал тузнинг суюқланишини, кейин эса газ ажралиб чиқишини кузатинг. Ажралиб чиқаётган газ кислород эканлигини исботланг. Пробиркадаги модда совигандан кейин уни озроқ миқдор сувда эритинг. Ҳосил қилинган эритма устига сульфат кислотанинг 2 и эритмасидан 3—4 томчи томизиб чайқатинг. Пробирканинг оғзига яқин жойда қўнғир тусли газ ҳосил бўлишини кузатинг. Бу нимадан дарак беради? Реакция тенгламасини ёзинг. Ишқорий металлларнинг нитрат тузлари қиздирилганда қандай моддалар ҳосил бўлиши ҳақида умумий хулоса чиқаринг.

б) Қуруқ пробиркага $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ кристалларидан 0,5 г чамаси солиб, пробиркани темир штатив қисқичига кундаланг ҳолда маҳкамланг. Пробирканинг туз жойлашган қисмини каттиқ қиздириг. Тузнинг аввал суюқланиши, сувсизланиши (пробирканинг оғиз томонида сув буғи ҳосил бўлиши) ва кейин парчаланишини кузатинг. Тузнинг парчаланиши натижасида кислород ва азот (IV)-оксид ҳосил бўлишини исботланг. Пробиркада қолган қора тусли модда нима? Реакция тенгламасини ёзинг.

в) Пробиркага кумуш нитрат кристалларидан бир неча донга солиб, пробиркани қисқич билан тутган ҳолда газ алангасида қиздириг. Реакция натижасида газ моддалар (қайси газлар?) ҳосил бўлади ва пробиркада тўқ кул ранг кукун ҳолида кумуш қолади. Реакция тенгламасини ёзинг. Оғир металлларнинг нитратлари қиздирилганда қандай моддалар ҳосил бўлиши ҳақида умумий хулоса чиқаринг. Кумушни, албатта, ўқитувчига топширинг.

12. NO_2 ва NO_3^- ионларини очиш реакциялари

а) 4- 5- ва 11-а тажрибалар натижаларига асосланиб нитрит анионини қандай аниқлаш мумкинлиги ҳақида хулоса чиқаринг.

б) Пробиркага натрий нитрат эритмасидан 1 мл қуйинг ва устига сульфат кислотанинг концентрланган эритмасидан бир

печа томчи томзиб, пробиркани чайқатинг ва озроқ мис қириндисидан солиб қиздириг. Ажралиб чиқаётган газнинг равиига ва ритма равиининг узгаришига аҳамият беринг. Реакция тенгламасини ёзинг.

Машқ ва масалалар

1. Иккита идишнинг бирига азот (I)-оксид, иккинчисига кислород йиғилган. Қайси идишда қандай газ тупланганлигини қайси оддий реакция ёрдамида билиш мумкин?

2. Лабораторияда ва саноатда азот (II)-оксид ва азот (IV)-оксид олишга имкон берадиган реакцияларнинг тенгламаларини ёзинг ва шу реакциялар қандай шароитда боришини кўрсатинг.

3. Қуйидаги бирикмалар: HNO_3 , HNO_2 , KNO_3 , $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$, $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ ва AgNO_3 ларнинг термик барқарорлигини бир-бирига солиштиринг. Нима учун оғир металлларнинг нитратлари ишқорий металлларнинг нитратларига нисбатан иссиққа чидамсиз эканлигини тушунтириб беринг.

4. Сув ва ҳаводан фойдаланиб, қандай қилиб нитрат кислота олиш мумкин.

5. Қўроғшин (II)-нитрат қиздирилганда ҳосил буладиган газлар аралашмасидан тоза кислородни қандай ажратиб олиш мумкин?

6. 3,4 кг натрий нитратдан солиштирма оғирлиги 1,4 бўлган печта грамм нитрат кислота ҳосил қилиш мумкин?

7. «Зар суви» тайёрлаш учун 36,5 процентли хлорид кислота ва 63 процентли нитрат кислота эритмаларини қандай ҳажмий нисбатда аралаштириш керак?

8. Сизга маълум бўлган азотли угитларнинг қайси бирида азот миқдори кўп?

30-§. ФОСФОР ВА УНИНГ БИРИКМАЛАРИ

Фосфор V гуруҳа элементи бўлиб, унинг ташқи электрон қавати атомига ухшаш — $ns^2 np^3$ электрон конфигурацияга эга. Аммо фосфор III давр элементи бўлгани учун унинг атом тузилиши азотнинг атом тузилишидан фарқ қилади; унинг атомида буш d -орбиталлар мавжуд. Фосфорнинг атом радиуси азотникига қараганда катта бўлгани учун унинг атомига электрон бирикиши қийинроқ, электрон чиқиб кетиши анча осонроқдир.

Фосфор бирикмаларида унинг оксидланиш даражаси асосан — 3, +3 ва +5 га тенг.

Фосфорнинг бир печта аллотропик шакл узгаришлари бўлиб, улардан энг муҳимлари оқ, қизил ва қисман қора фосфордир.

Оқ фосфор P_4 молекулаларидан иборат тетраэдрик шаклда кристалланган оқ модда, солиштирма оғирлиги $1,8 \text{ г/см}^3$, суюқланиш температураси 44°C . У сувда деярли эримайди, органик эритувчиларда (масалан, бензол, толуолда), айниқса углерод сульфид — CS_2 да яхши эрийди.

Оқ фосфор ниҳоят заҳарли модда. Шунинг учун у билан иш-лашда бир қатор эҳтиёт чораларини кўриш зарур.

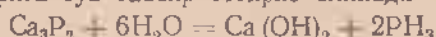
Сув остида сақланаётган оқ фосфор ёруғликка тутилса аста-секин қизил фосфорга айланади (бу процесс йод катализатори иштирокида анча тезлашади). Оқ фосфор ҳавосиз жойда бир неча соат қиздирилганда ҳам қизил фосфорга айланади.

Қизил фосфор (солиштирма оғирлиги $2,3 \text{ г/см}^3$) оқ фосфордан фарқ қилиб, органик эритувчиларда ва CS_2 да эримайди, заҳарсиз, ҳавода ўз-ўзидан алангаланмайди. Чунки қизил фосфор пирамида шаклли P_4 звеноларидан иборат полимер тузилишга эга.

Қизил фосфор ҳавосиз жойда қиздирилганда, аввал суюқланиб, кейин буғланади, унинг буғлари совуқ сиртда конденсатланиши натижасида оқ фосфор ҳосил бўлади.

Қора фосфор (солиштирма оғирлиги $2,7 \text{ г/см}^3$) оқ фосфорни юқори босим остида 370°C температурада узоқ вақт қиздириш натижасида ҳосил бўлади. У ҳам полимер тузилишга эга.

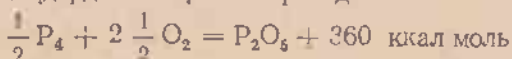
Фосфор азотга нисбатан химиявий актив бўлиб, қатор металлмас-лар (кислород, олтингугурт, галогенлар) ва металллар (ишқорий ва ишқорий-ер металлари) билан реакцияга киришади. Юқори температурада у ҳатто платинага ҳам таъсир этади. Фосфор водород билан амалда бевосита бирикмайди. Унинг водородли бирикмалари (PH_3 — фосфин, P_2H_4 — дифосфин) бевосита йуллар билан, масалан, металлларнинг фосфидларига сув таъсир эттириб олинади:



Фосфорнинг энг муҳим иккита оксиди P_2O_3 (аслида P_4O_6) ва P_2O_5 (аслида P_4O_{10}) бор.

Фосфит ангидрид фосфорнинг кислород билан $3p^3$ электронлар ҳисобига ковалент боғланишидан ҳосил бўлади. Фосфор кислород етарли бўлмаган шароитда ёнса ёки фосфор секин оксидланса, ана шу модда ҳосил бўлади.

Фосфорнинг энг муҳим оксиди фосфат ангидрид P_2O_5 бўлиб, фосфорнинг кислород билан бирикишидан ҳосил бўлади. Фосфор оксидланганда кўп миқдорда иссиқлик ажралади:

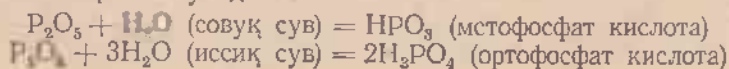


Фосфор кислород муҳитида кўзни қамаштирадиган аланга бериб ёнади.

Фосфат ангидрид 580°C да сукқланидиган, рангсиз, тигроскопик модда. Шунинг учун ҳам P_2O_5 дан қуригич (нам ктувчи) сифатида фойдаланилади.

Химия лабораторияларида ишлатиладиган қизил фосфор таркибидан оз бўлса-да P_2O_5 бўлади, шунинг учун у оғзи яхши беркиладиган шиша идишларда сақланади, акс ҳолда P_2O_5 ҳаводаги намни тортиб олади ва қизил фосфор намланиб қолади.

Фосфат ангидрид сув билан шиддатли реакцияга киришади. Бир молекула P_2O_5 га қалча молекула сув бирикшига қараб асосан икки хил кислота ҳосил бўлади:



Булардан энг муҳими ортофосфат (ёки туғридан-туғри фосфат) кислота бўлиб, у 42°C да суюқланадиган, очик ҳавога ейилиб кетадиган қаттиқ модда, солиштира огирлиги $1,83 \text{ г/см}^3$.

Фосфат кислота лабораторияларда соф фосфорга нитрат кислота (унинг 32 процентли эритмаси) таъсир эттириб олинади:



Кизил фосфорни қиздириб ҳосил қилинган оқ фосфорнинг ёнишидан ёки қизил фосфорни ёндиришдан олинган P_2O_5 га иссиқ сув таъсир эттириб ҳам H_3PO_4 эритмаси и ҳосил қилиш мумкин.

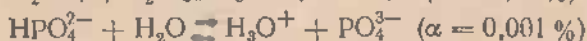
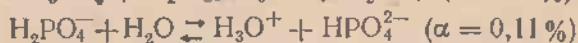
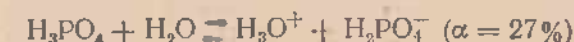
Фосфат кислота 260°C да қиздирилганда қисман сув элементларини йўқотиб пирофосфат кислотага айланади:



Пирофосфат кислота 400°C да қиздирилганда, унинг 1 молекуласидан 1 молекула сув ажралиб чиқади ва метафосфат кислота ҳосил бўлади:



Ортофосфат кислота уч асосли кислота бўлиб, у сувдаги эритмада уч босқичда диссоциланади:



Кўриниб турибдики, ортофосфат кислота биринчи босқичда энг кўп диссоциланиб, уртача кучли кислота ҳисобланади.

Ортофосфат кислотанинг ишқорий металллар ва аммоний катиони — NH_4^+ билан ҳосил қилган бирламчи, иккиламчи ва учламчи тузлари сувда яхши эрийди. Ишқорий металлларнинг фосфат тузлари сувдаги эритмаларида гидролизланади; уларнинг эритмалари ишқорий реакция кўрсатди.

Фосфор галогенлар билан осон реакцияга киришиб (P_4 дан бошқа) PF_3 ва PF_5 типдаги галогенидлар ҳосил қилади. Улардан фосфорнинг хлор билан ҳосил қилган бирикмалари — PCl_3 ва PCl_5 муҳим аҳамиятга эга.

PCl_3 мўл миқдор фосфорга хлор таъсир эттирилганда, PCl_5 эса мўл миқдор хлорга фосфор таъсир эттирилганда ҳосил бўлади.

Тажрибалар

1. Фосфорнинг аллотропияси

1) Қуруқ пробиркага карбонат ангидрид тулдириг. Пробиркага қизил фосфордан нухат катталигида солиг. Пробирка оғзида нахта билан беркитиб, темир штатив қисқичига горизонтал ҳолда маҳкамланг.

Шундан кейин пробирканинг қизил фосфор жойлашган қисминини газ алангасида оҳиста қиздириг. Пробирканинг совуқ деворига оқ фосфор доғлари ҳосил бўлишини кузатиш. Пробирка бир оз совиғач, унинг оғзидаги пахтани қисқич ёрдамида олиб стакандаги мис сульфат эритмасига ташланг. Пробирка деворига ёпишган оқ фосфорни эса шиша таёқча ёрдамида қириб олинг. Оқ фосфорнинг ҳавода уз-узидан ёнишини кузатиш. Реакция тенгламасини ёзинг. Тажриба натижасига асосланиб, фосфорнинг қайси аллотропик модификацияси химиявий жиҳатдан активроқ эканлиги ҳақида хулоса чиқаринг.

2. Фосфорнинг углерод сульфидда эрувчанлиги

(Тажриба алангадан узоқроқда ўтказилади)

Пробиркага 1 мл углерод сульфид эритмасидан солиб, унга фильтр қоғоз орасига олиб қуритилган оқ фосфорнинг кичкина бўлакчасини туширинг ва пробиркани секин чайқатиб туриб фосфорни эритинг (лабораторияда углерод сульфид булмаса эритувчи сифатида бензолдан фойдаланиш мумкин, аммо фосфор бензолда анча секин эрийди).

Оқ фосфор батамом эриганидан кейин ҳосил бўлган эритма билан тунука парчасини ёки темир штатив тағлигига қўйилган фильтр қоғозни ҳўлланг. Фильтр қоғозни қисқич билан ушлаб ҳавода бир неча минут елпитинг. Фильтр қоғозига шимдирилган эритувчи буғланиб бўлгач, унда қолган оқ фосфор ҳавода ёнади ва фосфорга қўшилиб фильтр қоғоз ҳам алангаланиб кетади. Кузатиш ҳодисалардан хулоса чиқаринг ва реакция тенгламасини ёзинг.

Қизил фосфорнинг углерод сульфидда (ёки бензолда) эриш-эримаслигини санаб кўринг ва оқ фосфорнинг шундай хоссаси билан солиштиринг.

3. Фосфат ангидриднинг ҳосил бўлиши ва унинг хоссалари

(Тажриба мурили шкафда ўтказилади)

а) Асбестланган сим тур устига қўйилган чинни косачага 0,5 г қизил фосфор солиб, уни қиздирилган шиша таёқча билан уғлдиринг.

Ёпиб турган қизил фосфор устига тоза ва қуруқ шиша воронкани тўнкариб тутиб туринг (косанинг усти батамом беркилиб қолмасин). Бунда фосфорнинг ёнишидан ҳосил бўлган қорсимон оқ кристалл модда — фосфат ангидрид воронка деворига ўтириб қолади. Воронкани штативдаги тоза пробиркага ўрнатинг. Реакция тенгламасини ёзинг.

б) а тажрибада шиша воронка деворига ўтириб қолган фосфат ангидрид бир оздан кейин намланиб, майда томчилар ҳосил қилишини кузатиш.

Фосфат ангидридининг атмосфера ҳавосидаги сув буғи билан бирикиб кислота ҳосил қилишига тулиқроқ ишонч ҳосил қилиш учун шиша банкадаги (одатда фосфат ангидрид герметик беркилатилган идишда сақланади) фосфат ангидриддан пластмасса қошиқча билан нухат катталигида олиб, уни ҳавода 2—3 минут қолдириш. Шу вақт ичида фосфат ангидрид ҳаводаги намни тортиб олиши ва қошиқчани тункарганда ҳам тўкилмайдиган масса ҳосил қилади. Бу ҳодисалар фосфат ангидрид умуман намни тортиш қувватига эга эканлиги ҳақида далолат беради.

4. Мета- ва ортофосфат кислоталарининг олиниши

а) 3 а тажрибадаги пробиркага урнатилган шиша воронка деворига ёпишиб қолган фосфат ангидридни дистилланган совуқ сув билан ювиб пробиркага тушириш. Дастлаб эритма лойқа бўлади. Эритма тиниғач, унинг бир қисмини бошқа пробиркага қуйиб олиб, унга кучсиз кислотали муҳит ҳосил бўлгунча (пробиркага лакмус қоғоз парчасини тушириб қуйинг) сода эритмасидан қушиш. Сунгра унинг устига кумуш нитрат эритмасидан 3—4 томчи томишиб чайқатинг. Оқ чукма — AgPO_3 нинг ҳосил бўлиши фосфат ангидридга совуқ сув таъсир эттирилганда метафосфат кислота ҳосил бўлишидан дарак беради. Тегишли реакцияларнинг тенг-ламаларини ёзинг.

б) 4 а тажрибада ҳосил қилинган метафосфат кислотанинг қолган қисми билан 3 б тажрибада қошиқча деворига ёпишиб қолган фосфат ангидридни битта стаканчага солиш, унга 10—15 мл дистилланган сув ва концентрланган нитрат кислота эритмасидан 1—2 мл қуйинг (бирикиш реакциясини тезлатиш учун). Сунгра стакандаги аралашмани 5—10 минут давомида вақт-вақти билан оз-оздан сув қушиб туриб қайратинг. Ҳосил бўлган эритмадан пробиркага 2—3 мл қуйиб олиб, уни аввалги тажрибадагидек сода эритмаси билан нейтралланг. Шундан кейин пробиркага кумуш нитрат эритмасидан 5—6 томчи томишиб, чайқатинг. Агар эритмада ортофосфат кислота бўлса, унинг кумуш нитрат билан реакцияга киришишидан сариқ чукма ҳосил бўлади. Реакция тенг-ламаларини ёзинг.

5. Фосфорни оксидлаб фосфат кислота олиш

(Тажриба мурили шкафта ўтказилади)

Чинни косачани темир штатив ҳалқасига урнатинг. Унга нухат катталигида қизил фосфор солиб, устига концентрланган нитрат кислота ($d = 1,4$) эритмасидан 5—6 мл қуйиб, қиздириш. Шундай қилишкки, қизил фосфорнинг ҳаммаси реакцияга кирсин. Агар фосфор ортиб қолса яна озроқ нитрат кислота эритмасидан қушиб қиздиришни давом эттиринг. Фосфорнинг ҳаммаси реакцияга кирганидан кейин, ортиқча нитрат кислота бўлмаслиги учун эритмани буғлатинг. Қолдиқни сув билан суюлтириб, эритма кучсиз

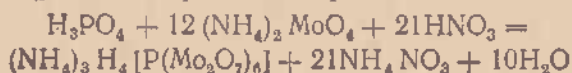
кислотали муҳитга эга булгунча сода эритмаси билан нейтралланг ва устига кумуш нитрат эритмасидан қуйиб чайқатинг. Тажриба натижасига қараб қандай кислота ҳосил булганлиги ва яна қандай моддалар ҳосил бўлиши ҳақида хулоса чиқаринг. Реакцияларнинг тенгламаларини ёзинг.

6. Эритмада PO_4^{3-} , PO_3^{2-} ва $\text{P}_2\text{O}_7^{4-}$ ионлари борлигини курсатадиган реакциялар

а) Учта пробирка олиб, уларнинг биринчисига иккиламчи натрий фосфат, иккинчисига натрий метафосфат, учинчисига эса натрий пирофосфат тузларининг суюлтирилган эритмаларидан 3 мл дан қуйинг ва уларнинг ҳар қайсисига 5—6 томчидан кумуш нитрат эритмасидан қўшиб чайқатинг. Пробиркалардаги чўкмаларнинг рангига эътибор беринг. Пробиркалардаги чўкмаларнинг нитрат кислотада эриш-эримаслигини синаб кўринг. Тегишли реакцияларнинг тенгламаларини ёзинг.

б) Эритмада фосфат аниони PO_4^{3-} борлигини очишда қўпинча аммоний молибдатнинг нитрат кислотали тўйинган эритмаси (молибденли реактив) ишлатилади.

Ортофосфат кислота ёки унинг бирор тузи эритмасидан пробиркага 2—3 мл қуйиб, унга молибденли реактивдан 3—4 томчи тоғизинг ва пробиркани чайқатинг. Сариқ кристалл чўкма — аммоний фосфоромолибдат ҳосил бўлишини кузатинг. Агар дастлаб ҳосил булган чўкма эриб кетса, молибденли реактивдан яна қўшинг. Бунда қуйидагича реакция боради:



в) а тажрибадаги метафосфат ва пирофосфат кислота тузлари эритмасига кумуш нитрат эритмаси таъсир эттирилганда иккала пробиркада ҳам оқ чўкма ҳосил бўлади. Фосфат кислотанинг бу тузларини бир-биридан фарқлаш учун кичикроқ стаканга тухум оқсилидан солиб, уни тенг миқдор сувда суюлтиринг. Ҳосил булган оқсил эритмасини тенг икки қисмга бўлиб, уларнинг бирига натрий метафосфат ва иккинчисига натрий пирофосфат эритмасидан қуйинг. Иккала стаканга сирка кислота эритмасидан қуйиб чайқатинг. Бунда натрий метафосфат эритмаси қуйилган оқсил сирка кислота таъсирида ивийди, иккинчи стаканда эса ўзгариш бўлмайди.

7. Кальций фосфатларнинг олиниши

Учта пробирка олиб, уларнинг бирига учламчи натрий фосфат, иккинчисига иккиламчи натрий фосфат ва учинчисига бирламчи натрий фосфатларнинг суюлтирилган эритмасидан 5 мл дан қуйинг. Ҳар қайси пробиркага кальций хлорид эритмасидан 1 мл дан қўшиб чайқатинг. Нимани кузатдингиз? Учламчи, иккиламчи

ва бирламчи кальций фосфатларининг сувда эрувчанлиги ҳақида ҳукмос чиқаринг. Реакцияларининг тенгламаларини ёзинг.

8. Фосфат кислота тузларининг гидролизи

а) Учта пробирка олиб, уларнинг ҳар бирига 5 мл дан дистилланган сув қуйинг ва ҳар қайси пробиркадаги сувга лакмуснинг нейтрал эритмасидан 5—6 томчидан томизинг. Биринчи пробиркага учламчи натрий фосфат тузи кристаллидан, иккинчисига эса бирламчи натрий фосфат кристаллидан оз-оздан солинг. Учинчи пробиркани контрол учун узича қолдиришг.

Биринчи ва иккинчи пробиркаларга солинган тузларни шишага қча билан аралаштириб эритинг. Контрол пробиркадаги индикаторнинг рангини биринчи ва иккинчи пробиркалардаги индикатор ранги билан солиштиринг. Учламчи ва бирламчи натрий фосфат тузлари гидролизланганда реакция муҳити қандай бўлишини дафтарингизга ёзинг. Сўнгра контрол пробиркага иккиламчи натрий фосфат кристаллидан озроқ солиб эритинг. Индикатор рангининг ўзгаришини биринчи ва иккинчи пробиркалардаги индикатор рангига солиштиринг. Реакция муҳитини аниқланг. Натрий фосфат тузларининг гидролизланиш реакцияси тенгламаларини ёзинг. Ортофосфат кислотанинг диссоциланиш константаларига нисбатан (9-жадвал) кузатишган ҳодисаларнинг сабабини тушунтиринг.

б) Натрий фосфат тузлари эритмаларининг водород кўрсаткичи (рН) ни бирмунча аниқ топиш учун универсал индикатор шимдирилган мосмас қогозлардан фойдаланиш мумкин. У ҳолда ҳар бир туз эритмасыга ботириб олинган универсал индикаторли қогознинг ранги этилган индикаторнинг ранги билан солиштирилади.

9. Ортофосфат кислота тузларининг термик парчаланиши

а) Иккита пробирка олиб, уларнинг ҳар бирига бирламчи натрий фосфат тузи кристаллидан 3—4 донадан солинг ва пробиркалардан бирини алашганда 2—3 минут қиздиришг. Пробирка совигандан кейин, иккала пробиркадаги тузларни озроқ сувда эритинг ва уларнинг устига кумуш нитрат эритмасидан қуйиб чайқатинг. Ҳосил бўлган чўкмаларнинг рангини дафтарингизга ёзинг.

б) Иккита пробирка олиб, уларнинг ҳар бирига иккиламчи натрий фосфат тузи кристаллидан 3—4 донадан солинг ва пробиркалардан бирини алашганда 2—3 минут қиздиришг. Пробирка совигандан кейин иккала пробиркадаги тузларни озроқ сувда эритиб, устига кумуш нитрат эритмасидан қуйиб чайқатинг. Ҳосил бўлган чўкмаларнинг рангини дафтарингизга ёзинг.

в) а ҳамда б тажрибалардаги натрий дигидрофосфат ва натрий гидрофосфатлар қиздирилганда парчаланиб, биринчи ҳолда натрий метафосфат, иккинчи ҳолда натрий пирофосфат тузлари ҳосил бўлишига ишонч ҳосил қилиш учун тузларни қиздирилганда сувда эритиб, ҳосил қилинган эритмаларни оқсил эритмаси ва сирка кислота билан синаб кўринг. Тегишли реакцияларнинг тенгламаларини ёзинг.

10. Фосфоритларнинг эрувчан ҳолатга утиши

а) Стаканга 2—3 грамм суяк унидан (ёки чинни ҳовончада майдаланган кальций фосфатдан) солиб, устига 5 мл дистилланган сув ва шунча ҳажм сульфат кислотанинг концентранган ($d = 1,84$) эритмасидан қуйинг ва шиша таёқча ёрдамида аралаштиринг. Аралашмани 2—3 минут давомида қиздилинг. Шундан кейин стаканга 10 мл дистилланган совуқ сув қуйиб эритмани суюлтиринг. Ҳосил бўлган эритмани бошқа стаканга филтрлаб ўтказинг. Филтратдан тоза пробиркага 2—3 мл олиб, унга кук лакмус қоғоз ботилинг. Нимани кузатдингиз? Пробиркадаги эритма кучсиз ишқорий реакцияга эга булгунча унга аммиак эритмасидан қуйинг ва устига бир неча томчи кумуш нитрат эритмасидан томизиб чайқатинг. Сариқ чукма ҳосил бўлади. Бу ҳол реакция натижасида сувда эрийдиган бирламчи кальций фосфат тузи ҳосил булганлигидан дарак беради. Реакция тенгламасини ёзинг.

б) Пробиркага 1 мл оҳакли сув қуйиб (у, албатта, тиниқ бўлин) устига ортофосфат кислотанинг 1 н эритмасидан томчилатиб қуйинг ва ҳар гал пробиркани чайқатиб туринг. Дастлаб сувда эримайдиган учламчи кальций фосфат тузи ҳосил бўлиши туфайли эритма лойқаланadi. Ҳосил булган лойқа устига фосфат кислота қўшиб, пробирка яна чайқатилса аралашма тиниқ ҳолга келади, яъни сувда эрийдиган бирламчи кальций фосфат тузи ҳосил бўлади. Хулосани текширинг. Учламчи ва бирламчи фосфат тузлари ҳосил бўлиш реакциялари тенгламаларини ёзинг.

11. Фосфорнинг хлор билан узаро таъсири

(Тажриба мурили шкафта ўтказилади)

а) Ясси тубли кичик колбага хлор йиғинг (хлоринг олинишини 112-бет 1 а тажрибадан қаранг).

Колбага нухат катталигида қуруқ қизил фосфор солинг. Фосфоринг алангаланишини ва PCl_5 (оқ тутун) ҳосил бўлишини кузатинг. Реакция тенгламасини ёзинг.

б) 11 а тажрибадаги колбага 10 мл дистилланган сув қуйинг ва колбани чайқатиб турган ҳолда қиздилинг. Ҳосил бўлган эритмани кук лакмус қоғоз ёрдамида синанг ва фосфор (V)-хлорид сув билан реакцияга киришганда қандай моддалар ҳосил бўлиши ҳақида дастлабки хулосани чиқаринг.

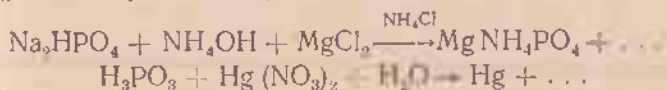
Колбадаги эритма совигандан кейин унинг устига кумуш нитрат эритмасидан қуйинг. Кислотали муҳитда ҳосил булган оқ ивиқ чукманинг таркиби қандай бўлади?

Чукмани филтрлаб, филтратни пробиркага йиғинг. Филтратга сариқ чукма ҳосил булгунча сода эритмасидан қуйинг. Сариқ чукманинг таркиби қандай?

Фосфор (V)-хлориднинг гидролизланиши, эритманинг кумуш нитрат билан реакцияга киришишидан оқ ва сариқ чукмалар ҳосил бўлишида содир бўладиган реакцияларнинг тенгламаларини ёзинг.

Машъ ва масалалар

1. Фосфор нима учун табиатда эркин ҳолда учрамайди?
2. Фосфорнинг водородли бирикмаси — фосфин нима учун аммиакка қараганда кучлироқ қайтарувчи хоссасига эга?
3. Орто-, пиро- ва метафосфат кислоталар ва уларнинг тузлари эритмада борлигини қандай билиш мумкин?
4. Таркибида фосфор бор барча минерал ўғитларнинг номини ййтиб, формуласини ёзинг.
5. Бирламчи, иккиламчи ва учламчи натрий фосфат тузларининг сувдаги эритмасида водород кўрсаткичи (рН)нинг қиймати нима учун ҳар хил бўлади?
6. Қуйидаги реакцияларнинг тенгламаларини тугалланг:



7. Қуйидаги ўзгаришларни қандай амалга ошириш мумкин?
 $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2 \rightarrow \text{CaHPO}_4 \rightarrow \text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2 \rightarrow \text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$
8. Фосфоритнинг бир хил намунасида 77 процент кальций фосфат бор. Шу фосфоритда неча процент P_2O_5 бўлади?
9. Таркибида 60 процент кальций фосфат бўлган фосфоритдан неча килограмм 40 процентли фосфат кислота олиш мумкин?
10. Таркибида 30 процент P_2O_5 ва 15 процент K_2O бўлган нитрофоскадаги аммоний гидрофосфат, аммоний нитрат ва калий хлоридларининг процент миқдорини аниқланг.
11. Техникада фосфорнинг хлороксиди (POCl_3) ни олиш учун хом шис сифатида кальций фосфат, кумир ва хлор ишлатилади. Шу йул билан POCl_3 олишга имкон берадиган реакцияларнинг тенгламаларини ёзиб, уларнинг бориш шароитларини кўрсатинг.

31-§. МИШЬЯК, СУРЬМА, ВИСМУТ

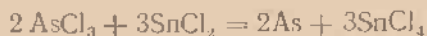
Мишьяк, сурьма ва висмут элементлар даврий системаси бешинчи гуруҳининг асосий группача элементлари бўлиб, уларнинг ташқи электрон қаватидаги электронлар конфигурацияси азот ва фосфор атомларидагидек $ns^2 np^3$ бўлса ҳам, бу элементлар азот ва фосфордан кўп хossalари билан фарқ қилади.

Масалан, улар эркин ҳолда металлларнинг хossalарини (масалан, металл ва иссиқлик ўтказувчанлик) намоён қилади. Улар мўртлиги билан майдаланиш хossalарига кўра металлмасларнинг хossalарини намоён қилади.

Химий хossalари жиҳатидан бу элементларнинг атом радиуслари катта бўлган сари $\text{As}—\text{Sb}—\text{Bi}$ каторида уларнинг металлмас хossalари кучайиб металл хossalари ортиб боради. Учала элемент амфотер хossalарига эга бўлиб, мишьякда металлмас хоссаси кучлироқ, висмутда металл хоссаси кучлироқ.

Лабораторияда As_2O_3 га кумир таъсир эттириб, мишьяк олинади. Ҳудуд тавқири, мишьякни мишьяк (III)-хлорид тузи эритмасига кис-

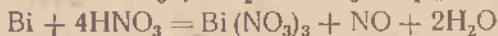
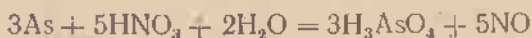
лотали муҳитда қайтарувчи қалай (II)- хлорид эритмаси таъсир эттириб ҳам олиш мумкин:



Лабораторияда сурьма (III)- хлорид эритмасига рух метали таъсир эттириб сурьма олиш мумкин:



Умуман мишьяк, сурьма ва висмут металлларнинг кучланиш қаторида водород билан миснинг ўртасида жойлашган бўлиб, водороддан чалда турган металллар уларни бирикмаларидан қайтариши мумкин. Шунинг учун бу элементлар кислоталар молекуласидан водородни қайтара олмайдн ва суюлтирилган HCl ва H_2SO_4 эритмалари билан реакцияга киришмайди. Уларга кучли оксидловчи хоссасига эга бўлган кислоталаргина таъсир этиши мумкин. Масала, мишьяк нитрат кислота таъсирида арсенат кислота — H_3AsO_4 гача, висмут эса висмут нитрат $\text{Bi}(\text{NO}_3)_3$ гача оксидланади:



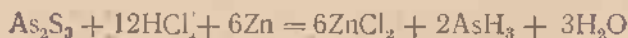
Мишьяк, сурьма ва висмут металллар, водород, галогенлар, олтин-гугурт ва кислород билан бирикиб, тегишли бирикмалар ҳосил қилади.

Бу элементлар учун металллар билан бирикмалар ҳосил қилиш хос бўлмаса ҳам, ҳар ҳолда уларнинг нитридлар ва фосфидларга ухшаш металллар билан ҳосил қилган арсенидлари (масалан, Mg_3As_2), антимонидлари (масалан, Mg_3Sb_2) ва висмутидлари (масалан, Mg_3Bi_2) маълум.

Металлларнинг арсенидлари, антимонидлари ва висмутидларига кислоталарнинг суюлтирилган эритмалари таъсир эттирилганда мишьяк, сурьма ва висмутнинг водородли бирикмалари — арсин (AsH_3), стибин (SbH_3) ва висмутидлар (BiH_3) ҳосил бўлади, масалан:



Мишьяк ва сурьманинг ҳар хил барқамаларига водород ажралиб чиқиш пайтида арсин ва стибин таъсир эттирилганда ҳам арсин ҳосил бўлади:



Арсин, стибин ва висмутин заҳарли газ моддалардир. AsH_3 — SbH_3 — BiH_3 қаторида уларнинг барқарорлиги кескин пасайиб боради. Натижада улар ҳосил бўлиш пайтидаёқ водород ва тегишли элементларга қисман парчаланади.

Арсин саримсоқ ҳидига, стибин эса водород сульфид ҳидига эга моддалардир.

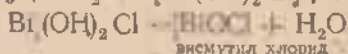
Оддий шароитда сурьма ҳавода деярли ўзгармайди, мишьяк ва висмут, As_2O_3 ва Bi_2O_3 ҳосил қилади; улар сарғиш қаттиқ моддалар бўлиб, фақат As_2O_3 сувда эрийди:

Sb_2O_3 ва Bi_2O_3 сувда эримайди. Уларнинг тузлари (масалан, SbCl_3 , $\text{Bi}(\text{NO}_3)_3$) эритмасига ишқор эритмаси таъсир эттириб, гидроксидлари ҳосил қилинади:

$\text{As}(\text{OH})_3$ — $\text{Sb}(\text{OH})_3$ — $\text{Bi}(\text{OH})_3$ қаторидаги гидроксидларнинг ҳаммаси амфотер хоссага эга бўлиб, $\text{As}(\text{OH})_3$ кислотали хосса, $\text{Bi}(\text{OH})_3$ асос хоссасини намоён этади.

Мишьяк, сурьма ва висмут (тузлар таркибида) оксидланиш даражаси +3 булган катионлар тарзида ҳам учрайди. Уч валентли мишьякнинг кислородли кислоталар билан ҳосил қилган тузлари олинган эди. Сурьма ва висмутнинг кислородли кислоталар билан ҳосил қилган тузлари, масалан, $\text{Sb}_2(\text{SO}_4)_3$, $\text{Bi}(\text{NO}_3)_3$ лар маълум.

Оксидланиш даражаси +3 булган висмут ва сурьманинг тузлари сувдаги эритмаларда гидролизланиб, асосли тузлар ҳосил қилади. Асосли тузлар сув йуқотиши натижасида висмутид ва антимонилларга айланиди:



висмутид хлорид



антимонил хлорид

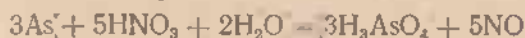
$\text{As}(\text{OH})_3$ — $\text{Sb}(\text{OH})_3$ — $\text{Bi}(\text{OH})_3$ қаторида гидроксидларнинг асос хоссаси ортиб бориш билан бирга As^{3+} — Sb^{3+} — Bi^{3+} қаторида элементларнинг қайтарувчи хоссаси сусайиб боради.

Масалан, H_3AsO_3 ишқорий муҳитда кучли қайтарувчи бўлиб, кислотали муҳитда унинг бу хоссаси жуда сусайиб кетади. Антимонит H_3SbO_3 кислота учун қайтарувчилик хоссаси характерли бўлмаса ҳам, у ишқорий муҳитда осон оксидланади. Ниҳоят, висмут (III)-гидроксид фрегат кучли ишқорий муҳитда қайтарувчи хоссасини намоён қилади.

Мишьяк, сурьма ва висмутларнинг юқори оксидлари — As_2O_5 , Sb_2O_5 , Bi_2O_5 маълум бўлиб, улар арсенат — H_3AsO_4 , антимонат HSbO_3 ва — висмут HBiO_3 кислоталарнинг ангидридларидир.

Арсенат ангидрид — As_2O_5 оқ шишасимон модда, ҳавода осон суюқланади. Антимонат ангидрид — Sb_2O_5 сарғиш кукун. Бу ангидридлар мишьяк ва сурьманинг нитрат кислотанинг концентрланган эритмасида оксидланишидан ҳосил булган гидратларни қиздириш натижасида олинади.

As_2O_5 га мувофиқ келадиган арсенат кислота — H_3AsO_4 қуйидаги реакция буйича олиниши мумкин:



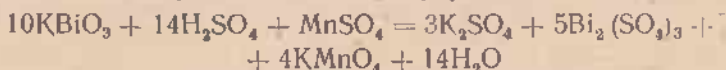
Арсенат кислота сувда осон эрийди ва диссоциланиш даражаси муҳитдан ортофосфат кислотага яқин туради.

Антимонат ангидрид — Sb_2O_5 нинг гидрати $n\text{Sb}_2\text{O}_5 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ сувда оз эрийдиган аморф чукма, шаройтга қараб унинг таркиби ҳар хил бўлади.

Сурьманинг энг юқори кислородли кислотасининг формуласи H_7SbO_6 . Бу кислота молекуласидаги битта водород металлга алмашилиши мумкин, масалан NaH_6SbO_6 . Шунинг учун антимонат кислота тузларининг формуласини $\text{H}[\text{Sb}(\text{OH})_6]$ ёки $\text{HSbO}_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ даги бир водород атомини алмаштириш йули билан ҳосил қилиш мумкин.

Фосфатларга ухшаш арсенат ва антимонатларнинг кули одатда рангсиз, сувда қийин эрийдиган тузлардир.

Висмутат ангидрид Bi_2O_3 қуңгир-қизилдир. Кукун, унга мувофиқ келадиган висмутат кислота — HBiO_3 эркин ҳолда олинган эмас. Аммо ишқор эритмасига аралаштирилган $\text{Bi}(\text{OH})_3$ ни кучли оксидловчилар (Cl_2 , NaClO) таъсирида оксидлаб, шу кислотага мувофиқ келадиган ишқорий металлларнинг тузларини олиш мумкин. Висмутатлар кучли оксидловчи моддалар жумласига киради. Масалан, икки валентли марганецга кислотали муҳитда висмутат тузлар таъсир эттирилса, Mn^{2+} нинг оксидланиш даражаси еттига қадар ўзгаради:



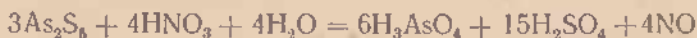
Беш валентли висмут бирикмалари фақат кислотали муҳитда эмас, балки ишқорий муҳитда ҳам кучли оксидловчидир.

Шундай қилиб, $\text{As}^{3+} - \text{Sb}^{3+} - \text{Bi}^{3+}$ қаторида уларнинг оксидловчи хоссаси камайиб борса, $\text{As}^{5+} - \text{Sb}^{5+} - \text{Bi}^{5+}$ қаторида, аксинча, бу хосса кучайиб боради.

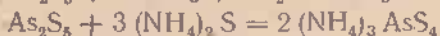
Мишьяк, сурьма ва висмут учун сульфидли бирикмалар, айниқса, характерлидир.

Мишьяк, сурьма ва висмут сульфидлари бу элементларни бевосита олтингугурт билан қиздириш натижасида ёки уларнинг сувда эрувчан бирикмаларини водород сульфид (сульфид кислота) ва унинг сувда эрувчан тузлари эритмаси билан алмаштиниш реакциясига киришиши натижасида ҳосил бўлади.

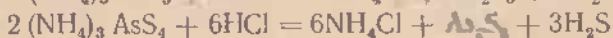
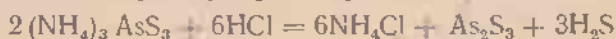
Элементларнинг олтингугурт билан бирикишидан ҳосил бўлган Bi_2S_3 ва Sb_2S_3 сульфидлар — кул ранг-қорамтир кристалл моддалардир. Эритмалардан чуққан Bi_2S_3 қуңгир-қорамтир рангли, Sb_2S_3 ва Sb_2S_5 сарғиш-қизил рангли, As_2S_3 ва As_2S_5 эса тўқ сариқ рангли бўлади. Бу сульфидларнинг ҳаммаси сувда ва кислоталарнинг суялтирилган эритмаларида эримайди. Мишьяк сульфидлари хлорид кислотанинг концентрланган эритмасида ҳам эримайди. Улар концентрланган нитрат кислота эритмасида эриши мумкин:



Мишьяк ва сурьма сульфидлари металлларнинг сульфидлари (аммоний сульфид) билан бирикиб тиотузлар ҳосил қилади:



Висмут сульфид бундай хоссага эга эмас. Мишьяк ва сурьманинг тиотузлари барқарор бўлиб, уларга мувофиқ келадиган тиокислоталар беқарор моддалардир. Шунинг учун ҳам тиотузларга кислоталар таъсиридан тиокислоталар эмас, балки металлларнинг сульфидлари ҳосил бўлади ва водород сульфид ажралиб чиқади:



Мишьяк ва сурьма тиотузларининг ҳосил бўлиши ва кислоталар таъсирида парчаланиши химиявий сифат анализиди муҳим аҳамиятга эга.

Тажрибалар

А. Мишьяк ва унинг бирикмалари

1. Мишьякнинг олиниши

(Тажриба мурили шкафта утказилади.) а) Ингичка пробиркага янвал озроқ мишьяк (III)-оксид, сунгра кумир кукунидан солиб, пробиркани қисқич билан тутган ҳолда қиздириг. Бунда таслаб пробирканинг кумир кукуни жойлашган қисмини, кейин яна, мишьяк (III)-оксид жойлашган қисмини қиздириг. Мишьяк (III)-оксид буғи қиздирилган кумир орқали утганда оксид таркибидagi мишьяк қайтарилади. Ҳосил булган мишьяк ялтироқ қора доғ ҳолида пробирканинг совуқ деворига утириб қолади. Пробирка оғзига ёниб турган чупни тутиб, реакция натижасида қандай газ модда ҳосил бўлишини кузатинг. Реакция тенгламасини ёзинг.

б) Пробиркага мишьяк (III)-хлориднинг 0,5 н эритмасидан 1 мл, устига хлорид кислота ($d=1,12$) эритмасидан 1 мл, қалай (II)-хлорид эритмасидан 0,5 мл қуйинг ва пробиркани қиздириг. Реакция натижасида соф мишьяк ажралиши туфайли эритма қуйинг рангга киради. Содир булган реакция тенгламасини ёзинг.

2. Арсенит ангидрид ва арсенитларнинг хоссалари

(Тажриба мурили шкафта олиб борилади)

а) Пробиркага нухат катталигида арсенит ангидрид солиг, устига 3 мл сув қуйиб, иситинг. Арсенит ангидриднинг сувда эрувчанлиги ҳақида хулоса чиқаринг. Эритмани кук лакмус қоғоз билан таслаб кўринг. Реакция тенгламасини ёзинг.

б) 2 а-тажрибада пробиркада ҳосил булган эритмага уювчи натрий эритмасидан 1 мл қуйинг ва яна иситинг. Ишқор эритмасида арсенит ангидриднинг эришини кузатинг. Реакция тенгламасини ёзинг. Эритмани г-тажриба учун қолдириг.

в) Пробиркага озроқ арсенит ангидрид солиб, устига хлорид кислотанинг концентрланган эритмасидан 2—3 мл қуйиб иситинг. Оксиднинг кислотада эришини кузатинг. Реакция тенгламасини ёзинг.

а, б ва в тажрибалар натижаларига қараб, арсенит ангидрид қандай хоссаларга эгаллиги ҳақида умумий хулоса чиқаринг.

г) б тажрибада ҳосил қилинган натрий арсенит эритмаси устига кумуш нитрат эритмасидан 5—6 томчи томизиб чайқатинг. Сафрак қумма ҳосил бўлишини кузатинг. Реакция тенгламасини ёзинг.

Б. Уч валентли мишьяк бирикмасининг оксидлаш ва қайтариш хоссалари

а) 1 а ва б тажрибалардаги арсенит ангидрид ва мишьяк (III)-хлориднинг оксидловчи хоссага эга эканлигини исботловчи реакцияларини эслаг.

б) Иккита пробирка олиб, уларнинг бирига натрий арсенит эритмасидан 1 мл қуйинг. Иккинчи пробиркада эса арсенит ангидриднинг сувли суспензиясини тайёрланг. Ҳар икки пробиркага йодли сувдан бир неча томчидан қушиб чайқатинг. Йодли сувининг рангсизланишини кузатинг. Содир булган оксидланиш-қайтарилиш реакцияларининг тенгламаларини ёзинг.

4. Арсенит кислотанинг олиниши ва хоссалари

(Тажриба мурили шкафда утказилади)

а) Темир штатив ҳалқасига чинни косача урнатиб, унга нухат катталигида арсенит ангидрид солинг. Устига нитрат кислотанинг концентрланган эритмасидан 5 мл қуйинг. Аралашмани аста қиздиринг. Қиздиришни азот оксидлари ажралиб чиқиши тўхтагунча давом эттиринг. Чинни косачада қолган қолдиқни сувда эритинг ва эритмани кўк лакмус қоғоз билан синаб кўринг. Реакция тенгламасини ёзинг.

б) а тажрибада ҳосил қилинган арсенат кислота эритмасини пробиркага қуйиб олинг. Яна бошқа пробирка олиб, унга натрий арсенат эритмасидан 2 мл қуйинг. Ҳар икки пробиркага кумуш нитрат эритмасидан 5—6 томчидан қушиб чайқатинг. Иккала пробиркада ҳам шоколад рангли қуңғир чукма ҳосил булишини кузатинг. Реакцияларининг тенгламаларини ёзинг.

Уч ва беш валентли мышьяк бирикмаларини уларнинг эритмасида қандай аниқлаш мумкинлиги ҳақида умумий хулоса чиқаринг.

в) Натрий арсенат оксидловчи хоссага эгалигини аниқлаш учун пробиркага ялғи тайёрланган калий йодид эритмасидан 1 мл қуйиб, устига концентрланган хлорид кислота эритмасидан 2 мл ва натрий арсенат эритмасидан 0,5 мл қушинг. Эритманинг қуңғир рангга бўялиши соф йод ҳосил булишини кўрсатади. Содир булган оксидланиш-қайтарилиш реакциясининг тенгламасини ёзинг.

5. Уч валентли мышьяк сульфид ва тиотузлари

Пробиркага натрий арсенит эритмасидан 1 мл солиб, устига хлорид кислота эритмасидан 1 мл, сунгра аммоний сульфид эритмасидан томчилаб қушинг ва чайқатинг. Реакция натижасида сариқ чукма (As_2S_3) ҳосил булишини кузатинг. Реакция тенгламасини ёзинг.

Ҳосил булган чукманинг бир қисмини бошқа пробиркага олинг устига (чайқатиб туриб) мул миқдор аммоний сульфид эритмасидан қушинг. Реакция натижасида туқ сариқ тиоарсенит $(NH_4)_3AsS_3$ эритмаси ҳосил булишини кузатинг. Реакция тенгламасини ёзинг.

6. Беш валентли мышьяк сульфид ва тиотузлари

Пробиркага натрий арсенат эритмасидан 1 мл қуйиб, устига хлорид кислота эритмасидан 1 мл, сунгра аммоний сульфид эритмасидан

олиб қўшинг ва чайқатинг. Аста-секин сарик чуқма (As_2S_5) ҳосил бўлади. Реакция тенгламасини ёзинг.

Ҳосил бўлган чуқманинг буғ қисmini бошқа пробиркага қўйиб устига (чайқатиб туриб) мул миқдор аммоний сульфид эритмасини қўшинг. Реакция натижасида туқ-сарик рангли аммоний тιοарсенит ($(NH_4)_3AsS_4$) эритмаси ҳосил бўлади. Реакция тенгламасини ёзинг.

Ҳосил қилинган тιοарсенит ва тιοарсенатлар эритмасига хлорид кислотаси қўшилса, дастлабки оксидлар яна чуқмага тушади. Реакция тенгламасини ёзинг.

Б. Сурьма ва унинг бирикмалари

7. Сурьманинг олиниши

Лаборантдан сурьма металини олиб, уни кузатинг. Пробиркага сурьма (III)-хлориднинг бир-икки томчи хлорид кислотаси қўшилган, дистилланган сувдаги тишқ эритмасидан 2—3 мл олиб, унга бир дона рух бўлакчасини туширинг. (Рух ўрнида усти тозаланган темир миҳ ишлатиш мумкин.) Бир оз вақт ўтгач, пробиркада металллик сурьманинг қора қўйқумлари ҳосил бўлишини кузатинг. Реакция тенгламасини ёзинг.

8. Сурьмага нитрат ва сульфат кислоталар таъсири

(Тажриба мўрили шкафта олиб борилади)

Иккита пробирка олиб, уларнинг бирига концентрланган нитрат кислотаси, иккинчисига эса концентрланган сульфат кислотаси эритмаларидан 2 мл дан қўйинг. Пробиркаларни темир штатив қисқичига тўқ ҳолда маҳкамлаб, уларнинг ҳар бирига сурьма метали кукунидан 0,5 г дан солинг ва пробиркаларни оҳиста қиздиринг. Ҳар икки пробиркадаги кислоталарда сурьманинг эриши, натижада биринчи пробиркада уч валентли сурьманинг сульфат тузи эритмаси (яна қандай моддалар ҳосил бўлади?), иккинчи пробиркада эса $xSb_2O_5 \cdot yH_2O$ таркибда антимонат кислотанинг оқ чуқмаси ҳосил бўлишини кузатинг (агар қиздириш кучлироқ бўлса, Sb_2O_5 таркибли сарик чуқма ҳосил бўлади).

Тегишли реакцияларнинг тенгламаларини ёзинг. Қулайлик учун антимонат кислотанинг формуласини $HSbO_3 \cdot 3H_2O$ (унинг координацион формуласини $H[Sb(OH)_4]$ шаклида ёзинг. Антимонат кислота чуқмасини 13-тажриба учун қолдиришг.

9. Сурьма (III)-гидроксиднинг олиниши ва хоссалари

Иккита пробиркага сурьма (III)-хлорид тузи эритмасидан 2—3 мл дан қўйинг, уларга чуқма ҳосил бўлувчи ушбу натрий эритмасидан томизинг. Чуқманинг рангини ёзиб олинг; кейин реакция тенгламасини тузинг.

Пробиркалардаги чуқмалар эригунча пробирканинг бирига хлорид кислота эритмасидан, иккинчисига эса уювчи натрий эритмасидан қуйинг.

Сурьма (III)-гидроксиднинг кислота ва ишқорда эриш сабаби нимада?

Сурьма (III)-гидроксиднинг диссоциланиш тенгламасини ёзинг ва чуқма устига кислота ва ишқор эритмаси қуйилганда мувозанат қай томонга силжишини курсатинг. Тегишли реакцияларнинг тенгламаларини ёзинг.

10. Уч валентли сурьма тузининг гидролизи

Пробиркага сурьма (III)-хлорид тузи кристалларидап озроқ солиб (пробиркадап сурьма (III)-хлоридни олишда эҳтиёт бўлинг, акс ҳолда, у териға тегса, куйдиради), устига 1 мл дистилланган сув қуйиб эритинг. Ҳосил бўлган эритмани кук лакмус қоғоз билан синаб кўринг. Нимани кузатдингиз? Шундан кейин эритма устига пробиркада чуқма ҳосил бўлгунча сув қуйинг. Нима учун эритма суюлтирилганда чуқма ҳосил булади?

Сурьма (III)-хлориднинг гидролизланишида сурьма (III)-гидроксид ҳосил бўлмай, балки дастлаб сурьманинг сувда эримайдиган асосли тузи — $\text{Sb}(\text{OH})_2\text{Cl}$ ва унинг сувсизланиши натижасида сурьманинг хлороксиди антимонил хлорид SbOCl ҳосил булишини назарда тутиб, реакция тенгламасини ёзинг.

Ҳосил бўлган чуқма устига бир печа томчи концентрланган хлорид кислота эритмасидан қуйинг. Нимани кузатдингиз? Реакция тенгламасини ёзинг.

Ҳосил бўлган эритмага сув қушиб суюлтирилса яна чуқма ҳосил булади. Бунинг сабаби нимада?

11. Антимонит кислота ва антимонитларнинг олиниши ҳамда хоссалари

9-ини такрорланг. Сурьма (III)-гидроксид (у антимонит кислота ҳам дейилади) чуқмасини ишқорда эритиб, ҳосил қилинган эритмадан антимонитларнинг, масалан, NaSbO_2 нинг хоссасини ургатиш учун фойдаланинг. Бунинг учун пробиркага кумуш нитрат эритмасидан 1 мл қуйиб, устига дастлаб ҳосил буладиган кумуш оксиди — Ag_2O чуқмаси эригунча аммиак эритмасидан томизинг. Шундан кейин кумуш оксиднинг аммиакли эритмаси устига натрий антимонит эритмасидан қуйиб чайқатинг. Натижада оксид молекуласидаги кумуш қайтарилиб, қора чуқма ҳосил булади. Содир бўлган оксидланиш-қайтарилиш реакциясининг тенгламасини ёзинг. Антимонитларнинг хоссаси ҳақида хулоса чиқаринг.

12. Антимонат кислотанинг олиниши ва хоссалари

а) 8-инда сурьма метали устига концентрланган нитрат кислота эритмаси қуйиб пентинг пули билан ҳосил қилинган антимонат кислота чуқмасини дастлаб дистилланган сув билан ювинг ва

уни иккита пробиркага бўлиб солинг. Пробиркаларнинг биридаги устига концентрланган хлорид кислота эритмасидан, иккинчисига эса уювчи натрий эритмасидан чуқмалар эригунча томчи-
лаб қўшинг (ҳар икки тажрибада ҳам пробиркаларни чайқатиб туринг). Нимани кузатдингиз? Тегишли реакцияларнинг тенгла-
маларини ёзинг.

б) а тажрибадаги биринчи пробиркада ҳосил қилинган сурьма (V) хлорид эритмасини иккита пробиркага бўлинг, пробиркалар-
нинг биридаги эритма устига калий йодид эритмасидан томчилаб
қўшинг ва чайқатинг. Эритманинг қўнғир рангга бўялиш сабаби
ниманда? Сурьма (V)- хлорид қандай ҳоссага эга? Иккинчи про-
биркадаги сурьма (V)- хлорид эритмасини 13- иш учун қолдиринг.

13. Сурьманинг сульфидлари ва тиотузлари

а) Пробиркага сурьма (III)- хлорид тузи эритмасидан 1 мл қўйиб
устига хлорид кислотанинг 2 н эритмасидан 2—3 томчи томизинг.
Шундан кейин эритмага водород сульфидли сувдан 8—10 томчи
қўшинг. Туқ жигар ранг сурьма сульфид Sb_2S_3 чуқмаси ҳосил
қилини кузатинг. Ҳосил бўлган чуқманинг аммоний сульфид эрит-
масида эришини синаб кўринг. Тегишли реакцияларнинг тенглама-
ларини ёзинг.

б) 12 б ишдан қолган сурьма (V)- хлорид эритмасига хлорид кис-
лотанинг 2 н эритмасидан 2 томчи қўшиб, устига водород сульфидли
сувдан 10—12 томчи қўйинг. Қизғиш жигарранг чуқма — Sb_2S_5 ҳо-
сил бўлишини кузатинг. Ҳосил бўлган чуқманинг аммоний сульфид
эритмасида эрувчанлигини синаб кўринг. Тегишли реакцияларнинг
тенгламаларини ёзинг.

Сурьма (III)- ва сурьма (V)- сульфидлар аммоний сульфид
эритмасида эриганда сурьманинг қандай бирикмалари ҳосил бў-
лади?

В. Висмут ва унинг бирикмалари

11. Висмут металининг сульфат ва нитрат кислоталар билан узуро таъсири

Иккига пробирка олиб, уларнинг ҳар бирига нухат катталиги-
да висмут металидан солинг ва уларнинг бирига 1 мл концентр-
ланган сульфат кислота эритмасидан, иккинчисига 1 мл нитрат
кислотанинг 2 н эритмасидан қўйинг.

Ҳама температурасида реакция бориш-бормаслигини кузатинг.
Ҳама сангизни дафтарингизга ёзинг.

Ҳар икки пробиркани аста қиздиринг. Висмутнинг қиздирил-
ганда кислоталарда эришини кузатинг. Реакция натижасида
қайрилиб чиқадиган газларни ҳидидан ва рангидан билиб олинг.
Реакция тенгламаларини ёзганда иккала кислотанинг уч валентли

висмут тузлари ҳосил бўлишини назарда тутиб. Тажрибаларнинг натижаларига қараб мышьякдан висмутга томон элементларнинг хоссалари қандай ўзгариши ҳақида хулоса чиқаринг.

15. Висмут гидроксиднинг олиниши ва хоссалари

Пробиркага висмут (III)-нитрат эритмасидан 2 мл қуйиб, унга уювчи натрий эритмасидан 0,5 мл қушинг. Чукма ҳосил бўлишини кузатинг. Реакция тенгламасини ёзинг.

Ҳосил қилинган чукмани иккита пробиркага тенг бўлиб солиб. Пробиркаларнинг биридаги чукма устига хлорид кислотаси эритмасидан, иккинчисига уювчи натрий эритмасидан мул қуйиб, пробиркаларни чайқатинг. Қайси пробиркадаги чукма эриди? Тегишли реакциянинг тенгламаларини ёзинг. Тажриба натижаларидан гидроксидларнинг хоссалари мышьякдан висмутга томон қандай ўзгариши ҳақида хулоса чиқаринг.

16. Висмут тузларининг гидролизи

Пробиркага висмут хлорид тузининг тўйинган эритмасидан 3-4 томчи солиб, устига пробирканинг 3-4 қисмига қадар дистилланг сув қуйинг. Натижада висмут хлорид тузи гидролизланиб, висмутнинг асосли тузи — $\text{Bi}(\text{OH})_2\text{Cl}$ ок чукма ҳолида чуқади. Асосли туз парчаланиб, натижада — BiOCl ҳосил бўлади. Шуларни назарда тутган ҳолда висмут хлориднинг гидролизланиш реакцияси тенгламасини ёзинг ва реакция муҳити қандай бўлишини синаб куринг.

17. Учвалентли висмутнинг оксидловчи ва қайтарувчи хоссалари

а) Пробиркага қалай хлориди — SnCl_2 эритмасидан 2 томчи солиб, устига дастлаб ҳосил бўладиган чукма эригунича уювчи натрий эритмасидан қуйинг. Ҳосил қилинган натрий станнит эритмасига 2 томчи висмут нитрат — $\text{Bi}(\text{OH})_2\text{Cl}$ эритмасидан томизиб чайқатинг. Металл висмутнинг қора чукмаси ҳосил бўлишини кузатинг. Содир бўлган оксидланиш-қайтарилиш реакцияси тенгламасини ёзинг.

б) Пробиркага висмут нитрат — $\text{Bi}(\text{NO}_3)_3$ тузи эритмасидан 2 мл қуйиб, унга уювчи натрий эритмасидан қушинг. Ҳосил бўлган чукма устидаги эритмани пипетка ёрдамида чукмадан ажратиб олинг. Пробиркада қолган чукма устига калий персульфат — $\text{K}_2\text{S}_2\text{O}_8$ нинг тўйинган эритмасидан 2—3 мл қуйиб, пробиркани қиздиринг. Сузда эрийдиган калий висмутат — KBiO_3 ҳосил бўлишини кузатинг. Реакция тенгламасини ёзинг.

18. Висмут сульфиднинг олиниши ва хоссалари

а) Пробиркага висмут нитрат тузи эритмасидан 1 мл қуйиб, унинг устига водород сульфидли сувдан бир неча томчи қушинг.

ва чайқатинг. Ҳосил бўлган чўкманинг рангини ёзиб олинг. Реакцияни тенгламасини ёзинг.

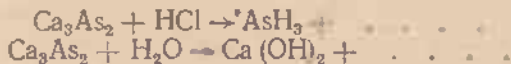
б) 18 а тажрибада ҳосил қилинган чўкма учта пробиркага эритилсинг. Биринчи пробиркадаги чўкма устига аммоний сульфид эритмасидан, иккинчи пробиркага аммоний полисульфид эритмасидан ва учинчи пробиркага концентрланган нитрат кислота эритмасидан бир неча томчидан қушиб чайқатинг. Қайси пробиркадаги чўкма эришини кузатинг. Висмут тиотузлар ҳосил қиладими? Иккинчи пробиркадаги висмут сульфид нитрат кислота таъсирида ҳидролизланиб, висмут сульфат ҳосил қилишини назарда тутиб, реакцияни тенгламасини ёзинг. Висмут сульфиднинг хоссаларини мишьяк ва сурьма сульфидларнинг хоссалари билан таққосланг.

19. Беш валентли висмутнинг оксидлаш хоссаси

Пробиркага марганец (II)-сульфат — $MnSO_4$ эритмасидан 2 томчи ва 2 томчи унга нитрат кислота эритмасидан 2—3 томчи қушинг. Буларнинг устига натрий висмутат — $NaBiO_3$ кристалларидан 1—2 дона қушинг. Қизил-бинафша ранг ҳосил бўлишини кузатинг. Содир бўлган оксидланиш-кайтирилиш реакцияси тенгламасини ёзганда MnO_4^- ҳосил бўлишини назарда тутинг.

Машқ ва масалалар

1. Химиявий элементлар даврий системасининг бешинчи группа дошбий группачаси элементларининг водородли бирикмаларининг барқарорлиги азотдан висмутга тсмон қандай ўзгаради?
2. As—Sb—Bi қаторида элементларнинг оксидлари ва гидроксидларининг хоссалари қандай ўзгаради?
3. Сурьма хлор оксиди — $SbOCl$ ва висмут нитрат оксиди $BiONO_3$ нинг ҳосил бўлиш реакциялари тенгламаларини ёзинг.
4. Висмут сульфид уз хоссалари жихатидан As_2S_3 ва Sb_2S_3 лар билан фарқ қилади? Бунинг сабабини тушунтиринг.
5. Эритмада Bi^{3+} ва Sb^{3+} ионлари бор. Қайси реакциялардан фойдаланиб, уларни бир-биридан ажратиш мумкин?
6. Қуйидаги реакцияларни тугалланг:



32-§. УГЛЕРОД ВА УНИНГ БИРИКМАЛАРИ

Углерод химиявий элементлар даврий системасининг IV группа дошбий группачасининг биринчи элементи бўлиб, бу группачага карбондан ташқари кремний ва германий группачаси (германий, калай ва кўрғошин) элементлари ҳам киради.

Бу элементларнинг ташқи электрон қавати s^2p^2 электрон конфигурациясига эга. Шунинг учун ҳам уларнинг бирикмаларидаги оксид-

ланиш даражаси — 4. $+2$, $+4$ га тенг. Углероддан қўрғошинга томон атомларнинг радиуси (0,77 Å дан 1,75 Å гача) ортиши туфайли уларнинг электрон бириктириш хусусияти кескин сусайиб боради, электрон бериш хусусияти эса, аксинча, ортиб боради.

Углерод тўртинчи группа асосий группачаси элементлари орасида металлмаслик хоссаси энг кучли элемент; унинг писбий электр манфийлиги 2,5 га тенг. Углероднинг асосан туртта аллотропик шакл узгариши: олмос, графит, карбин ва аморф кумирлар маълум.

Олмос ва графит табиатда эркин ҳолда учрайди. Аморф кумир (қурум ва кумирнинг ҳар хил кўриниши) таркибидаги кўп углерод тутувчи углеводородларнинг чала ёнишидан, ўсимлик ва ҳайвонот қолдиқларининг ҳавосиз жойда юқори босим остида чиришидан ҳосил бўлади.

Аморф кумирнинг ҳар хил турлари (писта кумир, активланган кумир, кокс, суяк кумири ва ҳайвон кумири) дан техникада адсорбент ва металларни уларнинг оксидларидан қайтарувчи восита сифатида фойдаланилади. Карбин — бундан бир неча йил аввал синтез йули билан ҳосил қилинган. У зичлиги 1,9—2 г/см³ булган қора тусли кукун. Карбин ярим утказгич хоссаларга эга. Табиатда ҳам карбин борлиги аниқланган. У полимер тузилишга эга. — $C-C-C\equiv C-C-C$ ёки $=C=C-C=C-C=C=C=$.

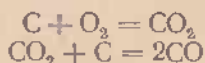
Углероднинг ҳамма шакл узгаришлари химиявий инерт моддалар бўлиб, улар юқори температурадагина бошқа моддалар билан реакцияга киришади.

Углерод уз бирикмаларида — 4 (масалан, метан ва метанидларда) $+2$ (масалан, CO да) ва $+4$ (масалан, CO_2 , CCl_4 ларда) оксидланиш даражасини намоён қилади.

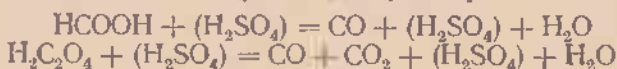
Углероднинг ҳамма шакл узгаришлари кислород билан (олмос қийинроқ, аморф кумир осонроқ) бирикади.

Углерод (II)-оксид — CO рангсиз, ҳидсиз, жуда заҳарли газ. 100 ҳажм сувда 3,5 ҳажм CO эрийди. Углерод (II)-оксид сульфат кислота ва ишқорлар билан реакцияга киришмайди. Шунинг учун у бефарқ оксидларга мисол бўла олади.

Углерод (II)-оксид металлургия саноатида қайтарувчи сифатида ишлатилади, у кумирни (хусусан коксланган кумирни) ёндириш йули билан ҳосил қилинади:



Лабораторияда 70—80°C гача қиздирилган чумоли кислотага концентранланган сульфат кислота таъсир эттириб, ёки концентранланган сульфат кислотага оксалат кислота қўшиб қиздириш йули билан олинади:



Углерод (II)-оксид қайтарувчи модда булгани учун кислород (ёки ҳавода) ёниб оксидланади, металлларни оксидларидан қайтараяди:



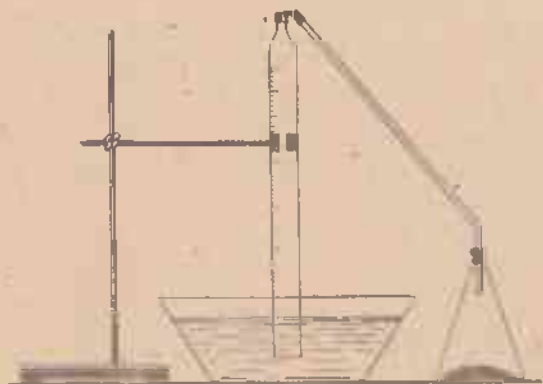
лар таркиби асосан CO , CO_2 ва углеводородлардан иборат) ёниши тўхтагунча давом эттиринг. Суюқ маҳсулотлар йиғилган пробиркани сувдан олиб, оғзини очинг ва пробирка ичидаги аралашмадан кичик пробиркага қуйиб, унинг икки қатламга (қатрон ва сувли эритмага) ажралишини кузатинг.

Тоза пробиркага нейтрал лакмус эритмасидан 5—6 томчи қуйиб, устига ёғочни қуруқ ҳайдашдан ҳосил бўлган суюқ маҳсулотдан 1—2 томчи томизинг. Нимани кузатдингиз? Хулосангизни ёзиб қуйинг. Сунгра темир штативнинг таглиги устига қўйилган 3—4 қават филтр қоғозининг бир чеккасига суюқ маҳсулотдан қуйинг. Сувли маҳсулотларнинг филтр қоғозига шимилиб тарқалиши, қатроннинг эса тарқалмай қолишини кузатинг.

Пробиркадаги кумирни навбатдаги тажрибалар учун сақланг.

2. Ёғоч кумири (листа кумир) нинг турли моддаларни адсорблаш хоссаси

а) Иккита воронка олиб, уларни темир штатив ҳалқаларига ўрнатинг. Воронкаларнинг учини пробиркаларга тушириб қўйинг. Ҳар икки воронкага букланган филтр қоғоз қўйинг ва уларнинг бирига 2—3 см қалинлик



47- расм. Водород хлориднинг кумирга ютилиши.

да ҳовончада майдаланган ёғоч кумиридан солинг. Сунгра ҳар икки воронкага 10 мл дан фуксин эритмасидан қушинг.

Пробиркаларда йиғилган суюқликларнинг рангини солиштиринг. Нимани кузатдингиз? Хулосангизни ёзиб қуйинг.

б) 47-расмда кўрсатилганидек (Гарин ва Гардус асбоби) асбобни қўйинг. Бунинг учун ҳажми 50—100 мл бўлган бюретканинг оғзини паси

қилиб темир штатив қисгичига маҳкамланг. Бюретканинг паси қисмини идишдаги сувга тушириб қўйинг. Бюретканинг устки учига резина най кийдириг. Резина найнинг иккинчи учини пробка билан ўрнатилган калта шиша най билан туташтиринг.

Ҳажми 100 мл бўлган кичик колбага водород хлорид тулдиринг ва унга ҳовончада майдаланган ёғоч кумиридан бир чой қошиқ солиб, колбанинг оғзини резина найга ўрнатилган пробка билан беркитиб, чайқатинг. Бир оз вақт ўтгач, идишдаги сувнинг бюретка ичига кўтарилишини кузатинг. Кузатилган ҳодисани изоҳлаб қўйинг.

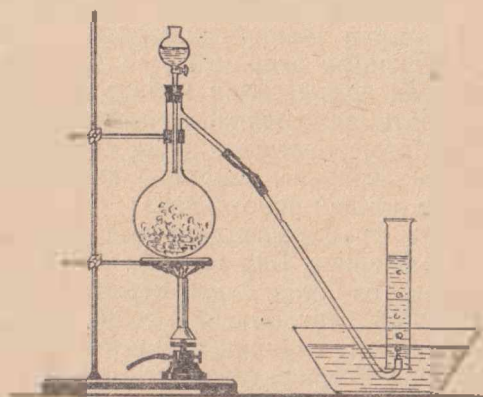
3. Углероднинг қайтариш хоссаси

Қоғоз устида 2 г мис оксиди билан 0,5 г майдаланган ёғоч кўмирни яхшилаб аралаштириб, сўнгра қуруқ пробиркага солинг. Пробиркани темир штатив қисқичига горизонтал ҳолда (пробирканинг оғиз томонини бир оз пастроқ қилиб) маҳкамланг. Пробирка оғзини 90° бурчак ҳосил қилиб букилган газ ўтказгич най ўрнатилган пробка билан беркитинг. Шундан кейин мис оксиди билан кўмир аралашмасини аввал секин, кейин эса кучли қизди-ринг. Газ ажралиб чиқиши тўхтагач, қиздиришни тўхтатмасдан найнинг учини эритмадан чиқаринг ва шундан кейингина қизди-ришни тўхтатинг. Пробирка бир оз совугандан кейин ундаги мод-даларни қоғозга тукинг ва қайтарилган мис бўлакчаларини пинцет ердамида йиғиб олинг. Оҳакли сув қуйилган пробиркада содир бўлган ўзгаришларни кузатинг. Кузатилган ҳодисаларни изоҳлаб, тегишли реакцияларнинг тенгламаларини ёзинг.

4. Углерод (II)-оксиднинг олиниши ва хоссалари

(Ҳамма тажрибалар мурили шкафта олиб борилади)

а) 48-расмда курсатилганидек асбоб йиғинг. Бунинг учун. Ўири колбасига чумоли кислота эритмасидан ($d=1,2$) 5—6 мл, ажратгич воронкага концентрланган ($d=1,84$) сульфат кислота эритмасидан 20 мл қуйинг. Кристаллизатордаги сувга сув билан тўлдирилган цилиндрни тун-дариб қуйинг. Чумоли кис-лотага сульфат кислота эритмасидан оз-оздан қу-йинг. Углерод (II)-оскид-нинг шиддатли ажралишини кузатинг. Бир оз вақт утгач, цилиндрни сувга туширил-диш шунга кийги-ринг, сўнгра газ йиғинг. Ци-линдрдаги сув батамом си-қиб чиқарилгандан кейин, цилиндрни сув тагида ши-ша ёрдамчи билан берки-тириб сувдан чиқаринг. Ци-линдрни ёниб турган кўмир билан тўлдиринг. Цилиндрга йи-ғилган углерод (II)-оксид ёнади (уни шиша най учига ҳам ёнди-риб қўйинг). Аланга рангини ёзиб олинг. Цилиндрдаги углерод (II)-оксидни ёниб тугаши учун идишга сув қуйиб туринг. Угле-род (II)-оксид ёнганда углерод (IV)-оксид ҳосил бўлганига ишонч олиш мақсадида аланга устига оҳакли сув билан ҳўлланган (оҳакли ётакаш)нинг оғзи тутилса, идиш деворларида оқ до-ғлар пайдо бўлади. Тегишли реакцияларнинг тенгламаларини ёзинг.



48- расм. Углерод (II)- оксид олиш асбоби.

б) пробиркада кумуш оксиднинг аммиакли эритмасини ҳосил қилинг (бунинг учун кумуш нитрат эритмасига дастлаб ҳосил бўладиган чўкма эригунича аммиак эритмасидан томчилаб қуясиз). Эритмани алангада бир оз қиздириб, унга углерод (II)-оксид юборинг (бунинг учун 20-расмда курсатилган асбобдаги шиша найни учи букилмаган най билан алмаштиринг). Нимани кузатдингиз?

Углерод (II)-оксиднинг хоссаси ҳақида хулоса чиқаринг. Реакция тенгламасини ёзинг.

в) Ўтга чидамли шиша най олиб, унинг ўрта қисмига мис (II)-оксид доналаридан жойлаштиринг. Шиша найни темир штатив қисқичига маҳкамлаб, найнинг бир томонини калта шиша най ўрнатилган пробка билан, иккинчи томонини эса учи букилмаган шиша най ўрнатилган пробка билан беркитинг. Учи букилмаган найнинг учини пробиркадаги оҳакли сувга тушириб қўйинг. Калта шиша найни резина най орқали углерод (II)-оксид олиш асбобига уланг. Углерод (II)-оксид олиш асбобидан шиша найга газ юборинг. Оҳакли сувга туширилган найдан газ чиқа бошлаганидан бир оз кейин (оҳакли сувда ўзгариш бўладими?) шиша най учигаги мис (II)-оксидни қиздириг. Тажриба вақтида мис (II)-оксид рангининг ўзгариши ва оҳакли сувнинг лойқаланишини кузатинг. Кузатилган ҳодисаларни изоҳлаб, реакция тенгламаларини ёзинг.

5. Углерод (IV)-оксиднинг олинishi ва хоссалари

а) Кипп аппаратининг ўрта қисмидаги идишга мармар булақчаларидан ташлаб, аппаратнинг воронкасига хлорид кислотанинг солиштирма оғирлиги 1,12 (1:1) ёки 1,19 (1:4) бўлган суюлтирилган эритмасидан қўйилади. (Нима учун бу мақсадда сульфат кислота эритмасидан фойдаланиш тавсия этилмайди?)

Мармар устига хлорид кислота қўйилганда газ ажралиб чиқишини кузатинг. Ажралиб чиқаётган газ углерод (IV)-оксид эканини қандай исботлайсиз?

б) Пробиркага дистилланган сув қўйинг, унга карбонат ангидрид юборинг. Бир оз вақт ўтгач, ҳосил бўлган эритмани кўк лакмус қоғоз билан синаб курунг. Нимани кузатдингиз? Содир бўлган реакция тенгламасини ёзинг. Пробиркадаги эритмани алангада қиздириг. Шундан кейин уни яна кўк лакмус қоғоз билан синаб курунг. Температуранинг ортиши углерод (IV)-оксиднинг эрувчанлигига қандай таъсир этади? Кузатилган ҳодиса карбонат кислотанинг қайси хоссасини тушунтириб беради?

Карбонат кислота эритмасида қандай ионлар мавжуд? Температура ортганда мувозанат қайси томонга силжийди? Мувозанатнинг силжишига яна қандай факторлар таъсир қилиши мумкин?

в) Ҳажми 2—4 мл стаканга ҳар хил катта-кичикликдаги карбон қутичалар (ёки ёғочнинг поғонали кесмаси)ни жойлаб, уларга кичкина шам бўлақларини ўрнатинг ва шамларни ёқинг. Шундан кейин стаканга Кипп аппаратида уланган шиша найни туширинг.

Шамларининг бирин-кетин учишини кузатинг. Углерод (IV)-оксиднинг ҳавога нисбатан зичлиги ва ёнишга ёрдам бериш-бермаслиги ҳақида хулоса чиқаринг.

г) 47-расмда курсатилган асбобни йиғинг. Колбага углерод (IV) оксид тулдириб, унга уювчи натрий булакчаларидан бир неча дона солиниг ва колбани чайқатинг. Бир оздан сўнг сувнинг бюреткага кўтарилишини ва колбанинг қизий бошлашини кузатинг. Қулатилган ҳодисани изоҳлаб бериинг. Реакция тенгламасини ёзинг. Ҳудди шундай тажрибани сўндирилган оҳак билан ҳам қилиб кўринг. Реакция тенгламасини ёзинг.

6. Карбонат кислота тузларининг олиниши

а) 5 г тажрибада сиз карбонат кислота тузларининг ҳосил қилинишини кўрдингиз. Шу тажрибада содир бўлган реакцияларнинг бириш шароитлари ва аломатларини такрорланг.

б) Пробиркага оҳакли сувдан 5—6 мл қуйинг ва унга Кипп аппаратидан 1—2 минут давомида углерод (IV)-оксид юборинг. Қандай ўзгаришларни кузатдингиз? Тегишли реакцияларнинг тенгламаларини ёзинг.

в) 6 тажрибада ҳосил қилинган эритмани иккита пробиркага бўлиб. Пробиркаларнинг бирини алангада қиздириг. Иккинчи пробиркадаги эритма устига оҳакли сувдан 1 мл қуйинг. Қандай ўзгаришларни кузатдингиз? Реакцияларнинг тенгламаларини ёзинг.

г) Пробиркага 2—3 мл суюлтирилган оҳакли сув қуйинг ва унга ишша най тушириб, шу най орқали оҳакли сувга 1—2 минут давомида пуфланг. Нимани кузатдингиз? Тажриба натижаларини тажриба натижалари билан солиштиринг? Бу ҳодиса нафасдан чиқилган газлар таркибида қандай модда борлигидан дарак берилган?

7. Карбонат кислота тузларининг эрувчанлиги

а) 5 та пробирка олиб уларга Na_2CO_3 , NaHCO_3 , K_2CO_3 , $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$, CaHCO_3 тузларни кристалларидан оз-оздан солиниг ва пробиркадаги натижага тартиб билан жойланг. Пробиркаларнинг ҳар қайсисига 2—3 мл дан дистилланган сув қуйинг ва чайқатинг. Тажриба натижаларини олиб, олиб олган карбонат ва гидрокарбонат тузларининг сувда эрувчанлиги ҳақида хулоса чиқаринг.

б) Ушбу пробирка олиб, уларнинг бирига рух сульфат, иккинчиси магний сульфат ва учинчисига мис сульфат эритмаларидан 1 мл дан солиниг. Ҳар бир пробиркадаги эритма устига 1 мл дан оҳакли карбонат (ёки аммоний карбонат) эритмасидан қуйинг. Нимани кузатдингиз? Чўкмаларнинг рангини ёзиб олинг.

в) Реакцияларнинг тенгламаларини ёзишда рух, магний ва миснинг карбонат тузлари $\text{Zn}_2(\text{OH})_2\text{CO}_3$, $\text{Mg}_3(\text{OH})_2\text{CO}_3$, $\text{Cu}_2(\text{OH})_2\text{CO}_3$ бўлишини назарда тутинг.

8. Карбонат кислота тузларининг гидролизи

Учта пробиркага Na_2CO_3 , NaHCO_3 ва K_2CO_3 тузлари кристалларидаи оз-оздан солиб, уларнинг ҳар қайсисига 2 мл дан сув қуйинг. Ҳосил бўлган эритмаларни лакмуснинг нейтрал эритмаси билан синаб кўринг. Нимани кузатдингиз? Na_2CO_3 ва NaHCO_3 тузларининг гидролизи ҳақида қандай хулоса чиқариш мумкин?

Гидролизланиш реакцияларининг тенгламаларини молекула ва ион кўринишида ёзинг.

9. Карбонат кислота тузларининг қиздиришга муносабати

$\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ тузининг сувдаги эритмаси қиздирилганда сувда эримайдиган туз ҳосил бўлишини сиз 6 в тажрибада кузатдингиз.

4 та пробирка олиб, уларга Na_2CO_3 , NaHCO_3 , CaCO_3 ва $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ тузларидан алоҳида-алоҳида, тахминан 1 г дан солиб, пробиркаларнинг оғзини газ ўтказгич най ўрнатилган пробкалар билан беркитинг. Газ ўтказгич найнинг учини пробиркадаги оҳакли сувга ботириб қўйинг. Пробиркалардаги моддаларни бирин-кетин қиздириб, карбонат кислота тузларининг қиздиришга муносабатини аниқланг. Реакция те гламаларини ёзинг.

Машқ ва масалалар

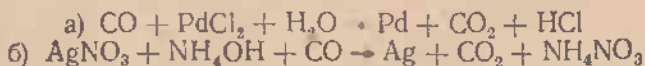
1. Углероднинг водородли бирикмалари ва уларнинг хоссаларига қисқача характеристика беринг.

2. Углерод оксидларининг энг муҳим хоссалари ва ишлатилиш соҳаларини айтинг. Углерод оксидлари иштирокида борадиган реакцияларнинг тенгламаларини ёзинг.

3. 1 кг кальций карбиддан 27°C ва 950 мм босим остида ўлчанган неча литр ацетилен олиш мумкин?

4. Ўт учиргичдан фойдаланиш қандай моддалар орасида борадиган реакцияга асосланган? Шу реакциянинг тенгламасини ёзинг.

Қуйидаги реакцияларни охирига етказинг:



Иккинчи реакцияда оралиқ маҳсулот сифатида қандай модда ҳосил бўлади?

6. Пробиркаларда NaOH , Na_2CO_3 ва NaHCO_3 эритмаси бор. Қайси пробиркада қандай модда борлигини аниқлаш йўлини айтинг.

7. Саноатда поташ K_2CO_3 қандай олинади?

8. Кристалл сода таркибида 62,94 процент кристаллизация су бор. Кристаллгидратнинг формуласини ёзинг.

9. Умумий формуласи — $3\text{CaCO}_3 \cdot 2\text{MgCO}_3$ билан ифодаланадиган таркибида 8 процент кераксиз жинс бор 600 г доломитга мул хлорид кислота таъсир эттирилганда нормал шароитда ўлчанган неча литр карбонат ангидрид ҳосил бўлади?

33- §. КРЕМНИЙ ВА УНИНГ БИРИКМАЛАРИ

Кремний табиатда кўп тарқалган элементлардан бири бўлиб, эркин ҳолда учрамайди.

Унинг энг кўп тарқалган табиий бирикмалари қум — SiO_2 ва силицидлар бўлиб, эркин кремний унинг ана шу бирикмаларидан олинлади.

Матлумки, кремний (IV)-оксид молекуласида элементлар атомлари жуда мустаҳкам бириккан. SiO_2 дан кремнийни ажратиш олиш учун жуда кучли қайтарувчилар (масалан, Mg ва Al) ишлатилади. Хаттоки лабораторияда кремний олиш учун жуда майдаланган қумни мағний кукуни билан аралаштириб, утга чидамли пробирка ёки тигилда кучли қиздирилса, аморф кремний ҳосил бўлади. Лабораторияда олинган аморф кремнийга MgO ва SiO_2 ва Mg_2Si аралашган бўлади.

Тош аморф кремний қўнғир тусли кукун, суюқлантирилган металлларда эрийди. Аморф кремнийнинг суюқлантирилган рух ёки мағнийнидаги эритмаси аста совутилса, кул ранг, пулат каби ялғиз кристаллик кремний ҳосил бўлади.

Силикатда кристаллик кремний кремний (IV)-оксидни электр тоқларида кокс ёрдамида қайтариш йўли билан олинади:



Кремний ўз бирикмаларида — 4 ва + 4 оксидланиш даражасига эришади.

Кремний баъзи металлларнинг (масалан, Mg , Mn , Fe) суюқланма-
лариди эриганда улар билан бирикиб, металлларнинг силицидлари (Mg_2Si , MnSi , Fe_3Si_2 , FeSi) ни ҳосил қилади. Силицидлар молекуласида кремнийнинг оксидланиш даражаси — 4 га тенг.

Кремний кислород ва галогенлар билан ҳосил қилган бирик-
ларида +4 га тенг оксидланиш даражаси намоён этади.

Кремний (IV)-оксид кремнийнинг энг кўп тарқалган табиий бирикмаси бўлиб, унга фторид кислотада бошқа кислоталар таъсир қилмайди.

Кремний (IV)-оксидга ишқорлар қўшиб қиздирилганда, сили-
кат кислота тузлари ҳосил бўлади. Силикат кислотанинг сувда
тузлари (натрий силикат ва калий силикат)нинг кучли
таъсирига минерал кислоталар таъсир эттириш ёки карбонат ан-
гидрид юбориш йўли билан силикат кислоталар ҳосил қилинади:

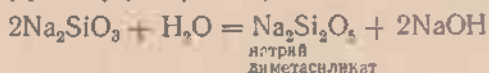


Силикат кислота жуда кучсиз ва сувда ёмон эрийдиган булгани
учун кейинги иккита реакция натижасида унинг гели, агар туз эрит-
масида суюлтирилган бўлса, коллоид эритмаси ҳосил бўлади.

Силикат кислотанинг таркиби $x\text{SiO}_2 \cdot y\text{H}_2\text{O}$ формула билан ифода-
ланади. Унинг энг оддий формуласи — H_2SiO_3 .

Силикат кислота қиздирилганда кремний (IV)-оксид билан сувга
айланади.

Силикат кислотанинг сувда эрийдиган натрийли ва калийли тузлари (уларни «сухқ шиша» ҳам дейилади) сувдаги эритмаларида гидролизланиб, ишқорий муҳит ҳосил қилади:



$\text{Na}_2\text{O} \cdot \text{CaO} \cdot 6\text{SiO}_2$ таркибли оддий шиша қукунига сув қуйиб чайқатиб, бир оздан кейин индикатор (фенолфталеин) ёрдамида синалса, шиша эритмасининг ишқорий реакцияга эгалигини куриш мумкин.

Тажрибалар

1. Аморф кремний, металлларнинг силицидлари ва силанларнинг олиниши ва хоссалари

а) Тарозида 5 г тоза ва майдаланган қум, 4 г магний қукуни ва 2 г магний оксид тортиб олиб, уларнинг ҳаммасини қоғоз устида яхшилаб аралаштиринг. Ҳосил бўлган аралашмани утга чидамли пробиркага солинг, ҳимоя кўзойнакни тақинг ва пробиркани қисқич билан тутган ҳолда алангада қиздиринг. Дастлаб пробиркани ҳамма томонидан, кейин эса пробиркани тик ҳолда ушлаб, унинг тагидан қиздиринг. Бунда содир бўладиган реакция кучли экзотермик бўлгани учун пробирка қиздирилганда аралашма чўғланиб кетади. Шу пайтда қиздиришни тўхтатинг. Аралашманинг чўғланиши тугагандан кейин қайноқ пробиркани совуқ сувли идишга тушинг. Пробирка ёрилади. Синган пробиркани совуқ сувдан олиб, қоғоз устига қуйинг ва пинцет ёрдамида унинг синиқларини ҳосил бўлган массадан ажратинг.

Реакция тенгламасини ёзишда кремний ва магний оксид (дастлаб қушилган магний оксид реакциянинг жуда тезлашиб кетишига йўл қўймайди) билан бир вақтда қисман бўлса-да, магний силицид ҳам ҳосил бўлишини назарда тутинг.

б) Кичикроқ стаканга хлорид кислотанинг 1 : 1 нисбатда ($d = 1,12$) суюлтирилган эритмасидан 20 мл қуйиб, унга а тажрибада ҳосил қилинган массани тушинг. Нимани кузатдингиз?

Реакция тенгламасини ёзишда ажралиб чиқаётган оқ тутун силаннинг ёнишидан ҳосил бўладиган кремний (IV)-оксид эканлигини назарда тутинг. Эритмада яна қандай моддалар ҳосил бўлади?

Аморф кремнийнинг стакан ичида чуқишини кузатинг. Чукмани фильтранг ва қуритинг. Аморф кремнийнинг рангига эътибор беринг. Уни кейинги тажрибалар учун сақланг. Кремнийнинг хлорид кислотага таъсири ҳақида хулоса чиқаринг.

2. Кремнийнинг ишқорлар билан узаро таъсири

Бундан олдинги тажрибада ҳосил қилинган аморф кремнийнинг бир қисmini пробиркага солиб, устига уювчи натрийнинг концентрланган эритмасидан 3 мл қуйинг ва пробиркани алангада қиздиринг. Газ ажралишини кузатинг. Ажралиб чиқаётган газни

бошқа пробиркага тупланг. Бунинг учун реакция бораётган пробирка оғзига бошқа қуруқ пробиркани тункариб тутинг. Тупланган газни пробирка оғзида ёндиринг. У қандай газ?

Реакция тенгламасини ёзинг. Кремнийнинг хлорид кислота (16 тажрибага қаранг) ва ўювчи натрий билан таъсириини солиштириб, тегишли хулоса чиқаринг.

3. Силикат кислотанинг олиниши ва хоссалари

а) Пробиркага натрий силикатнинг янги тайёрланган 10 процентли эритмасидан 10 мл солиб, унга шиша таёқча билан аралаштириб турган ҳолда хлорид кислотанинг 1:1 нисбатда суюлтирилган ($d = 1,12$) эритмасидан 0,5 мл қуйинг. Натижада пробирка тункарилганда ҳам тукилмайдиган, таркиби $xSiO_2 \cdot yH_2O$ умумий формула билан ифодаланадиган силикат кислота ивиғи ҳосил бўлади. Реакция тенгламасини ёзинг. Ҳосил қилинган силикат кислотани кейинги тажриба учун қолдиринг.

б) Пробиркага натрий силикатнинг 10 процентли янги тайёрланган эритмасидан 2 мл солиб, устига тухтовсиз аралаштириб турган ҳолда аммоний хлориднинг туйинган эритмасидан 4 мл қуйинг. Реакция давомида ҳосил бўладиган аммоний силикат тузининг гидролизланиши натижасида силикат кислотанинг гели чуқмага тушишини ва аммиак ажралишини (уни қандай билиб olasiz?) кузатинг. Реакцияларнинг тенгламаларини ёзинг.

в) Пробиркага натрий силикат эритмасидан 5 мл қуйиб, унга қипп аппаратидан углерод (IV)-оксид юборинг. Силикат кислота гели ҳосил бўлишини кузатинг. Реакция тенгламасини ёзинг. Силикат ва карбонат кислоталарнинг қайси бири кучли электролит эканлиги ҳақида хулоса чиқаринг.

г) 3 а тажрибада ҳосил қилинган силикат кислота ивиғини иккита пробиркага бўлинг. Пробиркаларни алангада қиздиринг. Нимани кузатдингиз? Иккинчи пробиркадаги қайноқ ивиқ устига ўювчи натрий эритмасидан қуйинг. Нимани кузатдингиз? Тегишли реакцияларнинг тенгламаларини ёзинг.

4. Силикат кислота тузларининг олиниши ва хоссалари

а) Пробиркага озроқ тоза ва майдаланган қум, 2 дона ўювчи натрий булакчасини солинг. Пробиркани қисқичда тутган ҳолда ундаги аралашмани алангада суюқлантиринг. Пробирка совугач, унга озроқ сув қушиб чайқатинг. Ҳосил бўлган аралашмани филтрлаб, ортиқча қумни ажратинг. Филтратда натрий силикат тузи барлигини исботланг (3 в тажрибага қаранг). Реакция тенгламасини ёзинг.

б) Олдий шиша булакчаларидан 3—4 донасини чинни ҳовончага солинг. Ҳовонча дастасини сочиқ билан ушлаб (сочиқ ҳовончадаги устини ёпиб турсин) шиша булакчалари толқон ҳолига кел-

гунча майдаланг ва ундан пробиркага озроқ солиб, устига 2 мл сув қуйиб чайқатинг, ҳосил булган эритмани филтрланг. Филтратда натрий силикат борлигини исботланг. «Эрувчан шиша» деган тушунча нимани билдиради? Олдий шишанинг таркиби қандай?

в) Хажми 200 мл ли стаканга натрий силикатнинг 10 процентли эритмасидан 100 мл қуйиб, унга $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$, $\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$, $\text{Co}(\text{NO}_3)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$, $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ ва $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ кристалларининг ҳар қайсидан буғдой катталигида солинг. Эритмага ушбу кристаллгидратларнинг кристалларчини солишда ҳам, ундан кейин ҳам стаканни чайқатманг ва 20—30 минутга қолдиринг. Стаканда содир буладиган ўзгаришларни кузатинг. Кристаллгидратнинг силикат тузларининг сувда эрувчанлиги ҳақида хулоса чиқаринг. Содир булган реакцияларнинг тенгламаларини ёзинг.

5. Силикат кислота тузларининг гидролизи

а) Пробиркага натрий силикат эритмасидан 2 мл қуйиб, унга қизил лакмус қоғоз туширинг (ёки фенолфталеин эритмасидан 1—2 томчи томизинг). Нимани кузатдингиз? Натрий силикат тузининг гидролизланиш реакцияси тенгламасини ёзинг.

б) 3 б тажрибада ҳосил қилинган аммоний силикат тузининг гидролизи натижасида нима кузатилганлигини яна бир марта қараб чиқинг.

Машқ ва масалалар

1. Кристаллик кремний қандай олинади ва у қандай хоссаларга эга?

2. Натрий силикат эритмасига углерод (IV)-оксид таъсир этирилганда нима учун силикат кислота ҳосил булишини тушунтириб беринг.

3. Карбонат кислота нима учун силикат кислота тузлари эритмасидан бу кислотани сиқиб чиқаради, қиздирилганда эса бунинг акси бўлади? Жавобингизни изоҳлаб беринг.

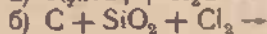
4. Техникада силикат кислотанинг сувда эрувчан тузлари қандай олинади?

5. Кремнийнинг энг муҳим табиий бирикмаларининг формулаларини ёзинг ва минералларининг номини айтинг.

6. Саноатда шиша қандай олинади? Шишанинг қандай хилларини биласиз?

7. Кремний фторид гидролизланганда кремнефторид кислота — H_2SiF_6 ҳосил бўлади. Шу реакциянинг тенгламасини ёзинг.

8. Қуйидаги реакция тенгламаларини охирига етказинг:

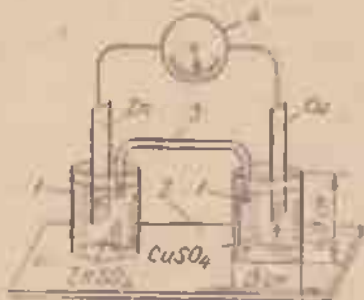


34- §. ХИМИЯ ВА ЭЛЕКТР ТОКИ

Гальваник элементлар. Металларнинг коррозияси ва электролиз

Электрохимия. Химиявий реакция натижасида электр токининг ҳосил бўлиш процессларини ва электр токи таъсиридан юзага келадиган химиявий ҳодисаларни ўрганадиган илмий соҳа электр химия деб аталади. Химиявий реакция натижасида электр токи ҳосил қиладиган асбоблар *гальваник элементлар* деб аталади. Гальваник элемент ҳосил қилиш учун бир-бирига тегиб турган (ёки бир-бири билан электролитли сифон орқали туташтирилган) эритмада электролит эритмасига икки хил металл туширилиб, уларнинг учлари ташқи занжир орқали бир-бирига уланади. Иккала электрод биргина металлдан ясалган бўлиши ҳам мумкин ва, аксинча, икки хил металл биргина электролит эритмасига туширилиши ҳам мумкин.

Вольт мис ва рух пластинкаларни сульфат кислота эритмасига тушириб, мис пластинкани рух пластинкага текказганида электр токи ҳосил булган (Вольт элемент). Бу гальваник элементнинг электр юритувчи кучи дастлабки пайтда 1 вольтга яқин бўлади, кейин бу элементнинг мусбат қутби бўлган мисда водород ажралиб чиқиб (қутбланиш) сабабли унинг электр юритувчи кучи тезда пасайиб кетади. Икки ва Даниэль яратган элементни тайёрлаш учун мис сульфат эритмасига мис пластинка, рух сульфат эритмасига рух пластинка туширилиб, эритмалар бир-бири билан электролитли сифон орқали бирлаштирилади (49-расм). Электродлар гальванометрга уланади.



49- расм. Якоби ва Даниэль тақлиф қилган гальваник элемент:

1- стаканчалар, 2- тагдик, 3- электролитли сифон, 4- гальванометр.

Гальваник элементларда электр ток ҳосил бўлиши ҳақидаги назариянинг моҳияти қуйидагича: агар бирор металл сувга (ёки айни металл ион эритмасига) туширилса, металл сиртнинг ионлар сувнинг қутбли молекулаларига тортилади ва металл сиртидан узилиб гидратланган ҳолда эритмага ута бошлайди. Бунинг натижасида мусбат ионларнинг бир қисmini йуқотган металл эритмача электронларга эга бўлиб қолади ва манфий зарядланади, эритма эса мусбат зарядланади. Металлда ҳосил булган манфий заряд металлдан эритмага ўтган мусбат ионларни ўзига торта бошлайди. Система мувозанат ҳолатига келади; вақт бирлиги ичида металлдан қанча ион эритмага ўтса, худди ўшанча ион эритмадан металлга ўтади. Металлдан эритмага ўтган мусбат ионлар металл сирти яқинига жойлашиб, металлдаги манфий ионлар билан биргаликда *қуш электр қават* ҳосил қилади. Бунинг натижасида металлдан эритма орасида маълум қийматга эга булган потенциаллар

айирмаси вужудга келади. Бу қиймат металлнинг электрод потенциали E° аталади ва E ҳарфи билан ифодаланади. Электрод потенциал қиймати металлнинг хоссаларига, эритмадаги аини металл ионлари концентрациясига ва температурага боғлиқ булади. Бу боғланиш Нернст формуласи билан ифодаланади:

$$E = E^\circ - \frac{2,303 \cdot RT}{nF} \lg C.$$

Бунда R — универсал газ константаси $\left(8,31 \frac{\text{Жоул}}{\text{град} \cdot \text{моль}}\right)$, T — абсолют температура, C — эритмадаги металл ионлари концентрацияси, F — Фарадей сони (96 500 кулон), n — металлнинг валентлиги; 20 С учун Нернст формуласи қуйидагича ёзилади:

$$E = E^\circ + \frac{0,058}{n} \lg C.$$

Агар $C = 1 \frac{\text{г-ион}}{\text{л}}$ булса, $E = E^\circ$ булади. Демак, ионларининг концентрацияси $1 \frac{\text{г-ион}}{\text{л}}$ га тенг булган металл тузи эритмасига уша металл туширилса, металлнинг электрод потенциали E° га тенг булади. E° аини металлнинг нормал (ёки стандарт) электрод потенциали деб критилади. Металлнинг нормал электрод потенциалини улчаш учун металл узининг бирор тузи $1 \frac{\text{г-ион}}{\text{л}}$ эритмасига туширилади,

сунгра нормал потенциални маълум булган иккинчи электрод билан бирлаштирилиб, бу икки электроддан гальваник элемент ҳосил қилинади ва унинг электр юритувчи кучи улчанади. Сунгра электр юритувчи кучнинг қийматидан фойдаланиб, номаълум нормал электрод потенциали ҳисобланади, чунки гальваник элементнинг электр юритувчи кучи мусбат ва манфий электрод потенциаллар айирмасига тенг: $E = E_1 - E_2$. Бу ерда E гальваник элементнинг электр юритувчи кучи, E_1 — мусбат электрод потенциали, E_2 — манфий электрод потенциали.

Электрод потенциалини алоҳида аниқлаш мумкин эмас, уни фақат бошқа бирор электродга нисбатан улчаш мумкин. Нормал электрод потенциалларни улчашда нормал водород электрод потенциали шартли равишда нульга тенг деб қабул қилинади. Нормал водород электрод тайёрлаш учун сульфат кислотанинг сувдаги 1 М эритмасига сирти ғовак платина билан қопланган платина электрод туширилиб, эритма орқали 1 атм босимда тоза водород бериб турилади. Платинага ютилган водород молекулалари унинг сиртида қисман атомларга ажралиб, $\text{H}_2 \rightleftharpoons 2\text{H}$ мувозанат қарор топади; платина билан эритма чегарасида эса $\text{H} = \text{H}^+ + e^-$ мувозанат қарор топади, йнғинди тенглама $\text{H}_2 \rightleftharpoons 2\text{H}^+ + 2e^-$ дан иборат. Платина бу ерда фақат утказувчилик ролини бажаради. Шунинг учун водород билан туйинган платинани водород электрод деб қабул қилиш мумкин. Водород электрод учун Нернст формуласи қуйидагича ёзилади:

$$E = E^\circ + \frac{0,058}{1} \lg (H^+)$$

Агар $[H^+] = 1$ г-ион/л булса, (1M H_2SO_4 эритмада $H_2SO_4 \rightarrow H^+ + HSO_4^-$ мувозанати қарор топганда) $E = E^0 = 0$ дир.

Водород электроддан бошқа стандарт электродлар (масалан, каломель электрод, хингидрон электрод) дан ҳам фойдаланиш мумкин. Амалда қўлланиладиган нормал каломель электрод потенциали 0,282 В га тенг. Масалан, рухнинг нормал электрод потенциални аниқлаш учун $ZnSO_4$ нинг $[Zn^{2+}] = 1$ г-ион/л ли эритмасига рух пластинка гуширилиб, бу электродни нормал каломель электрод билан бирлаштириб,



дан иборат гальваник элемент ҳосил қилинади. Бу элементнинг электр юритувчи кучи 1,042 В га тенглиги тажрибада аниқланган.

$E = E_1 - E_2$ га асосланиб $1,042 = 0,282 - E_x$ ни ёзамиз. Бундан $E_x = 0,282 - 1,042 = -0,76$ В келиб чиқади. Демак, рухнинг нормал электрод потенциали $-0,76$ В га тенг. Бошқа металлларнинг нормал электрод потенциаллари ҳам шу усулда топилган (14-жадвал).

Агар металлари нормал электрод потенциаллари ўсиши тартибидан бир қаторга жойласак, металлларнинг қуйидаги электрохимиявий қучилишлар қаторига (бу қаторни Н. Н. Бекетов тузган) эга буламиз: Li, K, Ca, Na, Mg, Al, Mn, Zn, Fe, Cd, Co, Ni, Sn, Pb, H₂, Cu, Hg, Ag, Au. Бу қаторда чапдан унгра томон металлнинг «асллиги» ўради; асинча чапга унган утганда металлнинг «ноасллиги» кучаяди.

Бу қаторда турган металллардан гальваник элемент яратсак, «ноасл» металл манфий қутбни (катодни) ва «асл» металл мусбат қутбни (анодни) ташкил қилади. Масалан, Якоби — Даниэль элементи:



дан мис мусбат қутб (катод), рух — манфий қутб (анод) бўлади.

Электронлар рухдан чиқиб ташқи занжир орқали мисга боради ва эритмадаги Cu^{2+} ионлари билан бирикиб, Cu атомларини ҳосил қилади (мисга ташқи занжирдан электронлар келади, шунинг учун ҳам у катод). Катодда мис чуқади. SO_4^{2-} ионлар сифон (ёки диафрагма) орқали ўтиб Zn^{2+} ионлари билан бирикади. Бу элементда борадиган химиявий процесснинг йиғинди тенгламаси:



дан иборат. Рух эрийди, мис чуқади. Унинг ҳисобига электр токи ҳосил бўлади. Бундай реакцияларнинг ҳаммасида ҳам асл металл қўптарилади, ноасл металл эса оксидланади. Бинобарин, у уздан ташқи занжирга электронлар бериб анод вазифасини утайди.

Металлларнинг коррозияси

Металлар ва улар асосида ҳосил қилинган қотишмаларнинг теварак-атраф муҳит таъсиридан емирилиш ҳодисаси *коррозия* деб аталади (латинча Corrodere — емирилиш сўзидан келиб чиққан). Коррозия икки тил бўлади: 1) химиявий коррозия ва 2) электрохимиявий коррозия.

Химиявий коррозия жараёнида гальваник элемент ҳосил бўлмайди. Бунда металл қуруқ газлар (кислород, сульфит ангидрид, водород сульфид, галогенлар ва ҳоказо) ҳамда электролитмаслар таъсиридан емирилади. Айниқса металлнинг газ (кислород) таъсиридан вужудга келадиган коррозияси халқ ҳужалигига кўп зарар стказади. Температура ортганда химиявий коррозия кучаяди.

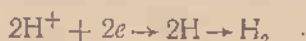
Соф химиявий коррозия нисбатан кам учрайди. Металлар асосан электрохимиявий коррозия туфайли емирилди. Металлда кичик-кичик гальваник элементлар ҳосил бўлиши натижасида содир бўладиган коррозия электрохимиявий коррозия деб юритилади. Бундай гальваник элементлар ҳосил бўлишга сабаб: 1) металллар таркибиде қўшимча ҳолда бошқа металллар бўлади ва 2) металл ҳамма вақт сув, ҳаво нами ва электролитлар қўршовида туради. Металл сиртидаги нам қавати узида CO_2 ни (ёки бошқа газларни) эритиб, электролитга айланиб қолади. Ана шундай электролит иштирокида асосий металл билан унинг таркибидеги қўшимча металл орасида бир қанча гальваник жуфтлар, бошқача айтганда, микро-гальваник элементлар вужудга келади. Электронлар активлиги катта металлдан активлиги кичик металлга ўта бошлайди. Активлиги катта металл оксидланиб, активлиги кичик металл сиртида қайтарилиш процесси содир бўлади. Натижада активлиги катта металл емирилади. Ўзаро гальваник жуфтлар ҳосил қилган металлларнинг нормал потенциаллари орасидаги айирма қанча катта бўлса, металл шунча тез емирилади. Металл емирилишига ҳаводаги намлик ҳам катта таъсир қўрсатади. Агар ҳавода нисбий намлик 65% дан кичик бўлса, металл деярлик кам емирилади. Шу сабабли бу намлик критик намлик деб юритилади. Ҳаводаги намлик 65% дан ортиқ бўлганда темир ва унинг қотишмалари кучли коррозияга учрайди.

Электролиз

Суюқлантирилган электролит ёки унинг сувдаги эритмаси орқали ўзгармас электр токи ўтказилганда электродларда содир бўладиган оксидланиш-қайтарилиш процесслари *электролиз* деб юритилади. Катодда — қайтарилиш, анодда — оксидланиш процесси кузатилади. Катодда қайтарилаётган модда электр манбадан электронлар қабул қилади; анодда оксидланаётган модда эса электр манбага электронлар беради. Бинобарин, электролиз процессида катод қайтарувчи, анод эса оксидловчи вазифасини бажаради.

Электролитларнинг сувдаги эритмалари электролиз қилинганда электродларда қандай маҳсулотлар ҳосил бўлади, деган саволга жавоб бериш учун қуйида келтирилган мулоҳазаларга амал қилиш керак. Электродларда ҳосил бўладиган маҳсулотнинг таркиби эритувчининг табиатига, электроднинг қандай материалдан тайёрланганлигига, электродлардаги токнинг зичлигига ва бошқа бир неча омилларга боғлиқ. Бу омиллар бир хил бўлган шароитда активмас металл иони актив металл ионига қараганда катодда осонроқ қайтарилади.

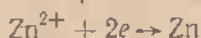
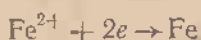
1. Стандарт электрод потенциалнинг алгебраик қиймати кичик бўлган (кучланишлар каторидаги Li—Al) металллар ионларининг ўзига электрон бириктириб олиш хусусияти водород ионлариникига қараганда кучсиз. Шу сабабли таркибда Li—Al катионлари бўлган бирикмаларнинг (масалан, CaCl_2 , NaCl , K_2SO_4 ва ҳоказоларнинг) эритмалари электролиз қилинганида водород ионлар қайтарилади:



2. Мусбаб қийматли стандарт электрод потенциалга эга бўлган (Cu, Ag, Hg ва бошқа) металлларнинг катионлари ўзига электрон бириктириб олиш хусусияти жиҳатидан водород ионларидан устун. Шу сабабли бундай металлларнинг суздаги эритмалари электролиз қилинганда ўша ионларнинг ўзи катодда қайтарилади, масалан:

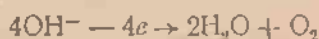


3. Кучланишлар каторида водороддан чапда ва алюминийдан ўнгда жойлашган Mn, Zn, Fe ҳамда бошқа металлларнинг тузлари эритмалари электролиз қилинганда ўша металлларнинг ионларига қараганда водород ионлари осонроқ қайтарилиши керак эди. Лекин бу тузларнинг эритмаларида водород ионларининг концентрацияси кичик бўлгани сабабли (ва бошқа сабабларга кура) катодда водороднинг ажралиб чиқиш потенциали Mn, Zn, Fe ва ундан кейинги металлларнинг ажралиб чиқиш потенциалига қараганда бирмунча манфий қийматга эга бўлиб қолади; бинобарин, водороднинг ажралиб чиқиши қийинлашади. Шунга кура кучланишлар қаторида алюминийдан кейинда жойлашган металлларнинг тузлари (масалан, MnSO_4 , ZnCl_2 , FeSO_4 ва ҳоказолар) эритмалари электролиз қилинганда катодда асосан металл ионининг ўзи қайтарилади:



Лекин, баъзан катоддан ажралиб чиққан модда миқдори эритма орқали ўтган электр миқдorigа мувофиқ келмайди, чунки энергиянинг бир қисми водород ажралиб чиқиши учун сарфланади.

4. Манфий ионлар, шу жумладан гидроксил ионлари ҳам, анодга ймон ҳаракат қилади. Агар манфий ион таркибда кислород бўлса (масалан, NO_3^- , SO_4^{2-} , CO_3^{2-} ва ҳоказо), электролиз вақтида гидроксил ионларининг зарядсизланиши натижасида анодда газ ҳолатида кислород ажралиб чиқади:



Гидроксил ионлари парчаланган сари суянинг янги молекулалари диссоцилланаверади; натижада анод яқинида кислород ионларининг концентрацияси ортиб кетади.

Лекин таркибда кислород бўлмаган анионлар (масалан, Cl^- , Br^- , ...) электролиз вақтида ўз зарядини йўқотиб, эркин ҳолда (хлор, бром, олтингугурт ҳолида) ажралиб чиқади.

Гальваник элементлар, металлларнинг коррозияси ва электролиз темаларига оид тажрибалар

1-тажриба. Металлларнинг активлигини текшириш. Ишни бажариш тартиби. Олтига пробирка олиб, уларнинг ҳар қайсисига алоҳида-алоҳида, 2—3 мл дан рух сульфат, темир (II)-сульфат, қалай (II)-хлорид, қўرғошин нитрат (ёки ацетат), мис сульфат ва кумуш нитрат эритмаларидан солинг. Рух сульфат эритмаси солинган пробиркадан бошқа пробиркаларга 2—3 минут рух пластинкалар тушириб қўйинг. Ҳамма пробиркаларга туширилган рух сиртида нима кузатилади? Барча пробиркаларда содир булган реакцияларнинг тенгламаларини ион шаклида ёзинг. Электронлар қайси металлдан қайси металлга ўтишини ёзиб кўрсатинг. Бу реакцияларда рух қандай роль бажаради? Рухнинг активлигини темир, қалай, қўрғошин, мис ва кумушнинг активлиги билан таққосланг.

Пробиркаларга туширилган рух пластинкаларни олиб, уларнинг урнига темир пластинкалар туширинг (фақат темир сульфат эритмасига туширманг). Темир пластинка юқорида айтилган тузларнинг эритмаларидан қайси металлни сиқиб чиқаради? Жавобни дафтарингизга ёзинг. Содир булган реакцияларнинг тенгламаларини ион шаклида ёзинг. Худди шу тажрибанинг узини қалай, қўрғошин ва мис пластинкалар билан бажаринг. Қайси металл қайси металлларни уларнинг тузларидан сиқиб чиқаришига эътибор беринг. Содир булган реакцияларнинг тенгламаларини ион кўринишида ёзинг. Электронлар қайси металлдан қайси металлга ўтишини ҳам кўрсатинг.

Тажриба натижаларини ёзиш учун қуйидагича жадвал тузинг. Агар туз таркибидан металл ажралиб чиқса, унинг иони белгиси тагига «+» плюс ишора ёзинг, агар ажралиб чиқмаса, «—» минус ишора ёзинг.

Олинган натижаларга асосланиб бу металлларни қайтарувчи хоссалари камайиши тартибида бир қаторга теринг. Сунгра ушбу металлларнинг нормал электрод потенциалларини жадвалдан ёзиб олиб, бу қийматлар узингиз топган натижаларга тўғри келиш-кел-

Эритмадаги металл—ион белгиси						
Эритмага туширилган металл белгиси	Zn^{2+}	Fe^{2+}	Sn^{2+}	Pb^{2+}	Cu^{2+}	Ag^{+}
Zn						
Fe						
Sn						
Pb						
Cu						

маслигини текширинг. Бу металлларнинг қайсилари суюлтирилган кислота эритмасидан водородни сиқиб чиқара олади?

2-тажриба. Гальваник элемент тайёрлаш 49-расмда кўрсатилган стаканчаларнинг бирини 1 н рух сульфат, иккинчисига 1 н мис

сульфат эритмалари билан тулдириб, иккала стаканчани тагликка жамлаштиринг. Калий хлориднинг елим қушилган туйинган эритмаси билан тулдирилган сифон орқали биринчи стаканчани иккинчи стаканча билан бирлаштиринг. Бундан кейин биринчи стаканчадаги эритмага рух пластинка, иккинчисидаги эритмага эса мис пластинка қўширинг. Бу пластинкаларни усти изоляцияланган сим орқали гальванометрга уланг. Гальванометр стрелкаси ҳаракатга келиб бир томонга оғади, чунки Zn/Zn^{2+} ва Cu/Cu^{2+} жуфтларнинг нормал электрод потенциаллари бир-бирига тенг булмаганлиги учун системада электр юритувчи куч пайдо бўлади. Айни металлларнинг нормал электрод потенциалларини 14-жадвалдан ёзиб, $E = E_1 - E_2$ формула орасида электр юритувчи куч E ни ҳисобланг.

Тажриба натижаларини қуйидагича ёзиш керак: 1) гальваник элементнинг аноди ва катодини кўрсатиш; 2) анод ва катодда содир бўладиган реакцияларнинг тенгламаларини ёзиш; 3) гальваник элементда электр токи пайдо бўлишига сабабчи химиявий реакцияларнинг йиғинди тенгламасини ёзиш; 4) гальваник элементнинг $Cu/CuSO_4/ZnSO_4/Zn$ электр юритувчи кучини ҳисоблаш; 5) агар сизга $Fe/FeSO_4/ZnSO_4/Zn$ ва $Cu/CuSO_4/AgNO_3/Ag$ шаклида ифодаланган гальваник элементлар тайёрлаш топширилган бўлса, бу ишни сиз қандай бошлашингиз; 6) нормал электрод потенциаллар жадвалидан қайдаланиб $Fe/FeSO_4/ZnSO_4/Zn$ ва $Cu/CuSO_4/AgNO_3/Ag$ ларнинг э. ю. к. ва қўтбларнинг ишоралари (қайсиси —, қайсиси — эканлиги, қайсиси анод ва қайсиси катодлиги)ни аниқлаш лозим.

3-тажриба. Гальваник элементлар ҳосил бўлишининг химиявий реакциянинг боришига таъсири (рух билан сульфат кислота орасида -содир бўладиган реакциянинг мис иштирокида бошланиши).

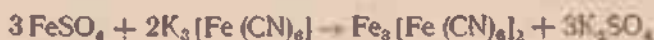
Ишни бажариш тартиби. Пробиркага 2 н сульфат кислота эритмасидан 2 мл солиб, унинг устига 1—2 дона тоза рух парчаси қўйиланг (рух таркибида қушилмалар булмасин!). Рух билан сульфат кислотанинг реакцияга киришишидан водород ажралиб чиқариши? Энди пробиркадаги рух парчасига мис сим тегизиб кўринг. Водороднинг ажралиб чиқиш тезлиги ўзгарадими? Водород қайси металл сиртида ажралаётганини кузатинг. Энди рухга тегиб турган мис симни пробиркадан олинг. Водороднинг ажралиб чиқиш қисқалиги яна ўзгарадими? Рух билан мис орасида гальваник элемент ҳосил бўлишини назарга олиб, кузатилган ҳодисани тушунтириб қўйинг.

Электронлар қайси йуналишда ҳаракатланади? Қайси металл анод ва катодни ташкил этади? Қайси металл водород ионлари катод вазифасини ўтайди?

4-тажриба. Рух билан қопланган ва қалай билан оқартирилган металлнинг коррозияланиши.

Ишни бажариш тартиби. Иккита пробирканинг ярмигача дистилланган сув солиб, уларнинг ҳар қайсисига 2—3 томчидан 2 н H_2SO_4 эритмаси ва озроқ қизил қон тузи $K_3[Fe(CN)_6]$ эритмаси қўшинг (қизил қон тузи Fe^{2+} иони учун реактив ҳисобланади), агар эрит-

мада Fe (II) тузи булса, куйидагича реакция бориб, зангори чуқма булади:



Эритмаларни шиша таёқча билан аралаштиринг.

Энди икки булак темир сим олиб, уларнинг сиртини жилвир қороз билан яхшилаб тозаланг. Симларнинг бирига рух парчасини, иккинчисига қалай парчасини уранг. Рух уралган симни (рух билан бирга) биринчи пробиркага, қалай уралган симни эса иккинчи пробиркага ташланг. Бир неча минутдан кейин иккинчи пробиркада зангори ранг пайдо булади; биринчи пробиркадаги эритманинг ранги ўзгармайди. Буларнинг сабаби нимада? Fe^{2+} ионлар қардан пайдо булади? Нима учун рух уралган темир сим солинган пробиркада зангори ранг кузатилмади?

Тажриба натижаларини ёзишда юқоридаги саволларга батафсил жавоб беринг. Рух билан қопланган ва қалай билан оқартирилган темирда коррозия қай тарзда содир бўлишини ва электронлар қайси металлдан қайси металлга кўчишини батафсил баён қилинг.

Сунгра қуйидаги саволларга жавоб беринг: сизга алюминий-мис, мис- никель, темир- никель жуфтлар берилган булса, буларнинг ҳар қайсисидан қайси металл биринчи булиб зангорилайди?

5- тажриба. *Сувдаги эритмаларни электролиз қилиш*, SnCl_2 , KJ , Na_2SO_4 , $\text{Ti(SO}_4)_2$ эритмаларининг электролизи 50-расмда тасвирланган асбобда утказилади. U-симон найча (1) электролизёр деб аталади. Иккита графит таёқча (2) электрод вазифасини утайди (уларни тайёрлаш учун қора қаламдан фойдаланиш мумкин). Электродлар каучук (резина) пробкага урнатилади. Ўзгармас ток манба сифатида радиобатареядан ёки чўнтак фонарь батареясидан фойдаланиш мумкин. Барча тажрибаларда U-симон найчага (яримсига қадар) электролит эритма солинади. Ҳар қайси тажриба олдида электродларни дистилланган сув билан яхшилаб ювиш керак.

Калий йодид электролизи

Ишни бажариш тартиби. Пробирканинг $\frac{3}{4}$ қисмига қадар калий йодид эритмасидан солиб, унинг устига 5—6 томчи фенолфталеин ва 3—4 томчи крахмал эритма қўшинг. Ҳосил бўлган аралашмани чайқатиб, сунгра электролизёрга солинг. Графит электродларни электролизёрга тушириб, уларни батареяга уланг.

Тажриба натижаларининг изоҳи

Анод ва катод фазоларда эритманинг ранги қандай ўзгарганлигини баён этинг. Анод ва катодда содир бўлган процессларнинг тенгламаларини ёзинг. Нима сабабдан эритманинг ранги катод фазода ҳам, анод фазода ҳам ўзгарди? Анодда йод оксидландими ёки қайтарилдими?

Эслатма. Тажрибадан кейин анод сиртини йоддан тозлаш мақсадида графит электродни дастлаб натрий тиссульфат эритмаси билан, кейин дистилланган суви билан ювиш керак.

Натрий сульфат электролизи

Ишни бажариш тартиби. Пробирканинг ярмигача натрий сульфат эритмасидан солиб, унинг устига тахминан чорак ҳажмида инграл лакмус эритмасидан қуйинг, уларни яхшилаб аралаштириб сунг электролизёрга солинг. Эритма орқали узгармас ток ўтказинг. Электролизёрнинг иккала қисмида ҳам эритманинг ранги узгаради.

Тажриба натижаларининг изохи

Дафтарингизга реакция тенгламаси, анод ва катодда содир булган процесслар тенгламасини ёзинг. Катод ва анодда қандай моддалар ҳосил булади? Катод ва анод фазоларда лакмус рангининг ўзгариш сабабини тушунтиринг.

6-тажриба. Мис тузларининг графит ва мис электродлар билан электролиз. Ишни бажариш тартиби. Электролизёрга мис сульфат эритмаси солиб, унга графит электродлар тушинг. Электродларнинг батареяга уланг ва эритма орқали ток юборинг. Бир неча минутдан кейин электролизни тўхтатинг. Катод сирти қип-қизил мис қавати билан қопланганлигини курасиз. Катодда ва анодда содир булган процессларнинг тенгламасини ёзинг. Анодда оз миқдорда қандай газ ажралиб чиқади?

Сунгра электролизёр ичидаги бу электродларнинг урнини бир-бири билан алмаштиринг. Энди мис анодга (яъни усти мис билан қопланган электродга) эга бўлдингиз. Яна эритма орқали ток ўтказинг. Анодда қандай ҳодисани кузатасиз? Анод ва катодда содир булган процессларнинг тенгламаларини ёзинг (саноатда мис анод ишлатиб, мис электролитик усулда тозаланади).

7-тажриба. Мис пластинка сиртини никель билан қоплаш. Биронини металл билан электролитик қоплашга тайёрлаш. Механик усулдош. Буйи 4 см, эни 1,5 см ли юпқа мис пластинка олиб, унинг бир учига мис сим уланг. Пластинканинг сиртини жилвир қоғоз билан яхшилаб тозаланг.

Мисга ёпишган ёғни тозалаш

Стаканга 15—20% ли ишқор эритмасидан солиб, унга жилвир металл билан тозаланган мис пластинкани 1—2 минут ботириб қўлинг; уни симидан ушлаб туриб, дистилланган сув билан яхшилаб ювинг. Мис пластинкага қўл теккизманг, чунки мис пластинка сиртини қўлингиздан ёғ ёпишади; ёғ ёпишган жойлар электролизда металл билан яхши қопланмайди.

Мис пластинка сиртидаги металл оксидини йўқотиш. Сирти ёғ билан тозаланган мис пластинка сульфат кислотанинг 4 н эритмасида 1—2 мин ботириб олинади; шунда металл сирти оксидлар билан тозаланади. У яна дистилланган сув билан яхшилаб ювилади.

Никель билан қоплаш. 1 л сувга 50 г никель сульфат ва 25 г аммоний хлорид солиб, «махсус эритма» тайёрланг. Аммоний хлорид қўшилганда эритма маълум рН муҳитга эга бўлади. Эритма етарли рНга (кислотага) эга бўлмаса, хира, бугиқ ва беқарор чукма ҳосил бўлади. Агар эритма таркибида кислота купайиб кетса, катоддан шиддат билан водород ажралиб чиқиб, ғовак ва беқарор чукма ҳосил бўлади.

Ишни бажариш тартиби. Диаметри 4 см ва баландлиги 3 см булган бюксни ярим қилиб «махсус эритма» солинг. Унга яхши тозаланган никель ва мис электродлар туширинг. Мис электрод катод, никель электрод эса анод вазифасини ўтасин. Ўзгармас ток юборинг. Бир неча минутдан кейин мис пластинканинг «махсус эритма»га ботирилган қисми никель билан қопланади. Катодда ва анодда содир булган процессларнинг тенгламаларини ёзинг. Иш методикасини ҳамда қўлга киритилган хулосаларни баён этинг.

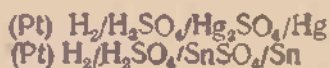
Машқ ва топшириқлар

1. Сизга Cu/Cu^{2+} жуфти ҳамда водород электрод берилган. Булардан гальваник элемент яасангиз, қайси қутб мусбат ва қайсиси манфий ишорага эга бўлади? Агар Cu/Cu^{2+} жуфти урнига Al/Al^{3+} жуфт олсангиз, қайси қутб мусбат ишорага эга бўлади?

2. Сизга $\text{Fe}/\text{FeSO}_4/\text{KCl}/\text{MgSO}_4/\text{Mg}$ дан иборат гальваник элемент берилган. Бунда қандай реакциялар ҳисобига электр токи ҳосил бўлади? Агар FeSO_4 ва MgSO_4 эритмаларининг концентрацияси 1 нга тенг булса, юқоридаги гальваник элементнинг э. ю. к. неча вольтга тенг бўлади?

(Жавоби: 1,94 В)

3. Сизга қуйида курсатилган гальваник элементлар берилган:



Бу элементларда содир буладиган реакцияларнинг ион тенгламаларини ёзинг.

4. Тоза сувага, 0,05 М H_2SO_4 эритмасига ва 0,05 М KOH эритмасига тушirilган водород электродларнинг потенциалларини ҳисобланг.

(Жавоби: сувада — 0,41.
— 0,059 В, сульфат кислотанинг
0,05 М эритмасида ва — 0,749 В
 KOH нинг 0,05 М эритмасида)

5. Кислота эритмасида $\text{pH} = 3$. Агар ана шу эритмага платина электрод тушрилиб, водород билан тўйинтирилса, бу электрод қандай потенциалга эга бўлади?

(Жавоби: 0,18 В)

Қалай ва қурғошин даврий системанинг IV группа элементларидандир. Қалай табиатда калайтош (касситерит) SnO_2 ҳолида, қурғошин эса қурғошин ялтироғи PbS — (англезит) PbSO_4 , церуссит PbCO_3 , крокоит PbCrO_4 каби минераллар ҳолида учрайди. Қалай ва қурғошиннинг оксидларини кумир билан қайтариб соф қалай ва қурғошин олинади. Қалай одатдаги температурада ҳавода ҳам кислородда ҳам оксидланмайди, сув билан ҳам реакцияга киришмайди. Лекин қиздирилганда қалай оксидланиб SnO_2 га айланади.

Қурғошин одатдаги температурадаёқ ҳавода оксидланади. Шунинг учун ҳам унинг сирти PbO қавати билан қопланади. Қурғошин иссиқ сувда аста-секин оксидланади. Совуқ сув билан эса ҳаёо кислороди иштирокида секин реакцияга киришади: $2\text{Pb} + \text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O} = 2\text{Pb}(\text{OH})_2$. Металлик қалай суюлтирилган хлорид ва сульфат кислоталар билан жуда суёт реакцияга киришади. У қайноқ концентрланган сульфат кислота билан реакцияга киришиб, қалай (IV)-сульфат $\text{Sn}(\text{SO}_4)_2$ ва SO_2 ни ҳосил қилади. Қайноқ концентрланган хлорид кислота билан реакцияга киришганда қалайнинг икки валентли тузи ҳосил бўлади:



Концентрланган нитрат кислота қалай билан реакцияга киришиб, сульда ва кислоталарда эримайдиган оқ тусли кукун — β -станнат кислота $x\text{SnO}_2 \cdot y\text{H}_2\text{O}$ га айланади.

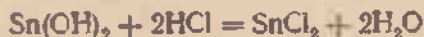
Суюлтирилган HNO_3 билан Sn орасидаги реакциядан $\text{Sn}(\text{NO}_3)_2$ ва NO ҳосил бўлади. Қалай концентрланган ишқор эритмаси билан бирга қиздирилса, станнит кислота тузлари — станнитлар ҳосил бўлади:



Қалай (II)-оксид SnO , туқ жигар ранг кукун бўлеб, қалай гидроксид $\text{Sn}(\text{OH})_2$ нинг парчаланишидан ҳосил бўлади. Қалай (II)-оксид SnO амфотер оксид, аммо унинг асос хоссалари кучлироқ ифодаланган.

$\text{Sn}(\text{OH})_2$ ҳам амфотер хоссаларга эга.

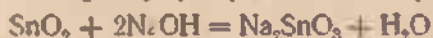
$\text{Sn}(\text{OH})_2$ кислоталарда ҳам ва мул миклорда олинган ишқорларда ҳам эрийди:



Қалай (IV)-оксид SnO_2 ҳам амфотер, лекин у кўпроқ кислота хоссаларини намоён ётади. Концентрланган сульфат кислота билан у қиздирилганда, қалай (IV)-сульфат ҳосил қилади.



Қалай (IV)-оксид қуруқ ҳолдаги ишқорлар билан реакцияга кириб, β -станнат кислота H_2SnO_3 тузлари — станнатлар ҳосил қилади.

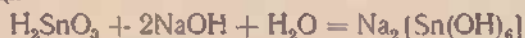


Қалай (IV)-оксиднинг гидратлари станнат кислоталар дейилади; улар икки хил: α -станнат кислота ва β -станнат кислота. Қалай (IV)-

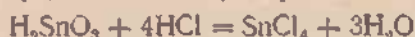
хлоридга аммоний гидроксид эритмаси таъсир этганида оқ чуқма ҳолда α -станныат кислота ҳосил бўлади:



α -станныат кислота концентранган HCl да ва уювчи ишқорларда осон эрийди. α -станныат кислота аниқ таркибга эга эмас; уни $\text{pSnO}_3 \cdot m\text{H}_2\text{O}$ формула билан ифодалаш мумкин. α -станныат кислота мул ишқорда эрийди:



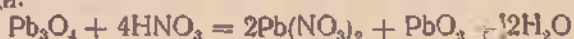
Бу эритмадан $\text{Na}_2\text{SnO}_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ таркибли туз кристаллана олади. α -станныат кислота хлорид кислотада ҳам эрийди:



β -станныат кислота ишқорда ҳам, кислоталарда ҳам эримаيدи. Уни ишқорлар билан қиздириб суюқлантириш орқали эритмага утказиш мумкин. Қалайнинг куп тузлари сувда яхши эрийди. Сульфидлари (SnS —қуңғир тусли, SnS_2 —сарик тусли) эса эримаيدи.

Қурғошин галогенлар билан сал қиздирилгандаёқ шиддатли реакцияга киришиб, PbF_4 , PbF_2 , PbCl_2 , PbJ_2 , PbI_4 , PbBr_2 тузларини ҳосил қилади. PbBr_4 , PbCl_4 бирикмалар ҳосил бўлмайди, чунки улар беқарор моддалардир.

Қурғошан кислород билан бирикиб, қурғошин (II)-оксид PbO , қурғошин (IV)-оксид PbO_2 ва аралаш оксид (сурик) Pb_3O_4 ҳосил қилади. Қурғошиннинг ҳамма бирикмалари заҳарли. PbO нинг кислота хоссалари кучсиз, асос хоссалари эса кучли ифодаланган, шунинг учун у ишқорларда оз, кислоталарда яхши эрийди. Қурғошин (IV)-оксид PbO_2 олтингугурт ёки қизил фосфор билан ишқаланганда кислоталарда ажралиб чиқиб, уларни ёндириб юборади. PbO_2 кислотали муҳитда жуда кучли оксидлаш хоссасини намоён қилади. Аралаш оксид Pb_3O_4 га суюлтирилган нитрат кислота қушиб қиздирилганда PbO_2 ҳосил бўлади:



PbO ва PbO_2 сувда эримаيدи.

Қурғошиннинг $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ ва $\text{Pb}(\text{CH}_3\text{COO})_2$ дан бошқа тузлари сувда оз эрийди. PbCl_2 совуқ сувда оз, қайноқ сувда яхши эрийди. Қурғошиннинг тилла рангли PbJ_2 , оқ тусли PbSO_4 , сарик рангли PbCrO_4 , қора рангли PbS тузлари сувда эримаيدи.

Тажрибалар

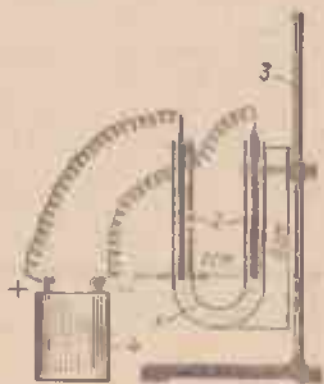
1. Қалайнинг олниниши

а) Қалай (IV)-оксиддан 2—3 микрошпателъ олиб, уни икки ҳисса куп кўмир кукуни билан аралаштиринг; аралашмани цилиндрсимон пробиркага солинг (утга чидамли шарлик найинг шарчасига солинса ҳам бўлади).

Пробиркани штативга қия ҳолда ўрнатинг ва горелка алангасида 10—15 минут давомида қиздиринг. Пробирка совугандан сўнг аралашмани қороз устига қуйиб, ҳосил бўлган қалайни ажратиб олинг. Реакция тенгламасини ёзинг:

6) Пробиркага қалай (II)-хлорид эритмасидан 2—3 мл қуйиб, устига 1—2 булак рух ташланг. Қалай ажралиб чиқишини кузатинг. Рух урнига темир, мис булакларидан солиб тажрибани такрарланг. Бунда қандай ҳодиса кузатилади? Жавобингизни металлларнинг активлик катори асосида ва реакция тенгламасини ёзиб тушунтиринг.

и) U-симон электролизёр (50-расм) ҳажмининг $\frac{1}{2}$ қисмигача 0,5%—1% н қалай (II)-хлорид эритмасидан қуйинг. Электролизёрнинг бир томонига катод сифатида мис электрод, иккинчи томонига анод сифатида кумир электрод туширинг. Электролизёрни темир штативга урнатиб, кучланиш 4,5 В булган чунтак фонарнинг батареясининг, мусбат қутбига мис электродни, манфий қутбига кумир электродни уланг. Катодда қалай ажралиши сезиларли даражада булгандан сунг электролизни тўхтатинг.



50- расм. Қалай олиш асбоби.

Катод ва аноддаги процессларнинг реакция тенгламаларини ёзинг. Электролизёрнинг анод томонида эркин хлор ҳосил бўлишини исботланг. Бунинг учун кумир электрод олиб, эритмага 3—4 томчидан калий йодид ва кичик эритмасидан қуйинг. Эритманинг кукаришини кузатинг. Реакция тенгламасини ёзинг.

2. Қалайни ҳаво кислороди таъсирида оксидлаш

Бир булак қалайни темир қошиқчага солиб, газ горелкасининг очилмасида қиздириг. SnO_2 ҳосил бўлишини кузатинг.

3. Қалай билан кислоталарнинг ўзаро таъсирлашуви

и) Бирига концентрланган HNO_3 , иккинчисига суюлтирилган HNO_3 қўшилган пробиркаларнинг бирига қалайнинг кичик булагидан қўйинг. Кузатилган ҳодисани тушунтиринг. Пробиркаларни 5—10 минут қиздириг. Концентрланган нитрат кислота солинган пробиркада β -станнат кислота H_2SnO_3 (оқ чуқма) ҳосил бўлишини кузатинг. Пробиркани чуқмаси билан 6 б тажриба учун қолдириг.

Суюлтирилган нитрат кислота солинган иккинчи пробиркага (қалайнинг устига) 2н NaOH эритмасидан солинг. Пробиркани оғзига қопламачикус тутиб турган ҳолда қиздириг.

Ишҳотда суюлтирилган нитрат кислота қалай билан реакцияга киришганда қалай Sn (II) га қадар оксидланиб, NH_4NO_3 ҳосил бўлишини назарда тутган ҳолда реакция тенгламасини ёзинг ва кузатилган ҳодисаларни тушунтиринг. Суюлтирилган нитрат кислота таъсир этган қалай $\text{Sn(NO}_3)_2$ га утади, газ ҳолатида азот оксидлари, хусусан NO ажралиб чиқади.

б) H_2SO_4 ва HCl нинг суьлтирилган эритмалари солинган пробиркаларга қалай булакчалари ташланг. Бунда қандай ҳодиса кузатилади? Пробиркаларни газ алантасида қиздириг ва кузатишган ҳодисаларни тушунтириг. Оксидланиш-қайтарилиш реакциялари тенг. ламаларини ёзишда Sn^{2+}/Sn жуфтнинг стандарт потенциал $E^\circ = -0,136 \text{ В}$ эканлигини назарда тутинг.

H_2SO_4 ва HCl нинг концентрланган эритмалари солинган пробиркаларга қалай булакчалари ташланг. Бунда қандай ҳодиса кузатилади? Пробиркаларни қиздириг. Пробиркаларда $\text{Sn}(\text{SO}_4)_2$ ва SnCl_2 ҳосил булишини назарда тутиб реакция тенгламаларини ёзинг ва кузатишган ҳодисаларни тушунтириг.

4. Қалай билан ишқорларнинг ўзаро таъсирлашуви

KOH ва NaOH нинг концентрланган эритмалари солинган пробиркаларга 2—3 булак қалай ташлаб, 5—10 минут қайнатиш. Na_2SnO_2 ва K_2SnO_2 ҳосил булишини ва водород ажралиб чиқишини эътиборга олиб реакция тенгламасини ёзинг.

5. Қалай (II)-гидроксид олиш ва унинг хоссаларини текшириш

Иккита пробиркага 2—3 мл дан SnCl_2 эритмасидан солинган ва 2 н NaOH эритмасидан оқ чуқма ҳосил булгунча томизинг. Пробиркаларнинг бирига HCl нинг 2 н эритмасидан, иккинчисига NaOH нинг 2 н эритмасидан чуқма эригунча қушинг. Қалай (II)-гидроксид қандай хусусиятга эга? Реакция тенгламасини молекуляр ва ионли формада ёзинг.

6. α - ва β -станнат кислоталар ҳосил қилиш (ҳамда уларнинг хоссаларини ўрганиш)

а) SnCl_4 эритмаси солинган пробиркага оқ чуқма α -станнат кислота ҳосил булгунча аммиак эритмасидан томизинг. Чуқмани икки қисмга бўлиб, бирига концентрланган HCl эритмасидан, иккинчисига эса концентрланган NaOH эритмасидан мул миқдорда қушинг. α -станнат кислота қандай хоссага эга? Реакция тенгламаларини молекула ва ионли шаклида ёзинг.

б) 6 б тажрибада ҳосил қилинган β -станнат кислотани дистилланган сув билан суьлтиринг. Чуқмани деконтация усули билан ажратинг ва уни икки қисмга булинг. Бирига концентрланган HCl эритмасидан, иккинчисига концентрланган NaOH эритмасидан мул миқдорда қушинг. Қандай ҳодиса кузатилади? α -станнат ва β -станнат кислоталарнинг хоссаларини бир-бирига солиштиринг.

7. Икки валентли қалайнинг қайтарувчи хоссалари

а) Озгина сульфат кислота қушилган KMnO_4 эритмаси устига SnCl_2 эритмасидан томчилатиб қўйинг. Бунда нима учун эритма рангсизланади? Реакция тенгламасини молекула ва ионли шаклда ёзинг.

б) Бромли сув солинган пробиркага тсмчилатиб қалай (II)-хлорид эритмасидан қўшинг. Бунда нима учун эритма рангсизланади? Реакция тенгламасини ёзинг?

в) $\text{Hg}(\text{NO}_3)_2$ (кучли заҳар!) эритмаси солинган пробиркага SnCl_2 эритмасидан оқ чуқма Hg_2Cl_2 (каломель) ҳосил бўлгунча томизинг. Ҳосил бўлган Hg_2Cl_2 чуқмаси устига мул миқдорда SnCl_2 эритмасидан қўшинг. Кузатишдан ҳодисаларнинг сабабини тушунтиринг ва реакция тенгламаларини ёзинг.

8. Юқори валентли қалай ионининг кичик валентли қалай ионга қайтарилиши

Иккита пробиркага SnCl_4 эритмасидан солинг. Биринчи пробиркага бир булак қалай метали солиб, пробиркани газ горелкасининг пламасида қиздиринг. Иккала пробиркага бир хил миқдорда HgCl_2 эритмасидан қўйинг. Нима учун қалай солинган пробиркада оқ чуқма Hg_2Cl_2 (каломель) ҳосил булади-ю, қалай солинмаган пробиркада ҳеч нарса кузатилмайди? Реакция тенгламаларини, молекула ва ионли шаклда ёзинг.

9. Қалай (II)-хлориднинг гидролизи

$\text{SnCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ нинг 2—3 та кристаллини 2—3 томчи сувда шиша таскча билан аралаштириб туриб эритинг. Тиниқ эритмага оқ чуқма $\text{Sn}(\text{OH})\text{Cl}$ (асосли тузи) ҳосил бўлгунча томчилатиб сув қўшинг. Сув қўйиш билан гидролиз даражаси қандай ўзгаради? Гидролиз даражасини камайтириш учун эритмага қандай эритма қўйиш керак? Реакция тенгламасини молекула ва ионли шаклда ёзинг.

10. Икки ва тўрт валентли қалай сульфидлар ҳосил қилиш

SnCl_2 эритмаси солинган иккита пробиркага янги тайёрланган водород сульфидли сув солинг. Қерамтир жигар ранг чуқма ZnS ҳосил бўлишини кузатинг (чуқма сувда, суюлтирилган кислоталарда, аммоний сульфидда эримайди); эритма тингандан кейин иккала пробиркадаги ортикча суюқликни пипетка билан олинг. Чуқмани сув билан 1—2 марта ювинг. Биринчи пробиркага янги тайёрланган аммоний сульфид $(\text{NH}_4)_2\text{S}$ эритмасидан, иккинчи пробиркага эса аммоний полисульфид $(\text{NH}_4)_2\text{S}_x$ эритмасидан 3—5 томчи қўйинг. Пробиркаларни бармоқ билан бекитиб чайқатинг. Қалай сульфиднинг эрувчанлиги ҳақида хулоса чикаринг. Реакция тенгламаларини молекула ва ионли шаклда ёзинг (тенглама ёзишда полисульфид ўрнига дисульфид $(\text{NH}_4)_2\text{S}_2$ ёзишингизни тавсия қиламиз). Икки процессни иккита тенглама билан ифодаланг: 1- процесс — SnS нинг $(\text{NH}_4)_2\text{S}_2$ таъсирида SnS_2 га қадар оксидланishi, 2- процесс — ҳосил бўлган SnS нинг аммоний сульфид билан реакцияга кىришиб $(\text{NH}_4)_2\text{SnS}_3$ га ўтиши.

с) SnCl_4 эритмаси солинган иккита пробиркага сариқ чуқма ҳосил бўлгунча янги тайёрланган водород сульфидли сувдан қўйинг. Эритма тингандан кейин иккала пробиркадаги суюқликни пипетка билан

олинг. Биринчи пробиркага концентранган HCl , иккинчи пробиркага аммоний сульфид эритмасидан куйинг. Чукманинг эришини кузатинг. Хлорид кислота солинган пробиркада $\text{H}_2[\text{SnCl}_6]$, аммоний сульфид солинган пробиркада $(\text{NH}_4)_2\text{SnS}_3$ ҳосил булишини ҳисобга олиб, реакция тенгламаларини молекула ва ион шаклида ёзинг.

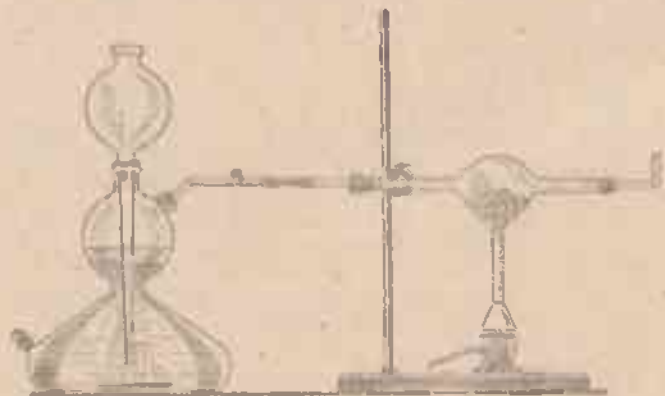
Қурғошин

Қурғошин бирикмалари заҳарли, шунинг учун қурғошин бирикмалари билан тажриба ўтказиб бўлгандан сўнг қўлларингизни совун билан яхшилаб ювинг.

1. Қурғошиннинг олиниши

а) 51-расмда кўрсатилгандек, асбоб йиғинг. Шиша пайнинг шарчасига 2—3 микрошпатель қурғошин (II)-оксид солинг. Асбобни урнатиб бўлгандан кейин Кипп аппаратида водород юборинг. 1—2 минутдан кейин, яъни ажралаётган водород асбобдаги ҳавонинг ҳаммасини сиқиб чиқаргандан сўнг, қурғошин (II)-оксид солинган шиша най шарчасини горелка алангасида эҳтиётлик билан қиздириг. Металл ҳолидаги қурғошин ажралиб чиқишини кузатганингиздан сўнг водород юбориши тухтатмасдан қурғошин (II)-оксид солинган найни совитинг. Ҳосил бўлган қурғошин метални пичоқ билан кесиб кўринг. Реакция тенгламасини ёзинг.

б) Учта пробиркага $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ ёки $\text{Pb}(\text{CH}_3\text{COO})_2$ эритмасидан солинг. Биринчи пробиркага ипга боғланган рух пластинка, иккинчи пробиркага мис пластинка, учинчи пробиркага эса алюминий пластинка туширинг. Қайси пластинка сиртида қурғошин ажралиб чиқади? Учинчи пробиркадаги алюминий пластинкасини фильтр қоғоз билан артиб, жилвир қоғоз ёрдамида яхшилаб тозалаб эритмага тушириб кўринг. Бунда қандай ҳодиса кузатилади? Zn , Pb , Cu , Al металлларининг нормал электрод потенциаллари қийматларидан фойдаланиб, кузатилган ҳодисаларни тушунтиринг. Реакция тенгламаларини ёзинг. Лабораторияда қурғошин олишнинг яна қандай усулини биласиз?



51- расм. Қурғошин олиш асбоби.

2. Қурғошиннинг суюлтирилган ва концентрланган кислоталарга муносабати

а) Учта пробирка олиб, уларнинг ҳар бирига (буғдой донаси-
дан) қурғошин булакчалари солинг.

Биринчи пробиркага 2н хлорид кислота, иккинчи пробиркага 2н сульфат кислота, учинчи пробиркага 2н нитрат кислота эритма-
дан қуйинг. Қандай ҳодиса кузатилади?

Пробиркаларни газ горелкасининг кичик алангасида қизди-
ринг. Пробиркаларда реакция борадими? Қандай газ ажралади? Про-
биркадаги эритмалар совигандан кейин уларнинг ҳар бирига калий
ионид (яъни қурғошин ион Pb^{2+} учун реактив) эритмасидан қуйинг.
Қайси пробиркада чуқма ҳосил булади ва бу қандай чуқма? Қурғо-
шиннинг хлорид ва сульфат кислоталарда эримаслик сабабини тушун-
тиринг. Реакция тенгламаларини молекула ва ион шаклида ёзинг.

б) Юқоридаги тажрибани концентрланган HCl , H_2SO_4 ва HNO_3
билан такрорланг. Қурғошин концентрланган кислоталарнинг қайси
бирида эриганлигини қандай исботлаш мумкин?

3. Қурғошин билан ишқорларнинг ўзаро таъсирлашуви

Қурғошин булакчлари солинган иккита пробирканинг бирига кон-
центрланган $NaOH$, иккинчисига KOH эритмасидан солинг. Иккала
да ҳам қурғошиннинг эришини кузатинг. Плюсбитлар: $K[Pb(OH)_3]$
ва $Na[Pb(OH)_3]$ ҳосил бўлишини ҳисобга олиб реакция тенгламалари-
ни молекула ва ион шаклида ёзинг.

4. Қурғошиннинг кам эрувчан тузлари

а) $Pb(NO_3)_2$ эритмаси солинган иккита пробирканинг бирига суюл-
тирилган хлорид кислота, иккинчисига KI эритмасидан қуйинг. Чуқ-
малар ҳосил булади. Чуқма устидаги суюқликни тўкиб, унга сув со-
либ, чуқма эригунча қизди-ринг. Эритмани совитинг. Кузатилган ҳо-
дисаларнинг сабабини тушунтиринг.

б) $Pb(NO_3)_2$ ёки $Pb(CH_3COO)_2$ эритмаси солинган иккита пробирка-
нинг бирига сульфат кислота, иккинчисига янги тайёрланган водород
сулфидли сув қуйинг. Ҳосил булган чуқмаларнинг рангига эътибор
бери-ринг. Чуқмаларнинг хлорид ва нитрат кислотада эримаслигини си-
ноб-дуринг. Реакция тенгламаларини молекула ва ион шаклида ёзинг.

в) $Pb(NO_3)_2$ ёки $Pb(CH_3COO)_2$ эритмаси солинган иккита пробир-
канинг бирига Na_2CO_3 , иккинчисига K_2CrO_4 эритмасидан қуйинг.
Қандай булган чуқмаларнинг рангига эътибор бери-ринг. Na_2CO_3 солинган
пробиркада $Pb_3(OH)_2(CO_3)_2$ ҳосил бўлишини ҳисобга олиб, реакция
тенгламаларини молекула ва ион шаклида ёзинг.

5. Қурғошин (II)- гидроксининг амфотерлиги

$Pb(NO_3)_2$ ва $Pb(CH_3COO)_2$ эритмасига оқ чуқма ҳосил бўлгунча
эритмасидан томчилатаб қуйинг. Ҳосил булган чуқмани икки-
нчи пробиркага бўлинг. Биринчи пробиркага суюлтирилган HCl , ик-

кинчи пробиркага концентранган NaOH эритмасидан қуйинг. Иккала пробиркада ҳам чўкманинг эришни кузатинг. Реакция тенгламасини молекула ва ион шаклида ёзинг.

6. Қўроғошин (II) - сульфиднинг қайтарувчи хоссалари

а) $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ ва $\text{Pb}(\text{CH}_3\text{COO})_2$ эритмаси устига янги таёёрланган водород сульфидли сув қуйинг. Ҳосил бўлган чўкmani иккита пробиркага бўлиб, бирига суюлтирилган HNO_3 , иккинчисига концентранган HNO_3 эритмасидан қушинг. Суюлтирилган HNO_3 солинган пробиркада S , концентранган HNO_3 солинган пробиркада PbSO_4 ҳосил бўлишини ҳисобга олиб, реакцияларнинг тенгламаларини молекула ва ион шаклида ёзинг.

б) $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ эритмаси солинган пробиркага янги тайёрланган водород сульфидли сув солинг. Ҳосил бўлган қора чўкmani ранги узгаргунча шиша таёқча билан аралаштириб туриб, устига 3% ли водород пероксид эритмасидан томчилатиб қуйинг. Реакция тенгламасини молекула ва ион шаклида ёзинг.

7. Қўроғошин (IV) - оксиднинг амфотерлиги

а) PbO_2 солинган пробиркага концентранган хлорид кислота солиб қайнатинг. PbO_2 нинг эришини ва хлор гази ажралиб чиқишини кузатинг. Эритма совитилганда сқ чўкма ҳосил бўлади? Бу қандай чўкма? Реакция тенгламасини молекула ва ион шаклида ёзинг.

б) PbO_2 солинган пробиркага концентранган NaOH эритмасидан солиб қайнатинг. PbO_2 нинг аста-секин эришини кузатинг. $\text{Na}_2[\text{Pb}(\text{OH})_4]$ таркибли комплекс бирикма ҳосил бўлишини ҳисобга олган ҳолда реакция тенгламасини молекула ва ионли шаклда ёзинг.

8. Қўроғошин (IV) - оксиднинг окисловчи хоссалари

а) PbO_2 солинган пробиркага 2 н H_2SO_4 эритмасидан ва FeSO_4 нинг янги тайёрланган эритмасидан озроқ қушиб, оқ чўкма ҳосил бўлгунча киздириг. PbSO_4 ҳосил бўлишини ҳисобга олиб, реакция тенгламасини молекула ва ионли шаклда ёзинг.

б) PbO_2 солинган пробиркага концентранган NaOH эритмасидан солиб киздириг. Қайноқ эритмага 2—3 томчи $\text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3$ эритмасидан солиб пробиркани ява киздириг. CrO_4^{2-} ионига ҳсс сариқ ранг ҳосил бўлишини кузатинг. Реакция тенгламасини молекула ва ион шаклида ёзинг.

в) PbO_2 солинган пробиркага 2 н сульфат кислота ва калий йодид эритмасидан озроқ солиб, газ терелка алангасида киздириг. Эритма рангининг ўзгаршини кузатинг. Эритмадан тсс пробиркага озроқ олиб, сув билан суюлтиринг ва устига кракмал эритмасидан 4—5 томчи томизинг. Эритма рангининг қукариш нимани билдиради? Реакция тенгламасини молекула ва ион шаклида ёзинг.

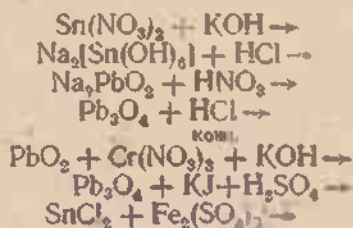
9. Сурик Pb_3O_4 га қўроғошиннинг валентлиги аниқлаш

Сурикда қўроғошиннинг валентлиги ҳар ҳил эканлигига ишонч ҳосил қилиш учун, озроқ сурик солинган пробиркага 2 н нитрат кис-

юта қуйиб, газ горелка алангасида секин-аста қиздириг. Чукма-
ни жаггар рангга (PbO_2 рангига) киришини кузатинг. Сурикда турт
валентли қурғошин иони борлигига ишонч ҳосил қилганингиздан
қийин чукма устидаги эритмани бошқа пробиркага қуйиб олиб, унда
икки валентли қурғошин ионини борлигини исботлаш учун устига KJ
эритмасидан қуйинг. Pb^{2+} ионига ҳос чукма ҳосил булишини куза-
тинг. Реакция тенгламасини молекула ва ион шаклида ёзинг.

Машқ ва масалалар

1. Қалай ва қурғошин атомларининг электрон конфигурациясини
Sn ва Pb атомининг, охириги s ҳамда p атом орбиталларининг,
 Sn^{4+} , Pb^{2+} ва Pb^{4+} ионларининг электрон тузилишини ёзинг.
2. Қалай ва қурғошиннинг табиий бирикмалари формуласини
ёзиб, қалай ва қурғошиннинг олиниш реакцияларини ёзинг.
3. Қалай ва қурғошиннинг ҳавога, сувга, суюлтирилган ва кон-
центрацияланган кислоталарга, ишқорларга муносабатини реакция тенгла-
маларини ёзиб тушунтиринг.
4. Эритмадан Sn^{4+} ва Pb^{2+} ионларини қайси реакциялар асосида
айириш мумкин? Реакция тенгламаларини молекула ва ион шакли-
да ёзинг.
5. Қуйидаги реакцияларнинг тенгламаларини молекула ва ион
шаклида ёзинг:



6. Қалай ва қурғошиннинг оксид ва гидроксидларининг ҳосил
олиниш реакцияларини ёзинг, ҳамда уларга характеристика бе-
ра.
7. Гаркибида 70% мис ва 30% қалай булган 20 г қотишма
ва) концентранган нитрат кислота билан ишланганда қанча
(нормал шароитда) азот (IV)-оксид ажралиб чиқади? (Ж а-
р. б. 14,42 л.)
8. 23,7 г қалайга мўл миқдорда хлорид кислота таъсир этти-
рилганда ажралиб чиққан водород мис (II)-оксид устидан ўтка-
рилганда 12,7 г тоза мис олинган. Қалайнинг эквивалентини топинг.
(Ж а. б. 59,3.)
9. Қалай ва қурғошиннинг қайси бирида металл хоссаси куч-
лироқ намоён? Жавобингизни исботловчи далиллар келти-
ринг.
10. Икки ва турт валентли қалай ва қурғошин ионлари қандай
кислоталарни намоён қилади? Оксидловчими ёки қайтарувчими? Жа-
вобингизни исботловчи далиллар келтиринг.

11. SnCl_2 нинг 100 г 10% ли эртмасини станнытга айлантириш учун унга 2 н NaOH эртмасидан канча ҳажм қушиш керак. (Жавоби: 103,3 мл.)

12. Қалай ва қурғошнинг комплекс бирикмаларига мисоллар келтиринг ва бу комплекс бирикмаларни ҳосил қилишга имкон берадиган реакцияларнинг тенгламаларини ёзинг.

36-§. БОР ВА АЛЮМИНИЙ

Бор ва унинг бирикмалари

Борни дастлаб Гей — Люссак ва Тенар 1808 йилда олишга муваффақ бўлдилар. Борнинг табиатда учрайдиган асосий минераллари борат кислота H_3BO_3 ва унинг тузи бура $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ дир. H_3BO_3 қиздирилганда 100° да метаборат кислота HPO_3 га, сунгра (140° да) тетраборат кислота $\text{H}_2\text{B}_4\text{O}_7$ га ва ниҳоят борат ангидридга айланади.

Борат ангидридга магний ёки натрий қушиб қиздирилганда бор қайтарилади:



Бор одатдаги шароитда фақат фтор билан, юқори температурада кислород, азот, олтингугурт, хлор ва металллар билан реакцияга киришади.

Бор концентранган нитрат кислотада эрийди:



Фақат «аморф» ҳолатдаги бор концентранган ишқорларда эрилади:



Борнинг металллар билан ҳосил қилган бирикмалари *боридлар*, водород билан ҳосил қилган бирикмалари *боронлар* деб юритилади. Бор жуда кучли қиздирилганда, хатто CO_2 ва SiO_2 дан ҳам кислородни тортиб олиб, углерод билан кремнийни қайтаради. Борнинг бор йуқлигини аниқлаш учун борат кислотанинг метанол (ёки этанол) билан эфир ҳосил қилиш реакцияси $3\text{CH}_3\text{OH} + \text{H}_3\text{PO}_4 = \text{B}(\text{OCH}_3)_3 + 3\text{H}_2\text{O}$ дан фойдаланилади: агар синалаетган модда таркибида бор бўлса, ёндирилганда аланга яшил тусга киради.

Алюминий ва унинг бирикмалари

Металл ҳолидаги алюминийни 1825 йилда дания олими Х. Эрстед алюминий хлоридга калий таъсир эттириш йули билан олган. Ҳозирда алюминий суюқлантирилган боксит минерални электролиз қилиш йули билан олинади.

Алюминий табиатда тарқалганлиги жиҳатидан металллар орасида биринчи урини эгаллайди.

Алюминий уз бирикмаларида +3 га тенг оксидланиш даражасида намоен қилади. Алюминий хлор ва бром билан одатдаги температурада, юқори температурада азот, олтингугурт ва углерод билан таркиб AlN , Al_2S_3 ва Al_4C_3 каби модда арни ҳосил қилади.

Алюминий сиртида зич оксид парда булганлигидан унга одатдаги шароитда сув, ҳаво кислороди, концентрланган HNO_3 , концентрланган H_2SO_4 лар таъсир этмайди.

Агар алюминий сиртидаги оксид парда амальгамалаш йули (симоб ердами) билан йуқотилса, у сувдан водородни сиқиб чиқариб, $\text{Al}(\text{OH})_3$ га айланади. Оксид пардадан тозаланган алюминий кислород билан оддий шароитда реакцияга киришади. Алюминий суюлтирилган хлорид ва сульфат кислоталарда яхши эрийди.

Концентрланган совуқ нитрат кислотада алюминий пассивлашади. Пассивлашган алюминийга суюлтирилган хлорид ва сульфат кислоталар таъсир этмайди.

Алюминий юқори температурада металл оксидларидан металлни сиқиб чиқаради. Масалан, $2\text{Al} + \text{Cr}_2\text{O}_3 = \text{Al}_2\text{O}_3 + 2\text{Cr}$. Алюминий ишқорларда эриб, алюминатлар ҳосил қилади, масалан:



Алюминийнинг кучли кислоталардан ҳосил булган тузлари эритмалари гидролиз натижасида кислотали муҳитга эга булади ва бундай тузлар, масалан $\text{Al}_2(\text{CO}_3)_3$, Al_2S_3 тула гидролизланади.

Алюминий кукун 600—700°C гача қиздирилганда ҳавода ёниб Al_2O_3 ҳосил қилади:



Al_2O_3 сувда эримайди. Концентрланган кислота ва ишқорларда эриб, туз ҳосил қилади. Масалан:



Al_2O_3 амфотер оксид. Алюминий тузларига аммиак таъсир эттирилса, $\text{Al}(\text{OH})_3$ нинг аморф чуқмаси ҳосил булади. $\text{Al}(\text{OH})_3$ суюлтирилган кислота ва ишқорларда эриб тузлар ҳосил қилади.

Бор

Таҷрибалар

1. Натрий тетраборатдан борат кислота олиш ва борат кислотанинг хоссалари

а) Бура, яъни натрий тетраборатнинг туйинган эритмаси содда пробиркага томчилатиб концентрланган ($d=1,19$) хлорид кислота куйинг. Пробиркадаги аралашмани водопровод жумраги ёки совитинг. Оқ кристалл ҳосил бўлишини кузатинг. Реакция натижасида ҳосил булган тетраборат кислота сув билан реакцияга киришиб борат кислота ҳосил қилишини ҳисобга олиб реакцияларнинг тенгламаларини босқичлар билан ёзинг.

б) Ўхшинан 1,5 г борат кислота солинган пробиркага 1—2 мл концентрат суви куйиб, шиша таёқча билан яхшилаб аралаштириб. Пробиркани горелка алангасида аста қиздириг. Борат кис-

лотанинг совуқ ва иссиқ сувда эрувчанлиги ҳақида хулоса чиқаринг. Ҳосил булган эритмани иккита пробиркага булинг. Биринчи пробиркага 2—3 томчи нейтрал лакмус эритмасидан томизинг. Лакмус рангининг ўзгаришини кузатинг. Иккинчи пробиркага озроқ магний кукунидан солинг. Газ ажралиб чиқади? Кузатилган ҳодисаларни реакция тенгламаларини ёзиб тушунтиринг.

в) 1 г ош тузи билан 5 г борат кислотани яхшилаб аралаштириб, пробиркага солинг ва пробиркани темир штативга ўрнатинг. Пробиркани газ горелкаси алангасида қиздириг. Бунда натрий тетраборат ҳосил бўлади, у гидролизланганда ишқорий реакция беради.

2. Борат кислотанинг характерли реакциялари

(Тажриба мўрили шкафта утказилади)

а) Пробиркага борат кислота кристалидан 1—2 микрошпатель солиб, унинг устига 3—4 томчи концентрланган сульфат кислота томизинг, унга метил ёки этил спиртдан 6—8 томчи қушиб, шиша таёқча ёрдамида яхшилаб аралаштиринг. Пробиркани темир штативга ўрнатиб, оғзини газ утказгич шиша най ўрнатилган пробирка билан беркитинг. Пробиркани газ горелкасининг паст алангасида секин қиздириг. Шиша найдан чиқаётган метил борат эфир буғини ёндириг. Сульфат кислота реакция вақтида ҳосил бўладиган сувни шимиши ва ҳосил булган эфирни гидролизга учратмаслик учун солинганлигини ҳисобга олиб, реакция тенгламаларини ёзинг. Аланганинг рангига эътибор беринг. б) Шиша таёқча учига озроқ тоза пахта ураб, борат кислота эритмасига ботиринг. Пахтага шимилган борат кислота эритмасини газ горелкаси алангасига тутиг. Аланга рангининг ўзгаришини кузатинг.

3. Буранинг хоссалари

а) 2—3 мл тоза сув ва 1—2 томчи фенолфталеин солинг, пробиркага бура кристалидан озроқ ташланг. Эритма рангининг ўзгаришини кузатинг, буранинг гидролизланиш реакциясини молекула ва ион ҳолида ёзинг, кузатилган ҳодисани тушунтиринг.

б) Нихром симминг ҳалқасига бура кристалларидан озроқ жойлаб уни тиниқ шишасимон масса ҳосил булгунча горелка алангасида қиздириг. Ҳосил булган бура мунчоғини концентрланган кобальт нитрат эритмасига ботириб яна қиздириг. Кук рангли мунчоқ $\text{Co}(\text{BO}_3)_2$ ҳосил бўлишини кузатинг.

Қиздирилганда: а) буранинг сувсизланишини, б) сувсизланган буранинг натрий метаборат ва бор ангидридга парчаланишини, в) бор ангидрид кобальт нитрат билан метаборат кобальт ва нитрат ангидрид ҳосил қилишини, г) ҳосил булган нитрат ангидридни парчаланишини ҳисобга олиб, реакция тенгламаларини ёзинг.

Алюминий

1. Алюминийнинг ҳавода оксидланиши

1 — 2 булак алюминий метали солинган пробиркага 2 н ўювчи натрий эритмасидан озроқ қуйинг. 2 — 3 минутдан кейин эритмани тўкиб ташлаб алюминий метали сиртини сув билан юйиб, устига HgCl_2 ёки $\text{Hg}_2(\text{NO}_3)_2$ эритмасидан солинг (симоб тузи эритмалари заҳарли!) 3 — 3 минут ўтгандан кейин алюминийни бу туз эритмасидан чиқариб олиб, сув билан юйиб фильтр қоғоз билан артиб тоза қоғоз устига қуйинг. Бир оздан сунг пўрсилдоқ Al_2O_3 ҳосил булишини ва Al металнинг исишини кузатинг.

Алюминий симобни унинг тузидан сиқиб чиқаради ва алюминий сиртида алюминий амальгамаси ҳосил бўлади, алюминий амальгамаси алюминий оксиднинг зич пардаси ҳосил булишига йул қўймаслигини ҳисобга олиб реакция тенгламаларини ёзинг.

2. Алюминийнинг сув билан узаро таъсири

1 — 2 булак алюминий метали солинган пробиркага озроқ сув солиб қиздиринг. Реакция содир бўлмаганлигига ишонч ҳосил қилингангиздан кейин оксид қавати йўқотилган (олдинги тажрибада — индек) алюминий устига озроқ сув солинг; водород ажралиб чиқишини кузатинг. Реакция тенгламасини ёзинг.

3. Алюминийнинг кислота-лар билан узаро таъсири

а) Учта пробирка олиб, уларнинг ҳар қайсисига алоҳида-алоҳида 2н хлорид кислота, сульфат кислота, нитрат кислота эритмаларидан қуйинг ва пробиркаларнинг учаласига биттадан алюминий лакмасидан солинг. Алюминийнинг хлорид кислота билан шидатли, сульфат кислота билан сустроқ реакцияга киришишини кузатинг. Нитрат кислота билан эса мутлақо реакцияга кирмайди, шунки алюминий бу кислотада пассивланиб қолади.

Реакция тенгламасини ёзинг.

б) Учта пробирка олиб, уларнинг ҳар қайсисига алоҳида-алоҳида концентрланган хлорид, сульфат ($d=1,8$) ва нитрат кислота-лардан қуйинг. Пробиркаларнинг ҳаммасига биттадан алюминий лакмасидан солинг. Хлорид кислота солинган пробиркада водород ажралиб чиқишини, сульфат кислота солинган пробиркада SO_2 ажралиб чиқишини, нитрат кислота солинган пробиркада эса реакция бормаслигини кузатамиз. Пробиркаларнинг ҳар қайсисини алоҳида-алоҳида, газ горелкаси алангасида эҳтиётлик билан қиздиринг. Сульфат кислота солинган пробиркада соф олтингугурт ажралиб чиқишини, нитрат кислота солинган пробиркада қўнғир газ ажралиб чиқишини кузатинг. Кузатилган ҳодисаларни реакция тенгламаларини ёзиб тушунтиринг.

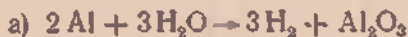
в) Концентрланган ($d=1,45$) нитрат кислота солинган пробиркага алюминийнинг кичик бир булагини солинг. 2—3 минутдан сунг кислотани тукиб, алюминий булакчасини тоза сув билан 2—3 марта ювинг ва устига озроқ мис сульфат эритмасидан қуйинг. Соф ҳолда мис ажралиб чиқмаслигини кузатинг. Эритмани тукиб алюминий булагини сув билан 2—3 марта ювинг ва устига 15 процентли хлорид кислота эритмасидан қуйинг. Водород ажралиб чиқиши алюминий сиртидаги оксид парданинг емирилганлигини кўрсатади. 3—5 минутдан кейин кислотани тукиб, алюминийни сув билан ювинг ва устига мис сульфат эритмасидан қуйинг; мис ажралиб чиқишини кузатинг. Кузатилган ҳодисаларни реакция тенгламаларини ёзиб тушунтиринг.

4. Алюминийнинг ишқорлар билан узаро таъсири

Учи чузилган шиша най утказилган пробкали пробиркага алюминий булагини солинг ва пробиркани темир штативнинг қисқичига тик ҳолда урнатинг. Пробиркага 2 н NaOH эритмасидан озроқ солиб, най утказилган пробкани пробиркага зич қилиб урнатинг ва газ горелкасининг алангасига секин киздилинг. Пробиркадан ҳаво сиқиқ чиқарилишини бир оз кутиб, ҳосил қилинган газни ёндириб кўринг.

а) Алюминий сувда эринмайди, чунки сув таъсиридан унинг сирти оксид билан қопланиб, тезда пассивланиб қолади, амалда водород ажралиб чиқиши кузатилмайди, деса бўлади.

б) Алюминий оксид ишқор билан қушилиб, натрий алюминат ва сув ҳосил қилади, шу икки ҳолни назарга олиб қуйидаги икки реакцияни ёзиш мумкин:



Бу реакцияларнинг йиғинди тенгламасини ёзишни уқувчига ҳавол қиламиз.

5. Алюминий гидроксиднинг амфотерлиги

Иккита пробиркага алюминийнинг бирор тузи эритмасидан би хил миқдорда солинг. Иккала пробиркага оқ чукма ҳосил бўлгуча 2н NH_4OH эритмасидан қушинг. Сунгра ҳосил бўлган чукма эригунича биринчи пробиркага 2 н HCl эритмасидан, иккинчи пробиркага 2н NaOH эритмасидан қушинг. Кузатилган ҳодисаларнинг реакция тенгламаларини молекула ва ион шаклида ёзиб тушунтиринг.

6. Алюминий тузларининг гидролизи

а) Алюминий сульфат, алюминий хлорид, алюминий нитрат тузлари эритмаларини қизил ва кук лакмус қоғоз ёки рН қоғози билан синаб кўринг. Лакмус ёки индикатор қоғози рангининг ўзгариш сабабини тушунтиринг. Гидролиз реакцияси тенгламасини молекула ва ион шаклида ёзинг.

б) Алюминийнинг бирор тузи эритмасидан иккита пробиркага солинг. Биринчи пробиркага натрий карбонат эритмасидан, иккинчи пробиркага натрий сульфид эритмасидан куйинг. Иккала пробиркада ҳам оқ чуқма ҳосил бўлишини ва газ ажралиб чиқишини кузатинг. Пробиркаларда алюминий карбонат ва алюминий сульфид ҳосил бўлмасдан оқ чуқма $Al(OH)_3$ ҳосил бўлиш сабабини тушунтиринг. Реакция тенгламаларини молекула ва ион шаклида ёзинг.

Машқ ва масалалар

1. а) Бор ва алюминийнинг электрон формуласини ёзинг.
б) Алюминий атоми ва Al^{3+} ионининг электрон тузилишини ёзинг.

2. Бор ва алюминийнинг табiiй бирикмаларининг формуласини ёзинг.

3. Саноатда алюминий метали олиш учун алюминий оксид электролиз қилинади. Электролиз процессида катод ва анодларда борадиган процессларни тушунтиринг. 10 кг алюминий метали олиш учун қанча алюминий оксид электролиз қилинади?

4. Алюминий металига: суюлтирилган нитрат, хлорид, сульфат кислота, сув, уювчи натрий, кислород, олтингургурт, галогенлар, аммиак, углерод (IV)-оксид таъсир эттирилганда ҳосил бўладиган бирикмаларининг формулаларини ёзинг.

5. Al_2O_3 ва $Al(OH)_3$ нинг олинишини ҳамда химиявий хоссаларига тегишли реакцияларни ёзинг.

6. Бор ва алюминийнинг сифат реакциясини ёзинг ва бу реакциянинг моҳиятини тушунтиринг.

7. Нима учун Al_2S_3 ва $Al_2(CO_3)_3$ тузларининг сувдаги эритмасини ҳосил қилиб бўлмайди?

8. 0,1 моль $Al_2(SO_4)_3$ ҳосил қилиш учун неча грамм алюминий керак? Бунда эңчилиги 1,44 булган сульфат кислотада неча миллилитр реакцияга киришади? Жавоб: 5,4 г Al; 37,78 мл H_2SO_4 .

9. Алюминий атомидан валент электронлар чиқариб йборилгандан кейин қолган заррача электрон тузилиши жиҳатидан қайси инерт газнинг атомига ва қайси галогеннинг ионига ўхшаш бўлади?

10. Қандай реакция натижасида ортаборат кислотада соф бор олиш мумкин?

Тегишли реакцияларнинг тенгламаларини ёзинг.

11. Катодда 10 кг алюминий метали ажралиб чиқиши учун 20000 ампер ток электролитдан қанча вақтда ўтиши керак?

Жавоб: 1,49 соат.

12. Алюминий ва магнийнинг 4,5 г қотишмаси кислотада эритилганда нормал шароитда ўлчанган 5,04 л водород ажралиб чиқди. Қотишманинг процент таркебини аниқланг. Жавоб: 60% Al, 40% Mg.

37-§. МАГНИЙ ВА ИШҚОРИЙ-ЕР МЕТАЛЛАР

Магний ва ишқорий-ер металллар — кальций, стронций, барий металлари реакциялар вақтида сиртқи қаватидан иккита s-

электронини осон бериб, мусбат икки валентли бирикмалар ҳосил қилади. Улар кучли қайтарувчи. Бериллийдан радийга томон элементларнинг атом радиуслари катталашган сари қайтарувчи хоссалари кучайиб боради. Уларнинг қайтарувчи хоссалари ишқорий металлларникига қараганда кучсизроқ булади. Бу элементлар орасида ион радиуси энг кичик булган бериллий купроқ ковалент боғланишли бирикмалар, ион радиуси бериллийникига нисбатан каттароқ булган магний эса ҳам ион, ҳам ковалент боғланишли бирикмалар, кальций, стронций, барий ва радий элементлари эса фақат ион боғланишли бирикмалар ҳосил қилади.

Шунинг учун ҳам бериллий ва магнийнинг гидроксидлари сувда ёмон эрийди. Кальций, стронций, барий гидроксидлар сувда яхши эрийди. Бериллийдан радийга томон бу группа элементларининг гидроксидларининг сувда эрувчанлиги ва асос хоссалари кучаяди. Бериллийдан радийга томон бу группа элементларининг химиявий активлиги ортиб боради. Масалан: бериллий ва магний сув билан юқори температурада реакцияга киришади; кальций, стронций ва барий хона температурасида сувдан водородни сиқиб чиқаради. Бериллий ўз хоссалари билан иккинчи группа элементларидан фарқ қилади. Бериллий кислоталарда осон эриб водородни сиқиб чиқаради, натижада бериллий тузлари ҳосил булади. Бериллий ишқорларда ҳам эриб, бериллатлар ҳосил қилади. Демак, бериллий амфотер хоссага эга. Магний, стронций, кальций ва барий кислоталардан водородни сиқиб чиқариб, туз ҳосил қилади; ишқорлар билан эса реакцияга киришмайди. Бериллийдан радийга томон бу элементларнинг хлорид, нитрат, сульфат тузларининг сувда эрувчанлиги камайиб, нитритли ва пероксидли бирикмаларининг барқарорлиги ортади. Магний, кальций, стронций ва барийнинг сульфат, фторид, фосфат, хромат, тартрат, карбонат тузлари сувда ёмон эрийди. Магний сульфат сувда яхши эрийди. Стронций сульфат ва барий сульфат кислоталарда ҳам эримайди. Бериллийнинг ион радиуси кичик, шунинг учун унинг тузлари сувда гидролизланиб, $\text{Be}(\text{OH})_2$ ҳосил қилади. Ишқорий-ер металллар оксидланганда ёки ёнганда асосан MO типигаги оксидлар, жуда оз миқдорда эса MO_2 типигаги пероксидлар ҳосил булади. Ишқорий-ер металлларнинг пероксидлари ишқорий металлларнинг пероксидларига қараганда беқарордир. Бериллий оксид сувда ва кислотада ёмон эрийди. Магний оксид сувда ёмон, кислотада яхши эрийди. Кальций, стронций, барий ва радий оксидлари сувда, хлорид ва нитрат кислоталарда яхши эрийди.

Ишқорий-ер металлларнинг водород билан ҳосил қилган бирикмалари BeH_2 , MgH_2 , CaH_2 , SrH_2 , BaH_2 типигаги ионли гидридлардир. Ионли гидридлар хона температурасида ҳаво кислородига нисбатан беқарор булиб, сув таъсирида $\text{M}(\text{OH})_2$ ҳосил қилади, бунда водород ажралиб чиқади.

Тажрибалар

1. Магний

1. Магнийнинг сувда ёниши

Дастаси туғри бурчак шаклида эгилган темир қошиқчага магний кукунидан озроқ солиб, газ гарелкасида магний ут олгунча қиздириш (магний ҳавода секин ёнади). Ёниб турган магнийни тезда стакандаги сувга тушириш, бунда магнийнинг равшан ёнишини курасиз. Магний ёниб бўлгандан кейин стакандаги сувга 1—2 томчи фенолфталеин томизинг, кузатишган ҳодисаларни реакция тенгламаларини ёзиш билан изоҳланг.

2. Магний металлнинг сувга таъсири

Магний кукуни солинган иккита пробирканинг ҳар бирига тахминан 2 мл дан сув қуйиб, 1—2 томчи фенолфталеин қушинг. Хона температурасида реакция бормаслигини кузатиш. Сунгра биринчи пробиркани газ горелкаси алангасида секин-аста қиздириш. Газ ажралиб чиқишини ва эритманинг пушти рангга киришини кузатиш. Иккинчи пробиркага озроқ аммоний хлорид тузи эритмасидан қуйинг. Аммоний хлорид магний метали сиртидаги $Mg(OH)_2$ билан реакцияга киришиб кучсиз асос NH_4OH ҳосил қилади. Натижада мувозанат унга силжиб металл сирти $Mg(OH)_2$ дан тозаланади ва магний сув билан шиддатли реакцияга киришади. Кузатишган ҳодисаларни реакция тенгламаларини молекуляр ва ионли ҳолда ёзиб изоҳланг.

3. Магний металлининг кислоталар билан таъсирлашуви

Озроқ магний кукуни солинган учта пробирканинг биринчисига 2н хлорид кислота, иккинчисига 2н сульфат кислота, учинчи пробиркага 2н нитрат кислота эритмасидан қуйинг. Нима учун хлорид кислота ва сульфат кислота солинган пробиркаларда водород ажралиб чиқади-ю, нитрат кислота солинган пробиркада водород чиқмайди? Реакция тенгламаларини ёзинг.

4. Магний оксид ҳосил қилиш

Пробиркага озгина магний карбонат солиб олгани газ утказгич най урнатилган пробка билан беркитиб темир штативга қияроқ қилиб урнатиш. Пробкадаги газ утказгич найга 25—30 см узунликдаги резина най улаб, резина найнинг иккинчи учини барий гидроксид ёки кальций гидроксид солинган колба ичига тушириб қуйинг ва пробиркани газ алангасида қиздириш. CO_2 ажралиб чиқиб бўлгандан сунг қиздиришни тўхтатиш. Пробирка совигандан сунг сув солиб MgO ни эритиш ва эритмани фенолфталеин билан тиниб куриш. Кузатишган ҳодисаларни реакция тенгламаларини ёзиш билан тушунтириш.

5. Магний гидроксиднинг олиниши ва хоссалари

а) Магнийнинг бирор тузи эритмасидан 2—3 мл солинган пробиркага чуқма ҳосил бўлгунча 2н уювчи натрий эритмасидан қу-

шинг. Ҳосил булган чукмани иккита пробиркага булиб, бирига мўл миқдорда уювчи натрий эритмасидан, иккинчисига 2н хлорид кислота эритмасидан қуйинг. Қайси пробиркада чукма эрийди? Кузатилган ҳодисаларни эрувчанлик кўпайтмаси ва химиявий боғланишлар асосида тушунтиринг.

б) Иккита пробиркага магний хлорид ёки магний нитрат эритмасидан озгина солинг. Биринчи пробиркага уювчи натрий эритмаси, иккинчи пробиркага эса ўшанча миқдорда аммоний гидроксид қўшинг. Пробиркалардаги чукманинг миқдорига эътибор беринг. Иккала пробиркага чукма эриб кетгунча аммоний хлорид эритмасидан қўшинг. Чукманинг эриш сабабини тушунтириб, реакция тенгламаларини молекула ва ион ҳолида ёзинг.

6. Магнийнинг қайтарувчанлик хоссаси

Озгина бурни чинни ҳовончада майдалаб эзиб кукун ҳолига келтиринг ва тенг миқдордаги магний кукун билан аралаштириб қуруқ пробиркага солинг. Пробиркани мурили шкаф остидаги штативга ўрнатиб оқиста қиздиринг. Реакция тамом булгандан сўнг пробиркани совитиб ичидаги аралашмани чинни косачага солиб MgO , CaO эригунча 2н хлорид кислота қуйинг. Эритмада кумир заррачаларининг ҳосил бўлишини эътиборга олиб реакция тенгламасини ёзинг.

7. Магний гидросокарбонат ва бикарбонат тузларининг ҳосил бўлиши

Пробиркага 1—2 мл магнийнинг бирор тузи эритмасидан олиб, унинг устига натрий карбонат эритмасидан чукма ҳосил булгунча томчилатинг. Оқ чукма ҳолидаги асосли туз $Mg_2(OH)_2CO_3$ ҳосил бўлишини ва газ ажралиб чиқишини кузатинг. Чукмали эритмани Кипп аппаратида келадиган карбонат ангидрил билан туйинтиринг. Чукманинг эриб кетиши эрувчан нордон туз $Mg(HCO_3)_2$ ҳосил бўлишини кўрсатади.

Кузатилган ҳодисаларни реакция тенгламаларини ёзиш билан тушунтиринг.

8. Магний нитрид ҳосил қилиш

Асбест ёки ғишт устида магний лентасини ендириб ёнаётган лента устига стакан тўнкариб қуйинг. Магний аввал ҳаво кислородида ёниб магний оксид ҳосил қилади. Кислород тутагандан кейин, магний ҳаводаги азот билан реакцияга киришиб Mg_3N_2 ҳосил қилади. Магний ёнишидан ҳосил булган маҳсулотни пробиркага солиб, четига 5—6 томчи тоза сув солинг аммиак чиқишини ҳидидан билинг. Реакция тенгламаларини молекуляр ва ионли ҳолда ёзинг, азот билан магний орасидаги химиявий боғланишни тушунтиринг.

9. Магний тузларининг гидролизи

Пробиркага магний хлорид, магний нитрат ва магний сульфат эритмаларидан олиб, ҳар қайсисини алоҳида қизил ва кук лакмус қоғоз билан синаб кўринг.

Гидролиз реакцияси тенгламаларини молекуляр ва ионли ҳолда ёзиб, эритманинг рН ҳақида ҳулоса чиқаринг.

2. Ишқорий-ер металллар

1. Кальцийнинг сув билан узаро таъсири

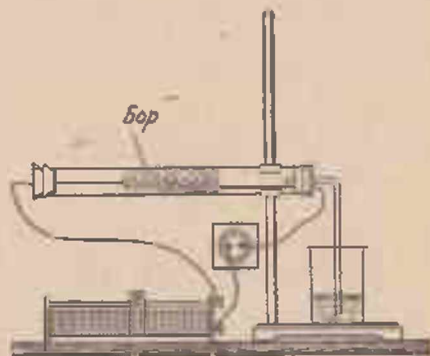
Нухат катталигидаги кальций бўлагини пинцет ёрдамида олиб, филътр қоғозда тозаланг ва кристаллизатордаги сувга ташлаб, устига сувли цилиндр ёки пробирка тункаринг. Пробиркадаги сувни водород сиқиб чиқаргандан кейин пробирка оғзини сув тагида бармоқ билан бекитиб, пробиркани сувдан олинг ва ёниб турган газ горелкаси алангасига яқинлаштириб, пробирканинг оғзини очинг. Нима кузатилади? Кристаллизатордаги сувга 1—2 томчи фенолфталеин томизинг. Эритманинг пушти рангга киришини кузатинг. Кузатилган ҳодисаларни реакция тенгламаларини ёзиш билан изоҳланг.

2. Кальций оксиднинг олиниши

а) Куруқ тигелга майдаланган бўр ёки мармар булакларидан олиб, 15—20 минут газ горелкаси алангасида қыздириг. Тигелнинг оғзини шиша пластинка билан ёпиб совитинг (эксикаторда совитган маъқул). Ҳосил булган кальций оксидни озроқ сувда эритинг ва фенолфталеин билан синаб кўринг. Кузатилган ҳодисаларнинг реакция тенгламаларини ёзиш билан изоҳланг.

б) 52-расмда кўрсатилгандек асбоб йиғинг. Шиша най ичидаги спирит сим устига майдаланган бўр олиб, симларни ток манбаига уланг. Бир неча минутдан сунг та ажралиб чиқиш натижасида стаканда оқ чукма ҳосил булишини кузатинг. 8—10 минутдан кейин ток тобора ширини тухтатинг ва совигандан сунг шиша най ичидаги бурдан олиб, тоза сувда эритинг ва фенолфталеин билан синаб кўринг.

Бажарилган ишнинг реакцияси тенгламасини ёзинг.



52- расм. Кальций оксид олиш учун асбоб.

3. Ишқорий-ер металлларнинг гидроксидларини олиш

а) Туртта пробирка олиб, уларнинг ҳар қайсисига алоҳида-алоҳида $MgCl_2$, $CaCl_2$, $SrCl_2$, $BaCl_2$ эритмаларидан 5 мл дан солинг ва уларнинг устига бир хил мақдорда 2н уювчи натрий эритмасидан қўйинг. Магний хлориддан барий хлоридга утган сари чуқманинг қилиниши сабабини тушунтиринг ва реакция тенгламаларини ёзинг.

б) Уювчи натрий эритмаси ўрнига 2н аммоний гидроксид эритмасидан олиб юқоридаги тажрибани такрорланг. Кузатишдан ҳодисаларнинг сабабини электролитик диссоциланиш назарияси асосида тушунтиринг.

4. Mg, Ca, Sr ва Ba нинг қийин эрувчан тузларини ҳосил қилиш

Тўртта пробирка олиб уларнинг ҳар қайсисига, алоҳида-алоҳида $MgCl_2$, $CaCl_2$, $SrCl_2$, $BaCl_2$ эритмаларидан тенг миқдорда солиб, уларнинг устига натрий сульфат эритмасидан бир хил миқдорда қуйинг. Пробиркаларда ҳосил бўлган чўкмаларнинг рангига ва миқдорига эътибор беринг.

Натрий сульфат эритмаси ўрнига Na_2CO_3 , Na_2HPO_4 , K_2CrO_4 эритмасидан олиб, юқоридаги тажрибани такрорланг. Чукманинг кристалл ёки аморф эканлигини, магнийнинг қайси тузлари эримаслигини аниқланг.

Реакция тенгламаларини ёзинг.

Кузатишдан ҳодисаларини қуйидаги жадвал шаклида ёзиб олинг.

	SO_4^{2-}	CO_3^{2-}	HPO_4^{2-}	CrO_4^{2-}	OH^-	чўкманинг ранги
Mg^{2+}						
Ca^{2+}						
Sr^{2+}						
Ba^{2+}						

Жадвалда эримайдиган тузларни (+) ишора билан, эрийдиган тузларни (—) ишора билан белгиланг. Магнийнинг ва ишқорий-ер металлларнинг қайси тузлари эрийди ва қайси тузлари эримайди; бу ҳақда жадвалга қараб хулоса чиқаринг.

Ишқорий-ер металл сульфатларининг эрувчанлигини бир-бири билан таққослаш

Учта пробирканинг ҳар қайсисига алоҳида-алоҳида $CaCl_2$, $SrCl_2$, $BaCl_2$ эритмасидан 3 мл дан солинг ва уларга тенг миқдорда $CaSO_4$ нинг туйинган эритмасидан қуйинг. Биринчи пробиркада чукма ҳосил бўлмайди. $SrCl_2$ солинган пробиркада бир оздан сунг. $BaCl_2$ солинган пробиркада $CaSO_4$ қуйилиши билан оқ чукма ҳосил бўлади. $CaSO_4$ нинг туйинган эритмаси ўрнига $SrSO_4$ нинг туйинган эритмаси олиб, юқоридаги тажрибани такрорланг. Бунда эритма қайнатилгандан сўнг фақат $BaCl_2$ ли пробиркада лойка ҳосил бўлади. Кузатишдан ҳодисаларни эрувчанлик кўпайтмаси асосида тушунтиринг ва реакция тенгламаларини ёзинг.

6. Ишқорий-ер металллар тузларининг алангани буяши

Темир симни хлорид кислотада ювиб, қайта-қайта алангага тутиб қаттиқ қиздиринг ва CaCl_2 эритмасига ботириб газ горелкаси алангасига тутинг. Аланганинг сарғиш қизил рангга киришини кузатинг. Темир симни яна хлорид кислотада ювиб, яхшилаб қиздиринг ва SrCl_2 эритмасига ботириб, газ горелка алангасига тутинг. Аланганинг оч қизил тусга киришини кузатинг. Симни яна хлорид кислотада ювиб алангада қиздиринг ва BaCl_2 эритмасига ботириб газ горелкаси алангасига тутинг. Аланганинг сарғиш-яшил тусга киришини кузатинг.

7. Қаттиқ сув ҳосил қилиш ва уни юмшатиш

Пробирканинг ярмига қадар оҳақли сув солиниг, унинг ичига шипа най туширинг ва бу найни CO_2 олинадиган аппаратга уланг. Секин оқим билан CO_2 юборинг (газ оқими пробиркадан суюқликни чиқариб юбормасин!) Пробиркада кальций карбонат CaCO_3 чукмаси ҳосил булишини кузасиз. Бундан кейин ҳам CO_2 юборишни давом эттиравеинг. CaCO_3 чукмаси бутунлай эригандан кейин CO_2 юборишни тухтатинг. Кузатилган ҳодисаларнинг реакция тенгламаларини ёзинг. Таркибида эриган ҳолда кальций бикарбонат булган сувни қандай сув деб атаймиз?

8. Бундай сувнинг қаттиқлигини қуйида баён қилинган икки усул билан йўқотиш мумкин:

а) Қаттиқ сувдан колбага солиб, колбани шгатив халқасига яхшилаб урнатинг, сунгра колбани газ горелкаси алангасида қиздиринг ва кальций карбонат чукмаси ҳосил булгунча қайнатинг. Реакция тенгламасини ёзинг.

б) Ҳосил булган аралашмага (яъни таркибида $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ булган суга) натрий гидроксид эритмасидан қушиб, кальций карбонат чукмаси ҳосил қилинг. Реакция тенгламасини ёзинг.

Ма'шқ ва ма'сала'лар

1. Бериллий, магний ва ишқорий-ер металллар атомларининг электрон конфигурацияси ва электрон структурасини ёзинг.

2. Бериллий, магний ва ишқорий-ер металллар табиатда қандай бирикмалар ҳолида учрайди?

3. Бериллий, магний ва ишқорий-ер металлларнинг олиниш реакциялари тенгламаларини ёзинг. Бу металлларнинг қайси тузлари турмушда кўпроқ ишлатилади?

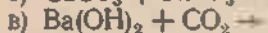
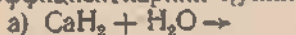
4. Be , Mg , Ca , Sr , Ba металларига сув, кислота, олтингугурт, кислота, азот, фосфор, водород таъсир эттирилганда қандай моддалар ҳосил булади? Реакция тенгламаларини ёзинг.

5. CaO , MgO , BaO , $\text{Ca}(\text{OH})_2$, $\text{Mg}(\text{OH})_2$ ва $\text{Ba}(\text{OH})_2$ нинг олиниши ва таъминий хоссаларига тегишли реакцияларни ёзинг.

6. Бериллий, магний ва ишқорий-ер металлларнинг қайси тузлари бундай ёмон эрийди?

7. Бериллийдан барийга ўтган сари бу металлларнинг оксид ва гидроксидларининг хоссалари қандай ўзгаради?

8. Қуйидаги реакцияларнинг тенгламаларини тугаллаб, тегишли коэффициентларини қуйинг.



9. Қаттиқ сувни химиявий усулда юмшатишда содир бўладиган реакцияларнинг тенгламаларини ёзинг ва уларни тушунтиринг.

10. а) 81 г, б) 5 г моль, в) 2 кг-моль кальций бикарбонатни қиздириб қанча кальций карбонат олиш мумкин? Жавоб: а) 50 г, б) 0,5 кг.

11. Ўт олиб кетган кальций метални сув билан учиритиш мумкин эмас. Нима учун?

12. Оҳактош таркибида 94,4% CaCO_3 , 1,6% MgCO_3 , 4% чамаси карбонат бўлмаган бошқа бирикмалар бор. Шу оҳактош таркибида неча процент CO_2 бор? Жавоб: 42,4%.

13. Пахтани машина билан теришдан олдин ғўза баргини тукиш учун ишлатиладиган модда таркибида 50% Са, 15% С ва 35% N бор. Шу бирикманинг формуласини ёзинг.

14. 100 л сувнинг қаттиқлигини йўқотиш учун унга 15,9 г сода қушиш керак бўлди. Шу сувнинг қаттиқлиги неча миллиграмм-эквивалентга тенг. Жавоб: 3 мг-экв/л.

38-§. ИШҚОРИЙ МЕТАЛЛАР

Ишқорий металллар — литий, натрий, калий, рубидий, цезий кучли қайтарувчилардир. Бу металллар атомларининг сиртқи қаватида биттадан электронни бор. Улар бу электронларини химиявий реакция вақтида осон бериб мусбаб бир валентли ион ҳосил қилади. Бу элементларнинг оксидланиш даражаси ҳамма вақт +1 га тенг. Ишқорий металлларнинг активлиги литийдан цезийга томон ортиб боради, чунки Менделеевнинг даврий системасида юқоридан пастга томон элементларнинг электрон қаватлар сони ортиб, валент электроннинг ядрога тортилиш кучи заифлашиб боради. Бинобарин, ишқорий металлларнинг қайтарувчи хоссалари литийдан францийга томон кучайиб боради.

Ишқорий металлларнинг литийдан бошқалари ҳавода қиздирилганда алангаланиб, пероксидлар ҳосил қилади. Ишқорий металлларнинг нормал оксидлари металлларни шу металлпероксид билан қушиб қиздириб олинади. Ишқорий металллар сув билан реакцияга киришмасос ва водород ҳосил қилади. Ҳосил бўлган асослар сувда яхши эриганлиги учун улар ишқорлар деб аталган. Ишқорий металллар Na_2O_2 , K_2O_4 , Rb_2O_4 , Cs_2O_4 таркибига эга пероксидлар ҳосил қилади. Пероксидларга совуқ сув таъсир эттирилса, водород пероксид ҳосил бўлади:



11. Пероксидларга иссиқ сув таъсир эттирилса ёки эритма иситилса кесирод ажралиб чиқади:



Тажрибалар

Натрий ва калий

1. Ишқорий металлларнинг сувга таъсири

(Тажриба мурили шкафда, ойнаси ёпилган ҳолда ўтказилади)

а) Пробирка ҳажмининг $\frac{3}{4}$ қисмигача сув қуйиб, унга 2—3 томчи фенолфталеин қўшинг ва пробиркани штативга тик ҳолда қўлатинг. Керосин ичида сақланаётган натрийдан пичоқ билан мошдек олиб, фильтр қоғоз орасига олиб артинг ва пробиркадаги суюқликни ташланг. Пробирка оғзига воронка кийдириб, бир неча секунддан кейин ажралиб чиқаётган газни ёндиринг. Пробиркадаги суюқликнинг ранги ўзгаришини кузатинг. Реакция тенгламасини ёзиб, кузатилган ҳодисаларни изоҳлаб беринг.

б) Кристаллизаторнинг ярмигача сув солиб, 2—3 томчи фенолфталеин қўшинг. Калийнинг мошдек булагини пичоқ билан кесиб олиб, фильтр қоғозда тозалаб кристаллизатордаги сувга ташланг. Калий ўзига хос бинафша аланга бериб ёнади, реакция тенгламасини ёзиб, кузатилган ҳодисаларни изоҳлаб беринг.

2. Натрий ва калий пероксиднинг олиниши

(Тажриба мурили шкафда, ойнаси ёпилган ҳолда ўтказилади)

Илҳат катталигидаги натрий ёки калий булакчасини фильтр қоғоз орасида қуришиб (керосиннинг юқи ҳам қолмасин) чинни тигелни солинг. Тигелни учбурчак шаклидаги чинни тагликка жойлаштириб, натрий (калий) алангалангунича эҳтиётлик билан қиздираб. Натрий ёна бошлагач, горелкани ўчиринг. Натрий (калий) булгадан кейин ҳосил бўлган маҳсулотни совитиб, 2—3 мл эритма эритинг (эҳтиёт бўлинг, ёниб бўлмаган натрий метали қолган бўлиши мумкин!). Бунда натрий (калий) пероксид ҳосил бўлганлигини исботлаш мақсадида эритмани иккита пробиркага бўлиб. Биринчи пробиркага озроқ марганец (IV)-оксид солинг. Кесирод ажралиб чиқишини пробиркага учи чулганган чуп тушириб билан исботланг. Иккинчи пробиркага 2—3 томчи суюлтирилган сульфат кислота ва 3—4 томчи калий йодид KJ эритмасидан қўшинг. Йод ажралганлиги учун эритма сариқ рангга киради. Ҳар сариқ ранг сезиларли бўлмаса, эритмага крахмал эритмаси қўшиб билан йод борлигини исботланг. Кузатилган ҳодисаларни таъриф тенгламасини ёзиб тушунтиринг.

3. Натрий пероксиднинг ёғоч қипиғи билан реакцияси

Тенг миқдорда натрий пероксид билан ёғоч қипиғини аралаштириб, сопол пластинка устида дунгалак ҳосил қилинг. Дунгалак

устидан шиша таёқча ёрдами билан чуқурча ясаб, унга 2—3 томчи сув томизинг. Сув билан натрий пероксиднинг узаро таъсиридан чиқадиған иссиқлик ҳисобига қипиқнинг ёнишини кузатинг.

Реакция тенгламасини ёзинг.

4. Натрий пероксид билан алюминийнинг узаро таъсири

Тенг миқдорда натрий пероксид билан алюминий кукунини шиша таёқча билан аралаштириб, сопол пластинка устида дунглик ҳосил қилинг. Ҳосил қилинган дунгалакка 2—3 томчи сув томизинг. Алюминийнинг ёниш сабабини тушунтиринг. Реакция тенгламасини ёзинг.

5. Натрий пероксид билан сирка кислоталарининг узаро реакцияси

Сопол пластинкага озроқ натрий пероксид солинг ва унга ливетка орқали концентрланган сирка кислота томизинг. Ҳар томчи тушганда ёниш ҳосил бўлиш сабабини тушунтиринг.

6. Ишқорий металллар тузларининг алангани буяши

Хлорид кислотада ювиб алангага қайта-қайта тутиб қаттиқ қиздирилган темир (яхшиси — нихром) симни натрий хлорид эритмасига ботириш ва газ горелкаси алангасига тутинг. Аланганини сариқ тусга киришини кузатинг.

Сим хлорид кислотада ювиб яхшилаб қиздирилади, сунгра калий хлорид эритмасига ботирилиб, газ горелкаси алангасига тутинилади. Бунда аланга бинафша рангга киради. Шу тажриба литий хлорид тузи билан олиб борилса, аланга қизғиш-бинафша рангга киради. Бу тажрибадан қандай хулоса чиқариш мумкин?

7. Натрий ва калийнинг кам эрувчи тузларининг ҳосил бўлиш реакцияси

а) Натрийнинг бирор тузи эритмасига калий гексагидроксофосфат (V) $K[Sb(OH)_6]$ эритмасидан озроқ қуйинг. Агар оқ чукма ҳосил бўлмаса пробирка деворларининг ички томонидан шиша таёқча билан ишқаланг, оқ кристалл чукма ҳосил бўлиши эритмада Na^+ борлигини кўрсатади. $Na[Sb(OH)_6]$ чукмага тушишини назарда тутиб, реакция тенгламасини ёзинг.

б) Калийнинг бирор тузи эритмасига ушанча миқдорда натрий гексанитрокобальтат (III) $Na_3[Co(NO_2)_6]$ эритмасидан қуйинг. Сариқ кристалл чукма ҳосил бўлиш текширилатган эритмада K^+ борлигини кўрсатади. $K_3[Co(NO_2)_6]$ ҳосил бўлишини ҳисобга олиб, реакция тенгламасини ёзинг.

8. Калийни аниқлаш учун унинг қора тусли кубсимон кристаллда $K_2Pb[Cu(NO_2)_6]$ ҳосил бўлиш реакциясидан фойдаланилади. Бунинг учун «маҳсус реактив» тайёрланади (8 г $NaNO_2$, 0,9 г $Cu(C_2H_3O_2)_2$, 1,7 г $Pb(C_2H_3O_2)_2$ ва 0,2 мл 30% ли сирка кислота эритмаси олиб уларни 15 мл сувда эритилади). Унинг таркибини шартли равишда $Na_2Pb[Cu(NO_2)_6]$ формула билан ифодалаш мумкин.

Ишқи бажариши тартиби. Соат айланасига 1—2 томчи «максус реактив» солиб, унинг устига калий тузидан кичкина бўлакча қуйинг. Қора тусли кубсимон кристаллар $K_2Pb[Cu(NO_2)_6]$ ҳосил бўлади; буни микроскоп ёрдами билан кузатинг.

Машқ ва масалалар

1. Ишқорий металлларнинг электрон формулаларини ёзинг. Валент электронларини курсатинг.

2. Ишқорий металллар табиий бирикмаларининг формуласини ёзинг.

3. Ишқорий металлларга сув, кислород, хлор, олтингугурт, азот, водород таъсирдан қандай моддалар ҳосил бўлади?

Реакция тенгламаларини ёзинг.

4. Натрий хлорид ва калий хлориднинг суюқланмаси ҳамда натрий хлорид ва калий хлориднинг сувдаги эритмаси электролиз қилинганда катодда ва анодда борадиган процессларнинг оксидланиш-қайтарилиш реакцияси тенгламаларини ёзиб тушунтиринг.

6. Na_2O , K_2O , Na_2O_2 , K_2O_2 , $NaOH$ ва KOH нинг олиниши ҳамда химиявий хоссаларига тегишли реакцияларни ёзинг.

7. Ишқорий металлларнинг сувга эримайдиган тузлари формулаларини ёзинг.

8. Таркибида 4,6 г натрий ва 3,9 г калий булган қотишманинг 8,5 грами сувга таъсир эттирилганда қанча ҳажм водород ажралиб чиқади? Жавоб: 3,3 л.

9. $NaCl$ ва KCl нинг 1 г аралашмасига $PtCl_4$ таъсир эттирилганда эрийдиган $K_2[PtCl_6]$ тузидан 1,5 г ҳосил булган. Аралашмадаги KCl нинг процент миқдори топилинсин. Жавоб: 46% KCl .

10. Натрий пероксидга 30 г карбонат ангидрид таъсир эттириб, қанча ҳажм кислород ҳосил қилиш мумкин? Жавоб: 8,1 л.

§. 5. КОМПЛЕКС БИРИКМАЛАР

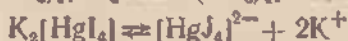
Умумий тушунча. Аноорганик бирикмалардан комплекс ёки координацион бирикмалар муҳим урин эгаллайди. Комплекс бирикмалар икки тил мураккаб модда молекулаларининг ўзаро бирикишидан ҳосил бўлади:



Комплекс бирикмаларнинг тузилиши ҳақида дастлаб 1893 йилда швейцар олим А. Вернер ўз назариясини яратди*.



Комплекс бирикмалар сувдаги эритмаларда комплекс ионга ва ташқи сферадаги ионга ажралади:



Ушбу процесс хулди кучли электролитларнинг диссоцилланиши каби тушунарли (таъридан 100%) бўлади. Комплекс ион алмашиниш реакциялари

* Ҳ. В. Вернер. Аноорганик химия, «Ўқитувчи» нашриёти, 1974, 149-бет.

вактида ўз таркибини ўзгартирмаган ҳолида бошқа нонга алмашина олади:



Бу реакцияда комплекс ион $[\text{Fe}(\text{CN})_6]^{3+}$ турнбул зангори ҳолида чуқмага тушади.

Комплекс ионнинг ўзи ҳам эритмада худди кучсиз электролитлар каби узининг таркибий қисмларига диссоцилана олади:



Бу процесс учун массалар таъсири қонунини татбиқ этиш мумкин:

$$K_{\text{бе}} = \frac{[\text{Ag}^+] \cdot [\text{NH}_3]^2}{[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]^+} = 6,8 \cdot 10^{-8}$$

$K_{\text{бе}}$ — комплекснинг беқарорлик константаси.

$K_{\text{бе}}$ — қанча катта бўлса, комплекс шунча беқарор бўлади.

$\frac{1}{K_{\text{бе}}} = \beta$ — комплекснинг барқарорлик константаси дейилади.

Комплекснинг барқарорлиги марказий ион билан лигандлар орасидаги химиявий боғланишнинг мустаҳкамлигига боғлиқ. Масалан:

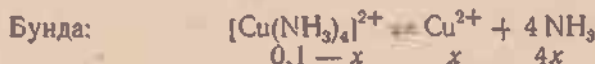
$$[\text{Ag}(\text{CN})_2]^- \text{ учун } K_{\text{бе}} = \frac{[\text{Ag}^+] [\text{CN}^-]^2}{[\text{Ag}(\text{CN})_2]^-} = 8 \cdot 10^{-22}$$

$$[\text{Ag}(\text{CH}_3\text{COO})_2]^- \text{ учун } K_{\text{бе}} = \frac{[\text{Ag}^+] [\text{CH}_3\text{COO}^-]^2}{[\text{Ag}(\text{CH}_3\text{COO})_2]^-} = 2,2 \cdot 10^{-1}$$

Комплекснинг беқарорлик константасидан (12-жадвал) фойдаланиб, эритмалардаги марказий ион ва лигандлар концентрацияларини ҳисоблаб топиш мумкин. Бу концентрациялар ҳисобланганидан кейин ушбу ионларни қайси бирикма ҳолида чуқтириш мумкинлиги аниқланади. Бунинг учун уша бирикма ЭК сидан (эрувчанлик кўпайтмасидан) ҳам фойдаланилади.

Мисол. $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]\text{SO}_4$ нинг 0,1 М эритмаси берилган. Шу эритмадан мисни $\text{Cu}(\text{OH})_2$ ҳолида чуқтириш мумкинми? ($K_{\text{бе}} = 2,1 \cdot 10^{-13}$)

Ечмш. $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]^{2+}$ ионнинг диссоциланишидан ҳосил бўлган мис ионининг концентрациясини моль/л ҳисобида x билан ишоралайми.



NH_3 нинг концентрацияси $4x$ бўлади.

$$K_{\text{бе}} = \frac{[\text{Cu}^{2+}] \cdot [\text{NH}_3]^4}{[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]^{2+}} = \frac{x(4x)^4}{0,1-x} = 2,1 \cdot 10^{-13}$$

диссоциланиш кучсиз бўлганлигидан $0,1 - x$ ўрнига 0,1 нинг ўзини оламиз. У ҳолда

$$\frac{x(4x)^4}{0,1} = 2,1 \cdot 10^{-13} \text{ ёки } x^5 = 8,2 \cdot 10^{-17}$$

$$x = \sqrt[5]{8,2 \cdot 10^{-17}} = \sqrt[5]{8200 \cdot 10^{-20}} \quad x = 6,1 \cdot 10^{-4} \text{ моль/л}$$

Эритмага OH^- лар концентрацияси $0,1$ моль/л га етгунча NaOH қушайлик. Эритмадаги Cu^{2+} ва OH^- ионлар концентрацияларининг купайтмаси:

$$[\text{Cu}^{2+}] \cdot [\text{OH}^-]^2 = 6,1 \cdot 10^{-4} \cdot (10^{-1})^2 = 6,1 \cdot 10^{-6}$$

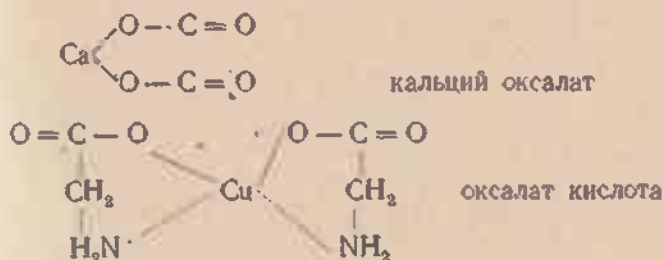
Бу қийматлар 12-жадвалдаги $\text{ЭК}_{\text{Cu}(\text{OH})_2} = 5,0 \cdot 10^{-19}$ билан таққосланади. Топилган купайтма $\text{ЭК}_{\text{Cu}(\text{OH})_2}$ дан анча катта. Демак, чуқма ҳосил булади.

Комплекс бирикмаларнинг энг муҳим хиллари. Биз комплекс бирикмаларни катион комплекс, анион комплекс ва нейтрал комплекслар деб уч синфга бўлдик. Комплекс бирикмаларнинг сони жуда кўп; улар турли таркиб ва хоссаларга эга. Комплекс бирикмаларнинг энг муҳим синфлари жумласига ацидокомплекслар, аквакомплекслар, аммиакатлар ва хелатлар киради. Ацидокомплексларда лигандлар ролини кислота қолдиқлари (ва гидроксогруппалар) бажаради. Масалан $\text{K}_2[\text{HgJ}_4]$, $\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$, $\text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]$, $\text{Na}_2[\text{SnCl}_6]$ каби комплекс тузлар, $\text{H}_2[\text{SiF}_6]$, $\text{H}[\text{AuCl}_4]$, $\text{H}_2[\text{PtCl}_6]$ каби комплекс кислоталар, $\text{Na}_2[\text{Zn}(\text{OH})_4]$, $\text{K}_2[\text{Sn}(\text{OH})_6]$ каби гидроксокомплекслар ва $\text{MgCl}_2 \cdot 2\text{KCl}$, $\text{K}_2\text{SO}_4 \cdot \text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 24\text{H}_2\text{O}$ каби қушалок тузлар — ацидокомплекслар жумласига киради.

Аквакомплексларда лигандлар ролини сув молекулалари бажаради. $[\text{Ni}(\text{H}_2\text{O})_6]\text{Cl}_2$, $[\text{Cr}(\text{H}_2\text{O})_6]\text{Cl}_3$, $[\text{Ca}(\text{H}_2\text{O})_6]\text{Cl}_2$ каби бирикмалар аквакомплекслардир. Аквакомплексларнинг ички сферасидаги сув молекулалари марказий атом билан деярли мустаҳкам бириккан булади, шунинг учун улар эритмалардан $\text{NiCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$, $\text{CrCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$, $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$, $\text{CaCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ таркибли кристаллгидратлар ҳолида ажралиб чиқади.

Аммиакатларда лигандлик ролини аммиак молекулалари бажаради. $[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]\text{Cl}$, $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]\text{SO}_4$, $[\text{Co}(\text{NH}_3)_6]\text{Cl}_3$, $[\text{Ni}(\text{NH}_3)_6](\text{NO}_3)_2$ лар аммиакатлар учун мисол була олади.

Хелатлар шундай комплекс бирикмаларки, уларнинг ички сферасида марказий атом лигандлар билан бирикиб, циклик тузилишга эга бўлган таркибий қисмлар ҳосил қилади:



Хелатлар учун мисол була олади.

Кальций оксалатда лигандлик ролини оксалат кислота қолдиғи бажаради, мис гликолят тарихидаги лиганд — аминосирка кислота қолдиғидир ($\text{NH}_2\text{CH}_2\text{COO}^-$). Бу модда ичи комплекс бирикмалар тарихидаги хелатлар учун мисол була олади.

Комплекс бирикмаларга оид тажрибалар

1- тажриба. Анион комплексларнинг ҳосил бўлиши ва диссоциланиши. а) Пробиркага симоб (II)- нитрат (кучли заҳар) эритмасидан 1—2 мл олиб, унга то HgI_2 чуқмаси ҳосил бўлгунча KJ эритмасидан томизинг. Сунгра KJ эритмасидан мул миқдорда қушинг, чуқма эрийди. Содир булган реакция тенгламасини ва ҳосил булган комплекс бирикманинг координацион формуласини ёзинг.

б) Пробиркага $\text{Bi}(\text{NO}_3)_3$ эритмасидан 2—3 мл олиб, унга BiI_3 чуқмаси ҳосил булгунча 0,5 н KJ эритмасидан томизинг. Яна бир неча томчи қушинг; BiI_3 чуқмаси эриб кетади. Қандай рангли эритма ҳосил булади? Бу ранг K^+ , J^- , Bi^{3+} ионлар рангими? Содир булган реакция тенгламасини ва ҳосил булган комплекс бирикманинг координацион формуласини ёзинг. Бунда Bi^{3+} нинг координацион сони туртга тенглигини эътиборга олинг. Комплексининг диссоциланиш тенгламасини ҳам ёзинг.

в) MgCl_2 эритмасига томчилаб $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$ нинг концентрланган эритмасидан қушинг. Дастлаб чуқма ҳосил бўлиб, у $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$ дан ортиқча қушилганда эрийди, чунки $[\text{Mg}(\text{CO}_3)_2]^{2-}$ таркибли комплекс ион ҳосил булади.

2- тажриба. Катион комплексларнинг ҳосил бўлиши ва диссоциланиши. а) Пробиркага AgNO_3 эритмасидан 1—2 мл солиб, унинг устига озроқ NaCl эритмасидан қушинг. Чуқма ҳосил бўлади. Чуқма эригунича аммиак эритмаси қуйинг. Содир булган реакция тенгламасини ёзинг (Ag^+ ионнинг координацион сони 2 га тенглигини эътиборга олинг). Кузатилган узгаришларга изоҳ беринг.

б) Пробиркага CuCl_2 эритмасидан 1—2 мл солиб, унинг устига аммиак эритмасидан томиза боринг; аввал $\text{Cu}(\text{OH})_2$ чуқмаси ҳосил булади, сунгра эрийди. Ҳосил булган эритма рангини Cu^{2+} ион ранги билан солиштиринг. Реакция тенгламасини ёзинг. Қандай комплекс ҳосил булади? Унинг диссоциланиш тенгламасини ёзинг. Ҳосил булган эритмани келгуси тажрибалар учун сақлаб қуйинг.

в) Пробиркага никель хлорид эритмасидан 2—3 мл солиб, унинг устига концентрланган аммиак эритмасидан томизинг. Дастлаб чуқма ҳосил бўлиб, у аммиак эритмасидан ортиқча қушилгандан кейин эриб кетади; шундан сунг қўлингиздаги эритмага калий бромиднинг туйинган эритмасидан барабар ҳажм қушинг. Чуқма ҳосил булади. Эритмани бошқа идишга қуйиб олиб, эҳтиётлик билан чуқмадан ажратинг ва чуқмани хлорид кислотада эритинг. Ранг узгаришига эътибор беринг. Реакция тенгламаларини ёзинг.

3- тажриба. Тежир (III) нинг оддий ва комплекс ионларининг узаро фарқи. а) 1—2 мл FeCl_3 эритмасига озроқ KSCN эритмасидан қуйинг. Содир булган реакция тенгламасини ёзинг. Бу реакция Fe^{3+} ионнинг эритмада бор-йўқлигини курсатувчи характерли реакция бўлиб, аналитик химияда қўлланилади.

б) Пробиркага 1—2 мл $\text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ эритмасидан солиб, унинг устига KSCN эритмасидан озроқ қушинг. Юқоридаги ҳодиса руй берадими?

в) Иккита пробирка олиб, уларнинг бирига озроқ FeCl_3 эритмасидан, иккинчисига $\text{K}_2[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ эритмасидан солинг. Иккала пробиркадаги эритмалар устига FeSO_4 эритмасидан қушинг. Биринчи пробиркада ҳеч қандай узғариш куринмайди; иккинчи пробиркада турibuл зангориси — $\text{Fe}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]_2$ ҳосил булади. Содир булган реакцияни молекула ва ион кўринишида ёзинг (турibuл зангорининг ҳосил булиши — $[\text{Fe}(\text{CN})_6]^{3-}$ ион учун характерли реакциядир).

г) FeCl_3 эритмасига $\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ эритмасидан қушинг. Реакция натижасида $\text{Fe}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]_2$ чуқмаси ҳосил булади.

4- тажриба. Комплекс ионларнинг мустақамлиги ва координацион бирикмаларнинг емирилиши. а) Юқорида 2- тажрибада келтирилган усул билан $[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]\text{Cl}$ таркибли комплекс эритма ҳосил қилиб, уни турibuлта пробиркага булиб солинг. Пробиркалардаги эритмаларни келтүси тажриба учун сақлаб қўйинг.

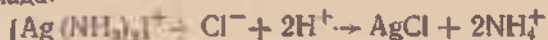
б) Бир пробиркага 1—2 мл $[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]\text{Cl}$ эритмасидан солиб, унинг устига бир булак рух метали ташланг. Қандай ҳодиса кузатилади? Рух ион Zn^{2+} нинг координацион сони 4 га тенглигини ҳисобга олган ҳолда содир булган реакция тенгламасини ёзинг. Рух тетрааммин ва кумуш диамин ионларининг беқарорлик константалари қийматларига асосланиб, марказий атом — кумушнинг рухга алманишиш реакциясини тушунтириб беринг:

$$K_{\text{Zn}} = 6,8 \cdot 10^{-6} \text{ ва } K_{\text{Ag}} = 3,5 \cdot 10^{-10}$$

в) Пробиркага $[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]\text{Cl}$ эритмасидан 1—2 мл олиб, унинг устига суюлтирилган нитрат кислота эритмасидан бир неча томчи томинг. Кумуш хлорид чуқмаси ҳосил булади, чунки эритмада $[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]^+$ диссоциланиб, эритмада Ag^+ ионлар концентрацияси ортиб кетади; ҳосил булган NH_3 нитрат кислота билан бирикади; кумуш ион эса эритмадаги Cl^- ионлар билан бирикиб AgCl чуқмасини ҳосил қилади; йнғинди тенглама қўйидагича ёзилади:



Оли ион формада:



д) реакциянинг чапдан унга бориш сабабини тушунтиринг. Бунда $[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]^+$ ионнинг беқарорлик константаси $6,8 \cdot 10^{-6}$ эканлигини ва NH_3 ики эса $6 \cdot 10^{-10}$ лигини эътиборга олинг.

е) Учта пробиркага 1—2 мл дан $[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]\text{Cl}$ эритмасидан солинг. Биринчи пробиркага NaOH , иккинчисига KJ ва учинчисига $(\text{NH}_4)_2\text{S}$ эритмаларидан қушинг. Биринчи пробиркада Ag_2O чуқмаси ҳосил булмайди, чунки эритмадаги Ag^+ ва OH^- ионлар концентрацияларининг кўпайтмаси AgOH нинг ЭКси (яъни $2 \cdot 10^{-8}$) дан кам. Иккинчи пробиркада AgJ чуқмаси ҳосил булади, чунки $\text{EK}_{\text{AgJ}} = 9 \cdot 10^{-17}$; учинчи пробиркада Ag_2S чуқмаси ҳосил булади, чунки $\text{EK}_{\text{Ag}_2\text{S}} = 5,9 \cdot 10^{-52}$ дир.

з) Бир пробиркага AgNO_3 ва NaCl эритмаларидан солиб, AgCl чуқмасини ҳосил қилинг. Сунгра бу чуқма батамиз эриб булгунга

1н $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ эритмасидан қушинг. Реакция натижасида $\text{Na}[\text{AgS}_2\text{O}_3]$ таркибли комплекс ҳосил бўлиши тенгламасини ёзинг.

е) Юқорида 2- тажрибада ҳосил қилинган $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]\text{Cl}_2$ ко плекс эритмасини иккита пробиркага бўлинг; бирига NaOH эритмаси, иккинчисига NaHS эритмаси қуйинг. Қандай ҳодиса кузатилади? Соди р булган реакцияларнинг тенгламаларини ёзинг. Бунда

$$\begin{aligned} \text{ЭК}_{\text{CuS}} &= 3 \cdot 2 \cdot 10^{-13}, \quad K_{\text{св}}[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]^{2+} = \\ &= 2,1 \cdot 10^{-13} \quad \text{ЭК}_{\text{Cu}(\text{OH})_2} = 5 \cdot 10^{-19} \end{aligned}$$

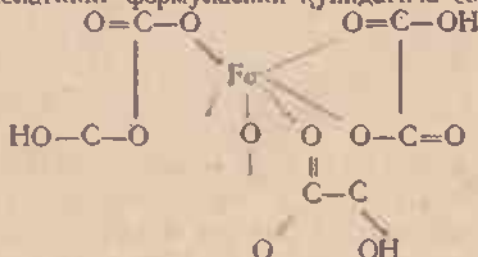
эканлигини эътиборга олинг.

5- тажриба. *Кадмий, симоб, қўрғошин, рух, алюминий, хром, темир ва қалай металлларнинг баъзи комплекс бирикмалари.* а) Cu^{2+} ва Hg^{2+} тузлари эритмаларига Na_2SO_3 нинг тўйинган эритмасидан қушинг. Дастлаб чуқмалар ҳосил бўлади. Na_2SO_3 дан мул қушилса, чуқма эрийди. $\text{Na}_2[\text{Cd}(\text{SO}_3)_2]$ ва $\text{Na}_2[\text{Hg}(\text{SO}_3)_2]$ таркибли комплекслар ҳосил бўлади. Комплекс ҳосил бўлганига ишонч ҳосил қилиш учун, уша комплекслар эритмаларидан олиб унга NaOH , Na_2S таъсир эттиринг. Na_2S комплексларни парчалайди.

б) Қўрғошин сульфат чуқмаси ҳосил қилинг. Бунинг устига натрий ацетатнинг концентрланган эритмасидан қушинг. $[\text{Pb}(\text{CH}_3\text{COO})_4]^{2-}$ таркибли комплекс ион ҳосил бўлади. Реакция тенгламасини ёзинг. Қандай ҳодиса кузатган бўлсангиз, дафтарингизга ёзинг. Реакция тенгламасини ёзинг.

в) Zn^{2+} , Al^{3+} , Sn^{2+} , Pb^{2+} ва Cr^{3+} тузлари эритмаларидан пробиркаларга олиб, ҳар қайсисининг устига NaOH эритмасидан қуйинг. Аввал гидроксидларнинг чуқмалари ҳосил бўлади. Ишқор мул қушилганда бу чуқмалар эриб, $[\text{Zn}(\text{OH})_4]^{2-}$, $[\text{Al}(\text{OH})_4]^-$, $[\text{Sn}(\text{OH})_4]^{2-}$, $[\text{Pb}(\text{OH})_4]^{2-}$ ва $[\text{Cr}(\text{OH})_4]^-$ таркибли комплекс ионлар ҳосил бўлади. Реакция тенгламаларини ёзинг.

г) Темир (III)-гидроксид чуқмаси устига оксалат кислота $\text{COOH}-\text{COOH}$, тартрат кислота $\text{COOH}-\text{CHOH}-\text{COOH}$, лимон кислота $\text{CH}_2(\text{COOH})-\text{C}(\text{OH})(\text{COOH})-\text{CH}_2(\text{COOH})$ эритмалари солиб қидиринг. Натижада хелатлар ҳосил бўлади. Оксалат кислота билан ҳосил булган хелатнинг формуласини қуйидагича ёзиш мумкин:



Вино ва лимон кислоталар ҳам узининг карбоксил группалари орқали Fe^{3+} билан бирикади.

Ҳосил қилинган комплекс бирикма хелатлар эритмасига $KSCN$, $K_4(Fe(CN)_6)$ эритмаси таъсир эттириб курунг. Шу йул билан эритмада Fe^{3+} борлигини аниқлаш мумкинми?

40-§. МИС ВА КУМУШ

Мис, кумуш ва олтин даврий система I группасининг қўшимча группача (мис группача) элементлари бўлиб, улар *d*-элементлар жумласига киради. Мис группача элементлари атомларининг сиртқи қаватларида бир электрон ва сиртқидан олдинги қаватида 18 электрон бўлади. Уларда 18 электронли қобикнинг мавжудлиги ва гидро зарядларнинг катта қийматга эгалиги натижасида электрон қобиклар торайиб кичиклашади. Шунга кўра бу элементларнинг атом радиуслари ишқорий металларникига қараганда анча кичик, ионланиш потенциаллари анча катта бўлади. Шу сабабдан мис, кумуш ва, айниқса, олтин қийин оксидланади: уларнинг мусбат зарядли ионлари эса оксидловчи хоссаларни намоён қилади. Бу элементлар сиртқи қаватидаги бир электронини йўқотиб, ишқорий металллар каби бир мусбат зарядли ионлар ҳосил қилади.

Бу жиҳатдан мис группача элементлари ишқорий металлларга ўхшаса-да, физикавий ва химиявий хоссалари жиҳатидан бир-биридан фарқ қилади.

Мис табиатда мис ялтироғи Cu_2S , мис колачедани $CuFeS_2$, қизил мис рудаси Cu_2O , малахит $CuCO_3 \cdot Cu(OH)_2$ ҳолида учрайди. Қизиб турган мис (II)-оксидни кумир ёки водород билан қайтариб мис олиниди. Сульфидли рудадан мис ажратиш олиш учун руда аввал куйдирилиб, CuO га айлантирилади. Сунгра мис оксид кумир билан қайтарилиб ундан мис олинади. Бу йул билан олинган мис таркибида қўшимча маҳсулотлар бўлади. Мис қўшимча маҳсулотлардан электронли усули билан тозаланadi. Кучланишлар қаторида мис водороддан кейин турганлиги учун кислоталардан водородни сиқиб чиқара олмайди. Суюлтирилган HCl ва H_2SO_4 мисга таъсир этмайди. Оксид ишчилар, масалан, кислород иштирокида қуйидагича реакция боради:

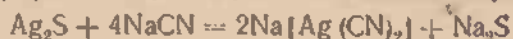


Мис кайноқ концентрланган сульфат кислота таъсир эттирилса H_2SO_4 ва SO_2 ҳосил бўлади. Мис суюлтирилган ва концентрланган азот кислотада эрийди. Кислота концентрланган булса NO_2 , суюлтирилган булса NO ажралиб чиқиб, иккала ҳолда ҳам $Cu(NO_3)_2$ тузи ҳосил бўлади. Мис ҳавода $300-400^\circ C$ гача қиздирилса, кислород билан бирикиб CuO ни ҳосил қилади. Мис (II)-оксид $400^\circ C$ дан юқори температурада мис (I)-оксид билан кислородга парчаланadi.

Мис аммиакнинг сувдаги эритмаси билан реакцияга киришиб, комплекс ион $[Cu(NH_3)_4]^{+2}$ ҳосил қилади.

Мис кислород, олтингугурт, галогенлар ва баъзи бошқа элементлар билан бевосита бирика олса ҳам, химиявий жиҳатдан қараганда олтин металлдир. Мис уз бирикмаларида бир ва икки валентли бўлади. Бир валентли мис бирикмаларига: Мис (I)-оксид Cu_2O , мис хлорид Cu_2Cl_2 , мис (I)-йодид CuI , мис цианид $CuCN$, мис (I)-суль-

фат Cu_2SO_4 , мис (I)-сульфид Cu_2S , мис (I)-гидроксид CuOH кабилар мисол була олади. Бир валентли мис бирикмалари сувда эримайдиган ва қайтарувчи хоссаларга эга бўлган моддалар жумласига киради. Икки валентли мис бирикмаларига $\text{Cu}(\text{OH})_2 \cdot \text{CuCO}_3$, CuCl_2 , CuSO_4 , CuO , $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$, $\text{Cu}(\text{OH})_2$, CuBr_2 , $\text{Cu}(\text{CH}_3\text{COO})_2$, $\text{Cu}(\text{CN})_2$, CuS , CuJ_2 ни мисол қилиб кўрсатиш мумкин. Икки валентли мис тузларининг кўпи сувда эрийди. Бир валентли мис ҳам, икки валентли мис ҳам, турли лигандлар билан комплекс бирикмалар ҳосил қила олади. Кумуш табиатда эркин ҳолда ҳам, бирикмалар ҳолида ҳам учрайди. Кумушнинг энг муҳим табиий бирикмаси кумуш сульфид Ag_2S дир. Кумуш сульфид кўпинча мис, қўроғшин ва рух сульфидлар билан бирга учрайди. Саноатда кумуш бир неча усуллар билан олинади. Улардан бири кўкун ҳолига келтирилган кумуш рудасига натрий цианид ёки калий цианид эритмаси билан нишлов беришдир; бунинг натижасида кумушнинг сувда эрийдиган комплекс тузи ҳосил бўлади:



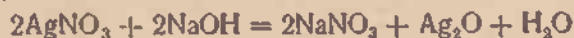
Бу туз эритмасига рух таъсир эттирилса кумуш ажралиб чиқади:



Кумуш бошқа металлларга нисбатан электр токини ва иссиқликни яхши утказади, у кислород билан реакцияга киришмайди. Озон билан реакцияга киришиб, кумуш оксид ва кислород ҳосил қилади. Кумуш водород сульфид, галогенлар билан реакцияга киришиб, тузлар ҳосил қилади. Кумуш концентралланган сульфат кислотада, суюлтирилган нитрат кислотада эрийди.



Кумуш ўз бирикмаларида 1, 2, 3 валентли була олади. Икки ва уч валентли кумушнинг бирикмалари беқарор бўлиб, комплекс туз ҳолидагина мавжуд була олади. Кумуш тузларидан AgF , AgNO_3 лар сувда яхши эрийди, Ag_2SO_4 , AgCH_3COO оз эрийди, AgCl , AgBr , AgI лар ёмон эрийди. Кумуш тузларига ишқор таъсир эттирилса, AgOH ҳосил бўлмасдан Ag_2O ҳосил бўлади, чунки AgOH химиявий жиҳатдан барқарор эмас:



Ag_2O сувда оз эрийди, у ишқор хоссаларига эга.

Ни

Таърибалар

1) Мис металининг олиниши

а) Пробиркага мис сульфат $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ кристалидан 2—3 г олиб, уни озроқ сувда эритинг. Ҳосил бўлган эритмага 2—3 булак рух метали солинг. Пробиркани қиздиринг. Ҳаво ранг эритманинг рангсизланишини ва эркин ҳолда мис ажралиб чиқишини кузатинг. Ранг

сизланган эритмадан чинни косачага озроқ олиб буглатинг. Идиш ичида оқ кристаллар ҳосил булиши сабабини реакция тенгламаларини ёзиб тушунтиринг.

б) Мис (II)- хлорид CuCl_2 эритмаси солинган U-симон найни темир штатив қисқичига ўрнатинг, найга кумир электродлар тушириб, электродларни 4,5 В ли батареяга уланг. Эритма орқали 3—5 мин давомида ток ўтказинг. Катодда мис пайдо булишини кузатинг. Анодда хлор ажралганини хидидан ва КJ, крахмал шимдирилган филтёр қоғозининг кукаришидан билинг. Катод ва анодда борадиган реакцияларнинг тенгламаларини ёзинг.

2. Миснинг қайтарувчи хоссалари

а) Соч толасидек ингичка мис симдан бир тутамини газ торелкаси алангасида қиздириб, тезда хлорни идишга туширинг. Миснинг хлорда ёнишини кузатинг. Иш совигандан кейин, унга озгина сув солинг. Хаво ранг эритма ҳосил булишини кузатинг. Бу реакцияда хлор қайтариладими?

б) Симоб нитрат $\text{Hg}(\text{NO}_3)_2$ эритмаси солинган чинни косачага 1, 2, 3, 5 тийинлик чака ташланг. Чака устига симоб утиргандан сўнг, уни косачадан олиб сув билан қвиб, филтёр қоғозда артинг. Кузатилган ходисани оксидланиш-қайтарилш реакцияси тенгламасини ёзиб тушунтиринг. Симоб буғи ва унинг барча бирикмалари жуда заҳарли, шунинг учун тажриба тамом булиши билан қўлингизни ювулаб ювинг.

в) Учта пробирка олиб, бирига 2 н хлорид кислота, иккинчисига 2 н сульфат кислота ва учинчисига 2 н нитрат кислота эритмасидан қуйинг. Ҳар қайси пробиркага бир булакдан мис сими солинг. Хлорид ва сульфат кислота солинган пробиркада реакция бормаслигини, нитрат кислота солинган пробиркада хаво ранг эритма ҳосил булишини ва NO гази ажралиб чиқишини кузатинг. Юқсаридаги тажрибани концентрланган хлорид, сульфат, нитрат кислоталар билан такрорлаш. Реакция бормаган пробиркаларни қиздириг. Сульфат кислотали пробиркада SO_2 ажралиб чиқишини, нитрат кислотали пробиркада NO, ҳосил булишини ҳисобга олиб, реакцияларнинг тенгламаларини ёзинг.

3. Мис гидроксиднинг олиниши ва хоссалари

а) Миснинг бирор тузи эритмасидан тўртта пробиркага солиб, уларнинг устига 2 н ўловчи натрий эритмасидан қўшинг. Ҳамма пробиркада хаво ранг $\text{Cu}(\text{OH})_2$ чукмаси ҳосил булишини кузатинг.

Ҳосил қилинган $\text{Cu}(\text{OH})_2$ чукмаларни кейинги тажрибалар учун қўлаб қуйинг. Реакция тенгламасини молекула ва ион ҳолида ёзинг.

б) $\text{Cu}(\text{OH})_2$ чукмаси бор биринчи пробиркага 2 н хлорид кислота иккинчи пробиркага 30% ли NaOH эритмасидан қўшинг. Қайси пробиркадаги чукма эрийди? Мис гидроксид қандай ҳоссага эга? Реакция тенгламасини молекула ва ион ҳолида ёзинг.

в) Мис гидроксид бор учинчи пробиркани қайтагунича қиздириг. Мис гидроксиднинг парчаланиб, мис (II)- оксид ҳосил қилини натижаси чукманинг қорайишини кузатинг. Реакция тенгламасини ёзинг.

г) Мис гидроксид $\text{Cu}(\text{OH})_2$ чуқмаси бор туртинчи пробиркага концентранган аммиак эритмасидан қушинг. Туқ кук комплекс бирикма $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4](\text{OH})_2$ ҳосил булиши натижасида чуқманинг эришини кузатишг. Реакция тенгламасини ёзинг.

4. Cu^{2+} ионининг оксидловчи хоссалари

а) Мис (II)-сульфат эритмаси солинган пробиркага калий йодид эритмасидан қушинг. Оқ чуқма Cu_2J_2 ҳосил булишини ва эритманинг сариқ рангга киришини кузатишг. Эритмада йод борлигини исботлаш учун эритмадан бошқа пробиркага 2—3 томчи олинг, сув билан суюлтириб устига крахмал эритмаси (клейстри) дан томизинг. Кук ранг пайдо булишини кузатишг. Cu_2J_2 чуқмасининг оқ рангли эканлигига ишонч ҳосил қилиш учун Cu_2J_2 чуқмаси бор пробиркага сариқ ранг йуқолгунча Na_2SO_4 эритмасидан қушинг. Реакция тенгламаларини ёзинг.

б) CuSO_4 эритмаси солинган пробиркага қора чуқма $\text{Cu}(\text{SCN})_2$ ҳосил булгунча KSCN эритмасидан қушинг. $\text{Cu}(\text{SCN})_2$ чуқмаси устига янги тайёрланган H_2SO_3 эритмасидан солинг. Қора чуқманинг оқ рангга утишини кузатишг. $\text{Cu}(\text{SCN})_2$ билан H_2SO_3 орасидаги реакция тенгламасини ёзинг.

5. Икки валентли миснинг кам эрийлган тузларини ҳосил қилиш

а) CuSO_4 эритмаси солинган пробиркага аммоний сульфид эритмасидан қушинг, ҳосил булган CuS чуқмасининг кислота ва ишқорларда эришини синаб куринг. Реакция тенгламасини молекула ва ион ҳолида ёзинг.

б) CuSO_4 эритмаси солинган пробиркага тенг миқдорга Na_2CO_3 эритмасидан қушинг. Кук рангли мис (II)-гидроксикарбонат чуқмаси ҳосил булишини ва CO_2 газни ажралиб чиқишини кузатишг. Реакция тенгламасини молекула ва ион ҳолида ёзинг.

6. Миснинг комплекс бирикмалари

а) Мис сульфат эритмаси солинган пробиркага дастлаб чуқмага тушадиган мис (II)-гидроксисульфат $(\text{CuOH})_2\text{SO}_4$ асос тузи эриб кетгунча 25% ли аммиак эритмасидан қушинг. Чуқма эриши натижасида миснинг зангори ранг комплекс бирикмаси ҳосил булади:

$$(\text{CuOH})_2\text{SO}_4 + \text{NH}_4\text{OH} = [\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]\text{SO}_4 + [\text{Cu}(\text{NH}_3)_4](\text{OH})_2 + 8\text{H}_2\text{O}$$

 $(\text{CuOH})_2\text{SO}_4$ ҳосил булиш реакцияси тенгламасини ёзинг.

б) 4а-тажрибада ҳосил қилинган Cu_2J_2 чуқмаси устидаги эритмани пипетка ордамида олинг. Cu_2J_2 чуқмаси устига 2 н $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ эритмасидан қуйинг. Чуқманинг эриши натижасида $\text{Na}_4[\text{Cu}(\text{S}_2\text{O}_3)_2]$ комплекс тузи ҳосил булишини ҳисобга олиб реакция тенгламасини ёзинг.

в) Мис сульфат эритмаси солинган пробиркага $\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ эритмасидан қушинг. Куйгир чуқма $\text{Cu}_2[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ комплекс тузи ҳосил булишини кузатишг. Реакция тенгламасини ёзинг.

7. Мис тузларининг гидролизи

а) CuSO_4 , CuCl_2 , $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$ эритмаларини қизил ва кук лакмус қоғоз билан синаб курунг. Кук лакмус қоғоз рангининг узгариши сабабини тушунтирунг. Бу тузларининг гидролизланиш реакцияларини молекула ва ион ҳолида ёзинг.

б) CuSO_4 эритмаси солинган пробиркага тенг миқдор натрий карбонат эритмасидан солинг. Пробиркани бир оз киздирунг. Мис (II)-гидроксикарбонат $(\text{CuOH})_2\text{CO}_3$ чуқмаси ҳосил бўлишини ва CO_2 газини чиқариб чиқишини кузатинг. CuCO_3 ҳосил бўлмаслик сабабини тушунтирунг. Реакция тенгламаларини молекула ва ион ҳолида ёзинг.

8. Кумуш металининг олиниши

4 — 5 томчи қалай (II)-хлорид эритмасига дастлаб чуқмага тушарилаётган қалай (II)-гидроксид эригунча 2и NaOH эритмасидан томчилаб қушинг. Ҳосил бўлган Na_2SnO_2 эритмаси устига 2 — 3 томчи AgNO_3 эритмасидан томизинг. Қора кукун ҳолидаги кумуш металини чиқариб чиқишини кузатинг.

а) Қалай хлорид билан NaOH реакцияга киришиб, $\text{Sn}(\text{OH})_2$ ҳосил бўлишини, б) $\text{Sn}(\text{OH})_2$ ортқича NaOH билан бирикиб, Na_2SnO_2 ҳосил бўлишини, в) ҳосил бўлган Na_2SnO_2 кумуш нитрат билан реакцияга киришиб Na_2SnO_3 ва Ag ҳосил қилишини ҳисобга олиб, реакцияларнинг тенгламаларини ёзинг.

9. Кумуш оксидининг олиниши

3 — 4 томчи кумуш нитрат эритмаси солинган пробиркага 2 — 3 томчи NaOH эритмасидан қушинг. Қора чуқма Ag_2O ҳосил бўлишини кузатинг. AgOH нинг хоссаси ҳақида хулоса чиқаринг.

Ҳосил бўлган Ag_2O ни кейинги II-а тажриба учун сақлаб қуйинг. Реакция тенгламасини ёзинг.

10. Кумушнинг қийин эрувчан тузларини ҳосил қилиш

а) Натрий сульфид эритмасига кумуш нитрат эритмасидан 2 — 3 томчи қушинг. Кумуш сульфид чуқмаси ҳосил бўлишини кузатинг. Реакция тенгламасини ёзинг.

б) $\text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ эритмасига кумуш нитрат эритмасидан 2 — 3 томчи қушинг. $\text{Ag}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ тузи чуқмага тушишини кузатинг. Реакция тенгламасини ёзинг.

и) Учта пробирка олиб, уларнинг бирига натрий хлорид эритмасидан, иккинчисига калий бромид эритмасидан, учинчисига калий йодид эритмасидан қуйинг. Уларнинг ҳар қайсисига кумуш нитрат эритмасидан 2 — 3 томчидан қушинг. Биринчи пробиркада оқ чуқма AgCl , иккинчисига сарғиш чуқма AgBr ва учинчисига сариқ чуқма AgI ҳосил бўлишини кузатинг, реакцияларнинг тенгламаларини молекула ва ион ҳолида ёзинг.

11. Кумушнинг комплекс тузлари

а) 9- тажрибада ҳосил қилинган кумуш (I)-оксид Ag_2O устига чуқма эригунча $2\text{n NH}_4\text{OH}$ эритмасидан қушинг. Яхши эрувчан $[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]\text{OH}$ комплекс бирикмаси ҳосил бўлишини ҳисобга олиб, реакция тенгламасини ёзинг.

б) Натрий хлорид эритмасига 2—3 томчи AgNO_3 қушиб, кумуш хлорид AgCl чуқмасини ҳосил қилинг. Чуқма устидаги эритмани тукиб, чуқма тулиқ эригунча устига $2\text{n NH}_4\text{OH}$ эритмасидан қушинг. $[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]\text{Cl}$ комплекс бирикмаси ҳосил бўлишини ҳисобга олиб, реакция тенгламасини ёзинг.

в) Пробиркага 3—4 томчи кумуш нитрат эритмасидан солиб, устига дастлаб ҳосил буладиган чуқма $\text{Ag}_2\text{S}_2\text{O}_3$ эригунча 1n натрий тиосульфат $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ эритмасидан қушинг. Ҳосил булган чуқма $\text{Ag}_2\text{S}_2\text{O}_3$ ортиқча $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ билан реакцияга киришиб, $\text{Na}_3[\text{Ag}(\text{S}_2\text{O}_3)_2]$ комплекс туз ҳосил қилишини ҳисобга олиб, реакция тенгламасини ёзинг.

Машқ ва масалалар

1. Мис, кумуш ва олтин атомларининг электрон конфигурациясини ҳамда Cu , Ag ва Au атомининг, Cu^{+1} , Cu^{2+} , Ag^{+} , Au^{3+} ионларининг электрон конфигурацияларини ёзинг.

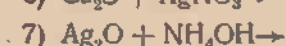
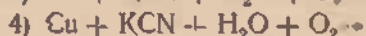
2. Мис, кумуш ва олтиннинг табиий бирикмалари формуласини ёзинг. Бу металлларнинг металлургия саноатида олиниш усулларини (реакция тенгламаларини ёзиш билан) тушунтиринг.

3. Мис, кумуш ва олтин металлариға нам ҳаво, таркибида SO_2 , H_2S , CO_2 булган нам ҳаво, аммиак эритмаси, концентранган нитрат, сульфат, хлорид кислота, P , As , F_2 , Cl_2 , Br_2 , J_2 , Se , NH_3 , NO_2 , NO таъсир эттирилганда ҳосил буладиган моддаларнинг формулаларини ёзинг.

4. Ag_2O , AgOH , AgOH , Cu_2O , CuO , CuOH , $\text{Cu}(\text{OH})_2$, Au_2O , Au_2O_3 , AuO нинг олиниши ва химиявий хоссаларига тегишли реакцияларнинг тенгламаларини ёзинг.

5. Мис, кумуш ва олтиннинг қайси тузлари сувда яхши эрийди ва қайси тузлари сувда ёмон эрийди?

6. Қуйидаги реакцияларнинг тенгламаларини ёзиб, коэффициентларини тенглаштиринг?



7. 7,17 г кумуш хлоридни эритиш учун 8,5 % ли аммиак эритмасидан 20 г сарфланди. Ҳосил булган комплекс бирикманинг таркибини аниқланг.

8. Таркибида $0,6458 \text{ г CuCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ булган эритмадан мисни $\text{Cu}(\text{OH})_2$ ҳолида чуқтириш учун зичлиги $1,11$ булган 10% ли уювчи натрий эритмасидан неча миллилитр сарфланади? Жавоб: $2,74 \text{ мл}$.

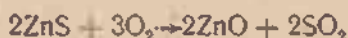
9. Мис сульфат эритмасидан: а) 128 г мис, б) 10 г атом мисни сиқиб чиқариш учун 10% аралашмаси булган техник темирдан қанча керак? Жавоб: а) $124,44 \text{ г}$; б) $622,22 \text{ г}$.

10. Комплекс туз $\text{K}[\text{Ag}(\text{CN})_2]$ эритмасига натрий хлорид таъсир эттирилса, AgCl чуқмаси ҳосил булмайди, шу эритмага Na_2S таъсир эттирилганда эса Ag_2S чуқмаси ҳосил булади; бунинг сабаби нимада? Реакция тенгламасини ёзинг.

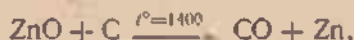
41-§. РУХ ВА КАДМИЙ

Рух, кадмий ва симооб даврий системанинг II группасидаги рух группача элементларидир. Бу элементлар атомларининг сиртки қаватида иккитадан s -электрон бор. Сиртки қаватида олдинги қаватида 18 та электрон булади. Рух ва кадмий уз атомларининг ташқи қаватидаги иккита s -электронни осон йуқотиб, уз бирикмаларида ҳамма нақт мусбат икки валентли булади. Рух группачасидаги элементлар ҳавода кам оксидланади. Одатдаги температурада сув билан реакцияга киришмайди. Уларнинг оксид ва гидроксидлари сувда эримайди. Рух табиатда асосан алдама рух ZnS , гальмей минерали ZnCO_3 ва оз миқдорда $\text{Zn}_2\text{SiO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ ҳолида учрайди.

Кадмий табиатда рух рудалари таркибида CdS ва оз миқдорда CdCO_3 ҳолида учрайди. Саноатда рух олиш учун алдама рух ZnS ва гальмей минерали ZnCO_3 ни куйдириб рух оксидга айлантирилади:



Ҳосил булган рух оксидга юқори температурада кумир қушиб рух ҳосил қилинади:



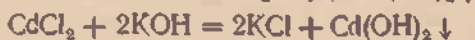
қайтарилган рух буғи совиткичда совитилиб, қаттиқ ҳолга келтирилади. Бу усулда олинган рухда қурғошин, кадмий, мишьяк каби қушимчалар булади. Тоza рух олиш учун рух оксид ZnO сульфат кислотада эритилиб, ZnSO_4 ҳосил қилинади, сунгра рух сульфат электролиз қилинади. Рух корхоналарининг чиқиндисидан кадмий ҳам олинади.

Рух ва кадмий ҳавода қиздирилганда кислород билан бирикиб ZnO ва CdO ҳосил қилади. ZnO , CdO , HgO қаторида чапдан ўнгга утган сирни оксидларнинг барқарорлиги камаяди. Рух ва кадмий сувда эримайди, чунки уларнинг сирти дарҳол зич $\text{Zn}(\text{OH})_2$ ва $\text{Cd}(\text{OH})_2$ кавати билан қопланиб қолади. Бу гидроксидлар амалда сувда эримайди ва реакциянинг давом этишига тўсқинлик қилади. Рух ва кадмий металлларнинг активлик қаторида водороддан олдин туради, шунинг учун эритилган кислоталарда рух тез, кадмий эса секин эриб, водородни чиқиб чиқаради. Концентрланган сульфат кислота H_2SO_4 да рух эриб, SO_2 , S , H_2S ва рух сульфат, кадмий эса SO_2 ва кадмий сульфат ҳосил қилади. Нитрат кислота HNO_3 рух билан реакцияга киришганда

кислотанинг концентрациясига қараб NO_2 , NO , N_2O , N_2 кислота жуда суюлтирилган бўлса, NH_4NO_3 га қадар қайтарилади. Рух кучли қорларнинг қайноқ эритмаларида ҳам эрийди. Рухга ишқор эритмаси таъсир эттирилганда сувдаги водород ионлари билан рухнинг узаро таъсири натижасида водород ажралиб чиқади. Рух ва кадмий кислород билан ZnO , CdO таркибли оксидлар ва ZnO_2 , CdO_2 курилишидаги пероксидлар ҳосил қилади.

Рух оксид ниҳоятда барқарор бирикма бўлиб, қиздирилганда сарғайиб қоладиган, аммо совитилганда яна оқарадиган пурсилдоқ оқ кукундир.

ZnO_2 оқ тусли кукун бўлиб, кислороднинг бир қисмини осон ажратиб чиқаради. Тоза кадмий оксид CdO жигар ранг тусли бўлиб, ҳавода аста-секин оқаради, чунки ҳаводаги CO_2 билан бирикиб, CdCO_3 ҳосил қилади. Кадмий пероксид CdO_2 беқарор модда. Рух ва кадмий гидроксидлари рух ва кадмий тузларига эквивалент миқдорда ишқор таъсир эттириб олинади:



Бу гидроксидлар сувда эримайди, рух гидроксид амфотер хоссага эга бўлганлиги учун ишқорларда ҳам, кислоталарда ҳам осон эриб тегишли тузлар ҳосил қилади: $\text{Zn(OH)}_2 + 2\text{NaOH} \rightarrow \text{Na}_2[\text{Zn(OH)}_4]$. Ҳосил бўлган цинкат фақат кучли ишқорий эритмаларда мавжуд, у кучли равишда гидролизланади. Кадмий гидроксиднинг асос хоссалари рух гидроксиднигига қараганда кучлироқ.



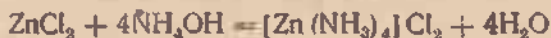
таркибли цинкатларни эритмалардан қаттиқ ҳолатда ажратиб олиш мумкин бўлди. Кадмий гидроксид Cd(OH)_2 ни концентранган ишқорларда узоқ қайнатиш натижасида



таркибли кадматлар олишга муваффақ бўлинди. Рух ва кадмий катион ҳамда анион комплекслар ҳосил қилишга қобил. Масалан, Zn(OH)_2 ва Cd(OH)_2 аммиакнинг сувдаги эритмасида эриб аммиакатлар ҳосил қилади:



Рух ва кадмийнинг ZnS , CdS , CdCl_2 , ZnCl_2 ҳамда бошқа тузлари ҳам аммиак ёки аммоний тузлари билан реакцияга киришиб, аммиакатлар ҳосил қилади:



Zn^{2+} ва Cd^{2+} нинг координацион сони асосан 4 га, баъзан 6 га тенг бўлади. Рух ва кадмий тузларининг купу сувда эрийди. ZnS ва CdS эса сувда эримайди.

Тажрибалар

1. Рухнинг кислота ва ишқорларга эриши

а) Алоҳида пробиркаларга концентранланган нитрат, сульфат, хлорид кислота солиб, устига 2 — 3 булакдан рух ташланг. Совукда реакция бормеган пробиркаларни иситинг. Сульфат кислота солинган пробиркида (рух ва сульфат кислотанинг миқдорига караб) сульфат кислота S , SO_2 ёки H_2S га қадар қайтарилишини, нитрат кислота солинган пробиркада қунгир NO_2 гази чиқишини кузатинг. Реакция тенгламаларини ёзинг.

б) Алоҳида пробиркаларга суюлтирилган нитрат, сульфат, хлорид кислота солиб, устига 2 — 3 булакдан рух ташланг. Хлорид, сульфат кислота солинган пробиркаларда водород ажралиб чиқишини кузатинг. Нитрат кислота солинган пробиркада аммоний нитрат ҳосил бўлишини исботланг. Бунинг учун пробиркага озроқ 2н $NaOH$ эритмасидан қуниб, қиздириг. Аммиак ажралишини ҳидидан билинг. Реакция тенгламаларини ёзинг.

в) Рух булакчаси солинган пробиркага концентранланган ишқор эритмасидан озроқ қуниг. Пробиркани қиздириг. Водород ажралиб чиқишини исботланг. Натрий цинкат Na_2ZnO_2 ҳосил бўлишини назарда тутиб, реакция тенгламасини молекула ва ион ҳолида ёзинг.

2. Рухнинг қайтарувчи хоссалари

а) Иккита пробирка олиб, бирига $KMnO_4$ эритмасидан, иккинчисига $K_2Cr_2O_7$ эритмасидан солинг; уларнинг ҳар бирига 5 — 10 томчи сульфат кислота қушинг. Пробиркаларга 2 — 3 булакдан рух солинг. Эритмалар рангининг узгаришига эътибор беринг. Рух билан сульфат кислотанинг узаро таъсиридан ажралиб чиққан водород етти валентли марганец ионини икки валентли марганец ионига, олти валентли хром ионини уч валентли хром ионига айлантиради, сунгра, икки валентли (ишқор) хром иони қайтарилишини назарда тутиб, реакцияларнинг тенгламаларини ёзинг.

б) Озроқ рух кукунни ёки рух парчаси солинган пробиркага калий эритмасидан қушинг, устига концентранланган уювчи калий эритмасидан солиб, пробиркани асбест тур устида эритма қайнагунча қиздириг. Пробирка оғзига кизил лакмусни ҳуллаб тутинг; лакмуснинг кукариш сабабини реакциялар тенгламаларини ёзиб тушунтиринг.

в) (Тажриба мурили шкафта ўтказилади.) Чинни кесачада рух кукунни билан йод толқонини аралаштириб, аралашмани бир жойга тупинг ва устига пипетка ёрдамида 4 — 5 томчи сув томинг. Рухнинг билан шиддатли бирикиб, ZnJ_2 ҳосил бўлишида сув катализаторлиги бажаради.

г) Бромли сувга рух кукунидан озроқ солинг. Бромли сувнинг сарангданиш сабабини тушунтиринг. Реакция тенгламасини ёзинг.

3. Рух гидроксиднинг олиниши ва хоссалари

а) Рух сульфат эритмаси солинган пробиркага оқ ивик чукма — $Zn(OH)_2$ ҳосил бўлгунча 2 и ишқор эритмасидан томининг.

Ҳосил бўлган чукмани урта пробиркага бўлинг. Реакция тенгламасини молекула ва ион ҳолида ёзинг.

б) Рух гидроксид бор биринчи пробиркага чукма эригунча 2 и хлорид кислота эритмасидан қушинг. Реакция тенгламасини ёзинг.

в) Рух гидроксид бор иккинчи пробиркага чукма эригунча 2 и $NaOH$ эритмасидан қушинг. Комплекс бирикма — $Na_2[Zn(OH)_4]$ ҳосил бўлишини назарда тутиб, реакция тенгламасини молекула ва ион ҳолида ёзинг.

г) Рух гидроксид бор учинчи пробиркага чукма эригунча аммоний гидроксид эритмасидан қушинг. Комплекс бирикма — $[Zn(NH_3)_4](OH)_2$ ҳосил бўлишини назарда тутиб, реакция тенгламасини молекула ва ион ҳолида ёзинг. Рух гидроксиднинг хоссалари туғрисида қандай хулосага келиш мумкин?

4. Рух сульфиднинг олиниши

(Тажриба жүрили шкафта ўтказилади)

а) 2 г рух кукунни билан 1 г олтинсугурт кукунини аралаштириб, сопол пластинка устига тупланг. Аралашмага ёниб турган чупни теккизинг. Шу заҳотиёқ реакция бошланишини кузатинг. Реакция тенгламасини ёзинг.

б) Пробиркага рух сульфат эритмасидан солиб, унинг устига натрий сульфид эритмасидан қушинг. Оқ чукма — рух сульфид ҳосил бўлишини кузатинг. Чукмани иккита пробиркага бўлинг, бирига 2 и HCl , иккинчисига 2и CH_3COOH солинг. Қайси пробиркадаги чукма эрийди?

Реакцияларнинг тенгламаларини молекула ва ион ҳолида ёзинг.

в) Пробиркага рух сульфат эритмасидан солиб, унинг устига водород сульфидли сув — H_2S қушинг. Оқ чукма — ZnS кам ҳосил бўлишини кузатинг. Кузатилган ҳодисанинг сабабини изохлаб беринг. Реакция тенгламасини ёзинг.

5. Рух тузларининг гидролизи

Алоҳида пробиркаларга рух хлорид, рух сульфат, рух нитрат тузларидан олиб, кўк лакмус қоғоз билан синаб куринг. Лакмус қоғозининг қизариш сабабини тушунтиринг. Рух тузларининг гидролизини молекуляр ва ион тенгламалар билан ифодаланг.

6. Кадмий металининг олиниши

Иккита пробиркага кадмий сульфат эритмасидан солиб, уларнинг бирига 1 — 2 булак рух, иккинчисига 1 — 2 булак алюминий ташланг. Рух ва алюминий сиртида кадмий ҳосил бўлишини кузатинг. Кузатилган ҳодисани металлларнинг нормал электрод потенциалларидан фойдаланиб тушунтиринг.

7. Кадмий гидроксиднинг олиниши ва хоссалари

а) Кадмий сульфат солинган пробиркага 2 н уювчи натрий эритмасидан қушинг. Оқ чукма — $\text{Cd}(\text{OH})_2$ ҳосил бўлишини кузатиш. Чукмани урта пробиркага бўлиб, кейинги тажриба учун сақланг. Реакция тенгламасини молекула ва ион ҳолида ёзинг.

б) Кадмий гидроксид чукмаси бор биринчи пробиркага 2 н хлорид кислота, иккинчи пробиркага 2 н уювчи натрий эритмасидан қушинг. Чукманинг кислотада эриш, ишқорда эримаслик сабабини тушунтириш. Реакция тенгламасини молекула ва ион ҳолида ёзинг.

в) Кадмий гидроксид чукмаси бор учинчи пробиркага чукма эригунча 2 н аммиак эритмасидан қушинг. Комплекс бирикма $[\text{Cd}(\text{NH}_3)_4](\text{OH})_2$ ҳосил бўлишини назарда тутиб, реакция тенгламасини молекула ва ион ҳолида ёзинг.

Кадмий гидроксид туғрисида қандай хулосага келиш мумкин?

8. Кадмий сульфиднинг олиниши ва хоссалари

а) Кадмий сульфат эритмаси солинган пробиркага натрий сульфид ёки водород сульфид эритмасидан қушинг. Сарик чукма — CdS ҳосил бўлишини кузатиш. Чукмани урта пробиркага бўлиш. Биринчи пробиркага 2 н хлорид кислота, иккинчи пробиркага 2 н уювчи натрий эритмаси, учинчи пробиркага концентранган хлорид ёки нитрат кислотада қушинг. Кадмий сульфиднинг концентранган кислотада эришини, суюлтирилган кислота ва ишқорларда эримаслигини эрувчанлик кўнайtmасидан фойдаланиб тушунтириш. Реакция тенгламаларини молекула ва ион ҳолида ёзинг.

9. Кадмийнинг комплекс бирикмасини ҳосил қилиш

Кадмий сульфат эритмасига дастлаб ҳосил бўлган оқ чукма $\text{Cd}(\text{OH})_2$ эригунча аммиак эритмасидан қушинг. $[\text{Cd}(\text{NH}_3)_4]\text{SO}_4$ ҳосил бўлишини назарда тутиб, реакция тенгламасини молекула ва ион ҳолида ёзинг.

10. Кадмий тузларининг гидролизи

Кадмий сульфат, кадмий нитрат эритмасини кук лакмус қоғоз билан синаб кўринг. Лакмус қоғозининг қизариш сабабини кадмий сульфат, кадмий нитрат тузларининг гидролизланиши асосида тушунтириш. Реакциянинг молекуляр ва ион тенгламаларини ёзинг.

42-§. СИМОБ

Симоб табиатда эркин ҳолда ҳам, бирикма ҳолида ҳам учрайди.

Симоб асосан техникада унинг энг машҳур бирикмаси — киноварь Hg_2Cl_2 дан олинади. Симоб рудаси махсус печда $700 - 800^\circ$ да ҳаво ингиригида қиздирилади:



Бу усул билан олинган симоб таркибига турли металллар аралашган булади. Симоб таркибидаги қушилмалардан ҳайдаш йули билан тозаланади.

Лабораторияда симоб олиш учун симоб (II)-оксид қиздирилади:

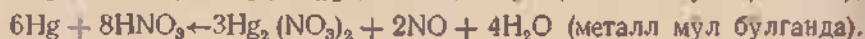
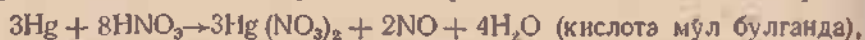


Симобнинг икки қатор бирикмалари мавжуд. Уларнинг бирида симоб икки валентли (Hg^{2+}), иккинчисида эса бир валентли (Hg_2X_2 — қўринишида) булади. Купгина текширишлар натижасида бу бирикмаларда симоб Hg^+ иони ҳолида эмас, балки Hg_2^{2+} иони ҳолида бўлиши ва улар узаро $\text{X} - \text{Hg} - \text{Hg} - \text{X}$ тарзида боғланганлиги аниқланади. Бундай бирикмалар диссоциланганда Hg^+ иони эмас, балки Hg_2^{2+} иони ажралиб чиқади. Бу ионда иккита симоб иони узаро боғланиб, уларнинг ҳар бирида биттадан ($---\text{Hg} - \text{Hg}---$) буш валент қолади. Шунинг учун ҳам бундай бирикмаларда симоб бир валентли дейилади.

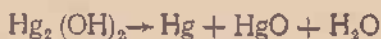
Симоб — металл, одатдаги температурада суюқлик, -39° да қотади, $+357^\circ$ да қайнайди. Солиштирма массаси 13,6 га тенг.

Симоб кўп металллар (натрий, калий, кумуш, олтин, платина, қалай, қурғошн, мис, рух, кадмий ва ҳоказо) ни эритади. Бундай эритмалар — амальгамалар деб аталади.

Темир, марганец, никель, кобальт симобда эримайди, шунинг учун симобни темир идишларда сақлаш мумкин. Текширишлар натижасида амальгамаларнинг баъзилари (масалан, KHg_2 , NaHg_2 , PtHg , AuHg_2 ва ҳоказолар) химиявий бирикмалар эканлиги аниқланди. Симоб одатдаги шаронтда ҳавода узгармайди, қиздирилганда эса кислород билан бирикади. Симоб азот, фосфор, кремний, углерод, бор билан бирикмайди. Одатдаги температурада хлор, олтингугурт, селен, теллур билан бирикади. Симоб кислоталардан водородни сиқиб чиқармайди, суюлтирилган кислоталар ва ишқорлар билан реакцияга киришмайди. Қайноқ сульфат кислота ва концентранган нитрат кислотада симоб яхши эрийди:



Симоб гидроксидлари олинмаган, чунки улар беқарор моддалар бўлиб, тезда парчаланади:



Симобнинг иккита оксиди бор: Симоб (I)-оксид Hg_2O (қора) ва симоб (II)-оксид HgO (қизил ёки сариқ). Симоб (I)-оксид беқарор бирикма бўлиб, аста-секин HgO ва симобга ажралади. Симоб (II)-оксид кислоталарда эрийди, лекин ишқорларда эримайди. Симоб (II)-оксидга хлорли сув таъсир эттирилганда, оксихлорид $\text{Cl} - \text{Hg} - \text{O} - \text{Hg} - \text{Cl}$ ҳосил булади. Симоб (II)-оксид қиздирилганда симоб ва кислородга ажралади.

Икки валентли симоб бирикмаларини қайтариб, бир валентли симоб бирикмалари ҳосил қилиш мумкин:

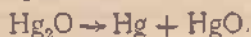
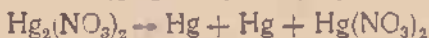


Икки валентли симоб тузларининг купн сувда эрийди. Баъзилари, масалан, симоб (II)-хлорид (сулема) HgCl_2 , симоб цианид $\text{Hg}(\text{CN})_2$, симоб (II)-сульфид HgS лар эрмайди.

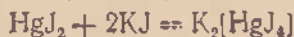
$\text{ZnS} \rightarrow \text{CdS} \rightarrow \text{HgS}$ қаторида сульфидларнинг сувда эрувчанлиги чапдан уннга томон камайиб боради.

Бир валентли симоб тузларининг деярли ҳаммаси (Hg_2Cl_2 , Hg_2J_2 , Hg_2SO_4 , Hg_2CO_3 сувда эрмайди. Симоб (I)-нитрат $\text{Hg}_2(\text{NO}_3)_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ сувда яхши эрийди. Бир валентли симобнинг куп бирикмалари симоб (I)-нитрат асосида тайерланади.

Бир валентли симоб бирикмалари икки валентли симоб бирикмаларига қараганда беқарор булади. Улар нур таъсирида ёки бир оз қиздирилганда парчаланади:



Бир валентли симоб бирикмалари аммиак таъсирида икки валентли симобнинг тегишли амидли бирикмаларига айланади ва симоб металл ҳолида ажралиб чиқади. Симоб бирикмалари баъзи тузлар билан реакцияга киришиб, комплекс бирикмалар ҳосил қилади, масалан:



Симоб буғи ва симобнинг барча бирикмалари жуда заҳарли, шунинг учун симоб ва унинг бирикмалари билан ишлашда жуда эҳтиёт бўлинг ва тажрибадан сунг қулларингизни, албатта, совуялаб қвинг,

Тажрибалар

1. Симоб (I)-оксид ва симоб (II)-оксиднинг олиниши ва хоссалари

а) Иккита пробирка олиб, уларнинг бирига симоб (I)-нитрат — $\text{Hg}_2(\text{NO}_3)_2$, иккинчисига симоб (II)-нитрат $\text{Hg}(\text{NO}_3)_2$ эритмасидан 5—10 томчидан солинг. Ҳар қайси пробиркага 2н NaOH эритмасидан 5—10 томчидан қўшинг. Биринчи пробиркада $\text{Hg}_2(\text{CH})_2$ ҳосил бул асдин қора Hg_2O чукмаси ҳосил булиш, иккинчи пробиркада $\text{Hg}(\text{OH})_2$ ҳосил булмасдан сариқ HgO чукмаси ҳосил булиш сабабини тушунтиринг ва реакцияларнинг тенгламаларини ёзинг.

б) Юқорида ҳосил қилинган симоб (I)-оксид Hg_2O ва симоб (II)-оксид HgO чукмаларини алоҳида пробиркаларда иккита булинг.

Симоб (II)-оксид бор иккита пробирканинг бирига 2 н хлорид кислота, иккинчисига 2н NaCN эритмасидан солинг. Шу тажрибани симоб (I)-оксид билан ҳам қилиб куринг. Нима кузатилди? Симоб оксидларининг хоссалари ҳақида хулоса чиқаринг, реакция тенгламаларини ёзинг.

2. Симоб (II)-оксиднинг парчаланиши

Қуруқ пробиркага озроқ симоб (II)-оксид солинг. Пробиркани пассивга урнатиб газ горелкасининг алангасида секин-аста қиздилинг.

Пробирканинг совуқ деворида симоб томчилари пайдо булишини кузатинг. Кислород ажралиб чиқишини учи яллиғланиб турган чўп билан синаб куринг. Реакция тенгламасини ёзинг.

3. Симоб тузларидан симобни сиқиб чиқариш

Симоб нитрат эритмаси солинган стаканга 1—2—3 тийишлик чақа солинг. Чақага симоб метали утиргандан сунг, уни қисқич ёрдамида олиб, сув билан ювинг, филтр қоғоз билан артинг. Сариқ чақанинг оқ ялтироқ «танга» га айланганини курасиз. Кузатилган ҳодисани металлларнинг нормал электрод потенциалдан фойдаланиб тушутиринг. Реакция тенгламасини ёзинг.

4. Симоб сульфиднинг олиниши ва хоссалари

а) Чинни ҳовончага 1—2 томчи симоб солинг ва унга озроқ олатингургут кукунидан қушиб, иккаласини ҳовонча дастаси билан яхшилаб аралаштиринг. Қора симоб сульфид HgS ҳосил булишини кузатинг. Ҳосил булган маҳсулотни кейинги тажриба учун сақлаб қўйинг. Реакция тенгламасини ёзинг.

б) Пробиркадаги икки валентли симоб тузи эритмасининг устига қора чукма HgS ҳосил булгунча натрий сульфид эритмасидан томчилатиб қуша боринг. Ҳосил булган чукмани иккига булинг. Биринчи пробиркага 2н хлорид кислота солинг. Чукма эрийдими? Иккинчи пробиркага қора чукма HgS эригунча натрий сульфид эритмасидан солинг. Тиотуз $\text{K}_2[\text{HgS}_2]$ ҳосил булишини назарда тутиб, реакция тенгламасини ёзинг.

5. Симобнинг комплекс бирикмаларини ҳосил қилиш

а) Симоб (I)- нитрат $\text{Hg}_2(\text{NO}_3)_2$ эритмаси солинган пробиркага калий йодид эритмасидан томчилатиб қушинг.

Кук-сариқ чукма Hg_2J_2 ҳосил булишини кузатинг. Чукма эригунча калий йодид эритмасидан қушинг. Металик симоб ажралиб чиқиб қорамтир кукун ҳолида бутун эритмага муаллақ тарқалади. Бу вақтда яна барқарор комплекс бирикма $\text{K}_2[\text{HgJ}_4]$ ҳосил булишини назарда тутиб, реакция тенгламаларини ёзинг. Бунда $\text{Hg}_2^{2+} \rightleftharpoons \text{Hg} + \text{Hg}^{2+}$ мувозанати унга силжийдими ёки чапга силжийдими?

б) Симоб (II)- нитрат $\text{Hg}(\text{NO}_3)_2$ эритмаси солинган пробиркага калий йодид эритмасидан озгина қушинг. Қизил чукма HgJ_2 ҳосил булишини кузатинг. Калий йодид эритмасидан яна қушинг. Чукманинг эришини кузатинг. Комплекс бирикма $\text{K}_2[\text{HgJ}_4]$ ҳосил булишини назарда тутиб, реакциялар тенгламаларини ёзинг.

в) 4-а тажрибада ҳосил қилинган симоб сульфиддан озроқ олиб, унинг устига натрий сульфид эритмасидан солинг. Симоб сульфиднинг эришини кузатинг. Комплекс бирикма $\text{K}_2[\text{HgS}_2]$ ҳосил булишини назарда тутиб, реакция тенгламасини ёзинг.

6. Симоб тузларининг гидролизи

Иккита пробирка олиб, бирига симоб (I)- нитратнинг, иккинчисига симоб (II)- нитратнинг бир неча кристаллидан солинг. Пробиркаларга 2—3 мл дан сув қуйинг. Асос туз чўкмаси ҳосил бўлишини кузатинг. Пробиркадаги эритмаларни кук ва қизил лакмус қоғоз билан синаб куринг. Кук лакмус қоғозининг қизариш сабабини гидролиз реакция тенгламасини ёзиб тушунтиринг.

Пробиркаларга 5—10 томчи концентрланган нитрат кислота солинг. Чўкмаларнинг эриш сабабини тушунтиринг.

7. Икки валентли симобнинг қайтарилиши

Пробиркага 5—10 томчи симоб (II)- нитрат $\text{Hg}(\text{NO}_3)_2$ эритмасидан солиб, унинг устига 10—15 томчи қалай (II)- хлорид эритмасидан қушинг. Оқ чўкма Hg_2Cl_2 ҳосил бўлишини, 3—4 минутдан сўнг чўкма-нинг қорайишини кузатинг. Hg^{+} ионининг Hg^{+} ионига, Hg^{+} ионининг эса ортиқча қалай (II)- хлорид билан қушилиб металл симобга қайтарилишини, Sn^{2+} нинг Sn^{4+} гача оксидланишини назарда тутиб, реакция-ларнинг тенгламаларини ёзинг.

8. Бир валентли симоб тузларини оксидлаш

Чинни косачага 8—10 томчи симоб (I)- нитрат $\text{Hg}_2(\text{NO}_3)_2$ эритмасидан солиб, унинг устига 2—3 томчи концентрланган нитрат кислота қушиб, 2—3 минут қайнатинг. Эритма совигач, уни пилетка ёрда-мида олиб, пробиркага солинг. Бошқа пробиркага $\text{Hg}_2(\text{NO}_3)_2$ эритма-сидан солинг. Иккала пробиркадаги эритмага натрий хлориднинг ту-линган эритмасидан 2—3 томчидан томизинг. Кузатилган ҳодисалар-ни тушунтиринг. Реакция тенгламаларини ёзинг.

9. Симоб раданиднинг парчаланиши

Симоб (II)- раданид тузини мўрилан шкафда гугурт билан ёнди-ринг. Илонсимон маҳсулот ҳосил бўлишини кузатинг. CS_2 ва C_3N_4 ҳосил бўлишини назарда тутиб, реакция тенгламасини ёзинг.

10. Несслер реактиви тайёрлаш ва I^- синаб куриш

а) Симоб (II)- хлорид эритмаси солинган пробиркага чўкма ҳосил бўл-гунча калий йодид эритмасидан томчилатиб қушинг. Пробиркани бир оқ қиздириг ва чўкма эриб кетгунча калий йодид қушинг. Сунгра, қизича калий йодид қушган бўлсангиз, ушанча 2н КОН эритмаси-дан солинг. Ҳосил бўлган эритма Несслер реактиви дейилади. Бу эритма аммоний ионини аниқлашда ишлатилади. Реакция тенглама-сини ёзинг.

б) Пробиркага 1—2 булак рух солиб, унинг устига 2н нитрат кис-лота қуйинг. Пробиркада аммоний иони борлигини исботлаш учун юқори-

да тайёрланган Несслер реактивидан 2—3 томчи томизинг. Қўнғир чуқма $\text{Hg}_2\text{ONH}_2\text{J}$ ҳосил бўлишини кузатинг. Реакция тенгламаси:

$$\text{NH}_4\text{Cl} + 2\text{K}_2[\text{HgJ}_4] + 4\text{KOH} \rightarrow [\text{OHg}_2\text{NH}_2]\text{J} \downarrow + 7\text{KJ} + \text{KCl} + 3\text{H}_2\text{O}.$$
Ўзингиз уни ион формада ёзинг.

Машқ ва масалалар

1. Рух, кадмий ва симоб атомларининг электрон конфигурациясини ҳамда Zn , Cd , Hg атомининг Zn^{2+} , Cd^{2+} ва Hg^{2+} ионларининг электрон конфигурациясини ёзиб беринг.

2. Рух, кадмий ва симобнинг табиий бирикмалари формуласини ёзинг. Бу металлларнинг металлургия саноатида олиниш усулларини реакция тенгламаларини ёзиш билан тушунтиринг.

3. Рух, кадмий ва симоб металлари нам хаво, сув, кислород, галогенлар, олтингугурт, фосфор, суюлтирилган ва концентрланган хлорид, сульфат, нитрат кислоталар, SO_2 , CuO , PbO , NiO , селен, теллур, NaOH , KOH эритмаси, H_2S , NH_3 билан реакцияга киришадими? Агар реакцияга киришса, реакцияларнинг тенгламаларини ёзинг.

4. SnO , CdO , Hg_2O , HgO , $\text{Zn}(\text{OH})_2$, $\text{Cd}(\text{OH})_2$ бирикмаларининг олиниши ва химиявий хоссаларига тегишли реакцияларни ёзинг.

5. Эритмага K^+ , Ca^{2+} , Cu^{1+} , Zn^{2+} , Cd^{2+} ионлари аралашмаган бўлса, бу ионларни бир-биридан қандай реакциялар ёрдамида ажратиш мумкин?

6. Таркибида 40% ZnSO_4 , 10% CdSO_4 ва 50% $\text{Hg}(\text{NO}_3)_2$ тузлари булган эритма берилган. Бу эритмада учала тузнинг массаси 1 г ни ташкил қилади. Шу эритмадаги Zn^{2+} , Cd^{2+} , Hg^{2+} ионларини сульфид ҳолида чуқтириш учун 1 н $(\text{NH}_4)_2\text{S}$ эритмасидан неча миллилитр сарфланади? Жавоб: 9,1 мл.

7. Таркибида 2% аралашма булган 1 т рух оксидни қайтариб қанча рух олиш мумкин? (Реакциянинг унуми 96% эканлигини назарда тутинг.) Жавоб: 754,94 кг.

8. Симоб қуйида кўрсатилган моддаларнинг эритмаларидан қайсилари билан ўзаро таъсир этади: HCl , H_2SO_4 , HNO_3 , KOH , AgNO_3 , CuSO_4 , CuCl_2 , $\text{Zn}(\text{NO}_3)_2$? содир бўладиган реакцияларни молекуляр ва ионли тенгламалар билан ифодаланг.

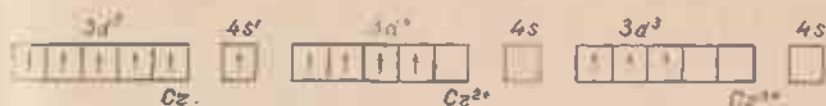
9. Сулемани симобгача қайтариш учун унинг 500 мл 0,15 М эритмасига SnCl_2 нинг 0,1 М эритмасидан қанча қуйиш керак? Жавоб: 750 мл; 15,05 г.

10. Рух, кадмий ва симоб металлининг қайси бири аммоний хлорид эритмасида эрийди? Реакция тенгламасини ёзиб тушунтиринг.

48-§. ХРОМ

Хром группасига хром (Cr), молибден (Mo) ҳамда вольфрам элементлари киради.

Хром атомининг электрон конфигурацияси $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^4 3d^5 4s^1$; хром атоми ва Cr^{2+} , Cr^{3+} ионларининг фақат 3d ва 4s орбиталари ифодаланган электрон структура қуйидагидан иборат:



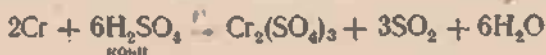
Хром табиатда хромли темиртош — (хромит, $FeO \cdot Cr_2O_3$) ва озмиқ-дорда кроконт — $PbCrO_4$ ҳолида учрайди.

Хромга одатдаги температурада кислород ҳам, нам ҳам таъсир этмайди. Чунки ҳавода хромнинг сирти юпқа зич оксид (Cr_2O_3) парда билан қопланиб қолади ва бу парда хромни ҳаво ва нам таъсиридан сиқлайди.

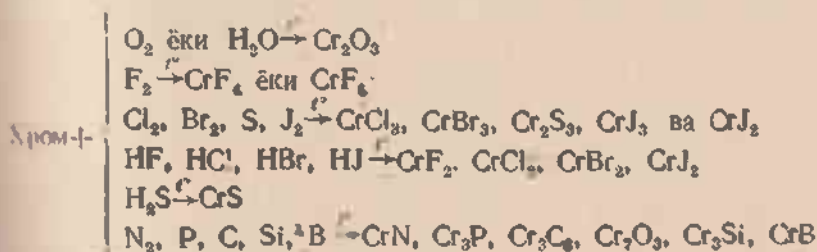
Хром юқори температурада сув буғи билан реакцияга киришади, 600—1200° да фтор, йод, бром, олтингугурт ва водород сульфид билан бирикиб CrF_3 , $CrCl_3$, $CrCl_3$, CrJ_3 , $CrBr_3$, Cr_2S_3 ва CrS каби бирикмалар ҳосил қилади.

Хром одатдаги шаронгта суюлтирилган HCl , HF , HJ , HBr , H_2SO_4 кислоталардан водородни сиқиб чиқариб, тегишли тузлар ҳосил қилиди.

Хром концентрланган нитрат кислота билан реакцияга киришмайди, концентрланган сульфат кислота билан эса қиздирилганда реакцияга киришади.



Хромнинг химиявий хоссаларини қуйидагича курсатиш мумкин:



Хромнинг ўз бирикмаларидаги оксидланиш даражаси +2, +3, +4 ва +6 га тенг.

Тажрибалар

1. Хром (III)-оксиднинг олиниши ва хоссалари

а) Мурили шкафга газета ёйиб, унинг устига сопол пластина қўйинг. Сопол пластинка устига ховончада яхшилаб майдаланган аммоний бихроматдан уйиб қўйинг. Аммоний бихроматга қизиб турган шини тасқча текказинг. Шу заҳотиёқ реакция бошланиб, туқ яшил бўлиб гонак хром (III)-оксид ҳосил булишини кузатинг. Эркин азот ажралиб чиқишини назарда тутиб, реакция тенгламасини ёзинг.

б) Юқоридаги тажрибада ҳосил қилинган хром (III)-оксиднинг суял, суюлтирилган кислоталарда ва ишқор эритмаларида эриш-эрилмасини синаб кўринг.

в) Куруқ тузлар сақланадиган банкага концентранган аммиак эритмасидан озроқ солиб, банкани чайқатинг ва аммиакнинг ҳаво билан аралашмасини ҳосил қилинг. Темир қошиқчада хром (III)- оксидни қаттиқ қиздириб, аммиак билан ҳаво аралашмаси бор банкага туширинг. Аммиак хром (III)- оксид иштирокида оксидланади, аммоний нитрит ва аммоний нитрат заррачаларидан иборат туман ҳосил бўлишини, хром (III)- оксид эса қаттиқ чуғланишини кузатинг.

Бу реакцияда хром (III)- оксид катализатор вазифасини бажаришини назарда тутиб, реакция тенгламасини ёзинг.

2. Хром (III)- гидроксиднинг олиниши ва хоссалари

Хром (III)- сульфат эритмасига чуқма—хром (III)- гидроксид ҳосил бўлгунга қадар 2н уювчи натрий эритмасидан томизинг. Ҳосил бўлган чуқмани иккита пробиркага булинг. Биринчи пробиркага мулмикдорда 2н NaOH эритмасидан, иккинчисига 2н HCl эритмасидан қушинг. Чуқмалар эриб кетишини кузатинг. Содир булган реакцияларнинг тенгламаларини молекула ва ион ҳолида ёзинг.

3. Cr^{3+} ионнинг Cr^{2+} ионга қадар қайтарилиши

Катта пробиркага яшил рангли хром (III)- сульфат эритмасидан озроқ солиб, унинг устига 1:5 нисбатдаги сульфат кислота эритмасидан қушинг ва 1—2 булак рух ташланг.

Водород ажралиб чиқиши тезлашгандан сунг пробирканинг оғзини 40—50 см ли резина най урнатилган пробка билан бекитинг. Резина найнинг охириги учини шиша шар ёки қисқич билан бекитинг. Орадан бир оз вақт ўтиши билан пробиркадаги эритманинг ҳаво ранг тусга киришини кузатинг. Реакция тенгламасини ёзинг. (Эҳтиёт булинг: пробка отилиши мумкин. Эритманинг ранги ўзгаришини сезган заҳотиёқ пробиркадан пробкани чиқаринг.)

4. Cr^{3+} ионнинг Cr^{6+} ионга қадар оксидланиши

а) Уч валентли хром тузи эритмасига 2н уювчи натрий эритмасидан дастлабки ҳосил булган хром (III)- гидроксид эригунча қушинг. Ҳосил булган эритмани иккита пробиркага булинг. Биринчи пробиркага хлорли сув ёки бромли сув қуйинг. Аралашмани қиздириг. Эритма CrO_4^{2-} ионига хос яшил рангдан CrO_4^{2-} ионига хос сариқ рангга ўтишини кузатинг. Реакция тенгламасини ёзинг. Иккинчи пробиркага 2—3 томчи 2н NaOH эритмасидан томизиб, унинг устига 3% ли водород пероксид — H_2O_2 эритмасидан қушинг. Агар эритма CrO_4^{2-} ионига хос сариқ рангга ўтмаса, пробиркани секин қиздириг. Реакция тенгламасини молекула ва ион ҳолида ёзинг.

б) Озроқ хром (III)- сульфат эритмаси солинган пробиркага 4—6 томчи 2н сульфат кислота эритмасидан қушинг, сунгра унга натрий висмутат — NaBiO_3 кристалидан озроқ солиг. Аралашмани шиша таёқча билан яхшилаб аралаштириб, бир оз қиздириг. Эритманинг

$\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ - ионига хос қизғиш сариқ рангга буялишини кузатинг. Уч валентли висмут тузлари ҳосил булишини назарда тутиб реакция тенг-ламасини ёзинг.

5. Уч валентли хром тузларининг гидролизи

а) Уч валентли хром тузи эритмасини кук лакмус қоғоз билан синаб кўринг. Кук лакмуснинг қизариш сабабини гидролиз тенгламасини ёзиб тушунтиринг.

б) Иккита пробиркага хром (III)-сульфат эритмасидан солинг. Биринчи пробиркага натрий карбонат эритмасидан, иккинчи пробиркага натрий сульфид ёки аммоний сульфид эритмасидан қушинг. Иккала пробиркада ҳам хром (III)-гидроксид чуқишини ва газ ажралиб чиқишини кузатинг. Чукмаларнинг кислота ва ишқорларда эришини синаб кўринг. Реакцияларнинг тенгламаларини молекула ва ион ҳолида ёзинг.

6. Хромат ионнинг бихромат ионга, бихромат ионнинг хромат ионга утиши

а) Пробиркага калий хромат эритмасидан озгина олиб, унинг устига 2н сульфат кислота эритмасидан қушинг. Сарик — CrO_4^{2-} ионнинг қизғиш сариқ $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ ионга утишини кузатинг. Реакция тенгламасини ёзинг.

б) Пробиркага калий бихромат эритмасидан озроқ солиб, унинг устига 2н уювчи натрий эритмасидан озгина қушинг. Қизғиш сариқ $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ ионнинг CrO_4^{2-} ионга утишини кузатинг. Реакция тенгламасини ёзинг.

7. Олти валентли хромнинг оксидлаш хоссалари

а) Пробиркага $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ нинг эритмасидан олиб, унга кислотали муҳит булиши учун озгина H_2SO_4 эритмасидан қушинг; унинг устига янги тайёрланган FeSO_4 эритмасидан куйинг. Қизғиш сариқ $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ ионнинг яшил Cr^{3+} ионга утишини назарда тутиб, реакция тенгламасини ёзинг.

б) Озроқ сульфат кислота солинган $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ эритмасига калий йодид эритмасидан қушинг. Эритма рангининг узгаришини кузатинг. Эркин йод ҳосил булганлигини исботлаш учун эритмадан 3—4 томчи олиб, дистилланган сув қушиб суюлтиринг ва унинг устига 2—3 томчи крахмал клейстридан куйинг, эритманинг кукаришини кузатинг. $\text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3$ ҳосил булишини ҳисобга олиб, реакция тенгламасини ёзинг.

в) Озроқ сульфат кислота қушилган $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ эритмасига янги тайёрланган сульфит кислота H_2SO_3 эритмасидан қушинг, эритма рангининг узгаришини кузатинг.

Хром (III)-сульфат ва калий сульфат ҳосил булишини назарда тутиб, реакция тенгламасини ёзинг.

г) Пробиркага $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ нинг концентрланган эритмасидан озгина олиб, унинг устига концентрланган хлорид кислота қушиб, пробир-

кани киздиринг. Кизғиш {сарик Cr_2O_3 } ионнинг яшил рангли Cr^{3+} ионга утишини ва хлор газини {ажралиб чиқишини кузатинг. Реакция тенгламасини ёзинг.

8. Оз эрийдиган хромат ва бихроматларнинг олиниши

а) Иккита пробирка олиб, уларнинг бирига $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ эритмасидан, иккинчисига $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ эритмасидан солиниг ва иккала пробиркага AgNO_3 эритмасидан қушинг. Иккала пробиркада ҳам кизил-кунғир чукма Ag_2CrO_4 ҳосил бўлишини кузатинг. Нима учун иккинчи пробиркада ҳам Ag_2CrO_4 ҳосил бўлади? Реакциялар тенгламаларини ёзинг.

б) Ўнта пробирка олиб, улардан бештасига калий хромат $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ эритмасидан ва қолган бештасига калий бихромат $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ эритмасидан қуйинг, сунгра уларнинг ҳар бирига юқоридаги тажрибадаги каби Ca^{2+} , Sr^{2+} , Ba^{2+} , Zn^{2+} ва Pb^{2+} тузлари эритмасидан таъсир эттиринг. Ҳосил бўлган чукмаларнинг миқдорига ва рангига эътибор беринг. Реакцияларнинг тенгламаларини ёзинг ва кузатиш ҳодисаларини эрувчанлик купайтмаси асосида тушунтиринг.

Машқ ва масалалар

1. Хром атомининг электрон конфигурацияси ҳамда Cr^{2+} , Cr^{3+} ионларнинг электрон структурасини ёзинг.

2. Хромнинг табиий бирикмалари формулаларини ва бу бирикмалардан хромни ажратиб олиш реакцияларини ёзинг.

3. Хром металига сув, ишқор эритмаси, суюлтирилган ва концентратланган нитрат, хлорид, сульфат кислоталар таъсир эттирилганда қандай моддалар ҳосил бўлади? Жавобингизни реакция тенгламаларини ёзиб изоҳланг.

4. CrO , Cr_2O_3 , $\text{Cr}(\text{OH})_2$ ва $\text{Cr}(\text{OH})_3$ қандай усуллар билан олинади ва уларнинг хоссалари ҳақида нималарни биласиз?

5. Хром тузлари эритмасига натрий карбонат ёки натрий сульфид-эритмаси таъсир эттирилганда $\text{Cr}(\text{OH})_3$ чукмаси ҳосил бўлиш сабабини тушунтиринг.

6. Хромат тузлардан бихромат тузларни, бихромат тузлардан эса хромат тузларни ҳосил қилиш мумкин бўлган реакцияларнинг тенгламаларини ёзинг.

7. Икки, уч ва олти валентли хром бирикмаларининг қайси бири кучли оксидловчи, қайси бири кучли кайтарувчи эканлигини айтиб беринг.

8. Кислотали муҳитда неча валентли хром бирикмалари барқарор бўлади? Ишқорий муҳитда-чи?

9. Қуйидаги узғаришларни амалга оширадиган реакция тенгламаларини ёзинг.



10. Оз эрийдиган хромат ва бихроматлар {ҳосил қилиш учун сиз фойдаланишингиз мумкин бўлган реакцияларнинг тенгламаларини ёзинг.

11. 2 г бирор кайтарувчини оксидлаш учун 0,1 М калий бихромат эритмасидан 50 мл сарфланган. Кайтарувчининг эквивалентини топинг.

12. Уч ва олти валентли хром учинчи даврининг кайси элементларига ухшайди? Бу ухшашлик нималарда намоён булади?

13. 8 моль калий бихромат етарли мақдор углевод билан кайтарилганда қанча хром (III)-оксид ҳосил булади?

14. $K_2Cr_2O_7$ ни кайтариб 4 моль Cr_2O_3 олиш учун қанча C керак? Жаоб: 8 г-атом.

44-§. МАРГАНЕЦ

Марганец Mn, технеций Tc ва рений Re элементлари Д. И. Менделеев даврий системасида VII группанинг қўшимча группасига таъкил қилади.

Марганец ва рений табиатда бирикмалар ҳолида учрайди, технеций сунъий радиоактив изотоплар ҳолида олинади.

Марганец табиатда асосан оксидлар, гидроксидлар ва карбонатлар ҳолида учрайди; булар пиролюзит $MnO_2 \cdot xH_2O$, марганецли шпат — $MnCO_3$ шунингдек Mn_2O_3 , $Mn_2O_3 \cdot H_2O$ каби бирикмалардир. Марганец ана шу рудалардан ёки пиролюзитни куйдириш натижасида ҳосил буладиган Mn_2O_3 ни алюминий билан қайтариш орқали олинади.

Марганец кумуш каби оқ тусли, қаттиқ оғир металл, унинг электрон конфигурацияси қуйидагича: $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^4$.

Марганец атомининг сиртки қаватида 2 та ($4s^2$) ва сиртдан олдинги тугалланмаган қаватида 13 та ($3s^2 3p^6 3d^5$) электрон бор. У сиртки қаватдаги икки электронини, ва сиртдан иккинчи қаватдан бештагача электронини бериб 2, 3, 4, 5, 6, 7 га тенг оксидланиш даражаси намоён қилади.

Марганецнинг химиявий активлиги унинг тозалик даражасига боғлиқ. Марганец юқори температурада ҳавода ёнади, температуранинг кўтарилишига қараб MnO , MnO_2 , Mn_2O_3 ва Mn_2O_4 оксидларини ҳосил қилади. Марганец сув билан реакцияга киришганда, водород ажралиб чиқади. Совуқда реакция секин, иситилганда эса тез боради:



Марганец суюлтирилган кислоталар билан реакцияга киришиб, улар таркибидан водородни сиқиб чиқаради:



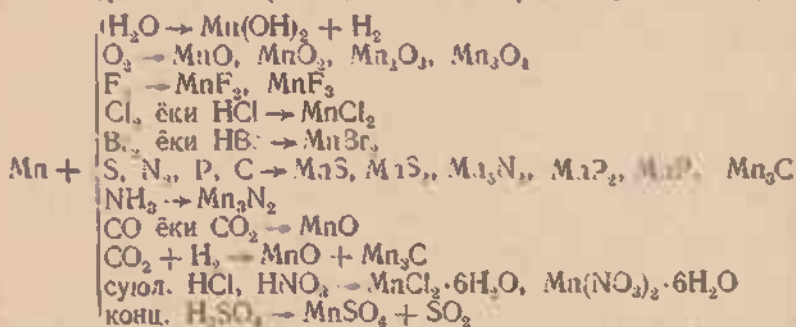
Mn концентранган қайноқ сульфат ва нитрат кислоталар билан реакцияга киришганда водород ажралиб чиқмайди:



Марганец купина металл оксидларидан металлларни кайтаради:



Марганец қиздирилганда купсица металлмаслар ва мураккаб моддалар билан реакцияга киришиб, тагишти бирикмалар ҳосил қилади:



Марганец бир қатор оксидлар ва бу оксидларга мувофиқ келадиган бир қатор гидроксидлар ҳосил қилади. Масалан: MnO ва Mn_2O_3 ҳамда уларнинг гидратлари $\text{Mn}(\text{OH})_2$ ва $\text{Mn}(\text{OH})_3$ асос хоссага, марганец (IV)—оксид MnO_2 ҳамда унинг гидратлари $\text{Mn}(\text{OH})_4$ ва H_2MnO_4 амфотер хоссага, манганат ангидрид — MnO_3 (эркин ҳолда олинган эмас) ва перманганат ангидрид Mn_2O_7 ҳамда уларнинг гидратлари H_2MnO_4 , HMnO_4 лар кислота хоссага эга. Демак, марганецнинг валентлиги ўрғиши билан оксидларнинг асос хоссалари кучсизланиб, кислота хоссалари кучаяди

Таъриблар

1. Марганец (II)-гидроксиднинг олиниши ва хоссалари

а) Пробиркага озроқ марганец (II)-сульфат MnSO_4 эритмасидан олиб, унинг устига ушанча миқдорда 2н уювчи ишқор эритмасидан қушинг. Дастлаб қандай рангли чукма $\text{Mn}(\text{OH})_2$ ҳосил булишини кузатинг. Пробиркада ҳосил булган аралашмани чуқмаси билан чайқатинг. $\text{Mn}(\text{OH})_2$ нинг ҳавода оксидланиши натижасида қандай чукма ҳосил булади? Реакция тенгламаларини молекула ва ион ҳолида ёзинг.

б) Иккита пробиркага MnSO_4 эритмасидан озгинадан олиб, уларнинг устига ушанча миқдорда 2н уювчи натрий эритмасидан қушинг. Биринчи пробиркага чуқма эригунча хлорид кислота эритмасидан, иккинчи пробиркага мул ишқор қушинг; бу ҳолда ҳам чуқма эридимми? Марганец (II)-гидроксиднинг хоссалари ҳақида қандай хулоса чиқариш мумкин?

2. Икки валентли марганецнинг оксидланиши

а) Озроқ MnSO_4 эритмаси солинган пробиркага 2н уювчи натрий ва янги тайёрланган хлорли сув ёки бромли сув қушинг. Аралашмани бир оз қиздириг. Чуқманинг қўнғир тусга киришини кузатинг. H_2MnO_3 кислотаси ҳосил булишини ва бу кислота узидан бир молекула сув чиқариб MnO_2 га утишини назарда тутиб реакция тенгламасини ёзинг.

б) Пробиркага озроқ қургашин (IV)-оксид солинг, сунгра озгина концентрланган нитрат кислота ва 2—3 томчи $MnSO_4$ нинг суюлтирилган эритмасидан қўшинг. Аралашгани 2—3 минут қайпатынг. Эритма совиганда MnO_4^- ионига хос рангга ўтишни кузатынг. Реакция тенгламасини ёзинг.

в) Пробиркага озроқ $Mn(NO_3)_2$ эритмасидан олиб, унинг устига 4—5 томчи ишқор эритмаси ва 10% ли H_2O_2 эритмасидан 2—3 мл қўшинг. Эритмани кислород ажралиб чиқиши тўхтагунча қиздириг. Бунда H_2MnO_4 таркибли модда чўкмага тушишни курасиз. Қандай реакция содир бўлади? Унинг тенгламасини ёзинг.

г) Пробиркага озроқ $Mn(NO_3)_2$ эритмасидан олиб унинг устига 3—4 томчи 2 н нитрат кислота ва озроқ натрий висмутат $NaBiO_3$ кристалидан қўшинг. Бир оз вақт утгандан кейин эритма бинафша рангга киради. Бунда $HMnO_4$ ва $Bi(NO_3)_3$ ҳосил бўлишнинг этиборга олиб, реакция тенгламасини ёзинг.

д) $MnSO_4 + Na_2CO_3 + KNO_3 \rightarrow Na_2MnO_4 + KNO_2$ шаклида реакция тенгламаси схематик ёзилгай тажрибани қандай амалга ошириш мумкин?

3. Марганец (II)-сульфиднинг олиниши ва хоссалари

а) Икки валентли марганец тузига натрий сульфид (ёки аммоний сульфид) эритмасидан қўшинг. Бугдой ранг чўкма ҳосил бўлишни кузатынг. Чўкмани шиша таёқча ёрдамида аралаштиринг. Чўкманинг эки кислороди ва сув иштирокида аста-секин қорайиб, $Mn(OH)_2$ га оксидланишнинг ва олтингугурт ажралиб чиқишнинг этиборга олиб реакция тенгламасини ёзинг.

Шу тажрибани Na_2S урғида H_2S олиб бажаринг. Нега чўкма ҳосил бўлмайди?

б) Иккита пробиркада марганец (II)-сульфид MnS чўкмасини ҳосил қилинг. Биричи пробиркага чўкма эригунча 2 н хлорид кислота қўшинг. Иккинчи пробиркага 2 н ишқор эритмасидан қўшинг. Кузатилган ҳодисанинг сабабини тушунтиринг. Реакция тенгламасини ёзинг.

4. Марганец (IV)-оксиднинг қайтагилиши (тажриба мўрили шкофда ўтказиласи).

а) Темир штативга ўрнатилган пробиркага MnO_2 дончаларидан 2—3 та солиб, унинг устига озроқ концентрланган хлорид кислота қўшинг. Аралашгани секин қиздириг. Хлор ажралиб чиқишнинг кузатынг. Реакция тенгламасини ёзинг.

б) Темир штативга ўрнатилган пробиркага MnO_2 дончаларидан 2—3 та солиб, унинг устига озроқ концентрланган сульфат кислота қўшинг. Аралашгани эҳтиётлик билан қиздириг. Кислород ажралиб чиқишнинг учинчи яллиғланиб турган ёғоч чўп билан сиёиб қуриг. Реакция тенгламасини ёзинг.

в) Марганец (IV)-оксид солинган пробиркага 10—15 томчи 2 н H_2SO_4 га $FeSO_4$ кристалдан 2—3 дона қўшинг. Сунгра 8—10 томчи

сув солиб, пробирканинг оёзини пробка билан беркитиб, MnO_2 эригунча чайқатинг. Эритмада уч валентли темир иони борлигини $\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ эритмаси билан синаб курунг. Mn^{1+} нинг Mn^{2+} га ва Fe^{2+} нинг Fe^{3+} га утишини эътиборга олиб реакция тенгламасини ёзинг.

5. Марганец (IV)- оксиднинг оксидланиши

(Тажриба ойнаси туширилган мўрили шкафта ўтказилади)

Пробиркага тахминан 2 г калий нитрат, 1 г MnO_2 ва 2 г уювчи калий кристалдан солиб, пробиркани темир штатив ҳалқасига урнатинг. Аралашмани қиздириб суюқлантиринг. Ҳосил булган маҳсулот созитилганда яшил рангга утишини кузатинг. Калий нитрит ва K_2MnO_4 ҳосил булишини эътиборга олиб, реакция тенгламасини ёзинг. Олинган массани кейинги тажриба учун сақланг.

6. Манганатнинг оксидловчи-қайтарувчи хоссалари

а) 5-тажрибада ҳосил қилинган қаттиқ массани озроқ сувда эритинг. Сувдаги эритмада манганат секин парчаланади:



Эритмани учта пробиркага булинг. Биринчи пробиркага 2 н сирка кислота эритмасидан 2--3 томчи қушинг. Эритманинг гунафша-пушти рангга утишини ва қуңғир чукма MnO_2 ҳосил булишини кузатинг. Бу реакцияда MnO_4^- иони ҳосил булишини эътиборга олиб, реакция тенгламасини ёзинг.

б) K_2MnO_4 эритмаси бор иккинчи пробиркага янги тайёрланган хлорли сувдан оз-оздан қушинг. Эритманинг қизғиш-гунафша рангга киришини кузатинг. Реакция тенгламасини ёзинг.

в) Калий манганатли учинчи пробиркага янги тайёрланган натрий сульфит Na_2SO_3 эритмасидан қушинг. Эритмани бир оз қиздириг. Эритманинг рангсизланишини ва қуңғир чукма ҳосил булишини кузатинг. Реакция тенгламасини ёзинг.

7. Перманганат ангидрид— Mn_2O_3 нинг олиниши ва оксидлаш хоссалари

(Тажриба мўрили шкафта ўтказилади)

а) Чинни косачага озроқ KMnO_4 кристалдан солинг ва унга бир неча томчи концентрланган сульфат кислота қушиб, шиша таёқча билан аралаштиринг. Тўқ яшил суюқлик—перманганат ангидридининг сульфат кислотадаги эритмаси ҳосил булишини эътиборга олиб, реакция тенгламасини ёзинг. Ҳосил булган Mn_2O_3 эритмасини кейинги тажриба учун сақланг.

б) 7-тажрибада ҳосил қилинган Mn_2O_3 эритмасига шиша таёқчаши ботириб, уни спирт лампаси пиласига текказинг, спирт лампа шу заҳотиёқ ут олишини кузатинг. Этил спиртнинг CH_3CHO альдегидга оксидланишини ва MnO_2 ҳосил булишини эътиборга олиб, реакция тенгламасини ёзинг.

8. Калий перманганатнинг парчаланиши

Темир штативга урнатилган пробиркага KMnO_4 кристаллдан озроқ солиб, пробиркани қиздиринг. Кислород ажралиб чиқишини учи яллиғланиб турган ёғоч чуп билан синаб куринг. Қиздиришни кислород чиқиб булгунча давом эттиринг. Пробирка совигандан кейин унга озроқ сув қуйиб, шиша таёкча билан аралаштиринг. Яшил рангли эритма K_2MnO_4 ва қуңғир чукма MnO_2 ҳосил булишини эътиборга олиб, реакция тенгламасини ёзинг.

9. Калий перманганатнинг оксидловчи хоссалари

а) Иккита пробиркага калий перманганат эритмасидан солинг. Биринчи пробиркага 4—5 томчи 2 н сульфат кислота ва 5—10 томчи спирт қушинг. Пробиркани секин-аста қиздиринг. Эритма рангининг узгаришига караб ва спиртнинг альдегидгача оксидланишини эътиборга олиб, реакция тенгламасини ёзинг.

б) Калий перманганат эритмаси солинган пробиркага 2 н сульфат кислота ва калий бромид эритмаси қушинг. Эритма рангсизланишини кузатинг. Реакция тенгламасини ёзинг.

в) Калий перманганат эритмаси солинган пробиркага 2 н сульфат кислота ва 10% ли водород пероксид эритмасидан қушинг. MnO_4^- ионинг Mn^{2+} ионга қайтарилишини ва кислород чиқишини эътиборга олиб, реакция тенгламасини ёзинг.

10. Калий перманганатнинг оксидловчи хоссасига муҳитнинг таъсири

а) Учта пробиркага KMnO_4 эритмасидан олиб, биринчи пробиркага 2 н H_2SO_4 ва калий йодид эритмасидан қушинг. Пробиркадаги эритманинг ранги сариқ-қуңғир тусга киришини кузатинг. Эркин йод ҳосил булганлигини эритмадан озгина олиб, суюлтириб крахмал клейстери билан синаб куринг. MnO_4^- ионининг Mn^{2+} ионга ўтишини эътиборга олиб, реакция тенгламасини ёзинг.

б) Иккинчи пробиркага озроқ дистилланган сув ва калий йодид эритмасидан қушинг. Эритмани бир оз қиздиринг. Қуңғир чукма MnO_2 ҳосил булишини кузатинг. Реакция тенгламасини ёзинг.

в) Учтинчи пробиркага 2 н NaOH ва калий йодид эритмасидан қушинг. Эритманинг яшил рангга ўтишини (вақт ўтиши билан ранг йиқилиши ҳам мумкин) кузатинг. Эркин йод ҳосил булмаганлигини крахмал клейстери билан синаб куринг. Бу реакцияда MnO_4^- ионнинг MnO_4^{2-} ионга ўтишини ва KJO_2 ҳосил булишини эътиборга олиб, реакция тенгламасини ёзинг. Ҳар қайси реакция учун ион электрон тенгласида оксидланиш-қайтарилиш тенгламалари тузинг.

г) Калий перманганат эритмаси солинган учта пробирка олиб, биринчи 2 н сульфат кислота, иккинчисига ўшанча дистилланган сув, учинчисига 2 н уювчи натрий эритмаси солинг. Учала пробиркага шундан сийёрланган натрий сульфит эритмасидан қушинг. Биринчи пробиркадаги эритманинг рангсизланишини, иккинчи пробиркада

қуңғир (қора) чукма ҳосил булишини, учинчи пробиркада яшил ранг ҳосил булишини кузатиш. Реакция тенгламаларини ёзинг. Калий перманганатнинг оксидловчи хоссасига муҳитнинг таъсири ҳақида худоса чиқаринг.

д) Калий перманганат эритмасига озроқ сульфат кислота қушиб, кислотали муҳит ҳосил қилинг. Сунгра уша пробиркага 10% ли H_2O_2 эритмасидан 2—3 мл қуйинг. Эритманинг рангсизланишини кўрасиз. Реакция тенгламасини электрон баланс ва ион-электрон методлар асосида ёзинг.

Машқ ва масалалар

1. Марганец атомининг ҳамда Mn^{2+} , Mn^{3+} , Mn^{4+} , Mn^{7+} ионларининг электрон структурасини ёзинг.

2. Марганецнинг табиий бирикмалари формуласини ва бу бирикмалардан металл ҳолидаги марганец ажратиш олиш реакцияси тенгламаларини ёзинг.

3. Марганец металлга сув буғи, концентрланган ва сукултирилган хлорид, сульфат, нитрат кислота, қайноқ ишқор ва галогенлар таъсир эттирилганда қандай моддалар ҳосил бўлади? Реакция тенгламаларини ёзинг.

4. Марганецнинг қайси оксид ва гидроксидларини биласиз? Уларнинг энг барқарори қайсиси?

5. Икки, тўрт, олти, етти валентли марганец бирикмаларининг қайси бири кучли оксидловчи, қайси бири кучли қайтарувчи? Уларнинг хоссаларини тегишли реакцияларнинг тенгламаларини ёзиб изоҳланг.

6. Нейтрал, кислотали ва ишқорий муҳитда KMnO_4 билан Na_2SO_3 , KNO_2 ва FeSO_4 орасида борадиган реакция тенгламаларини молекула ва ион шаклида ёзинг.

7. Еттинчи группанинг асосий группачаси элементлари билан қушимча группача элементлари орасида қандай ухшашлик ва фарқ бор? Жавобингизни тегишли реакция тенгламаларини ёзиш билан изоҳланг.

8. 116,5 г MnO_2 юқори температурада қиздирилганда (нормал шароитда) қанча ҳажм кислород ажралиб чиқади? Жавоб: 10 л.

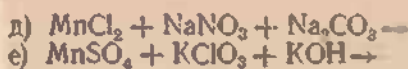
9. 20 л хлор олиш учун қанча KMnO_4 керак? Бунда зичлиги 1,18 бўлган хлорид кислотада неча миллилитри реакцияга киришадиган? Жавоб: 56,42 г, 260 мл.

10. Кислотали муҳитда KMnO_4 эритмасидан MnO_4^- —ионини қайтариш учун 0,208 г FeSO_4 эритмасидан 47 мл сарфланган. Эритмада қанча KMnO_4 бўлган? Жавоб: 0,309 г.

11. Марганец тузларининг гидролизланиш реакцияси тенгламаларини молекула ва ион ҳолида ёзинг.

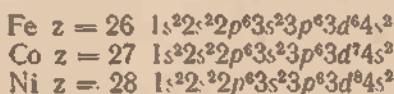
12. Қуйидаги моддалар уртасида борадиган реакциянинг молекула ва ион тенгламаларини ёзинг ҳамда коэффициентларини танланг:





45-§. ТЕМИР, КОБАЛЬТ ВА НИКЕЛЬ

Темир, кобальт ва никель бир-бирига ухшаш элементлардир. Улар даврий системада VIII пруппанинг қушимча группачасига киради. Темир группачаси элементларининг электрон конфигурацияси қуйидагича:

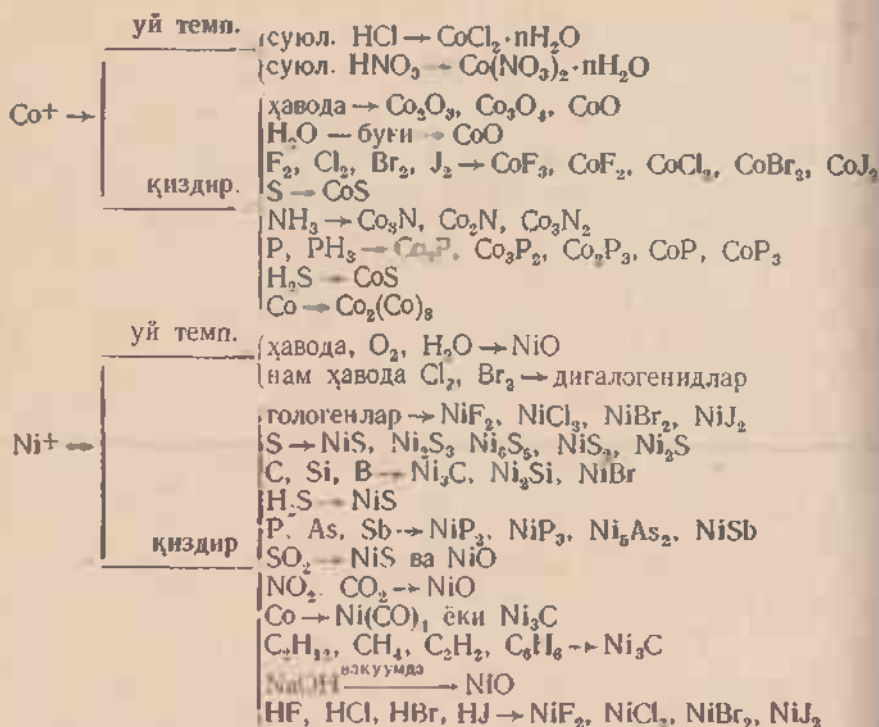


Fe—Co—Ni каторида чапдан уннга томон 3d орбитал электронлар билан тулиб борган сари d электронлар купроқ жуфтлашади.

Темирнинг оксидланиш даражасининг максимал киймати +6 га стади; кобальтда факат +3, никель +2. Co ва Ni нинг +4 валентли ҳолатлари нихоятда бекарор. Темир қуруқ ҳавода узгармайди, аммо нам ҳавода тез занглаб, $\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot n\text{H}_2\text{O}$ га айланади. Бу модда нурсилдоқ булганлиги учун темирни янада оксидланишдан сақлай олмайди. Кобальт ва никель сув ҳамда ҳавода оксидланмайди. Темирга концентрланган совук сульфат, нитрат кислоталар ва ишқорлар таъсир этмайди. Темир суюлтирилган кислоталарда осон эриб, улардан водородни сиқиб чиқаради ва Fe^{2+} ионларини ҳосил қилади.

Ni ва Co суюлтирилган кислоталарда темирдан қура сустрок эрийди; концентрланган нитрат кислотада пассивлашиб қолади, Fe^{2+} — Co^{2+} — Ni^{2+} қаторида чапдан уннга томон қантарувчи хоссалар заифлашади. Fe^{3+} — Co^{3+} — Ni^{3+} қаторида эса чапдан уннга томон оксидловчи хоссалар кучаяди. Темир, кобальт ва никельнинг химиявий хоссаларини қуйидаги схемадан қуриш мумкин:

10+	хона темп.	нам ҳавода — $\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot n\text{H}_2\text{O}$ Br ₂ , J ₂ буғи — Fe_2Br_6 ва Fe_3J_8 суюлт. H_2SO_4 , HCl — $\text{FeCl}_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$, $\text{FeSO}_4 \cdot n\text{H}_2\text{O}$
	киздирши	сув буғи — Fe_3O_4 кислород — Fe_3O_4 Cl ₂ -гази — Fe_2Cl_6 Br ₂ -буғи — Fe_2Br_6 S-буғи — FeS , FeS_2 P, As, Si — Fe_3P , Fe_3P_2 , FeP , Fe_3As_2 , Fe_2As , Fe_3As_4 , Fe_3Si , FeSi , FeSi_2 , Fe_2S NH_3 — Fe_2N , Fe_3N конц. H_2SO_4 , HNO_3 — $\text{Fe}(\text{NO}_3)_3 \cdot n\text{H}_2\text{O}$, $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot n\text{H}_2\text{O}$



Темир, кобальт ва никель кислород билан FeO , CoO , NiO , Fe_2O_3 , Co_2O_3 , Ni_2O_3 оксидлар ҳосил қилади. Fe_2O_3 ва Ni_2O_3 лар юқори температурада қиздирилса Fe_3O_4 , Ni_3O_4 га, сунгра FeO , NiO га айланади. Қора тусли FeO , яшил тусли NiO ва кул ранг тусли CoO сув ва ишқорларда эримайди, кислоталарда эриб икки валентли Fe , Co ва Ni нинг тегишли тузларини ҳосил қилади. Fe_2O_3 ва Co_2O_3 ларнинг асос хоссалари FeO ва CoO ларникидан кучсизроқ бўлиб, амфотер хоссаларга яқин. Икки валентли металлларнинг гидроксидлари $\text{Fe}(\text{OH})_2$, $\text{Co}(\text{OH})_2$ ва $\text{Ni}(\text{OH})_2$ сувда ва ишқорларда эримайди, улар асос хоссаларига эга бўлиб, кислоталарда эрийди. Оқ тусли $\text{Fe}(\text{OH})_3$ ва пушти $\text{Co}(\text{OH})_3$ ҳавода оксидланиб, қизғиш-қунғир тусли $\text{Fe}(\text{OH})_3$ ва қунғир тусли $\text{Co}(\text{OH})_3$ га айланади. $\text{Ni}(\text{OH})_2$ оч яшил тусли модда бўлиб, ҳавода оксидланмайди. Темир (III)-гидроксидга ишқор таъсир эттирилса феррит кислота — HFeO_2 нинг тузлари ҳосил булади. Уч валентли кобальт ва никель оксидлари ҳамда гидроксидлари кучли оксидловчилардир, улар кислотали муҳитда қайтарилиб, икки валентли кобальт ва никель тузлари ҳосил булади, шу билан бирга оксидланадиган моддалар бўлмаса, кислород ажралиб чиқади. Никель ва кобальт гидроксидлари аммиакда ҳамда амоний тузларида эриб, тегишли комплекс бирикмалар ҳосил қилади. Икки валентли Fe , Co ва Ni металлларининг тузлари кучли оксидловчилар таъсирида оксидланади, уч валентли тузлари эса кучли қайтарувчилар таъсирида қай-

гирилади. Бу металлларнинг хлорид, нитрат, сульфат, ацетат тузлари сувда нисбатан яхши эрийди. Баъзи асосли тузлари ва карбонатлари, сульфидлари, фосфатлари сувда эримайди.

Таърибалир

Икки ва уч валентли темирга хос сифат реакциялар

а) Янги тайёрланган ва ичига озроқ темир кукуни солинган (Fe^{2+} ионининг Fe^{3+} ионга ўтмаслиги учун) темир (II)-сульфат эритмасидан иккита пробиркага озроқ қуйинг. Биринчи пробиркага калий роданид эритмасидан қушинг. Агар эритмада Fe^{3+} иони бўлмаса, ҳеч қандай ранг пайдо бўлмайди. Темир (III)-сульфат асари бўлса, пушти ранг пайдо бўлади. Иккинчи пробиркага қизил қон тузи $\text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ эритмасидан қушинг. Кук чуқма — $\text{Fe}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]_2$ ҳосил бўлишини кузатинг. Реакция тенгламасини ёзинг.

б) Иккита пробиркага темир (III)-хлорид эритмасидан қуйинг. Биринчи пробиркага калий роданид эритмасидан бир неча томчи қушинг. Туқ қизил эритма — темир (III)-роданид $\text{Fe}(\text{SCN})_3$ ҳосил бўлишини кузатинг. Иккинчи пробиркага сариқ қон тузи $\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ эритмасидан қушинг. Кук чуқма — берлин зангориёси $\text{Fe}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]_2$ ҳосил бўлишини кузатинг. Реакцияларнинг тенгламаларини ёзинг.

2. Темирга кислоталарнинг таъсири

а) Учта пробиркага 2—3 донадан кнопка ёки темир михлар қўйинг. Биринчи пробиркадаги мих устига 2 н хлорид ислода, иккинчи пробиркага 2 н сульфат кислота ва учинчи пробиркага 2 н нитрат кислота эритмасидан қушинг. Биринчи ва иккинчи пробиркаларда водород ажралиб чиқишини ва темирнинг икки валентли тузи ҳосил бўлишини исботланг. Учинчи пробиркада газ чиқмаслигини кузатинг. Пробиркадаги эритмага озроқ 2 н NaOH эритмасидан қушиб, пробиркада қиздириг. Аммиак ажралиб чиқишини ҳидидан билинг. Икки валентли темир тузи ва аммоний нитрат ҳосил бўлишини ҳисобга қилиб, реакция тенгламасини ёзинг.

б) Иккита пробиркага кнопка ёки темир михлар солинг. Биринчи пробиркадаги мих устига концентрланган нитрат кислота, иккинчи пробиркага концентрланган сульфат кислота қушинг. Реакция борлигини кузатинг. Пробиркаларни темир штативга ўрнатиб қиздириг. Биринчи пробиркада NO чиқиб ҳаводаги кислород билан қўшилиб, қуңғир тусли NO_2 газга айланади, иккинчи пробиркада темир ҳидли SO_2 чиқишини кузатинг. Пробиркаларда уч валентли темир тузи ҳосил бўлганлигини исботланг. Реакция тенгламаларини ёзинг.

3. Темирнинг айрим тузлардан металлларни сиқиб чиқариши

Алюминда-алюҳида пробиркаларга қалай хлорид, мис сульфат, (II)-нитрат эритмасидан олиб, уларнинг устига тозаланган темир

михлар солинг. Мис, калай ва симоб ажралиб чиқишнинг кузатилг. Металларнинг нормал электрод потенциаллари қийматидан фойдаланиб, кузатишдан ҳодисаларнинг сабабини тушуниринг. Реакция тенгламаларини ёзинг.

4. Темир (II)-гидроксиднинг олиниши ва хоссалари

Янги тайёрланган ва ичига темир қириндиси солинган темир (II)-сульфат эритмасидан пробиркага озроқ олиб, унинг устига 2 н ўювчи натрий эритмасидан қушини (ўювчи натрий эритмасидан хавони чиқариб юбориш учун у аввал қайнатиб олинган). Оқ чукма темир (II)-гидроксид ҳосил бўлади. Чукмани шиша таёқча билан аралаштиринг. Темир (II)-гидроксид чукмаси хаво кислороди билан осон оксидланиб, аста-секин тўқ яшил, қора ва ниҳоят, қизил-қунағир тусга ўтади. Агар эритмага темир (III)-сульфат аралашган ва ўювчи натрий эритмаси қайнатилмаган бўлса, бунда озроқ бўлса-да, темир (III)-гидроксид чукмаси ҳосил бўлиб, темир (II)-гидроксид чукмаси оч яшил ранг касб этади. Кузатилган ҳодисаларни тушуниринг. Реакция тенгламаларини ёзинг.

Илова. Темир (II) тузлари хавода оксидланувчан бўлгани учун қўпичча лабораторияларда Мор тузи $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4 \cdot \text{FeSO}_4 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ дан фойдаланилади.

б) Темир (II)-гидроксид чукмасини ҳосил қилинг. Бунинг учун пробиркага Мор тузи эритмасидан олиб, унинг устига ишқор эритмаси қушинг. Чукмани тезда иккига бўлиб, бирини 2 н ўювчи натрий, иккинчисига 2 н хлорид кислота эритмасидан қушинг. Темир (II)-гидроксиднинг хлорид кислотада эришини кузатинг. Реакция тенгламаларини ёзинг.

5. Оз эрийдиган икки валентли темир тузларининг олиниши

а) Пробиркага 3—4 томчи сульфат кислота қушилган дистилланган сув солиб (эриган кислородни чиқариб юбориш учун) қайнагунча қиздириг. Сўнгра унга темир (II)-сульфат еки Мор тузи кристалларидан озгина солиб, пробиркани чайкатмасдан яна қиздириг. Ҳосил бўлган эритмани совитинг ва унга натрий карбонат эритмасидан қушинг. Оқ чукма FeCO_3 ҳосил бўлишини кузатинг. Чукмани тезда иккига пробиркага булинг. Биринчи пробиркага Кипп аппаратида карбонат ангидрид юборинг. Нордон туз — $\text{Fe}(\text{HCO}_3)_2$ ҳосил бўлиб чукма эрийди. Иккинчи пробиркадаги чукмани шиша таёқча билан аралаштиринг. Чукманинг қорайишини ва жигар рангга ўтишини кузатинг. Темир (II)-карбонатнинг хаво кислороди таъсирида темир (III)-гидроксидга айланишини ва карбонат ангидрид ажралиб чиқишини ҳисобга олиб, реакция тенгламасини ёзинг. Кузатилган ҳодисаларни тушуниринг.

б) Темир (II)-сульфат эритмаси солинган иккига пробирканинг бирига аммоний сульфид эритмаси, иккинчисига водород сульфидли сув қушинг. Аммоний сульфид қушилган пробиркада қора чукма FeS

ҳосил булишининг, водород сульфидли пробиркада эса чуқма ҳосил бўлмаслигининг сабабини тушунтиринг. Ҳосил бўлган чуқмани иккита пробиркага бўлинг. Биринчи пробиркага 2n NaOH эритмасидан, иккинчи пробиркага 2n хлорид кислота эритмасидан қўшинг. Қайси пробиркада чуқма эрийди? Реакция тенгламаларини ёзинг.

6. Икки валентли темирнинг қайтарувчи хоссалари

Икки валентли темирнинг қайтарувчи хоссаларини урганишга тегишли тажрибаларни бажаришда ҳам, янги тайёрланган ва ичига темир қириндиси солинган темир (II)-сульфат эритмаси ёки Мор тузи ишлатилади.

а) Иккита пробиркага темир (II)-сульфат эритмасидан озроқ олиб, унда кислотали муҳит ҳосил қилиш учун 2n сульфат кислота эритмасидан 5—6 томчи томизинг. Сунгра биринчи пробиркага хлорли сув, иккинчисига бромли сув қўшинг.

Бромли ва хлорли сув рангининг ўзгаришини кузатинг. Иккала пробиркада ҳам Fe^{2+} ионнинг Fe^{3+} ионга ўтишини ва хлор ҳамда бромнинг қайтарилишини ҳисобга олиб, реакция тенгламаларини ёзинг. 1-тажрибадан фойдаланиб эритмада Fe^{3+} иони борлигини исботланг.

б) Темир (II)-сульфат эритмасига 3—4 томчи 2n сульфат кислота ва 5—6 томчи концентрланган нитрат кислота қўшинг. Эритмани кайнагунча қиздириг. Қўнғир газ азот (IV)-оксид ҳосил булишини кузатинг. Бу реакцияда темир (III)-сульфат ва азот (II)-оксид ҳосил булишини эътиборга олиб реакция тенгламаларини ёзинг. Эритмада Fe^{3+} иони борлигини исботланг.

в) Иккита пробиркага темир (II)-сульфат эритмасидан ва озроқ 2n сульфат кислота эритмасидан солинг. Биринчи пробиркага калий перманганат эритмаси қўшинг. Эритмада MnO_4^- ионнинг рангсиз Mn^{2+} ионга ўтишини кузатинг. Иккинчи пробиркага калий бихромат эритмасидан қўшинг. Эритманинг $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ ионга хос рангдан яшил Cr^{3+} ионга хос рангга ўтишини кузатинг. Биринчи пробиркада MnSO_4 , $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$, иккинчи пробиркада $\text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3$, $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ ҳосил булишини ҳисобга олиб, реакцияларнинг тенгламаларини ёзинг. Эритмада Fe^{3+} иони борлигини исботланг.

г) Иккита пробиркага темир (II)-сульфат эритмасидан олиб, улардан бирига кумуш нитрат эритмасидан, иккинчисига симоб (II)-нитрат эритмасидан қўшинг. Пробиркаларни секин-аста қиздириг. Ялтироқ кумуш ва симоб метали ажралиб чиқишини кузатинг. Бу реакцияларда темир (III)-сульфат ва темир (III)-нитрат ҳосил булишини эътиборга олиб реакцияларнинг тенгламаларини ёзинг. Эритмада Fe^{3+} иони борлигини исботланг.

7. Темир (III)-гидроксиднинг олинishi ва хоссалари

Темир (III)-хлорид эритмаси солинган пробиркага 2n уювчи натрий эритмасидан қўшинг. Қўнғир чуқма $\text{Fe}(\text{OH})_3$ ҳосил булишини кузатинг. Чуқмани туртга пробиркага бўлинг. Биринчи пробиркага нитрат кислота, иккинчисига 2n сульфат кислота ва учинчисига хлорид кислота эритмаларидан чуқма эригунча қўшинг. Туртинчи

пробиркага концентрованган NaOH эритмасидан мул миқдорда қўшиб, пробиркани қиздириг. Темир (III)-гидроксиднинг қисман эришини кузатинг. Темир (III)-гидроксид қандай хоссаларга эга? Реакция тенгламаларини ёзинг.

8. Икки ва уч валентли темир тузларининг гидролизи

а) Иккита пробирка олиб, бирига темир (II)-сульфат ёки Мор тузи кристалларидан, иккинчисига озгина каттиқ темир (III)-хлорид солиб, мумкин қадар озроқ сувда эритинг. Эритма мухитини қизил ва қўқ лакмусли қоғозлар билан текшириб кўринг. Қўқ лакмусли қоғознинг қизариши сабабини тушунтиринг. Пробиркаларга озгина сув қўшинг ва қайнагувча қиздириг. Эритма рангининг интенсивлиги ўзгариши сабабини тушунтиринг. Гидролиз реакциялариниң молекула ва йон ҳолида ёзинг.

б) Темир (III)-хлорид эритмасига натрий карбонат эритмасидан қўшинг. Қуёғир чуқма $\text{Fe}(\text{OH})_3$ ҳосил бўлишини ва карбонат ангидрид ажралиб чиқишини кузатинг. Бу реакцияда $\text{Fe}_2(\text{CO}_3)_3$ ҳосил бўлишини ва бу туз гидролизга учраб $\text{Fe}(\text{OH})_3$ ҳосил қилишини назарга олиб, гидролиз реакцияларини ёзинг.

9. Уч валентли темирнинг қайтарилиши

а) Иккита пробиркага темир (III)-хлорид эритмасидан озгина олиб, биринчисига водород сульфидли сув солиг. Бу реакцияда Fe_2S_3 чуқмага тушмаслигини ва олтингугурт ажралиб чиқишини кузатасиз. Реакция тенгламасини ёзинг.

Иккинчи пробиркага натрий сульфид ёки аммоний сульфид эритмасидан қўшинг. Қора чуқма — Fe_2S_3 ҳосил бўлишини кузатинг. Чуқмани иккита пробиркага бўлиб, бирига 2 н хлорид кислота, иккинчисига 2 н сульфат кислота эритмасидан чуқма эригунча қўшинг. Олтингугурт ажралиб чиқиши патижасида эритманинг лойқаланishi ва водород сульфид ҳосил бўлишини кузатинг. Икки валентли темир тузлари ҳосил бўлишини эътиборга олиб реакция тенгламасини ёзинг. Водород сульфид ва натрий сульфиднинг темир (III)-хлорид эритмасига таъсиридаги фарқни изохлаб беринг.

б) Темир (III)-хлорид эритмасига калий йодид эритмасидан қўшинг. Эритма рангининг ўзгаришини кузатинг. Эритмада эркин йод ҳосил бўлганлигини исботлаш учун эритмани сув билан суюлтириб, унга крахмал клейстри қўшинг. Эритма рангининг қуқаришини кузатинг. Бу реакцияда темир (II)-хлорид ҳосил бўлишини эътиборга олиб реакция тенгламасини ёзинг.

в) Учта пробиркага темир (III)-хлорид эритмасидан солиг. Биринчи пробиркага SnCl_2 , иккинчи пробиркага NH_4Cl ва учинчи пробиркага $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ эритмасидан қўшинг. Эритмаларнинг рангсизланишини кузатинг. Биринчи пробиркада SnCl_2 , иккинчи пробиркада N_2 учинчи пробиркада $\text{Na}_2\text{S}_4\text{O}_6$ ҳосил бўлишини ва учала пробиркада ҳам Fe^{2+} ҳосил бўлишини назарда тутиб, реакция тенгламаларини ёзинг.

10. Оз эрийдиган уч валентли темир тузларининг олиниши

а) Учта пробиркага темир (III)-хлорид эритмасидан олиб, биринчи пробиркага натрий сульфид эритмасидан қушинг. Қора чуқма Fe_2S_3 ҳосил бўлишини кузатинг. Иккинчи пробиркага Na_2HPO_4 ва учинчи пробиркага CH_3COONa эритмаларидан қушинг. Иккинчи пробиркада сариқ чуқма FePO_4 аа учинчи пробиркада сирқа кислота ҳосил бўлишини кузатинг. Реакцияларнинг тенгламаларини ёзинг.

б) Бир пробиркага майдаланган NaOH ёки KOH кристалидан озроқ солиб, унга 5—6 томчи темир (III)-хлорид эритмасидан ва озгина KClO_3 кристалидан қушинг, пробиркани секин-аста қиздириг. Туқ қизил рангли калий феррат K_2FeO_4 ҳосил бўлишини кузатинг. Ара-лашмага озгина сув қушиб суюлтиринг ва 5—6 томчи барий хлорид эритмасидан томизинг. Гунафша-қизил рангли чуқма BaFeO_4 ҳосил бўлишини кузатинг. Реакция тенгламасини ёзинг.

11. Икки ва уч валентли темирнинг комплекс бирикмаларини ҳосил қилиш

а) Темир (III)-хлорид эритмасига 1—2 томчи 0,01 н аммоний роданид эритмасидан томизинг. Қизил қон рангли эритма—темир (III)-роданид $\text{Fe}(\text{SCN})_3$ ҳосил бўлишини кузатинг. Сунгра унга 3—4 томчи 2 н ортофосфат кислота қушинг. Бир томчи ортофосфат кислота қушилганда FePO_4 чуқмага тузилишини, ортикча H_3PO_4 қушилганда эса, чуқма эриб, рангсиз $(\text{NH}_4)_3[\text{Fe}(\text{PO}_4)_2]$ комплекс бирикма ҳосил бўлишини кузатинг. Комплекс бирикма ҳосил бўлишида аммоний роданид иштирок этишини назарда тутиб реакция тенгламасини ёзинг.

б) Янги тайёрланган темир (II)-сульфат эритмасига кизил қон тузи $\text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ эритмасидан 3—4 томчи қушинг, зангори рангли чуқма Турнбул зангориси $\text{Fe}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]_2$ ҳосил бўлишини кузатинг. Реакция тенгламасини ёзинг.

в) Темир (III)-хлорид эритмасига сариқ қон тузи $\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ эритмасидан 3—4 томчи қушинг. «Берлин сир» (лазури)нинг туқ зангори тусли чуқмаси $\text{Fe}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]_3$ ҳосил бўлишини кузатинг. Реакция тенгламасини ёзинг.

12. Кобальт (III)-оксиднинг олиниши ва хоссалари

а) Чинни тигелга озгина кобальт (II) - нитрат $\text{Co}(\text{NO}_3)_2$ кристалидан олиб, тигелни темир штативнинг халқасига чинни найли сим учбур-дан ёрдамида урнатиш. Тигелни қушғир газ—азот (IV)-оксид чиқиб кетгулча қиздириг. Тигелда қора-қушғир кобальт (III)-оксид Co_2O_3 қилишини кузатинг. Бу реакцияда кислород чиқишини назарда тутиб, реакция тенгламасини ёзинг.

б) Ҳосил булган кобальт (III)-оксиднинг озгивасини пробиркага солишг, устига концентрланган хлорид кислота қушиб, пробиркани секин-аста қиздириг. Ўтқир хидли хлор гази ажралиб чиқишини ку-затишг. Бу реакцияда CoCl_2 тузи ҳосил бўлишини эътиборга олиб реакция тенгламасини ёзинг.

13. Кобальт (II)-гидроксиднинг олиниши ва хоссалари

а) Пробиркага кобальт (II)-хлорид CoCl_2 эритмасидан олиб, унга 2н NaOH эритмасидан қушинг. Хаво ранг гидроксо туз Co(OHCl) ҳосил бўлишини кузатинг. Чукмали эритмани секин қиздириг. Пушти-қизил рангли кобальт (II)-гидроксид Co(OH)_2 ҳосил бўлишини кузатинг. Ҳосил бўлган чукмани туртта пробиркага бўлинг ва келгуси тажрибалар учун сақланг. Реакция тенгламасини ёзинг.

б) Кобальт (II)-гидроксид чукмаси бор биринчи пробиркага чукма эригунча 2н хлорид кислота эритмасидан қушинг. Иккинчи пробиркага 40% ли NaOH эритмасидан қушиб, сунгра қиздириг. Чукманинг эришини кузатинг. Кобальт (II)-гидроксид қандай хоссага эга? Иккинчи пробиркада Na_2CO_3 ҳосил бўлишини назарда тутиб реакция тенгламасини ёзинг. Учинчи пробиркадаги Co(OH)_2 чукмасини шиша таёқча билан аралаштиринг. Кобальт (II)-гидроксид ҳаво кислороди таъсирида аста-секин оксидланиб, жигар ранг чукма—кобальт (III)-гидроксидга айланишини кузатинг ва реакция тенгламасини ёзинг. Туртинчи пробиркага 3% ли водород пероксид эритмасидан қушинг. Кобальт (II)-гидроксиднинг теңда кобальт (III)-гидроксидга утишини кузатинг. Реакция тенгламасини ёзинг.

14. Кобальт (III)-гидроксиднинг олиниши ва хоссалари

(Тажриба мўррига шифади утказилади)

а) Пробиркага кобальт (II)-хлорид эритмасидан озроқ олиб, унга бромли сув ва сунгра 2н NaOH эритмасидан қушинг. Қушгани жигар ранг чукма—кобальт (III)-гидроксид ҳосил бўлишини кузатинг. Ҳосил бўлган Co(OH)_3 ни кейинги тажриба учун сақланг. Реакция тенгламасини ёзинг.

б) Ҳосил қилинган Co(OH)_3 ни иккита пробиркага бўлинг. Устиндаги суяқликни, иложи борича, пипетка билан олинг. Биринчи пробиркага концентрланган хлорид кислота қушинг. Уткир ҳидли хлор ажралиб чиқишини кузатинг. Иккинчи пробиркага сульфат кислота эритмасидан қушинг. Кислород ажралиб чиқишини учи яллиғланиб турган чўп билан синаб куринг. Иккала пробиркада ҳам икки илентли кобальт ҳосил бўлишини эътиборга олиб, реакция тенгламаларини ёзинг. Нима учун уч валентли кобальт тузи ҳосил бўлмаслигини тушунтиринг.

15. Оз эрийдиган икки валентли кобальт тузларининг олиниши

а) Иккита пробиркага кобальт (II)-хлорид эритмасидан олиб, биринга натрий сульфид Na_2S ёки $(\text{NH}_4)_2\text{S}$ эритмасидан қушинг. Қора чукма CoS ҳосил бўлишини кузатинг. Иккинчи пробиркага водород сульфидли сув қушинг. Эрувчанлик купайтмасы қийматидан фойдаланиб чукма тушмаслик сабабини тушунтиринг.

б) Иккита пробиркага кобальт (II)-хлорид эритмасидан олиб, биринчи пробиркага натрий карбонат Na_2CO_3 эритмасидан қушинг. Оқ қизил чукма CoCO_3 ҳосил бўлишини кузатинг. Иккинчи пробиркага

кага иккиламчи натрий фосфат Na_2HPO_4 эритмасидан қушинг. Оч кизил чукма $\text{Co}_3(\text{PO}_4)_2 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$ ҳосил бўлишини кузатинг. Реакцияларнинг тенгламаларини ёзинг.

16. Кобальтнинг комплекс бирикмаларини ҳосил қилиш

а) Кобальт (II)-хлорид эритмасига томчилатиб 25% ли аммиак эритмасидан қушинг. Қизил-пушти чукма CoOHCl ҳосил бўлишини кузатинг. Аммиак эритмасидан яна қушинг. Комплекс бирикма $[\text{Co}(\text{NH}_3)_6] \cdot (\text{OH})_2$ ҳосил бўлиши натижасида чукманинг эришиши кузатинг. Ҳосил қилинган эритмани иккита пробиркага бўлинг. Биринчи пробиркага 3% ли водород пероксид эритмасидан қушинг. Эритма рангининг ўзгаришини кузатинг. Иккинчи пробиркадаги эритмани шиша таёқча ёрдамида аралаштиринг. Эритманинг ранги аста-секин ўзгаришини кузатинг. Водород пероксид қушилган пробиркада эритма рангининг тез ўзгариш сабабини тушунтиринг. Иккала пробиркада ҳам икки валентли кобальт комплекс бирикмаси $[\text{Co}(\text{NH}_3)_6] \cdot (\text{OH})_2$ нинг уч валентли кобальт комплекс бирикмаси $[\text{Co}(\text{NH}_3)_6] \cdot (\text{OH})_3$ га ўтишини эътиборга олиб, реакцияларнинг тенгламасини ёзинг.

б) Пробиркага кобальт (II)-хлорид эритмасидан олиб, унинг устига калий нитрит кристалидан озроқ қушинг. Сунгра 2н сирка кислота эритмасидан 3—4 томчи томизинг. Пробиркани бир оз қиздириг. Уткир хидли кунгир газ ажралиб чиқишини ва сариқ чукма $\text{K}_3[\text{Co}(\text{NO}_2)_6]$ ҳосил бўлишини кузатинг. Бу реакцияда уч валентли кобальтнинг комплекс бирикмаси ва азот (II)-оксид ҳосил бўлишини эътиборга олиб, реакция тенгламасини ёзинг.

17. Никель (II)-оксид ва никель (III)-оксиднинг олиниш ва ҳоссалари

а) Чинни тигелга озгина никель (II)-нитрат $\text{Ni}(\text{NO}_3)_2$ кристалдан олиб, тигелни темир штативнинг ҳалқасига чинни найлон сым учбурчак ёрдамида ўрнатинг. Тигелни кунгир газ — азот (IV)-оксид чиқиб бўлгунча қиздириг. Тигелда кул ранг-қора никель (III)-оксид Ni_2O_3 қолишини кузатинг. Сунгра ҳосил бўлган беқарор никель (III)-оксидни кул ранг яшил тусли никель (II)-оксидга айлантиришга қиздириг. Ҳосил бўлган NiO ни кейинги тажриба учун сақлаб. Иккала ҳолда ҳам кислород ажралиб чиқишини эътиборга олиб, реакцияларнинг тенгламаларини ёзинг.

б) Юқоридаги тажрибада ҳосил қилинган никель (II)-оксид кристалдан учта пробиркага олинг. Биринчи пробиркага 2н хлорид кислота, иккинчи пробиркага 2н сульфат кислота эритмасидан қушинг. Никель (II)-оксиднинг эришини кузатинг. Икки валентли никель тузлари ҳосил бўлишини эътиборга олиб, реакция тенгламаларини ёзинг. Учинчи пробиркага 2н NaOH эритмасидан қушинг. Никель (II)-оксиднинг эримаслик сабабини тушунтиринг.

18. Икки ва уч валентли никель гидроксидларнинг олиниши ва хоссалари

а) Никель (II)-хлорид эритмасига 2 н уювчи натрий эритмасидан қушинг. Ҳосил булган оч-яшил чукма $\text{Ni}(\text{OH})_2$ ни учта пробиркага бўлинг. Биринчи пробиркага 2н хлорид кислота қушинг. Чукманинг эришини кузатинг. Реакция тенгламасини ёзинг. Иккинчи пробиркага 2н уювчи натрий эритмасидан қушинг. Чукма эрмайди. Учинчи пробиркадаги чукмани шиша таёқча билан аралаштиринг. Никель (II)-гидроксиднинг ҳавода узгармаслигини кузатинг. Унга озгина 3% ли водород пероксид қушинг. Пробиркада узгариш булмайди. Темир (II)-гидроксид ва кобальт (II)-гидроксид хоссаларини никель (II)-гидроксид хоссалари билан таққослаб, бирор хулоса чиқаринг.

б) Никель (II)-хлорид эритмасига бромли сув ёки хлорли сув ва 2н уювчи натрий эритмасидан қушинг. Қора чукма $\text{Ni}(\text{OH})_2$ ҳосил бўлишини кузатинг. Реакция тенгламасини ёзинг. Ҳосил булган чукмани иккита пробиркага бўлинг. Чукма устидаги суюқликни, иложи борича, пипетка билан олинг. Биринчи пробиркага концентранган хлорид кислота қушинг ва қиздиринг. Ўткир ҳидли хлор ажралиб чиқишини кузатинг. Иккинчи пробиркага сульфат кислота эритмасидан қушинг. Кислород ажралиб чиқишини учи яллиғланиб турган ёғоч чул билан синаб куринг. Иккала пробиркада ҳам икки валентли никель тузи ҳосил бўлишини эътиборга олиб, реакцияларнинг тенгламасини ёзинг. Нима учун уч валентли никель тузи ҳосил булмаслигини тушунтиринг.

19. Никелнинг эрмайдиган тузларини ҳосил қилиш

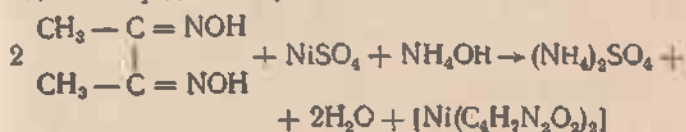
Учта пробиркага никель (III)-хлорид эритмасидан олинг. Биринчи пробиркага натрий сульфид Na_2S , иккинчи пробиркага натрий карбонат Na_2CO_3 ва учинчи пробиркага иккиламчи натрий фосфат Na_2HPO_4 эритмасидан қушинг. Пробиркаларда ҳосил булган чукмаларнинг рангига эътибор беринг. Реакцияларнинг тенгламаларини ёзинг.

20. Никелнинг комплекс бирикмаларини ҳосил қилиш

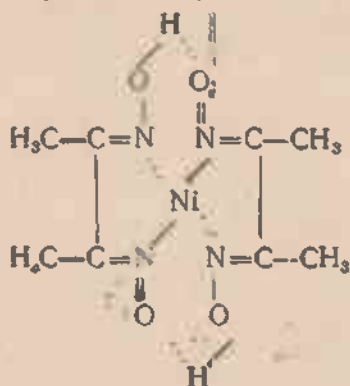
а) Никель (II)-хлорид эритмасига 2н NaOH эритмасидан қушинг. Яшил гидроксо тузи $\text{Ni}(\text{OH})\text{Cl}$ ҳосил бўлишини кузатинг. Сунгра бунга ҳосил булган чукма эригунча 25% ли аммиак эритмасидан қушинг. Гунафша рангли комплекс бирикма $[\text{Ni}(\text{NH}_3)_6]\text{Cl}_2$ ҳосил бўлишини кузатинг. Эритмага аммоний сульфид эритмасидан қушинг; қора чукма NiS ҳосил бўлишини кузатинг. Реакцияларнинг тенгламаларини ёзинг. Комплекс бирикма ва комплекс ионнинг диссоциланишини ҳамда $[\text{Ni}(\text{NH}_3)_6]^{2+}$ ионнинг беқарорлик константаси ифодасини ёзинг. NiS нинг эрувчанлик купайтмасига асосланиб, кузатилган ҳодисаларни изоҳлаб беринг.

б) Никель диметилглиоксиматнинг ҳосил бўлиши. Никель (II)-сульфат эритмасига кучсиз ишқорий муҳит ҳосил булгунча аммоний

гидроксид эритмасидан қушинг. Сунгра унга диметилглиоксим эритмасидан 3—4 томчи солинг. Туқ кизил кристалл ҳосил булишини кузатинг. Ni^{2+} ионнинг бу энг мухим реакциясини қилиб куришда энг аввал эритманинг рН ига эътибор бериш керак. Кучли кислота-ли эритмаларда реакция бормайди. Чунки диметилглиоксим кучсиз кислота ва у билан ҳосил буладиган Н⁺ ионлар таъсирида емирилади. Шунингдек, аммиак ҳам ортиқча бўлмаслиги керак, акс ҳолда никелнинг аммиакли комплекси ҳосил булиши мумкин. Реакцияни қуйидагича ифодалаш мумкин:



Бу реакция Чугаев реакцияси номи билан юритилади. Реакция натижасида ҳосил бўлган модданинг номи — никель диметилглиоксимат бўлиб, унинг структура формуласи қуйидагича:



Миниқ ва масалалар

1. Темир, кобальт, никель атомлари ва уларнинг Fe^{2+} , Fe^{3+} , Co^{3+} , Ni^{2+} , Ni^{3+} ионларининг электрон конфигурациясини ёзинг.

2. Темир, кобальт ва никелнинг табиий бирикмалари формулаларини ва бу бирикмалардан темир, кобальт ва никель ажратиб олиш мумкин бўлган реакция тенгламаларини ёзинг.

3. Темир, кобальт, никель оксид ва гидроксидларининг химиявий хоссаларининг бир-биридан фарқини реакция тенгламаларини ёзиш билан изоҳланг.

4. Темир, кобальт, никель металлларининг сув буғига, суюлтирилган ва концентрланган кислоталарга, қайноқ ишқорларга муносабати қандай? Жавобингизни реакция тенгламаларини ёзиш билан изоҳланг.

5. Темир, кобальт ва никелнинг ўз бирикмаларидаги валентлиги ўртисини билан бирикманинг барқарорлиги ҳамда оксидловчи ва қайта-

рувчи хоссалари қандай ўзгаради? Жавобингизни реакция тенгламаларини ёзиш билан изоҳланг.

6. Икки, уч валентли темир, кобальт ва никелнинг комплекс бирикмаларини ёзинг. Бу комплекс бирикмаларнинг қайсилари барқарор?

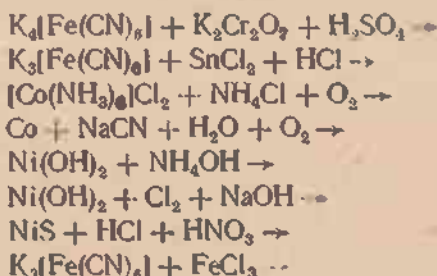
7. Сувсиз 1 г темир (II)-сульфат ва темир (III)-сульфат аралашмасидаги темирни оксидлаш учун сульфат кислота иштирокида 0,1 н 50 мл KMnO_4 эритмаси сарфланган. Аралашма таркибидаги FeSO_4 нинг процент миқдорини ҳисобланг. Жавоб: 76%.

8. Таркибида 20 процент бекорчи жинс булган 1000 т қизил темиртошдан 94 проценти темир булган қапча чуян қуйиш мумкин? Жавоб: 595,4 т.

9. Магнитогорск рудаларида темирнинг уртача миқдори 55% га тенг. Магнититга айлантириб ҳисоблаганда бу миқдор қанчани ташкил этади? Жавоб: 76%.

10. Темир (II)-сульфат ва темир (III)-хлорид эритмаси электролиз қилинганда катодда ва анодда борадиган процессларни тушунтиринг.

11. Қуйидаги моддалар уртасида борадиган реакцияларнинг молекуляр ва ион тенгламаларини ёзинг ҳамда коэффицентларини тап-ланг.



12. Темир, кобальт ва никелнинг қайси тузлари сувда кам эрийди? Қайси тузлари сувда яхши эрийди ва улар гидролизланганда қандай моддалар ҳосил бўлади?

Системадан ташқари баъзи бирликлар билан СИ бирликлар орасидаги боғланини

Катталик	Системадан ташқари бирлик	СИ даги бирлик билан эквивалентлик
Узунлик	микрон ёки микрометр (мкм)	$1 \cdot 10^{-6} \text{ м}$
Босим	ангстрем (Å)	$1 \cdot 10^{-10} \text{ м}$
	атмосфера (атм) миллиметр	$1,01325 \cdot 10^6 \text{ Па}$
	ҳисобидаги симоб устуни ба-	
	ландлиги (мм симоб устуни)	
	ёки тор	133,322 Па
	бар	$1 \cdot 10^5 \text{ Па}$
Энергия, иш, иссиқлик	Электронвольт (эВ)	$1,60219 \cdot 10^{-19} \text{ Ж}$
миқдори	калория (кал)	4,1868 Ж
	килокалория (ккал)	4186,8 Ж

Баъзи фундаментал константалар қийматлари

Бруғлик тезлиги
Электрон заряди
Плвк доимийлиги
Авогадро сони
Фарадей сони
Газ доимийлиги

$c = 2,9979246 \cdot 10^8$ м/с
 $e = 1,602189 \cdot 10^{-19}$ Кл
 $h = 6,62618 \cdot 10^{-34}$ Ж
 $N = 6,022045 \cdot 10^{23}$ Моль⁻¹
 $F = 9,64846 \cdot 10^4$ Кл/моль
 $R = 8,3144$ Ж/(моль·К)

1-жадвал. Сув буги босимининг турли температуралардаги қиймати
(мм. симоб устуни баландлигида)

Темпера- тура	Босим	Темпера- тура	Босим	Темпера- тура	Босим	Темпера- тура	Босим
0	4,58	25	23,76	50	92,51	75	289,1
1	4,93	26	25,21	51	97,20	76	301,4
2	5,29	27	26,74	52	102,1	77	314,1
3	5,69	28	28,35	53	107,2	78	327,3
4	6,10	29	30,04	54	112,5	79	341,0
5	6,54	30	31,82	55	118,0	80	355,1
6	7,01	31	33,70	56	123,8	81	369,7
7	7,51	32	35,66	57	129,8	82	384,9
8	8,05	33	37,73	58	136,1	83	400,6
9	8,61	34	39,90	59	141,6	84	416,8
10	9,21	35	42,18	60	149,4	85	433,6
11	9,84	36	44,56	61	156,4	86	450,9
12	10,52	37	47,07	62	163,8	87	468,7
13	11,23	38	49,69	63	171,4	88	487,1
14	11,99	39	52,44	64	179,3	89	506,1
15	12,79	40	55,32	65	187,5	90	525,76
16	13,63	41	58,34	66	196,1	91	546,05
17	14,53	42	61,50	67	205,0	92	566,99
18	15,48	43	64,80	68	214,2	93	588,60
19	16,48	44	68,26	69	223,7	94	610,90
20	17,54	45	71,88	70	233,7	95	633,90
21	18,65	46	75,65	71	243,9	96	657,62
22	19,83	47	79,60	72	254,6	97	682,07
23	21,07	48	83,71	73	265,7	98	707,27
24	22,38	49	88,02	74	277,2	99	733,24
						100	760,00

2-жадвал. Турли температурадада ҳазминг сувада эрувчанлиги

Температура	Эрувчанлик	Температура	Эрувчанлик
10 С	2,28	15°С	2,06
11	2,23	16	2,01
12	2,18	17	1,98
13	2,14	18	1,93
14	2,09	19	1,90

3-жадвал. Туз ва асосларнинг сувда эрувчанлиги
Илова: р — эрувчан, н — эримайди, м — кам эрийдиган

Анион \ Катюн	Катюн														
	N	+	+	+	-	В ²⁺	Zn ²⁺	M ²⁺	+	+	+	+	+	+	+
Cl ⁻	р	р	р	р	р	р	р	р	р	р	р	р	р	н	м
Br ⁻	р	р	р	р	р	р	р	р	р	р	р	р	р	н	м
I ⁻	р	р	р	р	р	р	р	р	р	р	р	р	р	н	м
NO ₃ ⁻	р	р	р	р	р	р	р	р	р	р	р	р	р	н	м
S ²⁻	р	р	р	р	р	р	р	р	р	р	р	р	р	н	м
SO ₄ ²⁻	р	р	р	р	р	р	р	р	р	р	р	р	р	н	м
CO ₃ ²⁻	р	р	р	р	р	р	р	р	р	р	р	р	р	н	м
PO ₄ ³⁻	р	р	р	р	р	р	р	р	р	р	р	р	р	н	м
C ₂ H ₃ O ₂	р	р	р	р	р	р	р	р	р	р	р	р	р	н	м
OH ⁻	р	р	р	р	р	р	р	р	р	р	р	р	р	н	м

4-жадвал. Туз ва асосларнинг сувда эрувчанлик қийматлари
(18°C да), 100 г сувда эриган сувсиз модда миқдори

Катион	Анион								
Na ⁺	K ⁺	Ag ⁺	Ca ²⁺	Sr ²⁺	Ba ²⁺	Zn ²⁺	Pb ²⁺		
F ⁻	4,44	92,56	195,4	0,0076	0,0016	0,012	0,16	0,005	0,07
Cl ⁻	35,86	32,95	0,0316	55,80	73,19	51,09	37,24	203,9	1,49
Br ⁻	88,76	65,86	0,041	103,1	143,3	96,52	103,6	478,2	0,598
I ⁻	177,9	137,5	0,0635	148,2	200	169,2	201,4	419,0	0,08
NO ₃ ⁻	83,97	30,34	213,4	74,3	121,8	66,27	8,74	117,8	51,66
ClO ₃ ⁻	97,16	6,6	12,25	126,4	179,3	174,9	35,42	183,9	150,6
SO ₄ ²⁻	16,83	11,11	0,55	35,43	0,20	0,011	0,0323	53,12	0,004
CO ₃ ²⁻	16,39	108,0	0,003	0,01	0,0013	0,0011	0,0020	0,004	0,011
CrO ₄ ²⁻	61,21	63,1	0,0025	73,0	0,4	0,12	0,0338	—	0,042
C ₂ O ₄ ²⁻	3,34	30,27	0,0035	0,03	0,0356	0,0046	0,0086	0,036	0,031
OH ⁻	116,4	142,9	0,01	0,001	0,17	0,77	3,7	0,035	0,01

5-жадвал. Тузларнинг турли температураларда эрувчанлиги
(100 г сувда эрийдиган модданинг грамлири ҳисобида)

°C	NaCl	NaNO ₃	N ₂ O ₅ (с. ф. н. з. м. т. г. р. н.)	KNO ₃	K ₂ CO ₃	NH ₄ NO ₃	CaH ₂ CO ₃	CaH ₂ SO ₄	CaH ₂ NH ₄ SO ₄
0	35,5	72,7	4,5	13,1	4,68	70,1	37,4	14,3	15,5
10	35,7	79,9	9,6	21,2	7,75	72,7	36,0	17,2	15,1
20	35,9	87,6	19,2	31,6	12,48	75,4	34,7	20,5	19,4
25	36,0	91,6	27,9	37,9	15,0	76,9	34,2	22,3	22,3
30	36,1	96,1	40,8	46,0	18,2	78,1	33,8	24,4	24,4
32,28			49,81*						
40	36,4	104,9	48,4	63,9	25,9	81,2	33,2	28,7	30,5
50	36,8	114,1	46,6	85,5		84,3		33,7	37,6
60	37,2	124,7	45,3	110,1	45,56	87,0	32,7	39,5	46,3
70	37,5		44,1	137,5		90,6			56,8
80	83,1	149	43,3	168,8	73,01	94,1	33,5	55,5	69,7
85							32,9		
90	38,7		42,7	204,9		97,8	31,1	76,7**	86,0
100	39,4	176	42,3	243,6	100,0	102,0	29,7	77,0	107,1

* Каттик фаза Na₂SO₄

** 96 °C да

6-жадвал. Кислота ва ишқор эритмаларининг процент концентрацияси ва зичлиги
(15 °C да)

процент	H ₂ SO ₄	HNO ₃	HCl	CH ₃ COOH	KOH	NaOH	NH ₃
4	1,027	1,022	1,019	1,0052	1,033	1,046	0,983
8	1,055	1,044	1,039	1,0113	1,065	1,092	0,967
12	1,083	1,068	1,059	1,0171	1,100	1,137	0,953
16	1,112	1,093	1,079	1,0228	1,137	1,181	0,939
20	1,143	1,119	1,100	1,0284	1,176	1,225	0,926
24	1,174	1,145	1,121	1,0337	1,217	1,268	0,913
28	1,205	1,171	1,142	1,0388	1,263	1,310	0,903
32	1,238	1,198	1,163	1,0436	1,310	1,352	0,893
36	1,273	1,225	1,183	1,0481	1,358	1,395	0,884
40	1,307	1,251		1,0523	1,411	1,437	
44	1,342	1,277		1,0562	1,460	1,478	
48	1,380	1,303		1,0598	1,511	1,519	
52	1,419	1,328		1,0631	1,564	1,560	
56	1,460	1,351		1,0660	1,616	1,601	
60	1,503	1,373		1,0685		1,643	
64	1,547	1,394		1,0707			
68	1,594	1,412		1,0725			
72	1,640	1,429		1,0740			
76	1,687	1,445		1,0747			
80	1,732	1,460		1,0748			
84	1,776	1,474		1,0742			
88	1,808	1,486		1,0726			
92	1,830	1,486		1,0696			
96	1,840	1,504		1,0644			
100	1,838	1,522		1,0553			

7-жадвал. Тузлар эритмасининг процент концентрацияси ва зичлиги (20° учун).

Процентлар	NaCl	Na ₂ CO ₃	BaCl ₂	Процентлар	NaCl	Na ₂ CO ₃	BaCl ₂
1	1,005	1,009	—	12	1,086	1,124	1,113
2	1,013	1,019	1,016	14	1,101	1,146	1,134
4	1,027	1,040	1,034	16	1,116	—	1,156
6	1,041	1,061	1,053	18	1,132	—	1,179
8	1,056	1,082	1,072	20	1,148	—	1,203
10	1,071	1,103	1,092	22	1,164	—	1,228

8-жадвал. Электролитларнинг диссоцилланиш даражаси (19°С учун).

Электролитнинг номи	Формуласи	Диссоцилланиш даражаси, (процент ҳисобида)	
		1и	0,1и эритмада
1. Кислоталар			
Нитрат	HNO ₃	82	92
Хлорид	HCl	78	92
Бромид	HBr	—	92
Йодид	HI	—	92
Фторид	HF	—	8,5
Сульфат	H ₂ SO ₄	51	58
Сульфид	H ₂ S	—	0,07
Сульфит	H ₂ SO ₃	—	34
Карбонат	H ₂ CO ₃	—	0,17
Фосфат	H ₃ PO ₄	—	27
Ортоборат	H ₃ BO ₃	—	0,01
Сирка	CH ₃ COOH	0,4	1,3
Оксалат	H ₂ C ₂ O ₄	—	34
2. Асослар			
Калий гидроксид	KOH	77	91
Натрий гидроксид	NaOH	78	91
Аммоний гидроксид	NH ₄ OH	0,4	1,3
Барий гидроксид	Ba(OH) ₂	—	80
Кальций гидроксид	Ca(OH) ₂	—	78
3. Тузлар			
Натрий хлорид	NaCl	67	84
Калий хлорид	KCl	75	86
Калий нитрат	KNO ₃	64	83
Калий сульфат	K ₂ SO ₄	53	71
Мис сульфат	CuSO ₄	—	40
Натрий ацетат	CH ₃ COONa	53	79
Натрий сульфат	Na ₂ SO ₄	45	69
Аммоний хлорид	NH ₄ Cl	74	85
Калий ацетат	CH ₃ COOK	64	—
Кумуш нитрат	AgNO ₃	58	81
Натрий гидрокарбонат	NaHCO ₃	52	—

9- жадвал. Кислоталарнинг диссоциланиш константалари

Кислота	$K_{\text{дис}}$	$pK = -\lg K$
HAsO_3	$9 \cdot 10^{-10}$	9,05
H_3AsO_3	$5,7 \cdot 10^{-10}$	9,20
H_2AsO_4^-	$5,6 \cdot 10^{-9}$	2,25
H_2AsO_4^-	$8,3 \cdot 10^{-8}$	7,08
HAsO_4^{2-}	$3 \cdot 10^{-12}$	11,52
HBrO	$2,5 \cdot 10^{-9}$	8,60
H_3BO_3	$5,8 \cdot 10^{-10}$	9,24
$\text{H}_2\text{B}_4\text{O}_7$	$1 \cdot 10^{-4}$	4,00
H_2CO_3	$4,45 \cdot 10^{-7}$	6,35
HCO_3^-	$4,69 \cdot 10^{-11}$	10,33
HCOOH	$2 \cdot 10^{-4}$	3,70
CH_3COOH	$1,8 \cdot 10^{-5}$	4,75
$\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$	$3,8 \cdot 10^{-2}$	1,22
HClO	$1 \cdot 10^{-7}$	7,00
HClO_2	$5 \cdot 10^{-3}$	2,30
HCN	$7,9 \cdot 10^{-10}$	9,10
HCNS	$1 \cdot 10^{-4}$	4,00
H_2CrO_4	$1,8 \cdot 10^{-1}$	0,75
HCrO_4^-	$3,4 \cdot 10^{-7}$	6,37
HF	$6,61 \cdot 10^{-4}$	3,18
H_2O_2	$2 \cdot 10^{-12}$	11,70
HSO	$2 \cdot 10^{-11}$	10,70
HSO_3	$1,8 \cdot 10^{-1}$	0,75
HSO_3^-	$2,3 \cdot 10^{-2}$	1,64
H_2SO_6	$2,8 \cdot 10^{-2}$	1,55
H_4SO_6	$5,4 \cdot 10^{-9}$	8,27
H_3SO_6^-	$1,05 \cdot 10^{-15}$	15,00
HNO_2	$4 \cdot 10^{-4}$	3,40
HN_3	$2 \cdot 10^{-6}$	4,70
H_3PO_2	$1 \cdot 10^{-1}$	1,00
H_3PO_3	$5 \cdot 10^{-2}$	1,30
H_2PO_4^-	$2 \cdot 10^{-6}$	4,70
H_2PO_4^-	$7,52 \cdot 10^{-3}$	2,12
$\text{H}_2\text{PO}_4^{2-}$	$6,31 \cdot 10^{-8}$	7,20
HPO_4^{2-}	$1,26 \cdot 10^{-12}$	11,90
H_2S	$9 \cdot 10^{-8}$	7,06
HS^-	$1 \cdot 10^{-14}$	14,00
H_2SO_3	$1,58 \cdot 10^{-2}$	1,80
HSO_3^-	$6,31 \cdot 10^{-8}$	7,20
HSO_3^{2-}	$1 \cdot 10^{-2}$	2,00
H_2Se	$1,9 \cdot 10^{-4}$	3,72
HSeQ^-	$8,9 \cdot 10^{-3}$	2,05
H_2SeO_3	$3,5 \cdot 10^{-3}$	2,46
HSeO_3^-	$5 \cdot 10^{-3}$	7,30
H_2Te	$2,3 \cdot 10^{-3}$	2,64
H_2TeO_3	$3 \cdot 10^{-3}$	2,52
HTeO_3^-	$2 \cdot 10^{-8}$	7,70
H_2SiO_4	$1,3 \cdot 10^{-10}$	9,87
H_4O	$1,8 \cdot 10^{-16}$	15,74

10-жадвал. Асосларнинг диссоциация константалари

Формуласи	Диссоциация тенгламаси	$K_{\text{дис}}$	$pK_{\text{дис}} = -\lg K_{\text{дис}}$
NH_3	$\text{NH}_3 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{NH}_4^+ + \text{OH}^-$	$1,78 \cdot 10^{-5}$	4,75
N_2H_4	$\text{N}_2\text{H}_4 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{N}_2\text{H}_5^+ + \text{OH}^-$	$2,6 \cdot 10^{-6}$	5,60
NH_2OH	$\text{NH}_2\text{OH} + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{NH}_3\text{OH}^+ + \text{OH}^-$	$1,1 \cdot 10^{-8}$	7,96
$\text{Ba}(\text{OH})_2$ (II-босқич)	$\text{Ba}(\text{OH})_2 \rightleftharpoons \text{Ba}^{2+} + 2\text{OH}^-$	$2,3 \cdot 10^{-1}$	0,64
$\text{Ca}(\text{OH})_2$ (II-босқич)	$\text{Ca}(\text{OH})_2 \rightleftharpoons \text{Ca}^{2+} + 2\text{OH}^-$	$3 \cdot 10^{-3}$	1,50
$\text{Pb}(\text{OH})_2$	$\text{Pb}(\text{OH})_2 \rightleftharpoons \text{PbOH}^+ + \text{OH}^-$	$9,6 \cdot 10^{-4}$	3,02
I босқич			
II босқич	$\text{PbOH}^+ \rightleftharpoons \text{Pb}^{2+} + \text{OH}^-$	$3 \cdot 10^{-8}$	7,62
Анилин			
$\text{C}_6\text{H}_5\text{NH}_2$	$\text{C}_6\text{H}_5\text{NH}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{C}_6\text{H}_5\text{NH}_3^+ + \text{OH}^-$	$4,0 \cdot 10^{-10}$	9,40
Пиридин			
$\text{C}_5\text{H}_5\text{N}$	$\text{C}_5\text{H}_5\text{N} + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{C}_5\text{H}_5\text{N}^+ + \text{OH}^-$	$2,04 \cdot 10^{-9}$	9,03

II-жадвал. Қийин эрувчан моддаларнинг эрувчанлик купайтмаси
(хона температурасида)

модданинг формуласи	эрувчанлик купайтмаси (ЭК)	модданинг формуласи	эрувчанлик купайтмаси (ЭК)
Ag_3AsO_3	$1,1 \cdot 10^{-21}$	CuCl	$1 \cdot 10^{-6}$
AgBr	$4,4 \cdot 10^{-12}$	Cu_2S	$3,6 \cdot 10^{-50}$
AgBrO_3	$3,97 \cdot 10^{-9}$	Cu(OH)_2	$5 \cdot 10^{-19}$
AgCN	$7 \cdot 10^{-15}$	CuS	$3,2 \cdot 10^{-38}$
AgCNS	$1,16 \cdot 10^{-13}$	FeCO_3	$2,1 \cdot 10^{-11}$
AgCH_3COO	$4,4 \cdot 10^{-2}$	Fe(OH)_2	$1,65 \cdot 10^{-15}$
	$6,15 \cdot 10^{-12}$	Fe(OH)_3	$3,8 \cdot 10^{-38}$
AgCl	$1,56 \cdot 10^{-10}$	FeS	$5 \cdot 10^{-18}$
Ag_2CrO_4	$4,05 \cdot 10^{-12}$	Hg_2CO_3	$9 \cdot 10^{-17}$
$\text{Ag}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$	$2 \cdot 10^{-7}$	Hg_2Cl_2	$3,5 \cdot 10^{-18}$
AgJ	$1,5 \cdot 10^{-10}$	Hg_2S_2	$1,2 \cdot 10^{-28}$
AgJO_3	$3,49 \cdot 10^{-8}$	HgS	$4 \cdot 10^{-53}$
AgNO_2	$7,2 \cdot 10^{-4}$	MgCO_3	$2 \cdot 10^{-4}$
$\text{Ag}_2\text{O}(\text{Ag}^+, \text{OH}^-)$	$1,93 \cdot 10^{-6}$	Mg(OH)_2	$5,5 \cdot 10^{-12}$
Ag_3PO_4	$1,46 \cdot 10^{-21}$	$\text{Mg}_3(\text{PO}_4)_2$	$1 \cdot 10^{-13}$
	$5,6 \cdot 10^{-61}$	MnCO_3	$8,8 \cdot 10^{-10}$
Ag_2SO_4	$7,7 \cdot 10^{-5}$	Mn(OH)_2	$4 \cdot 10^{-14}$
Al(OH)_3	$5 \cdot 10^{-33}$	MnS	$7 \cdot 10^{-18}$
BaCO_3	$8,1 \cdot 10^{-9}$	NiCO_3	$1,3 \cdot 10^{-7}$
BaC_2O_4	$1,6 \cdot 10^{-7}$	Ni(OH)_2	$2 \cdot 10^{-16}$
BaCrO_4	$2,4 \cdot 10^{-10}$	NiS	$2 \cdot 10^{-28}$
BaF_2	$1,6 \cdot 10^{-6}$	PbBr_2	$9,2 \cdot 10^{-8}$
BaSO_4	$1,1 \cdot 10^{-10}$	PbCO_3	$3,3 \cdot 10^{-14}$
BaSO_3	$8 \cdot 10^{-7}$	PbCrO_4	$1,8 \cdot 10^{-14}$
Be(OH)_2	$2,7 \cdot 10^{-10}$	PbCl_2	$2,12 \cdot 10^{-6}$
Bi_2S_3	$7,1 \cdot 10^{-61}$	PbS_2	$9,8 \cdot 10^{-6}$
CaCO_3	$4,8 \cdot 10^{-9}$	Pb(OH)_2	$1 \cdot 10^{-16}$
CaC_2O_4	$2,5 \cdot 10^{-9}$	PbS	$3,6 \cdot 10^{-20}$
CaF_2	$3,4 \cdot 10^{-11}$	PbSO_4	$1 \cdot 10^{-8}$
Ca(OH)_2	$5,47 \cdot 10^{-6}$	Sb(OH)_3	$4 \cdot 10^{-43}$
$\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$	$1 \cdot 10^{-25}$	Sb_2S_3	$2,9 \cdot 10^{-50}$
CaSO_4	$6,1 \cdot 10^{-5}$	Sn(OH)_2	$5 \cdot 10^{-26}$
CdCO_3	$5,2 \cdot 10^{-12}$	SnS	$1 \cdot 10^{-27}$
Cd(OH)_2	$6 \cdot 10^{-16}$	SrCO_3	$1,6 \cdot 10^{-8}$
CdS	$1,2 \cdot 10^{-28}$	SrSO_4	$2,8 \cdot 10^{-7}$
Co(OH)_2	$6,3 \cdot 10^{-16}$	TiSO_4	$4 \cdot 10^{-3}$
CoS	$3,1 \cdot 10^{-28}$	TiCl	$2 \cdot 10^{-4}$
Cr(OH)_3	$6,7 \cdot 10^{-31}$	ZnCO_3	$6 \cdot 10^{-11}$
CuBr	$4,15 \cdot 10^{-8}$	Zn(OH)_2	$2,3 \cdot 10^{-17}$

12-жадвал. Комплекс ионларнинг бекарорлик константалари

Комплекс ион формуласи	бекарорлик константанинг сои қиймати	комплекс ион формуласи	бекарорлик константанинг сои қиймати
$\text{Ag}(\text{NH}_3)^+$	$9,31 \cdot 10^{-8}$	$\text{Cd}(\text{NH}_3)^{2+}$	$7,8 \cdot 10^{-6}$
$\text{Ag}(\text{CN})_2^-$	$8,0 \cdot 10^{-22}$	$\text{Cd}(\text{CN})_4^{2-}$	$1,41 \cdot 10^{-19}$
$\text{Ag}(\text{CN})_2^-$	$1,6 \cdot 10^{-22}$	$\text{Cd}(\text{SCN})_6^{4-}$	1,033
$\text{Ag}(\text{CN})_4^{3-}$	$2,1 \cdot 10^{-21}$	CdCl_2^-	$9,3 \cdot 10^{-3}$
$\text{Ag}(\text{CNS})_2^-$	$2,7 \cdot 10^{-8}$	CdCl_6^{4-}	$2,6 \cdot 10^{-3}$
$\text{Ag}(\text{CNS})_3^{2-}$	$8,3 \cdot 10^{-10}$	CdBr_4^-	$2,0 \cdot 10^{-4}$
$\text{Ag}(\text{CNS})_4^{3-}$	$1,3 \cdot 10^{-11}$	CdS_4^{2-}	$8,0 \cdot 10^{-7}$
$\text{Ag}(\text{SO}_4)_2^{2-}$	0,59	CdS_6^{4-}	$1,0 \cdot 10^{-6}$
AgCl_2^-	$1,76 \cdot 10^{-8}$	$\text{Co}(\text{NH}_3)_6^{2+}$	$7,75 \cdot 10^{-6}$
AgBr_2^-	$7,8 \cdot 10^{-8}$	$\text{Co}(\text{NH}_3)_6^{3+}$	$3,1 \cdot 10^{-23}$
AgS_3^-	$1,4 \cdot 10^{-14}$	$\text{Co}(\text{CN})_4^-$	$1,0 \cdot 10^{-16}$
AgS_4^{3-}	$1,8 \cdot 10^{-14}$	$\text{Co}(\text{CN})_6^{3-}$	$1,0 \cdot 10^{-28}$
$\text{Ag}(\text{S}_2\text{O}_8)_2$	$2,5 \cdot 10^{-14}$	$\text{Co}(\text{SCN})_4^{2-}$	$5,5 \cdot 10^{-3}$
$\text{Ag}(\text{SO}_3)_2^{3-}$	$4,5 \cdot 10^{-6}$	$\text{Cu}(\text{NH}_3)^+$	$2,24 \cdot 10^{-6}$
$\text{Ag}(\text{CH}_3\text{COO})_2^-$	$2,2 \cdot 10^{-1}$	$\text{Cu}(\text{NH}_3)_2^{2+}$	$2,89 \cdot 10^{-11}$
AlF_6^{3-}	$1,44 \cdot 10^{-20}$	$\text{Cu}(\text{NH}_3)_4^{2+}$	$2,14 \cdot 10^{-13}$
AlF_4^-	$1,8 \cdot 10^{-18}$	$\text{Cu}(\text{CN})_2^-$	$1,0 \cdot 10^{-24}$
$\text{Au}(\text{CN})_2^-$	$5,0 \cdot 10^{-39}$	$\text{Cu}(\text{CN})_3^{2-}$	$2,6 \cdot 10^{-29}$
$\text{Au}(\text{SCN})_2^-$	$1,0 \cdot 10^{-23}$	$\text{Cu}(\text{CN})_4^{3-}$	$5,0 \cdot 10^{-31}$
$\text{Au}(\text{SCN})_4^-$	$1,0 \cdot 10^{-42}$	$\text{Cu}(\text{CN})_2^-$	$5,0 \cdot 10^{-28}$
AuCl_4^-	$5,0 \cdot 10^{-22}$	CuCl_4^{2-}	$6,3 \cdot 10^{-66}$
AuBr_2^-	$4,0 \cdot 10^{-13}$	CuS_2^-	$1,75 \cdot 10^{-9}$
$\text{Cu}(\text{NH}_3)_2^{2-}$	$7,56 \cdot 10^{-8}$	$\text{Cu}(\text{OH})_4^{2-}$	$7,6 \cdot 10^{-17}$
$\text{Cu}(\text{SO}_4)_2^{3-}$	$3,1 \cdot 10^{-9}$	$\text{Fe}(\text{CN})_4^-$	$1,0 \cdot 10^{-24}$
$\text{Fe}(\text{CN})_6^{3-}$	$1 \cdot 10^{-31}$	$\text{Fe}(\text{C}_2\text{O}_4)_3^{3-}$	$6,3 \cdot 10^{-21}$
$\text{Fe}(\text{SO}_4)_2^-$	$1,05 \cdot 10^{-8}$	$\text{Hg}(\text{CN})_2^-$	$4,0 \cdot 10^{-42}$
HgCl_2^-	$8,5 \cdot 10^{-16}$	HgBr_2^-	$2,0 \cdot 10^{-22}$
HgS_4^{2-}	$1,48 \cdot 10^{-30}$	$\text{Hg}(\text{SCN})_6^-$	$5,9 \cdot 10^{-22}$
$\text{Hg}(\text{S}_2\text{O}_8)_2^{2-}$	$3,6 \cdot 10^{30}$	$\text{Mg}(\text{NH}_3)_6^{2+}$	10,9
$\text{Mg}(\text{NH}_3)_6^{2+}$	$2,0 \cdot 10^3$	$\text{Ni}(\text{NH}_3)_6^{2+}$	$1,12 \cdot 10^{-9}$
$\text{Ni}(\text{NH}_3)_6^{2+}$	$1,86 \cdot 10^{-9}$	$\text{Ni}(\text{CN})_6^{2+}$	$1,8 \cdot 10^{-14}$
$\text{Zn}(\text{NH}_3)_4^{2+}$	$3,46 \cdot 10^{-10}$	$\text{Zn}(\text{CN})_2^-$	$1,3 \cdot 10^{-17}$
$\text{Zn}(\text{SCN})_2^-$	$5,0 \cdot 10^{-2}$	$\text{Zn}(\text{OH})_4^{2-}$	$3,6 \cdot 10^{-16}$
ZnCl_2^-	1	ZnBr_3^-	50
ZnI_4^{2-}	220		

18-жадвал. Баъзи оксидланиш-қайтарилиш системаларининг стандарт электрод потенциаллари (г—газ, с—суюқлик, қ—қаттиқ жисм)

Оксидланган форма	Қайтарилган форма	Реакция тенгламаси	E ⁰ _B
Li ⁺	Li(к)	$Li^{+} + e \rightleftharpoons Li$	-3,02
K ⁺	K(к)	$K^{+} + e \rightleftharpoons K$	-2,92
Ba ²⁺	Ba(к)	$Ba^{2+} + 2e \rightleftharpoons Ba$	-2,90
Sr ²⁺	Sr(к)	$Sr^{2+} + 2e \rightleftharpoons Sr$	-2,89
Ca ²⁺	Ca(к)	$Ca^{2+} + 2e \rightleftharpoons Ca$	-2,87
Na ⁺	Na(к)	$Na^{+} + e \rightleftharpoons Na$	-2,71
Mg ²⁺	Mg(к)	$Mg^{2+} + 2e \rightleftharpoons Mg$	-2,34
Al ³⁺	Al(к)	$Al^{3+} + 3e \rightleftharpoons Al$	-1,67
Mn ²⁺	Mn(к)	$Mn^{2+} + 2e \rightleftharpoons Mn$	-1,05
SO ₄ ²⁻	SO ₃ ²⁻	$SO_4^{2-} + 2e + H_2O \rightleftharpoons SO_3^{2-} + 2OH^{-}$	-0,90
NO ₃ ⁻	NO ₂ (г)	$NO_3^{-} + e + H_2O \rightleftharpoons NO_2 + 2OH^{-}$	-0,85
In ²⁺	In(к)	$In^{2+} + 2e \rightleftharpoons In$	-0,76
Cr ³⁺	Cr	$Cr^{3+} + 3e \rightleftharpoons Cr$	-0,71
AsO ₃ ³⁻	AsO ₂ ⁻	$AsO_3^{3-} + 2e + 2H_2O \rightleftharpoons AsO_2^{-} + 4OH^{-}$	-0,71
Fe(OH) ₃	Fe(OH) ₂	$Fe(OH)_3 + e \rightleftharpoons Fe(OH)_2 + OH^{-}$	-0,56
Fe ²⁺	Fe(к)	$Fe^{2+} + 2e \rightleftharpoons Fe$	-0,44
Cd ²⁺	Cd(к)	$Cd^{2+} + 2e \rightleftharpoons Cd$	-0,40
Co ²⁺	Co(к)	$Co^{2+} + 2e \rightleftharpoons Co$	-0,28
Ni ²⁺	Ni(к)	$Ni^{2+} + 2e \rightleftharpoons Ni$	-0,25
NO ₃ ⁻	NO(г)	$NO_3^{-} + 3e + 2H_2O \rightleftharpoons NO + 4OH^{-}$	-0,14
Sn ²⁺	Sn(к)	$Sn^{2+} + 2e \rightleftharpoons Sn$	-0,14
Pb ²⁺	Pb(к)	$Pb^{2+} + 2e \rightleftharpoons Pb$	-0,13
CrO ₄ ²⁻	Cr(OH) ₃	$CrO_4^{2-} + 2e + 4H_2O \rightleftharpoons Cr(OH)_3 + 5OH^{-}$	-0,12
2H ⁺	H ₂ (г)	$2H^{+} + 2e \rightleftharpoons H_2$	±0,00
NO ₃ ⁻	NO ₂ ⁻	$NO_3^{-} + 2e + H_2O \rightleftharpoons NO_2^{-} + 2OH^{-}$	+0,01
S(к)	H ₂ S	$S + 2e + 2H^{+} \rightleftharpoons H_2S$	+0,14
Sn ⁴⁺	Sn ²⁺	$Sn^{4+} + 2e \rightleftharpoons Sn^{2+}$	+0,15
Co(OH) ₃	Co(OH) ₂	$Co(OH)_3 + e \rightleftharpoons Co(OH)_2 + OH^{-}$	+0,20
SO ₄ ²⁻	SO ₃ ²⁻	$SO_4^{2-} + 2e + 4H^{+} \rightleftharpoons H_2SO_3 + H_2O$	+0,20
Cu ²⁺	Cu(к)	$Cu^{2+} + 2e \rightleftharpoons Cu$	+0,34
Co ³⁺	Co ²⁺	$Co^{3+} + 3e \rightleftharpoons Co$	+0,43
H ₂ SO ₃	S(к)	$H_2SO_3 + 4e + 4H^{+} \rightleftharpoons S + 3H_2O$	+0,45
Ni(OH) ₃	Ni(OH) ₂	$Ni(OH)_3 + e \rightleftharpoons Ni(OH)_2 + OH^{-}$	+0,49
ClO ₄ ⁻	Cl ⁻	$ClO_4^{-} + 8e + 4H_2O \rightleftharpoons Cl^{-} + 8OH^{-}$	+0,51
I ₂	2S ⁻	$I_2 + 2e \rightleftharpoons 2I^{-}$	+0,53

MnO_4^-	MnO_2^{2-}	$MnO_4^- + e^- \rightleftharpoons MnO_4^{2-}$	+0,54
MnO_4^-	$MnO_2(K)$	$MnO_4^- + 3e^- + 2H_2O \rightleftharpoons MnO_2 + 4OH^-$	+0,57
MnO_4^{2-}	$MnO_2(K)$	$MnO_4^{2-} + 2e^- + 2H_2O \rightleftharpoons MnO_2 + 4OH^-$	+0,58
H_2O_2	Br^-	$BrO_3^- + 6e^- + 3H_2O \rightleftharpoons Br^- + 6OH^-$	+0,60
O_2	H_2O_2	$O_2 + 2e^- + 2H^+ \rightleftharpoons H_2O_2$	+0,68
Fe^{3+}	Fe^{2+}	$Fe^{3+} + e^- \rightleftharpoons Fe^{2+}$	+0,77
NO^-	$NO_2(r)$	$NO_3^- + e^- + 2H^+ \rightleftharpoons NO_2 + H_2O$	+0,81
NO_3^-	NH^+	$NO_3^- + 8e^- + 10OH^- \rightleftharpoons NH_4^+ + 3H_2O$	+0,87
NO_2^-	$NO(r)$	$NO_3^- + 3e^- + 4H^+ \rightleftharpoons NO(r) + 2H_2O$	+0,96
HNO_2	$NO(r)$	$HNO_2 + e^- + H^+ \rightleftharpoons NO + H_2O$	+0,99
$Br_2(e)$	$2Br^-$	$Br_2 + 2e^- \rightleftharpoons 2Br^-$	+1,08
JO_3^-	J^-	$JO_3^- + 6e^- + 6H^+ \rightleftharpoons J^- + 3H_2O$	+1,09
$MnO_2(K)$	Mn^{2+}	$MnO_2 + 2e^- + 4H^+ \rightleftharpoons Mn^{2+} + 2H_2O$	+1,28
ClO_4^-	Cl^-	$ClO_4^- + 8e^- + 8H^+ \rightleftharpoons Cl^- + 4H_2O$	+1,34
$Cl_2(r)$	$2Cl^-$	$Cl_2 + 2e^- \rightleftharpoons 2Cl^-$	+1,36
$Cr_2O_7^{2-}$	$2Cr^{3+}$	$Cr_2O_7^{2-} + 6e^- + 14H^+ \rightleftharpoons 2Cr^{3+} + 7H_2O$	+1,36
ClO_3^-	Cl^-	$ClO_3^- + 6e^- + 6H^+ \rightleftharpoons Cl^- + 3H_2O$	+1,45
$PbO_2(K)$	Pb^{2+}	$PbO_2 + 2e^- + 4H^+ \rightleftharpoons Pb^{2+} + 2H_2O$	+1,46
$HClO$	Cl^-	$HClO + 2e^- + H^+ \rightleftharpoons Cl^- + H_2O$	+1,50
MnO_4^-	Mn^{2+}	$MnO_4^- + 5e^- + 8H^+ \rightleftharpoons Mn^{2+} + 4H_2O$	+1,52
H_2O_2	H_2O	$H_2O_2 + 2e^- + 2H^+ \rightleftharpoons 2H_2O$	+1,77
Co^{3+}	Co^{2+}	$Co^{3+} + e^- \rightleftharpoons Co^{2+}$	+1,84
$F_2(r)$	$2F^-$	$F_2 + 2e^- \rightleftharpoons 2F^-$	+2,85

14- жадыал. Баэни тузларининг гидролиз даражаси (0,1 M эритма учун, 25°C да)

Туз	Гидролиз даражаси, % хисобиди	Туз	Гидролиз даражаси, % хисобиди
NH_4Cl	0,007	NaH_2PO_4	0,0004
CH_3COONH_4	0,5	Na_2CO_3	4,0
$(NH_4)_2S$	99,0	$NaHCO_3$	0,005
NH_4HS	7,0	Na_2S	99,0
$Na_2B_4O_7$	0,5	$NaHS$	0,10
Na_2SO_3	0,13	$NaClO$	0,18
CH_3COONa	0,007	$Al_2(SO_4)_3$	3,5
Na_3PO_4	34	$Al(CH_3COO)_3$	40,0
$NaHSO_3$	0,0002	KCN	1,2
Na_2HPO_4	0,13	$Fe(CH_3COO)_3$	32,0

Сен сир	П о л о ж е н и е									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0000	0043	0086	0188	0212	0253	0294	0334	0374	4	8
0010	0053	0092	0194	0213	0254	0295	0335	0375	4	8
0020	0063	0102	0204	0214	0255	0296	0336	0376	3	7
0030	0073	0112	0213	0213	0254	0295	0337	0377	3	6
0040	0083	0122	0214	0214	0255	0296	0338	0378	3	6
0050	0093	0131	0215	0215	0256	0297	0339	0379	3	6
0060	0103	0140	0216	0216	0257	0298	0340	0380	3	6
0070	0113	0148	0217	0217	0258	0299	0341	0381	3	6
0080	0123	0157	0218	0218	0259	0300	0342	0382	3	6
0090	0133	0167	0219	0219	0260	0301	0343	0383	3	6
0100	0143	0177	0220	0220	0261	0302	0344	0384	3	6
0110	0153	0187	0221	0221	0262	0303	0345	0385	3	6
0120	0163	0197	0222	0222	0263	0304	0346	0386	3	6
0130	0173	0207	0223	0223	0264	0305	0347	0387	3	6
0140	0183	0217	0224	0224	0265	0306	0348	0388	3	6
0150	0193	0227	0225	0225	0266	0307	0349	0389	3	6
0160	0203	0237	0226	0226	0267	0308	0350	0390	3	6
0170	0213	0247	0227	0227	0268	0309	0351	0391	3	6
0180	0223	0257	0228	0228	0269	0310	0352	0392	3	6
0190	0233	0267	0229	0229	0270	0311	0353	0393	3	6
0200	0243	0277	0230	0230	0271	0312	0354	0394	3	6
0210	0253	0287	0231	0231	0272	0313	0355	0395	3	6
0220	0263	0301	0232	0232	0273	0314	0356	0396	3	6
0230	0273	0311	0233	0233	0274	0315	0357	0397	3	6
0240	0283	0321	0234	0234	0275	0316	0358	0398	3	6
0250	0293	0331	0235	0235	0276	0317	0359	0399	3	6
0260	0303	0341	0236	0236	0277	0318	0360	0400	3	6
0270	0313	0351	0237	0237	0278	0319	0361	0401	3	6
0280	0323	0361	0238	0238	0279	0320	0362	0402	3	6
0290	0333	0371	0239	0239	0280	0321	0363	0403	3	6
0300	0343	0381	0240	0240	0281	0322	0364	0404	3	6
0310	0353	0391	0241	0241	0282	0323	0365	0405	3	6
0320	0363	0401	0242	0242	0283	0324	0366	0406	3	6
0330	0373	0411	0243	0243	0284	0325	0367	0407	3	6
0340	0383	0421	0244	0244	0285	0326	0368	0408	3	6
0350	0393	0431	0245	0245	0286	0327	0369	0409	3	6
0360	0403	0441	0246	0246	0287	0328	0370	0410	3	6
0370	0413	0451	0247	0247	0288	0329	0371	0411	3	6
0380	0423	0461	0248	0248	0289	0330	0372	0412	3	6
0390	0433	0471	0249	0249	0290	0331	0373	0413	3	6
0400	0443	0481	0250	0250	0291	0332	0374	0414	3	6
0410	0453	0491	0251	0251	0292	0333	0375	0415	3	6
0420	0463	0501	0252	0252	0293	0334	0376	0416	3	6
0430	0473	0511	0253	0253	0294	0335	0377	0417	3	6
0440	0483	0521	0254	0254	0295	0336	0378	0418	3	6
0450	0493	0531	0255	0255	0296	0337	0379	0419	3	6
0460	0503	0541	0256	0256	0297	0338	0380	0420	3	6
0470	0513	0551	0257	0257	0298	0339	0381	0421	3	6
0480	0523	0561	0258	0258	0299	0340	0382	0422	3	6
0490	0533	0571	0259	0259	0300	0341	0383	0423	3	6
0500	0543	0581	0260	0260	0301	0342	0384	0424	3	6
0510	0553	0591	0261	0261	0302	0343	0385	0425	3	6
0520	0563	0601	0262	0262	0303	0344	0386	0426	3	6
0530	0573	0611	0263	0263	0304	0345	0387	0427	3	6
0540	0583	0621	0264	0264	0305	0346	0388	0428	3	6
0550	0593	0631	0265	0265	0306	0347	0389	0429	3	6
0560	0603	0641	0266	0266	0307	0348	0390	0430	3	6
0570	0613	0651	0267	0267	0308	0349	0391	0431	3	6
0580	0623	0661	0268	0268	0309	0350	0392	0432	3	6
0590	0633	0671	0269	0269	0310	0351	0393	0433	3	6
0600	0643	0681	0270	0270	0311	0352	0394	0434	3	6
0610	0653	0691	0271	0271	0312	0353	0395	0435	3	6
0620	0663	0701	0272	0272	0313	0354	0396	0436	3	6
0630	0673	0711	0273	0273	0314	0355	0397	0437	3	6
0640	0683	0721	0274	0274	0315	0356	0398	0438	3	6
0650	0693	0731	0275	0275	0316	0357	0399	0439	3	6
0660	0703	0741	0276	0276	0317	0358	0400	0440	3	6
0670	0713	0751	0277	0277	0318	0359	0401	0441	3	6
0680	0723	0761	0278	0278	0319	0360	0402	0442	3	6
0690	0733	0771	0279	0279	0320	0361	0403	0443	3	6
0700	0743	0781	0280	0280	0321	0362	0404	0444	3	6
0710	0753	0791	0281	0281	0322	0363	0405	0445	3	6
0720	0763	0801	0282	0282	0323	0364	0406	0446	3	6
0730	0773	0811	0283	0283	0324	0365	0407	0447	3	6
0740	0783	0821	0284	0284	0325	0366	0408	0448	3	6
0750	0793	0831	0285	0285	0326	0367	0409	0449	3	6
0760	0803	0841	0286	0286	0327	0368	0410	0450	3	6
0770	0813	0851	0287	0287	0328	0369	0411	0451	3	6
0780	0823	0861	0288	0288	0329	0370	0412	0452	3	6
0790	0833	0871	0289	0289	0330	0371	0413	0453	3	6
0800	0843	0881	0290	0290	0331	0372	0414	0454	3	6
0810	0853	0891	0291	0291	0332	0373	0415	0455	3	6
0820	0863	0901	0292	0292	0333	0374	0416	0456	3	6
0830	0873	0911	0293	0293	0334	0375	0417	0457	3	6
0840	0883	0921	0294	0294	0335	0376	0418	0458	3	6
0850	0893	0931	0295	0295	0336	0377	0419	0459	3	6
0860	0903	0941	0296	0296	0337	0378	0420	0460	3	6
0870	0913	0951	0297	0297	0338	0379	0421	0461	3	6
0880	0923	0961	0298	0298	0339	0380	0422	0462	3	6
0890	0933	0971	0299	0299	0340	0381	0423	0463	3	6
0900	0943	0981	0300	0300	0341	0382	0424	0464	3	6
0910	0953	0991	0301	0301	0342	0383	0425	0465	3	6
0920	0963	1001	0302	0302	0343	0384	0426	0466	3	6
0930	0973	1011	0303	0303	0344	0385	0427	0467	3	6
0940	0983	1021	0304	0304	0345	0386	0428	0468	3	6
0950	0993	1031	0305	0305	0346	0387	0429	0469	3	6
0960	1003	1041	0306	0306	0347	0388	0430	0470	3	6
0970	1013	1051	0307	0307	0348	0389	0431	0471	3	6
0980	1023	1061	0308	0308	0349	0390	0432	0472	3	6
0990	1033	1071	0309	0309	0350	0391	0433	0473	3	6
1000	1043	1081	0310	0310	0351	0392	0434	0474	3	6
1010	1053	1091	0311	0311	0352	0393	0435	0475	3	6
1020	1063	1101	0312	0312	0353	0394	0436	0476	3	6
1030	1073	1111	0313	0313	0354	0395	0437	0477	3	6
1040	1083	1121	0314	0314	0355	0396	0438	0478	3	6
1050	1093	1131	0315	0315	0356	0397	0439	0479	3	6
1060	1103	1141	0316	0316	0357	0398	0440	0480	3	6
1070	1113	1151	0317	0317	0358	0399	0441	0481	3	6
1080	1123	1161	0318	0318	0359	0400	0442	0482	3	6
1090	1133	1171	0319	0319	0360	0401	0443	0483	3	6
1100	1143	1181	0320	0320	0361	0402	0444	0484	3	6
1110	1153	1191	0321	0321	0362	0403	0445	0485	3	6
1120	1163	1201	0322	0322	0363	0404	0446	0486	3	6
1130	1173	1211	0323	0323	0364	0405				

Сон- лар											Пропорционал қисмлар								
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	1	2	3	4	5	6	7	8	9
40	6021	6031	6042	6053	6064	6075	6085	6096	6107	6117	1	2	3	4	5	6	7	9	10
41	6128	6138	6149	6160	6170	6180	6191	6201	6212	6222	1	2	3	4	5	6	7	8	9
42	6232	6243	6253	6263	6274	6284	6294	6304	6314	6325	1	2	3	4	5	6	7	8	9
43	6335	6345	6355	6365	6375	6385	6395	6406	6415	6425	1	2	3	4	5	6	7	8	9
44	6435	6444	6454	6464	6474	6484	6494	6503	6513	6522	1	2	3	4	5	6	7	8	9
45	6532	6542	6551	6561	6571	6580	6590	6599	6609	6618	1	2	3	4	5	6	7	8	9
46	6628	6637	6646	6656	6665	6675	6684	6693	6702	6712	1	2	3	4	5	6	7	7	9
47	6721	6730	6739	6749	6758	6767	6776	6785	6794	6803	1	2	3	4	5	5	6	7	8
48	6812	6821	6830	6839	6848	6857	6866	6875	6884	6893	1	2	3	4	4	5	6	7	8
49	6902	6911	6920	6928	6937	6946	6955	6964	6972	6981	1	2	3	4	4	5	6	7	8
50	6990	6998	7007	7016	7024	7033	7042	7050	7059	7067	1	2	3	3	4	5	6	7	8
51	7076	7084	7093	7101	7110	7118	7126	7135	7143	7152	1	2	3	3	4	5	6	7	8
52	7160	7168	7177	7185	7193	7202	7210	7218	7226	7235	1	2	2	3	4	5	6	7	7
53	7243	7251	7259	7267	7275	7284	7292	7300	7308	7316	1	2	2	3	4	5	6	6	7
54	7324	7332	7340	7348	7356	7364	7372	7380	7388	7396	1	2	2	3	4	5	6	6	7
55	7404	7412	7419	7427	7435	7443	7451	7459	7466	7474	1	2	2	3	4	5	5	6	7
56	7482	7490	7497	7505	7513	7520	7528	7536	7543	7551	1	2	2	3	4	5	5	6	7
57	7559	7566	7574	7582	7589	7597	7604	7612	7619	7627	1	2	2	3	4	5	5	6	7
58	7634	7642	7649	7657	7664	7672	7679	7686	7694	7701	1	1	2	3	4	4	5	6	7
59	7709	7716	7723	7731	7738	7745	7752	7760	7767	7774	1	1	2	3	4	4	5	6	6
60	7782	7789	7796	7803	7810	7818	7825	7832	7840	7846	1	1	2	3	4	4	5	6	6
61	7853	7860	7868	7875	7882	7889	7896	7903	7910	7917	1	1	2	3	4	4	5	6	6
62	7924	7931	7938	7945	7952	7959	7966	7973	7980	7987	1	1	2	3	3	4	5	5	6
63	7993	8000	8007	8014	8021	8028	8035	8041	8048	8055	1	1	2	3	3	4	5	5	6
64	8062	8069	8075	8082	8089	8096	8102	8109	8116	8122	1	1	2	3	3	4	5	5	6
65	8129	8136	8142	8149	8156	8162	8169	8176	8182	8189	1	1	2	3	3	4	5	5	6
66	8195	8202	8209	8215	8222	8228	8235	8241	8248	8254	1	1	2	3	3	4	5	5	6
67	8261	8267	8274	8280	8287	8293	8299	8306	8312	8319	1	1	2	3	3	4	5	5	6
68	8325	8331	8338	8344	8351	8357	8363	8370	8376	8382	1	1	2	3	3	4	5	5	6
69	8388	8395	8401	8407	8414	8420	8426	8432	8439	8445	1	1	2	2	3	4	5	5	6
70	8451	8457	8463	8470	8476	8482	8488	8494	8500	8506	1	1	2	2	3	4	4	5	6

72	8573	8579	8585	8591	8597	8603	8609	8615	8621	8627	1	1	2	2	3	4	4	5	5
73	8633	8639	8645	8651	8657	8663	8669	8675	8681	8686	1	1	2	2	3	4	4	5	5
74	8692	8698	8704	8710	8716	8722	8727	8733	8739	8745	1	1	2	2	3	4	4	5	5
75	8751	8756	8762	8768	8774	8779	8785	8791	8797	8802	1	1	2	2	3	4	4	5	5
76	8808	8814	8820	8825	8831	8837	8842	8848	8854	8859	1	1	2	2	3	4	4	5	5
77	8865	8871	8876	8882	8887	8893	8899	8904	8910	8915	1	1	2	2	3	4	4	5	5
78	8921	8927	8932	8938	8943	8949	8954	8960	8965	8971	1	1	2	2	3	4	4	5	5
79	8976	8982	8987	8993	8998	9004	9009	9015	9020	9025	1	1	2	2	3	4	4	5	5
80	9031	9036	9042	9047	9053	9058	9063	9069	9074	9079	1	1	2	2	3	4	4	5	5
81	9085	9090	9096	9101	9106	9112	9117	9122	9128	9133	1	1	2	2	3	4	4	5	5
82	9138	9143	9149	9154	9159	9165	9170	9175	9180	9186	1	1	2	2	3	4	4	5	5
83	9191	9196	9201	9206	9212	9217	9222	9227	9232	9238	1	1	2	2	3	4	4	5	5
84	9243	9248	9253	9258	9263	9269	9274	9279	9284	9289	1	1	2	2	3	4	4	5	5
85	9294	9299	9304	9309	9315	9320	9325	9330	9335	9340	1	1	2	2	3	4	4	5	5
86	9345	9350	9355	9360	9365	9370	9375	9380	9385	9390	1	1	2	2	3	4	4	5	5
87	9395	9400	9405	9410	9415	9420	9425	9430	9435	9440	0	1	1	2	3	4	4	5	5
88	9445	9450	9455	9460	9465	9469	9474	9479	9484	9489	0	1	1	2	3	4	4	5	5
89	9494	9499	9504	9509	9513	9518	9523	9528	9533	9538	0	1	1	2	3	4	4	5	5
90	9542	9547	9552	9557	9562	9566	9571	9576	9581	9586	0	1	1	2	3	4	4	5	5
91	9590	9595	9600	9605	9609	9614	9619	9624	9628	9633	0	1	1	2	3	4	4	5	5
92	9638	9643	9647	9652	9657	9661	9666	9671	9675	9680	0	1	1	2	3	4	4	5	5
93	9685	9689	9694	9699	9703	9708	9713	9717	9722	9727	0	1	1	2	3	4	4	5	5
94	9731	9736	9741	9745	9750	9754	9759	9763	9768	9773	0	1	1	2	3	4	4	5	5
95	9777	9782	9786	9791	9795	9800	9805	9809	9814	9818	0	1	1	2	3	4	4	5	5
96	9823	9827	9832	9836	9841	9845	9850	9854	9859	9863	0	1	1	2	3	4	4	5	5
97	9868	9872	9877	9881	9886	9890	9894	9899	9903	9908	0	1	1	2	3	4	4	5	5
98	9912	9917	9921	9926	9930	9934	9939	9943	9948	9952	0	1	1	2	3	4	4	5	5
99	9956	9961	9965	9969	9974	9978	9983	9987	9991	9996	0	1	1	2	3	4	4	5	5

МУНДАРИЖА

Кириш

1-§. Лабораторияда ишланнинг умумий қондалари	3
2-§. Биринчи ёрдам курсатиш	4
3-§. Лаборатория журнади тутиш	5
4-§. Газ горелка ва у билан ишлаш	6
5-§. Тарози ва тарозиди тортиш	7
6-§. Тортиш қондалари	8
7-§. Металл ишативлар ва баъзи бошқа асбоб-ускуналар билан ишлаш	9
8-§. Молдаларнинг тозалаш методлари	10
Қаттиқ молдаларни қушничалардан тозалаш	16
Тажрибалар	17
Савол ва машқлар	20
9-§. Молдаларнинг тозалаш даражасини аниқлаш	21
Тажрибалар	21
Савол ва машқлар	23
10-§. Молдаларнинг молекуляр, эквивалент ва атом массаларини аниқлаш	25
Молекуляр оғирлигини ҳисоблаш	28
Эквивалентларини аниқлаш	29
Тажриба утказиш	30
Савол ва масалалар	31
Атом массаларини аниқлаш	32
Машқ ва масалалар	35
11-§. Водород	37
Тажрибалар	39
Машқ ва масалалар	41
12-§. Водород пероксид	42
Тажрибалар	43
Машқ ва масалалар	46
13-§. Кислород	46
Тажрибалар	48
Кислороднинг олинishi ва ҳоссалари	48
Савол ва масалалар	51
14-§. Химиявий реакция тезлиги. Химиявий мувозанат, катализ	52
Гомоген ва гетероген системаларда химиявий реакция тезлиги	52
Химиявий мувозанат	56
Катализ	59
Химиявий реакцияларнинг тезлигига, мувозанат ва катализга онд тажрибалар	61
Реакция тезлигининг концентрацияга боғлиқлиги (гомоген реакциялар)	61
Реакция тезлигига температуранинг таъсири	62
Реакцияга киришувчи молдалар концентрациясининг химиявий мувозанатга таъсири	63
Гомоген катализ	63
Манфий катализ	64
Автокатализ	66

Савол ва масалалар	66
15-§. Анорганик моддаларнинг асосий синфлари	67
14-§ га оид тажрибалар	71
Оксидларнинг олинishi	71
Асослар	73
Кислоталар	73
Тузлар	74
16-§. Эритмалар	74
Электролитлар суюлтирилган эритмаларнинг хоссалари	
Кучли электролит эритмаларда ионлар активлиги	
Ион кучи	
Водород ионларининг концентрациясини аниқлаш	
Эрувчанлик купайтмаси	
Тажрибалар	
Берилган концентрациядаги эритмалар тайёрлаш	77
Эритмаларга оид тажрибалар	80
Савол ва машқлар	83
17-§. Электродитмас моддалар суюлтирилган эритмаларининг хос- салари	84
Савол ва масалалар	
18-§. Электролитик диссоцилланиш назарияси	86
Электродитлар суюлтирилган эритмаларининг хоссалари	86
Кучли электролит эритмаларда ионлар активлиги	88
Ион кучи	88
Водород ионларининг концентрациясини аниқлаш	91
Эрувчанлик купайтмаси	93
Тажрибалар	94
19-§. Тузларнинг гидрозилланиши	99
Тажрибалар	101
Машқ ва топшириқлар	103
20-§. Оксидланиш-қайтарилш реакциялари	103
Тажрибалар	108
Машқ ва топшириқлар	109
21-§. Галогенлар	110
22-§. Хлор ва водород хлорид	111
Тажрибалар	112
Машқ ва масалалар	115
23-§. Хлорнинг кислородли бирикмалари	116
Тажрибалар	117
Машқ ва масалалар	120
24-§. Бром, йод ва уларнинг бирикмалари	121
Тажрибалар	123
Машқ ва масалалар	128
25-§. Олтингурут. Водород сульфид. Сульфидлар	128
Тажрибалар	131
Машқ ва масалалар	137
26-§. Олтингуруртининг кислородли бирикмалари	137
Тажрибалар	142
Машқ ва масалалар	145
27-§. Сульфат ангидрид. Сульфит кислота	146
Машқ ва масалалар	153
Азот ва унинг бирикмалари	154
28-§. Азот. Аммиак. Аммоний тузлари	154
Тажрибалар	157
Машқ ва масалалар	161
29-§. Азотнинг кислородли бирикмалари	162
Тажрибалар	165
Машқ ва масалалар	172
30-§. Фосфор ва унинг бирикмалари	173
Тажрибалар	175

Машқ ва масалалар	180
31-§. Мишьяк, сурьма, висмут	181
Тажрибалар	185
Машқ ва масалалар	191
32-§. Углерод ва унинг бирикмалари	191
Тажрибалар	193
Машқ ва масалалар	198
33-§. Кремний ва унинг бирикмалари	199
Тажрибалар	200
Машқ ва масалалар	202
34-§. Химия ва электр токи	203
Гальваник элементлар. Металлларнинг коррозияси ва электролиз	203
Металлларнинг коррозияси	206
Электролиз	206
Гальваник элементлар, металлларнинг коррозияси ва электролиз темаларига оид тажрибалар	208
Калий йодид электролизи	211
Тажриба натижаларининг изохи	211
Натрий сульфат электролизи	211
Тажриба натижаларининг изохи	211
Буғимли металл билан электролитик қоплашга тайёрлаш	211
Мисга ёпишган ёғни юзалаш	212
Машқ ва топшириқлар	212
35-§. Қалай ва қурғошин	213
Тажрибалар	215
Қурғошин	218
Машқ ва масалалар	221
36-§. Бор ва алюминий	222
Бор ва унинг бирикмалари	222
Алюминий ва унинг бирикмалари	223
Бор	223
Тажрибалар	224
Алюминий	226
Машқ ва масалалар	227
37-§. Магний ва ишқорий-ер металллар	228
Тажрибалар	233
Машқ ва масалалар	234
38-§. Ишқорий металллар	235
Тажрибалар	236
Натрий ва калий	237
Машқ ва масалалар	237
39-§. Комплекси бирикмалар	240
Комплекс бирикмаларга оид тажрибалар	240
40-§. Мис ва қумуш	243
Мис	244
Тажрибалар	244
Машқ ва масалалар	248
41-§. Рух ва кадмий	249
Тажрибалар	251
42-§. Сячоб	253
Тажрибалар	255
Машқ ва масалалар	258
43-§. Хром	258
Тажрибалар	259
Машқ ва масалалар	263
44-§. Марганец	264
Тажрибалар	268
Машқ ва масалалар	269
45-§. Темир, кобальт ва никель	271
Тажрибалар	271
Машқ ва масалалар	279

