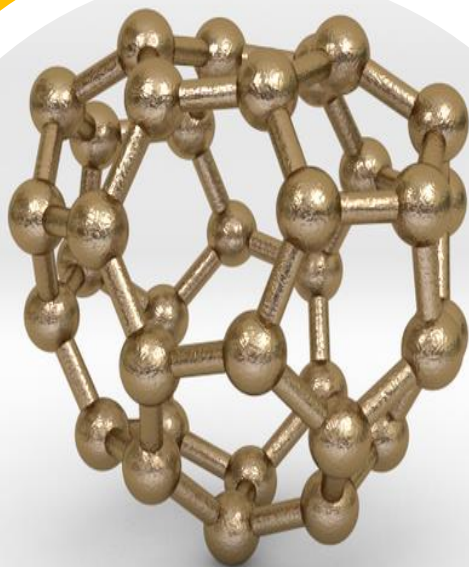


**ТОШКЕНТ ДАВЛАТ ТЕХНИКА
УНИВЕРСИТЕТИ ҲУЗУРИДАГИ ПЕДАГОГ
КАДРЛАРНИ ҚАЙТА ТАЙЁРЛАШ ВА
УЛАРНИНГ МАЛАКАСИНИ ОШИРИШ
ТАРМОҚ МАРКАЗИ**



**МАТЕРИАЛШУНОСЛИК
ВА ЯНГИ МАТЕРИАЛЛАР
ТЕХНОЛОГИЯСИ**

**МАТЕРИАЛЛАРНИ
ТАДҚИҚОТ ҚИЛИШНИНГ
ИЛҒОР УСУЛЛАРИ**

Тошкент¹ – 2021

Мазкур ўқув-услубий мажмуа Олий ва ўрта махсус таълим вазирлигининг 2020 йил 7 декабр № 648-сонли буйруғи билан тасдиқланган ўқув режа ва дастур асосида тайёрланди.

Тузувчилар: “Илғор технологиялар маркази” катта илмий ходими, ф-м.ф.н. О. Турсунқулов, ф-м.ф.доктори (PhD), Ё.С. Эргашов

Тақризчи: Южная Корея, Kumoh National institute of Technology.
PhD. prof Sunjing Kim

Ўқув-услубий мажмуа Тошкент давлат техника университети Кенгашининг 2020 йил 18 декабрдаги 4-сонли қарори билан нашрга тавсия қилинган.

МУНДАРИЖА

I.	Ишчи дастури.....	4
II.	Модулни ўқитишда фойдаланиладиган интерфаол таълим методлари	9
III.	Назарий материаллари	12
IV.	Амалий машғулот материаллари.....	46
V.	Кейс банки	59
VI.	Глоссарий	63
VII.	Адабиётлар рўйхати	67

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-сон Фармонидаги устувор йўналишлар 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 жараёнларида 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 модулниң мақсади ва вазифалари

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

Модулниң 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 усулларининг тавсифи, сезгирлиги ҳақида **билимларга эга бўлиши лозим.**

Тингловчи:

- гетероген системаларда мувозанатни аниқлаш;
- солиштира оғирлик, солиштира ҳажм ва босимни металлургик ҳисоблар билан аниқлаш;
- қаттиқ жисм ва суюқликлар солиштира оғирлигини аниқлаш;
- физик ва техник атмосфералар фарқини қиёсий таҳлил қилиш;
- металлардаги коррозия турларини таснифлаш;
- металлар коррозиясини олдини олишда замонавий усуллардан фойдаланиш;
- металларни 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 усулларини қўллаш назарда тутилади.

Модулни ўқув режадаги бошқа модулар билан боғлиқлиги ва узвийлиги

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

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					
		Хаммаси	Аудитория ўқув йўқламаси				Мустақил таълим
			жами	жумладан			
		Назарий		Амалий машғулот	Кўчма машғулот		
1.	Сифат анализи асослари	4	4	2	2		
2.	Гетероген системаларда мувозанат	6	6	2	4		
3.	Миқдорий анализ	4	4	2	2		
4.	Оптик анализ усуллари	4	4	2	2		
	Жами:	18	18	8	10		

НАЗАРИЙ МАШҒУЛОТЛАР МАЗМУНИ

1-мавзу: Сифат анализи асослари.

Кимёвий анализ. Сифат анализи. 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

Микдорий анализ. Микдорий анализ усуллари. Микдорий 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. Микдорий анализдаги хатолар.

4-мавзу: Оптик анализ усуллари

Оптик анализ усуллари. Фотометрия усулининг моҳияти. Ютилиш спектрларининг табиати. Ёруғлик нури ютилишининг қонуни. Эритманинг оптик зичлиги. Бугер-Ламберт-Бер қонуни. Нур ютишининг моляр сўндириш коэффициентини. Нур ютилишининг моляр сўндириш коэффициентига таъсир қилувчи омиллар. Бугер-Ламберт-Бер қонунидан четланишлар. Ёруғлик ютилишининг аддитивлик қонуни. Фотометрик усулнинг афзаллиги ва камчилиги. Фотометрик усулнинг ишлатиш соҳалари. Рефрактометрик усули. Моляр рефраксия. Рефрактометрик усулнинг ишлатилиши. Поляриметрик усул. Оптик актив моддаларнинг турлари. Поляриметрик усулнинг ишлатилиши.

АМАЛИЙ МАШҒУЛОТ МАЗМУНИ

1-амалий машғулот: Сифат анализи асослари.

Металларнинг умумий олиниш усуллари. Пирометаллургия усули. 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

Металлургия жараёнларида хомашёнинг минералогик таркиби эритиш пайтида ҳосил бўладиган штейн. Шлак ва газларга доир мисол ва масалалар. Metallургия ҳисоботлари 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 металлургия ҳисоблари билан аниқлаш

4-амалий машғулот: Оптик анализ усуллари

Металларда коррозия турлари. Суюқ ёқилғилар таъсирида вужудга келадиган коррозия. Электрохимиявий коррозия. Металлар коррозиясини олдини олиш. Металл сиртини бошқа металл билан қоплаш. Металларга турли қўшимчалар киритиш. Коррозион активатор ва ингибиторлар. Коррозия турлари. металлларни коррозиядан сақлаш.

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);
- якка тартибда.

Жамоавий ишлаш – Бунда ўқитувчи гуруҳларнинг билиш фаолиятига раҳбарлик қилиб, ўқув мақсадига эришиш учун ўзи белгилайдиган 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 тутати. *Табақалашган гуруҳли иш* гуруҳларда турли топшириқларни бажаришни назарда тутати.

Якка тартибдаги шаклда - ҳар бир таълим оловчига 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 қатнашчиларни мавзу бўйича таянч тушунчаларни ўзлаштириш даражасини аниқлаш, ўз билимларини мустақил равишда текшириш, баҳолаш, шунингдек, янги мавзу бўйича дастлабки билимлар даражасини ташҳис 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	хар 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>Гидрогенизатсия</i>	водород қўшилиши ҳисобига тўйиниш реакцияси	
<i>Гидротозалаш</i>	олтингургурт, азот ва кислород бирикмаларидан тозалашда қўлланилади. Бу усулда бу бирикмалар водород билан қайта тикланиб, сувда яхши эрийдиган	

	олтингугурт сулфиди, аммиак ва сув ҳосил қилади.	
<i>Изомеризатсиялаш</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 енгиллаштириш 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 тақдимот кўринишида тайёрлайди
2-босқич	янги мавзу моҳиятини ёритувчи матн таълим олувчиларга тарқатилади ёки тақдимот кўринишида намоёниш 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 яқунланади.		
Белгилар	1-матн	2-матн	3-матн
“V” – 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 ҳулоса чиқарилади.

“Ҳулосалаш” 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 айти 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. “Ҳулосалаш” методидан маъруза машғулотларида индивидуал ва жуфтликлардаги иш шаклида, амалий ва семинар машғулотларида кичик гуруҳлардаги иш шаклида мавзу

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 тақдироти 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

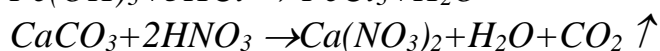
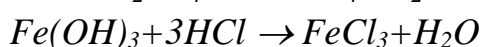
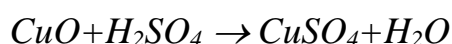
Аналитик реакция "қуруқ" ва "ҳўл" усуллар билан ўтказилиши мумкин. Қуруқ усулда текшириладиган модда ва реактивлар қаттиқ ҳолатда олинади ва реакция қиздириш йўли билан амалга оширилади:

Масалан: Металл тузларининг алангани бўяши, натрий тетраборат (бура) Na₂B₄O₇*10H₂O ёки натрий аммоний гидрофасфат NaNH₄HPO₄ *4H₂O лар баъзи металлларнинг тузлари билан қориштирганда рангли марварид (шиша) ҳосил бўладиган реакциялар қуруқ усул билан ўтказиладиган реакциялар қаторига киради.

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

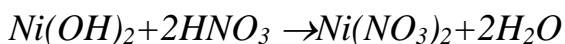
Эритмаларда ўтказиладиган модданинг анализи ҳўл усул билан анализ дейилади. Бунда текшириладиган модда олдиндан эритилган бўлиши керак. Одатда эритувчи сифатида сув ишлатилади. Агарда модда сувда эримаса, кислоталарда эритилади. Кислотада эритилган модда кимёвий ўзгаришга учраб сувда осон эрийдиган бирорта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

Масалан:



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

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



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

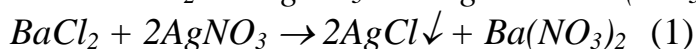
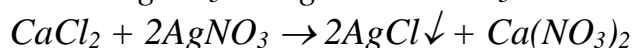
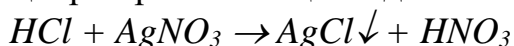
Бундай кимёвий реакцияларга аналитик реакциялар дейилади:

“Одатда бундай ташқи эффектлар :

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

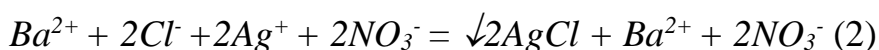
Анорганик моддаларни анализ қилишда кўпинча тузлар, кислоталар, асосларнинг сувдаги эритмалари билан иш кўрилади. Маълумки, бу моддалар электролитлардир, яъни улар сувдаги эритмаларида ионларга диссоциланган бўлади. Шу сабабли "хўл" усул билан ўтказиладиган реакциялар одатда, оддий ёки мураккаб ионлар 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.

Масалан: HCl ёки хлоридларнинг эритмасидан хлорни топиш учун AgNO₃ таъсир эттирилади. Бунда сузмасимон оқ чўкма AgCl ҳосил бўлади. Чўкмага қараб хлор борлиги аниқланади.

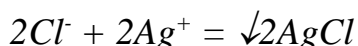


ва ҳоказо.

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



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



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



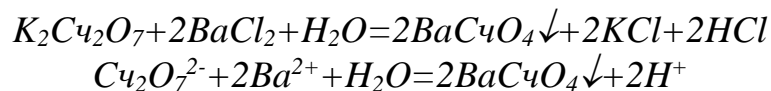
(1)-реакциянинг молекуляр тенгламаси, (2)-реакциянинг молекуляр ионли тенгламаси, (3)-реакциянинг молекуляр-ионли қисқартирилган тенгламаси.³

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

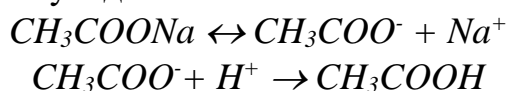
Аналитик реакцияларни ўтказиш учун маълум бир шарт-шароит бўлиши керак. Масалан, кислоталарда эрийдиган чўкмалар, эритмада эркин ҳолатдаги

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

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

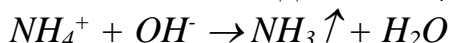


Иккинчи бир муҳим шароит эритманинг ҳароратидир. Ҳароратнинг кўтарилиши билан эрувчанлиги ортиб кетадиган чўкмани иссиқ ҳолатдаги эритмалардан ҳосил қилиш ярамайди, бундай реакцияларни "уй ҳароратида" баъзан эса совитиб ўтказиш керак бўлади. Баъзи реакциялар фақат, қиздирилганда боради. Реакция боришининг муҳим шарт-шароитларидан яна бири, эритмада топиладиган ионнинг концентрацияси етарли даражада катта бўлишидир; унинг концентрацияси жуда оз бўлса, реакция чиқмай қолади. Бунинг сабаби шундаки, ҳар қандай модданинг эритмадаги концентрацияси унинг айни 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 ҳослиги 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, ҳиди ва бошқа хоссаларидан аммиак ажралиб чиқаётганлиги осонгина билинадиган NH_4^+ ни аниқлаш реакциясини мисол келтириш мумкин.



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

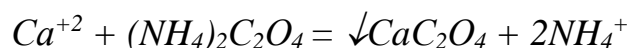
Аммоний тузларигина бундай шароитда аммиак ҳосил қилади. Шунинг учун ишқор билан олиб борилган реакция NH_4^+ ионини топиш учун ҳос реакциядир.

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 ҳос реакция, $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ билан сарик чўкмани ҳосил бўлишидан 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 қилишидан 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 хил муносабатда бўлишидан 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) ортикча қўшилган реагент эритмада қолган ионларни топишга ҳалал бермаслиги керак.

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

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°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°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.

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

I гуруҳ: Ag , $[\text{Hg}_2]^{2+}$, 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 реагенти 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.

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

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 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 va 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 ($[H^+] = 0,3g\text{-ion/l}$) 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 усулларини изоҳланг?
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 изоҳланг?

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

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

2-мавзу: Гетероген системаларда мувозанат

Режа:

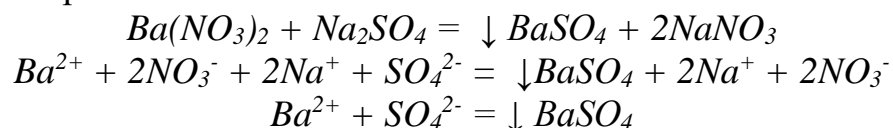
1. Чўктириш – кимёвий анализ усули
2. Эрувчанлик кўпайтмаси
3. Чўкмаларнинг ҳосил бўлиши ва уларга таъсир қилувчи омиллар

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 алмашилиш реакцияси натижасида ҳосил бўлади. Эритмадан қаттиқ фаза, чўкма ажралиши чўктириш дейилади. Масалан; сульфат ионини барий сульфат кўринишида чўктириш:

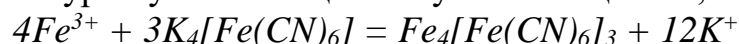


Модданинг хоссаси ва чўктириш шароити (ҳарорат, концентрация, рН муҳит ва бошқалар) га қараб чўкмалар ҳар хил кўринишда булади: паға-паға $Al(OH)_3$, ивиқ (H_2SiO_3), донадор ($PbSO_4$), кристалл ($BaSO_4$), сузмасимон ($AgCl$) ва бошқалар.

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;



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

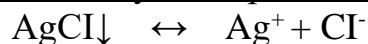
3) Аралашмадан айрим ионларни ажратиб концентрлашда;

4) Аралашмадан айрим компонентлар микдорини 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.

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

Агар қийин эрийдиган тузни Масалан: AgCl олиб дистилланган -сув қўшсак, 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 мувофик:

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

$[\text{Ag}^+]$ ва $[\text{Cl}^-]$ – мувозанатдаги кумуш ва хлор ионларининг концентрацияси

$[\text{AgCl}]$ – 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 $E_{\text{KAgCl}} = [\text{Ag}^+][\text{Cl}^-]$.. Умумий ҳолда MmA_n кўринишдаги электролит учун эрувчанлик кўпайтмасининг ифодаси:

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

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.

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

2.2 Эрувчанлик кўпайтмаси

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

$$EK_{MmA_n} = [M^{n+}]^m [A^{m-}]^n * f_{M^{n+}}^m * f_{A^{m-}}^n$$

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 $f_{M^{n+}}^m$ ва $f_{A^{m-}}^n$ ни бирга тенг деб олинса, хато бўлмайди. Бундан одатда, амалда қўлланиладиган таҳминий тенгламани ҳосил қиламиз:

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

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

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 $\varepsilon K < n \cdot 10^{-7}$ бўлса, активлик коэффициентини ҳисобга олмаса ҳам бўлади. Агар $\varepsilon K > n \cdot 10^{-7}$ 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: $M_{\text{CaCO}_3} = 100,69$

$$\varepsilon_{\text{CaCO}_3} = \frac{6,9 \cdot 10^{-3}}{100,69} = 6,85 \cdot 10^{-5} \text{ моль / л}$$

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

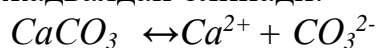
Демак,

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

Моддаларнинг εK қийматини билган ҳолда кам эрувчан модданинг эрувчанлигини ҳисоблаш мумкин.

$$\varepsilon_{\text{MnAn}} = m+n \sqrt{\frac{\varepsilon K_{\text{MnAn}}}{m^m \cdot n^n}}$$

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



$$[\text{Ca}^{2+}] = [\text{CO}_3^{2-}] = X$$

$$\varepsilon K_{\text{CaCO}_3} = [\text{Ca}^{2+}] [\text{CO}_3^{2-}] = X \cdot X = X^2$$

$$X = \varepsilon = \sqrt{\varepsilon K} = \sqrt{4,7 \cdot 10^{-9}} = 6,16 \cdot 10^{-5} \text{ моль / л}$$

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

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

Чўкма қуйидаги ҳолларда қисман ёки тўлиқ эриши мумкин:

- комплекс бирикма ҳосил бўлиши ёки газ ажралиб чиқиши;
- ёнаки жараёнлар бориши ;
- оксидланиш даражасининг ўзгариши ;
- $[\text{H}^+]$ ионлари концентрациясининг ошиши ;
- чўкмага ионлари бўлган бирор кучли электролитни қўшиш 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

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

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

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

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 қўшилишидан 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 $25^\circ C$ 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

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 коэффициентлари 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.

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

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 афзаллиги ва камчилиги, гравиметрик анализдаги ҳисоблашлар, миқдорий анализдаги хатолар.

Текширилаётган модда таркибини ташкил этган элемент ёки ион (ёки компонент) лар миқдорини аниқлашга имкон берувчи усуллар тўпламига миқдорий анализ усули деб аталади.

Миқдорий анализ усуллари тажриба машғулотларини бажаришда ишлатиладиган асбобларга кўра қуйидагиларга бўлинади:

1. Гравиметрик анализ
2. Титриметрик анализ
3. Газ анализи
4. Физик-кимёвий (ёки инструментал) анализ усуллари.

Ушбу қўлланмада шулардан (айримлари) гравиметрик, титриметрик ва физик-кимёвий анализ усулларига тўхталиб ўтамыз.¹²

3.1 Тортма (гравиметрик) анализ

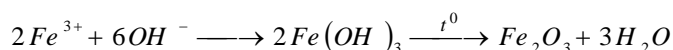
Гравиметрик анализ деб, миқдорий анализнинг аниқланадиган модда миқдорини, текшириладиган намуна массасини ўлчаш билан олиб бориладиган аниқлаш усулига айтилади.

Гравиметрик анализ уч турга бўлинади:

- 1) ажратиш , 2) чўктириш, 3) ҳайдаш

1) Ажратиш усулида аниқланаётган модда аралашмадан ажратиб тозаланади ва массаси аналитик тарозида тортилади. Масалан: Темир билан олтингугуртнинг аралашмасидан темирни магнига тортилиш хусусиятидан фойдаланиб ажратиш мумуин.

2) Чўктириш усулида аниқланадиган модда кимёвий реакция ёрдамида таркиби аниқ бўлган қийин эрийдиган бирикма ҳолида чўктирилади. Бунда чўкма қиздирилиб таркиби аниқ бўлган бошқа моддага айлантрилади ва шу модданинг массаси аналитик тарозида тортилиб модда миқдори аниқланади. Масалан:

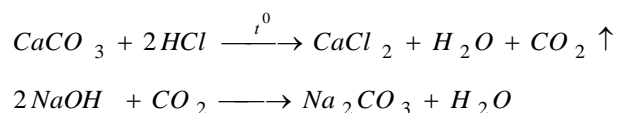


¹² T.Fischer., Materials Science for Engineering Students, 1st Edition Elsevier UK, 2008 285-pp

аниқланадиган чуқтириладиган тортиладиган
модда шакл шакл

3) Ҳайдаш усулида аниқланадиган модда учувчан бирикма ҳолида ҳайдалади. Бунда аниқланадиган модда қиздириш ёки бошқа модда (реактив) таъсирида учувчан бирикма ҳосил қиладиган ҳолига ўтказиш билан ажратилади. Ҳайдаш усуллари тўғри ва тескари бўлиши мумкин.

Тўғри ҳайдаш усулларида аниқланадаган модда бирор ўзига ҳос ютувчига ютилади ва ютувчи массасининг ошишига қараб аниқладиган модданинг миқдори ҳисобланади.



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 ҳарактерига 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 куйидаги турлари мавжуд.

а) Услубий хатолар. Бу хатолар қўлланилаётган анализ усули ҳусусиятларига боғлиқ. Масалан: реакцияни миқдорий жиҳатдан тўла бормаслиги, чўкмани қисман эрувчанлиги, чўкма билан бирга қўшимча 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 қўшимчаларнинг тушиб қолиши ва бошқалар.

в) Индивидуал хатолар. Бу хатолар аналитикнинг шахсий ҳусусиятларига 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

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

параллел аниқлашлар олиб бориш билан тасодифий хатони камайтириш мумкин.¹⁴

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

Миқдорий аниқлашларда йўл қўйилган хатоларни қуйидагича ифодалаш мумкин.

Абсолют хато. Аниқланаётган катталиқнинг 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 катталиқка 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.

Таҷрибалар 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.

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

а,в – реакция тенгламасидаги стеҳиометрик коэффициентлар.

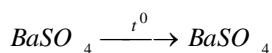
Намунанинг массаси аналитик тарозида 0,0001г, тўрт ҳона (10^{-4}) аниқликда тортилади.¹⁵

Олинган намунани эритиш

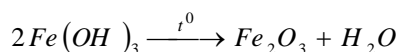
Намунани эритиш учун зарур бўлган, тегишли эритувчи олдиндан танланади. Модда аввал сувда эритилади. Эримаса кислота ёки ишқорда, баъзан кислота (ишқор) билан оксидловчи аралашмасини қиздириб эритилади. Модда эритмага ўтказилгандан кейин аниқлаш давом эттирилади.

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 тортиладиган
шакл шакл



чўктириладиган тортиладиган
шакл шакл

Чўктириладиган шаклга қўйиладиган 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

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

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

Масалан: Ba^{2+} ни бир неча ҳил кийин эрувчан бирикмалар кўринишида чўктириш мумкин. Қайси бир чўктирувчи аниқланаётган моддани тўла чўқиш имконини берса, 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 кўйиладиган 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 , ҳлоридларни чўктириш учун - HCl , карбонатларни чўктириш учун - $(NH_4)_2CO_3$ ишлатилгани мақсадга мувофиқ бўлади.

- г) заҳарли бўлмаслиги ;
- д) ортиқча 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 коеффисиентлар

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 (фильтрланади), 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 концентрланган 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 адсорбсияланиб, 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 коагулясияланади, унда Al^{3+} , Ba^{2+} ва K^+ ионларининг коагулловчи 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 бирикиб чўкишига тўсқинлик қилади. Сольватланишга мойил бўлган золларнинг сольват қобиғини бузиш учун концентрацияси анча юқори бўлган электролитлар ишлатилади. Концентрацияси юқори бўлган электролит ионлари сольватланиб

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

коллоид заррачалардан эритувчининг молекулаларини тортиб олади ва уларни зарядсизлантиради, натижада золь коагулланади. Бу жараён тузланиш дейилади.

Электролитлар кўшишдан ташқари, эритма ҳароратини кўтариш ҳам коагулланишга имкон беради. Ҳароратнинг кўтарилиши заррачаларни зарядловчи ионларнинг адсорбланишини 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 кўшимчалар 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) адсорбланади. Адсорбиланган моддалар ёки ионларни чўкмани ювиб йўқотиш мумкин.

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

Окклюзиянинг олдини олиш мақсадида қуйидагиларга, эътибор бериш керак: бегона катионларнинг ички адсорбсияланишини 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.

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

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 ҳил шаклдаги кристаллар ҳосил қилади. “Изоморф” бир ҳил 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 кўр ҳар ҳил 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 филтрладиган 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 танланадики, филтрнинг чеккалари 5-10 мм воронка чеккасидан 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.

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

Юувчи 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 қўйиб қўйилади. Тинган суюқлик филтрга

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

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 мустақкам ёпишиб тушмай қолган чўкма заррачалари кулсиз филтёр бўлакчаси сув билан ҳўлланиб, артиб олинади. Филтёр бўлаги чўкмали филтрга солинади ва яна стакан 2-3 марта ювилади.

Чўкма тўла ювилганлигини текшириш учун, филтёрдан 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 атропоида маълум вақт давомида қуритилади. Қуритилган кукунсимои 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 - "експресс" 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. $K_n = m_I \cdot \Phi$

m_I – 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.

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

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?

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

2. Микдорий анализдаги хатоларни изохлаб беринг?
3. Гравиметрик анализнинг бажарилиш тартиби қандай?
4. Чўктирувчи модда (реагент)ни танлаш усулларини 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: Оптик анализ усуллари

Режа:

1. Ёруғлик нури ютилишининг асосий қонуни. (Бугер-Ламберт-Бер қонуни)
2. Оптик анализ усуллари билан эритма концентрациясини аниқлаш йўллари ва рефрактометрик анализ усули
3. Поляриметрик анализ усули

Таянч сўз ва иборалар:

Оптик анализ усуллари, фотометрия усули, спектрлар, ёруғлик нури, эритманинг оптик зичлиги, Бугер-Ламберт-Бер қонуни, нур ютилишининг моляр сўндириш коэффициенти, нур ютилишининг моляр сўндириш коэффициенти таъсир килувчи омиллар, Бугер-Ламберт-Бер қонунидан четланишлар, фотометрик усул, , рефрактометрик усул,, моляр рефраксия, рефрактометрик усул.

4.1 Ёруғлик нури ютилишининг асосий қонуни. (Бугер-Ламберт-Бер қонуни)

Анализнинг оптик усуллари моддаларнинг электромагнит нурланиш (ёруғлик нури) энергияси билан таъсирлашиши натижасида ўзгарадиган параметрларни ўлчашга асосланган. Анализнинг оптик усуллари қуйидагиларга бўлинади:

1. Рефрактометрик – модданинг ёруғлик нури синдириш кўрсаткичини ўлчашга асосланган.
2. Нефелометрик – эритмага тўшаётган ёруғлик нурининг эритмада ёйилиш интенсивлигини ўлчашга асосланган.
3. Турбидиметрик - эритмадан ўтган ёруғлик нури интенсивлигини ўлчашга асосланган.
4. Поляриметрик - қутбланган нур текислигининг бурилиш бурчагини ўлчашга асосланган.
5. Эмиссион – атомнинг қўзгалган ҳолатида, яъни электроннинг бир энергетик қаватдан бошқа энергетик қаватга, ўтишида чиққан нур интенсивлигини ўлчашга асосланган.
6. Абсорбцион – моддаларнинг электромагнит нурларни танлаб ютишига асосланган, бўлиб ёруғлик нури ютилишининг асосий қонунига бўйсунди. ²²

Маълумки, модда атом ёки ионлар ёруғликни ютганда уларнинг энергетик ҳолати ўзгаради, аниқроғи энергияси кам ε_1 ҳолатдан энергияси юқори ε_2 ҳолатга ўтади. Шу пайтда модда таркибида "электрон ўтиш" рўй беради, бу ўтиш фақат аниқ энергияли ёруғлик нури (квант) ютилганда рўй беради. Бу ютилиш фақатгина ютиладиган энергия квантининг миқдори шу электрон ўтишга тўғри келувчи энергия фарқи (ΔE) га тенг бўлганда амалга ошади, яъни

$$\Delta E = \varepsilon_2 - \varepsilon_1 = h\nu$$

h - Планк доимийси $6,625 \times 10^{-34}$ жоуль. Сек;

ν - ютилган ёруғликнинг тебраниш частотаси, Гс.

²² T.Fischer., Materials Science for Engineering Students, 1st Edition Elsevier UK, 2008 589-pp

Кўришиб турибдики, тўшаётган ёруғликнинг бир қисми моддага ютилиб қолади. Натижада тўшаётган нурнинг бир қисми "қатлам" га ютилиб ўз интенсивлигини камайтиради. Моддадан ўтаётган нур интенсивлиги (J) нинг камайиши (J/J_0), ютувчи модда миқдори (S) ва қатлами қалинлиги (l) орасидаги боғланиш ёруғлик ютилишининг асосий қонуни дейилади. Ўтаётган нур интенсивлиги камайишини ўлчаш учун, шу нурнинг тоза эритувчидан ўтгандаги интенсивлиги J_0 -, аниқланаётган модданинг шу эритувчидаги эритмасидан ўтгандаги интенсивлиги J - ни солиштириш билан эриган модда миқдори аниқланади. Бир ҳил материалдан иборат тенг қалинликдаги қатламда эритмадан ўтган ёруғликнинг тарқалиши ва қайтиши тенг бўлиб, улар интенсивлигининг камайиши эритманинг концентрациясига боғлиқдир.²³

Ҳар қандай эритмадан ўтган нур интенсивлигининг камайиши ўтказувчанлик коэффициенти билан ҳарактерланади:

$$T = \frac{J}{J_0}$$

бунда, T - ўтказувчанлик коэффициенти

J ва J_0 - ўтган ва тушган нурлар интенсивлигидир

Ўтказувчанликнинг манфий ишорали ўнли логарифми эритманинг оптик зичлиги дейилади:

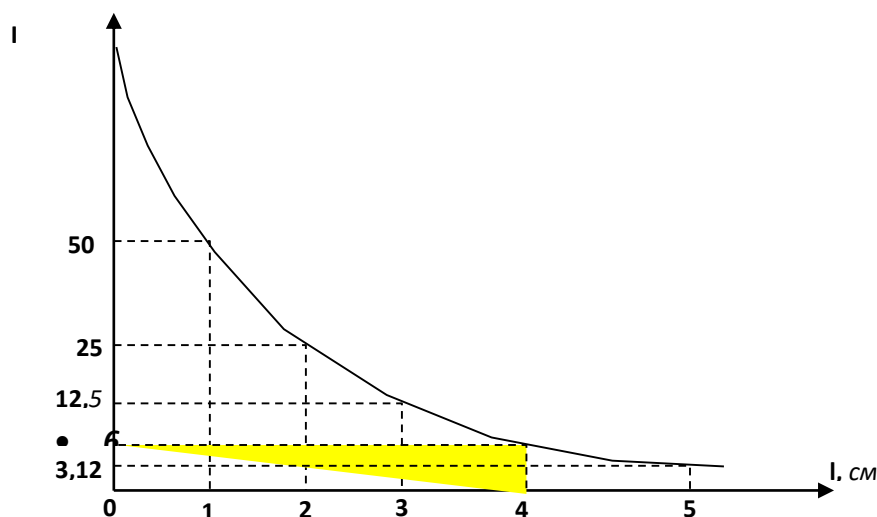
$$A = -\lg T = -\lg \frac{J}{J_0} = \lg \frac{J_0}{J} : A = \lg \frac{J_0}{J}$$

Эритманинг оптик зичлиги (A) билан ютувчи қатлам қалинлиги орасидаги боғланиш Бугер (1729 й) ва Ламберт (1760 й) томонидан ўрганилган бўлиб, қуйидагича ифодаланади:

$$A = P \cdot l$$

P - пропорционаллик коэффициенти;

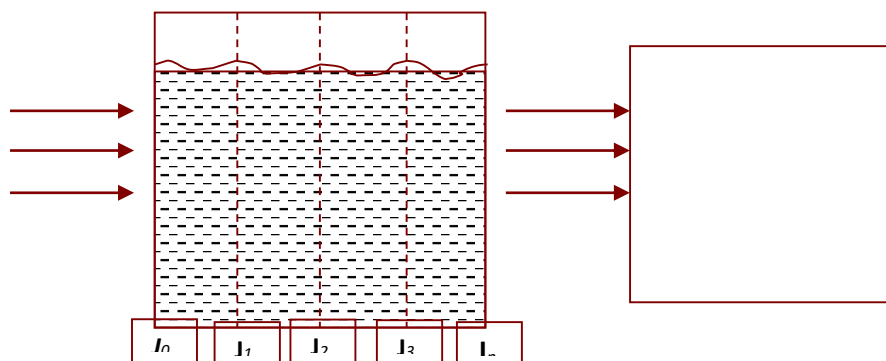
l - эритма қаватининг қалинлиги, яъни кюветанинг ўлчами (см).



1 - чизма. Бугер - Ламберт қонунининг график кўриниши

Таъриф: Модданинг бир ҳил қалинликка эса бўлган бир жинсли қатламлари унга тушаётган ёруғлик энергиясини тенг улушларда ютади. Бу боғланиш графикда (1-чизма) қуйидаги кўринишда бўлади.

Ютувчи қатлам тенг қийматларга бўлинган ёруғлик интенсивлиги ҳар бир бўлакдан ўтганда (2- чизма) n мартадан камайиб боради, яъни.



2-чизма. Ёруғлик оқими интенсивлигининг ютувчи қатлам қалинлигига боғлиқ ҳолда ўзгариши.

$$J_1 = \frac{J_0}{n}; \quad J_2 = \frac{J_1}{n} = \frac{J_0 / n}{n} = \frac{J_0}{n^2} \quad \text{ва ҳоказо.}$$

Умумий ҳолда $J = J_0/n^l$ модда консентрацияси доимий бўлганда юқоридаги формуладан фойдаланиб ютувчи қатлам қалинлигини, ёруғлик кучи қанчага камайишини нур ютилишининг моляр сўндириш коэффициентини ҳам ҳисоблаш мумкин.

$$n^l = \frac{J_0}{J} \quad \text{логарифимласак,}$$

$$\lg \frac{J_0}{J} = l \cdot \lg n : \lg n = \varepsilon \quad \text{билан белгиланиб,}$$

нур ютилишининг моляр сўндириш коэффициенти дейилади. Унда, $\lg \frac{J_0}{J} = l \cdot \varepsilon$ ифодага эга бўламиз.

Эритма консенрасияси билан эритма оптик зичлиги орасидаги боғланиш эса Бер қонуни (1852 й) билан таърифланади:

"Ютувчи қатлам қалинлиги ўзгармас бўлганда эритманинг оптик зичлиги эриган модда консентрациясига тўғри пропорсионал бўлади.

$$A = \lg \frac{J_0}{J} = R_1 C$$

R_1 - пропорсионаллик коэффициенти.

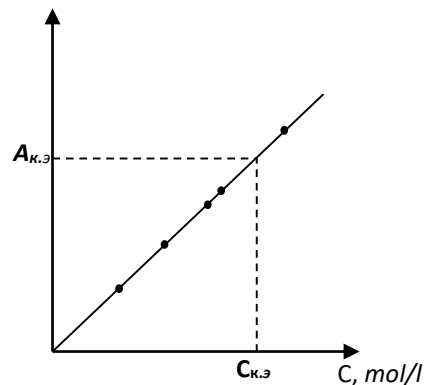
Бугер - Ламберт ва Бер қонунларини умумлаштириб, ёруғлик ютилишининг асосий қонуни формуласига эга бўламиз:

$$A = \varepsilon \cdot C \cdot l \quad \text{ёки} \quad T = 10^{-\varepsilon \lambda \cdot C \cdot l}$$

$$-\lg T = \varepsilon \cdot C \cdot l$$

яъни, эритманинг оптик зичлиги аниқланувчи модданинг моляр нур ютилишининг моляр сўндириш коэффициенти (ε) га, консентрациясига (C , мол/л) ва ютувчи қатлам қалинлиги (l , см) га тўғри пропорсионал.

l -сонст бўлганда эритмага монохроматик нур тушганда, эритманинг оптик зичлиги билан эритма консентрацияси орасидаги боғланиш графиги қуйидагича бўлиб (3-чизма) даражалаш графиги ҳам дейилади.



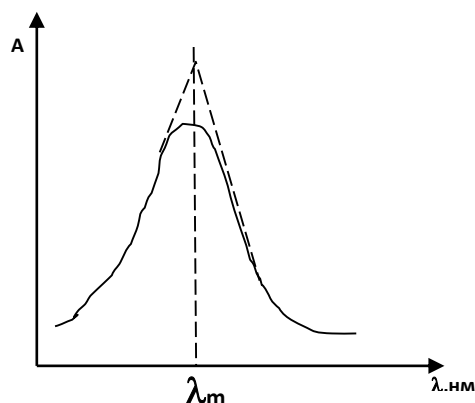
3 - чизма. Даражалаш графиги.

Нур ютилишининг моляр сўндириш коэффициенти.

Нур ютилишининг моляр сўндириш коэффициенти физик маъноси, $l = 1$ см ва $C=1$ мол/л бўлганда эритманинг оптик зичлиги $A = \varepsilon C l$:

$$A = \varepsilon$$

Ҳар бир модда ўзининг нур ютилишининг моляр сўндириш коэффициенти билан ҳарактерланади.



4-чизма. Ютилиш спектрининг максимумини аниқлаш.

ε - нинг қиймати нурнинг тўлқин узунлиги (λ), эритманинг ҳароратига, эриган модда ва эритувчининг табиати (хусусияти) га боғлиқ бўлиб, эритма концентрация ва ютувчи қатлам қалинлигига боғлиқ эмас. Анализ қилинадиган ҳар бир модда маълум бир тўлқин узунликдаги нурни кўпроқ (4-чизма) ютади ва модданинг нур ютилиш коэффициенти шу тўлқин узунлигидаги нур билан белгиланади - ε_λ .

Анализ қилиниши мумкин бўлган моддалар учун $\varepsilon \geq 10^3$ бўлиши керак. Таркибида бир нечта рангли моддалар сақлаган эритманинг оптик зичлиги аддитив хусусиятга эга, яъни бир модданинг ёруғлик ютиш хусусияти, шу эритмадаги бошқа моддаларнинг иштирок этишига боғлиқ эмас. Эритманинг оптик зичлиги эритмадаги ҳар бир рангли модданинг оптик зичликларини йиғиндисига тенг.²⁴

$$A = A_1 + A_2 + \dots + A_n$$

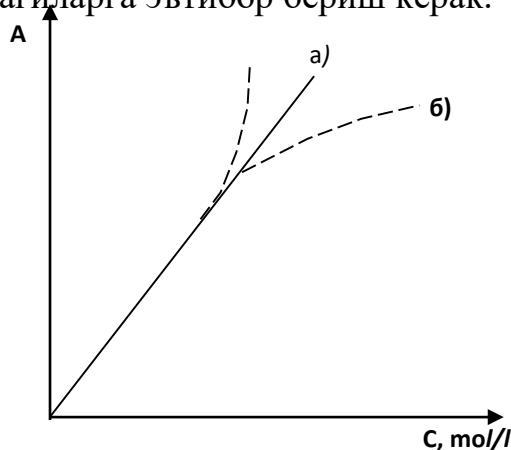
²⁴ T.Fischer., Materials Science for Engineering Students, 1st Edition Elsevier UK, 2008 589-pp

$A_1, A_2 \dots A_n$ моддани ва ҳоказо n -чи модданинг (оптик зичлиги). $A = \varepsilon C l$ ни ҳисобга олганда

$$A = l(\varepsilon_1 C_1 + \varepsilon_2 C_2 + \dots + \varepsilon_n C_n)$$

Бугер - Ламберт - Бер қонунидан четланишлар.

Бугер-Ламберт-Бер қонуни тажрибаларда (а) бир неча марта тўғри текширилган бўлса, ҳам айрим ҳолларда тажрибада Бер қонунига эътибор берилмаса четланишлар (б) бўлади. (5- чизма) Бугер-Ламберт-Бер қонунини қўллаш учун қуйидагиларга эътибор бериш керак.



5- чизма. Эритма оптик зичлигини эритма консентрасиясига боғлиқлиги.

1. Тўшадиган нур монохроматик ($\lambda = \text{сонст}$) бўлиши керак, шунда бу чекланишни кўрсатиш учун формула қуйидагича ёзилади:

$$A = \varepsilon \cdot l \cdot C$$

2. Нур ютилишининг моляр сўндириш коэффициентини (ε) муҳитнинг нурни синдириш кўрсаткичига боғлиқ. Шу сабабли кичик консентрациядаги эритмалар ишлатилади, чунки уларни нур синдириш кўрсаткичлари, эритувчини нур синдириш кўрсаткичи билан бир ҳил бўлади. Агар консентрацияси катта бўлса, нур синдириш кўрсаткичини ўзгариши қонундан четланишга олиб келади.

3. Аниқлаш доимий ҳароратда олиб борилиши керак (яъни термостатларда бажарилади).

4. Тўшадиган нур боғи дастаси (пучок) параллел бўлиши керак.

5. Нур ютадиган заррачанинг таркиби доимий бўлиши керак, агар консентрация ўзгариши билан диссоциацияланиш парчаланиш полимерланиш ва бошқа ўзгаришлар бўлса, оптик зичликнинг консентрацияга боғлиқлиги тўғри чизикдан иборат бўлмайди, натижада ε нинг қиймати ҳам ўзгаради.²⁵

Масалан: $K_2Cr_2O_7$ эритмасини суюлтирилганда $Cr_2O_7^{2-}$ -ионларининг консентрациясини камайиши билан биргаликда, кимёвий таъсир содир бўлади:



Натижада эритмада $Cr_2O_7^{2-}$ ионлари ўрнига CrO_4^{2-} ионлари ҳосил бўлади ва ε қийматлари турлича бўлиб, оптик зичликнинг қиймати ҳам ўзгаради.

²⁵ T.Fischer., Materials Science for Engineering Students, 1st Edition Elsevier UK, 2008 589-pp

4.2 Оптик анализ усуллари билан эритма концентрациясини аниқлаш йўллари

1. Даражалаш график усули. Бугер-Ламберт-Бер қонунига асосланиб эритманинг оптик зичлиги билан эритма концентрацияси (стандарт эритма ишлатилади) орасидаги боғланиш графиги чизилади, бу кўпинча даражалаш графиги дейилади. График кам деганда 3та ёки 5та нуқта асосида чизилади. Номальум концентрациядаги эритманинг оптик зичлиги аниқланиб, даражалаш графигидан экстраполяция усулида эритма концентрацияси топилади (3-чизма).

2. Нур ютилишининг моляр сўндириш коэффициентини усули. Бу усулда бир нечта стандарт эритмаларнинг оптик зичликлари аниқланиб, нур ютилишининг моляр сўндириш коэффициентининг қиймати $\varepsilon = A_{cm}/lC_{cm}$ ҳисобланади. Ҳисобланган нур ютилишининг моляр сўндириш коэффициентининг ўртача қиймати олинади. Номальум эритманинг оптик зичлиги ўлчаниб, эритма концентрацияси $C_x = A_x/\varepsilon l$ формула билан ҳисоблаб топилади. Модда миқдори $(m) = \frac{C_x \cdot M_A \cdot V_a \cdot V_K}{V_{\text{пипетка}}}$ формуладан фойдаланиб ҳисобланади.

M_A - аниқловчи модданинг моляр массаси (ионлар учун элементнинг атом массаси)

V_a - (аликвот) рангли эритма тайёрлаш учун олинган эритма ҳажми

$V_{\text{пипетка}}$ - эритма тайёрлаш учун олинган ҳажм (ўлчов пипеткасининг ҳажми)

V_K - анализ қилинаётган эритманинг умумий ҳажми (ўлчов колбаси ҳажми)

Усулнинг чекланганлиги шундаки, эритма концентрацияси Бугер-Ламберт-Бер қонунига бўйсунадиган чегарада тайёрланади.²⁶

3. Стандарт таққослаш усули. Бу усулда ε -сонст ва л-сонст бўлганда стандарт ва номальум эритмаларнинг оптик зичликлари ўлчаниб,

$$A_{cm} = \varepsilon \cdot l \cdot C_{cm}$$

$$A_x = \varepsilon \cdot l \cdot C_x$$

тенглама тенглаштириб ўзгармас қийматлар ташлаб юборилади,

$$\frac{A_{cm}}{A_x} = \frac{C_{cm}}{C_x} \quad \text{бундан} \quad C_x = \frac{A_x \cdot C_{cm}}{C_{cm}}$$

Анализ қилинаётган эритма суюлтириш усули билан тайёрланган бўлса, модда миқдорини грамм ёки мг. да ифодаланади.

$$g_x = C_x \cdot V_0 \cdot V_K / V_a$$

g_x - аниқланувчи модда миқдори, мг.

V_0 - оптик зичлиги ўлчанаётган рангли эритма ҳажми, мл.

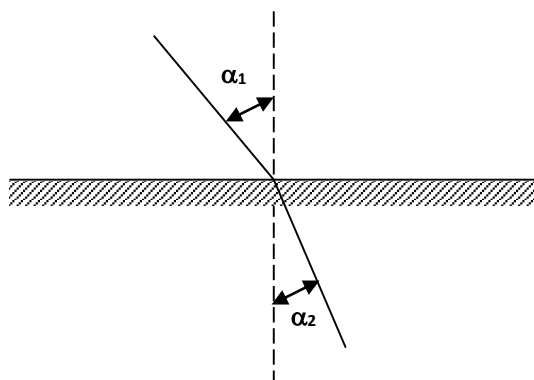
V_K - анализ қилинаётган эритманинг умумий ҳажми (ўлчов колбаси ҳажми), мл.

V_a (аликвот) - рангли эритма тайёрлаш учун олинган эритма ҳажми, мл.

Рефрактометрик анализ усули

Рефрактометрик анализ усули анализ қилинадиган моддаларнинг нур синдириш кўрсаткичининг ўлчанишига асосланган. Ҳар қандай тоза модда маълум бир нур синдириш кўрсаткичига эга. Нур синдириш кўрсаткичини қийматига қараб, моддаларнинг тозалик даражаси аниқланади.

Ёруғлик йўналишининг бир муҳитдан иккинчи муҳитга ўтишида ўзгариши ёруғликнинг синиши ёки рефраксияси дейилади. Моддаларнинг



синдириш кўрсаткичини ўлчайдиган асбоблар рефрактометрлар деб, анализ усулига эса рефрактометрик анализ усули дейилади.

Ёруғлик нури икки шаффоф муҳит сирт фазасида тўшаётганда бир қисми қайтади, бир қисми иккинчи муҳитда тарқалади (синади).

Ёруғликнинг иккинчи муҳитда тарқалиши ёруғликнинг синиш қонунларига бўйсунди (физика курсидан маълум).²⁷

1. Тушувчи нур, синган нур ва муҳитлар чегарасидаги нурнинг тушиш нуқтасига туширилган перпендикуляр бир текисликда ётади.

2. Нурларнинг тушиш бурчаги синуси ($\sin \alpha_1$) нинг нурни синиш бурчаги синуси ($\sin \alpha_2$) га бўлган нисбати берилган муҳитлар учун ўзгармас миқдор бўлиб, иккинчи муҳитнинг биринчи муҳитга нисбатан синдириш кўрсаткичи (n) дейилади.

$$n_2 = \frac{\sin \alpha_1}{\sin \alpha_2} \quad (1)$$

Стандарт шароитда моддаларнинг вакуумга нисбатан олинган синдириш кўрсаткичи, абсолют синдириш кўрсаткич дейилади.

$$n_{2(abc)} = \frac{\sin \alpha_{(вакуум)}}{\sin \alpha_2} \quad (2)$$

$$n_{1(abc)} = \frac{\sin \alpha_{(вакуум)}}{\sin \alpha_1} \quad (3)$$

унда
$$n_{2(нис)} = \frac{\sin \alpha_1}{\sin \alpha_2} = \frac{\sin \alpha_{(вакуум)} \cdot n_{2(abc)}}{\sin \alpha_{(вакуум)} \cdot n_{1(abc)}} = \frac{n_{2(abc)}}{n_{1(abc)}} \quad (4)$$

нисбий синдириш кўрсаткич абсолют синдириш кўрсаткичларининг нисбатига тенг. (4) тенгламадан $n_{1(abc)} \sin \alpha_1 = n_{2(abc)} \sin \alpha_2$.

²⁷ T.Fischer., Materials Science for Engineering Students, 1st Edition Elsevier UK, 2008 389-pp

Ҳавога нисбатан олинган синдириш кўрсаткич тўғридан-тўғри синдириш кўрсаткич (n) дейилади.

$$N_{abc} = n_{abc(avo)} \cdot n$$

Атмосфера босими ва ҳона ҳароратида $n_{abc(iavo)} = 1,00027$ унда $n_{abc} = 1,00027 \alpha n$

Модданинг синдириш кўрсаткичи унинг табиатини аниқлайди. Унинг қиймати тушаётган нурнинг тўлқин узунлигига ва ҳароратга боғлиқ. Тўшаётган ёруғликнинг тўлқин узунлигини катталашини билан синдириш кўрсаткичининг қиймати камаяди. Бир ҳил натижаларни олиш учун ёруғлик манбаи сифатида маълум тўлқин узунлигига эга бўлган (натрийли, симобли, водородли) лампалар ишлатилади.

Ҳарорат кўтарилиши билан суюқликларнинг синдириш кўрсаткичларини қиймати камаяди. Шунинг учун синдириш кўрсаткичининг қиймати симболи ёнига t^0 ва α ни қиймати кўрсатилади.

Масалан: n_{589}^{25}

Лекин тўғридан - тўғри ҳаво ва суюқлик чегарасида тушиш ёки синиш бурчагини ўлчаш ноқулай. Рефрактометрларда суюқлик ва ички чегарасида тушиш ва синиш бурчаги - тўла кайтиш усулидан фойдаланиб ўлчанади.

Синдириш кўрсаткичи билан модданинг зичлиги (d) орасида (симбат) боғланиш мавжуд. Модданинг зичлиги ошиши билан синдириш кўрсаткичинини қиймати ҳам ошади.

$$f_{(n)} = rd$$

r -пропорционаллик коэффисиенти солиштирма рефраксия дейилади.

r -нинг модданинг молекуляр оғирлигига кўпайтмаси молекуляр (моляр) рефраксия дейилади.²⁸

$$R = \mu \cdot r$$

Рефраксиянинг ҳисоблашда Лоренс - Лорентснинг назарий формуласи келтирилган

$$R = \frac{(n^2 - 1)}{(n^2 + 2)} \cdot \frac{\mu}{d}$$

n – синдириш кўрсаткич

μ - моляр масса

d – зичлик

Моляр рефраксияни ҳисоблаш учун бир ҳил ҳароратда модданинг зичлиги ва синдиргич кўрсаткичи ўлчаниб юқоридаги формулага қуйиб ҳисобланади.

Моляр рефраксия аддитив хоссага эга бўлиб, молекуладаги атомлар рефраксиясининг йиғиндисига тенг.

Масалан: $R_{CCl} = R_C + 4R_{Cl} = 2,42 + 4 \cdot 5,97 = 26,36$

Атом рефраксия ҳар бир элемент учун аниқланган (маҳсус маълумотномаларга келтирилган). Тажриба йўли билан ҳисобланган моляр рефраксия қиймати билан назарий ҳисобланган рефраксия қиймат солиштирилиб, янги аниқланган модда формуласи тўғрисида хулоса қилинади.

²⁸ T.Fischer., Materials Science for Engineering Students, 1st Edition Elsevier UK, 2008 189-pp

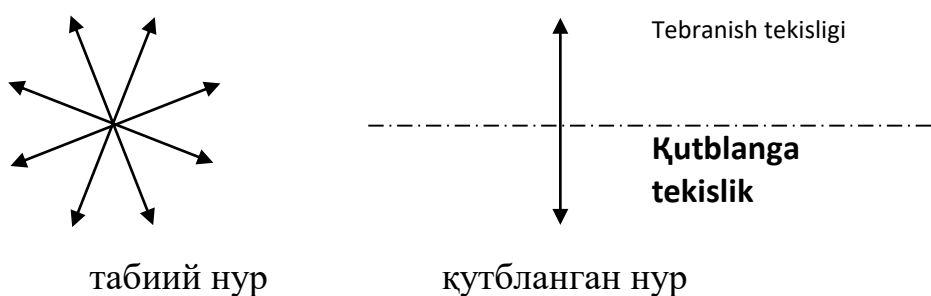
Демак, моляр рефраксия моддаларнинг таркибини индентификациялашда, айниқса, аҳамиятли.

Рефрактометрик анализ усули озиқ-овқат саноатида (ёғ, асал, кофе) моддаларни тозалигини аниқлашда фойдаланилади.

Бу усул энг оддий инструментал анализ усули бўлиб, анализ учун оз модда миқдори талаб қилиниб, тез ва осон бажарилади.²⁹

4.3 Поляриметрик анализ усули

1811 йил Д.Араго кварс кристаллида ва 1815 йил Ж.Био эритмаларни аниқлашда қутбланган текислик бурилишини аниқладилар. Қутбланган нурнинг бурилиш бурчагини ўрганишга асосланган анализ усулига поляриметрик анализ усули дейилади. Маълумки, бир текисликда тебранадиган нур қутбланган нур, текислик эса тебраниш текислиги дейилади.



Қутбланган нурга перпендикуляр текислик қутбланган текислик дейилади.

Барча модда ва эритмалар қутбланган нурга бўлган муносабатига қараб 2 га бўлинади.

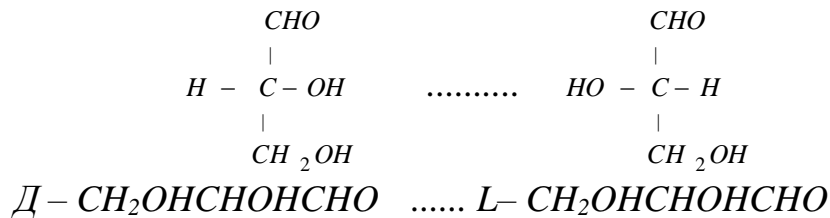
1. Қутбланган нур текислигини ўзгартирадиган оптик актив моддаларга.
2. Қутбланган нур текислигини ўзгартрмайдиган оптик ноактив моддаларга бўлинади.

Моддаларнинг оптик актив хусусияти уларнинг кристал панжараси ва молекуланинг тузилиши билан ҳарактерланади. Ана шу хусусиятларига қараб оптик актив моддалар икки турга бўлинади:

1) Қаттик кристаллар: кварс SiO_2 , $NaClO_3$ ва бошқалар. Айрим ионларни очишда ҳосил қилинадиган кристалл чўкмалар. Масалан: $TlAuCl_4 \cdot 5H_2O$ ва $PbCl_2$ оптик актив хоссага эга. Бундай моддаларнинг кристал панжараси бузилса, эритилса оптик актив хусусияти йўқолади.

2) Иккинчи тур оптик актив моддаларга эритилган ёки газ ҳолидаги моддалар киради. Уларнинг оптик активлиги молекуланинг тузилишига боғлиқ. Буларга органик моддалар: глюкоза, вино кислотаси, морфин, олма кислотаси ва бошқалар мисол бўлади. Масалан: олма кислотаси молекуласининг тузилишини кўрайлик.

²⁹ T.Fischer., Materials Science for Engineering Students, 1st Edition Elsevier UK, 2008 689-pp



Поляриметрик анализ усулининг вазифаси иккинчи тур моддаларни аниқлашга асосланган. Агар оптик актив моддадан қутбланган нур ўтса, у қутбланган текисликни айлантиради. Қутбланган текисликни маълум бир бурчакга бурилиши қутбланган текисликни бурилиш бурчаги дейилади. Қутбланган текисликни бурилиш бурчаги эритмадаги оптик актив модда концентрациясига (С,г/мл), эритма қаватининг қалинлигига (л)боғлиқ.

$$\alpha = \alpha_{\text{сол}} \cdot l \cdot C$$

бунда,

$\alpha_{\text{сол}}$ – қутбланган текисликни солиштирма бурилиши.

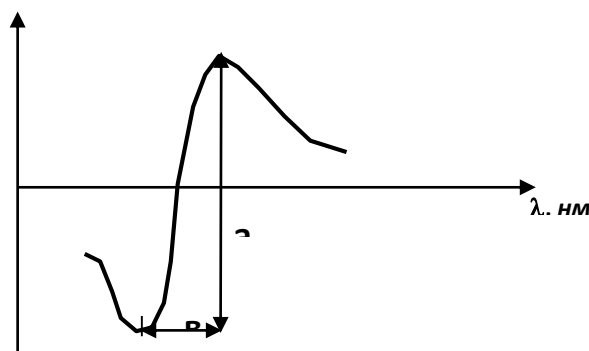
$\alpha_{\text{сол}}$ – қиймати қутбланган нурнинг тўлқин узунлигига, ҳароратга, модда ва эритувчининг табиатига боғлиқ.³⁰

Қутбланган текисликни моляр бурилиши (Φ) солиштирма бурилиши ($\alpha_{\text{сол}}$) ва моляр масса (μ) кўпайтмасига тенг.

$$\Phi = \alpha_{\text{сол}} \cdot \mu$$

Қутбланган текисликни солиштирма ёки моляр бурилишининг ёруғликни тўлқин узунлигига боғлиқлиги оптик бурилишининг дисперсияси дейилади. Тўлқин узунликни камайиши билан оптик бурилиш ошади. Ютилиш спектри чизиқлари чегарасида, у максимум қийматга эришиб, кейин тезда минимумга тушиб, аста-секинлик билан ошади (6-чизма). Бу ўзгариш Коттон эффекти дейилади.

$$a = (\Phi_{\text{max}} - \Phi_{\text{min}})/100$$



6- чизма. Оптик бурилиш дисперсиясининг эгри чизиғи. a – амплитуда, b – Коттон эффектени эни

³⁰ T.Fischer., Materials Science for Engineering Students, 1st Edition Elsevier UK, 2008 789-pp

Солиштирма ва моляр бурилиш ўз ишорасини ўзгартириши маълум таҳлилий қизиқишга олиб келади. Қутбланган текисликни бурилиши кузатилмайдиган ёруғликни тўлқин узунлигига, тўлқин узунлигини ноль бурилиши дейилади. Қутбланган текисликдаги тўлқин иккита доимий қутбланган компонент (унга буриладиган Д ва чапга буриладиган Л) дан иборат бўлиб, тегишли муҳитда ҳар бири маълум моляр нур ютилишининг моляр сўндириш коэффисиенти ΔL ва ΔD қийматларида маълум синдириш кўрсаткичи n_L ва n_D қийматларга эга бўлади. Нур ютилишининг моляр сўндириш коэффисиентларини фарқи айланма дихроизмни ҳарактерлайди.

$$\Delta \varepsilon = \varepsilon_L + \varepsilon_D$$

У, ҳудди шунда моляр эллиптикликни ифодалайди.

$$Q = 2,303 \frac{4500}{\pi} (\varepsilon_L - \varepsilon_D) = 3300 \Delta \varepsilon$$

Коттон эффекти, оптик бурилиш дисперсиясининг эгри чизиги ёрдамида органик ва координацион бирикмаларни структура стерео кимёвий ва фазовий конформация тузилишини баҳолаш мумкин.³¹

Поляриметрик анализ усули ҳозирги кунда минералогия, микрокимё саноатида минерал ва кристалл чўкмаларни ўрганишда. Қанд саноатида моддалар таркибидаги қанд миқдорини аниқлашда. Ёғ саноатида рефрактометрик анализ усули билан биргаликда ёғ таркибини индентификация (таҳлил) лашда ишлатилади. Формасевтика саноатида дорилар таркибини индентификациялашда ишлатилади.

Назорат саволлари:

1. Ёруғлик нури ютилишининг асосий қонуни. (Бугер-Ламберт-Бер қонуни) изохлаб беринг?
2. Оптик анализ усуллари билан эритма концентрациясини аниқлаш йўллари қандай?
3. Рефрактометрик анализ усули қандай?
4. Поляриметрик анализ усули қандай?
5. Тажриба машғулоти

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

³¹ T.Fischer., Materials Science for Engineering Students, 1st Edition Elsevier UK, 2008 581-pp

ЗАМАЛИЙ МАШҒУЛОТ МАТЕРИАЛЛАРИ

1-амалий машғулот: Сифат анализи асослари

Ишдан мақсад: Металларнинг умумий олиниш усуллари, пирометаллургия усули, Металларни оксидланиши, галогенлар ва халкогенлар, Металлар билан кислота эритмалари орасидаги таъсирлашувини ўрганиш ва таҳлил қилиш.

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

Керакли жиҳозлар: Компьютер, проектор, компьютернинг дастурий таъминотлари.

Ишни бажариш учун намуна:

Металларнинг умумий олиниш усуллари

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

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

Пирометаллургия усулда чўян, пўлат, мис, кўрғошин, никел, титан ва бошқа муҳим металлар олинади. Баъзан металларни олишда пирометаллургия усули гидро ва электрометаллургия усуллари билан биргаликда қўлланилиши мумкин.³²

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

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

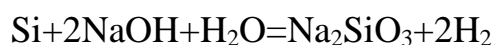
Кўпчилик металлар водород, галогенлар ва халкогенлар (олтингугурт, селен ва теллурлар) билан реакцияда қатнаша оладилар.

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,

³² Callister William D. Jr., Materials Science and Engineering, an Introduction. Wiley and Sons. UK 2014 425-pp

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.



Металллар билан кислота эритмалари орасидаги таъсирлашув стандарт электрод потенциаллари манфий бўлган, яъни электркимёвий, кучланиш қаторида водороддан олдин жойлашган металллар учун хосдир. Шу сабабли бундай жараён оксидловчи хоссага эга бўлмаган (хлорид ва сульфат) 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.



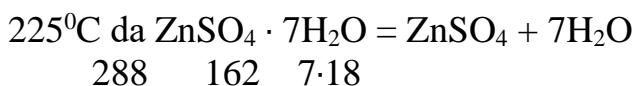
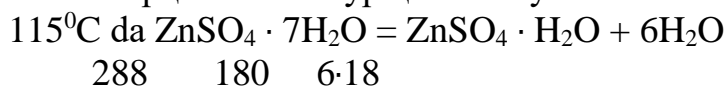
Суюлтирилган нитрат кислота осон оксидлай олади, лекин концентрланган кислота баъзи металлларни пасивлаштиради.

Стандарт электрод потенциали юқори мусбат қийматга эга бўлган металллар – Pt ва Au эритмага ўтказиш учун оксидловчи хоссага 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.³³

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.



Рухнинг 65 атом оғирлигида рухнинг миқдори қуйидагини ташкил этади:

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

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

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

Қуритиш даврида оғирликнинг йўқолиши

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

³³ Callister William D. Jr., Materials Science and Engineering, an Introduction. Wiley and Sons. UK 2014 415-pp

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

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.³⁴



$$100 \quad 56 \quad 44$$

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

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

Ҳажмий бирликлар учун Авагадро қонуни бўйича қуйидагини тузамиз:

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

Шунга кўра қиздирганда 100 кг оҳактошдан 36 кг СО₂ чиқиб кетади, у ҳолда 100 – 36 = 64 кг СаО

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

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

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

³⁴ Callister William D. Jr., Materials Science and Engineering, an Introduction. Wiley and Sons. UK 2014 325-pp

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, проектор, 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 замонвий 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.³⁵

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:

³⁵ Callister William D. Jr., Materials Science and Engineering, an Introduction. Wiley and Sons. UK 2014 125-pp

184 CuFeS₂ - 64 Su

100 CuFeS₂ - X Cu $X = \frac{64 \cdot 100}{184} = 34,6 \% \text{ Cu}$

184 CuFeS₂ - 56 Fe

100 CuFeS₂ - X Fe $X = \frac{56 \cdot 100}{184} = 30,4 \% \text{ Fe}$

184 CuFeS₂ - 64 S

100 CuFeS₂ - X 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



56 32 88

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 холкопирит CuFeS₂ кўринишида бўлади. Унинг рудадаги таркибини аниқланг.

Ечиш: Халкопирит формуласи бўйича CuFeS₂ масса оғирлиги 64 мис, унда 184 масса оғирлигида минерал ҳосил бўлади, у ҳолда 0,40 % мис қуйидагини ташкил қилади.³⁶

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

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

Ечиш: Реакциядан



М 100 2·37 22,41

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

150 л CO₂ олиш учун эса,

1) $\frac{100 \cdot 150}{22,4} = 670 \text{ г тоза CaCO}_3 \text{ ёки}$

2) $\frac{670 \cdot 100}{90} = 744 \text{ г оҳактош}$

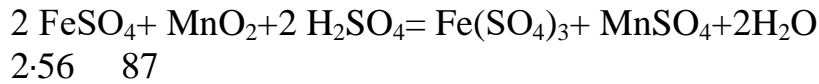
3) $\frac{73 \cdot 150}{22,4} = 489 \text{ г HCl ёки}$

4) $\frac{489 \cdot 100}{20} = 2245 \text{ г } 20\% \text{ ли хлорид кислота}$

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.

³⁶ Callister William D. Jr., Materials Science and Engineering, an Introduction. Wiley and Sons. UK 2014 225-pp

Ечиши: FeSO_4 нинг оксидланиши H_2SO_4 да куйидаги реакция буйича оқиб ўтади.



Реаксиядан келиб чиқадики 112 г FeSO_4 да 87 г MnO_2 керак бўлади. У ҳолда MnO_2 нинг назарий миқдори 2,7 г нинг оксидланиши учун керак бўлган, 1 л эритма таркибида куйидагига тенг:

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

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

$$X = \frac{87 \cdot 2,7}{112} = 2,1 \text{ г } \text{MnO}_2$$

Икки карра ортиқликда бу 1 л эритмада MnO_2 $2,1 \cdot 2 = 4,2$ г ни ёки 1 м^3 эритмада 4,2 кг MnO_2 ни ташкил қилади.³⁷

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

$$\frac{87 \cdot 47}{55} = 74 \% \text{ MnO}_2 \text{ бор.}$$

4,2 кг MnO_2 олиш учун Mn ли руданинг сарфи 1 м^3 эритмада

$$\frac{4,2 \cdot 100}{74} = 5,6 \text{ кг.ни ташкил қилади.}$$

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

Ечиши: 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 А билан, Fe_2S_3 миқдорини М билан, борнит миқдорини Х билан ва халкопиритни Y билан белгилаб, тенглама тузамиз.

1) минералдаги Cu_2S нинг миқдори буйича

Иккала

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

1) Fe_2S_3 нинг миқдори буйича

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

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

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

³⁷ Callister William D. Jr., Materials Science and Engineering, an Introduction. Wiley and Sons. UK 2014 325-pp

$\text{Fe}_2\text{S}_3 \cdot 3\text{Cu}_2\text{S}$ 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 сульфидининг қолдиғи $9,0 - 3,7 = 5,3 \% \text{Fe}_2\text{S}_3$ ҳосил қилади.

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

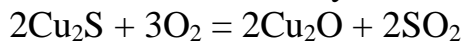
Тенгликка бу белгилашни қўйиб,

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

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

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.³⁸

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



Бу ердан келиб чиқадики, 6 кг атом мис (Cu) олиш учун ($6 \cdot 63,6$) 3 кг мол Cu_2O ($3 \cdot 159$) керак ва 3 мол кислород (O_2) ($3 \cdot 22,4 \text{ м}^3$)

20 т қора мис олиш учун керак.

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

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

Ҳавода 21 % O_2 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

³⁸ Callister William D. Jr., Materials Science and Engineering, an Introduction. Wiley and Sons. UK 2014 455-pp

3-амалий машғулот: Микдорий анализ

Ишдан мақсад: Қаттиқ жисм ва суюқликлар солиштирма оғирлиги, ҳар хил моддалар аралашмасида солиштирма ҳажм, физик ва техник атмосфералар фарқи, абсалют 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 гаммларда ифодаланади (ёки 1 л да кг, 1 м³ да) Шунингдек 4⁰С 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 инобатга олиниши керак.³⁹

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 протсентлар-даги микдори.

д₁,д₂,д₃ – уларнинг солиштирма оғирлиги.

Масалан, агар руда таркибида 65 % ририт (д₁=5), 12% халкопирит (д₂=4,2), 5% ZnС (д₃=4), 18% SiO₂ (д₄=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. (Р, р) – деб бирор юзага таъсир этувчи кучни иш юза майдонида нисбатида айтилади. Механикада босим ўлчов бирлиги атмосфера ҳисобланади, мм симоб устун (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.

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

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 $13,596 \times 760 = 10333$ мм сим.уст. (10,3 м) ёки 1,0333 м атмосфера ёки 1,0333 кг/см² ёки 10333 кг/м² га тенг. ⁴⁰

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

Монометрик ёки ўртача босим (P атм) ва абсолют ёки ҳақиқий (P_а, атом) босим фарқланади.

Абсолют босим-монометрик ва барометрик босимлар алгебраик йиғиндиси:

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

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

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:

$$P_a = P_v - P_n = 750 - 229 = 221 \text{ мм.сим.уст.} = 1,00136 \cdot 221 = 0,3 \text{ кг/см}^2$$

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

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

Назария ва кўпчилик t⁰ ҳисоб-китобларда Келвин (K) шкаласидан фойдаланилади. Бу шкала бўйича олинганда халқаро температура бу абсолют температура T = 273⁰ + t⁰ C га тенг.

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

Кам калория деб, t⁰ C 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?

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

⁴⁰ Callister William D. Jr., Materials Science and Engineering, an Introduction. Wiley and Sons. UK 2014 525-pp

4-амалий машғулот: Оптик анализ усуллари

Ишдан мақсад: Металларда коррозия турлари, Суюқ ёқилғилар таъсирида вужудга келадиган коррозия, электрокимёвий коррозия, металлар коррозиясини олдини олиш, металл сиртини бошқа металлар билан қоплаш, металларга турли қўшимчалар киритиш, коррозион активатор ва ингибиторлар.⁴¹

Масалани қўйилиши: Металларни коррозиядан олдини олишни таҳлил қилиш

Керакли жихозлар: Компьютер, проектор, компьютернинг дастурий таъминотлари.

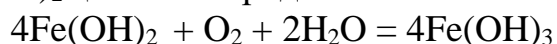
Ишни бажариш учун намуна:

Кўпчилик металлар ҳаво, сув, кислота, ишқор ва тузларнинг эритмалари таъсирида емирилади. Бу ҳодиса *коррозия* дейилади. Коррозия сўзи латинча «*сорродоре*» - *емирилиш* деган маънони англатади. Коррозия ўзининг физик-кимёвий характери жиҳатидан икки хил бўлади: *кимёвий* ва *электрокимёвий 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 *кимёвий коррозия* содир бўлади. Бу айниқса юқори ҳароратли шароитда кўп учрайди, шунинг учун бундай емирилиш металларнинг *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 кимёвий коррозия жумласига киради. Суюқ ёқилғининг асосий таркибий қисмлари металларни коррозиялантирмайди, лекин, нефт ва сурков мойлари таркибидаги олтингугурт, водород сульфид ва олтингугуртли органик моддаларнинг металларга таъсири натижасида коррозия вужудга келади. Сувсиз шароитидагина бу таъсир намоён бўлади. Сувда электро-кимёвий коррозияга айланади.

Электролитлар таъсирида бўладиган коррозия *электрокимёвий коррозия* дейилади. Кўпгина металлар асосан электрокимёвий коррозия туфайли емирилади. Электрокимёвий коррозия металда кичик галваник элементлар ҳосил бўлиши натижасида содир бўлади. Галваник элементлар ҳосил бўлишига сабаб: 1) кўп металлар таркибида қўшимча сифатида бошқа металлар 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: $\text{Fe} - 2\text{e}^- = \text{Fe}^{2+}$

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

⁴¹ Callister William D. Jr., Materials Science and Engineering, an Introduction. Wiley and Sons. UK 2014 425-pp

Зионларини 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.⁴²

Металлар коррозиясини олдини олиш

Металларни коррозиядан сақлашучун 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 каторида 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, бўёк, 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 буюм сирти юқори ҳароратда органик моддалар билан оксидлантирилади (қорайтирилади, кўкартирилади ва ҳоказо); 2) металл буюм (MnO_2 ; NaNO_3 ; $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ каби) оксидловчи моддалар иштирокида концентранган ишқор эритмаси суюқликнинг қайнаш ҳароратигача қиздирилади; 3) металл буюмни бирор электролит эритмаси ичида анод кутбга жойлаб электролиз ўтказилади, бу жараён *анодирлаш* дейилади.⁴³

Коррозион активатор ва ингибиторлар. Коррозия жараёнининг тезлигига эритмаларда бўлган ионлар, яъни H^+ ва OH^- ионлари концентрасияси, эритманинг (pH и катта таъсир кўрсатади. H^+ ионлари концентрасияси ортса, коррозия

⁴² Callister William D. Jr., Materials Science and Engineering, an Introduction. Wiley and Sons. UK 2014 425-pp

⁴³ Callister William D. Jr., Materials Science and Engineering, an Introduction. Wiley and Sons. UK 2014 525-pp

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, мочевино, алдегидлар, сульфидлар, хроматлар, фосфатлар, нитритлар, силикатлар ва ҳоказолар коррозион ингибиторлардир.

Мавзуга доир масалалар ечиш

1-мисол: 1 м^2 юзали пўлат листни коррозиядан сақлаш учун $0,1\text{ мг}$ рух сарфланса, 500 м^2 юзали худди шундай пўлат листни юзасини рух билан қоплаш учун сарфланадиган рухнинг миқдорини (г) топинг.

Ечиш: $1\text{ м}^2 - 0,1\text{ мг}$

$500\text{ м}^2 - x = 50\text{ мг} = 0,05\text{ г}$ Жавоб: $0,05\text{ г Zn}$.

2-мисол $4\text{Fe}(\text{OH})_2 + \text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O} = 4\text{Fe}(\text{OH})_3$ реакцияда 180 кг темир (II) гидроксидни қанча ҳажмдаги кислород (н.ш.да) тўла темир (III) гидроксидга айлантиради?

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

$360\text{ кг} - 22,4\text{ м}^3 \text{ O}_2$

$180\text{ кг} - x = 11,2\text{ м}^3$ Жавоб: $11,2\text{ м}^3 \text{ O}_2$.

3-мисол: 1200° C да 15 кг алюминий гидроксидни парчалаш натижасида неча кг алюминий оксиди олиш мумкин?

Ечиш: жараён реакцияси қуйидагича:



$2 \cdot 78 = 156\text{ кг} - 102\text{ кг}$

$15\text{ кг} - x = 9,8\text{ кг}$ Жавоб: $9,8\text{ кг Al}_2\text{O}_3$.

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° C 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 реакциялар-нинг тезлиги қандай омилларга боғлиқ?
4. Реаксияга кириша-ётган моддалар систе-масининг 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 иқтисодий бошқарув фанларини ўрганишда фойдаланиш тартибида қўлланилган. Кейсда очиқ ахборотлардан ёки аниқ воқеа-ҳодисадан вазият сифатида таҳлил учун фойдаланиш мумкин. Кейс ҳаракатлари ўз ичига қуйидагиларни қамраб олади: Ким (Who), Қачон (When), Қерда (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 бирданга 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	Баланс длиги, мм	Масса, кг	Ишлаб чиқарувчи и мамалака т	Нархи АҚШ доллари	Аналог, русуми ва мамалак ат	Тармоқ Куч ланиш	Истеъ мол қувва ти
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 изохланг?
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 мамалакат	Нархи АҚШ доллари	Аналог, русуми ва мамалакат	Тармоқ кучланиши	Истеъмол қуввати
450	630	1250	89,0	Россия	22 000	Хитой	220-380 В	5 кВт

VII. 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, obtrtgа 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	This systematic approach to management systems, ie a comprehensive research

	электронлардан таркиб тошган электр нейтрал заррачадир	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 ҳосил 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 ҳажмий 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 борадиган реакциялар	The reasons for the development of these systems tasavurlar 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>	химёнинг турли жараёнлардаги иссиқлик эффектларини урганадиган булим	providing the original study of the original features of Deputy
<i>Далътонидлар</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 ёки биргаликда иштирок этиш	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>Гомеопольар</i>	(атом бирикмалар) ковалент 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 электронлар жуфтини берадиган атом	is a Greek word, which are legally represented by elements

		linked to one of a number of known integrity
<i>Актсенатор</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 сондаги ковалент боғланиш хосил қилиш хусусияти.	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 тури ва сонини курсатади	фақат сифат яъни
<i>Катализ</i>	реакцияларнинг тезлигини узгартирадиган модда лекин узи иштирок этмайди	All models of the content and structure of a derivative of the model. Council common cause of mathematical research is treated as a separate object.
<i>Мусбат</i>	катализ реакцияни тезлаштиради	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>Манфий</i>	катализ реакцияни секинлаштиради	Good luck to communicate with any elements of nature that are called Contacts between the bow and the determination to find content
		There may be a relationship between the elements of his

VII. ФОЙДАЛАНИЛГАН АДАБИЁТЛАР РЎЙХАТИ

Махсус 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. 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].
5. Нурмуродов С.Д., Норкулов А.А. Теплофизические основы структурообразования в литых биметаллических композитах. Монография. – Ташкент: Фан ва технология, 2010. 160 с.
6. Нурмуродов С.Д. Теоретические и технологические аспекты создания конструкционных материалов на основе мелкодисперсных порошков тугоплавких металлов. Монография. – Ташкент, ТашГТУ, 2012.-136 с.
7. Нурмуродов С.Д., Расулов А.Х. Создание конструкционных материалов с использованием ультрадисперсных порошков вольфрама: Монография - Ташкент, ТашГТУ, 2015. 168 с.
8. Норхуджаев Ф. Р. Материалшунослик, Дарслик.-Т.: Фан ва технология, 2014й.
9. Расулов А.Х. ва бошқалар. “Материалшунослик ва конструкцион материаллар технологияси” УМК. Т: 2020й.
- 10.С.Д. Нурмуродов, А.Х. Расулов, Қ.Ф. Баходиров. Материалшунослик ва конструкцион материаллар технологияси. Дарслик.-Т.: Фан ва технология, нашриёти 2015й. 238 б.
11. С.Д. Нурмуродов, А.Х. Расулов, Қ.Ф. Баходиров. Конструкцион материаллар технологияси. Дарслик.-Т.: Фан ва технология, нашриёти 2015й. 270 б.
- 12.Зиямухамедова У.А., Нурмуродов С.Д., Расулов А.Х. Металлшунослик. Дарслик. – Тошкент, «Fan va texnologiya» nashriyoti, 2018. 250 бет.

Интернет ресурслари:

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