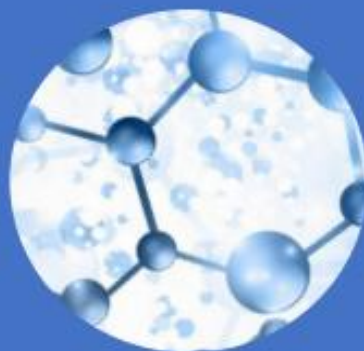


**ТОШКЕНТ КИМЁ-ТЕХНОЛОГИЯ ИНСТИТУТИ  
ҲУЗУРИДАГИ ПЕДАГОГ КАДРЛАРНИ ҚАЙТА  
ТАЙЁРЛАШ ВА МАЛАКАСИНИ ОШИРИШ ТАРМОҚ  
МАРКАЗИ**



**КИМЁВИЙ ТЕХНОЛОГИЯ**

(ноорганик моддалар ва минерал  
ўғитлар ишлаб чиқариш бўйича)  
йўналиши

**TOSHKENT  
KIMYO-TEKNOLOGIYA  
INSTITUTI**

**« ИШЛАБ ЧИҚАРИШДА ЗАМОНАВИЙ  
ИНСТРУМЕНТАЛ ФИЗИК-КИМЁВИЙ ТАҲЛИЛ  
УСУЛЛАРИ »  
модули бўйича**

**ЎҚУВ-УСПУБИЙ МАЖМУА**

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

**Тузувчилар:**

**З.А.Бабаханова** - Тошкент кимё-технология институти,  
“Силикат материаллар, нодир ва камёб  
металлар технологияси” кафедраси профессори, т.ф.д.

*Ўқув -услугий мажмуа Тошкент кимё-технология институти  
Кенгашининг 20\_\_ йил \_\_\_\_\_ -сонли  
қарори билан нашрга тавсия қилинган.*

## **МУНДАРИЖА**

<b>I. ИШЧИ ДАСТУР .....</b>	<b>4</b>
<b>II. МОДУЛНИ ҶЌИТИШДА ФОЙДАЛАНИЛАДИГАН ИНТЕРФАОЛ ТАЪЛИМ МЕТОДЛАРИ .....</b>	<b>10</b>
<b>III. НАЗАРИЙ МАТЕРИАЛЛАР.....</b>	<b>21</b>
<b>IV. АМАЛИЙ МАШЃУЛОТ МАТЕРИАЛЛАРИ .....</b>	<b>77</b>
<b>V. БИТИРУВ ИШЛАРИ УЧУН МАВЗУЛАР .....</b>	<b>110</b>
<b>VI. КЕЙСЛАР БАНКИ.....</b>	<b>111</b>
<b>VII. ГЛОССАРИЙ.....</b>	<b>114</b>
<b>VIII. АДАБИЁТЛАР РЃЙХАТИ .....</b>	<b>121</b>
<b>IX. МУТАХАССИС ТОМОНИДАН БЕРИЛГАН ТАҚРИЗ .....</b>	<b>122</b>

## I. ИШЧИ ДАСТУР

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 Ўзбекистоннинг миллий тикланишдан миллий юксалиш босқичида олий таълим вазифалари, таълим-тарбия жараёнларини ташкил этишнинг норматив-ҳуқуқий ҳужжатлари, илғор таълим технологиялари ва педагогик маҳорат, таълим жараёнларида ахборот-коммуникация технологияларини қўллаш, амалий хорижий тил, тизимли таҳлил ва қарор қабул қилиш асослари, махсус фанлар негизида илмий ва амалий тадқиқотлар, ўқув жараёнини ташкил этишнинг замонавий услублари бўйича сўнгги ютуқлар, педагогнинг креатив компетентлигини ривожлантириш, глобал Интернет тармоғи, мультимедиа тизимларидан фойдаланиш ва масофавий ўқитишнинг замонавий шакллари 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 махсус фанлар доирасидаги билим, кўникма, малака ҳамда компетенцияларига қўйиладиган талаблар такомиллаштирилиши мумкин.

### Модулнинг мақсади ва вазифалари

Кимёвий технология (ноорганик маҳсулот ишлаб чиқариш турлари) қайта тайёрлаш ва малака ошириш йўналишини “Ноорганик маҳсулотлар ишлаб чиқариш технологиялари” мутахассислиги ўқув режасида махсус фанлар блокига киритилган. “Ишлаб чиқаришда замонавий инструментал физик-кимёвий таҳлил усуллари” фани ўқув дастурининг **мақсади** – кимё саноати маҳсулотларини физик-кимёвий таҳлил қилиш усуллари, материалларда керакли структура ва хоссаларни таъминлашда замонавий физик-кимёвий усулларни ўрни ва моҳияти, асосий асбоб ускуналари тўғрисида назарий ва касбий тайёргарликни таъминлаш ва янгилаш, касбий компетентликни ривожлантириш асосида таълим-тарбия жараёнларини самарали ташкил этиш ва бошқариш бўйича билим, кўникма, малака ва компетенцияларни такомиллаштиришга қаратилган.

“Ишлаб чиқаришда замонавий инструментал физик-кимёвий таҳлил усуллари” фанининг **вазифаси**- замонавий физик кимёвий таҳлил усулларида назарий ва амалий принциплари, кимёвий технологияда хом-ашё ва маҳсулотларнинг кимёвий ва минералогик таркибини, структура тузилишларини, ҳарорат таъсирида намоён бўладиган жараёнларни аниқловчи микроскоп, рентген, электрон микроскоп, ИК-спектрометр, дериватограф каби жиҳозларни яратилиш тарихи ва ривожининг тенденцияси, замонавий физик кимёвий таҳлил усулларида ишлатиладиган аппаратура ва жиҳозларининг таснифи, тузилиши, ҳудудий муаммоларнинг кимё маҳсулотлар ишлаб

чиқаришга таъсирини билиши даркор ва улардан самарали фойдаланиш усулларини ўрганишга йўналтиришдан иборат.

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

“Ишлаб чиқаришда замонавий инструментал физик-кимёвий таҳлил усуллари” фани бўйича тингловчилар қуйидаги янги билим, кўникма, малака ҳамда компетенцияларга эга бўлишлари талаб этилади:

#### **Тингловчи:**

- кимёвий технология жараёнидаги кимё маҳсулотларини физик-кимёвий таҳлил усуллари, назарий асосларини ва қўлланилиш имкониятларини;
- микроскопик, комплекс электрон микроскопик, сканер ва туннел микроскопия ва рентген-спектрал (микрозонд таҳлили) таҳлилининг назарий асосларини;
- спектрал таҳлил усуллари ва жиҳозлари, физикавий асосларини;
- термик таҳлилнинг назарий асосларини *билиши керак*.

#### **Тингловчи:**

- кимёвий технология жараёнидаги кимё маҳсулотларини физик-кимёвий таҳлили босқичларини режалаштириш ва бажариш;
- кимё маҳсулотларини таркиби ва структурасини ўрганишда қўлланиладиган физик-кимёвий таҳлил усулларида самарали фойдалана олиш;
- кристаллоптик, иммерсия ва металграфик таҳлилусулларида фойдалана олиш;
- наноструктураларни бир биридан фарқлаш;
- интернет тизимидан фойдаланган ҳолда наноматериаллар ва уларнинг синтез усуллари бўйича қўшимча маълумотлари излаб топиш;
- наноматериаллар структурасини ўрганишда рентгенографик ва электрон микроскопик таҳлил маълумотларини таққослаш *кўникмаларига* эга бўлиши лозим;

#### **. Тингловчи:**

- электрон микроскопик, рентген микроскопия ва рентген-спектрал (микрозонд таҳлил) усулларида фойдалана олиш;
- спектрал таҳлил усуллари, моддаларнинг инфрақизил спектрлари билан модда таркибидаги комплекс группа ва радикаллар тузилиши орасидаги назарий боғлиқликни аниқлаш;
- рентгенографик таҳлил асосида текшириш усуллари ва рентгенографияда қўлланиладиган асосий ускуналардан фойдалана олиш;
- термик ва спектрал таҳлил усулларида самарали фойдалана олиш *малакаларига* эга бўлиши зарур.

### **Тингловчи:**

- замонавий инновацион технологияларни таҳлил қилиш ва қўллаш имкониятларини намоёни қилиш тамойилларини ажратиб кўрсата олиш;
  - фан соҳасида корхоналардаги тажриба-изланиш ишларида инновацион технологияларнинг кўрсаткичларини аниқлаш;
  - жиҳоз ишлаб чиқарувчи компанияларга мурожаат қилишда инновацион технологияларга оид маълумотларни тўғри кўрсатиб бера олиш;
  - технологик жараёнлар назарияси, математик моделлаштириш, компьютер услублари ва ечимларини топиш;
  - берилган жараёнларнинг математик моделлари асосида компьютер моделлар яратиш ва улар билан ишлаш;
  - “MATCH” компьютер дастури ёрдамида усулларни амалиётда қўллаш;
  - рентгенографик таҳлил қилиш;
- замонавий ҳисоблаш техникаси, амалий дастурий пакетларидан иш жараёнида тўғри фойдаланиши, объектни таҳлил қилишни, маълум даражада моделлаштириш ва оптималлаштириш **компетенцияларини** эгаллаши лозим.

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

“Ишлаб чиқаришда замонавий инструментал физик-кимёвий таҳлил усуллари” курси маъруза ва амалий машғулотлар шаклида олиб борилади.

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

- маъруза дарсларида замонавий компьютер технологиялари ёрдамида презентацион ва электрон-дидактик технологиялардан;
- ўтказиладиган амалий машғулотларда техник воситалардан, тарқатма материаллар, экспресс-сўровлар, тест сўровлари, гуруҳли фикрлаш, кичик гуруҳлар билан ишлаш, ақлий ҳужум, кейслар ечиш, ва бошқа интерактив таълим усуллари қўллаш назарда тутилади.

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

“Ишлаб чиқаришда замонавий инструментал физик-кимёвий таҳлил усуллари” фани қайта тайёрлаш ва малака ошириш йўналишини “Ноорганик маҳсулотлар ишлаб чиқариш технологиялари” мутахассислиги бўйича киритилган “Ноорганик материаллар ишлаб чиқаришда инновацион технология” ва “Нано ва композицион материаллар ишлаб чиқариш усуллари ва технологиялари” билан узлуксиз боғлиқ бўлиб, ушбу фанларни ўзлаштиришда амалий ёрдам беради.

### **Модулни олий таълимдаги ўрни**

“Ишлаб чиқаришда замонавий инструментал физик-кимёвий таҳлил усуллари” фани қайта тайёрлаш ва малака ошириш йўналишини “Ноорганик

маҳсулотлар ишлаб чиқариш технологиялари” мутахассислиги бўйича махсус фанлардан дарс берувчи профессор ўқитувчилар учун муҳим ўринни эгаллайди. Ушбу фан Олий таълим муассасаларида талаба ва педагоглар томонидан ўқув-илмий ишларини олиб бориш учун асосий назарий ва амалий билимларни беради.

### Модул бўйича соатлар тақсимоти

№	Модул мавзулари	Тингловчининг ўқув юкلامаси, соат			
		Хаммаси	Аудитория ўқув юкلامаси		
			Жами	жумладан,	
			назай	амалий машғулот	
1.	Материалларни тадқиқ қилишда физик-кимёвий таҳлил илмий аҳамияти. Материаллар структурасини ўрганишда замонавий микроскопик, комплекс электрон микроскопик, рентген микроскопия ва рентген-спектрал таҳлили (микрозонд таҳлили) имкониятлари. Спектрал таҳлил усуллари ва жихозлари.	14	8	2	6
2	Рентгенографик таҳлил, физикавий асоси. Рентген нурлари, замонавий текшириш усуллари ва асосий ускуналар. Термик таҳлил, дифференциал термик таҳлил, дифференциал термогравиметрик, комплекс термик таҳлил усуллари.	12	6	2	4
	<b>Жами:</b>	<b>26</b>	<b>14</b>	<b>4</b>	<b>10</b>

## НАЗАРИЙ МАШҒУЛОТЛАР МАЗМУНИ

### **1 –мавзу. Материалларни тадқиқ қилишда физик-кимёвий таҳлилни илмий аҳамияти.**

Материалларни тадқиқ қилишда физик-кимёвий таҳлилни илмий аҳамияти. Материаллар структурасини ўрганишда замонавий микроскопик, комплекс электрон микроскопик, рентген микроскопия ва рентген-спектрал таҳлили (микрозонд таҳлили) имкониятлари. Инфрақизил ва ультрабинафша спектроскопик таҳлил, физикавий асоси. Спектрал таҳлил усуллари ва жиҳозлари.

### **2- мавзу. Рентгенографик таҳлил, физикавий асоси. Рентген нурлари, замонавий текшириш усуллари ва асосий ускуналар..**

Рентгенографик таҳлил, физикавий асоси. Рентген нурлари, замонавий текшириш усуллари ва асосий ускуналар. Сифат рентген фазавий таҳлил, кристалл панжарадаги текисликлараро масофани ҳисоблаш.

Термик таҳлил. Дифференциал термик таҳлил, дифференциал термогравиметрик, комплекс термик таҳлил усуллари. Термография усулининг назарий таҳлили. Термография усулининг физик асослари- қайтар ва қайтмас жараёнлар. Эндотермик ва экзотермик эффектлар ва уларнинг моҳияти. Усулдан амалий фойдаланиш имкониятлари. Усулнинг афзаллиги ва камчилиги.

## АМАЛИЙ МАШҒУЛОТ МАЗМУНИ

### **1 –мавзу. Материаллар структурасини ўрганишда замонавий микроскопик, комплекс электрон микроскопик, рентген микроскопия ва рентген-спектрал микрозонд таҳлили.**

Кимё маҳсулотлари ва табиий минераллардаги кристалларнинг ўлчамлари ва габитусини ўрганиш. Кимё маҳсулотлари ва табиий минераллар структураси ва кимёвий таркибини замонавий комплекс рентген-спектрал микрозонд таҳлили усули ёрдамида ўрганиш.

### **2 –мавзу. Кимё маҳсулотларини спектрал таҳлили, моддаларнинг спектрларини ўрганиш.**

Моддаларнинг инфрақизил ва ультрабинафша нурларни ютиш ва қайтариш спектрларини ўрганиш, ютиш ва қайтариш спектрлари билан модда таркибидаги комплекс группа ва радикаллар тузилиши орасидаги назарий боғлиқликни ўрганиш.

### **33 –мавзу. Рентген аппаратларининг тузилиши, асосий қисмлари ва уларнинг вазифалари. Берилган намунанинг рентгенографик таҳлил асосида минералогик таркибини аниқлаш.**



Кимё маҳсулотларини рентгенографик таҳлил қилиш, дифрактометрнинг тузилиши, асосий қисмлари ва уларнинг вазифалари. Берилган намунанинг рентгенографик таҳлил асосида фазавий таркибини аниқлаш.

### 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 (ўрганилаётган муаммо ечимлари бўйича таклиф бериш қобилиятини ошириш, эшитиш, идрок қилиш ва мантиқий хулосалар чиқариш);
- баҳс ва мунозаралар (муаммолар ечими бўйича далиллар ва асосли аргументларни тақдим қилиш, эшитиш ва муаммолар ечимини топиш қобилиятини ривожлантириш).

### БАҲОЛАШ МЕЗОНИ

№	Баҳолаш турлари	Максимал балл	Баллар
1	Кейс топшириқлари	2.5	1.5 балл
2	Мустақил иш топшириқлари		1 балл

## II. МОДУЛНИ ЎҚИТИШДА ФОЙДАЛАНИЛАДИГАН ИНТЕРФАОЛ ТАЪЛИМ МЕТОДЛАРИ

### «Ақлий ҳужум» (брейнсторминг) методи

**Методнинг мақсади:** амалий ёки илмий муаммоларни ҳал этиш фикрларни жамоали генерация қилиш, ўқиб-ўрганиш фаолиятини фаоллаштириш, муаммони мустақил тушуниш ва ҳал этишга мотивлаштиришни ривожлантириш.

• Ақлий ҳужум вақтида иштирокчилар мураккаб муаммони биргаликда ҳал этишга интилишади: уларни ҳал этиш бўйича ўз фикрларини билдиради (генерация қилади) ва бу фикрлар танқид қилинмасдан улар орасидан энг мувофиқи, самаралиси, мақбули ва шу каби фикрлар танлаб олиниб, муҳокама қилинади, ривожлантирилади ва ушбу фикрларни асослаш ва рад этиш имкониятлари баҳоланади. Ҳар бир гуруҳ ичида умумий муаммонинг бир жиҳати ҳал этилади.

**Намуна: Моддалар структура тузилишини ўрганишда фақат микроскопик таҳлил усулдан фойдаланилса бўладими? Олинган натижалар структурани тўлиқ ифодалаб бера оладими?**

**Тўғридан-тўғри жамоали ақлий ҳужум** – иложи борича кўпроқ фикрлар йиғилишини таъминлайди. Бутун ўқув гуруҳи (20 кишидан ортиқ бўлмаган) битта муаммони ҳал этади. Ўқув гуруҳидаги ҳар бир тингловчи ушбу муаммога жавоб беради, ўз фикрини билдириб, далиллар келтиради.



### ХУЛОСА:

- Моддаларни структурасини ўрганишда микроскопик, электрон-микроскопик, рентгенографик ва спектрал таҳлил усуллари қўлланилган ҳолда натижаларни тўлиқ деб ҳисоблаш мумкин.
- Аммо замонавий электрон-микроскопик рентген-структуравий (микрозонд) таҳлили комплекс усул ҳисобланиб, бир вақтни ўзида моддаларни микро-структураси, материалнинг спектрал таҳлили асосида элементлар таркиби, ҳамда рентген-структура усули ёрдамида тахминий минералогик таркибини аниқлашга имконит беради ва тўлиқ структурани тавсифлаш учун қўлланилиши мумкин.

## “Венн диаграммаси” методи

**Методнинг мақсади:** Бу метод график тасвир орқали ўқитишни ташкил этиш шакли бўлиб, у иккита ўзаро кесишган айлана тасвири орқали ифодаланади. Мазкур метод турли тушунчалар, асослар, тасавурларнинг анализ ва синтезини икки аспект орқали кўриб чиқиш, уларнинг умумий ва фарқловчи жиҳатларини аниқлаш, таққослаш имконини беради.

### Методни амалга ошириш тартиби:

- иштирокчилар икки кишидан иборат жуфтликларга бирлаштириладилар ва уларга кўриб чиқиладиган тушунча ёки асоснинг ўзига хос, фарқли жиҳатларини (ёки акси) доиралар ичига ёзиб чиқиш таклиф этилади;
- навбатдаги босқичда иштирокчилар тўрт кишидан иборат кичик гуруҳларга бирлаштирилади ва ҳар бир жуфтлик ўз таҳлили билан гуруҳ аъзоларини таништириладилар;
- жуфтликларнинг таҳлили эшитилгач, улар биргалашиб, кўриб чиқиладиган муаммо ёхуд тушунчаларнинг умумий жиҳатларини (ёки фарқли) излаб топадилар, умумлаштириладилар ва доирачаларнинг кесишган қисмига ёзадилар.

### Намуна 1:

“Микроскопик таҳлил усули” ва “Спектр таҳлил усули” мавзулари бўйича “Венн диаграммаси”.

#### Умумий жиҳатлари:

1. Замонавий физик-кимёвий таҳлил усули ҳисобланади.
2. Усул далиллиги ва ишончлилиги юқори.
3. Усул юқори технологик асбоблар ёрдамида бажарилади.
4. Натижалар документал (фотосурат, график) шаклида бўлади.

#### Фарқли Жиҳатлари



## Намуна 2:

Физик-кимёвий ва кимёвий таҳлил усуллари бўйича “Венн диаграммаси”.



### “КЕЙС – СТАДИ” методи

«Кейс-стади» инглизча сўз - (case – аниқ вазият, ҳодиса, study - ўқитиш). Бу метод аниқ вазият, ҳодисага асосланган ўқитиш методи ҳисобланади. Кейс- услуб (Case study) – бу реал иқтисодий ёки ижтимоий вазиятлар таърифини қўллайдиган таълим бериш техникасидир. Бунда *вазият* деганда бирон аниқ ҳодисанинг таърифи назарда тутилади. Гуруҳга ҳақиқий ахборот тақдим этилиб (у ҳақиқий ҳодисага асосланган ёки ўйлаб чиқилган бўлиши мумкин), муаммоларни муҳокама қилиш, вазиятни таҳлил этиш, муаммонинг моҳиятини ўрганиб чиқиш, уларнинг тахминий ечимларини таклиф қилиш ва бу ечимлар орасидан энг яхшисини танлаб олиш таклиф этилади.

«Кейс - стади» методи бўйича ишлаш:

1. Якка тартибда ишлаш (умумий вақтнинг 30% си):

Вазият билан танишиш (матн бўйича ёки сўзлаб бериш орқали). Муаммоларни аниқлаш. Ахборотни умумлаштириш. Ахборот таҳлили.

2. Гуруҳда ишлаш (умумий вақтнинг 50% си):

Муаммоларни ҳамда уларнинг долзарблиги бўйича кетма-кетлигини (иерархиясини) аниқлаш. Муқобил ечим йўллари ишлаб чиқиш. Ҳар бир ечимнинг афзал ва заиф жihatларини белгилаш. Муқобил ечимларни баҳолаш.

3. Якка тартибда ва гуруҳда ишлаш (умумий вақтнинг 20% си):

Муқобил вариантларни қўллаш имкониятларини асослаш. Ҳисобот ҳамда натижалар тақдимотини тайёрлаш.

Кейс ҳаракатлари ўз ичига қуйидагиларни қамраб олади: Ким (Who), Қачон (When), Қаерда (Where), Нима учун (Why), Қандай/ Қанақа (How), Нима-натижа (What).

### “Кейс методи” ни амалга ошириш босқичлари

Иш босқичлари	Фаолият шакли ва мазмуни
<b>1-босқич:</b> Кейс ва унинг ахборот таъминоти билан таништириш	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ якка тартибдаги аудио-визуал иш;</li> <li>✓ кейс билан танишиш(матнли, аудио ёки медиа шаклда);</li> <li>✓ ахборотни умумлаштириш;</li> <li>✓ ахборот таҳлили;</li> <li>✓ муаммоларни аниқлаш</li> </ul>
<b>2-босқич:</b> Кейсни аниқлаштириш ва ўқув топшириғни белгилаш	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ индивидуал ва гуруҳда ишлаш;</li> <li>✓ муаммоларни долзарблик иерархиясини аниқлаш;</li> <li>✓ асосий муаммоли вазиятни белгилаш</li> </ul>
<b>3-босқич:</b> Кейсдаги асосий муаммони таҳлил этиш орқали ўқув топшириғининг ечимини излаш, ҳал этиш йўллари ишлаб чиқиш	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ индивидуал ва гуруҳда ишлаш;</li> <li>✓ муқобил ечим йўллари ишлаб чиқиш;</li> <li>✓ ҳар бир ечимнинг имкониятлари ва тўсиқларни таҳлил қилиш;</li> <li>✓ муқобил ечимларни танлаш</li> </ul>
<b>4-босқич:</b> Кейс ечимини ечимини шакллантириш ва асослаш, тақдимот.	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ якка ва гуруҳда ишлаш;</li> <li>✓ муқобил вариантларни амалда қўллаш имкониятларини асослаш;</li> <li>✓ ижодий-лойиҳа тақдимотини тайёрлаш;</li> <li>✓ якуний хулоса ва вазият ечимининг амалий аспектиларини ёритиш</li> </ul>

**Кейс 1.** *Изоморф аралашмалар ва қотишмалар бир хил структурага эга бўлиши натижасида моддаларни микроскопик таҳлилида олинган фотосуратлар ўхшаш бўлади. Бу ҳолларда аралашмаларни таркибини ва структурасидаги ўзгаришларини аниқлашда қандай усуллардан фойдаланиш мумкин?*

#### Кейсни бажариш босқичлари ва топшириқлар:

- 1 • Кейсдаги муаммони келтириб чиқарган асосий сабабларни белгиланг (индивидуал ва кичик гуруҳларда)
- 2 • Изоморф аралашмалар ва қотишмаларни тузилиши ва хоссаларини ўрганинг (жуфтликда ишлаш)
- 3 • Изоморф аралашмаларни таркибини ва структура ўзгаришларини аниқлашда қандай усуллардан фойдаланиш яхши натижа бера олади?
- 4 • Кейс натижаларини тақдимот қилинг.

**Кейс 2.** *Кристаллооптик микроскопия тахлилда моддаларни структурасини ўрганиш мумкин. Бу усулда намунадан ўтган ёруғлик нури таъсирида ҳосил бўлган тасвирлар ўрганилади. Аммо тоғ жинслари, масалан мрамор ёки базальт тошлари ёруғлик ўтказмайди. Бу муаммони қандай ечиш мумкин ва ёруғлик ўтқазмайдиган намуналарни қандай МИН-8 микроскопи ёрдамида ўрганиш мумкин?*

**Кейсни бажариш босқичлари ва топшириқлар:**

- 1 • Кейсдаги муаммони келтириб чиқарган асосий сабабларни аниқланг, зарур билимлар рўйхатини тузинг (индивидуал ва кичик гуруҳларда)
- 2 • Ёруғлик ўтқазмайдиган моддаларни микроскопик тахлил қилиш учун қандай намуналар тайёрланиши мумкин, аниқланг (жуфтликда ишлаш)
- 3 • Микроскопик тахлил усулида қандай асбоблардан фойдаланишини аниқланг.
- 4 • Бажарилган ишларни тақдимот қилинг.

**Кейс 3**

*Материалларни структураси ва таркибини ўрганишда турли физик-кимёвий усуллардан фойдаланилади? Бу усуллар юқори технологик асбоб ускуналарда бажарилишини инобатга олиб, ушбу усуллардан ишлаб чиқариш (корхона) шароитида фойдаланиш самарадорлигини ифодалаб беринг.*

**Кейсни бажариш босқичлари ва топшириқлар:**

- 1 • Материаллар структураси ва таркибини ўрганишда қўлланиладиган физик-кимёвий усулларини аниқланг (индивидуал ва кичик гуруҳларда)
- 2 • Усулда фойдаланиладиган асбоб ускуналарни аниқланг (жуфтликда ишлаш)
- 3 • Физик-кимёвий тахлил усулларини афзалликларини келтиринг.
- 4 • Кейс натижаларини тақдимот қилинг.

## “Тушунчалар таҳлили” методи

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

Методни амалга ошириш тартиби:

- иштирокчилар машғулот қоидалари билан таништирилади;
- тингловчиларга мавзуга ёки бобга тегишли бўлган сўзлар, тушунчалар номи туширилган тарқатмалар берилади (индивидуал ёки гуруҳли тартибда);
  - тингловчилар мазкур тушунчалар қандай маъно англатиши, қачон, қандай ҳолатларда қўлланилиши ҳақида ёзма маълумот берадилар;
  - белгиланган вақт якунига етгач ўқитувчи берилган тушунчаларнинг тўғри ва тўлиқ изоҳини уқиб эшиттиради ёки слайд орқали намойиш этади;
  - ҳар бир иштирокчи берилган тўғри жавоблар билан ўзининг шахсий муносабатини таққослайди, фарқларини аниқлайди ва ўз билим даражасини текшириб, баҳолайди.

**Намуна:** “Модулдаги таянч тушунчалар таҳлили”

Тушунчалар	Сизнингча бу тушунча қандай маънони англатади?	Қўшимча маълумот
Микроскоп	Майда объектларни кўрсатувчи асбоб.	
Кристаллооптика усули	Табиий ва сунъий кимёвий бирикмалар, хом-ашъё, материал ва буюмлар, минерал ва композицияларнинг оптик кўрсаткичларини уларнинг кристалл шакллари, таркиби ва симметрия қонуниятларига боғлиқ ҳолда ўрганувчи фан.	
Катталаштирувчи мосламалар	Микроскопларда объектив ва окуляр орқали бажарилади.	Катталаштириш даражаси - 17,5 X дан то 1350 X гача.

**Изоҳ:** Иккинчи устунчага қатнашчилар томонидан фикр билдирилади. Мазкур тушунчалар ҳақида қўшимча маълумот глоссарийда келтирилган.

### “SWOT-таҳлил” методи

**Методнинг мақсади:** мавжуд назарий билимлар ва амалий тажрибаларни таҳлил қилиш, таққослаш орқалимуаммони ҳал этиш йўллари топиш, билимларни мустаҳкамлаш, такрорлаш, баҳолаш, мустақил, танқидий фикрлаш, ностандарт тафаккурни шакллантириш.

<b>S – (strength)</b>	• кучли томонлари
<b>W – (weakness)</b>	• заиф, кучсиз томонлари
<b>O – (opportunity)</b>	• имкониятлари
<b>T – (threat)</b>	• тўсиқлар

**Намуна 1: Рентгенографик таҳлил усули учун SWOT анализни ушбу жадвалга туширинг.**

<b>S</b>	Рентгенографик таҳлилнинг кучли томонлари	Моддаларни структураси, улардаги фазалар таркибини ўрганишда асосий усул ҳисобланади.
<b>W</b>	Рентгенографик таҳлилни кучсиз томонлари	Аморф структурали моддаларни ўрганишда яхши натижа бермайди.
<b>O</b>	Замонавий комплекс таҳлил усуллари – рентген-спектрал таҳлили (имкониятлари)	Янги турдаги замонавий комплекс таҳлил усуллари структура ва таркибни ўрганиш имкониятларини кенгайтиради.
<b>T</b>	Тўсиқлар (ташқи)	Рентгенографик таҳлил юқори технологик жихозлар – махсус шароитларда ишловчи дифрактометрларда бажарилади.



## “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 ва семинар машғулотларида кичик гуруҳлардаги иш шаклида мавзу юзасидан билимларни мустаҳкамлаш, таҳлили қилиш ва таққослаш мақсадида фойдаланиш мумкин.

### Методни амалга ошириш тартиби:



тренинг-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 тўширилган тарқатма материалларни



ҳар бир гуруҳ ўзига берилган муаммони атрофлича таҳлил қилиб, ўз мулоҳазаларини тавсия этилаётган схема бўйича тарқатмага ёзма баён қилади:



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

### Намуна 1:

Кимёвий таҳлил усуллари					
Миқдорий таҳлил		Сифат таҳлили		Фотокалориметрия усули	
афзаллиги	камчилиги	афзаллиги	камчилиги	афзаллиги	камчилиги

**Хулоса:**

## «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, мустақамлашда, ўтилган мавзуни сўрашда, уйга вазифа беришда ҳамда амалий машғулот натижаларини таҳлил этишда фойдаланиш тавсия этилади.

### Технологияни амалга ошириш тартиби:

- қатнашчиларга мавзуга оид бўлган якуний хулоса ёки ғоя таклиф этилади;
- ҳар бир иштирокчига ФСМУ технологиясининг босқичлари ёзилган қоғозларни тарқатилади:

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

- иштирокчиларнинг муносабатлари индивидуал ёки гуруҳий тартибда тақдимот қилинади.

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

### Намуна 1.

**Фикр:** “Замонавий физик-кимёвий таҳлил усуллари фақат илмий-текшириш мажмуаларида қўлланилиши мақсадга мувофиқ хисобланади”.

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

### Намуна 2:

**Фикр:** “Замонавий физик-кимёвий таҳлил усуллари ишлаб чиқариш корхоналарида кенг қўлланилиши зарур” фикрини ФСМУ орқали таҳлил қилинг.

Ф

• *Замонавий физик-кимёвий таҳлил усуллари ишлаб чиқариш корхоналарида кенг қўлланилиши зарур*

С

• *Замонавий физик-кимёвий таҳлил усуллари маҳсулотни сифатини таъминлашда ва таркибини назорат қилишда катта аҳамиятга эга*

М

• *Шишалардаги ёт қўшимчалар ва оптик но-текисликларни ўрганишда микроскопик усули қўлланилади*

У

• *Физик-кимёвий таҳлил усуллари ишлаб чиқариш корхоналарида кенг қўлланилиши маҳсулот сифатини таъминлашга ёрдам беради.*

### “Синквейн” методи

“Синквейн” – тингловчини ижодий фаоллаштиришга, фаолиятни баҳолашига йўналтирилган таълим машқи ҳисобланади. Синквейн-французча сўздан олинган бўлиб, бешлик деган маънони билдиради. “Синквейн” методини амалга ошириш bosқичлари:

1. Ўқитувчи тингловчиларга мавзуга оид тушунча, жараён ёки ходиса номини беради.
2. Тингловчилардан улар ҳақидаги фикрларини қисқа кўринишда ифодалашлари сўралади. Яъни, шеърга ўхшатиб 5 қатор маълумотлар ёзишлари керак бўлади.

У қуйидага қоидага асосан тузилиши керак:

- 1-қаторда мавзу бир сўз билан (одатда от билан) ифодаланади.
- 2-қаторда мавзуга жуда мос келадиган иккита сифат берилади.
- 3-қаторда мавзу 3та ҳаракатни билдирувчи феъл билан фойдаланилади.
- 4-қаторда темага доир муҳокама этувчиларнинг ҳиссиётини ифодаловчи жумла тузилади. У тўрт сўздан иборат бўлади.
- 5-қаторда мавзуни моҳиятини ифодаловчи битта сўз берилади. У мавзунинг синоними бўлади.

**Намуна.** “Микроскоп” сўзига синквейн тузинг.

1. Асбоб.
2. Катталаштирувчи мосламалар.
3. Майда жисмларни ўрганиш.
4. Моддаларни микро ва макро-тузилишини ўрганишда кенг қўлланилади.
5. МИН-8.

Фикрларнинг тармоқланиши “Кластер” – бу педагогик стратегия бўлиб, у тингловчиларни бирон бир мавзуни чуқур ўрганишларига ёрдам бериб,

тингловчиларни мавзуга тааллуқли тушунча ёки аниқ фикрни эркин ва очик равишда кетма-кетлик билан узвий боғлаган ҳолда тармоқлашларига ўргатади.

Фикрларни тармоқлаш қуйидагича ташкил этилади:

1. Хаёлга келган ҳар қандай фикр бир сўз билан ифода этиб кетма-кет ёзилади.

2. Фикрлар тугамагунча ёзишда давом этавериш керак.

3. Иложи борича фикрларнинг кетма-кетлиги ва ўзаро боғлиқлигини кўпайтириш.

**Намуна.** “Композицион материаллар турлари” мавзусига “Кластер” график органайзерини тузинг.

### III. НАЗАРИЙ МАТЕРИАЛЛАР

**1-мавзу. Материалларни тадқиқ қилишда физик-кимёвий таҳлилнинг илмий аҳамияти. Материаллар структурасини ўрганишда замонавий микроскопик, комплекс электрон микроскопик, рентген микроскопия ва рентген-спектрал таҳлили (микронд таҳлили) имкониятлари.**

#### **Режа:**

1. Кимёвий технология жараёнидаги кимё маҳсулотларини тадқиқ қилишда микроскопик, инфрақизил спектроскопик, рентгенографик ва термик усулларининг турлари. Физик- кимёвий, физикавий-механикавий ва термик жараёнларни ўрганишда бошқа усуллар.
2. Микроскопик таҳлилнинг назарий асослари. Микроскопик таҳлил қурилмалари. Микроскопик усулдан фойдаланишнинг амалий имкониятлари. Усулнинг афзаллиги ва камчиликлари.
3. Спектр таҳлил усуллари, аппаратлари-асбоблари, конструкциялари.

**Таянч иборалар:** *кимёвий технология, тегишириш усуллари, физикавий, кимёвий таркиб, физик-кимёвий, фотокалориметрик, глинозем миқдорини аниқлаш, кремнезем миқдорини аниқлаш, микроскопия, оптика, кристаллооптика, кристаллооптик таҳлил, металлографик таҳлил, нур синдириш кўрсаткичи, симметрия, чўзиқ кристалларнинг сўниши, узайиш белгиси, оптик белги, габитус, қўшалокликлар, минерал ранги. Спектр, қўзғатувчи, разряд, учқун, инфрақизил, ултрабинафша, ютиш спектри, қайтариш спектри, ёруғлик нури, поляризация, интерференция, комплекс группа, тўлқин узунлиги, спектрометр, спектрофотометр, ИҚС .*

**Кимёвий технология жараёнидаги кимё маҳсулотларини тадқиқ қилишда микроскопик, инфрақизил спектроскопик, рентгенографик ва термик усулларининг турлари. Физик- кимёвий, физикавий-механикавий ва термик жараёнларни ўрганишда бошқа усуллар.**

Кимёвий технология йўналиши фанларидан дарс берувчи педагоглар малакасини ошириш курсининг ўқув режаси мутахасислик бўйича

тайёргарлик фанлари блокига киритилган “Кимёвий технология жараёнидаги кимё маҳсулотларини замонавий таҳлил этиш усуллари” фани ўқув дастурининг **мақсади** – кимё саноати маҳсулотларини физик кимёвий таҳлил қилиш усуллари, материалларда керакли структура ва хоссаларни таъминлашда замонавий физик кимёвий усулларни ўрни ва моҳияти, асосий асбоб ускуналари тўғрисида назарий ва касбий тайёргарликни таъминлаш ва янгилаш, касбий компетентликни ривожлантириш асосида таълим-тарбия жараёнларини самарали ташкил этиш ва бошқариш бўйича билим, кўникма ва малакаларни такомиллаштиришга қаратилган.

Ушбу дастур кимёвий технология жараёнидаги кимё маҳсулотларини физик кимёвий таҳлил қилиш усулари, усулда ишлатиладиган аппаратуралар ва жихозларининг таснифи, тузилиши, хом ашёнинг кимёвий ва минералогик таркиби, структура тузилишлари, термик эффектларни аниқловчи жихозлар - микроскоп, рентген, электрон микроскоп, ИК-спекрометр каби жихозларини яратилиш тарихи ва ривожининг тенденцияси, истиқболи ҳамда республикамиздаги ижтимоий - иқтисодий ислохотлар натижалари ва худудий муаммоларнинг кимёвий технология жараёнидаги кимё маҳсулотлари ишлаб чиқариш соҳасида ишлаб чиқариладиган буюмларнинг истиқболига таъсири масалаларини қамрайди.

## **1. Физик-кимёвий таҳлилнинг таърифи. Физик-кимёвий таҳлилнинг усуллари.**

Физик-кимёвий таҳлил бу - тайёр маҳсулот олиш учун ишлаб чиқариш жараёнларида қўлланиладиган усул ва методлар (хом ашё, материал ёки ярим фабрикатларга ишлов бериш, аралаштириш, қолиплаш, қуриштириш, куйдириш каби жараёнлар орқали уларнинг ҳолати, шакли ва хусусиятини ГОСТ, ТУ каби техник шароитлар талаблари бўйича ўзгартириш) мажмуини тўла таъминловчи ва шу билан бирга технологик жараёнларнинг турли босқичларидаги назоратни ҳам ўз ичига олган кимёвий, физик-кимёвий ва физикавий омиллар йиғиндиси.

Физик-кимёвий таҳлилда шу кунга қадар инсониятга маълум бўлган барча асосий анализ методлари группасидан, масалан, кимёвий (вазн, ҳажм, колориметрик, газ ҳажмий ва бошқа), физик-кимёвий (электровазний, потенциометрик, амперометрик, полярографик, фотоколориметрик, хроматографик ва бошқа) ва физикавий (рентгеноспектрал, аланга фотометрияси, масса спектроскопик, лю-минесцент, активацион, магнит каби) анализ методларидан фойдаланилади.

Физик-кимёвий таҳлил кейинги вақтларда фан ва техниканинг турли соҳаларида кимёвий бирикма, минерал, тупроқ, қурилиш материаллари, керамика, шиша ва ситалл ҳамда боғловчи материаллар хом ашёлари, органик ва ноорганик ишлаб чиқариш маҳсулотларини текширишда кенг қўлланмоқда. Айниқса саноатда технологик жараёнлар назорати ва материаллар анализида у жуда ҳам қўл келмоқда.

Кимё саноатида маҳсулотлар, табиий ва сунъий минераллар ҳамда кимёвий бирикмаларнинг структуралари, фазовий таркиблари, микротузилиши, иссиқлик таъсирида структураларини ўзгартиришлари физик-кимёвий текширишлар орқали аниқланади. Кимёвий ишлаб чиқаришда олинган барча маҳсулот тури, масалан цемент кукуни, керамика буюми, шиша ва турли турдаги электрон материаллари (цемент, шифер, гипс, оҳак, ғишт, оловбардош буюм, самарадор ғишт, кошин, қувур, дераза ойна, шишакристалл, диэлектрик, ўтказгич ва бошқалар) нинг структура ва хоссалари ҳам физик-кимёвий усулда текшириш орқали амалга оширилади.

Текширилаётган модда ёки минерални чуқур таҳлил этишда фақат бир ёки икки параметр маълумотлари бўйича чекланиб қолмасдан, балки уни комплекс равишда таҳлил этиш лозим. Олинган натижалар бир-бирини тўлдириб, текширилаётган объект ҳақида тўлиқ бир хулоса чиқаришга имкон беради. Илмий таҳлилни саноатда қўллаш орқали ишлаб чиқарилаётган маҳсулот сифати яхшиланади ва таннархининг арзонлашишига эришилади.

**Физик-кимёвий таҳлилнинг асосий усуллари.** Кимёвий модда, камёб, нодир ва тарқоқ металллар, силикатлар ва қийин эрийдиган нометалл материаллар, минерал ўғитлар, органик синтез маҳсулотлари, полимер ва пластмасса, композицион бирикмалар, табиий тоғ жинслари ва уларга ўхшаш сунъий маҳсулотлар жуда хилма-хил ва мураккаб. Шунинг учун уларнинг хусусиятлари ва таркиблари ҳам турличадир. Бундай материалларни текшириш усуллари ҳам турлича бўлиб, уларни икки катта гуруҳга ажратиш мумкин:

**1. Оптика усуллари.** Бу гуруҳга умумий номи кристаллооптика деб аталувчи иммерсион таҳлил, металлографик таҳлил, монокристаллар таҳлили кирган бўлиб, улар махсус оптика асбоблари - поляризация ва металлографик микроскоплар орқали олиб борилади.

**2. Кимёвий ва физик-кимёвий усуллар.** Буларга петрографиянинг петрокимё, петрургия, петрофизика каби соҳалари киради. Бу усуллар ёрдамида материалларининг таркибини мукамал ўрганиш ва уларнинг пайдо бўлиши, хосса-хусусиятларини физик-кимёвий қонунлар нуқтаи назаридан талқин этиш мумкин. Ҳозирги вақтда минералогик-геокимёвий текшириш усули номи билан аталувчи тадқиқотларни ўтказишда спектрал, рентген спектрал ва радиометрик анализ усулларидан фойдаланилади. Рентгеноэлектрон микроанализ методи ёрдамида эса минералларнинг таркиби тез ва сифатли аниқланади. Петрургия усулида сунъий маҳсулотлар ўрганилиб, уларнинг табиий минераллар генезисига ўхшаш-ўхшамаслиги аниқланади.

Кимёвий ишлаб чиқариш маҳсулотларини физик-кимёвий таҳлилининг асосий усуллари қаторига киради: микроскопия; электрон микроскопия; рентгенография; термография; ИҚ спектроскопия; ядро магнит резонанси (ЯМР); электрон парамагнит резонанси (ЭПР); электронография; хромотография; магнетохимия; изотропия; кимёвий анализ; спектрал анализ; бошқа усуллар ёрдамида ўрганилади.

## **Намуналарни фотокалориметрик усулда аниқлаш.**

Фотокалориметрик таҳлилни ФЭКН-57 типдаги жиҳозда олиб борилади. Бу экспресс таҳлил усули бўлиб, тортиш усулига қараганда турли хил кимё саноати маҳсулотлардаги муҳим компонентларни топишда қисқа вақтни олади.

Компонентларни аниқловчи фотокалориметрик усул эритмадан ўтадиган интенсив нурни камайиши даражасини моддадаги бўялган комплекс кўринишида аниқлашга асосланган.

Фотокалориметрик усулда эритманинг қалинлиги ўзгармас ҳолатда бўлади, шунинг учун фақат оптик зичлик, яъни ундан чиқаётган интенсив нурни логарифми нисбати аниқланади. Ҳар хил концентрациясидаги (стандарт ва аниқланаётган) иккита бўялган эритмани ҳолати қуйидаги тенглама асосида ифодаланиши мумкин:

$$\frac{D_1}{D_2} = \frac{C_1}{C_2}$$

Бу ерда  $D_1$  – ва  $D_2$  - стандарт ва аниқланаётган эритманинг оптик зичлиги;

$C_1$  ва  $C_2$ - стандарт ва аниқланаётган эритманинг концентрацияси.

$D_1$  ва  $D_2$  аниқланиб  $C_1$  ни концентрациясини билган ҳолда  $C_2$  ни концентрациясини ҳисоблаб топиш мумкин. Шундай қилиб, стандарт (эталон эритма) эритмани концентрациясини билган ҳолда, текширилаётган эритманинг миқдорини аниқлаш мумкин.

Бунинг моҳияти концентрацияси аниқ бўлган текширилаётган стандарт эритмаларнинг концентрацияси билан оптик зичлиги орасидаги боғланиш графигини мг/л ёки % ҳисобида таъсирлашдан иборат. Эритманинг оптик зичлигини аниқлангандан сўнг, шу график ёрдамида текширилаётган эритма концентрациясини топилади.

## **2. Микроскопик таҳлил усулининг аҳамияти.**

**Микроскопик текшириш усули аҳамияти ва ривожи.** Ноорганик моддалар кимёси ва технологиясида кимёвий моддаларнинг хоссалари ва сифатини ўрганишда кенг қўлланиладиган қадимий усул микроскопик усулдир. Микроскопик усул илмий-текшириш ишлари олиб боришда микроскопни қўллаш ва микроскопик препаратлар ёрдамида жуда кичик, майда, фақат микроскоп билангина кўринадиган зарарчаларнинг специфик хосса-хусусиятларини аниқлашга қаратилган усулдир. У аниқ кимёвий методлардан фойдаланиб, жуда оз миқдордаги моддаларни анализ қилиш имконини беради.

Микроскопия усули оптика қонунларига асосланган бўлиб, у ҳақидаги илк маълумотлар эраиздан аввалги IV-II асрларда яшаган Аристотел, Евклид ва Птолея асарларида учрайди. Катталаштирувчи шиша ёки лупани эса бу усулнинг энг бирламчи ва ўта содда асбоби деб қараш мумкин. Эраизнинг XI асрида яшаган ва Европада Альхазен номи билан аталган араб олими Ибн Аль-Хайтан, XIII асрда тадқиқотлар олиб борган Роджер Бэкон, XVI аср бошида яшаган италиялик рассом Леонардо да Винчи



фотометрия назарияси ва амалиётига асос солишди. Оптика асбобларини кашф этиш ва ясаш эса XVII аср бошларига тўғри келади. Жумладан, 1609 йил италиялик олим Галилео Галилей томонидан катталаштирувчи труба - дурбин, 1611 йил немис олими Иоганн Кеплер томонидан телескоп, 1638 йил У. Гаскойн томонидан окулярли микрометр яратилди.

Бу ҳолни аниқлаш учун градуировкали график қуриш аниқ натижаларни беради.

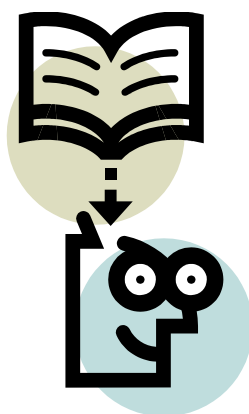
Маида объектларни кўрсатувчи маъносини англатувчи “микроскоп” термини ҳаётга 1646 йил немис олими А. Кирхер ва поляк астрономи И. Гавелия томонидан тадбиқ этилди. Аммо микроскопия усулининг “отаси” сифатида бутун дунёда голландиялик А. Левенгук ва англиялик тадқиқотчи Р. Гук ҳисобланади. А. Левенгук ўз қўли билан ясаган микроскоп орқали инсоният тарихининг оламшумул ихтиросини яратади. У сув томчиларида шу давргача маълум бўлмаган жонли модда микроблар борлигини аниқлаб, янги фан “микро-биология” га асос солди. Унинг тадқиқотлари француз олими Л.Пастор томонидан давом эттирилди ва натижада турли касалликларнинг пайдо бўлиши ва тарқалишида микроблар асосий сабабчи эканлиги исботлаб берилди. Гук эса ўзи яратган нурли микроскоп орқали ўсимлик ва ҳайвонларнинг хужайрали тузилишга эга эканлигини кашф этди. Умуман олганда юз йилча давом этган бу даврда микроскопдан кенгрок фойдаланилди. Микроскопик таҳлилнинг такомиллашиши кристаллографиянинг ривож топишига олиб келди.



1 - расм. “Физик кимёвий таҳлил усуллари” мавзусига кластер диаграммаси.

**Кристаллооптика усули.** Табiiй ва сунъий кимёвий бирикмалар, хом-ашъё, материал ва буюмлар, минерал ва композицияларнинг оптик кўрсаткичларини уларнинг кристалл шакллари, таркиби ва симметрия конуниятиларига боғлиқ холда ўрганувчи фан соҳаси кристаллооптика деб аталади. Бу соҳа физика, кристаллография ва минералогия фанлари билан боғлиқдир.

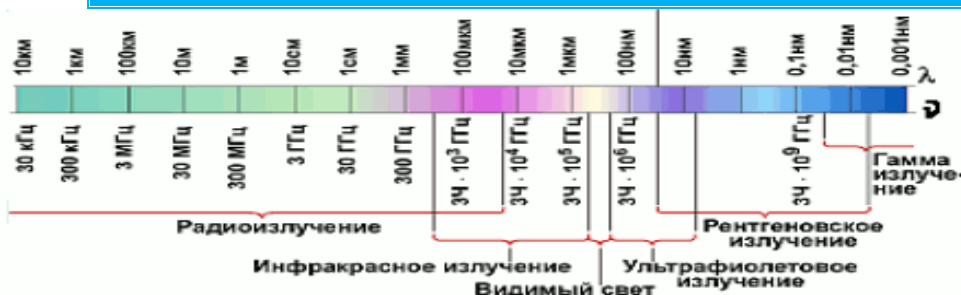
Кристаллооптикада кристалл тузилишига эга бўлган материаллардан нур тўлқинларининг ўтиши ходисалари ўрганилади. Унда тадқиқотлар нур ва унинг турли шароитда тарқалишини кузатиш ва тегишли хулоса чиқариш орқали олиб борилади.



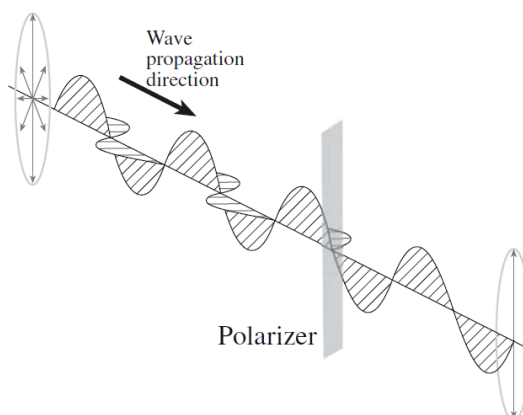
*Нур тўлқинлари электромагнит тўлқинлар туркумига киради. Инсон узунлиги 400-760 мкм га тенг бўлган нур тўлқинларинигина кўра олади.*

*Электромагнит тўлқинлари электр (E-E1) ва магнит (M-M1) тўлқинларидан иборат. Бу тўлқинлар бир-бирига ва шу билан бирга ёруғлик энергиясининг тарқалиш йўналишига перпендикулярдир. Мана шу ёруғлик энергияси тарқаладиган йўналиш нур деб аталади (2-расм).*

*Кристаллооптика усулида нур тарқалишини кузатиш орқали тадқиқотлар олиб борилади<sup>1</sup>.*



2- расм. Электромагнит тўлқинлар шкаласи.



3-расм. Нур поляризацияси.

<sup>1</sup>William D.Callister, Jr., David G.Rethwisch. Materials Science And Engineering. An Introduction. Eight Edition. USA, Wiley, 2010.- 108 p.

Микроскопик таҳлилда нурнинг минераллардан ўтиши ва синиши ходисаси катта аҳамиятга эга. Булар орқали қуйидаги хусусиятлар аниқланади:

1. Нур синдирилиши ва синдирилиш кўрсаткичи- $N_g$ ,  $N_m$  ва  $N_p$ ;
2. Нурни иккиланиб синдириш кучи –  $(N_g-N_p)$  ёки  $\Delta N$ ;
3. Нур поляризацияси – бир текис поляризацияланган нурларни ҳосил қилувчи ва микроскопик столчаси остидаги поляризатор орқали бажарилади;
4. Нур интерференцияси – интерференцион рангларнинг пайдо бўлиши;
5. Нисбий миқдорни аниқлаш–окуляр сетка ва интеграцион столча орқали;
6. Кимёвий бирикма ва минераллар рельефи – Бекке чизиғи;
7. Плеохроизм – модданинг ютиш (абсорбциялаш) қобилиятлари;
8. Минерал ўқлари –  $N_g$  ва  $N_p$  ўқлари;
9. Моддаларнинг узайиш белгиси – мусбат ва манфий узатиш;
10. Сўниш бурчаги – тўғри ва қия синиш ва бошқа хусусиятлар.

Микроскопик таҳлилнинг муваффақиятли амалга оширилиши қўлланиладиган аппаратларга кўп жиҳатдан боғлиқ. Тегишли аппаратларсиз илмий-тадқиқот иши, техника ва тиббиёт муаммоларини ҳал этиш мумкин эмас.

1617-1619 йилларда кашф этилган микроскоплар биологик, кимёвий ва бошқа текширишлар учун таалуқли поляризон микроскоплардир.

**МП-2, МП-3, МП-4, МИН-4, МИН-5 ва МИН-8 турдаги поляризон микроскоплар.** Улар ёруғлик остида ишлаш учун мўлжалланган замонавий аппаратлар қаторига киради. Кичик ҳажмни катталаштиришда ёруғлик манбаи бўлиб оддий стол лампаси хизмат қилади. Ҳажмни жуда катталаштиришда эса ОИ-9 ва ОИ-19 каби сунъий ёриткичлар қўлланилади.

Одатда нур синдириш кўрсаткичи  $n$  ёки  $N$  -ни ўлчашда сариқ нурлар, яъни  $D$  - натрий буғлари чизиғи (тўлқин узунлиги  $\lambda = 5893 \text{ \AA}$ ) қўлланилади.

Объектив сифатида объектив ва окулярлар тўпламига кирган ва объектларни 17,5 X дан то 1350 X гача катталаштирувчи мосламалар қўлланилади.

Ҳозирги вақтда саноат корхоналари, илмий - текширув институтларида замонавий МИН-8 микроскопи ишлатилади (6- расм).

МИН- 8маркали поляризон микроскопнинг асосий деталлари қуйидагича:

1- микроскоп асоси - массив плитка. Унинг ичига конденсор линза ва буриш призмалари жойлаштирилган.

2-окуляр.У5X ,6X, 8X,15X ва 20X марта катталаштиришга имкон беради;

3- тубус. У туткининг юқори қисмига кўзгалмас қилиб маҳкамланади. Тубус ўйиғига анализатор ёки бошқа компенсаторлар мосламаси ўрнатилган

4- опак-иллюминатор ОП-12 ни ўрнатиш салазкаси. Бу ўз навбатида микроскопда қайтган нурлар ёрдамида ҳам ишлашга имкон беради.

5- қия монокуляр мослама. Предмет столчасини доимо горизантал холатда сақлаб объектни кузатиш учун хизмат қилади;

6- цилиндр шаклидаги металл труба. Унда кўриш учун катталаштириб берувчи система-окуляр ўрнатилган;

7- предмет столчаси. Унинг устига текширилаётган объект ўрнатилган бўлади. Предмет столчаси кронштейнга ўрнатилган бўлиб, катта тишли силжитиш меха-низми ёрдамида юқорига-пастга харакатланади;

8- конденсор. У ўрнатилиши ёки олиб қўйилиши мумкин;

9- силжитиш механизми. Унинг ёрдамида предмет столчаси юқорига-пастга харакатлантирилади;

10-харакатлантирувчи дасталар. Улар микроскоп асосининг икки томонидаги механизмни харакатлантирадлар;



11- опак-иллюминатор ОП-12.У тубуснинг пастки қисмида жойлашган;

12- микроскоп дастаги;

13- марказлаш винтлари. Унинг ёрдамида ёритиш системасининг холати ўзгартирилади;

14- линза ёритиш системасидан ташқарига чиқарилган даста;

15- диск. У анализаторнинг устига интерференцион ёруғлик фильтри сифатида ўрнатилган;

16- объектив. У 3X, 8X, 20X, 40X, 60X ва 90X марта катталаштиришни таъминлайди.

4-расм. МИН-8 маркали поляризацион микроскопнинг кўриниши.

Нур синдириш кўрсатгичи кўпинча иммерсион суюқлик ёрдамида аниқланади. У текширилаётган объект ва мухит (суюқ ёки қаттиқ)нинг нур синдириш кўрсатгичини таққослашга асосланган. МИН-8 каби поляризацион микроскоплар билан бир қаторда илмий-тадиқот ишларини олиб боришда металлографик микроскоплар ҳам кенг қўлланилади.

**Микроскопларнинг катталаштириш даражасини таъминловчи мосламалар.** Улар қаторига объектив (объектни катталаштирувчи линза, ёки бир нечта линзалардан ташкил топган муракаб оптик система) ва окуляр (кўриш учун катталаштириб берувчи система, у цилиндр шаклидаги металл трубага ўрнатилган иккита линзадан ташкил топган) ларнинг тўплами киради. Объектнинг катталаштириш даражаси қуйидаги 1-жадвалда келтирилади.

1-жадвал

Объектнинг катталаштириш даражаси

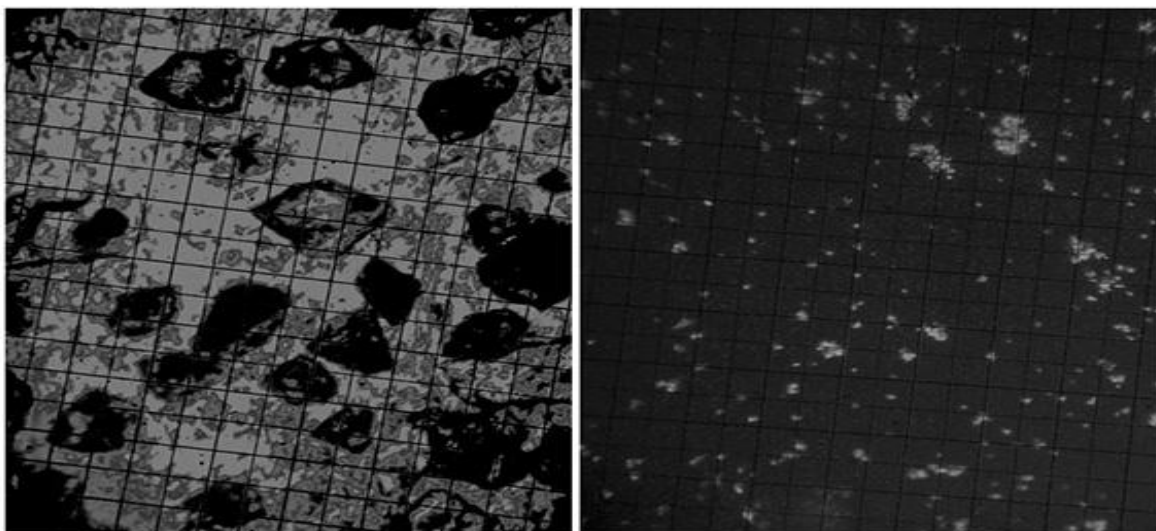
Объектив	Окуляр ва катталаштириш						
	5 <sup>x</sup>	6 <sup>x</sup>	8 <sup>x</sup>	12 <sup>x</sup>	15 <sup>x</sup>	17 <sup>x</sup>	20 <sup>x</sup>

3 <sup>x</sup>	15	18	24	37.5	45	51	60
8 <sup>x</sup>	40	48	64	100	120	136	160
20 <sup>x</sup>	100	120	160	240	300	340	400
40 <sup>x</sup>	200	240	320	480	600	680	800
60 <sup>x</sup>	300	360	480	720	900	1020	1200
90 <sup>x</sup>	450	540	720	1080	1350	1530	1800

### Микрофотография намуналари.

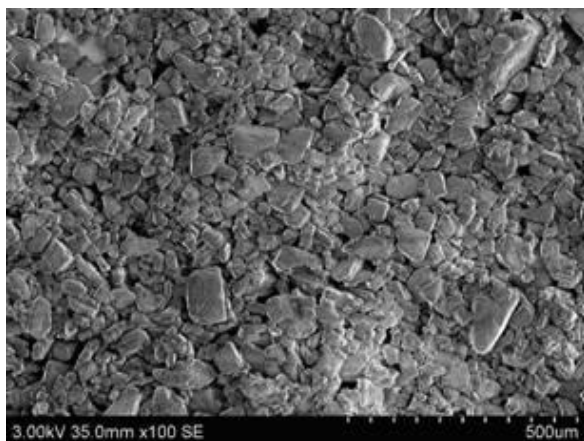
Микрофотография усули орқали тасвир ҳужжат мақомини олади. Шунинг учун магистрлик, номзодлик ва докторлик диссертация ишлари олиб боришда, солиштириш эталонлари ясашда ва корхона маҳсулотлари сифатини тасвир орқали белгилашда ишлатишда у бебаходир.

Барча микроскопларга фотоаппаратлар ўрнатиш мумкин. Тасвир қайтган ва ўтувчан нур асосида пайдо бўлиши ва олиниши мумкин. Қуйидаги расмларда ўзига хос кристалларнинг микрофотосуратлари берилган.

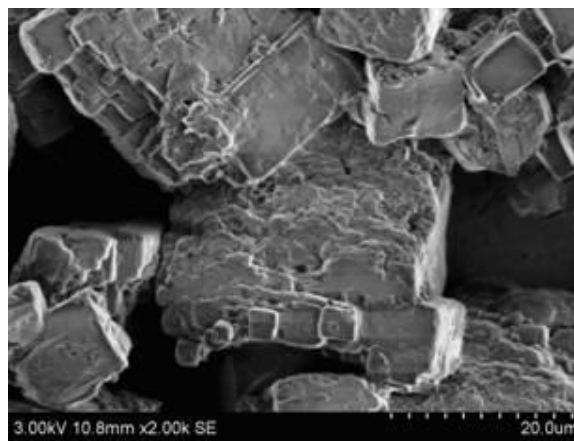


5-Расм. Цементнинг майдалик даражасини текшириш (1 клетка – 30 мкмни ташкил этади. Чап тарафда – шарли тегиронда майдаланган цемент, ўнг тарафда янги РИМ-500 тегирмонида). РИМ-500 ускунасида майдаланган цемент кукуни активлиги юқори кўрсаткичларга эга.

Ўғит сифатида кенг қўлланиладиган флотацион усулда олинган КСІ да 90% гачан майда заррачали фойдали компонент, ундан ташқари 0,013% (130 г/т) амин  $\text{RNH}_3\text{Cl}$  борлиги аниқланган. Ўғитни гранулулаш масаласи анча мураккаб ҳисобланади, чунки амин гидрофоб хусусиятга эга. Биринчи ўринда “Уралкалий” корхонасида ишлаб чиқарилган КСІ ни микроскопик усули ёрдамида ўрганилди – 6- расм А- оптик микроскоп «Axio Imager» («Carl Zeiss» фирмаси) ва 6-расм-Б электрон- сканерли микроскопе «S-3400N» («Хитачи» фирмаси). Расм А дан кўриниб турибдики минерал дончалари нотўғри шаклида (хўлланишни қийинлаштиради).

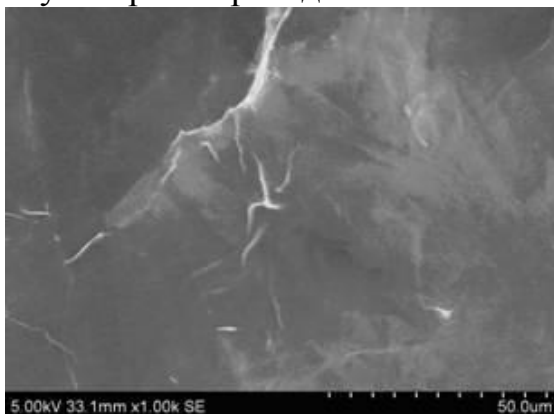


6-Расм. А. 100X катталаштирилган калий хлориди чанги минералларининг расми.

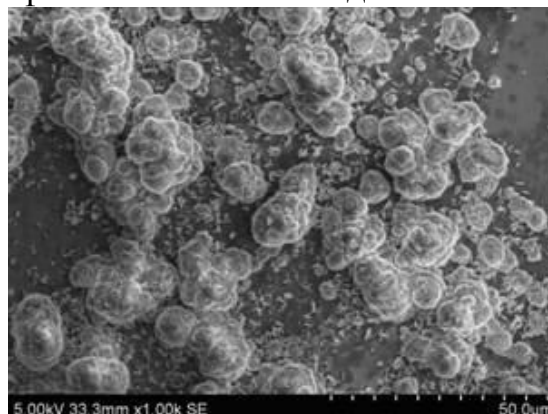


6-РасмБ. - 2000X катталаштирилган калий хлориди чанги минералларининг расми.

Гидрофоб аминнинг микроскопик усулда ўрганилганда – 12- расм А – унинг юзаси силлиқ қатламни хосил қилиши аниқланди, калий хлоридни натрий метасиликати билан ишланганда – 12-расм Б - амин у билан реакцияга киришади ва аминнинг қатлами бузилади, амин алохида глобулаларга ажралади ва КСl нинг гидрофиллиги кескин ошади.

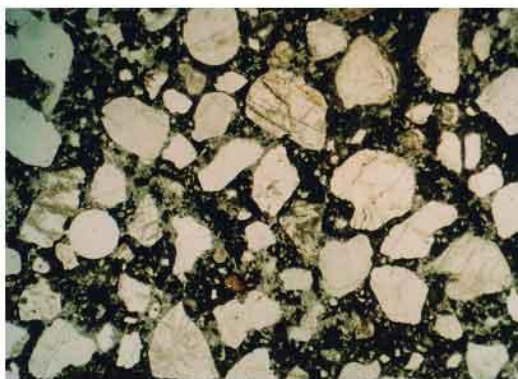


7-Расм А. – Тоza аминнинг микрофотографияси  $T=25^{\circ}\text{C}$  (СЭМ, 1000Xкатталаштириш)



7-Расм Б. – Амин қатламини натрий метасиликати билан ишланганидан сўнг микрофотографияси  $T=25^{\circ}\text{C}$  (СЭМ, 1000Xкатталаштириш)

Магнезиал цемент асосида олинган цементнинг микроскопик усулда ўрганиш. Каустик магнезит (боғловчи модда):кум (тўлдиргич)=1:3 миқдорида қўшилган цемент намуналари микроскопик таҳлил ўрдамида ўрганиш натижалари 8-расмда келтирилган.

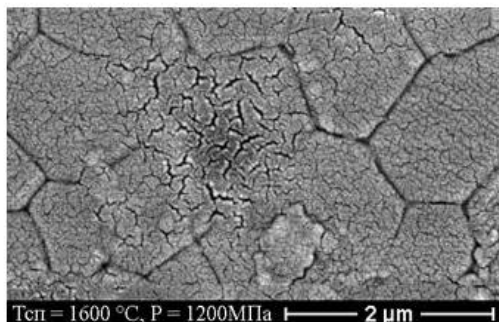


8-Расм А. Цемент плиткасини микрорасмлари – қора рангдаги асосий масса – магнезиал цемент, йирик донали оқ рангли заррачалар – дала шпатлари, слюдалар таркибида тутган қум минераллари. катталаштириш даражаси  $25^{\times}$ . Ўтказувчи нур, николлар параллел холда.

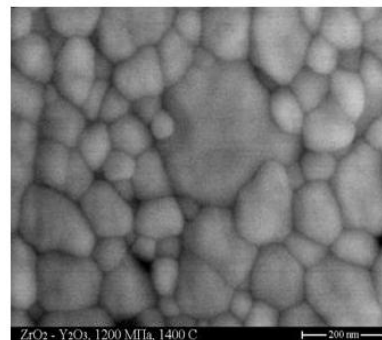


8-Расм Б . Цемент плиткасини микрорасмлари – қора рангдаги асосий масса – магнезиал цемент, йирик донали оқ рангли заррачалар – дала шпатлари, слюдалар таркибида тутган қум минераллари. катталаштириш даражаси  $25^{\times}$ . Ўтказувчи нур, николлар кесишга холда.

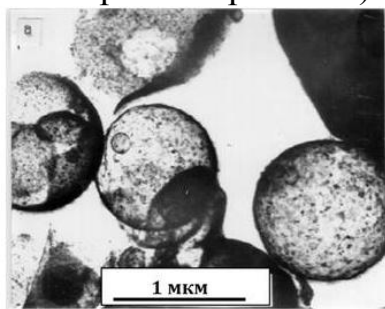
Цирконли техник керамика нуманалири микрокопик тахлили ёрдамида ўрганиш (9-расм):



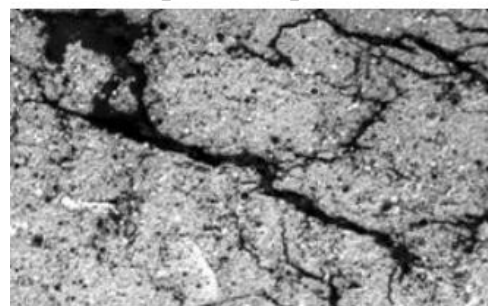
9-Расм А. 1600 °С да синтез қилинган керамик намуналарни электрон микроскопик расмлари. (ЭВМ-100 электрон микроскопи)



9-Расм Б. 1400 °Сда синтез қилинган керамик намуналарни электрон микроскопик расмлари. (ЭВМ-100 электрон микроскопи)



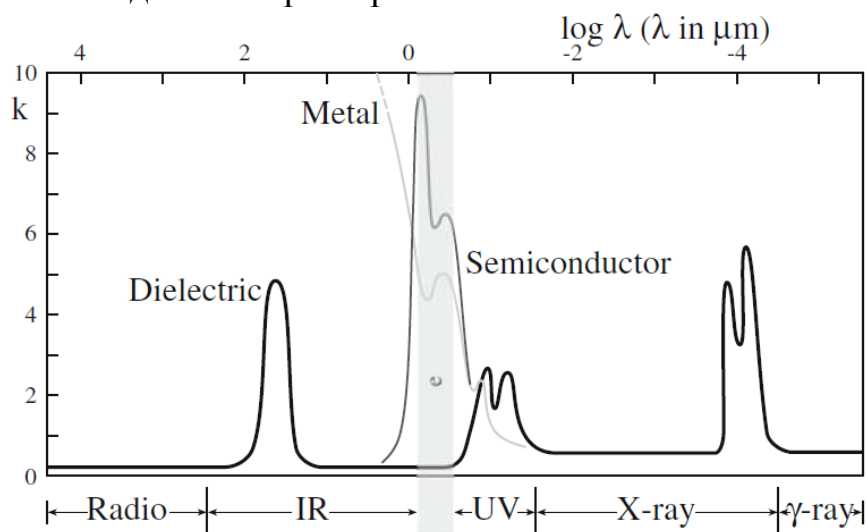
10-Расм -В. Ультрадисперс 80% ( $ZrO_2+3\% Y_2O_3$ ) - 20%  $Al_2O_3$  кукуннинг микрорасмлари- заррачаларнинг ўчамларини аниқлашга имконият



10-Расм- Г. Цирконли керамик намуналарида 1600 °Сда ёриклар пайдо бўлиши намоён бўлади.



беради: 2 % монолит кристаллитлар-  
 ўлчамлари 2...5 мкм; 30 % - зич  
 сфероидлар -диаметри 0,1...1 мкм; 20 %  
 бўшлиқ сфероидов, диаметри 0,2- 1,2  
 мкм; 48 % майда агломератлар.



11-расм-Д. Металл, ярим-ўтқазгич ва диэлектриклар учун ютилиш частотасини ўзгаришини солиштириш (ёруғлик нури спектри тўқ ранг билан белгиланган)<sup>2</sup>.

### 1. Электрон-микроскопик тахлилнинг назарий асослари.

Турли техника ва фан сохаларида электрон-микроскопик тахлил услуи кенг қўлланилади. Юқори катталаштириш қобилиятига эга бўлганлиги сабабли (оддий микроскоплардан 100 баробар кучлироқ) элетрон микроскоплар микрообъектларни структурасини атом-электрон қатламлари даражасида ўрганишга имконият беради. Электрон микроскоплар икки асосий турга бўлинади:

1. Ўтқазувчи электрон микроскоплар (просвечивающие - ПЭМ) – нур ўтқазуш натижасида намуналар ўрганилади.

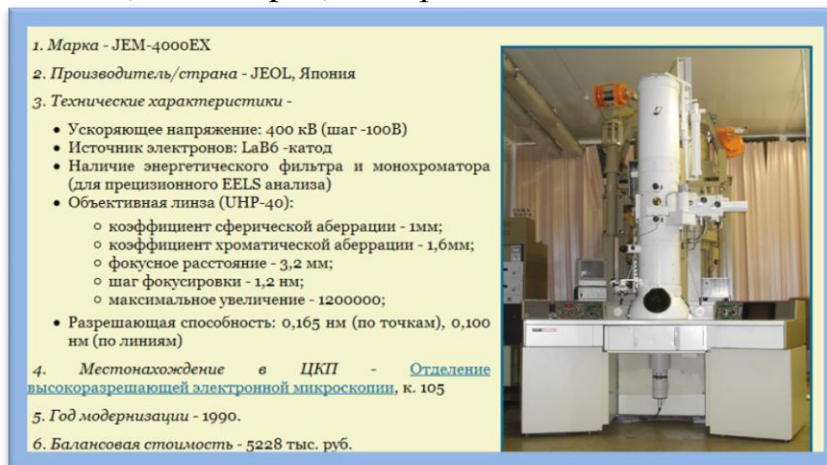
2. Растро нурли электрон микроскоплар (растровые РЭМ) – намунадан қайтган ёки иккиламчи электронлар ўрдамида.

Замонавий электрон микроскопик усулларга яна микродифракция ва электрон-зонд тахлили қиради.

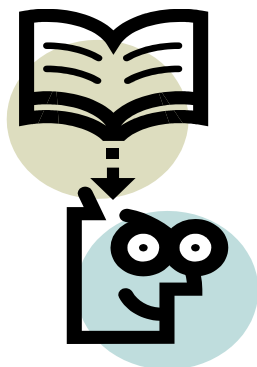
Замонавий электрон микроскопик усуллари кимё маҳсулотларини ташкил этувчи минераллари ва агрегатларини нозик микроморфологиясини, материаллардаги турли нуқсон ва дислокацияларни, материал жинсларини бир хилмаслиги даражасини аниқлашда, турли фазаларнинг морфологик ва структура таркиби, кристалл панжаранинг периодиклиги ва нуқсонларини ўрганишга имконият беради.

<sup>2</sup> Carter C.Barry, Norton M.Grant. Ceramic materials. Science and Engineering. Springer International Publishing AG. 2007. -716 p. ISBN: 0387462708.

Электрон микроскопининг тузилиши оддий микроскопга ўхшаш бўлиб, у электрон пушка, магнит ёки электростатик турли фокусловчи линзалар тўплами, предмет столи билан намуна жойлаштириш камераси, флуоресценция экрани ва фотокамера, электр қуввати блоки ва вакуум системасидан иборат. Электрон микроскоплар турлари - Ўтказувчи электрон микроскоп BS-613 “Tesla”, растро нурли электрон микроскоп S-405a “Hitachi”, JEM-400EX (JEOL, Japan) 12– расм .

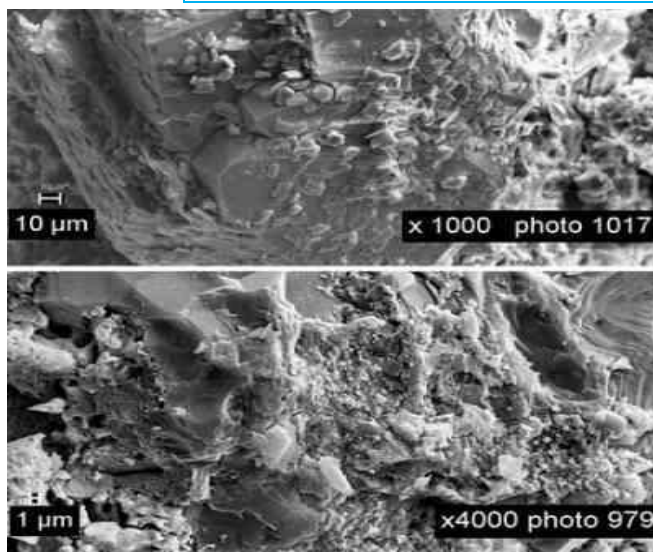


12-Расм. JEM-400EX (JEOL, Japan) электрон микроскопининг кўриниши ва техник кўрсаткичлари.



### 1. Электрон микроскоплар<sup>3</sup>.

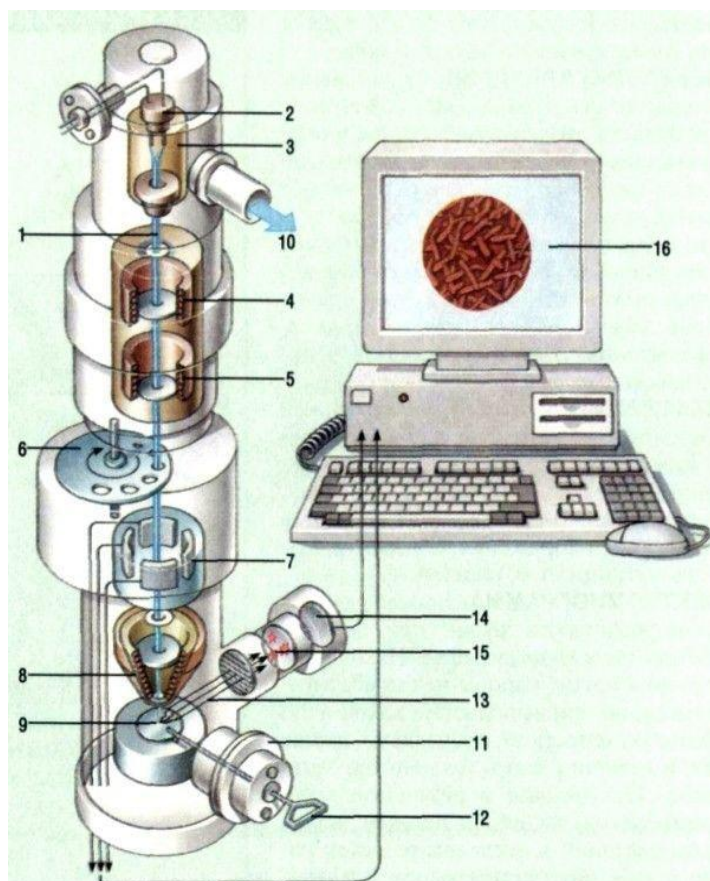
Уларда катод нурларидан фойдаланиш орқали катта ютуқларга эришилди. Улар қаторига 1931 йили немис олимлари М.Кноллем ва Э.Руск томонидан яратилган электрон микроскопларида тортиб то ҳозирги замонавий интерференцион электрон микроскопларгача киради. Назарий жиҳатдан бундай микроскопларда 100 Ао гача, амалий жиҳатдан эса 500-1000 А<sup>0</sup> бўлакча арни кўриш мумкин (12-15 расм).



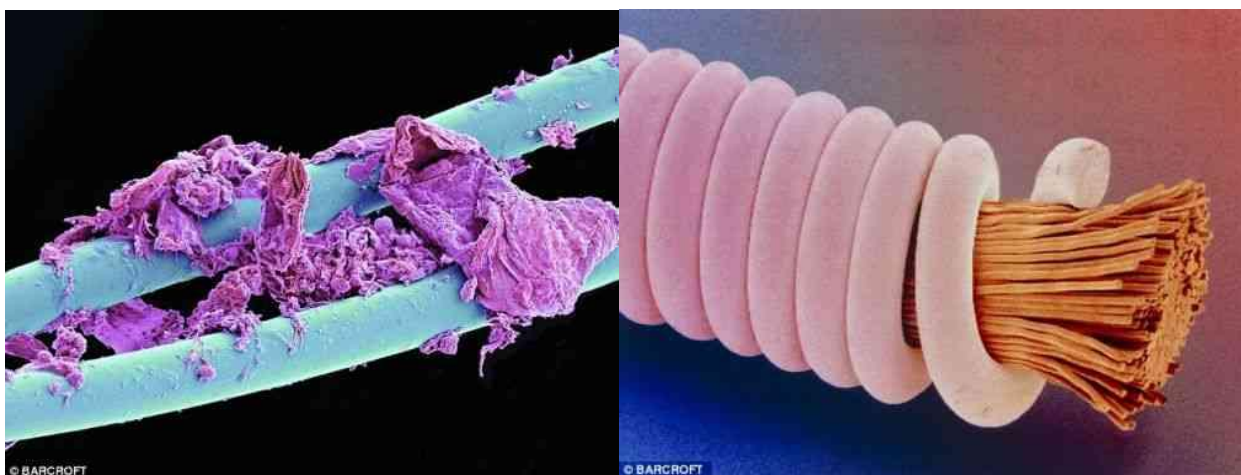
13- расм .

Электрон микроскопда олинган тасвир (Микроструктура материалов дольменов, электронный микроскоп: (photo 1017) - дольмен долины реки Пшада; (photo 979) - дольмен горы Нексис).

<sup>3</sup>William D.Callister, Jr., David G.Rethwisch. Materials Science And Engineering. An Introduction. Eight Edition. USA, Wiley, 2010.- 111 p.



14- расм. Замонавий электрон микроскопнинг кўриниши.



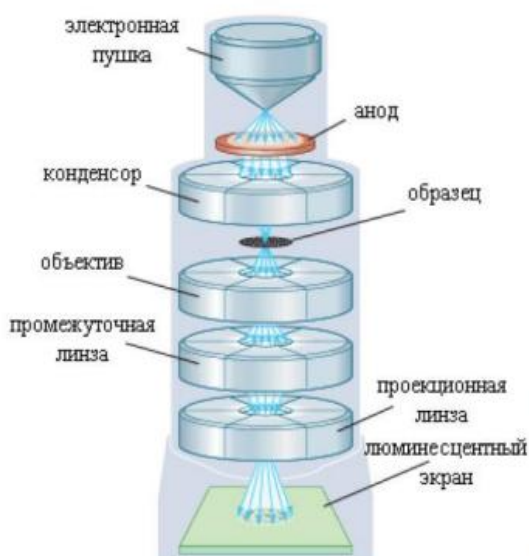
15- расм. Ип толаси ва гитаранинг ипи электрон микроскопда кўриниши.

**2. Растро нурли электрон микроскоплар (16-расм).** Улар қаторига растро нурли микроскоп, массив объектларни тадқиқот қилишга мўлжалланган растро электрон микроскопи, кучланиши 150 кВ бўлган растро электрон микроскопи, катод-люминесцент объектларни текширувчи растро электрон микроскопи, телевизион тасвирли ультра товушли микроскоп ва бошқалар киради.

3. Рентген микроскопияси ва микронзонд тахлили. Рентген проекцияли микроскоп, рентгенли топография, электрон-зондли рентген микроанализатори (17 расмлар), ион-зондли масс-спектрал микроанализатор ва бошқалар бу гуруҳга киради.

**Просвечивающая электронная микроскопия (ПЭМ), Сканирующая электронная микроскопия (СЭМ), Сканирующий туннельный микроскоп (СТМ).**

### **Просвечивающая электронная микроскопия (ПЭМ) *Transmission electron microscopy (TEM)***



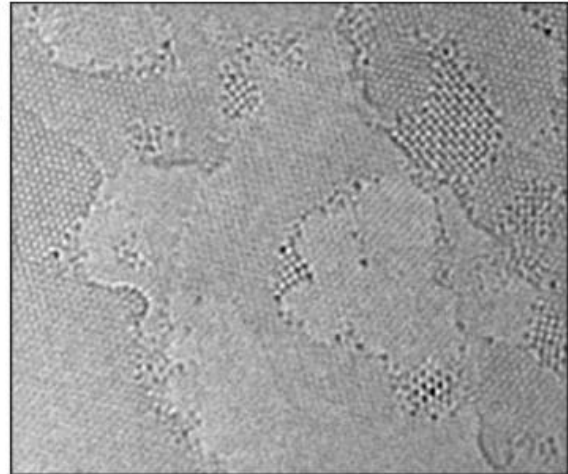
*Электроны эмитируются в электронном микроскопе посредством термоэлектронной эмиссии из нити накаливания (например, вольфрамовая проволока) либо посредством полевой эмиссии. Затем электроны ускоряются высокой разностью потенциалов (от 100 кВ до 3 МВ) и фокусируются на образце электромагнитными или электростатическими линзами. Прошедший через образец луч содержит информацию об электронной плотности, фазе и периодичности; которые используются при формировании изображения.*

Просвечивающие микроскопы с коррекцией сферических aberrаций  
(примеры использования – А.Л. Чувиллин, Ulm University, Germany)

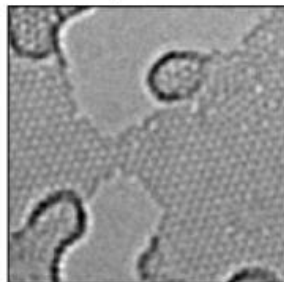
(Dy@C82)@SWNT



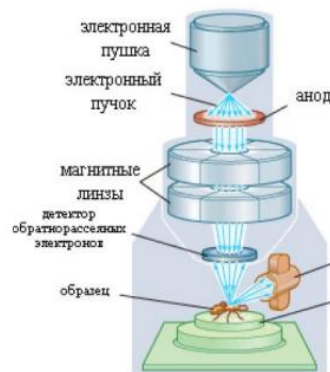
Ag @Graphene



Graphene



### Сканирующая (растровая) электронная микроскопия (СЭМ, РЭМ), Scanning electron microscopy (SEM)



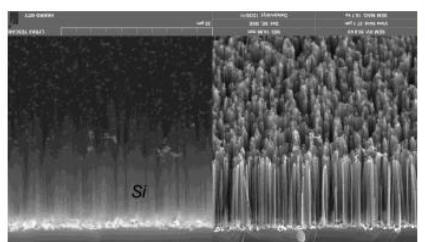
В зависимости от конкретного прибора и параметров эксперимента, может быть получено разрешение от 10 до 0.5 нм.  
Например, в микроскопе Hitachi S-5500 разрешение составило 0.4 нм (при напряжении 30 кВ)



Наилучшее разрешение может быть получено при использовании вторичных электронов при работе в высоком вакууме.

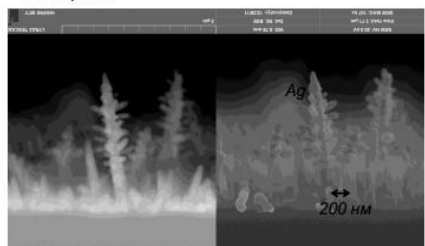
## Примеры использования СЭМ

Ag/Si «нано-трава»

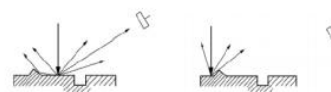
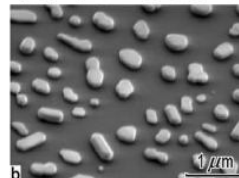
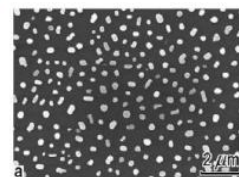


обратно-рассеянные электроны

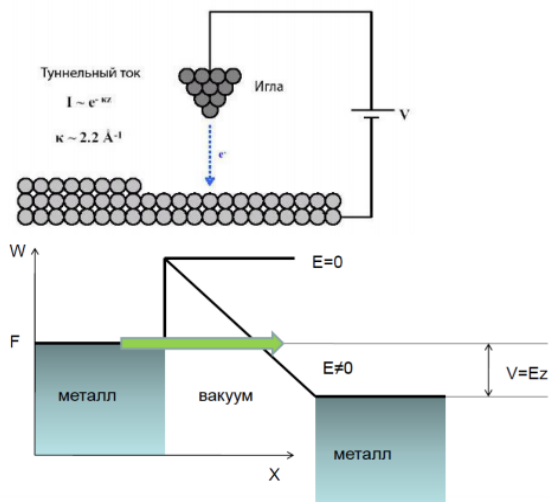
вторичные электроны



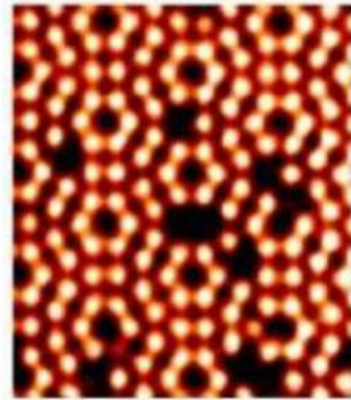
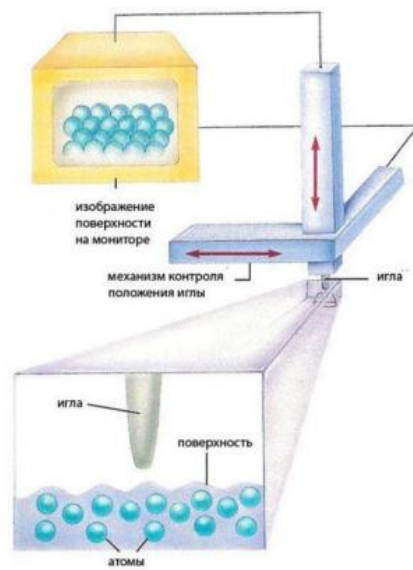
Остроконечная пленка золота (Au), измеренная при нормальном (а) и наклонном (б) падении электронного луча



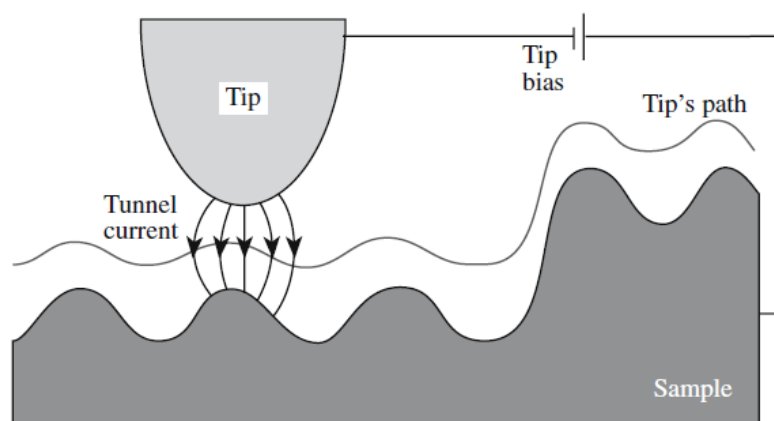
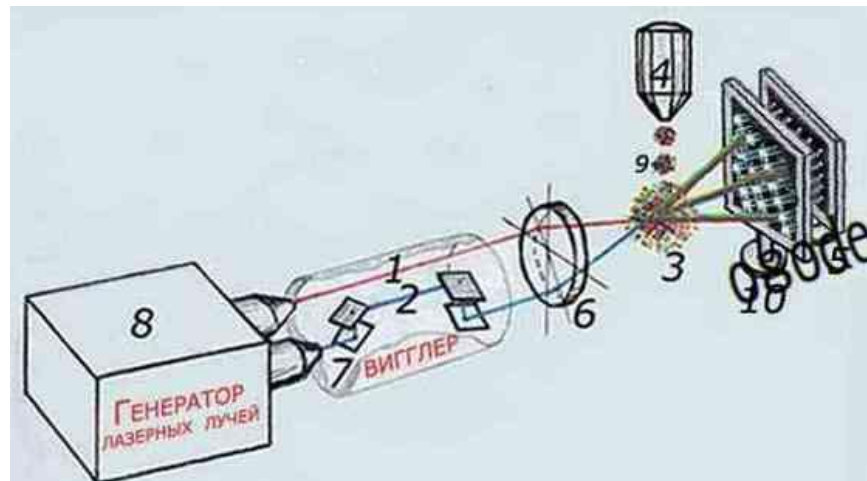
## Сканирующий туннельный микроскоп (СТМ, STM)



## Пример использования СТМ



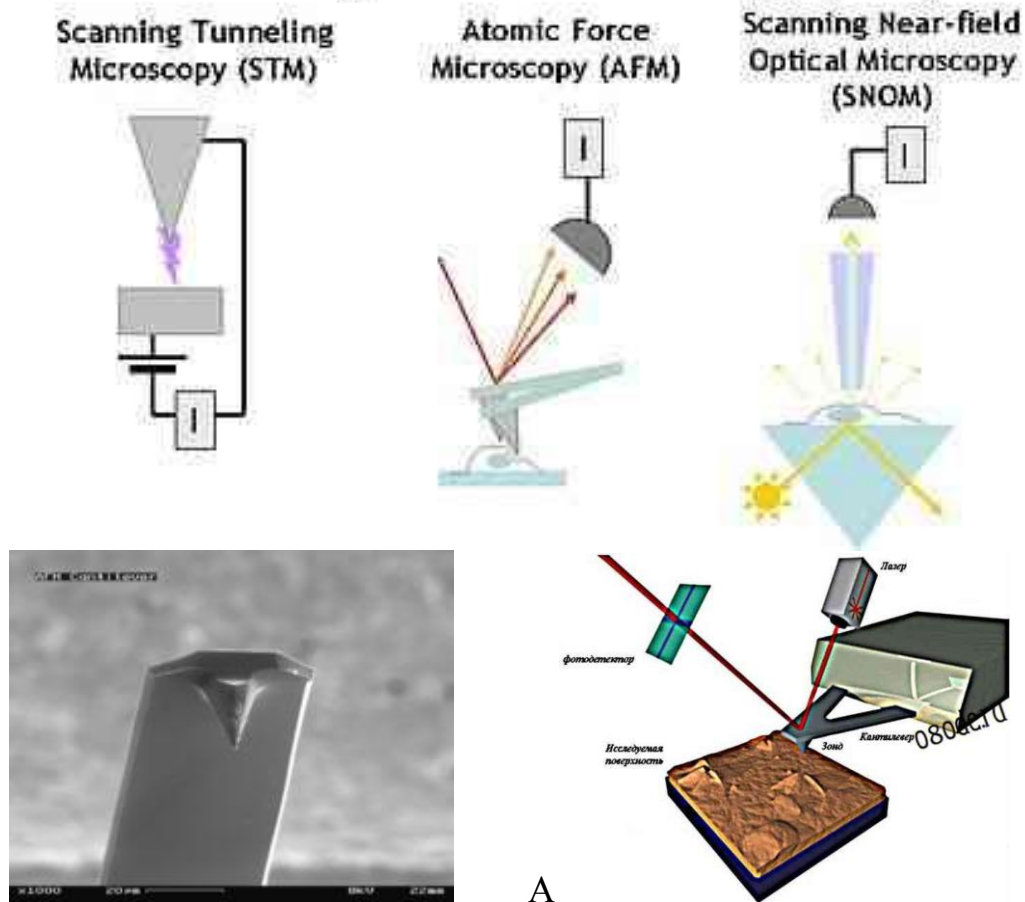
СТМ изображение поверхности кремния – видно упорядоченное расположение атомов и структурные дефекты (вакансии).



СТМ тахлил усулида игна намуна юзаси билан ўзаро тўқнашмайди.

СТМ усулида намуна жуда ингичка (200 нмдан кичик) бўлиши керак, бу дегани ўрганилаётган намуна бузилади ва тахлил қилиш учун намуна тайёрлаш учун вақт сарф этилади<sup>4</sup>.

## Scanning Probe Microscopy (SPM)

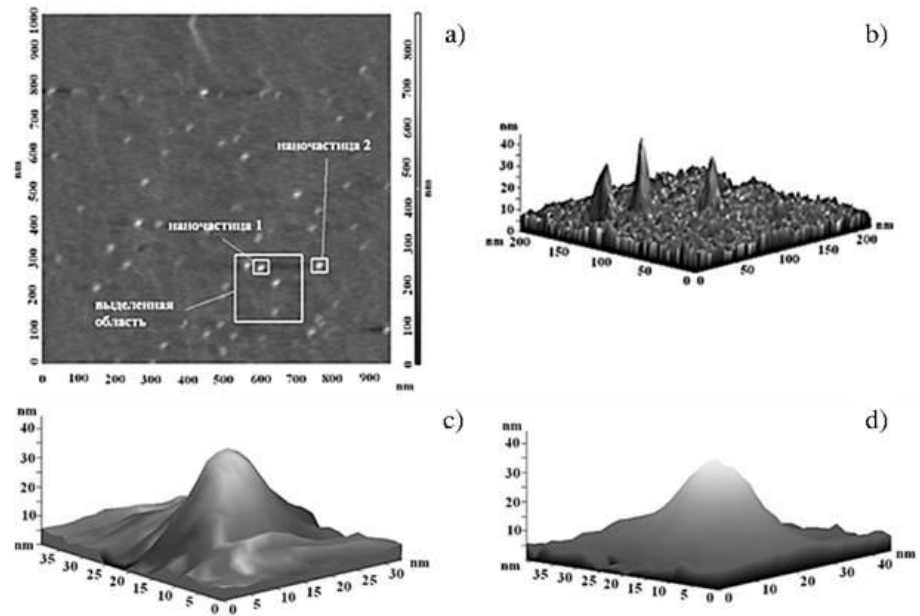


16- расм. Микро -зонднинг кўриниши (А) ва ишлаш принципи (Б).

Микрозонд тахлили материал юзасини ва уни ташкил этувчи элементларни, кимёвий бирикмаларни аниқлашга имконият беради. Мисол тариқасида 24расмда келтирилган кварц қумидан олинган техник  $\text{SiO}_2$  ни микрозонд билан текшириш натижалари келтирилган.

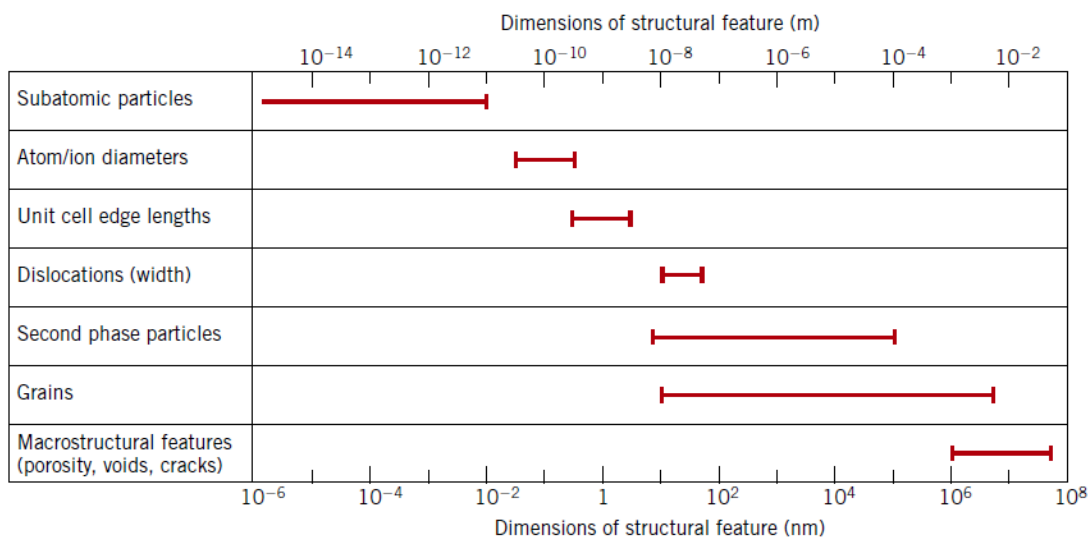
<sup>4</sup>Carter C.Barry, Norton M.Grant. Ceramic materials. Science and Engineering. Springer International Publishing AG. 2007. ISBN: 0387462708.– 161 p.





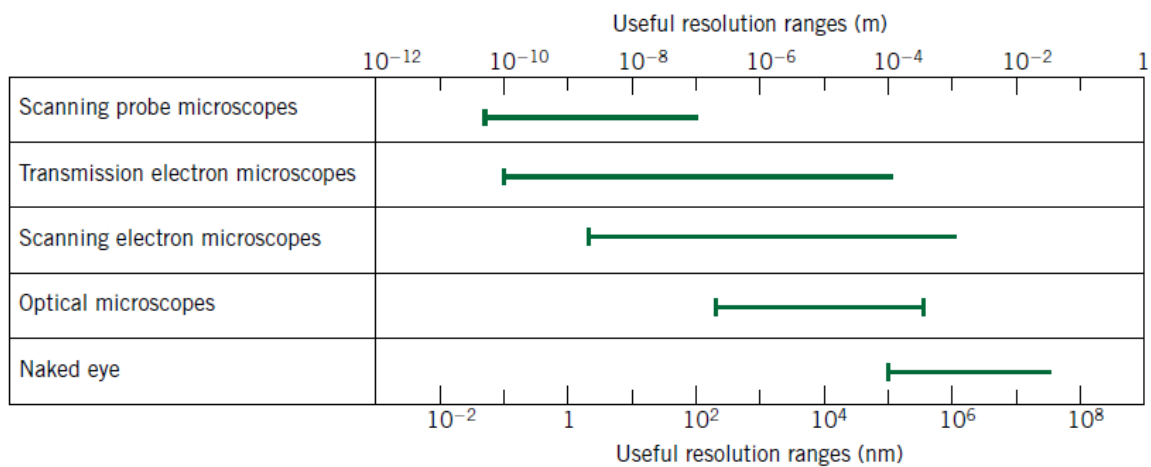
17-расм. Аморф  $\text{SiO}_2$  (кварц кумсидан олинган) юзаси: а) нанозаррачаларнинг гурухларини 2D текисликда кўриниши; б) нанозаррачаларнинг гурухларини 3D текисликда кўриниши; в), д) 1 ва 2-нанозаррачаларнинг 3D текисликда кўриниши. (Атом-кучланишли электрон микросонди SOLVER P47).

### Хулосалар:



18 А-расм. Заррачалар турлари ва уларнинг ўлчамлари<sup>5</sup>.

<sup>5</sup>William D.Callister, Jr., David G.Rethwisch. Materials Science And Engineering. An Introduction. Eight Edition. USA, Wiley, 2010.- 112 p.



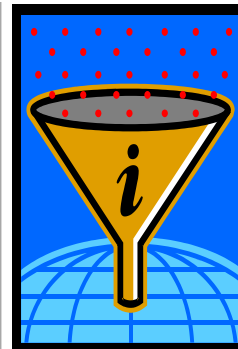
18 Б-расм. Оптик микроскопик, СЭМ, ТЭМ, СТМ усуллари ёрдамида моддаларни ўрганиш имкониятлари.

### 3. Спектр таҳлил усуллари, аппаратлари-асбоблари, конструкциялари.

#### Инфрақизил нурларининг табиати.

*ИҚ нурланиш биринчи марта 1800 йилда инглиз олими Уильям Гершель томонидан очилган. У термометрни қуёш спектри бўйлаб ҳаракат қилдирганда 0.86 мкм дан юқорироқда симоб столбининг юқорилаб кетганлигини аниқлаган. Бу ҳодиса рўй берган область инфрақизил нурланишининг пастки чегараси эди холос.*

*«Инфрақизил» термини Стокс томонидан 1852 йили киритилган «ультрабинафша» терминидан фарқли равишда Беккерель томонидан 1869 йили киритилади.*



1834 йили Меллона томонидан ўтказилган тадқиқотлар натижасида инфрақизил нурларининг қайтарилиш ва синиш табиати ёруғлик нурларининг табиатига ўхшаш эканлиги тасдиқланди. Бундан биров кейинроқ Ампер ва Кноблаух томонидан янги кашф этилган нурларининг тарқалиши, қайтари-лиши, поляризация ва интерференцияси худди ёруғлик нурларидек кечиши, аммо улардан тўлқин узунлигининг катталиги билан фарқланиши исботланди.

Инфрақизил нурланиш спектрининг юқори чегарасига етиб бориш узок давом этган тадқиқотлар натижасида рўй берди. Бунинг учун жуда кўп нурланиш манбаалари текширилди, турли материаллардан ясалган призмалар ўрганилди. Натижада бу рақам 350 мкм атрофида бўлиб, у радиотўлқинлари билан чегарадош эканлиги тасдиқ топди.

*Электромагнит майдон билан муҳитнинг ўзаро таъсири нурланиш тўлқин узунликларида кучли тарзда ўзгаради.*

*Масалан, ультрабинафша нурланиш фотохимёвий таъсирга, рентген ва γ-нурланиш- катта сингиш (кириб кетиш) хусусиятига эга.*

*ИҚ нурланиш фақат молекула ёки молекуладаги атомларнинг алоҳида группалари билан мулоқотда бўлади, ҳамда моддадаги кучсиз боғланган ёки “озод” ташувчи зарядлар билан ўзаро таъсирлашади.*



Юқоридагиларга асосланган ҳолда ИҚС усули асосида турли силикат тва қийин эрийдиган мода ва материлларнинг хоссаларини аниқлаш, нур ютилиши ёки нур қайтиши полосаларининг аниқ характеристикасини бериш устида ишлар олиб борилди. Характерли полосалар группаларнинг энергетик

ўзгаришида тебранма ёки айланма даража орасидаги энергия ҳамда электронларнинг кузатилган ҳолатидаги валент ўзгаришига боғлиқлиги аниқланди.

ИҚ нурланиш- бу 0,76 дан 1000 мк гача тўлқин узунлигидаги (ёки тўлқин сонлари  $13160-10 \text{ см}^{-1}$ ) электромагнит нурланиш бўлиб - ёруғлик спектрлари (0,40 - 0,76 мк) ва радиотўлқинлар [ $\lambda > 1 \text{ см}^{-1}$  (1000мк)] оралиғидаги нурла-нишдир. Ҳозирги вақтда силикатларни ўрганишда кўпинча ИҚ нурланишнинг 2 дан 25-40 мк гача бўлган областлари кўлланилади.

Нормал ИҚ нур оқими силлиқланган, ясси модда юзасига тушганда:

- а) ундан қайтади;
- б) модда заррачаларида ютилади ва ёйилади;
- в) нур ўтказилади.

ИҚ нурларини қайтариш спектрлари қуйидаги формула орқали топилади:

$$I_p = \rho \cdot I_o,$$

бу ерда,  $I_p$ - қайтган нурлар оқими;

$\rho$  - модданинг нур қайтариш коэффициентини;

$I_o$ - модда юзасига тушаётган нормал нур оқими;

ИҚ нурларнинг ўтказиш спектрлари қуйидагича топилади:

$$I = (1 - \rho^2) I_o \cdot e^{-kt},$$

бу ерда,  $k$  - модданинг нур ютиш коэффициентини;

$t$  - нур ютаётган қаватнинг қалинлиги

Нур қайтиш ва ўтказиш спектрларининг қиймати қуйидагиларга боғлиқ:

- 1) нур ютиш коэффициентини  $k$ , нур қайтариш коэффициентини  $\rho$  ва модданинг нур синдириш кўрсаткичи  $n$  га;
- 2) кристалл панжара сингонияларига;
- 3) структураларнинг массалар ва ион радиусларига, бунда масса қанча кўп бўлса, бир сингония кристаллари нур ютишининг асосий полосалари шунча кўп узун тўлқинли област тарафига силжийди;
- 4) панжарадаги изоморф қўшилмалар ва бошқа факторларга.

## 2. Моддаларнинг инфракизил спектрлари.

ИҚ областида нур ютилиши асосан ИҚ нурланиш таъсирида модда молекулалари ёки ионларининг айланма ва тебранма ҳаракатини ўзгариши, баъзан уларнинг электрон қобиғларини деформацияга учраши билан характерланади.

Энг кўп ИҚ нурунинг ютиши кристалл панжара ва унинг компонентлари (молекула, ионлар)нинг тебраниш частоталарига амалий жиҳатдан мос келади. Бу тебранишларнинг характери ва частоталари модданинг табиатига, молекулалари (ионлари)ни жойлашишига, улар орасидаги масофа ва бошқаларга боғлиқ.

Валент боғлар бўйича содир бўладиган тебранишлар валент тебранишлари, уларга перпендикуляр бўлганлари эса деформацион тебранишлар дейилади.

ИҚ нурларни ютиш спектрлари ёрдамида тузилишни ўрганиш ва текшириш усулларида келиб чиққан ҳолда қаттиқ моддалар икки синфга бўлинади:

1) Бир тартибли мураккаб бўлмаган группа компонентлари (ионлари, молекулалари) орасидаги масофа ва энергияга боғлиқ бўлган кристалл модданинг ИҚ нурларни ютиш спектрлари.

Масалан, кубик сингонияга эга кристаллар (Шефер, Матосси, 1935 й.) ўзининг биттадан тебраниш частотасига эга. Улар массасининг тебранувчи атомлари массаси қанча кўп бўлса, бу полоса шунча узун тўлқинли областда сурилган бўлади:

$$\text{MgO } \lambda = 14,2 \text{ мк (704 см}^{-1}\text{)} \quad \text{KCl} = 63 \text{ мк (159 см}^{-1}\text{)}$$

$$\text{CaO } \lambda = 22 \text{ мк (455 см}^{-1}\text{)} \quad \text{NaCl} = 52 \text{ мк (192 см}^{-1}\text{)}$$

Кубик сингонияга эга бўлган кристалларнинг бир қанчасида битта ўрнига иккита максимумли нур ютиш полосалари мавжуд (масалан, NaCl учун иккинчи нур ютилиш  $\lambda=39$  мк га мос келади (Лекопт, 1958 й.). Бу фақат шартли равишда Борннинг кристаллодинамик назариясининг тахмини бўйича - панжаранинг қўшимча тебранишлари, қўшни элементар ячейкаларнинг атомлари эквивалент ҳолатда қарши фазада тебраниши орқали тушунтирилади. Бундай тебранишлар сони катта бўлиши мумкин. Масалан, юқори панжарали кварц учун назарий жиҳатдан 189 тебраниш бўлиши мумкинлигини кўриш мумкин.

2) Ички кучларининг боғланиши группаларо боғланишга нисбатан кучли бўлган, ўзининг структурасида мураккаб группага (ионлар, молекулалар) эга бўлган кристалл моддаларнинг ИҚ нур ютиш спектрлари.

Агар панжарада анион ва катионлар комплекси ёки группа атомлари ўзаро мустаҳкам боғланган бўлса, интерпретация ва тебранишлар ҳисоби ёки уларга мос келувчи нур ютиш полосаларини аниқлаш ва модданинг тузилишини ИҚ спектрлар орқали ўрганиш жуда осон бўлади. Бу группаларни (масалан,  $[\text{SiO}_4]^{4-}$ ) етарли даражада изолировка қилинган ва уларни катта бўлмаган атомлар сонидан ташкил топган молекула деб қараш мумкин.

Мураккаб группадан ташкил топган моддаларни тебранишини:

а) ички тебраниш, яъни комплекс группа атомларининг ички тебраниши;

б) ташқи тебраниш, яъни бошқа группа ёки атомларига нисбатан комплекс группа тебраниши.

2 чи синф қаттиқ моддаларнинг тузилишини аҳамиятига кўра амалий жиҳатдан ИҚ нур ютиш спектрлари ўртасидаги боғланиши қуйидагича белгиланади:

1) нур ютиш полосасининг сони группа симметрияси ва атомлари сонига боғлиқ;

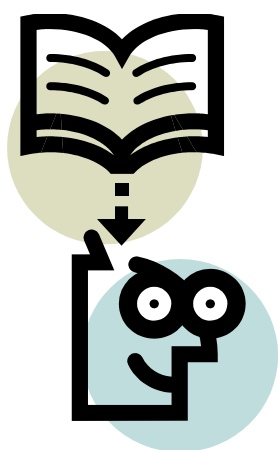
2) группаларнинг нур ютиш полосалари ва уларнинг силжишлари ҳамда бошқа группалар (ёки катионлар ва нейтрал заррачалар) ва бир хил группаларнинг ўзаро жойлашишига боғлиқ.

Группаларнинг маълум даражада қонуний жойлашиши масаласига келсак, масалан бир турли сингония кристаллари учун, текширилаётган мураккаб группанинг нур ютиш полосаси ҳолати қўшни группа ўлчамлари ва массаси билан аниқланади. Бу ҳолат модданинг инденфикацияси ёки модда синфини (масалан, кислота, альдегидларнинг тузи, катионлар ва бошқалар) аниқлаш учун асос бўлиб хизмат қилади.

Баъзи минераллар (доломит, людвигит, гранат, хлорит) учун ИҚ нур ютиш полосаси изоморф группалар ҳолатига тўғри пропорционал равишда силжиши топилган (Архипенко, 1963 й.; Александров, 1965 й.; Ковалев ва бошқалар, 1965 й.). Бу шуни билдирадики, изоморф группа (ион) текширилаётган группа нур ютиш полосасини силжишини юзага келтиради. Минералнинг механик қўшилмалари эса текширилаётган модданинг нур ютиш полосаси ҳолатида ўзгаришлар содир этмайди. Кўринишидан нур ютиш спектри бўйича моддадаги компонентларнинг шаклини чиқиши ва полосанинг силжиш катталиги бўйича изоморф қўшимчалар сонини аниқлаш имконини беради.

Модданинг кристаллигини ИҚ нур ютиш спектрларига таъсири, баъзигруппаларнинг нур ютиш полосаларини сони ва парчаланиши билан ифодаланади, чунки парчаланиш тавсифи кристалл панжара типи билан аниқланади. Аморф моддаларда парчаланиш полосаси кузатилмайди.

Кристалл ва аморф моддаларда группа (ион, нейтрал заррача)нинг ўзгариши (изоморфлиги)ни текширилаётган группанинг нур ютиш полосасини бироз силжишига олиб келади. Бунда кўпинча ҳар бир полосанинг парчаланиш характери сақланади. Баъзан полосанинг интенсивлик нисбати ўзгаради.



Масалан, ютилиш полосалари таълуқли: силикатлар ва  $\text{SiO}_4$  га- 1100-900, 830-740 ва 500-400  $\text{cm}^{-1}$ ; боратлар,  $\text{BO}_3$  ва  $\text{BO}_4$  ларига- 1300-1150, 1050-900 ва 780-660  $\text{cm}^{-1}$ ; фосфатлар ва  $\text{PO}_4$  га-1100-1000,830-780 ва 650-500  $\text{cm}^{-1}$ ; арсенатлар ва  $\text{AsO}_4$  га – 900-780, 550-400 ва 350  $\text{cm}^{-1}$ ;сульфатлар ва  $\text{SO}_4$  га–1250-1000,650-610 ва 450  $\text{cm}^{-1}$ ; карбонатлар ва  $\text{CO}_3$  га- 1450-1410,880-860 ва 740-680  $\text{cm}^{-1}$ ;нитратлар ва  $\text{NO}_3$  га– 1380-1350 ва 840-815  $\text{cm}^{-1}$ ; вольфраматлар ва  $\text{WO}_4$  га- 930-810, 450-400 ва 320  $\text{cm}^{-1}$ ; молибдатлар ва  $\text{MoO}_4$  га – 950-810, 450-400 ва 320  $\text{cm}^{-1}$ ; ванадатлар ва  $\text{VO}_4$  га – 1150-730, 480-450 ва 350  $\text{cm}^{-1}$ .

### 3. Таҳлил имкониятлари.

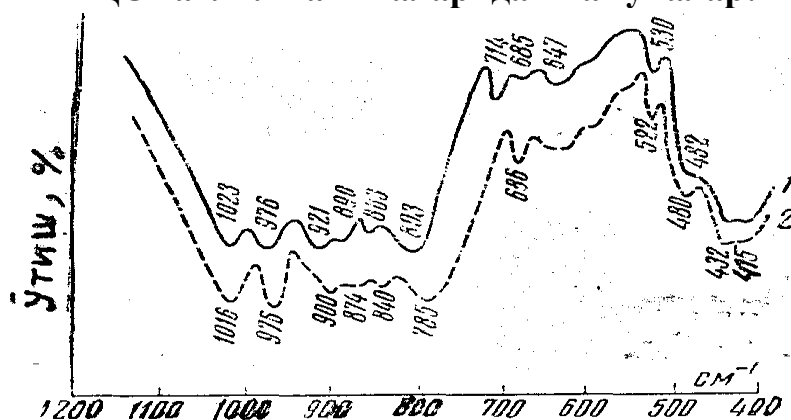
Инфрақизилспектроскопик таҳлилдан қуйидагиларни текширишда фойдаланилади:

- а) кимёвий бирикмалар;
- б) минераллар;
- в) тупроқлар;
- г) қурилиш материаллари;
- д) силикат хом-ашъёлар ва бошқалар.

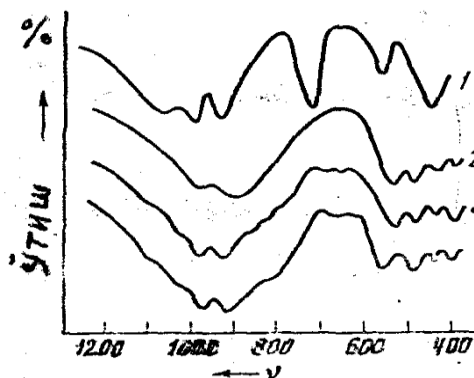
Текширишдан кузатилган мақсад:

- 1) Бирикма, минерални диагностика қилиш учун (сони, парчаланиши ва полосаларининг ҳолати бўйича);
- 2) Ярим миқдорий кимёвий таркибни аниқлаш учун
- 3) Кристалл ёки аморф моддаларнинг кристалланиш даражасини аниқлаш учун.
- 4) Моддадаги мураккаб группаларнинг таҳлили
- 5) Моддаларнинг қиздириш ва бошқа турли реакцияларда ўзгариш жараёнини (янги модда пайдо бўлиши, фазалар аралашмаси, оралик маҳсулот-лар, диссоциация ва бошқалар) ўрганиш учун.
- 7) Минерал структурасидаги сувнинг ёки намликнинг шакли ва турини аниқлаш учун.
- 8) Структуранинг тартиблилиги ва тартибсизлиги (тартибсизлик ҳолатида полосалар чўзилган ва интенсивлиги пасайган бўлади)ни аниқлаш учун.
- 9) Фазалар ёки қўшимчаларнинг миқдорини аниқлаш (жуда ҳам аниқ эмас) учун.
- 10) Полиморф ўзгаришларни ва нуқталарни ҳамда Кюри нуқталарини (сегнетоэлектрик-  $\text{BaTiO}_3$  ) аниқлаш учун.
- 11) Кристалл фаза ёки шишани (масалан, оптик шишалар) бир таркиблилигини назорат этиш учун.

#### ИҚС таҳлил натижаларидан намуналар:



19-расм. Синтетик мелилитларнинг ИҚ нур ютиш спектрлари:  
1- $\text{Ca}_2\text{SiAl}_2\text{O}_7$ ; 2-  $\text{Sr}_2\text{SiAl}_2\text{O}_7$ .



20-расм. Кристалларнинг ИҚ нур ютиш спектрлари:  
 1- $\text{CaSiO}_3$ ; 2- $\text{La}_{9,34}(\text{SiO}_4)_6\text{O}_2$ ; 3- $\text{Ca}_{16}\text{La}_8\text{Al}_8\text{Si}_{16}\text{O}_{72}$ ; 4- $\text{Ca}_{16}\text{Nd}_8\text{Al}_8\text{Si}_{16}\text{O}_{72}$ .

#### 4. Инфрақизил спектроскопия усули аппаратлари.

Бу усулда қўлланадиган жиҳозлар спектрометр ёки спектрофотометр деб аталади. Ушбу приборлар ёрдамида нур чиқиш интенсивлиги ўлчанади ва улар детекторли қурилмага фокусировка қилинади. Диспергирлашган элементнинг турига қараб улар уч асосий классларга ажралади:

1. Призмали;
2. Дифракцион;
3. Комбинировка призма-дифракцион.

Группа ёки радикалларга оид маълумотлар, катионларнинг анионлар билан берадиган валент тебранишларини аниқлашда инфрақизил спектроскопик таҳлил яхши натижа беради. Инфрақизил нурларни ютиш ва қайтариш спектрлари билан қаттиқ модда таркибидаги комплекс группалар ва радикаллар тузилиши орасида назарий боғлиқлик бор. Шу боғлиқлик текшириляётган модда билан эталон инфрақизил спектрларини солиштириш ва бошқа усуллар орқали амалга ошади.

**Текшириш учун ускуналар.** ИҚ нурларини ўтказиш, нур қайтарилиши ва нур ютиши спектрлари  $0,76 \div 25$  мк тўлқинлари оралиғида махсус ИҚ спектро-фотометрларда олинади.



21- расм. Фурье-ИҚспектрометри Bruker Vertex 70.



Ҳозирги кунда ИҚС-12 (бир каналли, бир нурли), ИҚС-14 ва ИҚС-21 (икки каналли) жиҳозлари мавжуд.

Чет эл жиҳозларидан: UR лар, айниқса UR-20 (Германия) моделига оид Бекман спектрометрлари қўлланилади. Бу аппаратларининг ютуғи: 1) ёпик система; 2) частоталарни тез беради.

Мавжуд жиҳозларнинг ҳаммаси маълум текшириш диапазонида, кўпинча 1-2 мк ( $10000-5000\text{ см}^{-1}$ ) дан 25-40 мк ( $400-250\text{ см}^{-1}$ ) гача ва 50 мк дан 300 мк ва ундан каттарок ( $200\text{ см}^{-1}$  ундан кичик)ларда ишлашга мослаштирилган.

Турли фирмаларнинг жиҳозлари бир-биридан ИҚ спектрларини аниқ тарзда бериши, ишининг стабиллиги, спектр олишдаги автоматик жараёнлари билан фарқ қилади. Турли жиҳозларда олинган ИҚ спектрларни фақат фотометр характеристикаси бир-хил бўлса ёки жиҳозий хатолар таъсири ҳисобга олинган бўлсагина таққослаш мумкин.

### **5. Усулнинг афзаллиги ва камчиликлари.**

#### **Афзаллиги:**

1. Текширув учун жуда оз миқдорда (1-10 мг) модда олиш;
2. Қатлам қалинлиги бир неча микрондан иборат бўлиши;
3. Текширув учун олинган намунада йўқотишлар содир бўлмайди;
4. ИҚ нурланишдан текширилаётган моддада кимёвий ва физикавий ўзга-ришлар содир бўлмайди;
5. Маълум группалардаги атомларнинг жойлашиши, фазавий ҳолати ва умуман жуда нозик структура тахлилини олиб бориш имконияти;
6. Тажриба натижаларининг автоматик равишда фотоқоғозга тушириш;
7. Тез парчаланиб кетувчи, ўзгарилишнинг кичиклигидан кристаллооптик ва рентгенографияда тутиб бўлмайдиган баъзи номаълум кристалларни топиш;
8. Моддаларни ИҚ спектрининг ҳамма тўлқин узунлигида нур синдириш кўрсаткичини аниқлашга имкон беради;

#### **Усулнинг камчиликлари:**

1. Жуда оз миқдордаги кўшимча (1-5 % дан кам) ва баъзи жуда ҳам кам группировкаларни намоён этмайди;
2. Миқдорий анализ натижаларининг юқори даражада эмаслиги;
3. ИҚ нурларини қайтариш спектрларини олишни бироз кийинлиги;
4. Решетканинг ички тебранишлари билан анионлар тебраниши ўрта-сидаги боғлиқликни кўрсата била олиши;
5. Кристаллнинг майдон кучланишини характерловчи коэффициентлар тўпламини етарли даражада ишончли эмаслиги;
6. Қиймати жиҳатидан яқин ва изоморф ўзгарувчан атомларнинг тебраниш частоталарини идентификациясидаги қийинчилик.
7. Моддаларни механик майдалашда ва КВг билан таблеткалар преслашда структура ўзгариши эҳтимолдан ҳоли эмас. Яна текширилаётган модда кристалларининг КВг билан аралашиб кетиши;

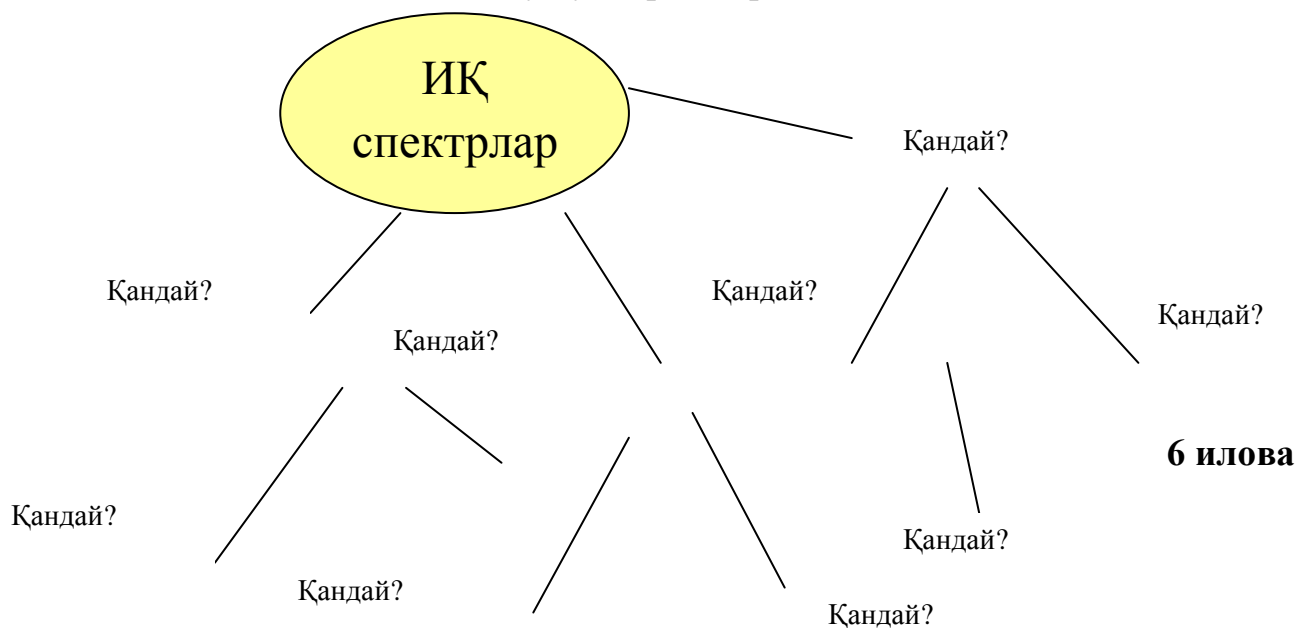
8. Кукуннинг баъзи қисмларида нурланишнинг ҳар хил ўтириши натижасида нур қайтариш ва ютилишида ноаниқ эффе́ктларнинг пайдо бўлиши.

### Мавзу бўйича назорат саволлар.

- 1.Микроскоп термини нимани англатади?
- 2.Тахлилда аниқланадиган асосий хусусиятлар – нур синдириш кўрсаткичи ва бошқалар қандай изоҳланади?
- 4.Минераллар, хом-ашъёлар, ярим маҳсулотлар ва тайёр маҳсулотларнинг оптик хусусиятлари қандай асбоблар ёрдамида аниқланади?
- 5.Кристаллооптика усулида табиий ва сунъий кимёвий бирикмалар, хом-ашъё, материал ва буюмлар, минерал ва композицияларнинг оптик кўрсаткич-лари қандай қонунларга бўйсинади ва аниқланади?
- 6.Микроскопнинг қандай турларини санаб бера оласиз?
- 7.Микроскоплар учун қандай мосламалар мавжуд?
- 8.МИН-8 маркали поляризацион микроскопининг асосий деталлари номини айтиб беринг.
- 9.ИҚ нури ким томонидан ва қачон кашф этилган?
- 10.Инфрақизил нурларининг тўлқин узунлигини ўлчов бирликларида келтиринг.
- 11.Моддаларнинг инфрақизил спектрлари нима билан характерланади?
- 12.ИҚ нурларни ютиш, ўтказиш ва қайтариш спектрлари қандай ифодаланади?
- 13.Нур ютиш полосалари ҳақида тушунча беринг.

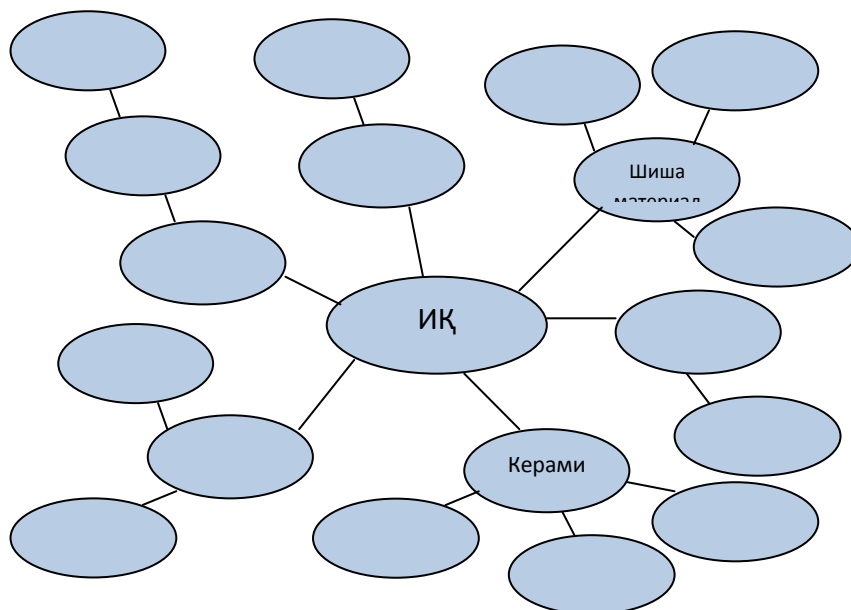
**5-илова**

“Инфрақизил спектрлар” турларини “Қандай” диаграммаси ёрдамида тушунтириб беринг.



**6 илова**

“Силикат ва қийин эрийдиган материалларнинг таҳлил қилишда инфрақизил спектроскопия усулининг имкониятлари” мавзусига “Кластер” диаграммасини тузинг.



#### Фойдаланилган адабиётлар:

1. William D.Callister, Jr., David G.Rethwisch. Materials Science And - Engineering. An Introduction. Eight Edition. USA, Wiley, 2010.- 107-121p.
2. Carter C.Barry, Norton M.Grant. Ceramic materials. Science and Engineering. Springer International Publishing AG. 2007. ISBN: 0387462708. - 716 p.

**2-мавзу: Рентгенографик таҳлил, физикавий асоси. Рентген нурлари, замонавий текшириш усуллари ва асосий ускуналар. Термик таҳлил.**

#### *Режа:*

1. Рентгенографик таҳлил, физикавий асоси.
2. Рентген нурлари, замонавий текшириш усуллари ва асосий ускуналар.
3. Сифат рентген фазавий таҳлил, кристалл панжарадаги текисликлараро масофани ҳисоблаш.
4. Термик таҳлил, дифференциал термик таҳлил, дифференциал термогравиметрик, комплекс термик таҳлил усуллари.

**Таянч иборалар:** Рентген, рентген нурлари, Вульф-Брегг дифракцион эффекти, қатиқ рентген нури, юмшоқ рентген нури, монохроматик нурланиш, рентген аппарати, рентген камераси, рентген трубкаси, ионли рентген трубкаси, электронли рентген трубкаси, кеногрон, чўгланиш реостати, юқори вольтли трансформатор, чўглаш трансформаторидифрактометр, нурланиш детекторлари. термик, термография, дериватографик, термогравиметрия, термотарозлар, дилатометр, комплекс термик, иссиқлик эффектлари, эндотермик, экзотермик жараенлар, реакция, тензиметрия, газоволюметрия, ПГА ПТГ

## 1. Рентгенографик таҳлил, физикавий асоси.

1895 йили физика фанида оламшумул воқеа руй берди. Шу йили улуғ немис физиги, Нобель мукофотининг биринчи лауреати, профессор В.К. Рентген томонидан кўз илғамайдиган янги нур “X” борлиги қайд этилди. Бу нурлар кейинчалик олим шарафига рентген нурлари деб аталди.

1912 йили Лауэ ва унинг ҳамкасабалари томонидан рентген нури дифракцияси кашф қилинди. Натижада фазаларни тўғридан-тўғри идентификация қилишга имкон берадиган энг ишончли рентгенофазовий анализ усули яратишга муваффақ бўлинди.

Рентген нурларини регистрация қилувчи ионизацион ва сцинтиляцион счетчикларнинг пайдо бўлиши ва такомиллаштирилиши, фотография усули яратилиши ва унда фокусловчи камера-монохроматорларнинг тараққий эттирилиши орқали фазовий анализ чегаралари кенгайтирилди.

Рентген нурларининг кашф этилиши, яратилган турли усул ва жихозларнинг қўлланилиши физика, кимё, тиббиёт ва айниқса техника фанлари (металлар технологияси, металлургия, машинасозлик)га имкониятлар очиб берди.

Рентген нурлари  $0,01 \div 0,00001$  мк ёки  $10^2 \div 10^{-1}$  А тўлқин узунлигига эга бўлиб, улар ёруғлик нурлари каби электромагнит табиатга эга. Улар лар мусбат ядро ва манфий электронлардан ташкил топган атомга доимий осцилловкаланувчи кучи каби таъсир этади. Электрон ва ядро бир яқинлашади, бир узоклашади. Натижада атомнинг ўзи тушаётган рентген нури тўлқин узунлигига нурланади. Алоҳида атомлардан чиқарилаётган нур тўлқинлари ёйи бир-бирига қўшилади ва ёйилган тўлқинлар фронтини ҳосил қилади. Атомларнинг панжараларидан ёйилган кўпгина тўлқинлар ичида фақат кузгудан қайтарилыш қонунига бўйсинувчиги сақланиб қолади. Айнан қайтган нур ва атомли занжир ўртасидаги бурчак худди занжир ва тушаётган нур орасидаги бурчак сингари бўлиш керак. Ҳажмий кристаллар учун бу картина мураккаблашади.

Рентген нурлари биринчи марта Рентген томонидан иккита электрод кавшарланган шиша найчадан иборат ҳавони  $10^{-5}$  мм симоб устунни босимида сўриб олиниши ва ундан электр токи ўтказилиши орқали ҳосил қилинган. Ўрнатилган электродлардан ўзига хос, кўзга кўринмайдиган нурлар чиқиши қайд этилган.

Рентген нурлари квант нурлари қаторига киради, таъсири гамма нурлари кабидир. Бу нурларнинг хиди йўқ. Улар рангсиз бўлиб, буюмлар ичига кириши, сингиш, тарқалиш, ёритиш, фотохимёвий ион ҳосил қилиш, биологик таъсир кўрсатиш каби хосса - хусусиятларга эга.

Рентген нурининг турли модда ва жисмлар ичига кириш хусусияти нур тўлқинларининг узунлигига боғлиқ. Агар нур таркибида “қаттиқ”, яъни тўлқин узунлиги кичик нурлар кўп бўлса, ичига кириш “юмшоқ” (тўлқин узунлиги узун) нурларга нисбатан кўпроқ бўлади.

Рентген нурларининг интенсивлиги турли модда ва жисмлардан ўтаётганда ўзгаради. Бу уларнинг қалинлиги, қаттиқлиги, солиштирма

оғирлиги ва кимёвий тузилишига боғлиқ. Газ ва ҳаво рентген нурларини сингдирмай ҳаммасини ўтказиб юборади. Лекин барий сульфат ёки кўрғошин кўп нур ўтказмайди. Шунинг учун улар рентген нурларидан сақланиш учун тўсиқ сифатида ишлатилади.

Рентген нурлари модда ёки жисм томонидан ютилганда, улар иккинчи даражали рентген нурларини чиқарадиган манбага айланиб қолади.

Рентген нурларини олиш замонавий турлича тузилган аппаратларда амал-га оширилади, лекин уларнинг пайдо бўлиши бир хил принципга – рентген трубкасида катодга юқори кучланиш берилганда ўзидан электронлар – гамма нурлари чиқарилиши, уларнинг кутбланган антикатодга куч билан урилиши натижасида катта тезликда заррачалар отилиб чиқишига асосланган.

### Рентген нурларининг дифракцияси.



Рентгенография – рентген нурлари ва уларни металл, металл қотишмалари, кимёвий бирикма, минерал ва турли хом ашёларни тадқиқот қилиш фани. У юқорида санаб ўтилган моддаларнинг атом, суб-, микро- ва макроструктуралари ҳамда кимёвий таркибини аниқ билишга хизмат қилади. Кимёвий модда ёки минерал атом даражасидаги тузилишини текшириляётганда кристалл панжараларининг тури ва параметрларини аниқлаш имконини беради. Унинг асосий ютуқлари кристалллар, кристалл сингониялари, кристалл панжаралари каби терминларга келиб тақалади.

Рентген нурларининг кристалл моддалар атомларига урилиб тарқалиши Москва университетининг профессори Г.В. Вульф ва инглиз физиклари ота-бола Г. ва Л. Брэгглар томонидан биринчи мартаба ўрганилган. Қайтган нурларни олимларнинг фикрича кристаллдаги атомлар текислигидан қайтган деб ҳисоблаш мумкин.

Кристаллардаги рентген нурлари дифракцияларини баён этишнинг қулай усулини ота-бола Г. ва Л. Брегглар топишган. Уларнинг формуласи

$$n\lambda = 2d \cdot \sin\theta$$

бўлиб, бу ерда  $n$ -яхлит сон бўлиб, у 1,2,3... нурларининг қайтиш тартибини беради (22-расм);

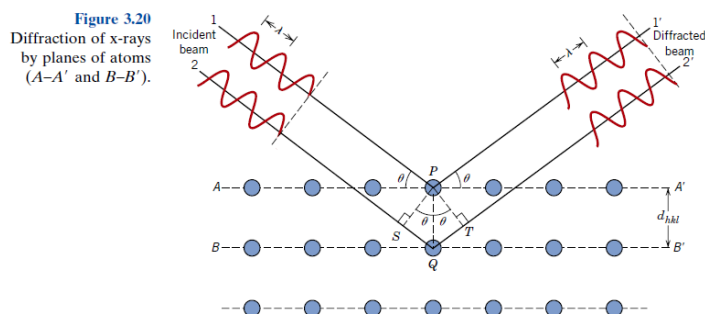
$\lambda$ -рентген нурлари тўлқин узунлиги,  $\text{Å}$ ;

$d$ -кристалл панжарадаги атомлар юзаси орасидаги масофа;

$\theta$ - атом юзасига тушаётган рентген нурлари тушиш бурчаги.

Юқорида берилган тенглама рентгеноструктуравий ва рентгеноспектрал анализлар учун асосий ҳисоблаш формуласи бўлиб, у дифракция натижасида оған нурларнинг йўналиши кристалл панжара тузилишига ўта боғлиқ эканлигидан далолат беради.

Рентген нурларининг синдириш кўрсаткичи бирга тенг деб қабул қилинган. Бу рақам рентген нурининг кристалл ташқарисидаги ва унинг ичидаги йўналишлари бир хил бўлади деган хулосани келтириб чиқаради.



22-расм. Вульф-Брегглар тенгламаси ечимига оид<sup>6</sup>.

Бу холда рентген нурларининг интерференцияси содир бўлади. Дифракцион анализ, қайси усулда (кўпинча фото пленкада) қайд этилганидан қатъий назар, қаттиқ моддаларни атом тузилишини ўрганишга имкон беради.

## 2. Кристалл панжара текисликлар-аро масофани ҳисоблаш.

Турли бирикмаларни кристал панжара юзаси орасидаги масофани Вульф-Брегг формуласи ёрдамида ҳисобланади. Бунда модданинг ҳамма атомлари кристалл юза бўйлаб бир-биридан параллел ва тенг узокликда жойлашганлигини намоён қилади.

Умуман олганда рентгенография усулларида кристалл панжара текисликларидан масофа роли катта. Усулнинг асосида ҳам рентген нурларининг шу кристалл панжарасига тушганда дифракцияланиши ётади. Бундай нурлар кристалл ёки аморф қаттиқ модда орқали ўтганда унинг атомларидаги электронларга катта таъсир кўрсатади. Бу таъсир кристалл тузилишли моддалар учун ўта сезиларлидир. Натижада электронлар тебранма ҳаракати вужудга келади ва улар иккиламчи тўлқин манбаига айланади.

Дифракциянинг кристалл панжарасидаги ҳолати ва ҳисоботи кристаллар ҳолатининг параллель юзалар системаси кўринишида талқин қилинишига келиб тақалади. Ҳар бир бундай юза ёки текислик панжаранинг кўп сонли болғовчи нуқталари орқали ўтади ва улар сеткасимон юза деб аталади. Сеткасимон юза уларнинг устига тушаётган рентген нурлари ёки тўлқинларини кўзгусимон қайтишини таъминлайди. Дифракцион максимумларнинг пайдо бўлиши параллель сетка юзалардан қайтаётган тўлқинларнинг бир-бирини интерференция ходисаси орқали кучайтиришига боғлиқ. Бу талаб дифракцияланувчи тўлқин узунлиги ( $\lambda$ ) ва сетка юзага тушаётган нур бурчаги ( $\theta$ ) нинг орасидаги маълум даражада боғланишга боғлиқ.

Икки қўш ва бир-бирига параллел атом текисликлар орасидаги масофа (яъни текисликлараро масофа) Миллер индекслари ( $h, k$  ва  $l$ ), ҳамда кристалл панжаранинг параметлари функцияси ҳисобланади.

<sup>6</sup> William D. Callister, Jr., David G. Rethwisch. Materials Science And Engineering. An Introduction. Eight Edition. USA, Wiley, 2010.- 76 p.

Масалан кубик сингония учун<sup>6</sup>:

$$d_{hkl} = \frac{a}{\sqrt{h^2 + k^2 + l^2}}$$

### 3. Текшириш усулари ва рентгенографияда қўлланиладиган асосий усуллар.

#### Текшириш усуллари.

Рентген нурлари ёрдамида бажариладиган рентгенографик текшириш усуллари жуда кўп. Моно- ва поликристаллик силикат моддаларини текширишда асосан куйидаги усуллар қўл келади:



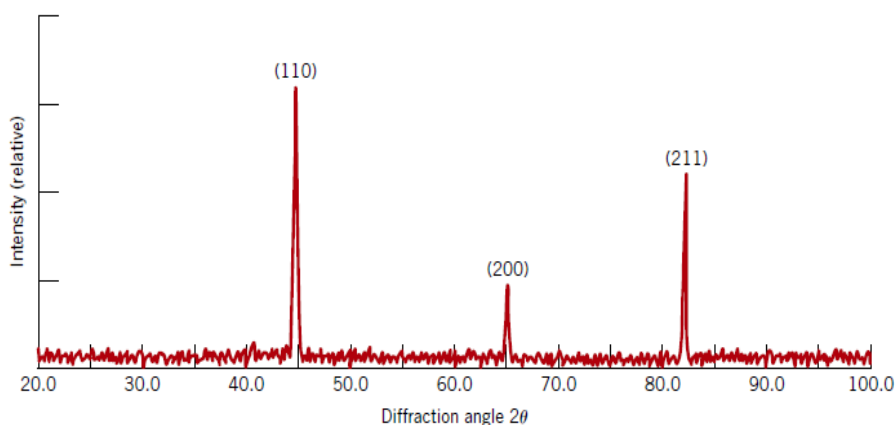
*1. Жойидан қўзгалмайдиган монокристалларни текшириш усули - бунда тасвир фотопленкали касетага қора нуқталар шаклида қайд этилади.*

*Бу усул адабиётда Лауэ усули ҳам деб аталади.*

*2. Айланувчан монокристаллни текшириш усули ёки Лауэ методи - фотопленкада доғлар шаклида тасвир олинади. Намуна текшириш пайтида камеранинг ўқи атрофида 1 минутда 0,2-2 мартаба айланади. Бу ҳолатда элементар ячейканинг ўлчамлари ва шаклини аниқ топиш имконияти пайдо бўлади;*

*3. Кукун усули - фотопленкали цилиндрик касетага махсус эгри чизиқлар ҳолида қайд этилади. Ионизацион рентгенограмма ҳолида олинishi ҳам мумкин. Бу ҳолда фотопленка ролини дифрактометрдаги счетчик тешиги бажаради. Дифракцион шакл секин – аста, счетчик айланишида пайдо бўлувчи ва кетма-кет келувчи чизиқлар ҳолида олинади (23-расм).*

Figure 3.22  
Diffraction pattern  
for polycrystalline  
 $\alpha$ -iron.



23-расм. Поликристалл  $\alpha$ -темирни дифрактограммаси<sup>7</sup>.

<sup>7</sup>William D.Callister, Jr., David G.Rethwisch. Materials Science And Engineering. An Introduction. Eight Edition. USA, Wiley, 2010.- 79 p.

4. Рентгенодефектоскопия - газли ғоваклик, дарз кетиш каби ҳолатлар қайд этилади.

Жадвал. Рентгенографик тахлил усуллари<sup>8</sup>.

TABLE 10.7 X-Ray Diffraction Analysis		
Type of analysis	Method	Sample
Crystal geometry	Moving crystal-spot pattern	Single crystal
	Computer positioned diffractometer	Single crystal
Arrangement of atoms	Solution of <i>d</i> -spacing equations	Powder
	Analysis of diffracted intensities	Single crystal
Symmetry	Refinement of whole pattern	Powder
	Moving crystal-spot pattern	Single crystal
Identification of compound	Stationary crystal-spot pattern	Single crystal
	Identification of cell parameters	Single crystal
Crystal orientation	Matching of <i>d</i> - <i>l</i> set	Powder
	Single-crystal back reflection	Large single crystal
Size of crystal	Texture analysis	Powder compact
	Line broadening	Powder
Magnitude of strain	Line shifts	Powder compact
Amount of phase	Quantitative analysis	Powder
Change of state	Special atmosphere chambers	Single crystal or powder
Crystal perfection	Direct imaging	Single crystal
	Line shape analysis	Powder

Тиббиётда қўлланиладиган асосий усуллар каторига куйидагилар киради:

1. Рентгеноскопия - бемор экран билан рентген трубкаси оралиғида туради. Натижа зичланган жойни қорайтириш ҳолатида қайд қилиш билан тугайди;

2. Рентгенография - текшириляётган аъзонинг сояси рентген пленкасида тасвирланишига асосланган;

3. Флюорография - аъзо тасвири махсус аппарат билан сурагга олинади, бунда пленка автоматик ҳолатда сурилади.

Рентгенографик анализни паст хароратда ҳам олиб бориш мумкин:

ДРОН-серияли аппаратлар: ДРОН-1, ДРОН-1,5, ДРОН-2, ДРОН-4 (25-26-расм), ДРОН-УМ1-0,1 ва хоказо. Рентген дифрактометри умумий вазифаларни бажаришга мўлжалланган бўлиб, у ионизацион шаклни электрон хисоблаш машиналарига уланган перфолентага ҳам тушуриши мумкин. Бундай аппаратлар юқори унумдорликка эга. Рентген трубкасидаги максималъ кучланиш 50 кВ, макси-маль ток эса 60 мА.

**Аппаратларнинг асосий қисмлари.** Рентген аппаратларининг асосий қисмларига киради: рентген трубкаси, тўғриловчи лампа - кенотрон, чўғланиш реостати, юқори вольтли трансфор-матор, чўғланиш трансформатори, бошқарув пульти ва унинг зинапояли автотрансформатори ва бошқалар.

**1. Рентген трубкалари БСВ-2, БСВ-4, БСВ-6 ва бошқалар.** Б-ҳимояли копламада, хавфсиз; С-структура тахлили учун; В-сувли совитиш маъноларини англатади. Рентген трубкаси рентген нурлари манбаи бўлиб, у

<sup>8</sup>Carter C. Barry, Norton M. Grant. Ceramic materials. Science and Engineering. Springer International Publishing AG. 2007. ISBN: 0387462708. -169 p.



тез учувчан электронларнинг йўлида жойлашган анод билан тўқнашуви натижасида юзага келади. Рентген трубкаларида рентген нурларини юзага келиш учун қуйидагилар таъминланиши керак:

а) Озод электронларни ҳосил қилиш;

б) Озод электронларни катта кинетик энергия билан таъминлаш (бир неча мингдан то 1-2 млн электронвольтгача);

в) Анод атомлари билан тез учувчан электронларнинг ўзаро таъсири.

Рентген трубкалари белгиларига қараб қуйидагича таснифланади:

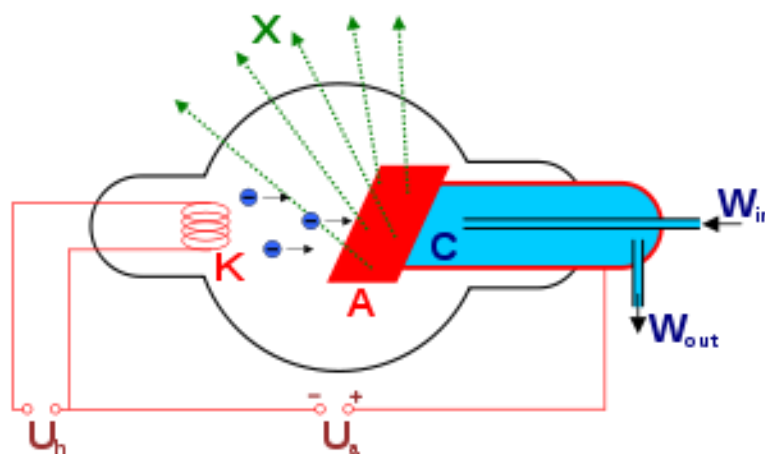
1) Озод электронлар олиш усули бўйича.

2) Вакуумни ҳосил қилиш ва уни ушлаб туриш усули бўйича.

3) Ишлатилиши бўйича. Трубка материални ёритиш, структура тахлили ва тиббий мақсадларда (диагностика ва даволаш мақсадида) қўлланилади.

4) Фокусни катталиги (майдони) бўйича. Трубкалар нормал ( $6-7\text{мм}^2$ ) ва ўткир ( $\text{мм}^2$  нинг бир неча юз ёки мингнинг улуши қисмича) фокус билан тайёрланади.

Структура тахлили учун қалайланган электрон трубкалар ишлатилади (24-расм). У шиша баллондан ташкил топган, унга иккита электрод киритилган: катод - қиздириладиган вольфрам симли спирал шаклида ва анод - тўла мисли трубка шаклида. Шиша баллонда юқори вакуум ( $10^{-5}\div 10^{-7}$  мм симоб устуни) ҳосил қилинади. Унда электронларнинг катоддан анодга бориш эркин ҳаракати таъминланади. Катод иссиқлик ва кимёвий таъсирдан ҳамда электронлар орасидаги газли муҳитда чақмоқ ҳосил бўлишидан ҳимояланган.



24- расм. Рентген трубканинг схематик тасвири.

X — рентген нурлари, К — катод, А — анод (баъзиларда антикатод деб аталади), С — теплоотвод,  $U_h$  — напряжение накала катода,  $U_a$  — ускоряющее напряжение,  $W_{in}$  — совутивчи сувни кириши,  $W_{out}$  — совутивчи сувни чиқиши.

Вольфрам спирал  $2100-2200^\circ\text{C}$  гача токда қиздирилганда электронларни чиқаради. Трубка полюсига юқори кучланиш қўйилганлиги туфайли анодга катта тезлик билан интилади. Анод (анод кўзгуси) майдонига урилиб, электронлар тормозланади. Тахминан 1% атрофида кинетик энергия рентген

нурларининг электромагнит энергияси тебранишига ўзгаради; қолган энергия аноддан ажралаётган иссиқликка сарфланади.

### **Рентгенографик таҳлилдан фойдаланиш имкониятлари.**

Усулни қўллашни амалий имкониятлари жуда катта. Қуйида улардан асосийлари келтирилади:

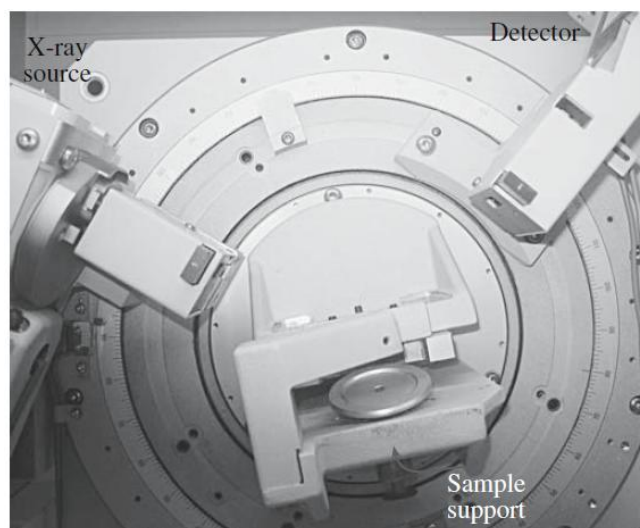
1. Табиий ва сунъий минераллар ва кимёвий бирикмаларнинг диагностикаси учун (кимёгар, кристаллокимёгар, кристаллограф, геокимёгар, геолог, геофизик, физик, металлург, оптик ва бошқалар томонидан):

а) Минераллар турини аниқлаш (слюда, пироксен, дала шпати, гранат, кварц, алунит, мелилит, волластонит, муллит, титанат, карбонат, сульфат ва бошқалар);

б) Бир турли минералларни турли типларини аниқлаш (биотит, флогонит, мусковит; натрийли -, калийли- ва кальцийли дала шпатлари; каолинит, галлуазит ва бошқа тупроқ минераллари);



25- расм. ДРОН-7 рентген дифрактометри, Санкт-Петербург



26-расм. Дифрактометрда рентген нурларини манбаси, намунани жойлаштириш қисми ва нурлар детектори жойлашиши(Siemens D5005) 9.

в) Структура турларини аниқлаш (дала шпатининг моноклин ёки триклин шакли, пироксенларнинг моноклин ва бошқа турлари, нефелиннинг ромбик ва гексагональ шакллари ва хоказо);

<sup>9</sup>Carter C.Barry, Norton M.Grant. Ceramic materials. Science and Engineering. Springer International Publishing AG. 2007. ISBN: 0387462708.-170 p.

г) Минерал таркибини сифат ва миқдорий баҳолаш (ион ўлчамлари ва бошқаларга боғлиқ ҳолда).

2. Структура тахлили учун:

а) Моддаларнинг симметрияларини аниқлаш;

б) Симметрия фазовий группаларини-элементар ячейкада молекула, ион, атомларни симметрик жойлашиши;

в) Элементар ячейка ўлчамлари – параметралар:  $a$ ,  $b$  ва  $c$ ; бурчаклар:  $\alpha$ ,  $\beta$  ва  $\gamma$  қийматлари;

г) Панжарадаги атом, ионларнинг координати ва атомлар орасидаги масофа;

д) Модданинг кристаллик структурасини баёни, структурани ташкил қилувчи атомлар орасидаги масофа, координацион рақам ва бошқалар.

3. Аниқлаш учун:

а) Модданинг монокристаллиги - монокристални структуравий етуқлиги, қўшалокларнинг мавжудлиги, ўлчами, сифати ва бошқа диагностик параметрларини баҳолаш имкони;

б) Модданинг поликристаллиги – поликристаллар кимёвий таркиби, поликристалл заррачалари ўлчами ва ҳоказо.

4. Минерал структурасидаги у ёки бу элементлар ва уларнинг шаклини аниқлаш - минерал, рудадаги қўшилма (изоморф, механик) ларнинг қандай аралашмаллиги ва эрувчанлигини ўрганиш учун.

5. Тоғ жинслари ва рудаларини сифати ва миқдорини фазовий рентгенографик тахлили.

6. Минералларнинг дисперслиги ва кристалларининг катталикларини баҳолаш.

7. Минераллар структуралари тузилиши, нуқсонлар-Шотки, Френкель ноаниқликлари ва дислокацияларни баҳолаш.

8. Минерални текстураларини аниқлаш.

9. Рентгеноаморф ва коллоид минералларни ўрганиш;

10. Минералларнинг барқарорлиги ва турли таъсирлардан фазовий ўзгари-шини ўрганиш;

11. Зичлик, иссиқликдан кенгайиш коэффициенти, Кюри нуқтаси, қаттиқ эритмаларнинг идеаллиги ёки дефект структурага эга эканлиги каби физик хосса - хусусиятларини аниқлаш;

12. Хона хароратидан  $1500^{\circ}\text{C}$  ли харорат таъсирида рўй берувчи физик-кимёвий ўзгаришларни аниқлаш;

13. Минус  $190^{\circ}\text{C}$  гача тадқиқотлар олиб бориш, совуқлик таъсирида рўй берган ўзгаришларни аниқлаш;

14. Рентгенографик тахлилни ҳаво шароитида олиб бориш ва олинган натижалар турғунлигини таъминлаш;

15. Рентгенографик тахлилни юқори босим остида махсус камералардан фойдаланган ҳолда олиб бориш;

16. Шиша, канифоль, гудрон каби ноорганик ва органик моддаларни кичик рентген бурчаклари остида текшириш ва уларда бор бўлган фрагментларни аниқлаш.

### **Рентгенографик таҳлил афзаллиги.**

Жуда кўп афзалликлари бор. Улардан асосийлари қаторида қуйидагиларни қайд этиш мумкин.

1. Флуоресцент нурланишни филтрлаш мақсадида монохроматлардан фойдаланиш имконияти беради.

2. Интенсивликни юқори аниқликда ўлчаш мумкинлиги (чегаралар фотографик усулда 5-7 %, электрик усулда ўлчашда 0,5-1%).

3. Текшириш натижаларини хужжатлилиги. Иккиламчи нурланишни фото-график қайд этишда рентгенограмманинг ҳамма линиялари бир вақтнинг ўзида қайд этилади. Дифрактометр ёрдамида турли чизикларнинг интенсивлиги ҳисобга олинади, счётчик айланиши ёки ионизацион камеранинг ўзиёзар машинкасида ёзилади.

4. Кристалларнинг ўлчамларини аниқлаш имконияти. Поликристалл ўлчами ( $10^{-3}$ - $10^{-5}$  см оралиғида ётган бўлса рентгенограммада узлуксиз ва нозик чизиклари қайд этилади.  $10^{-5}$  см дан кичик ўлчамли кристалларнинг мавжудлиги чизикларнинг “дифракцион кенгайиш”га олиб келади. Агар кристаллар йирик донали ва  $10^{-3}$  дан катта бўлса, рентгенограмма донадор, яъни алоҳида нуқталардан ташкил топади. Чизикларда кузатилаётган иккала ўзгаришни ҳам кристалларнинг ўлчамларини аниқлашда ишлатиш мумкин.

5. Кичик бурчак остида кичик ўлчамли объект рентгенограммаларини олиш имконияти (масалан, каттик эритмаларнинг тузилиши бир хилда эмаслиги, шиша ва бошқалар).

6. Текстуранини аниқлаш имконияти (майда кристалл – агрегатларнинг йўналтириш қонуниятлари).

7. Усулнинг юқори даражада унумдорлиги (дифрактометрия);

8. Кристаллнинг керакли йўналиши бўйича қўйиши ва рентгенограммасини олиш имконияти.

9. Рентгенография усулининг таъсирида электронография ва нейтронография усулларининг пайдо бўлиши ва такомиллашиши. Уларда электронлар ёки нейтронлар боғларининг намунага таъсири қайд этилади.

**Усулнинг камчиликлари.** Рентгенография усулининг афзалликлари жуда кўп, лекин камчиликлари ҳам бор. Олимларнинг аниқланган камчиликларини бартараф этиб, усул имкониятларини ошириш устида фаол ишламоқдалар. Булар қаторига қуйидагилар киради:

1. Усулни аморф моддалар (шиша, канифол, смола, ях ва бошқалар) структурасини аниқлашдаги заифлиги. Хосил бўлган рентгенограмма ё тўғри чизикдан иборат, ёки жуда паст интенсивли пиклар йиғиндисидан иборат бўлади. Бу камчилик рус олими проф. Парой-Кошиц фикрича рентген нурлари кичик бурчак остида намунага таъсир этирилишини таъминлаш прецизион усули орқали бартараф этилиши мумкин. Бу усул шишаларнинг

тузилишидаги микроноаниқликларни текширишнинг тўғри усули ҳисобланади.

2. Поликристалл моддалари структураларини рентгенографик расшировка қилишнинг қийинлиги. Уларда атом структураларини аниқловчи маълумотлар кўпинча етарли миқдорда эмас.

**4. Термик таҳлил, дифференциал термик таҳлил, дифференциал термогравиметрик, комплекс термик таҳлил усуллари.**

### **Термография усули табиати.**

Термография ноорганик моддалар, силикат ва қийин эрийдиган нометалл материалларни қиздириш жараёнида содир бўладиган жараёнларни ўргатади. Улар одатда иссиқлик эффектлари билан боғлиқ.

*Термография усулининг турлари жуда кўп.*

*Энг асосийлари қаторига киради:*

- 1. Термик анализ;*
- 2. Дифференциал термик анализ (ДТА);*
- 3. Комплекс термик анализ;*
- 4. Дериватография;*



олими Ле-Шателье томонидан 1887 йилда олинган, у температурани платина - платина-родийли термопараларда ўлчаш орқали термографик эгри чизиқларни ҳосил қилиш мумкинлигини кўрсатди.

Узоқ йиллар давомида тадқиқотчилар қиздириш эгрилигини вақт ва температура боғлиқлигини координата чизиғида қайд этганлар. Бироқ кичик эффектларни бу эгриликларда топиш қийин. 1899 йилда Робертс-Остин дифференциал термопара қўллади, бу термопаралар кичик миқдордаги иссиқликни сезувчандир.

1904 йилда француз муҳандиси Саладин Ле-Шателье билан биргаликда координатада термик эгриликларни олувчи аппарат яратдилар. Аппаратга куйидаги икки фактор асос қилиб олинди:

- 1) Эталон ва намуна температураси фарқи;
- 2) Намуна температураси.

Бу усулни янада ривожлантиришга рус олимлари ҳаракат қилдилар. Россияда термик таҳлил асосчиси Н.С. Курнаков бўлиб, у 1904 йилда ҳозирги кунда ҳам қўлланилаётган пирометрни яратди.

МДХ давлатларида илмий-тадқиқот ишларини ривожланиши натижа-сида системаларни физик-кимёвий ва минерологик таркибларини ўрганиш

бўйича қиздириш эгриликлари усулидан силикатлар, руда тузлари ва котишмаларни ўрганиш учун фойдаландилар.

Термик тахлилдаги дифференциал ёзувларни киритилиши усулни сезувчанлигини янада орттирди. Икки турдаги термик тахлил-дифференциал ва оддий эгриликлар ёзила бошлади. Қиздириш эгриликларини ёзиш учун приборга иккита ўта сезувчан кўзгули гальванометр ўрнатилган. 1943 йилда Ф.В. Сыромятников тажриба вақтида дифференциал қиздириш эгрилигига температура шкалаларини суртиш (тушириш) усулини таклиф қилганидан сўнг, термик тахлил учун аппаратга иккинчи кўзгули гальванометри уланиши ва оддий қиздириш эгрилигини ёзишни хожаги бўлмай қолди. Янги функциялар билан термик тахлил физик-кимёвий тахлил рамкасини яна кенгайтди. 1939 йилда И.В. Танаев термик тахлилни термография деб аташни таклиф этди.

Термография деганда текширилаётган модданинг ихтиёрий нуқтасидаги хароратни (ёки хароратдаги бирор функцияни) аниқ программа бўйича моддани узлуксиз равишда қиздирилганда ёки совитилгандаги ҳолатини қайд этиш тушунилади.

Усулнинг физик моҳияти: физик ва кимёвий жараёнларнинг катта қисми иссиқликни ажралиши ёки ютилиши билан боради. Баъзи бир жараёнлар тўғри ва қайтар йўналишида, баъзилари эса фақат бир йўналишда содир бўлади.

Қайтар жараёнларга киритиш мумкин: эриш-кристалланиш, қайнаш-конденсация, полиморф ўзгаришлар, мураккаб бирикмаларнинг ҳосил бўлиши ва парчаланиши, диссоциация.

Қайтмас жараёнларга киритиш мумкин: кам барқорор ҳолатдан юқори барқорор ҳолатга ўтиш реакциялари, қаттиқ эритмаларнинг парчаланиши, аморф ҳолатдан кристалл ҳолатга ўтиш, ўзаро таъсир реакциялари, монотроп ўзгариш ва бошқалар.

Ҳамма жараёнлар иссиқликни ютилиши ёки ажралиши билан боради, буни хароратни ўлчаш йўли билан ўрганиш мумкин. Жараённи боришини ўлчовчи приборлар ёрдамида қайд этилади. Тажриба натижаларини эгри чизиқлар орқали ифодалаш мумкин, бунда вақт ва хароратни боғлиқлиги ифодаланади. Агар текширилаётган моддада бирорта фазовий ўзгариш ёки кимёвий реакция содир бўлса, қиздириш режими бузилади. Унинг бузилиши қиздириш эгриликларида ёки майдонда пайдо бўлиш бирга боради.

Куйида температура ўзгаришига асосланган термик анализ тури, температура ўзгаришига боғлиқ физик параметр ва бу ўзгарувчан параметрни қайд этувчи асбоб схематик равишда қайд этилади:

**Термик анализ (ТА)** → энтальпия → калориметрлар;

**Дифференциал термик анализ (ДТА)** → намуна ва эталон ўртасидаги температуралар фарқи → ДТА аппаратлари;

**Термогравиметрик анализ** → масса → термоторозлар;

**Дифференциал йўналувчан калориметрик анализ** → намунага ўтказилган иссиқлик → дифференциал калориметр; солиштирма иссиқлик сизими ўзгариши анализи ва бошқалар.



## Асосий термоаналитик таҳлил усуллари<sup>10</sup>:

TABLE 10.12 Common Thermoanalytical Techniques		
Method	Common abbreviation	Property measured
Thermogravimetry	TG (TGA)	Mass
Differential thermal analysis	DTA	$\Delta T$ between sample and reference
Differential scanning calorimetry	DSC	Heat absorbed or evolved by sample
Evolved gas analysis	EGA	Nature and amount of evolved gas species
Thermodilatometry	TD	Dimension
Thermomechanical analysis	TMA	Deformation/nonoscillatory load
Dynamic thermomechanometry	DMA	Deformation/oscillatory load
Thermomagnetometry	TM	Relative magnetic susceptibility

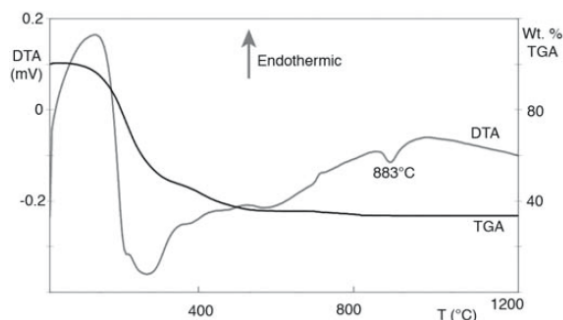


FIGURE 10.37 DTA and TGA measurements showing the reaction as  $Ca_2$  crystallizes.

27-расм.  $Ca_2$  кристаллизация бўлишидаги жараёнлар ДТА ва ДТГ чизиқлари.  
**Термик таҳлил.**

Системанинг бирорта кўрсаткичининг катталиги мавжуд фазаларни аста-секин миқдорий нисбатда ўзгаришида бирор фазанинг йўқолиб кетиши ёки янги фазанинг сакраб ўзгаришида пайдо бўлади. Бу эгрилигини термик усули орқали олинади. Бунда координата ўқларида модда температураси ва унга жавобан температура ва обцисса ўқларида вақт қайд этилади.

Масалан: I - эффект:  $MgCO_3 - MgO + CO_2$  ёки полиморфизм;

II - эффект:  $CaCO_3 - CaO + CO_2$  ёки эритиш.

Қиздириш вақтида фазовий ўзгаришлар рўй бериши ва унинг бошланиши аниқ нуқтадан бошланади. Модданинг қиздириш эгрилиги бу вақтда тезлашиши ёки секинлашиши мумкин. Масалан,  $\alpha-Al_2O_3$  да қиздириш жараёнида ҳеч қандай фазавий ўзгаришлар содир бўлмайди. Шунинг учун у эталон сифатида ишлатилади. Бу инерт модда ҳам печга жойланади ва худди текшириляётган намуна тезлигида қиздирилади.

Ҳароратнинг ўзгариши эгриликларнинг горизонтал участкаларида кўринади (28-расм).

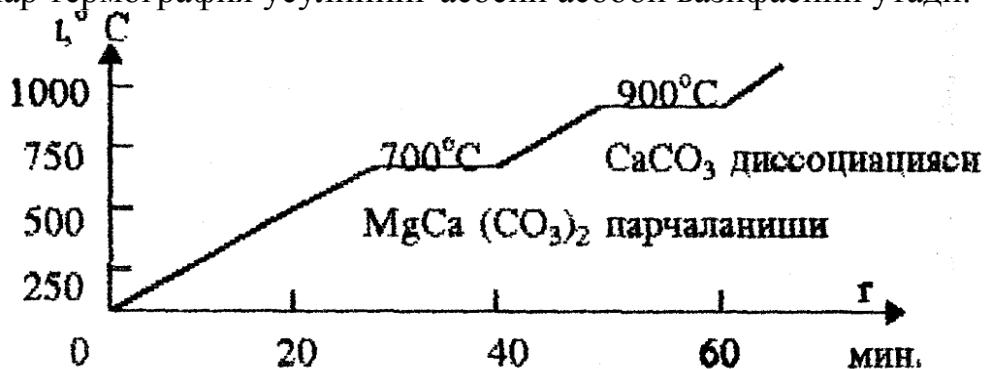
Карбонатларнинг диссоциацияси ва гидратларнинг сувсизлантиришдаги қиздириш температурасини аниқлаш муҳим аҳамиятга эга. Шунинг ҳам назарда тутиш керакки, олинаётган температура эффектлари қиймати қиздириш тезлиги, намуна оғирлиги ва бошқа параметрларга таъсир этади.

Қиздиралаётган ёки совитилаётган модда температурасини гальванометрнинг кўрсаткичида ёки автоматик тарзда ёзиш мумкин. Қиздириш ёки совитиш эгриликларини автоматик тарзда ёзишда автоматик ўзи қайд этувчи акад. Н.С. Курнаков системасидаги пирометрлар қўлланилади (31-расм).

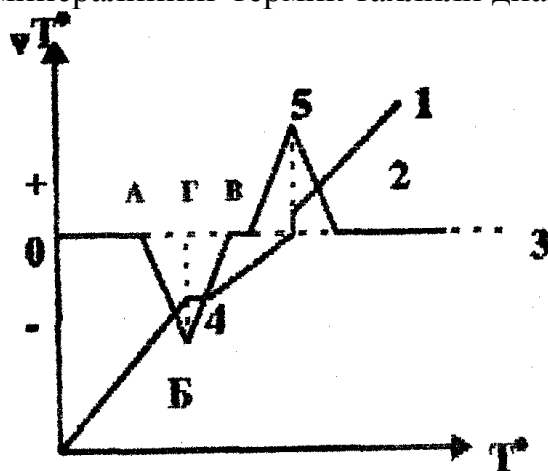
Курнаков пирометрларида термопара кўзгули гальванометрга уланади, бунда бир меъёр тезлик билан ҳаракатланувчи барабанга ёруғлик нури тушади. Барабан ёруғликни сезувчан қоғозга ўралган бўлиб, унда автоматик тарзда термик эгриликлар ёзилади.

<sup>10</sup>Carter C.Barry, Norton M.Grant. Ceramic materials. Science and Engineering. Springer International Publishing AG. 2007. ISBN: 0387462708.-176 p.

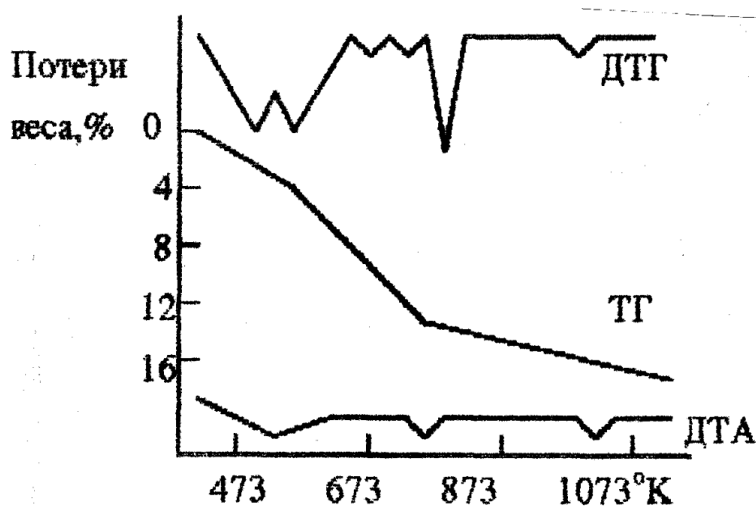
Узоқ вақт давомида акад. Н.С. Курнаков томонидан яратилган пирометрлар термография усулининг асосий асбоби вазифасини ўтади.



28-расм. Доломит минералининг термик таҳлили диаграммаси.



29-расм. ДТА табиатини очиб берувчи диаграмма: 1-қиздириш эгрилиги (термик таҳлил); 2-дифференциал эгрилик (ДТА); 3-нул линияси; 4-эндотермик эффект; 5-иссиқликни ажралишига оид экзотермик эффект; АБВ-эндотермик эффект чўққиларини ўлчами; АВ-чўққининг кенлиги; ГВ-чўққининг чуқурлиги ёки баландлиги-термик реакция интенсивлигини кўрсатгичи.



30-расм. Тоза цемент хамирининг дериватограммаси.

### Дифференциал термик таҳлил (ДТА).

Кўпгина ҳолларда реакцияларнинг термик эффекти жуда кичик, шунинг учун унга мос эгриликлар кам сезиларли. Бундай ҳолларда термопаранинг



сезувчанлигини дифференциал схема қўллаш билан катталаштирилади (29-30 расмларда келтирилган).

Берилган ушбу ҳолатда дифференциал термопара бир вақтнинг ўзида иккита температуранинг ўлчайди: 1) текшириляётган модданинг температураси; 2) температура фарқи ёки қиздириляётган модданинг текшириляётган температура интервалида эталон моддага нисбатан ўзгариши.

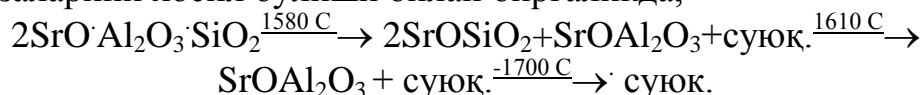
ДТА чизиғи ёки эгриликларида эндотермик эффектлар куйидаги ҳолларда рўй беради:

1) Термик бузилиш ёки текшириляётган модданинг газсимон фаза ажралиши билан. Масалан, тупроқ минерали  $Al_2O_3 \cdot 2SiO_2 \cdot 2H_2O \rightarrow Al_2O_3 \cdot 2SiO_2 + 2H_2O$  (дегидратация); оҳактош  $CaCO_3 \rightarrow CaO + CO_2$  (декарбонизация);

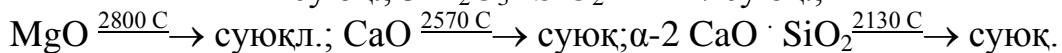
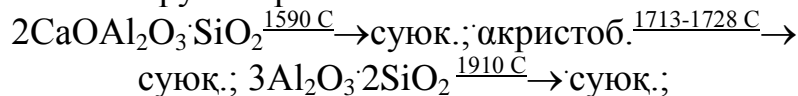
2) Термик парчаланиш, яъни газсимон фаза ажралмасдан модданинг парчаланиши билан. Масалан, алит минералининг парчаланиши:

3) Энантиотрон характерли полиморф ўзгариш билан. Масалан,  $\alpha$ -кварц  $\rightarrow$   $\alpha$ -тридимит (кенгайиш 16%);

4) Модданинг инконгруэнт эриши билан, янга таркибнинг суюқ ва каттик фазаларини ҳосил бўлиши билан биргаликда,



5) Модданинг конгруэнт эриши билан:



6) Қайнаш – буғланиш ва возгонка;

7) Қайтар реакциялар.

Моддаларнинг дифференциал термик анализ шаклларида экзотермик эффект куйидаги сабаблар туфайли содир бўлади:

1) Оксидланиш реакцияларида  $Fe + O \rightarrow FeO$ ;  $Se_2O_3 + O \rightarrow 2SeO_2$ ;

2) Монотроп характерли полиморф ўзгариш, берилган температурада берқарор модификациядан барқарорга ўтиш билан биргаликда  $\alpha\text{-}2CaO \cdot SiO_2$  (белит)  $\xrightarrow{725-20\text{ C}} \gamma\text{-}C_2S$  (2,97 г/см<sup>3</sup>);

3) Берқарор аморф ҳолатидан кристал ҳолатига ўтиш билан  $SiO_2$  шиша  $\rightarrow$   $\alpha\text{-}$ кристобалит; коллоидлар кристаллизацияси;

4) Бирикма реакцияси билан. Масалан, алитни ҳосил бўлиши.

5) Абсорбция жараёни рўй берганида;

6) Адсорбция жараёнида;

7) Кристалларнинг йириклашиш жараёни ва бошқаларда.

Юқорида қайд этилган эффектлар табиатига кўра 2 гуруҳга ажралади – физик ва кимёвий ўзгаришлар



**Физик термозффект** берувчиларга киради: абсорбция, адсорбция, поли-морф ўзгариш, кристаллар йирикланиши, десорбция, эриш, аморф ҳолатидан кристалл ҳолатига ўтиш, сублимация ва бўғланиш.

**Кимёвий термозффект** берувчи жараёнлар сафига химосорбция, бўлиниши реакциялари, дегидратация, газли муҳитда оксидланиш, молекулалар камайиши билан рўй берадиган оксидланиш реакциялари, оксидланиш – қайтарилиш реакциялари, газли муҳитда қайтарилиш, қаттиқ фазада рўй берувчан реакциялар, бириктириш ва ўринолмошиш реакциялари, изомеризация ва бошқалар киради.

### **Комплекс термик анализ.**

Усул Г.Н. Воронков (1953 й.) ва Э.К. Келер (1955 й.) томонидан керамик хом-ашъёларни текшириш учун ишлаб чиқилган. Унда Келер бўйича кўйидагилар бор: 1)одатдаги ДТА; 2) киздириш жараёнида материални узайиши ёки қисқаришини аниқлаш; 3)киздиришда материал оғирлигини йўқолишини аниқлаш.

Воронков бўйича КТА га киради.: 1) ДТА эгриклари; 2)оғирликни ўзгариши эгрилиги; 3) хажми ўзгариши эгрилиги; 4) электрқаршилиқ эгрилиги.

Фотоқайд этиш қурилмаси сифатида Курнаков пирометри ишлатилган: барабаннинг фотоқоғозидан бир вақтнинг ўзидан термик эффе́ктлар, намунанинг оғирлиги ва хажми ўзгариши қайд этилади. Намунанинг чизиқлари ўлчамини ўзгариши (тажрибадан олдин қўйилган белги) фото қайд этиш учун оптик системада берилган.

Термогравиметрик чизиғи олишда, шу жумладан комплекс термик анализ-да ҳам худди бошқа термография методларида рўй берадиган ҳолатдагидек кўп факторлар мавжуд. Улар тажриба натижаларининг аниқлиги ва қайта тикланишига гоҳ ижобий, гоҳ салбий таъсир ўтказди. Уларни икки асосий группага бўлиш мумкин:

1. Ўлчовчи асбоблар (термотарозлар) тузилиш ва ишлаши билан боғлиқ бўлган факторлар:

- а) печь қиздирилиш тезлиги;
- б) ёзиш тезлиги;
- в) печь атмосфераси;
- г) намуна ушлагич шакли;
- д) ёзув қурилмасининг сезгирлиги;
- е) намуна контейнери материали кимёвий таркиби.

2. Намуна характеристикаси:

- а) намуна массаси;
- б) намунада ажралиб чиқарилаётган газнинг қайта эриши;
- в) намуна бўлакчалари ўлчами;
- г) реакция иссиқлиги;
- д) намуна бўлакчаларининг зич жойлашиши;

- е) намунанинг кимёвий таркиби;
- ж) иссиқлик ўтказувчанлик ва хоказо.

### **Дериватографик анализ.**

Бу усулга К.Хонда 1915 йили асос солган ва илк бор термотарозлар яратган. 1915-1920 йиллар давомида усулнинг термогравиметрия қисми Гайчар томонидан ривожлантирилган. Ўтган асрнинг 1940-1950 йилларида Дюваль усул афзалликларини амалда синаб кўрсатган. 1950-чи йилларда эса юқори сифатли саноат термотарозлари пайдо бўлди. Бу эса дериватографияни пайдо бўлишига олиб келди.

Дериватографиянинг анъанавий ДТА дан фарқи шундаки, бир намунанинг ўзида энтальпия ва оғирликни йўқотиш қайд этилади. Оддий ҳолдаги дифференциал термотахлилда температура намунада, термогравиметрияда эса-печдаги муҳитда ўлчанади. Бу эгриликларни мос равишда кўйишда қийинчиликларни юзага келтиради ва хатоларга йўл кўйишга олиб келади.

1955 йилда венгер фуқаролари Ф.Паулик, И.Паулик ва Л.Эрдан дериватография усули бўйича таклиф киритишган. Бу усул бўйича автоматик равишда тўртта эгрилик қайд этилади: 1) температура эгрилиги; 2) ДТА эгрилиги; 3) термогравиметрик эгрилик (ТГ); 4) дифференциал термогравиметрик эгрилик (ДТГ).

ДТГ бўйича қиздириш жараёнида оғирлик тезлигининг ўзгариши аниқланади. Бу эса ўз навбатида термографик эгрилик ТГ устига устма-уст тушган жараёнларни ажратишга имкон беради.

Бунга эришиш учун дериватограф торозиси чашкаларидан бирига пермагнет-магнит ўрнатилган бўлиб, у чўлғам ичида вертикал ўқда жойлашган. Материални қиздириш билан оғирлигини ўзгаришида магнит қиздириш тезлигига пропорционал равишда сурилади. Магнит майдонида ҳосил бўлган ток магнит узатиш тезлигига пропорционал бўлади ва унинг кучланиши приборда фотографик йўл билан қайд этилади.

Мисол тариқасида юқорида тоза цемент хаамири (юза кўрсаткичи 4000 см<sup>2</sup>/г, қолиплаш температураси 293 К ва ёши 28 суткага тенг)ни қиздиришда ҳосил бўладиган дериватограмма юқорида берилган.

### **Термик таҳлилда фойланиладиган ускуналар.**

Термография усуллариининг имконияти катта. Энг аввало улар ёрдамида текширилаётган моддада содир бўладиган эндо- ва экзотермик эффектларни қайси температура нуқтасида бошланиши ва қайси температурада тугаши ҳақида ўта аниқ хулосага эга бўламиз. Бу эса биринчи ҳарорат нуқтасининг пасти ва иккинчи ҳарорат нуқтасининг тепа томонларида рентгенографик, ИҚ спектроскопик ва микроскопик тадқиқотлар ўтказиб, фиксация қилинган эффект моҳиятини англашга олиб боради.

Термограф тадқиқотларни ўтказишда танланган аппаратура, тигел ва термопаралар роли нихоятда катта. Айниқса, тажрибаларни 1500°С ва ундан юқори ҳароратда олиб борилганда намуна ва термопара симларининг

учмаслигини таъминлаш, тигел тозалаш жараёнини осонлаштириш ва ҳоказо талаб қилинади.

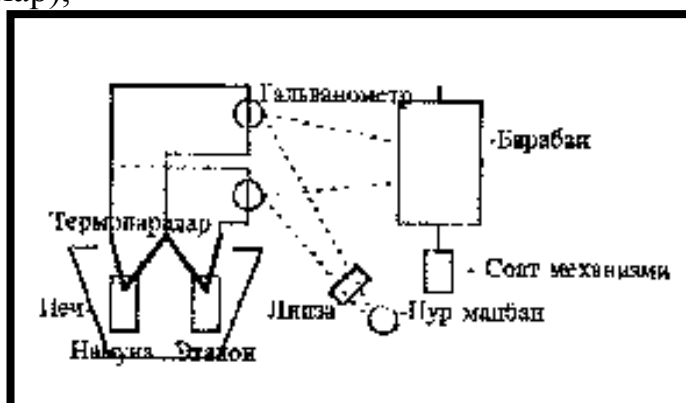
Агар тадқиқотларда термик таҳлил усули қўлланмаса, у холда жуда кўп марта намуналарни куйдириш, жуда кўп рентенограммалар олиш ва уларни расшифровка қилиш, кўп сонли шлифлар ясаш ва тадқиқотлар ўтказиш керак бўлур эди. Термография эса олимлар ишини систематикага солди ва тадқиқотлар сони максимал камайтириш имконини берди.

Замонавий термик жихозлар учун қуйидагилар талаб қилинади (26-расм):

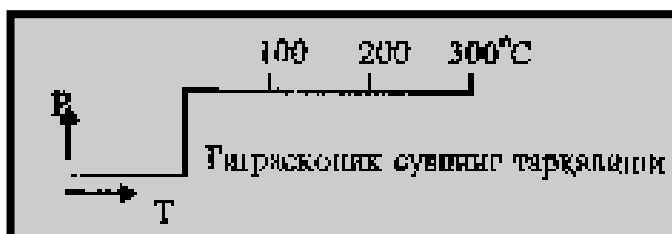
1) Вольфрам ( $2800^{\circ}\text{C}$  гача), электрографит ( $2000^{\circ}\text{C}$  гача), родий ( $1800^{\circ}\text{C}$  гача), силит ( $1500^{\circ}\text{C}$  гача), 10-20% родийли платина ( $1500^{\circ}\text{C}$  гача), глобар ( $1500^{\circ}\text{C}$  гача), платина ( $1400^{\circ}\text{C}$  гача), тантал ( $1330^{\circ}\text{C}$  гача), молибден ( $1200^{\circ}\text{C}$  гача), хромель ( $1100^{\circ}\text{C}$  гача), нихром ( $1000^{\circ}\text{C}$  гача) каби қиздирилишларга эга бўлган электрик печлар;

2) Потенциал-регулятор ёки бошқа турдаги печ температурасини бир меъёрда кўтарилишини таъминловчи жихоз. Булар қаторига автоматик ползун-кили реостатлар, автотрансформаторлар ва потенциал-регуляторлар киради. Контактли гальванометр ва потенциометрларни ҳам ишлатиш мумкин.

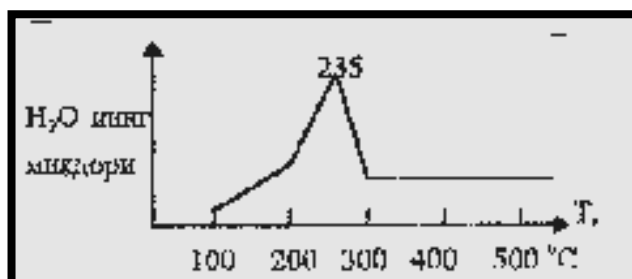
3) Эталон ва намуна солинадиган тигеллар (платинали, корундли, графитли ва бошқалар);



31-расм. Дифференциал термопарали Курнаков пирометрининг схемаси.



32-расм. Гипстош  $2\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  нинг тензиметрик (P, t) чизиғи.



33-расм. Табиий гиббсит минералининг дифференциал тензиметрия чизиғи.

4) Платина – платинородийли (20%Rh), платина-платинородийли (10%Rh), хромел-алюмелли, вольфрам-молибденли, никель-хромникелли, темир-конс-тантан, мис-константан ва бошқа оддий ва дифференциал термопаралар. Темир-константан термопара 185-370°C оралиғида, хромель-алюмелли термопара 1200°C гача, платина-платинородийли эса 1400 °C гача ишлатилади. 1400°C дан юқорида температурада эса вольфрам, молибден, рений, тантал, ниобий ва уларнинг қотишмаларидан ясалган термопаралар ишлатилиши керак.

5) Натижаларни ёзувчи автоматик ёзув қурилмаси (фотокайд этиш- ёзиш ёки потенциометр).

Қуйида номи кайд қилинган жихозлар устида батафсил тушунтириш берилади:

1. Печлар: металл корпусли ҳимояланган, ичига қиздириш элементлари ўрнатилган жихоз. Қиздириш элементи сифатида диаметри 0,5-1 мм бўлган нихромли симлар (1273 К гача), қотишма Б-2 (1473 К гача), платина (1773 К гача), силитли (SiC+C, 1773 К гача) ва корборундли стерженлар (SiC, 1773 К гача) ишлатилади.

2. Печнинг терморегуляторлари сифатида автоматик силжувчи реостатлар, автотрансформаторлар ва программа билан бошқариладиган потенциал регуляторлари қўлланади.

3. Тигеллар - қалин деворли металл ёки керамика блоки, думалоқ ёки тўғрибурчак шаклда тайёрланган. Платинали тигелларни кислотада тозалаб, кўп вақт ишлатиш мумкин.

4. Термопаралар - энг катта талаб - модда билан ўзаро таъсирлашмаслик. Шунинг учун кўпинча 1773 К гача Pt-PtRh ва 2273 К гача вольфрам - молибден ишлатилади.

5) Ўзи ёзувчи ёки регистрация қилувчи система. Электрон ўзи ёзувчи қурилмалар - ЭПП-09, ЭПД-09 типидagi потенциометрлар.

### Дериватографлар

Чет элда чиқариладиган, МДХ мамлакатларида қўлланиладиган жихозга дериватограф номи билан аталувчи ва Будапештнинг “Метримпэкс” фирмаси-нинг 1966 йилда Паулик Ф. ва бошқалар томонидан чиқарган модели жихоз бўлиб, унинг маркаси ОД-102 дир.

Комплекс термоаналитик жихоз дифференциал термоаналитик аппаратлар, термотарози ва дифференциал термотарозидан иборат. Дериватограф шу текшириладиган кукунда бир вақтнинг ўзида оғирликни ўзгариши (ТГ),

оғирликни ўзгариш тезлиги (ДТГ), температуралар фарқини ўзгариши (ДТА) ва температуранини ўзгариши (Т) ни аниқлашга имкон беради.

Кўрсатилган тўрт хил ўлчаш тўла таҳлил шароитида - комплекс текширувни таъминлайди. Температура печда эмас, балки намунада ўлчанади, демак модданинг температура таъсирида ўзгариши юқори аниқликда ўлчанади.

Намуна учун тигеллар шундай ясалганки, унда содир бўлаётган каттик фаза ва суяқ фазадаги реакцияларни ўрганиш мумкин. Дериватографнинг платина тигелидаги намунани температураси электрик печ қизиши тезлиги билан бир хилда кўтарилади. Модданинг кукуни 50 дан 5000 мг. гача бўлади. Электрпечнинг қизишини бошқарув программаси бўйича минутига  $0,5^{\circ}$  дан  $20^{\circ}\text{C}$  тезлик билан кўтарилиши таъминланади. Печнинг энг қизиган муҳитидаги максимал температура 150, 300, 600, 900,  $1200^{\circ}\text{C}$ . Максимал ҳато  $\pm 5^{\circ}\text{C}$ . Фотоқайд этувчи барабаннинг бир марта тўлиқ айланиши 25, 50, 100 ва 200 мин. да содир бўлади. Термограммалар 25, 50, 100, 200 минутда ёзилиши мумкин. Термограммадаги миллиграмлардаги оптик шкала намунани оғирлигини камайишини аниқлаш учун қуйилган. Термограммалар инерт гада олиниши мумкин. Жихоз тўла автоматлаштирилган.

Паулик Ф. ва бошқалар томонидан яратилган «ОД-102» дериватографи конструктив 16 элемент, деталь ва жихоздан ташкил топган: 1-намуна солина-диган тигель; 2-инерт модда солинадиган тигель; 3-чинни трубка; 4-термопара-лар; 5-электр токи билан ишлайдиган печь; 6-ғижимланиб кетмайдиган сим; 7-тарозлар; 8-катушка; 9-магнит; 10-ТГП учун гальванометр; 11-ҳароратни ўлчовчи гальванометр; 12-ДТА гальванометри; 13-лампарлар; 14-оптик тешикча; 15-фоторегистрация цилиндри; 16-фотоқоғоз.

МДХ мамлакатларида мавжуд бўлган жихозлар каторига қуйдагилар киради:

1) СГМ-8 полярографи билан комплексдаги ТП-1 типдаги термик мослама. У Москвадаги Геология-қидирув аппаратлари ва жихозлари заводида 1959 йилда чиқарилган. Бу жихоз 15 минут давомида  $20^{\circ}$  дан  $1000^{\circ}\text{C}$  гача ДТА ни олиши мумкин. Қиздириш тезлиги минутига  $70^{\circ}\text{C}$ , модда миқдори 0,05 дан 0,1 г. гача;

2) ТУ-1 типдаги термик қурилма:  $20^{\circ}$  дан  $1400^{\circ}\text{C}$  гача ДТА ни 15 минут давомида олади. Қиздириш тезлиги  $75-100^{\circ}$  бўлиб, текширилаётган модданинг миқдори 0,02-0,09 г ни ташкил этади.

3) УТА-1 термооғирлик анализи қурилмаси. У бир вақтнинг ўзида иккита эгриликни ёзади: ДТА ва ТГ. Иссиқлик оралиғи  $20^{\circ}$  дан  $1000^{\circ}\text{C}$  гача. Қиздириш тезлиги минутига 15, 30, 45, 60. Текширилаётган намуна миқдори макро- ва микро тарзида бўлиши мумкин. Бу жихоз Ленинграддаги “Геологқидирув” заводида ишлаб чиқарилади;

4) Паст частотали термографик регистратор НТР-62. Россия ФА “Нодир жихозлар конструктив бюроси маркази” томонидан чиқарилган. Жихоз программали - қизиш учун бошқарув пультага эга бўлиб, қиздириш печи ва

Ўзи ёзувчи қурилмалардан ташкил топган. Хар икки минутда автоматик тарзда вақтни белгилаб борилади ва термограмма қоғозининг пастки қисмига туширилади. Автоматик тарзда бошқариш ток бўйича бўлмай, балки температура бўйича олиб борилади. Барабаннынг айланиш тезлиги турлича. Барабанны бир марта тўлиқ айланиши 4, 8, 16, 32, 64, 128, 256 минут ва 24 соат давомида этиши мумкин. Ўзи ёзувчи қурилма бир вақтнинг ўзида моддани қиздириш жараёнидаги турт хил хоссаларни ўзгаришини қайд этади.

### **Тензиметрия, газоволюметрия ва дилатометрия асбоблари.**

**Тензиметрия.** Минерални қиздириш жараёнида таркибда бор бўлган учувчан компонентларининг қайишқоқлигини қайд этишга асосланган.

Тензиметрия приборлари Хюттинг (1920 й.), Краусс ва Шривер (1930 й.), Сиромятников (1940 ва 1957 й.) томонидан яратилган. Бу приборлар газни қиздириш жараёнида унинг босими (P), хажми (V) ни ўзгаришини ўлчаш имкониятини беради.

**Газоволюметрия** - аниқ температурада минераллардан  $H_2O$ ,  $CO_2$  ва бошқа газсимон фазаларни ажралишига асосланган. Л.Г. Берг томонидан 1952 й. ажралаётган газ хажми ўзгаришини ўлчаш газли бюреткада амалга оширилган.

Газоволюметрия температуралари ва ажралиб чиққан газ ҳажмини билиш орқали аралашмадаги минерални дастлабги миқдорини айтиб бериш мумкин.

Шунинг учун бу усулда кўпроқ 50-200 мг, тензиметрия усули бўйича эса 1-2 мг миқдорида модда олинади.

**Дилатометрия** - жисмнинг кенгайишини ўлчайдиган усул. Бундай усулда текширишни дилатометр приборида амалга оширилади.

Дилатометрия термик анализнинг бир тури бўлиб, бунда қаттиқ ҳолатдаги кимёвий модда, минерал, шиша, хом ашё ёки саноат чиқиндисининг юқори температура таъсирида кенгайиши аниқланган. Бундай кенгайиш чизикли кенгайиш коэффициенти ( $\alpha$ ) ва ҳажмий кенгайиш коэффициенти ( $\beta$ ) номли параметрлар билан характерланади.

Чизикли кенгайиш коэффициенти  $\alpha$  деб текшириляётган модда температураси  $1^\circ C$  га кўтарилганда намуна ўлмамининг нисбий узайишига айтилади:

$$\alpha = \Delta l / l \cdot \Delta t \text{ ёки } \Delta l = \alpha \cdot l \cdot \Delta t$$

бунда  $l$  - текшириляётган модда намунасининг узунлиги;

$\Delta l$  – температураси  $\Delta t^\circ$  га оширилганда намуна узунлигининг ортиши;

$\Delta t$  – бошланғич ( $t_1$ ) ва охириги температура ( $t_2$ ) лар фарқи.

### **Таҳлил учун препарат тайёрлаш усуллари.**

Таҳлил учун керак бўлган материал миқдори олиб бориляётган текширув турига боғлиқ:

- а) Минералларни таҳлили учун - 30-100 мг;
- б) Термоаналитик эгрилик олиш учун - 350-500мг модда зарур;
- в) Ялпи бир турли аниқлашлар учун - 100 мг модда кифоя.

### Намуна тайёрлаш усули:

Узоқ муддатли майдалаш орқали намуна кукун холига келтирилади (кукун катталиги 0,0043 мм). Таркибида конституцион  $H_2O$  ва осон оксидланувчи элементлар бўлмаслиги керак.

Термография усуллари билан тадқиқотлар ўтказиш чоғида текшири-лаётган модда намунасида 0,05-0,3г дан 10-12г гача олинади. Олинган намуна чинни ёки агат ховончада 1-3 мм ли бўлакчалар ҳолигача майдаланади. Майдаланган материалдан 1-2 г олиб бюксга солинади, устига абсолют спирт қуйилади ва 10-20 соат тинч қўйилади. Кейин материал қоғоз фильтрига тўкиб сувсизлантирилади. Сўнгра материал 4900-10000 тешикли элакларда эланади. Шундан кейин ундан ўртача намуна 0,3-0,5 г миқдорида олинади ва термо-графнинг платина ёки корунддан тайёрланган тигелига солинади.

Анализ учун олинadиган намуна миқдори гилсимон минераллар учун 0,3-2 граммга тенг бўлади. Бу ҳолда печдаги қиздириш тезлиги 5-10 град/мин атрофида бўлади. Агар қиздириш тезлиги 50-60 град/мин бўлса, у ҳолда намуна миқдори 0,1 г гача камайиши мумкин. Натижаларнинг аниқ бўлишига текшириладиган модда билан эталоннинг бир хил зичликга эга бўлиши даркор.

### **Усулнинг имкониятлари, афзаллиги ва камчиликлари.**

Усулдан амалий жиҳатдан фойдаланиш имкониятлари. Уларга қуйидаги-ларни кўрсатиш мумкин:

1) Бу усулсиз илмий-тадқиқот иши олиб борувчилар микроскопия, рентген каби усуллар билангина ишлаганда ўнлаб, ҳатто юзлаб экспериментлар ўтказишлари зарур эди. Термография усули қўлланиши билан экспериментлар сони камайди, биргина эксперимент ўтказиш билан керакли эффектлар ва уларнинг чегаралари ҳамда табиати ҳақида аниқ фикр юритиш имкони пайдо бўлди;

2) Хом-ашъё материаллари, минераллари, жинсларни минералогик таркибини уларнинг термик эгри чизиқларини бошқа эталон термограммаларга тақ-қослаш йўли билан илк бор ахборотга эга бўлиш имконияти яратилди;

3) Минерални турини, айниқса бир группага таалукчисини тахлил қилиш-га имконият беради. Айниқса карбонатлар, сувли бирикмаларда уларнинг пар-чаланиши, сувни учиб чиқиб кетишини систематик аниқлашга муваффақ бўлинди;

4) Модданинг теплофизик холати, айниқса кимёвий реакциялар давомида уларнинг иссиқлик ютиши ёки чиқарилиши масалаларини аниқлаш имконияти пайдо бўлди;

5) Модданинг термоинерт ёки термоактивлигини аниқлайди. Масалан, корунднинг термоинертлиги ва кремнеземнинг термоактивлиги;

6) Иссиқлик эффекти содир бўладиган температура оралигини аниқлайди. Термографиядан бошқа усул қўлланганда бу масалани ечиш жуда қийин кечади, жуда кўплаб тажрибалар ўтказилиши талаб этилади;



7) Минерал турини табиатдаги кимёвий ўзгаришини аниқлашга имкон беради;

8) Физик-кимёвий жараённи тезлиги ва вақт бўйича унинг характерини аниқлашга хизмат қилади;

9) Жараёнда ҳосил бўлаётган модда миқдорини аниқ ўлчашга имкон яратади.

**Усулнинг афзаллиги.** Унинг афзал томонлари кўп. Уларга қуйидагилар киради:

1) Усулнинг аморф, майда дисперс ва магматик минералларни ўрганиш учун қўллаш имконияти мавжудлиги;

2) Усулнинг объективлиги ва яққол қоғозга термограмма ёки дериватограмма ҳолатида туширилиши;

3) Бажариш техникасининг соддалиги, ишлатилган тигелларнинг тозалаб қайта ишлатиш имконияти мавжудлиги;

4) Усулни тез бажарилиши. У 15 дан то 45-60 мин гача талаб қилади. Шу билан бирга кўп анализ – термоэффектлар, оғирликлар ва бошқаларга оид тажрибаларни бир вақтда ўтказиш имконияти мавжудлиги;

5) Моддани кам миқдорда, яъни 0,1 дан 0,5 г гача олиш имконияти мавжудлиги;

6) Минерал турини термоаналитик характеристикасини аниқлаш имконияти;

7)  $-190^{\circ}$  дан то  $+3000^{\circ}$  гача температураларда ДТА эгрилигини олиш имкони.

**Усулнинг камчиликлари.** Маълум даражада камчиликлар ҳам мавжудлиги:

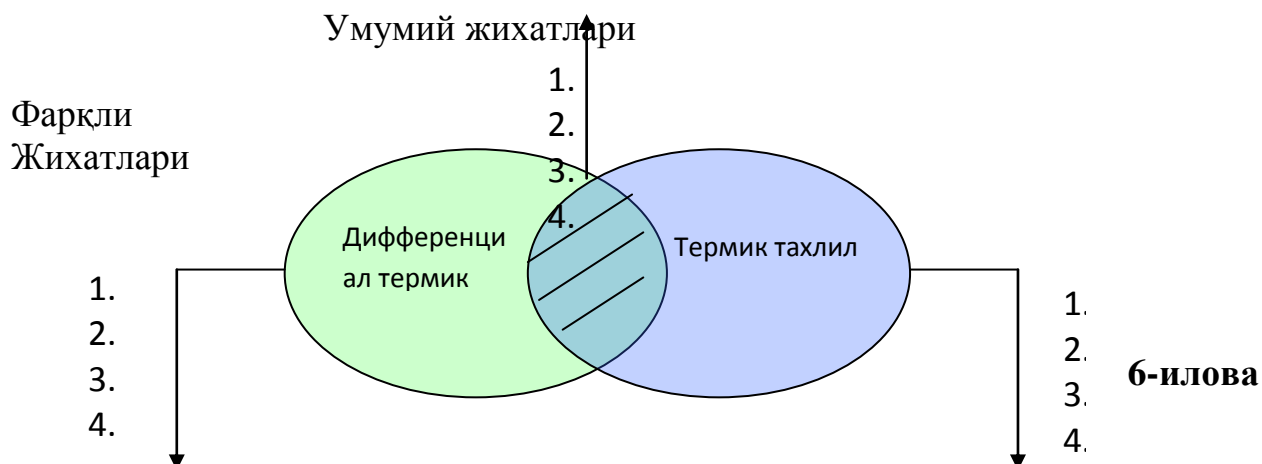
1) Термография орқали маълум бир температурада термоэффект содир бўлганлиги, модданинг миқдори ўзгарабошлаганлиги қайд этилади, лекин у нима асосида рўй берганлиги аниқланаолмайди.

2) Рентгенография, ИК спектроскопия, микроскопия, кимёвий ва бошқа турдаги анализларни жалб этгандан кейингина хулоса чиқариш мумкин бўлади.

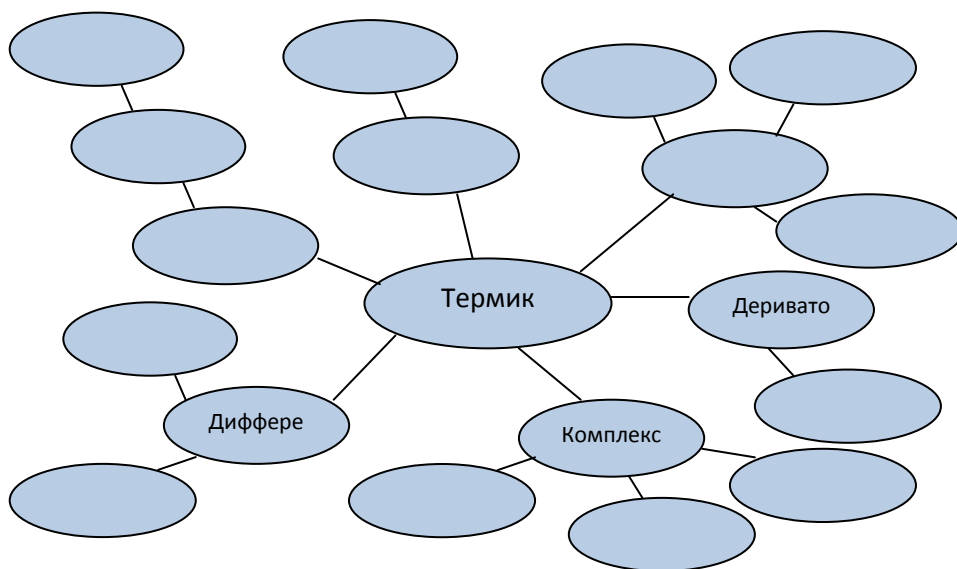
3) Термограмма олиш экспериментал шароитга боғлиқлиги (қиздириш тезлиги, намуна оғирлиги, дифференциал термopара занжиридаги ўзгарувчанлик, тигелдаги модданинг зичлиги, эталоннинг хоссаси, печнинг атмосфераси, термopара қотишмасининг намуна ва эталонга ўрнатилиши, дисперслик даражаси ва бошқалар).

## 5-илова

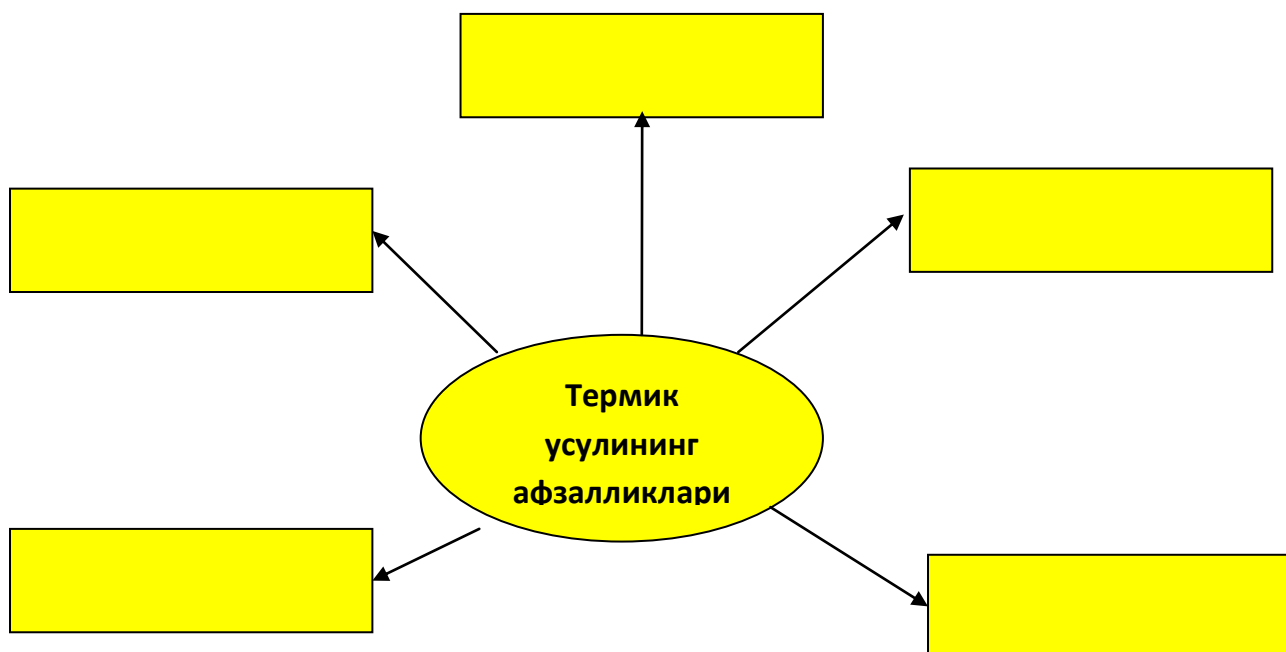
“Дифференциал термик тахлил” ва “Термик тахлил” тушунчаларининг ўхшашлик ва фарқли белгиларини Венна диаграммаси ёрдамида тушунтириб беринг.



“Термик таҳлил усуллари” мавзусига “Кластер” диаграммасини тузинг.



**7-илова**



“Жараён”, “Эндотермик”, “Экзотермик”, “Парчаланиш”, “Иссиқлик”,  
“Термограмма”, “ДТА” сўзларига Синквейн тузинг.

1. Жараён
2. ....
3. ....
4. ....
5. ....

1. Эндотермик жараён
2. ....
3. ....
4. ....
5. ....

**Назорат саволлари:**

- 1.Рентген нури қачон ва ким томонидан кашф этилган?
- 2.Рентген нурларининг тўлқин узунлигини ўлчовини келтиринг.
- 3.«Қаттиқ» ва «юмшоқ» рентген нурлари деб қандай тўлқин узунлигига эга бўлган нурларга айтилади?
- 4.Ота-бола Брегглар томонидан тақдим қилинган рентген нури дифракциясига оид формулани ёзиб беринг.
- 5.Рентген нури ёрдамида бажариладиган рентгенологик текшириш усулларини санаб беринг.
- 6.Нурланишни ионизацион қайд этиш тахлили аппаратларини номи ва марказини келтиринг.
- 7.Рентген аппаратларининг асосий қисмлари номлари ва тузилиши ҳақида маълумотлар беринг.
- 8.Рентген трубкаси рентгенографик аппаратларда қандай ролни бажаради, улар конструктив қандай деталлардан ташкил топган?
- 9.Кенотрон, чўғланиш реостати, юқори қолътли трансформатор каби рентген аппарати қисмларининг тузилиши ва вазифалари ҳақида маълумотларни келтиринг.
- 10.Рентгенографик тахлилдан фойдаланиш имкониятлари қандай?
- 11.Рентгенографик тахлил афзалликлари?
- 12.Рентгенографик усул камчиликлари?
- 13.Термография усулининг назарий асослари ким томонидан ишланган?
- 14.Термография усулига оид термик анализ усулларини санаб беринг.
- 15.Термик анализ деб қандай тахлил турига айтилади?
- 16.Доломит минералининг термик тахлилига оид вақт-температура диаграммасини чизинг ва ундаги эгри чизиқлар ҳолатини тушунтиринг.
- 17.Моддаларда содир бўлаётган қандай жараёнлар комплекс термик анализ орқали аниқланади?
- 18.Моддаларни қиздириш жараёнида дериватографик анализ орқали қандай параметрлар аниқланади.
- 19.Эндотермик эффект қандай рўй беради?

20.Моддаларда экзоэффект қандай рўй беради?

21.Термография усулларининг қандай амалий имкониятлари мавжуд?

### **Фойдаланилган адабиётлар рўйхати**

1. Carter C.Barry, Norton M.Grant. Ceramic materials. Science and Engineering. Springer International Publishing AG. 2007. -716 p. ISBN: 0387462708.

2. William D.Callister, Jr., David G.Rethwisch. Materials Science And Engineering. An Introduction. Eight Edition. USA, Wiley, 2010.- 885 p.

3. Исматов А.А. Силикат ва қийин эрийдиган нометалл материаллар физик-кимёвий тахлилнинг замонавий усуллари. Ўқув қўлланма. Тошкент: Фан ва технология, 2006. -272 бет.

4. Горшков В.С., Тимашев В.В., Савельев В.Г. Методы физико-химического анализа вязущих веществ. Учебное пособие. Москва: Высшая школа, 1981.- 281 с.

5. Булах А.Общая минералогия. Санкт-Петербург: Университет, 2002.- 356 с.

6. Вегман Е.Ф., Руфанов Ю.Г., Федорченко И.Н. Кристаллография, минералогия, петрография и рентгенография. – М.: Металлургия, 1990.– 262 с.

7. Минералогический справочник технолога – обогатителя. –Л.: Недра, 1985.-264с.

8. Зинюк Р.Ю., Балыков А.Г., Гавриленко И.В. ИК спектроскопия в неорганической технологии. –Л.: Химия, 1983.

9. Егунов В.П. Введение в термический анализ.- Самара, Самара ГУ, 1996. -270 с.

10. Васильев Е.К., Нахмансон М.М. Качественный рентгенофазовый анализ. Новосибирск: Наука, 1986.

11. Кузяков Ю.Я., Семенов К.А., Зо-ров Н.Б., Методы спектрального анализа, М., 1990.

12.[www.Химик.ru](http://www.Химик.ru) - Химическая энциклопедия

## IV. АМАЛИЙ МАШҒУЛОТ МАТЕРИАЛЛАРИ

### 1- амалий машғулот:

**Материаллар структурасини ўрганишда замонавий микроскопик, комплекс электрон микроскопик, рентген микроскопия ва рентген-спектрал микрозонд таҳлили.**

#### **Ишнинг мақсади:**

Кимё маҳсулотлари ва табиий минераллардаги кристалларнинг ўлчамлари ва габитусини ўрганиш. Кимё маҳсулотлари ва табиий минераллар структураси ва кимёвий таркибини замонавий комплекс рентген-спектрал микрозонд таҳлили усули ёрдамида ўрганиш.

#### **Минераллар габитусини ўрганиш.**

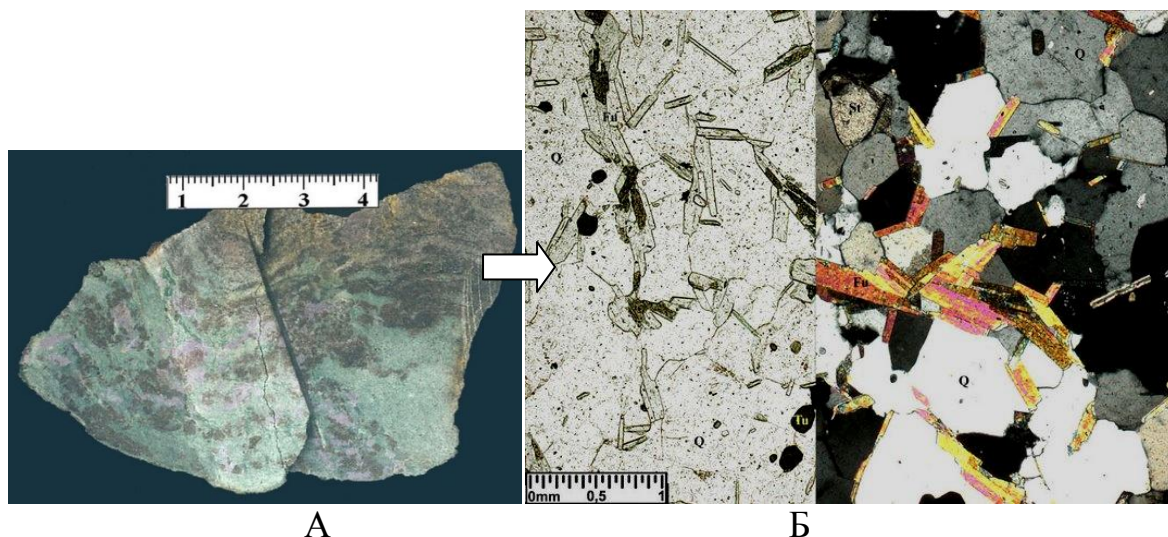
Минералларнинг кристаллооптикавий хоссаларини поляризацион микроскопда ўрганиш мумкин. Ҳозирги вақтда МИН-4, МИН-8, МПО-1, МПС-1 каби микроскоплар мавжуд бўлиб. Уларга ўрнатиладиган мосламалар билан текшираётган минералларнинг кристаллооптикавий хусусиятларини текширишга имкон беради.



Поляризацион микроскопларда анорганик моддалар бир ва икки николь ёрдамида текширилади. Битта николь билан ишлаганда анализатор оптикавий системадан чиқарилган, ёруғликнурларибирбирига параллел бўлади. Поляризацион микроскопларда кўйидаги хоссаларни аниқлаш мумкин:

- 1) текшириладиган модданинг фазавий таркиби аниқланади Бунинг учун минералларнинг ранги ва ёруғлик нуруни турлича синдиришидан фойдаланилади;
- 2) кристалларнинг шакли ва ўлчами аниқланади;
- 3) уларнинг ранги ва плеохраизми кузатилади;
- 4) минераллар таркибидаги турли аралашмалар (шиша, суюқлик, газ) аниқланади.

Масалан, фуксит сланец минералининг поляризацион микроскопда олинган тасвирини б-расмда кўришимиз мумкин. Бу ерда тасвирда ўнг тарафи микроскопда кесиладиган ёруғлик нурлари ва чап тарафи оддий ёруғлик остида олинган. Расмда кварц (Q), турмалин (Tu), ставролит (St), фуксит (Fu) минералларини кўришимиз мумкин. Бу ерда кварц минералининг габитуси – олтибурчаклар, турмалин (Tu) – шакли аниқ бўлмаган, ставролит (St) – тўғри бўлмаган тўрт бурчаклар, фуксит (Fu) – рангли узун брусочлар.

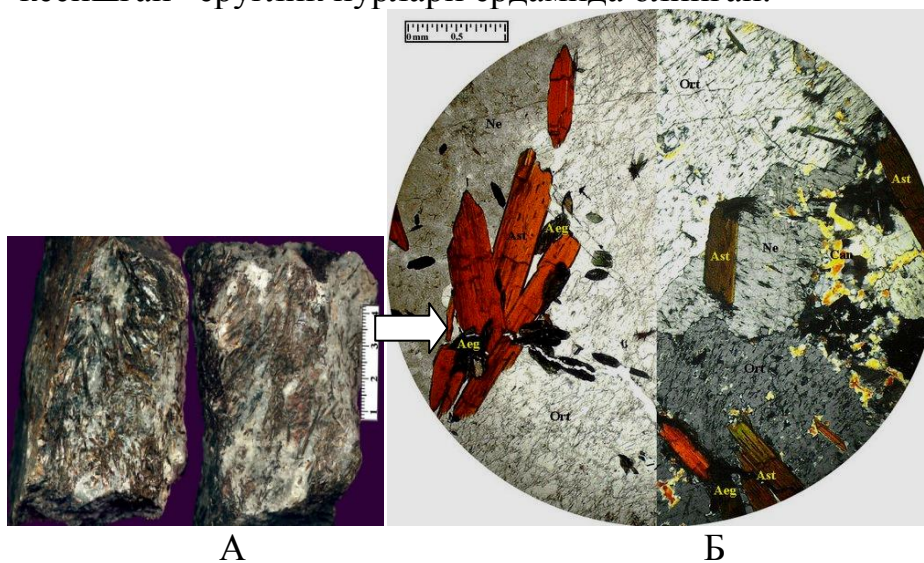


1- расм . Фуксит сланец минералининг поляризацион микроскопда олинган тасвири. А- минералнинг кўриниши, Б – микроскопда олинган тасвири.

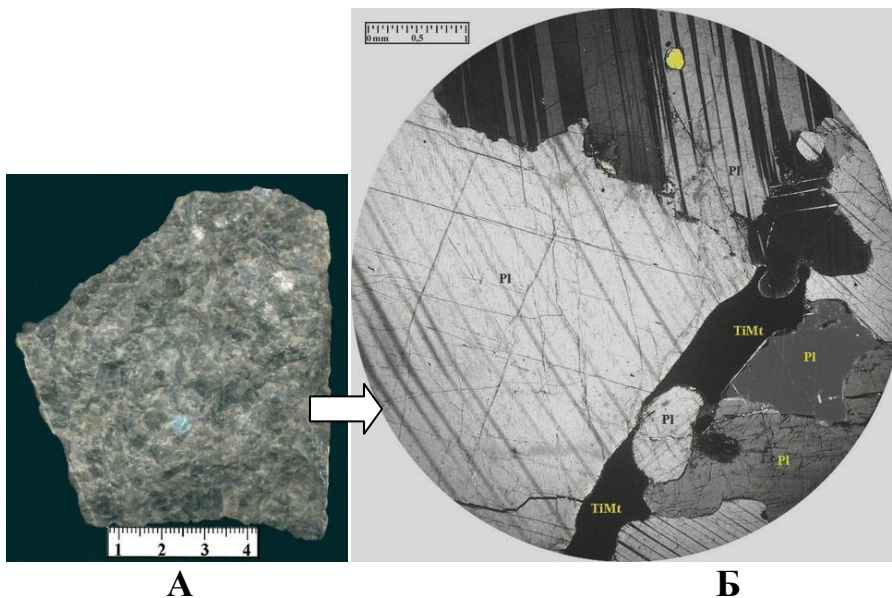
Икки николь билан ишлаганда нур параллел ёки учрашувчи бўлиши мумкин. Параллел нурлар ёрдамида минералларнинг изотроп ёки анизотроплиги (ёруғлик нурини оддий синдириши ёки иккига ажратиши), нурнинг сўниш характери (тўғри, ўткир ёки ўтмас бурчак остида) аниқланади.

Модданинг айрим хоссаларини аниқлаш учун бошқа усуллардан, масалан, учрашувчи ёруғлик нурлари усулидан фойдаланилади. Иккита николь билан ишлаганда минералларнинг неча ўқлилиги уларнинг кристаллооптикавий характери (мусбат ёки манфийлиги) аниқланади, икки ўқли кристалларнинг ўқлари орасидаги бурчак аниқланади.

2 расмда астрофиллитли фаялит минералининг поляризацион микроскопда кўриниши келтирилган – чап тарафида “оддий” ёруғлик ва ўнг тарафида “кесишган” ёруғлик нурлари ёрдамида олинган.



2 расм. Астрофиллитли фаялит минералининг поляризацион микроскопда олинган тасвири. А- минералнинг кўриниши, Б – микроскопда олинган тасвири.



3 расм. Лабрадоритминералининг (дала шпати лабрадор ва озгина миқдорда шаффоф бўлмаган титаномагнетит кристаллари) поляризацион микроскопда олинган тасвири. А- минералнинг кўриниши, Б – микроскопда олинган тасвири.

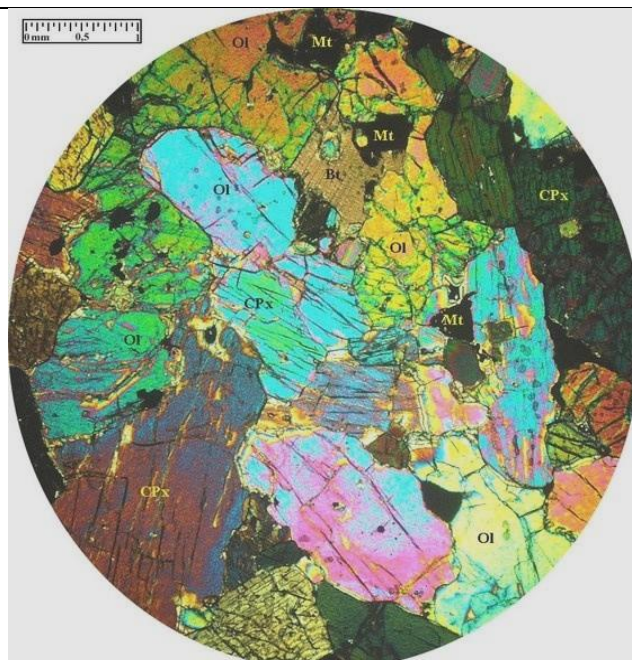
### АМАЛИЙ МАШҒУЛОТ ВАЗИФАЛАРИ:

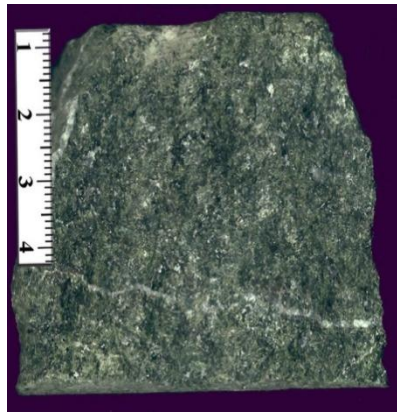
Расмда келтирилган минераллардаги кристаллар габитуси аниқланг.

Кристалларнинг символлари: **CPx** – клинопироксен, **Ort**- ортоклаз дала шпати, **Ol** – оливин, **TiMt** – титаномагнетит, **Q** – кварц, **Mi** – микроклин, **Ab**- альбит, **Pyr** – пирит.

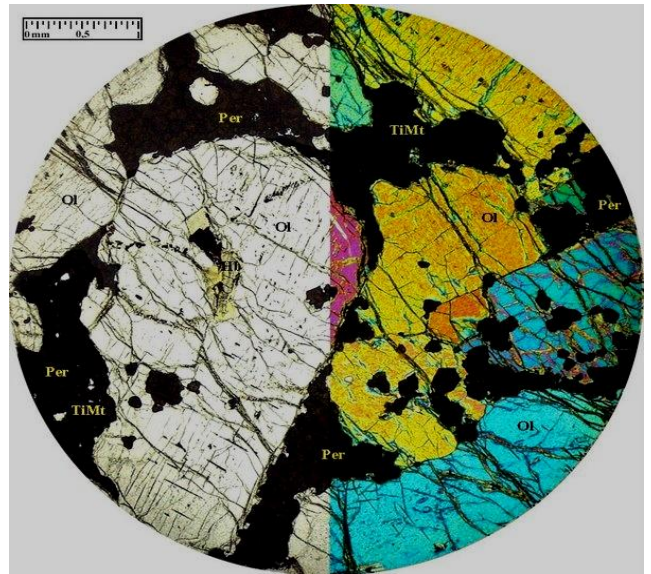
#### 1 гуруҳга вазифа.

Клинопироксен (CPx), оливин (Ol), титаномагнетит (TiMt) кристалларининг габитусини аниқланг.





А

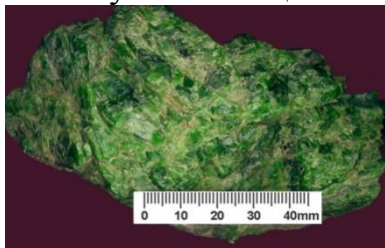


Б

4 расм. Оливин минералининг поляризацион микроскопда олинган тасвири. А- минералнинг кўриниши, Б – микроскопда олинган тасвири. (Клинопироксеновая порода - верлит. Кольский п-ов, Ковдор).

**2 гурухга вазифа.**

Клинопироксен (CPx) ва ортоклаз (Ort) кристалларининг габитусини аниқланг.



А



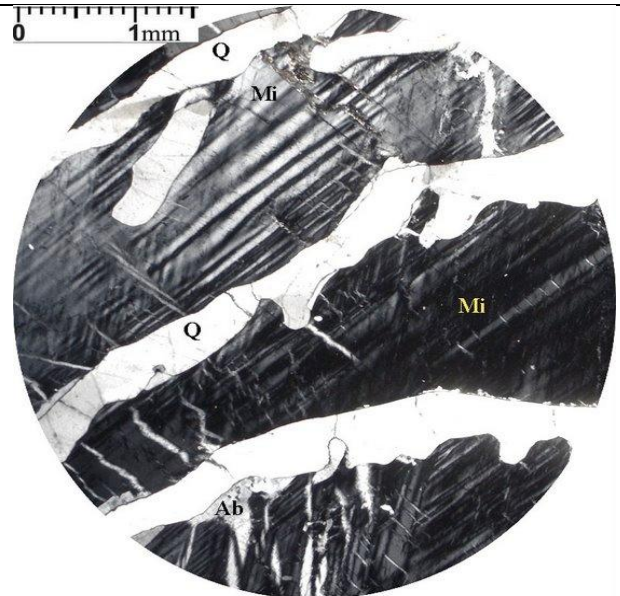
Б

5 расм. Пегматит минералининг поляризацион микроскопда олинган тасвири. А- минералнинг кўриниши, Б – микроскопда олинган тасвири. (Якутия, Алдан).



### 3 гурухга вазифа.

Кварц (Q), микроклин (Mi)  
ва альбит (Ab) кристалларининг  
габитусини аниқланг.



А

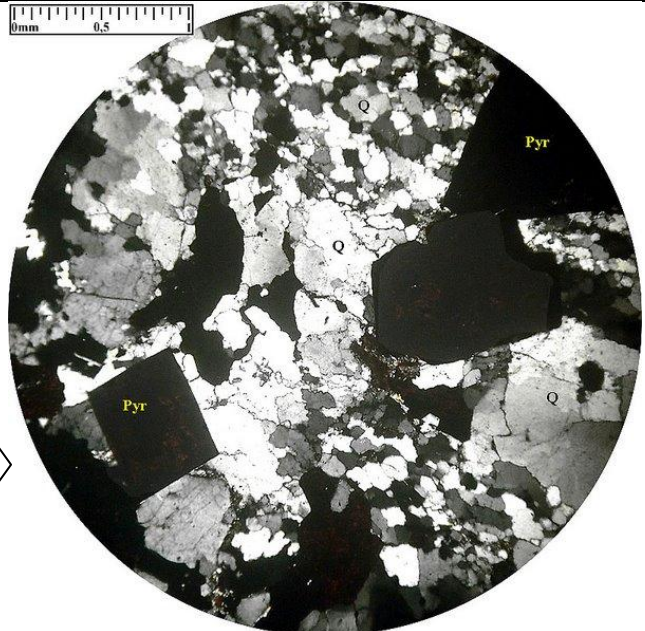
Б

6 расм. График пегматит минералининг поляризацион микроскопда олинган тасвири. А- минералнинг кўриниши, Б – микроскопда олинган тасвири.

(Якутия, Алдан).

### 4 гурухга вазифа.

Кварц (Q) ва пирит (Pyr)  
кристалларининг габитусини  
аниқланг



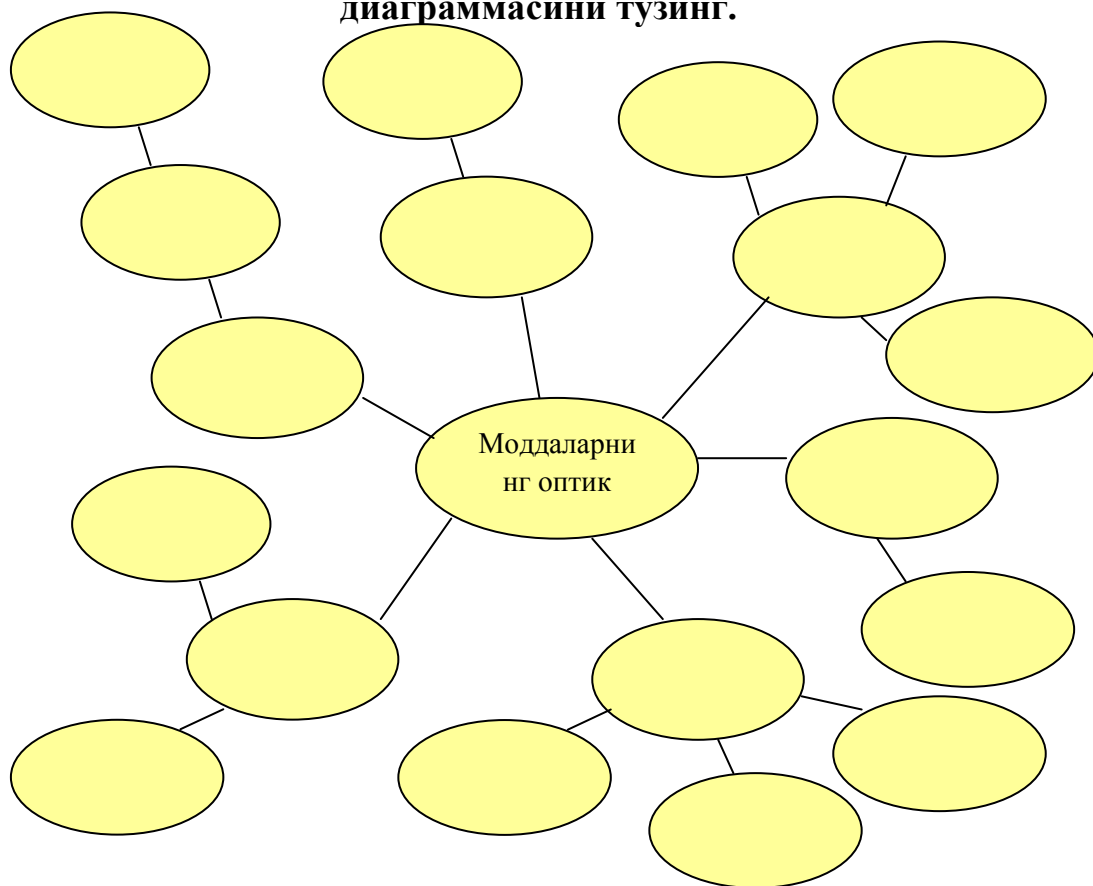
А

Б

7 расм. Кварцит (таркибида олтинли пирит минерали мавжуд) минералининг поляризацион микроскопда олинган тасвири. А- минералнинг кўриниши, Б – микроскопда олинган тасвири. (Якутия, Алдан).

**Қўшимча вазифалар.**

**1 вазифа. “Моддаларнинг оптик хоссалари” мавзусига “Кластер” диаграммасини тузинг.**



**2 вазифа. “Габитус”, “Сингония”, “Микроскоп” сўзларига Синвейн тузиш керак.**

1. Габитус
2. ....
3. ....
4. ....
5. ....

1. Сингония
2. ....
3. ....
4. ....
5. ....

### **Назорат саволлари.**

- 1.Нур синдириш кўрсаткичига тушунча беринг.
- 2.Кристалларнинг нур синдириш коэффициентини қайси усулда аниқлаш мумкин?
- 3.Поляризацион микроскопларни қандай турлари мавжуд ?
- 4.Поляризацион микроскопларни қандай қисмлардан иборат ?
- 5.Иммерсион препаратни тайёрлаш усули ?
- 6.Бекке чизиғи қандай силжийди ?
7. Кристаллар габитуси ҳақида тушунча беринг.
8. Сингония ҳақида тушунча беринг.
9. Поляризацион микроскопларда қандай хоссаларни аниқлаш мумкин?
10. Кристалларнинг шакли ва ўлчами қандай аниқланади?

### **Фойдаланиладиган адабиётлар рўйхати**

1. Carter C.Barry, Norton M.Grant. Ceramic materials. Science and Engineering. Springer International Publishing AG. 2007. -716 p. ISBN: 0387462708.
2. William D.Callister, Jr., David G.Rethwisch. Materials Science And Engineering. An Introduction. Eight Edition. USA, Wiley, 2010.- 885 p.
3. Исматов А.А. Силикат ва қийин эрийдиган нометалл материаллар физик-кимёвий таҳлилнинг замонавий усуллари. Ўқув кўлланма. Тошкент: Фан ва технология, 2006. -272 бет.
4. Горшков В.С., Тимашев В.В., Савельев В.Г. Методы физико-химического анализа вязущих веществ. Учебное пособие. Москва: Высшая школа, 1981.- 281 с.
5. Булах А.Общая минералогия. Санкт-Петербург: Университет, 2002.- 356 с.
6. Вегман Е.Ф., Руфанов Ю.Г., Федорченко И.Н. Кристаллография, минералогия, петрография и рентгенография. – М.: Металлургия, 1990.– 262 с.
7. Минералогический справочник технолога – обогатителя. –Л.: Недра, 1985.-264с.

## 2–амалий машғулот.

### Кимё маҳсулотларини спектрал таҳлили, моддаларнинг спектрларини ўрганиш.

#### Назарий қисм. Спектрал таҳлил усуллари ва жихозлари.

Моддаларнинг кимёвий таркибини уларнинг оптикавий спектри бўйича аниқлаш усули **спектрал таҳлил** деб аталади. Бу анализ юқори температура таъсирида кузғатилган атомларнинг ўзидан нур чиқариш интенсивлигини ўлчашга асосланган. Кейинги вақтларда спектрал анализ усуллари халқ хўжалигининг кўпгина тармоқларида, шу жумладан, шиша, цемент, керамика, минерал ўғитлар, металл, қотишмалар, шлаклар ва бошқа ноорганик моддаларнинг таркибини аниқлашда кенг қўлланилмоқда.

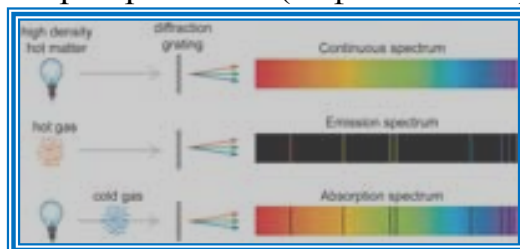
Спектрал анализ сифат ва миқдорий анализнинг бошқа усулларига нисбатан қатор афзалликлари бор. Масалан, бу усулда жуда кам миқдордаги моддаларни тез аниқлаш мумкин, ишлатиладиган аппаратлар универсал, арзон ва моддаларнинг сифат ҳамда миқдорий таркиби ҳақидаги маълумот диаграмма, спектр ҳолида олинади. Фойдаланилаётган спектрнинг характери (нур чиқариш, нурни ютиш ёки уни тарқатиш)га қараб спектрал анализ бир неча турга бўлинади. Қуйида спектрал анализ турларини қисқача характерлаб ўтамиз.

**Эмиссион спектрал таҳлил** — бу усул нурланувчи моддалардан чиқаётган нурларнинг спектрини ўрганишга асосланган.

**Адсорбцион спектрал таҳлил** - спектрларнинг моддага ютилшини ўрганишга асосланган.

Моддалар таркибини комбинацион спектрал таҳлил қилиш симоб лампаси билан ёритилган моддадан ўтган ёруғлик нурини ўрганишга асосланган.

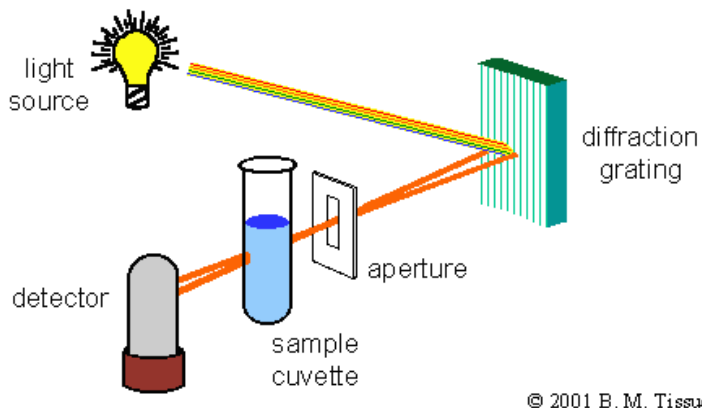
**Эмиссион спектрал анализ.** Атом эмиссион спектрал анализда текширилаётган модда газ ҳолатига ўтказилади. Бу газга бирон нур таъсир этирилганда у нурланади. Газнинг нурланиш спектри ёзиб олинади. Бу спектрлардаги чизиқларнинг сони ва ҳолатига қараб текширилаётган модда таркибига қандай элементлар кирганлиги (сифат анализи) аниқланади.



8 расм. Турли хил газларнинг спектрлари.

Текширилаётган модданинг спектр чизиқлари интенсивлигини эталон модда спектрининг интенсивлиги билан солиштириб, текширилаётган элементнинг миқдори (миқдорий анализ) аниқланади. Ўрганилаётган моддаларнинг спектрини олиш (қўзғатиш) учун улар аввало юқори

температурали муҳитга, кучли электр майдонига ёки ҳам юқори температура, ҳам кучли электр майдонли муҳитга киритилади. Юқори температура суюқ ва қаттиқ моддани газ ҳолатига ўтказиш учун зарур. Бу ҳолатда катта тезликда ҳаракатланаётган атом ва заррачалар бир-бирига урилиб, ўзаро энергия алмашинади. Электр майдон эса заррачалар ҳаракатини тезлаштириш учун хизмат қилади.



9 расм. Спектроскопия усулининг принстипиал схемаси.

Спектр қўзғатувчилар сифатида аланга, электр ёйи, учқун, импульс, электр вакуум разряди ва бошқалардан фойдаланилади.

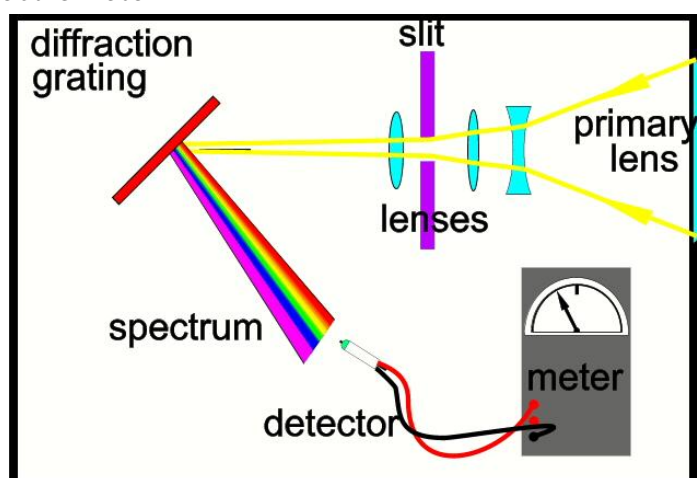
Намунани қўзғатиш манбаига киритишнинг бир неча усуллари бор. Масалан, газсимон модда ичига электродлар жойлаштирилган шиша найларда текширилади. Суюқ моддалар ҳаво оқими ёрдамида аэрозол ҳолида алангага пуркалади. Қаттиқ моддалар кўмир электродларидаги маҳсус ўйиқларга солинади, электр ёйига киритилади ёки уларни пресслаб электродлар тайёрланади. Қаттиқ ва суюқ ҳолдаги моддаларни аввал нурланиши чизиқли спектр берадиган буғ ҳолига келтириш керак.



10 расм. “СПАС” эмиссион спектрометри (СПАС предназначен для высокоточного элементного анализа металлов и сплавов. Данный прибор является самым современным из выпускаемых в настоящее время спектрометров).

Эмиссион спектрал анализда асосан ИСП 22, ИСП 28, ИСП 51, КС 55, КСА 1, ДФС 8 ва бошқа маркали спектроскоплардан фойдаланилади. Бунда спектрларни кузатиш учун, асосан спектроскоплар, уларни расмини олиш учун эса спектографлардан фойдаланилади. Спектрларни кузатиш ва сифат ҳамда ярим миқдорий анализ қилиш учун стилоскоплар ишлатилади. СЛ 10 ва СЛ 11 маркали стилоскоплар энг такомиллашган асбоблар ҳисобланади. Спектрлар уч хил усулда кузатилади ва ёзиб олинади:  
 -Оддий кузатиш (спектрнинг кўринадиган тўлқин соҳасида);  
 -фотография (кўринадиган, ултрабафша ва унга яқин тўлқин узунликларидаги соҳа);  
 -фотография ёки термоэлектрия (спектрнинг инфрақизил нурлар тўлқин узунлиги соҳасида).

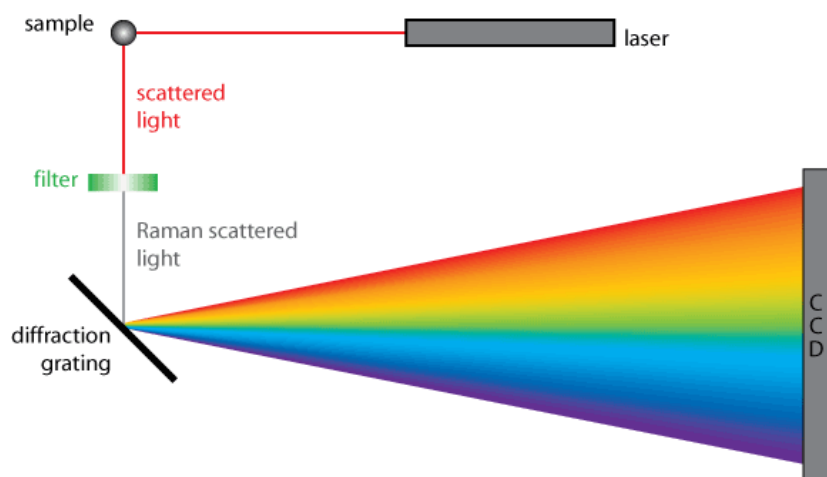
### A Simple Spectrometer



Prepared by YES I Can! Science.\Faculty of Pure and Applied Science, York University



Portable Raman spectrometer, as used at NASA ([NASA usage guidelines](#))



11-расм. РАМАН портатив спектрометрининг кўриниши ва ишлаш принципи. (University of Cambridge).

Намуналардаги элементларнинг миқдори даражалаш графиги бўйича аниқланади. Бунинг учун бита фотопластинканинг ўзига таркибда аниқланиши керак бўлган элементдан турлича миқдорда бўлган учта намунанинг спектрлари ҳамда текширилаётган модданинг спектри туширилади. Фотопластинкалар очилтирилгач, олинган спектрлар ҳар қайси элемент учун хос бўлган чизиқлар бўйича фотометрланади ва учта эталон бўйича даражалаш графиги чизилади. Шу графикдан фойдаланиб, текширилаётган элементнинг намунадаги миқдори аниқланади.

Спектрал таҳлил афзалликлари:

1. Спектрал таҳлил металллар таркибини аниқлашда кенг қўлланилади. Кимёвий таҳлил билан солиштирганда, спектрал таҳлил юқори сезувчанлиги, аниқлиги, тезкорлиги, арзонлиги, бир таҳлил қилишни ўзида бир неча кимёвий элементни аниқлаш мумкинлиги билан ажралиб туради.

2. Кимёвий таҳлил қотишмада элементнинг миқдори кўп бўлганда (5-10%) аниқлиги юқори бўлади. Спектрал таҳлил оз миқдордаги қошимча элементларни аниқлашга имконият беради (мкграмм литрда ёки 0,001-0,005 %)

3. Металлар экспресс-таҳлил қилишида углерод миқдорини аниқлаш учун – ёндириш усули (аниқлиги 0,05%), олтингугурт ва фосфорни аниқлаш учун – кимёвий таҳлил (аниқлиги 0,01%), кремний, марганец, хром, никел, молибден ва б. металлларни аниқлаш учун – спектрал таҳлил (аниқлиги 0,1%) қўллаш мақсадга мувофиқдир.

Қуйидаги 1- жадвалда турли элементларнинг спектр чизиғининг тўлқин узунлиги, ҳамда спектрал таҳлилда аниқланадиган метал концентрациялари келтирилган.

Жадвал 1. Турли элементларнинг спектрал таҳлилда чизиғининг тўлқин узунлиги, ҳамда спектрал таҳлилда аниқланадиган метал концентрациялари келтирилган.

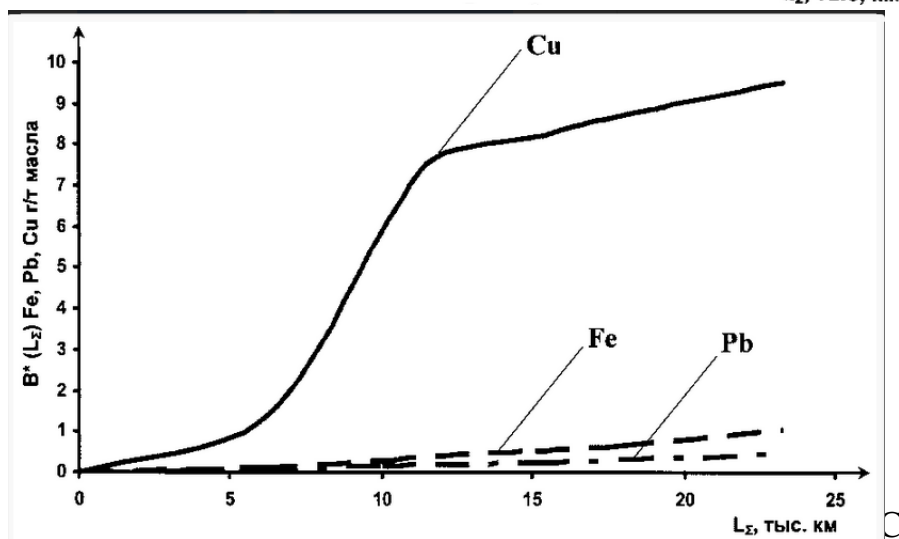
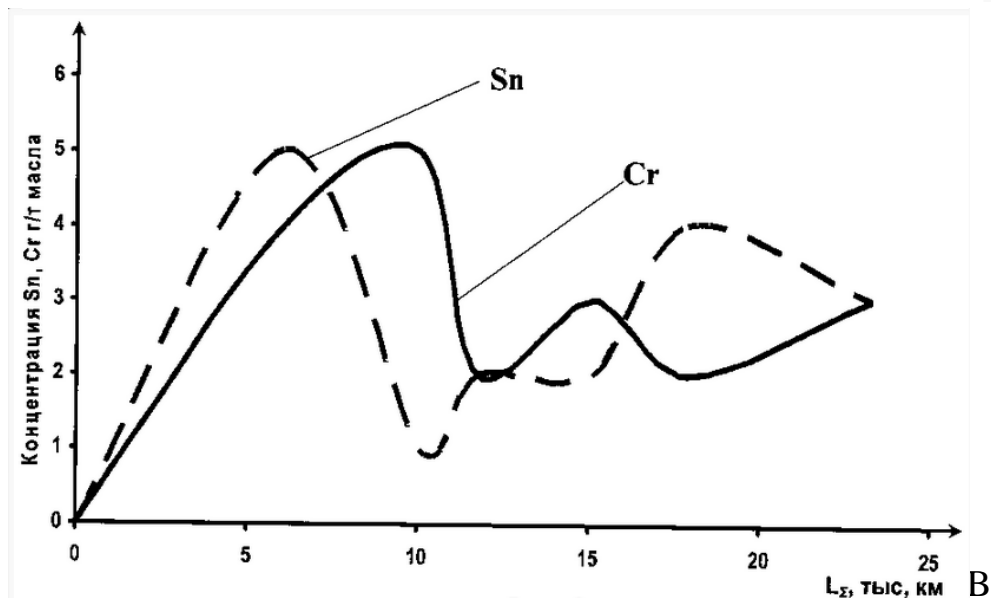
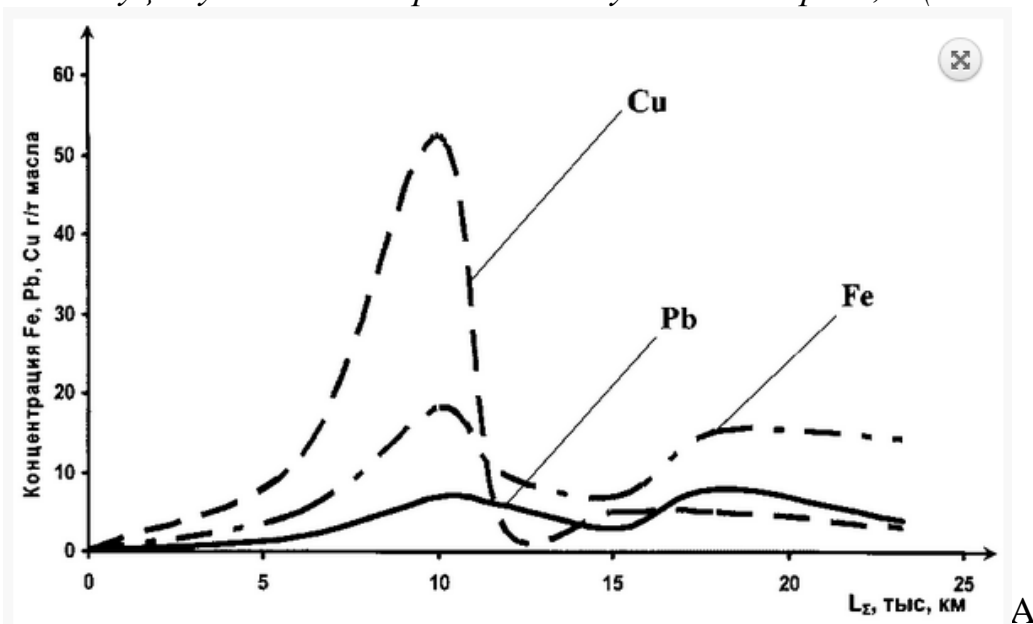
Определяемый элемент	Длина волны линии определяемого элемента, нм	Длина волны линии сравнения, нм	Диапазон определяемых массовых долей, %
Бериллий	II 313,10	I 305,01 I 265,25	0,0005—0,02
	II 313,04*		0,02—0,9
	I 265,05		
Бор	I 249,68	I 266,92	0,01—0,05
	I 249,77**		
Ванадий	II 311,07	I 305,01	0,05—0,3
	II 310,23		0,03—2,0
Железо	II 259,94	I 266,04 } I 265,25 }	0,5—2,0
	II 259,84		
	II 275,57		
	II 275,33		
Кадмий	I 346,77	I 305,01 } I 305,99 }  I 226,34	0,05—0,5
	I 346,62		
	I 340,36		
	I 228,80		
Кальций	II 393,37	I 305,01	0,01—0,1
	II 396,85		
	II 317,93		
	II 315,89		
Кремний	I 288,16	I 305,99 } I 266,91 }	
	I 250,69		
	I 288,16	I 266,91 } I 237,84 }	0,05—0,5
	I 251,61***		
	I 252,85		
	Литий	I 323,26	I 305,01 } I 305,99 }
Магний	II 279,08	I 305,01 } I 266,04 } I 265,25 }	0,01—0,8
	I 285,21		
	II 292,87		
	II 293,65		
	277,98		
	I 277,67		
Марганец	II 294,92	I 305,01 } I 266,04 } I 265,25 }	0,05—1,0
	II 259,37		
	II 260,57		
	293,93		
	293,31		
	288,95		
	II 267,26		
Медь	I 327,40	I 305,01 } I 237,21 } I 232,16 } I 305,01 } I 266,92 }	0,01—1,0
	I 324,75		
	II 236,99		
	II 229,44		
	I 282,44		

**Масала ва кейслар.**

**1-Масала: Машина мойида металллар концентрациясини аниқланг (расм 6, А-С).**



Абсцисса ўқи бўйича – турли металлларнинг концентрацияси (гр/тоннада),  
 ордината ўқи бўйича – моторнинг босиб ўтган масофаси,  $L$  (минг.км).



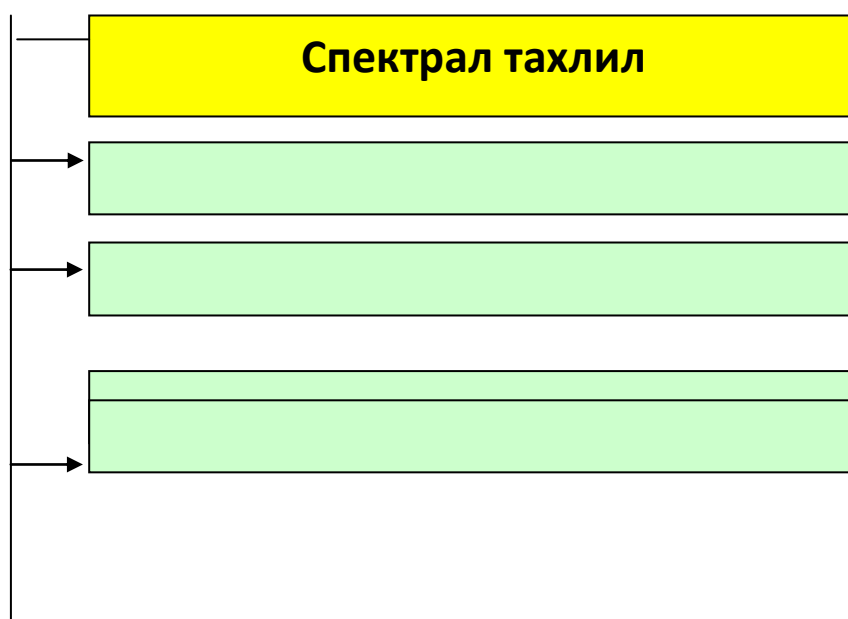
12-расм. Машина мойидаги металллар концентрациясини спектрал усули ёрдамида аниқлаш.

**2-масала. Кимёвий ва спектрал тахлил усулларида турли элементларнинг концентрациясини аниқлаш имкониятларини солиштиринг (2-жадвал).**

2-жадвал. Металларни элемент таркибини аниқлашда кимёвий ва спектрал тахлил усуллари кўрсаткичларини солиштириш.

Химический элемент	Потребное время в мин.		Точность определения содержания химических элементов в %	
	Химический анализ	Стилоскоп	Химический анализ	Стилоскоп
Углерод . . . . .	5	} Не опре- деляет	0,02	} Не опре- деляет
Сера . . . . .	7		0,005	
Фосфор . . . . .	60		0,004	
Кремний . . . . .	60		0,04	
Марганец . . . . .	15	1	0,03	0,2
Хром . . . . .	30	1	0,03	0,3
Никель . . . . .	45	1,5	0,05	0,5
Молибден . . . . .	60	1	0,03	0,05
Ванадий . . . . .	30	1,5	0,03	0,15
Вольфрам . . . . .	180	1,5	0,06	1,0—0,05
Титан . . . . .	240	1,5	0,04	0,2
Медь . . . . .	180	2,5	0,04	0,3
Алюминий . . . . .	960	2,5	0,05	0,3

3-масала. “Спектрал тахлил усулида ўрганиладиган масалалар” жадвалини тўлдириш



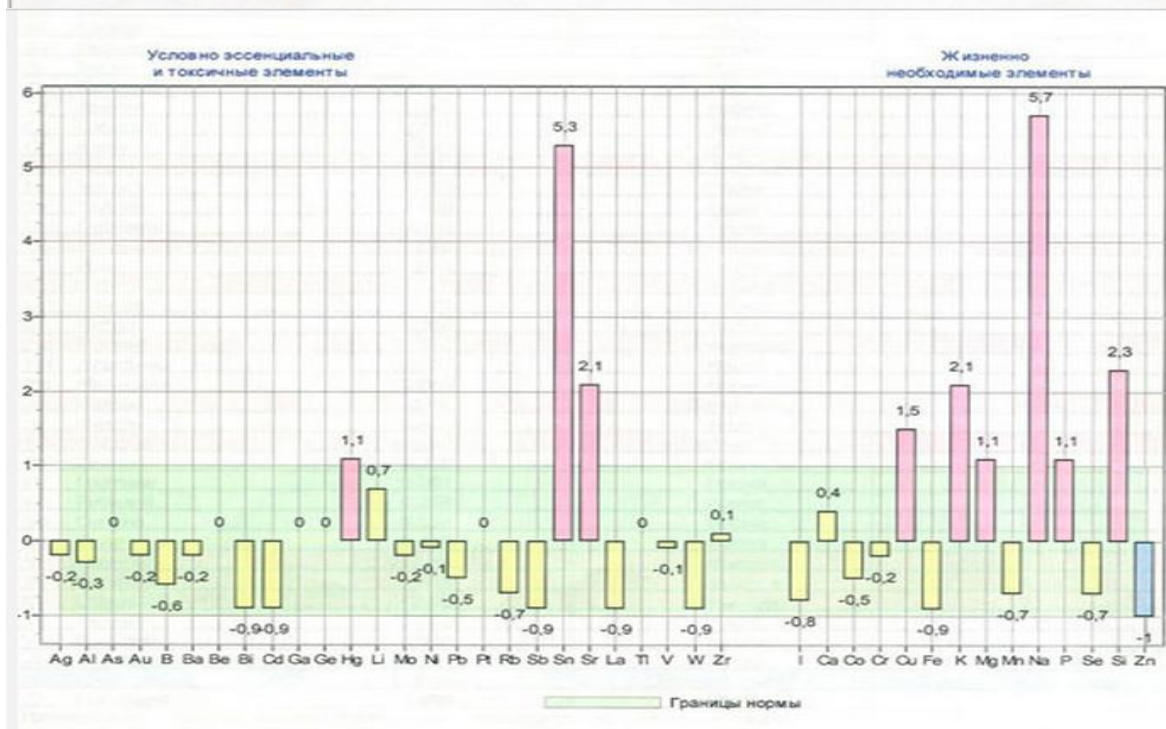
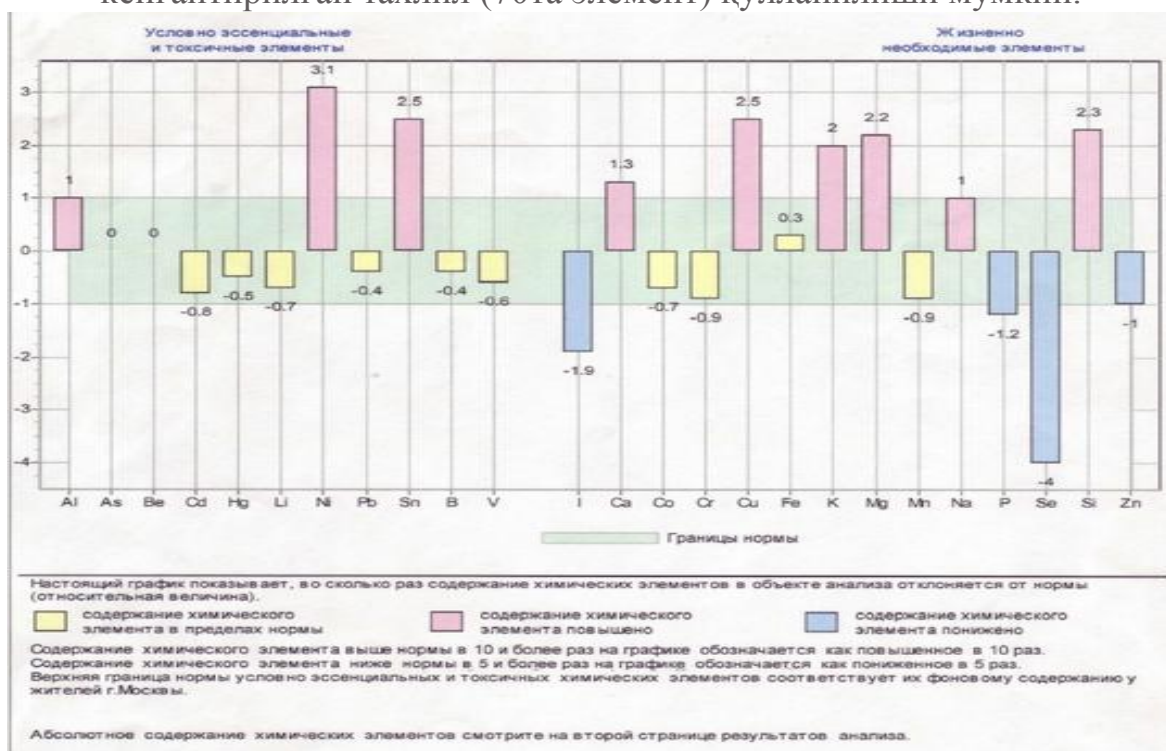
Қаби масалаларни ўрганади.

**4-масала. Биологик объектларда (соч, тирноқ, қон, тўқималар), табиий сув ва тупроқларни ўғир металлар билан зарарланишини аниқлашда спектрал усуллар кенг қўлланилади.** 7-Расмга асосланиб қандай элементлар миқдори рухсат берилган миқдордан кўп ва камлигини аниқланг. Биологик объектларни спектрал тахлил қилишда:

- стандарт тахлил (25 элемент аниқланади - Al, Be, B, V, Fe, I, Cd, K, Ca, Co, Si, Li, Mg, Mn, Cu, As, Na, Ni, Sn, Hg, Se, F, Cr, Zn;

- тўлиқ таҳлил (яна 15та элемент қўшимча аниқланади – Ba, Bi, W, Ga, Ge, Au, La, Mo, Pt, Ru, Ag, Sr, Sb, Ta, Zr;

- кенгайтирилган таҳлил (70та элемент) қўлланилиши мумкин.

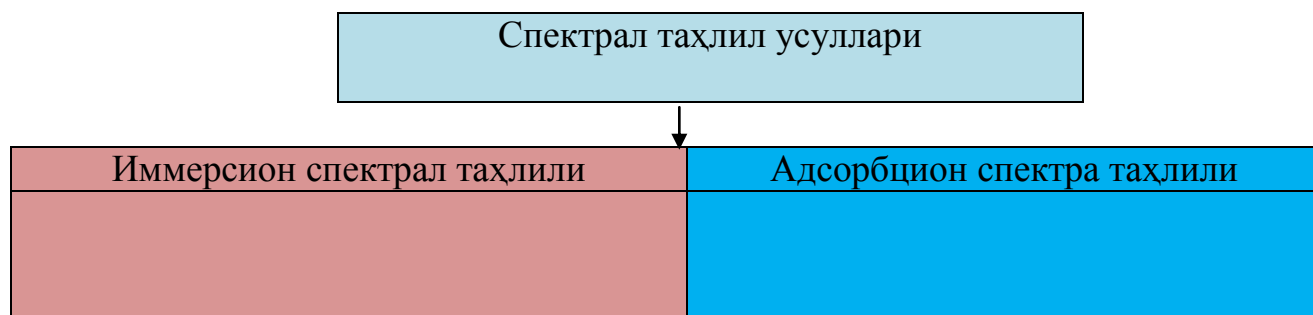


13расм. Соч толасида турли элементларнинг микдорини спектрал таҳлил усулида аниқлаш (графикда нолдан юқоридаги элементлар микдори руҳсат берилгандан юқори ҳажмда, нолдан пастқи қисмда – етишмовчилик мавжуд бўлган элементлар) .

**5-масала. Т-чизмалар, Т-чизмамунозаравактидақўшаложжавоблар (тарафдорқарши) ёкитаққослаш-зиджавобларниёзишучунуниверсалграфикорганайзерхисобланади.**

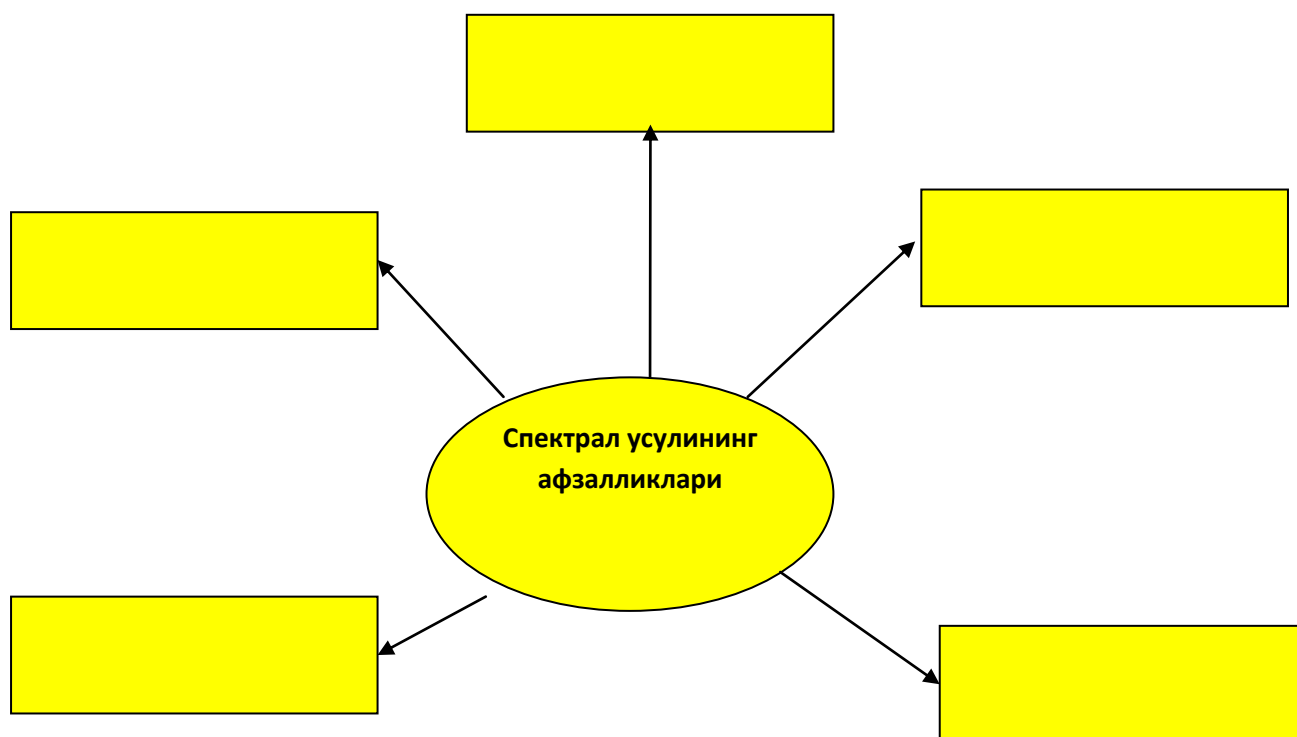
*Масалан, спектрал таҳлил усуллари таърифини, таққослаш-зид тамайилига асосланиб ёзиш мумкин.*

Т-схема жадвали асосида спектрал таҳлил турларини таърифлаб беринг.

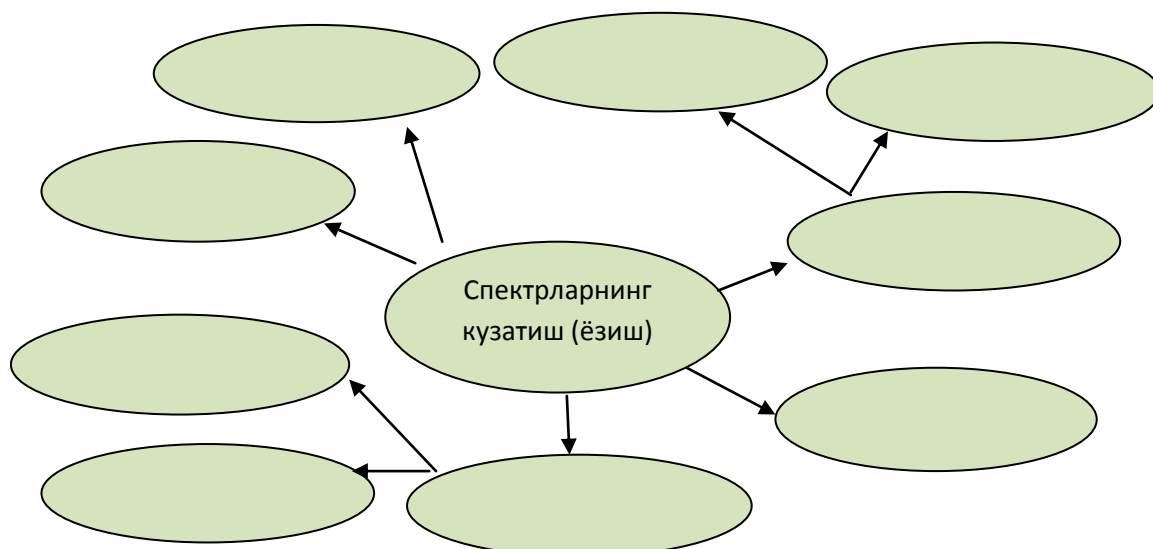


*Моддаларнинг кимёвий таркибини уларнинг оптикавий спектри бўйича аниқлаш спектрал анализ деб аталади. Бу анализ юқори температура таъсирида қўзғатилган атомларнинг ўзидан нур чиқариш интенсивлигини ўлчашига асосланган.*

**6-масала.**



**8-masala.** “Спектрларнинг кузатиш (ёзиш) усуллари ва ва асбоблари” мавзусига “Кластер” диаграммасини тузинг.

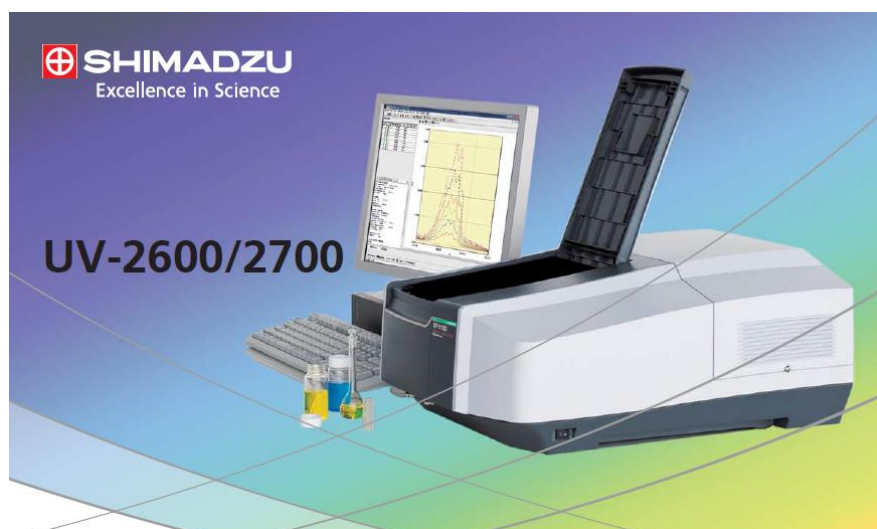


**9-масала.** “Спектрометр”, “Стилоскоп”, “Электрон”, “Электрод”, “Спектр” сўзларига синквейн тузинг.

1. Спектрометр
2. ...
3. ...
4. ...
5. ...

1. Спектр
2. ...
3. ...
4. ...
5. ...

**Ультрабинафша спектрометри тузилишини ўрганиш. Моддаларни ультрабинафша спектрларини ўрганиш.**

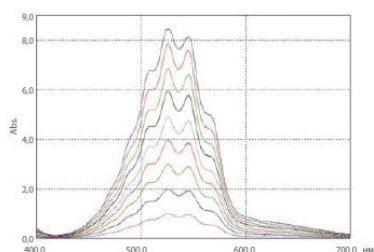


## UV-2600 Ультра-бинафша спектрометрнинг техник кўрсаткичлари:

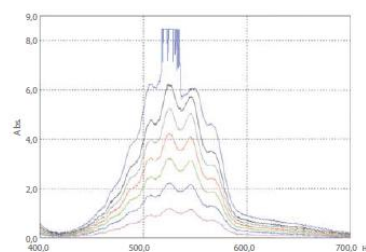
### Технические характеристики

Оптическая схема	Двухлучевая	
Монохроматор	UV-2600:	одиночный (Черни-Тернера);
	UV-2700:	двойной (монохроматор Черни-Тернера и предмонохроматор Литтрова)
Спектральный диапазон	UV-2600:	185–1400 нм (с интегрирующей сферой), 185–900 нм (без интегрирующей сферы)
	UV-2700:	185–900 нм
Ширина щели	0,1; 0,2; 0,5; 1; 2 и 5 нм	
Скорость сканирования	от 4000 до 0,5 нм/мин	
Скорость установки длины волны	до 14000 нм/мин	
Детектор	Фотоумножитель R-928 и дополнительные полупроводниковые детекторы в интегрирующих сферах	
Погрешность по шкале длин волн	± 0,1 нм при 656,1 нм (D2); ± 0,3 нм в остальном диапазоне	
Воспроизводимость по шкале длин волн	± 0,05 нм	
Уровень рассеянного излучения	UV-2600:	≤ 0,005% (220, 340 и 370 нм)
	UV-2700:	≤ 0,00002% (340 и 370 нм); ≤ 0,00005% (220 нм)
Фотометрируемые величины	Поглощение (Abs), пропускание (%T), отражение (%), энергия (E)	
Фотометрический диапазон	от - 5 до +5 Abs (UV-2600); - 8,5 до +8,5 Abs (UV-2700)	
Фотометрическая точность	± 0,002 Abs (при 0,5 Abs); ± 0,003 Abs (при 1 Abs); ± 0,006 Abs (при 2 Abs); ± 0,3% T	
Фотометрическая воспроизводимость	± 0,001 Abs (0,5 Abs); ± 0,001 Abs (1 Abs); ± 0,1% T	
Дрейф нулевой линии	≤ 0,0002 Abs/час (UV-2600); ≤ 0,0003 Abs/час (UV-2700)	
Размеры прибора	450 * 600 * 250 мм	
Вес	23 кг	

Спектр водного раствора перманганата калия



UV-2700



UV-2550 (Предыдущая модель)

По сравнению с предыдущей моделью UV-2700 позволяет ещё точнее измерять высокие значения оптической плотности.



14-расм. Спектрометрнинг принципл тузилиши.

**Ультра-бинафша нурлар (УБ) – бу тегишли оптик диапазондаги электромагнит тўлқинлар: УБ С – тўлқин узунлиги 200-280 нм болган қисқа тўлқинлар; УБ Б – тўлқин узунлиги 280-320 нм ўрта толқинлар; УБ А – 320-400 нмли узунликдаги узун тўлқинлар.**



УБ-спектрометрларда бошқа спектрометрлардан уларок шиша оптик деталлар кварцдан ясалган бўлади (УВ тўлқинларни ютмайдиган шиша). Копинча УБ-спектрометрлар ёрдамида материалларнинг флюоресценцияси ўлчанади. УБ-спектрлар қўзғатиш манбаси: аланга, ток дугаси, разряд, чақмоқ, ҳамда дейтерий, ксенон ва б. газ-разряд лампалар. Баъзиларда 2000 К гачан қиздирилган қаттиқ жисмлар қўлланилади (волфрам лампалари). Таҳлил аппаратларида 3000 К гачан қиздирилган қаттиқ жисмлар, масалан волфрам лампалари қўлланилиши мумкин. Чизиқли спектрлар манбаси бўлиб турли ҳил конструкцияли лампалар (ичи бўшлиқ болган катодли) ишлатилади. Бундан ташқари УБ-областда нурланадиган лазерлар ҳам қўлланилади (водородли лазер).

Люменесценция усулини камёб металлларни аниқлаш мумкин: 3 валентли La -гуруҳ элементлари: Sm, Eu, Gd, Tb, Dy лар 200-300 нм тўлқин узунлигида нур таъсир эттирилганда кучли флюоресценсияга эга. Pr, Nd ва Sm, Dy нинг диффузион полосаларни

Ион	Нурланиш спектри	Ионни аниқланиш миқдори
Ce <sup>3+</sup>	315—407 nm	10 %-лиэритмаларда, миқдори эритмада 1—5 мкг/мл
Tb <sup>3+</sup>	Сарик-яшил нурланиш 490, 545, 590, 620 и 650 nm	10 %
Gd <sup>3+</sup>	310 nm	10 %
Eu <sup>3+</sup>	Қизил флюоресценция 593, 616 ва 695 nm	0,01%
Pr <sup>3+</sup>	225—320 nm (максимумлар 240, 275 nm – УБ нурланиш); 450-530 nm (max 485 nm – хаворанг нурланиш)	кучсиз
Sm <sup>3+</sup>	560, 595 ва 640 nm Қизил-сарик нурланиш	
Dy <sup>3+</sup>	472, 489, 571 ва 665 nm	

#### **Ишни бажариш тартиби:**

**Икки турдаги шиша материаллар спектрлари расмда келтирилган.**

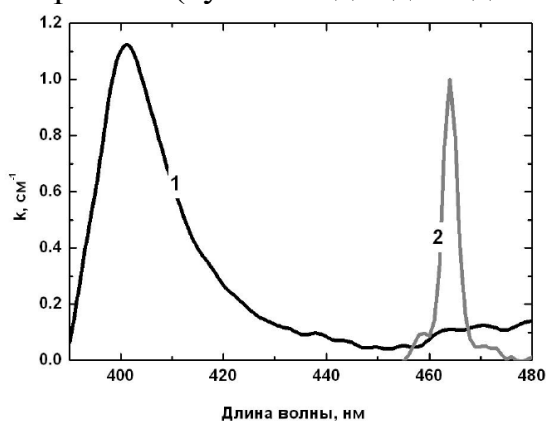
**1 таркиб:** 5 мол.% Ba(PO<sub>3</sub>)<sub>2</sub> – 95 мол.% MgPbCa(Ba)SrAl<sub>2</sub>F<sub>14</sub>, активатор сифатида - MnF<sub>2</sub>. MnF<sub>2</sub> концентрацияси: 2-20 мол.% ва EuF<sub>3</sub> миқдори - 0.2

мол.%. Европий марганецни 465 нм қўғатиш учун сенсбилизатор сифатида қўлланилган.

**2 таркиб:**  $0.3\text{SiO}_2-0.15\text{AlO}_3/2-0.29\text{CdF}_2-0.18\text{PbF}_2-0.05\text{ZnF}_2-0.03(\text{Eu},\text{Y})\text{F}_3$ . Иттрий эквимольяр миқдорда европийга алмаштирилган ва  $\text{EuF}_3$  1 ва 3 мол.% миқдорда тутган намуналар олинган.

Ютилиш спектрлар Lambda 900 (Perkin Elmer) спектрометрида 300–500 nm тўлқин узунлигида ёзиб олинган. Люменесценция қўзғатувчиси сифатида тмпульс лазер LS-2131M (Lotis TII) қўлланилган. Спектрлар 400-800 nm тўлқин узунлигида регистрация қилинган.

15- расмда Mn ва Eu ионлари билан активлаштирилган намуналарнинг ютилиш спектрлари келтирилган (кўк светодиодалат диапазонида):



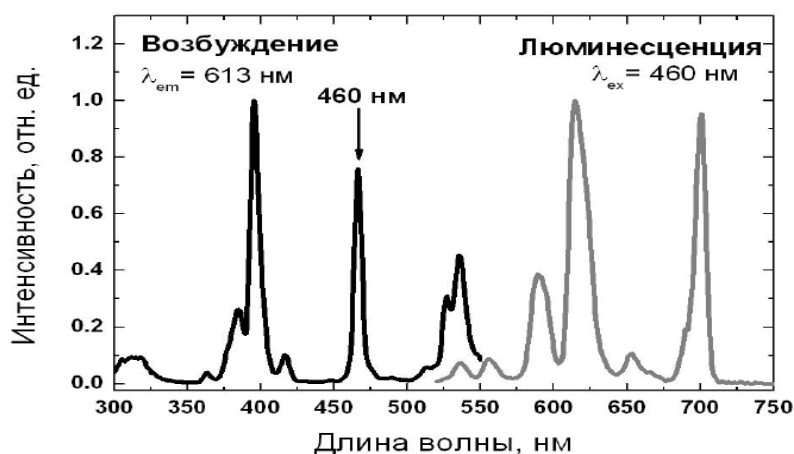
15- расм. Mn ва Eu ионлари билан активлаштирилган намуналарнинг ютилиш спектрлари.

Энг катта ютилиш полосаси 405 nm да ёзилган, бу  $\text{Mn}^{2+}$  ионларига тегишли частота : Mn ионида қуйидаги энергетик ўтишлар намоён бўлади  ${}^6\text{A}_1({}^6\text{S}) \rightarrow {}^4\text{T}_2({}^4\text{D})$ ,  ${}^6\text{A}_1({}^6\text{S}) \rightarrow \text{E}({}^4\text{G})$  и  ${}^6\text{A}_1({}^6\text{S}) \rightarrow {}^4\text{T}_2({}^4\text{G})$ .  $\text{Mn}^{2+}$  ионлари 450-465 nm да ютмайди ва спектр хосил қилмайди.. 460 nm да  $\text{Eu}^{3+}$  - ионларининг интенсив полосаси мавжуд ( ${}^7\text{F}_0 \rightarrow {}^5\text{D}_2$ ).

Вазифалар:

16-расмда келтирилган спектрлани ўрганиб чиқинг, қўзғатиш ва люменесценция полосалари қандай элементларга тегишли? Жавобни тушунтириб беринг.





16-расм. Окси-фторид шиша намунасининг кўзғатиш ва люменесценция спектрлари.

Жавобни жадвал шаклида келтиринг:

Аниқлаш усули	
Қўлланилган ускуна-жихоз	
Аниқлаш диапазони, nm	
Кўзғатиш спектрини ҳосил қилишда қўлланилган тўлқин узунлиги, nm	
Кўзғатиш спектридаги максимумлар, nm	1)
Қандай элементга ва қандай энергетик ўзгаришга тегишли:	2)
Люминесценция спектрини ҳосил қилишда қўлланилган тўлқин узунлиги, nm	
Люминесценция спектр даги максимумлар, nm	1)
Қандай элементга ва қандай энергетик ўзгаришга тегишли:	2)

### Назорат саволлари

1. Спектрал таҳлил усулларини айтиб беринг.
2. Инфра қизил нурларини тушунтиринг.
3. Ультрабинафша нурларини тушунтиринг.
4. Спектрал таҳлил асбобларини санаб беринг.
5. Инфра қизил таҳлил нимага асосланган?
6. Эмиссион спектрал таҳлилни тушунтиринг.
7. Адсорбцион спектрал таҳлилни айтиб беринг.

8. Люменесценция усулини тушунтириб беринг.
9. Эмиссион спектрал ва адсорбцион спектрал тахлилни ўзаро таққосланг.
10. Спектрал тахлил нимага асосланган?

### **Фойдаланиладиган адабиётлар рўйхати**

1. Carter C.Barry, Norton M.Grant. Ceramic materials. Science and Engineering. Springer International Publishing AG. 2007. -716 p. ISBN: 0387462708.
2. William D.Callister, Jr., David G.Rethwisch. Materials Science And Engineering. An Introduction. Eight Edition. USA, Wiley, 2010.- 885 p.
3. Исматов А.А. Силикат ва қийин эрийдиган нометалл материаллар физик-кимёвий тахлилнинг замонавий усуллари. Ўқув қўлланма. Тошкент: Фан ва технология, 2006. -272 бет.
4. Горшков В.С., Тимашев В.В., Савельев В.Г. Методы физико-химического анализа вязущих веществ. Учебное пособие. Москва: Высшая школа, 1981.- 281 с.
5. Зинюк Р.Ю., Балыков А.Г., Гавриленко И.В. ИК спектроскопия в неорганической технологии. –Л.: Химия, 1983.
6. Кузяков Ю.Я., Семенов К.А., Зо-ров Н.Б., Методы спектрального анализа, М., 1990.

### **3 –амалий машгулот .**

**Рентген аппаратларининг тузилиши, асосий қисмлари ва уларнинг вазифалари. Берилган намунанинг рентгенографик тахлил асосида минералогик таркибини аниқлаш.**

#### **Назарий қисм.**

Рентгенографик усул ёрдамида олинган хулосалар бўйича, масалан, хом-ашъё таркибида изланаётган минерал мавжуд бўлса, бу хом-ашъё устида тўхталиб, илмий-тадқиқот ишларини давом эттириш мумкин бўлади. Ноорганик материаллар ишлаб чиқаришда хом-ашъёларда температура таъсирида структурада содир бўладиган фазавий ўзгаришлар, пишиш температураси ҳақида ҳам маълумотларни аниқлаш зарур бўлади. Шунинг учун танланган хом-ашъёлар дастлабки ҳолатида ва унга турли температураларда термик ишлов берилиб, сўнгра уларнинг дифрактограммаси олинади.

#### **Рентгенографик тахлил усули**

Рентген нурлари модданинг кристалл панжрасига тушганида дифракцияланишига асосланган. Кристалл ҳолдаги моддалар орқали нур ўтганда дифракцион манзара ҳосил бўлишига сабаб, кристалл панжрадаги атомлар орқали ўтган нурнинг ўзаро параллел текисликлардан қайтишидир.

Рентгенография – рентген нурлари ва уларни металл, металл қотишмалари, кимёвий бирикма, минерал ва турли хом ашёларни тадқиқот қилиш фани.  $2d \sin\theta = n\lambda$ ,

бўлиб, бу ерда  $n$ -яхлит сон бўлиб, у 1,2,3... нурларининг қайтиш тартибини беради;

$\lambda$ -рентген нурлари тўлқин узунлиги,  $\text{Å}$ ;

$d$ -кристалл панжарадаги атомлар юзаси орасидаги масофа;

$\theta$ - атом юзасига тушаётган рентген нурлари тушиш бурчаги.



17  
ва



расм. ДРОН-7 рентген дифрактометри рентген трубкиси.

#### Аппаратларнинг асосий қисмлари.

Рентген аппаратларининг асосий қисмларига киради (17-18-расм): рентген трубкиси, тўғриловчи лампа - кенотрон, чўғланиш реостати, юқори вольтли трансфор-матор, чўғланиш трансформатори, бошқарув пульти ва унинг зинапоали автотрансформатори ва бошқалар. Қуйида уларнинг тузилишига оид маълумотлар берилади.

**1. Рентген трубкалари БСВ-2, БСВ-4, БСВ-6 ва бошқалар.** Б-ҳимояли қопламада, хавфсиз; С-структура тахлили учун; В-сувли совитиш маъноларини англатади.

Рентген трубкиси рентген нурлари манбаи бўлиб, у тез учувчан электронларнинг йўлида жойлашган анод билан тўқнашуви натижасида юзага келади.

Рентген трубкаларида рентген нурларини юзага келиш учун қуйидагилар таъминланиши керак:

- а) Озод электронларни ҳосил қилиш;
- б) Озод электронларни катта кинетик энергия билан таъминлаш (бир неча мингдан то 1-2 млн электронвольтгача);

в) Анод атомлари билан тез учувчан электронларнинг ўзаро таъсири. Рентген трубкалари белгиларига қараб қуйидагича таснифланади:

1) Озод электронлар олиш усули бўйича. Бунда трубка ионли ва электронли тарзда фарқланади. Ион трубкаларда озод электронлар совуқ: катодни мусбат ионлар билан бомбордировка қилиш натижасида олинади. Бу вақтда ионли трубка ичида  $10^{-3}$  -  $10^{-4}$  мм қўрғошин столбчасига тенг бўшлиқ ҳосил этилиши ва катодга юқори кучланиш бериб юборилиши шарт. Шундагина катоддан озод электронлар ажралиб чиқади ва идишдаги вакуум туфайли анод томон йўл олади. У анод атомлари билан жуда катта тезликда тўқнашади ва ниҳоят улардан рентген нурларини ажралиб чиқишига сабабчи бўлади.

Электрон трубкада озод электронлар токда қиздирилган катоднинг термоэлектрон эмиссиясидан пайдо бўлади.

2) Вакуумни ҳосил қилиш ва уни ушлаб туриш усули бўйича. Бунда трубкалар қалайланган ва йиғма тарзда бўлиши билан фарқланади.

Қалайланган трубкаларда юқори вакуум трубка тайёрланаётган вақтнинг ўзида яратилади ва у ўзининг герметик корпуси (баллон)га кўра ишлаш даврида вакуум ҳолатини сақлайди. Вакуумнинг ўзгариши трубкани ишдан чиққанлигини билдиради.

Йиғма трубкаларда бўшлиқ вакуум насос ёрдамида яратилади ва ушлаб турилади.

3) Ишлатилиши бўйича. Трубка материални ёритиш, структура тахлили ва тиббий мақсадларда (диагностика ва даволаш мақсадида) қўлланилади.

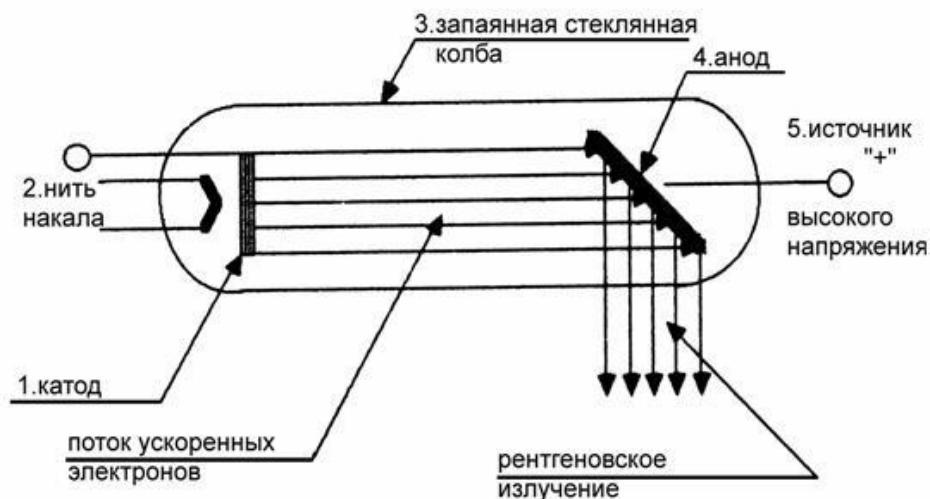
4) Фокусни катталиги (майдони) бўйича. Трубкалар нормал ( $6-7\text{мм}^2$ ) ва ўткир ( $\text{мм}^2$  нинг бир неча юз ёки мингнинг улуши қисмича) фокус билан тайёрланади.

Структура тахлили учун қалайланган электрон трубкалар ишлатилади. Унинг кўриниши БСВ-2 мисолида қуйида берилади (17-18-расм).

У шиша баллондан ташкил топган, унга иккита электрод киритилган: катод - қиздириладиган вольфрам симли спирал шаклида ва анод - тўла мисли трубка шаклида.

Шиша баллонда юқори вакуум ( $10^{-5}$  ё  $10^{-7}$  мм симоб устуни) ҳосил қилинади. Унда электронларнинг катоддан анодга бориш эркин харакати таъминланади. Катод иссиқлик ва кимёвий таъсирдан ҳамда электронлар орасидаги газли муҳитда чакмоқ ҳосил бўлишидан ҳимояланган.

Вольфрам спирал  $2100-2200^\circ\text{C}$  гача токда қиздирилганда электронларни чиқаради. Трубка полюсига юқори кучланиш қўйилганлиги туфайли анодга катта тезлик билан интилади. Анод (анод кўзгуси) майдонига урилиб, электронлар тормозланади. Тахминан 1% атрофида кинетик энергия рентген нурларининг электромагнит энергияси тебранишига ўзгаради; қолган энергия аноддан ажралаётган иссиқликка сарфланади.



18-расм. Структура тахлили учун ишлатиладиган БСВ-2-электрон рентген трубкаси: 1-балон; 2-катод; 3-анод; 4-йўналтирувчи қалпоқ; 5-мухофаза воситаси; 6-йўналтириш тешиклари; 7-совитиш системаси.

Структура тахлили учун трубкадан чиқарилаётган нисбатан юмшоқ нур ( $1 \text{ \AA}$  ва кўпроқ тўлқин узунлигида) шишада жуда кучли ютилади. Шунинг учун трубка баллонига рентген нурларини чиқаришни таъминлаш учун энгил элементлар (бериллий, литий, бор) дан ташкил топган гетан қотишмаси ёки бериллий металлдан ясалган дарча қотирилади (қалайланади). Электрон трубкадаги катод вольфрам спиралдан иборат бўлиб, кўпинча эмиссион характерни ошириш учун торий қавати билан қопланади.

Спирални фокус қалпоқчасига жойлаштирилади. Қалпоқчанинг вазифаси трубка фокусини камайтириш ва катоддан анодга учаётган электрон пучокларини торлантиришдан иборат. Трубка фокуси деб рентген нурлари ҳосил қилувчи электронлар тушадиган анод майдонига айтилади (фокус думалоқ ёки линияли шаклга эга).

### Дифрактограмма олиш учун намуна тайёрлаш.

Дифрактограмма олиш учун намуна тайёрлаш ва дифрактограмма олиш куйидагича кечади:

1. Текширилаётган намунадан 5-10 г ажратиб олинади;
2. Агатли майдалагичда спирт ёрдамида майдаланади;
3. Хўл модда майдалагичда ёқиб юборилади ва куруқ кукун олинади;
4. ДРОН маркали аппаратларига намуна - кукун жойланади;
5. Дифрактограмма олинади;
6. Дифрактограмма пиклари номерланади;
7. Пиклар ўлчами ва интенсивлиги аниқланади;
8. Топилган қийматлар махсус жадваллар ёрдамида  $d$ -га айлантирилади;
9. Махсус китоблар ёрдамида  $d$  ва  $I$  лар қиймати орқали модда таркиби аниқланади.

Рентген нурлари билан ишлашда хавфсизлик техникаси қоидаларига қат-тиқ риоя қилиш зарур. У узок вақт киши организмига таъсир ўтказса сало-матлик масаласига путур етади:

- 1.Инсон қонининг таркиби ўзгаради;
- 2.Ички органлар шикастланади;
- 3.Тери қавати куяди.

Рентген нурлари билан ишлашда маъсул органлар томонидан белгиланган шарт-шароитларга қатъий амал қилиш талаб этилади:

- 1.Рентген аппаратларида ишлаш учун ёши 18 га кирмаганларга рухсат берилмайди;
- 2.Рентген аппаратларини созлаш ва тузатишга фақат махсус маълумоти бор кишиларгагина рухсат этилади;
- 3.Рентген аппарати жойлашган хоналарга бегона шахсларнинг киришига йўл қўйилмайди;
- 4.Рентген аппарати ишлаб турган вақтда унинг бўлакларига тегиш, юқори вольтли қисмларини таъмирлаш ва бошқалар ман этилади;
- 5.Вақт-вақти билан рентген нурланишидан ҳимоя воситаларининг эффективлиги дозиметрлар орқали текшириб турилиши шарт;
- 6.Рентген трубкаси ва рентген камераси алмаштирилгач аппарат ўрнатилган хонани дозиметр ёрдамида текшириб туриш керак.

Рентген нурлари билан ишлашда ҳавфсизлик техникаси қоидаларини риоя қилишни таъминлашда рентген дозиметрлари катта роль уйнайди. Рентген нурлари дозасини ўлчашда одатда кўчма асбоблардан – универсал ГРИ дозиметрларидан кенг фойдаланилади. Бу асбоб бир ипли электрометр ва алмаштириб туриладиган ионланиш камералари тўпламидан ташкил топган.

## **АМАЛИЙ МАСҲУЛОТНИНГ БАЖАРИШ ТАРТИБИ.**

### **Аниқланган пиклар қайси минералга тегишли эканлиги ўрганиш.**

Кристалл ҳолдаги материал ўзининг тузилиши билан характерланади ва унга мос равишда шу панжара учун хос бўлган текисликлар тўпламига эга бўлади. Текисликлар орасидаги масофани аниқлаш текшириладиган материалнинг кристалл панжарасини характерлашга имкон беради.

Материалнинг дифрактограммасини олишдан аввал уни текширишга тайёрланади. Бунинг учун материал лаборатория шароитида чинни ёки агат ховончаларда майдаланиб, 0056-рақамли элакдан ( $1\text{ см}^2$  юзада 10000 тешикли) ўтказиб олинади. Тайёрланган кукун сочилувчан бўлса, боғловчи сифатида техник спирт ишлатилади. Тайёрланган намуна рентген аппаратининг махсус материал солинадиган мосламасига жойланади ва унинг дифрактограммаси олинади.

Олинган ҳар бир дифрактограмма устида ишланади. Ҳар бир пик қайси минералга мансуб эканлигини аниқланади, аниқлаш учун махсус адабиётлар мавжуд. Текширишлар ёрдамида минералнинг структураси аниқланади, пиклари аниқланиб, фазавий ўзгаришлари тўғрисида хулоса ёзилади.

Рентген усулининг аниқлик даражаси кўпгина факторларга, яъни материалдаги атомларнинг нур қайтариш хусусиятига, аралашманинг ва текшириладиган фазанинг рентген нурларини ютиш коэффициентига,

кристалл панжаранинг мукамаллигига, кристалларининг ўлчами ва бошқаларга боғлиқ.

Рентгенографик таҳлил усули орқали мавжуд фазалар миқдорини аниқлаш мумкин. Моддаларнинг миқдорий таҳлил қилиш текшириладиган фазага тегишли чизиқлар интенсивлигини ўлчашга асосланган. Чунки рентген нурлари дифракциясининг интенсивлиги модданинг миқдорига тўғри пропорционалдир.



*Миқдорий таҳлил этишининг бир нечта усули мавжуд. Масалан, текшириладиган моддаларга эталон модда аралаштириш усули. Бу усулда текшириладиган моддага эталон моддадан маълум миқдорда қўшилади.*

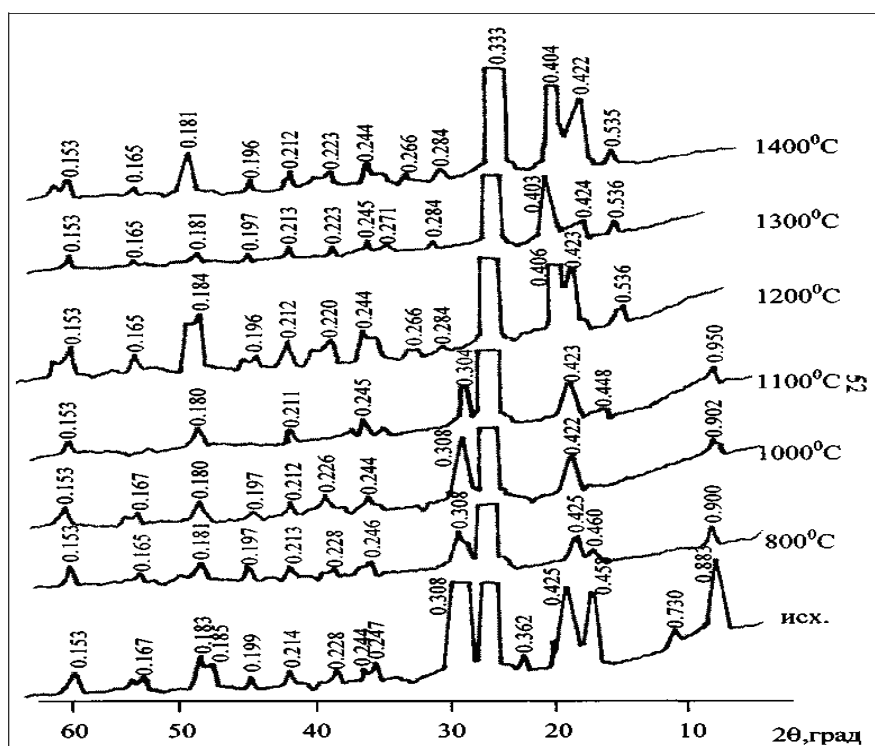
Сўнгра эталон модда чизиқларининг интенсивлиги текшириладиган модданинг соф ҳолдаги рентгенограммаси ва эталонли аралашмасининг рентгенограммаси билан солиштириб кўрилади. Эталон сифатидан кимёвий жиҳатдан тоза бўлган ош тузи кристалларидан фойдаланилади.

Рентгенографик таҳлил ёрдамида олинган ҳар бир дифрактограммани таҳлил этилади. Илмий-тадқиқот ишларини расмийлаштиришда шу таҳлил натижалари асосида хулоса ёзилади. Хулоса ёзишнинг усули қуйидаги тартибда олиб борилади.

#### **Дифрактограмма бўйича хулоса ёзиш усули**

5-расмда чинни тошининг дифрактограммаси берилган. Рентгенографик таҳлилга кўра текшириладиган чинни тошининг таркибида дастлабки ҳолда кварц ва пирофиллит минераллари мавжуд. Дифрактограммада кварц учун хос бўлган – 0,423; 0,333; 0,245; 0,226; 0,222; 0,213; 0,184; 0,165; 0,153 нм ли, пирофиллит учун хос бўлган – 0,897; 0,453; 0,412; 0,385; 0,334; 0,304; 0,241; 0,240; 0,228; 0,287; 0,214; 0,188; 0,183; 0,168; 0,152 нм ли рефлекслари қайд этилган. 800°С температурада иссиқлик ишлови берилганда, бу минерал таркибида фазавий ўзгариш камлиги кузатилади. 1000°С да эса рефлексларнинг интенсивлик даражаси камайганини кузатиш мумкин. 1200°Сда термик ишлов берилганда чинни тоши таркибида ўзгаришлар кузатилади. Бу ўзгаришлар муллитнинг – 0,536 нм ли пиклари билан характерланади. 1300°Сда муллитга хос бўлган рефлекслар интенсивлиги ошгани қайд этилади. 1400°С муллитнинг рефлекслари интенсивлиги бир мунча пасайгани кузатилади. Кварцга хос бўлган дифракцион максимумлар барча ҳолларда ўзининг характерини ўзгартирмагани кузатилади.

Демак, хулоса қилиш мумкинки, текшириладиган бу тоғ жинсининг яъни, пишган ҳолдаги чинни тошининг фазавий таркиби кварц ва муллит минералларидан иборатдир.



19-расм. Турли хароратларда термик ишлов берилган чинни тоши дифрактограммаси.

Натижаларни жадвал холида келтириш керак бўлади.

3 жадвал

Чинни тоши намунасининг қиздиришдан (исх.) олдин дифрактограммаси тахлили

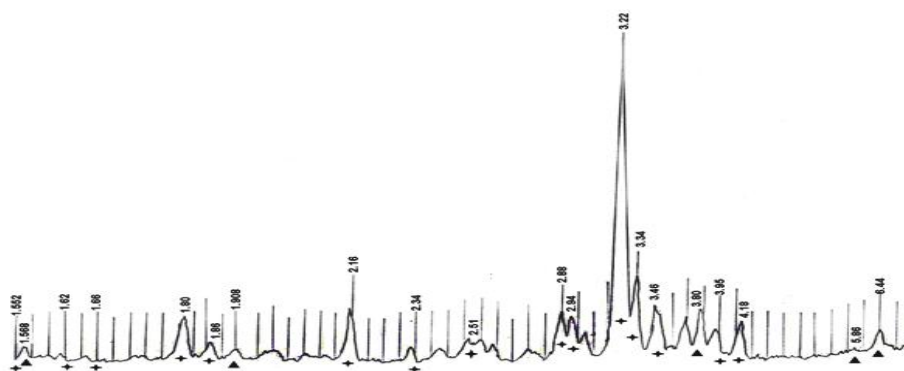
Намуна (исх.)		Кварц		Пирофиллит	
d, нм	I	d, нм	I	d, нм	I
0,135	1	0,137	9	0,136	6
0,167	1	0,167	1	0,168	2
0,183	2	0,181	4	0,183	6
0,185	2	-	-	0,188	1
0,199	1	0,198	4	-	-
0,214	1	0,213	5	0,214	4
0,228	1	0,228	5	0,228	4
0,244	1	0,245	2	0,241	5
0,247	1	-	-	-	-
0,308	8	-	-	0,304	10
0,333	10	0,333	10	0,334	4
0,362	1	-	--	-	-
0,425	4	0,424	5	-	-
0,458	4	-	-	0,453	7
0,730	1	-	-	-	-
0,883	6	-	-	0,887	4

**Хулоса:** текширилаётган чинни тоши намунасида қиздиришдан олдин (исх.) кварц ва пирофиллит минераллари мавжуд.

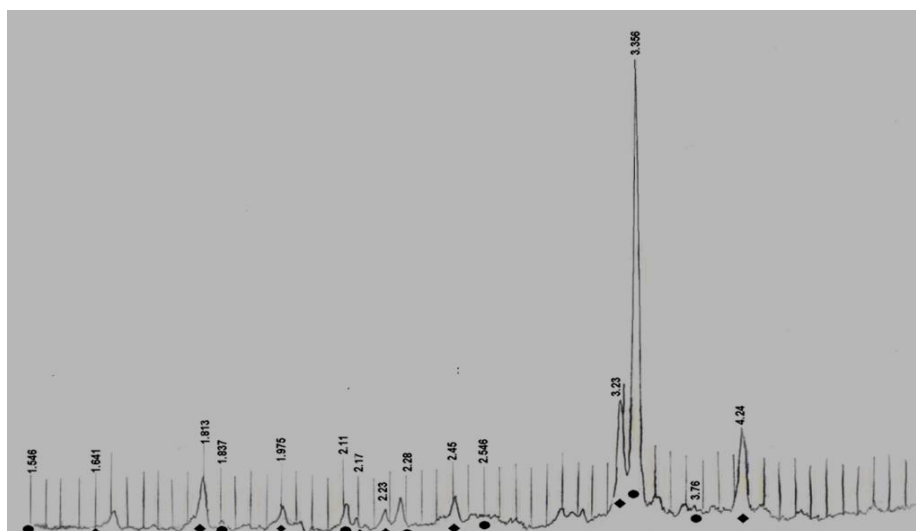


### АМАЛИЙ МАШҒУЛОТ ВАЗИФАЛАРИ:

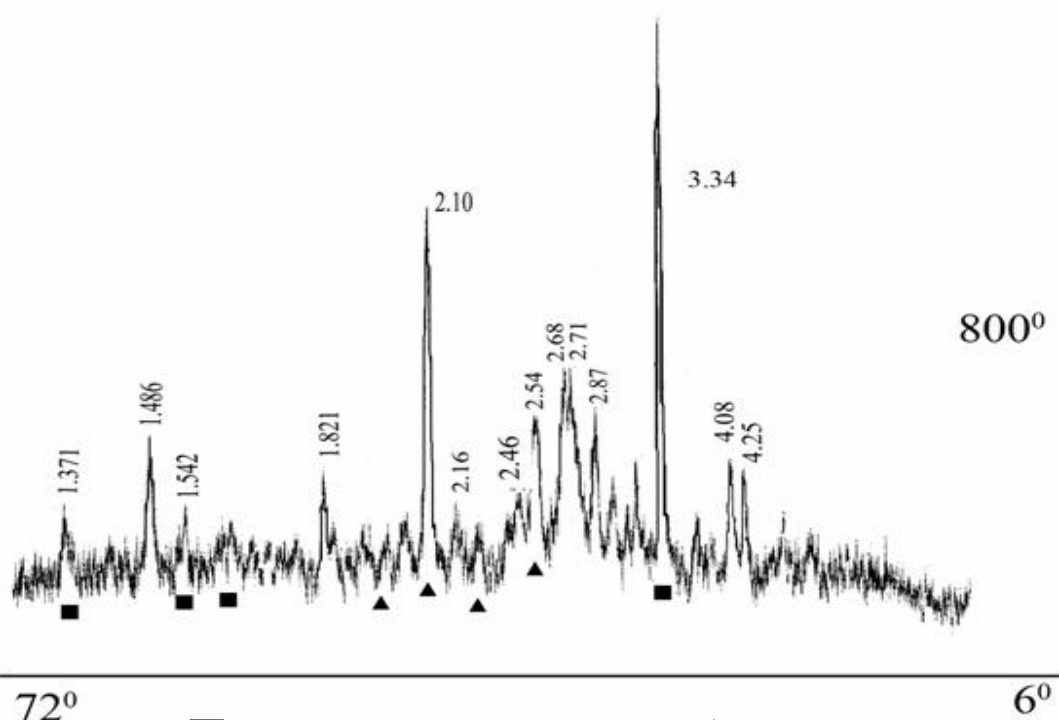
1 гуруҳ	2 гуруҳ
<p>Расм 6да келтирилган дала шпати дифрактограммасини ечинг ва минералларни аниқланг.</p> <p>Текширишда кварц, мусковит, микроклин ва ортоклаз минералларининг справочникларда келтирилган рентгенографик маълумотлари билан солиштиринг.</p> <p>Жавобни жадвал холида келтиринг.</p>	<p>Расм 7да келтирилган 1000 °С куйдирилган санитар фаянс намунасининг дифрактограммасини ечинг ва минералларни аниқланг.</p> <p>Текширишда кварц, анортит, муллит ва каолинит минералларининг справочникларда келтирилган рентгенографик маълумотлари билан солиштиринг.</p> <p>Жавобни жадвал холида келтиринг.</p>
3 гуруҳ	4 гуруҳ
<p>Расм 8да келтирилган шлакнинг дифрактограммасини ечинг ва минералларни аниқланг.</p> <p>Текширишда кварц, мусковит, магнетит ва глинозем минералларининг справочникларда келтирилган рентгенографик маълумотлари билан солиштиринг.</p> <p>Жавобни жадвал холида келтиринг.</p>	<p>Расм 9да келтирилган сульфоклинкернинг дифрактограммасини ечинг ва минералларни аниқланг.</p> <p>Текширишда алит, белит, кальций сулфоалюминати ва <math>\beta</math> – <math>\text{CaSO}_4</math> минералларининг справочникларда келтирилган рентгенографик маълумотлари билан солиштиринг.</p> <p>Жавобни жадвал холида келтиринг.</p>



**Расм 20. 1100°С да қиздирилган дала шпати дифрактограммаси.**



Расм21. 1000 °С куйдирилган санитар фаянс намунасининг дифрактограммаси.



Расм 22. 800<sup>o</sup>Сда киздирилган шлакнингдифрактограммаси.



**Қўшимча вазифалар.**

**1 вазифа. “Рентген нурлар” ва “Инфрақизил нурлар” тушунчаларининг ўхшашлик ва фарқли белгиларини Венна диаграммаси ёрдамида тушунтириб беринг.**

Умумий жихатлари

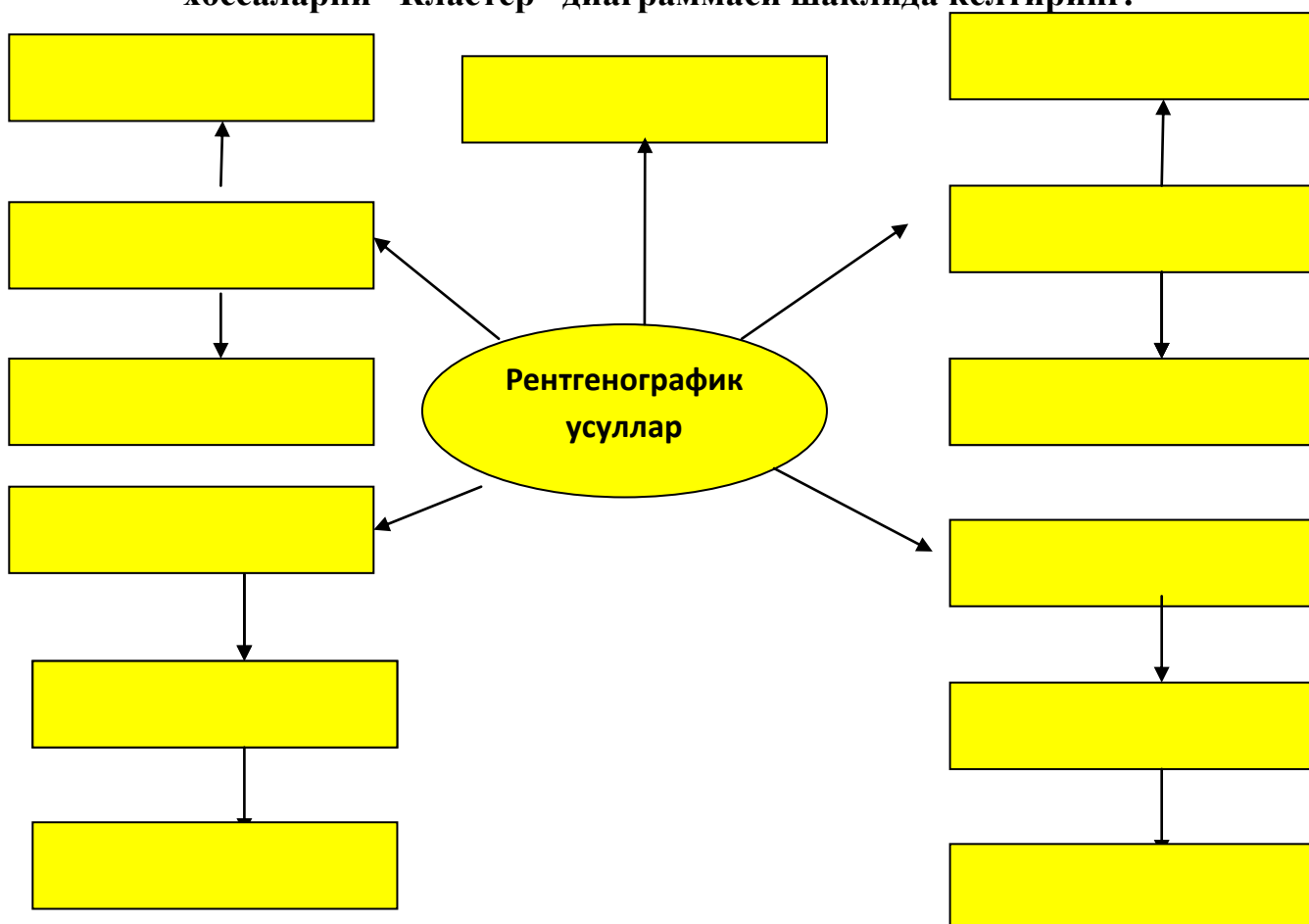


**2 вазифа. “Рентген”, “Дифрактограмма”, “Дифракция” сўзларига Синвейн тузиш керак.**

1. Рентген  
2. ....  
3. ....  
4. ....  
5. .....

1. Дифрактограмма  
2. ....  
3. ....  
4. ....  
5. .....

**3 вазифа. “Рентгенографик усул” турлари ва усулда аниқланадиган хоссаларни “Кластер” диаграммаси шаклида келтиринг.**



### **Назорат саволлари**

- 1.Рентгенография нима?
- 2.Рентген аппаратларини тушунтиринг.
- 3.Рентгенографик усулнинг афзалликларини келтиринг.
- 4.Рентген нурлари ҳақида маълумот келтиринг.
5. Рентгенографик таҳлил усули нимага асосланган?
- 6.Дифрактограмма деганда нимани тушунасиз?
- 7.. Микродорий таҳлил нима?
- 8.. Рентген нурлари билан ишлашда хавфсизлик техникаси қоидаларини келтиринг.
- 9Рентген ва ИҚ таҳлилни ўзаро таққосланг.
- 10.Рентген таҳлил қай тартибда амалга оширилади?

### **Фойдаланиладиган адабиётлар рўйхати**

1. Carter C.Barry, Norton M.Grant. Ceramic materials. Science and Engineering. Springer International Publishing AG. 2007. -716 p. ISBN: 0387462708.
2. William D.Callister, Jr., David G.Rethwisch. Materials Science And Engineering. An Introduction. Eight Edition. USA, Wiley, 2010.- 885 p.
3. Исматов А.А. Силикат ва қийин эрийдиган нометалл материаллар физик-кимёвий таҳлилнинг замонавий усуллари. Ўқув қўлланма. Тошкент: Фан ва технология, 2006. -272 бет.
4. Горшков В.С., Тимашев В.В., Савельев В.Г. Методы физико-химического анализа вязущих веществ. Учебное пособие. Москва: Высшая школа, 1981.- 281 с.
5. Васильев Е.К., Нахмансон М.М. Качественный рентгенофазовый анализ. Новосибирск: Наука, 1986.
6. Кузяков Ю.Я., Семенов К.А., Зо-ров Н.Б., Методы спектрального анализа, М., 1990.

## V. БИТИРУВ ИШЛАРИ УЧУН МАВЗУЛАР

1. Махсус автоматлаштирилган дастурлар (MATCH) ёрдамида рентгенофазовий таҳлилини бажариш;
2. Кристалл материаллар структурасини ўрганишда рентген таҳлилнинг ўрни ва аҳамияти;
3. “Кимё маҳсулотларини замонавий комплекс рентген-флуоресцент таҳлил қилиш усули” бўйича видео маъруза яратиш;
4. Кимё маҳсулотлари ва кимёвий ишлаб чиқаришдаги хом-ашёларни замонавий термик таҳлил қилиш усуллари;
5. Силикат материаллар ишлаб чиқаришда замонавий инструментал физик-кимёвий таҳлил усулларини қўллаш;
6. Ноорганик моддаларни ўрганишда магнит физик-кимёвий таҳлил қилиш усуллари;
7. Кристалл материаллар структурасини ўрганишда рентген таҳлилнинг ўрни ва аҳамияти;
8. Кимё саноати маҳсулотларини ўрганишда спектрал таҳлил усулларида фойдаланиш имкониятлари;
9. “Кимё маҳсулотларини замонавий сканерли микронд таҳлил қилиш усули” мавзуси бўйича видео маъруза яратиш.

## VI. КЕЙСЛАР БАНКИ

### 1-КЕЙС

**Муаммоли вазият:** Тошкент шаҳрида жойлашган “Асл ойна” корхонаси шиша маҳсулотлар ишлаб чиқармоқда. Тошкент вилоятида жойлашган Майск кварц қуми захирасини баҳолаш мақсадида уни кимёвий таркиби аниқланган. Темир оксидининг миқдори 1 фоизга яқинлиги аниқланди. Демак, Майск кварц қуми асосида рангсиз шаффоф шиша олиб бўлмайди. Бу муаммони қандай йўллар билан ечиш мумкин? Темир оксиди қандай минераллар таркибига киришини қандай усуллар ёрдамида аниқланиши мумкин? Ўз таклифларингизни изоҳланг.

**Умумий маълумотлар:** Шиша тараққиёти жамият тараққиёти билан узвий боғлиқ. Унинг кўп хусусиятлари бор. Айниқса – шаффофлиги ҳамда пишиқлигидир. Шишадан турли хил уй рўзғор, безак буюмлари, техника асбоблари, иссиқлик ва товуш изоляцион материаллар ясалади. Шишанинг кашф этилиши турли-туман шакллардаги бутилкалар, ҳар хил идишлар, вазалар, стакан, қадахлар қисқаси, турмуш учун зарур буюмларни кўплаб ишлаб чиқарилишига олиб келди.

Табиий шиша тарихи одамзод тарихидан катта. Вулқон отилиши, зилзила рўй бериши, момақалдиروқ гумбирлаши каби табиат ҳодисалари табиий шишалар-обсидиан ва яшин шишаларининг ҳосил бўлишига сабабчи бўлган.

Йигирманчи аср давомида Ўзбекистонда қатор шиша корхоналари қурилиб, ишга туширилди. Шулар жумласига Тошкент «Оникс» ва «АСЛ ОЙНА» ишлаб чиқариш бирлашмаси каби корхоналар киради. Бу корхоналарни ишга тушириш республика эҳтиёжлари учун керакли бўлган шиша маҳсулотларини (Расм) арзон ва кенг тарқалган маҳаллий хом ашёлар асосида ишлаб чиқариш имкониятини берди.





Шиша ишлаб чиқаришда асосий хом ашё материали сифатида кварц кумларидан фойдаланилади. Ўзбекистонда 10 дан ортиқ йирик кварц кумлари конлари мавжуд.

Шаффоф шиша ишлаб чиқаришда кварц кумларнинг кимёвий тозалигига катта эътибор қаратилади. Асосий ранг берувчи оксид – темир оксиди ҳисобланиб, уни рухсат берилган миқдори 0,015 % ташкил этади.

**Кейси бажариш босқичлари ва топшириқлар:**

Бу кейс стади усулида кўзланган мақсад –шиша материаллар ишлаб чиқаришдагихом ашёларда темир оксидларини миқдори ва минералларини аниқлаш учун инструментал усулларни ўрганиш.

Темир оксиди минерал сифатида қандай номланади, темир оксиди қандай минераллар таркибида учраши мумкин?

Темир оксиди кўп бўлган хом ашёлар асосида шаффоф шиша материал ишлаб чиқаришдаги муаммоларни аниқланг ва ечимини таклиф этинг. Кейс ечимини жадвал шаклида келтиринг:

Муаммо тури	Келиб чиқиш сабаблари	Ҳал этиш йўллари



## 2-КЕЙС

Табиатда минерал хом ашё материаллар таркибида изоморф қўшимчалар кенг учрайди. Материалларни кимёвий таркиби асосида уларда учрайдиган моддалар оксидлар ҳолатида аниқланади. Аммо бу оксидлар қандай минераллар таркибига киришини аниқлаш учун инструментал физик-кимёвий таҳлил усуллари қўлланилади. Бунда инфрақизил (ИҚ) спектроскопия усули қўлланилиши мумкин.

Баъзи минераллар (доломит, людвигит, гранат, хлорит) учун ИҚ нур ютиш полосаси изоморф группалар ҳолатига тўғри пропорционал равишда силжиши топилган. Бу шуни билдирадики, изоморф группа (ион) текшириладиган группа нур ютиш полосасини силжишини юзага келтиради. Минералнинг механик қўшилмалари эса текшириладиган модданинг нур ютиш полосаси ҳолатида ўзгаришлар содир этмайди.

Кўринишидан нур ютиш спектри бўйича моддадаги компонентларнинг шаклини чиқиши ва полосанинг силжиш катталиги бўйича изоморф қўшимчалар сонини аниқлаш имконини беради.

Чинни махсулотлар ишлаб чиқаришда қўлланиладиган дала шпатларини ИҚ спектрлари асосида уларда қандай изоморф қўшимчалар борлигини аниқлаш мумкин ми? Хом ашё таркибидаги механик қўшимчаларни қандай физик-кимёвий таҳлил усуллари ёрдамида аниқланиши мумкин?

### **Кейсни бажариш босқичлари ва топшириқлар:**

Бу кейс стади усулида кўзланган мақсад – моддаларни ИҚ спектрлари асосида изоморф ва механик қўшимчаларни қандай аниқлаш мумкин? Хом ашё таркибидаги механик қўшимчаларни қандай физик-кимёвий таҳлил усуллари ёрдамида аниқланиши мумкин?

ИҚ спектрларни таҳлил этишда мавжуд муаммоларни аниқланг ва ечимини таклиф этинг. Кейс ечимини жадвал шаклида келтиринг:

Муаммо тури	Келиб чиқиш сабаблари	Ҳал этиш йўллари

## VII. ГЛОССАРИЙ

Термин	Ўзбек тилидаги шарҳи
<b>Физик-кимёвий таҳлил</b>	тайёр маҳсулот олиш учун ишлаб чиқариш жараёнларида қўлланиладиган усул ва методлар мажмуини тўла таъминловчи ва шу билан бирга технологик жараёнларнинг турли босқичларидаги назоратни ҳам ўз ичига олган кимёвий, физик-кимёвий ва физикавий усуллар йиғиндиси.
<b>Фотокалориметрик усул</b>	- компонентларни аниқловчи фотокалориметрик усул эритмадан ўтадиган интенсив нурни камайиши даражасини моддадаги бўялган комплекс кўринишида аниқлашга асосланган.
<b>Оптика усуллари</b>	Бу группага умумий номи кристаллооптика деб аталувчи иммерсион таҳлил, металлографик таҳлил, монокристаллар таҳлили кирган бўлиб, улар маҳсус оптика асбоблари - поляризация ва металлографик микроскоплар орқали олиб борилади.
<b>Кимёвий ишлаб чиқариш маҳсулотларини физик-кимёвий таҳлилининг асосий усуллари</b>	- микроскопия; электрон микроскопия; рентгенография; термография; ИҚ спектроскопия; ядро магнит резонанси (ЯМР); электрон парамагнит резонанси (ЭПР); электронография; хромотография; магнетохимия; изотропия; кимёвий анализ; спектрал анализ; бошқа усуллар.
<b>Микроскопик усул</b>	- илмий-текшириш ишлари олиб боришда микроскопни қўллаш ва микроскопик препаратлар ёрдамида жуда кичик, майда, фақат микроскоп билангина кўринадиган зарарчаларнинг специфик хосса-хусусиятларини аниқлашга қаратилган усулдир. У аниқ кимёвий методлардан фойдаланиб, жуда оз миқдордаги моддаларни анализ қилиш имконини беради.
<b>Микроскоп -</b>	майда объектларни кўрсатувчи асбоб.
<b>Кристаллооптика усули</b>	- табиий ва сунъий кимёвий бирикмалар, хом-ашъё, материал ва буюмлар, минерал ва композицияларнинг оптик кўрсаткичларини

	уларнинг кристалл шакллари, таркиби ва симметрия қонуниятларига боғлиқ ҳолда ўрганувчи фан.
<b>Катталаштирувчи мосламалар</b>	– микроскопларда объектив ва окуляр орқали бажарилади. Катталаштириш даражаси - 17,5 X дан то 1350 X гача.
<b>Нур поляризацияси</b>	– бир текис поляризацияланган нурларни ҳосил қилувчи ва микроскопик столчаси остадаги поляризатор орқали бажарилади.
<b>Нур синдириш кўрсаткичи (n ёки N)-</b>	Снеллиус ва Ньютон текширишлари бўйича нур тушиш бурчаги синусининг нур синиш бурчаги синуси нисбатига айтилади. У биринчи муҳитдаги ёруғлик тезлигининг иккинчи муҳитдаги ёруғлик тезлиги нисбатига тенг.
<b>Симметрия элементлари</b> -	симметрия ўқлари, симметрия текислиги, симметрия маркази ёки инверсия.
<b>Габитус –</b>	кристалларни ташки кўриниши бир-биридан тузилишига кўра фарқланади.
<b>Инфрақизил нурланиш-</b>	бу 0,76 дан 1000 мк гача тўлқин узунлигидаги (ёки тўлқин сонлари 13160-10 см <sup>-1</sup> ) электромагнит нурланиш бўлиб - ёруғлик спектрлари (0,40 - 0,76 мк) ва радиотўлқинлар [ $\lambda > 1$ см <sup>-1</sup> (1000мк)] оралиғидаги нурла-нишдир. Ҳозирги вақтда силикатларни ўрганишда кўпинча ИҚ нурланишнинг 2 дан 25-40 мк гача бўлган областлари қўлланилади. Нормал ИҚ нур оқими силлиқланган, ясси модда юзасига тушганда: а) <b>ундан қайтади;</b> б) <b>модда заррачаларида ютилади ва ёйилади;</b> в) <b>нур ўтказди.</b>
<b>Инфрақизил спектроскопик таҳлилнинг қўлланилиши -</b>	а) кимёвий бирикмалар; б) минераллар; в) тупроқлар; г) қурилиш материаллари; д) силикат хом-ашъёлар ва бошқаларнинг таҳлили.
<b>Спектрометр ёки спектрофотометр</b>	– <b>ИҚ спектроскопия</b> усулида қўлланадиган жихозлар ёрдамида нур чиқиш интенсивлиги ўлчанади ва улар детекторли қурилмага фокусировка

	қилинади.
<b>ИҚС-12 (бир каналли, бир нурли), ИҚС-14 ва ИҚС-21 (икки каналли) ИҚ спектрофотометрлар -</b>	ИҚ нурларини ўтказиш, нур қайтарилиши ва нур ютиши спектрлари 0,76÷25 мк тўлқинлари оралиғида махсус ИҚ спектрофотометрларда олинади.
<b>Спектрал анализ</b>	– Моддаларнинг кимёвий таркибини уларнинг оптикавий спектри бўйича аниқлаш спектрал анализ деб аталади. Бу анализ юқори температура таъсирида кўзгъатилган атомларнинг ўзидан нур чиқариш интенсивлигини ўлчашга асосланган.
<b>Эмиссион спектрал таҳлил —</b>	бу усул нурланувчи моддалардан чиқаётган нурларнинг спектрини ўрганишга асосланган. Атом эмиссион спектрал анализда текширилаётган модда газ ҳолатига ўтказилади.
<b>Адсорбцион спектрал таҳлил -</b>	спектрларнинг моддага ютилишини ўрганишга асосланган.
<b>Комбинацион спектрал таҳлил</b>	- моддалар таркибини комбинацион спектрал таҳлил қилиш симоб лампаси билан ёритилган моддадан ўтган ёруғлик нуруни ўрганишга асосланган.
<b>Оддий кузатиш</b>	- моддаларни спектри спектрнинг кўринадиган тўлқин соҳасида кузатилади ва ёзиб олинади. Фотография - моддаларни спектри спектрнинг кўринадиган, ултрабунафша ва унга яқин тўлқин узунликларидаги соҳаларида кузатилади ва ёзиб олинади. Фотография ёки термоэлектрия - спектрнинг инфрақизил нурлар тўлқин узунлиги соҳасида кузатилади ва ёзиб олинади.
<b>Спектрал сифат анализ -</b>	моддаларни спектрлар ёрдамида сифат анализ қилишда текширилаётган модда берган спектр чизиқлари билан солиштириб кўрилади.
<b>Микдорий спектрал</b>	- тегишли спектр чизиқларининг

<b>анализи</b>	интенсивлигини микрофотометрлар ёрдамида баҳолашга асосланган.
<b>Рентген нурлари</b>	- 0,01÷0,00001 мк ёки $10^2 \div 10^{-1}$ А тўлқин узунлигига эга бўлиб, улар ёруғлик нурлари каби электромагнит табиатга эга.
<b>Рентген нурлари</b>	квант нурлари қаторига киради, таъсири гамма нурлари каbidир. Бу нурларнинг хиди йўқ. Улар рангсиз бўлиб, буюмлар ичига кириши, сингиш, тарқалиш, ёритиш, фотохимёвий ион ҳосил қилиш, биологик таъсир кўрсатиш каби хосса - хусусиятларга эга.
<b>“Қаттик” рентген нурлари</b>	- тўлқин узунлиги кичик нурлар - 0,6-0,06 А°, моддаларнинг ичига онсонроқ ва кўпроқ киради.
<b>“Юмшоқ” рентген нурлари</b>	- тўлқин узунлиги узун нурлар- 6-60 А°.
<b>Рентгенографик таҳлил</b> —	рентген нурлари ва уларни металл, металл қотишмалари, кимёвий бирикма, минерал ва турли хом ашёларни тадқиқот қилиш фани. У юқорида санаб ўтилган моддаларнинг атом, суб-, микро- ва макроструктуралари ҳамда кимёвий таркибини аниқ билишга хизмат қилади.
<b>Вульф-Брегг формуласи</b> -	турли бирикмаларни кристал панжара юзаси орасидаги масофани Вульф-Брегг формуласи ёрдамида ҳисобланади. Бунда модданинг ҳамма атомлари кристалл юза бўйлаб бир-биридан паралелл ва тенг узокликда жойлашганлигини намоён қилади.
<b>Кукун усули</b> -	фотопенкали цилиндрик касетага махсус эгри чизиқлар ҳолида қайд этилади. Ионизацион рентгенограмма ҳолида олиниши ҳам мумкин.
<b>Рентгенодефектоскопия</b> -	газли ғоваклик, дарз кетиш каби ҳолатлар қайд этилади.
<b>Дифрактограмма</b> -	нур қайтариш бурчаги қиймати ва уларнинг интенсивлигини тўғридан-тўғри беради. Кукун рентгенограммаларида нур

	қайтаришга боғлиқ бўлган, нур қайтариш бурчаги кўрсатгичидан юзалар аро масофа кўрсатгичига ўтишда, юзаларо масофа турли тўлқин узунликлари бўйича хисобланган ва справочникларга йиғилган нурланишни жадвалларидан фойдаланиш орқали бўлади.
<b>Термография -</b>	ноорганик моддалар, силикат ва қийин эрийдиган нометалл материалларни қиздириш жараёнида содир бўладиган жараёнларни ўргатади. Улар одатда иссиқлик эффектлари билан боғлиқ.
<b>Термографик эгри чизиклар -</b>	биринчи марта қиздириш эгриликлари француз олими Ле-Шателье томонидан 1887 йилда олинган, у температурани платина - платина-родийли термопараларда ўлчаш орқали термографик эгри чизикларни ҳосил қилиш мумкинлигини кўрсатди. Агар текширилаётган модда қиздирилганда бирорта фазовий ўзгариш ёки кимёвий реакция содир бўлса, қиздириш режими бузилади. Унинг бузилиши қиздириш эгрикларида ёки майдонда пайдо бўлиш бирга боради.
<b>Термография деганда</b>	текширилаётган модданинг ихтиёрий нуқтасидаги хароратни (ёки хароратдаги бирор функцияни) аниқ программа бўйича моддани узлуксиз равишда қиздирилганда ёки совитилгандаги ҳолатини қайд этиш тушунилади.
<b>Қайтар жараёнлар -</b>	эриш-кристалланиш, қайнаш-конденсация, полиморф ўзгаришлар, мураккаб бирикмаларнинг ҳосил бўлиши ва парчаланиши, диссоциация.
<b>Қайтмас жараёнлар</b>	- кам барқорор ҳолатдан юқори барқорор ҳолатга ўтиш реакциялари, қаттиқ эритмаларнинг парчаланиши, аморф ҳолатдан кристалл ҳолатга ўтиш, ўзаро таъсир реакциялари, монокотроп ўзгариш ва бошқалар.
<b>Системада иссиқлик ўзгариши -</b>	ҳамма жараёнлар иссиқликни ютилиши ёки ажралиши билан боради, буни хароратни

	ўлчаш йўли билан ўрганиш мумкин.
<b>Термик таҳлил -</b>	системанинг бирорта кўрсаткичининг катталиги мавжуд фазаларни аста-секин миқдорий нисбатда ўзгаришида бирор фазанинг йўқолиб кетиши ёки янги фазанинг сакраб ўзгаришида пайдо бўлади. Бу эгрилигини термик усули орқали олинади. Бунда координата ўқларида модда температураси ва унга жавобан температура ва обцисса ўқларида вақт қайд этилади.
<b>Дифференциал термик таҳлил (ДТА) -</b>	кўпгина ҳолларда реакцияларнинг термик эффекти жуда кичик, шунинг учун унга мос эгриликлар кам сезиларли. Бундай ҳолларда термопаранинг сезувчанлигини дифференциал схема кўллаш билан катталаштирилади. Берилган ушбу ҳолатда дифференциал термопара бир вақтнинг ўзида иккита температурани ўлчайди: 1) текширилаётган модданинг температураси; 2) температура фарқи ёки қиздирилаётган модданинг текширилаётган температура интервалида эталон моддага нисбатан ўзгариши.
<b>Физик термозффект</b>	берувчиларга киради: абсорбция, адсорбция, поли-морф ўзгариш, кристаллар йирикланиши, десорбция, эриш, аморф ҳолатидан кристалл ҳолатига ўтиш, сублимация ва бўғланиш.
<b>Кимёвий термозффект</b>	берувчи жараёнлар сафига химосорбция, бўлиниши реакциялари, дегидратация, газли муҳитда оксидланиш, молекулалар камайиши билан рўй берадиган оксидланиш реакциялари, оксидланиш – қайтарилиш реакциялари, газли муҳитда қайтарилиш, каттик фазада рўй берувчан реакциялар, бириктириш ва ўринолмошиш реакциялари, изомеризация ва бошқалар киради.
<b>Комплекс термик анализ</b>	- усул Г.Н. Воронков (1953 й.) ва Э.К. Келер (1955 й.) томонидан керамик хом-ашъёларни текшириш учун ишлаб чиқилган. Унда Келер бўйича қуйидагилар бор: 1) одатдаги ДТА; 2) қиздириш жараёнида материални узайиши ёки қисқаришини аниқлаш; 3) қиздиришда

	материал оғирлигини йўқолишини аниқлаш.
<b>Дериватограф -</b>	Дериватограф текширилаётган қуқунда бир вақтнинг ўзида оғирликни ўзгариши (ТГ), оғирликни ўзгариш тезлиги (ДТГ), температуралар фарқини ўзгариши (ДТА) ва температурани ўзгариши (Т) ни аниқлашга имкон беради.
Комплекс термоаналитик жихоз	дифференциал термоаналитик аппаратлар, термотарози ва дифференциал термотарозидан иборат.
<b>Тензиметрия.</b>	Минерални қиздириш жараёнида таркибда бор бўлган учувчан компонентларининг қайишқоқлигини қайд этишга асосланган. Тензиметрия приборлари Хюттинг (1920 й.), Краусс ва Шривер (1930 й.), Сиромятников (1940 ва 1957 й.) томонидан яратилган. Бу приборлар газни қиздириш жараёнида унинг босими (Р), ҳажми (V) ни ўзгаришини ўлчаш имкониятини беради.
<b>Газоволюметрия –</b>	аниқ температурада минераллардан Н <sub>2</sub> О, СО <sub>2</sub> ва бошқа газсимон фазаларни ажралишига асосланган.
<b>Дилатометрия -</b>	<b>Дилатометрия</b> - жисмнинг кенгайишини ўлчайдиган усул. Бундай усулда текширишни дилатометр приборида амалга оширилади.
<b>Дилатометрия -</b>	Дилатометрия термик анализнинг бир тури бўлиб, бунда қаттиқ ҳолатдаги кимёвий модда, минерал, шиша, хом ашё ёки саноат чиқиндисининг юқори температура таъсирида кенгайиши аниқланган. Бундай кенгайиш чизиқли кенгайиш коэффиценти ( $\alpha$ ) ва ҳажмий кенгайиш коэффиценти ( $\beta$ ) номли параметрлар билан характерланади.
<b>Термография усулининг турлари-</b>	Термик анализ; Дифференциал термик анализ (ДТА); Комплекс термик анализ; Дериватография;. Тензиметрия; Газоволюметрия; Дилатометрия.



## VIII. АДАБИЁТЛАР РЎЙХАТИ

1. William D.Callister, Jr., David G.Rethwisch. Materials Science And - Engineering. An Introduction. Eight Edition. USA, Wiley, 2010.- 107-121p.
2. Carter C.Barry, Norton M.Grant. Ceramic materials. Science and Engineering. Springer International Publishing AG. 2007. ISBN: 0387462708. -716 p.
3. Исматов А.А. Силикат ва зўрғасуюлувчан материаллар физик - кимёвий тахлилининг замонавий усуллари. – Тошкент: Фан ва технология, 2006. -268 б.
4. Вегман Е.Ф., Руфанов Ю.Г., Федорченко И.Н. Кристаллография, минералогия, петрография и рентгенография. – М.: Металлургия, 1990.– 262 с.
5. Минералогическая энциклопедия. – Л.: Недра, 1985.-512с.
6. Минералогический справочник технолога – обогатителя. –Л.: Недра, 1985.-264с.
7. Кристаллография, рентгенография и электронная микроскопия. – М.: Металлургия, 1982.-632с.
8. Азимов Ш.Ю., Тожиев Ф.Х. Анаорганик моддаларнинг физика - химиявий анализи. -Тошкент: Ўқитувчи, 1977.-132 б.
9. Таблица физических величин. Справочник / Под. ред. И.К.Кикоина.- М.: Атомиздат, 1976.-106 с.
- 10.Козлова О.Г. Морфолого – генетический анализ кристаллов. – М.: МГУ, 1991. – 223 с.
- 11.Винчелл А.Н., Винчелл Г. Оптические свойства искусственных минералов. – М.: Мир, 1967.-526 с.
- 12.Ҳамробоев И.Ҳ, Ражабов Ф.Ш. Петрография асослари. -Тошкент: Ўқитувчи, 1984.-184 б.
- 13.Зинюк Р.Ю., Балыков А.Г., Гавриленко И.В. ИК спектроскопия в неорганической технологии. –Л.: Химия, 1983.
- 14.Егунов В.П. Введение в термический анализ.- Самара, Самара ГУ, 1996. -270 с.
- 15.Берг Л.Г. Введение в термографию. -М.: АН СССР, 1961
- 16.Миркин Л.И. Справочник по рентгеноструктурному анализу поликристаллов. – М.: Физматгиз, 1961.-863 с.
- 17.Исматов А.А., Сиражиддинов Н.А. Свойства и изоморфизм мелилитов. -Ташкент: ФАН, 1983.-152с.
18. [www.texhologiy.ru](http://www.texhologiy.ru)
19. <http://www.iconstel.net>
20. [www.google.com](http://www.google.com)
21. [www.ecolife.com](http://www.ecolife.com)
22. [www.Химик.ru](http://www.Химик.ru) - [Химическая энциклопедия](http://www.Химическая_энциклопедия)

## IX. МУТАХАССИС ТОМОНИДАН БЕРИЛГАН ТАҚРИЗ

### ОТЗЫВ

**на образовательную программу и учебно-методический комплекс по учебному модулю «Современные инструментальные физико-химические методы в производстве» курсов переподготовки и повышения квалификации преподавателей направления «Химическая технология» (по производству неорганических веществ и минеральных удобрений) Ташкентского химико-технологического института**

Образовательная программа и учебно-методический комплекс подготовлены для переподготовки и повышения квалификации преподавателей по направлению «Химическая технология» (по производству неорганических веществ и минеральных удобрений) в Отраслевом центре при Ташкентском химико-технологическом институте.

Учебно-методический комплекс по учебному модулю «Современные инструментальные физико-химические методы в производстве» состоит рабочей программы модуля; интерактивных методов обучения; теоретического и практического материала занятий; тем квалификационных выпускных работ; банка кейсов, глоссария, списка использованной литературы.

Содержание учебного модуля включает изучение таких методов физико-химического анализа как современный сканирующий микроскопический анализ, рентгено-флюоресцентный анализ, термогравиметрический и рентгенографический анализы. Практические занятия посвящены изучению конструкции и возможностей использования современного оборудования, при определении минералогического состава рентгенографическим анализом используется компьютерная программа «Match».

Освоение учебного модуля «Современные инструментальные физико-химические методы в производстве» позволит повысить знания и практические навыки профессорско-преподавательского состава высших учебных заведений в области использования современных физико-химических методов анализа в производственных процессах и способствует усовершенствованию учебных программ дисциплин специальности.

Декан факультета технологии  
неорганических веществ и  
высокотемпературных материалов  
ФГБОУ ВО «Российский химико-  
технологический университет  
имени Д.И. Менделеева»,  
кандидат технических наук



Д.О. Лемешев