

**ЎЗБЕКИСТОН РЕСПУБЛИКАСИ
ОЛИЙ ВА ЎРТА МАХСУС ТАЪЛИМ ВАЗИРЛИГИ**

**ОЛИЙ ТАЪЛИМ ТИЗИМИ ПЕДАГОГ ВА РАХБАР КАДРЛАРИНИ
ҚАЙТА ТАЙЁРЛАШ ВА УЛАРНИНГ МАЛАКАСИНИ ОШИРИШНИ
ТАШКИЛ ЭТИШ БОШ ИЛМИЙ - МЕТОДИК МАРКАЗИ**

**ТОШКЕНТ ДАВЛАТ ТЕХНИКА УНИВЕРСИТЕТИ ҲУЗУРИДАГИ
ПЕДАГОГ КАДРЛАРНИ ҚАЙТА ТАЙЁРЛАШ ВА УЛАРНИНГ
МАЛАКАСИНИ ОШИРИШ ТАРМОҚ МАРКАЗИ**

**МАТЕРИАЛШУНОСЛИК ВА ЯНГИ МАТЕРИАЛЛАР
ТЕХНОЛОГИЯСИ
йўналиши**

**“МАТЕРИАЛЛАРНИ ТАДҚИҚОТ
ҚИЛИШНИНГ ИЛҒОР УСУЛЛАРИ”
модули бўйича**

Ў Қ У В – У С Л У Б И Й М А Ж М У А

Тошкент – 2019

**ЎЗБЕКИСТОН РЕСПУБЛИКАСИ
ОЛИЙ ВА ЎРТА МАХСУС ТАЪЛИМ ВАЗИРЛИГИ**

**ОЛИЙ ТАЪЛИМ ТИЗИМИ ПЕДАГОГ ВА РАЎБАР КАДРЛАРИНИ
ҚАЙТА ТАЙЁРЛАШ ВА УЛАРНИНГ МАЛАКАСИНИ
ОШИРИШНИ ТАШКИЛ ЭТИШ БОШ ИЛМИЙ - МЕТОДИК
МАРКАЗИ**

**ТОШКЕНТ ДАВЛАТ ТЕХНИКА УНИВЕРСИТЕТИ ҲУЗУРИДАГИ
ПЕДАГОГ КАДРЛАРНИ ҚАЙТА ТАЙЁРЛАШ ВА УЛАРНИНГ
МАЛАКАСИНИ ОШИРИШ ТАРМОҚ МАРКАЗИ**

**МАТЕРИАЛШУНОСЛИК ВА ЯНГИ МАТЕРИАЛЛАР
ТЕХНОЛОГИЯСИ
йўналиши**

**“МАТЕРИАЛЛАРНИ ТАДҚИҚОТ ҚИЛИШНИНГ
ИЛФОР УСУЛЛАРИ”**

модули бўйича

ЎҚУВ-УСЛУБИЙ МАЖМУА

Тошкент -2019

Мазкур ўқув-услугий мажмуа Олий ва ўрта махсус таълим вазирлигининг 2019 йил 2 ноябрдаги 1023-сонли буйруғи билан тасдиқланган ўқув дастур асосида тайёрланди.

Тузувчилар: “Материалшунослик ва материаллар технологияси” кафедраси профессори, т.ф.д., С.Д. Нурмуродов , доцент А.Турсункулов

Тақризчи: “Материалшунослик” кафедраси мудири т.ф.д. У.А. Зиямухамедова

Ўқув -услугий мажмуа Тошкент давлат техника университети Кенгашининг 2019 йил 24 сентябрдаги 1-сонли йиғилишида кўриб чиқилиб, фойдаланишга тавсия этилди.

МУНДАРИЖА

I.	Ишчи дастури.....	5
II.	Модулни ўқитишда фойдаланиладиган интерфаол таълим методлари	10
III.	Назарий материаллари	14
IV.	Амалий машғулот материаллари.....	46
V.	Кейс банки	60
VI.	Глоссарий	64
VII.	Адабиётлар рўйхати	69

I. ИШЧИ ДАСТУР

Кириш

Дастур Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2015 йил 12 июндаги “Олий таълим муассасаларининг раҳбар ва педагог кадрларини қайта тайёрлаш ва малакасини ошириш тизимини янада такомиллаштириш чора-тадбирлари тўғрисида” ги ПФ-4732-сонли, 2017 йил 7 февралдаги “Ўзбекистон Республикасини янада ривожлантириш бўйича Ҳаракатлар стратегияси тўғрисида”ги ПФ-4947-сонли, 2019 йил 27 августдаги “Олий таълим муассасалари раҳбар ва педагог кадрларининг узлуксиз малакасини ошириш тизимини жорий этиш тўғрисида”ги ПФ-5789-сонли Фармонлари, шунингдек 2017 йил 20 апрелдаги “Олий таълим тизимини янада ривожлантириш чора-тадбирлари тўғрисида”ги ПҚ–2909-сонли Қарорида белгиланган устувор вазифалар мазмунидан келиб чиққан ҳолда тузилган бўлиб, у замонавий талаблар асосида қайта тайёрлаш ва малака ошириш жараёнларининг мазмунини такомиллаштириш ҳамда олий таълим муассасалари педагог кадрларининг касбий компетентлигини мунтазам ошириб боришни мақсад қилади. Дастур мазмуни олий таълимнинг норматив-ҳуқуқий асослари ва қонунчилик нормалари, илғор таълим технологиялари ва педагогик маҳорат, таълим жараёналарида ахборот-коммуникация технологияларини қўллаш, амалий хорижий тил, тизимли таҳлил ва қарор қабул қилиш асослари, махсус фанлар негизида илмий ва амалий тадқиқотлар, технологик тараққиёт ва ўқув жараёнини ташкил этишнинг замонавий услублари бўйича сўнгги ютуқлар, педагогнинг касбий компетентлиги ва креативлиги, глобал Интернет тармоғи, мультимедиа тизимлари ва масофадан ўқитиш усулларини ўзлаштириш бўйича янги билим, кўникма ва малакаларини шакллантиришни назарда тутди.

“Материалларни тадқиқот қилишнинг илғор усуллари” модули ишчи ўқув дастури материалларнинг ички тузилиши, структураси, хоссаси, ишлатилиши, маркаланиши ва бу катталикларнинг ўзаро алоқасини ҳамда уларнинг турли таъсирлар натижасида ўзгариш қонуниятлари билан боғлиқ бўлган билимларни қамраб олган.

Ўқув модулнинг мақсади ва вазифалари

“Материалларни тадқиқот қилишнинг илғор усуллари” модулнинг мақсад ва вазифалари:

Модулнинг мақсад ва вазифаси - тингловчиларда илм-фан соҳасида янги хусусиятларга эга материалларни яратиш ва тадқиқот қилишда, уларни амалий математика методлари ёрдамида ифодалаш ва тажрибада олинган

натижаларни баҳолаш ва унинг тизимийлигини оширишга оид билим, кўникма ва малакани шакллантиришдир.

Модул бўйича тингловчиларнинг билими, кўникмаси, малакаси ва компетенцияларига қўйиладиган талаблар

Тингловчилар “Материалларни тадқиқот қилишнинг илғор усуллари” ўқув модулини ўзлаштириш жараёнида амалга ошириладиган масалалар доирасида:

Тингловчи:

- сифат анализи асослари;
- гетероген системаларда мувозанат;
- миқдорий анализ ва унинг усуллари;
- титриметрик анализнинг оксидланиш-қайтарилиш усули;
- миқдорий ва унинг усуллари;
- оптик анализ усуллари;
- фотометрия усулининг моҳияти;
- ютилиш спектрларининг табиати;
- ёруғлик нури ютилишининг қонуни;
- физик – кимёвий анализ усуллари. Анализ усуллариининг тавсифи, сезгирлиги ҳақида ***билимларга эга бўлиши лозим.***

Тингловчи:

- гетероген системаларда мувозанатни аниқлаш;
- солиштирама оғирлик, солиштирама ҳажм ва босимни металлургик ҳисоблар билан аниқлаш;
- қаттиқ жисм ва суюқликлар солиштирама оғирлигини аниқлаш;
- физик ва техник атмосфералар фарқини қиёсий таҳлил қилиш;
- металллардаги коррозия турларини таснифлаш;
- металллар коррозиясини олдини олишда замонавий усуллардан фойдаланиш;
- металлларни коррозиядан сақлашда физик усуллардан фойдаланиш ***кўникма ва малакаларини эгаллаши зарур.***

Тингловчи:

- имл-фан соҳасида янги хусусиятларга эга материалларни яратиш ва тадқиқот қилиш;
- тадқиқотларни амалий математика методлари ёрдамида ифодалаш;
- тадқиқот тажрибасидан олинган натижаларни баҳолаш ва унинг тизимийлиги оширишга оид таклифлар киритиш ***компетенцияларига эга бўлиши лозим.***

Модулни ташкил этиш ва ўтказиш бўйича тавсиялар

Модулни ўқитиш жараёнида таълимнинг замонавий методлари, педагогик технологиялар ва ахборот-коммуникация технологиялари қўлланилиши назарда тутилган:

- маъруза дарсларида замонавий компьютер технологиялари ёрдамида презентацион ва электрон-дидактик технологиялардан;
- ўтказиладиган амалий машғулотларда техник воситалардан, экспресс-сўровлар, тест сўровлари, ақлий ҳужум, гуруҳли фикрлаш, кичик гуруҳлар билан ишлаш, коллоквиум ўтказиш, “Тушунчалар таҳлили”, “Инсерт”, “Хулосалаш” ва бошқа интерактив таълим усуллари қўллаш назарда тутилади.

Модулнинг ўқув режадаги бошқа модуллар билан боғлиқлиги ва узвийлиги

“Материалларни тадқиқот қилишнинг илғор усуллари” модули ўқув режадаги қуйидаги фанлар билан боғлиқ: , “Илғор функционал материаллар”.

Модулнинг олий таълимдаги ўрни

Ўзбекистон Республикасида имл-фан соҳасида янги хусусиятларга эга материалларни яратиш ва тадқиқот қилишда, уларни амалий математика методлари ёрдамида ифодалаш ва тажрибада олинган натижаларни баҳолаш ва унинг тизимийлиги малакасини оширишда “Материалларни тадқиқот қилишнинг илғор усуллари” фани алоҳида аҳамиятга эга.

Модул бўйича соатлар тақсимооти

№	Модул мавзулари	Тингловчининг ўқув йўқламаси, соат					
		Ҳаммаси	Аудитория ўқув йўқламаси				Мустақил таълим
			жумладан				
			Назарий	Амалий машғулот	Кўчма машғулот		
1.	Сифат анализи асослари	4	4	2	2		
2.	Гетероген системаларда мувозанат	4	4	2	2		
3.	Миқдорий анализ	4	4	2	2		
4.	Титриметрик анализнинг оксидланиш-қайтарилиш усули	8	8	2		6	

5.	Оптик анализ усуллари	2	2		2		
	Жами:	22	22	8	8	6	

НАЗАРИЙ МАШҒУЛОТЛАР МАЗМУНИ

1-мавзу: Сифат анализи асослари.

Кимёвий анализ. Сифат анализи. Миқдорий анализ. Аналитик, умумий ва хусусий реакция. Реакцияларнинг сезгирлиги ва ўзига хослиги. Катионларнинг аналитик гуруҳлари. Гуруҳ реагенти. Системали анализ. Сифат анализининг усуллари. Аналитик реакцияларнинг бажарилиш усуллари. Аналитик реакцияларни амалга оширишнинг шарт-шароитлари, реакцияларнинг сезгирлиги, ўзига хослиги. Эритмани бўлиб-бўлиб ва систематик анализ қилиш. Гуруҳ реагенти. Катионларнинг аналитик гуруҳларга бўлиниши.

2-мавзу: Гетероген системаларда мувозанат

Чўктириш кимёвий анализ усули. Эрувчанлик кўпайтмаси. Эрувчанлик. Эувчанликка таъсир қилувчи омиллар. Чўкмаларнинг ҳосил бўлиши. Тўла чўкишга таъсир қилувчи омиллар. Туз эффекти.

3-мавзу: Миқдорий анализ

Миқдорий анализ. Миқдорий анализ усуллари. Миқдорий анализдаги хатолар. Гравиметрик анализ. Гравиметрик анализнинг турлари. Гравиметрик анализни бажариш тартиби. Чўктириладиган ва тортиладиган шакл. Кристалл ва аморф чўкма. Кристалл чўкмани чўктириш шартлари. Аморф чўкмани чўктириш шартлари. Чўктирувчини танлаш, гравиметрик анализнинг афзаллиги ва камчилиги. Гравиметрик анализдаги ҳисоблашлар. Миқдорий анализдаги хатолар.

4-мавзу: Титриметрик анализнинг оксидланиш-қайтарилиш усули

Оксидланиш-қайтарилиш (оксидиметрик) усули. Оксидланиш-қайтарилиш усулининг турлари. Оксидланиш-қайтарилиш индикаторлари. Перманганатометрик усули. $KMnO_4$ ишчи эритмасини тайёрлаш ва сақлаш. $KMnO_4$ эритмасини титрини аниқлаш. Перманганатометрик титрлашни олиб бориш шартлари. Автокаталитик (Шилов реакцияси) реакция. Перманганатометрик титрлашда эквивалент нуктани аниқлаш. Перманганатометрик усули билан моддалар миқдорини аниқлаш. Перманганатометрик усулининг афзаллиги. Перманганатометрик усулнинг камчилиги. Хроматометрик усул. Хроматометрик усулнинг афзаллиги. Хроматометрик усулнинг камчилиги. Ёдометрик усул; ёдометрик усулининг афзаллиги. Ёдометрик усулининг камчилиги. Оксидланиш-қайтарилишда титрлаш эгри чизиқлари.

АМАЛИЙ МАШҒУЛОТ МАЗМУНИ

1-амалий машғулот: Сифат анализи асослари.

Металларнинг умумий олиниш усуллари. Пирометаллургик усул. Металларни оксидланиши. Галогенлар ва халкогенлар. Металлар билан

кислота эритмалари орасидаги таъсирлашуви. Металларнинг кимёвий хоссалари ва улар асосида мисоллар бажариш

2-амалий машғулот: Гетероген системаларда мувозанат

Металлургияк жараёнларда хомашёнинг минералогияк таркиби эритиш пайтида ҳосил бўладиган штейн. Шлак ва газларга доир мисол ва масалалар. Metallургияк ҳисоботлар учун мисоллар.

3-амалий машғулот: Микдорий анализ

Қаттиқ жисм ва суюқликлар солиштирма оғирлиги. Ҳар хил моддалар аралашмасида солиштирма ҳажм. Физик ва техник атмосфералар фарқи. Абсолют босим-монометрик ва барометрик босимлар алгебраик йиғиндиси. Солиштирма оғирлик, солиштирма ҳажм ва босимни металлургияк ҳисоблар билан аниқлаш

4-амалий машғулот: Оптика анализ усуллари

Металларда коррозия турлари. Суюқ ёки қаттиқ таъсирида вужудга келадиган коррозия. Электрокимёвий коррозия. Металлар коррозиясини олдини олиш. Металл сиртини бошқа металлар билан қоплаш. Металларга турли қўшимчалар киритиш. Коррозион активатор ва ингибиторлар. Коррозия турлари. металларни коррозиядан сақлаш.

Кўчма машғулот мазмуни

Мавзу: Титриметрик анализнинг оксидланиш-қайтарилиш усули.

Кўчма машғулотни Юқори технологиялар маркази лабораторияларида ўтказилиши кўзда тутилган.

Таълимни ташкил этиш шакллари

Таълимни ташкил этиш шакллари аниқ ўқув материали мазмуни устида ишлаётганда ўқитувчини тингловчилар билан ўзаро ҳаракатини тартиблаштиришни, йўлга қўйишни, тизимга келтиришни назарда тутати.

Модулни ўқитиш жараёнида қуйидаги таълимнинг ташкил этиш шаклларидан фойдаланилади:

- маъруза;
- амалий машғулот;
- мустақил таълим.

Ўқув ишини ташкил этиш усулига кўра:

- жамоавий;
- гуруҳли (кичик гуруҳларда, жуфтликда);
- яқка тартибда.

Жамоавий ишлаш – Бунда ўқитувчи гуруҳларнинг билиш фаолиятига раҳбарлик қилиб, ўқув мақсадига эришиш учун ўзи белгиладиган дидактик ва тарбиявий вазифаларга эришиш учун хилма-хил методлардан фойдаланади.

Гуруҳларда ишлаш – бу ўқув топшириғини ҳамкорликда бажариш учун ташкил этилган, ўқув жараёнида кичик гуруҳларда ишлашда (2 тадан

– 8 тагача иштирокчи) фаол роль ўйнайдиган иштирокчиларга қаратилган таълимни ташкил этиш шаклидир. Ўқитиш методига кўра гуруҳни кичик гуруҳларга, жуфтликларга ва гуруҳларора шаклга бўлиш мумкин. *Бир турдаги гуруҳли иш* ўқув гуруҳлари учун бир турдаги топшириқ бажаришни назарда тутади. *Табақалашган гуруҳли иш* гуруҳларда турли топшириқларни бажаришни назарда тутади.

Якка тартибдаги шаклда - ҳар бир таълим олувчига алоҳида-алоҳида мустақил вазифалар берилади, вазифанинг бажарилиши назорат қилинади.

II. МОДУЛНИ ЎҚИТИШДА ФОЙДАЛАНИЛАДИГАН ИНТЕРФАОЛ ТАЪЛИМ МЕТОДЛАРИ.

“Тушунчалар таҳлили” методи

Методнинг мақсади: мазкур метод талабалар ёки катнашчиларни мавзу бўйича таянч тушунчаларни ўзлаштириш даражасини аниқлаш, ўз билимларини мустақил равишда текшириш, баҳолаш, шунингдек, янги мавзу бўйича дастлабки билимлар даражасини ташхис қилиш мақсадида қўлланилади.

Методнинг ўқув жараёнига татбиқ этилиши

босқичлар	Фаолият
1-босқич	иштирокчилар машғулот қоидалари билан таништирилади.
2-босқич	тингловчиларга мавзуга ёки бобга тегишли бўлган сўзлар, тушунчалар номи туширилган тарқатмалар берилади (индивидуал ёки гуруҳли тартибда)
3-босқич	белгиланган вақт якунига етгач ўқитувчи берилган тушунчаларнинг тугри ва тулиқ изоҳини уқиб эшиттиради ёки слайд орқали намойиш этади
4-босқич	ҳар бир иштирокчи берилган тугри жавоблар билан ўзининг шахсий муносабатини таққослайди, фарқларини аниқлайди ва ўз билим даражасини текшириб, баҳолайди.

Модулдаги таянч тушунчалар таҳлили

Тушунчалар	Сизнингча бу тушунча қандай маънони англатади?	Қўшимча маълумот
<i>Гидроформинг</i>	риформингнинг бир тури бўлиб, ароматик углеводородлар миқдорини кўпайтириш учун хизмат қилади..	

<i>Гидрогенизация</i>	водород қўшилиши ҳисобига тўйиниш реакцияси	
<i>Гидротозалаш</i>	олтингугурт, азот ва кислород бирикмаларидан тозалашда қўлланилади. Бу усулда бу бирикмалар водород билан қайта тикланиб, сувда яхши эрийдиган олтингугурт сульфиди, аммиак ва сув ҳосил қилади.	
<i>Изомеризациялаш</i>	изомер структурали углеводородлар ҳосил бўладиган реакция.	
<i>Молекула</i>	берилган модданинг кимёвий хоссаларига эга булган энг кичик заррача.	
<i>Атом</i>	мусбат зарядланган атом ядроси билан манфий зарядланган электронлардан таркиб топган электр нейтрал заррачадир	
<i>Кимёвий элемент</i>	ядросининг мусбат заряди 1 хил булган атомларнинг муайян туридир.	

Инсерт методи

Методнинг мақсади: Мазкур метод тингловчиларда янги ахборотлар тизимини қабул қилиш ва билмларни ўзлаштирилишини енгилаштириш мақсадида қўлланилади, шунингдек, бу метод тингловчилар учун хотира машқи вазифасини ҳам ўтайди.

Методнинг ўқув жараёнига татбиқ этилиши

босқичлар	Фаолият
1-босқич	ўқитувчи машғулотга қадар мавзунинг асосий тушунчалари мазмуни ёритилган инпут-матнни тарқатма ёки такдимот кўринишида тайёрлайди
2-босқич	янги мавзу моҳиятини ёритувчи матн таълим олувчиларга тарқатилади ёки такдимот кўринишида намоёиш этилади;
3-босқич	таълим олувчилар индивидуал тарзда матн билан танишиб чиқиб, ўз шахсий қарашларини махсус белгилар орқали

	ифодалайдилар. Матн билан ишлашда талабалар ёки катнашчиларга махсус белгилардан фойдаланиш тавсия этилади.
4-босқич	Белгиланган вақт якунлангач, таълим олувчилар учун нотаниш ва тушунарсиз бўлган маълумотлар ўқитувчи томонидан таҳлил қилиниб, изоҳланади, уларнинг моҳияти тўлиқ ёритилади. Саволларга жавоб берилади ва машғулот якунланади.

Белгилар	1 матн	2 матн	3 матн
“√” – таниш маълумот.			
“?” – мазкур маълумотни тушунмадим, изоҳ керак.			
“+” бу маълумот мен учун янгилик.			
“– ” бу фикр ёки мазкур маълумотга қаршиман?			

1-матн: Аналитик реакция "қуруқ" ва "ҳўл" усуллар билан ўтказилиши мумкин. Қуруқ усулда текшириладиган модда ва реактивлар қаттиқ ҳолатда олинади ва реакция қиздириш йўли билан амалга оширилади...

2-матн: Кимёвий анализ кўпинча ярим микро усулида бажарилади, бунда реактивлар кам сарфланади, кичик ҳажмли идишлардан фойдаланиш ҳам мумкин. Агар анализ тўғри бажарилган бўлса, ярим микро усул жуда аниқ натижалар беради. Шунинг учун моддаларни сифат жиҳатдан кимёвий анализ қилишга асосан ярим микроанализ (сантиграмм) усулдан фойдаланилади.

3-матн: Анорганик моддаларни анализ қилишда кўпинча тузлар, кислоталар, асосларнинг сувдаги эритмалари билан иш кўрилади. Маълумки, бу моддалар электролитлардир, яъни улар сувдаги эритмаларида ионларга диссоциланган бўлади. Шу сабабли "ҳўл" усул билан ўтказиладиган реакциялар одатда, оддий ёки мураккаб ионлар ўртасида боради, бинобарин бу реакциядан фойдаланиб, тўғридан-тўғри элементларни эмас, балки улар ҳосил қилган ионлари топилади, топилган ионларга қараб текшириладиган моддада тегишли элементлар борлиги ҳақида хулоса чиқарилади.

“Хулосалаш” методи

Методнинг мақсади: Бу метод мураккаб, кўптармоқли, мумкин қадар, муаммоли характеридаги мавзуларни ўрганишга қаратилган. Методнинг моҳияти шундан иборатки, бунда мавзунинг турли тармоқлари бўйича бир хил ахборот берилади ва айна пайтда, уларнинг ҳар бири алоҳида аспектларда муҳокама этилади. Масалан, муаммо ижобий ва салбий томонлари, афзаллик, фазилат ва камчиликлари, фойда ва зарарлари бўйича ўрганилади. Бу интерфаол метод танқидий, таҳлилий, аниқ мантиқий фикрлашни муваффақиятли ривожлантиришга имкон яратади. “Хулосалаш” методидан маъруза машғулотларида индивидуал ва жуфтликлардаги иш шаклида, амалий ва семинар машғулотларида кичик гуруҳлардаги иш шаклида мавзу юзасидан билимларни мустаҳкамлаш, таҳлили қилиш ва таққослаш мақсадида фойдаланиш мумкин.

Методнинг ўқув жараёнига татбиқ этилиши

босқичлар	Фаолият
1-босқич	Гуруҳдан кичик гуруҳчалар шакллантириш
2-босқич	Машғулотнинг мақсад ва вазифалари тушунтирилади. Ҳар бир гуруҳга умумий муаммонинг таҳлил қилиниши зарур бўлган қисмлари туширилган тарқатма материаллар тарқатилади.
3-босқич	Ҳар бир гуруҳ ўзига берилган муаммони атрофлича таҳлил қилиб, ўз мулоҳазаларини тавсия этилаётган схемага ёзма равишда баён қилади.
4-босқич	Гуруҳлар тақдимоти ўтказилади. Ўқитувчи томонидан билдирилган фикрлар умумлаштирилади, тўлдирилади ва аниқликлар киритилади.

Эритма концентрациясини аниқлаш йўллари

Рефрактометрик		Поляриметрик		Оптик	
афзаллиги	камчилиги	афзаллиги	камчилиги	афзаллиги	камчилиги
Хулоса:					

III. НАЗАРИЙ МАТЕРИАЛЛАР

1-мавзу: Сифат анализи асослари

Режа:

1. Сифат анализининг усуллари ва аналитик реакцияларнинг бажарилиш усуллари
2. Аналитик реакцияларни амалга оширишнинг шарт-шароитлари, реакцияларнинг сезгирлиги, ўзига хослиги
3. Эритмани бўлиб-бўлиб ва систематик анализ қилиш, гуруҳ реагенти, катионларнинг аналитик гуруҳларга бўлиниши, катионлар аналитик классификациясининг Д.И.Менделеевнинг даврий системасига боғлиқлиги

Таянч сўз ва иборалар:

Кимёвий анализ, сифат анализи, миқдорий анализ, аналитик реакция, умумий ва хусусий реакция, реакцияларнинг сезгирлиги ва ўзига хослиги, катионларнинг аналитик гуруҳлари, гуруҳ реагенти, системали анализ.

1.1 Сифат анализининг усуллари

Аналитик реакцияларни бажаришда ишлатиладиган модданинг миқдорига қараб, сифат анализининг усуллари 1955 йилдан бошлаб, қуйидагиларга бўлинади.

Олдинги номланиш	Янги номланиш	Олинган модда миқдори	
		г	Мл
Макроанализ	Грамм – усул	1 – 10	10 – 100
Яриммикроанализ	Сант.грамм-усул	0,05 – 0,5	1 – 10 ⁻²
Микроанализ	Миллиграмм-усул	10 ⁻³ – 10 ⁻⁶	0,1 – 10 ⁻⁴
Ультромикроанализ	Микрограмм-усул	10 ⁻⁶ – 10 ⁻⁹	10 ⁻⁴ – 10 ⁻⁶
Субмикроанализ	Нонограмм-усул	10 ⁻⁹ – 10 ⁻¹²	10 ⁻⁷ – 10 ⁻¹⁰
Субультромикроанализ	Пикограмм-усул	10 ⁻¹²	10 ⁻¹⁰

Кимёвий анализ кўпинча ярим микро усулида бажарилади, бунда реактивлар кам сарфланади, кичик ҳажмли идишлардан фойдаланиш ҳам мумкин. Агар анализ тўғри бажарилган бўлса, ярим микро усул жуда аниқ натижалар беради. Шунинг учун моддаларни сифат жиҳатдан кимёвий анализ қилишга асосан ярим микроанализ (сантиграмм) усулдан фойдаланилади.¹

Аналитик реакцияларнинг бажарилиш усуллари

Аналитик реакция "қуруқ" ва "хўл" усуллар билан ўтказилиши мумкин. Қуруқ усулда текшириладиган модда ва реактивлар қаттиқ ҳолатда олинади ва реакция қиздириш йўли билан амалга оширилади:

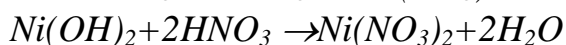
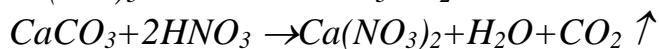
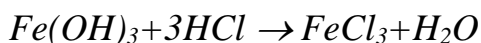
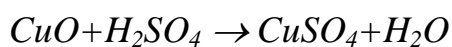
¹Callister William D. Jr., Materials Science and Engineering, an Introduction. Wiley and Sons. UK 2014 800-pp

Масалан: Металл тузларининг алангани бўяши, натрий тетраборат (бура) $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ ёки натрий аммоний гидрофасфат $\text{NaNH}_4\text{HPO}_4 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ лар баъзи металлларнинг тузлари билан қориштирганда рангли марварид (шиша) ҳосил бўладиган реакциялар курук усул билан ўтказиладиган реакциялар қаторига киради.

Рангли шиша ҳосил қилиш ва алангани бўяш усуллари пирокимёвий усуллар деб аталади.

Эритмаларда ўтказиладиган модданинг анализи ҳўл усул билан анализ дейилади. Бунда текшириладиган модда олдиндан эритилган бўлиши керак. Одатда эритувчи сифатида сув ишлатилади. Агарда модда сувда эримаса, кислоталарда эритилади. Кислотада эритилган модда кимёвий ўзгаришга учраб сувда осон эрийдиган бирорта тузга айланади.²

Масалан:



Сифат анализда фақат бирор ташқи эффект, яъни реакциянинг ҳақиқатда бораётганлигини кўрсатувчи ҳар хил ўзгаришлар билан борадиган реакциялардангина фойдаланилади.

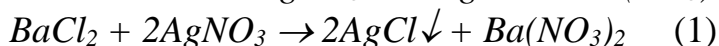
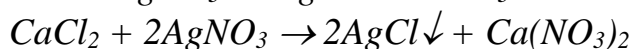
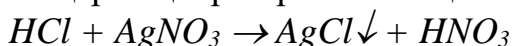
Бундай кимёвий реакцияларга аналитик реакциялар дейилади:

“Одатда бундай ташқи эффектлар :

- 1) Газ ажралиб чиқиши
- 2) эритма рангининг ўзгариши
- 3) Чўкма тушиши (ёки эриб кетиши) дан иборат бўлади»

Анорганик моддаларни анализ қилишда кўпинча тузлар, кислоталар, асосларнинг сувдаги эритмалари билан иш кўрилади. Маълумки, бу моддалар электролитлардир, яъни улар сувдаги эритмаларида ионларга диссоциланган бўлади. Шу сабабли "ҳўл" усул билан ўтказиладиган реакциялар одатда, оддий ёки мураккаб ионлар ўртасида боради, бинобарин бу реакциядан фойдаланиб, тўғридан-тўғри элементларни эмас, балки улар ҳосил қилган ионлари топилади, топилган ионларга қараб текшириладиган моддада тегишли элементлар борлиги ҳақида ҳулоса чиқарилади.

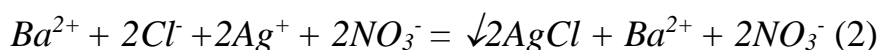
Масалан: HCl ёки хлоридларнинг эритмасидан хлорни топиш учун AgNO_3 таъсир эттирилади. Бунда сузмасимон оқ чўкма AgCl ҳосил бўлади. Чўкмага қараб хлор борлиги аниқланади.



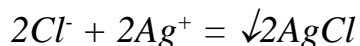
ва ҳоказо.

² Callister William D. Jr., Materials Science and Engineering, an Introduction. Wiley and Sons. UK 2014 802-pp

Чўкмадан ташқари тузларнинг ҳаммаси эритмаларда тегишли ионларга ажралган ҳолда бўлади, яъни:



Бир ҳил ионларни реакция тенгламасидан тушириб қолдирилса, унда реакция тенгламаси куйидаги кўринишда ёзилади:



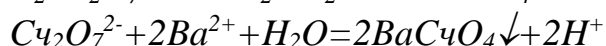
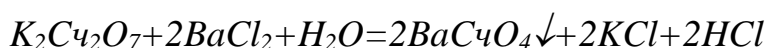
Тенгламанинг иккала томонини бир ҳил сонга қисқартириш мумкин бўлган ҳолларда қисқартирилади, масалан, юқоридаги реакция тенгламасини иккига қисқартириб ёзилади:



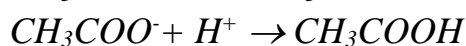
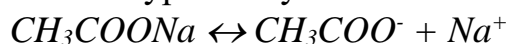
(1)-реакциянинг молекуляр тенгламаси, (2)-реакциянинг молекуляр ионли тенгламаси, (3)-реакциянинг молекуляр-ионли қисқартирилган тенгламаси.³

1.2 Аналитик реакцияларни амалга оширишнинг шарт-шароитлари, реакцияларнинг сезгирлиги, ўзига хослиги

Аналитик реакцияларни ўтказиш учун маълум бир шарт-шароит бўлиши керак. Масалан, кислоталарда эрийдиган чўкмалар, эритмада эркин ҳолатдаги кислота ортиқча бўлганда ажралиб чиқмайди, худди шунингдек, ишқорда эрийдиган чўкмалар ишқорий муҳитда чўкмайди. Агар чўкма кислотада ҳам, ишқорда ҳам эриса, уни фақат нейтрал муҳитда ҳосил қилиш мумкин ва ҳоказо. Бу мисоллардан кўриниб турибдики реакцияларни амалга оширишнинг энг муҳим шарт - шароитларидан бири, шу реакция учун зарур муҳит бўлиб, уни керак бўлган тақдирда, эритмага кислота, ишқор ёки бошқа бирор реактивлардан қўшиб вужудга келтириш мумкин. Масалан:



ҳосил бўлган $BaCrO_4$ кучли кислоталарда эрийди, сирка кислотада эса эримайди. Бу эрда реакциянинг ўзида кучли кислота ҳосил бўлиши сабабли реакция охиригача бормайди. Аммо эритмага $K_2Cr_2O_7$ дан ташқари CH_3COONa ҳам қўшилса, Ba^{2+} ни тўла чўктириш мумкин, шунда кучли кислота ўрнига кучсиз кислота CH_3COOH ҳосил бўлади



Иккинчи бир муҳим шароит эритманинг ҳароратидир. Ҳароратнинг кўтарилиши билан эрувчанлиги ортиб кетадиган чўкмани иссиқ ҳолатдаги эритмалардан ҳосил қилиш ярамайди, бундай реакцияларни "уй ҳароратида» баъзан эса совитиб ўтказиш керак бўлади. Баъзи реакциялар фақат, қиздирилганда боради. Реакция боришининг муҳим шарт-шароитларидан яна бири, эритмада топиладиган ионнинг концентрацияси етарли даражада катта бўлишидир; унинг концентрацияси жуда оз бўлса, реакция чиқмай қолади.

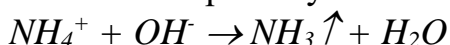
³ Callister William D. Jr., Materials Science and Engineering, an Introduction. Wiley and Sons. UK 2014 805-pp

Бунинг сабаби шундаки, ҳар қандай модданинг эритмадаги концентрацияси унинг айна шароитдаги эрувчанлигидан ортиқ бўлгандагина, шу модда чўкмага тушади. Агар модда қийин эрийдиган бўлса, топиладиган ионнинг концентрацияси ниҳоятда оз бўлганда ҳам чўкма тушса, бундай реакциялар сезилувчан реакциялар дейилади.⁴

Реакциянинг сезилувчанлиги миқдорий жиҳатдан бир-бирига боғланган иккита кўрсаткич – топилиш минимуми ва суюлтириш чегараси билан ҳарактерланади. Топилиш минимуми модда ёки ионнинг реакцияга муайян шарт-шароитларда ўтказилганида топилиши мумкин бўлган энг кам миқдоридир. Модда (ион) нинг шу реакция ёрдамида топилиши мумкин бўлган энг кам концентрацияси суюлтириш чегараси дейилади.

Реакцияларнинг сезилувчанлиги билан бир қаторда уларнинг ўзига хослиги ҳам жуда катта аҳамиятга эга.

Бир ион бошқа ионлар билан аралашган ҳолатда бўлганда ҳам уни тажриба шароитида ажратмасдан туриб тўғридан- тўғри аниқлашга имкон берадиган реакция, ўша ион учун хос (спесифик) реакция дейилади. Бунга ишқор таъсирида қиздирилганда, хиди ва бошқа хоссаларидан аммиак ажралиб чиқаётганлиги осонгина билинадиган NH_4^+ ни аниқлаш реакциясини мисол келтириш мумкин.



Аммоний тузларигина бундай шароитда аммиак ҳосил қилади. Шунинг учун ишқор билан олиб борилган реакция NH_4^+ ионини топиш учун хос реакциядир.

Аналитик кимёда текшириляётган ион бир неча ионлар билан ўхшаш натижа берадиган реакциялар ҳам учрайди. Бундай реакцияларга танлаб таъсир этувчи ёки селектив реакциялар дейилади.

Реакция ижобий натижа берадиган ионлар сони қанча кам бўлса, реакциянинг селективлик даражаси шунча юқори бўлади

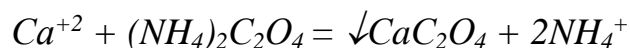
1.3 Эритмани бўлиб-бўлиб ва систематик анализ қилиш

Аниқланиши керак бўлган ионларни спесифик реакциялардан фойдаланиб текшириляётган эритманинг алоҳида улушларидан бевосита аниқлаш, бўлиб-бўлиб анализ қилиш дейилади. Лекин ҳамма ионлар учун спесифик реакциялар йўқ. Айрим ионлар иккинчисини топишга ҳалақит беради. Масалан, Ba^{2+} иони Ca^{2+} ни топишга ҳалал беради. Бундай ҳолларда ҳар

бир алоҳида ионни маълум кетма кетликда аниқлаш реакцияларини ишлаб чиқишга тўғри келадиган усулидан фойдаланилади. Бунда ҳар бир ионни топишдан олдин унинг топилишига ҳалақит берадиган бошқа ҳамма ионлар олдиндан топилади ва эритмадан ажратилади. Юқоридаги мисолни олсак, агар эритмада Ba^{2+} ва Ca^{2+} ионлари бўлса, Ba^{2+} ионини тўлиқ чўктириб, чўкмани центрифугалаб ажратиб ташланади. Бунинг учун Ba^{2+} ионига хос реакция, $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ билан сариқ чўкмани ҳосил бўлишидан

⁴ Callister William D. Jr., Materials Science and Engineering, an Introduction. Wiley and Sons. UK 2014 810-pp

фойдаланилади. Чўкмадан ажратиб олинган эритмага яна озгина реагент кўшилади. Агар чўкма қайтадан ҳосил бўлмаса, эритмада Ba^{2+} иони қолмаган бўлади ва ундан Ca^{2+} ионини $(\text{NH}_4)_2\text{C}_2\text{O}_4$ таъсирида топиш мумкин. Оқ Ca_2CO_4 чўкманинг ҳосил бўлиши, энди эритмада Ca^{2+} иони борлигини билдиради.



Демак, систематик анализ қилишда айрим ионларни топиш реакциялари билан бир қаторда, уларни бир-биридан ажратиш реакцияларини ўтказишга тўғри келади. Ажратиш реакцияларида, кўпинча ажратилаётган ионлар ҳосил қиладиган, ўхшаш бирикмаларнинг эрувчанлиги бир-биридан фарқ қилишдан фойдаланилади. Масалан, Ba^{2+} ионини Ca^{2+} ионидан ажратиш. BaCr_2O_7 ва CaCr_2O_7 эрувчанлик ($= 2,3 \cdot 10^{-10}$, $= 2,3 \cdot 10^{-2}$) ларининг ҳар қиллигига асосланган ва ҳоказо.⁵

Гуруҳ реагенти. Катионларнинг аналитик гуруҳларга бўлиниши.

Системали анализ қилишда ионлар мураккаб аралашмадан айрим-айрим ҳолда эмас, гуруҳ-гуруҳ қилиб ажратилади. Бунда уларни гуруҳ реагенти деб, аталувчи баъзи реактивлар таъсирига бир ҳил муносабатда бўлишдан фойдаланилади. Гуруҳ реагентига қуйидаги талаблар қўйилади: 1) у катионларни амалда тўлиқ чўктириши; 2) кейинги анализларни ўтказиш учун ҳосил бўлган чўкма кислоталарда осон эрийдиган бўлиши; 3) ортиқча қўшилган реагент эритмада қолган ионларни топишга ҳалал бермаслиги керак.

Катионларнинг аналитик гуруҳларга бўлинишининг бир неча усуллари бор. Улардан энг қулайи ва кўпроқ тарқалгани водород сульфидли ва кислота асосли усуллар билан танишамиз.

Водород сульфидли усул;

Бу усулни 1871 йилда Н.А.Меншуткин таклиф қилган.

I гуруҳ: Na^+ , K^+ , NH_4^+ , Mg^{2+} катионлари, гуруҳ реагенти эга эмас.

II гуруҳ: Ba^{2+} , Sr^{2+} , Ca^{2+} катионлари, гуруҳ реагенти аммоний карбонат $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$, аммиакли буфер эритма ($\text{NH}_4\text{OH} + \text{NH}_4\text{Cl}$) иштирокида, ҳарорат $70-80^\circ\text{C}$.

III гуруҳ: Fe^{2+} , Fe^{3+} , Cr^{3+} , Al^{3+} , Mn^{2+} , Zn^{2+} , Co^{2+} , Ni^{2+} катионлари, гуруҳ реагенти аммоний сульфид $(\text{NH}_4)_2\text{S}$, аммиакли буфер эритма (NH_4OH ва NH_4Cl) иштирокида, ҳарорат $70-80^\circ\text{C}$.

IV гуруҳ: Cu^{2+} , Cd^{2+} , Hg^{2+} , Bi^{3+} , Sn^{2+} , Sn^{4+} , Sb^{3+} , Sb^{5+} катионлари, гуруҳ реагенти кислотали муҳитда водород сульфид H_2S .

V гуруҳ: Ag , $[\text{Hg}_2]^{2+}$, Pb^{2+} катионлари, гуруҳ реагенти ҳлорид кислота.

2. Водород сульфидсиз гуруҳларга классификациялашнинг бир неча усуллари, жумладан (кислота-ишқорли, асетатли-амидли, аммиакли-фосфатли) усуллар мавжуд бўлиб, шулардан кислота-ишқорли классификациялаш усулини кўриб чиқайлик.

⁵ Callister William D. Jr., Materials Science and Engineering, an Introduction. Wiley and Sons. UK 2014 820-pp

Кислота - асосли усул – катионларни кислота асос таъсирида ҳосил қиладиган қийин эрувчан ҳлоридлар, сульфатлар, гидроксидлар ва эрувчан аммиакли комплекс бирикмаларига асосланган бўлиб, олти аналитик гуруҳга бўлинади:

I гуруҳ: Ag, $[Hg_2]^{2+}$, Pb^{2+} катионлари, гуруҳ реагенти $2n\ HCl$.

II гуруҳ: Ba^{2+} , Sr^{2+} , Ca^{2+} катионлари, гуруҳ реагенти $2n\ H_2SO_4$

III гуруҳ: Al^{3+} , Sn^{2+} , Sn^{4+} , Cr^{3+} , Zn^{2+} , As^{3+} , As^{5+} катионлари, гуруҳ реагенти $2n\ NaOH$ эритмаси.

IV гуруҳ: Mg^{2+} , Mn^{2+} , Fe^{2+} , Fe^{3+} , Bi^{3+} , Sb^{3+} , Sb^{5+} катионлари, гуруҳ реагенти $25\%\ NH_4OH$.

V гуруҳ: Cu^{2+} , Cd^{2+} , Ni^{2+} , Co^{2+} , Hg^{2+} катионлари, гуруҳ реагенти $2\ n\ NaOH$ бўлиб, ҳосил бўлган чўкма ортиқча $25\%\ NH_4OH$ да эрийди (аммиакли комплекс бирикмалар ҳосил қилади).⁶

VI гуруҳ: K^+ , Na^+ , NH_4^+ катионлари, гуруҳ реагентига эга эмас.

Демак, аналитик кимёда катионларни классификациялаш, улар ҳосил қиладиган бирикмаларининг эрувчанлиги турлича бўлишига асосланган. Бу эса бир гуруҳ ионларни бошқасидан ажратишга ёрдам беради.

Гуруҳ реагентларидан фойдаланиш анализни анча энгиллаштиради, чунки улардан фойдаланилганда анализда қилиниши керак бўлган мураккаб ишлар бир неча соддароқ ишларга бўлиниб кетади.

Катионлар аналитик классификациясининг Д.И.Менделеевнинг даврий системасига боғлиқлиги

Катионларнинг аналитик гуруҳларининг тартиб рақами Д.И.Менделеевнинг элементлар даврий системасида гуруҳлар тартибига анча яқин. Ҳақиқатан ҳам катионлар ҳосил қилган тузлари ва гидроксидларнинг эрувчанлиги уларнинг бошқа ҳамма хусусиятлари каби Д.И.Менделеевнинг даврий системасида жойлашган ўрни билан узвий боғлиқ.

Катионларни водород сульфидли классификацияси билан элементлар даврий системаси орасидаги боғлиқликни кўриб ўтайлик. Анализ давомида карбонатлар гидрооксидлар ва сульфидлар ҳолида чўкадиган катионлар, уларнинг баъзиларини ҳисобга олмаганда даврий системада қонуний равишда жойлашган. I ва II аналитик гуруҳ катионлари Na^+ , K^+ , Mg^{2+} , Ba^{2+} , Sr^{2+} , Ca^{2+} даврий системадаги ўша гуруҳнинг асосий гуруҳчасида жойлашган. Аммоний сульфид таъсирида гидроксидлар ҳолида чўкадиган учинчи аналитик гуруҳ катионлари Al^{3+} , Cr^{3+} даврий системасининг III ва VI гуруҳларида жадвалнинг чап томонида жойлашган. Аммоний сульфид таъсирида сульфидлар ҳолида чўкадиган III аналитик гуруҳ катионлари Fe^{2+} , Fe^{3+} , Cr^{3+} , Ni^{2+} , Co^{2+} , Mn^{2+} , Zn^{2+} эса, асосан, тўртинчи катта даврнинг ўртасида жойлашган. Қийин эрийдиган сульфидлар ҳосил қилувчи IV аналитик гуруҳ катионлари Cu^{2+} , Cd^{2+} , Bi^{3+} , Sn^{2+} , даврий системанинг ўнг томонида, катта даврларнинг биринчи ярмида VI гуруҳдан бошлаб жойлашади ва шу гуруҳнинг иккинчи ярмида тугайди. Ҳлоридлар ҳосил қилувчи V аналитик

⁶ Callister William D. Jr., Materials Science and Engineering, an Introduction. Wiley and Sons. UK 2014 830-pp

гуруҳ катионлари Ag^+ , $[\text{Hg}_2]^{2+}$, Pb^{2+} даврий системанинг чап томонида жойлашган. Агар тегишли катионлар электрон қаватининг тузилишига эътибор берсак, биринчи ва иккинчи аналитик гуруҳнинг натижалари, шунингдек, учинчи гуруҳнинг $(\text{NH}_4)_2\text{S}$ таъсирида гидроксид ҳолида чўкадиган катионлар, инерт газлар каби, 2 ёки 8 электрон ли тугалланган ташқи электрон қаватга эга эканлигини кўриш мумкин. Қийин эрийдиган сульфидлар ҳосил қилувчи учинчи ва бешинчи аналитик гуруҳ катионлари эса тугалланган ташқи қаватга, ёки 8 электрондан 18 электронга ўтувчи тугалланмаган электрон қаватга, ёки ташқи иккита қаватида $18+2$ электронга эга бўлади.

Ташқи тугалланмаган электрон қаватидан олдинги қаватида 8 электрони бор катионлар одатда, кислоталарда (масалан, HCl) эрийдиган сульфидлар ҳосил қилади, яъни учинчи аналитик гуруҳга киради. Ташқи тугалланмаган электрон қаватидан олдинги қаватда 18 электрони бор катионлар эса кислоталарда қийин эрийдиган сульфидлар ҳосил қилади, яъни тўртинчи ва бешинчи аналитик гуруҳларга киради. Баъзан бу қонуниятлардан четга чиқиш ҳоллари ҳам учрайди. Масалан, Mg^{2+} катионини элементлар даврий системада тутган ўрнига қараб иккинчи гуруҳ катионлари қаторига киритиш керак эди. Ҳақиқатдан ҳам CaCO_3 , SrCO_3 , BaCO_3 лар каби магний карбонат ҳам сувда қийин эрийди. Лекин у аммоний тузларида эрийди ва шунинг учун ҳам уни $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_3$ таъсирида тўлиқ чўктириб бўлмайди. Шунга кўра Mg^{2+} ионини I гуруҳ билан бирга эритмада қолдириш мақсадида, I-II гуруҳни аммиакли буфер эритма (NH_4OH ва NH_4Cl) иштирокида чўктириш керак Mg^{2+} ионини I гуруҳга киритилишига сабаб ҳам, ана шу.⁷

Zn^{2+} катиони даврий системада жойлашган ўрнига қараб III аналитик гуруҳга эмас, балки IV аналитик гуруҳга киритилиши керак эди. Zn^{2+} катиони III аналитик гуруҳ катионларидан фарқ қилиб, ўртача кислотали муҳитда, H_2S таъсирида IV гуруҳ катионлари билан чўктирилади. Лекин IV гуруҳ катионлари кучли кислотали муҳитда ($[\text{H}^+] = 0,3\text{g-ion/l}$) чўктирилади. Шунинг учун ҳам Zn^{2+} иони III гуруҳ катионлари билан эритмада қолади ва ҳоказо, шунга ўхшаш мисоллар келтириш мумкин.

Назорат саволлари:

1. Сифат анализининг усуллари қандай?
2. Аналитик реакцияларнинг бажарилиш усуллари изохланг?
3. Аналитик реакцияларни амалга оширишнинг шарт-шароитлари, реакцияларнинг сезгирлиги, ўзига ҳослиги қандай амалга оширилади?
4. Эритмани бўлиб-бўлиб ва систематик анализ қилиш қандай амалга оширилади?
5. Гуруҳ реагенти. Катионларнинг аналитик гуруҳларга бўлиниши қандай?
6. Катионлар аналитик классификациясининг Д.И.Менделеевнинг даврий системасига боғлиқлигини изохланг?

⁷ Callister William D. Jr., Materials Science and Engineering, an Introduction. Wiley and Sons. UK 2014 840-pp

Фойдаланилган адабиётлар:

1. Callister William D. Jr., Materials Science and Engineering, an Introduction. Wiley and Sons. UK 2014
2. T.Fischer., Materials Science for Engineering Students, 1st Edition Elsevier UK, 2008
3. Mikell P.Groover., Fundamentals of Modern Manufacturing Materials, Processes, and Equipment John Wiley and Sons inc USA 2010

2-мавзу: Гетероген системаларда мувозанат

Режа:

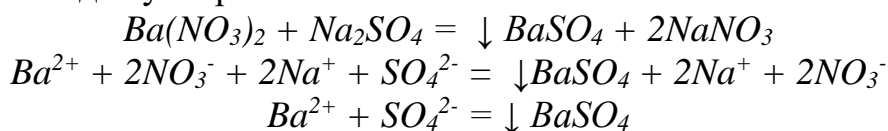
1. Чўктириш – кимёвий анализ усули
2. Эрувчанлик кўпайтмаси
3. Чўкмаларнинг ҳосил бўлиши ва уларга таъсир қилувчи омиллар

Таянч сўз ва иборалар:

Чўктириш, кимёвий анализ усули, эрувчанлик кўпайтмаси, эрувчанлик, эрувчанликка таъсир қилувчи омиллар, чўкмаларнинг ҳосил бўлиши, тўла чўқишга таъсир қилувчи омиллар, туз эффекти.

2.1 Чўктириш – кимёвий анализ усули

Эритмаларда борадиган кўпгина аналитик реакциялар чўкма ҳосил бўлиши билан тугалланади. Модданинг чўкма кўринишида ажралиб чиқиши кимёвий анализнинг асосий усулларида биридир. Одатда чўкма ион алмашиниш реакцияси натижасида ҳосил бўлади. Эритмадан қаттиқ фаза, чўкма ажралиши чўктириш дейилади. Масалан; сульфат ионини барий сульфат кўринишида чўктириш:



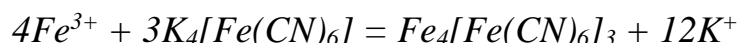
Модданинг хоссаси ва чўктириш шароити (ҳарорат, концентрация, рН муҳит ва бошқалар) га қараб чўкмалар ҳар хил кўринишда бўлади: паға-паға $Al(OH)_3$, ивиқ (H_2SiO_3), донадор ($PbSO_4$), кристалл ($BaSO_4$), сузмасимон ($AgCl$) ва бошқалар.

Кристалл тузилишли чўкмалар маълум кристалл шаклида бўлиб, ҳажми кичик, тез чўқади, осон филтрланади ва ювилади. Аморф чўкмалар эса паға-паға (ёки ивиқ) ҳажми катта, секин чўқади, қийин филтрланади ва ювилади.⁸

Чўктириш усулидан кимёвий анализда қуйидаги мақсадларда:

1) Текшириладиган эритмадан тўғридан тўғри айрим ионларни очишда, Масалан: Fe^{3+} , Ba^{2+} , Cl^- ионлари аралашмасига $K_4[Fe(CN)_6]$ таъсир эттирилганда, ўзига хос берлин лазури чўкмасини ҳосил бўлиши ва ҳоказо;

⁸ T.Fischer., Materials Science for Engineering Students, 1st Edition Elsevier UK, 2008 222-pp



2) Катион ва анионларни ажратишда; ҳалақит берадиган ионларни йўқотишда;

3) Аралашмадан айрим ионларни ажратиб концентрлашда;

4) Аралашмадан айрим компонентлар миқдорини аниқлашда (тортма анализ) фойдаланилади.

Табиатда мутлоқ эримайдиган модда бўлмайди. Чўкма ҳосил бўлиши билан қайтар эриш жараёни боради. Чўкма ва тўйинган эритма ҳар хил фаза, яъни гетероген системадан иборат. Гетероген системанинг бир-биридан чегара сиртлар билан ажраладиган айрим қисмлари (чўкма ва тўйинган эритма), фаза деб аталади.

Агар қийин эрийдиган тузни Масалан: AgCl олиб дистилланган -сув кўшсак, чўкмани ҳосил қилган Ag⁺ ва Cl⁻ ионлари яқин турган сув диполлари томонидан тортилади ва ажралиб ионлар гидрати холида эритмага ўта бошлайди. Эриш жараёнига тескари Ag⁺ ва Cl⁻ ионлари эритмада тўқнашиб AgCl молекулаларини ҳосил қилади ва чўкмада иккита бир бирига қарама-қарши жараён содир бўлиб, маълум вақтдан кейин динамик мувозанатга олиб келади. Чўкма билан динамик мувозанатда бўлган эритмага тўйинган эритма дейилади.



қаттиқ фаза чўкма суюқ фаза эритма

Массалар таъсири қонунига мувофиқ:

$$K_{AgCl} = \frac{[Ag^+][Cl^-]}{[AgCl]}$$

[Ag⁺] ва [Cl⁻] – мувозанатдаги кумуш ва ҳлор ионларининг концентрацияси

[AgCl] – қаттиқ фазадаги модданинг концентрацияси

Гетероген системада эриган ва қаттиқ мода заррачаларининг тўқнашиши фазалар сиртида бўлиб, қаттиқ модда миқдорига боғлиқ бўлмайди ва унинг концентрацияси доимий қолиб реакция тезлигига таъсир қилмайди.

Қийин эрувчан электролитнинг тўйинган эритмасидаги ионлар концентрацияларининг кўпайтмаси ўзгармас ҳароратда ўзгармас миқдордир.

Бу миқдор эрувчанлик кўпайтмаси деб аталади (ЕК).

Юқоридаги мисол учун $E_{K_{AgCl}} = [Ag^+][Cl^-]$.. Умумий ҳолда M_mA_n кўринишдаги электролит учун эрувчанлик кўпайтмасининг ифодаси:

$$EK_{M_mA_n} = [M^{n+}]^m [A^{m-}]^n$$

Тўйинган эритмада ионлараро таъсир кучни ҳисобга олиш, учун ионлар концентрациясини уларнинг активлигига алмаштиришга тўғри келади. Ионлар активлигининг қиймати диссоциланиш жараёнида иштирок этаётган ионлар сонига тенг миқдор даражага кўтарилиб эрувчанлик кўпайтмаси ифодасига киради.

$$EK_{M_mA_n} = a_{M^{n+}}^m * a_{A^{m-}}^n$$

2.2 Эрувчанлик кўпайтмаси

Ионлар активлиги уларнинг концентрациялари билан активлик коэффициентлари кўпайтмасига тенг бўлгани учун эрувчанлик кўпайтмасини шундай ёзиш мумкин.⁹

$$\mathcal{E}K_{MnAn} = [M^{n+}]^m [A^{m-}]^n * f_{M^{n+}}^m * f_{A^{m-}}^n$$

Лекин, кам эрувчан бирикманинг ионлар концентрацияси унинг тўйинган эритмасида жуда кам бўлгани учун ионлар орасидаги ўзаро таъсир кучи у қадар аҳамиятли эмас. Шунинг учун ҳисоблашларда $f_{M^{n+}}^m \text{ ва } f_{A^{m-}}^n$ ни бирга тенг деб олинса, хато бўлмайди. Бундан одатда, амалда қўлланиладиган таҳминий тенгламани ҳосил қиламиз:

$$\mathcal{E}K_{MnAn} = [M^{n+}]^m [A^{m-}]^n$$

Осон эрийдиган электролитларда f нинг қиймати бирга тенг эмас. Шунинг учун улардаги ионлар активлигини концентрация билан алмаштириб бўлмайди. Агар берилган қийин эрувчан бирикманинг эрувчанлик кўпайтмаси $\mathcal{E}K < n * 10^{-7}$ бўлса, активлик коэффициентини ҳисобга олмаса ҳам бўлади. Агар $\mathcal{E}K > n * 10^{-7}$ бўлса, активлик коэффициентини киритиш керак. Бироқ эрувчанлик кўпайтмаси қондасига асосланган ҳисоблашларда катта аниқлик талаб қилинмайди, шунинг учун кўп ҳолларда активликлар концентрациялар билан алмаштирилади.

Қийин эрувчан бирикмаларнинг эрувчанлик кўпайтмаси қиймати маълумотномаларда келтирилган.

Қийин эрувчан электролитларнинг эрувчанлик кўпайтмасини ҳисоблаш учун, унинг берилган ҳароратдаги эрувчанлиги аниқланади. Эрувчанликни била туриб, эрувчанлик кўпайтмасини ҳисоблаб топиш осон.

Масалан: CaCO_3 нинг эрувчанлиги 0,0069 г/л. Эрувчанлик кўпайтмаси ҳисоблансин.

Ечиш: эрувчанликни молларда ифодалаймиз: $M_{\text{CaCO}_3} = 100,69$

$$\mathcal{E}_{\text{CaCO}_3} = \frac{6,9 * 10^{-3}}{100,69} = 6,85 * 10^{-5} \text{ моль / л}$$

Ҳар бир CaCO_3 молекуласи эритилганда биттадан Ca^{2+} ва CO_3^{2-} иони ҳосил бўлгани учун $\text{Ca}^{2+} = \text{CO}_3^{2-} = 6,85 * 10^{-5}$ моль/л.

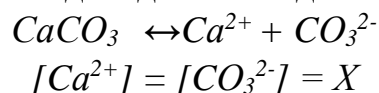
Демак,

$$\mathcal{E}K_{\text{CaCO}_3} = [\text{Ca}^{2+}] [\text{CO}_3^{2-}] = 6,9 * 10^{-5} * 6,9 * 10^{-5} = 4,7 * 10^{-9}$$

Моддаларнинг $\mathcal{E}K$ қийматини билган ҳолда кам эрувчан модданинг эрувчанлигини ҳисоблаш мумкин.

$$\mathcal{E}_{MnAn} = \sqrt[m+n]{\frac{\mathcal{E}K_{MnAn}}{m^m \cdot n^n}}$$

Масалан: CaCO_3 сувдаги эрувчанлигини г/л ҳисобланг. Эрувчанлик кўпайтмасининг қиймати 2 жадвалдан олинади.



⁹ T.Fischer., Materials Science for Engineering Students, 1st Edition Elsevier UK, 2008 232-pp

$$\begin{aligned} \text{ЭК}_{\text{CaCO}_3} &= [\text{Ca}^{2+}][\text{CO}_3^{2-}] = X * X = X^2 \\ X = \text{Э} &= \sqrt{\text{ЭК}} = \sqrt{3,8 \cdot 10^{-9}} = 6,16 \cdot 10^{-5} \quad \text{моль / л} \end{aligned}$$

Эрувчанликни г/л да ҳисоблаш учун моляр концентрацияни модданинг молекуляр массасига кўпайтириш керак.

$$\text{Э} = 6,16 \cdot 10^{-5} \cdot 100,69 = 6,20 \cdot 10^{-3} \text{ г/л}$$

Чўкма куйидаги ҳолларда қисман ёки тўлиқ эриши мумкин:

- а) комплекс бирикма ҳосил бўлиши ёки газ ажралиб чиқиши;
- б) ёнаки жараёнлар бориши ;
- в) оксидланиш даражасининг ўзгариши ;
- г) $[\text{H}^+]$ ионлари концентрациясининг ошиши ;
- д) чўкмага ионлари бўлган бирор кучли электролитни кўшиш ва ҳоказо.¹⁰

2.3 Чўкмаларнинг ҳосил бўлиши ва уларга таъсир қилувчи омиллар

Агар қийин эрувчан электролитнинг ионлар концентрациясининг кўпайтмаси унинг эрувчанлик кўпайтмасидан кам бўлса, эритма тўйинмагандир. ЭК - қоидасига мувофиқ берилган, қийин эрийдиган электролит ионлари (активликларининг) концентрацияларининг кўпайтмаси берилган ҳароратда эрувчанлик кўпайтмасига тенг бўлган вақтдагина эритма шу электролитга нисбатан тўйинган бўлади, яъни

$$[\text{Ag}^+][\text{Cl}^-] < \text{ЭК}_{\text{AgCl}} - \text{тўйинмаган эритма}$$

$$[\text{Ag}^+][\text{Cl}^-] = \text{ЭК}_{\text{AgCl}} - \text{тўйинган эритма}$$

$$[\text{Ag}^+][\text{Cl}^-] > \text{ЭК}_{\text{AgCl}} - \text{ўта тўйинган эритма}$$

Кам эрувчан электролитнинг ионлар концентрациясининг кўпайтмаси берилган ҳароратдаги эрувчанлик кўпайтмаси қийматидан ортиқ бўлган ҳолларда чўкма ҳосил бўлади.

Тўла чўкишга таъсир қилувчи омиллар:

1. Эритма концентрациясининг таъсири

2. Чўктирувчи миқдорининг таъсири. Тўла чўктириш учун чўктирувчининг миқдори бир ярим баробардан ортиқча олинади. Чўктирувчининг ортиқча кўшилишидан эритмадаги чўктириладиган ионларнинг концентрацияларини мос равишда камайишига, яъни чўкманинг тўла чўкишига олиб боради.

3. Бир исмли ионнинг таъсири. Тўйинмаган электролит эритмасига бир исмли иони бўлган электролит қўшиб, тўйинган ва ўта тўйинган эритма ҳосил қилиш мумкин.

Ҳақиқатан агар AgCl нинг тўйинган эритмасига оз-оздан HCl ёки KCl қўшсак, дастлаб AgCl нинг ЭК қиймати (яъни 25°C да $1,78 \cdot 10^{-10}$) дан кам бўлган ионлар кўпайтмаси аста-секин унга тенглашади ва ниҳоят, ундан ортиб кетади. Шунга мувофиқ тўйинган эритмага ва бундан кейин эса ўта тўйинган эритмага айланади.¹¹

¹⁰ T.Fischer., Materials Science for Engineering Students, 1st Edition Elsevier UK, 2008 242-pp

¹¹ T.Fischer., Materials Science for Engineering Students, 1st Edition Elsevier UK, 2008 272-pp

Демак, қийин эрийдиган электролитларнинг эрувчанлиги, уларнинг эритмасига таркибида шу эритмадаги ионларнинг бири билан бир исмли иони бор бирорта кучли электролит киритилиши билан камаяди.

4. Туз эффекти. Тажриба натижалари шуни кўрсатадики, бир исмли ионга эга бўлмаган тузлар ҳам электролитларнинг эрувчанлигига таъсир этади. Аммо бундай ҳолларда, одатда эрувчанлик ортади. Бу ҳодиса «туз эффекти» деб аталади. Масалан K_2SO_4 ва Na_2SO_4 шунга ўхшаш тузлар қўшилганда $AgCl$ нинг эрувчанлиги ортади. Қўшилаётган тузларнинг концентрацияси қанча юқори бўлса, эриш шунча кўп бўлади.

Қийин эрувчан электролитга бир исмли ионга эга бўлмаган тузларни киритганда эритманинг ион кучи ортиши сабабли қийин эрувчан электролит ионларининг активлик коэффициенти камаяди. Бунда эритма тўйинмаган бўлиб, электролитнинг эрувчанлиги ортади.

5. Ҳароратнинг таъсири. Ўзгармас ҳароратда эК ўзгармас миқдордир. ҳароратнинг ошиши билан эК қиймати ортиб боради. Чўкмани ҳаракатига (аморф, кристалл) қараб турли ҳароратда чўктирилади.

Назорат саволлари:

4. Чўктириш – кимёвий анализ усулини изоҳлаб беринг?
5. Эрувчанлик кўпайтмаси қандай?
6. Чўкмаларнинг ҳосил бўлиши ва уларга таъсир қилувчи омиллар нималардан иборат?

Фойдаланилган адабиётлар:

4. Callister William D. Jr., Materials Science and Engineering, an Introduction. Wiley and Sons. UK 2014
5. T.Fischer., Materials Science for Engineering Students, 1st Edition Elsevier UK, 2008
6. Mikell P.Groover., Fundamentals of Modern Manufacturing Materials, Processes, and Equipment John Wiley and Sons inc USA 2010

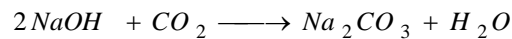
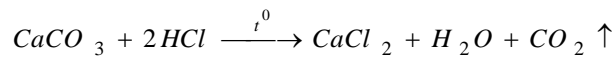
3-мавзу: Миқдорий анализ

Режа:

1. Тортма (гравиметрик) анализ, миқдорий анализдаги хатолар
2. Гравиметрик анализнинг бажарилиш тартиби, чўктирувчи модда (реагент)ни танлаш
3. Гравиметрик шаклни тортиш ва анализ натижаларини ҳисоблаш

Таянч сўз ва иборалар:

Миқдорий анализ, миқдорий анализ усуллари, миқдорий анализдаги хатолар, гравиметрик анализ, гравиметрик анализнинг турлари, гравиметрик анализни бажариш тартиби, чўктириладиган ва тортиладиган шакл, кристалл ва аморф чўкма, кристалл чўкмани чўктириш шартлари, аморф чўкмани чўктириш шартлари, чўктирувчини танлаш, гравиметрик анализнинг



Тескари аниқлаш усулларида аниқланадиган модда тўлиқ парчалангандан кейин қолган массаси ўлчанади. Ҳайдашдан олдинги ва кейинги массалар фарқи аниқланадиган модда миқдорини ҳисоблаш имконини беради.¹³

Миқдорий анализдаги хатолар

Миқдорий анализдаги хатолар ўз харақтерига кўра:

- 1) систематик хатолар
- 2) тасодифий хатолар
- 3) кўпол хатоларга бўлинади.

1. Систематик хатолар деб, катталиги доимий бўлган ёки маълум қонун бўйича ўзгарадиган хатоларга айтилади. Систематик хатоларни олдиндан назарда тутиш ва уларни йўқотиш, ёки тегишли тузатишлар киритиш мумкин. Систематик хатоларни қуйидаги турлари мавжуд.

а) Услубий хатолар. Бу хатолар қўлланилаётган анализ усули хусусиятларига боғлиқ. Масалан: реакцияни миқдорий жиҳатдан тўла бормаслиги, чўкмани қисман эрувчанлиги, чўкма билан бирга кўшимча бегона ионларнинг чўкиши, чўкмани парчаланиши, модданинг гигроскопик эканлиги ва ҳоказо.

б) Ишлатилаётган асбоб ва реактивларга боғлиқ бўлган хатолар. Тарози элкаларини тенг эмаслиги, ҳажми аниқ ўлчовли идишларнинг текширилмаганлиги, текширилаётган эритмага бегона кўшимчаларнинг тушиб қолиши ва бошқалар.

в) Индивидуал хатолар. Бу хатолар аналитикнинг шахсий хусусиятларига боғлиқ бўлган хатолар. Масалан: эритма рангининг ўзгариш пайтини аниқ сеза билмаслиги, тарози ёки бюретка шкаласидан тўғри рақамни билиб олмаслиги ва ҳоказо.

2. Тасодифий хатолар. Келиб чиқиши маълум бир қонуниятга асосланмай, катталиги ва ишораси номаълум бўлган хатолар тасодифий хатолар деб айтилади. Тасодифий хатолар аналитикнинг ўзига боғлиқ бўлмаган ташқи омиллар таъсирида (ҳароратнинг ўзгариши, ҳаво намлигини ўзгариши, ҳавонинг ифлослиги, ҳонанинг этарли даражада ёритилмаганлиги, бинонинг тебраниши ва ҳоказолар) содир бўлади. Систематик хатолардан фарқли равишда тасодифий хатоларни бирор тузатма киритиш йўли билан йўқотиб бўлмайди. Фақат параллел аниқлашлар олиб бориш билан тасодифий хатони камайтириш мумкин.¹⁴

Кўпол хатолар. Бундай хатолар жумласига тарозида нотўғри тортиш, бюретка шкаласи бўйича нотўғри ҳисоблаш.

Миқдорий аниқлашларда йўл қўйилган хатоларни қуйидагича ифодалаш мумкин.

¹³ T.Fischer., Materials Science for Engineering Students, 1st Edition Elsevier UK, 2008 295-pp

¹⁴ T.Fischer., Materials Science for Engineering Students, 1st Edition Elsevier UK, 2008 356-pp

Абсолют хато. Аниқланаётган катталикнинг ҳақиқий миқдори билан олинган натижа ўртасидаги фарқнинг абсолют бирликларда ифодаланган қиймати абсолют хато дейилади. Масалан: $BaCl_2 \cdot 2H_2O$ таркибида 14,75% кристаллизация суви борлиги аниқланган, ҳақиқатда $BaCl_2 \cdot 2H_2O$ таркибида 14,70% кристалланган суви бор. Демак, аниқлашнинг абсолют хатоси (Д)
 $D = 14,70 - 14,75 = - 0,05\%$

Нисбий хато. Абсолют хатонинг аниқланаётган катталikka нисбати, нисбий хато дейилади ва % да ифодаланади.

$$D_0 = \frac{0,05}{14,75} \cdot 100 = 0,34 \% \text{ га тенг}$$

3.2 Гравиметрик анализнинг бажарилиш тартиби

Кўпчилик ҳолларда юқорида, айтиб ўтилган усуллардан бири-чўктириш усулидан фойдаланилади. Моддаларнинг миқдорини тортма анализнинг чўктириш усули билан аниқлаш бўйича қуйидаги босқичларни ўз ичига олади:

- 1) анализ учун намуна олиш ;
- 2) олинган намунани эритиш ;
- 3) чўктириладиган шаклни танлаш ;
- 4) чўктирувчи модда (реагент) ни танлаш ;
- 5) чўктириш шароитини танлаш ;
- 6) чўкмани ажратиш (филтрлаш), ювиш ;
- 7) чўкмани қуритиш ва тортиладиган шаклга ўтказиш ;
- 8) анализ натижаларини ҳисоблаш .

Анализ учун намуна олиш

Анализ учун олинган модда миқдори намуна дейилади. Олинадиган намуна миқдори аниқлаш усулига (макро-, яриммикро-, микроанализ), чўкманинг хусусияти ва тузилишига (кристалл, аморф) боғлиқ.

Тажрибалар натижаси шуни кўрсатадики ҳосил бўладиган чўкма кристалл тузилишли бўлса, массаси 0,5 г, аморф тузилишли модда бўлса, 0,1 - 0,3 г атрофида бўлиши керак. Намунанинг массаси чўктириш реакциясининг тенгламаси асосида қуйидаги формула билан ҳисобланади:

$$\text{кристалл чўкма учун - } m_H = \frac{a \cdot M_A \cdot 0,5}{b \cdot M_B}$$

$$\text{аморф чўкма учун - } m_H = \frac{a \cdot M_A \cdot 0,1}{b \cdot M_B}$$

M_A – аниқланадиган модданинг молекуляр массаси.

M_B – тортиладиган шаклнинг молекуляр массаси.

a, b – реакция тенгламасидаги стеҳиометрик коэффициентлар.

Намунанинг массаси аналитик тарозида 0,0001г, тўрт ҳона (10^{-4}) аниқликда тортилади. ¹⁵

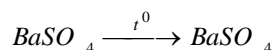
¹⁵T.Fischer., Materials Science for Engineering Students, 1st Edition Elsevier UK, 2008 289-pp

Олинган намуна эритиш

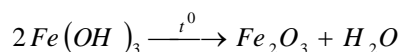
Намуна эритиш учун зарур бўлган, тегишли эритувчи олдиндан танланади. Модда аввал сувда эритилади. Эримаса кислота ёки ишқорда, баъзан кислота (ишқор) билан оксидловчи аралашмасини қиздириб эритилади. Модда эритмага ўтказилгандан кейин аниқлаш давом эттирилади.

Чўктириладиган шаклни танлаш

Чўкманинг тортиладиган шакли кимёвий формуласига мос бўлиши керак. Чунки қиздириш вақтида кўпчилик чўкмалар кимёвий ўзгаришларга учрайди. Шунинг учун тортма анализда чўктириладиган ва тортиладиган шакл тушунчалари ишлатилади. Тегишли чўктирувчи (реактив) таъсирида эритмадан чўктирилган бирикма, чўктириладиган шакл дейилади. Анализнинг оҳирги натижасини олиш учун тарозида тортиладиган бирикма эса тортиладиган шакл дейилади. Масалан:



чўктириладиган шакл тортиладиган шакл



чўктириладиган шакл тортиладиган шакл

Чўктириладиган шаклга қўйилган талаблар:

- а) аниқ кимёвий формулага мос келиши;
- б) кам эрувчан бўлиши, яъни эрувчанлик кўпайтмаси 1.10-8 дан кичик бўлиши ;
- в) кристалл тузилишга эга бўлиши;
- г) осон ювилиши ва филтрланиши;
- д) тортиладиган шаклга осон ва тўлиқ ўтиши керак.

Тортиладиган шаклга қўйилган талаблар:

- а) тортиладиган шаклнинг таркиби (аниқ бирор) кимёвий формуласига мос келиши ;
- б) тортиладиган шакл кимёвий жиҳатдан барқарор бўлиши, яъни O₂, ҳаво, оксидловчилар, SO₂, нам таъсирида ўзгармаслиги;
- в) катта молекуляр массага эга бўлиши керак .

Чўктирувчи модда (реагент)ни танлаш

Чўкма кўринишга қўйилган талаблар чўктирувчи моддани (реагентни) тўғри танлашни талаб қилади.

Масалан: Ba²⁺ ни бир неча ҳил қийин эрувчан бирикмалар кўринишида чўктириш мумкин. Қайси бир чўктирувчи аниқланаётган моддани тўла

чўкиш имкони бера, яъни ҳосил бўладиган чўкма эрувчанлик кўпайтмасининг қиймати энг кичик бўлса, шу чўктирувчидан фойдаланиш керак.¹⁶

Масалан Ba^{2+} ионини чўктириш учун чўктирувчи модда танлашда барийнинг қуйидаги кам эрувчи тузлари эрувчанлик кўпайтмаларини солиштирилса:

$$BaSO_4 - EK = 1,1 \cdot 10^{-10}$$

$$BaCrO_4 - EK = 1,2 \cdot 10^{-10}$$

$$BaMnO_4 - EK = 2,5 \cdot 10^{-10}$$

$$BaCO_3 - EK = 8,1 \cdot 10^{-9}$$

$$BaClO_4 - EK = 1,6 \cdot 10^{-7}$$

Буларнинг ичида эрувчанлик кўпайтмаси энг кичик бўлгани $BaSO_4$.. Шунинг учун Ba^{2+} $BaSO_4$ ҳолида чўктирилиши керак экан. Демак, чўктирувчи сифатида H_2SO_4 ; Na_2SO_4 ; K_2SO_4 , яъни таркибида SO_4^{2-} - иони бўлган сувда яхши эрийдиган моддаларни ишлатиш керак.

Чўктирувчига қўйиладиган асосий талаблар:

- а) тез ва осон кам эрувчан чўкмани (бирикма) ҳосил қилиши ;
- б) селектив бўлиши, яъни фақат шу аниқланаётган модда билан чўкма ҳосил қилиб, бошқа ионлар билан реакцияга киришмаслиги ;
- в) осон ҳайдалиши ёки ажралиши;

Шунга кўра сульфатларни чўктириш учун H_2SO_4 , гидроксидларни чўктириш учун - NH_4OH , хлоридларни чўктириш учун - HCl , карбонатларни чўктириш учун - $(NH_4)_2CO_3$ ишлатилгани мақсадга мувофиқ бўлади.

г) заҳарли бўлмаслиги ;

д) ортикча миқдорда олинганда (комплекс ҳосил бўлиши туфайли) чўкмани эритмаслиги, чўктирувчининг миқдори реакция тенгламаси бўйича ҳисобланганда 1,5 марта кўп олинishi керак.

Чўктирувчи ҳажми қуйидаги формула билан ҳисобланади:

$$V_B = \frac{a \cdot M_A \cdot m_H \cdot 100 \cdot 1,5}{v \cdot M_B \cdot c \cdot \rho}$$

m_H – намунанинг массаси, г

M_A – аниқланадиган модданинг молекуляр массаси, г

M_B – чўктирувчининг молекуляр массаси, г

V_B – чўктирувчи эритмасининг ҳажми, cm^3 , (мл)

ρ - чўктирувчи эритмасининг зичлиги, g/cm^3 ёки g/ml

c – чўктирувчи эритмасининг фоиз концентрацияси

a, v – реакция тенгламадаги стеҳиометрик коэффициентлар

3.3 Гравиметрик шаклни тортиш ва анализ натижаларини ҳисоблаш

Чўктириш шароитини танлаш

Тўла чўктиришга таъсир қилувчи омиллар:

¹⁶ T.Fischer., Materials Science for Engineering Students, 1st Edition Elsevier UK, 2008 272-pp

а) эритманинг рН, $[H^+]$, $[OH^-]$;

б) ҳарорат;

в) бегона ионларнинг бор ёки йўқлиги.

Шароитга қараб 2 ҳил:- кристалл ёки аморф чўкма ҳосил қилиш мумкин.¹⁷

Кристалл чўкмани чўктиришнинг шарт-шароитлари

1) чўктириш суюлтирилган эритмаларда олиб борилиши керак, бунда йирик кристаллар ҳосил бўлади;

2) чўктирувчи эритмасини томчилаб қўшиш ва доимо аралаштириб туриш керак, акс ҳолда майда кристаллар ҳосил бўлади;

3) чўктириш иссиқ эритмаларда олиб борилиши шарт. Қиздирилганда майда кристаллар эрийди ва йирик кристаллар ҳосил бўлиши осонлашади.

Кристалл чўкмалар эритмадан осон ажратилади (филтрланади), ювилади ва ниҳоятда тоза бўлади.

Аморф чўкмаларни чўктириш шарт-шароитлари

1) чўктиришда аниқланаётган модда чўктирувчининг қайноқ эритмаси ёрдамида чўктирилади;

2) чўктирувчи эритмасидан тез-тез қўшиб эритма доимо аралаштириб турилиши керак. Бунда ҳажми катта аморф тузилишли чўкма ҳосил бўлади;

3) чўктириш коагуляторлар (NH_4Cl ,, кислоталар) иштирокида олиб борилади, бунда чўкма ҳосил бўлиши тезлашади

4) чўктиришда концентранган эритмалар ишлатилади.

Аморф чўкмалар, чўктириш жараёнида ҳосил бўлган коллоид эритманинг коагулланиши (чўкиши) натижасида ҳосил бўлади ва Яна эритмага ўтиб кетиши мумкин. Бу жараён пептизация деб аталади. Демак, коллоид эритмаларнинг коагулланишига имкон бериш керак.¹⁸

Коллоид эритмаларда бир ҳил электр зарядининг бўлиши ва бу зарядлар орасида электростатик итариш кучлари, коллоид заррачаларнинг бир-бири билан бирикишига тўсқинлик қилади. Бу зарядлар эритмадаги ионларнинг заррачаларга адсорбиланиши натижасида пайдо бўлади ва қарама-қарши ишорали ионларнинг адсорбиланиши натижасида нейтралланиши мумкин. Шу сабабли коллоид эритмаларга бирор электролит коагулятор қўшилади. Коагуляторнинг қарама-қарши зарядланган ионлари коллоид заррачалар сиртига адсорбцияланиб, уларни зарядсизлантиради ва ўзаро бирикишига имкон беради. Коагуляторнинг минимал концентрацияси коллоид заррача зарядига қарама- қарши зарядли ион валентлигининг камайиши билан тез ортиб боради. Масалан, заррачалари манфий зарядланган As_2S_3 золи катионларнинг адсорбиланиши билан коагуляцияланади, унда Al^{3+} , Ca^{2+} ва K^+ ионларининг коагуллоувчи концентрациялари 1:20:1000 нисбатида бўлади.

Коллоид системалар барқарорлигининг иккинчи омили; коллоид заррачаларнинг сольватланишидир, яъни уларнинг эритувчи молекулаларини адсорбилашидир. Ҳосил бўлган сольват қобиклари коллоид заррачаларнинг

¹⁷ T.Fischer., Materials Science for Engineering Students, 1st Edition Elsevier UK, 2008 272-pp

¹⁸ T.Fischer., Materials Science for Engineering Students, 1st Edition Elsevier UK, 2008 262-pp

бирикиб чўкишига тўсқинлик қилади. Сольватланишга мойил бўлган золларнинг сольват қобиғини бузиш учун концентрацияси анча юқори бўлган электролитлар ишлатилади. Концентрацияси юқори бўлган электролит ионлари сольватланиб коллоид заррачалардан эритувчининг молекулаларини тортиб олади ва уларни зарядсизлантиради, натижада золь коагулланади. Бу жараён тузланиш дейилади.

Электролитлар қўшишдан ташқари, эритма ҳароратини кўтариш ҳам коагулланишга имкон беради. Ҳароратнинг кўтарилиши заррачаларни зарядловчи ионларнинг адсорбиланишини камайтиради ва сольват қобикларининг бузилишига олиб келади.

Демак, коллоид системаларнинг ҳосил бўлишига йўл қўймаслик учун аморф чўкмаларни қайноқ эритмадан бирор электролит коагулятор иштирокида чўктирилади.

Айни шароитда ишлатилаётган реактив билан чўкма бермайдиган бегона моддаларнинг чўктирилаётган бирикма билан биргалашиб чўкмага тушиши, биргалашиб чўкиш дейилади.

Биргалашиб чўкиш тортма анализда ҳам салбий, ҳам ижобий аҳамиятга эга. Аввало у тортма анализда хатонинг асосий манбаларидан бири ҳисобланади, чунки таркибида бегона аралашмалар бўлган чўкма (тортиладиган шакл) тоза бўлмайди ва аниқ формулага жавоб бермайди. Тортиладиган модданинг формуласини аниқ билмай, унинг таркибидаги элементнинг миқдорини тўғри ҳисоблаш мумкин эмас.

Лекин бирга чўкишнинг ижобий аҳамиятини аналитик амалиётда кўриши мумкин. Агар аниқланаётган компонентнинг эритмадаги концентрацияси жуда кам бўлиб, уни чўктириш қийин бўлса, ўзи билан чўкмага олиб тушувчи модда коллектор билан бирга чўктириш мумкин.

Микрокомпонентларни коллектор билан бирга чўктириш, усули тарқоқ ва сийрак элементларни ўрганишда фойдаланилади.

Аналитик кимё нуқтаи назаридан чўкма билан чўккан қўшимчалар чўкма заррачаларининг сиртида (сиртки адсорбсия) ёки ичида (окклюзия) жойлашиши мумкин.¹⁹

Қаттиқ фаза (чўкма) сиртида ионларни ютилиши адсорбсия дейилади. Адсорбсия ҳамма чўкмалар учун, айниқса сирти катта бўлган аморф чўкмаларга ҳос жараёндир.

Чўкма сиртига кристалл панжарада бўлган эритмадаги ортиқча ионлар (моддалар) адсорбиланади. Адсорбиланган моддалар ёки ионларни чўкмани ювиб йўқотиш мумкин.

Окклюзия сиртки адсорбсиядан фарқли, чўкма билан бирга чўккан бегона қўшимчалар чўкма заррачаларининг сиртида эмас, ичида жойлашган бўлади. Шунинг учун окклюзияланган қўшимчаларни чўкмани ювиш билан йўқотиб бўлмайди. Уларни эритмага ўтказиш учун чўкманинг ҳаммасини эритиш зарур.

¹⁹ T.Fischer., Materials Science for Engineering Students, 1st Edition Elsevier UK, 2008 242-pp

Окклюзиянинг олдини олиш мақсадида қуйидагиларга, эътибор бериш керак: бегона катионларнинг ички адсорбцияланишини камайтириш учун чўктиришни чўкманинг кристаллари таркибида чўкма катионлари ортиқча миқдорда бўлган эритмада, аксинча, бегона анионлар окклюзияланмаган чўкма олиш учун, еса чўктиришни таркибида чўктирилаётган бирикманинг анионлари ортиқча миқдорда бўлган муҳитда олиб бориш керак.

Биргалашиб чўкишда изоморф ҳодисасини ҳам кузатиш мумкин. Чўкиш жараёнида биргаликда кристалл панжара ҳосил қилиб кристалланиши мумкин бўлган моддалар изоморф моддалар деб аталади. Бу вақтда аралаш кристаллар ҳосил бўлади. Бундай моддалар (аччиқ тошлар) бир хил шаклдаги кристаллар ҳосил қилади. “Изоморф” бир хил шакл деган маънони билдиради.

Изофорфизм ҳодисасини биринчи марта (1924 й) В.Г.Хлопин ва кейинроқ (1926 й) О.Хан ўрганган. Хлопин қоидаси: «Аралаш кристаллар ҳосил бўлишида бирга чўккан қўшимчанинг миқдори, эритмадаги қўшимча чўктириладиган ионнинг нисбий концентрацияларига боғлиқ”.

Чўкмани филтрлаш ва ювиш.

Чўкмани эритмадан ажратиш учун, чўкма турига қараб филтрланади. Филтрлар тайёрланган материалга кўра (кулли, кулсиз) зичлигига ва ўлчамига кўра ҳар хил бўлади. Зичлиги катта бўлса, майда заррачали чўкмаларни филтрлашда ишлатилади (ва аксинча). Чўкмани ажратиш (филтрлаш) га босим, эритманинг ёпишқоқлиги (ҳарорат), филтрнинг сирти каби омиллар таъсир қилади.

Филтрлашда филтрнинг катта кичиклиги жуда муҳимдир. Филтрни филтрланадиган суюқликнинг ҳажмига қараб эмас, балки чўкманинг миқдорига қараб танланади. Чўкма филтрга солинганда, унинг ярмидан ошмаслиги керак, акс ҳолда чўкмани яхшилаб ювиб бўлмайди.

Воронка ўлчами шундай танланадигани, филтрнинг чеккалари 5-10 мм воронка чеккасида паст бўлсин.²⁰

Филтр тўрт букланади, тўртдан бир қисми очилади ва одатдаги 60° бурчакли воронка қўйилади. Филтр сув билан ҳўлланиб, воронка деворларига зич қилиб ёпиштирилади.

Филтрланаётганда филтрнинг тешикчалари чўкма заррачалари билан тез бекилиб қолмаслиги учун, дастлаб суюқликни филтрга шиша таёқча бўйлаб, чўкмани чайқатмасдан қўйилади.

Шиша таёқчани филтр қоғознинг уч қаватли жойининг тепасида, ўртада вертикал ушлаш керак. Таёқчанинг пастки учи филтрдаги суюқликка тегмаслиги керак. Таёқча ё стаканда, ё филтр тепасида туриши керак. Таёқча столга қўйилмайди.

Чўкмадан ундаги суюқликнинг кўп қисми филтрга қўйилиб, стакан тубида чўкма озгина суюқлиги билан қолганда чўкма декантация йўли билан ювилади.

²⁰ T.Fischer., Materials Science for Engineering Students, 1st Edition Elsevier UK, 2008 222-pp

Чўкмани ювишдан мақсад, юқоридаги мавзуда айтиб ўтганимиздек, унинг сиртига адсорбцияланган бегона кўшимчаларни ва чўкмага шимилган асосий эритмани йўқотишдир.

Ювувчи суюқликлар сифатида чўктирувчининг суюлтирилган эритмаси, электролит эритмаси, дистилланган сув ишлатилади. Бунинг учун ювгичдан суюқлик оқими шундай йўналтириладики, у стакан деворларидан унга ёпишган чўкма заррачаларини ювиб туширсин. Чўкма чайқатиб лойқалантирилади ва стакан тубига чўкма йиғилиши учун кўйиб қўйилади. Тинган суюқлик филтрга солинади. Бу иш 3-4 марта такрорланади. Охирида чўкмани қолган суюқлик билан чайқатиб тўлиқ филтрга солинади. Стакан тубида ва деворларида қолган чўкма заррачаларини ювгичдаги ювувчи суюқлик оқими билан филтрга туширилади. Стакан ва шиша таёқчага мустаҳкам ёпишиб тушмай қолган чўкма заррачалари кулсиз филтёр бўлакчаси сув билан хўлланиб, артиб олинади. Филтёр бўлаги чўкмали филтрга солинади ва яна стакан 2-3 марта ювилади.

Чўкма тўла ювилганлигини текшириш учун, филтрдан ажралиб ўтаётган эритма (филтрат)дан олиб тегишли ионга ҳос ҳусусий реакция қилиб кўрилади.

Чўкмани қуритиш ва тортиладиган шаклга ўтказиш

Ювилган чўкма қуритиш печида 90-105 °С атрофида маълум вақт давомида қуритилади. Қуритилган кукунсимон модда массаси аниқ бўлган бирор идиш (тигель) да қиздириш печида (муфель печь) юқори ҳароратда қиздирилади. Қиздирилгандан сўнг ҳона ҳароратига келгунча эксикаторда сақланади ва кейин аналитик тарозида тортилади.

Тортма анализнинг афзаллиги - аниқлиги катта.

Камчилиги - аниқлаш кўп босқичли бўлгани учун бу аниқлаш кўп вақт талаб қилади, яъни тезкор - "экспресс" аниқлаш эмас.²¹

Тортма анализ усулида миқдори аниқланиши керак бўлган модданинг ўзини эмас, балки унга эквивалент бўлган иккинчи мода тортиладиган шакл тарозида тортилади.

Тортиладиган шаклнинг топилган миқдори (доимий оғирликка келтирилган чўкмали тигель ва бўш тигель оғирликларининг фарқи) аниқланаётган модданинг қанча миқдorigа тўғри келиши ҳисоблаб топилади.

Аниқланадиган модда массаси граммларда қуйидаги формула билан ҳисобланади. $K_n = m_1 \cdot \Phi$

m_1 – тортиладиган шаклнинг массаси, г

Φ – аналитик кўпайтувчи ёки қайта ҳисоблаш омили аниқланаётган модда (элемент)нинг молекуляр (атом) массасини чўкма (тортиладиган шакл) нинг молекуляр массасига нисбати Φ ўзгармас сон бўлиб, анализ учун қанча модда тортиб олинганлигига боғлиқ эмас.

$$F = \frac{a * M_A}{b * M_T}$$

²¹ T.Fischer., Materials Science for Engineering Students, 1st Edition Elsevier UK, 2008 372-pp

M_A – аниқланадиган модданинг молекуляр массаси, г

M_T – тортиладиган шаклнинг молекуляр массаси, г

a, b – реакция тенгламасидаги стехиометрик коэффициентлар.

Айрим моддалар учун аналитик кўпайтувчининг қийматлари "маълумотнома" ларда берилган.

Аниқланадиган модда массаси % - ларда қуйидаги формула ёрдамида ҳисобланади:

$$C_{\%} = \frac{m_1 \cdot F \cdot 100}{m_H}$$

m_H – намуна массаси, г

Назорат саволлари:

1. Тортма (гравиметрик) анализни тушунтириб беринг?
2. Миқдорий анализдаги хатоларни изохлаб беринг?
3. Гравиметрик анализнинг бажарилиш тартиби қандай?
4. Чўктирувчи модда (реагент)ни танлаш усуллари санаб ўтинг?
5. Гравиметрик шаклни тортиш ва анализ натижаларини ҳисоблаш қандай амалга оширилади?

Фойдаланилган адабиётлар:

1. Callister William D. Jr., Materials Science and Engineering, an Introduction. Wiley and Sons. UK 2014
2. T.Fischer., Materials Science for Engineering Students, 1st Edition Elsevier UK, 2008
3. Mikell P.Groover., Fundamentals of Modern Manufacturing Materials, Processes, and Equipment John Wiley and Sons inc USA 2010

4-мавзу: Титриметрик анализнинг оксидланиш-қайтарилиш усули

Режа:

1. Тортма Оксидловчи ва қайтарувчиларнинг моляр эквивалент массасини ҳисоблаш ва титрлаш эгри чизигининг моҳияти
2. Эквивалент нуқтани аниқлаш ва перманганатометрик усулнинг бажарилиши
3. Хроматометрик ва ёдометрикусул усул

Таянч сўз ва иборалар:

Оксидланиш-қайтарилиш (оксидиметрик) усули, оксидланиш-қайтарилиш усулининг турлари, оксидланиш-қайтарилиш индикаторлари, перманганатометрик усули, перманганатометрик титрлашни олиб бориш шартлари, автокаталитик (Шилов реакцияси) реакция, перманганатометрик титрлашда эквивалент нуқтани аниқлаш, хроматометрик усул, хроматометрик усулнинг афзаллиги; хроматометрик усулнинг камчилиги,

ёдометрик усул; ёдометрик усулининг афзаллиги, ёдометрик усулининг камчилиги, оксидланиш-қайтарилишда титрлаш эгри чизиқлари .

4.1 Оксидловчи ва қайтарувчиларнинг моляр эквивалент массасини ҳисоблаш

Ҳажмий анализнинг оксидланиш-қайтарилиш реакцияларига асосланиб моддалар миқдорини аниқлаш усулига оксидланиш – қайтарилиш усули (редоксидиметрик ёки оксидометрик) деб айтилади.

Ҳамма оксидланиш-қайтарилиш усуллари ишлатиладиган асосий титрантнинг хоссасига кўра бир неча турларга бўлинади. Масалан: перманганат ион (MnO_4^-) ёрдамида оксидлашга асосланган усулга перманганатометрик, молекуляр ёд ёрдамида оксидланишга ёки ёд ионлари J билан қайтаришга асосланган усулга ёдометрик, хром (VI) бирикмалари ($Cr_2O_7^{2-}$; CrO_4^{2-}) ёрдамида оксидлашга асосланган усулга хроматометрик, аскорбин кислотаси ёрдамида қайтаришга асосланган усулга – аскорбинометрик, титан (III) бирикмалари ёрдамида қайтаришга асосланган усулга титанометрик ва бошқа усулларга бўлинади.

Оксидланиш-қайтарилиш усуллари ҳам кислота-асосли титрлаш усуллари каби илмий текшириш ва ишлаб чиқариш лабораторияларида кенг қўлланилади. Бу усуллар турли ҳил анорганик ва органик моддалар, металлорганик бирикмалар, мономерлар, полимерлар, минерал ўғитлар, доривор моддалар, озик-овқат маҳсулотлари таркибидаги у ёки бу модда миқдорини аниқлаш имконини беради. Бу усуллардан баъзи бир кенг қўлланиладиган усуллари билан қуйида танишиб чиқилади.²²

Оксидловчи ва қайтарувчиларнинг моляр эквивалент массаси реакцияда қабул қилган ёки берган электронлар сонига боғлиқ бўлиб, модда молекуляр массасининг қабул қилган ёки берган электронлар сонига нисбатига тенг:

$$M_{(г.эқв)} = \frac{M}{n}$$

M - оксидловчи ва қайтарувчи модданинг моляр массаси;

n – қабул қилган ёки берган электронлар сони ;

Қабул қилган ёки берган электронлар сонини билиш учун оксидловчи ва қайтарувчини бошланғич ва охириги оксидланиш даражаларини билиш шарт.

Титрлаш эгри чизиғи

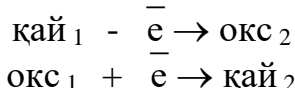
Оксидиметрик титрлашда реакцияга киришаётган модда ёки ионлар концентрацияси ҳар доим ўзгариб туради. Нернст тенгламасига кўра

$$E = E^0 + \frac{2,3RT}{nF} \lg \frac{[оксид]}{[қайтар]}$$

титрлашнинг турли нукталарида оксидланиш потенциали ҳам ўзгаради.

²² Mikell P.Groover., Fundamentals of Modern Manufacturing Materials, Processes, and Equipment John Wiley and Sons inc USA 2010 587-pp

Титрлаш ярим реакция кўринишида



Титрлаш жараёнида системанинг потенциали ошиб боради, эквивалент нуқтадаги оксидлаш потенциали қуйидаги формула билан ҳисобланади:

$$E = \frac{n_1 E_1^0 + n_2 E_2^0}{n_1 + n_2}$$

бунда: n_1 ва n_2 – ярим реакция тенгламадаги берган ёки қабул қилган электронлар сони

E_1^0 ва E_2^0 – оксидловчи – қайтарувчи жуфтларнинг нормал потенциали. Масалан: 100 мл 0,1 н $FeSO_4$ эритмасини кислотали муҳитда $[H^+] = 0,1$ моль/л, 100 мл 0,1н стандарт $KMnO_4$ эритмаси билан титрлаш эгри чизигини чизинг.

Титрлаш жараёнининг айрим нуқталарида оксидланиш-қайтарилиш потенциали қуйидагича ҳисобланади:

1. Титрлангунга қадар потенциални ҳисоблаш:

$$E = 0,77 + \frac{0,058}{1} \lg \frac{[Fe^{3+}]}{[Fe^{2+}]}$$

Fe^{2+} иони эритмасида оз миқдорда Fe^{3+} иони бўлади, уни концентрациясини аниқлаш қийин, шунинг учун оксидиметрик титрлашда бу нуқтадаги потенциал ҳисобга олинмайди.²³

2. Эквивалент нуқтагача бўлган потенциал қуйидагича ҳисобланади. Фараз қилайлик, 100 мл 0,1 н $FeSO_4$ эритмасига 50 мл 0,1 н $KMnO_4$ қўшилди. Унда эритмада учта ион Fe^{2+} , Fe^{3+} ва Mn^{2+} бўлади. MnO_4^- эса жуда кам.

$$[Mn^{2+}] = \frac{50 \cdot 0,1}{150} - [MnO_4^-] = \frac{5}{150}$$

$$[Fe^{3+}] = \frac{50 \cdot 0,1}{150} - [MnO_4^-] = \frac{5}{150}$$

унда

$$[Fe^{2+}] = \frac{100 \cdot 0,1}{150} - \left\{ \frac{50 \cdot 0,1}{150} - [MnO_4^-] \right\} = \frac{5}{150}$$

Мувозанатдаги $[Fe^{2+}]$ ва $[Fe^{3+}]$ ионлари концентрацияси қийматини қўйиб қуйидагини олинади:

$$E_{Fe^{3+}/Fe^{2+}} = 0,77 + 0,059 \lg \frac{5}{150} \cdot \frac{150}{5} = 0,77 \text{ В}$$

Демак, эритманинг 50 % титрланганда системанинг оксидланиш – қайтарилиш потенциали аниқланадиган оксидловчи – қайтарувчи жуфтнинг стандарт потенциалига тенг.

Агар 100 мл 0,1 н $FeSO_4$ эритмасига 99,9 мл 0,1 н $KMnO_4$ қўшилганда эритмада Fe^{2+} ионининг ҳажми 0,1 мл қолади:

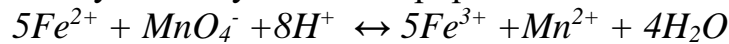
$$[Fe^{3+}] = \frac{99,9 \cdot 0,1}{199,9} - [MnO_4^-] = \frac{9,99}{199,9}$$

²³ Mikell P.Groover., Fundamentals of Modern Manufacturing Materials, Processes, and Equipment John Wiley and Sons inc USA 2010 567-pp

$$[Fe^{2+}] = \frac{100 \cdot 0,1 - 99,9 \cdot 0,1}{199,9} - [MnO_4^-] = \frac{0,01}{199,9}$$

$$E_{Fe^{3+}/Fe^{2+}} = 0,77 + 0,059 \lg \frac{99,9/199,9}{0,01/199,9} = 0,95 \text{ В}$$

3. Эквивалент нуктада мувозанат қарор топганда



$$E_{Fe^{3+}/Fe^{2+}} = 0,77 + 0,059 \lg \frac{[Fe^{3+}]}{[Fe^{2+}]}$$

$$E_{MnO_4^- + 8H^+ / Mn^{2+} + 4H_2O} = 1,51 + \frac{0,059}{5} \lg \frac{[MnO_4^-]}{[Mn^{2+}]} [H^+]^8$$

Тенгламани ҳадма – ҳад қўшсак

$$6E = 0,77 + 5 \cdot 1,51 + 0,059 \lg \frac{[Mn^{2+}][MnO_4^-]}{[Fe^{2+}][Mn^{2+}]} [H^+]^8$$

Эквивалент нуктада ҳар бир $[MnO_4^-]$ ионига 5 $[Fe^{3+}]$ иони тўғри келади.



Иккинчисини биринчисига бўлганда

$$\frac{[Fe^{3+}]}{[Fe^{2+}]} = \frac{[Mn^{2+}]}{[MnO_4^-]} \quad \text{ва} \quad \frac{[Fe^{3+}][MnO_4^-]}{[Fe^{2+}][Mn^{2+}]} = 1$$

$\lg 1 = 0$ унда,

$$6E = 0,77 + 5 \cdot 1,51$$

$$E = \frac{0,77 + 5 \cdot 1,51}{6} = 1,39 \text{ В}$$

4. Эквивалент нуктадан кейинги нукталарда потенциални ҳисоблаш. 100 мл 0,1 н FeSO₄ эритмасига 100,1 мл KMnO₄ қўшилганда $[MnO_4^-]$ ионлари ортиқча бўлиб $[Fe^{2+}]$ ионлари жуда кам бўлганда²⁴

$$[Fe^{3+}] = \frac{100,1 \cdot 0,1}{200,1} - [Fe^{2+}] = \frac{10,01}{200,1}$$

$$[Mn^{2+}] = \frac{100,1 \cdot 0,1}{200,1} - [Fe^{2+}] = \frac{10,01}{200,1}$$

$$[MnO_4^-] = \frac{100,1 \cdot 0,1 - 100 \cdot 0,1}{200,1} + [Fe^{2+}] = \frac{0,01}{200,1}$$

Бу нуктадаги системанинг потенциали:

$$E_{MnO_4^- + 8H^+ / Mn^{2+} + 4H_2O} = 1,51 + \frac{0,059}{5} \lg \frac{0,01/200,1}{10,01/200,1} = 1,51 + \frac{0,059}{5} \lg 10^{-3} = 1,48 \text{ В}$$

Олинган натижалар 17-жадвал кўринишида ёзилиб, титрлаш эгри чизиғи чизилади (1-чизма).

100 мл 0,1000 FeSO₄ эритмасини 0,1000 н KMnO₄ эритмаси билан $[H^+] = 0,1000$ г – ион/л бўлганда титрлашда оксидланиш – қайтарилиш потенциали қийматининг ўзгариши.

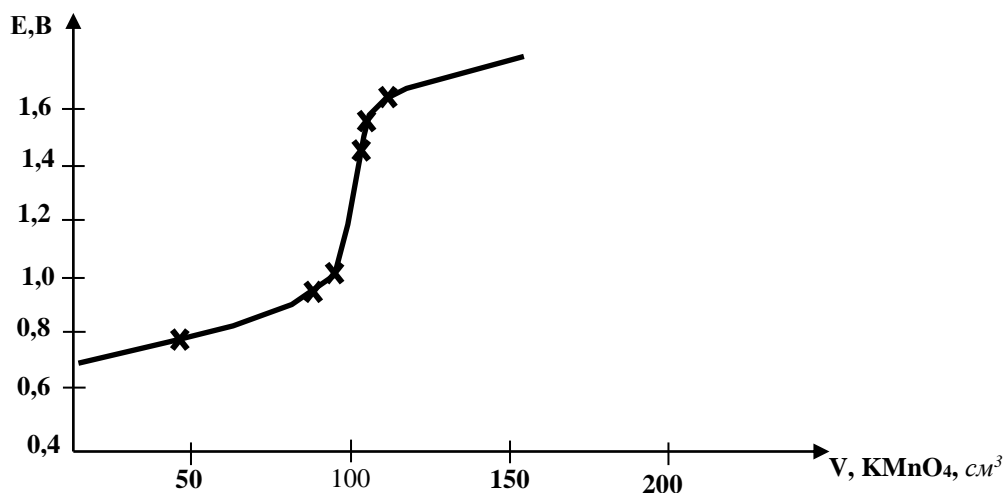
17-жадвал

лаш босқ	Қўшилг ан	Ортиқча, мл хисобида	$\frac{[Fe^{3+}]}{[Fe^{2+}]}$	$\frac{[MnO_4^-]}{[Mn^{2+}]}$	Ҳисоблашлар	Е, В
-------------	--------------	-------------------------	-------------------------------	-------------------------------	-------------	------

²⁴ Mikell P.Groover., Fundamentals of Modern Manufacturing Materials, Processes, and Equipment John Wiley and Sons inc USA 2010 567-pp

	$KMnO_4$ ҳажми (мл)	FeC O_4	KMn O_4				
2	50	50	-	$50/50=1$	-	$E = 0,77$	0,77
	91	9	-	$91/9=10$	-	$E=0,77+0,059lg10$	0,829
	99	1	-	$99/1=100$	-	$E=0,77+0,059lg100$	0,889
	99,9	0,1	-	$99,9/0,1=1000$	-	$E=0,77+0,059lg1000$	0,9470
3	100	-	-	-	-	$E = \frac{0,77 + 5 \cdot 1,51}{5 + 1}$	1,387
	100,1	-	0,1	-	$0,1/100=0,001$	$E = 1,51 + \frac{0,059}{5} \lg 0,001$	1,475
	101,0	-	1,0	-	$1/100=0,01$	$E = 1,51 + \frac{0,059}{5} \lg 0,01$	1,486
	110	-	10	-	$10/100=0,1$	$E = 1,51 + \frac{0,059}{5} \lg 0,1$	1,498
	200	-	100	-	$100/100=1$	$E = 1,51 + \frac{0,059}{5} \lg 1$	1,510

Потенциал сакрама $1,48 - 0,95 = 0,53$ В га тенг.



1 - чизма. $pH = 1$ бўлганда $FeSO_4$ нинг $KMnO_4$ билан титрлаш эгри чизиғи.

Чизмадан кўриниб турибдики, оксидиметрик титрлаш эгри чизиғи, шакл жиҳатидан нейтраллаш усулидаги титрлаш эгри чизиғига ўхшайди,

яъни эквивалент нуқта яқинида потенциал кескин ўзгаради. Лекин эквивалент нуқтага яқин бўлмаган нуқталарда чизик бир текис ўзгариб боради, яъни E нинг қиймати титрлаш вақтида жуда секин ўзгаради. Оксидиметрик титрлаш эгри чизигида кескин ўзгариш соҳаси борлигидан фойдаланиб, эквивалент нуқтани аниқ белгилаш учун махсус индикаторлар ишлатиш мумкин.

Оксидиметрик титрлаш эгри чизиклари эритманинг суюлтирилишига боғлиқ эмас, чунки Нернст тенгламасига эритма суюлтирилгани билан ўзгармайдиган оксидланган ва қайтарилган формалар концентрацияларининг нисбати киритилган. Оксидиметрик усул титрлаш эгри чизигининг эритма концентрациясига боғлиқ эмаслиги билан нейтраллаш усулидан афзал туради.²⁵

Бу усулнинг иккинчи афзаллиги шундаки, реакция натижасида ҳосил бўлган ионлардан бирини комплексга боғлаш билан титрлаш эгри чизигидаги потенциалнинг кескин ўзгариш соҳасини бир оз кенгайтириш мумкин. Бу эса аналитик кимё тажрибасида аҳамиятли.

4.2 Эквивалент нуқтани аниқлаш

Оксидиметрик титрлашда эквивалент нуқта икки усул билан аниқланиши мумкин:

1. Индикаторсиз усул. Титрлашда ишлатиладиган эритмалардан бири тўқ рангли бўлса, ортиқча бир томчи қўшиш билан эритма ранги ўзгаради. Масалан: перманганометрик титрлаш.

2. Индикаторли титрлаш. Улар ишлатилишига кўра оксидланиш – қайтарилиш ва ўзига ҳос индикаторларга бўлинади.

а) Оксидланиш – қайтарилиш индикатори.

Оксидланиш – қайтарилиш индикаторлари сифатида қайта оксидланиш ёки қайтарилиш хусусиятига эга бўлган органик бирикмалар ишлатилади. Уларнинг оксидланган ($Jnd_{окс}$) ёки қайтарилган ($Jnd_{қай}$) формалари ҳар хил рангга эга



Оксидланиш –қайтарилиш системаси учун Нернст тенгламаси қуйидагича ёзилади.

$$E = E^0 + \frac{0,058}{n} \lg \frac{[Jnd_{окс}]}{[Jnd_{қай}]}$$

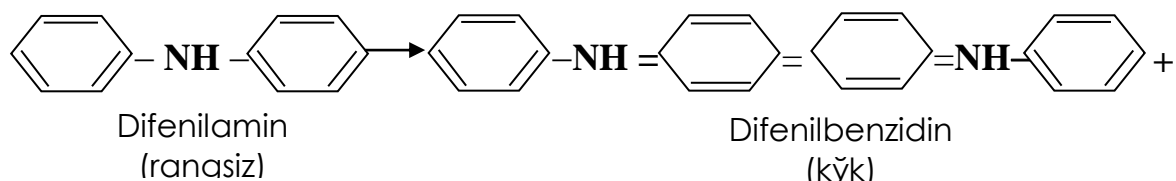
Оксидланиш -қайтарилиш индикаторлари потенциалнинг маълум қийматида ўз рангини ўзгартириш хоссасига эга. Индикатор рангининг ўзгариши $[Jnd_{окс}] / [Jnd_{қай}]$ нисбатга боғлиқ, $n = 1$ нисбат 10:1 ёки 1:10 бўлганда, индикаторнинг ўзгариш соҳаси

$$E = E_{Jnd}^0 \pm 0,059 \text{ формула билан ҳисобланади.}$$

E нинг қиймати титрланаётган эритма потенциалига боғлиқ, чунки эритмада индикатор жуда кам бўлади. Оксидометрик титрлашда эквивалент нуқтани аниқлаш учун рангининг ўзгариш соҳаси потенциал сакраш

²⁵ Mikell P.Groover., Fundamentals of Modern Manufacturing Materials, Processes, and Equipment John Wiley and Sons inc USA 2010 577-pp

оралиғида, яъни эквивалент нукта яқинида ётадиган индикаторлар ишлатилади. Бундай индикаторларнинг аниқланган E^0 қиймати $i+ 0,76$ В бўлади. Масалан, дифениламин ($E^0 = + 0,76$ В) ана шундай индикаторлар туридандир.



Дифениламин $\varepsilon = + 0,73$ В қийматда рангсиз, $\varepsilon = + 0,79$ В да эса кўк рангли дифенилбензидинга ўтади (хроматометрик титрлашга қаранг).

Демак, $+ 0,73$ В дан $+0,79$ В оралиғида дифениламин ўз рангини ўзгартиради.

б) Ўзига ҳос индикатор.

Ўзига ҳос дисперс коллоид индикаторга крахмал мисол бўлади. Крахмал ёд билан тўқ кўк ранг адсорбцияланган комплекс бирикма ҳосил қилади ($pH = 0$) (ёдометрик титрлашга қаранг).²⁶

Перманганометрик усул

Бу усул моддалар миқдорини перманганат ион MnO_4^- билан оксидлаш реакцияси ёрдамида аниқлашга асосланган. Перманганат иони кислотали, ишқорий ва нейтрал муҳитда қайтарувчилар билан реакцияга киришади.

Калий перманганатни кислотали муҳитда қайтарилиши.

Масалан:



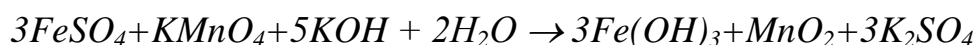
қайтарувчи $Fe^{2+} \xrightarrow{-e} Fe^{3+}$ 1 | 10 оксидланиш

оксидловчи $Mn^{7+} \xrightarrow{+5e} Mn^{2+}$ 5 | 2 қайтарилиш

Бу реакцияда $KMnO_4$ нинг моляр эквивалент массаси $M_{(KMnO_4)} = M/n = M(KMnO_4):5 = 158,04:5 = 31,61$ г/екв га тенг.

$FeSO_4$ нинг моляр эквивалент массаси $M(FeSO_4):1 = 55,85$ г/екв га тенг. Калий перманганатни нейтрал ёки кучсиз ишқорий муҳитда қайтарилиши.

Масалан:



қайтарувчи $Fe^{2+} \xrightarrow{-e} Fe^{3+}$ 1 | 3 оксидланиш

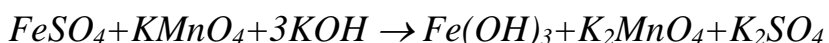
оксидловчи $Mn^{7+} \xrightarrow{+3e} Mn^{4+}$ 3 | 1 қайтарилиш

Бу реакцияда $KMnO_4$ моляр эквивалент массаси $M(KMnO_4):3 = 158,04:3 = 52,68$ г-екв. $FeSO_4$ моляр эквивалент массаси $M(FeSO_4):1 = 55,85$ г-екв.

Калий перманганатни ишқорий муҳитда қайтарилиши.

²⁶ Mikell P.Groover., Fundamentals of Modern Manufacturing Materials, Processes, and Equipment John Wiley and Sons inc USA 2010 487-pp

Масалан:



қайтарувчи $Fe^{2+} \xrightarrow{-e} Fe^{3+}$ 1 | 1 оксидланиш

оксидловчи $Mn^{7+} \xrightarrow{+e} Mn^{6+}$ 1 | 1 қайтарилиш

Электрон тенгламага кўра $FeSO_4$ ва $KMnO_4$ моляр эквивалент массаси молекуляр массаларига тенг. $M(FeSO_4):1=55,85$; $M(KMnO_4):1=158,04$

Калий перманганатнинг кислотали муҳитда оксидловчилик хоссаси нейтрал ва ишқорий муҳитга қараганда анча кучли. Биринчидан, оксидланиш-қайтарилиш потенциаллари орасидаги фарқнинг қиймати

$$E_{\frac{MnO_4^- + 8H^+}{4} / \frac{Mn^{2+} + 4H_2O}{2}} = +1,51 \text{ В}, \quad E_{\frac{MnO_4^- + 2H_2O}{4} / \frac{MnO_2 + 4OH^-}{2}} = +0,59 \text{ В катта.}$$

Иккинчидан, MnO_4^- ионлари кислотали муҳитда рангсиз Mn^{2+} ионларигача қайтарилади, ортиқча MnO_4^- ион эса эритмани оч пушти рангга бўйяди. Эквивалент нуқтани аниқлаш жуда осон бўлгани учун перманганатомертик усул билан боғлиқ бўлган барча аниқлашлар кислотали муҳитда олиб борилади.²⁷

$KMnO_4$ эритмасининг титрини аниқлаш учун турли ҳил аниқловчи моддалардан фойдаланиш мумкин. Булардан $H_2C_2O_4 \cdot 2H_2O$, $Na_2C_2O_4$, As_2O_3 , $K_4[Fe(CN)_6] \cdot 3H_2O$, темир кукуни ва ҳоказолар. Кўпчилик ҳолларда $Na_2C_2O_4$ ёки $H_2C_2O_4 \cdot 2H_2O$ каби қайтарувчиларнинг стандарт эритмасидан фойдаланилади.

Перманганатометрик титрлаш усулининг ишлатилиши.
Перманганатометрик титрлаш усули заводларнинг аналитик кимё лабораторияларида, илмий текшириш ва ўқув лабораторияларида кенг қўлланиладиган оксидланиш-қайтарилиш усулларида биридир. Перманганатометрик усул билан турли ҳил органик ва анорганик моддаларни аниқлаш мумкин:

Масалан: қайтарувчилар: Fe , Bi , Ag , Cd , Zn , Sb , As , P , Fe^{2+} , Cr^{2+} , Mn^{2+} , Sn^{2+} , Cu^+ , Ti^{3+} , Cl^- , Br^- , I^- , S^{2-} , SO_3^{2-} , SeO_3^{2-} , $S_2O_3^{2-}$, SCN^- , CN^- , NO_2^- , альдегид, мочевина, аскорбин кислота, полифеноллар, шакар ва ҳоказо.

оксидловчилар: Fe^{3+} , Ce^{+4} , V^{+5} , Mo^{+6} , W^{+6} , Cr^{+6} , MnO_2 , PbO_2 , NO_3^- , BrO_3^- , ClO_3^- , IO_3^- , ва ҳоказолар.

Перманганатометрик титрлаш усулининг афзаллиги:

1) эквивалент нуқтани $KMnO_4$ нинг ортиқча 1 томчисини томизиб эритмани пушти рангга киришига қараб билиш мумкин (тўғри титрлашда)

2) Титрлашни кислотали ёки ишқорий муҳитда олиб бориш мумкин.

3) $KMnO_4$ оксидланиш -қайтарилиш потенциалининг юқори ($E_{\frac{MnO_4^- + 8H^+}{4} / \frac{Mn^{2+} + 4H_2O}{2}} = +1,51 \text{ В}$) бўлганлиги сабабли кучсиз оксидловчилар ёрдамида аниқлаб бўлмайдиган моддаларни ҳам бу усул билан аниқлаш мумкин

4) $KMnO_4$ арзон ва қулай реактив

5) Оксидланиш-қайтарилиш хоссасига эга бўлмаган моддаларни ҳам аниқлаш мумкин.

Перманганометрик титрлаш усулининг камчиликлари:

1) Бошланғич $KMnO_4$ эритмасини олиш қийин.

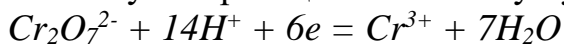
2) $KMnO_4$ вақт ўтиши билан ўзини титрини ўзгартиради, шунинг учун ишлатишдан олдин, $KMnO_4$ ни титри аниқланиши керак.

3) Перманганометрик усул Cl^- ионлари билан биргаликда олиб борилмайди, чунки $2Cl^- \xrightarrow{-2e} Cl_2^0$ оксидланади.

4) Перманганометрик титрлашни ҳона ҳароратида олиб борилганда реакция секин боради, шунинг учун қиздириш талаб қилинади.

4.3 Хроматометрик усул

Хроматометрик усул бихром - $Cr_2O_7^{2-}$ иони таъсирида борадиган оксидланиш реакциясига асосланган. Бихромат ионининг оксидловчилик хоссалари, таркибида олти валентли хром бўлган $Cr_2O_7^{2-}$ анионининг Cr^{3+} ионига ўтиш реакцияси билан тушунтирилади.



Бу реакциядан кўриниб турибдики, агар оксидланиш учун $K_2Cr_2O_7$ ишлатилса, унинг моляр эквивалент масса $294,2 : 6 = 49,03$ г га тенг бўлади. $Cr_2O_7^{2-}$ иони Cr^{3+} ионига қадар қайтарилганда H^+ ионлари иштирок этади. Шунинг учун хроматометрик титрлашлар кислотали муҳитда олиб борилади. Стандарт оксидланиш-қайтарилиш потенциалининг қиймати $[H^+]=1$ моль/л бўлганда

$$E^0_{Cr_2O_7^{2-}/Cr^{3+} + 7H_2O} = 1,33 \text{ га тенг.}$$

Эквивалент нуқтани аниқлашда бир томчи ортиқча $K_2Cr_2O_7$ эритмаси билан кўк рангга кирадиган оксидланиш-қайтарилиш (ред-окс) индикатори дифениламин ишлатилади. $E = + 0,76$ В.

Хроматометрик титрлаш усулининг афзаллиги

1. $K_2Cr_2O_7$ ни тоза ҳолда олиш осон. Унинг стандарт эритмаси аниқ ўлчаб олинган намунадан тайёрланади.

2. $K_2Cr_2O_7$ эритмаси жуда барқарор, вақт ўтиши билан титри ўзгармайди.

3. Дистилланган сувга тушиб қолган органик моддалар таъсирда $K_2Cr_2O_7$ қийин қайтарилади.

4. $K_2Cr_2O_7$ билан титрлашни паст ҳароратда ҳам олиб бориш мумкин.

5. Қайтарувчилардан ташқари оксидловчиларни ҳам (Mn^{+7} , Mo^{+6} , Cu^{+2}) миқдорини аниқлаш мумкин. Fe^{+2} ионлари таъсирида оксидловчилар бирор тузи кўринишида қайтарилиб, ортиқча Fe^{+2} иони $K_2Cr_2O_7$ билан титрланади.

Хроматометрик титрлаш усулининг камчиликлари

1. $K_2Cr_2O_7$ $KMnO_4$ га нисбатан кучсиз оксидловчи.

2. Оксидланиш - қайтарилиш реакцияси $K_2Cr_2O_7$ таъсирида нисбатан секин боради.

3. Индикаторсиз эритма рангини ўзгаришига қараб эквивалент нуктани аниқлаш қийин.

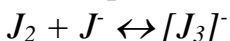
Ёдометрик усул

Титриметрик анализ J (J_2) нинг оксидловчилик (ёки ёд ионлари (J^-) нинг қайтарувчилик) хоссаларига асосланган усули ёдометрик усул дейилади. Ёдометрик усулнинг асосида қуйидаги реакциялар:

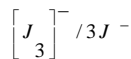


Бу усул билан (а) реакция ёрдамида қайтарувчиларни (H_2SO_3 , H_3AsO_3 , $HSbO_3$ нинг тузлари, эркин H_2S , $SnCl_2$ ва бошқалар) ва (б) реакция ёрдамида оксидловчиларни (Cl_2 , Br_2 , $KMnO_4$, $KClO_3$, H_2O_2 , Cu^{+2} , Fe^{+3} ва бошқалар) аниқлаш мумкин.²⁸

Қаттиқ ҳолдаги (кристаллик) ёд сувда кам эрийди. Шунинг учун стандарт эритма сифатида ёднинг KJ даги эритмаси ишлатилади. Ёд калий ёдид эритмасида эриганда $[J_3^-]$ комплекс ионларини ҳосил қилади.

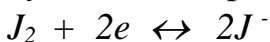


Триёдад - ёдид оксидланиш-қайтарилиш жуфтнинг нормал оксидланиш - қайтарилиш потенциали $E = + 0,5355$ В га, $E_{[J_2]/2J^-} = +$



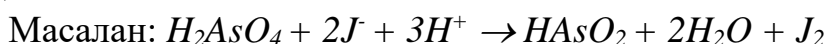
0,5345 В тенг бўлгани учун $J_2/2J^-$ ва $[J_3^-]/3J^-$ оксидланиш - қайтарилиш жуфтларининг оксидланиш потенциалларини тенг деб олишимиз мумкин.

Ёдометрик аниқлашда борадиган реакциянинг асосий тенгламасини қуйидагича ифодалаш мумкин:



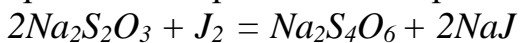
Бу реакцияда системанинг оксидланиш потенциали водород ионларининг концентрациясига боғлиқ эмас.

Аммо таркибида кислород тутган моддалар J_2 ёки $[2J^-]$ билан водород ионлари иштирокида реакцияга киришиб нейтрал сув молекуласи ҳосил бўлади.

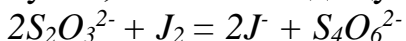


Бундай ҳолларда эса системанинг оксидланиш-қайтарилиш потенциали эритмадаги $[H^+]$ ионларига боғлиқ бўлади.

Қайтарувчиларни аниқлаш: Агар натрий тиосульфат ($Na_2S_2O_3$) эритмасига эркин ёд таъсир эттирилса, қуйидаги реакция содир бўлади:



Реакция натижасида натрий тетраионат деб аталадиган $Na_2S_4O_6$ бирикма ҳосил бўлади. Бу реакция иодометрик усулнинг муҳим реакцияси бўлиб, ионли шаклда қуйидагича ёзилади:



Натрий тиосульфатнинг моляр-эквиваленти 248,2 Ч 2:2=248,2 г. га тенг ($Na_2S_2O_3 \cdot 5H_2O$ формулага мувофиқ). Ёднинг моляр-эквиваленти унинг моляр-массасига тенг. $Na_2C_2O_3$ нинг титрлаш учун олинган ҳамма эритмаси титрланиб бўлганда, титрланаётган суюқлик бир томчи ёд эритмаси

²⁸ Mikell P.Groover., Fundamentals of Modern Manufacturing Materials, Processes, and Equipment John Wiley and Sons inc USA 2010 387-pp

қўшилиши билан оч сариқ тусга киради. Демак, бу ҳолда ҳам худди хроматометрик ва перманганатометриқдаги каби индикатор ишлатмай туриб титрлаш мумкин. Лекин ёднинг титрлаш охирида намаён бўладиган ранги билинар-билинемас бўлиши сабабли эквивалент нуқтанинг аниқланишини қийинлаштиради. Шунинг учун индикатор сифатида ёд учун ниҳоятда сезгир реактив-краҳмал эритмаси ишлатилади. Маълумки, краҳмал ёд билан бириқиб, кўк тусли адсорбсион бириқма ҳосил қилади, краҳмал эритмасидан фойдаланилганда, титрлаш охирида суюқликка ёд эритмасидан ортиқча бир томчи қўшиш билан у кўк тусга киради, натижада титрлашнинг охириги нуқтаси аниқланади.²⁹

Ёдометрик титрлаш усулининг афзаллиқлари

1. Ёдометрик усул билан кўпгина J_2 ва J билан реакцияга киришмайдиган моддаларни аниқлаш мумкин: Масалан: H_2O ни Фишер усули билан.
2. Бошқа оксидланиш-қайтарилиш усуллариға нисбатан аниқлиги катта.
3. J_2 ўзига ҳос рангга эға бўлганлиги сабабли эквивалент нуқтани индикаторсиз ҳам аниқлаш мумкин.
4. J_2 сувли эритмадан ташқари органик эритувчиларда яҳши эрийди, шу сабабли титрлашни сувсиз эритмаларда ҳам олиб бориш мумкин.

Ёдометрик титрлаш усулининг камчилиқлари

1. J_2 учувчан.
2. J ҳаво O_2 таъсирида оксидланади $4J + O_2 + 4H^+ \leftrightarrow 2J_2 + 2H_2O$
3. Ёдометрик титрлаш усулини ишқорий муҳитда олиб борилмайди, чунки диспропорсияланиш реакцияси боради.
4. Оксидланиш-қайтарилиш реакцияси секин боради.
5. Реакция натижасида ҳосил бўлган чўкма ёки бошқа актив моддаларда J_2 адсорбсияланади.

Назорат саволлари:

1. Тортма Оксидловчи ва қайтарувчиларнинг моляр эквивалент массасини ҳисоблаш қандай амалға оширилади?
2. Титрлаш эгри чизиғи қандай?
3. Эквивалент нуқтани аниқлаш қандай амалға оширилади?
4. Перманганатометрик усул қандай?
5. Хроматометрик усулни тушунтириб беринг?
6. Ёдометрик усулни тушунтириб беринг?

Фойдаланилган адабиётлар:

1. Callister William D. Jr., Materials Science and Engineering, an Introduction. Wiley and Sons. UK 2014
2. T.Fischer., Materials Science for Engineering Students, 1st Edition Elsevier UK, 2008

²⁹ Mikell P.Groover., Fundamentals of Modern Manufacturing Materials, Processes, and Equipment John Wiley and Sons inc USA 2010 387-pp

3. Mikell P.Groover., Fundamentals of Modern Manufacturing Materials, Processes, and Equipment John Wiley and Sons inc USA 2010

IV. АМАЛИЙ МАШҒУЛОТ МАТЕРИАЛЛАРИ

1-амалий машғулот: Сифат анализи асослари

Ишдан мақсад: Metallarнинг умумий олиниш усуллари, пирометаллургия усул, Metallarни оксидланиши, галогенлар ва халкогенлар, Metallar билан кислота эритмалари орасидаги таъсирлашувини ўрганиш ва таҳлил қилиш.

Масалани қўйилиши: Metallarнинг кимёвий хоссалари ва улар асосида мисоллар бажариш.

Керакли жиҳозлар: Компьютер, проектор, компьютернинг дастурий таъминотлари.

Ишни бажариш учун намуна:

Metallarнинг умумий олиниш усуллари

Халқ хўжалигида metallarни кўп миқдорда олиш соҳасини *металлургия* деб аталади. Бу соҳа технологияси иккита катта қисмдан иборат, улардан бири темир, оғир рангли metallar ва тарқоқ элементлар технологияси бўлса, иккинчи соҳа технологиясини енгил, тарқоқ элементларга бўлиш мумкин.

Биринчи соҳада металл рухларидан тўғридан-тўғри пирометаллургия ва гидрометаллургия усулларда ажратиб олинади.

Пирометаллургия усулда чўян, пўлат, мис, қўрғошин, никел, титан ва бошқа муҳим metallar олинади. Баъзан metallarни олишда пирометаллургия усули гидро ва электрометаллургия усуллари билан биргаликда қўлланилиши мумкин.³⁰

Metallarнинг кимёвий хоссаларидан энг муҳими уларнинг оксидланишга бўлган муносабати жуда кенг чегарада ўзгаради. Кўпчилик metallar ҳаво кислородли таъсирида одатдаги уй температурасида оксидланади, лекин бу жараён тезлиги ва реакция маҳсулотлари ҳам турлича бўлиши мумкин. Ишқорий metallardan фақат литий оддий оксид Li_2O ни ҳосил қилса, натрий оксидланганда субпероксидлар – Me_2O_4 ҳосил бўлади.

Metallarни оксидланишдан сақлайдиган оксид пардаларининг хоссаси – оксиднинг моляр ҳажми металлнинг моляр ҳажмига нисбати $V(\text{оксид})/V(\text{металл})$ 1 дан катта бўлса, унинг зичлиги туфайли оксид парда мустаҳкам бўлади, металлнинг бундай пардаси яхлит, ғоваксиз бўлиши ҳисобига унинг ички қатламларида кислороднинг диффузияси юз бермайди. Бундай хосса Al , Ti ва хром metallarининг активлиги яхши бўлишига қарамай улар ҳавода барқарорлиги ҳаммага маълум. Металл оксиднинг металл юзаси билан боғланиб туриши яхши бўлмаслиги юқоридаги нисбат

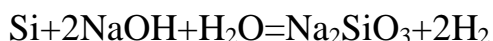
³⁰ Callister William D. Jr., Materials Science and Engineering, an Introduction. Wiley and Sons. UK 2014 425-pp

бирдан кичик бўлганда металлларни оксидланишдан сақлаш қийин бўлади. Ҳаво таркибидаги азот билан литий осон реакцияга киришиб нитрид Li_3N ни ҳосил қилади. Магний, сирконий, гафний, титанлар азот билан қиздирилганда реакцияга кириша олади.

Кўпчилик металллар водород, галогенлар ва халкогенлар (олтингугурт, селен ва теллурлар) билан реакцияда қатнаша оладилар.

Металларнинг стандарт электрод потенциаллари қиймати – 0,413 В дан манфийроқ бўлса, улар сув билан таъсирлашиб водород ажратиб чиқади. Ишқорий ва ишқорий-ер металлари сув билан жуда осон реакцияга киришади, лекин рух ва темир каби металллар сув буғ билан юқори температуралардагина сезиларли даражада реакцияга киришади.

Ишқорлар эритмалари билан гидроксокомплекслар $[\text{Me}(\text{NO})_n]^{(m-n)}$ ҳосил қиладиган, оксидлари амфотер хусусиятга эга бўлган металллар (Be, Zn, Al, Ga, Sn) таъсирлашади ва реакцияда водород ажралиб чиқади. Кремний ҳам шундай хусусиятга эга.



Металлар билан кислота эритмалари орасидаги таъсирлашув стандарт электрод потенциаллари манфий бўлган, яъни электркимёвий, кучланиш қаторида водороддан олдин жойлашган металллар учун ҳосдир. Шу сабабли бундай жараён оксидловчи ҳоссага эга бўлмаган (хлорид ва сулфат) кислоталар таъсирида осон амалга ошади. Оксидланиш даражалари паст бўладиган металллар бундай реакцияларда катион ҳолига ўтади (масалан, рух), агар метал ионлари учун юқори оксидланиш ҳолати туғун бўлса, унда металл оксидловчи кислотада эриганда анион таркибига ўтади.



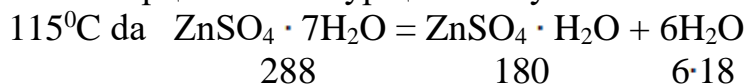
Суюлтирилган нитрат кислота осон оксидлай олади, лекин концентрланган кислота баъзи металлларни пассивлаштиради.

Стандарт электрод потенциали юқори мусбат қийматга эга бўлган металллар – Pt ва Au эритмага ўтказиш учун оксидловчи ҳоссага эга бўлган кислотадан ташқари шу металллар ионлари билан турғун анион координатсион бирикма ҳосил қилишда қатнашадиган лиганд манбаи тутган моддалар аралашмаси – “шоҳ ароғи” (ёки “зар суви”) концентрланган HNO_3 ва HCl (мол нисбатлари 1:3) ёки HNO_3 ва HF аралашмаси ишлатилади.³¹

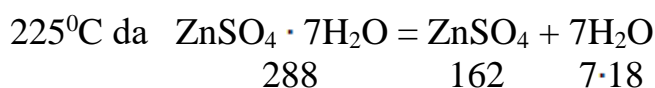
Мавзуга доир масалалар ечиш

1-мисол. Кристалли рух сульфати $\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ қуритилганда 115°C да 6 мол сувда ва 225°C да бутун сувда ажралади. Сульфатлардаги Zn нинг таркибини қуритишгача ва ундан кейин шу температуралардаги фоиз миқдорини аниқлаш керак.

Ечиш: Кристалли сульфатнинг қуритиш давридаги ажралишини қуйидаги тенглама орқали тасаввур қилиш мумкин.



³¹ Callister William D. Jr., Materials Science and Engineering, an Introduction. Wiley and Sons. UK 2014 415-pp



Рухнинг 65 атом оғирлигида рухнинг миқдори қуйидагини ташкил этади:

$$\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O da: } \frac{65 \cdot 100}{288} = 22,75 \%$$

$$\text{ZnSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O da: } \frac{65 \cdot 100}{180} = 35,43 \%$$

$$\text{ZnSO}_4 \text{ da: } \frac{65 \cdot 100}{162} = 40,5 \%$$

Қуритиш даврида оғирликнинг йўқолиши

$$115^{\circ}\text{C гача } \frac{6 \cdot 18 \cdot 100}{288} = 37,6 \%$$

$$225^{\circ}\text{C гача } \frac{7 \cdot 18 \cdot 100}{288} = 43,8 \%$$

2-мисол. Тадқиқотлар бўйича табиий оҳактошда 46 г СаО мавжуд. Аниқлансин: а) шу оҳактошнинг частоталар даражаси; б) қиздириш натижасида СО₂ гази ва СаО нинг чиқиши; д) қиздириш натижасида олинган оҳактошнинг частоталар даражаси.

Ечиш: а) СаSO₃ нинг молекулар оғирлиги 100 га тенг, СаО ники 56. У ҳолда тоза оҳактошнинг таркибида 56 кг. СаО бўлиши керак. Оҳактошда 46 кг. СаО бўлиши натижасида қуйидагидан иборат бўлади:

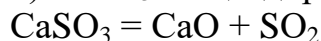
$$56\text{кг} \text{ ----- } 100\%$$

$$46\text{кг} \text{ ----- } X \%$$

$$X = \frac{100 \cdot 46}{56} = 82\% \text{ СаSO}_3$$

Бу рақамлар оҳактошнинг частоталар даражасини характерлайди.

б) СаSO₃ ни қиздирганимизда қуйидагиларга бўлинади:³²



$$\begin{array}{ccc} 100 & 56 & 44 \end{array}$$

Бундан кўриниб турибдики, 56 масса оғир. СаО да 44 масса оғир. СО₂ ҳосил бўлади. У ҳолда, қиздириш натижасида ҳар 100 кг оҳактошда бўлади:

$$\frac{46 \cdot 44}{56} = 36 \text{ кг CO}_2$$

Ҳажмий бирликлар учун Авагадро қонуни бўйича қуйидагини тузамиз:

$$V = \text{д} \frac{22,4}{M} = 36 \frac{22,4}{44} = 18,4 \text{ м}^3$$

Шунга кўра қиздирганда 100 кг оҳактошдан 36 кг СО₂ чиқиб кетади, у ҳолда

$$100 - 36 = 64 \text{ кг СаО}$$

д) 100 кг оҳактошдан қиздириш натижасида 46 кг СаО маҳсулотга ўтади, у ҳолда, олинган оҳактошнинг частоталар даражаси, яъни ундаги СаО нинг миқдори

$$\frac{46 \cdot 100}{64} = 72 \% \text{ га тенг.}$$

³² Callister William D. Jr., Materials Science and Engineering, an Introduction. Wiley and Sons. UK 2014 325-pp

Назорат саволлари:

1. Ҳозирги кунда таҳлилнинг қандай усуллари мавжуд?
2. Нима эритманинг нор-мал концентрасияси ҳисобланади?
3. Просент концентрасия нима?
4. Моляр концентрасия нима?
5. Реагент нима?

Фойдаланилган адабиётлар:

1. Callister William D. Jr., Materials Science and Engineering, an Introduction. Wiley and Sons. UK 2014
2. T.Fischer., Materials Science for Engineering Students, 1st Edition Elsevier UK, 2008
3. Mikell P.Groover., Fundamentals of Modern Manufacturing Materials, Processes, and Equipment John Wiley and Sons inc USA 2010

2-амалий машғулот:

Гетероген системаларда мувозанат

Ишдан мақсад: Metallургик жараёнларда хомашёнинг минералогик таркиби эритиш пайтида ҳосил бўладиган штейн, шлак ва газларга доир мисол ва масалалар, металлургик ҳисоботлар учун мисолларни ечиш.

Масалани қўйилиши: Metallургик ҳисоботлар учун мисолларни ечиш

Керакли жиҳозлар: Компьютер, проэктор, компьютернинг дастурий таъминотлари.

Ишни бажариш учун намуна:

Metallургик жараёнларда хомашёнинг минералогик таркиби эритиш пайтида ҳосил бўладиган штейн, шлак ва газлар таркибига жуда катта таъсир кўрсатади. Булардан ташқари, ёқилғи ва электрэнергия сарфига ҳам салмоқли таъсир кўрсатади.

Илмий тадқиқотлар натижасига кўра ҳозирги замоний техникалар мутахасис ва соноат ходимларига хомашё минералогик таркибини аниқлашнинг кенг имкониятларини очиб бермоқда. Булардан биринчи навбатда айтишимиз ўринли бўлган усул бу микроскопиядир. Бунинг натижасида этарлича ишончли ва сифатли хомашё таркибини аниқлаш имконини беради. Хомашёнинг сифати тўғрисидаги маълумотни рентгеногафик ва электроногафик тадқиқотлар ҳам бериши мумкин. Минералларнинг эритувчиларга нисбатан турлича муносабатда бўлиши натижасида минерал таркибини кимёвий усуллар ёрдамида аниқлаш имконини беради. Масалан оксидланган мисли минералларни, сульфат кислота ва унинг аралашмаларида эритиш имкони мавжуд. Бунда сульфидли минераллар бу эритувчиларда эримади. Шу усуллар ёрдамида минерал таркибидаги мис ва бошқа моддалар миқдорини аниқлаш мумкин. Бошқа турдаги минераллар таркибини аниқлашда сианидлар ҳам қўлланилади бу усулда минерал таркибида қанча халкопирит ва халкозин миқдорларини

билиш имконини беради. Бу турдаги кимёвий тадқиқотлар фазавий ёки ратсионал таҳлил деб аталади.³³

Кўп ҳолларда, юқорида қайд этилган таҳлиллар кутилган натижани бермаслиги ҳам мумкин, яъни руданинг кимёвий таркибини билсак-да металлнинг қандай минераллар, бирикмалар таркибида мужассамлигини ёки ажратиб олиш керак бўлган металлнинг фазали таркибини билиш алоҳида аҳамият касб этади. Хомашё ёки руда таркибидаги минераллар ҳамда бирикмаларни ва фазавий таркибини аниқ билишимиз эса металлургия жараёнини тўғри танлашимизга ва қайси усул билан уни қайта ишлаб, эритиб, иқтисодий самара бера оладиган технологияни қўллашимизга имкон яратади. Шунингдек металлургик ҳисоб унинг ратсионал таркибини ҳисоблаш, ашёлар тенглигини келтириб чиқаришда, руданинг фазали ҳамда минералли таркибини билган ҳолдагина амалга оширилади.

1- мисол. Халкопиритнинг CuFeS_2 фоизли таркибини аниқлаш.

Ечиш: Халкопиритнинг формуласидан CuFeS_2 келиб чиқадики, унда икки атом олтингугурт ($32 \times 2 = 64$), бир атом мис (64) ва бир атом темир (56) билан боғланган. CuFeS_2 нинг молекулар оғирлиги $64 + 56 + 64 = 184$ га тенг. Пропорсия тузамиз ва уни ечамиз:

$$184 \text{ CuFeS}_2 - 64 \text{ Cu}$$

$$100 \text{ CuFeS}_2 - X \text{ Cu}$$

$$X = \frac{64 \cdot 100}{184} = 34,6 \% \text{ Cu}$$

$$184 \text{ CuFeS}_2 - 56 \text{ Fe}$$

$$100 \text{ CuFeS}_2 - X \text{ Fe}$$

$$X = \frac{56 \cdot 100}{184} = 30,4 \% \text{ Fe}$$

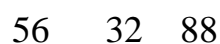
$$184 \text{ CuFeS}_2 - 64 \text{ S}$$

$$100 \text{ CuFeS}_2 - X \text{ S}$$

$$X = \frac{64 \cdot 100}{184} = 35 \% \text{ S}$$

2-мисол. 500 кг. Темир сулфиди FeS олиш учун қанча темир ва олтингугурт керак бўлади?

Ечиш: FeS нинг ҳосил бўлиш реакциясидан



Кўриб турибмизки, 88 кг FeS учун 56 кг Fe ва 32 кг S керак бўлади. У ҳолда 500 кг олиш учун керак бўлади:

$$\text{Fe} \frac{56 \cdot 500}{88} = 317 \text{ kg}$$

$$\text{S} \frac{32 \cdot 500}{88} = 183 \text{ kg}$$

3-мисол. Тадқиқотлар бўйича мис рудаларида 0,40 % мис халкопирит CuFeS_2 кўринишида бўлади. Унинг рудадаги таркибини аниқланг.

Ечиш: Халкопирит формуласи бўйича CuFeS_2 масса оғирлиги 64 мис, унда 184 масса оғирлигида минерал ҳосил бўлади, у ҳолда 0,40 % мис қўйидагини ташкил қилади.³⁴

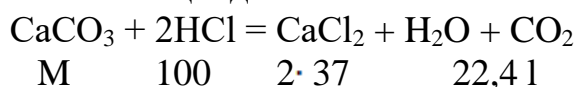
³³ Callister William D. Jr., Materials Science and Engineering, an Introduction. Wiley and Sons. UK 2014 125-pp

³⁴ Callister William D. Jr., Materials Science and Engineering, an Introduction. Wiley and Sons. UK 2014 225-pp

$$Cu \frac{184 \cdot 0,40}{64} = 1,15 \%$$

1-мисол. 150 л. CO₂ газини олиш учун таркибида 90 % ли CaCO₃ бўлган оҳактош ва 20 % ли хлорид кислотадан қанча сарф бўлиши аниқлансин (0⁰C да 1 атм.)

Ечиш: Реакциядан



$$M \quad 100 \quad 2 \cdot 37 \quad 22,41$$

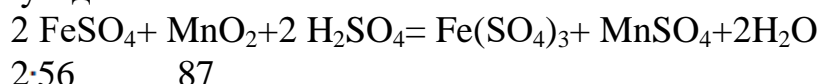
Бундан кўришиб турибдики, 22,4 л CO₂ да 100 г CaCO₃ ва 73 г HCl керак бўлади.

150 л CO₂ олиш учун эса,

- 1) $\frac{100 \cdot 150}{22,4} = 670$ г тоза CaSO₃ ёки
- 2) $\frac{670 \cdot 100}{90} = 744$ г оҳактош
- 3) $\frac{73 \cdot 150}{22,4} = 489$ г HCl ёки
- 4) $\frac{489 \cdot 100}{20} = 2245$ г 20% ли хлорид кислота

2-мисол. Марганеснинг 47 % ли таркиби MnO₂ кўринишида бўлиб, FeSO₄ нинг оксидланиши учун H₂SO₄ 1 м³ да шундай шароитда бўлиши керакки, қайсики эритмада Fe нинг (II)-валентли таркиби 2,7 г/л бўлса ва назарий жиҳатдан оксидланиш сарфи 2 марта ошганда (Mn) марганесли руданинг сарфини аниқлаш.

Ечиш: FeCO₄ нинг оксидланиши H₂CO₄ да қуйидаги реакция бўйича оқиб ўтади.



$$2 \cdot 56 \quad 87$$

Реакциядан келиб чиқадики 112 г FeSO₄ да 87 г MnO₂ керак бўлади. У ҳолда MnO₂ нинг назарий миқдори 2,7 г нинг оксидланиши учун керак бўлган, 1 л эритма таркибида қуйидагига тенг:

$$112 \text{ г} \text{ -- } 87 \text{ г}$$

$$2,7 \text{ г} \text{ -- } X \text{ г}$$

$$X = \frac{87 \cdot 2,7}{112} = 2,1 \text{ г } MnO_2$$

Икки карра ортиқликда бу 1 л эритмада MnO₂ 2,1 · 2 = 4,2 г ни ёки 1 м³ эритмада 4,2 кг MnO₂ ни ташкил қилади.³⁵

Энди Mn ли руданинг сарфини аниқлаймиз, унда 47 % Mn бор, Mn нинг 55 атом оғирлигида

$$\frac{87 \cdot 47}{55} = 74 \%$$
 MnO₂ бор.

4,2 кг MnO₂ олиш учун Mn ли руданинг сарфи 1 м³ эритмада

³⁵ Callister William D. Jr., Materials Science and Engineering, an Introduction. Wiley and Sons. UK 2014 325-pp

$$\frac{4.2 \cdot 100}{74} = 5,6 \text{ кг.ни ташкил қилади.}$$

3-мисол. Мис сулфиди руда борнит, халкопирит ва жинсдан (порода)дан иборат. Анализлар бўйича унда 16,2 % мис сулфиди, 9,0 % олтингугурт сулфиди торилган. Рудадаги борнит ва халкопиритнинг таркибини ториш талаб этилади.

Ечиш: Аввал мисолни умумий кўринишда ечамиз. Борнитнинг ратсионал формуласи $\text{Fe}_2\text{S}_3 \cdot 3\text{Cu}_2\text{S}$ ($M=686$), халкопиритники $\text{Fe}_2\text{S}_3 \cdot \text{Cu}_2\text{S}$ ($M=367$), яъни иккала минерал ҳам Cu_2S ва Fe_2S_3 дан иборат. Рудадаги Cu нинг таркибини билган ҳолда, иккала минералдаги Cu_2S ($M=159$) нинг миқдорини ҳисоблаш мумкин. Ундаги олтингугурт сулфидини билгани ҳолда, улардаги Fe_2S_3 ($M=208$) нинг миқдорини ҳисоблаб топиш мумкин. Ҳисоблаб топилган Cu_2S миқдорини A билан, Fe_2S_3 миқдорини M билан, борнит миқдорини X билан ва халкопиритни Y билан белгилаб, тенглама тузамиз.

Иккала минералдаги Cu_2S нинг миқдори бўйича

$$\frac{3 \cdot 159 \cdot X}{686} + \frac{159 \cdot Y}{367} = A$$

1) Fe_2S_3 нинг миқдори бўйича

$$\frac{208 \cdot X}{686} + \frac{208 \cdot Y}{367} = B$$

Тенгламалар системасини ечиб, $\text{Fe}_2\text{S}_3 \cdot 3\text{Cu}_2\text{S}$ учун белгилаш оламиз:

$$X = 2,15 A - 1,65 B$$

$\text{Fe}_2\text{S}_3 \cdot 3\text{Cu}_2\text{S}$ миқдори учун

$$Y = 2,65 B - 1,15 A$$

Бу вазиятимизга қараб, рудадаги миснинг таркибини ундаги Cu_2S миқдори бўйича аниқлаймиз:

$$\frac{159 \cdot 16,2}{2 \cdot 64} = 19,9 \% A$$

Олтингугурт Cu_2S да боғланган $19,9 - 16,2 = 3,7 \%$, олтингугурт сулфидининг қолдиғи $9,0 - 3,7 = 5,3 \% \text{Fe}_2\text{S}_3$ ҳосил қилади.

$$\frac{208 \cdot 5,3}{3 \cdot 32} = 11,4 \% B$$

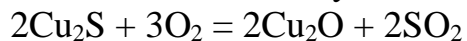
Тенгликка бу белгилашни қўйиб,

$$X = 2,15 \cdot 19,9 - 1,65 \cdot 11,4 = 24 \% \text{ борнит}$$

$$Y = 2,65 \cdot 11,4 - 1,15 \cdot 19,9 = 7,3 \% \text{ халкопирит оламиз.}$$

4-мисол. Cu ли штейнни оқ мат Cu_2S билан ҳаво пуркаш орқали конвертрлашнинг иккинчи даврида 20 т Cu олинган. Пуркашда сарфланган оқ мат миқдори ва назарий ҳавонинг сарфини аниқлаш талаб этилади.³⁶

Ечиш: Конвертрлаш натижасида оқ мат аввал ҳаво билан оксидланади, кейин мис оксиди ҳосил бўлади, яъни бир вақтда икки реакция оқиб ўтади.



³⁶ Callister William D. Jr., Materials Science and Engineering, an Introduction. Wiley and Sons. UK 2014 455-pp

Бу ердан келиб чиқадики, 6 кг атом мис (Cu) олиш учун (6·63,6) 3 кг мол Cu₂O (3·159) керак ва 3 мол кислород (O₂) (3·22,4 м³)

20 т қора мис олиш учун керак.

$$\frac{3 \cdot 159 \cdot 20}{6 \cdot 63,6} = 25 + \text{Cu}_2\text{O (оқ мат) ва}$$

$$\frac{3 \cdot 22,4 \cdot 20000}{6 \cdot 63,6} = 3522 \text{ м}^3 \text{ кислород}$$

Ҳавода 21 % O₂ бор, 25 т оқ матдаги пуркашда ҳавонинг сарфи қуйидагини ташкил қилади:

$$\frac{3522 \cdot 100}{21} = 16771 \text{ м}^3 \text{ (0}^\circ\text{C ва 1 атм.) ёки ҳавонинг ўртача}$$

молекулар оғирлигида, 29 да тенглигида

$$\frac{16771 \cdot 29}{22,4} = 21712 \text{ кг ҳаво}$$

Назорат саволлари:

1. Кислотали – асосли титр-лашда қанақа индикаторлар ишлатилади?
2. Аналитик реакциялар деб нимага айтилади?
3. Аналитик реакция билан борувчи реакцияни кўрсатинг?
4. Оксидланиш-қайтарилиш-чўктириш реакциясини кўрсатинг?
5. Гидратлар деб нимага айтилади?

Фойдаланилган адабиётлар:

1. Callister William D. Jr., Materials Science and Engineering, an Introduction. Wiley and Sons. UK 2014
2. T.Fischer., Materials Science for Engineering Students, 1st Edition Elsevier UK, 2008
3. Mikell P.Groover., Fundamentals of Modern Manufacturing Materials, Processes, and Equipment John Wiley and Sons inc USA 2010

3-амалий машғулот:

Миқдорий анализ

Ишдан мақсад: Қаттиқ жисм ва суюқликлар солиштирма оғирлиги, ҳар хил моддалар аралашмасида солиштирма ҳажм, физик ва техник атмосфералар фарқи, абсолют босим-монометрик ва барометрик босимлар алгебраик йиғиндиси.

Масалани қўйилиши: Солиштирма оғирлик, солиштирма ҳажм ва босимни металлургик ҳисоблар билан аниқлаш

Керакли жихозлар: Компьютер, проектор, компьютернинг дастурий таъминотлари.

Ишни бажариш учун намуна:

Солиштирма оғирлик ёки зичлик деб, жисм оғирлигини (массасини) унинг ҳажмига нисбатига айтилади.

$$d = \frac{m}{V} = \frac{g}{V}$$

ва 1 см³ моддада граммларда ифодалангани (ёки 1л да кг, 1 м³ да) Шунингдек 4⁰C ва 1 атм.да сувнинг зичлиги 1 г/см³ ни ташкил қилади. Қоидага кўра, солиштирма оғирлик ва зичлик тушунчалари ўртасида фарқ

йўқ, лекин кўпинча қаттиқ жисмларда нисбатан солиштирма оғирлик термини, газлар учун зичлик, суюқликлар учун эса ҳам у, ҳам бу термин ишлатилади.

Қаттиқ жисм ва суюқликлар солиштирма оғирлиги ҳарорат ва босимда жуда кам боғлиқ. Аксинча, газлар зичлиги кўп даражада юқоридаги шарт шароитларда (ҳарорат ва босимда) боғлиқ ва иш шароитлар инobatга олиниши керак.³⁷

Ҳар хил моддалар аралашмасида, агар аралашма ҳажми ўзгармаса, бунда солиштирма оғирлик қуйидаги формула бўйича ҳисобланади:

$$D = \frac{100}{\frac{a}{d_1} + \frac{b}{d_2} + \frac{c}{d_3} + \dots}$$

а, б, с – аралашмадаги ҳар хил компонентларни оғирлик протцентлардаги миқдори.

d_1, d_2, d_3 – уларнинг солиштирма оғирлиги.

Масалан, агар руда таркибида 65 % ририт ($d_1=5$), 12% халкопирит ($d_2=4,2$), 5% ZnС ($d_3=4$), 18% SiO₂ ($d_4=2,7$) бўлса ушбу рудани солиштирма оғирлиги қуйидагича ҳисобланади:

$$D = \frac{100}{\frac{65}{5} + \frac{12}{4,2} + \frac{5}{4} + \frac{18}{2,7}} = 4.2$$

Солиштирма ҳажм (В / г) – бу 1 г. 1 кг ёки 1 т. Модда эгаллайдиган ҳажм ҳисобланади ва см³ ёки м³ да ифодаланади.

Солиштирма ҳажм бу солиштирма оғирликда тескари катталиқ бўлиб ҳисобланади.

Босим. (P, p) – деб бирор юзага таъсир этувчи кучни иш юза майдонида нисбатида айтилади. Механикада босим ўлчов бирлиги атмосфера ҳисобланади, мм симоб устуни (мм.сим.уст.) ёки 1 см² ҳисобланади.

Физик ва техник атмосфералар фарқланади. 760мм баландликдан (°С да) таъсир этаётган (таъсир) босим 1 физик атмосфера ёки нормал босим дейилади ва 1033,3 г/см² босимга тўғри келади.

Техник ёки атмосфера 1 см² да 1 кг босимда тўғри келади (кг/см²) 1 физик атмосфера 760 мм сим.уст. тенг бўлганда симобни 13,596 солиштирма оғирликка тенг бўлганда, у 13,596 х 760 = 10333 мм сим.уст. (10,3 м) ёки 1,0333 м атмосфера ёки 1,0333 кг/см² ёки 10333 кг/м² га тенг.³⁸

Монотермик босим монометрларда ўлчанади ва атмосфера босимидан ўртача босим, яъни барометрик босимдан ўртача босимни кўрсатади.

Монометрик ёки ўртача босим (П атм) ва абсолют ёки ҳақиқий (Па, атом) босим фарқланади.

Абсолют босим-монометрик ва барометрик босимлар алгебраик йиғиндиси:

$$P_a = P_v + P_n \text{ (агар босим атм. босимидан баланд бўлса)}$$

$$P_a = P_v - P_n \text{ (сийракланган ҳолатда)}$$

³⁷ Callister William D. Jr., Materials Science and Engineering, an Introduction. Wiley and Sons. UK 2014 425-pp

³⁸ Callister William D. Jr., Materials Science and Engineering, an Introduction. Wiley and Sons. UK 2014 525-pp

Масалан: Агар барометрик босим 750 мм.сим.уст. бўлганда ҳаво ўтказгичда манометр 1,83 кг/см² босим кўрсатганда ҳаво ўтказгичдаги абсолют босим қуйидагича бўлади.

$$P_a = P_v + P_n = 0,00136 \times 750 + 1,83 = 2,85 \text{ кг/см}^2$$

Худди шундай барометрик босимда шу аппаратда вакууметр сийракланишини 529 мм.сим.уст. кўрсатганда аппаратдаги абсолют босим:

$$P_a = P_v - P_n = 750 - 259 = 221 \text{ мм.сим.уст.} = 1,00136 \cdot 221 = 0,3 \text{ кг/см}^2$$

Кўпинча монометрик ҳисоблаш формулаларида абсолют босим (P_a атм) эътиборга олинади.

Температура (T, t) – техникада температура ⁰С ўлчанади, фақат инглиз давлатларида Ферендеут шкаласидан фойдаланилади.

Назария ва кўпчилик ⁰т ҳисоб-китобларда Келвин (К) шкаласидан фойдаланилади. Бу шкала бўйича олинганда халқаро температура бу абсолют температура $T = 273^0 + t^0$ С га тенг.

Иссиқлик (Q, q) – Металлургияда иссиқлик калорияда (кал), катта калория (ккал) билан ўлчанади.

Кам калория деб, ⁰т С да 1 кг сувни қайнатиш учун кетган иссиқлик миқдорида айтилади. 1 ккал = 1000 кал шунинг учун катта калория килокалория дейилади

Назорат саволлари:

1. “Ташқи эффектда” нима кузатилади?
2. Еритиш-оксидланиш-қайтарилиш реакциясини кўрсатинг?
3. Еритувчи, эриган модда ва уларнинг ўзаро таъсири маҳсулотларидан таркиб топган бир жинсли гомоген системага нима деб айтилади?
4. Оксидланиш-қайтарилиш-кислотали-асосли ўзаро таъсирланиш-комплекс ҳосил қилиш реакцияларини кўрсатинг?
5. Фақат бир йўналишда борадиган ва реакцияга киришаётган бошланғич моддалар охириги маҳсулотларга тўлиқ айланадиган реакциялар қандай реакциялар?

Фойдаланилган адабиётлар:

1. Callister William D. Jr., Materials Science and Engineering, an Introduction. Wiley and Sons. UK 2014
2. T.Fischer., Materials Science for Engineering Students, 1st Edition Elsevier UK, 2008
3. Mikell P.Groover., Fundamentals of Modern Manufacturing Materials, Processes, and Equipment John Wiley and Sons inc USA 2010

4-амалий машғулот: Оптик анализ усуллари

Ишдан мақсад: Металларда коррозия турлари, Суюқ ёқилғилар таъсирида вужудга келадиган коррозия, электрохимёвий коррозия, металл коррозиясини олдини олиш, металл сиртини бошқа металл билан қоплаш, металлларга турли қўшимчалар киритиш, коррозия активатор ва ингибиторлар.³⁹

Масалани қўйилиши: Металларни коррозиядан олдини олишни таҳлил қилиш

Керакли жихозлар: Компьютер, проектор, компьютернинг дастурий таъминотлари.

Ишни бажариш учун намуна:

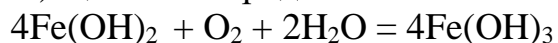
Кўпчилик металллар ҳаво, сув, кислота, ишқор ва тузларнинг эритмалари таъсирида емирилади. Бу ҳодиса *коррозия* дейилади. Коррозия сўзи латинча «*сорродоре*» - *емирилиш* деган маънони англатади. Коррозия ўзининг физик-химёвий характери жиҳатидан икки хил бўлади: *химёвий* ва *электрохимёвий коррозия*. Металларда қандай турдаги коррозия содир бўлиши металлни қуршаб турган муҳитга боғлиқ бўлади. Металларга қуруқ газлар (кислород, сульфит ангидрид, водород сульфид, галогенлар, карбонат ангидрид ва ҳ.к.), электролит бўлмаган суюқликлар таъсир этганда *химёвий коррозия* содир бўлади. Бу айниқса юқори ҳароратли шароитда кўп учрайди, шунинг учун бундай емирилиш металлларнинг *газ коррозияси* деб ҳам аталади. Газ коррозияси айниқса, металлургияга катта зарар келтиради. Темир ва пўлат буюмларини газ коррозиясидан сақлаш учун уларнинг сирти алюминий билан қопланади.

Суюқ ёқилғилар таъсирида вужудга келадиган коррозия ҳам химёвий коррозия жумласига киради. Суюқ ёқилғининг асосий таркибий қисмлари металлларни коррозиялантормади, лекин, нефт ва сурков мойлари таркибидаги олтингугурт, водород сульфид ва олтингугуртли органик моддаларнинг металлларга таъсири натижасида коррозия вужудга келади. Сувсиз шароитидагина бу таъсир намоён бўлади. Сувда электро-химёвий коррозияга айланади.

Электролитлар таъсирида бўладиган коррозия *электрохимёвий коррозия* дейилади. Кўпгина металллар асосан электрохимёвий коррозия туфайли емирилади. Электрохимёвий коррозия металда кичик галваник элементлар ҳосил бўлиши натижасида содир бўлади. Галваник элементлар ҳосил бўлишига сабаб: 1) кўп металл таркибида қўшимча сифатида бошқа металл бўлиши; 2) металл ҳамма вақт сув, ҳаво намлиги ва электролитлар қуршовида туришидир. Масалан, нам ҳавода темирга мис метали тегиб турган бўлсин. Бунда галваник элемент ҳосил бўлади (темир – анод, мис – катод вазифасини ўтайди). Темир оксидланади: $Fe - 2e^- = Fe^{2+}$

³⁹ Callister William D. Jr., Materials Science and Engineering, an Introduction. Wiley and Sons. UK 2014 425-pp

Fe^{2+} ионлари OH^- ионлари билан бирикиб, $\text{Fe}(\text{OH})_2$ ни ҳосил қилади; $\text{Fe}(\text{OH})_2$ ҳаво кислороди ва намлик таъсирида $\text{Fe}(\text{OH})_3$ га айланади;



Натижада темир коррозияга учрайди. Агар водород ионлари мўл бўлса, темирдан чиққан электронлар ҳаводаги кислородни қайтармасдан водород ионларини қайтаради; $2\text{H}^+ + 2\text{e}^- = \text{H}_2$ Темир қалайга тегиб турса, коррозия темир мисга тегиб тургандагига қараганда сустроқ содир бўлади, темир рухга тегиб турса зангламайди, чунки темир рухга қараганда асл металдир; электролитлар иштирокида рух билан темир ҳосил қилган галваник элементда рух – анод, темир – катод вазифасини бажаради.⁴⁰

Металлар коррозиясини олдини олиш

Металларни коррозиядан сақлаш учун бир неча чоралар қўлланилади: а) металл сиртини бошқа металлар билан қоплаш; б) металл сиртини металл бўлмаган моддалар билан қоплаш; д) металларга турли қўшимчалар киритиш; э) металл сиртини кимёвий бирикмалар билан қоплаш.

Металл сиртини бошқа металлар билан қоплаш. Металл сиртини бошқа металлар билан қоплаш усулларида бири *анод қоплаш* ҳисобланади. Бу мақсадда ишлатиладиган металлнинг стандарт электрод потенциали металларнинг активлик қаторида коррозиядан сақланиши керак бўлган металлникига қараганда манфий қийматга эга бўлиши лозим. Масалан, темирни рух билан қоплаш (анод қоплаш) ниҳоятда катта фойда келтиради, чунки темир буюм унинг сиртини қоплаган рухнинг ҳаммаси тугамагунча емирилмайди. Темирни қалай билан қопланганда *катод қоплама* олинади, чунки қопловчи металл қопланувчи металлга нисбатан аслроқ. Катод қопламанинг бирор жойи кўчса, ҳимоя қилинувчи металл, яъни темир жуда тез емирилади.

Металл сиртини металл бўлмаган моддалар билан қоплаш. Металларнинг сиртини лак, бўёқ, резина, сурков мойлари (солидол, техник вазелин) билан қоплаш, эмаллаш ва ҳоказолар металларни коррозиядан сақлайди.

Металларга турли қўшимчалар киритиш. Одатдаги пўлатга 0,2-0,5% мис қўшиш билан пўлатнинг коррозияга бардошлилигини 1,5-2 марта ошириш мумкин. Зангламайдиган пўлат таркибида 12% га қадар хром бўлади, бу хром пассив ҳолатда бўлиб, пўлатга мустаҳкамлик беради. Пўлатга никел ва молибден қўшилганида, унинг коррозияга чидамлилиги янада ортади. Бундай пўлатлар *легирланган пўлатлар* дейилади.

Металл сиртини кимёвий бирикмалар билан қоплаш. Махсус кимёвий оператсиялар ўтказиб, металл сиртини коррозияга чидамли бирикмалар пардаси билан қоплаш мумкин. Бундай пардалар - оксидли, фосфатли, хроматли ва ҳоказо пардалар номи билан юритилади. Металл сиртида коррозияга чидамли оксид парда ҳосил қилиш жараёни *оксидирлаш* дейилади. Металл буюмни оксидирлашнинг уч усули мавжуд: 1) металл

⁴⁰ Callister William D. Jr., Materials Science and Engineering, an Introduction. Wiley and Sons. UK 2014 425-pp

буюм сирти юкори хароратда органик моддалар билан оксидлантирилади (қорайтирилади, кўкартирилади ва ҳоказо); 2) металл буюм (MnO_2 ; $NaNO_3$; $K_2Cr_2O_7$ каби) оксидловчи моддалар иштирокида концентрланган ишқор эритмаси суюқликнинг қайнаш хароратигача қиздирилади; 3) металл буюмни бирор электролит эритмаси ичида анод кутбга жойлаб электролиз ўтказилади, бу жараён *анодирлаш* дейилади. ⁴¹

Коррозион активатор ва ингибиторлар. Коррозия жараёнининг тезлигига эритмаларда бўлган ионлар, яъни H^+ ва OH^- ионлари концентрасияси, эритманинг (рН и катта таъсир кўрсатади. H^+ ионлари концентрасияси ортса, коррозия кучаяди, OH^- ионлари концентрасиясининг ортиши темирнинг коррозияланишини сусайтиради. Лекин гидроксидлари амфотер хоссага эга бўлган металллар (Zn, Al, Pb) нинг коррозияси OH^- ионлари концентрасияси ортганда тезлашади. Коррозияни тезлатувчи моддалар *коррозион активаторлар* дейилади. Буларга фторидлар, хлоридлар, сульфатлар, нитратлар ва ҳоказолар киради. Коррозион муҳитга қўшилганида металллар коррозиясини сусайтирадиган моддалар *коррозион ингибиторлар* деб аталади. Масалан, аминлар, мочевина, алдегидлар, сульфидлар, хроматлар, фосфатлар, нитритлар, силикатлар ва ҳоказолар коррозион ингибиторлардир.

Мавзуга доир масалалар ечиш

1-мисол: $1m^2$ юзали пўлат листни коррозиядан сақлаш учун $0,1mg$ рух сарфланса, $500m^2$ юзали худди шундай пўлат листни юзасини рух билан қоплаш учун сарфланадиган рухнинг миқдорини (г) топинг.

Ечиш: $1m^2 - 0,1mg$

$$500m^2 - x = 50mg = 0,05g \quad \text{Жавоб: } 0,05g \text{ Zn.}$$

2-мисол $4Fe(OH)_2 + O_2 + 2H_2O = 4Fe(OH)_3$ реакцияда $180kg$ темир (II) гидроксидни қанча ҳажмдаги кислород (н.ш.да) тўла темир (III) гидроксидга айлантиради?

Ечиш: $4 \cdot 90 = 360kg \text{ Fe(OH)}_2$

$$360kg - 22,4m^3 O_2$$

$$180kg - X = 11,2m^3 \quad \text{Жавоб: } 11,2m^3 O_2.$$

3-мисол: 1200^0C да $15kg$ алюминий гидроксидни парчалаш натижасида неча кг алюминий оксиди олиш мумкин?

Ечиш: жараён реакцияси қуйидагича:



$$2 \cdot 78 = 156kg - 102kg$$

$$15kg - x = 9,8kg \quad \text{Жавоб: } 9,8kg Al_2O_3.$$

⁴¹ Callister William D. Jr., Materials Science and Engineering, an Introduction. Wiley and Sons. UK 2014 525-pp

Мустақил ечиш учун масалалар

1. 1 м^2 юзали пўлат листни коррозиядан сақлаш учун $0,1\text{ мг}$ рух сарфланса, 1600 м^2 юзали худди шундай пўлат листни юзасини рух билан қоплаш учун сарфланадиган рухнинг миқдорини (г) топинг.

2. $4\text{Fe}(\text{OH})_2 + \text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O} = 4\text{Fe}(\text{OH})_3$ реакцияда 200 кг темир (II) гидроксидни қанча ҳажмдаги кислород (н.ш.да) тўла темир (III) гидроксидга айлантиради?

3. 1200° С да 60 кг алюминий гидроксидни парчалаш натижасида неча кг алюминий оксиди олиш мумкин?

Назорат саволлари:

1. Қайтар реакциялар деб нимага айтилади?
2. Кимёвий реакцияларнинг тезлиги деб нимага айтилади?
3. Кимёвий реакцияларнинг тезлиги қандай омилларга боғлиқ?
4. Реакцияга кириша-ётган моддалар системасининг тўғри ва тескари реакцияларнинг тезлиги ўзаро тенг бўлган ҳолати нима дейилади?
5. Нима сабабдан муво-занат ҳаракатдаги ёки динамик мувозанат дейилади?

Фойдаланилган адабиётлар:

1. Callister William D. Jr., Materials Science and Engineering, an Introduction. Wiley and Sons. UK 2014
2. T.Fischer., Materials Science for Engineering Students, 1st Edition Elsevier UK, 2008
3. Mikell P.Groover., Fundamentals of Modern Manufacturing Materials, Processes, and Equipment John Wiley and Sons inc USA 2010

V.КЕЙСЛАР БАНКИ

“Кейс-стади” методи

«Кейс-стади» - инглизча сўз бўлиб, («case» –аниқ вазият, ҳодиса, «stadi» – ўрганмоқ, таҳлил қилмоқ) аниқ вазиятларни ўрганиш, таҳлил қилиш асосида ўқитишни амалга оширишга қаратилган метод ҳисобланади. Мазкур метод дастлаб 1921 йил Гарвард университетида амалий вазиятлардан иктисодий бошқарув фанларини ўрганишда фойдаланиш тартибида қўлланилган. Кейсда очик ахборотлардан ёки аниқ воқеа-ҳодисадан вазият сифатида таҳлил учун фойдаланиш мумкин. Кейс ҳаракатлари ўз ичига қуйидагиларни қамраб олади: Ким (Who), Қачон (When), Қаерда (Where), Нима учун (Why), Қандай/ Қанақа (How), Нима-натижа (What).

1-кейс

Материалларни чўзилишга ва сиқилишга мустахкамлигини аниқлашга мўлжалланган қурилмадаги муаммоли вазият

“Материалларни тадқиқот қилишнинг илғор усуллари” модулидан лабораториялар “УзКТЖМ” АЖ билан келишилган шартнома бўйича институт лабораториясида ўтказилар эди. Материалларни чўзилишга ва сиқилишга мустахкамлигини аниқлашга мўлжалланган қурилма билан деталларнинг механик хоссалари аниқланаётган эди.



Ишлаб турган қурилма бирданига тўхтаб бузилиб қолди. Текширишлар натижасида қурилмага ортиқча юклама қўйилганлиги ва тадқиқот қилиш жараёнида ГОСТ талабларига амал қилинмаганлиги аниқланди.

Савол: Нима учун юқорида келтирилган материалларни чўзилишга ва сиқилишга мустахкамлигини аниқлашга мўлжалланган қурилма бузилиб қолди? Тадқиқот қилиш жараёнида айнан қандай талабларга амал қилинмаган?

! Топшириқларни кетма-кетликда бажаринг ва кейс ечимини топинг

Босқичлар	Бажарилиши кўзда тутилган топшириқлар
1-босқич	Кейс билан танишинг муаммони келтириб чиқарган сабабларни аниқланг.
2-босқич	Материалларни чўзилишга ва сиқилишга мустахкамлигини аниқлашга мўлжалланган қурилмага қандай юкламалар таъсир кўрсатишини тушунтиринг?
3-босқич	Ўлчанаётган намунанинг механик хоссалари қурилманинг имкониятлари орасидаги боғлиқликни тушунтиринг?
4-босқич	Тадқиқот қилиш жараёнида айнан қандай талабларига амал қилинмаганлигини тушунтиринг?
5-босқич	Содир этилган хатоликка нима сабаб бўлганлигини аниқланг ва муаммо ечимини топинг.
6-босқич	Кейс ечимига оид фикр-мулоҳазаларни билдиринг.

Қуйидаги расмда материалларни чўзилишга ва сиқилишга мустахкамлигини аниқлашга мўлжалланган қурилма кўрсатилган.



1.1-расм Материалларни чўзилишга ва сиқилишга мустахкамлигини аниқлашга мўлжалланган қурилма

Техник кўрсаткичлари								
Эни, мм	Узунлиги, мм	Баландлиги, мм	Масса, кг	Ишлаб чиқарувчи мамалакат	Нархи АҚШ доллари	Аналог, русуми ва мамалакат	Тармоқ Куч ланиш	Истеъмол қуввати
610	700	2750	6700	Россия	38500	Хитой	220-380 В	5 кВт

1.1.-жадвал. Материалларни чўзилишга ва сиқилишга мустахкамлигини аниқлашга мўлжалланган қурилманинг техник кўрсаткичлари.

2-кейс “Spagetti competition” конкурсидаги муаммоли вазият

«Материалшунослик ва материаллар технологияси» кафедраси қошидаги «Ёш материалшунослар» тўғараги 15-16 март кунлари механика-машинасозлик факультетида бакалавр талабалари ўртасида “Spagetti competition” конкурсида талабалар макарон (спагетти) ёрдамида кўприк қуриш вазифаси ва унинг зарбий қовушқоқлигини аниқлаш юклатилди. Тадқиқот қилиш жараёнида “Маятникли копёр” материалларни зарбий қовушқоқлигини аниқлашда ишлатиладиган қурилмадан фойдаланилди. “Спагетти”дан тайёрланган кўприкни зарбий қовушқоқлигини аниқлаётганда қурилманинг капёри қулочидан чиқиб отилиб кетти. Изланишлар натижасида капёрни қулочидан отилиб чиқиб кетишига сабаб капёрни нотўғри бурчак остида кўтарилганлиги аниқланди.

Савол: Қандай сабабларга кўра “Маятникли копёр”нинг капёри қулочидан отилиб чиқиб кетиш жараёни кузилган? Изланишлар жараёнида қандай кўрсаткичлар инобатга олинмаган?



! Топшириқларни кетма-кетликда бажаринг ва кейс ечимини топинг

Босқичлар	Бажарилиши кўзда тутилган топшириқлар
1-босқич	Кейс билан танишинг муаммони келтириб чиқарган сабабларни аниқланг.
2-босқич	“Маятникли копёр” материалларни зарбий қовушоқлигини аниқлашда ишлатиладиган қурилмадан фойдаланишда мухим хоссаларни тушунтириб беринг?
3-босқич	Қурилма капёрининг кўтарилиш бурчак ости даражасини ва унга тушириладиган юкламалар орасидаги ўзаро боғлиқликни изоҳланг?
4-босқич	“Срагетти”дан тайёрланган кўприкни тайёрлаш жараёнида кўзда тутилган юкламаларни инобтга олинг.
5-босқич	Содир этилган хатоликка нима сабаб бўлганлигини аниқланг ва муаммо ечимини топинг.
6-босқич	Кейс ечимига оид фикр-мулоҳазаларни билдиринг.

Қуйидаги расмда “Маятникли копёр” материалларни зарбий қовушоқлигини аниқлашда ишлатиладиган қурилма ва унинг механик кўрсаткичлари тасвирланган.



2.1-расм. Маятникли копёр” материалларни зарбий қовушоқлигини аниқлашда ишлатиладиган қурилма

Техник кўрсаткичлари								
Эни, мм	Узунлиги, мм	Баландлиги, мм	Масса, кг	Ишлаб чиқарувчи мамлакат	Нархи АҚШ доллари	Аналог, русуми ва мамлакат	Тармоқ кучланиш	Истеъмол қуввати
450	630	1250	89,0	Россия	22 000	Хитой	220-380 В	5 кВт

VI. ГЛОССАРИЙ

Термин	Ўзбек тилидаги шарҳи	Ингилиз тилидаги шарҳи
<i>Гидроформинг</i>	риформингнинг бир тури бўлиб, ароматик углеводородлар миқдорини кўпайтириш учун хизмат қилади. Жараён бошланғич ашёдаги углеводородларни дегидрлаш ва шу вақтнинг ўзида сикллаштиришдан иборат. Гидроформинг учун ашё бўлиб оғир углеводород фраксиялари хизмат қилади.	World systems theory to describe the theoretical bases of mutual relations and mutual bog`liqliklarini sort of quality. The system described in this concept a few they are conditionally divided into 3 groups.
<i>Гидрогенизатсия</i>	деб водород кўшилиши ҳисобига тўйиниш реакцияга айтилади.	This whole concept of bilateral relations, including mutual harmony, depending on the interaction of moving parts depending on the nature of its system.
<i>Гидротозалаш</i>	олтингугурт, азот ва кислород бирикмаларидан тозалашда қўлланилади. Бу усулда бу бирикмалар водород билан қайта тикланиб, сувда яхши эрийдиган олтингугурт сульфиди, аммиак ва сув ҳосил қилади.	input, output, process, or influence, me`zon and playback limitations
<i>Изомеризатсиялаш</i>	деб изомер структурали углеводородлар ҳосил бўладиган реакцияга айтилади.	supply, obrtga foreign facilities were affected by the incident.

<i>Молекула</i>	берилган модданинг кимёвий хоссаларига эга булган энг кичик заррачадир.	Configuring these two basic working and is not working out. Not working out it does not work
<i>Атом</i>	бу мусбат зарядланган атом ядроси билан манфий зарядланган электронлардан таркиб топган электр нейтрал заррачадир	This systematic approach to management systems, ie a comprehensive research professionals through the process of mutual dialogue, on the other hand the development of the general theory of the system, and automated management and configuration issues.
<i>Кимёвий элемент</i>	бу ядросининг мусбат заряди 1 хил булган атомларнинг муайян туридир.	This highly organized trustmark to coincide with the opening of the components of the system and analyze and manage complex interaction
<i>Модификация (аллотропия)</i>	кимёвий электр тузилиши ва хоссалари турлича булган 1 неча оддий моддалар хосил қилиши	Its segments (each system independently of purpose) represents the organization of systems. Requested him to achieve a common goal to achieve than the system as a whole.
<i>Стехиометрия</i>	реакцияга киришаётган моддалар орасидаги масса ва хажмий нисбатлар куриб чиқилади.	This system and its elements interact with a response time of the external environment changed. Speaker system, reduction or may be averted. The concept of social peculiarities of the system represents a number of complex issues.
<i>Экзотермик</i>	(Бирикши реакцияси) иссиқлик чиқиши билан	The reasons for the development of these systems tasavurlar

	борадиган реакциялар	objective factors and the analysis of the methods and theories of development; the learning process itself
<i>Эндотермик</i>	(Ажралиш реакцияси) иссиқлик ютилиши билан борадиган реакциялар	reducing the possibility of carrying out experiments to determine the nature or comments on the logical structure and logic devices.
<i>Термохимё</i>	кимёнинг турли жараёнлардаги иссиқлик эффектларини урганадиган булим	providing the original study of the original features of Deputy
<i>Дальтонидлар</i>	узгармас таркибли бирикмалар	Its replacement with another object, object, object, information about the nature of major originals. Thus, the experiments were held on the object model to get the necessary information.
<i>Бертоллидлар</i>	узгарувчан таркиблилар	trustworthiness of the results of the experiment confirmed the model and gives the opportunity to acknowledge the prophecy of this process. Model adequacy depending on the model and the target acceptance criteria
<i>Изотоп (нуклид)</i>	ядродаги протон ва нейтронларнинг сони узгармас бўлган атомдир.	Its Management Process; the involvement of the management operations, ensuring the achievement of the objectives of operating the system in accordance with an algorithm and wrote it. U.S. automatic control systems.

<i>Ковалент</i>	бирлашган биргаликда этиш	ёки иштирок	as the direction of scientific research processes and events in the study of mathematical modeling. Research and systematic method to use as part of a systematic approach to organizational learning to make optimal decisions
<i>Гомеополья</i>	(атом ковалент бирикмалар.	бирикмалар) боғланишли бирикмалар.	instrument to achieve this goal, the researchers concluded the process of mathematical expression. For example, you can see the black box model.
<i>Донор</i>	бўлинмаган жуфтани берадиган атом	электронлар	is a Greek word, which are legally represented by elements linked to one of a number of known integrity
<i>Актсептор</i>	уни бириктириб оладиган атом		burdensome elements that have been an integral part of what the model and modeling structures. Always under the mutual influence of the elements of the system depends on this process between elements of the system
<i>Тўйинувчанлик</i>	атомларнинг чекланган ковалент қилиш хусусияти.	сондаги боғланиш хосил	objective is one of the most important substance in the world. Being due to the presence of world events yeg`indisi not randomly, but in the process of legal action.
<i>Емпирик (молекуляр)</i>	формула молекулаларнинг миқдорий таркибини бирикмалардаги атомларнинг	фақат сифат яъни тури	All models of the content and structure of a derivative of the model. Council common cause of mathematical research is

	сонини курсатади	treated as a separate object.
<i>Катализ</i>	реакцияларнинг тезлигини узгартирадиган модда лекин узи иштирок этмайди	structural scheme of the system of material and structural scheme of the system set sales all important Contacts and communicate with some of the elements of the environment.
<i>Мусбат</i>	катализ реакцияни тезлаштиради	Good luck to communicate with any elements of nature that are called Contacts between the bow and the determination to find content
<i>Манфий</i>	катализ реакцияни секинлаштиради	There may be a relationship between the elements of his

VIII. ФОЙДАЛАНИЛГАН АДАБИЁТЛАР РЎЙХАТИ

I. Ўзбекистон Республикаси Президентининг асарлари

1. Каримов И.А. Ўзбекистон мустақилликка эришиш остонасида. - Т.:“Ўзбекистон”, 2011.
2. Мирзиёев Ш.М. Буюк келажагимизни мард ва олижаноб ҳалқимиз билан бирга қурамиз. – Т.: “Ўзбекистон”. 2017. – 488 б.
3. Мирзиёев Ш.М. Миллий тараққиёт йўлимизни қатъият билан давом эттириб, янги босқичга кўтарамиз – Т.: “Ўзбекистон”. 2017. – 592 б.

II. Норматив-ҳуқуқий ҳужжатлар

4. Ўзбекистон Республикасининг Конституцияси. – Т.: Ўзбекистон, 2019.
5. Ўзбекистон Республикасининг “Таълим тўғрисида”ги Қонуни.
6. Ўзбекистон Республикасининг “Коррупцияга қарши курашиш тўғрисида”ги Қонуни.
7. Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2015 йил 12 июндаги “Олий таълим муассасаларининг раҳбар ва педагог кадрларини қайта тайёрлаш ва малакасини ошириш тизимини янада такомиллаштириш чора-тадбирлари тўғрисида” ги ПФ-4732-сонли Фармони.
8. Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2017 йил 7 февралдаги “Ўзбекистон Республикасини янада ривожлантириш бўйича Ҳаракатлар стратегияси тўғрисида”ги 4947-сонли Фармони.
9. Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2018 йил 3 февралдаги “Хотин-қизларни қўллаб-қувватлаш ва оила институтини мустаҳкамлаш соҳасидаги фаолиятни тубдан такомиллаштириш чора-тадбирлари тўғрисида”ги ПФ-5325-сонли Фармони.
10. Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2019 йил 17 июндаги “2019-2023 йилларда Мирзо Улуғбек номидаги Ўзбекистон Миллий университетиде талаб юқори бўлган малакали кадрлар тайёрлаш тизимини тубдан такомиллаштириш ва илмий салоҳиятини ривожлантириш чора-тадбирлари тўғрисида”ги ПҚ-4358-сонли Қарори.
11. Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2019 йил 11 июлдаги «Олий ва ўрта махсус таълим тизимига бошқарувнинг янги тамойилларини жорий этиш чора-тадбирлари тўғрисида»ги ПҚ-4391- сонли Қарори.
12. Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2019 йил 11 июлдаги «Олий ва ўрта махсус таълим соҳасида бошқарувни ислоҳ қилиш чора-тадбирлари *тўғрисида*»ги *ПФ-5763-сон фармони*.
13. Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2019 йил 27 августдаги “Олий таълим муассасалари раҳбар ва педагог кадрларининг узлуксиз

малакасини ошириш тизимини жорий этиш тўғрисида”ги ПФ-5789-сонли [фармони](#).

14. Ўзбекистон Республикаси Президентининг “2019-2021 йилларда Ўзбекистон Республикасини инновацион ривожлантириш стратегиясини тасдиқлаш тўғрисида”ги 2018 йил 21 сентябрдаги ПФ-5544-сонли Фармони.

15. Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2019 йил 27 майдаги “Ўзбекистон Республикасида коррупцияга қарши курашиш тизимини янада такомиллаштириш чора-тадбирлари тўғрисида”ги ПФ-5729-сон Фармони.

16. Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2017 йил 2 февралдаги “Коррупцияга қарши курашиш тўғрисида”ги Ўзбекистон Республикаси Қонунининг қоидаларини амалга ошириш чора-тадбирлари тўғрисида”ги ПҚ-2752-сонли қарори.

17. Ўзбекистон Республикаси Президентининг “Олий таълим тизимини янада ривожлантириш чора-тадбирлари тўғрисида”ги 2017 йил 20 апрелдаги ПҚ-2909-сонли қарори.

18. Ўзбекистон Республикаси Президентининг “Олий маълумотли мутахассислар тайёрлаш сифатини оширишда иқтисодиёт соҳалари ва тармоқларининг иштирокини янада кенгайтириш чора-тадбирлари тўғрисида”ги 2017 йил 27 июлдаги ПҚ-3151-сонли қарори.

19. Ўзбекистон Республикаси Президентининг “Нодавлат таълим хизматлари кўрсатиш фаолиятини янада ривожлантириш чора-тадбирлари тўғрисида”ги 2017 йил 15 сентябрдаги ПҚ-3276-сонли қарори.

20. Ўзбекистон Республикаси Президентининг “Олий таълим муассасаларида таълим сифатини ошириш ва уларнинг мамлакатда амалга оширилаётган кенг қамровли ислохотларда фаол иштирокини таъминлаш бўйича қўшимча чора-тадбирлар тўғрисида”ги 2018 йил 5 июндаги ПҚ-3775-сонли қарори.

21. Ўзбекистон Республикаси Вазирлар Маҳкамасининг 2012 йил 26 сентябрдаги “Олий таълим муассасалари педагог кадрларини қайта тайёрлаш ва уларнинг малакасини ошириш тизимини янада такомиллаштириш чора-тадбирлари тўғрисида”ги 278-сонли Қарори.

Махсус адабиётлар:

22. Callister William D. Jr., Materials Science and Engineering, an Introduction. Wiley and Sons. UK 2014

23. T.Fischer., Materials Science for Engineering Students, 1st Edition Elsevier UK, 2008

24. Mikell P.Groover., Fundamentals of Modern Manufacturing Materials, Processes, and Equipment John Wiley and Sons inc USA 2010

25.Salokhiddin D. Nurmurodov, Alisher K. Rasulov, Nodir D. Turahadjaev, Kudratkhon G. Bakhadirov. Development of New Structural Materials with

Improved Mechanical Properties and High Quality of Structures through New Methods. Canadian journal of science and education.[Америка мамлакатлари №5].

26.Нурмуродов С.Д., Норкулов А.А. Теплофизические основы структурообразования в литых биметаллических композитах. Монография. – Ташкент: Фан ва технология, 2010. 160 с.

27.Нурмуродов С.Д. Теоретические и технологические аспекты создания конструкционных материалов на основе мелкодисперсных порошков тугоплавких металлов. Монография. – Ташкент, ТашГТУ, 2012.-136 с.

28.Нурмуродов С.Д., Расулов А.Х Создание конструкционных материалов с использованием ультрадисперсных порошков вольфрама: Монография - Ташкент, ТашГТУ, 2015. 168 с.

Интернет ресурслари:

1. <http://www.ziyonet.uz>
2. <http://www.edu.uz>
3. <http://www.infocom.uz>
4. <http://www.press-uz.info>
5. <http://www.fueleconomy.gov>