

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

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

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

**МАТЕРИАЛШУНОСЛИК ВА ЯНГИ МАТЕРИАЛЛАР
ТЕХНОЛОГИЯСИ
йўналиши**

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

Ў Қ У В – У С Л У Б И Й М А Ж М У А

Тошкент – 2016

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

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

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

**“МАТЕРИАЛЛАРНИ ТАДҚИҚОТ ҚИЛИШНИНГ
ИЛГОР УСУЛЛАРИ”**

модули бўйича

ЎҚУВ-УСЛУБИЙ МАЖМУА

**Тузувчилар: PhD. доц. Абидов А.И.,
т.ф.н. доц. Нурмуродов С.Д.**

Тошкент -2016

Мазкур ўқув-услубий мажмуа Олий ва ўрта махсус таълим вазирлигининг 2016 йил 6 апрелидаги 137-сонли буйруғи билан тасдиқланган ўқув режа ва дастур асосида тайёрланди.

Тузувчилар: ТДТУ, “Материалшунослик ва материаллар технологияси” кафедраси доктор инжиниринг А.И. Абидов
“Материалшунослик ва материаллар технологияси” кафедраси доценти, т.ф.н., С.Д. Нурмуродов

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

Ўқув -услубий мажмуа Тошкент давлат техника университети Кенгашининг 2016 йил _____даги ____-сонли қарори билан нашрга тавсия қилинган.

МУНДАРИЖА

I.	Ишчи дастури.....	5
II.	Модулни ўқитишда фойдаланиладиган интерфаол таълим методлари	11
III.	Назарий материаллари	15
IV.	Амалий машғулот материаллари.....	89
V.	Кейс банки	103
VI.	Мустақил таълим мавзулари	107
VII.	Глоссарий	108
VIII.	Адабиётлар рўйхати	113

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 жараёнида 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 модулни мақсади ва вазифалари

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

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

Тингловчи:

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

Модулни ташкил этиш ва ўтказиш бўйича тавсиялар

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

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

Модулнинг ўқув режадаги бошқа модуллар билан боғлиқлиги ва узвийлиги

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

Модулнинг олий таълимдаги ўрни

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

Модул бўйича соатлар тақсимоти

№	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	4	4	2	2		
3.	Миқдорий анализ	4	4	2	2		
4.	Титриметрик анализнинг оксидланиш-қайтарилиш усули	2	2	2			
5.	Электр ўтказувчанлик	2	2	2			
6.	Оптик анализ усуллари	4	4	2	2		
7.	Физик – кимёвий анализ	4	2	2			2
	Жами:	24	22	14	8		2

НАЗАРИЙ МАШҒУЛОТЛАР МАЗМУНИ

1-мавзу: Сифат анализи асослари.

Кимёвий анализ. Сифат анализи. Миқдорий анализ. Аналитик, умумий ва хусусий реакция. Реакцияларнинг сезгирлиги ва ўзига хослиги. Катионларнинг аналитик гуруҳлари. Гуруҳ реагенти. Системали анализ.

Сифат анализининг усуллари. Аналитик реакцияларнинг бажарилиш усуллари. Аналитик реакцияларни амалга оширишнинг шарт-шароитлари, реакцияларнинг сезгирлиги, ўзига хослиги. Эритмани бўлиб-бўлиб ва систематик анализ қилиш. Гуруҳ реагенти. Катионларнинг аналитик гуруҳларга бўлиниши.

2-мавзу: Гетероген системаларда мувозанат

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

3-мавзу: Миқдорий анализ

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

4-мавзу: Титриметрик анализнинг оксидланиш-қайтарилиш усули

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

5-мавзу: Электр ўтказувчанлик

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.

6-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 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.

7-мавзу: Физик – кимёвий анализ

Физик – кимёвий анализ усуллари. Анализ усулларининг тавсифи, сезгирлиги. Анализ натижаларининг қайта такрорланиши. Анализнинг қуйи чегараси, аниқлиқ, потенциометрик усулнинг назарий асоси, электрод. Галваник элементнинг ЭЮК ни ўлчаш. Электроднинг турлари. Индикатор электроди. Таққослаш электроди. Ионселектив электроди. Тўғри потенциометрия. Потенциометрик титрлаш. Потенциометрик титрлашда эквивалент нуқтани аниқлаш. Потенциал сакраш. Потенциал сакрашга таъсир қилувчи омиллар. Потенциометрик титрлашда қўлланиладиган реакциялар. Потенциометрик титрлашнинг афзаллиги ва камчилиги. Тўғри потенциометрия ва потенциометрик титрлашни ишлатиш соҳалари.

АМАЛИЙ МАШҒУЛОТ МАЗМУНИ

1-амалий машғулот:

Сифат анализи асослари.

Металларнинг умумий олиниш усуллари. Пирометаллургик усул. Металларни оксидланиши. Галогенлар ва халкогенлар. Металлар билан кислота эритмалари орасидаги таъсирлашуви. Металларнинг кимёвий хоссалари ва улар асосида мисоллар бажариш

2-амалий машғулот:

Гетероген системаларда мувозанат

Металлургик жараёнларда хомашёнинг минералогик таркиби эритиш пайтида ҳосил бўладиган штейн. Шлак ва газларга доир мисол ва масалалар. Metallургик ҳисоботлар учун мисоллар.

3-амалий машғулот:

Микдорий анализ

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

4-амалий машғулот:

Оптик анализ усуллари

Металларда коррозия турлари. Сууқ ёқилғилар таъсирида вужудга келадиган коррозия. Электрохимий коррозия. Металлар коррозиясини олдини олиш. Металл сиртини бошқа металлар билан қоплаш. Металларга турли қўшимчалар киритиш. Коррозион активатор ва ингибиторлар. Коррозия турлари. металларни 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 тутди.

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 тутди. *Табақалашган гуруҳли иш* гуруҳларда турли топшириқларни бажаришни назарда тутди.

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

БАҲОЛАШ МЕЗОНИ

№	Баҳолаш турлари	Балл	Максимал балл
1	Кейс	1.5 балл	2.5
2	Мустақил иш	1.0 балл	

II. МОДУЛНИ ЎҚИТИШДА ФОЙДАЛАНИЛАДИГАН ИНТЕРФАОЛ ТАЪЛИМ МЕТОДЛАРИ.

“Тушунчалар таҳлили” методи

Методнинг мақсади: мазкур метод талабалар ёки катнашчиларни мавзу буйича таянч тушунчаларни ўзлаштириш даражасини аниқлаш, ўз билимларини мустақил равишда текшириш, баҳолаш, шунингдек, янги мавзу буйича 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	ҳар бир иштирокчи берилган тугри жавоблар билан ўзининг шахсий муносабатини таққослайди, фарқларини аниқлайди ва ўз билим даражасини текшириб, баҳолайди.

Модулдаги таянч тушунчалар таҳлили

Тушунчалар	Сизнингча бу тушунча қандай маънони англатади?	Қўшимча маълумот
<i>Гидроформинг</i>	риформингнинг бир тури бўлиб, ароматик углеводородлар миқдорини кўпайтириш учун хизмат қилади..	
<i>Гидрогенизатсия</i>	водород кўшилиши ҳисобига тўйиниш реакцияси	
<i>Гидротозалаш</i>	олтингугурт, азот ва кислород бирикмаларидан тозалашда қўлланилади. Бу усулда бу бирикмалар водород билан қайта тикланиб, сувда яхши эрийдиган олтингугурт 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 энгиллаштириш 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 намоиш этилади;
3-босқич	таълим олувчилар индивидуал тарзда матн билан танишиб чиқиб, ўз шахсий қарашларини махсус белгилар орқали ифодалайдилар. Матн билан ишлашда талабалар ёки қатнашчиларга махсус белгилардан фойдаланиш тавсия этилади.
4-босқич	Белгиланган вақт якунлангач, таълим олувчилар учун нотаниш ва тушунарсиз бўлган маълумотлар ўқитувчи томонидан таҳлил қилиниб, изоҳланади, уларнинг моҳияти тўлиқ ёритилади. Саволларга жавоб берилади ва машғулот якунланади.

Белгилар	1 матн	2 матн	3 матн
“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.

“Хулосалаш” методи

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

Методнинг ўқув жараёнига татбиқ этилиши

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

Эритма концентрациясини аниқлаш йўллари

Рефрактометрик		Поляриметрик		Оптик	
афзаллиги	камчилиги	афзаллиги	камчилиги	афзаллиги	камчилиги
ги					и
					ги
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

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

Аналитик реакцияларнинг бажарилиш усуллари

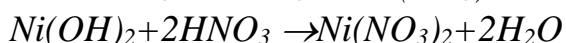
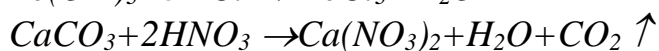
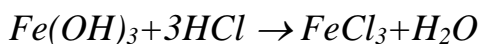
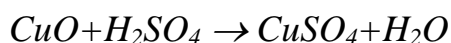
Аналитик реакция "куруқ" ва "хўл" усуллар билан ўтказилиши мумкин. Куруқ усулда текшириладиган модда ва реактивлар қаттиқ ҳолатда олинади ва реакция қиздириш йўли билан амалга оширилади:

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

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

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

Масалан:



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

Бундай кимёвий реакцияларга аналитик реакциялар дейилади:

“Одатда бундай ташқи эффектлар :

1) Газ ажралиб чиқиши

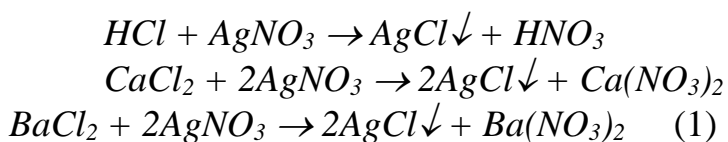
2) эритма рангининг ўзгариши

3) Чўкма тушиши (ёки эриб кетиши) дан иборат бўлади»

Анорганик моддаларни анализ қилишда кўпинча тузлар, кислоталар, асосларнинг сувдаги эритмалари билан иш кўрилади. Маълумки, бу моддалар электролитлардир, яъни улар сувдаги эритмаларида ионларга диссоциланган бўлади. Шу сабабли "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 ҳулоса чиқарилади.

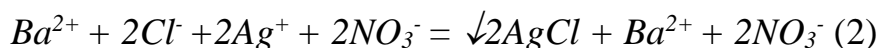
Масалан: HCl ёки ҳлоридларнинг эритмасидан ҳлорни топиш учун AgNO_3 таъсир эттирилади. Бунда сузмасимон оқ чўкма AgCl ҳосил бўлади. Чўкмага қараб ҳлор борлиги аниқланади.

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

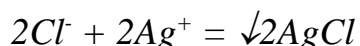


ва ҳоказо.

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



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



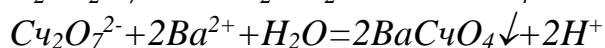
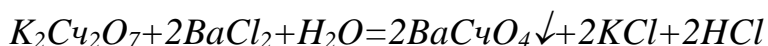
Тенгламанинг иккала томонини бир хил сонга қисқартириш мумкин бўлган ҳолларда қисқартирилади, масалан, юқоридаги реакция тенгламасини иккига қисқартириб ёзилади:



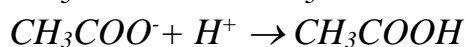
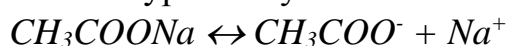
(1)-реакциянинг молекуляр тенгламаси, (2)-реакциянинг молекуляр ионли тенгламаси, (3)-реакциянинг молекуляр-ионли қисқартирилган тенгламаси.³

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 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

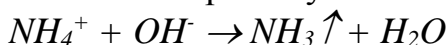
³ Callister William D. Jr., Materials Science and Engineering, an Introduction. Wiley and Sons. UK 2014 805-pp

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

Реакциянинг сезилувчанлиги миқдорий жиҳатдан бир-бирига боғланган иккита кўрсаткич – топилиш минимуми ва суюлтириш чегараси билан характерланади. 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, хиди ва бошқа хоссаларидан аммиак ажралиб чиқаётганлиги осонгина билинадиган NH_4^+ ни аниқлаш реакциясини мисол келтириш мумкин.



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

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

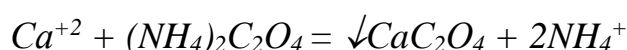
Реакция ижобий натижа берадиган ионлар сони қанча кам бўлса, реакциянинг селективлик даражаси шунча юқори бўлади

1.3 Эритмани бўлиб-бўлиб ва систематик анализ қилиш

Аниқланиши керак бўлган ионларни спесифик реакциялардан фойдаланиб текшириляётган эритманинг алоҳида улушларидан бевосита аниқлаш, бўлиб-бўлиб анализ қилиш дейилади. Лекин ҳамма ионлар учун спесифик реакциялар йўқ. Айрим ионлар иккинчисини топишга ҳалақит беради. Масалан, Ba^{2+} иони Ca^{2+} ни топишга ҳалал беради. Бундай ҳолларда ҳар бир алоҳида ионни маълум кетма кетликда аниқлаш реакцияларини ишлаб чиқишга тўғри келадиган усулидан фойдаланилади. Бунда ҳар бир

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

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, $K_2Cr_2O_7$ билан сариқ 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 $(NH_4)_2C_2O_4$ 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 ҳил 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) ортиқча қўшилган реагент эритмада қолган ионларни топишга ҳалал бермаслиги керак.

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

Водород сульфидли усул;

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

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

II гуруҳ: Ba^{2+} , Sr^{2+} , Ca^{2+} катионлари, гуруҳ реагенти аммоний карбонат $(NH_4)_2CO_3$, аммиакли буфер эритма ($NH_4OH + NH_4Cl$) иштирокида, ҳарорат $70-80^\circ C$.

III гуруҳ: Fe^{2+} , Fe^{3+} , Cr^{3+} , Al^{3+} , Mn^{2+} , Zn^{2+} , Co^{2+} , Ni^{2+} катионлари, гуруҳ реагенти аммоний сульфид $(NH_4)_2S$, аммиакли буфер эритма (NH_4OH ва NH_4Cl) иштирокида, ҳарорат $70-80^\circ C$.

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

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 қийин 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 $2n \text{ HCl}$.

II гуруҳ: Ba^{2+} , Sr^{2+} , Ca^{2+} катионлари, гуруҳ реагенти $2n \text{ H}_2\text{SO}_4$

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

IV гуруҳ: Mg^{2+} , Mn^{2+} , Fe^{2+} , Fe^{3+} , Bi^{3+} , Sb^{3+} , Sb^{5+} катионлари, гуруҳ реагенти $25\% \text{ NH}_4\text{OH}$.

V гуруҳ: Cu^{2+} , Cd^{2+} , Ni^{2+} , Co^{2+} , Hg^{2+} катионлари, гуруҳ реагенти $2 n \text{ NaOH}$ бўлиб, ҳосил бўлган чўкма ортиқча $25\% \text{ NH}_4\text{OH}$ 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.

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

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

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^{+} , $[Hg_2]^{2+}$, Pb^{2+} даврий системанинг чап томонида жойлашган. Агар тегишли катионлар электрон қаватининг тузилишига эътибор берсак, биринчи ва иккинчи аналитик гуруҳнинг натижалари, шунингдек, учинчи гуруҳнинг $(NH_4)_2S$ 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 эриydi. Лекин у аммоний тузларида эриydi ва шунинг учун ҳам уни $(NH_4)_2SO_3$ таъсирида тўлиқ чўктириб бўлмайди. Шунга кўра Mg^{2+} ионини I гуруҳ билан бирга эритмада қолдириш мақсадида, I-II гуруҳни аммиакли буфер эритма (NH_4OH ва NH_4Cl) иштирокида чўктириш керак Mg^{2+} ионини I гуруҳга киритилишига сабаб ҳам, ана шу.⁷

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

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

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

2-мавзу: Гетероген системаларда мувозанат

Режа:

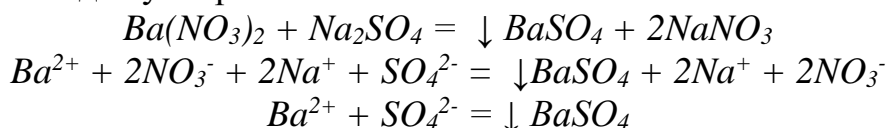
1. Чўктириш – кимёвий анализ усули
2. Эрувчанлик кўпайтмаси
3. Чўкмаларнинг ҳосил бўлиши ва уларга таъсир қилувчи омиллар

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

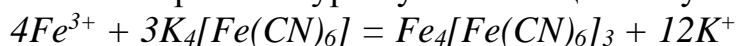


Модданинг хоссаси ва чўктириш шароити (ҳарорат, концентрация, рН муҳит ва бошқалар) га қараб чўкмалар ҳар хил кўринишда бўлади: паға-паға $Al(OH)_3$, ивиқ (H_2SiO_3), донадор ($PbSO_4$), кристалл ($BaSO_4$), сузмасимон ($AgCl$) ва бошқалар.

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

Чўктириш усулидан кимёвий анализда қуйидаги мақсадларда:

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



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

3) Аралашмадан айрим ионларни ажратиб концентрлашда;

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

Табиатда мутлоқ эримайдиган модда бўлмайди. Чўкма ҳосил бўлиши билан қайтар эриш жараёни боради. Чўкма ва тўйинган эритма ҳар хил фаза, яъни гетероген системадан иборат. Гетероген системанинг бир-биридан

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

чегара сиртлар билан ажраладиган айрим қисмлари (чўкма ва тўйинган эритма), фаза деб аталади.

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



қаттиқ фаза чўкма суюқ фаза эритма

Массалар таъсири қонунига мувофиқ:

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

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

[AgCl] – қаттиқ фазадаги модданинг концентрацияси

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

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

Бу миқдор эрувчанлик кўпайтмаси деб аталади (ЕК).

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

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

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

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

2.2 Эрувчанлик кўпайтмаси

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

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

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 $f_{M^{n+}}^m \text{ ва } f_{A^{m-}}^n$ ни

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

бирга тенг деб олинса, хато бўлмайди. Бундан одатда, амалда қўлланиладиган тахминий тенгламани ҳосил қиламиз:

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

Осон эрийдиган электролитларда f нинг қиймати бирга тенг эмас. Шунинг учун улардаги ионлар активлигини концентрация билан алмаштириб бўлмайди. Агар берилган қийин эрувчан бирикманинг эрувчанлик кўпайтмаси $\mathcal{E}K < n \cdot 10^{-7}$ бўлса, активлик коэффициентини ҳисобга олмаса ҳам бўлади. Агар $\mathcal{E}K > n \cdot 10^{-7}$ 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: $M_{\text{CaCO}_3} = 100,69$

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

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

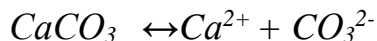
Демак,

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

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

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

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



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

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

$$X = \mathcal{E} = \sqrt{\mathcal{E}K} = \sqrt{4,7 \cdot 10^{-9}} = 6,85 \cdot 10^{-5} \text{ моль/л}$$

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

$$\mathcal{E} = 6,85 \cdot 10^{-5} \cdot 100,69 = 6,9 \cdot 10^{-3} \text{ г/л}$$

Чўкма қуйидаги ҳолларда қисман ёки тўлиқ эриши мумкин:

- а) комплекс бирикма ҳосил бўлиши ёки газ ажралиб чиқиши;
- б) ёнаки жараёнлар бориши ;
- в) оксидланиш даражасининг ўзгариши ;
- г) $[\text{H}^+]$ ионлари концентрациясининг ошиши ;

д) чўкмага ионлари бўлган бирор кучли электролитни кўшиш ва ҳоказо.¹⁰

2.3 Чўкмаларнинг ҳосил бўлиши ва уларга таъсир қилувчи омиллар

Агар кийин эрувчан электролитнинг ионлар концентрациясининг кўпайтмаси унинг эрувчанлик кўпайтмасидан кам бўлса, эритма тўйинмагандир. ЭК - коидасига мувофиқ берилган, кийин 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 микдорининг таъсири. Тўла чўктириш учун чўктирувчининг микдори бир ярим баробардан ортиқча олинади. Чўктирувчининг ортиқча кўшилишидан эритмадаги чўктириладиган ионларнинг концентрацияларини мос равишда камайишига, яъни чўкманинг тўла чўкишига олиб боради.

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

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

Демак, кийин 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. Кўшилаётган 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

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

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

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 характерига (аморф, кристалл) қараб турли ҳароратда чўктирилади.

Назорат саволлари:

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

Фойдаланилган адабиётлар:

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

3-мавзу: Миқдорий анализ

Режа:

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

Таянч сўз ва иборалар:

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

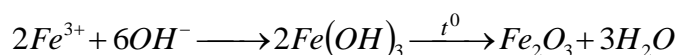
Гравиметрик анализ уч турга бўлинади:

- 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 айлантдирилади ва шу модданинг массаси аналитик тарозида тортилиб модда миқдори аниқланади. Масалан:

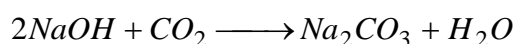
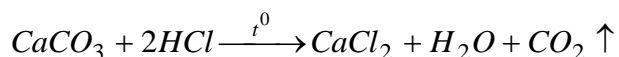
¹² T.Fischer., Materials Science for Engineering Students, 1st Edition Elsevier UK, 2008 285-pp



аникланадиган чуктириладиган тортиладиган
 модда шакл шакл

3) Ҳайдаш усулида аникланадиган модда учувчан бирикма холида ҳайдалади. Бунда аникланадиган модда киздириш ёки бошқа модда (реактив) таъсирида учувчан бирикма ҳосил қиладиган холига ўтказиш билан ажратилади. Ҳайдаш усуллари тўғри ва тескари бўлиши мумкин.

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



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

Миқдорий анализдаги хатолар

Миқдорий анализдаги хатолар ўз ҳарактерига кўра:

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

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

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

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

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

2. Тасодикий хатолар. Келиб чиқиши маълум бир қонуниятга асосланмай, катталиги ва ишораси номаълум бўлган хатолар тасодикий

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

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 ҳотолардан фаркли равишда тасодифий хатоларни бирор тузатма киритиш йўли билан йўқотиб бўлмайди. Фақат параллел аниқлашлар олиб бориш билан тасодифий хатони камайтириш мумкин.¹⁴

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

Микдорий аниқлашларда йўл қўйилган хатоларни қуйидагича ифодалаш мумкин.

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

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

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

3.2 Гравиметрик анализнинг бажарилиш тартиби

Кўпчилик ҳолларда юқорида, айтиб ўтилган усуллардан бири-чўктириш усулидан фойдаланилади. Моддаларнинг микдорини 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 қуриштириш ва тортиладиган шаклга ўтказиш ;
- 8) анализ натижаларини ҳисоблаш .

Анализ учун намуна олиш

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

Тажрибалар натижаси шуни кўрсатадики ҳосил бўладиган чўкма кристалл тузилишли бўлса, массаси 0,5 г, аморф тузилишли модда бўлса, 0,1

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

- 0,3 г атрофида бўлиши керак. Намунанинг массаси чўктириш реакциясининг тенгламаси асосида қуйидаги формула билан ҳисобланади:

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

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

M_A – аниқланадиган модданинг молекуляр массаси.

M_B – тортиладиган шаклнинг молекуляр массаси.

a, b – реакция тенгламасидаги стехиометрик коэффициентлар.

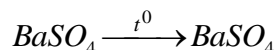
Намунанинг массаси аналитик тарозида 0,0001г, тўрт ҳона (10^{-4}) аниқликда тортилади.¹⁵

Олинган намунани эритиш

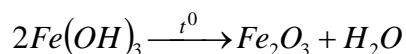
Намунани эритиш учун зарур бўлган, тегишли эритувчи олдиндан танланади. Модда аввал сувда эритилади. Эримаса кислота ёки ишқорда, баъзан кислота (ишқор) билан оксидловчи аралашмасини қиздириб эритилади. Модда эритмага ўтказилгандан кейин аниқлаш давом эттирилади.

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 охирига натижасини олиш учун тарозида тортиладиган бирикма эса тортиладиган шакл дейилади. Масалан:



чўктириладиган шакл тортиладиган шакл



чўктириладиган шакл тортиладиган шакл

Чўктириладиган шаклга қўйиладиган талаблар:

- а) аниқ кимёвий формулага мос келиши;
- б) кам эрувчан бўлиши, яъни эрувчанлик кўпайтмаси $1 \cdot 10^{-8}$ дан кичик бўлиши ;
- в) кристалл тузилишга эга бўлиши;
- г) осон ювилиши ва филтрланиши;

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

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 O_2 , ҳаво, оксидловчилар, SO_2 , нам таъсирида ўзгармаслиги;

в) катта молекуляр массага эга бўлиши керак .

Чўктирувчи модда (реагент)ни танлаш

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

Масалан: Ba^{2+} ни бир неча ҳил қийин 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 қўйиладиган асосий талаблар:

а) тез ва осон кам эрувчан чўкмани (бирикма) ҳосил қилиши ;

б) селектив бўлиши, яъни фақат шу аниқланаётган модда билан чўкма ҳосил қилиб, бошқа ионлар билан реакцияга киришмаслиги ;

в) осон ҳайдалиши ёки ажралиши;

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

г) заҳарли бўлмаслиги ;

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

Чўктирувчи ҳажми қуйидаги формула билан ҳисобланади:

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

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

m_n – намунанинг массаси, г

M_A – аниқланадиган модданинг молекуляр массаси, г

M_B – чўктирувчининг молекуляр массаси, г

V_B – чўктирувчи эритмасининг ҳажми, см³, (мл)

ρ - чўктирувчи эритмасининг зичлиги, г/см³ ёки г/мл

c – чўктирувчи эритмасининг фоиз концентрацияси

a, v – реакция тенгламадаги стеҳиометрик коэффисиентлар

3.3 Гравиметрик шаклни тортиш ва анализ натижаларини ҳисоблаш

Чўктириш шароитини танлаш

Тўла чўктиришга таъсир қилувчи омиллар:

а) эритманинг рН, $[H^+]$, $[OH^-]$;

б) ҳарорат;

в) бегона ионларнинг бор ёки йўқлиги.

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

Кристалл чўкмани чўктиришнинг шарт-шароитлари

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

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

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

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

Аморф чўкмаларни чўктириш шарт-шароитлари

1) чўктиришда аниқланаётган модда чўктирувчининг қайноқ эритмаси ёрдамида чўктирилади;

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

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

4) чўктиришда концентранган эритмалар ишлатилади.

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

Коллоид эритмаларда бир ҳил электр зарядининг бўлиши ва бу зарядлар орасида электростатик итариш кучлари, коллоид заррачаларнинг бир-бири билан бирикишига тўсқинлик қилади. Бу зарядлар эритмадаги ионларнинг заррачаларга адсорбиланиши натижасида пайдо бўлади ва қарама-қарши ишорали ионларнинг адсорбиланиши натижасида

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

нейтралланиши мумкин. Шу сабабли коллоид эритмаларга бирор электролит коагулятор кўшилади. Коагуляторнинг қарама-қарши зарядланган ионлари коллоид заррачалар сиртига адсорбцияланиб, уларни зарядсизлантиради ва ўзаро бирикишига имкон беради. Коагуляторнинг минимал концентрацияси коллоид заррача зарядига қарама-қарши зарядли ион валентлигининг камайиши билан тез ортиб боради. Масалан, заррачалари манфий зарядланган As_2S_3 золи катионларнинг адсорбиланиши билан коагуляцияланади, унда Al^{3+} , Ba^{2+} ва K^+ ионларининг коагуллолчи 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 қобигини бузиш учун концентрацияси анча юқори бўлган электролитлар ишлатилади. Концентрацияси юқори бўлган электролит ионлари сольватланиб коллоид заррачалардан эритувчининг молекулаларини тортиб олади ва уларни зарядсизлантиради, натижада золь коагулланади. Бу жараён тузланиш дейилади.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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.

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

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

Чўкмани филтрлаш ва ювиш.

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

Филтрлашда филтрнинг катта кичиклиги жуда муҳимдир. Филтрни филтрладиган суяқликнинг 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

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

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

Фильтрланаётганда фильтрнинг тешикчалари чўкма заррачалари билан тез бекилиб қолмаслиги учун, дастлаб суюқликни фильтрга шиша таёқча бўйлаб, чўкмани чайқатмасдан қуйилади.

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

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

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

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

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

Чўкмани қуришиш ва тортиладиган шаклга ўтказиш

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

Тортма анализнинг афзаллиги - аниқлиги катта.

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

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

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 миқдорига тўғри келиши ҳисоблаб топилади.

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

m_1 – тортиладиган шаклнинг массаси, г

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

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

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?
2. Миқдорий 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: Титриметрик анализнинг оксидланиш-қайтарилиш усули

Режа:

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

Таянч сўз ва иборалар:

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

4.1 Оксидловчи ва қайтарувчиларнинг моляр эквивалент массасини ҳисоблаш

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

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

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

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

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

$$M_{(э.экв)} = \frac{M}{n}$$

M - оксидловчи ва қайтарувчи модданинг моляр массаси;

n – қабул қилган ёки берган электронлар сони ;

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

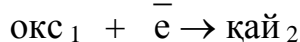
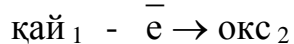
Титрлаш эгри чизиғи

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

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

титрлашнинг турли нуқталарида оксидланиш потенциали ҳам ўзгаради.

Титрлаш ярим реакция кўринишида



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

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

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

E_1^0 ва E_2^0 – оксидловчи – қайтарувчи жуфтларнинг нормал потенциали.

Масалан: 100 мл 0,1 н $FeSO_4$ эритмасини кислотали муҳитда $[H^+] = 0,1$ моль/л, 100 мл 0,1н стандарт $KMnO_4$ эритмаси билан титрлаш эгри чизиғини чизинг.

Титрлаш жараёнининг айрим нуқталарида оксидланиш-қайтарилиш потенциали қуйидагича ҳисобланади:

1. Титрлангунга қадар потенциални ҳисоблаш:

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

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

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

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

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

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

унда

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

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

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

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

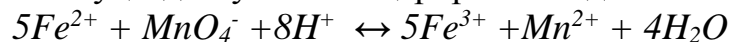
Агар 100 мл 0,1 н $FeSO_4$ эритмасига 99,9 мл 0,1 н $KMnO_4$ қўшилганда эритмада Fe^{2+} ионининг ҳажми 0,1 мл қолади:

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

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

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

3. Эквивалент нуқтада мувозанат қарор топганда



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

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

Тенгламани ҳадма – ҳад қўшсак

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

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

$$5[Fe^{2+}] = [MnO_4^-] \quad 5[Fe^{3+}] = [Mn^{2+}]$$

Иккинчисини биринчисига бўлганда

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

$\lg 1 = 0$ унда,

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

4. Эквивалент нуктадан кейинги нукталарда потенциални ҳисоблаш. 100 мл 0,1 н FeSO₄ эритмасига 100,1 мл KMnO₄ қўшилганда [MnO₄⁻] ионлари ортиқча бўлиб [Fe²⁺] ионлари жуда кам бўлганда ²⁴

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

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

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

Бу нуктадаги системанинг потенциали:

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

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

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

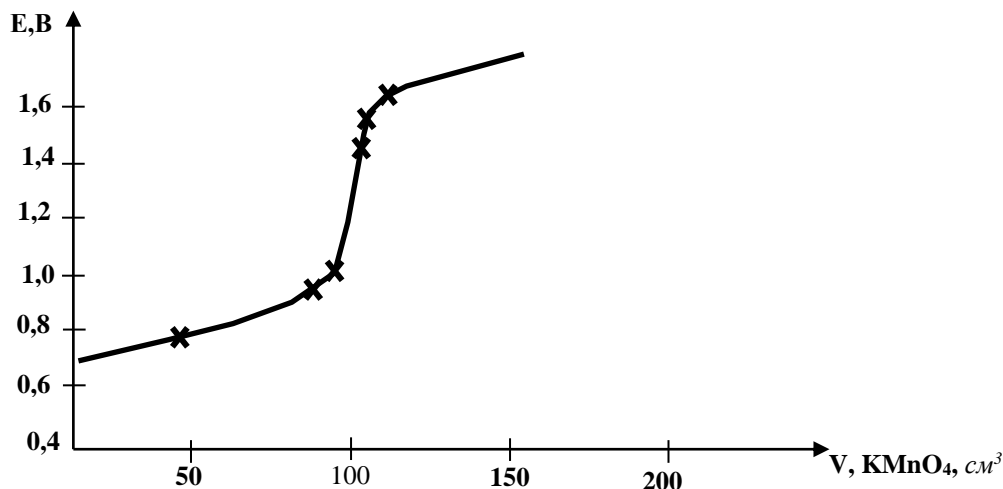
17-жадвал

Титрлаш босқич	Қўшилган KMnO ₄ ҳажми (мл)	Ортиқча, мл ҳисобида		$\frac{[Fe^{3+}]}{[Fe^{2+}]}$	$\frac{[MnO_4^-]}{[Mn^{2+}]}$	Ҳисоблашлар	E, В
		FeC O ₄	KMn O ₄				
2	50	50	-	50/50=1	-	E = 0,77	0,77
	91	9	-	91/9=10	-	E=0,77+0,059lg10	0,829
	99	1	-	99/1=100	-	E=0,77+0,059lg100	0,889
	99,9	0,1	-	99,9/0,1=1000	-	E=0,77+0,059lg1000	0,9470
3	100	-	-	-	-	$E = \frac{0,77 + 5 \cdot 1,51}{5 + 1}$	1,387
	100,1	-	0,1	-	0,1/100=0,001	$E = 1,51 + \frac{0,059}{5} \lg 0,001$	1,475
	101,0	-	1,0	-	1/100=0,01	$E = 1,51 + \frac{0,059}{5} \lg 0,01$	1,486
	110	-	10	-	10/100=0,1	$E = 1,51 + \frac{0,059}{5} \lg 0,1$	1,498

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

	200	-	100	-	$\frac{100}{100}$ =1	$E = 1,51 + \frac{0,059}{5} \lg 1$	1,510
--	-----	---	-----	---	-------------------------	------------------------------------	-------

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



1 - чизма. pH = 1 бўлганда FeSO₄ нинг KMnO₄ билан титрлаш эгри чизиғи.

Чизмадан кўриниб турибдики, оксидиметрик титрлаш эгри чизиғи, шакл жиҳатидан нейтраллаш усулидаги титрлаш эгри чизиғига ўхшайди, яъни эквивалент нуқта яқинида потенциал кескин ўзгаради. Лекин эквивалент нуқтага яқин бўлмаган нуқталарда чизик бир текис ўзгариб боради, яъни E нинг қиймати титрлаш вақтида жуда секин ўзгаради. Оксидиметрик титрлаш эгри чизиғида кескин ўзгариш соҳаси борлигидан фойдаланиб, эквивалент нуқтани аниқ белгилаш учун махсус индикаторлар ишлатиш мумкин.

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

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

4.2 Эквивалент нуқтани аниқлаш

Оксидиметрик титрлашда эквивалент нуқта икки усул билан аниқланиши мумкин:

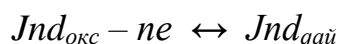
²⁵ Mikell P. Groover., Fundamentals of Modern Manufacturing Materials, Processes, and Equipment John Wiley and Sons inc USA 2010 577-pp

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

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

а) Оксидланиш – қайтарилиш индикатори.

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



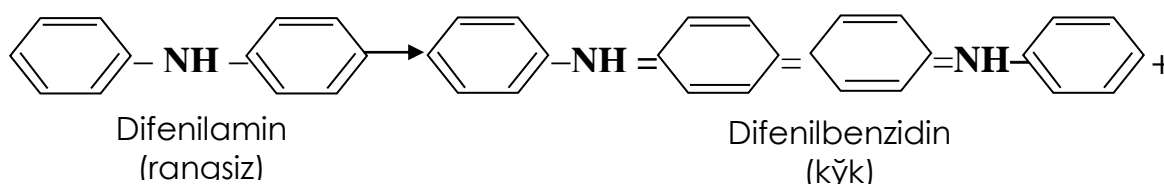
Оксидланиш –қайтарилиш системаси учун Нернст тенгламаси қуйидагича ёзилади.

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

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

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

Е нинг қиймати титрланаётган эритма потенциалига боғлиқ, чунки эритмада индикатор жуда кам бўлади. Оксидометрик титрлашда эквивалент нуқтани аниқлаш учун рангининг ўзгариш соҳаси потенциал сакраш оралиғида, яъни эквивалент нуқта яқинида ётадиган индикаторлар ишлатилади. Бундай индикаторларнинг аниқланган E^0 қиймати $\pm 0,76$ В бўлади. Масалан, дифениламин ($E^0 = + 0,76$ В) ана шундай индикаторлар туридандир.



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

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

б) Ўзига ҳос индикатор.

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

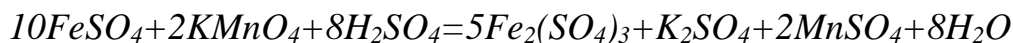
²⁶ Mikell P.Groover., Fundamentals of Modern Manufacturing Materials, Processes, and Equipment John Wiley and Sons inc USA 2010 487-pp

Перманганатометрик усул

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

Калий перманганатни кислотали муҳитда қайтарилиши.

Масалан:



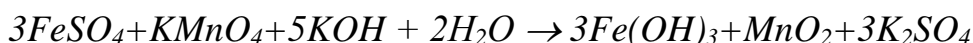
қайтарувчи $Fe^{2+} \xrightarrow{-e} Fe^{3+}$ 1 | 10 оксидланиш

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

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

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

Масалан:



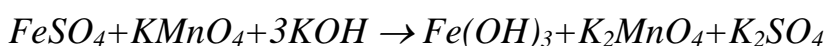
қайтарувчи $Fe^{2+} \xrightarrow{-e} Fe^{3+}$ 1 | 3 оксидланиш

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

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

Калий перманганатни ишқорий муҳитда қайтарилиши.

Масалан:



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

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

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

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

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

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

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

ёки $H_2C_2O_4 \cdot 2H_2O$ каби қайтарувчиларнинг стандарт эритмасидан фойдаланилади.

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

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

оксидловчилар: $Fe^{3+}, Ce^{+4}, V^{+5}, Mo^{+6}, W^{+6}, Cr^{+6}, MnO_2, PbO_2, NO_3^-, BrO_3^-, ClO_3^-, JO_3^-$, ва ҳоказолар.

Перманганатометрик титрлаш усулининг афзаллиги:

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

2) Титрлашни кислотали ёки ишқорий муҳитда олиб бориш мумкин.

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

4) $KMnO_4$ арзон ва қулай реактив

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

Перманганатометрик титрлаш усулининг камчиликлари:

1) Бошланғич $KMnO_4$ эритмасини олиш қийин.

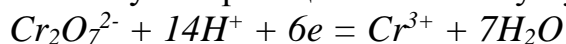
2) $KMnO_4$ вақт ўтиши билан ўзини титрини ўзгартиради, шунинг учун ишлатишдан олдин, $KMnO_4$ ни титри аниқланиши керак.

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

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

4.3 Хроматометрик усул

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



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

Стандарт оксидланиш-қайтарилиш потенциалининг қиймати $[H^+]=1$ моль/л бўлганда

$$E^0_{Cr_2O_7^{2-} + 14H^+ / Cr^{3+} + 7H_2O} = 1,33 \text{ га тенг.}$$

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

Хроматометрик титрлаш усулининг афзаллиги

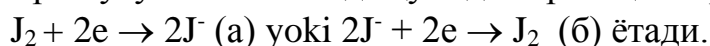
1. $K_2Cr_2O_7$ ни тоза ҳолда олиш осон. Унинг стандарт эритмаси аниқ ўлчаб олинган намунадан тайёрланади.
2. $K_2Cr_2O_7$ эритмаси жуда барқарор, вақт ўтиши билан титри ўзгармайди.
3. Дистилланган сувга тушиб қолган органик моддалар таъсирда $K_2Cr_2O_7$ қийин қайтарилади.
4. $K_2Cr_2O_7$ билан титрлашни паст ҳароратда ҳам олиб бориш мумкин.
5. Қайтарувчилардан ташқари оксидловчиларни ҳам (Mn^{+7} , Mo^{+6} , Cu^{+2}) миқдорини аниқлаш мумкин. Fe^{+2} ионлари таъсирида оксидловчилар бирор тузи кўринишида қайтарилиб, ортиқча Fe^{+2} иони $K_2Cr_2O_7$ билан титрланади.

Хроматометрик титрлаш усулининг камчиликлари

1. $K_2Cr_2O_7$ $KMnO_4$ га нисбатан кучсиз оксидловчи.
2. Оксидланиш - қайтарилиш реакцияси $K_2Cr_2O_7$ таъсирида нисбатан секин боради.
3. Индикаторсиз эритма рангини ўзгаришига қараб эквивалент нуқтани аниқлаш қийин.

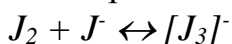
Ёдометрик усул

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



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

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



Триёдад - ёдид оксидланиш-қайтарилиш жуфтнинг нормал оксидланиш - қайтарилиш потенциали $E = + 0,5355 \text{ В га, } E_{[J_2]/2J^-} = +$
 $E_{[J_3]^-/3J^-}$

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

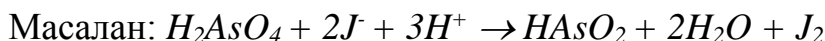
0,5345 В тенг бўлгани учун $J_2/2J^-$ ва $[J_3^-]/3J^-$ оксидланиш - қайтарилиш жуфтларининг оксидланиш потенциалларини тенг деб олишимиз мумкин.

Ёдометрик аниқлашда борадиган реакциянинг асосий тенгламасини қуйидагича ифодалаш мумкин:



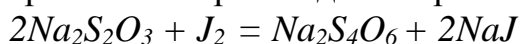
Бу реакцияда системанинг оксидланиш потенциали водород ионларининг концентрациясига боғлиқ эмас.

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

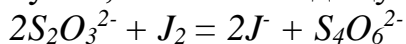


Бундай ҳолларда эса системанинг оксидланиш-қайтарилиш потенциали эритмадаги $[H^+]$ ионларига боғлиқ бўлади.

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



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



Натрий тиосульфатнинг моляр-эквиваленти 248,2 Ч 2:2=248,2 г. га тенг ($Na_2S_2O_3 \cdot 5H_2O$ формулага мувофиқ). Ёднинг моляр-эквиваленти унинг моляр-массасига тенг. $Na_2C_2O_3$ нинг титрлаш учун олинган ҳамма эритмаси титрланиб бўлганда, титрланаётган суюқлик бир томчи ёд эритмаси қўшилиши билан оч сариқ тусга киради. Демак, бу ҳолда ҳам худди хроматометрик ва перманганатометрикдаги каби индикатор ишлатмай туриб титрлаш мумкин. Лекин ёднинг титрлаш охирида намаён бўладиган ранги билинар-билинемас бўлиши сабабли эквивалент нуқтанинг аниқланишини қийинлаштиради. Шунинг учун индикатор сифатида ёд учун ниҳоятда сезгир реактив-крахмал эритмаси ишлатилади. Маълумки, крахмал ёд билан бирикиб, кўк тусли адсорбсион бирикма ҳосил қилади, крахмал эритмасидан фойдаланилганда, титрлаш охирида суюқликка ёд эритмасидан ортикча бир томчи қўшиш билан у кўк тусга киради, натижада титрлашнинг охириги нуқтаси аниқланади.²⁹

Ёдометрик титрлаш усулининг афзалликлари

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

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

Ёдометрик титрлаш усулининг камчиликлари

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

Назорат саволлари:

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

Фойдаланилган адабиётлар:

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

5-мавзу: Электр ўтказувчанлик

Режа:

1. Электр ўтказувчанликка таъсир қилувчи омиллар.
2. Юқори частотали титрлаш.
3. Тажриба машғулотлари.

Таянч сўз ва иборалар:

Миқдорий анализ, миқдорий анализ усуллари, миқдорий анализдаги хатолар, гравиметрик анализ, аморф чўкма, кристалл чўкмани чўктириш шартлари, аморф чўкмани чўктириш шартлари, чўктирувчини танлаш, миқдорий анализдаги хатолар.

5.1 Электр ўтказувчанликка таъсир қилувчи омиллар

Кондуктометрик анализ усуллари электролитлар (кислота, асос, туз) эритмаларининг электр ўтказувчанлигини ўлчаш билан эритмада эриган модда миқдорини аниқлашга асосланган бўлиб, токнинг частотасига кўра паст частотали (10^3 Гц) - кондуктометрия ва юқори частотали (10^6 Гц) - юқори частотали титрлашга бўлинади.

1. Электр ўтказувчанлик. Қаршиликка тескари катталик-электр ўтказувчанлик дейилади ва қуйидаги формула билан ифодаланади:

$$W = \frac{1}{R}, \text{ Ом}$$

бунда, R - эритманинг қаршилиги, Ом.

W - эритманинг электр ўтказувчанлиги, Ом-

Эритманинг қаршилиги, (R , Ом) эритмага туширилган электродлар орасидаги масофага l (см) тўғри пропорционал ва электродларнинг сирт юзасига S (см²) тескари пропорционал:

$$R = \rho \frac{l}{S}$$

бунда: ρ (Ом, см)-пропорционаллик коэффициенти ёки аниқроғи ўтказгичнинг солиштирма қаршилиги дейилади.

Агар ўтказгичнинг узунлиги $l=1$ см ва кўндаланг кесим юзаси $S=1$ см² бўлса, $\rho = R$ бўлади. Демак, солиштирма қаршилик 1 см узунликдаги, кесим юзи 1 см² га тенг бўлган ўтказгичнинг қаршилигидир.

2. Солиштирма электр ўтказувчанлик. Солиштирма қаршиликка тескари қиймат солиштирма электр ўтказувчанлик (χ) дейилади ва қуйидаги формула билан ифодаланилади:

$$\chi = \frac{1}{\rho} \quad (\text{Ом-см}^{-1})$$

Шундай қилиб, солиштирма электр ўтказувчанлик деб юзалари 1 см² бўлган ўзаро 1 см масофада жойлашган электродлар орасидаги эритманинг электр ўтказувчанлигига айтилади.

3. Эквивалент электр ўтказувчанлик. Қалинлиги 1 см ва унга туширилган электродларнинг сирт юзаси 1 см² тенг бўлган 1 г-екв электролит сақлаган эритманинг электр ўтказувчанлигига эквивалент электр ўтказувчанлик дейилади (χ , Ом- см² /г-екв) ва у қуйидаги формула билан ҳисобланади:

$$\lambda = H \frac{1000}{C}; \quad \lambda = H \cdot V$$

бунда, C - электролитнинг концентрацияси, г-екв,

V - 1 г-екв эриган модда сақлаган эритманинг, см³ даги ҳажми.

Ион (катион, анион) ларнинг 1 сек-да ташиган ток миқдори (кулонда) қуйидаги формула билан ҳисобланади:

$$J = \frac{\alpha \cdot C \cdot E}{1000 \cdot l} SF(\nu_+ + \nu_-)$$

бунда, α - электролитнинг диссоциацияланиш даражаси

E - электродлар орасидаги потенциаллар фарқи, В

$\nu_+ + \nu_-$ - потенциал 1 В бўлганда катион ва анионларнинг 1 см масофани ўтишдаги абсолют ҳаракат тезлиги

F - Фарадей сони, 96500 кулон.

Ом қонунига мувофиқ $W = J/E$, бунда электр ўтказувчанлик:

$$W = \frac{\alpha \cdot C \cdot S}{1000 \cdot l} F(\nu_+ + \nu_-)$$

Умуман, S = 1 см², l = 1 см бўлганда аниқланган электр ўтказувчанлик W, солиштирма электр ўтказувчанликни Н ифодалайди.

$$H = \frac{\alpha \cdot C}{1000} F(\nu_+ + \nu_-)$$

Эквивалент электр ўтказувчанлик $\lambda = H \cdot V$, V=1000/S эканлигини билган ҳолда:

$$\lambda = \alpha F(\nu_+ + \nu_-)$$

келиб чиқади.

Ионларнинг абсолют тезлиги жуда кичик бўлганлиги сабабли, F марта катта бўлган қиймат-ионларнинг ҳаракатчанлигидан ($\lambda_+ + \lambda_-$) (21-жадвал 287 бет.) фойдаланамиз:

$$H = \frac{\alpha \cdot C}{1000} (\lambda_+ + \lambda_-)$$

$$\lambda = \alpha (\lambda_+ + \lambda_-) \quad \text{ёки} \quad \lambda = \alpha \cdot \lambda^0$$

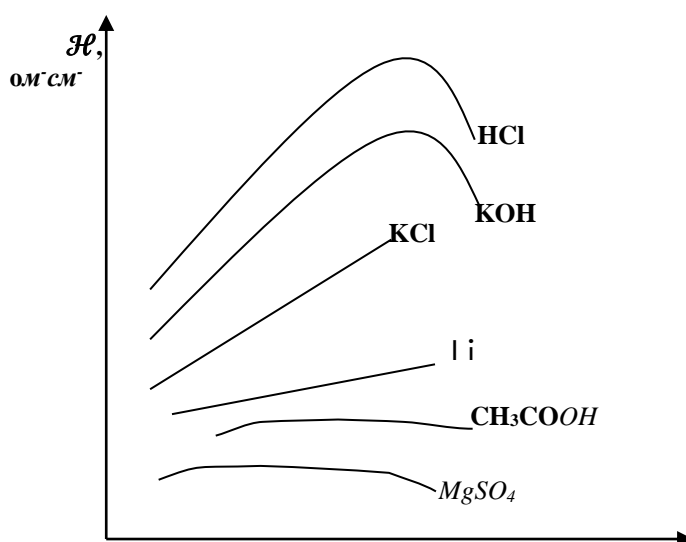
$$\alpha = 1 \text{ болганда, } \lambda^0 = \lambda_+^0 + \lambda_-^0$$

Шундай қилиб, (чегара) чексиз суюлтирилган эритманинг эквивалент электр ўтказувчанлиги суюлтирилган эритма (чегара) эквивалент электр ўтказувчанликларнинг йиғиндисига ёки чексиз суюлтирилган эритмадаги катион ва анионлар ҳаракатчанликларнинг (21-жадвал) йиғиндисига тенг. Бу Кольрауш томонидан таърифланган аддитивлик (ионлар ҳаракатининг

мустақиллик) қонуни дейилади. Электр ўтказувчанликнинг қиймати эритма концентрацияси, ҳарорат, эриган модда ва эритувчи табиатига боғлиқ.³⁰

Эритма концентрациясининг таъсири.

Электр ўтказувчанликнинг концентрациясига боғлиқлиги электролитнинг табиатига боғлиқ бўлиб, концентрациянинг ошиши солиштирама электр ўтказувчанликнинг ортишига ва маълум қийматдан кейин камайишига олиб келади (1-чизма).



1-чизма. Солиштирама электр ўтказувчанликнинг концентрацияга боғлиқлиги.

Эритма концентрацияси ошиши билан эритмада зарядли заррачалар сони ошади, натижада электр ўтказувчанлик маълум қийматгача ошади, кейин эса камаяди, чунки эритма концентрацияси ошиши билан эритманингион кучи ошади, натижада ионлар орасидаги масофа кичрайиб, ион жуфтлари ҳосил бўлиб, ионларнинг ҳаракатчанлиги камаяди. Демак, концентрация ва ионларнинг заряди қанча катта бўлса, эритманингион кучи шунча катта бўлади. Бу боғланиш Онзагер тенгламаси билан ифодаланди.

$$\lambda = \lambda^0 - \beta \sqrt{\mu^0}$$

λ - берилган концентрациядаги эритманингион эквивалент электр ўтказувчанлиги;

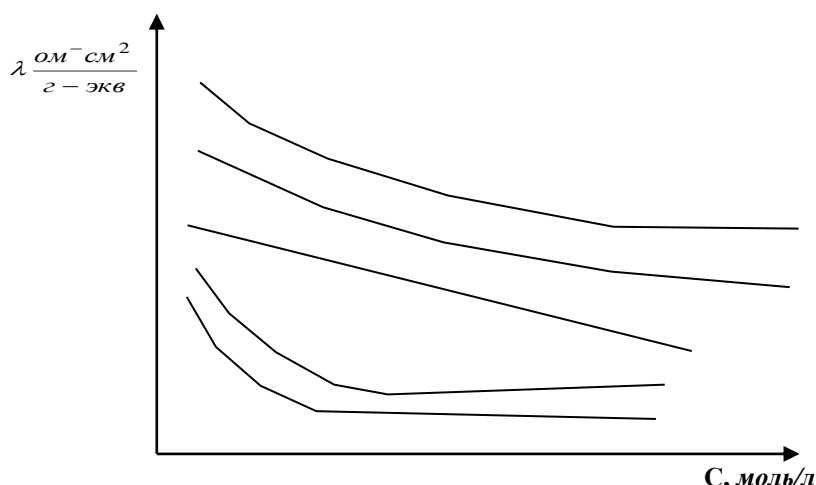
λ^0 - чексиз суюлтирилган эритманингион эквивалент электр ўтказувчанлиги;

μ^0 - эритманингион кучи;

β - эритувчининг кимёвий табиатига боғлиқ бўлган катталиқ.

Эквивалент электр ўтказувчанлик эритманингион суюлтирилиши билан ўзгариб, эритма чексиз суюлтирилганида ўзининг энг катта қийматига ётади. Чунки эритма суюлтирилиши билан ионлар орасидаги ўзаро таъсир сусайиб, ионларнинг ҳаракат тезлиги ортади (2- чизма).

³⁰ Callister William D. Jr., Materials Science and Engineering, an Introduction. Wiley and Sons. UK 2014 598-pp



2 – чизма. Эквивалент электр ўтказувчанликнинг концентрациясига боғлиқлиги.

Кучсиз электролит эритмаларида концентрациянинг камайиши билан диссоциацияланиш даражаси ортади; чексиз суюлтирилганда электролит амалда тўлиқ диссоциланган деб ҳисобланади. Бундай ҳолда эквивалент электр ўтказувчанликнинг концентрациясига боғлиқлигини Кольрауш тенламаси билан ифодаланади.³¹

$$\lambda = \lambda_{\infty} - A\sqrt{C}$$

λ - берилган концентрациядаги эквивалент электр ўтказувчанлик.

λ_{∞} - чексиз суюлтирилгандаги эквивалент электр ўтказувчанлик

A - доимий қиймат

2. Ҳароратнинг таъсири. Ҳароратнинг ошиши билан эритманинг қовушқоқлиги камайиб, ионларнинг ҳаракатчанлиги ошади. Ҳарорат 1⁰С га ошганда эритманинг электр ўтказувчанлиги 2-2,5% га ошади. Бу боғлиқлик қуйидаги тенглама билан ифодаланади:

$$H_t = (1 + \alpha t + \beta t^2)$$

H_t - 0⁰С ҳароратдаги эритманинг солиштирма электр ўтказувчанлиги;

α, β - электролитнинг кимёвий табиати ва концентрациясига боғлиқ бўлган катталиклар ;

t^0 - ҳарорат.

Ҳароратнинг жуда ҳам ошишиб кетиши ионлар ҳаракатини оширади. Натижада ионларнинг тўқнашлар сони кўпайиб қаршилиқ ошади электр ўтказувчанлик камаяди.

3. Эритувчи кимёвий табиатининг таъсири. Эритманинг диссоциацияланиш даражаси, яъни эритмадаги ионлар миқдори (\pm) эритувчининг диелектрик синдирувчанлигига боғлиқ. Бу катталик қанча кичик бўлса, диссоциацияланиш шунча кам бўлади, эритманинг ўтказувчанлиги ҳам кам бўлади.

³¹ Callister William D. Jr., Materials Science and Engineering, an Introduction. Wiley and Sons. UK 2014 598-pp

Масалан: Сувнинг диелектрик сингдирувчанлиги 78,3, бензолники эса 2,3. Демак, сув яхши эритувчи ҳисобланади. Бу боғлиқликни қуйидаги тенгламадан ҳам билиш мумкин.

$$F = \frac{\epsilon_1 \cdot \epsilon_2}{\epsilon^2 \epsilon}$$

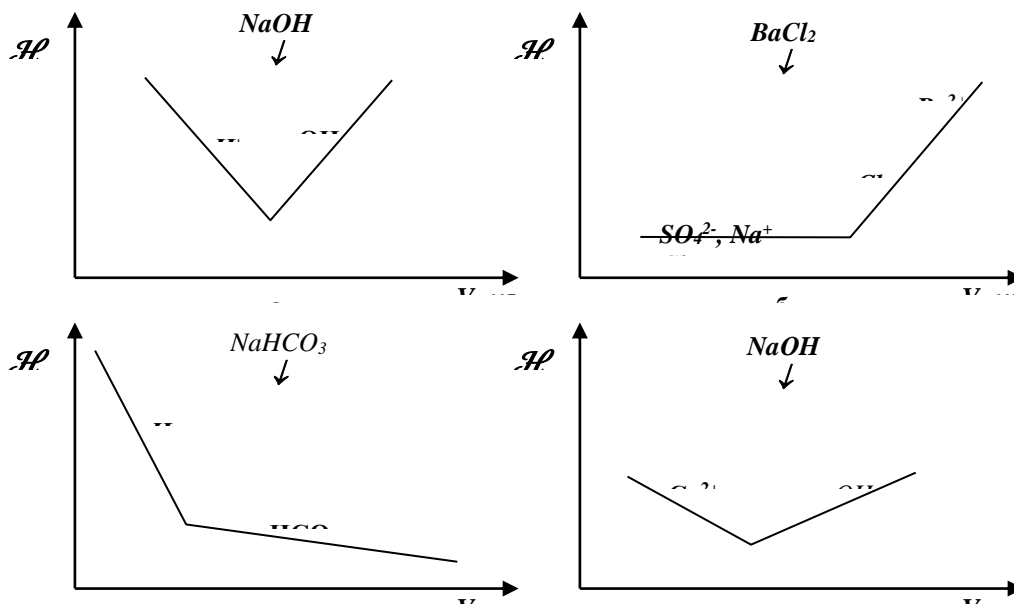
Ионлар орасидаги таъсир кучи, шу ионлар миқдорига тўғри пропорсионал, улар орасидаги масофанинг квадрати ва эритувчининг диелектрик сингдирувчанлигига тескари пропорсионал. Ҳудди шундай эритманинг электр ўтказувчанлиги эритувчининг қовушқоқлигига ҳам боғлиқ. Агар эритувчининг қовушқоқлиги қанча кичик бўлса, ионлар ҳаракати шунча тез бўлиб, электр ўтказувчанлик шунча катта бўлади.

Кондуктометрик анализ усули тўғри (бевосита) кондуктометрия ва кондуктометрик титрлашга бўлинади.

Тўғри кондуктометрия асосида эритма концентрацияси билан электр ўтказувчанлиги орасидаги боғланиш ётади. Бу усул билан эритмада бўлган алоҳида электролитларни миқдорини аниқлаш, айниқса, озик-овқат маҳсулотлари сифатини назорат қилиш мумкин.

Масалан: Сувнинг тозалигини, сут, вино, шифобахш ичимликлар ва бошқалар таркибий қисмини аниқлаш мумкин.

Кондуктометрик титрлаш – титрлаш жараёнида эритманинг электр ўтказувчанлиги ўлчаб борилади. Олинган натижалар асосида (електр ўтказувчанликни титрант ҳажмига боғлиқлик) титрлаш эгри чизиклар чизилади. Аниқланадиган моддадаги ионларнинг ҳаракатчанлигини турлича бўлганига қараб, титрлаш эгри чизикларини кўриниши қуйидагича бўлади.



- а) Кучли кислотани кучли асос билан титрлаш;
- б) Чўкма ҳосил қилиш реакциясига асосланган титрлаш;
- в) Кучли кислотани, кучли асос ва кучсиз кислотадан ҳосил бўлган тузи билан титрлаш;

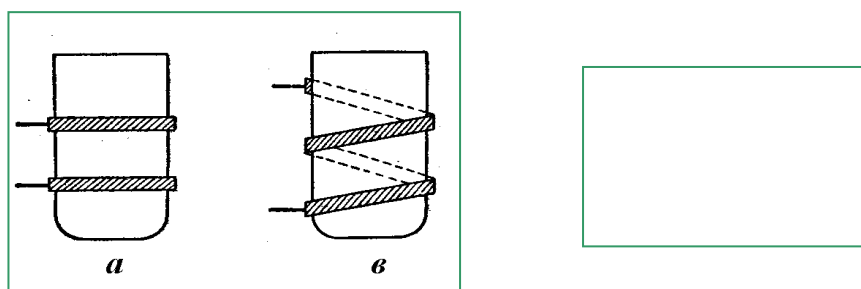
г) Кучсиз асос ва кучли кислотадан ҳосил бўлган тузни кучли асос билан титрлаш эгри чизиқлари.³²

Эквивалент нуқта титрлаш эгри чизиқларидан топилади ва ҳисоблашлар олиб борилади. Кондуктометрик титрлашда нейтралланиш, оксидланиш-қайтарилиш, чўктириш, комплекс ҳосил қилиш, қайтар ва қайтмас реакциялардан фойдаланиш мумкин.

5.2 Юқори частотали титрлаш

Юқори частотали титрлаш усули ҳам эритманинг электр ўтказувчанлигини ўлчашга асосланган бўлиб, анализ қилинадиган эритма юқори частотали тебраниш контурига (электр майдонига) қўйилади. Бунда токнинг частотаси мегогерс ва бир неча лигогерсга тенг бўлади. Электр майдонига жойлаштирилган эритмадаги ионлар кичик частотада тебранади. Частота амплитудаси оширилганда ионларнинг тебраниши камаяди, охирида ионлар ҳаракат қилмайди. Айни вақтда юқори частота молекулаларни деформасиялаб, деформасион қутбланиш ҳосил қилади. Қутбланган молекулалар юқори частотали ўзгарувчан ток майдонида ҳаракат қила бошлайди, натижада ориентацион қутбланишни ҳосил қилади. Қутбланишнинг ҳар иккаласи эритмадаги ионларни силжишига олиб келади, натижада эритмада қисқа муддатли ток пайдо бўлади. Молекулани қутбланиши эритманинг электр ўтказувчанлигини, диелектрик ва магнит киритувчанлик ҳусусиятини ўзгартиради.

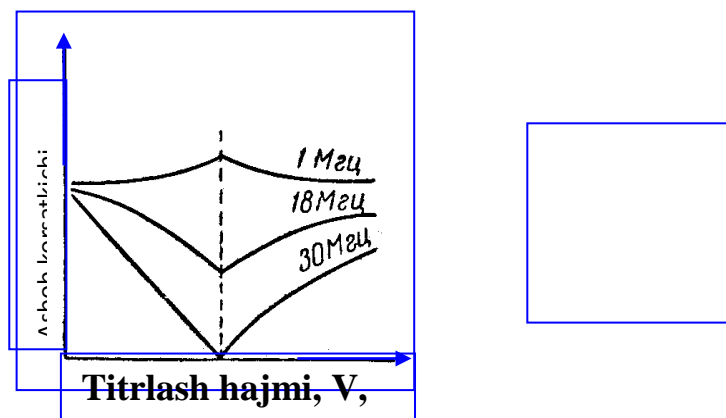
Юқори частотали титрлаш асбобларининг схемаси кондуктометрик (қуйи частотали) титрлаш асбоблари схемасидан фарқ қилиб, анализ қилинадиган эритма ячейкаси конденсатор пластинкалари орасида ёки индуктив галтак ичида жойлаштирилади (3 - чизма).



3-чизма. Ячейкалар: а) конденсаторли ёки С - сифимли, С-ячей ка.
в) индуктив ёки Л - ячейка.

Юқори частотали титрлашда электродлар эритмага туширилмайди. Юқори частотали титрлашда асбобнинг асосий қисми юқори частотали

³² Callister William D. Jr., Materials Science and Engineering, an Introduction. Wiley and Sons. UK 2014 698-pp



тебраниш генератори ҳисобланади. Генераторнинг тебраниш частотаси титрлаш эгри чизигининг кўринишига кучли таъсир қилади. (4 - чизма)

4-чизма. Асбоб кўрсаткичини титрант ҳажмига боғлиқлиги

Чизмадан кўринаяптики эквивалент нуқта частота 25-30мс. дан катта бўлганда аниқ топилади. Юқори частотали титрлаш усулининг қуйи частотали (кондуктометрик) ва потенциометрик титрлашга нисбатан сезгирлиги катта. Бундан ташқари юқори частотали титрлаш бир неча афзалликларга эга: электродлар эритмага туширилмайди, рангли, қуюқ смола, эмульсия, захарли сув, органик эритувчилар мухитида ҳам анализни олиб бориш мумкин.³³

Юқори частотали титрлаш усулида нейтралланиш, чўктириш, комплекс ҳосил қилиш ва оксидланиш-қайтарилиш реакцияларидан фойдаланиш мумкин.

Юқори частотали титрлаш усулининг камчилиги асбобларининг мураккаб тузилганлиги, ячеяка доимийлигини сақлаб туриш қийинлигида.

Тажриба машғулотлари.

1- иш. Аралашмадаги кислота, асос ва туз эритмаларининг миқдорини аниқлаш.

Керакли асбоб - ускуна ва реактивлар:

- 1) кондуктометр, ячеякаси билан;
- 2) 10 дона 50,00 мл ли ўлчов колбаси;
- 3) 5,00 мл. ли пипетка ;
- 4) маҳсус шприц;
- 5) 200 мл. ли стакан;
- 6) Ювгич.

Асбобнинг ишга тайёрлигини текшириш (ўқитувчи текширади). Кондуктометр 15 мин олдин ёқиб, қиздирилади. Даражалаш (калибровка) тугмачасини ва оралиқ «ишлаш соҳаси» тугмачаларидан бирини босиб,

³³ Callister William D. Jr., Materials Science and Engineering, an Introduction. Wiley and Sons. UK 2014 578-pp

даражалаш бурагичи ёрдамида кўрсаткич 80 сМ/м қийматига қўйилади. Худди шундай даражалашни ишлаш соҳаси тугмачаларининг ҳаммаси учун текшириб кўрилади.

Асбобнинг кўрсаткичи 80 сМ/м га қўйилади.

Даражалаш (калибровка) эгри чизигини чизиш учун бир неча стандарт эритмалар суюлтириш усули билан тайёрланади.

Ўлчаш. Электр ўтказувчанлик ячейкаси икки марта дистилланган сув билан, кейин аниқланадиган электролит эритмаси билан ювилади. Ячейкага маҳсус шприс билан электролит эритмаси қўйилади ва асбобга уланади (ўлчаш доимо энг кичик концентрацияли эритмадан бошланади). Ўлчанадиган ишлаш соҳаси тугмачаларнинг тегишлисини босиб асбобнинг кўрсаткичи ёзиб олинади (W). Худди шундай ҳамма эритмада ўлчаб, натижаларини қуйидаги жадвалга кўрсатилган тартибда ёзиб борилади.

Қолба рақами	C_n	- ИгС	W	$H = W - 0,909$	$\lambda = \frac{H - 1000}{C}$	\sqrt{C}
10	0,00195					
9	0,0039					
8	0,0078					
7	0,0156					
6	0,0312					
5	0,0625					
4	0,125					
3	0,25					
2	0,5					
1	1					

Жадвал натижалари асосида (W – lgC), (H – lgC), ($\lambda - \lg C$), ($\lambda - \sqrt{C}$) боғлиқлик графиклари чизилади.

2 - иш. Кучли кислота (асос) ни кучли асос (кислота) билан титрлаш.

Керакли асбоб – ускуна ва реактивлар:

- 1) юкори частотали титратор TV-6L;
- 2) микробюретка;
- 3) 10,00 мл ли пипетка;
- 4) 50,00 мл. ли ўлчов колба;
- 5) аралаштиргич ўзаги;
- 6) 0,0100 н NaOH ёки KON;
- 7) ~ 0,1 н H₂SO₄ ёки HCl.

Аниқланадиган модда эритмасининг концентрацияси титрантнинг концентрациясига нисбатан 10 марта кичик бўлиши керак.³⁴

³⁴ Callister William D. Jr., Materials Science and Engineering, an Introduction. Wiley and Sons. UK 2014 538-pp

Ишни бажариш тартиби: Титрлаш стаканига пипетка билан 5 мл 0,1 н H_2SO_4 нинг эритмасидан куйилади. Стаканни ячейкага жойлаштириб, эритмани ҳажми юқориги ҳалқадан 3 – 5 мл баланд бўлгунча дистилланган сув билан суюлтирилади. Идишга аралаштиргич ўзагини туширилиб, магнитли аралаштиргич уланади ва унинг тезлигини танланади (қадаҳ ҳосил бўлиши олди олинади). Ўлчов асбобининг стрелкасини шкаланинг чап томонидаги 5-10 қийматларига келтирилади («грубо», «точно» бурагичлар ёрдамида). Эритма микробюреткадаги 0,0100 н. ишқор эритмаси билан титрланади. Дастлаб титрантни 1 мл дан қўшиб 30 – 40 секундда асбобнинг кўрсаткичи ёзиб борилади. Кейин титрантнинг миқдори 0,5 (0,2) мл. дан қўшилади. Микроамперметрнинг кўрсаткичи қўйилган қийматдан энг катта четланиб қайтиб ўз ҳолига келгунча титрлаш давом эттирилади. Олинган натижаларни жадвал кўринишида расмийлаштирилиб, микроамперметр кўрсаткичини (I, mA) титрант ҳажмига (V, мл) боғлиқлик титрлаш эгри чизғи чизилади, эквивалент нуктадаги титрантни ҳажми аниқланади.

Эритмадаги кислота миқдори куйидаги формула билан ҳисобланади.

$$g = \frac{E_{k-ma} \cdot V_{uui} \cdot N_{uui} \cdot V_k}{V_n}$$

Назорат саволлари:

1. Электр ўтказувчанликка таъсир қилувчи омиллар қандай?
2. Юқори частотали титрлашни изохлаб беринг?
3. Тажриба машғулотлари 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

6-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 коэффиценти, нур ютилишининг моляр сўндириш коэффицентига таъсир қилувчи омиллар, Бугер-Ламберт-Бер қонунидан четланишлар, фотометрик усул, , рефрактометрик усул,, моляр рефраксия, рефрактометрик усул.

6.1 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 - кутбланган нур текислигининг бурилиш бурчагини ўлчашга асосланган.
5. Эмиссион – атомнинг кўзгалган ҳолатида, яъни электроннинг бир энергетик қаватдан бошқа энергетик қаватга, ўтишида чиққан нур интенсивлигини ўлчашга асосланган.

6. Абсорбсион – моддаларнинг электромагнит нурларни танлаб ютишига асосланган, бўлиб ёруғлик нури ютилишининг асосий қонунига бўйсунди. ³⁵

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

³⁵ T.Fischer., Materials Science for Engineering Students, 1st Edition Elsevier UK, 2008 589-pp

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

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

ν - ютилган ёруғликнинг тебраниш частотаси, Гс.

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.³⁶

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:

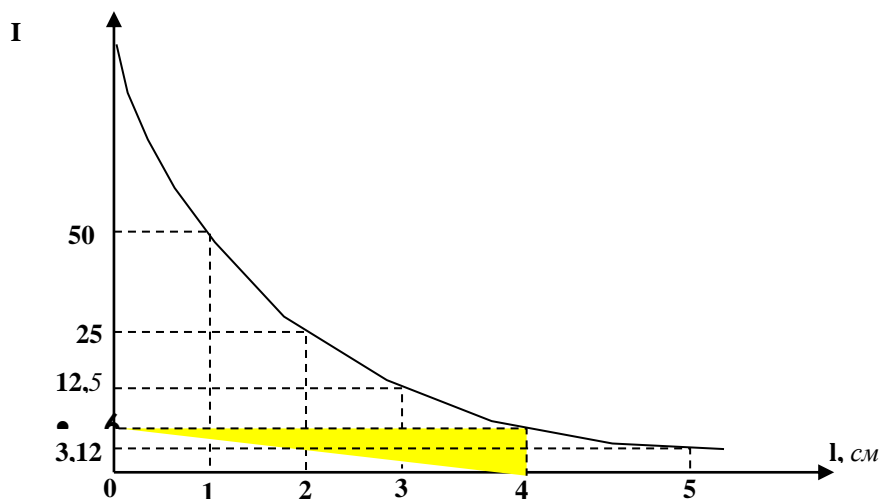
$$A = -\lg T = -\lg \frac{J}{J_0} = \lg \frac{J_0}{J} : A = \lg \frac{J_0}{J}$$

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;

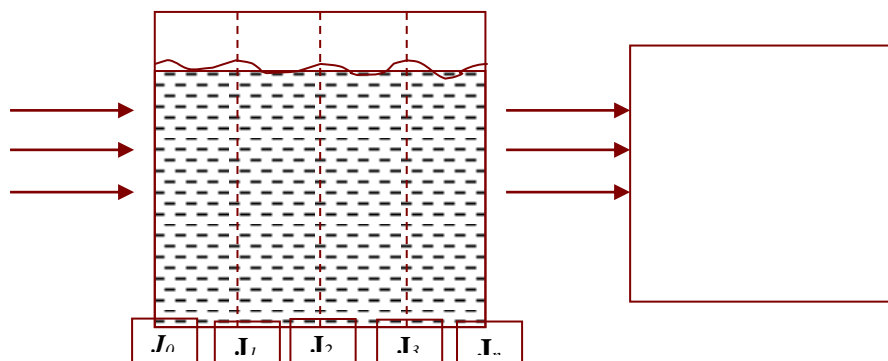
l - эритма қаватининг қалинлиги, яъни кюветанинг ўлчами (см).



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

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

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

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

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

"Ютувчи қатлам қалинлиги ўзгармас бўлганда эритманинг оптик зичлиги эриган модда концентрациясига тўғри пропорционал бўлади.

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

R_1 - пропорционаллик коэффициенти.

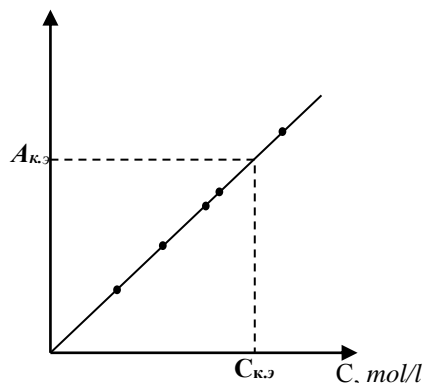
Бугер - Ламберт ва Бер қонунларини умумлаштириб, ёруғлик ютилишининг асосий қонуни формуласига эга бўламиз:

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

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

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

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



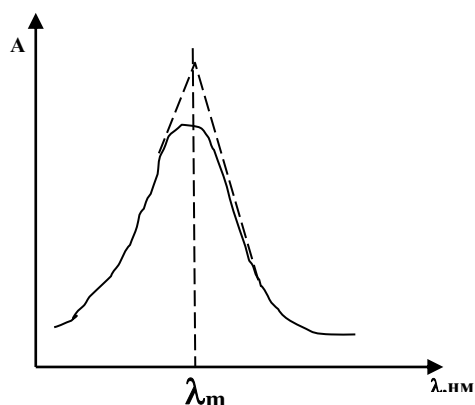
3 - чизма. Даражалаш графиги.

Нур ютилишининг моляр сўндириш коэффициенти.

Нур ютилишининг моляр сўндириш коэффициентининг 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 узунлигидаги нурни

кўпроқ (4-чизма) ютади ва модданинг нур ютилиш коэффициенти шу тўлқин узунлигидаги нур билан белгиланади - ϵ_λ .

Анализ қилиниши мумкин бўлган моддалар учун $\epsilon \geq 10^3$ 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.³⁷

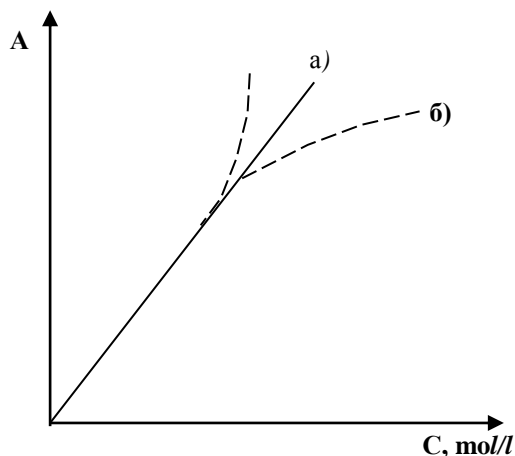
$$A = A_1 + A_2 + \dots + A_n$$

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

$$A = l(\epsilon_1 C_1 + \epsilon_2 C_2 + \dots + \epsilon_n C_n)$$

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:

$$A = \epsilon \cdot l \cdot C$$

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

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

³⁷ T.Fischer., Materials Science for Engineering Students, 1st Edition Elsevier UK, 2008 589-pp

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

5. Нур ютадиган заррачанинг таркиби доимий бўлиши керак, агар концентрация ўзгариши билан диссоциацияланиш парчаланиш полимерланиш ва бошқа ўзгаришлар бўлса, оптик зичликнинг концентрацияга боғлиқлиги тўғри чизикдан иборат бўлмайди, натижада ε нинг қиймати ҳам ўзгаради.³⁸

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



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

6.2 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. Номалум концентрациядаги эритманинг оптик зичлиги аниқланиб, даражалаш графигидан экстраполяция усулида эритма концентрацияси топилади (3-чизма).

2. Нур ютилишининг моляр сўндириш коэффициенти 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. Номалум эритманинг оптик зичлиги ўлчаниб, эритма концентрацияси $C_x = A_H/\varepsilon l$ формула билан ҳисоблаб топилади. Модда миқдори $(m) = \frac{C_x * M_A * V_a * V_K}{V_{\text{пипетка}}}$ 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.³⁹

³⁸ T.Fischer., Materials Science for Engineering Students, 1st Edition Elsevier UK, 2008 589-pp

3. Стандарт таққослаш усули. Бу усулда ε -сонст ва л-сонст бўлганда стандарт ва номаълум 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,

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

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.

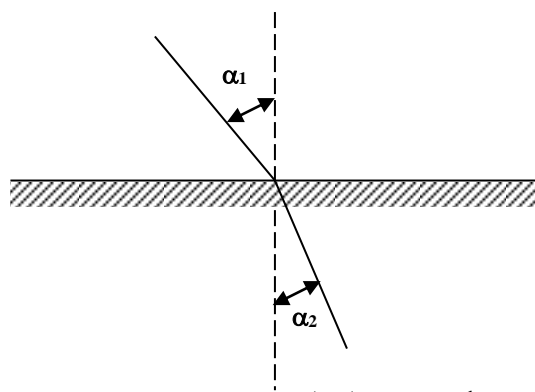
V_K - анализ қилинаётган эритманинг умумий ҳажми (ўлчов колбаси ҳажми), мл.

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 бўйсунади (физика курсидан маълум).⁴⁰

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

⁴⁰ T.Fischer., Materials Science for Engineering Students, 1st Edition Elsevier UK, 2008 389-pp

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 $n_{1(abc)} \sin \alpha_1 = n_{2(abc)} \sin \alpha_2$.

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 кўрсаткичини қиймати ҳам ошади.

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

r -пропорционаллик коэффисенти солиштирма рефраксия дейилади.

r -нинг модданинг молекуляр оғирлигига кўпайтмаси молекуляр (моляр) рефраксия дейилади.⁴¹

⁴¹ T.Fischer., Materials Science for Engineering Students, 1st Edition Elsevier UK, 2008 189-pp

$$R = \mu \cdot r$$

Рефраксиянинг ҳисоблашда Лоренс - Лорентснинг назарий формуласи келтирилган

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

n – синдириш кўрсаткич

μ - моляр масса

d – зичлик

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

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

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

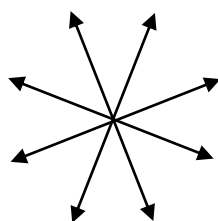
Атом рефраксия ҳар бир элемент учун аниқланган (маҳсус маълумотномаларга келтирилган). Тажриба йўли билан ҳисобланган моляр рефраксия қиймати билан назарий ҳисобланган рефраксия қиймат солиштирилиб, янги аниқланган модда формуласи тўғрисида хулоса қилинади. Демак, моляр рефраксия моддаларнинг таркибини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

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

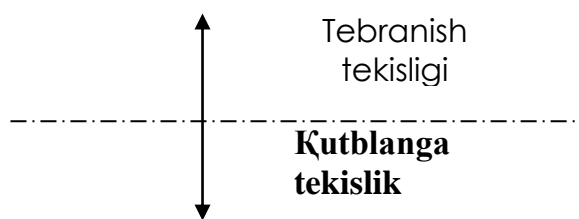
Бу усул энг оддий инструментал анализ усули бўлиб, анализ учун оз модда миқдори талаб қилиниб, тез ва осон бажарилади.⁴²

6.3 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.



табiiй нур



қутбланган нур

⁴² T.Fischer., Materials Science for Engineering Students, 1st Edition Elsevier UK, 2008 689-pp

Қутбланган нурга перпендикуляр текислик қутбланган текислик дейилади.

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

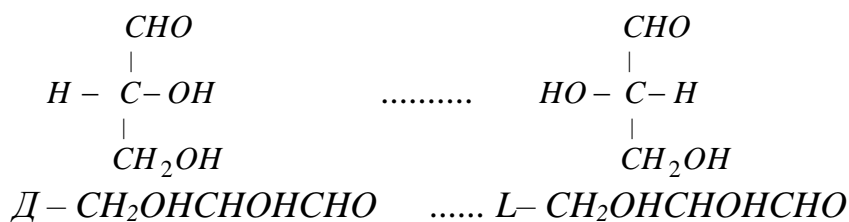
1. Қутбланган нур текислигини ўзгартирадиган оптик актив моддаларга.

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: $7LiAlCl_4 \cdot 5H_2O$ 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.



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 (C, г/мл), эритма қаватининг қалинлигига (l) боғлиқ.

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

бунда,

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

$\alpha_{сол}$ – қиймати қутбланган нурнинг тўлқин узунлигига, ҳароратга, модда ва эритувчининг табиатига боғлиқ.⁴³

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

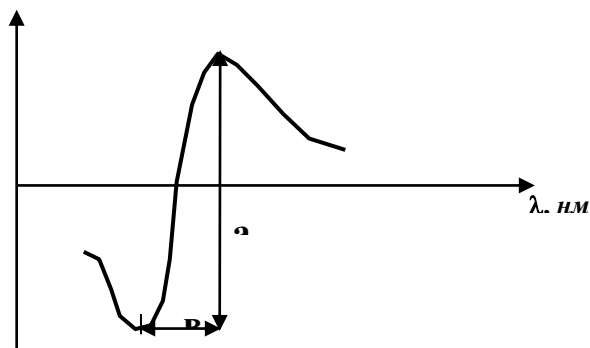
$$\Phi = \alpha_{сол} \cdot \mu$$

Қутбланган текисликни солиштирма ёки моляр бурилишининг ёруғликни тўлқин узунлигига боғлиқлиги оптик бурилишининг дисперсияси дейилади.

⁴³ T.Fischer., Materials Science for Engineering Students, 1st Edition Elsevier UK, 2008 789-pp

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.

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



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

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 D ва чапга буриладиган L) 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, худди шунда моляр эллиптикликни ифодалайди.

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

Коттон эффекти, оптик бурилиш дисперсиясининг эгри чизиғи ёрдамида органик ва координацион бирикмаларни структура стерео кимёвий ва фазовий конформация тузилишини баҳолаш мумкин.⁴⁴

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.

⁴⁴ T.Fischer., Materials Science for Engineering Students, 1st Edition Elsevier UK, 2008 581-pp

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 машғулотлари

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-мавзу: Физик – кимёвий анализ

Режа:

1. Физик – кимёвий анализ усуллари ва анализ усулларининг тавсифи
2. Потенциометрик усулда қўлланиладиган асосий тушунчалар
3. Тажриба машғулотлари

Таянч сўз ва иборалар:

Физик – кимёвий анализ усуллари, қайта такрорланиш, анализнинг қуйи чегараси, аниқлилик, потенциометрик усул, электрод, гальваник элементнинг ЭЮК ни ўлчаш, электроднинг турлари, индикатор электроди, таққослаш электроди, ионселектив электроди, тўғри потенциометрия, потенциометрик титрлаш, потенциал сакраш.⁴⁵

7.1 Физик – кимёвий анализ усуллари

Анализнинг физик-кимёвий усуллари модданинг кимёвий реакциялари жараёнида физикавий хоссаларининг ўзгаришини аниқлашга асосланган.

Физик – кимёвий анализ усулларининг турлари жуда кўп. Улардан ҳозирги вақтда саноат корхоналарида маҳсулотларнинг хоссаларини ўрганишда, илмий-текшириш лабораториялари ишларида кенг фойдаланиладигани қуйидагилар:

1. Электрокимёвий анализ усуллари - электрокимёвий ҳодисалар вақтида анализ қилинадиган эритмада ўзгарадиган электрокимёвий кўрсаткичларни

⁴⁵ Mikell P.Groover., Fundamentals of Modern Manufacturing Materials, Processes, and Equipment John Wiley and Sons inc USA 2010 369-pp

ўлчашга асосланган (потенсиометрик, кондуктометрик, амперометрик ва бошқалар).

2. Спектрал ва бошқа оптик анализ усуллари - модда билан электромагнит нурларнинг таъсири натижасида турли ўзгаришларни ўлчашга асосланган (эмиссион спектрал анализ, атом-нүтилиш спектроскопияси, инфрақизил нурлар спектроскопияси, спектрофотометрик ва бошқалар)

3. Ажратиш ва концентрлаш усули - моддаларнинг икки фаза орасида тақсимланишига асосланган (экстракция, хроматография ва ҳоказо).

Анализ усулларининг тавсифи

Ҳар қандай анализ усуллари, сезгирлиги, очилиш оралиғи, натижаларнинг қайта такрорланиши (воспроизводимость) ва аниқлиги билан ҳарактерланади.⁴⁶

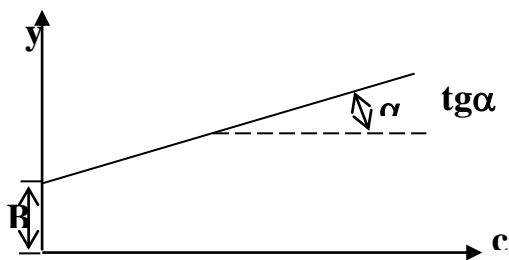
1. Анализ усулларининг Сезгирлиги - концентрация ўзгариши билан ўлчанадиган кўрсаткичнинг ўзгариши демакдир. Сезгирлик миқдорий жиҳатдан сезгирлик коэффициенти билан баҳоланади.

$$S = \frac{dy}{dc} \quad \text{ёки} \quad S = \frac{\delta y}{\delta c}$$
$$C - \ddot{y} = \phi(c)$$

Функция бўлиб, тажрибада (\ddot{y}) нинг (c) га боғлиқлиги қуйидаги тенглама билан ифодаланади.

$$\ddot{y} = ac + b$$

бунда, a -сезгирлик коэффициенти, b -анализ қилинадиган компонент бўлмагандаги ($c=0$) y нинг қиймати b нинг қиймати графикдан топилади. (1-чизма)



1-чизма. Даражалаш графиги.

Бу тўғри чизик даражалаш графиги дейилади.

2. Анализ натижаларининг қайта такрорланувчанлиги (воспроизводимость)-тасодифий хатоларни ифодалайдиган ва такрорий параллел ўлчашлардаги четланишлар даражасини кўрсатадиган катталик. Анализ натижаларининг қайта такрорланиш мезони бўлиб ҳар бир аниқлаш натижаси билан ўртача арифметик натижа ўртасидаги фарқдир.

$$\bar{y} = \frac{y_1 + y_2 + y_3 \dots + y_n}{n}$$

⁴⁶ Mikell P.Groover., Fundamentals of Modern Manufacturing Materials, Processes, and Equipment John Wiley and Sons inc USA 2010 369-pp

$$y_n = (y_n - \bar{y})$$

n – ўлчашлар сони

y_n - нинг қиймати қанча кичик бўлса, аниқлаш шунчалик аниқ бажарилган бўлади ва тажрибада тасодифий хатоларга шунча кам йўл қўйилган бўлади. Стандарт четланиш, дисперсия, вариация коэффициентлари ҳам тасодифий хатоларни характерлайди.

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{n=1}^{n-1} (y_1 - \bar{y})^2}{n-1}} \quad \text{- стандарт четланиш}$$

$$B = C^2 \quad \text{- дисперсия}$$

$$S_y = \frac{S}{\bar{y}} \quad \text{- нисбий стандарт четланиш}$$

Ҳозирги кунда анализ натижаларининг қайта такрорланишини ҳисоблаш учун, махсус дастурлар асосида ЭХМ - лардан фойдаланилади.⁴⁷

3. Анализнинг қуйи чегараси $C_{мин}$ - маълум шароитда топилиши мумкин бўлган модданинг энг кам миқдори

$$C_{мин} = \frac{y_{мин} - y_{синов}}{S}$$

y - берилган намунада ўлчаниши мумкин бўлган катталиқнинг энг кичик қиймати.

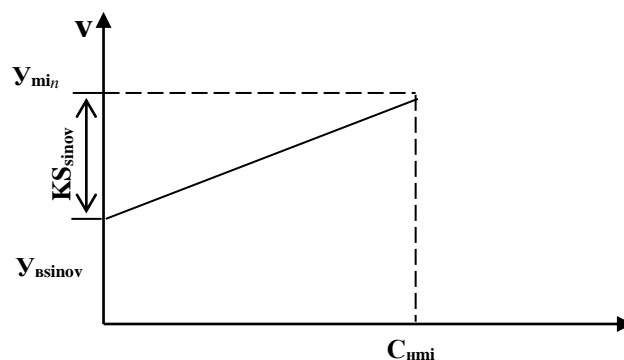
$y_{синов}$ - катталиқнинг ҳолис тажрибадаги ўртача қиймати.

C - сезгирлик коэффициенти.

$y_{мин}$ - баҳолаш учун статистик мезон k дан (ишончилиқ эҳтимоллигини ифодалайдиган коэффициент) ва C ҳолис тажрибадаги стандарт четланишдан фойдаланилади.

$$y_{мин} = \bar{y}_{синов} + kS$$

$k=2,3 \dots$ (кўпинча 3). Агар k нинг қиймати қанча катта бўлса, очилиш чегараси (аналитик сигнал) шунча катта бўлади.



2- чизма. Очилиш чегараси ва энг кичик аналитик сигнал орасидаги боғлиқлик.

Анализнинг қуйи чегарасини баҳолаш учун синов тажрибаларидаги (камида 12 марта тажрибани такрорлаш керак) стандарт четланишини ва сезгирлик коэффициентини ҳисоблаш керак

⁴⁷ Mikell P. Groover., Fundamentals of Modern Manufacturing Materials, Processes, and Equipment John Wiley and Sons inc USA 2010 369-pp

$$C_{\min} = \frac{\kappa S_{\sin \theta v}}{S}$$

$n > 20$ ўлчашларда $C_{\sin \theta v}$ шунинг учун очилиш чегара баҳолаш учун 2,3 ёки 6 ли мезон қабул қилинган.

4. *Аниқлилиқ* - олинган натижаларнинг ҳақиқий қийматга яқинлигини характерлайдиган катталиқ. Аниқлилиқ – систематик, индивидуал (шаҳснинг хатоси) ва услубий хатоларни характерлайди.⁴⁸

Систематик хатоларни камайтириш учун қуйидагилардан фойдаланиш мумкин: 1) Стандарт намуналардан фойдаланиш; 2) тортим массасини танлаш (варьирование); 3) қўшиш усули; 4) анализ натижаларини боғлиқ усул натижалари билан таққослаш. Анализнинг аниқлилиги қуйидаги формула билан ҳисобланади.

$$\varepsilon_x = t_{\alpha, f} \cdot \frac{S}{\sqrt{n}}$$

ε - ишончлик (0,95; 0,98; 0,99).

f - эркинлик даражаси

n - ўлчашлар сони

$t_{\alpha, f}$ - Стьюдент коэффисиенти (18-жадвал 285 бет.)

α у S ишончлик чегараси топилади.

Анализнинг потенциометрик усули

Бу анализ усули электрохимий анализ усуллари асосларидан биридир. Бу усул эритмага туширилган электродлар (гальваник элементлар) да юзага келадиган потенциаллар фарқи электр юритувчи кучни ўлчаш билан эритмада эриган модда миқдорини (концентрациясини) аниқлашга асосланган.

Маълумки, кўпчилиқ технологик жараёнларда фойдаланиладиган ёки ҳосил бўладиган эритмалардаги бирор модда миқдорини аниқлаш учун шу модда таркибидаги бирор ион миқдори аниқланади. Аксарият ҳолларда эритмадаги водород иони – H^+ миқдори, баъзи ҳолларда CJ , Br^- , NO_3^- , CO_3^{2-} , Na^+ , K^+ , Ca^{2+} , Ag^+ , Pb^{2+} , NH_4^+ .. ионларнинг миқдори аниқланади. Шу олинган натижаларга асосланиб ишлаб чиқариш жараёнлари назорат қилинади ёки бошқарилади.

Потенциометрик усулнинг қисқача назарий асослари

Эритмада эриган модда (ион, ионнинг активлиги) миқдори ($C_{ион}$) билан электродларда юзага келадиган потенциал ўртасида ўзаро тўғри боғланиш мавжуд бўлиб, у Нернст формуласи орқали ифодаланади:

$$E = E^0 + \frac{2,3RT}{nF} \lg C_{ион}$$

Бу эрда:

E - электродда юзага келадиган потенциал, В ёки мВ.

R - универсал газ доимийси, 8,314 кЖ моль/град.

⁴⁸ Mikell P.Groover., Fundamentals of Modern Manufacturing Materials, Processes, and Equipment John Wiley and Sons inc USA 2010 469-pp

T - абсолют ҳарорат, К.

F - Фарадей сони, 96500 Кл.

n - ионнинг заряди ёки берилган (қабул қилинган) электронлар сони.

E^0 - миқдори аниқланаётган ионнинг стандарт оксидланиш потенциали бўлиб, эритмада $C = 1$ моль/л бўлганда электродда юзага келадиган потенциал қиймати. Унинг қиймати маълумотномаларда берилган бўлади.

$$\frac{2,3 RT}{nF} = Q \text{ билан белгиланади, унинг қиймати}$$

$n=1$, $t=25^0$ С бўлганда 0,059 В

$n=2$, $t=25^0$ С бўлганда эса, 0,029 В

Ушбу формуладан кўриниб турибдики, электродларда юзага келадиган потенциал эритма билан электроднинг сирт чегарасида электрон алмашинувигагина эмас, балки эритмадаги потенциал аниқловчи ион концентрациясининг ўзгаришига ҳам боғлиқдир. Шунинг учун потенциометрик усулида нейтраллаш, оксидланиш-қайтарилиш, чўкма ҳосил бўлиш ва комплекс ҳосил бўлиш реакцияларидан фойдаланилади.

Нернст формуласига кўра электродларда юзага келадиган потенциалнинг қиймати, потенциал ҳосил қилувчи ионнинг табиатига, ҳароратга, нормал оксидланиш-қайтарилиш потенциали $-E_{окс/кайт}^0$ ҳамда ионнинг концентрациясига $-C_{ион}$ боғлиқ.⁴⁹

7.2 Потенциометрик усулда қўлланиладиган асосий тушунчалар

Электрод – эритма билан ўзининг сирт чегарасида электронлар ёки ионлар алмашинуви натижасида потенциаллар фарқи юзага келадиган эритма ва унга туширилган металл пластинкадан иборат электрохимик системадир.

Энг оддий электрод - руҳ сульфат тузи эритмасига туширилган руҳ пластинкаси. Бунда эритмага туширилган руҳ пластинка "актив металл" бўлгани учун эрий бошлайди, яъни оксидланади.

Натижада пластинка сиртида электронлар қолади, эритмага эса руҳ ионлар Zn^{2+} ўтади. Пластинка сирти манфий зарядланади, пластинканинг сиртига тегиб турган эритма мусбат зарядланади, яъни эритма билан пластинка (ўртасида) сирт чегарасида кўш электр қават ҳосил бўлади. Кўш электр қаватда потенциаллар фарқи юзага келади ва бу электрод потенциали деб айтилади.

Электродда юзага келадиган потенциал Нернст тенгламаси

$$E = E_{Zn/Zn}^0 + \frac{2,3 RT}{nF} \lg C_{Zn^{2+}}$$

билан ифодланади. Ҳар бир электрод учун юқоридаги сингари электрод потенциалини ҳисоблаш формулалари мавжуд.

Электродлар уларда борадиган электрохимик реакциянинг механизмига ва ишлатиш мақсадига кўра бир неча турли бўлади.

⁴⁹ Mikell P.Groover., Fundamentals of Modern Manufacturing Materials, Processes, and Equipment John Wiley and Sons inc USA 2010 369-pp

Биринчи тур электродлар – электрод потенциали эритмадаги потенциал ҳосил қилувчи ионнинг концентрациясига боғлиқ бўлган электродлар. Бу электродлар эритмада ўз ионларига нисбатан қайтар ишлайдиган, эритмага туширилган металл пластинкалардир. Биринчи тур электродларга мисоллар: Кумуш электроди $AgNO_3$ эритмасига туширилган Ag пластинкаси ($Ag/AgNO_3$); Мис электроди $CuSO_4$ эритмасига туширилган Cu пластинкаси ($Cu/CuSO_4$); водород электроди, ҳингидрон электроди, шиша электроди ва ҳоказолар. Бу электродлар ишлатилиш мақсадига кўра *индикатор электродлар* дейилади.⁵⁰

Шу электродлардан айримлари билан яқиндан танишиб чиқайлик.

Нормал водород электроди. Нормал водород электроди (НВЕ) - таркибида водород ионлари бўлган эритма (H_2SO_4) га туширилган сиртига водород газини сингдирилган платина (Pt) пластинкаси билан иборат система.

Бу электрод сиртида қуйидаги оксидланиш-қайтарилиш реакцияси боради:



Электродда юзага келадиган потенциал қуйидаги формула билан ифодаланади:

$$E = E_{2H^+/H_2}^0 + \frac{2,3RT}{F} \lg \frac{a_H}{p_{H_2}^{1/2}} = E_{2H^+/H_2}^0 + \frac{0,059}{1} \lg a_{H^+} - \frac{0,059}{2} \lg p_{H_2}$$

бунда, - водород газининг босими.

Водород электроднинг потенциали шартли равишда исталган ҳароратда ҳам нолга тенг деб олинган. Электрод $p_H = 1$ атм водород билан тўлдирилиб, $a_{H^+} = 1$ бўлган кислотага туширилганда электроднинг потенциали:

$$E_{НВЕ} = -0,059p_H$$

кўринишига келади.

Демак, нормал водород электроднинг потенциали эритманинг p_H - ига, яъни эритманинг кислоталилигига тўғри пропорционалдир. Нормал водород электрод асосан металлларнинг стандарт оксидланиш-қайтарилиш потенциаллари ўлчашда фойдаланилади.

Водород электроднинг потенциали қуйидаги шартларга риоя қилинганда доимий бўлади:

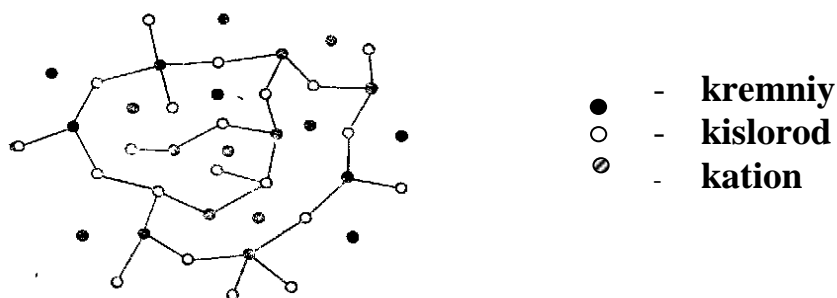
- 1) жуда тоза водород ва электролит қўлланилганда;
- 2) электродни эритмага муайян чуқурликкача ботирилганда;
- 3) электродга жуда оз миқдорда ток берилганда;

Водород электродни нитрат, ҳлорат, перманганат, манганат, темир (III) сингари оксидловчилар ва қайтарувчилар бўлган, шунингдек тўйинмаган органик бирикмалар, аминлар, нитрофеноллар, алколлоидлар иштирок этганда ишлатиб бўлмайди.

Шиша (ионоселектив мембранали) электрод. Шиша электрод назариясини академик Б.П.Никольский томонидан ишлаб чиқилган. Шиша электродидаги шиша мембрана водород ионнинг концентрацияси ҳар ҳил

⁵⁰ Mikell P.Groover., Fundamentals of Modern Manufacturing Materials, Processes, and Equipment John Wiley and Sons inc USA 2010 369-pp

бўлган икки эритмани бир-биридан ажратиб туради. Бу вақтда электрод сиртида потенциал юзага келади. Текширишларнинг кўрсатилишига кўра шиша тўрсимон кремний-кислород занжирларидан иборат бўлиб, орадаги бўш жойлар ишқорий металлларнинг катионлари билан банд (1-чизма).



1-чизма. Шишанинг тузилиши.

Бўш жойлардаги катионлар турнинг тузилишини бузмасдан қайтар равишда алмашилиш реакциясига кириша олади. Водород селектив шиша электроднинг шарсимон қисмига кумуш ҳлоридли электрод жойлаштирилади ва у 0,1 м HSI (ёки бошқа электролит) билан тўлдирилади. Бу текшириладиган эритмага тушириладиган ярим элементни ташкил этади. Шиша электрод потенциали шиша мембрананинг ҳар иккала томонидаги эритмалар потенциалларининг айирмасига тенгдир.⁵¹

Одатда ички эритманинг потенциали доимий бўлганлиги учун бу айирма электрод туширилган эритманинг потенциалига тенг бўлади ва қуйидаги формула билан ифодаланади.

$$E_{ш.еэ} = \text{Конст} + 0,059 \lg a_{H^+}$$

$$E_{ш.еэ} = \text{Конст} - 0,059 \text{ рН}$$

Ушбу формулалардан кўриниб турибдики, шиша электроди H^+ - ионларига нисбатан қайта ишлайдиган электрод бўлиб, ундан асосан эритмаларнинг рН -ини ўлчашда, водород ионларининг миқдори – H^+ ни ва шу катталикларга мос келадиган эритма потенциалини ўлчашда фойдаланилади.

Иккинчи тур электродлари - электрод потенциали электродни ҳосил қилувчи металл билан кам эрийдиган бирикма ҳосил қилувчи анионга нисбатан қайтар бўлган ва потенциали ташқи эритмадаги бошқа ионлар концентрациясига боғлиқ бўлмаган электродлардир.

Бу тур электродлар амалиётда асосан солиштирувчи электродлар сифатида ишлатилади. Солиштирувчи (таққослаш) электродларга мисоллар: Каломель электроди - КЕ, кумуш ҳлоридли электроди-КХЕ (20-жадвал).

Кумуш ҳлоридли электрод.. Кумуш ҳлоридли электроди - КСИ нинг тўйинган эритмасига туширилган ва сирти кам эрийдиган AgSI моддаси билан қопланган кумуш симдир. Унинг формуласи: Ag/AgSI, SI-.

⁵¹ Mikell P.Groover., Fundamentals of Modern Manufacturing Materials, Processes, and Equipment John Wiley and Sons inc USA 2010 369-pp

КХЕ нинг потенциали Ag^+ га боғлиқ бўлиб, электрод ички эритмасидаги SI^- ионларига нисбатан қайта электроддир. Бунинг сабабини КХЕ потенциали -КХЕ ни ҳисоблаш формуласини келтириб чиқариш билан тушуниш мумкин.⁵²

$$\text{Умуман, КХЕ учун: } E_{KXЭ} = E_{Ag/Ag^+}^0 + 0,059 \lg a_{Ag^+}$$

Лекин ички эритмада Ag^+ ионлари йўқ. Бу ион электрод сиртидаги $AgSI$ нинг диссоцияланиши туфайли ҳосил бўлади.

$$\text{Шунга асосан: } ЭК_{AgCl} = a_{Ag^+} \cdot a_{Cl^-}$$

Бу ифодадан электро-кимёвий жараёнда қатнашадиган кумуш ионнинг актив концентрацияси: $a_{Ag^+} = \frac{ЭК_{AgCl}}{a_{Cl^-}}$

га тенглигини эътиборга олсак, $ЭК_{KXЭ}$ куйидаги ифодага тенг бўлади:

$$E_{KXЭ} = E_{Ag/Ag^+}^0 + 0,059 \lg \frac{ЭК_{AgCl}}{a_{Cl^-}} = E_{Ag/Ag^+}^0 + 0,059 \lg ЭК_{AgCl} - 0,059 \lg a_{Cl^-}$$

Бу формуладаги $E_{Ag/Ag^+}^0 + 0,059 \lg ЭК_{AgCl} = E_{Ag/AgCl}^0$ га тенг бўлиб, $20^{\circ}C$ да унинг қиймати $+0,2220$ в га тенг. Бу қийматни юқоридаги формулага қўйсак: $э = 0,2220 - 0,059 \lg a_{Cl^-}$ бўлади, бу формула КХЕ нинг потенциалини ҳисоблаш формуласи дейилади.

Юқорида айтилганидек, бу электроднинг потенциали a_{Cl^-} -га боғлиқ. Агар ички эритма сифатида $0,1$ н КСИ (НСИ) эритмасидан фойдаланилса $ЭК_{KXЭ} = +0,2900$ в; агар 1 н КСИ (НСИ) эритмаси бўлса, $ЭК_{KXЭ} = +0,2370$ в бўлади.

Учинчи тур электродлари. Бир хил анионга эга бўлган икки катиондан бирига нисбатан қайтар электродлардир. Бунга симобнинг симоб ва кальсий оксалатидаги электродини мисол қилиб келтириш мумкин. Унинг потенциали иккинчи металл ионнинг активлиги билан белгиланади.

$$E = E^0 + \frac{2,3RT}{nF} \lg a_{Ca^{2+}}$$

Учинчи тур электродларнинг қайтарлик даражаси юқори ва улар электрод металига нисбатан бегона бўлган катионларни аниқлаш учун индикатор электрод сифатида ишлатилади.

Электродлар ишлатилишига кўра икки хил бўлади:

Индикатор электродлар - текшириладиган эритмадаги ионнинг электрод активлигига қараб потенциалини ўзгартирадиган электродлардир. Индикатор электродлари электрод-еритма сирти чегарасида борадиган электрокимёвий жараённинг механизмига кўра куйидагиларга бўлинади:

1) оксидланиш-қайтарилиш (редокс) электродлар; бундай электродларда электронлар алмашилиши кузатилади;

2) биринчи, иккинчи тўр металл ва металлмас электродлар; бундай электродларда электрон-ион алмашилиши кузатилади;

⁵² Mikell P.Groover., Fundamentals of Modern Manufacturing Materials, Processes, and Equipment John Wiley and Sons inc USA 2010 469-pp

3) Ионоселектив мембранали электродлар, бундай электродларда ион алмашилиши содир бўлади.

Электродлар агрегат ҳолатларига кўра қаттиқ (платина, кумуш, графит ва бошқалар), суюқ (симоб) ва газ (водород, хлор) электродларга бўлинади. Бундан ташқари, электродлар актив (кумуш, мис ва бошқалар) ва бифарқ (платина, олтин, графит ва бошқалар) электродларга бўлинади.

Солиштирма электродлар - сифатида электрод потенциалини ўлчаш учун мўлжалланган қайтар (нормал водород тўйинган каломель, кумуш хлоридли, таллий хлоридли ва бошқа) электродлар (еталон сифатида) ишлатилади.⁵³

Солиштирма электродлар қуйидаги талабларга жавоб бериши керак:

1. потенциал белгиловчи электроднинг ички реакцияси термодинамик қайтар бўлиши керак;

2. электрод кам қутбланувчан бўлиши, яъни ундан ток ўтганда ўз потенциалини ниҳоятда кам ўзгартириши керак;

3. электрод узоқ вақт сақланганда ва турли ҳил шароитларда ҳам ўз потенциалини ўзгартирмаслиги шарт.

Потенциометрик анализ усули тўғри потенциометрия ва потенциометрик титрлашга бўлинади.

Тўғри потенциометрик усули ёрдамида ионларнинг активлигини (pH , pNO_3 ва pK), диссоциация константаси, мувозанат константаси, комплекс бирикмаларнинг барқарорлик константаси, ёмон эрийдиган моддаларнинг эрувчанлик кўпайтмаси каби физик-кимёвий катталикларнинг қийматлари ўлчанади.

Бу усул ионларнинг активлигини тўғридан-тўғри аниқлашга имкон берадиган ягона усул ҳисобланади.

Бу усул қуйидаги турларга бўлинади:

pH -метрик - эритмаларнинг pH қийматлари, кислота ва асосларнинг (протолитларнинг) кислотали-асосли константалари, протолитик хусусиятга эга бўлган комплекс бирикмаларнинг барқарорлик константалари ва шу кабиларни аниқлашга имкон беради.

Ионометрик - pH -метриянинг ривожланиши натижасида мустақил усул бўлиб ажралган замонавий усуллардан бири. Бу усулда индикатор электроди сифатида турли ҳил ионоселектив электродлар қўлланилади.

Редоксметрик - оксидланиш-қайтарилиш реакциялари ва редокс жуфтларнинг потенциалларини ўлчашга асосланган усул бўлиб, унинг ёрдамида редокс жуфтларнинг стандарт ва реал потенциаллари, улар асосида эса турли ҳил константалар ҳамда кинетик катталиклар аниқланади.

Потенциометрик титрлаш – аниқланаётган модда миқдорига эквивалент миқдорда аниқловчи модда (стандарт) эритмасидан қўшилганда электродлар системасида юзага келадиган, потенциаллар айирмасининг кескин ўзгаришига асосланган миқдорий анализ усулидир. Эквивалент нукта

⁵³ Mikell P.Groover., Fundamentals of Modern Manufacturing Materials, Processes, and Equipment John Wiley and Sons inc USA 2010 369-pp

яқинида электрохимий реакцияларнинг бири иккинчиси билан алмашинади.⁵⁴

Потенциалнинг кескин ўзгаришига потенциал сакраш ёки титрлашнинг охириги нуқтаси (т.о.н) дейилади. Потенциал сакрашга қуйидаги омиллар таъсир қилади:

- а) эритувчи ва электролит фони табиати (Δ , $K_{\text{дис}}$);
- б) электролитнинг концентрацияси;
- в) электрод материали ва сирт юзаси;
- г) ҳарорат.

Потенциометрияда титрлашнинг охириги нуқтасини топиш учун қуйидаги усуллардан фойдаланилади:

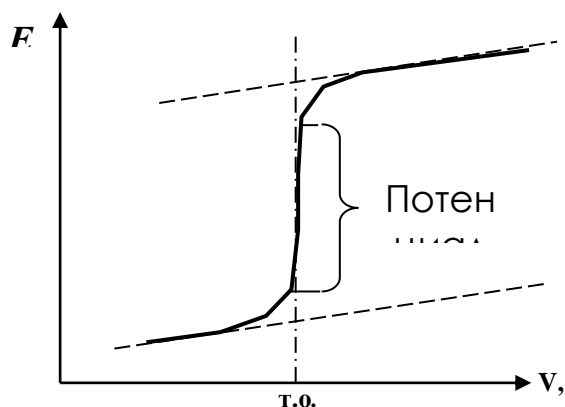
1. Ҳисоблаш усуллари.
2. Чизма усуллари.

1. Ҳисоблаш усулларида титрланадиган модда эритмасига титрантнинг эритмасидан тенг (1мл.дан) миқдорда қўшиб ҳар бир қўшилган ҳажм, унга тўғри келадиган потенциалнинг қиймати ва ҳар икки яқин нуқта орасидаги потенциаллар фарқи ҳам қайд қилинади.

ΔE энг катта бўлган соҳа эквивалентлик нуқта жойлашган соҳа ҳисобланади.

2. Чизма усуллар. Титрлашни охириги нуқтасини аниқлашнинг чизма усуллари интеграл (тўлик), дифференциал (фарқли), иккинчи тартибли ҳосила ва бошқа усулларга бўлинади.

а) Интеграл усулида эЙК нинг титрант ҳажми (V) га боғлиқлик чизмаси чизилади.



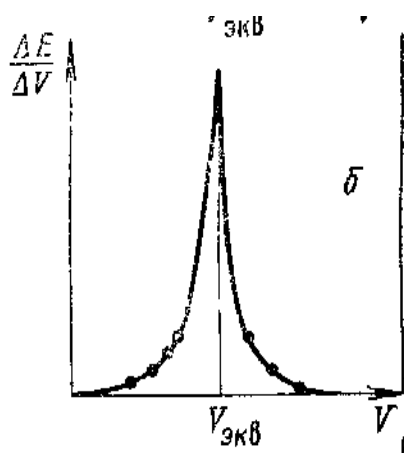
2- чизма. Потенциометрик титрлашнинг интеграл эгри чизиғи

Бу чизма асосида эквивалент нуқта ва титрлашнинг охириги нуқтасини топиш учун ўринмалар ўтказилади. Ўтказилган ўринмалар кесиш нуқталарининг абсиссалар ўқиға перпендикуляр бўлган баландлиги топилади. Бу баландлик тенг икки қисмга бўлинади ва кесишган нуқтадан титрлаш эгри чизиғи билан кесишгунча ординаталар ўқиға параллел ўтказилади. Шу параллелнинг титрлаш эгри чизиғи билан кесишиш нуқтасидан эса абсиссалар ўқиға перпендикуляр туширилади. Ушбу

⁵⁴ Mikell P. Groover., Fundamentals of Modern Manufacturing Materials, Processes, and Equipment John Wiley and Sons inc USA 2010 369-pp

перпендикулярнинг абссиссалар ўқи билан кесишиш нуқтаси т.о.н сига тўғри келади. (2-чизма)

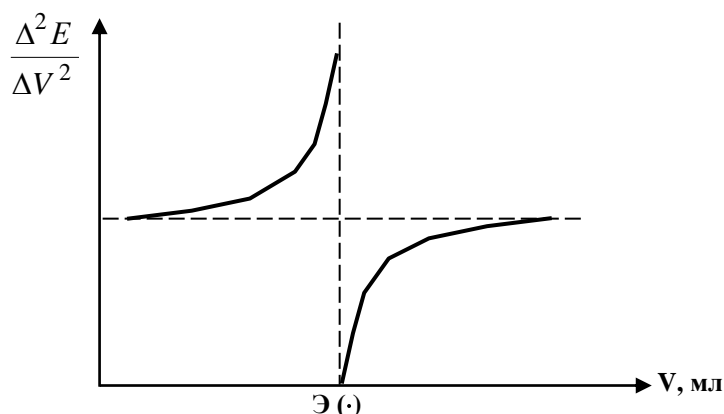
б) Дифференциал усул т.о.н сени топишнинг анча осон ва аниқ усулидир; бунда $\Delta E/\Delta V$ нисбатнинг қўшилган титрант ҳажмига боғлиқлиги чизмаси чизилади. Чўққисимон эгри чизик чўққисидан абссиссалар ўқиға туширилган перпендикуляр титрлашнинг эквивалент нуқтасига (т.о.н сига) тўғри келган ҳажмини кўрсатади. (3-чизма)⁵⁵



3-чизма. Потенциометрик титрлашнинг дифференциал эгри чизиғи.

Дифференциал усулда т.о.н сени топишнинг аниқлигини ошириш учун иккинчи тартибли ҳосила олиш усулидан фойдаланилади.

в) Иккинчи тартибли ҳосила олиш усулида $\Delta^2 E/\Delta V^2$ нинг қўшилган титрант ҳажмига боғлиқлик чизмаси чизилади.



4-чизма. Потенциометрик титрлашнинг иккинчи даражасининг титрлаш эгри чизиғи.

Чизмадан кўринаяптики, эгри чизиклар абссисса ўқининг ҳар иккала томонида жойлашган (4-чизма). Эгри чизикларнинг учларини туташтирганда абссисса ўқи билан чизикнинг кесишиш нуқтаси т.о.н сига тўғри келади.

Потенциометрик титрлаш кислота - асосли (нейтраллаш), оксидланиш-қайтарилиш, чўктириш ва комплекс ҳосил бўлиш реакциялари асосида, шундай ҳоссаларға эға бўлган моддаларни аниқлаш ва текшириш учун кенг

⁵⁵ Mikell P.Groover., Fundamentals of Mode Manufacturing Materials, Processes, and Equipment John Wiley and Sons inc USA 2010 769-pp

қўлланилади. Натижада, моддаларнинг концентрациясинигина эмас, балки уларнинг турли хил константаларини ҳам аниқлаш мумкин.⁵⁶

Потенсиометрик титрлашда борадиган реакциялар қуйидаги талабларга жавоб бериши керак:

- а) реакция тегишли йўналишда стеҳиометрик нисбатда охиригача бориши;
- б) кимёвий реакциянинг тезлиги этарли даражада катта бўлиши;
- в) кимёвий реакция мувозанати тез қарор топиши;
- г) қўшимча реакциялар бўлмаслиги керак.

Потенсиометрик ва бошқа асбоблар ёрдамида титрлаш усулларининг, визуал (қўз билан кузатиладиган) усулларга кўра бир қатор афзалликлари мавжуд. Улар қуйидагилардан иборат:

- а) титрлашда субъектив хатоларга йўл қўйилмайди;
- б) аниқлашнинг сезувчанлиги анча юқори бўлади;
- в) лойқа ва рангли эритмаларни титрлаш мумкин;
- г) бир вақтнинг ўзида аралашмадаги бир неча компонентни табақалаб (кетма-кет) титрлаш мумкин;
- д) титрлаш жараёнини осонгина автоматлаштириш мумкин.

7.3 Тажриба машғулоти

1- иш. Эритмадаги водород иони миқдори $[H^+]$ ни аниқлаш
(рн-метрия)

Тажриба иши эритмадаги водород ионларига нисбатан қайтар ишлайдиган шиша электроди ва кумуш-хлоридли электрод ёрдамида тузилган гальваник элементнинг электр юритувчи кучини ўлчашга асосланган. Бунинг учун қуйидаги тизимда гальваник элемент тузилади:

Шиша электрод	Текширилаётган эритма	Кумуш хлоридли электрод
Индикатор электрод		Солиштирма электрод

Ушбу гальваник элементда юзага келадиган потенциаллар фарқи ΔE Δ (ЕЙК) ва рн ўртасидаги боғланиш:

$$\text{ЭЮК} = \Delta E = E_{\text{солиштирма эл-д}} - E_{\text{шиша эл-д}} = -0,059 \lg [H^+] = 0,059 \text{ рн} \quad \text{га тенг} \quad (1)$$

Шиша электродни даражалаш

Керакли асбоб – ускуна ва реактивлар:

- 1) рН – метр;
- 2) индикатор электрод (шиша электрод);

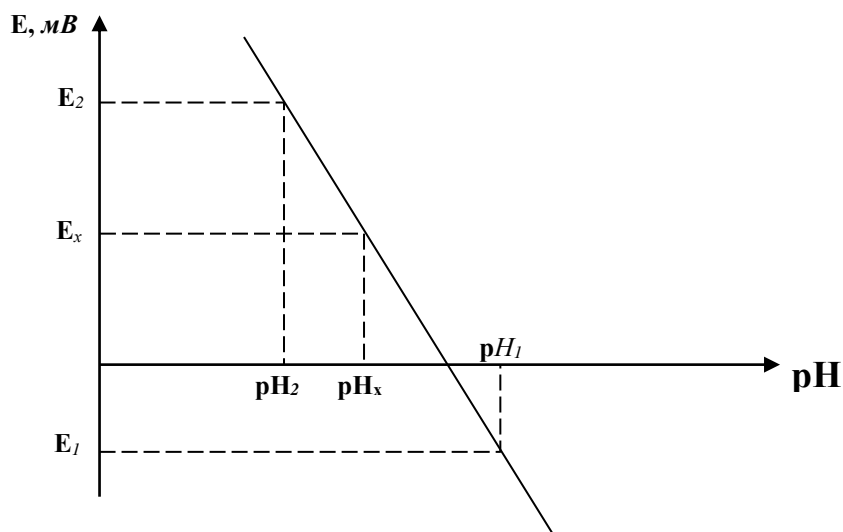
⁵⁶ Mikell P.Groover., Fundamentals of Modern Manufacturing Materials, Processes, and Equipment John Wiley and Sons inc USA 2010 569-pp

- 3) солиштирма электрод (кумуш хлоридли электрод);
- 4) 6 дона 50 мл .ли стаканча;
- 5) фильтр қоғоз;
- 6) ювгич;
- 7) 1 дона 500 мл.ли стакан;
- 8) стандарт буфер эритмалар ($pH = 1,68; 3,56; 4,01; 6,86; 9,18; 12,34$).⁵⁷

Ишни бажариш тартиби: Шиша электродни даражалаш нима дегани? Маълумки, электродлардаги юзага келадиган потенциаллар фарқи - ЭЮКнинг қиймати билан эритмадаги водород ионлари концентрацияси ўртасида (1) формулага мувофиқ ўзаро боғлиқлик бор. Шу боғлиқлик ($E - pH$) ни амалда сақланиб қолганини текшириш «электрод (шиша)ни даражалаш» дейилади. Шиша электродни даражалаш учун pH қиймати доимий ва жуда аниқ бўлган буфер эритмаларда электроднинг потенциал қиймати ўлчанади. Бунда pH қиймати энг кичик бўлган эритмадан бошлаб, аввал эритманинг pH и, кейин эса шу pH га тўғри келган потенциал – э нинг қиймати ўлчаниб (қолган эритмаларда ҳам худди шундай) олинган натижалар қуйидаги жадвал кўринишида расмийлаштирилади.

pH – буфер эритма (наз)	1,68	3,56	4,01	6,86	9,18	12,34
pH – буфер эритма (ўлчанган)						
E_x – буффер эритма потенциали (мВ)						

Жадвалдаги қийматлардан фойдаланиб, «даражалаш графиги» чизилади. Бунинг учун координаталар системасининг «у – ордината ўқи» га потенциал ($\pm E$) қийматлари, «х – абсисса ўқи»нинг «0» ноль нуқтасидан бошлаб pH қийматлари қўйилади ва расмдагидек график чизилади.



Графикдан фойдаланиб, «шиша электроднинг функцияси» ҳисобланади. Эритманинг pH и 1 бирликка ўзгарганда электроднинг потенциали неча мВ

⁵⁷ Mikell P.Groover., Fundamentals of Modern Manufacturing Materials, Processes, and Equipment John Wiley and Sons inc USA 2010 269-pp

(ёки В) га ўзгариши электроднинг функцияси дейилади ва у қуйидагича ҳисобланади:

$$\Delta\varphi = \frac{\Delta E}{\Delta pH} = \frac{E_2 - E_1}{pH_2 - pH_1} = 59 \pm 1 мВ$$

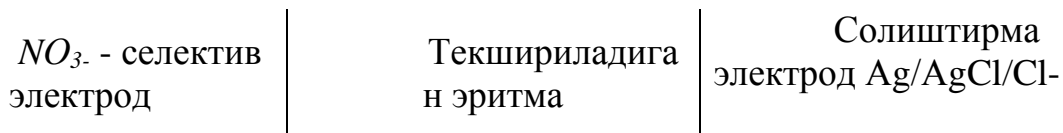
Агар электроднинг функцияси 59 ± 1 мВ қийматга тенг бўлса, бу электрод тўғри ишлайди, деб ҳисобланади.⁵⁸

2 - иш. Номаълум эритмадаги $[H^+]$ ни аниқлаш.

Ўқитувчи томонидан берилган номаълум эритма тегишли ҳажмгача суюлтирилади, яхшилаб аралаштирилади, тоза стаканга 25-30 мл олиниб, унинг потенциали E_x – ўлчанади. E_x ни қиймати даражалаш графигидан топиб. График билан кесишган нуқтасидан – рН қийматлари қўйилган абссисса ўқиға перпендикуляр туширилади. Абссисса ўқи билан перпендикуляр кесишган нуқта – «рН_x» - номаълум эритманинг рН – қиймати бўлади. рН – қийматни бўлган ҳолда $[H^+] = 10^{-рН}$ формулага кўра водород иони концентрацияси ҳисобланади (моль/л ёки г-ион/л).

3 - иш. Эритмадаги NO_3^- - ионлари миқдорини аниқлаш

Тажрибани бажариш индикатор электрод – NO_3^- - селектив электроди солиштирма электрод - кумуш – ҳлор электроди асосида тузилган гальваник элемент э.Й.К эритмадаги NO_3^- - ионлари миқдорига боғлиқлигига асосланган.



NO_3^- - селектив электродни даражалаш

Керакли асбоб – ускуна ва реактивлар

- 1) иономер;
- 2) индикатор электрод – NO_3^- - селектив электрод;
- 3) солиштирма электрод – кумуш – ҳлор электрод ;
- 4) 5 дона 50,00 мл.ли ўлчов колбаси ;
- 5) 5 дона 50 мл.ли стаканча;
- 6) 1 дона 1 литр (1000 мл) ўлчов колбаси;
- 7) фильтр қоғоз;
- 8) ювгич;
- 9) 1 дона 500 мл.ли стакан;
- 10) 1 м K_2SO_4 эритмаси ;
- 11) KNO_3 тузи;
- 12) 1 дона 5 мл.ли пипетка .

⁵⁸ Mikell P.Groover., Fundamentals of Modern Manufacturing Materials, Processes, and Equipment John Wiley and Sons inc USA 2010 369-pp

Ишни бажариш тартиби: Тортим усул билан KNO_3 нинг 5 та стандарт концентрацияси $1 \cdot 10^{-5}$ дан $1 \cdot 10^{-1}$ моль/л гача бўлган эритмалари тайёрланади. Эритманинг ион кучини доимий сақлаб туриш учун K_2SO_4 нинг 1 м эритмасидан фойдаланилади.⁵⁹

Еритма тайёрлаш тартиби: 10,10 г KNO_3 тузи 1 литр K_2SO_4 нинг 1 молярли эритмасида эритилади ва бунда $C_{NO_3^-} = 1 \cdot 10^{-1}$ моль/л бўлган эритма ҳосил бўлади. Кейин бу эритмадан 5 мл пипеткада олиб 50 мл ўлчов колбасига қўйилади. Эритмани колбанинг белгисигача K_2SO_4 ниг 1м.ли эритмаси билан суюлтирилади. $C_{NO_3^-} = 1 \cdot 10^{-2}$ моль/л эритма ҳосил бўлади ва ҳоказо суюлтириш усули билан ҳамма эритмани тайёрланади. Эритмаларнинг охиригисидан бошлаб pNO_3 ва E_x аниқланади. Олинган натижаларни жадвалга ёзиб орилади.

$C_{NO_3^-}$, МОЛ/Л	$1 \cdot 10^{-5}$	$1 \cdot 10^{-4}$	$1 \cdot 10^{-3}$	$1 \cdot 10^{-2}$	$1 \cdot 10^{-1}$
pNO_3					
E_x , мВ					

Жадвалдаги натижалар асосида даражалаш графиги чизиб, график ёрдамида $\Delta\varphi_{NO_3^-}$ - аниқланади (1-ишга қаранг). $\Delta\varphi_{NO_3^-} = 59 \cdot 1$ мВ бўлиши керак.

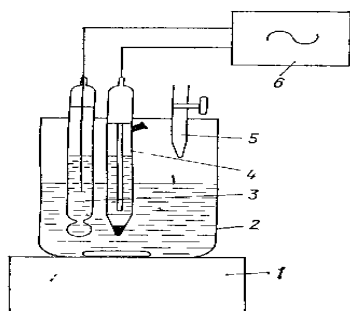
Номаълум эритмадаги NO_3^- ни аниқлаш.

Номаълум эритма сифатида таркибида NO_3^- иони бўлган тузлар, тарвуз, қовун, меваларнинг шарбатлари ишлатилади. Бунинг учун аниқ миқдорда шу «намуна»лардан (ўқитувчи томонидан берилади) олинади ва 1м.ли K_2SO_4 эритмасида эритилади. Эритмадан 20-30 мл олиб унинг қиймати ўлчаниб, графикдан NO_3^- нинг миқдори топилади.

4 - иш. Потенциометрик (кислота – асосли) титрлаш.

Потенциометрик титрлаш усули билан эритмадаги оксидловчи, қайтарувчи, асос ва кислоталарнинг миқдори аниқланади. Айниқса, озиқ-овқат маҳсулотлари ишлаб чиқаришда фойдаланиладиган кўпчилик эритмаларда кислота ва асос (ишқор) ларнинг миқдорини аниқлашга тўғри келади. Шу сабабли дастлаб эритмалардаги кислота ёки асос миқдорини аниқлаш усули билан танишиб чиқамиз (5-чизма).

⁵⁹ Mikell P.Groover., Fundamentals of Modern Manufacturing Materials, Processes, and Equipment John Wiley and Sons inc USA 2010 379-pp



5-чизма. Потенциометрик титрлаш учун қурилма.

1-магнитли аралштиргич; 2-ячейка; 3-индикатор электрод;
4-бюретка; 5-кумуш ҳлоридли электроди; 6-рн-метр

Эритмадаги кучсиз кислота ва кучсиз асос миқдорининг потенциометрик титрлаш усули билан аниқлаш ҳам эритмадаги H^+ ва OH^- ионлари ўртасида борадиган нейтралланиш реакциясига асосланган:



Реакция натижасида эритмадаги H^+ (H_3O^+) ионлари миқдори ўзгаради. H^+ - иони қийматининг ўзгариши эса $\alpha = 0,059 \lg [H^+]$ формулага мувофиқ эритмага туширилган шиша электроднинг потенциал ўзгаришига олиб келади. Эритмада $[H^+] = [OH^-]$ бўлганда электродлар системасида юзага келадиган потенциаллар айирмаси кескин ўзгаради, яъни потенциал сакраш рўй беради. Шу ҳолат титрлашнинг эквивалент нуқтаси ҳисобланади.⁶⁰

NaOH нинг титрини аниқлаш.

Керакли асбоб – ускуна ва реактивлар:

- 1) Иономер;
- 2) шиша электрод;
- 3) кумуш ҳлоридли электроди;
- 4) магнитли аралаштиргич ва ўзаги ;
- 5) штативга ўрнатилган 25,00 мл.ли бюретка ;
- 6) 10,00 мл.ли пипетка;
- 7) Ювгич;
- 8) 10 % NaOH эритмаси;
- 9) 0,1000 н.ли HCl эритмаси;
- 10) 10 мл.ли ўлчов силиндри;
- 11) 3 дона 50 мл.ли стакан.

Ишни бажариш тартиби: 100 мл □ 0,1 н NaOH нинг ишчи эритмасини тайёрлаш. NaOHнинг ишчи эритмасини тайёрлаш учун (анализнинг кимёвий нейтралланиш усулидаги сингари) NaOHнинг 10 % ли эритмасидан (ҳисоблашлар натижасида) 4 мл ўлчов цилиндр билан олиб, 100 мл ўлчов

⁶⁰ Mikell P.Groover., Fundamentals of Modern Manufacturing Materials, Processes, and Equipment John Wiley and Sons inc USA 2010 369-pp

колбага қўйилади. Силиндрни 3 марта дистилланган сув билан чайилиб шу колбага қўйилади. Кейин колбанинг белгисигача дистилланган сув билан суюлтириб, тахминан 0,1 н ли 100 мл NaOH нинг ишчи эритмаси тайёрланади.

Ишчи эритманинг титрини аниқлаш

Тоза стаканчага 0,1000 н HCl нинг стандарт эритмасидан аниқ ҳажмда (пипетка билан) 10 мл қўйиб олинади. Шу стаканчага аралаштиргич ўзаги тушуриб, магнитли аралаштиргич устига шундай ўрнатилади-ки, электродлар эритмага тушиб турсин, лекин аралаштиргични айланишига ҳалақит бермасин. Аралаштириш тезлиги шундай бўлиши керакки, эритма стакандан сакраб чиқмасин ва электрод атрофида қадах ҳосил бўлмасин. Сифими 25 мл бўлган бюреткани тайёрлаган 0,1 н NaOH нинг ишчи эритмаси билан тўлдирилади ва бюреткани титрлашга тайёрлаб, унинг пипетка қисмидан эритма томчиси титрлаш стаканчасига тушадиган ҳолатда штативга ўрнатилади. Магнитли аралаштиргични электр тармоғига уланиб эритма доимо аралаштирилиб турилади. Титрлашни бошламасдан аввал стакандаги HCl ритмасининг потенциалини аниқланиб жадвалдаги «Е» устунига ёзиб қўйилади. «В» устунига ноль «0» рақамини ёзиб, кейин титрлашни бошланади.

Бюреткадан 1 мл (10 чизиқча) NaOH эритмасидан стаканчага томизилиб, 30 – 60 сек.дан кейин эритма потенциали ўлчаниб, қиймати жадвалнинг «Е» устунига ёзиб, «В» устунига 1 қиймат ёзилади. Шу тартибда титрлаш давом эттирилади. Эритма потенциали катта қийматга ўзгара бошласа, бюреткадан эритма 0,2 мл (2 чизиқча)дан қўйилади. Потенциал ўзгариши яна кескин бўла бошласа, қўшиладиган ишқор эритмасининг ҳажмини камайтирилиб 0,1 мл дан қўйилади. Титрлашнинг шу босқичида жуда диққат қилинади, чунки эквивалент нукта атрофида потенциал сакрама юз беради. Ҳар бир титрлаш натижасида олинган қийматлар жадвалдаги «Е» ва «В» устунларга ёзиб борилади. Эритма потенциали жуда кам (5-10 мВга) ўзгара бошлаганда титрлашни тугатилади.⁶¹

V_{NaOH} , мл титрантнинг г ҳажми	E , мВ эритма потенциали	ΔE – потенциал ўзгариши, мВ	ΔV – ҳажм ўзгариши, мл	$\frac{\Delta E}{\Delta V}$	$\frac{\Delta^2 E}{\Delta V^2}$
0	296	-	-	-	
1	280	16	1	16	
...
...					

Тажриба натижаларига асосланиб титрлаш эгри чизиғи чизилади:

- 1) Титрлашнинг интеграл $\varepsilon - V$ NaOH боғланиш эгри чизиғи чизилади.

⁶¹ Mikell P.Groover., Fundamentals of Modern Manufacturing Materials, Processes, and Equipment John Wiley and Sons inc USA 2010 369-pp

2) Титрлашнинг дифференциал $\square E/\square V - V$ NaOH боғланиш эгри чизиғи чизилади.

3) Титрлашнинг (потенциал бўйича дифференциал) $\square 2E/\square V^2 - V$ NaOH боғланиш эгри чизиғи чизилади.

Титрлаш эгри чизиқларидан фойдаланиб эквивалент нукта топилгандан сўнг аввалдан маълум бўлган формулалар асосида тайёрланган ишчи NaOH эритмасининг титри ҳисобланади:

$$N_{NaOH} \cdot V_{NaOH} = N_{HCl} \cdot V_{HCl} \quad \text{дан}$$

$$N_{NaOH} = \frac{N_{HCl} \cdot V_{HCl}}{V_{NaOH}}$$

$$T_{NaOH} = \frac{\mathcal{E}_{NaOH} \cdot V_{NaOH}}{1000}$$

Титри аниқ бўлган NaOH эритмасидан фойдаланиб, номаълум эритма таркибидаги кислота миқдори аниқланади.

5 – иш. Эритма таркибидаги кислота миқдорини аниқлаш.

Номаълум эритмадаги кислота миқдорини аниқлаш учун юқоридаги сингари тажриба бажарилади. Фақат бунда титрлаш стаканчасига HCl эритмаси ўрнига ўқитувчи (ёки лаборант) томонидан берилган «контрол» эритмадан қуйиб олинади ва титрлаш юқоридаги қодалар асосида амалга оширилади. Олинган натижалар асосида эквивалент нукта аниқланади ва қуйидаги формула асосида ҳисобланади:

$$g_A = \frac{N_{titrant} \cdot V_{titrant} \cdot \mathcal{E}_A}{1000}$$

$$Q_{(\%)A} = \frac{\mathcal{E}_A \cdot N_{titrant} \cdot V_{titrant} \cdot V_{qolba} \cdot 100}{1000 \cdot V_{qonceritma} \cdot V_{nun}}$$

6 –иш. Пивонинг кислоталилигини аниқлаш

Кимёвий (нейтраллаш) усули билан кислоталилигини аниқлаб бўлмайдиган тўқ рангли пивони потенциометрик титрлаш усули билан аниқлаш мумкин.⁶²

Керакли асбоб – ускуна ва реактивлар:

- 1) Иономер;
- 2) шиша электрод – индикатор электроди;
- 3) кумуш хлоридли электроди – солиштирама электроди ;
- 4) магнит ўзаги;
- 5) магнитли аралаштиргич;
- 6) штативга ўрнатилган 25,00 мл ли бюретка;
- 7) 10,00 мл ли пипетка;
- 8) 0,1000 н NaOH эритмаси;
- 9) Пиво;
- 10) сув ҳаммоми;
- 11) 200 мл.ли стакан.

⁶² Mikell P.Groover., Fundamentals of Modern Manufacturing Materials, Processes, and Equipment John Wiley and Sons inc USA 2010 469-pp

Ишни бажариш тартиби: 159-бетдаги 6 - тажриба ишига қараб, титрлаш учун намуна тайёрланади ва 200 мл стаканга қуйиб ичига магнит ўзаги туширилади. Стаканни магнитли аралаштиргич устига қўйиб, электродлар тушириб титрлаш бошланади. Олинган натижалар жадвал кўринишида расмийлаштирилади.

V_{NaOH} , мл	E, мВ	ΔV , мл	ΔE , мВ	$\Delta E/\Delta V$

Жадвал натижалари асосида титрлаш эгри чизиқлари (4-ишга қаранг) чизилиб, эквивалент нуқтадаги титрантни ҳажми аниқланади.

Пивонинг кислоталилиги 100 мл пивода бўлган сут кислотанинг граммлардаги миқдори билан ёки 100мл пивони титрлаш учун сарф бўлган 0,1 н NaOH нинг ҳажми билан ифодаланади.

7 – иш. Ҳамиртурушнинг кислоталилигини аниқлаш

Керакли асбоб-ускуна ва реактивлар:

- 1) Иономер;
- 2) шиша электрод – индикатор электроди;
- 3) кумуш хлоридли электроди – солиштирма электроди ;
- 4) магнит ўзаги;
- 5) магнитли аралаштиргич;
- 6) 0,1000 н NaOH эритмаси;
- 7) штативга ўрнатилган 25,00 мл ли бюретка;
- 8) 25,00 мл ли пипетка;
- 9) 5 г ҳамиртуруш.

Ишнинг бажариш тартиби: 5 грамм ҳамиртуруш техник тарозида тортиб олинади ва 50 мл.ли ўлчов колбасига дистилланган сувда эритилади. Эритманинг 25,00 мл.ли ни пипеткага олиниб титрлаш стаканчасига қўйилади. Стаканчага аралаштиргич ўзаги туширилиб, магнитли аралаштиргич устига қўйилади, эритмага электродлар туширилиб титрлаш бошланади. Олинган натижалар жадвал кўринишида ёзинг борилади.⁶³

V_{NaOH} , мл	E, мВ	ΔV , мл	ΔE , мВ	$\Delta E/\Delta V$

Жадвал натижалари асосида титрлаш эгри чизиқлари (4-ишга қаранг) чизилиб эквивалент нуқтадаги титрантни ҳажми аниқланади.

Ҳамиртурушнинг кислоталилиги Нейман градусда ифоланади, 5 г. кандолатчилик маҳсулотини титрлаш учун сарф бўлган 0,1 н NaOH нинг миқдори бир Нейман градус деб қабул қилинади.

$$H^0 = 4 \cdot K \cdot V$$

⁶³ Mikell P.Groover., Fundamentals of Modern Manufacturing Materials, Processes, and Equipment John Wiley and Sons inc USA 2010 869-pp

бунда

K – тузатгич коэффициенти;

$$K = \frac{N_{NaOH}^{nazariy}}{N_{NaOH}^{tajriba}}$$

N_{NaOH} – NaOH нинг 0,1 н эритмаси;

B – титрлашга сарф бўлган 0,1 н NaOHнинг ҳажми.

Назорат саволлари:

1. Физик – кимёвий анализ усулларини изохлаб беринг?
2. Анализ усулларининг тавсифи қандай?
3. Анализнинг потенциометрик усули қандай?
4. Потенциометрик усулнинг қисқача назарий асосларини изохлаб беринг?
5. Потенциометрик усулда қўлланиладиган асосий тушунчалар қандай?

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

IV. АМАЛИЙ МАШҒУЛОТ МАТЕРИАЛЛАРИ

1-амалий машғулот: Сифат анализи асослари

Ишдан мақсад: Металларнинг умумий олиниш усуллари, пирометаллургик усул, Металларни оксидланиши, галогенлар ва халкогенлар, Металлар билан кислота эритмалари орасидаги таъсирлашувини ўрганиш ва таҳлил қишиш.

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 катта 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 пирометаллургик ва гидрометаллургик усулларда ажратиб олинади.

Пирометаллургик усулда чўян, пўлат, мис, қўрғошин, никел, титан ва бошқа муҳим металлар олинади. Баъзан металларни олишда пирометаллургия усули гидро ва электрометаллургия усуллари билан биргаликда қўлланилиши мумкин.⁶⁴

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, ғоваксиз 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

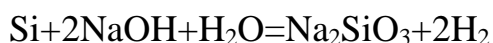
⁶⁴ Callister William D. Jr., Materials Science and Engineering, an Introduction. Wiley and Sons. UK 2014 425-pp

ҳосил қилади. Магний, сирконий, гафний, титанлар азот билан қиздирилганда реакцияга кириша олади.

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

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

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



Металлар билан кислота эритмалари орасидаги таъсирлашув стандарт электрод потенциаллари манфий бўлган, яъни электркимёвий, кучланиш қаторида водороддан олдин жойлашган металллар учун 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.



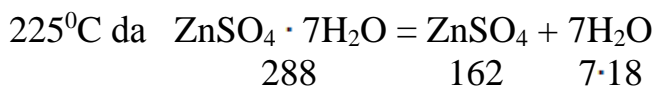
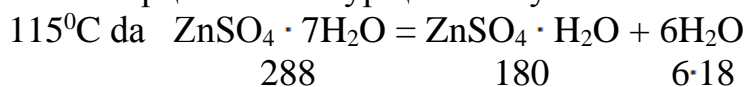
Суюлтирилган нитрат кислота осон оксидлай олади, лекин концентранган кислота баъзи металлларни пассивлаштиради.

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”) концентранган HNO_3 ва HCl (мол нисбатлари 1:3) ёки HNO_3 ва HF аралашмаси ишлатилади.⁶⁵

Мавзуга доир масалалар ечиш

1-мисол. Кристалли рух сульфати $ZnSO_4 \cdot 7H_2O$ қуритилганда $115^{\circ}C$ да 6 мол сувда ва $225^{\circ}C$ да бутун сувда ажралади. Сульфатлардаги Zn нинг таркибини қуриштишгача ва ундан кейин шу температуралардаги фоиз миқдорини аниқлаш керак.

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



⁶⁵ Callister William D. Jr., Materials Science and Engineering, an Introduction. Wiley and Sons. UK 2014 415-pp

Рухнинг 65 атом оғирлигида рухнинг миқдори қуйидагини ташкил этади:

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

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

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

Қуритиш даврида оғирликнинг йўқолиши

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

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

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:⁶⁶



$$100 \quad 56 \quad 44$$

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

$$100 - 36 = 64 \text{ кг } \text{CaO}$$

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

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

⁶⁶ Callister William D. Jr., Materials Science and Engineering, an Introduction. Wiley and Sons. UK 2014 325-pp

Назорат саволлари:

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

Фойдаланилган адабиётлар:

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

2-амалий машғулот:

Гетероген системаларда мувозанат

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

Масалани қўйилиши: Metallургик ҳисоботлар учун мисолларни ечиш

Керакли жиҳозлар: Компьютер, проэктор, компьютернинг дастурий таъминотлари.

Ишни бажариш учун намуна:

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

Илмий тадқиқотлар натижасига кўра ҳозирги замоний техникалар мутахасис ва соноат ходимларига хомашё минералогик таркибини аниқлашнинг кенг имкониятларини очиб бермоқда. Булардан биринчи навбатда айтишимиз ўринли бўлган усул бу микроскопиядир. Бунинг натижасида этарлича ишончли ва сифатли хомашё таркибини аниқлаш имконини беради. Хомашёнинг сифати тўғрисидаги маълумотни рентгеногафик ва электроногафик тадқиқотлар ҳам бериши мумкин. Минералларнинг эритувчиларга нисбатан турлича муносабатда бўлиши натижасида минерал таркибини кимёвий усуллар ёрдамида аниқлаш имконини беради. Масалан оксидланган мисли минералларни, сульфат кислота ва унинг аралашмаларида эритиш имкони мавжуд. Бунда сульфидли минераллар бу эритувчиларда эримайди. 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.⁶⁷

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

1- мисол. Халкопиритнинг CuFeS_2 фоизли таркибини аниқлаш.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Ечиш: FeS нинг ҳосил бўлиш реакциясидан



$$56 \quad 32 \quad 88$$

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 халкопирит CuFeS_2 кўринишида бўлади. Унинг рудадаги таркибини аниқланг.

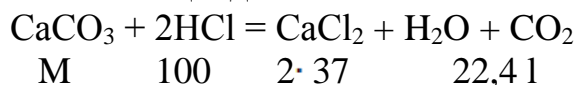
Ечиш: Халкопирит формуласи бўйича CuFeS_2 масса оғирлиги 64 мис, унда 184 масса оғирлигида минерал ҳосил бўлади, у ҳолда 0,40 % мис қуйидагини ташкил қилади.⁶⁸

⁶⁷ Callister William D. Jr., Materials Science and Engineering, an Introduction. Wiley and Sons. UK 2014 125-pp

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

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

Ечилиш: Реакциядан



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

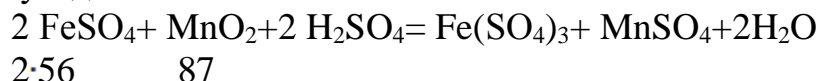
Бундан кўришиб турибдики, 22,4 л CO₂ да 100 г CaCO₃ ва 73 г HCl керак бўлади.

150 л CO₂ олиш учун эса,

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

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

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



$$2 \cdot 56 \quad 87$$

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

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

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

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

Икки карра ортиқликда бу 1 л эритмада MnO₂ 2,1 · 2 = 4,2 г ни ёки 1 м³ эритмада 4,2 кг MnO₂ ни ташкил қилади.⁶⁹

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

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

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

⁶⁸ Callister William D. Jr., Materials Science and Engineering, an Introduction. Wiley and Sons. UK 2014 225-pp

⁶⁹ Callister William D. Jr., Materials Science and Engineering, an Introduction. Wiley and Sons. UK 2014 325-pp

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

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

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

1) Иккала
минералдаги Cu_2S нинг миқдори бўйича

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

1) Fe_2S_3 нинг миқдори бўйича

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Тенгликка бу белгилашни қўйиб,

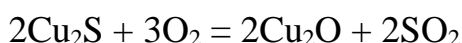
$$X = 2,15 \cdot 19,9 - 1,65 \cdot 11,4 = 24 \% \text{ борнит}$$

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

4-мисол. Cu ли штейнни оқ мат Cu_2S билан ҳаво пуркаш орқали конвертрлашнинг иккинчи даврида 20 т Cu олинган. Пуркашда сарфланган оқ мат миқдори ва назарий ҳавонинг сарфини аниқлаш талаб этилади.⁷⁰

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

⁷⁰ Callister William D. Jr., Materials Science and Engineering, an Introduction. Wiley and Sons. UK 2014 455-pp



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

20 т қора мис олиш учун керак.

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

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

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

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

молекулар оғирлигида, 29 да тенглигида

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

Назорат саволлари:

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

Фойдаланилган адабиётлар:

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

3-амалий машғулот:

Миқдорий анализ

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

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

Керакли жихозлар: Компьютер, проектор, компьютернинг дастурий таъминотлари.

Ишни бажариш учун намуна:

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

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

ва 1 см³ моддада гаммларда ифодаланади (ёки 1л 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 инobatга олиниши керак.⁷¹

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 протсентлардаги миқдори.

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

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

Техник ёки атмосфера 1 см² да 1 кг босимда тўғри келади (кг/см²) 1 физик атмосфера 760 мм сим.уст. тенг бўлганда симобни 13,596 солиштирма оғирликка тенг бўлганда, у 13,596 х 760 = 10333 мм сим.уст. (10,3 м) ёки 1,0333 м атмосфера ёки 1,0333 кг/см² ёки 10333 кг/м² га тенг.⁷²

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

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

Абсолют босим-монометрик ва барометрик босимлар алгебраик йиғиндиси:

⁷¹ Callister William D. Jr., Materials Science and Engineering, an Introduction. Wiley and Sons. UK 2014 425-pp

⁷² Callister William D. Jr., Materials Science and Engineering, an Introduction. Wiley and Sons. UK 2014 525-pp

$P_a = P_v + P_n$ (агар босим атм. босимидан баланд бўлса)

$P_a = P_v - P_n$ (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:

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

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

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

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

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

Кам калория деб, t^0 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?
5. Фақат бир йўналишда борадиган ва реакцияга киришаётган бошланғич моддалар охириги маҳсулотларга тўлиқ айланадиган реакциялар қандай реакциялар?

Фойдаланилган адабиётлар:

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

4-амалий машғулот: Оптик анализ усуллари

Ишдан мақсад: Металларда коррозия турлари, Суюқ ёқилғилар таъсирида вужудга келадиган коррозия, электрохимёвий коррозия, металл коррозиясини олдини олиш, металл сиртини бошқа металл билан қоплаш, металлларга турли қўшимчалар киритиш, коррозион активатор ва ингибиторлар.⁷³

Масалани қўйилиши: Металларни коррозиядан олдини олишни таҳлил қилиш

Керакли жихозлар: Компьютер, проэктор, компьютернинг дастурий таъминотлари.

Ишни бажариш учун намуна:

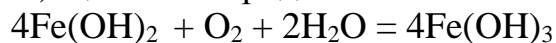
Кўпчилик металллар ҳаво, сув, кислота, ишқор ва тузларнинг эритмалари таъсирида емирилади. Бу ҳодиса *коррозия* дейилади. Коррозия сўзи латинча «*corrodere*» - *емирилиш* деган маънони англатади. Коррозия ўзининг физик-химёвий характери жихатидан икки хил бўлади: *химёвий* ва *электрохимёвий коррозия*.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

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

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

⁷³ Callister William D. Jr., Materials Science and Engineering, an Introduction. Wiley and Sons. UK 2014 425-pp

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



Натижада темир коррозияга учрайди. Агар водород ионлари мўл бўлса, темирдан чиққан электронлар ҳаводаги кислородни қайтармасдан водород ионларини қайтаради; $2\text{H}^+ + 2\text{e}^- = \text{H}_2$ Темир қалайга тегиб турса, коррозия темир мисга тегиб тургандагига қараганда сустроқ содир бўлади, темир рухга тегиб турса зангламайди, чунки темир рухга қараганда асл металдир; электролитлар иштирокида рух билан темир ҳосил қилган галваник элементда рух – анод, темир – катод вазифасини бажаради. ⁷⁴

Металлар коррозиясини олдини олиш

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

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

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

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

⁷⁴ Callister William D. Jr., Materials Science and Engineering, an Introduction. Wiley and Sons. UK 2014 425-pp

буюм сирти юқори ҳароратда органик моддалар билан оксидлантирилади (қорайтирилади, кўкартирилади ва ҳоказо); 2) металл буюм (MnO_2 ; $NaNO_3$; $K_2Cr_2O_7$ 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.⁷⁵

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

Мавзуга доир масалалар ечиш

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

Ечиш: $1m^2 - 0,1mg$

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

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

Ечиш: $4 \cdot 90 = 360kg Fe(OH)_2$

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

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

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

Ечиш: жараён реакцияси куйидагича:



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

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

⁷⁵ Callister William D. Jr., Materials Science and Engineering, an Introduction. Wiley and Sons. UK 2014 525-pp

Мустақил ечиш учун масалалар

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

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

3. 1200° 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 реакцияларнинг тезлиги қандай омилларга боғлиқ?
4. Реакцияга кириша-ётган моддалар системасининг тўғри ва тесқари 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 очик ахборотлардан ёки аниқ воқеа-ҳодисадан вазият сифатида таҳлил учун фойдаланиш мумкин. Кейс ҳаракатлари ўз ичига қуйидагиларни қамраб олади: Ким (Who), Қачон (When), Қаерда (Where), Нима учун (Why), Қандай/ Қанақа (How), Нима-натижа (What).

1-кейс

Материалларни чўзилишга ва сиқилишга мустахкамлигини аниқлашга мўлжалланган қурилмадаги муаммоли вазият

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



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

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

! Топшириқларни кетма-кетликда бажаринг ва кейс ечимини топинг

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

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



1.1-расм Материалларни чўзилишга ва сиқилишга мустахкамлигини аниқлашга мўлжалланган қурилма

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

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

2-кейс “Spagetti competition” конкурсидаги муаммоли вазият

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

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



! Топшириқларни кетма-кетликда бажаринг ва кейс ечимини топинг

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

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



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

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

VI. МУСТАҚИЛ ТАЪЛИМ МАВЗУЛАРИ

Мустақил таълим модули бўйича ишлаб чиқилган топшириқлар асосида ташкил этилади ва унинг натижасида тингловчилар битирув иши (лойиҳа иши) ни тайёрлайди.

Битирув иши (лойиҳа иши) талаблари доирасида ҳар бир тингловчи ўзи дарс бераётган фани бўйича электрон ўқув модулларининг тақдимотини тайёрлайди.

Электрон ўқув модулларининг тақдимоти қуйидаги таркибий қисмлардан иборат бўлади:

Кейслар банки;

Мавзулар бўйича тақдимотлар;

Бошқа материаллар (фанни ўзлаштиришга ёрдам берувчи қўшимча материаллар: электрон таълим ресурслари, маъруза матни, глоссарий, тест, кроссворд ва бошқ.)

Электрон ўқув модулларини тайёрлашда қуйидагиларга алоҳида эътибор берилади:

- тавсия қилинган адабиётларни ўрганиш ва таҳлил этиш;
- соҳа тараққиётининг устувор йўналишлари ва вазифаларини ёритиш;
- мутахассислик фанларидаги инновациялардан ҳамда илғор хорижий тажрибалардан фойдаланиш.

Мустақил иш мавзулари

1. Металларнинг макротаҳлили ва тавсифи.
2. Деталларнинг макро ва микроструктура тузилишига қараб, уларнинг сифати ҳақида хулоса бериш.
3. Металл ва қотишмаларнинг термик таҳлили.
4. Термик таҳлилни бажаришда фойдаланиладиган термопаралар ва темпера-турани кўрсатувчи жиҳозлар ҳақида хулоса бериш.
5. Материалшунослик соҳасидаги турли янгиликлар бўйича презентация тайёрлаш.
6. Микротаҳлил учун ишлатиладиган реактивлар.
7. Темир – углерод ҳолат диаграммасини тузиш принципи.
8. Кристаллик панжара турлари.
9. Термик ишлаш усуллари ва технологияси.
10. Пўлатларни турлари ва белгиланиши.
11. Чўянларни турлари ва белгиланиши.
12. Рангли металллар (Al, Ti, Mg, Si) турлари белгиланиши.
13. Композитсион материаллар.
14. Куқун материаллар.
15. Қийин эрийдиган металллар.
16. Махсус пўлатлар.
17. Асбобсозлик материаллари.
18. Асбобсозлик материалларини термик ишлаш хусусиятлари.

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, obtrtga foreign facilities were affected by the incident.

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

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

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

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

VIII. ФОЙДАЛАНИЛГАН АДАБИЁТЛАР РЎЙХАТИ

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.

Интернет ресурслари:

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