

СамДУ ҳузуридаги  
минтақавий марказ

**КИМЁВИЙ  
АНАЛИЗ  
МОДУЛИДАН  
ЎҚУВ-УСЛУБИЙ  
МАЖМУА**

Самарқанд-2021

**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**

**САМАРҚАНД ДАВЛАТ УНИВЕРСИТЕТИ ҲУЗУРИДАГИ ПЕДАГОГ  
КАДРЛАРНИ ҚАЙТА ТАЙЁРЛАШ ВА УЛАРНИНГ МАЛАКАСИНИ ОШИРИШ  
МИНТАҚАВИЙ МАРКАЗИ**

**“Кимёвий анализ”  
МОДУЛИ БЎЙИЧА  
Ў Қ У В – У С Л У Б И Й М А Ж М У А**

**САМАРҚАНД-2021**

**Мазкур ўқув-услугий мажмуа Олий ва ўрта махсус таълим  
вазирлигининг 2020 йил 7 декабрдаги 648-сонли буйруғи билан  
тасдиқланган ўқув режа ва дастур асосида тайёрланди.**

Тузувчи: СамДУ, Кимё факультети “Аналитик кимё”  
кафедраси мудири, к.ф.д., проф. Э.Абдурахмонов

Такризчилар: ЎзР ФА Умумий ва ноорганик кимё институти,  
к.ф.д., проф. Т.А.Азизов.  
СамДУ органик синтез ва биоорганик кимё  
кафедраси мудири, к.ф.н., доц.С.Тиллаев.

*Ўқув -услугий мажмуа Самарқанд давлат университети Кенгашининг  
қарори билан нашрга тавсия қилинган (2020 йил 28 декабрдаги № 4 -сонли  
баённомаси)*

## МУЎДАРИЖА

I. ИШЧИ ДАСТУР .....	4
II. МОДУЛНИ ЎҚИТИШДА ФОЙДАЛАНИЛАДИГАН ИНТЕРФАОЛ ТАЪЛИМ МЕТОДЛАРИ .....	11
III. НАЗАРИЙ МАНБУЛАТ МАТЕРИАЛЛАРИ.....	15
IV. АМАЛИЙ МАНБУЛАТ МАТЕРИАЛЛАРИ .....	32
V. ГЛОССАРИЙ .....	55
VI. АДАБИЁТЛАР РЎЙХАТИ .....	60

## I. ИШЧИ ДАСТУР

### КИРИШ

Дастур Ўзбекистон Республикасининг 2020 йил 23 сентябрда тасдиқланган “Таълим тўғрисида”ги Қонуни, Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2017 йил 7 февралдаги “Ўзбекистон Республикасини янада ривожлантириш бўйича Ҳаракатлар стратегияси тўғрисида”ги ПФ-4947-сон, 2019 йил 27 августдаги “Олий таълим муассасалари раҳбар ва педагог кадрларининг узлуксиз малакасини ошириш тизимини жорий этиш тўғрисида”ги ПФ-5789-сон, 2019 йил 8 октябрдаги “Ўзбекистон Республикаси олий таълим тизимини 2030 йилгача ривожлантириш концепциясини тасдиқлаш тўғрисида”ги ПФ-5847-сонли Фармонлари ва 2020 йил 12 августдаги “Кимё ва биология йўналишларида узлуксиз таълим сифатини ва илм-фан натижадорлигини ошириш чора-тадбирлари тўғрисида”ги ПҚ-4805-сонли ҳамда Ўзбекистон Республикаси Вазирлар Маҳкамасининг 2019 йил 23 сентябрдаги “Олий таълим муассасалари раҳбар ва педагог кадрларининг малакасини ошириш тизимини янада такомиллаштириш бўйича қўшимча чора-тадбирлар тўғрисида”ги 797-сонли Қарорларида белгиланган устувор вазифалар мазмунидан келиб чиққан ҳолда тузилган бўлиб, у олий таълим муассасалари педагог кадрларининг касб маҳорати ҳамда инновацион компетентлигини ривожлантириш, соҳага оид илғор хорижий тажрибалар, янги билим ва малакаларни ўзлаштириш, шунингдек амалиётга жорий этиш кўникмаларини такомиллаштиришни мақсад қилади.

Дастур доирасида берилаётган мавзулар таълим соҳаси бўйича педагог кадрларни қайта тайёрлаш ва малакасини ошириш мазмуни, сифати ва уларнинг тайёргарлигига қўйиладиган умумий малака талаблари ва ўқув режалари асосида шакллантирилган бўлиб, унинг мазмуни кредит модул тизими ва ўқув жараёнини ташкил этиш, илмий ва инновацион фаолиятни ривожлантириш, педагогнинг касбий профессионалигини ошириш, таълим жараёнига рақамли технологияларни жорий этиш, махсус мақсадларга йўналтирилган инглиз тили, мутахассислик фанлар негизида илмий ва амалий тадқиқотлар, ўқув жараёнини ташкил этишнинг замонавий услублари бўйича сўнги ютуқлар, педагогнинг креатив компетентлигини ривожлантириш, таълим жараёнларини рақамли технологиялар асосида индивидуаллаштириш, масофавий таълим хизматларини ривожлантириш, вебинар, онлайн, «blended learning», «flipped classroom» технологияларини амалиётга кенг қўллаш бўйича тегишли билим, кўникма, малака ва компетенцияларни ривожлантиришга йўналтирилган.

Қайта тайёрлаш ва малака ошириш йўналишининг ўзига хос хусусиятлари ҳамда долзарб масалаларидан келиб чиққан ҳолда дастурда тингловчиларнинг мутахассислик фанлар доирасидаги билим, кўникма, малака ҳамда компетенцияларига қўйиладиган талаблар такомиллаштирилиши мумкин. Ушбу дастурда кимёвий анализнинг замонавий жабҳаларидаги ютуқлари баён этилган. Бугунги кунда олий таълим муассасаларида илмий ишларни энг замонавий даражада олиб бориш, талабаларни ҳам фаннинг охириги ютуқлари доирасида ўргатиб бориш долзарб ҳисобланади.

### **Модулнинг мақсади ва вазифалари**

Олий таълим муассасалари педагог кадрларини қайта тайёрлаш ва уларнинг малакасини оширишда “Кимёвий анализ” модулнинг **мақсади** педагог кадрларни инновацион ёндошувлар асосида ўқув-тарбиявий жараёнларни юксак илмий-методик даражада лойиҳалаштириш, аналитик кимё соҳадаги илғор тажрибалар, замонавий билим ва малакаларни ўзлаштириш ва кимёвий анализнинг амалиётга жорий этишлари учун зарур бўладиган касбий билим, кўникма ва малакаларини такомиллаштириш, шунингдек уларнинг ижодий фаоллигини ривожлантиришдан иборат.

**Модулнинг вазифаларига** қуйидагилар киради:

- “Кимё” йўналишида педагог кадрларнинг касбий билим, кўникма, малакаларини такомиллаштириш ва ривожлантириш;

- мутахассислик фанларини ўқитиш жараёнига замонавий ахборот-коммуникация технологиялари ва хорижий тилларни самарали татбиқ этилишини таъминлаш;

- мутахассислик фанлари соҳасидаги ўқитишнинг инновацион технологиялари ва илғор хорижий тажрибаларини ўзлаштириш;

“Кимё” йўналишида қайта тайёрлаш ва малака ошириш жараёнларини фан ва ишлаб чиқаришдаги инновациялар билан ўзаро интеграциясини таъминлаш.

**Модул якунида тингловчиларнинг билим, кўникма ва малакалари ҳамда компетенцияларига қўйиладиган талаблар:**

“Кимёвий анализ” модули бўйича тингловчиларнинг билим, кўникма ва малакаларига қўйиладиган талаблар тегишли таълим соҳаси бўйича педагог кадрларни қайта тайёрлаш ва малакасини ошириш мазмуни, сифати ва уларнинг тайёргарлиги ҳамда компетентлигига қўйиладиган малака талаблари билан белгиланади.

“Кимёвий анализ” модули бўйича тингловчилар қуйидаги янги билим, кўникма, малака ҳамда компетенцияларга эга бўлишлари талаб этилади:

**Тингловчи:**

- кимёнинг сифат ва миқдорий анализда қўлланиладиган асбоб ускуналар, замонавий аналитик, биоорганик, кимёдаги ютуқлар, кимё ўқитиш усуллари ва технологиялари соҳалари бўйича Республикада илмий-тадқиқот ва илмий-услубий ишларини ривожлантиришнинг устивор йўналишлари ва уларнинг моҳиятини;

- кимё соҳаси бўйича Республикада илмий-тадқиқот ишларини ривожлантиришнинг устивор йўналишларини ва уларнинг моҳиятини;

- электрокимёвий анализ усуллари;

- атроф-муҳитнинг аналитик кимёсида қўлланиладиган компьютер дастурларини;

- аналитик кимёнинг замонавий ҳолатини;

- замонавий спектрал асбобларни характерлайдиган катталикларини ва принципларини;

- экспериментал тадқиқотларни ўтказиши ва уларнинг натижаларини қайта ишлаш ва таҳлил қилишни;

- илмий-техникавий ва илмий-услубий мавзуларга мос журналларга мақолалар тайёрлаш, ихтиро, илмий кашфиётларни патентлаш, фундаментал, амалий, инновацион ва халқаро лойиҳалар тайёрлаш ва лицензиялашни **билиши зарур;**

- намунавий методикалар ва бошқалар бўйича экспериментал тадқиқотларни ўтказиш ва уларнинг натижаларини қайта ишлаш;

- спектрометрлар, хромато-масс-спектрометрлар ва бошқа оптик ҳамда электрокимёвий ускуналарда ишлаш ва фойдаланиш;

- ўқитилаётган фанлар бўйича дарсларни ўтказиш учун зарур бўлган ўқув-методик ҳужжатларни тузиш, тайёрлаш ва расмийлаштириш;

- ўқитилаётган фан бўйича машғулотларни ўтказиш учун ўқитишнинг техник воситаларидан фойдаланиш **кўникмаларига эга бўлиши керак;**

- касбий фаолиятда табиий-илмий фанларнинг асосий қонунларидан фойдаланиш, математик таҳлил ва моделлаш, назарий ва экспериментал тадқиқот методларини қўллаш;

- бугунги рақамли технологиялар даврида жамиятнинг ривожланишидаги ахборот технологияларининг моҳияти ва аҳамиятини тушуниш **малакаларига эга бўлиши керак;**

- кимё бўйича замонавий ва инновацион таълим технологияларига асосланган ўқув-билиш фаолиятини ташкил этиш;

-ҳозирги замон кимё фанлари соҳасида ўқув дастурлар, қўлланмалар ва дарсликлар тайёрлаш ;

- кимё соҳаси бўйича тингловчиларнинг изланишли-ижодий фаолиятга жалб этиш *компетенцияларни* эгаллаши лозим.

### **Модулни ташкил этиш ва ўтказиш бўйича тавсиялар**

“Кимёвий анализ” модули маъруза ва амалий машғулотлар шаклида олиб борилади.

Модулни ўқитиш жараёнида соҳанинг замонавий методлари, 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 хужум, гуруҳли фикрлаш, кичик гуруҳлар билан ишлаш, коллоквиум ўтказиш ва бошқа интерактив таълим усулларини қўллаш назарда тутилади.

### **Модулнинг ўқув режадаги бошқа модуллар билан боғлиқлиги ва узвийлиги**

“Кимёвий анализ” модули мазмуни ўқув режадаги кимёнинг “Биоорганик кимё”, “Замонавий органик кимё” ва “Физикавий кимёнинг замонавий муаммолари” билан узвий боғланган ҳолда педагогларнинг бу соҳа бўйича касбий педагогик тайёргарлик даражасини орттиришга хизмат қилади.

### **Модулнинг олий таълимдаги ўрни**

Модулни ўзлаштириш орқали тингловчилар кимё соҳасида касбий фаолият юритиш учун зарур бўлган билим, кўникма, малака ва шахсий сифатларга эга бўлиш, илмий-тадқиқотда инновацион фаолият ва ишлаб чиқариш фаолияти олиб бориш, консалтинг хизмати фаолиятини бошқара олиш каби касбий компетентликка эга бўладилар.



**“Кимёвий анализ” модули бўйича  
соатлар тақсимоти**

№	Мавзу номи	Жами аудитория соати	Аудитория		
			Назарий	Амалий	Кўчма
1.	Моддаларнинг сифат ва миқдорий таркибини аниқлашдаги ҳозирги замон аналитик кимё фанининг долзарб масалалари	2	2		
2.	Кимёда физик-кимёвий тадқиқот усуллари	6	2	4	
3.	Атроф-муҳитнинг аналитик кимёси	4	2	2	
4.	Анализнинг инструментал усуллари (хроматографик, анализнинг спектрал усуллари, спектроскопик, электрокимёвий анализ).	4		4	
5.	Молекуляр спектроскопия. Инфрақизил (ИК) спектроскопия. Флуоресцент спектрометрия. Спектрал асбобларни характерлайдиган катталиклар. Ишлатиладиган асосий асбоб ва ускуналар.	4			4
<b>Жами: 20 соат</b>		<b>20</b>	<b>6</b>	<b>10</b>	<b>4</b>

**НАЗАРИЙ МАШҒУЛОТЛАР МАЗМУНИ**

**1-Мавзу. Моддаларнинг сифат ва миқдорий таркибини аниқлашдаги ҳозирги замон аналитик кимё фанининг долзарб масалалари (2соат).**

- 1.1. Моддаларнинг сифат ва миқдорий таркибини аниқлаш.
- 1.2. Анализнинг спектрал усуллари.
- 1.3. Электрокимёвий анализ усуллари.

**2-Мавзу. Кимёда физик-кимёвий тадқиқот усуллари (2соат).**

- 2.1. Оптик анализ усуллари.
- 2.2. Кимёвий сенсорлар ва тест-системалар.
- 2.3. Электрокимёвий анализ усуллари. Хромато-масс-спектрометрия.

**3-мавзу. Атроф-муҳитнинг аналитик кимёси (2соат).**

- 3.1. Атроф-муҳитнинг аналитик кимёси.

3.2. Ишлаб чиқариладиган маҳсулотларнинг сифатини оширишда миқдорий анализ усулларининг ахамияти.

### **АМАЛИЙ МАШҒУЛОТЛАР МАЗМУНИ**

**1-амалий машғулот.** Кимёда физик-кимёвий тадқиқот усуллари. (4 соат).

**2-амалий машғулот.** Атроф-муҳитнинг аналитик кимёси. (2 соат).

**3-амалий машғулот.** Анализнинг инструментал усуллари (хроматографик, анализнинг спектрал усуллари, спектроскопик, электрокимёвий анализ). (4 соат).

### **КЎЧМА МАШҒУЛОТ МАЗМУНИ**

**Кўчма машғулот.** Молекуляр спектроскопия. Инфрақизил (ИҚ) спектроскопия. Флуоресцент спектрометрия. Спектрал асбобларни характерлайдиган катталиклар. Ишлатиладиган асосий асбоб ва ускуналар (4 соат).

Кўчма машғулотлар таянч олий таълим муассасаларининг кафедра ва ЎзР ФА ИТИ лабораторияларида ташкил этилади. Ушбу лабораторияларда тингловчилар замонавий аналитик кимёвий анализ усулларининг асбоб ускуналари билан танишадилар, уларда ишлаш кўникмаларини шакллантирадилар. Тингловчилар спектроскопик, электрокимёвий таҳлилида асбоб-ускуналарида ишлаш тажрибасига эга бўладилар. Олинган натижалардан кимёвий анализ ҳақида маълумотлар олишга кўникма ҳосил қиладилар.

### **ЎҚИТИШ ШАКЛЛАРИ**

Мазкур модул бўйича қуйидаги ўқитиш шаклларидан фойдаланилади:

- маърузалар, амалий машғулотлар (маълумотлар ва технологияларни англаб олиш, ақлий қизиқишни ривожлантириш, назарий билимларни мустаҳкамлаш);

- давра суҳбатлари (кўрилаётган лойиҳа ечимлари бўйича таклиф бериш қобилиятини ошириш, эшитиш, идрок қилиш ва мантиқий хулосалар чиқариш);

- баҳс ва мунозаралар (лойиҳалар ечими бўйича далиллар ва асосли аргументларни тақдим қилиш, эшитиш ва муаммолар ечимини топиш қобилиятини ривожлантириш).

## II. МОДУЛНИ ЎҚИТИШДА ФОЙДАЛАНИЛАДИГАН ИНТЕРФАОЛ ТАЪЛИМ МЕТОДЛАРИ

### Хулосалаш (Резюме, Веер) методи

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

### Методни амалга ошириш тартиби:



тренер-ўқитувчи иштирокчиларни 5-6 кишидан иборат кичик гуруҳларга ажратади;



тренинг мақсади, шартлари ва тартиби билан иштирокчиларни таништиргач, ҳар бир гуруҳга умумий муаммони таҳлил қилиниши зарур бўлган қисмлари туширилган тарқатма материалларни тарқатади;



ҳар бир гуруҳ ўзига берилган муаммони атрофлича таҳлил қилиб, ўз мулоҳазаларини тавсия этилаётган схема бўйича тарқатма материалга ёзма баён қилади;



навбатдаги босқичда барча гуруҳлар ўз тақдимотларини ўтказадилар. Шундан сўнг, тренер томонидан таҳлиллар умумлаштирилади, зарурий ахборотлар билан тўлдирилади ва мавзу якунланади.

## Намуна:

Таҳлил турларининг қиёсий таҳлили					
Тизимли таҳлил		Сюжетли таҳлил		Вазиятли таҳлил	
Афзаллиги	камчилиги	афзаллиги	камчилиги	афзаллиги	камчилиги
Муммони келиб чиқиш сабабли ва кечиш жараёнини алоқадорлиги жиҳатидан ўрганиш имкониятига эга	Алоҳида тайёргарликка эга бўлишни, кўп вақт ажратишни талаб этади	Ўз вақтида муносабат билдириш имкониятини беради	Муносабат бошқа бир сюжетга нисбатан кўлланишга яроқсиз	Вазият иштирокчиларининг (объект ва субъект) вазифаларини белгилаб олиш имконини беради	Динамик хусусиятни белгилаб олиш учун қўллаб бўлмайди
<b>Хулоса:</b> Таҳлилнинг барча турлари ҳам ўзининг афзаллиги ва камчилиги билан бир биридан фарқланади. Лекин, улар қаторидан педагогик фаолият доирасида қарор қабул қилиш учун тизимли таҳлилдан фойдаланиш жорий камчиликларни бартараф этишга, мавжуд ресурслардан мақсадли фойдаланишда афзалликларга эгаллиги билан ажралиб туради.					

### “ФСМУ” методи

**Технологиянинг мақсади:** Мазкур технология иштирокчилардаги умумий фикрлардан хусусий хулосалар чиқариш, таққослаш, қиёслаш орқали ахборотни ўзлаштириш, хулосалаш, шунингдек, мустақил ижодий фикрлаш кўникмаларини шакллантиришга хизмат қилади. Мазкур технологиядан маъруза машғулотларида, мустаҳкамлашда, ўтилган мавзунини сўрашда, уйга вазифа беришда ҳамда амалий машғулот натижаларини таҳлил этишда фойдаланиш тавсия этилади.

### Технологияни амалга ошириш тартиби:

- катнашчиларга мавзуга оид бўлган якуний хулоса ёки ғоя таклиф этилади;
- ҳар бир иштирокчига ФСМУ технологиясининг босқичлари ёзилган қоғозларни тарқатилади;
- иштирокчиларнинг муносабатлари индивидуал ёки гуруҳий тартибда тақдимот қилинади.



Ф	• фикрингизни баён этинг
С	• фикрингизни баёнига сабаб кўрсатинг
М	• кўрсатган сабабингизни исботлаб мисол келтиринг
У	• фикрингизни умумлаштиринг

ФСМУ таҳлили қатнашчиларда касбий-назарий билимларни амалий машқлар ва мавжуд тажрибалар асосида тезроқ ва муваффақиятли ўзлаштирилишига асос бўлади.

**Намуна.**

**Фикр:** *“Тизим атроф муҳитдан ажралган, у билан яхлит таъсирлашувчи, бир-бири билан ўзаро боғланган элементлар мажмуаси бўлиб, тадқиқотлар объекти саналади”.*

**Топшириқ:** Мазкур фикрга нисбатан муносабатингизни ФСМУ орқали таҳлил қилинг.

**“Ассесмент” методи**

**Методнинг мақсади:** мазкур метод таълим олувчиларнинг билим даражасини баҳолаш, назорат қилиш, ўзлаштириш кўрсаткичи ва амалий кўникмаларини текширишга йўналтирилган. Мазкур техника орқали таълим олувчиларнинг билиш фаолияти турли йўналишлар (тест, амалий кўникмалар, муаммоли вазиятлар машқи, қиёсий таҳлил, симптомларни аниқлаш) бўйича ташхис қилинади ва баҳоланади.

**Методни амалга ошириш тартиби:**

“Ассесмент” лардан маъруза машғулотларида тингловчиларнинг мавжуд билим даражасини ўрганишда, янги маълумотларни баён қилишда, амалий машғулотларда эса мавзу ёки маълумотларни ўзлаштириш даражасини баҳолаш, шунингдек, ўз-ўзини баҳолаш мақсадида индивидуал шаклда фойдаланиш тавсия этилади. Шунингдек, ўқитувчининг ижодий ёндашуви ҳамда ўқув мақсадларидан келиб чиқиб, ассесментга қўшимча топшириқларни киритиш мумкин.

**Намуна.** Ҳар бир катакдаги тўғри жавобни баҳолаш мумкин.



### Тест

- 1. Тизим қандай сўздан олинган?
- A. modulus
- B. modulis
- C. model



### Қиёсий таҳлил

- Оптнер, Квейд, Янг, SR, Голубков моделларини ўзига хос жиҳатларини ажратинг?



### Тушунча таҳлили

- Механик тизим тушунчасини изоҳланг



### Амалий кўникма

Тизимли таҳлни амалга ошириш учун мавжуд таҳлил моделларида “SR-моделини қўллаш тартибини биласизми?

### III. НАЗАРИЙ МАШҒУЛОТ МАТЕРИАЛЛАРИ

#### 1-МАВЗУ: МОДДАЛАРНИНГ СИФАТ ВА МИҚДОРИЙ ТАРКИБИНИ АНИҚЛАШДАГИ ҲОЗИРГИ ЗАМОН АНАЛИТИК КИМЁ ФАНИНИНГ ДОЛЗАРБ МАСАЛАЛАРИ

##### Режа:

- 1.1. Моддаларнинг сифат ва миқдорий таркибини аниқлаш.
- 1.2. Анализнинг спектрал усуллари.
- 1.3. Электрокимёвий анализ усуллари.

Аналитик кимё ёки аналитика – кимё ва физика қонунлари асосида, моддаларни атом, молекуляр, фазовий тузилишини ўрганувчи сифат ва миқдорий таҳлил усул ва услубларини ишлаб чиқувчи кимё фанининг алоҳида бўлиmidир.

1993 йил аналитик кимёга доир VIII Европа конференциясида (Эдинбург, сентябрь 1993й) аналитик кимёга қуйидагича таъриф берилган: “Аналитик кимё модданинг таркиби ва табиатига доир маълумотларни тўпловчи умумий усуллар, воситаларнинг такомиллаштирувчи ва татбиқ этувчи илмий фандир”.

Фаннинг мукамал таърифини излаш ҳаракатлари давом этаётган бўлсада, ҳамма таърифларда ҳам фаннинг асосий моҳияти ўз аксини топган. Фан номига доир мунозара иштирокчилари, барча томонлар эътироф этадиган, энг мукамал таърифни излашга ҳаракат қилишмоқда аммо бу ишлар мукамал ифодада ўз самарасини топган эмас.

Илм-фан ривожланиши, аналитик кимё татбиқ этилаётган соҳаларни кенгая бориши билан фан моҳиятининг талқини ўзгара бориши табиий ҳол бўлса керак. Шунинг учун бу хилдаги мунозаралар давом этади. Бошқа томондан, таҳлил фақат кимёвий усуллардагина эмас, балки биологик, ускунавий (физик, физик-кимёвий) усулларда ҳам бажарилишини эътиборга олиб, “Аналитик кимё” ўрнига “Аналитика” фани деб аталиши кенг қамровли бўлади.

Муҳокама этилаётган мавзуга тўхталиб, академик Ю. А.Золотов 1996 й. чоп этган “Аналитик кимё асослари” китобида ёзади: “Бу фаннинг мақсади, илмий билимлар орасидаги ўрни, уни амалий ёки заминдор фанларга мансублиги, ривожлантирувчи омиллари ҳақида кўпгина мунозаралар бўлган”.

Мазкур китобда, юқоридагилар асосида “аналитик кимё” ва “аналитика” ибораларини шартли равишда тенг кучли маънода қўллашга қарор қилинди.

**Модданинг таҳлили** деганда - турли усуллар ёрдамида (кимёвий, физикавий, физик-кимёвий) модданинг кимёвий таркибига доир амалий

маълумотларни тўплаш ва таҳлил этиш тушунилади. Ю.А.Золотов таърифига биноан: “Ўрганилаётган объект кимёвий таркибига доир маълумотларни тўплашга қаратилган амаллар мажмуъаси кимёвий таҳлил деб аталади”.

Таҳлил усули ва услуби ибораларини фарқлай билиш лозим.

**Таҳлил усулини** таҳлилнинг асосини ташкил этувчи тамоиллар ташкил этади.

**Таҳлил услуби** таҳлилни барча шароитлари, бажарилиш тартиби шу жумладан натижа ҳаққонийлиги ва такрорийлигини таъминловчи омиллар баёнидир. Таҳлил натижаларини ҳаққонийлиги ва такрорийлиги миқдорий таҳлил натижаларини статистик ҳисоб усуллари баёнида тўлиқ келтирилган.

Натижани ҳаққонийлиги (тўғрилиги) таҳлил натижаларида тизимли хатолар камлигини англатса, такрорийлик, такрорий тажриба натижаларини ўзаро яқинлигини англатади.

Бугунги кунда, аналитик кимё (аналитика) уч таркибий қисмдан иборат. 1. Кимёвий сифат таҳлил. 2. Кимёвий миқдорий таҳлил. 3. Ускунавий таҳлил (физик ва физик-кимёвий усуллар). Ускунавий усулларниалоҳида ажратиш қатъий эмас, чунки улар аввалги икки таркибий қисмларга ҳам оиддир, яъни ускунавий усулларда ҳам сифат, ҳам миқдорий таҳлил бажарилиши маълум ва машхурдир.

**Кимёвий сифат таҳлил** - таҳлил этилувчи модда таркибидаги элемент, ион, атомлар гуруҳи, молекулаларни очиш, яъни мавжудлигини исботлашдан иборатдир.

**Кимёвий миқдорий таҳлил** - модданинг миқдорий таркибини аниқлаш, яъни аниқланувчи модда таркибидаги элементлар, ионлар, атомлар, атом гуруҳлари миқдорини аниқлашдан иборат. Миқдорий таҳлил мохиятинигина эмас натижасини ҳам қамровчи қуйидаги таъриф ҳам тўғри: таҳлил этилувчи модда таркибидаги кимёвий элементлар (бирикмалар) миқдорини(концентрациясини) тажрибада аниқлаб, натижани ишонч чегараси ва стандарт четланишлари билан ифодалаш.

Моддани сифат таҳлили ҳақида гапирилганда кўпинча “очиш”, миқдорий таҳлил ҳақида гапирилганда “аниқлаш” ибораси ишлатилади. Мазкур дарсликда ҳам ана шу ихчам иборалар, яъни сифат таҳлил ўрнида “очиш” миқдорий таҳлил ўрнида “аниқлаш” иборалари ишлатилди.

**Таҳлилни ускунавий (физик ва физик-кимёвий) усулларида** - модданинг (эритманинг) физик хоссаларини унинг сифат ва миқдорий таркибига боғлиқлигидан фойдаланилади.

Аналитик кимё (аналитика) да моддаларни элемент, функционал, молекуляр ва фазавий ҳолатлари таҳлил этилади.



**Элемент таҳлилда**—модда таркибида қанақа элементлар ва қандай нисбатларда борлиги аниқланади.

**Функционал таҳлилда** - турли функционал гуруҳлар масалан, амино  $\text{NH}_2$ , нитрито  $\text{NO}_2$ , карбонил  $\text{C}=\text{O}$ , карбоксил  $\text{COOH}$ , гидроксил  $\text{OH}$ , нитрил  $\text{CN}$  ва бошқа гуруҳлар борлиги очилади ва аниқланади.

**Молекуляр таҳлилда**-таҳлил этилувчи модда таркибидаги молекулалар очилади ва мураккаб модданинг молекуляр таркиби аниқланади, яъни таҳлил этилаётган объект қанақа молекулалардан ва қандай нисбатларда таркиб топганлиги аниқланади.

**Фазавий таҳлилда**-таҳлил этилаётган тизимнинг фазавий таркиби ( каттик, суюқ, газсимон) очилади ва аниқланади.

Таҳлил турларини моҳиятини конкрет мисолда кўриб чиқамиз. Аммоний роданид (тиоционат)  $\text{NH}_4\text{NCS}$  ёки тимочевина (тиокарбамид)  $\text{SC}(\text{NH}_2)_2$  дан ёки улар аралашмасидан иборат оқ кукун таҳлил қилинмоғи керак деб ҳисоблайлик. Тахмин этилаётган иккала модданинг элемент таркиби бир хил  $\text{CH}_4\text{N}_2\text{S}$ .

Суюқланма ва эритмаларда тиокарбамид ва аммоний тиоционат бир бирига қайтар тарзда ўтиб туриши мумкин  $\text{SC}(\text{NH}_2)_2 \rightleftharpoons \text{NH}_4\text{NCS}$ .

Масалан, тиокарбамид суюқлантирилганда унинг қандайдир қисми аммоний тиоционатга айланади, аммоний тиоционат суюқлантирилса унинг бир қисми тиокарбамидга изомерланади. Айнан шунинг учун оддий усулда тоза тиокарбамид ёки тоза аммоний тиоционатга тегишли суюқланиш ҳароратини аниқлаб бўлмайди, чунки суюқланиш жараёнида улар бири-бирига ўта бошлайди. Келтирилган тоза моддалардан бирининг суюқланмасида унинг изомери ҳам бўлади Бу модда кристал ҳолда узок муддат сақланганда (секин бўлсада) изомерланиш амалга ошишини инкор этиб бўлмайди. Шундай экан бу моддаларни тоза эмаслиги ҳақида савол туғилади.

Аввал таҳлил этилаётган объектни сифат ва миқдорий таҳлилини бажарамиз. Сифат элемент таҳлил натижасида мода таркибида  $\text{C}$ ,  $\text{H}$ ,  $\text{N}$ ,  $\text{S}$  элементлари борлигини билиб оламиз, миқдорий элемент таҳлил натижасида элементларни миқдорий нисбатларини аниқлаймиз (1:4:2:1) ва айнан  $\text{CH}_4\text{N}_2\text{S}$  формулага мос нисбатда эканлигини билиб оламиз. Аммо бундай таркиб, юқорида кўриб чиқилганидек, тиокарбамидга, аммоний тиоционатга ёки улар аралашмасига ҳам бир хилда мансуб. Бинобарин таҳлил этилувчи модданинг табиати ҳақида фикр юритиш учун, фақат элемент таҳлилнинг ўзи кифоя қилмас экан, чунки натижа тиокарбамид, аммоний тиоционат ёки уларни аралашмаси учун ҳам бирдек бўлади.

Энди функционал сифат таҳлилни ( масалан, таҳлил этилаётган модданинг  $400\text{-}4000\text{ см}^{-1}$  оралиғида инфрақизил нурларни ютиш спектрини)

ўрганамиз. Функционал таҳлил, таҳлил этилаётган моддада қанақа функционал гуруҳлар борлиги ҳақида хулоса чиқаришга имкон беради. Агар модда структура формуласи  $\text{H}_2\text{NCSNH}_2$  тиокарбамиддан иборат бўлса, функционал таҳлил натижасида таҳлил этилаётган мода намунасида  $\text{S} = \text{C} = \text{NH}_2$  гуруҳлар очилади. Агар намуна тоза аммоний тиоционатдан  $\text{NH}_4\text{NCS}$  иборат бўлса, функционал таҳлил натижасида аммоний катиони  $\text{NH}_4^+$  ва тиоционат аниони (роданид аниони)  $\text{NCS}^-$  очилади. Агар намуна икала модда аралашмасидан иборат бўлса, унда тўрттала гуруҳларнинг  $\text{S} = \text{C}$ ,  $\text{NH}_2$ ,  $\text{NH}_4^+$  ва  $\text{NC S}^-$  хаммаси очилади. Бу маълумотлар аралашмадаги икки модда миқдорий нисбатлари ҳақида фикр юритишга имкон бермайди.

Мазкур объектни миқдорий молекуляр таҳлилини ўтказгандан кейингина унинг кимёвий таркиби ҳақида узил кесил хулоса чиқариш мумкин.

Аналитик кимёнинг таҳлил усуллари асосида фармацевтик таҳлил, яъни дорихона ва саноатда тайёрланадиган дорилар ва дори воситаларини сифатини аниқлаш амалга оширилади. Фармацевтик таҳлил: доривор препаратлар (моддалар), дори хом ашёси таҳлили ва дори ишлаб чиқаришни назорат этиш; токсикологик таҳлил (озуқадаги захарли ёхуд зарарли моддалар миқдорини аниқлаш); суд-кимё таҳлилини ўз ичига олади. Фармацевтик таҳлил одатда кимё фармацевтика заводларининг, фабрикаларнинг ва институтларнинг назорат таҳлил лабораторияларида бажарилади. Дори воситаларини назорат этиш учун таҳлилни фармакопея усуллари, яъни давлат томонидан тасдиқланган **Фармакопея мақолалари** ёки дори воситалари меёрий сифатини белгиловчи, мажбурий, Умумдавлат стандартлар тўплами–Давлат Фармакопеясига киритилган, усуллар қўлланади. Ривожланган ҳар бир мамлакат ўз Фармакопеясига эга. Бирор дори субстанциясига (дори воситаси тайёрланадиган дастлабки фармакологик фаёл модда), бирорта дори шаклига (кукун, таблетка, драже, капсула, эритма, шамча ва бошқалар) ва бирорта ҳам дори препаратига (доридаги шифобахш, фармакологик фаол моддалар, шунингдек қўшимчалар) сифат (чинлиги) ва миқдорий таркибини аниқловчи таҳлил усуллари ишлаб чиқилмасдан, амалда қўлланиши учун рухсат берилмайди. Бу аналитик усул ва услублар ҳар бир конкрет ҳолат учун ишлаб чиқилиб, қайта-қайта текширилгач Фармакопея мақоласига киритилади. Муфассал ва мукамал экспертиза этилиб Давлат Фармакопея қўмитаси (АҚШ да – Фармакопея Конвенцияси) томонидан тасдиқлангач, ишлаб чиқаришни турли босқичларида қатнашувчи (сақловчи, истеъмолчига етказувчи, дорини амалда қўлловчи) ташкилотларнинг барчаси учун риоя қилиниши шарт бўлган ҳужжатга айланади. Шундай қилиб, фармацевтик таҳлил - Фармакопея талаблари ёки хали фармакопеяга киритилмаган алоҳида Фармакопея мақоласи асосида дори хомашёси, субстанцияси, дори шакллари сифатини назорат этишдан иборатдир.

Таҳлил учун олинган намунанинг тортими (массаси)га кўра таҳлил турларини 5 усулга бўлинади 1 жадвалда ана шу усулларга тегишли намуна массалари ва ҳажмлари келтирилган.

1-жадвал

Тортимнинг қийматига кўра таҳлил усулларининг тавсифи

Таҳлил усули	Масса, г	Ҳажм, мл
Макротаҳлил (грамм-усули)	1-10	10-100
Яриммикро таҳлил (сантиграмм усули)	0,05 – 0,5	1 - 10
Микротаҳлил (миллиграмм усули)	$10^{-3} - 10^{-6}$	$10^{-1} - 10^{-4}$
Ультрамикротаҳлил(микрограмм усули)	$10^{-6} - 10^{-9}$	$10^{-4} - 10^{-6}$
Субмикро таҳлил (нанограмм усули)	$10^{-9} - 10^{-12}$	$10^{-7} - 10^{-10}$

**Томчи таҳлилда** – бир томчи реагент эритмасини бир томчи таҳлил этилувчи эритма билан реакцияси ўрганилади. Томчи таҳлили шиша, чинни ёки пластмасса пластинканинг сиртида, таҳлил этилувчи эритмадан бир томчиси билан рангли доғ ҳосил қилувчи реагент шимдирилган қоғозда, ёки микрогаз камерасида бажарилади.

Замонавий аналитик кимёнинг бўлимлари кўзланган мақсадга мувофиқ равишда тегишли бобларда ёритилади. Бу ерда аналитик кимёнинг асосий бўлимларини дастлабки қисқа тавсифи билан чекланамиз.

**Кимёвий сифат таҳлили**-касрли ва тизимли таҳлилдан таркиб топган. Таҳлил этилаётган намунадаги ион ёки моддани мураккаб аралашмадан бевосита, специфик (махсус) реагент билан, очиш– *касрли таҳлил* дейилади. Таҳлил этилаётган ионлар аралашмасини аналитик гуруҳларга ажратиб, сўнгра очиш-*тизимли (тартибли) таҳлил* дейилади. Катионларни гуруҳларга ажратишнинг турлича–*сульфидли, аммиак–фосфатли, кислота-асосли* таснифлари мавжуд. Хар бир тасниф катионларни кимёвий хоссалари, даврий системадаги ўрни ва электрон тузилишига асосланган. Шунингдек – чўкма ҳосил қилиш, оксидланиш – қайтарилиш хоссалари бўйича анионларнинг турли аналитик гуруҳларга бўлиниши ҳам маълум.

Катион ва анионларни хар қандай таснифи ҳам чекланган. Ионларни кенг қамровли таснифи топилмаган. Органик моддаларнинг сифат таҳлили

хам тегишли функционал гуруҳларни очадиган гуруҳ реагентлар воситасида бажарилади.

**Спектрал анализ усуллари.** Атом спектроскопияси усуллари ташқи – валент электронлар ва ички электронларнинг бир энергетик ҳолатдан иккинчисига ўтишига асосланган. Электронлар бир энергетик поғонадан иккинчисига ўтиб, дастлабки поғонага қайтганида атом муайян нур чиқаради. Бу вақтдаги нурланиш натижасида ҳосил бўладиган спектрнинг тўлқин узунлиги ва частотасига кўра атом спектроскопияси оптик ва рентген спектроскопия усулларига бўлинади. Оптик спектроскопияда ультрабинафша ва кўринадиган соҳа спектрлари ҳосил бўлишида валент электронлар қатнашса, рентген спектроскопиясида ички электронлар қатнашади. Атомларнинг валент электронлари турли энергияга эга. Оптик соҳа спектрларини олиш мақсадида текшириладиган мураккаб модда биров манба энергияси ёрдамида атомлар ҳолатига ўтказилади. Ички электронлар энергиялари ўзаро яқин бўлганлиги учун рентген спектрларини олишда атомлаш талаб этилмайди. Текшириладиган моддаларни атомар ҳолатга айлантириш учун турли хил атомизаторлардан фойдаланилади. Оптик соҳа усулларига атом-абсорбция ва атом эмиссион усуллар киради. Бу соҳада нурланиш ва модда таъсирлашганда ионизация кузатилмайди. Ташқи, валент электронларни кўзғатиш учун талаб этиладиган энергия ички электронларни кўзғатиш учун талаб этиладиган энергиядан анча кичикдир. Ички электронларни кўзғатиш учун катта энергия талаб этилади. Ички электронларни кўзғатганда ионизация кузатилади. Ионизация натижасида чиқариладиган электронга фотоэлектрон ёки иккиламчи электрон дейилади.

Атом-эмиссион спектроскопия усулларида қўлланиладиган асосий атомлаш ва кўзғатиш манбалари

Атомлаш манбаси	Харорат °С	Намунанинг ҳолати	Аниқланадиган минимал масса улуш, %	Нисбий стандарт четланиш, $S_t$
Аланга	1700-4800	Эритма	$10^{-7}$ - $10^{-2}$	$1 \cdot 10^{-2}$ - $5 \cdot 10^{-2}$
Электр ёйи	3000-7000	Қаттиқ	$10^{-4}$ - $10^{-2}$	$1 \cdot 10^{-1}$ - $2 \cdot 10^{-1}$
Электр учқуни	10000-12000	Қаттиқ	$10^{-3}$ - $10^{-1}$	$5 \cdot 10^{-2}$ - $10^{-1}$

Индуктив боғланган плазма	6000-10000	Қаттиқ	$10^{-8}$ - $10^{-2}$	$1 \cdot 10^{-2}$ - $5 \cdot 10^{-2}$
---------------------------------	------------	--------	-----------------------	--

Аланга фотометрияси усулида таҳлил қилинадиган модданинг намуна эритмаси алангага пуркалади. Бунда аланга қатъий аниқ қайта такрорланувчан ҳарорат бўлиши керак. Аланга юқори ҳароратли бўлганлиги учун эритманинг эритувчиси буғланиб (ёниб) кетади. Алангада текшириладиган қаттиқ модданинг майда заррачалари қолади. Бу заррачалар олдин термик диссоциаланиб, эркин атомлар (атомар газ) ҳосил қилади:

Ҳосил бўлган атомларнинг бир қисми аланга энергиясини ютиб қўзғатилган ҳолатга ўтади. Қўзғатилган ҳолатдан асосий ҳолатга ўтган атом ўз табиатига хос частотага эга бўлган фотонлар чиқаради. Чиқаётган фотонлар тегишли оптик системадан ўтганда, бу система нурнинг умумий дастасидан частоталари аниқланадиган моддага тўғри келадиган қисминигина ўтказилади. Ушбу нурланишнинг интенсивлигини ўлчаш асосида текшириладиган модданинг табиати ва миқдори аниқланади. Тажрибалар жараёнида аниқ ва қайта такрорланувчан натижалар олиш учун аланганинг ҳарорати бир хил бўлишини таъминлаш керак. Бунинг учун горелкага ёнилғи ёки оксидловчи (ҳаво ёки кислород) қатъий ўзгармас тезлик ва босимда берилиши керак. Аланга ҳарорати юқори бўлса, чизиқларнинг интенсивлиги ва усулнинг сезувчанлиги ортади.

Аланга фотометрияси (АФ) АФ – бироқ элемент атоми томонидан нурланишни ажралишига ёки нур ютишига асосланган СФ метод ҳисобланади. Нурни ютиш ёки ажратиш атомлар электронларини бир энергетик ҳолатидан иккинчи энергетик ҳолатига ўтиши билан боғлиқдир. Электронларни пастки энергетик қатламдан юқори энергетик қатламга ўтиши ташқи нурланишни таъсирида (нурланиш частотаси)  $\nu = (E_1 - E_0)/h$  мажбурий содир бўлади. Нурланишда атомларни кўчиши ўз-ўзича ёки ташқи нурланишни таъсирида ҳосил бўлишида шу атомга у ажратадиган нур частотасидаги нур таъсирида бўлади. Эмиссион фотометрияда одатда атомлар электронларини қатламларига ўтиши ўз ҳолича ўзгариши қўлланилади. АФ – аланга ҳароратини бироз пастлиги сабабли асосан, осон диссоциаланадиган моддаларни аниқлашга имкон яратади.

Замонавий сифат таҳлилда ноорганик, органик реагентлар, экстракция усуллари, хроматография билан бирга спектроскопия ва электрохимёвий таҳлил усуллари ҳам кенг қўлланади. Кимёвий миқдорий таҳлил *гравиметрик* (тортма) ва *титриметрик* (ҳажмий) усуллардан иборат. Бу усуллар кимёвий миқдорий таҳлил курсида тўлиқ баён этилади. Таҳлилни *ускунавий* (физик ва физик-кимёвий) усуллари *оптик*, *хроматографик*, *электрохимёвий* ва бошқа (масалан радиометрик, термик,

масспектроскопик, кинетик, ультратовуш) усуллардан таркиб топган. Бу бўлим таҳлилнинг ускунавий усуллар курсида ўрганилади.

### **Электрохимёвий анализ усуллари.**

Электраналитик кимё, электрод реакциялари ва эритмадан электр токи яъни электронлар оқими ўтиши билан боғлиқ, таҳлилни электрохимёвий усулларида иборат.

Электрохимёвий усулларни миқдорий таҳлилда қўлланиши-электрохимёвий жараён ўлчамлари (электрик потенциаллар фарқи, ток кучи, электр миқдори) ни таҳлил этилувчи эритмадаги, муайян электрохимёвий жараёнда қатнашаётган, модда миқдorigа боғлиқлигига асосланган.

Химёвий реакцияда эритмани электрик хоссаларини ўзгариши электрохимёвий жараён бўлиб, бу уйғунлашган жараённи *электрохимёвий тизим* деб аташ мумкин. Таҳлил амалиёти электрохимёвий тизим, электр токини ўтказувчи эритма қуйилган идиш (стакан) ва унга туширилган электродлардан иборат, **электрохимёвий ячейкада** бажарилади.

#### ***Таҳлилни электрохимёвий усуллариинг таснифи***

Электрохимёвий усулларнинг турли таснифлари мавжуд:

**Тизимдаги электр энергияси манбаининг табиатига кўра.** 2 хил тури мавжуд.

*а) ташиқаридан потенциал таъсир этмасдан бажариладиган усуллар.*

Галваник элемент (галваник занжир) дан иборат электрохимёвий тизимнинг ўзи электр энергиясининг манбаи бўлган *потенциометрик усуллар*.

Бундай тизимда электр юритувчи куч ва электрод потенциаллар эритмадаги аниқланувчи модданинг миқдorigа боғлиқ.

*б) ташиқаридан берилган потенциал таъсирида бажариладиган электрохимёвий усуллар:*

*Кондуктометрик таҳлил* – электролит эритмасининг концентрацияси ўзгариши билан электр ўтказувчанликни ўзгаришига асосланган..

*Вольтамперометрик таҳлил* - электродларга берилган потенциаллар фарқи ва эритманинг концентрацияси ўзгариши билан ток кучини ўзгаришига асосланган.

*Кулонометрик таҳлил* - эритмадан ўтган ток миқдорини концентрацияга боғлиқлигини ўлчашга асосланган.

*Электрогровиметрик таҳлил* - электрохимёвий реакция маҳсулоти массасини ўлчашга асосланган.

***Электрохимёвий усулларни қўлланиш услубига кўра таснифи.***

Воситасиз ва воситали усуллар мавжуд:

*а) воситасиз усулларда* – эритма концентрациясига боғлиқ равишда ўзгарадиган электр қиймати тегишли ўлчов асбобида ўлчанади ва эритмадаги аниқланувчи модданинг миқдори топилади.

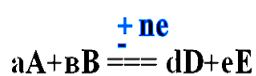
б) *воситали усуллар* титрлашни электркимёвий усули бўлиб, Т.С.Н титрланаётган эритма электр қийматини ўзгариши асосида топилади.

Мазкур таснифга кўра *воситасиз кондуктометрия кондуктометрик титрлашдан, воситасиз потенциометрия потенциометрик титрлашдан* фарқланади ва х.зо.

### **Потенциометрик таҳлил (потенциометрия) Усулнинг моҳияти**

Потенциометрик таҳлил (потенциометрия) таҳлил этилувчи эритманинг канцентра-циясига боғлиқ бўлган электр юритувчи куч ЭЮК ва электрод потенциалларни ўлчашга асосланган.

Агар электркимёвий тизим-галваник элемент – электродларидақуйидаги реакция



n-та электрон кўчиши билан борса, бу тизим учун Нерист тенгламаси қуйидаги кўринишда бўлади.

$$E = E^0 - \frac{RT}{nF} \ln \frac{a(D)^d \cdot a(E)^e}{a(A)^a \cdot a(B)^b} \quad (1)$$

бу ерда одатдагидек,  $E^0$ - реакцияни стандарт ЭЮК (стандарт потенциаллар фарқи) R- газ доимийси, T- абсолют харорат, F-Фарадей сони,  $a(A)$ ,  $a(D)$  ва  $(E)$  – реакцияда қатнашаётган реагентларни фаолликлари (10.1) тенглама қайтар ҳолда ишловчи галваник элементга тегишли.

Хона ҳарорати учун (10.1) тенглама қуйидаги кўринишда ёзилади.

$$E = E^0 - \frac{0,059}{n} \lg \frac{a(D)^d \cdot a(E)^e}{a(A)^a \cdot a(B)^b} \quad (2)$$

Реагентларнинг фаолликлари канценттрацияларига тақрибан тенгбўлган холда 10.1 тенгламани (10.3) кўринишида ёзиш мумкун.

$$E = E^0 - \frac{RT}{nF} \ln \frac{c(D)^d \cdot c(E)^e}{c(A)^a \cdot c(B)^b} \quad (3)$$

бу ерда  $c(A)$ ,  $c(B)$ ,  $c(D)$ ,  $c(E)$  реагентларнинг канцентрайиялари. Уйхарорати учун бу тенгламани (10.4) кўринишида ёзиш мумкун.

$$E = E^0 - \frac{0,059}{n} \lg \frac{c(D)^d \cdot c(E)^e}{c(A)^a \cdot c(B)^b} \quad (4)$$

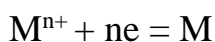
Потенциометрик ўлчовда электркимёвий ячейкадаги икки хилэлектрод: - потенциоли аниқланувчи модда канцентрациясига боғлиқ бўлган

индикатор электроди ва потенциоли таҳлил ўтказиладиган шароитда ўзгармас солиштирма электрод, орасидаги потенциаллар фарқи ўлчанади. Шунинг учун (10.1)-(10.4) тенгламаларда ҳисобланадиган ЭЮК-ни ана шу икки электродлар орасидаги потенциал фарқи деб ҳисоблаш мумкин.

Потенциометрда: биринчи ва иккинчи тур ҳамда оксидланиш қайтарилиш, мембрана электродлар ишлатилади.

Биринчи тур электрод ўз таркибига мансуб катион бўлган эритма туширилган электрод бўлиб, унинг уч тури мавжуд.

а) ўз тузининг эритмасига туширилган металл М.Бундай электродларнинг сиртида қуйдаги қайтар реакция боради.



Биринчи тур электроднинг бу хилининг реал ҳақиқий электрод потенциоли металл катионлари фаъоллигига  $a(M^{n+})$  боғлиқ бўлиб, қуйдагича ифодаланилади.

$$E = E^0 + \frac{RT}{nF} \ln a(M^{n+}) \quad (5)$$

Хона хароратида

$$E = E^0 + \frac{0,059}{n} \lg a(M^{n+}) \quad (6)$$

Суйюлтирилган эритмаларида, катион  $a(M^{n+})$  фаъоллиги унинг  $c(M^+)$  концентрациясига тақрибан тенг бўлганда

$$E = E^0 + \frac{RT}{nF} \ln c(M^{n+}) \quad (7)$$

Хона харорати учун

$$E = E^0 + \frac{0,059}{n} \lg c(M^{n+}) \quad (8)$$

б) Газли электродлар, масалан водородли электрод, жумладан, стандарт водород электроди. Қайтар холда ишловчи газли водород электродининг потенциоли водород ионлари фаъоллигига яъни эритманинг рН қийматига боғлиқ ва хона хароратида қуйдаги

$$E = E^0 + 0,059 \lg a(H_3O^+) = 0,059 \lg a(H_3O^+) = -0,059 \text{pH} \quad \text{-га тенг}$$

чунки водород электродининг стандарт потенциали нулга ( $E^0$ )га тенг ва қуйдаги электрон реакцияга мувофиқ



бу реакцияда қатнашаётган электронлар сони  $n=1$  тенг.

в) Амальгама электродлари - металл тузининг эритмасига ўша металл амальгамаси туширилган электрод. Мазкур биринчи тур электродининг



потенциоли эритмадаги металл катиони фаоллиги  $a(M^{n+})$  ва амальгамадаги ўша металл фаоллигига  $a(M)$  боғлиқ.

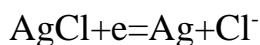
$$E = E^0 + \frac{RT}{nF} \lg \frac{a(M^{n+})}{a(M)}$$

Амальгамали электродлар қайтар хусусиятига эга.

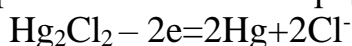
Анион бўйича *иккинчи тур* электродлар. Иккинчи тур электродларини қуйидаги турлари мавжуд:

а) Оз эрувчан тузи билан қопланган металлни, мазкур туз таркибидаги анион бўлган тўйинган эритмага туширилган электрод. Мисол сифатида кумуш хлоридли  $Ag(AgCl) | KCl$  ёки каломел  $Hg|Hg_2Cl_2 | KCl$  электродлари.

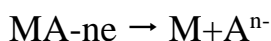
Кумуш хлоридли электрод, калий хлоридни тўйинган эритмасига туширилган, сувда деярли эримайдиган  $AgCl$  тузи билан қопланган кумуш симдан иборат. Кумуш хлоридли электродда қуйидаги қайтар реакция содир бўлади.



Каломел электроди тўйинган  $KCl$  эритмаси билан туташган, эрувчан симоб(1) хлориди  $Hg_2Cl_2$  – каломель билан қопланган симоб металидан иборат. Каломель электродида қуйидаги қайтар реакция содир бўлади.



Иккинчи тур электроднинг реал электрод потенциоли анионни фаоллигига боғлиқ бўлиб қайтар тартибда ишловчи электродда борадиган реакция



Нернст тенгламаси билан тавсифланади (9)-(12)

Умумий ҳолда исталган ҳарорат учун

$$E = E^0 - \frac{RT}{nf} \ln a(A^{n-}) \quad (9)$$

Хона ҳарорати учун

$$E = E^0 - \frac{0.059}{n} \lg a(A^{n-}) \quad (10)$$

Анион фаоллиги ( $a$ ) канцентрациясига тақрибан тенг бўлган ҳолат учун

$$E = E^0 - \frac{RT}{nf} \ln c(A^+) \quad (11)$$

Хона ҳароратида

$$E = E^0 - \frac{0.059}{n} \lg c(A^+)$$

Масалан тегишлича кумуш хлоридли ва каломел электродларни реал потенциоллари  $E_1$  ва  $E_2$  хона ҳарорати учун қуйидагича ифодаланади.

$$E_1 = E^0_1 - 0,059 \lg a(\text{Cl}^-)$$

$$E_2 = E^0_2 - 0,059 \lg a(\text{Cl}^-)$$

Кейинги (каломел) электрод реакциясида 2 та электрон ( $n=2$ ) қатнашади ва 2та хлорид иони ҳосил бўлади шу сабабдан логарифм олдидаги кўпайтувчи 0,059га тенг.

Кўриб чиқилган иккинчи тур электродлар қайтар, барқарор ва потенциали ўзгармаслиги сабабли солиштирма электрод сифатида ишлатилади.

б) *Иккинчи тур газли электродлар* – масалан хлорли электрод Pt, Cl<sub>2</sub> | KCl. Иккинчи тур газли электродлар микдорий таҳлилда нисбатан кам қўлланади.

*Оксидланиш-қайтарилиш электродлари* – таркибида оксидловчи (Ox) ёки қайтарувчи (Red) бўлган эритмага туширилган инерт материал (платина, олтин, волфрам, титан, графит ва бошқалар) дан иборат. Оксидланиш-қайтарилиш электродларни икки тури мавжуд.

а) Потенциали водород ионларини фаоллигига боғлиқ бўлмаган электродлар. Масалан Pt/FeCl<sub>3</sub>, FeCl<sub>2</sub>; Pt/K<sub>3</sub>[Fe(CN)<sub>6</sub>], K<sub>4</sub>[Fe(CN)<sub>6</sub>] ва х.з.о.

б) Потенциали водород ионлари фаоллигига боғлиқ бўлган электродлар. Масалан, хингидрон электроди.

Потенциали водород ионлари фаоллигига боғлиқ бўлмаган оксидланиш-қайтарилиш электродида қуйидаги қайтар реакция содир бўлади.



Бундай оксидланиш-қайтарилиш электродининг реал потенциалимуайян модданинг оксидланган ва қайтарилган шакилларининг фаоллигига боғлиқ бўлиб, қайтар холда ишловчи электродларни ишлаш шароитига кўра юқорида келтирилган потенциоллар каби Нернст тенгламаси (10.13)-(10.16) билан қуйидагича ифодаланади:

$$E = E^0 + \frac{RT}{nF} \ln \frac{a(\text{Ox})}{a(\text{Red})} \quad (13)$$

$$E = E^0 + \frac{0,059}{n} \lg \frac{a(\text{Ox})}{a(\text{Red})} \quad (14)$$

$$E = E^0 + \frac{RT}{nF} \ln \frac{c(\text{Ox})}{c(\text{Red})} \quad (15)$$

$$E = E^0 + \frac{0,059}{n} \lg \frac{c(\text{Ox})}{c(\text{Red})} \quad (16)$$

ҳамма белгилар ананавий маънога эга.

Агар электрод реакциясида водород ионлари қатнашса уларни фаоллиги (концентрацияси) ҳар қайси конкрет ҳолда Нернст тенгламасида ҳисобга олинади.

*Мембрана ёки ионселектив электродлар* – қаттиқ ёки суяқ мембранага сорбцияланадиган бирор ионга нисбатан қайтар электродлар. Бундай электродларни реал потенциали сорбцияланадиган ионлар фаоллигига боғлиқ.

Қаттиқ мембраналик электродлар иккала томонида бир хил аниқланувчи ионлари бўлган турли концентрацияли эритмалар орасидаги юпқа мембранадан иборат. Бу эритмалардан бири стандарт (аниқ концентрацияли) эритма ва иккинчиси аниқланувчи ион концентрацияси номаълум бўлган, таҳлил этилувчи эритма. Мембранани иккала томонидаги ионлар концентрациялари ҳар хил бўлгани сабабли ионлар миқдори ҳам ҳар хил, бинобарин мембранани иккала томонидаги зарядлар сони ҳам ҳар хил бўлади. Бунинг натижасида потенциалнинг мембрана фарқи вужудга келади.

Ионселектив мембрана электродларини назаряси мукамал ишлаб чиқилган.

Мембрана ион-селектив электродлар воситасида бажариладиган таҳлил *ионометрия* деб аталади.

Юқорида баён этилганидек потенциометрик усулда ишлатиладиган электрохимий ячейка таркибида иккита: - индикаторли ва солиштирма электрод бўлади. Ячейкада ҳосил бўладиган ЭЮК мазкур икки электродларнинг потенциаллар фарқи тенг. Потенциометрик ўлчов шароитида солиштирма электроднинг потенциали ўзгармаслиги сабабли ўлчанадиган ЭЮК қиймати фақат индикатор электродининг потенциалига боғлиқ яъни эритмадаги аниқланаётган ионлар фаоллигига боғлиқ. Таҳлил этилаётган эритмадаги модда концентрациясини аниқлаш индикатор электроди потенциалини солиштирма электродга нисбатан ўлчашга асосланган.

Эритмадаги модда концентрациясини аниқлаш воситасиз потенциометрия ёки потенциометрик титрлаш усулларида бажарилса-да иккинчиси, таҳлилда кўпроқ қўлланади.

### **Воситасиз потенциометрия**

*Воситасиз потенциометрия* одатда даражалаш графиги ёки стандарт қўшиш усулида бажарилади.

*а) Даражалаш чизмаси усули.* Аниқланувчи моддани муайян концентрацияли 5-7 та эталон эритмалари тайёрланади. Тайёрланган эталон эритмалардаги аниқланувчи модда концентрацияси ва ион кучи таҳлил этиладиган эритма концентрацияси ва ион кучига қанчалик яқин бўлса хатолик шунча кам бўлади. Барча эритмалар ион кучини ўзгармаслиги учун индифферент электролит қўшилади. Тайёрланган эталон эритмаларни ҳар бири электрохимий (потенциометрик) ячейкага қуйиб, унга туширилган индикатор ва стандарт электродлар орасидаги потенциаллар фарқи ўлчанади.

Эталон эритма қўйилишидан аввал стакан ва электродлар дистилланган сув билан яхшилаб ювилгач, эталон эритманинг ЭЮК қиймати ўлчанади. Олинган натижалар асосида ЭЮК  $\lg c$  (бу ерда  $c$ -эталон эритмадаги аниқланувчи модда концентрацияси) коорди-натларида даражалаш чизмаси чизилади, одатда бундай чизма чизикли кўринишда бўлади.

Шундан кейин ячейка ва электродлар дистилланган сув билан ювилгач, унга текширилувчи эритма қўйилади ва ЭЮК ўлчанади. Даражалаш чизмасидан  $\lg c(x)$  қиймати яъни таҳлил этилган эритмадаги аниқланувчи модда  $c(x)$  концентрацияси топилади.

б) *Стандартларни қўллаш усули.* Электркимёвий ячейкага таҳлил этилаётган эритманинг  $V(x)$  ҳажми қўйилади ва ячейканинг ЭЮК қиймати ўлчанади. Сўнгра ўша эритмага, стандарт эритмани кичик аммо аниқ ўлчанган  $V(ст)$  ҳажмини қўшиб яна ЭЮК ўлчанади.

Таҳлил этилувчи эритмадаги аниқланувчи модда  $c(x)$  концентрацияси қуйидаги формулада ҳисобланади (10.17)

$$c(x) = c(ст) \frac{V(ст)}{V(x) + V(ст)} \left[ 10^{n\Delta E / 0,059} - \frac{V(x)}{V(x) + V(ст)} \right]^{-1} \quad (17)$$

бу ерда  $\Delta E$ -ЭЮК ўлчанган икки қиймат орасидаги фарк,  $n$ -электрод реакциясида қатнашаётган электронлар сони.

**Воситасиз потенциометрияни қўлланиши.** Воситасиз потенциометрия водород ионлари (эритмани  $pH$  қиймати), анионлар ва металл ионлари (ионометрия) концентрацияларини аниқлашда қўлланади.

Воситасиз потенциометрияни қўллашда индикатор электродини танлаш ва мувозанат потенциалини аниқ ўлчаш муҳим аҳамиятга эга.

Эритмаларни  $pH$  қийматини ўлчаш учун индикатор электроди сифатида, потенциали водород ионларини концентрациясига боғлиқ бўлган, шиша, водородли хингидрон ва бошқа электродлар ишлатилади. Кўпинча водород ионлари бўйича қайтар бўлган шиша мембрана электроди ишлатилади. Шиша электроднинг потенциали водород ионларининг концентрациясига боғлиқ бўлгани сабабли, таркибида шиша электрод бўлган электр занжирнинг ЭЮК қиймати хона ҳароратида, қуйидаги тенглик билан тавсифланади.

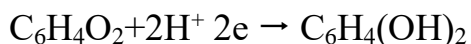
$$E = K + 0,059 pH$$

бу ерда  $K$ - доимий сон, мембрана материали ва солиштирама электрод табиатига боғлиқ. Шиша электрод  $pH$  қийматларини  $pH=0-10$  (кўпинча  $pH=2-10$ ) оралигида юқори қайтувчанлик ва барқарорлик билан аниқлаш имконига эга.

Илгари кўп қўлланган *хингидрон электрод*- электродларни оксидланиш-қайтарилиш турига мансуб бўлиб, унинг потенциали ҳам водород ионлари концентрациясига боғлиқ. Бу электрод, хинон ва гидрохинон эквимольяр нисбатидаги  $C_6H_4O_2 \cdot C_6H_4(OH)_2$  (сувда кам эрий-

диган тўқ яшил кукун) хингидрон билан тўйинтирилган, кислота (одатда HCl) эритмасига туширилган платина симидан иборат. Хингидрон электроди схематик равишда қуйидагидек тасвирланади Pt (хингидрон) HCl.

Хингидрон электродида қуйидаги оксидланиш-қайтарилиш реакцияси содир бўлади.



Хингидрон электроднинг хона хароратидаги потенциали қуйидаги формула билан тавсифланади.

$$E = E^0 - 0,059 \text{ рН}$$

Хингидрон электродида эритмани рН=0–8,5 қийматлари оралиғида ўлчаш мумкин рН < 0 шароитда хингидрон гидролизланиб, (гидролитик парчаланиб) кетади рН > 8,5 бўлган шароитда хингидрон кучсиз кислота сифатида нейтралланиш реакцияга киришади.

Кучли оксидловчи ва қайтарувчилар бўлган мухитда хингидрон электродидан фойдаланиш мумкин эмас.

Мембрана ион – селектив электродлар, юқорида баён этилгандек турли катионлар (Li<sup>+</sup>, Na<sup>+</sup>, K<sup>+</sup>, Mg<sup>2+</sup>, Ca<sup>2+</sup>, Cd<sup>2+</sup>, Fe<sup>2+</sup>, Ni<sup>2+</sup> ва бошқалар) ва анионлар (F<sup>-</sup>, Cl<sup>-</sup>, Br<sup>-</sup>, J<sup>-</sup>, S<sup>2-</sup> ва бошқалар) ни аниқлашни ионометрик усулида ишлатилади.

Воситасиз потенциометрия содда ва тезкор бўлиб, амалиёт учун эритмани кичик ҳажми кифоя этади.

### **Потенциометрик титрлаш**

Эритмани титрлаш учун сарфланган титрант ҳажмини титрлаш жараёнида индикатор ва солиштирма электродлардан иборат галваник элемент ЭЮК – ни ўлчаб бориш *потенциометрик титрлаш* деб аталади. Потенциометрик титрлашда электрохимёвий ячейкадаги таҳлил этилувчи эритма тегишли титрант билан титрланиб, ТСН галваник занжирни ЭЮК қиймати кескин ўзгариши яъни тегишли ион концентрациясига сезгир, индикатор электродининг потенциалини эквивалент нуқтада кескин ўзгариши асосида аниқланади. Қўшилган титрант ҳажмига кўра индикатор электрод потенциалини ўзгариши ўлчаб борилади. Олинган натижалар асосида потенциометрик титрлаш эғриси чизилади ва шу графикдан ЭН да сарфланган титрант ҳажми топилди.

Потенциометрик титрлашда кимёвий индикатор қўллаш эҳтиёжи қолмайди.

Потенциали, титрлаш реакцияси қатнашаётган (ёки хосил бўлаётган) ионлар концентрациясига сезгир бўлган индикатор электроди танланади. Солиштирма электроднинг потенциали титрлаш давомида ўзгармасдан сақланиши шарт. Иккала электрод электрохимёвий ячейкада бевосита ёки ток ўтказувчи индифферент электролит эритмаси (электролитик калит) билан туташтирилган иккита идишга ўрнатилади. Таҳлил этилувчи эритма

қуйилган идишга индикатор электроди, ток ўтказувчи индиферент электролит эритмасига солиштирма электрод ўрнатилади.

Магнит аралаштиргич ёрдамида аралаштириб турилган, таҳлилэтилувчи эритмага титрантнинг тенг улушлари қўшиб хар гал потенциаллар фарқи ўлчаб борилади. ЭНга яқинлашгач, титрлаш охирида, титрант томчилаб, секин аста қўшилади ва қўшилган хар томчидан сўнг электродларорасидаги потенциал фарқи ўлчаб (ёзиб) борилади.

Электродлар орасидаги потенциаллар фарқи катта қаршилиқдаги потенциометрда ўлчанади.

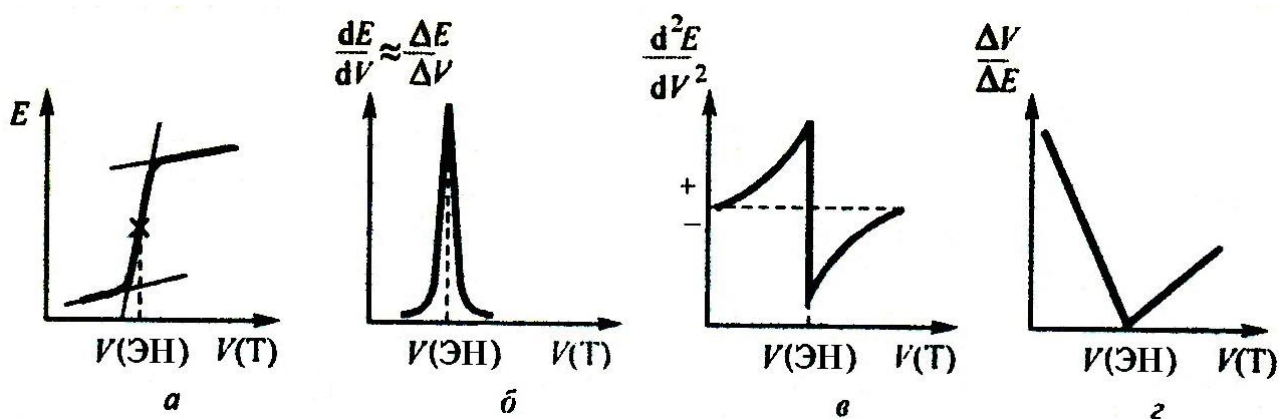
**Потенциометрик титрлаш эгриси.** Электркимёвий ячейканинг ЭЮК қийматини ~ аниқланувчи эритмага қўшилган титрант ҳажмидан боғланиш чизмаси потенциометрик титрлаш эгриси деб аталади.

Потенциометрик титрлаш эгриси турли координатларда чизилади:

$E-V(T)$  координатларида чизилган титрлаш эгриси (баъзан титрлашни интегралэгриси) дейилади.

$dE/dV-V(T)$  ва  $d^2E/dV^2-V(T)$  координатлардаги эгрилик титрлашни дифференциал эгриси деб аталади.

Гран усулидаги титрлаш эгриси  $\Delta V/\Delta E-V(T)$  координатларда чизилади бу ерда  $E$ -потенциометрик ячейкани Э.Ю.К. қиймати ва  $V(T)$  қўшилган титрантнинг ҳажми,  $\Delta E$ -титрантни  $\Delta V$  ҳажми қўшилганда потенциални ўзгариши 1 расмда потенциометрик титрлашни хар ҳил турлари тасвирланган.



10.1-расм. Потенциометрик титрлаш турлари  $E$  ўлчанган ЭЮКнинг қийматлари,  $V(T)$ -қўшилган титрантнинг ҳажми,  $E.H(V)$ -эквивалент нуқтада сарфланган титрантнинг ҳажми.

а- $E - V(T)$ координатларидаги титрлаш эгриси.

б,в – титрлашни дифференциал эгриликлари.

г – Гран усулида чизилган титрлаш эгриси.

Титрлашни ЭНсида сарфланган титрант ҳажми (ЭН) $V$ -ни фақат чизма усулда эмас балки (18) формула асосида ҳисоблаш ҳам мумкин.

$$(\text{Э.Н}) V=V_1 + (V_2-V_1) \frac{A_1}{A_1-A_2} \quad (18)$$

бу ерда  $V_1$  - ЭНгача қўшилган титрантни сўнгги ҳажми,  $V_2$  - ЭНсидан кейин дастлабки ўлчашга тегишли сарфланган титрант ҳажми.

$$A_1=\frac{\Delta(\Delta E)}{\Delta V_1}, \quad A_2=\frac{\Delta(\Delta E)}{\Delta V_2},$$

10.1. жадвалда, фармакопея мисоли тариқасида, потенциометрик титрлаш натижалари ва ҳисоблари келтирилган.

10.1 жадвалдаги маълумотлардан (10.18) формула асосида (ЭН)V қийматини ҳисоблаймиз. Жадвалдаги маълумотга кўра  $\Delta E/\Delta V$  максимал қиймати 1000га тенг. Бўлган ҳолатлар яқинида  $V_1=5,20$  ва  $V_2=5,30$ :  $A_1=720$ ,  $A_2=450$ . Шу қийматларни 10.18 формулага қўйсақ

$$\text{ЭН}(v) = 5,20 + (5,30 - 5,20) \frac{720}{720 - 450} = 5,26 \text{ см}^3$$

*Жадвал 1.*

#### **Потенциометрик титрлаш натижаларини ҳисоблаш мисоли**

$V_{\text{см}^3}$	$\Delta V_{\text{см}^3}$	E мВ	$\Delta E_{\text{мВ}}$	$\Delta E / \Delta V$	$(\Delta E / \Delta V)=A$
5,00	0,10	250	13	130	
5,10	0,10	263	28	280	+150
5,20	0,10	291	100	1000	+720
5,30	0,10	391	55	550	-450
5,40	0,10	446	22	220	-330
5,50	0,10	468	10	100	-120
5,60		478			

#### ***Потенциометрик титрлашни қўлланиши***

Мазкур усул унверсал бўлиб, титрлашни барча: кислота-асос, оксидланиш қайтарилиш, комплексонометрик чўктириш, сувсиз муҳитда титрлаш усулларида ТСН аниқлашда қўллаш мумкин. Индикатор электроди сифатида шиша, симоб ионселектив, платина ва кумуш электродлари, солиштирма электрод сифатида – каломель ва кумуш хлорид электродлар ишлатилади.

Потенциометрик титрлаш усули юқори аниқлик, сезгирликка эга бўлиб, лойқа суспензиялар, рангли, ва сувсиз муҳитда ҳам ишлатилиши битта эритмадаги турли анионларни масалан, аргентаметрик титрлашда хлорид ва йодид ионларни аниқлаш мумкин.

Потенциометрик титрлаш усулларида кўпчилик доривор моддалар масалан: аскорбин кислотаси, сульфаниламид препаратлари, барбитуратлар, алкалоидлар ва бошқаларни аниқлаш мумкин.

### **Кондуктометрик таҳлил (кондуктометрия)**

Кучли электролит эритма электр ўтказувчанлигини эритма концентрациясига боғлиқлигини, биринчи бўлиб 1885 йилда топган олмониялик олим Ф.В.Кольрауш (1840-1910 й) кондуктометрик таҳлил ихтирочиси ҳисобланади. XX асрни 40 йилларида юқори частотали кондуктометрик титрлаш усули ишлаб чиқилди. XX асрни 60 йилларидан бошлаб кондуктометрик детекторлар суюқлик хроматографиясида қўлланила бошланди.

### **Усулнинг тамоили. Асосий тушунчалари**

Кондуктометрик таҳлил электролит эритмасининг электр ўтказувчанлигини эритма концентрациясига боғлиқлигини ўлчашга асосланган.

Электролит эритмасининг электр ўтказувчанлиги, шиша идиш (стакан)га кавшарлаб қўйилган иккита электроддан иборат электрохимиявий ячейкада ўлчанади. Ячейкадаги электролит эритмасидан ўзгарувчан электр токи ўтказилади. Кўпчилик электродлар платина металлдан тайёрланади. Электрод ҳажмини ошириш мақсадида унинг сирти платиналик туз эритмасидаги платина ионларини электрохимиявий чўктириш воситасида говакли платина билан қопланади (Платиналанган платинаэлектроди).

Электролиз ва электродларни кутбланишини олдини олиш мақсадида кондуктометрик ўлчашлар ўзгарувчан электр токида бажарилади.

Ўтказгичларнинг биринчи тури- металллардаги каби, электродлар орасидаги эритма қатламининг қаршилиги (R) мазкур қатлам қалинлиги(l)га тўғри ва электродлар юзаси (S)га тескари мутаносиб

$$R = \rho \frac{l}{S} = \frac{l}{\kappa S} \quad (19)$$

бу тенгламада коэффициент  $\rho$ -солиштирама электр ўтказувчанлик ва унинг тескари қиймати  $\kappa=1/\rho$  солиштирама электр ўтказувчанлик деб аталади. Электр қаршилиги R-ом бирлигида эритманинг қават қалинлиги l-сантиметрда, электродларнинг юзаси  $\text{см}^2$ -да ўлчангани сабабли солиштирама электр ўтказувчанлик  $\text{Ом}^{-1} \text{см}^{-1}$  (баъзан  $\text{См см}^{-1}$ ) бирликда ифодаланади.

Солиштирама электр ўтказувчанликни  $\kappa$  физик маъноси  $1 \text{ см}^3$  эритманинг электр ўтказувчанлиги бўлиб, юзаси  $1 \text{ см}^2$ , электродлар орасидаги масофа 1 см бўлган эритма устунининг 1 вольт кучланиш берилгандаги электр ўтказувчанлик –  $1 \text{ В/см}$  маъносини англатади.



Солиштирма электр ўтказувчанликнинг қиймати электролит ва эритувчининг табиати, эритма концентрацияси ва хароратга боғлиқ.

Эритманинг концентрацияси ортган сайин электр ўтказувчанлик аввал ортади, сўнгра максимумдан ўтгач камаяди. Электр ўтказувчанликни бундай ўзгаришининг сабаби қуйдагича тушунтирилади. Кучли ёки кучсиз электролит эритмаси концентроцияси ортганда ток ўтказувчи зарралар, ионлар, сони ортади. Шунинг учун эритманинг электр ўтказувчанлиги (эритмадан ўтаётган ток кучи) ортади. Сўнгра эритма коцентрацияси ортган сари унинг қовушқоқлиги, ионларни электростатик тортишуви ортади (ионлар харакатчанлиги камаяди), Натижада концентрация ортгани билан электр ўтказувчанлик ортмайди.

Кучсиз электролит эритмасида концентрация ортган сари электролитни диссоциация даражаси камаяди бу эса ток ўтказувчи зарра-ионлар сонини камайиши бинобарин солиштирма электр ўтказувчанликни камайишига сабаб бўлади. Кучли электролит эритма-сини концентрацияси ортганда ион ассоциатлар (икки, уч ва ундан ортиқ ионларни бири-куви) хосил бўлади ва бу ҳам электр ўтказувчанликни камайишига сабаб бўлади.

Кўрсатилган омиллар мажмуаси электролит эритмаси солиштирма электр ўтказув-чанлигини юқоридаги тартибда ўзгаришига сабаб бўлади.

Ҳарорат ортганда эритма қовушқоқлиги камайиши, ионлар харакатчанлигини ортиши, кучсиз электролитларда эса диссоциация (электролит молекуласини ионларга ажралиш) даражаси ортгани сабабли солиштирма электр ўтказувчанлик ортади. Шунинг учун миқдорий кондуктометрик ўлчов, кондуктометрик ячейка термостатланган, холда ўзгармас хароратда бажарилади.

Кондуктометрияда солиштирма электр ўтказувчанликдан ташқари *эквивалент электр ўтказувчанлик  $\lambda$  ва моляр электр ўтказувчанлик  $\mu$  ишлатилади.*

Эквивалент электр ўтказувчанликни физик моҳияти – 1 см масофада жойлашган бир хил электродлар орасида 1 г экв эриган моддаси бўлган бир 1 см<sup>3</sup> эритмани электр ўтказув-чанлигидир.

Эквивалент моляр массага заряд сони бирга тенг бўлган зарраларга тенг улуш олинади. Масалан  $H^+$ ,  $Br^-$ ,  $\frac{1}{2}Cu^{2+}$ ,  $\frac{1}{3}Fe^{3+}$  ва х.з.о.

Шундай қилиб, солиштирма электр ўтказувчанлик к турли концентрацияли эритмалар 1 см<sup>3</sup> ҳажмининг электр ўтказувчанлигини тавсифласа, эквивалент электр ўтказувчанлик  $\lambda$  1 грамм эквивалент электролитнинг электр ўтказувчанлигини тавсифлайди эритманинг ҳажми турлича бўлиши мумкин.

Электролит эритмасини концентрацияси камайган сари эквивалент электр ўтказувчанлик ортаборади. Чексиз суюлтирилган электролитнинг эквивалент электр ўтказувчанлиги максимал қийматга эга бўлади. Эквивалент электр ўтказувчанлик солиштирма ўтказувчанлик каби харорат ошган сари ортади.

Эквивалент электр ўтказувчанлик  $\lambda$  солиштирма электр ўтказувчанлик  $\lambda^\circ$  билан қуйидагича (10.20) боғланган.

$$\lambda = \frac{1000 \cdot K}{c} \text{ см}^{-1} \cdot \text{ЭКВ}^{-1} \cdot \text{см}^2 \quad (20)$$

бу ерда  $c$ -эквивалент моляр концентрация.

Кольраушни ионларни мустақил харакати қонунига муофик электролитнинг чексиз суюлтирилган эритмасидаги эквивалент электр ўтказувчанлик  $\lambda_\infty$  ёки ( $\lambda^\circ$ ) катион ва анион-ларни чегаравий харакатчанликлари ( $\lambda^\circ_+$  ва  $\lambda^\circ_-$ ) йиғиндисига тенг, яъни чексиз суюлтирилган эритмадаги ионлар харакатчанлигига тенг.

$$\lambda_\infty = \lambda^\circ_+ + \lambda^\circ_- \quad (21)$$

Муайян эритувчидаги ионни чегаравий харакатчанлиги берилган хароратда ўзгармас катталиқ бўлиб, мазкур ионнинг электрик харакатчанлигини ифодалочи доимий (яъни айна ионга хос) катталиқдир.

10.2-жадвалда мисол тариқасида баъзи ионларни сувли эритмадаги чегаравий харакатчанлиги келтирилган.

*Жадвал 2.*

**25°да, сувли эритмадаги баъзи ионларни чегаравий харакатчанлик  $\lambda^\circ$  қийматлари**

Катион	$\lambda^\circ$ , Ом моль <sup>-1</sup> см <sup>2</sup>	Анион	$\lambda^\circ$ , Ом моль <sup>-1</sup> · см <sup>-1</sup>
H <sup>+</sup>	349,8	ОН	198,3
Rb <sup>+</sup>	77,5	1/4[Fe(CN) <sub>6</sub> ] <sup>4-</sup>	111
Cs <sup>+</sup>	77,2	1/3[Fe(CN) <sub>6</sub> ] <sup>3-</sup>	99,1
NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	73,7	1/2CrO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	85
K <sup>+</sup>	73,5	1/2SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	80,8
1/2Pb <sup>2+</sup>	70	Br <sup>-</sup>	78,1
1/3Fe <sup>3+</sup>	68	I <sup>-</sup>	76,8
1/2Ba <sup>2+</sup>	61,6	Cl <sup>-</sup>	76,4
Ag <sup>+</sup>	62,2	NO <sub>3</sub>	71,5
1/2Ca <sup>2+</sup>	59,5	1/2CO <sub>3</sub> <sup>2-</sup>	69,3
1/2Zn <sup>2+</sup>	54	1/3PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup>	69
1/2Fe <sup>2+</sup>	53,5	ClO <sub>4</sub>	67,3
1/2Mg <sup>2+</sup>	53	F <sup>-</sup>	55,4
Na <sup>+</sup>	50,11	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	44,5
Li <sup>+</sup>	38,68	CH <sub>3</sub> COO <sup>-</sup>	40,9

3 жадвалда сувли эритмалардаги ионларни чегаравий харакатчанлигига хароратни, 4 жадвалда эритувчи табиатини таъсири кўрсатилган.

*Жадвал 3.*

**Сувли эритмаларда баъзи ионлар чегаравий харакатчанлиги  $\lambda^\circ$  га хароратни таъсири**

Ион	$\lambda^\circ$ , Ом моль <sup>-1</sup> см <sup>2</sup>				
	0	18	25	55	100
H <sup>+</sup>	225	315	349,8	483,1	630
Li <sup>+</sup>	19,4	32,8	38,5	68,7	115
Na <sup>+</sup>	26,5	42,8	50,1	86,8	143
K <sup>+</sup>	40,7	63,9	73,5	119,2	195
Rb <sup>+</sup>	43,9	66,5	77,8	124,2	-
Cs <sup>+</sup>	44	67	77,2	127,6	200
Ag <sup>+</sup>	33,3	53,5	62,2	-	176
1/2Ca <sup>2+</sup>	31,2	50,7	59,5	-	180
1/2Ba <sup>2+</sup>	34	54,6	63,6	-	195
OH <sup>-</sup>	105	171	198,3	-	450
Cl <sup>-</sup>	41	66	76,4	126,4	212
Br <sup>-</sup>	42,6	68	78,1	127,8	-
I <sup>-</sup>	41,4	66,5	76,8	125,4	-
1/2SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	41	68,4	80	-	260
CH <sub>3</sub> COO <sup>-</sup>	20,3	34	40,9	-	130

*Жадвал 4.*

**Турли эритувчиларда баъзи ионларнинг 25°C даги чегаравий харакатчанлиги**

Ион	$\lambda^\circ$ , Ом моль <sup>-1</sup> см <sup>2</sup>				
	Сув	Метан ол	Этано л	Ацит он	Нитробенз ол
H <sup>+</sup>	349,8	143	59,3	88	23
Na <sup>+</sup>	50,11	45,2	18,7	80,0	17,2
K <sup>+</sup>	73,5	52,4	22,0	82,0	19,2
Ag <sup>+</sup>	62,2	50,3	17,5	88	18,6
Cl <sup>-</sup>	76,4	52,9	24,3	111,0	17,3
Br <sup>-</sup>	78,1	55,5	25,8	113,0	19,6

Чегаравий концентрациядаги ионлар харакатчанлиги  $\lambda$  доимий қиймат бўлмай эритма концентрациясига (5 жадвал) боғлиқ, концентрация ортган сари ионлар харакатчанлиги камая боради.

*Жадвал 5.*

**Эритмаларни турли концентрациялари (с)да ионлар  
харакатчанлигининг  $\lambda$  қийматилари**

с, моль/дм <sup>2</sup>	$\lambda^{\circ}$ , Ом моль <sup>-1</sup> ·см <sup>2</sup>						
	H <sup>+</sup>	Li <sup>+</sup>	Na <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>	O <sup>2-</sup>	Cl <sup>-</sup>	F <sup>-</sup>
0,001	314, 2	32, 5	42, 3	63, 1	17 1	65, 0	45, 5
0,01	307, 0	30, 1	40, 0	60, 4	16 7	61, 5	43, 2
0,1	294, 4	27, 5	35, 4	55, 4	15 7	55, 5	38, 0

Электролит эритмасини моляр электр ўтказувчанлиги  $\mu$  уни эквивалент электр ўтказувчанлиги каби ҳисобланади.

$$\mu = \frac{100\kappa}{c} \quad (22)$$

бу ерда  $c$  – эритмадаги электролитнинг моляр концентрацияси. Моляр электр ўтказувчанликни бирлиги эквивалент электр ўтказувчанлигининг бирлиги каби Ом моль<sup>-1</sup> см<sup>2</sup>.

Микдорий кондуктометрик таҳлил электр ўтказувчанликни концентрацияга боғланишини ифодаловчи (20) ва (22) тенгламаларга асосланган.

Кондуктометрик таҳлилда воситасиз кондуктометрия ва кондуктометрик титрлаш усуллари қўлланади.

### Воситасиз кондуктометрия

Воситасиз кондуктометрияда таҳлил этилувчи эритма концентрацияси эритмани солиштирма электр ўтказувчанлигини ўлчаб аниқланади. Ўлчанган натижалар ҳисоблаш ёки даражалаш чизмаси усулларида ишлаб чиқилади.

**Ҳисоблаш усули** (20) тенглама асосида эритмадаги электролит эквивалент моляр концентрацияси солиштирма электр ўтказувчанлик  $\kappa$  ва эквивалент электр ўтказувчанлик орқали ҳисобланади.

$$c = \frac{1000 \cdot \kappa}{\lambda} \quad (23)$$

Солиштирма электр ўтказувчанлик термостатланган кондуктометрик ячейка электр қаршилигини ўлчаб аниқланади.

Эритмани эквивалент электр ўтказувчанлиги  $\lambda$  катион  $\lambda_+$  ва анион  $\lambda_-$  лар ҳаракат-чанликлари йиғиндисига тенг.

$$\lambda = \lambda_+ + \lambda_-$$

Катион ва анионлар ҳаракатчанликлари маълум бўлса концентрацияни (10.24) формуладан ҳисоблаш мумкин.

$$c = \frac{1000 \cdot \kappa}{\lambda_+ + \lambda_-} \quad (24)$$

Сувда оз эрувчан электролитлар (кальций, барий сульфатлари, кумуш галогенидлари ва бошқалар) тўйинган эритмасининг концентрацияси воситасиз кондуктометрия усулида шундай ҳисобланади.

Мисол тариқасида кумуш хлоридни  $\text{AgCl}$  сувдаги эрувчанлиги яъни тўйинган эритмаси концентрациясини  $25^\circ\text{C}$  воситасиз кондуктометрик аниқлашни кўриб чиқамиз. (10.24) тенгламага асосан.

$$c = \frac{1000 \cdot \kappa}{\lambda(\text{Ag}^+) + \lambda(\text{Cl}^-)}$$

Кумуш хлорид сувдаги эритмасининг солиштирма электр ўтказувчанлиги  $\kappa$  кумуш хлорид таҳлил этилган эритмасининг  $\kappa_i$  қийматдан тоза сувнинг  $\kappa(\text{H}_2\text{O})$  солиштирма электр ўтказувчанлик қийматининг айирмасига тенг.

$$\kappa = \kappa_i - \kappa(\text{H}_2\text{O})$$

Кумуш хлоридни сувдаги эрувчанлиги жуда оз бўлгани сабабли ундаги кумуш катиони ва хлорид аниони ҳаракатчанликларини чегаравий суюлтириган эритмадаги ҳаракатчанлик яъни  $\lambda^+(\text{Ag}^+) = \lambda^\circ(\text{Ag}^+) = 62,2$ ,  $\lambda(\text{Cl}^-) = \lambda^\circ(\text{Cl}^-) = 76,4$ . (10.2 жадвалга қаранг) тенг деб қабул қилиш мумкин.

$$c = \frac{1000[\kappa_i - \kappa(\text{H}_2\text{O})]}{62,2 + 76,4} \quad (24')$$

**Даражалаш чизма усули.** Хар бирида аниқланувчи модда концентрацияси аниқ бўлган қатор эталон эритмалар тайёрланади ва термостатланган кондуктометрик ячейкада уларни солиштирма электр ўтказувчанлиги ўлчанади. Олинган натижалар асосида абцисса ўқиға эталон эритмалар концентрациялари ординатаға – солиштирма электр ўтказувчанлик қийматларини қўйиб даражалаш чизмаси чизилади. (24) тенгламага муофиқ солиштирма электр ўтказувчанликни ўзгариши концентрацияларни тор оралигида одатда тўғри чизиқли кўринишда бўлади.

(24) тенгламадаги катион ва анионлар, ҳаракатчанлиги сезиларли даражада ўзгариб кетадиган концентрациялар оралигида тўғри чизиқли боғланишдан четланиш кузатилади.

Сўнгра айнан ўша шароитда номаълум концентрациялик  $c_x$  таҳлил этилувчи эритмадаги электролитни солиштирма электр ўтказувчанлиги  $\kappa(x)$  ўлчанади ва даражалаш чизмасидан  $\kappa(x)$ га тегишли  $c(x)$  қиймати топилади. Масалан, барийли сувдаги (барий гидроксидни тўйинган эритмаси) барийни миқдори айнан шу усулда аниқланган.

**Воситасиз кондуктометрияни қўлланиши.** Воситасизкондуктометрия усули содда, жуда сезгир ( $\sim 10^{-4}$  моль /дм<sup>3</sup>), хатолик нисбатан кам  $\pm 2\%$  гача. Аммо бу усул селективлиги кам.

Воситасиз кондуктометрия таҳлилда кам қўлланади. Бу усул оз эрувчан электролитлар эрувчанлигини, дистилланган сув ва озуқа маҳсулотлар (сут, ичимликлар ва бошқалар) сифат назоратида, минерал, денгиз сувидаги тузларни умумий миқдорини аниқлашда ишлатилади.

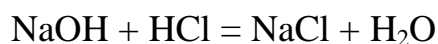
### Кондуктометрик титрлаш

Кондуктометрик титрлаш кондуктометрик ячеядаги иккита инерт (одатда платина) электродлар орасидаги таҳлил этилувчи эритмани электр ўтказувчанлигини, титрлаш жараёнида, ўзгаришини ўлчаб бажарилади. Олинган натижалар асосида титрланувчи эритма электр ўтказувчанлигини қўшилган титрант ҳажмидан (боғловчи) боғлиқлик кондуктометриктитрлаш эгриси чизилади. Титрлашни сўнги нуқтаси, аксарият холларда, титрлаш эгрисини икки (2-расмда кўрсатилган) қисми экстраполяция чизиқларини кесишган нуқтасидан топилади. Шу сабабдан ЭН яқинида ўз рангини ўзгартирувчи индикатор қўллаш эҳтиёжи йўқ.

Кондуктометрик титрлашни турли: кислота-асос, комплекс ҳосил бўлиш реакцияларига қўллаш мумкин.

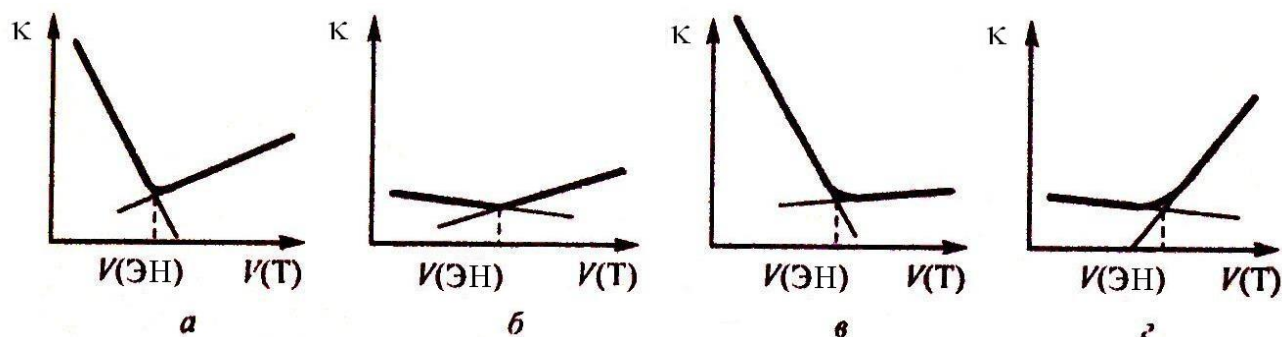
Реакцияга киришаётган ёки реакция натижасида ҳосил бўлаётган ионларнинг хилига кўра кондуктометрик титрлаш эгрилари турлиқўринишда бўлади.

2 расмда кондуктометрик титрлаш эгриларини баъзи турлари схематик тасвирланган. 2 расмдаги (а) холатда кучли кислотани кучли асос (ишқор) билан масалан хлорид кислотани натрий гидроксид билан титрлаш тасвирланган.



Т        Х

Ион кўринишида



2-расм. Кондуктометрик титрлашни баъзи турларини схематик тасвири к-солиштирма электр ўтказувчанлик,  $V(T)$  қўшилган титрант ҳажми.

а) кучли кислота эритмасини ишқор эритмаси билан титрлаш

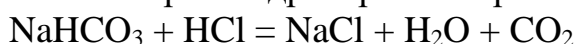
- б) титрланувчи модда ва титрант ионларини электр ўтказувчанлиги кичик,
- в) кучли кислотани натрий гидрокарбонат эритмаси билан титрлаш:
- г) титрланувчи модда ионлари электрик ҳаракатчанлиги кичик, титрант ионлари катта ҳаракатчанликга эга.

Кислота титрланган сари титрланувчи эритма электр ўтказувчанлиги кескин камаяди чунки эритмадаги ҳаракатчанлиги юқори бўлган водород ионлари  $H^+$  сарфланиб (сувга айла-ниб) камая боради. Эндан кейин, титрланувчи эритмада ҳаракатчанлиги водород ионларидан камроқ бўлса- да, етарли ҳаракатчан гидроксил ионлари ортаборган сари эритмада электр ўтказувчанлик ортаборади.

Титрлаш эгрисидаги букилиш нуқтаси ноаниқ бўлганда ЭНга тегишли титрант ҳажмини 2 расмда кўрсатилгандек иккита уринма тўғри чизиқларининг кесишган нуқтасини аб-цисса ўқиға тўғри келган қийматидан топилади. Тасвирда вертикал пунктир чизиқ билан кўрсатилган.

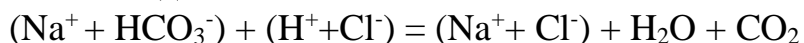
2 расмдаги (б) эгрилик титрант ва титрланувчи модда ионларини тенг ва кичик ҳаракатчанликга эга бўлган ҳолатига мансуб.

2 расмдаги (в) эгрилик кучли кислота эритмаси ионларини ҳаракатчанлиги кичик бўлган титрант билан титрлашға, масалан хлорид кислотани натрий гидрокарбонат эритмаси билан титрлашға мансуб.



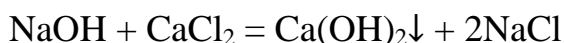
Т Х

Ион холида

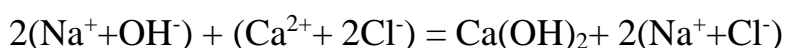


Титрлаш жараёнида ҳаракатчанлиги катта бўлган водород  $H^+$  ионлари нейтралланади, шунинг учун ЭНда эритмани электр ўтказувчанлиги кескин камаяди Эндан кейин эритмани электр ўтказувчанлиги ортиқча қўшилган титронт ( $NaHCO_3$ ) ҳисобига бир оз ортаборади.

2 расмдаги (г) эгрилик ионлар ҳаракатчанлиги кичик модда эритмасини ионлар ҳаракатчанлиги катта модданинг эритмаси билан титрлашға мансуб. Масалан кальций хлорид эритмасини ишқор эритмаси билан титрлаш.



Т Х



ЭН-гача сарфланаётган кальций ионларини ўрниға натрий катиони пайдо бўлаётгани сабабли титрланувчи эритманинг электр ўтказувчанлиги кам ўзгармоқда. Эндан кейин, эритмада ҳаракатчанлиги катта гидроксил ионларини ортиб бориши ҳисобига эритмани электр ўтказувчанлиги орта бормоқда.

**Кондуктометрик титрлашни қўлланиши.** Кондуктометрик титрлаш усули қуйидаги қатор афзалликларга эга. Титрлашни, рангли, лойқа, тиник бўлмаган муҳитларда ҳам бажариш мумкин. Мазкур усулнинг сезгирлиги  $\sim 10^{-4}$  моль/дм<sup>3</sup> етарли даражада юқори хатолиги 0,1дан 2% гача. Тахлилни автоматлаштириши мумкин. Аммо селективлиги кичик бу эса усулни камчилиги ҳисобланади.

**Юқори частотали (радиочастотали) кондуктометрик титрлаш хақида тушунча.** Титрлаш жараёни, ўзгарувчан ток частотаси секундига миллион тебранишни ташкил этадиган, такомиллашган ўзгарувчи токли кондуктометрик ускуна воситасида бажарилади. Одатда электродлар электролит қуйилган идиш кондуктометрик ячейкани ташқи томонига ўрнатилади ва электродлар титрланувчи эритмага туташмайди.

Ўлчанган натижалар асосида кондуктометрик титрлаш эгриси чизилади. Титрлашни сунгги нуқтаси юқоридаги каби титрлаш эгрисини букилган, жойидаги чизикларни (экстраполяция) давом эттириб улар кесишган нуқтасининг абцисса ўқидаги қийматидан топилади.

## **Полярографик таҳлил (полярография, воситасиз вольтамперометрия )**

### **Усулнинг моҳияти**

**Полярографик таҳлил (Полярография)** Ташқи потенциал таъсирдаги электркимёвий (полярографик) ячейканинг қуйида баён этилган электрик ўлчамарини таҳлил этилувчи эритмадаги модда хоссасига боғланишига асосланган.

а). Таҳлил этилувчи моддани микроэлектродда оксидланиши (ёки қайтарилиши) содир бўладиган потенциал қийматини унинг (таҳлил этилувчи эритмадаги модданинг) табиатига боғлиқлиги асосида полярографик сифат таҳлил бажарилади.

б). Полярографик микдорий таҳлилда полярографик ячейка электродларига берилган потенциални муайян қийматида хосил булган диффузия электр токини таҳлил этилувчи эритмадаги аниқланаётган (қайтарувчи ёки оксидловчи) модда концентрациясига боғлиқлигига асосланган.

Ячейкага берилган электрод потенциали ва диффузион ток қийматлари, полярографик ячейкадан ўтаётган ток кучи қийматини микроэлектродга берилган кучланишга боғлиқлигини ифодаловчи *поляризацион ёки вольтампер эгрисидан* олинади шунинг учун полярография баъзан воситасиз *вольтамперометрия* деб аташади.

Томчи симоб электроди қўлланган *мумтоз* полярографик усулни 1922-йил чехословак олими Ярослав Гейровский (1890-1967) кашф этган. 1925-йилда Я.Гейровский ва М.Шиката, поляризацион эгриларни автоматик тарзда ёзадиган полярограф тузулишини ишлаб чиқишган. Кейинчалик полярографик усулни турлича ускуналари ишлаб чиқилди.



Томчи симоб электроди қўлланган мумтоз полярография моҳиятини қисқа холда кўриб чиқамиз.

### Назорат саволлари

1. Аналитик кимё фани ва унинг усуллари тўғрисида тушунча беринг.
2. Аналитик кимёнинг қишлоқ хўжалигидаги аҳамияти нимадан иборат?
3. Аналитик кимёнинг ривожланиш даврлари тўғрисида фикрларингизни билдиринг.
4. Сифат анализи усуллари.
5. Аналитик реакцияларнинг ўтказиш усуллари.
6. Кимёвий усулларнинг моҳияти нималардан иборат?
7. Физикавий усулларга қандай усул киради?
8. Физик-кимёвий усуллар тўғрисида фикрларингиз?
9. Аналитик кимё фанига ҳисса қўшган олимлар ҳақида нималарни биласиз?
10. Электролитик диссоциланиш назариясининг асослари нималардан иборат?
11. Электролитик диссоциланиш даражаси нима?
12. Электролитик диссоциланиш константаси нима?
13. Буфер эритмалар.
14. Буфер сизими деганда нимани тушунаси?
15. Буфер эритмаларни тирик организмлардаги муҳим аҳамияти нималардан иборат?
16. Катионларни биринчи гуруҳига умумий характеристик беринг.
17. Сифат анализда иштирок этувчи энг муҳим қайтарувчи ва оксидловчилар тўғрисида фикрларингизни билдиринг.
18. Кислоталарнинг диссоциланиш тенгламасини ёзинг?
19. Биринчи гуруҳ катионларига қайси катионлар киради?
20. Эритмадан  $\text{NH}_4^+$  қандай йўқотилади?
21.  $\text{Mg}^{2+}$  га хос реакцияларни бажаринг?

# КИМЁДА ФИЗИК-КИМЁВИЙ ТАДҚИҚОТ УСУЛЛАРИ

## Режа:

1. Оптик анализ усуллари.
2. Кимёвий сенсорлар ва тест-системалар.
3. Электрокимёвий анализ усуллари. Хромато-масс-спектрометрия.

**Таянч иборалар:**Оптик сенсорлар, тест системалар, Электрокимё,*Масс-спектроскопия, хромато-масс-спектрометрия, буг ҳоли, кимёвий ионлашиш, электродлар, кимёвий датчик.*

## Оптик сенсорлар, ишлаш принципи<sup>1</sup>.

Кимёвий датчикларнинг (сенсор) ишлаб чиқаришига бўлган талаб ҳар хил сабабларга кўра пайдо бўлади. Биринчидан, узоқ ва қийинбажариладиган кимёвий анализ усуллари қисман бўлса ҳам ўрнида ишлатиш учун ясалган. Бунга яққол мисол қилиб қондаги литий, натрий, калий ва калцийни аниқлашда ишлатиладиган алангали фотометрик усулни ионселектив электродлар асосидаги кимёвий датчиклар биланалмашинувида катта эҳтиёж борлигини кўрсатиш мумкин.

Иккинчидан, саноатдаги жараёнларнинг автоматлаштирилиши сенсорлар билан узвий боғлиқ саноатнинг бошқарилиши ва назоратига жуда кўп кимёвий параметрларнинг доимий ўлчаниб турилиши талаб этилади. Энг оддий мисол: ичимлик ва оқава сувларининг узлуксиз рН катталигининг назорати ва уларнинг лойқаланганлик даражаси назорати. Шишали электрод ва оптик сенсорни ушбу масалани ечишда ишлатиш мумкин. Келажакда сувлардаги оғир металллар ва органик моддаларнинг миқдорини лабораториядан ташқарида узлуксиз назорат қилиш эҳтимоли кучаяди. Тегишли сенсорлар индивидуал моддалар билан реакцияга киришмай фақат уларнинг ифлосланганлик даражасини ўлчашлари керак.

Ҳозирги пайтда шундай кимёвий сенсорлар мавжуд: глюкозанинг қонда аниқланиши тирноқларнинг яқин ИҚ- соҳадаги спектрларининг регистрациясига асосланган.

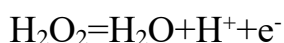
Электродларни кимёвий модификациясида селективликни ошириш учун ферментлардан фойдаланилади<sup>2</sup>. Мисол тариқасида глюкозани аниқлаш учун ферментатив электрод келтирилган.



<sup>1</sup> D.A.Skoog Principles of Instrumental Analysis. Thomson Brooks/Cole. USA. 2007. P.216-217.

<sup>2</sup> G.D. Christian, Analytical chemistry University of Washington, USA, 2009.c.453-455.

Платинали электродда потенциал +0,6 в (кумуш хлоридли электродга нисбатан) бўлганда  $\text{H}_2\text{O}_2$  электрохимий оксидланади:



Глюкоза ва анализ қилинадиган эритмада эриган кислород гел каватига диффузияланади. Бу ерда фермент катализаторлиги остида уларнинг таъсирлашиши натижасида  $+\text{H}_2\text{O}_2$  ҳосил булади. Ҳосил бўлган  $\text{H}_2\text{O}_2$  нинг бир қисми платина католида диффузияланади.  $\text{H}_2\text{O}_2$  нинг оксидланиши натижасида ячейкадан ток кучи глюкоза концентрациясига пропорционал булган ток ўтади. Шунга ўхшаш қурилмада Кларкнинг кислород электродини қўллаш мумкин, бунда мембрана глюкозаоксидаза ферментини сақлаган гел билан қопланади, бундай электрод реакция жараёнида кислород сарфини ўлчашда қўлланилади.

Сенсор қуйидагилардан ташкил топган: кимёвий жиҳатдан сезувчан қават моддалар “аниқловчи” кимёвий информацияни оптик ёки электр сигналига айлантириб берувчи ва сенсорнинг корпусидаги регистрацияловчи ҳамда маълумотларни чиқарувчи асбоб. Кимёвий сенсорга мисол бу - ионселективли электрод. Қаттиқ ёки суюқ мембрана, у кимёвий сезувчан қаватдир, кирувчи кимёвий маълумот эса электр сигналига айланади – унинг катталиги тегишли ўлчов асбоби ёрдамида аниқланади.

### **Оптик толали сенсорлар ва тест системалар**

Кўринувчи диапазондаги нурланишларни етказиш учун мўлжалланган световод (ёруғлик ташувчи)ларнинг пайдо бўлиши билан оптик сенсорлар ривожланди. Ҳозир оптиктолали световодлар ва УБ-учун, яқин ва ўрта ИҚ-спектр соҳалари учун сенсорлар мавжуд.

Оптик сенсорларнинг асосида қайсидир оптик хоссанинг модда концентрациясига боғлиқлиги ётади. Оптик сенсорларнинг технологик нуқтаи назардан 3 хил авлоди ажратилади. Биринчи авлод оптик сенсорлари фақат сигнални етказиш ва қуйидаги кимёвий анализда кўп ишлатилувчи оптик катталикларни ўлчайди: ютилиш, чиқариш, кучсизланиш, нурни синдириши, флуоресценция. Уларга кимёвий моддаларни аниқловчи (хеморецептор) система деб қараса бўлади. 3-авлод сенсорлари асосида эса умуман янги принциплар ётади: юза тўлқинлари, интерференция, ёруғликнинг кутбланиши (поляризация).

Оддий оптик сенсор фотометр билан оптиктолали кабел орқали боғланган оптик ўлчов ячейкадан ташкил топган. Шундай қилиб бевосита эритмалар рангининг интенсивлиги ёки флуоресценцияни ўлчаш мумкин, масалан табиий сувларнинг органик моддалар билан ифлосланганлиги.

Олдин толали кабелларининг световод сифатида ишлаши асосида умумий принципларни кўриб чиқайлик. Оптик-толали кабел шишадан, кварцдан ёки пластмассадан тайёрланган бўлиб унинг диаметри 0,05 мкмдан-0,6 смгача ни ташкил этади. Ёруғлик биттагина тола ёки уларнинг мажмуаси орқали ўтиши мумкин. Улар ихтиёрий равишда ёки аниқ бир тартибда жойлашиши мумкин, масалан бутун бир тасвирнинг ўтказилишида. Тиббиётда, ички органларнинг ўрганилишида световодларнинг тасвирни ўтказиши кенг қўлланилмоқда.

Спектрометр ёки фотометр <sup>3</sup>билан боғланиш учун световод Y-шаклига эга бўлади. Манбадан тушувчи нур оптик кабел орқали анализ қилинаётган эритмага боради ва қайтарувчи (ойна) ёрдамида кейин кабелга ва фотометрга ўтади. Оптик йўлнинг узунлиги ушбу ҳолатда кабелдан ойнагача бўлган масофадан 2 марта ортиқ толали кабел фақат ўтказиб берувчи ролини ўйнайди. Қабул қилувчи сифатида ҳар хил қурилмалар ишлатилиши мумкин, масалан фотодиодлар ёки опто-электронли индикацияэлементлари. Ёруғлик манбаи бўлиб эса яримўтказгичли светодиодлар хизмат қилади.

Кўп моддалар оптик хусусияти орқали аниқлаш мумкин бўлган хоссаларга эга эмас. Бундай ҳолатларда кимёвий аниқловчи системалар ёки хеморецепторлар керак бўлади (улар ўзларининг оптик характерларини аниқланаётган модда борлигида ўзгартира оладилар масалан рангини). Бунинг учун керак бўладиган реагент световод учи билан кимёвий ёки қандайдир бошқача йўл билан боғланади, яъни иммобилланади. Иммобиллашни ионалмашувчи смолада сорбция орқали амалга ошириш мумкин. Ёки желатин ва бошқа полимер Геллар ёрдамида реагент эритмасига солинади.

Дастлаб оптрод деб аталувчи 2-авлод оптик сенсорлари рН аниқлашда ишлатилган. Шундай сенсорни кўриб чиқамиз. Y-формали кабелнинг охирида иммобилланган кислота-асосли индикатор жойлашган, масалан полиакриламидли гелда фенол қизили иммобилланган. рН га боғлиқ равишда рангнинг ўзгаришини назорат қилиш учун нур қайтаргич ёрдамида оптик зичлик ўлчанади.

Ионселектив электродлар <sup>4</sup> ишлаш принциплари асосида ионселектив оптродлар яратилган. Мумкин бўлган фикрлардан бири: ионофор, яъни комплекс ҳосил қилувчи ион, билан бирга хромофор, яъни ранг ўзгаришига масъул, моддаларни мембранада (одатда поливинилхлорид) ишлатилиниши.

Потенциометриядаги каби ионофор сифатида валиномицинни ишлатиш мумкин. Хромофор сифатида нил кўки ёки проф. Симон томонидан Т сурихда синтез қилнган ва патентланган эТХ 5294 ни ишлатиш мумкин.

---

<sup>3</sup> D.A.Skoog Principles of Instrumental Analysis. Thomson Brooks/Cole. USA. 2007. P.483, 494.

<sup>4</sup> D.A.Skoog Principles of Instrumental Analysis. Thomson Brooks/Cole. USA. 2007. P.407, 452.

Бундай типдаги оптродларнинг афзаллиги бу унинг кенг концентрацияли динамик диапазони. Оptrодларни яратиш учун потенциометрияда ишлатилувчи кенг танловли ионофорлар мавжуд.

## **Электрокимёвий сенсорлар<sup>5</sup>, ишлаш принципи.**

### **Учинчи авлод оптродлари.**

3-авлод оптродлари янги оптик ҳодисаларга асосланган. Улардан бирининг номи юза ёруғлик тўлқинлари бўлиб оптик муҳитлар чегарасида қисман ёруғликнинг ютилиши ҳисобига содир бўлади.

Электрокимёвий сенсорларга нисбатан оптик сенсорлар қуйидаги афзалликларга эга:

- оптик сенсорларнинг ишлатилиши бутун оптик спектр регистрация қилишга ва кўпроқ маълумот олишга имкон беради;
- оптик сенсорлар электрик помехларга таъсирли эмас;
- одатда оптик сенсорларнинг ишлаши учун таққослаш электроди каби қурилмалар керак эмас;
- реагент тутувчи фазани осон алмаштириш мумкин. Шунинг учун 1 марталик сенсорлар кенг тарқалган.

Оптик сенсорларнинг камчиликлари:

- кун ёруғлиги помехларига таъсирли. Ушбу помехлар нурланиш манбасининг пулсация (модуляция) қилиш орқали бетараф этилади. Светодиодлар пулсатсия қилиш учун қулай;
- реагентларнинг ювилиши сабабли оптик сенсорларнинг яроқлилик муддати камайиши мумкин;
- қоидага кўра оптик сенсорлар ингичка динамик диапазонга эга. Фақат ионселектив оптродлар бунга кирмайди.

### **Оптик толали датчиклар турлари.**

Капрон ва бошқалар нурнинг толада сусайиши жуда камчилигини аниқлашди. Соч толаси қалинлигидаги узун толалардан фойдаланиб сигнални уэатиш учун модулланган лазерли нурлар ёрдамида кўп километрли толали узатгичлар (линии) ўтказиш мумкинлиги аниқланди.

Сузувчи сув остида туриб маълум бир кичик бурчак остида сув юзасига караганда, сув ҳавзасининг туби сув юзасининг ҳаво билан чегарасида тўлиқ акси кўринади. Тахминан тола ичида ҳам худди шундай ходиса содир бўлади. Бунда нурнинг кўплаб ички нур қайтарилишлари ҳисобига содир бўлади. Шу тарзда нурнинг узлуксиз қайтарилиши ҳаракати давомида ёруғликнинг тарқалишига имкон яратади.

---

Бу хоссаларнинг аниқланиши билан бир вақтда толаларни компаниялар томонидан ишлаб чиқарилиши оптик боғланишга ва юқори ишлаб чиқаришни тамиглай оладиган арзон оптик-толали датчикларга эшиклар очилди.

### **Датчик турлари**

1. Интенсивликни ўлчаш датчиклари.
  2. Сизгир элементли ярим ўтказгичли температура датчиклари;
  3. Ҳолат энкодерлари датчиклари.
  4. Фабри-Перонинг кўп модалли датчиклари.
  5. Фабри-Перонинг бир модалли датчиклари.
- Улар ҳам ўз навбатида бир неча турга бўлинади.

### **Кўп модалли Фабри-Перо датчиклари.**

Бу температурани, босимни, суюқликнинг нурни синдириш кўрсаткичини, ёруғликнинг ютилиши ва чиқарилишни ўлчайдиган датчиклардир. Бу датчиклар кенг тўлқин узунлиги соҳасида ишлаш имкониятига эга. Масалан температура датчиклари тола охирига 0,7мкм қалинликда кремний қавати билан чанглатиш орқали жойлаштирилган (бириктирилган).

### **Фабри-Перо интерферометрининг <sup>5</sup> ишлаш принципи.**

Фабри-Перо интерферометрлари 2 та нур қайтаргичлардан иборат ва ҳар қайси томони оптик тиниқ муҳитли қилиб жойлаштирилган. Нур қайтаргичлар орасидаги тегишли масофада интерферометрининг ўтказиш коэффициенти юқори. Нур қайтаргичларнинг юқори нур қайтариш имкониятида ўтказиш коэффициенти тўлқин узунлигининг ўзгаришига ёки нур қайтаргичлар орасидаги масофага жуда сезгир.

Умуман интерферометрнинг эффективлигини кўпинча добротность билан характерланади.

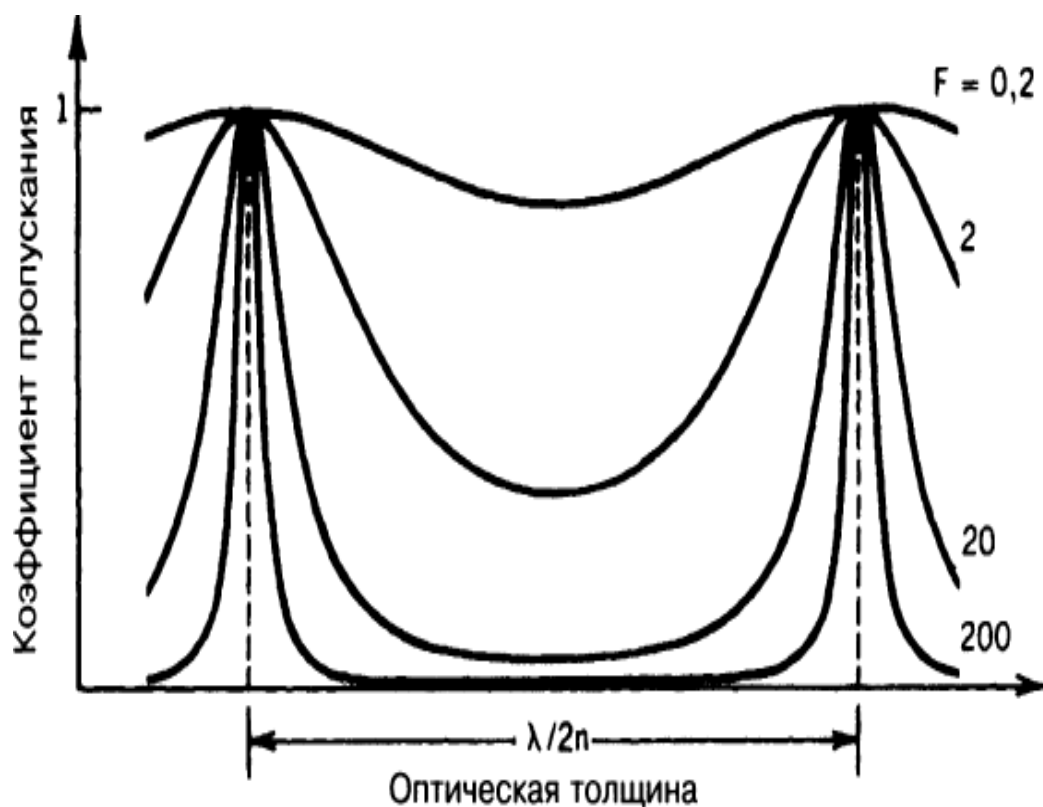
$$F=4R/(1-R)^2$$

Бунда R- йўқотиш бўлмагандаги кўзгунинг нур қайтариш коэффициенти.

---

<sup>5</sup> D.A.Skoog Principles of Instrumental Analysis. Thomson Brooks/Cole. USA. 2007. P.440-443.

Добротнинг турли қийматлари учун ўтказиш коэффициентининг нур қайтаргичлар орасидаги масофага боғлиқлиги келтирилган.



Юқори добротности интерферометрлар спектрнинг ўзига хослигини аниқ ифода этади. Қуйи добротности интерферометрлар кенг диапазонда ўлчанадиган параметрнинг мураккаб схемаларсиз тескари боғланиш билан чизикли режимда бўлади.

Фабри-Перо интерферометрлари датчикларга қўллаш учун қулай, чунки физикавий ёки кимёвий катталиклар билан боғланиш ўрнатиш жуда қулай. Температуранинг ўзгариши билан интерферометрнинг оптик резонанси орасидаги боғланиш билан алоҳида оптик параметрларни аниқлаш мумкин. Булар қуйидагилар:

1. Ҳалқанинг чизикли кенгайиши.
2. Нур қайтаргич орасидаги синдириш кўрсаткичининг ўзгариши.
3. Нур қайтаргичлар орасидаги муҳитнинг кенгайиши.
4. Нур қайтаргичлар эгрилигининг ўзгариши.
5. Нур ютилишининг ёки нур қайтаргичнинг нур қайтариш имкониятининг ўзгариши.
6. Спектрал ютилишнинг ёки нур қайтаргичлар орасидаги муҳитда нур сочилишининг ўзгаришидир.

Интерферометрнинг конструкциясини ўзгартириш билан юқоридагилардан бир ёки иккита параметрни ўлчашни амалга ошириш мумкин, масалан 5- ёки 6- параметрларни.

## Масс-спектрометрия усули.

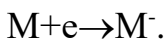
Бу усулда текшириладиган модда буғ ҳолига ўтказилади ва ундан ионлар ҳосил қилинади. Ҳосил бўладиган ионлар кўпинча мусбат зарядли бўлади. Ионларни улар массасининг ( $m$ ) зарядига ( $z$ ) нисбати бўйича бир- биридан ажратиш мумкин. Ионнинг заряди бирга тенг бўлса,  $m/z$  қиймати унинг массасига тенг бўлади. Ушбу қиймат массанинг углерод бирлигидаги масса сони деб юритилади. Ажратилган ионлар  $m/z$  қийматларига кўра ион қабул этгич ёрдамида қайд қилинади, натижада тегишли спектр ҳосил бўлади. Спектрдаги сигналларнинг ўрни  $m/z$  қийматга, уларнинг интенсивлиги эса ионнинг частотасига тўғри келади. Бу сигналлар чўққилар деб аталади.

Масс-спектрометрия усули буғсимон ҳолатга ўтадиган барча элемент ва моддаларни анализ қилиш учун ишлатилади. Аноорганик бирикмалар ва элементлар анализи, кўпинча, моддалар таркибидаги изотопларни аниқлашга, органик моддалар анализи эса моддаларни идентификатсиялаш ва уларнинг структурасини аниқлашга қаратилади.

Текшириладиган модда молекулалари (ёки атомлари) тезлаштирилган электронлар дастаси билан бомбардимон қилинганда, улардан битта ёки иккита электрон уриб чиқарилади:



ёки уларга электрон бирикади:



Бунинг натижасида молекуляр ионлар деб аталадиган ионлар ҳосил бўлади. Кўпинча, бомбардимон натижасида битта электрон уриб чиқарилади. Иккита электронни гуриб чиқарилиш ҳоллари ҳам, оз бўлса-да, учрайди, лекин манфий зарядланган ионларнинг ҳосил бўлиши жуда кам ( $\sim 0,1\%$ ) кузатилади.

Кейингий илларда манфий зарядланган ионларни аниқлаш учун электронни ушлаш масс-спектрометрия усули яратилди.

### *Масс – спектрометрия<sup>6</sup>*

*Масс-спектрометрия услубидеги ва, ионлар массасининг электрон зарядига нисбати аниқлаш орқали моддани текшириш усули тушинилади. Масс-спектроскопияни спектроскопик усулларнинг бири деб қаралади, аммо бундай қараши қисман хато ҳисобланади. Оптик спектроскопияда нурланишдан кейин модда молекуласи бошлангич ҳолатга ўзгармасдан қайтади, аммо масс-спектроскопияда қўзғалади, ионланади ва молекуляр ион парчланади ва бу парчаланган ионлардан бошлангич бўлишига сабабчи бўлган бир қанча*

<sup>6</sup> G.D. Christian, Analytical chemistry University of Washington, USA, 2009. c.592-594.



ҳодисаларнинг йиғиндисини молекуланing бир қанча ҳодисаларнинг йиғиндисини молекуланing бир ҳолатдан иккинчи ҳолатга ўтиш ҳодисаси деб қараш нотўғри ҳисобланади.

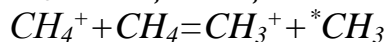
Моддаларнинг масс-спектрини олиш учун намуна ионланиш ва диссоцияланиш ҳодисалари электрондар зарбаси, фотонлар ва кучли электр майдони таъсирида рўй беради.

**Ионланиш.** Масс-спектрометрда бўлакли ионларнинг ҳосил бўлиш жараёни молекулаи электронлар билан таъсирланишидан бошланади, бунда энергия 100 эВ га тенг бўлса, тезлиги  $5.9 \cdot 10^6$  м/сек бўлади.

**Органик моддалар ионланишининг бир қанча умумий усуллари бор.**

**Фотонлар таъсирида ионланиш.** Кўпинча органик моддаларнинг ионланиш потенциали 13 эВ дан кичик қийматда бўлгани учун ионланишни олиб бориш учун қисқа тўлқин узунликдаги нурланишдан фойдаланиш мумкин. Фотонларнинг қулай манбаи сифатида нурланиш энергияси 21 эВ га тенг бўлган гелийли асбобдан фойдаланиш мумкин

**Кимёвий ионланиш<sup>7</sup>.** Молекула ва ионлар тўқнашганда янги зарядланган заррачаларни ҳосил бўлиш реакцияларини кузатиш мумкин. Масалан, метаннинг молекуляр иони нейтрал молекуласи билан реакцияга киришиб мустақкам метил  $\text{CH}_3^+$  ион ҳосил қилиши мумкин:



Ўрганиладиган моддаларни масс спектрометрга киритишининг бир қанча усуллари мавжуд:

**Совуқ ҳолда киритиш.** Бу усул газлар учун, ҳамда уйтемпературасида ва  $10^{-2}$  мм.см.ус. босимида осон учадиган моддалар учун ишлатилади.

**Иссиқ ҳолда киритиш.** Органик моддаларни буз ҳолатига келиши учун масс спектрометр системасини 300°C гача қиздиради.

**Тўғридан тўғри киритиш.** Масс-спектр олиш учун системада чуқур вакуум ҳосил қилиш ( $10^{-6}$  мм.см.устунига яқин) билан бирга қиздирилса, кўп бирикмалар осон боғланади. Бу усул билан молекула оғирлиги 2000 гачабўлган бирикмаларнинг Масс-спектрини олиш мумкин.

**Хроматографдан киритиш.** Газ хроматограф устуниданурганиладиган модцанинг ва газ - ташувчининг аралашмаси чиқади. Газ - ташувчи окимнинг тезлиги одатда 50 мл.мин. ташкил этади, аммо бундай газ хажмини ион манбасига киритиш мумкин эмас, шунинг учун урганиладиган модцанинг миқдорини камайтирмасдан газ-ташувчини ажратиб олиш керак.

## Хромато-масс-спектрометрия.

Кўп ҳолларда органик бирикмалар аралашмасини идентификацияси ва миқдорий аниқланиши олинadиган масс-спектрнинг мураккаблиги туфайли чегараланган. Шунинг учун масс-спектрни олишдан олдин компонентларни

<sup>7</sup> G.D. Christian, Analytical chemistry University of Washington, USA, 2009. §20.10, с.594-595.

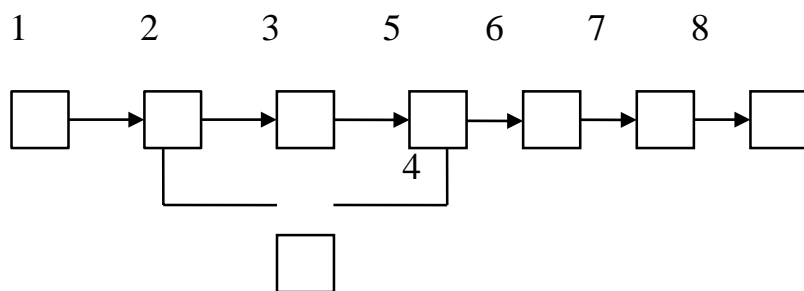
ажратиш зарур. Шу мақсадда масс- спектрометрия билан хроматографиянинг турли турларини ва копилляр зонали электрофорезни хромато-масс-спектрометрия билан боғлаган ҳолда (сочетаниясидан) олиб борилади. §Хроматографиянинг ажратиш имконияти ва масс- спектрометриянинг идентификациялаш имконияти уларнинг бевосита сочетаниясида мураккаб аралашма компонентларини аниқлаш ва идентификациясининг уникал имкониятларини беради.

Ҳозирги замон Хромато-масс-спектрометрик системалари хроматографик колонкадан чиқаётган элюатни масс-спектрлари билан узлуксиз (сканирования қилиш) қайд қилиш орқали натижалар оладилар. Бунда колонкадан чиқаётган аралашманинг ҳар бир компонентини белгиланган ҳолда йиғинди ион токи ўзгаришининг вақтга боғлиқлиги хроматограммасини олиш мумкин. Бундай хроматограммада колонкадан элюирланган барча компонентлар чўққиларга эга бўлади, аммо масс-спектрометрик информацияга эга бўлмайди.

Масс-хроматограмма тузиш учун ҳар бир ёзилган масс-спектрдан бир неча ионларнинг чўққилари интенсивликлари олинади ва бу интенсивликларнинг у ёки бу компонентнинг ушлаб қолувчи вақтига тўғри келадиган масс-спектрининг номерига боғлиқлиги графиги тузилади. Агар характеристик ионлар тўғританланган бўлса, масс-хроматогаммалар идентификациялаш учун жуда эффективдир. Миқдорий аниқлаш учун кўпинча ўрганилаётган модда ва стандартнинг чўққилари майдонини солиштириш орқали ички стандарт методидан фойдаланилади. Хромато-масс-спектрик методда аниқланадиган бирикманинг нишонланган (меченные) аналоглари энг яхши стандартлар ҳисобланади. Хромато-масс-спектрометрик методнинг афзаллиги мураккаб аралашмалардаги алоҳида бирикмаларни ёки маълум синф бирикмаларини аниқлашнинг юқори селективлиги ва қуйи аниқлаш чегарасининг жуда кичиклиги ( $10^{-12}$  -  $10^{-10}$  г).дир.

## 5.2. Масс-спектрометрларнинг ишлаш принципи.

Масс-спектрометр<sup>8</sup>. Масс-спектрометрнинг тузилиш схемаси:



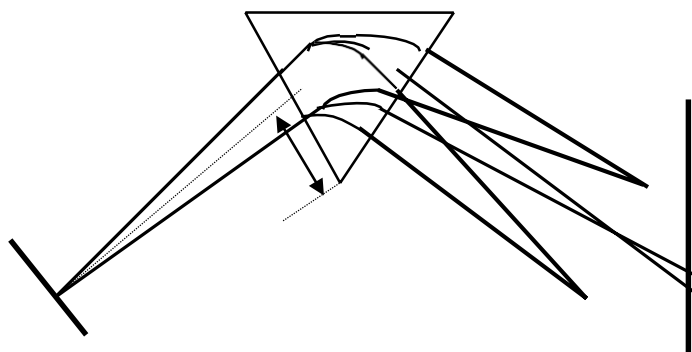
<sup>8</sup> G.D. Christian, Analytical chemistry University of Washington, USA, 2009. §20.10, с.596-597.

1 –намунакиритишқурилмаси; 2 –ионлаштиришқурилмаси; 3 –тезлаштиришваионларнифокуслашқурилмаси; 4 – вакуум тизими; 5 – масс-анализатор; 6 – детектор; 7 –кучайтиргич; 8– ЭХМ.

Текшириладиган модда газ ҳолида бўлса, у (1) камерага бевосита киритилади.

Бу қурилмага шунчамиқдор намунакиритиш керакки, ионлаштиргичда унинг босими  $2 \cdot 10^{-4}$ – $1,33 \cdot 10^{-2}$  Па атрофида бўлсин.

Юқори босим ҳосил қиладиган моддалар (суюқликлар, енгилучадиган қаттиқ моддалар), аввало, киритиш баллонида бўғлатилади, сўнгра зарурий босимда ионлаштиргичга (2) юборилади. Баллондаги босим ҳарорат вана мунамиқдорини ўзгартиришасида бошқарилади. Қийин учадиган моддаларнинг зарурий босими  $10^{-4}$ – $1$  Па га тўғрикелгани учун уларни бевосита ионлаштиргичга юбориш мумкин. Ионлаштиргичда бўғланиш тезлиги ва босим намунакиритиш найини иситиш ёки исовутиш ҳисобида бошқарилиши мумкин. Ҳозирги вақтда масс-спектрометр гана мунахромографдан юбориладиган гибрид: **хромато-масс-спектрометрия** усули мавжуд.



A

BD

 $m_A/z$   $m_B/z$ 

pC

 $m_C/z$ 

**3-Расм.** Магнит майдонли масс-анализаторнинг схемаси

Ионлаштиргичда (2)

каттикқиздирилган катоддан чиққан электронлардастаси анодга томон ҳаракат қилади, бу ҳаракат давомида у текшириладиган модда молекулаларига урилиб, уларни ионлаштиради. Кўпинча, масс-спектрометр 70 эВ энергияда (оптимал қиймат) ишлайди.

Электронлардастаси билан бомбардимон қилиш сасида ишлайдигани ионлаштиргичдан ташқари фотоионлаштиргич, учқунли, лазерли, кимёвий, ионли ва бошқа ионлаштиргичлар ҳаммавжуд.

Ионлашган модда ионлаштиргичдан чиқиб, манфий зарядли электр майдонига эга бўлган диафрагмадан (z) ўтишда тезлаштирилади. Фокусловчи курилма ионлардастаси йўналишини

масс-анализаторнинг киритиш диафрагмасига (s) тўғрилайди, нейтрал молекулалар эса вакуум-насос ёрдамида чиқариб юборилади.

Асбобнинг барча қисмларизарурий вакуум остида бўлиб, уни вакуум насос таъминлаб туради. Тезлаштирилган ионлар масс-анализаторга (3-Расм) тушади.

Масс-анализаторда моддалар молекуляр массаларига кўра ажратилади.

Кўпчилик масс-анализаторларда молекуляр ионларни ажратиш учун магнит майдонидан фойдаланилади. Магнит куч

майдони ионлардастаси траекториясига перпендикуляр қилиб ўрнатилади.

Ионларнинг траекторияси масс-анализаторнинг тузилишига боғлиқ.

Диафрагмадан берилган магнит майдонининдукцияси (B) вате тезлаштириш кучланиши (U) қийматларида

$$r = \frac{1}{B} \sqrt{\frac{2Um}{z}}$$

формулага жавоб берган  $m/z$  қийматга эга ионларгина ( $m_B/z$ ) ўтади (r – масс-анализатор ёйининг радиуси).

Магнит майдони индукцияси (B) қийматини ўзгартириб, исталган ион учун зарурий траекторияни ҳосил қилиш мумкин. Шунингдек, U қийматни ҳам кетма-кет ўзгартириб, ҳамма ионларни детекторга тушириш мумкин. Детекторда ионлардастаси га мос электр токи ҳосил бўлади, у (7) да кучайтирилади, сўнгра қайдиқилинади. Анализ натижаси ЭҲМ ёрдамида ишланиб, тақдим этилиши учун унга ЭҲМ уланиши мумкин.

### Хромато-масс-спектрометрия.

Кўпчилик ҳолларда органик бирикмалар аралашмасини идентификацияси ва миқдорий аниқланиши олинadиган масс-спектрнинг мураккаблиги туфайли чегараланган. Шунинг учун масс-спектрни олишдан олдин компонентларни ажратиш зарур. Шу мақсадда масс-спектрометрия билан хроматографиянинг турли турларини ва копилляр зонали

электрофорезни хромато-масс-спектрометрия билан боғлаган ҳолда (сочетаниясидан) олиб борилади. Хроматографиянинг ажратиш имконияти ва масс-спектрометриянинг идентификациялаш имконияти уларнинг бевосита сочетаниясида мураккаб аралашма компонентларини аниқлаш ва идентификациясининг уникал имкониятларини беради. Масс-спектрометрия билан капиллярли газ суюқлик хроматографияси сочетанияси варианты кенг тарқалган. Газ ташувчи сифатида ионизация энергияси (25 эВ) юқори бўлган гелий қўлланилади. Хромато-масс-спектрометриянинг бу методида фақат учувчан моддаларни ўрганиш мумкин, акс ҳолда хроматографга намуна киритишдан олдин дастлабки пиролиз ёки фотолиздан фойдаланишга тўғри келади. Дастлабки пиролиз космик аппаратларда “Викинг” серияларида Марсда органик ҳаётни аниқлаш мақсадида Хромато-масс-спектрометрик методи ёрдамида тупроқ намунаси анализидида амалга оширилган эди.

Ҳозирги замон Хромато-масс-спектрометрик системалари хроматографик колонкадан чиқаётган элюатни масс-спектрлари билан узлуксиз (сканирование қилиш) қайд қилиш орқали натижалар оладилар. Бунда колонкадан чиқаётган аралашманинг ҳар бир компонентини белгиланган ҳолда йиғинди ион токи ўзгаришининг вақтга боғлиқлиги хроматограммасини олиш мумкин. Бундай хроматограммада колонкадан элюирланган барча компонентлар чўққиларга эга бўлади, аммо масс-спектрометрик информацияга эга бўлмайди.

Масс-хроматограмма тузиш учун ҳар бир ёзилган масс-спектрдан бир неча ионларнинг чўққилари интенсивликлари олинади ва бу интенсивликларнинг у ёки бу компонентнинг ушлаб қолувчи вақтига тўғри келадиган масс-спектрининг номерига боғлиқлиги графиги тузилади. Агар характеристик ионлар тўғри танланган бўлса, масс-хроматограммалар идентификациялаш учун жуда эффективдир. Масс-хроматограммада аниқ берилган массадаги ва конкрет брикма учун маълум ушлаб қолувчи вақтга эга бўлган чўққининг бўлиши намунада шу компонентнинг борлигининг исботидир.

Миқдорий аниқлаш учун кўпинча ўрганилаётган модда ва стандартнинг чўққилари майдонини солиштириш орқали ички стандарт методидан фойдаланилади. Хромато-масс-спектрик методда аниқланадиган бирикманинг нишонланган (меченные) аналоглари энг яхши стандартлар ҳисобланади.

Хромато-масс-спектрометрик методнинг афзаллиги мураккаб аралашмалардаги алоҳида бирикмаларни ёки маълум синф бирикмаларини аниқлашнинг юқори селективлиги ва қуйи аниқлаш чегарасининг жуда кичиклиги ( $10^{-12}$  -  $10^{-10}$  г) дир.

Айрим ҳолларда хромато-масс-спектрометрия бирдан-бир мумкин бўлган аниқлаш методи бўлиб қолади. Бу биринчи навбатда юқори хавфли

токсикантлар гуруҳи полихлорланган дибензо-п-диоксинлар (ПХДД) ва полихлорланган дибензофуранлар (ПХДФ)га тегишли.

Атроф-муҳит объектларига тушишининг энг асосий манбаи кимё ва металлургия ишлаб чиқариш саноати, уй-рўзгор ва саноат чиқиндиларини ёқиш қурилмалари (установкалари) ва ҳок. Бу супертоксикантларни ва хусусий ҳолда, улардан энг заҳарли бўлгани 2,3,7,8-тетрахлор-п-дибензодиоксинни  $10^{-10}\%$  ва ундан ҳам кам миқдорларини аниқлаш зарур. Бошқа томондан ПХДДнинг тетрачлор ҳосиласининг 22 та изомери мавжуд, улар орасидан , масалан битта моддани ажратиш, идентификацилаш ва аниқлаш керак бўлади. Бундай иккита мураккаб масаланинг сочетаниясини ечимини топишни фақат хромато-масс- спектрометрик методи амалга ошира олади. ПХДД ва ПХДФни миқдорий аниқлашнинг энг ишончли методи капилляр суюқлик хроматографияси билан изатопли нишонланган стандартлар қўлланиладиган юқори имкониятли масс-спектрометриянинг сочетаниясига асосланган. Агар масс- спектрометрларнинг қуйи имконият (квадруполли масс-анализатор, “ионная ловушка” ва бошқа)лари қўлланилганда асосий эътиборни намуна тайёрлашга ва концентрлашга қаратиш лозим бўлади.

Газ хроматографияси ва масс-спектрометриянинг сочетанияси натижаларни компютерда қайта ишлашни талаб этадиган жуда катта информация беради. Хромато-масс-спектрометриянинг компютерли дастури ажратиш, сақлаш ва катта сондаги тажриба натижалари анализи учун, шунингдек аниқланадиган аралашма компоненти масс-спектрини маълумотнома каталогидаги масс- спектрлари билан солиштириш учун хизмат қилади.

Электраналитик кимё, электрод реакциялари ва эритмадан электр токи яъни электронлар оқими ўтиши билан боғлиқ, таҳлилни электрокимёвий усулларидан иборат.

Электркимёвий усулларни миқдорий таҳлилда қўлланиши- электркимёвий жараён ўлчамлари (электрик потенциаллар фарқи, ток кучи, электр миқдори) ни таҳлил этилувчи эритмадаги, муайян электркимёвий жараёнда қатнашаётган, модда миқдorigа боғлиқлигига асосланган.

Кимёвий реакцияда эритмани электрик хоссаларини ўзгариши электрокимёвий жараён бўлиб, бу уйғунлашган жараённи *электркимёвий тизим* деб аташ мумкин. Таҳлил амалиёти электркимёвий тизим, электр токини ўтказувчи эритма қуйилган идиш (стақан) ва унга туширилган электродлардан иборат, **электркимёвий ячейкада** бажарилади.

### ***Таҳлилни электркимёвий усулларининг таснифи***

Электрокимёвий усулларнинг турли таснифлари мавжуд:

**Тизимдаги электр энергияси манбаининг табиатига кўра. 2 хил тури мавжуд.**

*а) ташқаридан потенциал таъсир этмасдан бажариладиган усуллар.*

Галваник элемент (галваник занжир) дан иборат электркимёвий тизимнинг ўзи электр энергиясининг манбаи бўлган *потенциометрик усуллар.*

Бундай тизимда электр юритувчи куч ва электрод потенциаллар эритмадаги аниқланувчи модданинг миқдориغا боғлиқ.

*б) ташқаридан берилган потенциал таъсирида бажариладиган электркимёвий усуллар:*

*Кондуктометрик таҳлил* – электролит эритмасининг концентрацияси ўзгариши билан электр ўтказувчанликни ўзгаришига асосланган..

*Вольтамперометрик таҳлил* - электродларга берилган потенциаллар фарқи ва эритманинг концентрацияси ўзгариши билан ток кучини ўзгаришига асосланган.

*Кулонометрик таҳлил* - эритмадан ўтган ток миқдорини концентрацияга боғлиқлигини ўлчашга асосланган.

*Электрогровиметрик таҳлил* - электрокимёвий реакция маҳсулоти массасини ўлчашга асосланган.

***Электркимёвий усулларни қўлланиш услубига кўра таснифи.***  
Воситасиз ва воситали усуллар мавжуд:

*а) воситасиз усулларда* – эритма концентрациясига боғлиқ равишда ўзгарадиган электр қиймати тегишли ўлчов асбобида ўлчанади ва эритмадаги аниқланувчи модданинг миқдори топилади.

*б) воситали усуллар* титрлашни электркимёвий усули бўлиб, Т.С.Н титрланаётган эритма электр қийматини ўзгариши асосида топилади.

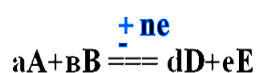
Мазкур таснифга кўра *воситасиз кондуктометрия кондуктометрик титрлашдан, воситасиз потенциометрия потенциометрик титрлашдан* фарқланади ва х.зо.

## **Потенциометрик таҳлил (потенциометрия)**

### **Усулнинг моҳияти**

Потенциометрик таҳлил (потенциометрия) таҳлил этилувчи эритманинг канцентра-циясига боғлиқ бўлган электр юритувчи куч ЭЮК ва электрод потенциалларни ўлчашга асосланган.

Агар электркимёвий тизим-галваник элемент – электродларида куйидаги реакция



n-та электрон кўчиши билан борса, бу тизим учун Нерист тенгламаси куйидаги кўринишда бўлади.

$$E = E^0 - \frac{RT}{nF} \ln \frac{a(D)^d \cdot a(E)^e}{a(A)^a \cdot a(B)^b} \quad (1)$$

бу ерда одатдагидек,  $E^0$ - реакцияни стандарт ЭЮК (стандарт потенциаллар фарқи) R- газ доимийси, T- абсолют харорат, F-Фарадей сони, a(A), a(D) ва (E) – реакцияда қатнашаётган реагентларни фаолликлари (10.1) тенглама қайтар ҳолда ишловчи галваник элементга тегишли.

Хона ҳарорати учун (10.1) тенглама куйидаги кўринишда ёзилади.

$$E = E^0 - \frac{0,059}{n} \lg \frac{a(D)^d \cdot a(E)^e}{a(A)^a \cdot a(B)^b} \quad (2)$$

Реагентларнинг фаолликлари канцентрацияларига тақрибан тенг бўлган холда 10.1 тенгламани (10.3) кўринишида ёзиш мумкун.

$$E = E^0 - \frac{RT}{nF} \ln \frac{c(D)^d \cdot c(E)^e}{c(A)^a \cdot c(B)^b} \quad (3)$$

бу ерда c(A), c(B), c(D), c(E) реагентларнинг канцентрайиялари. Уйхарорати учун бу тенгламани (10.4) кўринишида ёзиш мумкун.

$$E = E^0 - \frac{0,059}{n} \lg \frac{c(D)^d \cdot c(E)^e}{c(A)^a \cdot c(B)^b} \quad (4)$$

Потенциометрик ўлчовда электрохимёвий ячейкадаги икки хил электрод: - потенциоли аниқланувчи модда канцентрациясига боғлиқ бўлган

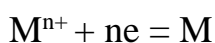


*индикатор электроди* ва *потенциоли таҳлил ўтказиладиган шароитда ўзгармас солиштирма электрод*, орасидаги потенциаллар фарқи ўлчанади. Шунинг учун (10.1)-(10.4) тенгламаларда ҳисобланадиган ЭЮК-ни ана шу икки электродлар орасидаги потенциал фарқи деб ҳисоблаш мумкун.

Потенциометрда: биринчи ва иккинчи тур ҳамда оксидланиш қайтарилиш, мембрана электродлар ишлатилади.

*Биринчи тур электрод* ўз таркибига мансуб катион бўлган эритма туширилган электрод бўлиб, унинг уч тури мавжуд.

а) ўз тузининг эритмасига туширилган металл М.Бундай электродларнинг сиртида қуйдаги қайтар реакция боради.



Биринчи тур электроднинг бу хилининг реал ҳақиқий электрод потенциоли металл катионлари фаъоллигига  $a(M^{n+})$  боғлиқ бўлиб, қуйдагича ифодаланилади.

$$E = E^0 + \frac{RT}{nF} \ln a(M^{n+}) \quad (5)$$

Хона хароратида

$$E = E^0 + \frac{0,059}{n} \lg a(M^{n+}) \quad (6)$$

Суйюлтирилган эритмаларида, катион  $a(M^{n+})$  фаъоллиги унинг  $c(M^+)$  концентрациясига тақрибан тенг бўлганда

$$E = E^0 + \frac{RT}{nF} \ln c(M^{n+}) \quad (7)$$

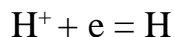
Хона харорати учун

$$E = E^0 + \frac{0,059}{n} \lg c(M^{n+}) \quad (8)$$

б) Газли электродлар, масалан водородли электрод, жумладан, стандарт водород электроди. Қайтар холда ишловчи газли водород электродининг потенциоли водород ионлари фаъоллигига яъни эритманинг рН қийматига боғлиқ ва хона хароратида қуйдагича

$$E = E^0 + 0,059 \lg a(\text{H}_3\text{O}^+) = 0,059 \lg a(\text{H}_3\text{O}^+) = -0,059 \text{pH} \text{ -га тенг}$$

чунки водород электродининг стандарт потенциали нулга ( $E^0$ )га тенг ва куйдаги электрон реакцияга мувофиқ



бу реакцияда қатнашаётган электронлар сони  $n=1$  тенг.

в) Амальгама электродлари - металл тузининг эритмасига ўша металл амальгамаси туширилган электрод. Мазкур биринчи тур электродининг потенциоли эритмадаги металл катиони фаоллиги  $a(\text{M}^{n+})$  ва амальгамадаги ўша металл фаоллигига  $a(\text{M})$  боғлиқ.

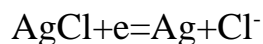
$$E = E^0 + \frac{RT}{nF} \lg \frac{a(\text{M}^{n+})}{a(\text{M})}$$

Амальгамали электродлар қайтар хусусиятига эга.

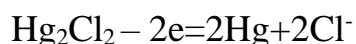
Анион бўйича *иккинчи тур* электродлар. Иккинчи тур электродларини куйидаги турлари мавжуд:

а) Оз эрувчан тузи билан қопланган металлни, мазкур туз таркибидаги анион бўлган тўйинган эритмага туширилган электрод. Мисол сифатида кумуш хлоридли  $\text{Ag}(\text{AgCl}) \text{KCl}$  ёки каломел  $\text{Hg}|\text{Hg}_2\text{Cl}_2|\text{KCl}$  электродлари.

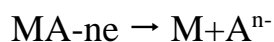
Кумуш хлоридли электрод, калий хлоридни тўйинган эритмасига туширилган, сувда деярли эримайдиган  $\text{AgCl}$  тузи билан қопланган кумуш симдан иборат. Кумуш хлоридли электродда куйидаги қайтар реакция содир бўлади.



Каломел электроди тўйинган  $\text{KCl}$  эритмаси билан туташган, эрувчан симоб(1) хлориди  $\text{Hg}_2\text{Cl}_2$  – каломель билан қопланган симоб металидан иборат. Каломель электродида куйидаги қайтар реакция содир бўлади.



Иккинчи тур электроднинг реал электрод потенциоли анионни фаоллигига боғлиқ бўлиб қайтар тартибда ишловчи электродда борадиган реакция



Нернст тенгламаси билан тавсифланади (9)-(12)

Умумий ҳолда исталган ҳарорат учун

$$E = E^0 - \frac{RT}{nf} \ln a(A^{n-}) \quad (9)$$

Хона ҳарорати учун

$$E = E^0 - \frac{0,059}{n} \lg a(A^{n-}) \quad (10)$$

Анион фаоллиги (а) канцентрациясига тақрибан тенг бўлган ҳолат учун

$$E = E^0 - \frac{RT}{nf} \ln c(A^+) \quad (11)$$

Хона ҳароратида

$$E = E^0 - \frac{0,059}{n} \lg c(A^+)$$

Масалан тегишлича кумуш хлоридли ва каломел электродларни реал потенциоллари  $E_1$  ва  $E_2$  хона ҳарорати учун қуйидагича ифодаланади.

$$E_1 = E_1^0 - 0,059 \lg a(Cl^-)$$

$$E_2 = E_2^0 - 0,059 \lg a(Cl^-)$$

Кейинги (каломел) электрод реакциясида 2 та электрон ( $n=2$ ) қатнашади ва 2та хлорид иони ҳосил бўлади шу сабабдан логарифм олдидаги кўпайтувчи 0,059га тенг.

Кўриб чиқилган иккинчи тур электродлар қайтар, барқарор ва потенциали ўзгармаслиги сабабли солиштирма электрод сифатида ишлатилади.

б) *Иккинчи тур газли электродлар* – масалан хлорли электрод Pt, Cl<sub>2</sub> | KCl. Иккинчи тур газли электродлар миқдорий таҳлилда нисбатан кам қўлланади.

*Оксидланиш-қайтарилиш электродлари* – таркибида оксидловчи (Ox) ёки қайтарувчи (Red) бўлган эритмага туширилган инерт материал (платина, олтин, волфрам, титан, графит ва бошқалар) дан иборат. Оксидланиш-қайтарилиш электродларни икки тури мавжуд.

а) Потенциали водород ионларини фаоллигига боғлиқ бўлмаган электродлар. Масалан Pt/FeCl<sub>3</sub>, FeCl<sub>2</sub>; Pt/K<sub>3</sub>[Fe(CN)<sub>6</sub>], K<sub>4</sub>[Fe(CN)<sub>6</sub>] ва х.з.о.

б) Потенциали водород ионлари фаоллигига боғлиқ бўлган электродлар. Масалан, хингидрон электроди.

Потенциали водород ионлари фаоллигига боғлиқ бўлмаган оксидланиш-қайтарилиш электродида қуйидаги қайтар реакция содир бўлади.



Бундай оксидланиш-қайтарилиш электродининг реал потенциалимуайян модданинг оксидланган ва қайтарилган шакилларининг фаоллигига боғлиқ бўлиб, қайтар холда ишловчи электродларни ишлаш шароитига кўра юқорида келтирилган потенциоллар каби Нернст тенгламаси (10.13)-(10.16) билан қуйидагича ифодаланади:

$$E = E^0 + \frac{RT}{nF} \ln \frac{a(Ox)}{a(Red)} \quad (13)$$

$$E = E^0 + \frac{0,059}{n} \lg \frac{a(Ox)}{a(Red)} \quad (14)$$

$$E = E^0 + \frac{RT}{nF} \ln \frac{c(Ox)}{c(Red)} \quad (15)$$

$$E = E^0 + \frac{0,059}{n} \lg \frac{c(Ox)}{c(Red)} \quad (16)$$

хамма белгилар ананавий маънога эга.

Агар электрод реакциясида водород ионлари катнашса уларни фаоллиги (концентрацияси) хар қайси конкрет ҳолда Нернст тенгламасида ҳисобга олинади.

*Мембрана ёки ионселиктив электродлар* – қаттиқ ёки суюқ мембранага сорбцияланадиган бирор ионга нисбатан қайтар электродлар. Бундай электродларни реал потенциали сорбцияланадиган ионлар фаоллигига боғлиқ.

Қаттиқ мембраналик электродлар иккала томонида бир хил аниқланувчи ионлари бўлган турли концентрацияли эритмалар орасидаги юпқа мембранадан иборат. Бу эритмалардан бири стандарт (аниқ концентрацияли) эритма ва иккинчиси аниқланувчи ион концентрацияси номаълум бўлган, таҳлил этилувчи эритма. Мембранани иккала томонидаги ионлар концентрациялари хар хил бўлгани сабабли ионлар миқдори ҳам хар хил, бинобарин мембранани иккала томонидаги зарядлар сони ҳам хар хил бўлади. Бунинг натижасида потенциалнинг мембрана фарқи вужудга келади.

Ионселектив мембрана электродларини назаряси мукамал ишлаб чиқилган.

Мембрана ион-селектив электродлар воситасида бажариладиган таҳлил *ионаметрия* деб аталади.

Юқорида баён этилганидек потенциометрик усулда ишлатиладиган электрохимий ячейка таркибида иккита: - индикаторли ва солиштирма электрод бўлади. Ячейкада ҳосил бўладиган ЭЮК мазкур икки электродларнинг потенциаллар фарқига тенг. Потенциометрик ўлчов шароитида солиштирма электроднинг потенциали ўзгармаслиги сабабли ўлчанадиган ЭЮК қиймати фақат индикатор электроднинг потенциалига боғлиқ яъни эритмадаги аниқланаётган ионлар фаоллигига боғлиқ. Таҳлил этилаётган эритмадаги модда концентрациясини аниқлаш индикатор электроди потенциалини солиштирма электродга нисбатан ўлчашга асосланган.

Эритмадаги модда концентрациясини аниқлаш воситасиз потенциометрия ёки потенциометрик титрлаш усулларида бажарилса-да иккинчиси, таҳлилда кўпроқ қўлланади.

### **Воситасиз потенциометрия**

*Воситасиз потенциометрия* одатда даражалаш графиги ёки стандарт қўшиш усулида бажарилади.

*а) Даражалаш чизмаси усули.* Аниқланувчи моддани муайян концентрацияли 5-7 та эталон эритмалари тайёрланади. Тайёрланган эталон

эритмалардаги аниқланувчи модда концентрацияси ва ион кучи таҳлил этиладиган эритма концентрацияси ва ион кучига қанчалик яқин бўлса хатолик шунча кам бўлади. Барча эритмалар ион кучини ўзгармаслиги учун индифферент электролит қўшилади. Тайёрланган эталон эритмаларни ҳар бири электрокимёвий (потенциометрик) ячейкага қуйиб, унга туширилган индикатор ва стандарт электродлар орасидаги потенциаллар фарқи ўлчанади.

Эталон эритма қуйилишидан аввал стакан ва электродлар дистилланган сув билан яхшилаб ювилгач, эталон эритманинг ЭЮК қиймати ўлчанади. Олинган натижалар асосида ЭЮК  $Ig\ c$  (бу ерда  $c$ -эталон эритмадаги аниқланувчи модда концентрацияси) коорди-натларида даражалаш чизмаси чизилади, одатда бундай чизма чизиқли кўринишда бўлади.

Шундан кейин ячейка ва электродлар дистилланган сув билан ювилгач, унга текширилувчи эритма қуйилади ва ЭЮК ўлчанади. Даражалаш чизмасидан  $Ig\ c(x)$  қиймати яъни таҳлил этилган эритмадаги аниқланувчи модда  $c(x)$  концентрацияси топилади.

*б) Стандартларни қўллаш усули.* Электркимёвий ячейкага таҳлил этилаётган эритманинг  $V(x)$  ҳажми қўйилади ва ячейканинг ЭЮК қиймати ўлчанади. Сўнгра ўша эритмага, стандарт эритмани кичик аммо аниқ ўлчанган  $V(ст)$  ҳажмини қўшиб яна ЭЮК ўлчанади.

Таҳлил этилувчи эритмадаги аниқланувчи модда  $c(x)$  концентрацияси қуйидаги формулада ҳисобланади (10.17)

$$c(x) = c(ст) \frac{V(ст)}{V(x) + V(ст)} \left[ 10^{n\Delta E / 0,059} - \frac{V(x)}{V(x) + V(ст)} \right]^{-1} \quad (17)$$

бу ерда  $\Delta E$ -ЭЮК ўлчанган икки қиймат орасидаги фарқ,  $n$ -электрод реакциясида қатнашаётган электронлар сони.

***Воситасиз потенциометрияни қўлланиши.*** Воситасиз потенциометрия водород ионлари (эритмани  $pH$  қиймати), анионлар ва металл ионлари (ионометрия) концентрацияларини аниқлашда қўлланади.

Воситасиз потенциометрияни қўллашда индикатор электродини танлаш ва мувозанат потенциалини аниқ ўлчаш муҳим аҳамиятга эга.

Эритмаларни  $pH$  қийматини ўлчаш учун индикатор электроди сифатида, потенциали водород ионларини концентациясига боғлиқ бўлган, шиша, водородли хингидрон ва бошқа электродлар ишлатилади. Кўпинча водород ионлари бўйича қайтар бўлган шиша мембрана электроди ишлатилади. Шиша электроднинг потенциали водород ионларининг

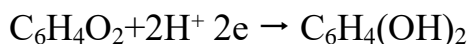
концентрациясига боғлиқ бўлгани сабабли, таркибида шиша электрод бўлган электр занжирнинг ЭЮК қиймати хона ҳароратида, қуйидаги тенглик билан тавсифланади.

$$E=K+0,059pH$$

бу ерда K- доимий сон, мембрана материали ва солиштирама электрод табиатига боғлиқ. Шиша электрод pH қийматларини pH=0–10 (кўпинча pH=2–10) оралигида юқори қайтувчанлик ва барқарорлик билан аниқлаш имконига эга.

Илгари кўп қўлланган *хингидрон электрод*- электродларни оксидланиш-қайтарилиш турига мансуб бўлиб, унинг потенциали ҳам водород ионлари концентрациясига боғлиқ. Бу электрод, хинон ва гидрохинон эквимоляр нисбатидаги  $C_6H_4O_2 \cdot C_6H_4(OH)_2$  (сувда кам эрий- диган тўқ яшил кукун) хингидрон билан тўйинтирилган, кислота (одатда HCl) эритмасига туширилган платина симидан иборат. Хингидрон электроди схематик равишда қуйидагидек тасвирланади Pt (хингидрон) HCl.

Хингидрон электродида қуйидаги оксидланиш-қайтарилиш реакцияси содир бўлади.



Хингидрон электроднинг хона ҳароратидаги потенциали қуйидаги формула билан тавсифланади.

$$E=E^0-0,059 pH$$

Хингидрон электродида эритмани pH=0–8,5 қийматлари оралигида ўлчаш мумкин pH < 0 шароитда хингидрон гидролизланиб, (гидролитик парчаланиб) кетади pH > 8,5 бўлган шароитда хингидрон кучсиз кислота сифатида нейтралланиш реакцияга киришади.

Кучли оксидловчи ва қайтарувчилар бўлган мухитда хингидрон электродидан фойдаланиш мумкин эмас.

Мембрана ион – селектив электродлар, юқорида баён этилгандек турли катионлар ( $Li^+$ ,  $Na^+$ ,  $K^+$ ,  $Mg^{2+}$ ,  $Ca^{2+}$ ,  $Cd^{2+}$ ,  $Fe^{2+}$ ,  $Ni^{2+}$  ва бошқалар) ва анионлар

(F<sup>-</sup>, Cl<sup>-</sup>, Br<sup>-</sup>, J<sup>-</sup>, S<sup>2-</sup> ва бошқалар) ни аниқлашни ионометрик усулида ишлатилади.

Воситасиз потенциометрия содда ва тезкор бўлиб, амалиёт учун эритмани кичик ҳажми кифоя этади.

### **Потенциометрик титрлаш**

Эритмани титрлаш учун сарфланган титрант ҳажмини титрлаш жараёнида индикатор ва солиштирама электродлардан иборат галваник элемент ЭЮК – ни ўлчаб бориш *потенциометрик титрлаш* деб аталади. Потенциометрик титрлашда электрохимёвий ячейкадаги таҳлил этилувчи эритма тегишли титрант билан титрланиб, ТСН галваник занжирни ЭЮК қиймати кескин ўзгариши яъни тегишли ион концентрациясига сезгир, индикатор электродининг потенциални эквивалент нуқтада кескин ўзгариши асосида аниқланади. Қўшилган титрант ҳажмига кўра индикатор электрод потенциални ўзгариши ўлчаб борилади. Олинган натижалар асосида потенциометрик титрлаш эгриси чизилади ва шу графикдан ЭН да сарфланган титрант ҳажми топилди.

Потенциометрик титрлашда кимёвий индикатор қўллаш эҳтиёжи қолмайди.

Потенциали, титрлаш реакцияси қатнашаётган (ёки хосил бўлаётган) ионлар концентрациясига сезгир бўлган индикатор электроди танланади. Солиштирама электроднинг потенциали титрлаш давомида ўзгармасдан сақланиши шарт. Иккала электрод электрохимёвий ячейкада бевосита ёки ток ўтказувчи индифферент электролит эритмаси (электролитик калит) билан туташтирилган иккита идишга ўрнатилади. Таҳлил этилувчи эритма қуйилган идишга индикатор электроди, ток ўтказувчи индифферент электролит эритмасига солиштирама электрод ўрнатилади.

Магнит аралаштиргич ёрдамида аралаштириб турилган, таҳлилэтилувчи эритмага титрантнинг тенг улушлари қўшиб хар гал потенциаллар фарқи ўлчаб борилади. ЭНга яқинлашгач, титрлаш охирида, титрант томчилаб, секин аста қўшилади ва қўшилган хар томчидан сўнг электродларорасидаги потенциал фарқи ўлчаб (ёзиб) борилади.

Электродлар орасидаги потенциаллар фарқи катта қаршиликдаги потенциометрда ўлчанади.

***Потенциометрик титрлаш эгриси.*** Электрхимёвий ячейканинг ЭЮК қийматини ~ аниқланувчи эритмага қўшилган титрант ҳажмидан боғланиш чизмаси потенциометрик титрлаш эгриси деб аталади.

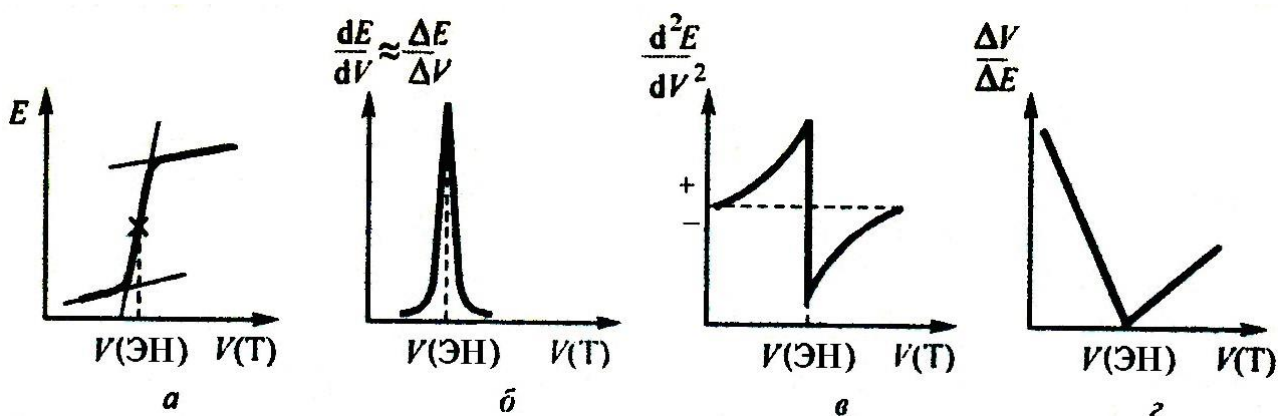
Потенциометрик титрлаш эгриси турли координатларда чизилади:

E-V(T) координатларида чизилган титрлаш эгриси (баъзан титрлашни интегралэгриси) дейилади.



$dE/dV-V(T)$  ва  $d^2E/dV^2-V(T)$  координатлардаги эгрилик титрлашни дифференциал эгриси деб аталади.

Гран усулидаги титрлаш эгриси  $\Delta V/\Delta E-V(T)$  координатларда чизилади бу ерда  $E$ -потенциометрик ячейкани Э.Ю.К. қиймати ва  $V(T)$  қўшилган титрантнинг ҳажми,  $\Delta E$ -титрантни  $\Delta V$  ҳажми қўшилганда потенциални ўзгариши 1 расмда потенциометрик титрлашни хар хил турлари тасвирланган.



10.1-расм. Потенциометрик титрлаш турлари  $E$  ўлчанган ЭЮКнинг қийматлари,  $V(T)$ -қўшилган титрантнинг ҳажми,  $V(ЭН)$ -эквивалент нуқтада сарфланган титрантнинг ҳажми.

а- $E - V(T)$  координатларидаги титрлаш эгриси.

б,в – титрлашни дифференциал эгриликлари.

г – Гран усулида чизилган титрлаш эгриси.

Титрлашни ЭНсида сарфланган титрант ҳажми  $(ЭН)V$ -ни фақат чизма усулда эмас балки (18) формула асосида ҳисоблаш ҳам мумкин.

$$(Э.Н) V = V_1 + (V_2 - V_1) \frac{A_1}{A_1 - A_2} \quad (18)$$

бу ерда  $V_1$  - ЭНгача қўшилган титрантни сўнгги ҳажми,  $V_2$  - ЭНсидан кейин дастлабки ўлчашга тегишли сарфланган титрант ҳажми.

$$A_1 = \frac{\Delta E}{\Delta V_1}, \quad A_2 = \frac{\Delta E}{\Delta V_2}$$

10.1. жадвалда, фармакопея мисоли тариқасида, потенциометрик титрлаш натижалари ва ҳисоблари келтирилган.

10.1 жадвалдаги маълумотлардан (10.18) формула асосида (ЭН)V қийматини ҳисоблаймиз. Жадвалдаги маълумотга кўра  $\Delta E/\Delta V$  максимал қиймати 1000га тенг. Бўлган ҳолатлар яқинида  $V_1=5,20$  ва  $V_2=5,30$ :  $A_1=720$ ,  $A_2=450$ . Шу қийматларни 10.18 формулага қўйсак

$$\text{ЭН}(v) = 5,20 + (5,30 - 5,20) \frac{720}{720 - 450} = 5,26 \text{ см}^3$$

*Жадвал 1.*

### Потенциометрик титрлаш натижаларини ҳисоблаш мисоли

$V_{\text{см}^3}$	$\Delta V_{\text{см}^3}$	E мВ	$\Delta E_{\text{мВ}}$	$\Delta E/\Delta V$	$(\Delta E/\Delta V)=A$
5,00		250			
	0,10		13	130	
5,10		263			+150
	0,10		28	280	
5,20		291			+720
	0,10		100	1000	
5,30		391			-450
	0,10		55	550	
5,40		446			-330
	0,10		22	220	
5,50		468			-120
	0,10		10	100	
5,60		478			

--	--	--	--

### ***Потенциометрик титрлашни қўлланиши***

Мазкур усул универсал бўлиб, титрлашни барча: кислота-асос, оксидланиш қайтарилиш, комплексонометрик чўктириш, сувсиз муҳитда титрлаш усулларида ТСН аниқлашда қўллаш мумкин. Индикатор электроди сифатида шиша, симоб ионселектив, платина ва кумуш электродлари, солиштирма электрод сифатида – каломель ва кумуш хлорид электродлар ишлатилади.

Потенциометрик титрлаш усули юқори аниқлик, сезгирликка эга бўлиб, лойқа суспензиялар, рангли, ва сувсиз муҳитда ҳам ишлатилиши битта эритмадаги турли анионларни масалан, аргентаметрик титрлашда хлорид ва йодид ионларни аниқлаш мумкин.

Потенциометрик титрлаш усулларида кўпчилик доривор моддалар масалан: аскорбин кислотаси, сульфаниламид препаратлари, барбитуратлар, алкалоидлар ва бошқаларни аниқлаш мумкин.

### **Кондуктометрик таҳлил (кондуктометрия)**

Кучли электролит эритма электр ўтказувчанлигини эритма концентрациясига боғлиқлигини, биринчи бўлиб 1885 йилда топган олмониялик олим Ф.В.Кольрауш (1840-1910 й) кондуктометрик таҳлил ихтирочиси ҳисобланади. XX асрни 40 йилларида юқори частотали кондуктометрик титрлаш усули ишлаб чиқилди. XX асрни 60 йилларидан бошлаб кондуктометрик детекторлар суюқлик хроматографиясида қўлланила бошланди.

### **Усулнинг тамоили. Асосий тушунчалари**

Кондуктометрик таҳлил электролит эритмасининг электр ўтказувчанлигини эритма концентрациясига боғлиқлигини ўлчашга асосланган.

Электролит эритмасининг электр ўтказувчанлиги, шиша идиш (стакан)га кавшарлаб қўйилган иккита электроддан иборат электрохимий ячейкада ўлчанади. Ячейкадаги электролит эритмасидан ўзгарувчан электр токи ўтказилади. Кўпчилик электродлар платина металлдан тайёрланади. Электрод ҳажмини ошириш мақсадида унинг сирти платиналик туз эритмасидаги платина ионларини электрохимий чўктириш воситасида фовакли платина билан қопланади (Платиналанган платинаэлектроди).

Электролиз ва электродларни қутбланишини олдини олиш мақсадида кондуктометрик ўлчашлар ўзгарувчан электр токида бажарилади.

Ўтказгичларнинг биринчи тури- металллардаги каби, электродлар орасидаги эритма қатламининг қаршилиги (R) мазкур қатлам қалинлиги(l)га тўғри ва электродлар юзаси (S)га тескари мутаносиб

$$R = \rho \frac{l}{S} = \frac{l}{\kappa S} \quad (19)$$

бу тенгламада коэффициент  $\rho$ -солиштирма электр ўтказувчанлик ва унинг тескари қиймати  $\kappa=1/\rho$  солиштирма электр ўтказувчанлик деб аталади. Электр қаршилиги R-ом бирлигида эритманинг қават қалинлиги l-сантиметрда, электродларнинг юзаси см<sup>2</sup>-да ўлчангани сабабли солиштирма электр ўтказувчанлик Ом<sup>-1</sup> см<sup>-1</sup> (баъзан См см<sup>-1</sup>) бирликда ифодаланади.

Солиштирма электр ўтказувчанликни  $\kappa$  физик маъноси 1 см<sup>3</sup> эритманинг электр ўтказувчанлиги бўлиб, юзаси 1 см<sup>2</sup>, электродлар орасидаги масофа 1 см бўлган эритма устунининг 1 вольт кучланиш берилгандаги электр ўтказувчанлик – 1В/см маъносини англатади.

Солиштирма электр ўтказувчанликнинг қиймати электролит ва эритувчининг табиати, эритма концентрацияси ва хароратга боғлиқ.

Эритманинг концентрацияси ортган сайин электр ўтказувчанлик аввал ортади, сўнгра максимумдан ўтгач камаяди. Электр ўтказувчанликни бундай ўзгаришининг сабаби қуйдагича тушунтирилади. Кучли ёки кучсиз электролит эритмаси концентрацияси ортганда ток ўтказувчи зарралар, ионлар, сони ортади. Шунинг учун эритманинг электр ўтказувчанлиги (эритмадан ўтаётган ток кучи) ортади. Сўнгра эритма концентрацияси ортган сари унинг қовушқоқлиги, ионларни электростатик тортишуви ортади (ионлар харакатчанлиги камаяди), Натижада концентрация ортгани билан электр ўтказувчанлик ортмайди.

Кучсиз электролит эритмасида концентрация ортган сари электролитни диссоциация даражаси камаяди бу эса ток ўтказувчи зарра-ионлар сонини камайиши бинобарин солиштирма электр ўтказувчанликни камайишига сабаб бўлади. Кучли электролит эритма-сини концентрацияси ортганда ион ассоциатлар (икки, уч ва ундан ортиқ ионларни бири-куви) хосил бўлади ва бу ҳам электр ўтказувчанликни камайишига сабаб бўлади.

Кўрсатилган омиллар мажмуаси электролит эритмаси солиштирма электр ўтказувчанлигини юқоридаги тартибда ўзгаришига сабаб бўлади.

Харорат ортганда эритма қовушқоқлиги камайиши, ионлар харакатчанлигини ортиши, кучсиз электролитларда эса диссоциация (электролит молекуласини ионларга ажралиш) даражаси ортгани сабабли солиштирма электр ўтказувчанлик ортади. Шунинг учун микдорий кондуктометрик ўлчов, кондуктометрик ячейка термостатланган, холда ўзгармас хароратда бажарилади.

Кондуктометрияда солиштирма электр ўтказувчанликдан ташқари *эквивалент электр ўтказувчанлик  $\lambda$  ва моляр электр ўтказувчанлик  $\mu$  ишлатилади.*

Эквивалент электр ўтказувчанликни физик моҳияти – 1 см масофада жойлашган бир хил электродлар орасида 1 г экв эриган моддаси бўлган бир 1 см<sup>3</sup> эритмани электр ўтказувчанлигидир.

Эквивалент моляр массага заряд сони бирга тенг бўлган зарраларга тенг улуш олинади. Масалан H<sup>+</sup>, Br<sup>-</sup>, 1/2Cu<sup>2+</sup>, 1/3Fe<sup>3+</sup> ва х.з.о.

Шундай қилиб, солиштирма электр ўтказувчанлик к турли концентрацияли эритмалар 1 см<sup>3</sup> ҳажмининг электр ўтказувчанлигини тавсифласа, эквивалент электр ўтказувчанлик  $\lambda$  1 грамм эквивалент электролитнинг электр ўтказувчанлигини тавсифлайди эритманинг ҳажми турлича бўлиши мумкин.

Электролит эритмасини концентрацияси камайган сари эквивалент электр ўтказувчанлик ортаборади. Чексиз суюлтирилган электролитнинг эквивалент электр ўтказувчанлиги максимал қийматга эга бўлади. Эквивалент электр ўтказувчанлик солиштирма ўтказувчанлик каби харорат ошган сари ортади.

Эквивалент электр ўтказувчанлик  $\lambda$  солиштирма электр ўтказувчанлик к билан қуйидагича (10.20) боғланган.

$$\lambda = \frac{1000 \cdot \kappa}{c} \text{ см}^{-1} \cdot \text{г экв}^{-1} \cdot \text{см}^2 \quad (20)$$

бу ерда  $c$ -эквивалент моляр концентрация.

Кольраушни *ионларни мустақил харакати қонунига муофик* электролитнинг *чексиз суюлтирилган эритмасидаги* эквивалент электр ўтказувчанлик  $\lambda_{\infty}$  ёки ( $\lambda^{\circ}$ ) катион ва анион-ларни чегаравий харакатчанликлари ( $\lambda^{\circ}_{+}$  ва  $\lambda^{\circ}_{-}$ ) йиғиндисига тенг, яъни чексиз суюлтирилган эритмадаги ионлар харакатчанлигига тенг.

$$\lambda_{\infty} = \lambda^{\circ}_{+} + \lambda^{\circ}_{-} \quad (21)$$

Муайян эритувчидаги ионни чегаравий харакатчанлиги берилган хароратда ўзгармас катталиқ бўлиб, мазкур ионнинг электрик харакатчанлигини ифодалочи доимий (яъни айни ионга хос) катталиқдир.

10.2-жадвалда мисол тариқасида баъзи ионларни сувли эритмадаги чегаравий харакатчанлиги келтирилган.

Жадвал 2.

**25°да, сувли эритмадаги баъзи ионларни чегаравий харакатчанлик  $\lambda^\circ$  қийматлари**

Катион	$\lambda^\circ$ , Ом моль <sup>-1</sup> см <sup>2</sup>	Анион	$\lambda^\circ$ , Ом моль <sup>-1</sup> · см <sup>-1</sup> <sub>1</sub>
H <sup>+</sup>	349,8	OH	198,3
Rb <sup>+</sup>	77,5	1/4[Fe(CN) <sub>6</sub> ] <sup>4-</sup>	111
Cs <sup>+</sup>	77,2	1/3[Fe(CN) <sub>6</sub> ] <sup>3-</sup>	99,1
NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	73,7	1/2CrO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	85
K <sup>+</sup>	73,5	1/2SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	80,8
1/2Pb <sup>2+</sup>	70	Br <sup>-</sup>	78,1
1/3Fe <sup>3+</sup>	68	I <sup>-</sup>	76,8
1/2Ba <sup>2+</sup>	61,6	Cl <sup>-</sup>	76,4
Ag <sup>+</sup>	62,2	NO <sub>3</sub>	71,5
1/2Ca <sup>2+</sup>	59,5	1/2CO <sub>3</sub> <sup>2-</sup>	69,3
1/2Zn <sup>2+</sup>	54	1/3PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup>	69
1/2Fe <sup>2+</sup>	53,5	ClO <sub>4</sub>	67,3
1/2Mg <sup>2+</sup>	53	F <sup>-</sup>	55,4
Na <sup>+</sup>	50,11	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	44,5
Li <sup>+</sup>	38,68	CH <sub>3</sub> COO <sup>-</sup>	40,9

3 жадвалда сувли эритмалардаги ионларни чегаравий харакатчанлигига хароратни, 4 жадвалда эритувчи табиатини таъсири кўрсатилган.

*Жадвал 3.*

**Сувли эритмаларда баъзи ионлар чегаравий харакатчанлиги  $\lambda^\circ$  га хароратни таъсири**

Ион	$\lambda^\circ$ , Ом моль <sup>-1</sup> см <sup>2</sup>				
	0	18	25	55	100
H <sup>+</sup>	225	315	349,8	483,1	630
Li <sup>+</sup>	19,4	32,8	38,5	68,7	115
Na <sup>+</sup>	26,5	42,8	50,1	86,8	143
K <sup>+</sup>	40,7	63,9	73,5	119,2	195
Rb <sup>+</sup>	43,9	66,5	77,8	124,2	-
Cs <sup>+</sup>	44	67	77,2	127,6	200
Ag <sup>+</sup>	33,3	53,5	62,2	-	176
1/2Ca <sup>2+</sup>	31,2	50,7	59,5	-	180
1/2Ba <sup>2+</sup>	34	54,6	63,6	-	195
OH <sup>-</sup>	105	171	198,3	-	450
Cl <sup>-</sup>	41	66	76,4	126,4	212
Br <sup>-</sup>	42,6	68	78,1	127,8	-
I <sup>-</sup>	41,4	66,5	76,8	125,4	-
1/2SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	41	68,4	80	-	260
CH <sub>3</sub> COO <sup>-</sup>	20,3	34	40,9	-	130

*Жадвал 4.*

**Турли эритувчиларда баъзи ионларнинг 25°C даги чегаравий харакатчанлиги**

Ион	$\lambda^{\circ}$ , Ом моль <sup>-1</sup> см <sup>2</sup>				
	Сув	Метан ол	Этано л	Ацит он	Нитробенз ол
H <sup>+</sup>	349,8	143	59,3	88	23
Na <sup>+</sup>	50,11	45,2	18,7	80,0	17,2
K <sup>+</sup>	73,5	52,4	22,0	82,0	19,2
Ag <sup>+</sup>	62,2	50,3	17,5	88	18,6
Cl <sup>-</sup>	76,4	52,9	24,3	111,0	17,3
Br <sup>-</sup>	78,1	55,5	25,8	113,0	19,6

Чегаравий концентрациядаги ионлар харакатчанлиги  $\lambda$  доимий қиймат бўлмай эритма концентрациясига (5 жадвал) боғлиқ, концентрация ортган сари ионлар харакатчанлиги камая боради.

*Жадвал 5.*

**Эритмаларни турли концентрациялари (с)да ионлар харакатчанлигининг  $\lambda$  қийматилари**

с, моль/дм <sup>2</sup>	$\lambda^{\circ}$ , Ом моль <sup>-1</sup> · см <sup>2</sup>							
	H <sup>+</sup>	Li <sup>+</sup>	Na <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>	O <sup>2-</sup>	Cl <sup>-</sup>	F <sup>-</sup>	
0,001	314, 2	32, 5	42, 3	63, 1	17 1	65, 0	45, 5	
0,01	307, 0	30, 1	40, 0	60, 4	16 7	61, 5	43, 2	
0,1	294, 4	27, 5	35, 4	55, 4	15 7	55, 5	38, 0	

Электролит эритмасини моляр электр ўтказувчанлиги  $\mu$  уни эквивалент электр ўтказувчанлиги каби ҳисобланади.



$$\mu = \frac{100\kappa}{c} \quad (22)$$

бу ерда  $c$  – эритмадаги электролитнинг моляр концентрацияси. Моляр электр ўтка-зувчанликни бирлиги эквивалент электр ўтказувчанлигининг бирлиги каби Ом моль<sup>-1</sup> см<sup>2</sup>.

Микдорий кондуктометрик таҳлил электр ўтказувчанликни концентрацияга боғланишини ифодаловчи (20) ва (22) тенгламаларга асосланган.

Кондуктометрик таҳлилда воситасиз кондуктометрия ва кондуктометрик титрлаш усуллари қўлланади.

### Воситасиз кондуктометрия

Воситасиз кондуктометрияда таҳлил этилувчи эритма концентрацияси эритмани солиштирма электр ўтказувчанлигини ўлчаб аниқланади. Ўлчанган натижалар ҳисоблаш ёки даражалаш чизмаси усулларида ишлаб чиқилади.

*Ҳисоблаш усули* (20) тенглама асосида эритмадаги электролит эквивалент моляр концентрацияси солиштирма электр ўтказувчанлик  $\kappa$  ва эквивалент электр ўтказувчанлик орқали ҳисобланади.

$$c = \frac{1000 \cdot \kappa}{\lambda} \quad (23)$$

Солиштирма электр ўтказувчанлик термастатланган кондуктометрик ячейка электр қаршилигини ўлчаб аниқланади.

Эритмани эквивалент электр ўтказувчанлиги  $\lambda$  катион  $\lambda_+$  ва анион  $\lambda_-$  лар харакат-чанликлари йиғиндисига тенг.

$$\lambda = \lambda_+ + \lambda_-$$

Катион ва анионлар харакатчанликлари маълум бўлса концентрацияни (10.24) формуладан ҳисоблаш мумкин.

$$c = \frac{1000 \cdot \kappa}{\lambda_+ + \lambda_-} \quad (24)$$

Сувда оз эрувчан электролитлар (кальций, барий сульфатлари, кумуш галогенидлари ва бошқалар) тўйинган эритмасининг концентрацияси воситасиз кондуктометрия усулида шундай ҳисобланади.

Мисол тариқасида кумуш хлоридни  $\text{AgCl}$  сувдаги эрувчанлиги яъни тўйинган эритмаси концентрациясини  $25^\circ\text{C}$  воситасиз кондуктометрик аниқлашни кўриб чиқамиз. (10.24) тенгламага асосан.

$$c = \frac{1000 \cdot \kappa}{\lambda(\text{Ag}^+) + \lambda(\text{Cl}^-)}$$

Кумуш хлорид сувдаги эритмасининг солиштирма электр ўтказувчанлиги  $\kappa$  кумуш хлорид таҳлил этилган эритмасининг  $\kappa_i$  қийматдан тоза сувнинг  $\kappa(\text{H}_2\text{O})$  солиштирма электр ўтказувчанлик қийматининг айирмасига тенг.

$$\kappa = \kappa_i - \kappa(\text{H}_2\text{O})$$

Кумуш хлоридни сувдаги эрувчанлиги жуда оз бўлгани сабабли ундаги кумуш катиони ва хлорид аниони ҳаракатчанликларини чегаравий суюлтириган эритмадаги ҳаракатчанлик яъни  $\lambda^+(\text{Ag}^+) = \lambda^\circ(\text{Ag}^+) = 62,2$ ,  $\lambda(\text{Cl}^-) = \lambda^\circ(\text{Cl}^-) = 76,4$ . (10.2 жадвалга қаранг) тенг деб қабул қилиш мумкин.

$$c = \frac{1000[\kappa_i - \kappa(\text{H}_2\text{O})]}{62,2 + 76,4} \quad (24')$$

**Даражалаш чизма усули.** Хар бирида аниқланувчи модда концентрацияси аниқ бўлган қатор эталон эритмалар тайёрланади ва термостатланган кондуктометрик ячейкада уларни солиштирма электр ўтказувчанлиги ўлчанади. Олинган натижалар асосида абцисса ўқиға эталон эритмалар концентрациялари ординатаға – солиштирма электр ўтказувчанлик қийматларини кўйиб даражалаш чизмаси чизилади. (24) тенгламага муофиқ солиштирма электр ўтказувчанликни ўзгариши концентрацияларни тор оралиғида одатда тўғри чизиқли кўринишда бўлади.

(24) тенгламадаги катион ва анионлар, ҳаракатчанлиги сезиларли даражада ўзгариб кетадиган концентрациялар оралиғида тўғри чизиқли боғланишдан четланиш кузатилади.

Сўнгра айнан ўша шароитда номаълум концентрациялик  $c_x$  таҳлил этилувчи эритмадаги электролитни солиштирма электр ўтказувчанлиги  $k(x)$  ўлчанади ва даражалаш чизмасидан  $k(x)$ га тегишли  $c(x)$  қиймати топилади. Масалан, барийли сувдаги (барий гидроксидни тўйинган эритмаси) барийни миқдори айнан шу усулда аниқланган.

**Воситасиз кондуктометрияни қўлланиши.** Воситасизкондуктометрия усули содда, жуда сезгир ( $\sim 10^{-4}$  моль /дм<sup>3</sup>), хатолик нисбатан кам  $\pm 2\%$  гача. Аммо бу усул селективлиги кам.

Воситасиз кондуктометрия таҳлилда кам қўлланади. Бу усул оз эрувчан электролитлар эрувчанлигини, дистилланган сув ва озуқа маҳсулотлар (сут, ичимликлар ва бошқалар) сифат назоратида, минерал, денгиз сувидаги тузларни умумий миқдорини аниқлашда ишлатилади.

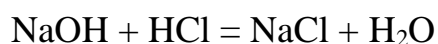
### Кондуктометриқ титрлаш

Кондуктометриқ титрлаш кондуктометриқ ячейкадаги иккита инерт (одатда платина) электродлар орасидаги таҳлил этилувчи эритмани электр ўтказувчанлигини, титрлаш жараёнида, ўзгаришини ўлчаб бажарилади. Олинган натижалар асосида титрланувчи эритма электр ўтказувчанлигини қўшилган титрант ҳажмидан (боғловчи) боғлиқлик кондуктометриқтитрлаш эгриси чизилади. Титрлашни сўнги нуқтаси, аксарият холларда, титрлаш эгрисини икки (2-расмда кўрсатилган) қисми экстраполяция чизиқларини кесишган нуқтасидан топилади. Шу сабабдан ЭН яқинида ўз рангини ўзгартирувчи индикатор қўллаш эҳтиёжи йўқ.

Кондуктометриқ титрлашни турли: кислота-асос, комплекс ҳосил бўлиш реакцияларига қўллаш мумкин.

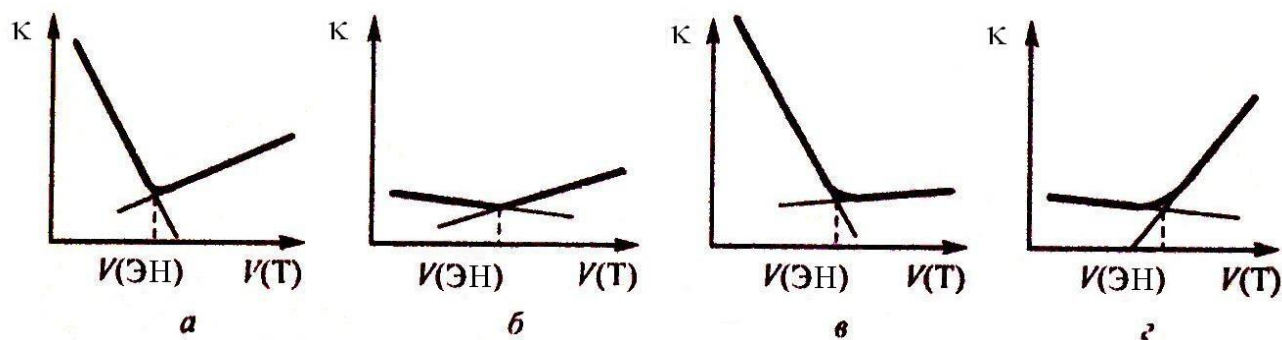
Реакцияга киришаётган ёки реакция натижасида ҳосил бўлаётган ионларнинг хилига кўра кондуктометриқ титрлаш эгрилари турлиқўринишда бўлади.

2 расмда кондуктометриқ титрлаш эгриларини баъзи турлари схематик тасвирланган. 2 расмдаги (а) холатда кучли кислотани кучли асос (ишқор) билан масалан хлорид кислотани натрий гидроксид билан титрлаш тасвирланган.



Ион кўринишида





2-расм. Кондуктометрик титрлашни баъзи турларини схематик тасвири κ-солиштирма электр ўтказувчанлик, V(T) қўшилган титрант ҳажми.

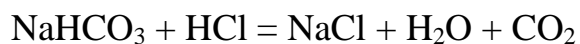
- а) кучли кислота эритмасини ишқор эритмаси билан титрлаш
- б) титрланувчи модда ва титрант ионларини электр ўтказувчанлиги кичик,
- в) кучли кислотани натрий гидрокарбонат эритмаси билан титрлаш:
- г) титрланувчи модда ионлари электрик ҳаракатчанлиги кичик, титрант ионлари катта ҳаракатчанликга эга.

Кислота титрланган сари титрланувчи эритма электр ўтказувчанлиги кескин камаяди чунки эритмадаги ҳаракатчанлиги юқори бўлган водород ионлари  $H^+$  сарфланиб (суйга айла-ниб) камая боради. ЭНдан кейин, титрланувчи эритмада ҳаракатчанлиги водород ионларидан камроқ бўлса- да, етарли ҳаракатчан гидрксил ионлари ортаборган сари эритмада электр ўтказувчанлик ортаборади.

Титрлаш эгрисидаги букилиш нуқтаси ноаниқ бўлганда ЭНга тегишли титрант ҳажмини 2 расмда кўрсатилгандек иккита уринма тўғри чизиқларининг кесишган нуқтасини аб-цисса ўқиға тўғри келган қийматидан топилади. Тасвирда вертикал пунктир чизиқ билан кўрсатилган.

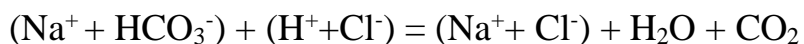
2 расмдаги (б) эгрилик титрант ва титрланувчи модда ионларини тенг ва кичик ҳаракатчанликга эга бўлган ҳолатига мансуб.

2 расмдаги (в) эгрилик кучли кислота эритмаси ионларини ҳаракатчанлиги кичик бўлган титрант билан титрлашга, масалан хлорид кислотани натрий гидрокарбонат эритмаси билан титрлашга мансуб.



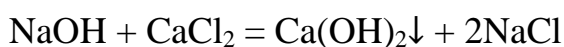
Т X

Ион холида

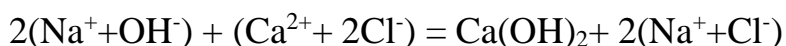


Титрлаш жараёнида харакатчанлиги катта бўлган водород  $\text{H}^+$  ионлари нейтралланади, шунинг учун ЭНда эритмани электр ўтказувчанлиги кескин камаяди ЭНдан кейин эритмани электр ўтказувчанлиги ортиқча қўшилган титронг ( $\text{NaHCO}_3$ ) ҳисобига бир оз ортаборади.

2 расмдаги (г) эгрилик ионлар харакатчанлиги кичик модда эритмасини ионлар харакатчанлиги катта модданинг эритмаси билан титрлашга мансуб. Масалан кальций хлорид эритмасини ишқор эритмаси билан титрлаш.



Т Х



ЭН-гача сарфланаётган кальций ионларини ўрнига натрий катиони пайдо бўлаётгани сабабли титрланувчи эритманинг электр ўтказувчанлиги кам ўзгармоқда. ЭНдан кейин, эритмада харакатчанлиги катта гидроксил ионларини ортиб бориши ҳисобига эритмани электр ўтказувчанлиги орта бормоқда.

**Кондуктометрик титрлашни қўлланиши.** Кондуктометрик титрлаш усули қуйидаги қатор афзалликларга эга. Титрлашни, рангли, лойқа, тиниқ бўлмаган муҳитларда ҳам бажариш мумкин. Мазкур усулнинг сезгирлиги  $\sim 10^{-4}$  моль/дм<sup>3</sup> етарли даражада юқори хатолиги 0,1дан 2% гача. Тахлилни автоматлаштириши мумкин. Аммо селективлиги кичик бу эса усулни камчилиги ҳисобланади.

**Юқори частотали (радиочастотали) кондуктометрик титрлаш хақида тушунча.** Титрлаш жараёни, ўзгарувчан ток частотаси секундига миллион тебранишни ташкил этадиган, такомиллашган ўзгарувчи токли кондуктометрик ускуна воситасида бажарилади. Одатда электродлар электролит қуйилган идиш кондуктометрик ячейкани ташқи томонига ўрнатилади ва электродлар титрланувчи эритмага туташмайди.

Ўлчанган натижалар асосида кондуктометрик титрлаш эгриси чизилади. Титрлашни сунгги нуқтаси юқоридаги каби титрлаш эгрисини букилган, жойидаги чизикларни (экстраполяция) давом эттириб улар кесишган нуқтасининг абцисса ўқидаги қийматидан топилади.

## **Полярографик таҳлил (полярография, воситасиз вольтамперометрия)**

### **Усулнинг моҳияти**

*Полярографик таҳлил (Полярография)* Ташки потенциал таъсирдаги электркимёвий (полярографик) ячейканинг қуйида баён этилган электрик ўлчамарини таҳлил этилувчи эритмадаги модда хоссасига боғланишига асосланган.

а). Таҳлил этилувчи моддани микроэлектродда оксидланиши (ёки қайтарилиши) содир бўладиган потенциал қийматини унинг (таҳлил этилувчи эритмадаги модданинг) табиатига боғлиқлиги асосида полярографик сифат таҳлил бажарилади.

б). Полярографик миқдорий таҳлилда полярографик ячейка электродларига берилган потенциални муайян қийматида ҳосил булган диффузия электр токини таҳлил этилувчи эритмадаги аниқланаётган (қайтарувчи ёки оксидловчи) модда концентрациясига боғлиқлигига асосланган.

Ячейкага берилган электрод потенциали ва диффузион ток қийматлари, полярографик ячейкадан ўтаётган ток кучи қийматини микроэлектродга берилган кучланишга боғлиқлигини ифодаловчи *поляризацияон ёки вольт-ампер эгрисидан* олинади шунинг учун полярография баъзан воситасиз *вольтамперометрия* деб аташади.

Томчи симоб электроди қўлланган *мумтоз* полярографик усулни 1922-йил чехословак олими Ярослав Гейровский (1890-1967) кашф этган. 1925-йилда Я.Гейровский ва М.Шиката, поляризацияон эгриларни автоматик тарзда ёзадиган полярограф тузулишини ишлаб чиқишган. Кейинчалик полярографик усулни турлича ускуналари ишлаб чиқилди.

Томчи симоб электроди қўлланган мумтоз полярография моҳиятини қисқа холда кўриб чиқамиз.

### **Назорат саволлари:**

1. Кимёвий анализда спектрофотометрик ва и фотометрик методларнинг роли.
2. Анализда қандай асбоб-ускуналардан фойдаланилади?
3. Спектрофотометрик ва фотометрик анализ методлари нимага асосланади?
4. Спектрофотометрик анализнинг афзаллиги ва камчилиги.
5. Нур манбаи нима?
6. Монохроматор ва нурфилтритини тушунтиринг.
7. Қандай асбоб сигнални ток кучига айлантириб беради?
8. Индикатор нима?

9. Даражаланган гарфик методи нима?
10. Солиштрима метод нима?
11. Эритманинг нур ютишга ҳарорат ва вақтнинг таъсирини қандай аниқланади.
12. Рангли бирикмаларнинг кўпчилигида эритмада рН ўзгарганда, комплекснинг моляр сўндириш коэффициенти қандай ўзгаради?
13. Бер қонуни нимага асосланган?
14. Монохроматик нур нима, унинг қандай афзаллиги бор?
15. Нур ютилишининг асосий қонунини тушунтиринг.
16. Оптик зичлик ва унинг модда анализидаги аҳамияти нимада?
17. Бугер-Ламберт-Бер қонунидан четланиш нима?
18. Аддитивлик қоидаси, унинг моҳияти.

## АТРОФ-МУҲИТНИНГ АНАЛИТИК КИМЁСИ

### Режа:

1. Атроф-муҳитнинг аналитик кимёси.
2. Ишлаб чиқариладиган маҳсулотларнинг сифатини оширишда миқдорий анализ усуллари ахамияти.

### Республика ишлаб чиқариш корхоналари чиқиндилари ва уларнинг экологик муҳитга таъсири

Мамлакатимизда атроф-муҳитни муҳофаза қилишни таъминлаш, табиий ресурслардан оқилона фойдаланиш, шунингдек, ҳудудларнинг санитария ва экологик ҳолатини яхшилаш, чиқиндилар билан ишларни ривожлантириш мақсадида, Давлат экология кўмитасига юклатилган вазифаларни амалга ошириш доирасида бир қатор ишлар олиб борилмоқда.

Жумладан, Тошкент вилояти республикада саноатлашган ҳудуд ҳисобланиб, бу вилоятда экологик ҳолат устидан давлат назоратини ҳамда атроф муҳитни ифлослантирувчи манбаларда мониторинг кузатувларини мунтазам олиб бориш талаб этилади, ҳамда Давлат экология кўмитаси олдида турган муҳим масалалардан бири ҳисобланади.

Ҳозирги кунда, вилоят ҳудудида 1.932 та объектлар фаолият юритиб, улардан 610 таси атроф-муҳитга таъсир кўрсатишнинг юқори ва ўртача даражадаги хавфли объектларга тўғри келади. Қолган 1.322 таси эса таъсири паст ва маҳаллий даражадаги объектлар ҳисобланади.

Вилоятнинг йирик корхоналаридан бири ҳисобланган «Аммофос Максам» акциядорлик жамиятида ўтказилган жамоат эшитувида мазкур корхонанинг атроф муҳитни муҳофаза қилиш соҳасидаги фаолияти муҳокама қилинди.

«Аммофос Максам» акциядорлик жамияти Тошкент вилояти, Олмалик шаҳрида 1969 йилда ишга туширилиб, саноат зонасининг 519,1405 гектар ер майдонида жойлашган, объект атроф муҳитга таъсир кўрсатиш фаолияти бўйича 1-тоифага мансуб.

Корхонада йилига 268.000 тоннадан зиёд қишлоқ хўжалиги минерал ўғитлар ишлаб чиқарилмоқда, бу албатта ўз навбатида ҳудуднинг атроф муҳитни ифлослантиришга ҳам ўзининг салмоқли ҳиссасини қўшади.

Жамоат эшитувида Ўзбекистон Республикаси Давлат экология кўмитаси раисининг биринчи ўринбосари Ибратжон Каримов иштирок этиб, «Аммофос Максам» акциядорлик жамиятида атроф муҳит қонунчилиги ижроси ҳолати устидан назорат ҳақида ўз фикр мулоҳазаларини билдирди.



Таъкидландики, корхонада атмосфера ҳавосини ифлослантирувчи 74 та манбалардан йилига 2.888,07 тонна қаттиқ ва газсимон ифлослантирувчи моддалар ташланиши белгиланган.

Амалда 2018 йил якунида корхона фаолияти давомида атмосфера ҳавосига 1.356,3 тонна ифлослантирувчи моддалар ташланиб, ушбу кўрсаткич саноат корхоналари ўртасида Республика бўйича 0,15 %ни, вилоят бўйича эса 0,41 %ни, Олмалиқ шаҳри бўйича 1,07 %ни ташкил этмоқда.

Шу ўринда давлат статистика ҳисоботи кўрсаткичларида корхонадаги ифлослантирувчи моддалар миқдори 2017 йилга нисбатан 2018 йилда 300 тоннага ёки 27,3 % ортганлиги қайд этилган.

2018 йил давомида, республика бўйича саноат корхоналарининг чанг-газ тозалаш ускуналарида атмосфера ҳавосига ифлослантирувчи моддаларнинг ушлаб қолиниши 86,2 % ташкил этган бўлса, «АММОФОС-МАХАМ» АЖда эса 40 фоизигина ушлаб қолинган холос.

Корхона томонидан атроф муҳитни муҳофазасига йўналтирилган тадбирлари учун 2018 йилда 1 млрд. 160 млн. сўм атрофида маблағлар сарафланган бўлсада, унинг самараси етарли даражада эмаслигидан дарак бермоқда.

Таъкидлаш жоизки, корхона томонидан тақдим этилган маълумотга кўра, 2019 йил учун тузилган атроф-муҳит муҳофазасига оид ташкилий-техникавий чора-тадбирларга асосан 2019 йил 1-ярим йилликда жами

3 млн. 428 минг АҚШ долл, 1 млн 528 минг 400 евро ва 4 млрд. 526 млн. 903 минг сўм маблағ сарафланган бўлиб, ушбу сарафланган маблағлар эвазига бажарилган тадбирлар 2019 йил якуни билан ўз самарасини беришига ишонч билдирилди.

Шу билан бир қаторда, «АММОФОС-МАХАМ» АЖнинг йирик экологик муаммолардан бир бу, йиллар давомида қарийб 269,5 гектар

ер майдонида тўпланиб қолган 71.808,2 минг.тонна фосфогипс чиқиндиси ҳисобланди.

Таҳлиллар шуни кўрсатмоқдаки, 2019 йил 1 январь ҳолатига 216,2 минг.тонна фосфогипс чиқиндиси қайта ишланган, бу эса атиги 3% қайта ишланганлигини кўрсатмоқда.

2019 йил 6 ойлик ҳолатига 440,5 минг.тонна фосфогипс чиқиндиси ҳосил бўлган, шундан 83,4 минг.тонна, яъни 19 % фосфогипс чиқиндиси қайта ишланган холос.

Тошкент вилояти бошқармаси томонидан давлат экологик назоратини доимий равишда амалга ошириш жарёнида корхонада атроф муҳитни

муҳофаза қилиш, табиий ресурслардан оқилона фойдаланиш, чиқиндиларни қайта ишлаш бўйича бир қатор ишлар амалга оширилаётган бўлсада, айрим йўналишларда камчиликлар ҳам мавжудлиги қайд этилмоқда.

Жумладан, 2018 йил 11 февраль куни фосфогипсни чиқариб ташлаш галереяси (транспортирока лентаси) кулаб тушиши оқибатида корхонада технологик авария ҳолати содир бўлиб, бунинг натижасида 20 минг тонна фосфогипс чиқиндиси белгиланмаган жойларга жойлаштирилганлиги аниқланган.

Юқоридаги ҳолатлардан келиб чиқиб, ишлаб чиқариш натижасида экологик вазиятни юмшатиш ва атроф-муҳитга салбий таъсир кўрсатишини олдини олиш мақсадида Давлат экология кўмитаси томонидан қуйидаги таклифлар билдирилди:

Жамиятдаги 10 йилдан зиёд фойдаланилган маънан эскирган чанг-газ тозалаш ускуналарини (ЧГТУ) техник жиҳатида таъмирлашга кетаётган сарф ҳаражатларни олдини олиш мақсадида, янги чанг газ тозалаш ускуналарини ўрнатиш масаласини кўриш;

5 йилдан ортиқ муддатда фойдаланилган чанг-газ тозалаш қурилмаларини капитал ва доимий равишда жорий таъмирлаш ишларини амалга ошириш;

йиллар давомида тўпланган фосфогипс чиқиндисини қайта ишлашга замонавий технологиялар тадбиқ қилиш мақсадида, хорижий инвесторларни жалб қилиш орқали, чиқиндиларни қайта ишлаш ҳажмини ошириш;

ифлослантируви моддалар ва оқава сувлар манбаларини узлуксиз автоматик кузатиш тизимини жорий этиш;

атроф табиий муҳитга ва аҳоли саломатлигига етказилиши мумкин бўлган салбий оқибатларни олдини олиш мақсадида жамиятда ҳосил бўладиган ишлаб чиқариш оқава сувларини шаҳар канализация тармоғига ташлаш жойида сув таркибини аниқлаш мақсадида доимий лаборатория тахлили ўтказиб бориш ва тахлил натижасида аниқланган ҳолатларни бартараф этиш чораларини кўриш.

### **Тупроқ ва сувларнинг ифлосланиши**

Тупроқ анализи — тупроқнинг таркиби, физик-механик, физик-кимёвий, кимёвий, агрокимёвий ва биологик хоссаларини аниқлаш учун бажариладиган операциялар мажмуи.

Механик (заррачалар ўлчами тақсимоти), кимёвий, минералогик ва микробиологик анализларни ўтказиб тахлил натижалари асосида тупроқ хариталарини, шу жумладан агрокимёвий картограммаларни тузиш учун ишлатилади.

Механик (гранулометрик) таҳлил-тупроқдаги турли диаметрдаги зарралар таркибини миқдорий аниқлаш. У елаклар ва пипетка усули ёрдамида (заррачалар ўлчами ва турган сувда жойлашиш тезлиги орасидаги муносабатдан фойдаланиб) амалга оширилади. Физик гил (зарралар < 0.01 мм) ва физик қум (> 0.01 мм) таркибига қараб тупроқ ўзининг гранулометрик (механик) таркибига кўра (масалан, ўрта қумоқ, қумли қумоқ) бир ёки бир неча хил таснифланади.

Кимёвий таҳлил тупроқнинг кимёвий таркиби ва хоссаларини белгилайди. Унинг асосий бўлимлари: ялпи ёки элементар таҳлил - тупроқдаги С, Н, Si, Al, Fe, Ca, Mg, P, S, K, Na, Mn, Ti ва бошқа элементларнинг умумий таркибини топиш имконини беради.

Сув олиш таҳлили (шўрланган тупроқларни ўрганиш учун асос) - тупроқдаги сувда ерувчан моддалар (сулфатлар, хлоридлар, ва карбонатлар; калсий, магний, натрий ва бошқалар.); тупроқнинг сингдириш сиғимини аниқлаш; тупроқ тўйимлилигини аниқлаш-азот, фосфор, калий ва бошқалар ўсимликлар бирикмалари билан ўзлаштириладиган осон ерувчан (ҳаракатчан) миқдорини аниқлаш., таҳлилларга кўра, далалардаги ўғитларга бўлган эҳтиёжни аниқланг. Тупроқ органик моддаларининг фракцион таркибини, асосий тупроқ компонентларининг бирикиш шаклларини, шу жумладан элементларини ўрганишга ҳам катта эътибор бериледи. Дала, экспедиция ва лаборатория кимёвий таҳлиллари мавжуд. Дала анализлари соддалаштирилган усуллар ёрдамида, лаборатория анализлари эса кўпроқ инструментал усуллар (спектроскопия, олов фотометрияси, атомадсорбцияси ва бошқалар) ёрдамида бажарилади.).

Минералогик таҳлил унинг генезиси ва физик-кимёвий хоссаларини ўрганиш мақсадида тупроқдаги бирламчи ва иккиламчи минералларнинг таркибини аниқлайди. Тупроқ профилида минералларнинг тақсимланиши юпқа бўлимлар усули билан, уларнинг миқдорий нисбати ва тупроқ ҳосил бўлиш жараёнидаги ўзгариши эса-ботиш усули билан ўрганилади. Силжувчан ва коллоид фраксиялар термик, рентген, электронографик ва бошқа усуллар билан ўрганилади. Гилли минералларнинг таркибини аниқлаш учун кимёвий усуллардан фойдаланилади: ялпи анализ қилиш ва ўрганилган фраксияларнинг сингдириш сиғимини аниқлаш.

Тупроқ бирламчи минералларнинг чуқур кимёвий ўзгариши натижасида ҳосил бўлган ёки бевосита тупроқда синтезланадиганиккиламчи минералларнинг юқори миқдори билан характерланади. Айниқса, улар орасида гил минераллари — каолинит, монтмориллонит, ҳаллойте, серпантин ва бошқа бир қанча аҳамиятга ега. Улар юқори сорбция хусусиятига, катион ва анион алмашинувининг катта қувватига, шишиб, сувни сақлаш қобилиятига, ёпишқоқлиги ва бошқаларга ега. Бухусусиятлар кўп жиҳатдан тупроқнинг сингдириш сиғими, тузилиши ва пировард натижада унумдорлигига боғлиқдир.

Тупроқ турли механизмлар (механик филтрлаш, кичик заррачаларни адсорбция қилиш, еримайдиган бирикмалар ҳосил қилиш, биологик сингдириш) билан унга кирадиган моддаларни сақлаб қолиши мумкин, улардан энг муҳими тупроқ еритмаси билан тупроқнинг қаттиқ фазаси юзаси орасидаги ион алмашилиш ҳисобланади. Қаттиқ фаза асосан минералларнинг кристалл панжарасининг ажралиши, изоморфалмаштиришлар, карбоксил ва бошқа бир қатор функционал гуруҳларнинг органик моддаларда бўлиши туфайли манфий зарядланади, шунинг учун тупроқнинг катион алмашилиш сифими энг аниқ бўлади. Бироқ тупроқда анион алмашинувига сабаб бўладиган ижобий зарядлар ҳам мавжуд.

Ион алмашилиш қобилятига ега бўлган тупроқ компонентларининг бутун тўплами тупроқ сингдириш мажмуаси (ТСМ) деб аталади. ТСМ таркибига кирувчи ионлар алмашилиш ёки сўрилиш дейилади. АСС характеристикаси катион алмашилиш сифими (КАС) — тупроқнинг standart ҳолатида тутган бир хил турдаги алмашинув катионларининг умумий сони ҳамда тупроқнинг табиий ҳолатини характерловчи ва ҳар доим ҳам цехга тўғри келмайдиган алмашинув катионлари йиғиндисидир.

ТСМ алмашинув катионлари орасидаги муносабат тупроқ еритмасидаги шу катионлар орасидаги муносабатга тўғри келмайди, яъни ион алмашилиш танлаб содир бўлади. Юқори зарядли катионларни ютиш афзалроқ ва агар улар тенг бўлса — катта атом массаси билан, гарчи АСС компонентларининг хусусиятлари бу нақшни бироз бузиши мумкин. Масалан, монтмориллонит водород протонларига қараганда калийни кўпроқ ютади, каолинит еса-аксинча.

Алмашинув катионлари ўсимликларнинг mineral озиқланишининг бевосита манбаларидан бири бўлиб, ТСМ таркиби органоминерал бирикмаларнинг ҳосил бўлишида, тупроқнинг тузилишида ва кислоталигида ўз аксини топади.

Тупроқ ҳавоси турли газлар аралашмасидан иборат:

1. атмосфера ҳавосидан тупроққа кирадиган кислород; унинг таркиби тупроқнинг ўзига хос хусусиятларига (масалан, унинг бўшлиги), нафас олиш ва метаболик жараёнлар учун кислороддан фойдаланадиган организмлар сонига қараб ўзгариши мумкин;

2. тупроқ организмларининг нафас олиши натижасида, яъни органик моддаларнинг оксидланиши натижасида ҳосил бўладиган карбонат ангидрид;

3. узоқ углеводород занжирларининг парчаланиши натижасида ҳосил бўладиган метан ва унинг гомологлари (пропан, Бутан);

4. водород;

5. водород сульфид;

б. азот; кўпроқ мураккаброқ бирикмалар (масалан, карбамид) шаклида азот ҳосил қилади.

Бу еса тупроқ ҳавосини ташкил етувчи барча газсимон моддалар емас. Унинг кимёвий ва миқдорий таркиби тупроқ таркибидаги организмларга, ундаги озик моддалар таркибига, тупроқ нураш шароитига ва бошқаларга боғлиқ.

Тупроқ классификацияси.

Тупроқларнинг ягона умумий қабул қилинган таснифи йўқ. Халқаро (ФАО тупроқ классификацияси ва 1998-йилда алмаштирган WRB) билан бир қаторда жаҳондаги кўпгина мамлакатлар асосан тубдан фарқ қилувчи ёндашувларга асосланган миллий тупроқ классификацияси тизимларига ега.

Россияда 2004 томонидан Л. Л. Шишов бошчилигидаги В. В. Докучаев тупроқ институтининг махсус комиссияси 1997 таснифининг ривожланиши бўлган янги тупроқ таснифини тайёрлади. Бироқ, рус тупроқшунослари 1977 да СССР тупроқлари таснифидан фаолфойдаланишни давом еттирмоқда.

Янги таснифнинг ўзига хос хусусиятларидан бири-ташхис қўйиш кийин бўлган ва кўпинча тадқиқотчи томонидан фақат субъектив равишда аниқланадиган диагностика учун омил-экологик ва режим параметрларини ишлатишдан воз кечиш, тупроқ профилига ва унинг морфологик хусусиятларига еътибор қаратишдир. Бир қатор тадқиқотчилар буни тупроқларнинг келиб чиқиши ва тупроқ пайдо бўлиш жараёнларига қаратилган генетик Тупроқшуносликдан кетиш деб биладилар. 2004 классификацияси тупроқни маълум бир таксонга тайинлашнинг формал мезонларини киритади ва халқаро ва Америка классификацияларида қабул қилинган диагностик горизонт тушунчасидан фойдаланади. WRB ва Америка тупроқ таксономиясидан фарқли равишда, рус таснифида горизонталлар ва хусусиятлар тенг емас, балки таксономик аҳамиятидан қатъий ўрин олган. Шубҳасиз, 2004-йилда таснифлашнинг муҳим янгилиги унга антропоген-трансформацияланган тупроқларнинг киритилиши бўлди.

Америка тупроқшунослик мактаби бошқа мамлакатларда ҳам кенг тарқалган тупроқ таксономияси таснифидан фойдаланади. Унинг характерли хусусияти тупроқларни муайян таксонга тайинлашнинг formal мезонларини чуқур ўрганишдир. Лотин ва юнон илдизларидан қурилган тупроқ номлари ишлатилади. Таснифлаш схемаси анъанавий равишда гранулометриқ таркиби билан фарқ қиладиган ва алоҳида номга ега бўлган тупроқларнинг тупроқ қатор-гуруҳларини ўз ичига олади-бу тавсиф тупроқ бюроси XX асрнинг бошларида Ақш ҳудудини хариталашдан бошланган.

Тупроқ классификацияси-тупроқларни келиб чиқиши ва (ёки) хоссаларига кўра ажратиш тизими.

\* Тупроқ типи - тупроқ пайдо бўлиш режимлари ва жараёнларидан келиб чиққан ҳолда умумий хоссалари билан тавсифланадиган асосий тасниф бирлиги ва асосий генетик горизонтларнинг ягона тизими.

\* Тупроқ ости типи-генетик горизонтлар тизимидаги сифатий фарқлар ва бошқа типга ўтишни тавсифловчи устма-уст келувчи жараёнларнинг намоён бўлиши билан тавсифланадиган тип ичидаги тасниф бирлиги.

Тупроқ кислоталиги - тупроқнинг кислоталар хоссаларини намоён қилиш қобилияти.

Тупроқ еритмасида водород ионлари (Н-ионлари) нинг бўлиши, шунингдек тўлиқсиз нейтралланиш билан тупроқ ютувчи мажмуада водород ва алюминийнинг алмашилиш ионлари тупроққа кислотали реакция беради.

Тупроқ кислоталигини характерлаш учун бир қатор кўрсаткичлардан фойдаланилади:

\* Ҳақиқий кислоталилик тупроқ еритмасининг рН (амалда сув экстрактининг рН тупроқ нисбати билан ўлчанади:  $\text{mineral}$  тупроқлар учун сув = 1: 2.5 ва торф тупроқлар учун 1:25). рН 7 да тупроқ еритмасининг реакцияси нейтрал, 7 дан пастда — кислотали, юқорида-ишқорий бўлади. Ўрмон зонасининг подзолик тупроқлари асосан кислотали реакцияга (рН 4.5 — 5.5), подзоллар ва юқори ерёнғоқ — кучли кислотали (рН 3.5—4.5) ега.

\* Потенциал тупроқ кислоталилиги-100 г қуруқ тупроққа мг-ЕҚ билан ифодаланган тупроқ қаттиқ қисмининг кислоталилиги. Потенциал кислоталик параметрлари тупроқ эритмасини (Н<sup>+</sup> ва Al<sup>3+</sup>) кислоталай оладиган ППК катионлари таъсирини ҳам ҳисобга олади.

\* Тупроқнинг алмашилув кислоталигига нейтрал тузлар билан таъсирлашганда тупроқ ютиш мажмуасидан еритмага ўтадиган водород ва алюминий алмашилув катионлари сабаб бўлади. Гумусга бой горизонтларда асосан Н-ионлари, кам гумусли минерал горизонтларда еса Al-ионлари келиб чиқади. Ўрмон зонасида подзолик тупроқларнинг алмашилиш кислоталиги 3,5-5, ёки 100 г қуруқ тупроққа 0,5-6 мг-ЕҚ, кулранг ва қўнғир ўрмон тупроқлари еса анча паст бўлади.

Гидролитик кислоталилик-экстрактнинг гидролитик ишқорий ЧЗсоона еритмаси билан рН (АСС дан Н<sup>+</sup> ни тўлиқроқ кўчишига имкон беради). Тупроқ гидротехник ишқорий тузлари билан таъсирлашганда еритмага ўтадиган Х-ионлари билан аниқланади ва нейтрал тузлар билан кўчмайдиган камроқ ҳаракатчан Х-ионлари киради. Подзолик тупроқларда гидролитик кислоталилик 100 г қуруқ тупроққа 1-10 мг-ЕҚ ни ташкил етади. Гидролитик кислоталик қийматини тупроқнинг асослар билан тўйинганлиги билан ҳам баҳолаш мумкин.

Тупроқ кислоталилигининг ортиши кўпчилик екин ўсимликларининг ўсишига салбий таъсир етиб, қатор макро-ва микроэлементлармавжудлигини камайтиради ва аксинча, марганес, алюминий, темир, бор ва бошқалар захарли бирикмаларининг ерувчанлигини оширади., шунингдек, жисмоний хусусиятлари ёмонлашуви сифатида. Кислоталиликни камайтириш учун лиминг ишлатилади.

Тупроқни кислоталаш (termini ишлатилишига йўл қўйилмайди-тупроқни кислоталаш синоними) - табиий тупроқ ҳосил бўлиш жараёни оқибатида тупроқнинг кислота-асос хоссаларининг ўзгариши, ифлослантурувчи моддаларнинг келиши, физиологик кислотали ўғитларнинг киритилиши ва антропоген таъсирнинг бошқа турлари.

### **Тупроқларнинг табиатдаги аҳамияти**

Лиминг-кислотали тупроқларни кимёвий мелиорациялаш усули бўлиб, уларга оҳакли ўғитлар: калсит, доломит, оҳактош, қанд ишлаб чиқариш чиқиндилари, шлакли оҳак ва бошқаларни кўшишдан иборат.лиминг эффекти ўғит таркибидаги калсий ёки магний учун ППКдаги водород ва алюминий ионларини алмаштиришга асосланган. Натрий тузлари лиминг учун яроқсиз, чунки натижада тупроқнинг физик хоссалари ёмонлашади. Бундан ташқари, гипс каби кучли кислоталарнинг калций тузлари ҳам яроқсиз бўлиб, улар аксинча тупроқни кислоталашига олибкелади.

### **Лиминг ижобий таъсири**

Тупроқда лиминг натижасида органик моддаларни парчаловчи микроорганизмлар сони 2-3 марта, нитрификацияловчи бактериялар сони эса 5-9 марта ортади. Лиминг калий, магний ва молибденнинг ҳаракатчанлигини оширади ва бор, мис ва цинкнинг ҳаракатчанлигини камайтиради. Турли тупроқларда оҳакнинг тўлиқ нормаси давомийлиги 5-15 йилни ташкил этади[1].

### **Оҳакнинг дозасини ҳисоблаш**

CaCO<sub>3</sub> нинг керакли миқдори (т / га) ҳисоблашни гидролитик кислоталик қиймати (х) formula ёрдамида амалга ошириш мумкин

$$P_{CaCO_3} = X \cdot 0.05 \cdot x \cdot d,$$

бу ерда х-ҳайдаладиган қатламнинг қалинлиги ва д-унинг зичлиги.

CaCO<sub>3</sub> нинг керакли миқдори (т / га) тупроқнинг гранулометрик таркибини ҳисобга олган ҳолда туз экстрактининг рН дан тахминан ҳисобланиши ҳам мумкин.

CaCO<sub>3</sub> дозасини энг аниқ ҳисоблаш буферлаш эгри чизиқларига асосланган. Улар тенг тупроқ намуналари ва 1.0 н CaCl<sub>2</sub> эритмасининг тенг ҳажмлари) 2 бўлган бир неча флаконларга Ca(OH)<sub>2</sub> миқдорларини ортиб кўшиб қурилади. Аралаштириш ва 24-соат инфузион сўнг, рН ўлчаш ва

кўшилган ишқор миқдори рН боғлиқлигини фитна. Графнинг иккинчи бўлими худди шундай кўрилади, лекин бу ҳолда  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  ўрнига  $\text{HCl}$  кўшилади. Олинган эгри чизиқдан фойдаланиб рН ни ҳар қандай қийматга келтириш учун зарур бўлган  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  миқдорини топиб,  $\text{CaCO}_3$  га айлантириш мумкин.

Керагидан ортиқ оҳак кўшмаслик керак, чунки унинг ортиқчаси бўлса, тупроқдаги микроэлементлар (бор, марганец, рух ва бошқалар.) ўсимликлар учун бориш қийин бўлган бирикмаларга ўтади.

Оҳакнинг тўлиқ нормасини қўллашда ва минерал ўғитлардан системали фойдаланишда 8-12 йилдан кейин такрорий лиминг ўтказилади. Лиминг жуда тез-тез бўлса, тупроқда озик моддаларни йўқотиш хавфи бор, чунки ўсимликлар сонини ошириш тупроқда бу моддаларни кўпайтиришни талаб қилади ва оҳакли ўғитлар уларни кўпайтирмайди.

Тупроқлар одам томонидан кўрсатиладиган антропоген таъсирлар туфайли куйидаги моддалар билан ифлосланади:

- пестицидлар;
- минерал (маъданли) ўғитлар;
- ишлаб чиқариш чиқиндилари;
- саноат корхоналаридан атмосферага чиқарилган газ ва тутунлар;
- нефть ва нефть маҳсулотлари.

Ўзбекистон қишлоқ хўжалиги ишлаб чиқаришида охириги 10-15 йил мобайнида пестицидлар жуда кам ишлатилишига қарамасдан тупроқларнинг заҳарли кимёвий моддалар қол-диқлари билан ифлосланиши жиддий муаммо бўлиб қол-моқда. Собиқ қишлоқ хўжалиги аэродромлари омборлари ва эски пахта хирмонларининг дори омборлари қолдиқ пестицидларни атроф-му-ҳитга тарқатадиган ўзига хос объектлар бўлиб, улар муҳитни зарар-лан-тирадиган асосий манбалардан бири бўлиб қолмоқда. Кўрилаётган чора-тадбирларга қарамасдан, эскирган, қўллаш тақиқланган ва йўқ қилиниши белгиланган айрим пестицид воситаларидан аҳолининг “яширинча” фойдаланиш ҳоллари ҳамон кузатилади.

Пестицидлардан фойдаланиш жараёнида улар атроф-муҳитга (тупроқ, сув ва ҳавога) тушиб, одам соғлиғи ва экотизимдаги барча тирик организмларга салбий таъсир кўрсатади. Пестицидлар тупроқда узоқ йиллар сақланиб, уларнинг тирик организмларда жуда кам миқдорда биологик тўланиши ҳам иммунитет тизимини издан чиқаради, мутаген ва канцероген жараёнларини вужудга келтиради. Хусусан, одам организмда хавфли шишлар (ўсмалар) ҳосил қилади, шунингдек организмни генетик жиҳатдан шикастлайди.

Тупроқ минерал ўғитлар билан уларни ишлаб чиқариш, ташиш, сақлаш ва меъеридан ортиқ ишлатиш жараёнида ифлосланиши мумкин. Минерал ўғитлар экинлар ҳосилини ўртача 40-50 % ошириши мумкин. Шу



билан бирга, энг мақбул миқдорда ишлатилса ҳам, ўсимликлар унинг ўртача 50 % ни ўзлаштиради, қолган қисми эса атроф-муҳитда азотли, фосфорли моддаларнинг биогеохимёвий айланишини бузади. Нитратларнинг кўп миқдорда тўпланиши тупроқда кислород тақчиллигини келтириб чиқаради ва ҳавога азот, метан ажралишини кучайтиради. Одам организмига озик-овқатлар билан 50 мг/л дан кўп нитрат тушса умумий захарланиш юз беради.

Тупроқлар ишлаб чиқариш чиқиндилари билан ҳам ифлосланади. Ўзбекистонда ҳар йили ўртача 100 миллион тоннага яқин са-ноат чиқиндилари пайдо бўлиб, уларнинг 14 % захарли ҳи-собланади. Шунингдек, уй-рўзғор, тиббиёт, таълим ва савдо муассасалари ва бозорлардан, кўчаларни супуриб-сидиришдан маиший чиқиндилар ҳам ҳосил бўлади.

Жуда катта ер майдонлари саноат ва маиший чиқиндилар, яъни ахлатхона, турли жинслар уюмлари, ҳар хил омборлар билан банд бўлиб, улар тупроқларни жадал ифлослантормоқда. Тупроқлар чиқиндиларни жойлаштириш объекти бўлиб қолмоқда. Аксарият чиқиндихоналар жойлашган май-донларда ёқимсиз чанг-лар пайдо бўлади, қўланса ҳидлар тарқалади, яқин сув объектлари ифлосланиб, ҳавога метан ва бошқа захарли газлар ажралиб чиқади.

Захарли чи-қиндилар (маргимуш, оғир металлар) одам организмида ўткир ва сурункали хавфли касалликларни келтириб чи-қаради. Тез ёнувчан моддалар (турли хил эритув-чилар, бўёқлар қолдиқлари) эса тирик организмлар тўқималарини шикастлантиради. Кимёвий фаол чиқиндилар (препаратлар ва кислоталар) тупроқдаги сув ва ҳаводаги моддалар билан кимёвий реакцияга киришиб, портловчи ёки захарли моддалар ҳосил қилиши мумкин.

Саноат корхоналаридан атмосферага чиқарилган газ ва тутунлар ҳам тупроқларни ифлослантиради. Тупроқ одам организми учун хавфли бўлган моддаларни, масалан, оғир металларни ўзида тўплаш қобилиятига эга. Уларнинг тупроқда йўл қўйилиши мумкин бўлган миқдордан ошиб кетиши турли касалликларни келтириб чиқаради. Масалан, симоб ошиб кетса, асаб (минимат), буйрак ва ошқозон-ичак касалликлари, хромосомаларда ўзгаришлар; мишьяк ошиб кетса, терининг ўсма касалликлари, захарланиш; кўрғошин ошиб кетса, суяк тўқималарининг бузилиши, қонда протеин синтезининг пасайиши, асаб ва буйрак касалликлари; мис ошиб кетса, тўқималарда органик ўзгаришлар, суяк тўқимасининг бузилиши, гепатит; кадмий ошиб кетса, жигар циррози, буйрак касалликлари пайдо бўлади.

Тупроқларнинг нефть ва нефть маҳсулотлари билан ифлосланиши ҳам кенг тарқалган. Тупроқлар нефть қазиб чиқариш технологияларининг номукамаллиги ва нефть қувурлари бузилиши туфайли ифлосланиши мумкин. Тупроқлар машина ва механизмлар, автотранспорт воситаларидан

фойдаланиш жараёнида техника қоидаларига риоя этилмаслиги туфайли ёнилғи-мойлаш маҳсулотлари билан ифлосланади.

Ҳозирги даврда инсоният олдида турган долзарб муаммолар сирасида, сув ресурсларини тежаш, асраб-авайлаш, ундан оқилона фойдаланиш ва муҳофаза қилишдек муҳим масала турибди. Бугунги кунда инсоният, Ер юзида тамаддуни асраб қолиш учун техника, коинот мўъжизаларини англаб етиш эмас, балки энг аввало, ҳаёт учун зарур бўлган ичимлик сувининг етарли бўлиши лозимлигини англаб етди.

Сув анализи-сувнинг хоссалари ва сифатларини ўрганиш усули. У саноат ва маиший мақсадларда, ёки илмий мақсадларда инсонлар билан алоқада бўлган сув таркибидаги турли моддалар миқдорини аниқлаш учун ишлатилади.

#### Таркиблар

- \* Таҳлил қилиш учун сув
  - \* 2 таҳлилда қўлланиладиган сув таҳлил усуллари ва кўрсаткичлари
  - 3 сув ифлосланттирувчи
  - 3.1 Темир
  - 3.2 сув ва Қаттиқлиги
  - 3.3 Мис
  - 3.4 Органик бирикмалар
  - 3.5 Нитратлар
  - 4депоссибле сув ичига ионлар
  - \* Сув сифати ўлчовларини бажариш учун 5 усуллари
  - \* Сувнинг ифлосланиши 6 классаси
- Таҳлил учун сув қандай ишлатилишига кўра таснифланади •
- \* Ичимлик суви.
  - \* Идишларга қадоқланган (шишали) ичимлик суви.
  - \* Табиий сув:

ер усти сувлари-ер усти сув ҳавзалари (дарёлар, кўллар, сув ҳавзалари, оқимлар, ботқоқликлар, ёғингарчилик (ёмғир ва қор сувлари) да доимий ёки вақтинча жойлашган сув)),

грунт сувлари (булоқлар, кудуқлар),

дренаж сув-сув ҳавзаларига оқизиш учун дренаж тузилмалари томонидан йўналтириладиган сув (маиший ва саноат чиқиндилари чиқиндиларидан ташқари),

ер ости сувлари-ер ости сув ҳавзаларида (кудуқларда) жойлашган минерал сувлар, шу жумладан, сув);

- \* Жараён сув:
- дистилланган сув,
- бидистиллед сув,

деионизид сув,  
қозон ва совутиш электрон сув,  
диялиз сув,  
тоза сув (эритмалар).  
Чиқинди сув.

Сув танқислиги катта иқтисодий қийинчилик билан бирга аҳоли саломатлигига ва ижтимоий муаммоларни келтириб чиқармоқда. Сувнинг ифлосланиши туфайли турли касалликлар – ошқозон ичак, буйрак, жигар, қонда турли аллергия хасталиклар содир бўлади. Ифлосланган сув орқали зарарли гельмитлар инсон организмга ўтади. Ич терлама, дизентерия, гепатит ва бошқа касалликлар кўпаяди. Сувда кимёвий элементлар, бирикмаларнинг меъеридан ортиқ бўлиши уларнинг аста-секин тўпланиб боришига шароит яратади, натижада айрим касалликларнинг келиб чиқишига сабабчи бўлади.

Бирлашган Миллатлар Ташкилотининг маълумотига кўра, дунё аҳолисининг қарийб 40 фоизи тоза ичимлик суви етишмайдиган жойларда яшайди. 2025 йилга келиб, ҳар 10 кишидан 6 нафари ёки 5,5 миллиард аҳоли тоза ичимлик суви танқис ҳудудда яшаши мумкин. Шунингдек, юқумли касалликларнинг 80 фоиздан ортиғи ичимлик сув сифатининг пастлиги ҳамда сув таъминотида санитар – гигиеник қоидаларнинг бузилишлари билан боғлиқ. Бугун дунёдаги қарийб 7 млрд.дан зиёд аҳолининг 3 млрд.га яқини ифлосланган сув истеъмол қилмоқда ва бунинг оқибатида уларнинг деярли 2 миллиарди турли касалликка чалинган. Энг ачинарлиси, ҳар куни дунёда 6 минг бола санитария-гигиена талабларига жавоб бермайдиган сув истеъмол қилганликлари туфайли ҳаётдан бевақт вафот этмоқда.

Кишининг соғлом ҳаёт кечириши учун санитария меъёрларига кўра бир суткада 50 литр сув керак бўлади. Қуруқ иқлим (арид) минтақасидаги ривожланаётган мамлакатларда 1,1 млрд. киши бир кунда атиги 5 литр сув ишлатмоқда. Европа давлатларида бу кўрсаткич суткасига 200, АҚШда эса 400 литрни ташкил қилмоқда. Худди шундай сув тақсимоти мамлакатимиз ҳудудларида ҳам кузатилади, хусусан Тошкент шаҳрида жон бошига бир суткалик сув истеъмоли 350-400 л. бўлган бир вақтда, айрим ҳудудларда ушбу кўрсаткич 20-50 л. ташкил этади.

Глобал иқлим ўзгариши натижасида табиатда турли хил хавф-хатар, қурғоқчилик юз бериши мумкин. Ҳозирги илм-фан шуни тан олмоқдаки, агар келажақда озиқ-овқат маҳсулотлари, тикланмайдиган табиий ресурслар, улар ўрнини бошқа усуллар билан яратилган маҳсулотлар эгаллаши мумкин бўлса-да, аммо сувнинг ўрнини бошқа бирор бир нарса боса олмайди. Шу боис сайёрамизда ичимлик сувининг камайиб бораётганлиги ўта оғир хавфларни туғдиради. Бу эса ичимлик сувининг асосан ер ости, ер устидаги дарё ва кўллар сувининг турли хил кимёвий бирикмалар билан ифлосланиши натижасида келиб чиқмоқда.

Боз устига, ер юзидаги дарёларнинг ярмига яқини ифлосланган, уларнинг ресурслари тугаб бормоқда. Шунингдек, ер шаридаги ботқоқликлар майдони ва ички сув ресурслари қисқармоқда. Ҳозирги даврда ички сув ҳавзалари, айниқса дарёлар шу қадар ифлосланиб кетяптики, улар табиий йўл билан ўзини ўзи тозалай олмаяпти. Бундайсувлар ичиш учунгина эмас, балки маиший хизмат, турмуш ва саноат эҳтиёжлари учун ҳам яроқсиз бўлиб қолмоқда.

Чучук сувлар ифлосланишининг асосий сабаблари урбанизация, саноат, маиший-коммунал хўжаликлари ва бошқа ишлаб чиқариш корхоналарининг жадал ривожланиши билан боғлиқ. Шунингдек, ўғит ва захарли химикатлар ишлатилган далалардан оқиб чиққан ҳамда чорвачилик фермаларидан оқиб чиқадиган оқова сувлар ва бошқалар. Айниқса, саноатда ифлосланган оқова сувлар таркибида ҳар хил кислоталар, фенолли бирикмалар, водород сулфиди, аммиак ва бошқа бирикмалар, шунингдек улар таркибида ҳар хил биоген моддалар бўлади.

Мутахассисларнинг маълумотларига кўра, ҳатто минерал сувни ҳам доимо истеъмол қилиш ярамайди, чунки унинг таркибидаги эриган тузлар ёки бошқа моддалар организмда мавжуд тузлар ўртасидаги мувозанатни бузади ва ошқозон-ичакдаги биокимёвий реакцияларни тезлаштиради ёки секинлаштиради.

Ўзбекистон Экологик партияси бугунги пандемия шароитида замон талаби билан ҳамнафас бўлиб, унинг бугунги ўткир талабларига жавоб берган ҳолда фаолият олиб бормоқда. Президентимизнинг экология ва атроф муҳитни муҳофаза қилиш соҳасида тадқиқотлар ўтказадиган, илмий изланишлар олиб борадиган институт очиш бўйича таклифлари ва ғоялари асосида партия Марказий Кенгаши ҳузурида экологик тадқиқотлар ўтказадиган илмий-текшириш ва ўқув-ишлаб чиқариш бирлашмаси — Экотехнопаркда сув тозалагич қурилмасининг тажриба нусхаси ишлаб чиқилди. Ушбу йўналишда марказ назариядан амалиётга тамойили асосида фаолият олиб бормоқда.

Партия дастурий вазифаларидан келиб чиққан ҳолда аҳолини тоза ичимлик суви билан таъминлаш мақсадида Хоразм вилоятининг Боғот туманидаги 33-сонли, Шовот туманидаги 5-сонли ҳамда Янгиариқ туманидаги 7-сонли мактаб ҳудуди яқинига сув тозалаш ускуналари ҳомийлик ташкилотлари томонидан беғараз ёрдам сифатида ўрнатиб берилди. Мазкур қурилма соатига 500 литр сувни тозалаш қувватига эга. Тозаланган сувдан аҳоли бемалол фойдаланишлари учун кенг шароитлар яратилди. Ҳар бирининг қиймати 24 млн. сўмни ташкил этадиган мазкур сув тозалагич бугунги кунда 10 минг нафардан ортиқ аҳоли сифатли ичимлик суви билан таъминланиб келмоқда.

Сув захираларининг қисқариши, уларнинг сифат кўрсаткичларини пасайиши, ҳам энг долзарб муаммолар сирасига киради. Албатта,

халқимизнинг келгусида соғ-саломталиги, келажаги бевосита тоза ичимлик суви билан боғлиқ, бироқ кейинги йилларда иқлим ўзгариши жараёнларида тоғларга кам қор тушмоқда, музликлар майдони қисқармоқда. Энг ачинарлиси, тоғ зоналаридаги сув захирасини тўпловчи ўрмонзорлар, арчазорлар аёвсиз кесилмоқда, ишлаб чиқаришдан ҳосил бўлган оқова сувлар сув ҳавзаларига ташланмоқда.

Истиқболдаги ривожланиш кўп жиҳатдан мавжуд сув ресурслари, уларнинг миқдори ва ҳолати, сувга бўлган талаб ва сувдан фойдаланиш даражасига, умуман олганда сувга бўлган муносабатимизга бевосита боғлиқдир. Чунончи, мустабид шўро даврида сув ресурслари бошқарувига ёндашувда йўл қўйилган хатоларни тузатиш ва шу билан бирга сувга бўлган талабни имкон қадар тўлароқ қондириш мақсадида ҳукуратимиз томонидан ушбу масалаларга жиддий эътибор берилаётгани бежиз эмас, албатта.

Келажакда аҳоли сонининг янада ошиши билан ер усти ва ер ости сувларидан ичимлик суви сифатида фойдаланиш янада кучаяди. Шусабабли ҳам яқин йилларда аҳолини тоза ичимлик суви билан таъминлаш энг долзарб муаммолардан бири бўлиб қолади. Шаҳарлардан, далалардан чиқарилаётган ифлосланган сувларни тозалаш бўйича энг илғор ва самарали технологиялардан фойдаланишни йўлга қўйиш, сув ресурсларини муҳофаза қилиш ва улардан оқилона фойдаланиш бўйича олдимизда турган долзарб вазифаларни амалга оширишда бепарво бўлмайдик. Зеро, сувни тежаш, ундан оқилона фойдаланиш ва ўсиб келаётган авлодга етказиб бериш ҳар биримизнинг бурчимиздир.

### **Сувни ифлослантирувчи моддалар**

Белгиланган меъёрлардан ошмайдиган сувда ериган модданинг таркиби ифлослантирувчи модда эмас. Бу сув ҳар қандай тури учун амал қилади, хом канализация учун дистилланган дан. Фақат МПС ошса, модда ифлослантирувчи ҳисобланади. Турли хил сув турлари учун турли моддалар таркибига оид стандартлар фарқланади. Сувда бўладиган моддаларни турли усуллар билан таснифлаш мумкин •

\* бирикмалар турига кўра-органик ва ноорганик.

Бугунги кунда ифлослантирувчи моддаларнинг аксарияти органик бирикмалардир, чунки уларнинг аксарияти сунъий келиб чиқади ва ратификация қилишни талаб қилувчи моддалар рўйхати органик бирикмалар билан тўлдирилади.

\* Сув киришининг манбаи - табиий ёки антропоген.

Агар модда ер қобиғида мавжуд бўлса, у сувда ҳам мавжуд бўлади. Инсон фаолияти натижасида сувга кирадиган ифлослантирувчи моддалар мавжуд таркибий қисмининг мазмунини ошириши ёки сувда илгари мавжуд бўлмаган моддани киритиши мумкин. Бу моддаларнинг концентрацияси ҳар хил бўлиши мумкин.

Макро — ва микроэлементлар таркибига кўра сувда (ва тирик организмларда, биринчи навбатда).

Сувнинг шўрлиги ёки минерализацияси ўнлаб ёки ҳатто юзлаб литрда мавжуд бўлган макронутриентлардан иборат. Булар одатда хлоридлар, сульфатлар, бикарбонатлар (анионлар), калсий, магний, калий ва натрий (катионлар) дир. Макронутриентлар биомолекулалар ҳосил бўлиши учун optimal ион ва атом радиуси, электрон тузилишига ега. Бу моддаларнинг сувдаги нисбати ўзгариши мумкин.

Элементлардан микрограммлар литр мг нинг тенг дан жуда кам концентрасияларда сув мавжуд, ва зарур бўлинади, заҳарли ва муҳим. Элементларига, масалан, оғир металллар киради, уларнинг баъзиларининг МПС жуда қийин. Тирик организмга таъсири жуда кичик дозаларда ҳам намоён бўлиши мумкин, хавфсиз концентрациялар жуда кичик, шунинг учун сувдаги токсик ва муҳим элементларга қўшимча таъсир қилиш истеъмоличиларнинг соғлиғига салбий таъсир кўрсатиши мумкин. Баъзи оғир металллар (ва нафақат), аксинча, витаминлар таркибига киради, соғлиқ учун зарур бўлган моддалар.

Зарарнинг чегаравий кўрсаткичлари бўйича — органолептик, умумий санитария ва санитария-токсикологик.

Таҳлил қилиш учун сувни қандай танлайман?

Сув намунаси учун тоза пластик шиша талаб қилинади. Сиз дорихонада контейнерларни сотиб олишингиз ёки минерал сувли шишадан фойдаланишингиз мумкин. Пиво, квас ёки шарбат идишларида намуналар олиш мумкин эмас. Табиий ва чиқинди сув шиша салоҳиятини кимёвий таҳлил қилиш учун у уч дақиқа давомида сув камайтириш учун зарур масал олдин 1.5-2.0 л бўлиши керак, кейин бир неча марта сув билан шиша ювиб ташланг. Шишани сув билан тўлдиринг, шунда маълум миқдорда сув тўкилади. Шундан сўнг, кўзқорин ва сув ўртасида ҳаво бўшлиғи йўқлиги учун шишани маҳкам ёпинг. Сув танлаш куни лабораторияга етказилиши керак. Муҳим: нотўғри танланган намуна 93 шва самарали сув филтрини танлашга имкон бермайди, шунингдек нотўғри шифокор ташхиси тўғри даволанишни белгилашга имкон бермайди.

Сув таҳлили қандай ишлайди?

Намунани аккредитацияланган сув сифати аналитик маркази Екодар га ўтказгач, мутахассисларимиз сув таҳлилини ўтказадилар. Одатда, таҳлил

2-3 кун давом этади, чунки барча кўрсаткичлар турли қурилмаларда тадқиқот ва турли методлардан фойдаланишни талаб қилади.

Таҳлил учун энг машхур кўрсаткичлар: рН, ҳид, ранг, лойқалик, шўрланиш, перманганат оксидланувчанлиги, қаттиқлик, ишқорийлик, аммоний иони, сульфат иони, хлорид иони, водород сульфид, темир, марганец.

Лабораторияда сув таҳлилининг натижаси кимёвий сув тадқиқотлари протоколи ҳисобланади. Протокол нафақат тадқиқот параметрлари ҳақида маълумот беради, балки таққослаш учун ушбу параметрларнинг максимал рухсат етилган қийматлари Санпин 2.1.4.1074-01 га мувофиқ кўрсатилади.

Сув таҳлил натижаларини олгандан сўнг, бизнинг мутахассислар сизга керак бўлса, яхши филтрлар учун бир неча вариантларни таклиф этади.

### **Атмосфера ҳавоси таркибини назорат қилиш**

Ҳаво таҳлили-атроф-муҳит учун зарарли бўлган маълум синф моддаларининг синови. Тадқиқот давомида хавфли ифлосланиш манбалари ва ҳавонинг ифлосланиши аниқланиб, масалани зудлик билан самарали ҳал этиш чоралари кўрилади. Бу нафақат зарарли таъсирларни камайтиради, балки келажакда уларни олдини олади.

Росесология уйлар, корхоналар ва квартираларнинг ёпиқ худудларидан намуналарни таҳлил қилишда ишончли ва аниқ натижаларни тақдим этади. Масалан босқичидан бошлаб ҳар томонлама ўрганиш ўтказилмоқда. Бу натижалар аниқлигини ва учинчи томон омилларининг йўқлигини кафолатлайди. Ҳаво синов атроф-муҳит хавфсиз еканлигига ишонч ҳосил қилиш учун энг яхши йўлидир, турли омиллар учун текширилади, деб.

### **Ҳавони таҳлил қилиш керак бўлганда**

Ҳаво атроф-муҳитнинг энг муҳим таркибий қисмидир. Саломатлик ва хиссий ҳолат ундаги элементларга боғлиқ. Асосий ифлослантйрувчи омиллар – транспортда ва ёқилғи қуйиш қозонларида ёқилғининг ёниши маҳсулотлари мавжуд. Ишлаб чиқариш ташкилотлари чиқиндилари ва чиқиндилари ҳам таъсир кўрсатади.

Ҳавонинг ифлосланишини таҳлил қилиш нафақат инсон фалокати пайтида керак бўлади. Текшириш йирик ишлаб чиқариш объектлари яқинида жойлашган уй ва квартираларда амалга оширилади. Агар собиқ саноат зонасида кўп қаватли бино қуриш режангиз бўлса, ҳаво лаборатория ўрганиш шарт. Ифлосланиш даражасини аниқлаш ва тозалаш чораларини кўриш имконини беради. Агар ифлосланиш жуда кучли бўлса, танланган худудда қурилишга йўл қўйилмайди.

Экспертиза иш жойидаги меҳнат шароитларини махсус баҳолаш қисми сифатида амалга ошириладиган тадбирлар мажмуасининг бир қисмидир. Аниқ иш жойларида зарарли омилларни аниқлашда атрофлича ўрганиш амалга оширилади. Лабораториядан олинган натижалар хавф ёки зарар даражасини аниқлаш, уларни бартараф этиш ёки сезиларли даражада камайтириш чораларини кўриш имконини беради. Ҳисобот тайёрланади ва меҳнат инспекциясига тақдим этилади.

#### Ҳавонинг кимёвий таҳлили

Ифлосланиш соҳасида турли кимёвий кўрсаткичларга чек қўйилади. Айрим ҳолларда маълум кўрсаткичлар бўйича тор тадқиқотлар ўтказилади. Уларнинг мажмуи компаниянинг ўзига хос боғлиқ. Асосий мақсад ишлаб чиқариш жараёнларида иштирок этадиган заҳарли элементлар билан ифлосланиш даражасини аниқлашдан иборат. Ҳаво таҳлил аниқ кўрсаткичлар атроф-муҳит таъсир қандай очиб беради, ходимлар, ва одамлар сайт яқин яшовчи.

Ҳаво ифлосланиши таҳлил қуйидаги компонентлар учун синов иборат

- 
- \* феноллар;
- \* аммиак;
- \* азот диоксиди;

#### Ҳавони таҳлил қилиш тартиби

Текшириш ишончли натижа олиш учун маълум бир тартибга риоя қилишни талаб қилади. Бу эса натижаларнинг аниқлиги ва ишончлилигини кафолатлайди ҳамда нормал муҳитни тиклаш бўйича самарали чоратадбирлар кўриш имконини беради. Тартиби қуйидаги амалларни ўз ичига олади •

- \* намуналарни олиш;
- \* текшириш учун transport;
- \* лаборатория таҳлили;
- \* яхлитлигини кузатиш;
- \* якуний ҳисоботларни тақдим этиш.

Москвадаги ҳавони таҳлил қилиш учун мутахассислар мустақил равишда намуналарни танлашлари муҳимдир. Ҳатто тартиби кичик бузилиши билан, натижа нотўғри маълумотларни кўрсатади. Айрим намуналарни олишда айрим омилларни аниқлаш билан боғлиқ бўлган айрим хусусиятларни кузатиш муҳим аҳамиятга эга. Демак, табиий манбадан сув олиш ҳақида гапирадиган бўлсак, бир-бири билан аралашган 4-5 намунагача талаб қилинади. Агар сиз фақат битта жойда намуна олсангиз, қисқа масофада ҳам параметрларнинг таъсири ҳисобга олинмайди.

**Оғир металлларнинг атроф муҳит объектлари экологик ҳолатига таъсири**



Сувнинг қаттиқлиги (калсий ва магний тузларининг умумий миқдори) ЖССТ стандартларига мувофиқ ичимлик сувининг оптимал қаттиқлиги 1.0-2.0 мг-ЕҚ/л ни ташкил этади.

Одатда, табиий сувларнинг қаттиқлик даражаси бу қийматлардан анча юқори бўлади. Ички шароитда қаттиқлик тузларининг кўп бўлиши қозонларда, чойнакларда, қувурларда иситиш юзаларининг кўпайиб кетишига, санитар ускуналарда туз чўкишига ва унинг ишдан чиқишига олиб келади, шунингдек, инсоннинг соч ва терисида уларнинг "қаттиқлик"ҳисси пайдо бўлади. Ювишда совун ёки ювиш қуқунларининг сиртки моддалари билан ўзаро таъсирлашиб, қаттиқлик тузлари уларни боғлайди ва кўпроқ истеъмол қилишни талаб қилади. Озиқ-овқат саноатида қаттиқ сув маҳсулот сифатини пасайтириб, сақлаш вақтида тузнинг йўқолишига олиб келади.

Энергетика саноатида тизимга қаттиқ сувнинг тасодифий қисқа муддатли тушиши иссиқлик алмашинуви ускуналари ва қувурларини тезда ўчиради. Ҳатто иссиқлик алмашилиш ускуналари юзасидаги кичик тузли қатлам ҳам иссиқлик узатиш коэффициентининг кескин камайишига ва ёқилғи сарфининг ортишига олиб келади. Шунинг учун бу мақсадлар учун сувнинг қаттиқлиги 0,03-0,05 мг-ЕҚ/л жуда кичик қийматлар билан чегараланади.

### Мис

Мис ва унинг бирикмалари атроф-муҳитда кенг тарқалган, шунинг учун улар кўпинча табиий сувларда бўлади. Табиий сувлардаги мис концентрасиялари одатда мг / л тенглиги бўлиб, қувур ва ребар материалларидан сизиб ўтиш туфайли ичимлик суви кўпайиши мумкин. Мис суви кам концентрацияларда ёқимсиз буриштирувчи таъм беради, бу еса ичимлик сувидаги таркибини чеклайди. Шишали ичимлик суви ишлаб чиқариш учун сув таъминоти манбасини танлашда бу ҳолатни ҳисобга олиш керак. Ичимлик сувида 1,0 мг / л дан ортиқ миқдорда мис аниқланса, сув таркиби катион алмашилиш смолалари ёрдамида тузатилади.

### Темир

Ер ости сувларида асосан  $Fe^{2+}$  ионлари шаклида эриган дивалент темир мавжуд.

Сув қувурлар юзаси билан алоқа келганда тривалент темир бундай сув ҳаво билан ва эскирган сув тарқатиш тизимларида контактда келади кейин пайдо бўлади. Ер усти сувларида темир тривалент ҳолатга қадар оксидланади ва бундан ташқари, органик комплекслар ва темир бактерияларининг бир қисмидир.

Ичимлик сувида умумий темир миқдори учун стандарт 0.3 мг/л дан ортиқ эмас.

Темир сувга ёқимсиз қизил-қўнғир ранг беради, унинг таъмини ёмонлаштиради, темир бактерияларининг ривожланишига, қувурларда чўкма чўкишига ва уларнинг тикилиб қолишига сабаб бўлади. Сувдаги юқори темир миқдори терига салбий таъсир кўрсатади, қоннинг морфологик таркибига таъсир қилиши ва аллергия реакцияларнинг юзага келишига ёрдам беради. Темир репродуктив тизимга ҳам салбий таъсир кўрсатади.

### **Атроф муҳит объектларини ифлослантиришда пестицидларнинг тутган ўрни**

Сув омборлари ва бошқа сув ҳавзаларининг сувни муҳофаза қилиш зоналари уларнинг бутун периметри бўйича белгиланади ва уларнинг доирасида соҳил бўйи минтақалари ажратилади.

Сув омборлари ва бошқа сув ҳавзаларининг сувни муҳофаза қилиш зонаси таркибига қуйидагилар киради:

соҳилнинг 50 йил ичида ювилиши (емирилиши) башорат қилинадиган зона (янги қурилиш чегараланган зона);

сойлик, жарлик, соҳил бўйи қияликлари, қиялиги 5 градусдан кўп бўлган ва нураган ерларни ўз ичига олувчи эрозия жиҳатдан актив зоналар, сув омборлари ва бошқа сув ҳавзаларига бевосита туташиб кетадиган силжувчи ер участкалар;

сув омборлари ва бошқа сув ҳавзалари сув сатҳининг максимал даражага кўтарилиши шароитида вақтинча сув босган зоналар;

доимий сув босган зоналар;

сув омборлари ва бошқа сув ҳавзаларининг соҳилларидаги ихота дарахтзорлари.

Сувни муҳофаза қилиш зонасининг чегаралари жойнинг ўзига хос хусусиятлари эътиборга олинган ҳолда, муваққат сув оқимларининг табиий ва сунъий сув айриғичлари, дарё водийси, йўл-транспорт тармоқлари ва бошқа муҳандислик иншоотлари четларига мос тушган тарзда белгиланади.

Сув омборлари сифимларининг сувни муҳофаза қилиш зонаси ички чегараси сувнинг нормал кўтарилган сув сатҳи чизиғидан, бошқа сув ҳавзалариники эса ўртача кўп йиллик сув сатҳи чизиғидан белгиланади.

Сув омборлари тўғони, сув олиш ва сув чиқариш ҳамда бошқа иншоотлари сувни муҳофаза қилиш зонасининг ички чегараси уларнинг энг чекка контурларидан (чегаралари) белгиланади.

Сувни муҳофаза қилиш зоналарининг кенглиги сув омборлари ва бошқа сув ҳавзаларининг вазифасидан, уларга туташ ерларнинг

хусусиятлари ҳамда улардан хўжалик мақсадларида фойдаланиш шароитлари, шунингдек, жойнинг рельефидан келиб чиққан ҳолда, кўйидагича бўлиши мумкин:

катта сув омборлари ва бошқа сув ҳавзалари (сиғими 1,1 млрд. куб метрдан 10 млрд. куб метргача бўлган) атрофида — 200 — 250 метр;

ўртача сув омборлари ва бошқа сув ҳавзалари (сиғими 0,6 дан 1 млрд. куб метргача бўлган) атрофида — 150 — 200 метр;

кичик сув омборлари ва бошқа сув ҳавзалари (сиғими 0,2 дан 0,5млрд. куб метргача бўлган) атрофида — 100 — 150 метр;

жуда кичик сув омборлари ва бошқа сув ҳавзалари (сиғими 0,1 млрд. куб метрдан кам бўлган) атрофида — 50 — 100 метр.

Сув омборлари ва бошқа сув ҳавзаларининг сувни муҳофаза қилиш зоналарини белгилаш бўйича лойиҳаларни ишлаб чиқишда жойлардаги ҳақиқий ҳолатни тўлиқ ўрганган ҳолда сувни муҳофаза қилиш зоналари кенглигининг юқори чегарасига аниқлик киритилиши мумкин. Бунда сувни муҳофаза қилиш зоналари кенглигининг пастки чегарасини камайтирилишига йўл қўйилмайди.

Сув объектларида балиқ хўжалиги зоналари экология ва атроф-муҳитни муҳофаза қилиш, қишлоқ хўжалиги, сув хўжалиги ва ветеринария органларининг тақдимномасига биноан белгиланган тартибда ташкил этилади.

Балиқчилик хўжаликлари сунъий сув ҳавзаларида сувни муҳофаза қилиш зонасининг кенглиги экология ва атроф-муҳитни муҳофаза қилиш, қирғоқларни мустаҳкамлаш ва ҳимоя қилиш талаблари эътиборга олинган ҳолда, алоҳида ишлаб чиқиладиган лойиҳалар асосида белгиланади.

Балиқ хўжаликлари зоналарида балиқлар ва бошқа сув организмларининг сақлаб қолиниши, такрор кўпайтирилиши ва тикланишига хавф соладиган ҳар қандай фаолият тақиқланади.

Балиқчилик аҳамиятига эга бўлган сув ҳавзаларида (сув омборларида) хўжалик фаолияти сув ҳавзасидан (сув омборидан) фойдаланиш бўйича белгиланган тартибларга риоя қилиш ва ўз фаолиятини таъминлаш учун маблағлар жалб қилиш кафолатланган тарзда сув ҳавзаси эгаси (сув омбори) ва фойдаланувчи ўртасида шартнома тузиш асосида амалга оширилади.

Қишлоқ хўжалиги ва ўрмон хўжалиги ташкилотларининг ерларида жойлашган кичик сув ҳавзалари (сув омборлари) атрофидаги сувни муҳофаза қилиш зоналари жойнинг хусусиятидан келиб чиқиб белгиланади ва улардан санитария талабларига риоя қилинган ҳолда фойдаланилади.

Сув омборлари ва бошқа сув ҳавзаларининг соҳил бўйи минтақасида хўжалик фаолияти қатъий белгиланган режимда юритилади.

Соҳил бўйи минтақаси таркибига сувни муҳофаза қилиш зонаси чегарасидаги чўмилиш жойлари, туристлар учун томоша майдонлари, қирғоқ камарлари, тупроқ силжиши хавфи бўлган ва нурашга мойил ҳудудлар киради.

Сув омборлари ва бошқа сув ҳавзаларининг соҳил бўйи минтақаларининг энг кам ўлчамлари сув сиғими ҳисобга олинган ҳолда, уларга туташ ерларнинг (ҳайдаладиган ерлар, пичанзор ва бошқалар) турига ва қияликларнинг тиклигига боғлиқ равишда, сув омборлари ва бошқа сув ҳавзаларидан ишончли фойдаланиш талабларидан келиб чиқиб белгиланади.

Соҳил бўйи минтақаларининг энг кичик кенлиги ҳайдаладиган ерлар ва кўп йиллик дарахтзорлар, ўрмонлар ҳамда бутазорларда:

соҳил нишаблиги 3 градусгача бўлганда — 35 — 55 метр;

соҳил нишаблиги 3 градусдан 8 градусгача бўлганда — 55 — 100 метр кенликда белгиланади.

Соҳил нишаблиги 8 градусдан юқори бўлган ҳолларда соҳил бўйи минтақасининг кенлиги ҳар бир ҳолат учун алоҳида белгиланади.

Сув омборлари ва бошқа сув ҳавзаларининг соҳил бўйи минтақаларини белгилаш бўйича лойиҳаларни ишлаб чиқишда жойлардаги ҳақиқий ҳолатни тўлиқ ўрганган ҳолда соҳил бўйи минтақалари кенлигининг юқори чегарасига аниқлик киритилиши мумкин. Бунда соҳил бўйи минтақалари кенлигининг пастки чегарасини камайтирилишига йўл қўйилмайди.

Барча ҳолатларда, соҳил бўйи минтақасининг ташқи чегараси сув омборлари ва бошқа сув ҳавзаларининг тегишли сув сатҳи чизигидан бошлаб 20 метрдан кам бўлмаган кенликда белгиланади.

Сув омборлари ва бошқа сув ҳавзаларининг ювиладиган участкаларида соҳил бўйи минтақасининг энг кам кенлиги қирғоқнинг 5 — 10 йилда башорат қилинадиган чекиниши миқдори ҳисобга олинган ҳолда кўпайтирилиши керак.

Аҳоли пунктлари доирасида сув омборлари ва бошқа сув ҳавзалари соҳил бўйи минтақаларининг ўлчамлари экология ва атроф-муҳитни муҳофаза қилиш, давлат санитария назорати органлари, шунингдек, фавқулодда вазиятлар, қурилиш, сув хўжалиги, «Ўздавергеодезкадастр» кўмитаси ва тегишлилиги бўйича бошқа органлар билан келишилган ҳолда аниқ шароитлардан келиб чиқиб белгиланади.

Балиқчилик хўжалиги аҳамиятига эга бўлган сув объектлари учун сувни муҳофаза қилиш зонасининг кенглиги ветеринария, экология ва атроф-муҳитни муҳофаза қилиш, шунингдек, сув хўжалиги органлари ўртасида келишилади ҳамда қирғоқни мустаҳкамлаш, қирғоқни ҳимоя қилиш ва экология талабларини бузмаслик кафолатланган ҳолда ўрнатилган тартибда белгиланади.

Агар ушбу Низомнинг 21 — 23 бандларига мувофиқ белгиланган соҳил бўйи минтақасининг ташқи чегараси сув омбори ва бошқа сув ҳавзаси учун ажратилган сув фонди ерининг чегарасига нисбатан қирғоққа яқин бўлса, соҳил бўйи минтақаси ажратилган сув фонди ерининг чегараси бўйича белгиланади, агар ажратилган ердан нарида бўлса, соҳил бўйи минтақасининг чегараси ажратилган сув фонди ери доирасидан ташқарига чиқиши мумкин.

### **Оқава сувлари таркибидаги кўрғошин ионини аниқлаш**

**Ишнинг мақсади:** кўрғошин нитратни 1 н калий нитрат эритмаси ёрдамида полярограммасини чизиш ва унинг ярим тўлқин потенциалини аниқлаш.

**Керакли асбоблар:** 1) 1,0 н калий нитрат эритмаси, фон электролит сифатида;

2) 0,500 мг/мл тутган кўрғошин нитрат эритмаси;

3) кукунсимон желатин;

4) 0,5 г натрийсульфит.

Ишнинг бориши: 50,0 мл ли ўлчов колбасига кўрғошин нитратнинг стандарт эритмасидан 1,0, 3,0, 5,0, 7,0, 10,0 мл эритмаси (ноъмалум концентрациядан эса 10 мл ) ва 1,0 н калий нитрат эритмасидан 5,0 мл ва 5,0 мл 0,5% г желатин 0,5 кукунсимон натрий сульфит кўшилади ва белгисигача бидистилланган сув билан келтирилади. 2 секунд давомида симоб томчисига мис(II) ионининг қайтарилиш полярограммаси чизилади. Олинган натижалардан градуировкали график чизиб, ноъмалум миқдордаги мисни миқдори ўлчанади.

### **Ер ости ва қудук сувларининг қаттиқлигини аниқлаш**

**Ишнинг мақсади:** Ер ости суви таркибидаги кальций ва магний ионларининг миқдорини комплексонометрик усулда аниқлаш.

**Керакли жихозлар ва реактивлар:**

1. Эриохром қора индикатор;

2. Аммиакли буфер;

3. ЭДТА нинг фиксанали;

4. бюретка, пипетка ва колбалар.

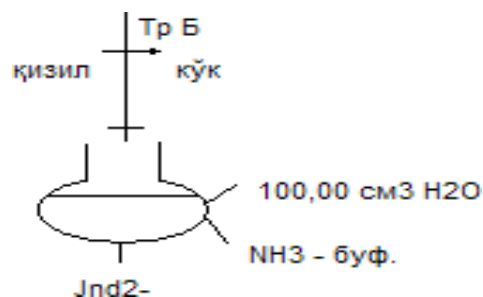
Ишнинг бориши: ер ости сувидан 100 мл олиб титрлаш колбасига соламиз, устига 1 чимдим эриохром қора ва аммиакли буфердан 5,0 мл солиб, бюреткадаги ЭДТА билан кизил рангдан кўк рангга утгунча титрланади. Титрлаш камида уч марта олиб борилади.

### .Сувни

### қаттиқлигини

### аниқлаш.

Сувнинг қаттиқлиги - 1 дм<sup>3</sup> сувдаги Mg<sup>+2</sup>, Ca<sup>+2</sup> нинг мг.эқв. миқдори билан аниқланади.



Олинган натижалар қуйидаги формула орқали ҳисобланади.

$$H = N_{\text{Тр Б}} V_{\text{Тр Б}} * 1000 / V_{\text{H}_2\text{O}}$$

Сувнинг қаттиқлик даражасига кўра кўрсаткичи 3 га бўлинади: 1. Юмшоқ сув - 3 мг-эқв/л гача  
2. Ўртача қаттиқликдаги сув - 3- 6 мг-эқв/л гача  
3. Қаттиқ сув - 6 мг-эқв/л ва ундан юқори

### Полярографик усулда кадмий миқдорини тупроқ таркибидан аниқлаш

**Ишнинг мақсади:** тупроқ таркибидаги кадмий ионини полярографик усулда аниқлаш.

**Керакли асбоблар:** 1) 1,0 н калий хлорид эритмаси, фон электролит сифатида;

2) 0,500 мг/мл тутган кадмий хлорид эритмаси;

3) кукунсимон желатин;

4) 0,5 г натрийсульфит.

Ишнинг бориши: 50,0 мл ли ўлчов колбасига кадмий хлорид эритмасининг стандарт эритмасидан 1,0, 3,0, 5,0, 7,0, 10,0 мл эритмаси (ноъмалум концентрациядан эса 10 мл ) ва 1,0 н калий хлорид эритмасидан 5,0 мл ва 5,0 мл 0,5% г желатин 0,5 кукунсимон натрий сульфит қўшилади ва белгисигача бидистиллангна сув билан келтирилади. 2 секунд давомида симоб томчисида кадмий ионларининг қайтарилиш полярограммаси чизилади. Олинган натижалардан градуировкали график чизиб, ноъмалум миқдордаги кадмий миқдори ўлчанади. Бунда уларнинг тўлқин узунликлари фарқи 0,2 в дан катталиги орқали уларни битта эритмада аниқлаш мумкинли назарда тутилади. Тупроқ таркибидаги кадмий иони тутган эритмадан алиқвот қисм олинади ва полярограммаси улчанади. Градуировкали графикдан тупроқ таркибидаги кадмий миқдори топилади.

### Ичимлик суви таркибидаги темир ионларини спектрофотометрик усулда аниқлаш

Методнинг моҳияти: ушбу усул рН 1.8-2,5 бўлганда Fe(III) нинг бинафша рангли моносалицилат комплексини ҳосил қилишига асосланган.

Комплекс бирикма тўлқин узунлиги  $\lambda=510\text{нм}$  бўлган нурни максимал ютиш қобилиятига ега. Бу тўлқин узунлигида моляр сўндириш коэффициенти 1,8,103 га тенг.

Керакли асбоблар, идишлар ва реактивлар;

1. Фотоколориметр ФЕК -56 ёки КФК-2.
2. 6 та 50 мл ли ўлчов колбалари;
3. 1 та 10 мл пипетка;
4. Ювгич;
5. Fe(III)нинг 0,1 мг/мл ли стандарт еритмаси;
6. 10% ли сульфосалицил кислота еритмаси;
7. 2 н сульфат кислота еритмаси;

Анализ даражаланган график усули бўйича бажарилади: 100 мл ли ўлчов колбасига 20 мл 0,1 мг/мл ли Fe(III) нинг стандарт еритмасидан пипетка ёки бюретка ёрдамида солинади ва чизиғигача суюлтирилади. Бунда Fe(III) нинг титри 0,02 мг/мл ли стандарт тузи эритмаси ҳосил бўлади. 50 мл ли ўлчов колбаларига пипетка ёрдамида 1,5, 3,0, 4,5, 6,0, 7,5; мл Fe(III) стандарт еритмасидан ва устига 1 мл 2н  $\text{H}_2\text{SO}_4$  ва 5мл дан 10% ли сульфосалицил кислота қўшилади, чизиғигача дистилланган сув солиб яхшилаб аралаштирилади. Сўнгра рангли тиниқ еритмаларнинг оптик зичликлари кўк барг рангли, ёруғлик филтри (510 нм) ва қалинлиги 5,0 см бўлган кювета ёрдамида КФК-56 ёки КФК-2 да сувга нисбатан ўлчанади. Олинган натижалардан даражаланган график тузиб, миллиметрли қоғозга чизилади.

Ўлчаш натижалари ва ҳисоблаш натижалари

T/r	Олинган стандарт эритма V, мл	Ci Fe(III) мг	Оптик зичлик Ai	CiAi	Ci <sup>2</sup>	A нинг ҳисобланган қийматлари
1	1,5	0,03				
2	3,0	0,06				
3	4,5	0,09				
4	6,0	0,12				
5	7,5	0,15				

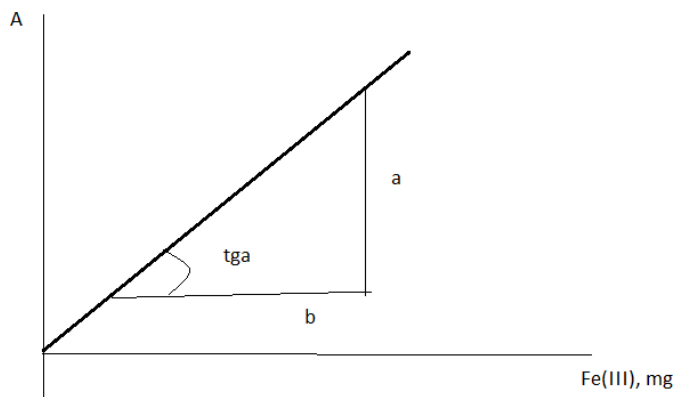
Моляр сўндириш коэффициентини аниқлашнинг: 1 усули

$$K = \frac{\sum CiAi}{\sum Ci^2}$$

$$\text{tg} \alpha = \frac{a}{b}$$

$$\Xi = \frac{\text{ордината масштаби}}{\text{абсисса масштаби}}$$

$$k = \text{tg} \alpha \cdot \Xi$$



Берилган контрол еритмани чизигигача дистилланган сув солиб аралаштирилади. Сунгра ундан 50 мл ли учта колбага бир ҳил алиқвот қисмлар олинади (қанча алиқвот қисм олиш кераклигини ўқитувчи айтади) ва ҳар бирининг устига 1,0 мл 2 н  $H_2SO_4$ ; 5,0 мл 10% -ли сулфосалисил кислота қўшилади. Чизигигача дистилланган сув солиниб аралаштирилади ва сувга нисбатан оптик зичликлари ўлчанади.

Нома`лум модда миқдори қуйидагича аниқланади:

$$C_x = \frac{A_x}{K}$$

$A_x$ - контрол еритманинг оптик зичлиги

$K$ -моляр сўндириш коэффициент

$C_x$  (мг) алиқвот қисмидаги (мл)

$$X \text{ mg} = \frac{C_x \cdot 100}{\text{алиқвот қисм}}$$

Fe нинг ҳақиқий миқдори  $X$  мг " контрол еритмадаги Fe(III) нинг умумий миқдори

Абсолют ва нисбий хатолари аниқланади.

### Чиқинди сувларнинг электрўтказувчанлигини кондуктометрик усулда аниқлаш

Керакли асбоблар, идишлар ва реагентлар. 1) кондуктометр; 2) Шиша электрод ва кумуш хлориддан тузилган датчик; 3) Магнитли аралаштиргич; 4) Титрлаш стаканлари, ҳажми 150 мл-3 та; 5) Ювгич; 6) Пипетка 20 ёки 25 мл.ли-1 та; 7) Ўлчов колбалари 200 ёки 250 мл- 3та; 8) Бюретка 25 мл.ли 1 та; 9) 0,1 N HCl стандарт еритмаси; 10) Тахминан 0,1 N NaOH еритмаси.

Ишнинг бажарилиш усули. Асбобнинг "Т", "±" ва ўлчов диапозони (рН= -I – I<sup>9</sup>) кнопкаларини босиб сўнгра уни тумблер ёрдамида токга уланади. Иш бошлангунча асбоб камида 5 мин. қизиши керак.

Титрлаш стаканига пипетка ёрдамида 20 ёки 25 мл титрланадиган кислота (фосфат ёки хлорид кислотаси ) ва шу стакан ичига авайлаб аралаштиргич стержен туширилади. Эритма тахминан 50 мл гача



дистилланган сув билан суюлтирилади. Электродларнинг эритмага ботирилган қисми ювгич ёрдамида ювилади. Титрлаш стакани эритмаси билан магнитли аралаштиргич устига қўйилади ва эритмага электродлар туширилади. Бунда электродлар идиш тубига 1 см етмай туриши, ва шу билан бирга эритмага 1,0-1,5 см ботирилган бўлиши керак.

Бюретка натрий гидроксид стандарт эритмаси билан тўлдирилади ва штативга маҳкамланиб титрлаш стаканига тўғриланади. Магнит аралаштиргич электр токига уланади ва аралаштириш тезлиги регулировка қилинади (бунда ҳаво варонкаси ҳосил бўлмаслиги керак).

**Ўқув иши.** 0.1 N HCl стандарт эритмаси ёрдамида натрий гидроксид эритмасини стандартлаш.

Титрлаш стаканига пипетка ёрдамида 20 мл 0,1 N HCl (ёки H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>) стандарт эритмасидан олинади ва уни юқорида келтирилган методика асосида NaOH нинг стандартланадиган эритмаси билан титрланади. Титрлашни камида уч марта такрорланади.

### Хлорид кислотани NaOH билан титрлаш натижалари.

I- титрлаш			2- титрлаш			3- титрлаш		

Эквивалент нуқтада сарфланган титрантнинг ўртача миқдори

$V_{\text{титрант}} = \dots \text{мл}$

**NaOH нормаллигини ҳисоблаш:** қуйидаги формула асосида амалга оширилади:

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

**Контрол иш. Фосфат кислотасини аниқлаш.** Аниқлаш усули юқорида келтирилган. Ўлчов колбасидаги контрол эритмани (чизигигача) белгисигача дистилланган сув билан суюлтирилади ва аралаштирилади. Пипетка ёрдамида аликвот қисм олиб титрланади. Титрлашни камида уч марта такрорлаш керак.

Титрлаш натижалари табеца шаклида ёзилади. Фосфат кислотаси миқдорини 1- ва 2-эквивалент нуқталаридан, қуйидаги формуладан фойдаланиб топилади:

$$Q_{\text{H}_3\text{PO}_4} = \frac{N_{\text{NaOH}} * V_{\text{NaOH}} * E_{\text{H}_3\text{PO}_4} * V_{\text{колба}}}{1000 * V_{\text{пипетка}}}$$

а) биринчи экв. Нуқта учун  $E_{\text{H}_3\text{PO}_4} = M_{\text{H}_3\text{PO}_4}$

б) иккинчи эквивалент нуқта учун  $E_{\text{H}_3\text{PO}_4} = M_{\text{H}_3\text{PO}_4} / 2$

Биринчи эквивалент нуқтадан фойдаланиб топилган натижа аниқроқ ҳисобланади.

Топилган фосфат кислота миқдори ... мг, ҳақийқий қиймати ... мг.

Аниқланиш хатоси ... %

### Назорат саволлар

1. Хаво таркибидаги захарли газларни аниқлашнинг нейтрок активацион усуллари.
2. Сув таркибидаги оғир металлларни аниқлашнинг вольтамперометрик усуллари.
3. Тупроқ таркибидаги радиоактив моддаларни радиометрик усулларда аниқлаш.
4. Тупроқ таркибидаги пестицидларни хроматографик аниқлаш.
5. Фосфоресценция ҳодисасини молекулаларнинг қандай ҳолатлари билан тушунтириш мумкин?
6. Сув таркибидаги пестицидларни аниқлаш усуллари.
7. Захарли газларни хроматографик аниқлаш.

## IV. АМАЛИЙ МАШҒУЛОТ МАТЕРИАЛЛАРИ

### 1 амалий машғулот.

#### КИМЁДА ФИЗИК-КИМЁВИЙ ТАДҚИҚОТ УСУЛЛАРИ

Амалий машғулот мақсади-олинган билимларни тугри анализ қилиш ва амалиётда қуллашни ўрганиш.

### 2. Саволлар

2.1 Камқонлик касаллигини даволашда яни қондаги гемоглабин миқдорини камайишида темир моддаси аниқроқ қилиб айтганда темир 2 сульфати препаратлари қолланилган бази ҳолларда эса кукун холидаги қайтарилган темирдан фойдаланилади.

Маълум булишича камқонликнинг яна бир қадимий даволаш усулидан бири бу «темир» олма: олма ичига ( Антон олмаси ) га бир нечта миҳни киргизиб бир сутка давомида ушланади. Сунг миҳни суғириб олиб олма йейилади. Кимё нуктаи назаридан сиз қандай қилиб ушбу жараёни тушунтириб беришингиз мумкин.

2.2. Нима сабабдан хитойликлар нонни ёғ билан йейишмайди?

2.3. Нима учун японлар узок умр қуришади? Хитойликларнинг фикрича, нон ва ёғдаги оксил инсон ҳаёти учун хавфлидир

2.4. Нима сабабдан қуна қабиласидаги хиндулар касал булишмайди?

2.5. Топшириқ. Организмни йодга (800 мг) туйинтириш учун қунига қанча миқдорда неча грамм инсон денгиз қарамидан истемол қилиши керак. 100г денгиз қарами таркибида 250 мг йод мавжуд.

2.6. Агар элементларнинг масса улуши С - 40,0 %; Н - 6,6 %; О - 53,4%;  $M_r = 180$  бўлса фруктоза углеводнинг молекуляр формуласини аниқланг.

### 3. Амалий машғулот утқишида қулланиладиган маълумотлар:

3.1. Оз миқдорда қундалиқ йод истемол қилиш организмни қалқонсимон без касаллигини олдини олишда ёрдам беради. Денгиз қарами ва денгиз губкаси йод миқдориға бой. Шунинг учун Хитойликлар ва Японияликлар илгаридан қалқонсимон без касаллигини денгиз губкасининг қули билан даволашади.

3.2. Озиқ-овқат ва соғлиқ ўзаро узвий боғлиқ. Бунга мисол қилиб инсон умрининг давомийлиги айнан озиқ-овқат рационига боғлиқ бўлишини келтириш мумкин. Хитойликлар ёғни нон билан йейишмайди. Таркибида бир –бирига мос келмайдиган оксил углевод ва ёғ бўлган таомлар организм билан ёмон ушлаштирилади.

### 3.3.3.3.

Японияликлар узок умр куришининг яна бир сабаби бу денигз махсулотларини таомларига кулланилишидадир. Улар таркибидаги ёглар туйинмаган хисобланади. Бу ёглар таркибига куп микдордаги алмашинмайдиган кислоталар ва ёгда эрувчи витаминларни киради. Ушбу икки модда , инсон организмини тетик туришида ва умр куришида

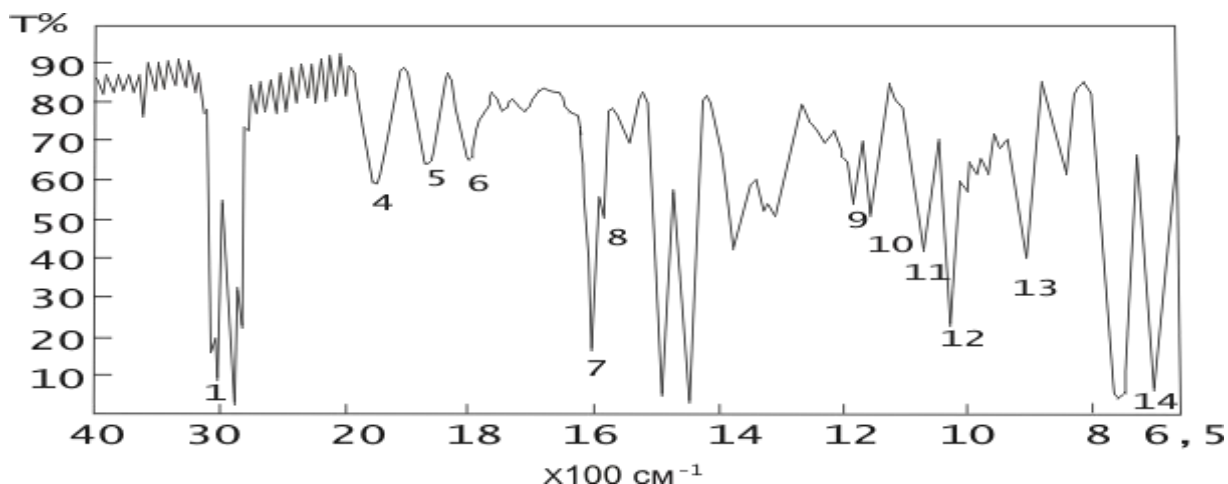
озиқ-овқат рационинг мухим қисмидан бири хисобланади.

3.4. Панама қирғогидан узок булмаган, Сан-Блас оролида яшовчи куна кабиласи хиндулари кунига 3-5 қошиқ эри-катехинга бой бўлган какаони истъемол қилишади. Шунинг учун уларда юқори артериал қон босим ва бошқа юрак-қон касалликлари кузатилмайди. Айнан какао таркибидаги эпикатехин–флавоноид, доимий қабул қилинганда юрак-қон системасини яхшилайти.

#### **Ишдан мақсад:**

Спектрофотометрларни тўлқин сони бўйича даражалаш учун, ютилиш полосаларининг максимумлари юқори аниқликда ўлчанган баъзи моддаларнинг спектрларидан фойдаланиш жуда кулай. Модданинг спектрини эталон сифатида ишлатиш учун у жуда кўп ингичка ютилиш полосаларига эга бўлиши керак. Баъзи оддий моддаларнинг (HCl, HBr, CO, H<sub>2</sub>O, NH<sub>3</sub>) тебраниш-айланиш спектрининг полосалари бундай талабга жавоб беради. Бу спектрлар ютилиш полосаларининг максимумлари 0,01 см<sup>-1</sup> аниқликкача ўлчанган. Баъзи бир суюқликларнинг ва қаттиқ пленкаларнинг спектрларини ҳам эталон сифатида ишлатиш мумкин.

Спектрнинг 700 - 4000 см<sup>-1</sup> оралиғида ишловчи спектрофотометрларни даражалашда қалинлиги 25 мкм бўлган полистирол плёнкаси ишлатилади. Полистирол, спектрнинг 2800 - 3100 см<sup>-1</sup> ва 700 - 2000 см<sup>-1</sup> оралиқларида жуда характерли ютилиш полосаларига эга (3.4 - расм). Қалинлиги 10 см ва босими 200 мм с.у. бўлган газ ҳолатидаги аммиак спектрнинг 3100 - 3500 см<sup>-1</sup> ва 700 - 1250 см<sup>-1</sup> оралиқларида, HCl буғлари 2600 - 3100 см<sup>-1</sup>, HBr буғлари 2400 - 2600 см<sup>-1</sup> ва CO нинг буғлари 2000 - 2200 см<sup>-1</sup> оралиқларда ингичка ютилиш полосаларига эга.



1-расм. Полистирол плёнкасининг инфрақизил ютилиш спектри

### Ишни бажариш тартиби:

1. Спектрофотометрнинг тегишли ёруғлик йўлига қалинлиги 25 мкм бўлган полистирол плёнкасини ўрнатинг.

2. Полистирол спектрини ёзинг ва унинг ютилиш полосаларини максимумига тўғри келувчи тўлқин сонларини ўлчанг ( $\nu_{\text{ўлчанган}}$ ).

3. Олинган спектрни эталон спектр билан солиштириб, ўхшаш полосаларни топинг. Полистиролнинг ИҚ спектрига тегишли маълумотлар илованинг 6.5. бўлимида берилган.

4. Эталон спектр полосасининг ҳақиқий қиймати ( $\nu_{\text{эталон}}$ ) билан асбоб ўлчаган (кўрсатган) қийматлари ( $\nu_{\text{ўлчанган}}$ ) орасидаги боғланишни ифодаловчи даражалаш графигини чизинг.

### 4. Вазиятли машқлар

**Вазиятли машқ 1.** Бемор куригидан маълум булишича қон плазмасидаги рН миқдори 7,2 га тенг. Нормал ҳолатда булмаган рН миқдори қандай касалликларга олиб келиши мумкин ва бу паталогияни олдини олиш мумкинми?

а) Нормал ҳолатда булмаган рН миқдори ацидозга олиб келадими?

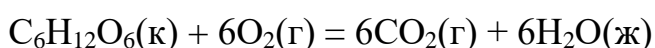
б) Нормал ҳолатда булмаган рН миқдори алкалозга олиб келадими?

в) Ушбу рН миқдорини 0,9% ли NaCl эритмаси билан қайта тикласа буладими?

г) Нормал холатда булмаган рН миқдори ни  $\text{NaHCO}_3$  эритмасини қабул қилган холда ликвидация қилса буладими ?

д) Нормал холатда булмаган рН миқдори ни  $\text{NH}_4\text{Cl}$  эритмасини қабул қилган холда ликвидация қилса буладими?

**Вазиятли машқ 2.** Қадди қоматини сақлаётган айол таркиби 180 г глюкозадан ташкил топган тортни еб қуйипти, Қанча вақт давомида ортиқча вазни кетқизиш учун. айол кир ювиши керак ( энергия сарфланиши 543 кДж/ч), Глюкозани организмда тулиқ оксидланишини қуйидаги тенглама орқали ҳисобланади бу



$$\Delta H^0_{\text{обр}}(\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6) = - 1273 \text{кДж/моль};$$

$$\Delta H^0_{\text{обр}}(\text{CO}_2) = - 394 \text{кДж/моль};$$

$$\Delta H^0_{\text{обр}}(\text{H}_2\text{O}) = - 286 \text{кДж/моль}.$$

а) термохимёвий жараёнлар қайси қонун асосида?

б) глюкозанинг оксидланиш жараёни экзотермик ҳисобланадими?

в) глюкозанинг оксидланиш жараёни эндотермик ҳисобланадими?

г) глюкоза оксидланишининг энтальпияси неччига тенг?

д) бемор қанча вақтини кир ювишга сарфлаши?

**Вазиятли машқ 3.** Тиш ўқимасининг ноорганик асоси гидроксиапатитдир:  $\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6(\text{OH})_2$ . Фторли тиш пасталарининг ишлатилиши нимага асосланган?

а) сўлак рН нинг узгаришига.

б) кальций фторидинингт ҳосил бўлишига  $\text{CaF}_2$ .

в) сўлакнинг осмотик босимининг

г) осмоснинг ўзгаришига.

д) гидроксиапатитга нисбатан кам эрийдиган, фторапатитнинг асосида.

**Вазиятли машқ 4.** Лабораторияда янги дори ишлаб чиқарилди. Унинг яроқлийлик муддати 3 йилни ташкил қилиши лозим  $T = 20^\circ\text{C}$ . Дори воситасини тиббиёт амалиётида тезроқ қўллаш мақсадида тезлаштирилган саклаш усулидан фойдаланилди. Агар тезлик температура коэффиценти  $\gamma = 2$  бўлса яроқлийлик муддати қанча вақтга чўзилади

а) тезлаштирилган саклаш усули нимага асосланган?

- б) Вант-Гоффа қоидасининг математик шаклини ёзинг?
- в) 30<sup>0</sup>С да канча вақт давомида дори воситасини сақлаш мумкин?
- г) 40<sup>0</sup>С да канча вақт давомида дори воситасини сақлаш мумкин?
- д) 50<sup>0</sup>С да канча вақт давомида дори воситасини сақлаш мумкин?

### Назорат саволлари:

1. Спектр нима?
2. Спектрофотометрлар қайси соҳада ишлайди?
3. ИК-спектр соҳасини
4. Атом-абсорбцион усулда фоннинг нурланиши ва ютиши нима? Улар анализга қандай таъсир кўрсатади? Бу таъсир қандай ҳисобга олинади?
5. Сифатий спектрал анализни қайси усул билан ўтказиш маъқул
6. Спектрофотометрик анализ нимага асосланган?
7. Рентгеноскопик анализ усуллари нимага асосланган? Хос рентген нурлари сустлаштирувчи нурлардан нимаси билан фарқланади? Уларнинг қандай имкониятлари бор?
8. Спектрал буферлар, қўлланилиш соҳалари.
9. Спектрофотометр асосий схемасини нима ташкил этади? 10. Сифат ва миқдорий рентгеноспектрал анализ қандай бажарилади? Спектрофотометрик ва фотометрик анализ методлари.

2

амалий машғулот.

### АТРОФ-МУҲИТНИНГ АНАЛИТИК КИМЁСИ

#### Оқава сувлари таркибидаги қўрғошин ионини аниқлаш

**Ишнинг мақсади:** қўрғошин нитратни 1 н калий нитрат эритмаси ёрдамида полярограммасини чизиш ва унинг ярим тўлқин потенциалини аниқлаш.

**Керакли асбоблар:** 1) 1,0 н калий нитрат эритмаси, фон электролит сифатида;

- 2) 0,500 мг/мл тутган қўрғошин нитрат эритмаси;
- 3) кукунсимон желатин;
- 4) 0,5 г натрийсульфит.

Ишнинг бориши: 50,0 мл ли ўлчов колбасига кўрғошин нитратнинг стандарт эритмасидан 1,0, 3,0, 5,0, 7,0, 10,0 мл эритмаси (ноьмалум концентрациядан эса 10 мл ) ва 1,0 н калий нитрат эритмасидан 5,0 мл ва 5,0 мл 0,5% г желатин 0,5 кукунсимон натрий сульфит кўшилади ва белгисигача бидистиллангна сув билан келтирилади. 2 секунд давомида симоб томчисида мис(II) ионининг қайтарилиш полярограммаси чизилади. Олинган натижалардан градуировкали график чизиб, ноьмалум миқдордаги мисни миқдори ўлчанади.

### Ер ости ва қудуқ сувларининг қаттиқлигини аниқлаш

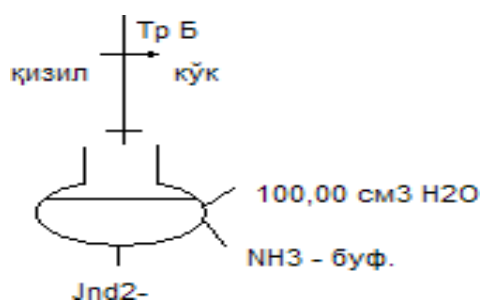
Ишнинг мақсади: Ер ости суви таркибидаги кальций ва магний ионларининг миқдорини комплексонометрик усулда аниқлаш.

Керакли жихозлар ва реактивлар:

1. Эриохром қора индикатор;
2. Аммиакли буфер;
3. ЭДТА нинг фиксанали;
4. бюретка, пипетка ва колбалар.

Ишнинг бориши: ер ости сувидан 100 мл олиб титрлаш колбасига соламиз, устига 1 чимдим эриохром қора ва аммиакли буфердан 5,0 мл солиб, бюреткадаги ЭДТА билан кизил рангдан кўк рангга утгунча титрланади. Титрлаш камида уч марта олиб борилади.

**.Сувни қаттиқлигини аниқлаш.**  
 Сувнинг қаттиқлиги - 1 дм<sup>3</sup> сувдаги Mg<sup>+2</sup>, Ca<sup>+2</sup> нинг мг.эқв. миқдори билан аниқланади.



Олинган натижалар қуйидаги формула орқали ҳисобланади.

$$H = N_{\text{Тр Б}} V_{\text{Тр Б}} * 1000 / V_{\text{H}_2\text{O}}$$

Сувнинг қаттиқлик даражасига кўра кўрсаткичи 3 га бўлинади: 1. Юмшоқ сув - 3 мг-эқв/л гача  
 2. Ўртача қаттиқликдаги сув - 3- 6 мг-эқв/л гача  
 3. Қаттиқ сув - 6 мг-эқв/л ва ундан юқори



## **Полярографик усулда кадмий миқдорини тупроқ таркибидан аниқлаш**

**Ишнинг мақсади:** тупроқ таркибидаги кадмий ионини полярографик усулда аниқлаш.

**Керакли асбоблар:** 1) 1,0 н калий хлорид эритмаси, фон электролит сифатида;

2) 0,500 мг/мл тутган кадмий хлорид эритмаси;

3) кукунсимон желатин;

4) 0,5 г натрийсульфит.

Ишнинг бориши: 50,0 мл ли ўлчов колбасига кадмий хлорид эритмасининг стандарт эритмасидан 1,0, 3,0, 5,0, 7,0, 10,0 мл эритмаси (ноъмалум концентрациядан эса 10 мл ) ва 1,0 н калий хлорид эритмасидан 5,0 мл ва 5,0 мл 0,5% г желатин 0,5 кукунсимон натрий сульфит қўшилади ва белгисигача бидистиллангна сув билан келтирилади. 2 секунд давомида симоб томчисида кадмий ионларининг қайтарилиш полярограммаси чизилади. Олинган натижалардан градуировкали график чизиб, ноъмалум миқдордаги кадмий миқдори ўлчанади. Бунда уларнинг тўлқин узунликлари фарқи 0,2 в дан катталиги орқали уларни битта эритмада аниқлаш мумкинли назарда тугилади. Тупроқ таркибидаги кадмий иони тутган эритмадан аликвот қисм олинади ва полярограммаси улчанади. Градуировкали графикдан тупроқ таркибидаги кадмий миқдори топилади.

## **Ичимлик суви таркибидаги темир ионларини спектрофотометрик усулда аниқлаш**

Методнинг моҳияти: ушбу усул рН 1,8-2,5 бўлганда Fe(III) нинг бинафша рангли моносалицилат комплексини ҳосил қилишига асосланган.

Комплекс бирикма тўлқин узунлиги  $\lambda=510\text{нм}$  бўлган нурни максимал ютиш қобилиятига ега. Бу тўлқин узунлигида моляр сўндириш коэффициенти 1,8,10<sup>3</sup> га тенг.

Керакли асбоблар, идишлар ва реактивлар;

1. Фотоколориметр ФЕК -56 ёки КФК-2.
2. 6 та 50 мл ли ўлчов колбалари;
3. 1 та 10 мл пипетка;
4. Ювгич;
5. Fe(III)нинг 0,1 мг/мл ли стандарт эритмаси;
6. 10% ли сульфосалицил кислота эритмаси;
7. 2 н сульфат кислота эритмаси;

Анализ даражаланган график усули бўйича бажарилади: 100 мл ли ўлчов колбасига 20 мл 0,1 мг/мл ли Fe(III) нинг стандарт еритмасидан пипетка ёки бюретка ёрдамида солинади ва чизигигача суьлтирилади. Бунда Fe(III) нинг титри 0,02 мг/мл ли стандарт тузи эритмаси ҳосил бўлади. 50 мл ли ўлчов колбаларига пипетка ёрдамида 1,5, 3,0, 4,5, 6,0, 7,5; мл Fe(III) стандарт еритмасидан ва устига 1 мл 2н H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> ва 5мл дан 10% ли сулфосалицил кислота қўшилади, чизигигача дистилланган сув солиб яхшилаб аралаштирилади. Сўнгра рангли тиниқ еритмаларнинг оптик зичликлари кўк барг рангли, ёруғлик филтри (510 нм) ва қалинлиги 5,0 см бўлган кювета ёрдамида КФК-56 ёки КФК-2 да сувга нисбатан ўлчанади. Олинган натижалардан даражаланган график тузиб, миллиметрли қоғозга чизилади.

Ўлчаш натижалари ва ҳисоблаш натижалари

T/r	Олинган стандарт эритма V, мл	C <sub>i</sub> Fe(III) мг	Оптик зичлик A <sub>i</sub>	C <sub>i</sub> A <sub>i</sub>	C <sub>i</sub> <sup>2</sup>	A нинг ҳисобланган қийматилари
1	1,5	0,03				
2	3,0	0,06				
3	4,5	0,09				
4	6,0	0,12				
5	7,5	0,15				

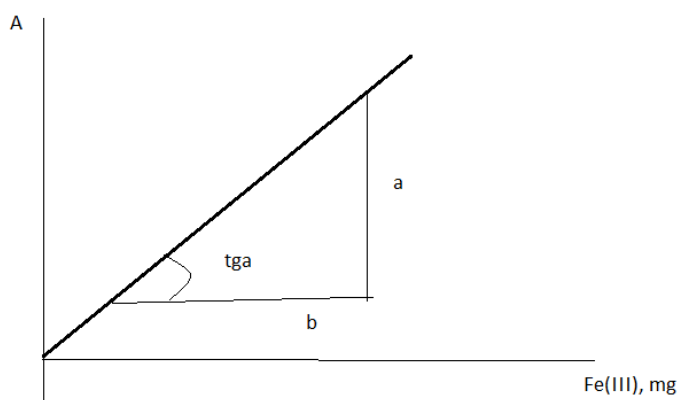
Моляр сўндириш коэффициентини аниқлашнинг: 1 усули

$$K = \frac{\sum C_i A_i}{\sum C_i^2}$$

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{a}{b}$$

$$\Xi = \frac{\text{ордината масштаби}}{\text{абсисса масштаби}}$$

$$k = \operatorname{tg} \alpha \cdot \Xi$$



Берилган контрол еритмани чизигигача дистилланган сув солиб аралаштирилади. Сунгра ундан 50 мл ли учта колбага бир ҳил алиқвот қисмлар олинади (қанча алиқвот қисм олиш кераклигини ўқитувчи айтади)

ва ҳар бирининг устига 1,0 мл 2 н  $H_2SO_4$ ; 5,0 мл 10% -ли сулфосалисил кислота кўшилади. Чизигигача дистилланган сув солиниб аралаштирилади ва сувга нисбатан оптик зичликлари ўлчанади.

Нома`лум модда миқдори қуйидагича аниқланади:

$$C_x = \frac{A_x}{K}$$

$A_x$ - контрол еритманинг оптик зичлиги

$K$ -моляр сўндириш коэффициент

$C_x$  (мг) аликвот қисмидаги (мл)

$$X \text{ mg} = \frac{C_x \cdot 100}{\text{аликвот қисм}}$$

Fe нинг ҳақиқий миқдори  $X$  мг " контрол еритмадаги Fe(III) нинг умумий миқдори

Абсолют ва нисбий хатолари аниқланади.

3

амалий машғулот.

### **МОДДАЛАРНИНГ СИФАТ ВА МИҚДОРИЙ ТАРКИБИНИ АНИҚЛАШДАГИ ҲОЗИРГИ ЗАМОН АНАЛИТИК КИМЁ ФАНИНИНГ ДОЛЗАРБ МАСАЛАЛАРИ**

**Атомларнинг чиқариш спектрлари бўйича сифат анализи ўтказиш**

**Ишдан мақсад:** Чиқариш спектрига қараб намунанинг таркибида қандай элементлар борлигини сифатий таҳлил қилиш учун спектрда бу элементга тегишли чизикларнинг бор-йўқлигини аниқлаш етарлидир. Бошқача қилиб айтганда, спектр чизикларининг тўлқин узунлигини ўлчаш шарт эмас. Бу иш намунанинг спектрини спектр чизикларининг тўлқин узунлиги маълум бўлган бирор элемент спектри билан таққослаш орқали амалга оширилади.

Сифатий таҳлилнинг муваффақияти кўп жиҳатдан спектрнинг қандай олинганлигига боғлиқ. Бунда ёруғлик манбаини танлаш, намунани ёруғлик манбаига киритиш усули, спектр олувчи асбобни ва таҳлил қилиш учун тегишли спектр чизикларини танлаш муҳим аҳамиятга эга. Намунанинг таркибини аниқлашда қуйидаги ақидани назарда тутмоқ керак. Бирор элементга тегишли спектр чизикнинг намунанинг спектрида бўлмаслиги, унинг мутлақо йўқлигидан эмас, балки унинг намунадаги миқдори усулнинг сезгирлик даражасидан паст эканлигидан далолат беради. Шунинг учун, сифатий таҳлилда талабга жавоб берадиган усулни танлаш керак. Танланган усулнинг сезгирлигини таркиби аниқ бўлган намуналарни таҳлил қилиш орқали аниқлаш мумкин.

**Спектрларни «ўқиш» (спектр чизикларнинг тўлқин узунлигини топиш ва уларнинг қайси элементга тегишлилигини аниқлаш) усули**

Сифат таҳлилидаги энг қийин иш намунанинг спектрини «ўқиш» дир. Бу ишни спектропроектор ёрдамида амалга ошириш жуда қулай. Спектрни «ўқиш»нинг асосий усуллари тўлқин узунликларининг шкаласи сифатида хизмат қиладиган темир спектри билан намуна спектрини таққослашга асослангандир, чунки темирнинг чиқариш спектри жуда яхши ўрганилган. Бунинг учун, битта фотографик пластинкага Гартман диафрагмаси ёрдамида ўрганилаётган намунанинг ва темирнинг спектрлари остин-устун қилиб туширилади. Фотографик пластинкадаги ва атласдаги темир спектрларининг ўхшашлигини топиш куйидагича амалга оширилади. Олдин номаълум спектрнинг ўрганилаётган қисмига яқин бўлган темир спектридаги характерли гуруҳлар ахтарилади. Кейин, шу гуруҳ чизикларининг сурати туширилган атласнинг варағи (темир спектри маълум қисмининг сурати туширилган фотографик қоғоз) топилади. Фотопластинкага туширилган темир спектрининг спектропроектор экрандаги тасвири устига атлас варағидаги спектр қўйилади. Темирнинг экрандаги ва варақдаги спектрлари устма-уст тушгунча варақ силжитиб тўғриланади.

Шунинг учун ҳам, темир спектрини яхши билиш ва ундаги чизикларни чаққон, тез ва аниқ топишни ўрганиш керак. Бу масалани осонлаштириш учун темир спектрининг турли қисмларида жойлашган баъзи характерли, ажралиб турадиган чизиклар гуруҳини эслаб қолиш фойдалидир.

Темир спектрининг характерли чизикларини ўз ичига олган гуруҳларини жадвалдан топиш мумкин.

**Жадвал. Темир спектридаги ажралиб турадиган, характерли чизикларнинг гуруҳлари**

№	Атлас варағининг рақами	Спектрнинг қисми А ларда	Изоҳ
1	5 - 6	2259,3 - 2260,9	уч чизикдан иборат гуруҳ.
2	7	2343,5 - 2344,3	учта интенсив чизикдан иборат
3	8	2410,5; 2411,1	гуруҳ.
4	10	2562,5; 2563,5	интенсивлиги тенг бўлган иккита
5	11	2598,4; 2599,6	чизик.
			иккита интенсив чизик.
6	13	2866,6 - 2869,3	интенсивлиги тахминан тенг
7	15	3016,2 - 3021,1	бўлган иккита сезгир
8	15	3057,5 - 3100,7	(концентрацияга) чизик.
			тўртта чизикдан иборат гуруҳ.
9	16	3219,9 - 3225,8	тўртта чизикдан иборат гуруҳ.
10	17	3366,8 - 3384,0	олтитасининг орасидаги масофа

11	20	4045,8 - 4071,8	бир-бирига тенг бўлган еттита интенсив чизикдан иборат гуруҳ. учта интенсив чизик. ўртача интенсивликдаги учтадан чизикқа эга бўлган икки гуруҳ. учта интенсив чизик. тўртта интенсив чизик. бир-биридан тенг масофада жойлашган бешта ч-қ
12	21	4873,0 - 4959,0	
13	23	6393,5 - 6430,9	

### **Номаълум модданинг таркибини унинг чиқариш спектри орқали аниқлаш**

Номаълум моддада қайси элементлар борлигини аниқлаш учун, унинг спектридаги чизикларнинг тўлқин узунлигини топиш керак. Бу иш, спектрал атлас орқали амалга оширилади. Намунанинг аниқланаётган чизиғи билан атласнинг устма-уст тушган чизиғи топилади ва шу чизикнинг тўлқин узунлиги ҳамда қайси элементга тегишли эканлиги ёзиб олинади.

Ишнинг бу босқичида номаълум модданинг спектридаги чизик атласдаги устма-уст тушган чизикни чиқараётган кимёвий элементга тегишли эканлигига тўлиқ ишониб бўлмайди. Чунки, атласда чизиғининг интенсивлиги катта бўлган элементлар белгиланган холос. Шунинг учун, атласда белгиланган чизик устига бошқа кимёвий элементнинг интенсивлиги паст бўлган (шунинг учун атласда белгиланмаган) спектр чизиғининг устма-уст тушиб қолиш эҳтимолияти йўқ эмас. Юқорида баён қилинган номаълум спектрни «ўқиш»нинг биринчи босқичи спектр чизикнинг тўлқин узунлигини топишни (спектрографнинг чизикли дисперсиясига боғлиқ бўлган аниқликда) ва у чизик атласда кўрсатилган кимёвий элементга тегишли бўлиши мумкинлигини (эҳтимол, шу элементга тегишли) кўрсатади. Энди спектрни «ўқиш»нинг энг қийин ва масъулиятли қисми бошланади, яъни шу чизик қайси элементга тегишли эканлигини аниқ топиш керак. Бунинг учун атласда кўрсатилган элементдан ташқари қайси элементларнинг тўлқин узунликлари яқин бўлган чизиклари борлигини ва уларнинг устма-уст тушиш эҳтимолиятини тадқиқ қилиш керак. Буни аниқ тадқиқ қилиш учун, спектр чизикларнинг жадвалига мурожаат қилмоқ керак. Жадвалдан тўлқин узунлиги аниқланаётган чизикқа мос тушувчи ёки яқин бўлган ҳамма кимёвий элементларни ёзиб олиш керак. Жадвалдан шу нарса кўринадики, тўлқин узунликларининг ихтиёрий олинган кичкина оралиғида ҳар хил элементларнинг тўлқин узунликлари бир-бирига жуда яқин бўлган кўп чизиклари ётади. Бу спектр чизикларнинг тўлқин узунликлари ангстремнинг ўндан бир, ҳатто юздан бир улушича фарқ қилади, холос. Одатда таҳлил учун қўлланиладиган спектрал асбобларбу чизикларни алоҳида-алоҳида ажратиб кўриш имкониятини бермайди. Жадвалдан элементларнинг номини ёзиб олишда аниқланаётган чизик атрофидаги тўлқин узунликларининг қандай оралиғини қамраб олиш керак деган савол туғилади. Бу саволга жавоб бериш учун спектрларнинг сурати

туширилган асбобнинг ажратиб кўрсата олиш қобилиятини билиш керак. Бунинг учун, темир спектридаги интенсивлиги паст бўлган ва бир-бирига жуда яқин турган (орасидаги масофа бундан кам бўлса уларни ажратиш қийин бўлсин) иккита чизиқ олинади. Бу чизиқлар тўлқин узунлиги аниқланаётган чизиққа яқин жойда жойлашган бўлиши керак. Бу ҳолда уларнинг тўлқин узунликлари орасидаги  $\Delta\lambda$  фарқ спектрнинг шу қисми учун спектрал асбобнинг ажратиб кўрсата олиш кучини характерлайди.

Демак, жадвалдан тўлқин узунликлари ўрганилаётган чизиқнинг иккала томонида  $\pm\Delta\lambda$  оралиқда жойлашган элементларнинг номларини ёзиб олиш керак. Энди бу рўйхатдан, спектр олишда ишлатилган ёруғлик манбаида қўзғалмайдиган элементларни ҳамда, намуна таркибида бўлиш эҳтимолияти кам бўлган (масалан, нодир ва кам учрайдиган металллар) элементларни рўйхатдан ўчириш керак.

Тўлқин узунлиги аниқланаётган спектр чизиқнинг маълум элементга тегишлилигини айтиш учун қуйидагича фикр юритилади. Агар, шу чизиқ рўйхатдаги элементлардан бирига тегишли бўлса, спектрда шу элементнинг, интенсивлиги бундан каттароқ бўлган бошқа чизиқлари, ҳеч бўлмаганда эса унинг «охирги» чизиқлари албатта бўлади ҳамда улар интенсивликларининг нисбати жадвалда кўрсатилганидай бўлиши керак.

Шуни назарда тутмоқ керакки, бу элементларнинг спектр чизиқлари ичида, албатта, унинг «охирги» чизиқлари бўлмоғи керак. Ҳатто шу аниқланаётган чизиқ «охирги» чизиқлардан бири бўлганда ҳам спектрда, албатта, интенсивлиги бундан кам бўлмаган бошқа «охирги» чизиқлар бўлади.

Бундан кўриниб турибдики, қўйилган масалани ечиш учун, спектр чизиқлар жадвалидан намунада борлиги гумон қилинаётган элементнинг ишлатилган ёруғлик манбаида уйғонадиган 2 - 3 та «охирги» чизиғининг тўлқин узунлигини ёзиб олиш ва уларни шу спектрдан ахтариб топишга ҳаракат қилиш керак.

Тўлқин узунлиги аниқланаётган чизиқ тегишлилиги гумон қилинаётган элементларнинг қайси бирини (ёки қайсиларини) «охирги» чизиқлари спектрда бўлса, ўшасига (ёки ўшаларига) тегишли бўлади.

## VII. ГЛОССАРИЙ

Термин	Ўзбек тилидаги шарҳи	Инглиз тилидаги шарҳи
<b>electrodes</b>	Электронларни берувчи ёки олувчи қурилма	Device that moves electrons into or out of a solution by conduction.
<b>calibration</b>	Аналитик сигнални концентрацияга тугри пропорционаллик графиги (Прямопропорциональная зависимость концентрации от различных аналитических сигналов)	the checking, adjusting, or systematic standardizing of the graduations of a quantitative measuring instrument.
<b>anion</b>	Манфий зарядга эга булган ион	Ions with a negative charge.
<b>anode</b>	Оксидланиш-қайтарилиш жараёнида мусбат зарядланган электрод булиб унга анионлар ҳаракат қилади	The electrode where electrons are lost (oxidized) in redox reactions
<b>cations</b>	Мусбат зарядга эга булган ион	Ion with a positive charge.
<b>dissociation</b>	Ионларга парчаланадиган	Breaking down of a compound into its components to form ions from an ionic substance.
<b>electrochemical cell</b>	Электронлар ҳаракати натижасида пайдо булган электр токи	Gives an electric current with a steady voltage as a result of an electron transfer reaction.
<b>electrolysis</b>	Электрокимёвий таъсирланиш натижасида кимёвий структурани узғариши	Changing the chemical structure of a compound using electrical energy.
<b>electromagnetic spectrum</b>	Спектрнинг ультрабинафша ва қўринувчи қисмларида жойлашган ютилиш спектрлари молекуланинг электрон ҳолатлари ўртасидаги ўтишлар ҳисобига	Complete range of wavelengths which light can have. These include infrared, ultraviolet, and all other types of electromagnetic radiation,

	ҳосил бўлади, шунинг учун ҳам уларни электрон ютилиш спектрлари дейилади.	as well as visible light.
<b>pH</b>	Водород ионларини курсаткичи эритма муҳитини билдиради	Measures the acidity of a solution. It is the negative log of the concentration of the hydrogen ions in a substance.



## VII. АДАБИЁТЛАР РЎЙХАТИ

### АДАБИЁТЛАР РЎЙХАТИ

#### I. Ўзбекистон Республикаси Президентининг асарлари

1. Мирзиёев Ш.М. Буюк келажагимизни мард ва олижаноб халқимиз билан бирга қурамиз. – Т.: “Ўзбекистон”, 2017. – 488 б.
2. Мирзиёев Ш.М. Миллий тараққиёт йўлимизни қатъият билан давом эттириб, янги босқичга кўтарамиз. 1-жилд. – Т.: “Ўзбекистон”, 2017. – 592 б.
3. Мирзиёев Ш.М. Халқимизнинг розилиги бизнинг фаолиятимизга берилган энг олий баҳодир. 2-жилд. Т.: “Ўзбекистон”, 2018. – 507 б.
4. Мирзиёев Ш.М. Нияти улуғ халқнинг иши ҳам улуғ, ҳаёти ёруғ ва келажаги фаровон бўлади. 3-жилд.– Т.: “Ўзбекистон”, 2019. – 400 б.
5. Мирзиёев Ш.М. Миллий тикланишдан – миллий юксалиш сари.4-жилд.– Т.: “Ўзбекистон”, 2020. – 400 б.

#### II. Норматив-ҳуқуқий ҳужжатлар

6. Ўзбекистон Республикасининг Конституцияси. – Т.: Ўзбекистон, 2018.
7. Ўзбекистон Республикасининг 2020 йил 23 сентябрда қабул қилинган “Таълим тўғрисида”ги ЎРҚ-637-сонли Қонуни.
8. Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2015 йил 12 июнь “Олий таълим муасасаларининг раҳбар ва педагог кадрларини қайта тайёрлаш ва малакасини ошириш тизимини янада такомиллаштириш чора-тадбирлари тўғрисида”ги ПФ-4732-сонли Фармони.
9. Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2017 йил 7 февраль “Ўзбекистон Республикасини янада ривожлантириш бўйича Ҳаракатлар стратегияси тўғрисида”ги 4947-сонли Фармони.
10. Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2017 йил 20 апрель “Олий таълим тизимини янада ривожлантириш чора-тадбирлари тўғрисида”ги ПҚ-2909-сонли Қарори.
11. Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2018 йил 21 сентябрь “2019-2021 йилларда Ўзбекистон Республикасини инновацион ривожлантириш стратегиясини тасдиқлаш тўғрисида”ги ПФ-5544-сонли Фармони.
12. Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2019 йил 27 май “Ўзбекистон Республикасида коррупцияга қарши курашиш тизимини янада такомиллаштириш чора-тадбирлари тўғрисида”ги ПФ-5729-сон Фармони.
13. Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2019 йил 17 июнь “2019-2023 йилларда Мирзо Улуғбек номидаги Ўзбекистон Миллий университетида талаб юқори бўлган малакали кадрлар тайёрлаш тизимини тубдан такомиллаштириш ва илмий салоҳиятини ривожлантириш чора-тадбирлари тўғрисида”ги ПҚ-4358-сонли Қарори.

14. Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2019 йил 27 август “Олий таълим муассасалари раҳбар ва педагог кадрларининг узлуксиз малакасини ошириш тизимини жорий этиш тўғрисида”ги ПФ-5789-сонли Фармони.

15. Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2019 йил 8 октябрь “Ўзбекистон Республикаси олий таълим тизимини 2030 йилгача ривожлантириш концепциясини тасдиқлаш тўғрисида”ги ПФ-5847-сонли Фармони.

16. Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2020 йил 12 август “Кимё ва биология йўналишларида узлуксиз таълим сифатини ва илм-фан натижадорлигини ошириш чора-тадбирлари тўғрисида”ги ПҚ-4805-сонли Қарори.

17. Ўзбекистон Республикаси Президенти Шавкат Мирзиёевнинг 2020 йил 25 январдаги Олий Мажлисга Мурожаатномаси.

18. Ўзбекистон Республикаси Вазирлар Маҳкамасининг 2019 йил 23 сентябрь “Олий таълим муассасалари раҳбар ва педагог кадрларининг малакасини ошириш тизимини янада такомиллаштириш бўйича қўшимча чора-тадбирлар тўғрисида”ги 797-сонли Қарори.

19. Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2020 йил 12 августдаги “Кимё ва биологияни йўналишларида узлуксиз таълим сифатини ва илм-фан натижадорлигини ошириш чора-тадбирлари тўғрисида”ги ПҚ-4805-сонли Қарори.

### **Ш. Махсус адабиётлар**

20. Акбаров Х.И., Тиллаев Р.С., Саъдуллаев Б.У. Физикавий кимё. “Университет”, 2014, 436 б.

21. Акбаров Х.И., Саъдуллаев Б.У., Холиқов А.Ж. Физикавий кимё. “Университет”, 2019, 540 б.

22. Акбаров Х.И. Физикавий кимё курсидан семинарлар. Тошкент. 2018, 80 б.

23. Акбаров Х.И. Физикавий кимё фанидан лаборатория машғулоти. Тошкент, 2019, 96б .

24. Асекретов О.К., Борисов Б.А., Бугакова Н.Ю. и др. Современные образовательные технологии: педагогика и психология: монография. – Новосибирск: Издательство ЦРНС, 2015. – 318 с. <http://science.vvsu.ru/files/5040BC65-273B-44BB-98C4-CB5092BE4460.pdf>

25. Белогуров А.Ю. Модернизация процесса подготовки педагога в контексте инновационного развития общества: Монография. – М.: МАКС Пресс, 2016. – 116 с. ISBN 978-5-317-05412-0.

26. Гулобод Қудратуллоҳ қизи, Р.Ишмухамедов, М.Нормухаммедова. Анъанавий ва ноанъанавий таълим. – Самарқанд: “Имом Бухорий халқаро илмий-тадқиқот маркази” нашриёти, 2019. 312 б.
27. Муслимов Н.А ва бошқалар. Инновацион таълим технологиялари. Ўқув-методик қўлланма. – Т.: “Sano-standart”, 2015. – 208 б.
28. Стромберг А.Г., Семченко Д.П. Физическая химия. М.: «Высшая школа». 2019.
29. Олий таълим тизимини рақамли авлодга мослаштириш концепцияси. Европа Иттифоқи Эрасмус+ дастурининг кўмагида. [https://hiedtec.ecs.uniruse.bg/pimages/34/3\\_UZBEKISTAN-CONCEPT-UZ.pdf](https://hiedtec.ecs.uniruse.bg/pimages/34/3_UZBEKISTAN-CONCEPT-UZ.pdf)
30. Томина Е.В. Модульная технология обучения химии в современном образовательном процессе: Учебно-методическое пособие 2018. <http://bookzz.org/>
31. Тожимухаммедов Ҳ.С. Замонавий органик кимё. Малака ошириш курси тингловчилари учун ўқув қўлланма. Тошкент, “Мумтоз сўз”, 2019 й.
32. Тожимухаммедов Ҳ. С. Органик барикмаларнинг тузилиши ва реакцияга киришиш қобилияти. Тошкент, “Мумтоз сўз”, 2019 й.
33. Тожимухаммедов Ҳ. С. Нитрозофенолларнинг синтези ва хоссалари. Монография. Тошкент, “Мумтоз сўз”, 2020 й.
34. Турабов Н.Т., Сманова З.А., Кутлимуратова Н.Х. Аналитик кимё. // Тошкент 2019 й. 247 б.
35. Усмонов Б.Ш., Ҳабибуллаев Р.А. Олий ўқув юртларида ўқув жараёнини кредит-модуль тизимида ташкил қилиш. Ўқув қўлланма. Т.: “Tafakkur” нашриёти, 2020 й. 120 бет.
36. Ибраймов А.Е. Масофавий ўқитишнинг дидактик тизими. Методик қўлланма/ тузувчи. А.Е. Ибраймов. – Тошкент: “Lesson press”, 2020. 112 бет.
37. Ишмухамедов Р.Ж., М.Мирсолиева. Ўқув жараёнида инновацион таълим технологиялари. – Т.: «Fan va texnologiya», 2014. 60 б.
38. Игнатова Н. Ю. Образование в цифровую эпоху: монография. М-во образования и науки РФ. – Нижний Тагил: НТИ (филиал) УрФУ, 2017. – 128 с. [http://elar.urfu.ru/bitstream/10995/54216/1/978-5-9544-0083-0\\_2017.pdf](http://elar.urfu.ru/bitstream/10995/54216/1/978-5-9544-0083-0_2017.pdf)
39. Золотов Ю.А. Аналитическая химия. Учебник для вузов. Кн. 1,2. - М.: Высшая школа. 2018. 615 с.
40. Шохидоятлов Ҳ.М., Хўжаниёзов Ҳ. Ў., Тожимухаммедов Ҳ.С. Органик кимё. Университетлар учун дарслик. Тошкент, “Фан ва технология”. 2014 йил .
41. Advances in Physical Organic Chemistry. Explore book series content. Latest volumes: Volume 53, pp. 2–104 (2019); Volume 52, pp. 2–143 (2018); Volume 51, pp. 2–219 (2017)

42. Steve Taylor “Destination” Vocabulary and grammar”, Macmillan 2010.
43. David Spencer “Gateway”, Students book, Macmillan 2012.
44. Ckoog D.M. West. Fundamentals of Analytical Chemistry Brouks/Cole/ Cengage learning USA, 2014.
45. Mitchell H.Q., Marileni Malkogianni “PIONEER”, B1, B2, MM Publiciations. 2015. 191.
46. Mitchell H.Q. “Traveller” B1, B2, MM Publiciations. 2015. 183.
47. Lindsay Clandfield and Kate Pickering “Global”, B2, Macmillan. 2013. 175.
48. English for Specific Purposes. All Oxford editions. 2010, 204.
49. Wolfgang Scharte. Basic Physical chemistry. Germany, 2014.
50. Christian G.D., Analytical chemictry University of Washington, USA, 2009.

#### **IV. Интернет сайтлар**

51. <http://edu.uz> – Ўзбекистон Республикаси Олий ва ўрта махсус таълим вазирлиги
52. <http://lex.uz> – Ўзбекистон Республикаси Қонун ҳужжатлари маълумотлари миллий базаси
53. <http://bimm.uz> – Олий таълим тизими педагог ва раҳбар кадрларини қайта тайёрлаш ва уларнинг малакасини оширишни ташкил этиш бош илмий-методик маркази
54. <http://ziyonet.uz> – Таълим портали Ziyonet
55. <http://natlib.uz> – Алишер Навоий номидаги Ўзбекистон Миллий кутубхонаси
56. [www.chemnet.ru](http://www.chemnet.ru) – химическая информационная сеть (Россия).
57. [www.anchem.ru](http://www.anchem.ru) – Аналитическая химия и химический анализ. Портал химиков- аналитиков.
58. <http://www.chemspider.com/> – Химических соединений и смесей, принадлежащая королевскому химическому обществу Великобритании.
59. <http://www.natlib.uz> – Алишер Навоий номидаги Ўзбекистон Миллий кутубхонаси