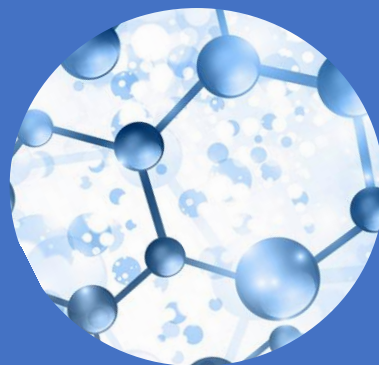


**TOSHKENT KIMYO -TEKNOLOGIYA INSTITUTI
HUZURIDAGI PEDAGOG KADRLARNI QAYTA
TAYYORLASH VA MALAKASINI OSHIRISH
TARMOQ MARKAZI**



KIMYOVIIY TEKNOLOGIYA
(noorganik moddalar va mineral
o'g'itlar ishlab chiqarish bo'yicha)
yo'nalishi

**«ZAMONAVIY NAZORAT VA TAHLIL USULLARI»
moduli bo'yicha**

O'QUV-USLUBIY MAJMUA

**O‘ZBEKISTON RESPUBLIKASI
OLIV VA O‘RTA MAXSUS TA‘LIM VAZIRLIGI**

**OLIV TA‘LIM TIZIMI PEDAGOG VA RAHBAR KADRLARINI QAYTA
TAYYORLASH VA ULARNING MALAKASINI OSHIRISHNI TASHKIL
ETISH BOSH ILMIY-METODIK MARKAZI**

**TOSHKENT KIMYO-TEXNOLOGIYA INSTITUTI HUZURIDAGI
PEDAGOG KADRLARNI QAYTA TAYYORLASH VA MALAKASINI
OSHIRISH TARMOQ MARKAZI**

KIMYOVIY TEXNOLOGIYA
(noorganik moddalar va mineral o‘g‘itlar ishlab chiqarish
yo‘nalishi
bo‘yicha)

“Zamonaviy nazorat va tahlil usullari”
moduli bo‘yicha

O‘QUV-USLUBIY MAJMUA

TOSHKENT – 2021

Mazkur o‘quv-uslubiy majmua Oliy va o‘rta maxsus ta’lim vazirligining 2020 yil 7-dekabrda 648-sonli buyrug‘i bilan tasdiqlangan o‘quv reja va dastur asosida tayyorlandi.

Tuzuvchi: **Z.A.Babaxanova** - Toshkent kimyo-texnologiya instituti, “Silikat materiallar, nodir va kamyob metallar texnologiyasi” kafedrasida professori, t.f.d.

Xorijiy ekspert: **Д.О.Лемешев** - Декан факультета технологии неорганических веществ и высокотемпературных материалов ФГБОУ ВО Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева кандидат технических наук

O‘quv-uslubiy majmua Toshkent kimyo-texnologiya instituti Kengashining 2020 yil 30-dekabrda 4-sonli qarori bilan nashrga tavsiya qilingan.

MUNDARIJA

I. ISHCHI DASTUR.....	5
II. MODULNI O‘QITISHDA FOYDALANILADIGAN INTERFAOL TA’LIM METODLARI.....	11
III. NAZARIY MATERIALLAR.....	23
IV. AMALIY MASHG‘ULOT MATERIALLARI.....	85
V. KEYSLAR BANKI.....	126
VI. GLOSSARIY.....	130
VII. ADABIYOTLAR RO‘YXATI.....	142
VIII. MUTAXASSIS TOMONIDAN BERILGAN TAQRIZ.....	144

I.ISHCHI DASTUR

Kirish

Dastur rivojlangan mamlakatlardagi xorijiy tajribalar asosida “Kimyoviy texnologiya (noorganik moddalar va mineral o‘g‘itlar ishlab chiqarish bo‘yicha)” qayta tayyorlash va malaka oshirish yo‘nalishi bo‘yicha ishlab chiqilgan o‘quv reja va dastur mazmunidan kelib chiqqan holda tuzilgan bo‘lib, u zamonaviy talablar asosida qayta tayyorlash va malaka oshirish jarayonlarining mazmunini takomillashtirish hamda oliy ta‘lim muassasalari pedagog kadrlarining bilimini va kasbiy kompetentligini muntazam oshirib borishni maqsad qiladi.

Qayta tayyorlash va malaka oshirish yo‘nalishining o‘ziga xos xususiyatlari hamda dolzarb masalalaridan kelib chiqqan holda dasturda noorganik moddalar ishlab chiqarishda zamonaviy nazorat va tahlil usullari, xom ashyo va tayyor maxsulotlarning kimyoviy va mineralogik tarkibini o‘rganishda zamonaviy elektron-mikroskopik, rentgen difraktsion tahlil usullari, spektral va b. usullarni o‘rni va mohiyati, asosiy asbob uskunalari va tahlilning o‘ziga xos xususiyatlariga oid bilim, ko‘nikma va malakalarini yangilab borishga qaratilgan muammolari bayon etilgan.

Modulning maqsadi va vazifalari

Kimyoviy texnologiya qayta tayyorlash va malaka oshirish yo‘nalishini “Kimyoviy texnologiya (noorganik moddalar va mineral o‘g‘itlar ishlab chiqarish bo‘yicha)” mutaxassisligi o‘quv rejasida maxsus modullar blokiga kiritilgan “Zamonaviy nazorat va tahlil usullari” fani o‘quv dasturining *maqsadi* – noorganik moddalar ishlab chiqarishda zamonaviy nazorat va tahlil usullari, xom ashyo va tayyor maxsulotlarning kimyoviy va mineralogik tarkibini o‘rganishda zamonaviy elektron-mikroskopik, rentgen difraktsion tahlil usullari, spektral va b. usullarni o‘rni va mohiyati, asosiy asbob uskunalari, ushbu sohadagi ilg‘or tajribalar, zamonaviy bilim va malakalarni o‘zlashtirish va amaliyotga joriy etishlari uchun zarur bo‘ladigan kasbiy bilim, ko‘nikma va malakalarini takomillashtirish, shuningdek pedagog kadrlarning ijodiy faolligini rivojlantirishdan iborat.

“Zamonaviy nazorat va tahlil usullari” fanining *vazifasi*-zamonaviy nazorat va fizik kimyoviy tahlil usullarining nazariy va amaliy prinsiplari, kimyoviy texnologiyada xom- ashyo va mahsulotlarning kimyoviy va mineralogik tarkibini, struktura tuzilishlarini o‘rganish, zamonaviy fizik kimyoviy tahlil usullarida ishlatiladigan apparatura va jihozlarining tasnifi, tuzilishi, mahsulotlarni fizik-mexanik xossalari, ularni aniqlash usullari, ISO va davlatlararo andoza talablarini amaliyotga qo‘llash bo‘yicha malakaviy ko‘nikmalarini shakllantirish.

Modul bo‘yicha tinglovchilarning bilimi, ko‘nikmasi, malakasi va kompetensiyalariga qo‘yiladigan talablar

“Zamonaviy nazorat va tahlil usullari” fani bo‘yicha tinglovchilar quyidagi yangi bilim, ko‘nikma, malaka hamda kompetensiyalarga ega bo‘lishlari talab etiladi:

Tinglovchi:

- rentgen difraktsion tahlil (XRD) usullarini;
- elektron mikroskopik (SEM, TEM, STM), spektral tahlil usullarini *bilishi kerak*.

Tinglovchi:

- materiallar strukturasi o‘rganishda rentgenografik va elektron mikroskopik tahlil ma’lumotlarini taqqoslash;
- mahsulotlarni fizik-mexanik xossalari, ularni aniqlash usullarini qo‘llash;
- xom ashyo va tayyor mahsulotlarning kimyoviy va mineralogik tarkibini o‘rganish,
- “MATCH” kompyuter dasturi yordamida materiallar strukturasi tahlil qilish *ko‘nikmalariga* ega bo‘lishi lozim.

Tinglovchi:

- noorganik materiallar ishlab chiqarishda xom ashyo va mahsulotlar xossa va strukturasi kompleks baholash;
- xom ashyo va tayyor mahsulotlarning kimyoviy va mineralogik tarkibini aniqlash uchun zamonaviy nazorat va tahlil usullaridan foydalanish *malakalariga* ega bo‘lishi lozim.

Tinglovchi:

- zamonaviy nazorat va tahlil usullari qo‘llash imkoniyatlarini namoyish qilish tamoyillarini ajratib ko‘rsata olish *kompetensiyalarini* egallashi lozim.

Modulni tashkil etish va o‘tkazish bo‘yicha tavsiyalar

“Zamonaviy nazorat va tahlil usullari” kursi ma’ruza va amaliy mashg‘ulotlar shaklida olib boriladi.

Kursni o‘qitish jarayonida ta’limning zamonaviy metodlari, pedagogik texnologiyalar va axborot-kommunikasiya texnologiyalari, shu jumladan distansion texnologiyalari qo‘llanilishi nazarda tutilgan:

- ma’ruza darslarida zamonaviy kompyuter texnologiyalari yordamida prezentatsion va elektron-didaktik texnologiyalardan;

- o‘tkaziladigan amaliy mashg‘ulotlarda texnik vositalardan, tarqatma materiallar, ekspress-so‘rovlar, test so‘rovlari, guruhli fikrlash, kichik guruhlar bilan ishlash, aqliy hujum, keyslar yechish, va boshqa interaktiv ta’lim usullarini qo‘llash nazarda tutiladi.

Modulning o‘quv rejadagi boshqa modullar bilan bog‘liqligi va uzviyligi

“Zamonaviy nazorat va tahlil usullari” fani qayta tayyorlash va malaka oshirish yo‘nalishining “Noorganik moddalar va mineral o‘g‘itlar ishlab chiqarish bo‘yicha)” mutaxassisligi bo‘yicha kiritilgan “Strategik resurslar asosida innovatsion mahsulotlar ishlab chiqarishning zamonaviy texnologiyalari” va “Zamonaviy nazorat va tahlil usullari” bilan uzluksiz bog‘liq bo‘lib, ushbu fanlarni o‘zlashtirishda amaliy yordam beradi.

Modulning oliy ta’limdagi o‘rni

“Zamonaviy nazorat va tahlil usullari” fani qayta tayyorlash va malaka oshirish yo‘nalishini “Noorganik mahsulotlar ishlab chiqarish texnologiyalari” mutaxassisligi bo‘yicha maxsus fanlardan dars beruvchi professor o‘qituvchilar uchun muhim o‘rinni egallaydi. Ushbu fan Oliy ta’lim muassasalarida talaba va pedagoglar tomonidan o‘quv-ilmiy ishlarini olib borish uchun asosiy nazariy va amaliy bilimlarni beradi.

Modul bo'yicha soatlar taqsimoti

№	Modul mavzulari	Tinglovchining o'quv yuklamasi, soat			
		Hammasi	Auditoriya o'quv yuklamasi		
			Jami	Jumladan	
		Nazariy		Amaliy mashg'ulot	
1.	Kirish. Noorganik moddalar ishlab chiqarishda zamonaviy nazorat va tahlil usullari. Xom ashyo va tayyor maxsulotlarning kimyoviy va mineralogik tarkibini o'rganishda zamonaviy tahlil usullari - elektron-mikroskopik, rentgen mikroskopiya va rentgen-spektral tahlili (mikrozond tahlili) imkoniyatlari.	6	6	2	4
2	Rentgen difraksion tahlil usullari (XRD). Rentgen nurlari, zamonaviy tekshirish usullari va asosiy uskunalari. "MATCH" kompyuter dasturi yordamida materiallar strukturasi tahlil qilish usullari.	6	6	2	4
3	Spektral tahlil usullari va jihozlari. Termik tahlil, differensial termik tahlil, differensial termogravimetrik, kompleks termik tahlil usullari.	6	6	2	4
4	Mahsulotlarni fizik-mexanik xossalari, ularni aniqlash usullari, ISO va davlatlararo andoza talablari.	2	2		2
	Jami:	20	20	6	14

NAZARIY MASHG‘ULOTLAR MAZMUNI

1-mavzu: Kirish. Noorganik moddalar ishlab chiqarishda zamonaviy nazorat va tahlil usullari. Xom ashyo va tayyor mahsulotlarning kimyoviy va mineralogik tarkibini o‘rganishda zamonaviy tahlil usullari (elektron mikroskopik (SEM, TEM, STM) usullar).

1. Kirish. Fanning predmet va vazifalari.
2. Noorganik moddalar ishlab chiqarishda zamonaviy nazorat va tahlil usullari.
3. Xom ashyo va tayyor mahsulotlarning kimyoviy va mineralogik tarkibini o‘rganishda zamonaviy tahlil usullari - elektron mikroskopik (SEM, TEM, STM) usullar.

2- mavzu. Rentgen difraksion tahlil usullari (XRD).

Rentgen difraksion tahlil usullari (XRD). Rentgen nurlari, zamonaviy tekshirish usullari va asosiy uskunalari. Sifat rentgen fazaviy tahlil, kristal moddalar strukturasi tahlil qilish, kristall panjaradagi tekisliklararo masofani hisoblash.

3- mavzu. Spektral tahlil usullari va jihozlari. Termik tahlil, differensial termik tahlil, differensial termogravimetrik, kompleks termik tahlil usullari.

Infraqizil spektroskopik tahlil, fizikaviy asosi. Moddalarning infraqizil spektrlari. Spektr apparatlari-asboblari, konstruksiyalari. Usulning amaliyotda qo‘llanish imkoniyatlari, afzalligi va kamchiligi. Termik tahlil. Differensial termik tahlil, differensial termogravimetrik, kompleks termik tahlil usullari.

AMALIY MASHG‘ULOT MAZMUNI

1–mavzu. Materiallar strukturasi o‘rganishda zamonaviy mikroskopik, kompleks elektron mikroskopik, rentgen mikroskopiya va rentgen-spektral mikrozonada tahlili.

Kimyo mahsulotlari va tabiiy minerallardagi kristallarning o‘lchamlari va gabitusini o‘rganish. Kimyo mahsulotlari va tabiiy minerallar strukturasi va kimyoviy tarkibini zamonaviy kompleks rentgen-spektral mikrozonada tahlili usuli yordamida o‘rganish.

2–mavzu. “MATCH” kompyuter dasturi yordamida materiallar strukturasi tahlil qilish usullari.

Noorganik moddalarni rentgenografik tahlil qilish, difraktometrning tuzilishi, asosiy qismlari va ularning vazifalari. Berilgan namunaning “MATCH” kompyuter dasturi yordamida strukturasi o‘rganish va rentgenografik tahlil asosida fazaviy tarkibini aniqlash.

3–mavzu. Kimyo mahsulotlarini spektral tahlili, moddalarning spektrlarini o‘rganish.

Moddalarning infraqizil nurlarni yutish va qaytarish spektrlarini o‘rganish, yutish va qaytarish spektrlari bilan modda tarkibidagi kompleks gruppalar va radikallar tuzilishi orasidagi nazariy bog‘liqlikni o‘rganish.

4–mavzu. Mahsulotlarni fizik-mexanik xossalari, ularni aniqlash usullari, ISO va davlatlararo andoza talablari.

Noorganik mahsulotlarni fizik-mexanik xossalari – qattqlik, solishtirma og‘irlik, mexanik mustaxkamlik, kimyoviy bardoshlik va b. xossalarni aniqlash usullari. Noorganik mahsulotlarga ISO va davlatlararo andoza talablarini o‘rganish.

O‘QITISH SHAKLLARI

Mazkur modul bo‘yicha quyidagi o‘qitish shakllaridan foydalaniladi:

- ma’ruzalar, amaliy mashg‘ulotlar (ma’lumotlar va texnologiyalarni anglab olish, aqliy qiziqishni rivojlantirish, nazariy bilimlarni mustahkamlash);
- davra suhbatlari (o‘rganilayotgan muammo yechimlari bo‘yicha taklif berish qobiliyatini oshirish, eshitish, idrok qilish va mantiqiy xulosalar chiqarish);
- bahs va munozaralar (muammolar yechimi bo‘yicha dalillar va asosli argumentlarni taqdim qilish, eshitish va muammolar yechimini topish qobiliyatini rivojlantirish).

II .MODULNI O‘QITISHDA FOYDALANILADIGAN INTERFAOL TA’LIM METODLARI

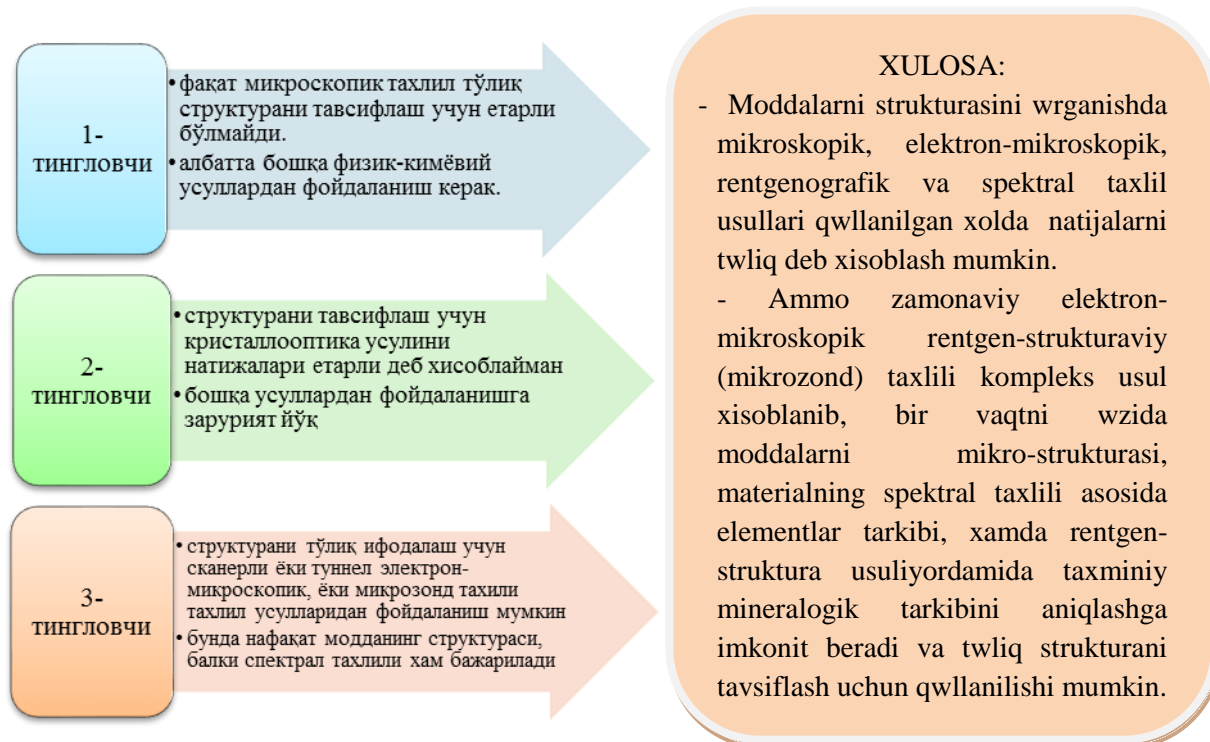
«Aqliy hujum» (breynstorming) metodi

Metodning maqsadi: amaliy yoki ilmiy muammolarni hal etish fikrlarni jamoali generatsiya qilish, o‘qib-o‘rganish faoliyatini faollashtirish, muammoni mustaqil tushunish va hal etishga motivlashtirishni rivojlantirish.

- Aqliy hujum vaqtida ishtirokchilar murakkab muammoni birgalikda hal etishga intilishadi: ularni hal etish bo‘yicha o‘z fikrlarini bildiradi (generatsiya qiladi) va bu fikrlar tanqid qilinmasdan ular orasidan eng muvofiqi, samaralisi, maqbuli va shu kabi fikrlar tanlab olinib, muhokama qilinadi, rivojlantiriladi va ushbu fikrlarni asoslash va rad etish imkoniyatlari baholanadi. Har bir guruh ichida umumiy muammoning bir jihati hal etiladi.

Namuna: Moddalar struktura tuzilishini o‘rganishda faqat mikroskopik tahlil usuldan foydalanilsa bo‘ladimi? Olingan natijalar strukturani to‘liq ifodalab bera oladimi?

To‘g‘ridan-to‘g‘ri jamoali aqliy hujum – iloji boricha ko‘proq fikrlar yig‘ilishini ta’minlaydi. Butun o‘quv guruhi (20 kishidan ortiq bo‘lmagan) bitta muammoni hal etadi. O‘quv guruhidagi har bir tinglovchi ushbu muammoga javob beradi, o‘z fikrini bildirib, dalillar keltiradi.



“Venn diagrammasi” metodi

Metodning maqsadi: Bu metod grafik tasvir orqali o‘qitishni tashkil etish shakli bo‘lib, u ikkita o‘zaro kesishgan aylana tasviri orqali ifodalanadi. Mazkur metod turli tushunchalar, asoslar, tasavurlarning analiz va sintezini ikki aspekt orqali ko‘rib chiqish, ularning umumiy va farqlovchi jihatlarini aniqlash, taqqoslash imkonini beradi.

Metodni amalga oshirish tartibi:

- ishtirokchilar ikki kishidan iborat juftliklarga birlashtiriladilar va ularga ko‘rib chiqilayotgan tushuncha yoki asosning o‘ziga xos, farqli jihatlarini (yoki aksi) doiralari ichiga yozib chiqish taklif etiladi;
- navbatdagi bosqichda ishtirokchilar to‘rt kishidan iborat kichik guruhlariga birlashtiriladi va har bir juftlik o‘z tahlili bilan guruh a‘zo larini tanishtiradilar;
- juftliklarning tahlili eshitilgach, ular birgalashib, ko‘rib chiqilayotgan muammo yohud tushunchalarning umumiy jihatlarini (yoki farqli) izlab topadilar, umumlashtiradilar va doirachalarning kesishgan qismiga yozadilar.

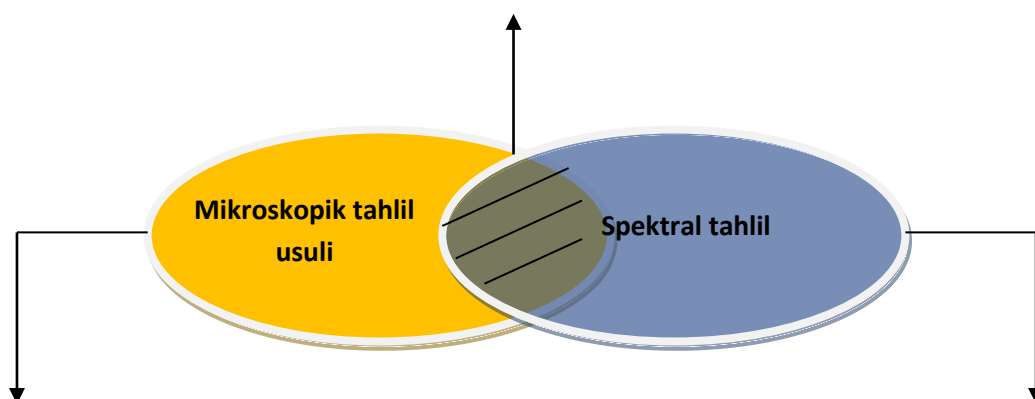
Namuna 1:

“Mikroskopik ta'xill usuli” va “Spektr ta'xill usuli” mavzulari bo‘yicha “Venn diagrammasi”.

Umumiy jixatlari:

1. Zamonaviy fizik-kimyoviy tahlil usuli hisoblanadi.
2. Usul dalilligi va ishonchligi yuqori.
3. Usul yuqori texnologik asboblarda bajariladi.
4. Natijalar dokumental (fotosurat, grafik) shaklida bo‘ladi.

Farqli jihatlari



1. Moddalarni strukturasi wrganiladi.
2. Kristallooptik usul yordamida kattalashtirish darajasi 5 dan 1000 gachan tashkil etishi mumkin.
3. Elektron-mikroskopik taxlilda kattalashtirish darajasi 5000-25000 tashkil etishi mumkin.
4. Usulda yoruqlik nuri yoki elektronlar oqimi foydalaniladi.

1. Moddalarning element yoki molekulyar tarkibi wrganiladi.
2. Moddalarni yuqori xaroratda qizdirish natijasida emission spektrlar olinadi.
3. Moddalarni yutilish, qaytarilish spektrlari wrganiladi.
4. Spektr qwzgatuvchilar sifatida razryad, uchqun, lazerlar qwllaniladi.

Namuna 2:

Fizik-kimyoviy va kimyoviy tahlil usullari bo‘yicha “Venn diagrammasi”.



«Keys-stadi» inglizcha soʻz - (case – aniq vaziyat, hodisa, study - oʻqitish). Bu metod aniq vaziyat, hodisaga asoslangan oʻqitish metodi hisoblanadi. Keys- uslub (Case study) – bu real iqtisodiy yoki ijtimoiy vaziyatlar taʼrifini qoʻllaydigan taʼlim berish texnikasidir. Bunda *vaziyat* deganda biron aniq hodisaning taʼrifi nazarda tutiladi. Guruhga haqiqiy axborot taqdim etilib (u haqiqiy hodisaga asoslangan yoki oʻylab chiqilgan boʻlishi mumkin), muammolarni muhokama qilish, vaziyatni tahlil etish, muammoning mohiyatini oʻrganib chiqish, ularning taxminiy yechimlarini taklif qilish va bu yechimlar orasidan eng yaxshisini tanlab olish taklif etiladi.

«Keys - stadi» metodi boʻyicha ishlash:

1. Yakka tartibda ishlash (umumiy vaqtning 30% si):

Vaziyat bilan tanishish (matn boʻyicha yoki soʻzlab berish orqali). Muammolarni aniqlash. Axborotni umumlashtirish. Axborot tahlili.

2. Guruhda ishlash (umumiy vaqtning 50% si):

Muammolarni hamda ularning dolzarbligi boʻyicha ketma-ketligini (iyerarxiasini) aniqlash. Muqobil yechim yoʻllarini ishlab chiqish. Har bir yechimning afzal va zaif jihatlarini belgilash. Muqobil yechimlarni baholash.

3. Yakka tartibda va guruhda ishlash (umumiy vaqtning 20% si):

Muqobil variantlarni qoʻllash imkoniyatlarini asoslash. Hisobot hamda natijalar taqdimotini tayyorlash.

Keys harakatlari oʻz ichiga quyidagilarni qamrab oladi: Kim (Who), Qachon (When), Qayerda (Where), Nima uchun (Why), Qanday/ Qanaqa (How), Nima-natija (What).

“Keys metodi” ni amalga oshirish bosqichlari

Ish bosqichlari	Faoliyat shakli va mazmuni
1-bosqich: Keys va uning axborot taʼminoti bilan tanishtirish	<ul style="list-style-type: none"> ✓ yakka tartibdagi audio-vizual ish; ✓ keys bilan tanishish(matnli, audio yoki media shaklda); ✓ axborotni umumlashtirish; ✓ axborot tahlili; ✓ muammolarni aniqlash

2-bosqich: Keysni aniqlashtirish va o'quv topshirig'ni belgilash	<ul style="list-style-type: none"> ✓ individual va guruhda ishlash; ✓ muammolarni dolzarblik iyerarxiyasini aniqlash; ✓ asosiy muammoli vaziyatni belgilash
3-bosqich: Keysdagi asosiy muammoni tahlil etish orqali o'quv topshirig'ining yechimini izlash, hal etish yo'llarini ishlab chiqish	<ul style="list-style-type: none"> ✓ individual va guruhda ishlash; ✓ muqobil yechim yo'llarini ishlab chiqish; ✓ har bir yechimning imkoniyatlari va to'siqlarni tahlil qilish; ✓ muqobil yechimlarni tanlash
4-bosqich: Keys yechimini yechimini shakllantirish va asoslash, taqdimot.	<ul style="list-style-type: none"> ✓ yakka va guruhda ishlash; ✓ muqobil variantlarni amalda qo'llash imkoniyatlarini asoslash; ✓ ijodiy-loyiha taqdimotini tayyorlash; ✓ yakuniy xulosa va vaziyat yechimining amaliy aspektlarini yoritish

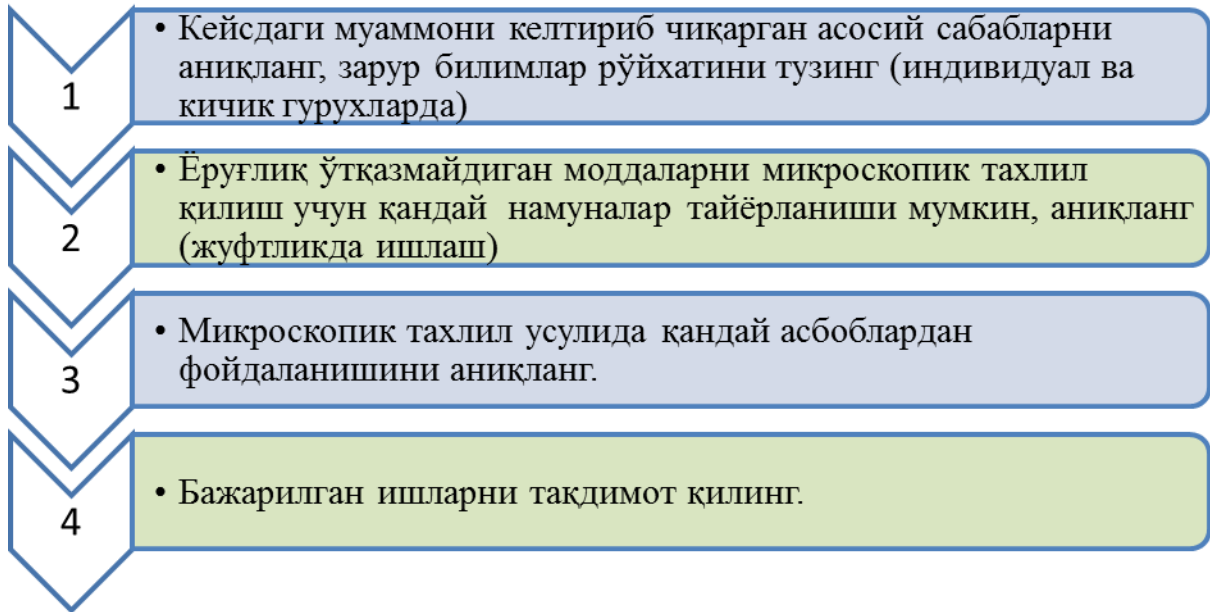
Keys 1. *Izomorf aralashmalar va qotishmalar bir xil strukturaga ega bo'lishi natijasida moddalarni mikroskopik tahlilida olingan fotosuratlar o'xshash bo'ladi. Bu xollarda aralashmalarni tarkibini va strukturasiidagi o'zgarishlarini aniqlashda qanday usullardan foydalanish mumkin?*

Keysni bajarish bosqichlari va topshiriqlar:

- 1 • Кейсдаги муаммони келтириб чиқарган асосий сабабларни белгиланг (индивидуал ва кичик гурухларда)
- 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.

Keys 2. *Kristallooptik mikroskopiya tahlilda moddalarni strukturasiini o'rganish mumkin. Bu usulda namunadan o'tgan yorug'lik nuri ta'sirida hosil bo'lgan tasvirlar o'rganiladi. Ammo tog' jinslari, masalan marmar yoki bazalt toshlari yorug'lik o'tkazmaydi. Bu muammoni qanday yechish mumkin va yorug'lik o'tqazmaydigan namunalarni MIN-8 mikroskopi yordamida qanday o'rganish mumkin?*

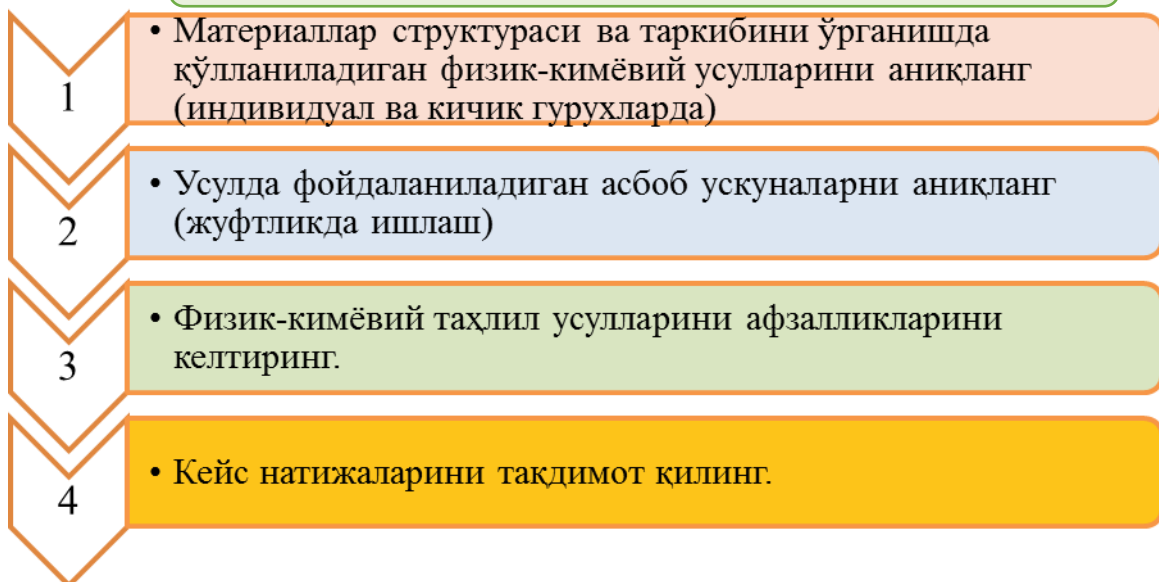
Keysni bajarish bosqichlari va topshiriqlar:



Keys 3

Materiallarni strukturasi va tarkibini o'rganishda turli fizik-kimyoviy usullardan foydalaniladi. Bu usullar yuqori texnologik asbob uskunalarda bajarilishini inobatga olib, ushbu usullardan ishlab chiqarish (korxonada) sharoitida foydalanish samaradorligi qanday? Javobni ifodalab bering.

Keysni bajarish bosqichlari va topshiriqlar:



“Tushunchalar tahlili” metodi

Metodning maqsadi: mazkur metod tinglovchilar yoki qatnashchilarni mavzu bo‘yicha tayanch tushunchalarni o‘zlashtirish darajasini aniqlash, o‘z bilimlarini mustaqil ravishda tekshirish, baholash, shuningdek, yangi mavzu bo‘yicha dastlabki bilimlar darajasini tashhis qilish maqsadida qo‘llaniladi.

Metodni amalga oshirish tartibi:

- ishtirokchilar mashg‘ulot qoidalari bilan tanishtiriladi;
- tinglovchilarga mavzuga yoki bobga tegishli bo‘lgan so‘zlar, tushunchalar nomi tushirilgan tarqatmalar beriladi (individual yoki guruhli tartibda);
 - tinglovchilar mazkur tushunchalar qanday ma’no anglatishi, qachon, qanday holatlarda qo‘llanilishi haqida yozma ma’lumot beradilar;
 - belgilangan vaqt yakuniga yetgach o‘qituvchi berilgan tushunchalarning to‘g‘ri va to‘liq izohini uqib eshittiradi yoki slayd orqali namoyish etadi;
 - har bir ishtirokchi berilgan to‘g‘ri javoblar bilan o‘zining shaxsiy munosabatini taqqoslaydi, farqlarini aniqlaydi va o‘z bilim darajasini tekshirib, baholaydi.

Namuna: “Moduldagi tayanch tushunchalar tahlili”

Tushunchalar	Sizningcha bu tushuncha qanday ma’noni anglatadi?	Qo‘shimcha ma’lumot
Mikroskop	Mayda obyektlarni ko‘rsatuvchi asbob.	
Kristallooptika usuli	Tabiiy va sun‘iy kimyoviy birikmalar, xom-ash‘yo, material va buyumlar, mineral va kompozitsiyalarning optik ko‘rsatgichlarini ularning kristall shakllari, tarkibi va simmetriya qonuniyatlariga bog‘liq xolda o‘rganuvchi fan.	
Kattalashtiruvchi moslamalar	Mikroskoplarda obyektiv va okulyar orqali bajariladi.	Kattalashtirish darajasi - 17,5 X dan to 1350 X gacha.

Izoh: Ikkinchi ustunchaga qatnashchilar tomonidan fikr bildiriladi. Mazkur tushunchalar haqida qo‘shimcha ma’lumot glossariyda keltirilgan.

“SWOT-tahlil” metodi

Metodning maqsadi: mavjud nazariy bilimlar va amaliy tajribalarni tahlil qilish, taqqoslash orqalimuammoni hal etish yo‘llarni topish, bilimlarni mustahkamlash, takrorlash, baholash, mustaqil, tanqidiy fikrlash, nostandart tafakkurni shakllantirish.

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

Namuna 1: Rentgenografik tahlil usuli uchun SWOT analizni ushbu jadvalga tushiring.

S	Rentgenografik tahlilning kuchli tomonlari	Moddalarni strukturasi, ulardagi fazalar tarkibini o‘rganishda asosiy usul xisoblanadi.
W	Rentgenografik tahlilni kuchsiz tomonlari	Amorf strukturali moddalarni o‘rganishda yaxshi natija bermaydi.
O	Zamonaviy kompleks tahlil usullari – rentgen-spektral tahlili (imkoniyatlari)	Yangi turdagi zamonaviy kompleks tahlil usullari struktura va tarkibni o‘rganish imkoniyatlarini kengaytiradi.
T	To‘siqlar (tashqi)	Rentgenografik tahlil yuqori texnologik jixozlar – maxsus sharoitlarda ishlovchi difraktometrlarda bajariladi.

“Xulosalash” (Rezyume, Veyer) metodi

Metodning maqsadi: Bu metod murakkab, ko‘p tarmoqli, mumkin qadar, muammoli xarakteridagi mavzularni o‘rganishga qaratilgan. Metodning mohiyati shundan iboratki, bunda mavzuning turli tarmoqlari bo‘yicha bir xil axborot beriladi va ayni paytda, ularning har biri alohida aspektlarda muhokama etiladi. Masalan, muammo ijobiy va salbiy tomonlari, afzallik, fazilat va kamchiliklari, foyda va zararlari bo‘yicha o‘rganiladi. Bu interfaol metod tanqidiy, tahliliy, aniq mantiqiy fikrlashni muvaffaqiyatli rivojlantirishga hamda o‘quvchilarning mustaqil g‘oyalari, fikrlarini yozma va og‘zaki shaklda tizimli bayon etish, himoya qilishga imkoniyat yaratadi. “Xulosalash” metodidan ma’ruza mashg‘ulotlarida individual va juftliklardagi ish shaklida, amaliy va seminar mashg‘ulotlarida kichik guruhlardagi ish shaklida mavzu yuzasidan bilimlarni mustahkamlash, tahlili qilish va taqqoslash maqsadida foydalanish mumkin.

Metodni amalga oshirish tartibi:



trener-o‘qituvchi ishtirokchilarni 5-6 kishidan iborat kichik guruhlariga ajratadi;



trening maqsadi, shartlari va tartibi bilan ishtirokchilarni tanishtirgach, har bir guruhga umumiy muammoni tahlil qilinishi zarur bo‘lgan qismlari tushirilgan tarqatma materiallarni tarqatadi;



har bir guruh wziga berilgan muammoni atroflicha tahlil qilib, o‘z mulohazalarini tavsiya etilayotgan sxema bo‘yicha tarqatmaga yozma bayon qiladi;



navbatdagi bosqichda barcha guruhlar o‘z taqdimotlarini o‘tkazadilar. Shundan so‘ng, trener tomonidan tahlillar umumlashtiriladi, zaruriy axborotlr bilan to‘ldiriladi va mavzu yakunlanadi.

Namuna 1:

Kimyoviy tahlil usullari					
Miqdoriy tahlil		Sifat tahlili		Fotokalorimetriya usuli	
afzalligi	kamchiligi	afzalligi	kamchiligi	afzalligi	kamchiligi

Xulosa:

«FSMU» metodi

Texnologiyaning maqsadi: Mazkur texnologiya ishtirokchilardagi umumiy fikrlardan xususiy xulosalar chiqarish, taqqoslash, qiyoslash orqali axborotni o'zlashtirish, xulosalash, shuningdek, mustaqil ijodiy fikrlash ko'nikmalarini shakllantirishga xizmat qiladi. Mazkur texnologiyadan ma'ruza mashg'ulotlarida, mustahkamlashda, o'tilgan mavzuni so'rashda, uyga vazifa berishda hamda amaliy mashg'ulot natijalarini tahlil etishda foydalanish tavsiya etiladi.

Texnologiyani amalga oshirish tartibi:

- qatnashchilarga mavzuga oid bo'lgan yakuniy xulosa yoki g'oya taklif etiladi;

- har bir ishtirokchiga FSMU texnologiyasining bosqichlari yozilgan qog'ozlarni tarqatiladi:



- ishtirokchilarning munosabatlari individual yoki guruhiiy tartibda taqdimot qilinadi.

FSMU tahlili qatnashchilarda kasbiy-nazariy bilimlarni amaliy mashqlar va mavjud tajribalar asosida tezroq va muvaffaqiyatli o‘zlashtirilishiga asos bo‘ladi.

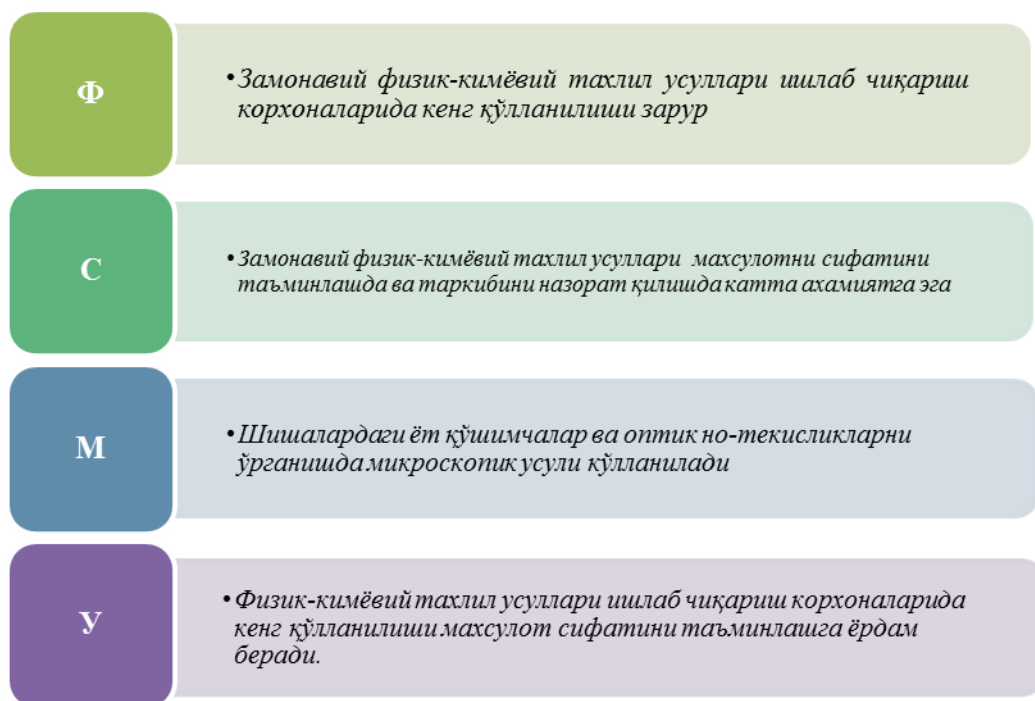
Namuna 1.

Fikr: “Zamonaviy fizik-kimyoviy tahlil usullari faqat ilmiy-tekshirish majmualarida qo‘llanilishi maqsadga muvofiq xisoblanadi”.

Topshiriq: Mazkur fikrga nisbatan munosabatingizni FSMU orqali tahlil qiling.

Namuna 2:

Fikr: “Zamonaviy fizik-kimyoviy tahlil usullari ishlab chiqarish korxonalarida keng qo‘llanilishi zarur” fikrini FSMU orqali tahlil qiling.



“Sinkveyn” metodi

“Sinkveyn” – tinglovchini ijodiy faollashtirishga, faoliyatni baholashiga yo‘naltirilgan ta‘lim mashqi hisoblanadi. Sinkveyn-fransuzcha so‘zdan olingan bo‘lib, beshlik degan ma‘noni bildiradi. “Sinkveyn” metodini amalga oshirish bosqichlari:

1. O‘qituvchi tinglovchilarga mavzuga oid tushuncha, jarayon yoki hodisa nomini beradi.

2. Tinglovchilardan ular haqidagi fikrlarini qisqa ko‘rinishda ifodalashlari so‘raladi. Ya‘ni, she‘rga o‘xshatib 5 qator ma‘lumotlar yozishlari kerak bo‘ladi.

U quyidaga qoidaga asosan tuzilishi kerak:

1-qatorda mavzu bir so‘z bilan (odatda ot bilan) ifodalanadi.

2-qatorda mavzuga juda mos keladigan ikkita sifat beriladi.

3-qatorda mavzu 3ta harakatni bildiruvchi fe‘l bilan foydalaniladi.

4-qatorda temaga doir muhokama etuvchilarning hissiyotini ifodalovchi jumla tuziladi. U to‘rt so‘zdan iborat bo‘ladi.

5-qatorda mavzuni mohiyatini ifodalovchi bitta so‘z beriladi. U mavzuning sinonimi bo‘ladi.

Namuna. “Mikroskop” so‘ziga sinkveyn tuzing.

1. Asbob.
2. Kattalashtiruvchi moslamalar.
3. Mayda jismlarni o‘rganish.
4. Moddalarni mikro va makro-tuzilishini o‘rganishda keng qo‘llaniladi.
5. MIN-8.

“Klaster” metodi

Fikrlarning tarmoqlanishi “Klaster”– bu pedagogik strategiya bo‘lib, u tinglovchilarni biron bir mavzuni chuqur o‘rganishlariga yordam berib, tinglovchilarni mavzuga taalluqli tushuncha yoki aniq fikrni erkin va ochiq ravishda ketma-ketlik bilan uzviy bog‘lagan holda tarmoqlashlariga o‘rgatadi.

Fikrlarni tarmoqlash quyidagicha tashkil etiladi:

1. Xayolga kelgan har qanday fikr bir so‘z bilan ifoda etib ketma-ket yoziladi.

2. Fikrlar tugamaguncha yozishda davom etaverish kerak.

3. Iloji boricha fikrlarning ketma-ketligi va o‘zaro bog‘liqligini ko‘paytirish.

Namuna. “Fizik-kimeviy tahlil usullari” mavzusiga “Klaster” grafik organayzerini tuzing.

III. NAZARIY MATERIALLAR

1 –mavzu. Noorganik moddalar ishlab chiqarishda zamonaviy nazorat va tahlil usullari.

Reja:

1. Kirish. Noorganik moddalar ishlab chiqarishda zamonaviy nazorat va tahlil usullari.
2. Mikroskopik tekshirish usuli.
3. Xom ashyo va tayyor maxsulotlarning kimyoviy va mineralogik tarkibini o'rganishda zamonaviy tahlil usullari - elektron-mikroskopik, rentgen mikroskopiya va rentgen-spektral tahlili (mikrozond tahlili) imkoniyatlari.

Tayanch iboralar: kimyoviy texnologiya, tekshirish usullari, fizikaviy, kimyoviy tarkib, fizik-kimyoviy, fotokolorimetrik, glinozem miqdorini aniqlash, kremnezem miqdorini aniqlash, mikroskopiya, optika, kristallooptika, kristallooptik taxlil, metallografik tahlil, nur sindirish ko'rsatgichi, simmetriya, cho'ziq kristallarning so'nishi, uzayish belgisi, optik belgi, gabitus, qo'shaloqliklar, mineral rangi.

1. Kirish. Noorganik moddalar ishlab chiqarishda zamonaviy nazorat va tahlil usullari.

Kimyoviy texnologiya (noorganik moddalar va mineral o'g'itlar ishlab chiqarish bo'yicha) qayta tayyorlash va malaka oshirish yo'nalishini o'quv rejasida maxsus fanlar blokiga kiritilgan **“Zamonaviy nazorat va tahlil usullari” fani o'quv dasturining maqsadi** – noorganik moddalar ishlab chiqarishda zamonaviy nazorat va tahlil usullari, xom ashyo va tayyor maxsulotlarning kimyoviy va mineralogik tarkibini o'rganishda zamonaviy elektron-mikroskopik, rentgen difraktsion tahlil usullari, spektral va b. usullarni o'rni va mohiyati, asosiy asbob uskunalari to'g'risida nazariy va kasbiy tayyorgarlikni ta'minlash va yangilash, kasbiy kompetentlikni rivojlantirish asosida ta'lim-tarbiya jarayonlarini samarali tashkil etish va boshqarish bo'yicha bilim, ko'nikma, malaka va kompetensiyalarni takomillashtirishga qaratilgan.

“Zamonaviy nazorat va tahlil usullari” fanining *vazifasi*-zamonaviy nazorat va fizik kimyoviy tahlil usullarining nazariy va amaliy prinsiplari, kimyoviy texnologiyada xom- ashyo va mahsulotlarning kimyoviy va mineralogik tarkibini, struktura tuzilishlarini, zamonaviy fizik kimyoviy tahlil usullarida

ishlatiladigan apparatura va jihozlarining tasnifi, tuzilishi, mahsulotlarni fizik-mexanik xossalari, ularni aniqlash usullari, ISO va davlatlararo andoza talablarini bilishi darkor va ulardan samarali foydalanish usullarini o'rganishga yo'naltirishdan iborat.

Noorganik moddalar ishlab chiqarishda zamonaviy nazorat va tahlil usullari.

Kimyo sanoatida mahsulotlar, tabiiy va sun'iy minerallar hamda kimyoviy birikmalarning strukturalari, fazoviy tarkiblari, mikrotuzilishi, issiqlik ta'sirida strukturalarini o'zgartirishlari fizik-kimyoviy tekshirishlar orqali aniqlanadi. Kimyoviy ishlab chiqarishda olingan barcha mahsulot turi, masalan sement kukuni, keramika buyumi, shisha va turli turdagi elektron materillari (sement, shifer, gips, ohak, g'isht, olovbardosh buyum, samarador g'isht, koshin, quvur, deraza oyna, shishakristall, dielektrik, o'tkazgich va boshqalar) ning struktura va xossalari ham fizik-kimyoviy usulda tekshirish orqali amalga oshiriladi.

Tekshirilayotgan modda yoki mineralni chuqur tahlil etishda faqat bir yoki ikki parametr ma'lumotlari bo'yicha cheklanib qolmasdan, balki uni kompleks ravishda tahlil etish lozim. Olingan natijalar bir-birini to'ldirib, tekshirilayotgan obyekt haqida to'liq bir xulosa chiqarishga imkon beradi. Ilmiy tahlilni sanoatda qo'llash orqali ishlab chiqarilayotgan mahsulot sifati yaxshilanadi va tannarxining arzonlashishiga erishiladi. Fizik-kimyoviy tahlil bu - tayyor maxsulot olish uchun ishlab chiqarish jarayonlarida qo'llaniladigan usul va metodlar (xomashyo, material yoki yarim fabrikatlarga ishlov berish, aralashtirish, qoliplash, quritish, kuydirish kabi jarayonlar orqali ularning holati, shakli va xususiyatini GOST, TU kabi texnik sharoitlar talablari bo'yicha o'zgartirish) majmuini to'la ta'minlovchi va shu bilan birga texnologik jarayonlarning turli bosqichlaridagi nazoratni ham o'z ichiga olgan kimyoviy, fizik-kimyoviy va fizikaviy omillar yig'indisi.

Fizik-kimyoviy tahlilda shu kunga qadar insoniyatga ma'lum bo'lgan barcha assosiy analiz metodlari gruppasidan, masalan, kimyoviy (vazn, hajm, kolorimetrik, gaz xajmiy va boshqa), fizik-kimyoviy (elektrovazniy, potensiometrik, amperometrik, polyarografik, fotokolorimetrik, xromatografik va boshqa) va fizikaviy (rentgenospektral, alanga fotometriyasi, massa spektroskopik, lyuminessent, aktivasion, magnit kabi) analiz metodlaridan foydalaniladi.



1 - rasm. “Физик кимёвий таҳлил усуллари” mavzusiga klaster diagrammasi.

Физик-кимёвий таҳлил keyingi vaqtlarda fan va texnikaning turli sohalarida кимёвий бирикма, минерал, tuproq, qurilish materiallari, keramika, shisha va sitall xamda bog‘lovchi materiallar xom ash‘yolari, organik va noorganik ishlab

chiqarish mahsulotlarini tekshirishda keng qoʻllanmoqda. Ayniqsa sanoatda texnologik jarayonlar nazorati va materiallar analizida u juda ham qoʻl kelmoqda.

Fizik-kimyoviy tahlilning asosiy usullari. Kimyoviy modda, kamyob, nodir va tarqoq metallar, silikatlar va qiyin eriydigan nometall materiallar, mineral oʻgʻitlar, organik sintez mahsulotlari, polimer va plastmassa, kompozitsion birikmalar, tabiiy togʻ jinslari va ularga oʻxshash sunʼiy mahsulotlar juda xilmaxil va murakkab. Shuning uchun ularning xususiyatlari va tarkiblari ham turlichadir. Bunday materiallarni tekshirish usullari ham turlicha boʻlib, ularni ikki katta guruhga ajratish mumkin:

1. Optika usullari. Bu guruhga umumiy nomi kristallooptika deb ataluvchi immersion tahlil, metallografik tahlil, monokristallar tahlili kirgan boʻlib, ular maxsus optika asboblari - polyarizatsion va metallografik mikroskoplar orqali olib boriladi.

2. Kimyoviy va fizik-kimyoviy usullar. Bularga petrografiyaning petrokimy, petrurgiya, petrofizika kabi sohalari kiradi. Bu usullar yordamida materiallarining tarkibini mukammal oʻrganish va ularning paydo boʻlishi, xossaxususiyatlarini fizik-kimyoviy qonunlar nuqtai nazaridan talqin etish mumkin. Hozirgi vaqtda mineralogik-geokimyoviy tekshirish usuli nomi bilan ataluvchi tadqiqotlarni oʻtkazishda spektral, rentgen spektral va radiometrik analiz usullaridan foydalaniladi. Rentgenoelektron mikroanaliz metodi yordamida esa minerallarning tarkibi tez va sifatli aniqlanadi. Petrurgiya usulida sunʼiy mahsulotlar oʻrganilib, ularning tabiiy minerallar genezisiga oʻxshash-oʻxshamasligi aniqlanadi.

Kimyoviy ishlab chiqarish mahsulotlarini fizik-kimyoviy tahlilining asosiy usullari qatoriga kiradi: mikroskopiya; elektron mikroskopiya; rentgenografiya; termografiya; IQ spektroskopiya; yadro magnit rezonansi (YaMR); elektron paramagnit rezonansi (EPR); elektronografiya; xromotografiya; magnetoximiya; izotropiya; kimyoviy analiz; spektral analiz; boshqa usullar yordamida oʻrganiladi.

Namunalarni fotokolorimetrik usulda aniqlash. Fotokolorimetrik tahlilni FEKN-57 tipidagi jihazda olib boriladi. Bu ekspress tahlil usuli bo'lib, tortish usuliga qaraganda turli xil kimyo sanoati mahsulotlardagi muhim komponentlarni topishda qisqa vaqtni oladi.

Komponentlarni aniqlovchi fotokolorimetrik usul eritmadan o'tadigan intensiv nurni kamayishi darajasini moddadagi bo'yalgan kompleks ko'rinishida aniqlashga asoslangan.

Fotokolorimetrik usulda eritmaning qalinligi o'zgarmas holatda bo'ladi, shuning uchun faqat optik zichlik, ya'ni undan chiqayotgan intensiv nurni logarifmi nisbati aniqlanadi. Har xil konsentrasiyasidagi (standart va aniqlanayotgan) ikkita bo'yalgan eritmani xolati quyidagi tenglama asosida ifodalanishi mumkin:

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

Bu yerda D_1 – va D_2 - standart va aniqlanayotgan eritmaning optik zichligi;
 C_1 va C_2 - standart va aniqlanayotgan eritmaning konsentrasiyasi.

D_1 va D_2 aniqlanib C_1 ni konsentrasiyasini bilgan holda C_2 ni konsentrasiyasini hisoblab topish mumkin. Shunday qilib, standart (etalon eritma) eritmani konsentrasiyasini bilgan holda, tekshirilayotgan eritmaning miqdorini aniqlash mumkin.

Buning mohiyati konsentrasiyasi aniq bo'lgan tekshirilayotgan standart eritmalarning konsentrasiyasi bilan optik zichligi orasidagi bog'lanish grafigini mg/l yoki % hisobida ta'sirlashdan iborat. Eritmaning optik zichligini aniqlangandan so'ng, shu grafik yordamida tekshirilayotgan eritma konsentrasiyasini topiladi.

2. Mikroskopik tekshirish usuli.

Mikroskopik tekshirish usuli ahamiyati va rivoji. Noorganik moddalar kimyosi va texnologiyasida kimyoviy moddalarning xossalari va sifatini o'rganishda keng qo'llaniladigan qadimiy usul mikroskopik usuldir. Mikroskopik usul ilmiy-tekshirish ishlari olib borishda mikroskopni qo'llash va mikroskopik

preparatlar yordamida juda kichik, mayda, faqat mikroskop bilangina ko‘rinadigan zararchalarning spesifik xossa-xususiyatlarini aniqlashga qaratilgan usuldir. U aniq kimyoviy metodlardan foydalanib, juda oz miqdordagi moddalarni analiz qilish imkonini beradi.

Mikroskopiya usuli optika qonunlariga asoslangan bo‘lib, u haqidagi ilk ma’lumotlar eramizdan avvalgi IV-II asrlarda yashagan Aristotel, Yevklid va Ptolemeya asarlarida uchraydi. Kattalashtiruvchi shisha yoki lupani esa bu usulning eng birlamchi va o‘ta sodda asbobi deb qarash mumkin. Eramizning XI asrida yashagan va Yevropada Alxazen nomi bilan atalgan arab olimi Ibn Al-Xaytan, XIII asrda tadqiqotlar olib borgan Rodjer Bekon, XVI asr boshida yashagan italiyalik rassom Leonardo da Vinchi fotometriya nazariyasi va amaliyotiga asos solishdi. Optika asboblarini kashf etish va yasash esa XVII asr boshlariga to‘g‘ri keladi. Jumladan, 1609 yil italiyalik olim Galileo Galiley tomonidan kattalashtiruvchi truba - durbin, 1611 yil nemis olimi Iogann Kepler tomonidan teleskop, 1638 yil U. Gaskoyn tomonidan okulyarli mikrometr yaratildi.

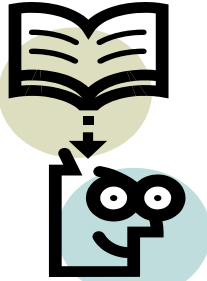
Bu holni aniqlash uchun gradirovkali grafik qurish aniq natijalarni beradi.

Mayda obyektlarni ko‘rsatuvchi ma’nosini anglatuvchi “mikroskop” termini hayotga 1646 yil nemis olimi A. Kirxer va polyak astronomi I. Gaveliya tomonidan tadbiiq etildi. Ammo mikroskopiya usulining “otasi” sifatida butun dunyoda gollandiyalik A. Levenguk va angliyalik tadqiqotchi R. Guk hisoblanadi. A. Levenguk o‘z qo‘li bilan yasagan mikroskop orqali insoniyat tarixining olamshumul ixtirosini yaratadi. U suv tomchilarida shu davrgacha ma’lum bo‘lmagan jonli modda mikroblar borligini aniqlab, yangi fan “mikrobiologiya” ga asos soldi. Uning tadqiqotlari fransuz olimi L.Pastor tomonidan davom ettirildi va natijada turli kasalliklarning paydo bo‘lishi va tarqalishida mikroblar asosiy sababchi ekanligi isbotlab berildi. Guk esa o‘zi yaratgan nurli mikroskop orqali o‘simlik va xayvonlarning xujayrali tuzilishga ega ekanligini kashf etdi. Umuman olganda yuz yilcha davom etgan bu davrda mikroskopdan

kengroq foydalanildi. Mikroskopik tahlilning takomillashishi kristallografiyaning rivoj topishiga olib keldi.

Kristallooptika usuli. Tabiiy va sun'iy kimyoviy birikmalar, xom-ash'yo, material va buyumlar, mineral va kompozitsiyalarning optik ko'rsatgichlarini ularning kristall shakllari, tarkibi va simmetriya qonuniyatlariga bog'liq xolda o'rganuvchi fan sohasi kristallooptika deb ataladi. Bu soha fizika, kristallografiya va mineralogiya fanlari bilan bog'liqdir.

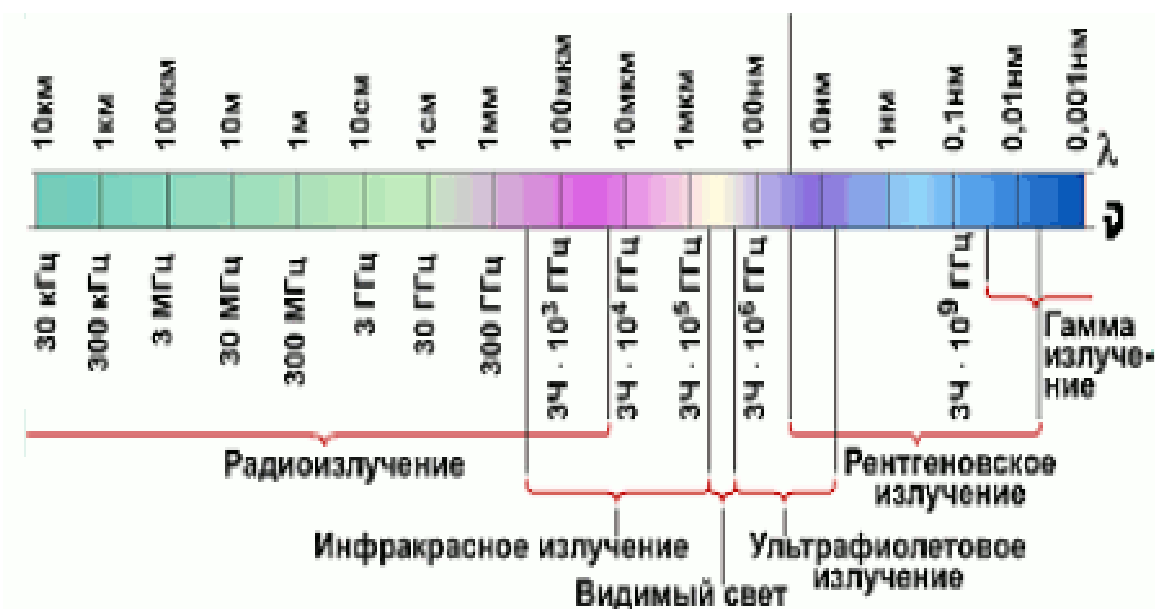
Kristallooptikada kristall tuzilishiga ega bo'lgan materiallardan nur to'lqinlarining o'tishi xodisalari o'rganiladi. Unda tadqiqotlar nur va uning turli sharoitda tarqalishini kuzatish va tegishli xulosa chiqarish orqali olib boriladi.



Nur to'lqinlari elektromagnit to'lqinlar turkumiga kiradi. Inson uzunligi 400-760 mkm ga teng bo'lgan nur to'lqinlarinigina ko'ra oladi.

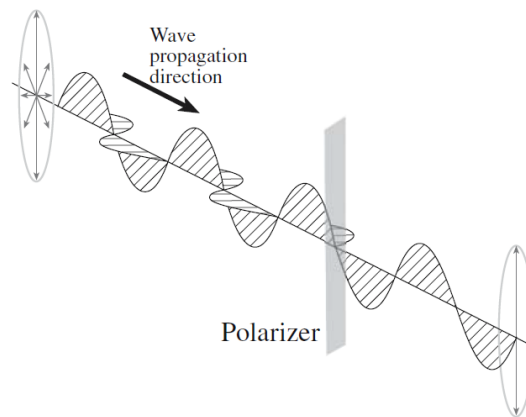
Elektromagnit to'lqinlari elektr (Ye-Ye1) va magnit (M-M1) to'lqinlaridan iborat. Bu to'lqinlar bir-biriga va shu bilan birga yorug'lik energiyasining tarqalish yo'nalishiga perpendikulyardir. Mana shu yorug'lik energiyasi tarqaladigan yo'nalish nur deb ataladi (2-rasm).

Kristallooptika usulida nur tarqalishini kuzatish orqali tadqiqotlar olib boriladi¹.



2- rasm. Elektromagnit to'lqinlar shkalasi.

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



3-rasm. Nur polarizatsiyasi.

Mikroskopik tahlilda nurning minerallardan o‘tishi va sinishi xodisasi katta ahamiyatga ega. Bular orqali quyidagi xususiyatlar aniqlanadi:

1. Nur sindirilishi va sindirilish ko‘rsatgichi- N_g , N_m va N_p ;
2. Nurni ikkilanib sindirish kuchi – $(N_g - N_p)$ yoki ΔN ;
3. Nur polarizatsiyasi – bir tekis polarizatsiyalangan nurlarni xosil qiluvchi va mikroskopik stolchasi ostidagi polarizator orqali bajariladi;
4. Nur interferensiyasi – interferension ranglarning paydo bo‘lishi;
5. Nisbiy miqdorni aniqlash – okulyar setka va integratsion stolcha orqali;
6. Kimyoviy birikma va minerallar relyefi – Bekke chizig‘i;
7. Pleoxroizm – moddaning yutish (absorbsiyalash) qobiliyatlari;
8. Mineral o‘qlari – N_g va N_p o‘qlari;
9. Moddalarning uzayish belgisi – musbat va manfiy uzatish;
10. So‘nish burchagi – to‘g‘ri va qiya sinish va boshqa xususiyatlar.

Mikroskopik tahlilning muvaffaqiyatli amalga oshirilishi qo‘llaniladigan apparatlarga ko‘p jihatdan bog‘liq. Tegishli apparatlarsiz ilmiy-tadqiqot ishi, texnika va tibbiyot muammolarini hal etish mumkin emas.

1617-1619 yillarda kashf etilgan mikroskoplar biologik, kimyoviy va boshqa tekshirishlar uchun taaluqli polarizatsion mikroskoplardir.

MP-2, MP-3, MP-4, MIN-4, MIN-5 va MIN-8 turdagi polarizatsion mikroskoplar. Ular yorug‘lik ostida ishlash uchun mo‘ljallangan zamonaviy apparatlar qatoriga kiradi. Kichik hajmni kattalashtirishda yorug‘lik manbai

bo'lib oddiy stol lampasi xizmat qiladi. Hajmni juda kattalashtirishda esa OI-9 va OI-19 kabi sun'iy yoritgichlar qo'llaniladi.

Odatda nur sindirish ko'rsatkichi n yoki N -ni o'lchashda sariq nurlar, ya'ni D - natriy bug'lari chizig'i (to'lqin uzunligi $\lambda = 5893 \text{ \AA}$) qo'llaniladi.

Obyektiv sifatida obyektiv va okulyarlar to'plamiga kirgan va obyektlarni 17,5 X dan to 1350 X gacha kattalashtiruvchi moslamalar qo'llaniladi.

Hozirgi vaqtda sanoat korxonalarini, ilmiy - tekshiruv institutlarida zamonaviy MIN-8 mikroskopi ishlatiladi (6- rasm).

MIN- 8 markali polizasion mikroskopning asosiy detallari quyidagicha:

1- mikroskop asosi - massiv plitka. Uning ichiga kondensor linza va burish prizmalari joylashtirilgan.

2-okulyar. U5X, 6X, 8X, 15X va 20X marta kattalashtirishga imkon beradi;

3- tubus. U tutgichning yuqori qismiga qo'zg'almas qilib mahkamlanadi. Tubus o'yig'iga analizator yoki boshqa kompensatorlar moslamasi o'rnatilgan

4- opak-ilyuminator OP-12 ni o'rnatish salazkasi. Bu o'z navbatida mikroskopda qaytgan nurlar yordamida ham ishlashga imkon beradi.

5- qiya monokulyar moslama. Predmet stolchasini doimo gorizontaal holatda saqlab obyektzni kuzatish uchun xizmat qiladi;

6- silindr shaklidagi metall truba. Unda ko'rish uchun kattalashtirib beruvchi sistema-okulyar o'rnatilgan;

7- predmet stolchasi. Uning ustiga tekshirilayotgan obyekt o'rnatilgan bo'ladi. Predmet stolchasi kronshteynga o'rnatilgan bo'lib, katta tishli sil-jitish mexa-nizmi yordamida yuqoriga-pastga xarakatlanadi;

8- kondensor. U o'rnatilishi yoki olib qo'yilishi mumkin;

9- siljitish mexanizmi. Uning yordamida predmet stolchasi yuqoriga-pastga xarakatlantiriladi;

10-xarakatlantiruvchi dastalar. Ular mikroskop asosining ikki tomonidagi mexanizmni xarakatlantiradilar;

11- opak-ilyuminator OP-12. U tubusning pastki qismida joylashgan;



- 12- mikroskop dastagi;
- 13- markazlash vintlari. Uning yordamida yoritish sistemasining holati o'zgartiriladi;
- 14- linza yoritish sistemasidan tashqariga chiqarilgan dasta;
- 15- disk. U analizatorning ustiga interferensiyon yorug'lik filtri sifatida o'rnatilgan;
- 16- obyektiv. U 3X, 8X, 20X, 40X, 60X va

90X marta kattalashtirishni ta'minlaydi.

4-rasm. MIN-8 markali polarizatsion mikroskopning ko'rinishi.

Nur sindirish ko'rsatgichi ko'pincha immersion suyuqlik yordamida aniqlanadi. U tekshirilayotgan obyekt va muxit (suyuq yoki qattiq)ning nur sindirish ko'rsatgichini taqqoslashga asoslangan. MIN-8 kabi polarizatsion mikroskoplar bilan bir qatorda ilmiy-tadqiqot ishlarini olib borishda metallografik mikroskoplar ham keng qo'llaniladi.

Mikroskoplarning kattalashtirish darajasini ta'minlovchi moslamalar.

Ular qatoriga obyektiv (obyektning kattalashtiruvchi linza, yoki bir nechta linzalardan tashkil topgan murakab optik sistema) va okulyar (ko'rish uchun kattalashtirib beruvchi sistema, u silindr shaklidagi metall trubaga o'rnatilgan ikkita linzadan tashkil topgan) larning to'plami kiradi. Obyektning kattalashtirish darajasi quyidagi 1-jadvalda keltiriladi.

1-jadval

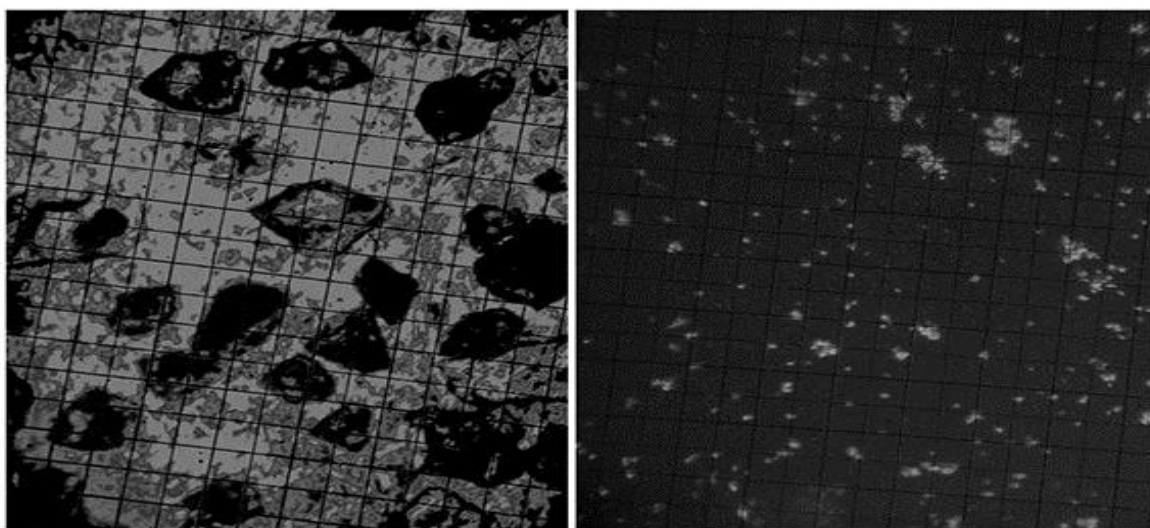
Obyektning kattalashtirish darajasi

Obyektiv	Okulyar va kattalashtirish						
	5 ^x	6 ^x	8 ^x	12 ^x	15 ^x	17 ^x	20 ^x
3 ^x	15	18	24	37.5	45	51	60
8 ^x	40	48	64	100	120	136	160
20 ^x	100	120	160	240	300	340	400
40 ^x	200	240	320	480	600	680	800
60 ^x	300	360	480	720	900	1020	1200
90 ^x	450	540	720	1080	1350	1530	1800

Mikrofotografiya namunalari.

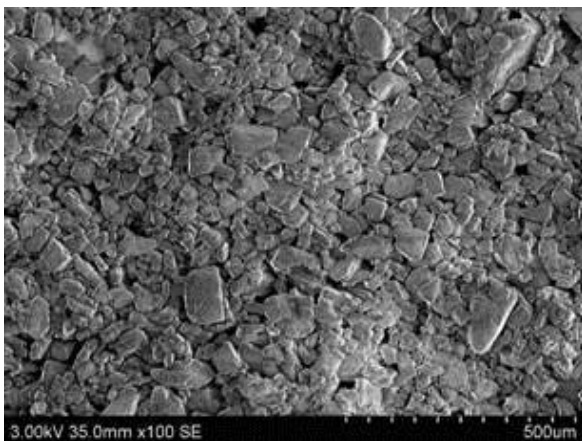
Mikrofotografiya usuli orqali tasvir hujjat maqomini oladi. Shuning uchun magistrlik, nomzodlik va doktorlik dissertasiya ishlari olib borishda, solishtirish etalonlari yasashda va korxonah mahsulotlari sifatini tasvir orqali belgilashda ishlatishda u bebaxodir.

Barcha mikroskoplarga fotoapparatlar o'rnatish mumkin. Tasvir qaytgan va o'tuvchan nur asosida paydo bo'lishi va olinishi mumkin. Quyidagi rasmlarda o'ziga xos kristallarning mikrofotosuratlari berilgan.

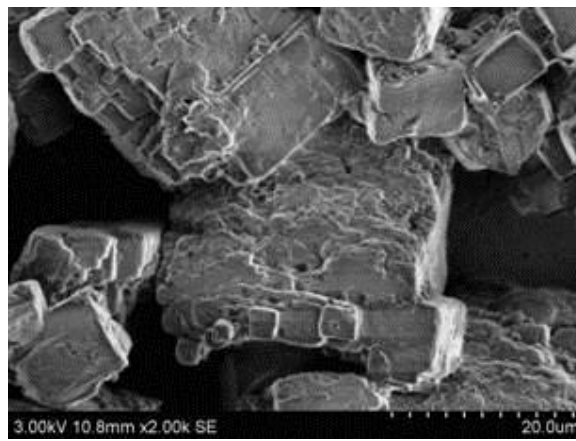


5-Rasm. Sementning maydalik darajasini tekshirish (1 kletka – 30 mkmni tashkil etadi. Chap tarafda – sharli tegironda maydalangan sement, o'ng tarafda yangi RIM-500 tegirmonida). RIM-500 uskunasida maydalangan sement kukuni aktivligi yuqori ko'rsatkichlarga ega.

O'g'it sifatida keng qo'llaniladigan flotatsion usulda olingan KCl da 90% gachan mayda zarrachali foydali komponent, undan tashqari 0,013% (130 g/t) amin RNH_3Cl borligi aniqlangan. O'g'itni granululash masalasi ancha murakkab xisoblanadi, chunki amin gidrofob xususiyatga ega. Birinchi o'rinda "Uralkaliy" korxonasida ishlab chiqarigan KCl ni mikroskopik usuli yordamida o'rganildi – 6- rasm A- optik mikroskop «Axio Imager» («Carl Zeiss» firmasi) va 6-rasm-B elektron- skanerli mikroskope «S-3400N» («Xitachi» firmasi). Rasm A dan ko'rinib turibdiki mineral donachalari noto'g'ri shaklida (qo'llanishni qiyinlashtiradi).

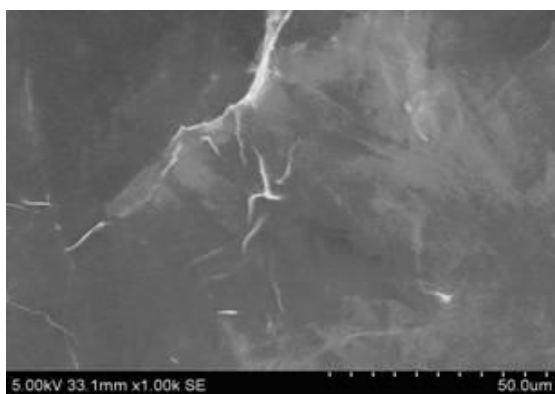


6-Rasm. A. 100X kattalashtirilgan kaliy xloridi changi minerallarining rasmi.

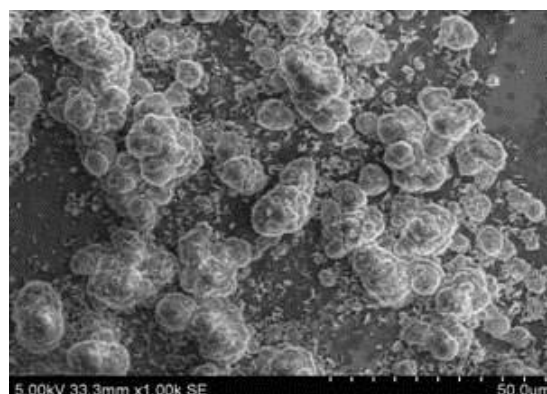


6-RasmB. - 2000X kattalashtirilgan kaliy xloridi changi minerallarining rasmi.

Gidrofob aminning mikroskopik usulda oʻrganilganda – 12- rasm A – uning yuzasi silliq qatlamni xosil qilishi aniqlandi, kaliy xloridni natriy metasilikati bilan ishlanganda – 12-rasm B - amin u bilan reaksiyaga kirishadi va aminning qatlami buziladi, amin aloxida globulalarga ajraladi va KCl ning gidrofilligi keskin oshadi.

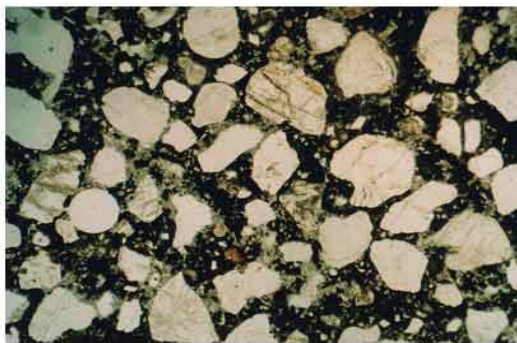


7-Rasm A. – Toza aminning mikrofotografiyasi
T=25°S
(SEM, 1000Xkattalashtirish)



7-Rasm B. – Amin qatlamini natriy metasilikati bilan ishlanganidan soʻng mikrofotografiyasi
T=25°S
(SEM, 1000Xkattalashtirish)

Magnezial sement asosida olingan sementning mikroskopik usulda oʻrganish. Kaustik magnezit (bogʻlovchi modda):qum (toʻldirgich)=1:3 miqdorida qoʻshilgan sement namunalari mikroskopik tahlil oʻrdamida oʻrganish natijalari 8-rasmda keltirilgan.

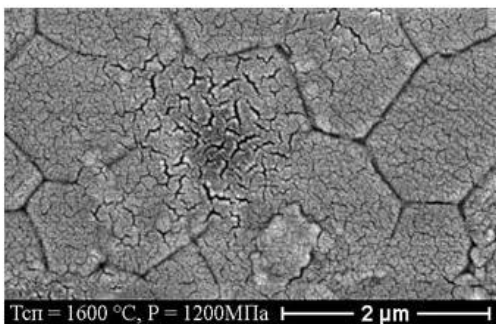


8-Rasm A. Sement plitkasini mikrorasmlari – qora rangdagi asosiy massa – magnezial sement, yirik donali oq rangli zarrachalar – dala shpatlari, slyudalar tarkibida tutgan qum minerallari. kattalashtirish darajasi $25\times$. O‘tqazuvchi nur, nikollar parallel xolda.

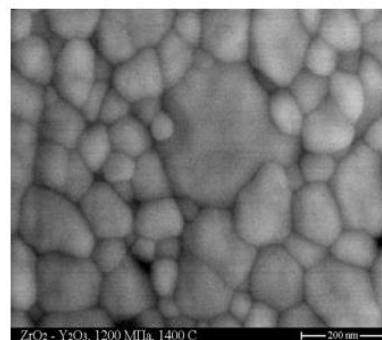


8-Rasm B . Sement plitkasini mikrorasmlari – qora rangdagi asosiy massa – magnezial sement, yirik donali oq rangli zarrachalar – dala shpatlari, slyudalar tarkibida tutgan qum minerallari. kattalashtirish darajasi $25\times$. O‘tqazuvchi nur, nikollar kesishga xolda.

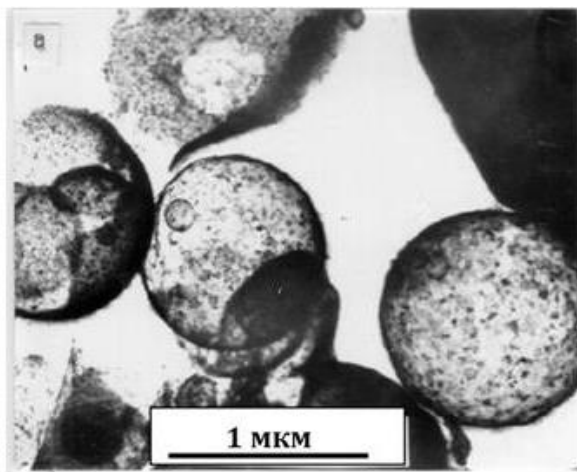
Sirkonli texnik keramika numanaliri mikroskopik tahlili yordamida o‘rganish (9-rasm):



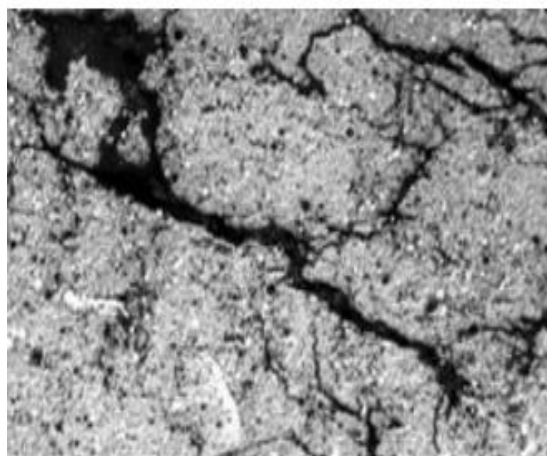
9-Rasm A. 1600 °Sda sintez qilingan keramik namunalarni elektron mikroskopik rasmlari. (EVM-100 elektron mikroskopi)



9-Rasm B. 1400 °Sda sintez qilingan keramik namunalarni elektron mikroskopik rasmlari. (EVM-100 elektron mikroskopi)

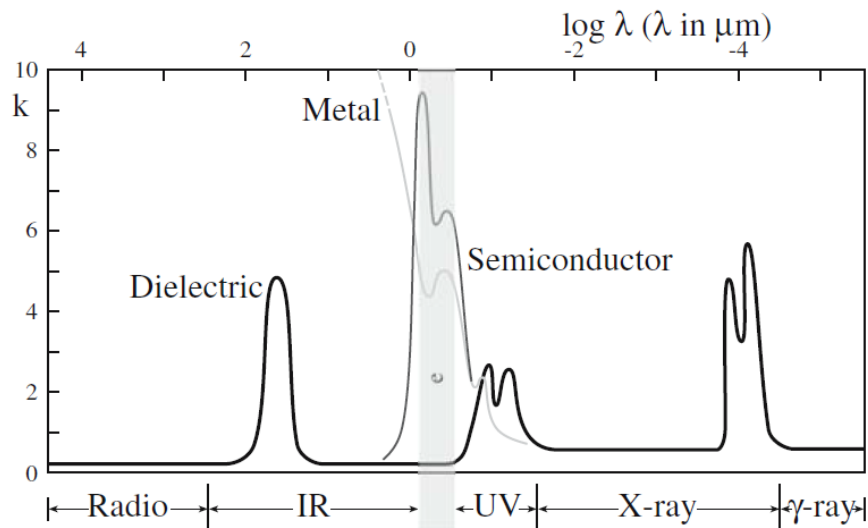


10-Rasm -V. Ultradispers 80% ($ZrO_2+3\%$



10-Rasm- G. Sirkonli keramik namunalarida 1600 °Sda yoriqlar paydo bo‘lishi namoyon

Y_2O_3) - 20% Al_2O_3 kukuning mikrorasmlari- bo'ladi. zarrachalarning o'chamlarini aniqlashga imkoniyat beradi: 2 % monolit kristallitlar- o'lchamlari 2...5 mkm; 30 % - zich sferoidlar - diametri 0,1...1 mkm; 20 % bo'shliq sferoidov, diametri 0,2- 1,2 mkm; 48 % mayda aglomeratlar.



11-rasm-D. Metall, yarim-o'tqazgich va dielektriklar uchun yutilish chastotasini o'zgarishini solishtirish (yorug'lik nuri spektri to'q rang bilan belgilangan)².

3. Xom ashyo va tayyor maxsulotlarning kimyoviy va mineralogik tarkibini o'rganishda zamonaviy tahlil usullari - elektron-mikroskopik, rentgen mikroskopiya va rentgen-spektral tahlili (mikrozond tahlili) imkoniyatlari.

Turli texnika va fan soxalarida elektron-mikroskopik tahlil uslui keng qo'llaniladi. Yuqori kattalashtirish qobiliyatiga ega bo'lganligi sababli (oddiy mikroskoplardan 100 barobar kuchliroq) eletron mikroskoplar mikroobyektlarni strukturasi atom-elektron qatlamlari darajasida o'rganishga imkoniyat beradi. Elektron mikroskoplar ikki asosiy turga bo'linadi:

1. O'tqazuvchi elektron mikroskoplar (просвечивающий - ПЕМ) – nur o'tqazish natijasida namunalari o'rganiladi.
2. Rastro nurli elektron mikroskoplar (растровый ПЕМ) – namunadan qaytgan yoki ikkilamchi elektronlar yordamida.

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

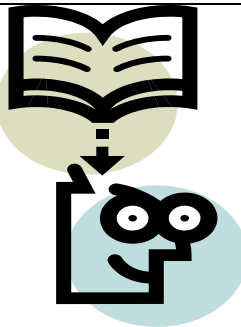
Zamonaviy elektron mikroskopik usullarga yana mikro diffraksiya va elektron-zond tahlili qiradi.

Zamonaviy elektron mikroskopik usullari kimyo mahsulotlarini tashkil etuvchi minerallari va agregatlarini nozik mikromorfologiyasini, materiallardagi turli nuqson va dislokasiyalarni, material jinslarini bir xilmasligi darajasini aniqlashda, turli fazalarning morfologik va struktura tarkibi, kristall panjaraning periodikligi va nuqsonlarini o'rganishga imkoniyat beradi.

Elektron mikroskopning tuzilishi oddiy mikroskopga o'xshash bo'lib, u elektron pushka, magnit yoki elektrostatik turli fokuslovchi linzalar to'plami, predmet stoli bilan namuna joylashtirish kamerasi, fluoressensiya ekrani va fotokamera, elektr quvvati bloki va vakuum sistemasidan iborat. Elektron mikroskoplar turlari - O'tqazuvchi elektron mikroskop BS-613 "Tesla", rastro nurlu elektron mikroskop S-405a "Hitachi", JEM-400EX (JEOL, Japan) 12– rasm

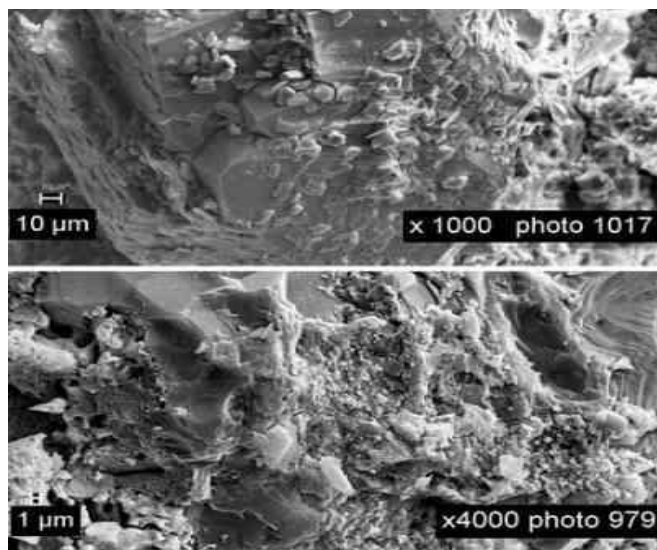
<p>1. Марка - JEM-400EX</p> <p>2. Производитель/страна - JEOL, Япония</p> <p>3. Технические характеристики -</p> <ul style="list-style-type: none">• Ускоряющее напряжение: 400 кВ (шаг -100В)• Источник электронов: LaB6 -катод• Наличие энергетического фильтра и монохроматора (для прецизионного EELS анализа)• Объективная линза (UHP-40):<ul style="list-style-type: none">○ коэффициент сферической аберрации - 1мм;○ коэффициент хроматической аберрации - 1,6мм;○ фокусное расстояние - 3,2 мм;○ шаг фокусировки - 1,2 нм;○ максимальное увеличение - 1200000;• Разрешающая способность: 0,165 нм (по точкам), 0,100 нм (по линиям) <p>4. Местонахождение в ЦКП - Отделение высокоразрешающей электронной микроскопии, к. 105</p> <p>5. Год модернизации - 1990.</p> <p>6. Балансовая стоимость - 5228 тыс. руб.</p>	
---	--

12-Rasm. JEM-400EX (JEOL, Japan) elektron mikroskopining ko'inishi va texnik ko'rsatkichlari.



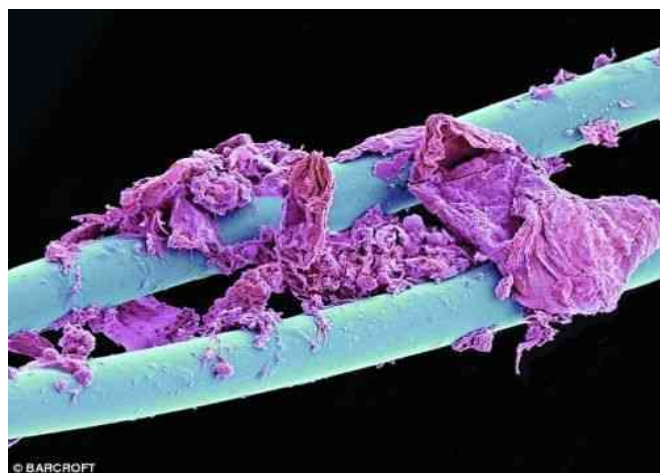
1. Elektron mikroskoplar³.

Ularda katod nurlaridan foydalanish orqali katta yutuqlarga erishildi. Ular qatoriga 1931 yili nemis olimlari M.Knollem va E.Rusk tomonidan yaratilgan elektron mikroskoplarida tortib to hozirgi zamonaviy interferension elektron mikroskoplargacha kiradi. Nazariy jihatdan bunday mikroskoplarda 100 A^o gacha, amaliy jihatdan esa 500-1000 A^o bo'lakcha arni ko'rish mumkin (12-15 rasm).



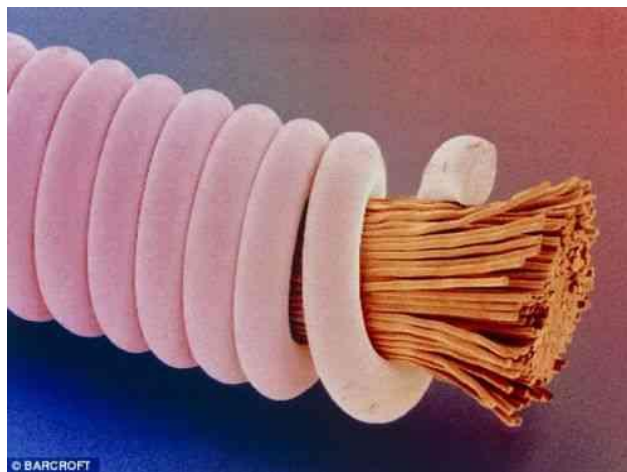
13- rasm .

Elektron mikroskopda olingan tasvir (Mikrostruktura materialov dolmenov, электронный микроскоп: (photo 1017) - dolmen doliny reki Pshada; (photo 979) - dolmen gory Neksis).



14- rasm. Zamonaviy elektron mikroskopning ko'rinishi.

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



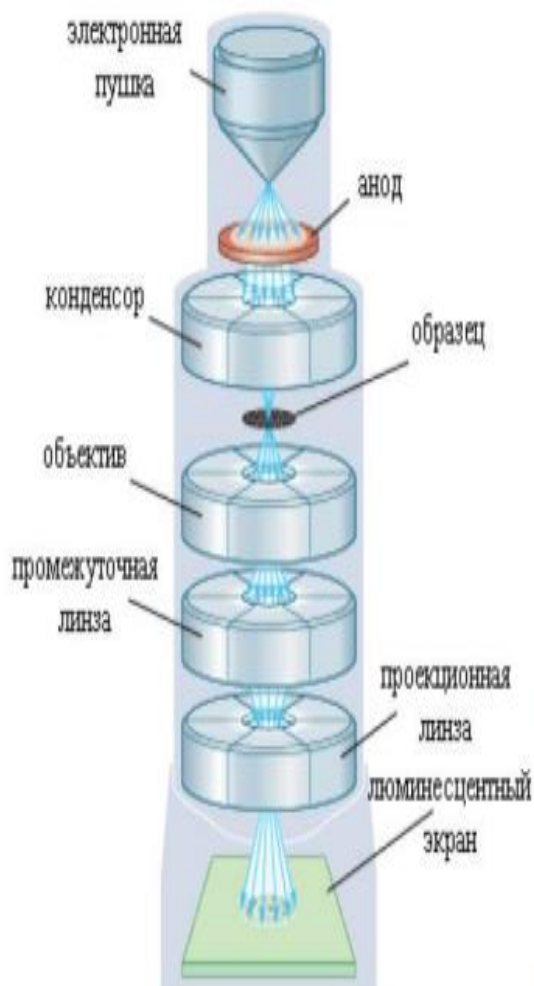
15- rasm. Ip tolasi va gitaraning ipi elektron mikroskopda ko‘rinishi.

2. Rastro nurli elektron mikroskoplar (16-rasm). Ular qatoriga rastro nurli mikroskop, massiv obyektlarni tadqiqot qilishga mo‘ljallangan rastro elektron mikroskopi, kuchlanishi 150 kV bo‘lgan rastro elektron mikroskopi, katod-lyuminessent obyektlarni tekshiruvchi rastro elektron mikroskopi, televizion tasvirli ultra tovushli mikroskop va boshqalar kiradi.

3. Rentgen mikroskopiyasi va mikrozonnd tahlili. Rentgen proyeksiyali mikroskop, rentgenli topografiya, elektron-zondli rentgen mikroanalizatori (17 rasmlar), ion-zondli mass-spektral mikroanalizator va boshqalar bu guruhga kiradi.

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

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.

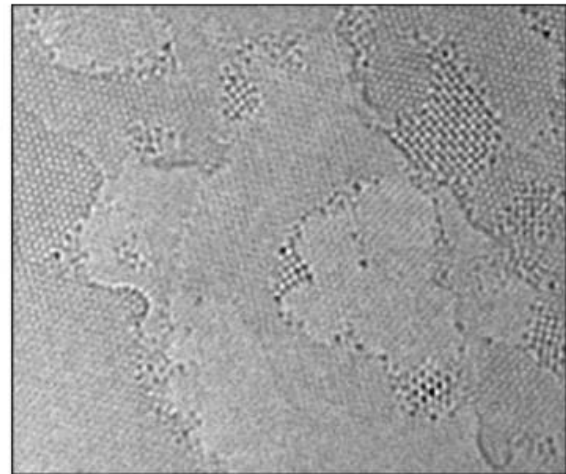
(СТМ).

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

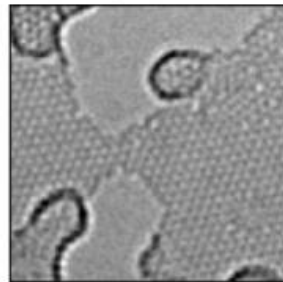
(Dy@C82)@SWNT



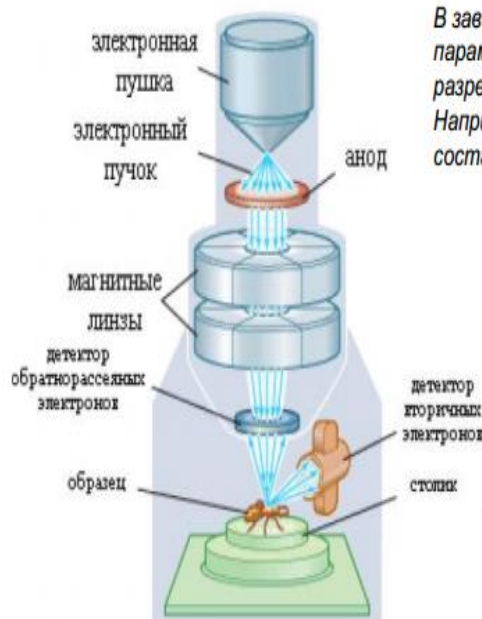
Ag @Graphene



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.

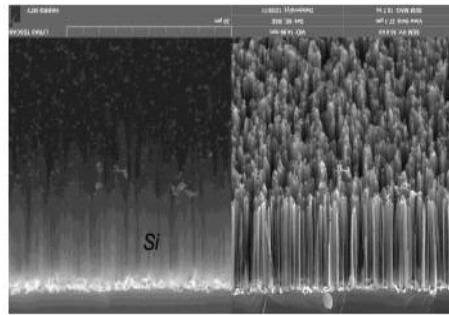
Например, в микроскопе Hitachi S-5500 разрешение составило 0.4 нм (при напряжении 30 кВ)

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

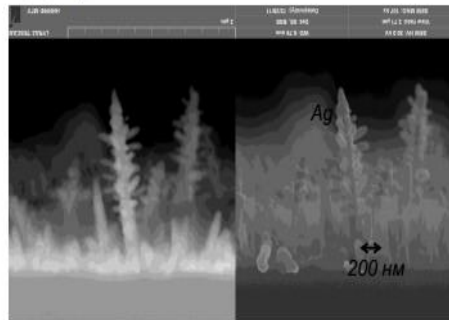


Примеры использования СЭМ

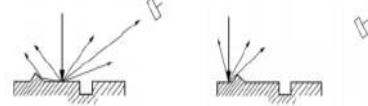
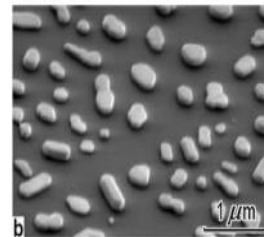
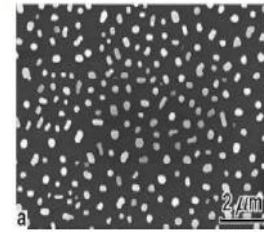
Ag/Si «нано-трава»



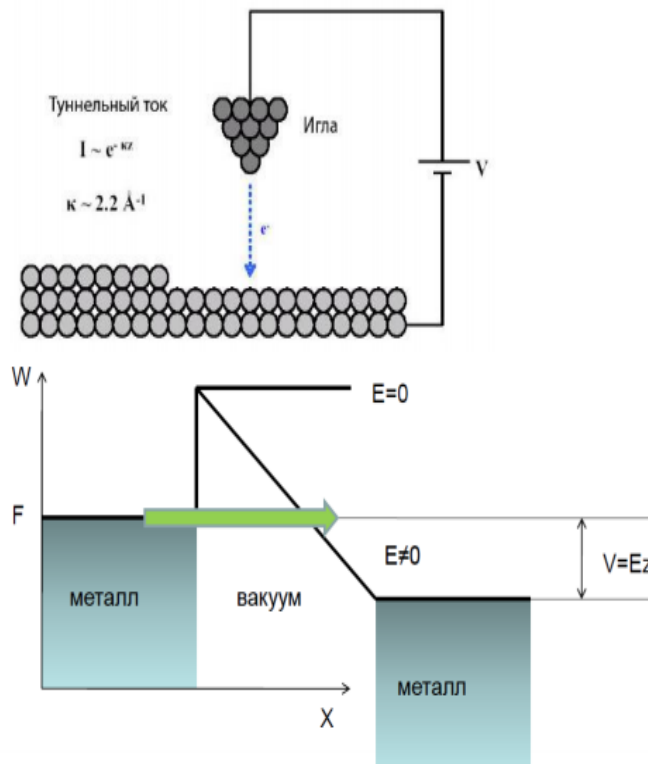
обратно-рассеянные электроны вторичные электроны



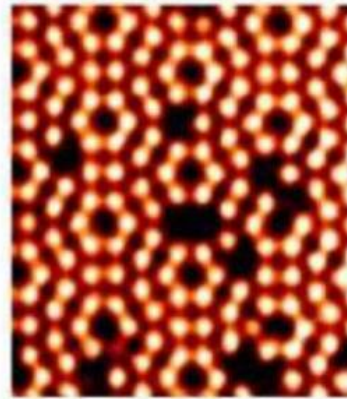
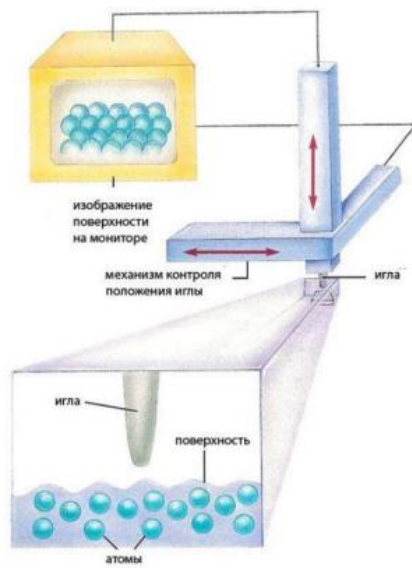
Островковая пленка золота (Au), измеренная при нормальном (а) и наклонном (б) падении электронного луча



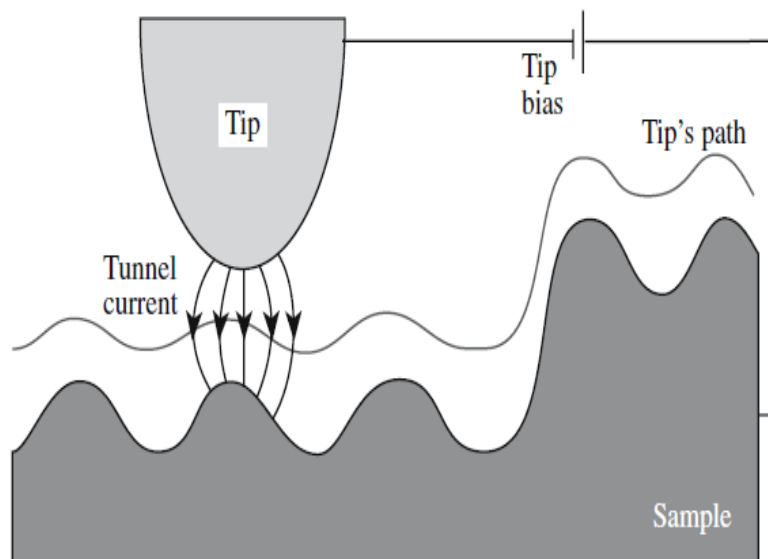
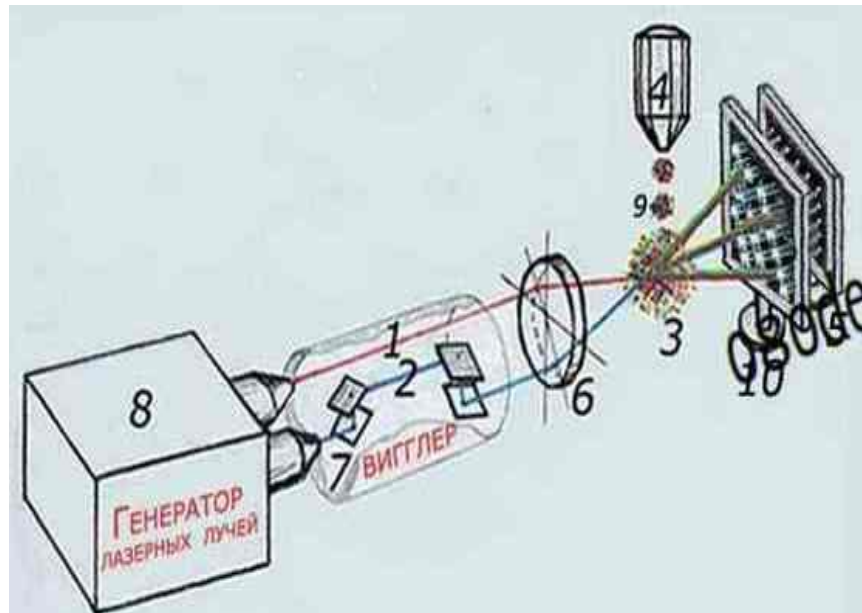
Сканирующий туннельный микроскоп (СТМ, STM)



Пример использования СТМ

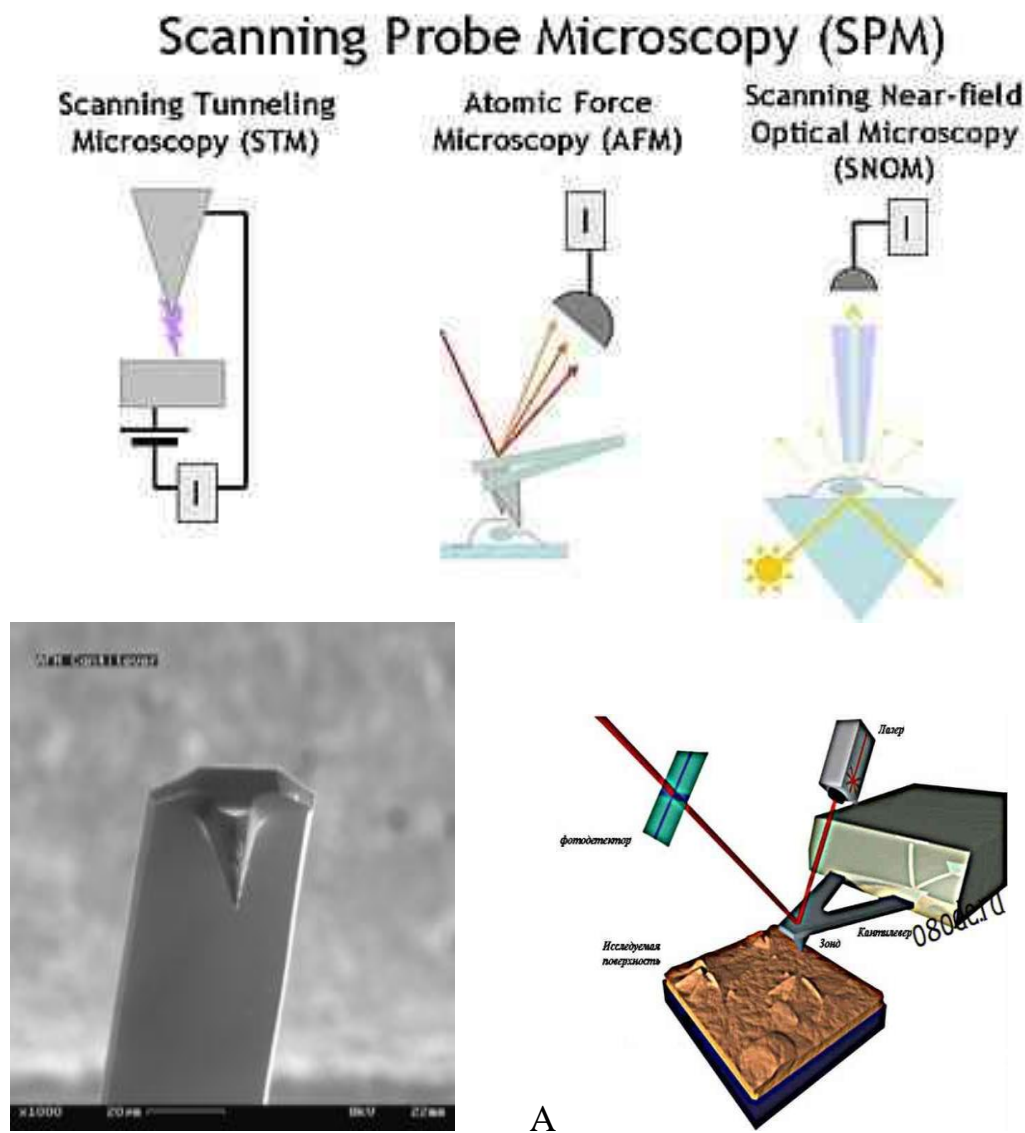


СТМ изображение поверхности кремния – видно упорядоченное расположение атомов и структурные дефекты (вакансии).



STM tahlil usulida igna namuna yuzasi bilan o‘zaro to‘qnashmaydi.

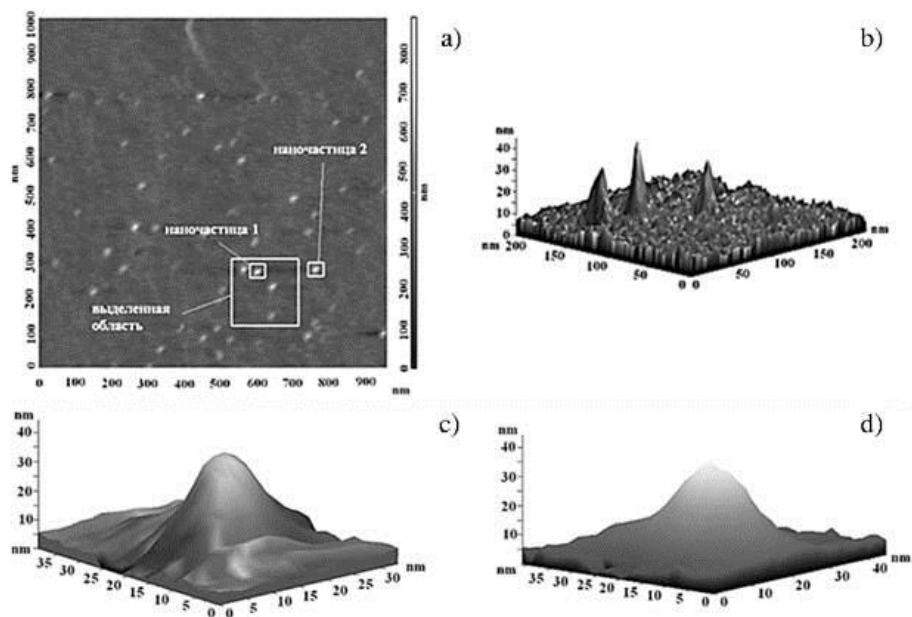
STM usulida namuna juda ingichka (200 nm dan kichik) bo‘lishi kerak, bu degani o‘rganilayotgan namuna buziladi va tahlil qilish uchun namuna tayyorlash uchun vaqt sarf etiladi⁴.



16- rasm. Mikro -zondning ko‘rinishi (A) va ishlash prinsipi (B).

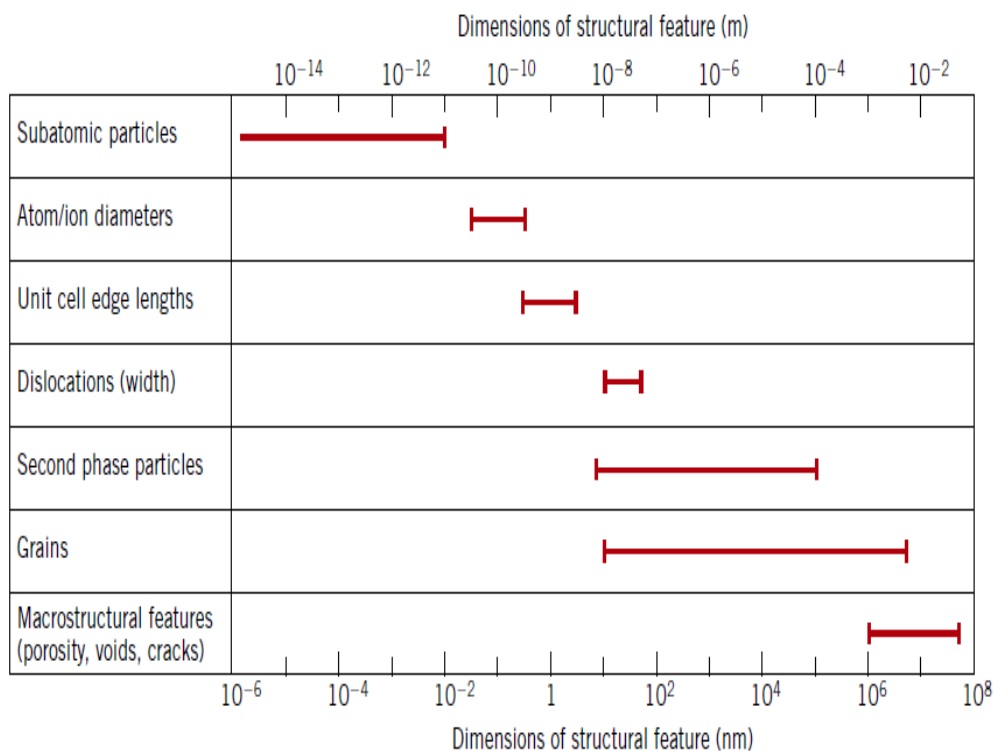
Mikrozond tahlili material yuzasini va uni tashkil etuvchi elementlarni, kimyoviy birikmalarni aniqlashga imkoniyat beradi. Misol tariqasida 24-rasmda keltirilgan kvarts qumidan olingan texnik SiO₂ ni mikrozond bilan tekshirish natijalari keltirilgan.

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

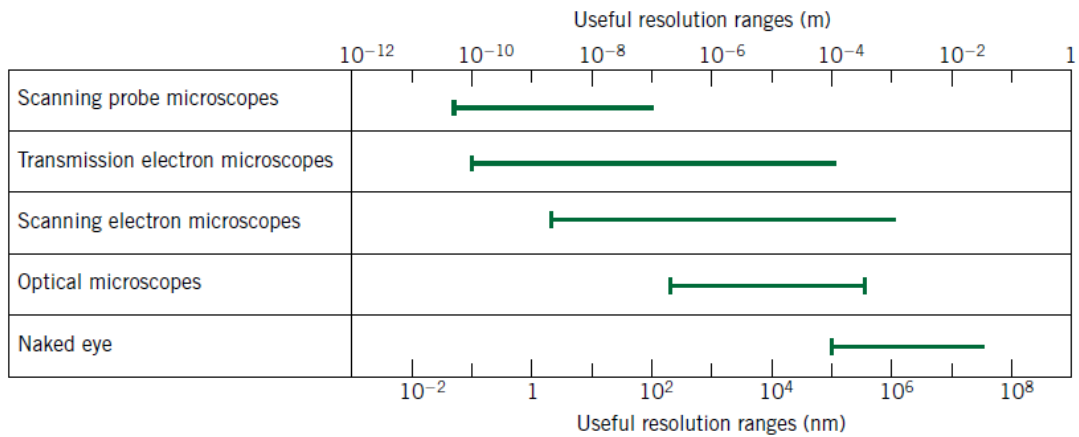


17-rasm. Amorf SiO_2 (kvars qumsidan olingan) yuzasi: a) nanozarrachalarning guruxlarini 2D tekislikda ko‘rinishi; b) nanozarrachalarning guruxlarini 3D tekislikda ko‘rinishi; c), d) 1 va 2-nanozarrachalarning 3D tekislikda ko‘rinishi. (Atom-kuchlanishli elektron mikrozondi SOLVER P47).

Xulosalar:



18 A-rasm. Zarrachalar turlari va ularning o‘lchamlari⁵.



18 B-rasm. Optik mikroskopik, SEM, TEM, STM usullari yordamida moddalarni o‘rganish imkoniyatlari.

Mavzu bo‘yicha nazorat savollar.

1. Mikroskop termini nimani anglatadi?
2. Taxlilda aniqlanadigan asosiy xususiyatlar – nur sindirish ko‘rsatgichi va boshqalar qanday izohlanadi?
4. Minerallar, xom-ash‘yolar, yarim mahsulotlar va tayyor mahsulotlarning optik xususiyatlari qanday asboblarda yordamida aniqlanadi?
5. Kristallooptika usulida tabiiy va sun‘iy kimyoviy birikmalar, xom-ash‘yo, material va buyumlar, mineral va kompozitsiyalarning optik ko‘rsatgich-lari qanday qonunlarga bo‘ysinadi va aniqlanadi?
6. Mikroskopning qanday turlarini sanab bera olasiz?
7. Mikroskoplar uchun qanday moslamalar mavjud?
8. MIN-8 markali polyarizatsion mikroskopining asosiy detallari nomini aytib bering.

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

2-mavzu: Rentgen difraksion tahlil usullari (XRD).

Reja:

1. Rentgen difraksion tahlil usullari (XRD).
2. Rentgen nurlari, zamonaviy tekshirish usullari va asosiy uskunalari.
3. Sifat rentgen fazaviy tahlil, kristal moddalar strukturasi tahlil qilish, kristall panjaradagi tekisliklararo masofani hisoblash.

Tayanch iboralar: Rentgen, rentgen nurlari, Vulf-Bregg difraksion effekti, qatq rentgen nuri, yumshoq rentgen nuri, monoxromatik nurlanish, rentgen apparati, rentgen kamerasi, rentgen trubkasi, ionli rentgen trubkasi, elektronli rentgen trubkasi, kenogron, cho'g'lanish reostati, yuqori voltli transformator, cho'g'lash transformatoridifraktometr, nurlanish detektorlari.

1. Rentgen difraksion tahlil usullari (XRD).

1895 yili fizika fanida olamshumul voqea ruy berdi. Shu yili ulug' nemis fizigi, Nobel mukofotining birinchi laureati, professor V.K. Rentgen tomonidan ko'z ilg'amaydigan yangi nur "X" borligi qayd etildi. Bu nurlar keyinchalik olim sharafiga rentgen nurlari deb ataldi.

1912 yili Laue va uning hamkasabalari tomonidan rentgen nuri difraksiyasi kashf qilindi. Natijada fazalarni to'g'ridan-to'g'ri identifikatsiya qilishga imkon beradigan eng ishonchli rentgenofazoviy analiz usuli yaratishga muvaffaq bo'lindi.

Rentgen nurlarini registratsiya qiluvchi ionizatsion va ssintilyatsion schetchiklarning paydo bo'lishi va takomillashtirilishi, fotografiya usuli yaratilishi va unda fokuslovchi kamera-monoxromatorlarning taraqqiy ettirilishi orqali fazoviy analiz chegaralari kengaytirildi.

Rentgen nurlarining kashf etilishi, yaratilgan turli usul va jixozlarning qo'llanilishi fizika, kimyo, tibbiyot va ayniqsa texnika fanlari (metallar texnologiyasi, metallurgiya, mashinasozlik)ga imkoniyatlar ochib berdi.



Rentgenografiya (XRD) – rentgen nurlari va ularni metall, metall qotishmalari, kimyoviy birikma, mineral va turli xom ashyolarni tadqiqot qilish fani. U yuqorida sanab o'tilgan moddalarning atom, sub-, mikro- va makrostrukturalari xamda kimyoviy tarkibini aniq bilishga xizmat qiladi. Kimyoviy modda yoki mineral atom darajasidagi tuzilishini tekshirilayotganda kristall panjaralarining turi va parametrlarini aniqlash imkonini beradi. Uning asosiy yutuqlari kristallar, kristall singoniyalari, kristall panjaralari kabi terminlarga kelib taqaladi.

Rentgen nurlari $0,01:0,00001$ mk yoki $10^2:10^{-1}$ A to‘lqin uzunligiga ega bo‘lib, ular yorug‘lik nurlari kabi elektromagnit tabiatga ega. Ular lar musbat yadro va manfiy elektronlardan tashkil topgan atomga doimiy ossillirovkalanuvchi kuchi kabi ta’sir etadi. Elektron va yadro bir yaqinlashadi, bir uzoqlashadi. Natijada atomning o‘zi tushayotgan rentgen nuri to‘lqin uzunligiga nurlanadi. Alohida atomlardan chiqarilayotgan nur to‘lqinlari yoyi bir-biriga qo‘shiladi va yoyilgan to‘lqinlar frontini hosil qiladi. Atomlarning panjaralaridan yoyilgan ko‘pgina to‘lqinlar ichida faqat kuzgudan qaytarilish qonuniga bo‘ysinuvchigi saqlanib qoladi. Aynan qaytgan nur va atomli zanjir o‘rtasidagi burchak xuddi zanjir va tushayotgan nur orasidagi burchak singari bo‘lish kerak. Hajmiy kristallar uchun bu kartina murakkablashadi.

Rentgen nurlari birinchi marta Rentgen tomonidan ikkita elektrod kavsharlangan shisha naychadan iborat havoni 10^{-5} mm simob ustuni bosimida so‘rib olinishi va undan elektr toki o‘tkazilishi orqali hosil qilingan. O‘rnatilgan elektrodlardan o‘ziga xos, ko‘zga ko‘rinmaydigan nurlar chiqishi qayd etilgan.

Rentgen nurlari kvant nurlari qatoriga kiradi, ta’siri gamma nurlari kabidir. Bu nurlarning xidi yo‘q. Ular rangsiz bo‘lib, buyumlar ichiga kirishi, singish, tarqalish, yoritish, fotokimyoviy ion hosil qilish, biologik ta’sir ko‘rsatish kabi xossa - xususiyatlariga ega.

Rentgen nurining turli modda va jismlar ichiga kirish xususiyati nur to‘lqinlarining uzunligiga bog‘liq. Agar nur tarkibida “qattiq”, ya’ni to‘lqin uzunligi kichik nurlar ko‘p bo‘lsa, ichiga kirish “yumshoq” (to‘lqin uzunligi uzun) nurlarga nisbatan ko‘proq bo‘ladi.

Rentgen nurlarining intensivligi turli modda va jismlardan o‘tayotganda o‘zgaradi. Bu ularning qalinligi, qattiqligi, solishtirma og‘irligi va kimyoviy tuzilishiga bog‘liq. Gaz va havo rentgen nurlarini singdirmay hammasini o‘tkazib yuboradi. Lekin bariy sulfat yoki qo‘rg‘oshin ko‘p nur o‘tkazmaydi. Shuning uchun ular rentgen nurlaridan saqlanish uchun to‘siq sifatida ishlatiladi.

Rentgen nurlari modda yoki jism tomonidan yutilganda, ular ikkinchi darajali rentgen nurlarini chiqaradigan manbaga aylanib qoladi.

Rentgen nurlarini olish zamonaviy turlicha tuzilgan apparatlarda amalga oshiriladi, lekin ularning paydo bo'lishi bir xil prinsipga – rentgen trubkasida katodga yuqori kuchlanish berilganda o'zidan elektronlar – gamma nurlari chiqarilishi, ularning kutblangan antikatodga kuch bilan urilishi natijasida katta tezlikda zarrachalar otilib chiqishiga asoslangan.

Rentgen nurlarining difraksiyasi.

Rentgen nurlarining kristall moddalar atomlariga urilib tarqalishi Moskva universitetining professori G.V. Vulf va ingliz fiziklari ota-bola G. va L. Bregglar tomonidan birinchi marotaba o'rganilgan. Qaytgan nurlarni olimlarning fikricha kristalldagi atomlar tekisligidan qaytgan deb hisoblash mumkin.

Kristallardagi rentgen nurlari difraksiyalarini bayon etishning qulay usulini ota-bola G. va L. Bregglar topishgan. Ularning formulasi

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

bo'lib, bu yerda n -yaxlit son bo'lib, u 1,2,3... nurlarining qaytish tartibini beradi (22-rasm);

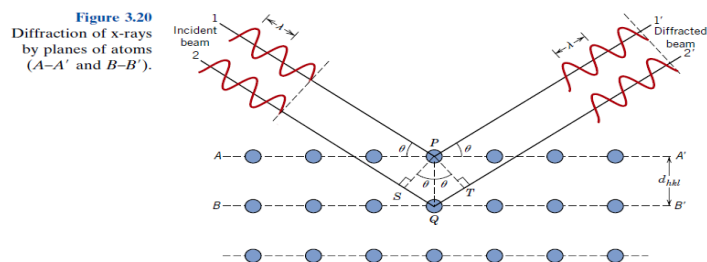
λ -rentgen nurlari to'lqin uzunligi, Å;

d -kristall panjaradagi atomlar yuzasi orasidagi masofa;

θ - atom yuzasiga tushayotgan rentgen nurlari tushish burchagi.

Yuqorida berilgan tenglama rentgenostrukturaviy va rentgenospektral analizlar uchun asosiy xisoblash formulasi bo'lib, u difraksiya natijasida og'gan nurlarning yo'nalishi kristall panjara tuzilishiga o'ta bog'liq ekanligidan dalolat beradi.

Rentgen nurlarining sindirish ko'rsatgichi birga teng deb qabul qilingan. Bu raqam rentgen nurining kristall tashqarisidagi va uning ichidagi yo'nalishlari bir xil bo'ladi degan xulosani keltirib chiqaradi.



22-rasm. Vulf-Bregglar tenglamasi yechimiga oid⁶.

Bu xolda rentgen nurlarining interferensiyasi sodir bo‘ladi. Difraksion analiz, qaysi usulda (ko‘pincha fotoplyonkada) qayd etilganidan qat’iy nazar, qattiq moddalarni atom tuzilishini o‘rganishga imkon beradi.

3. Sifat rentgen fazaviy tahlil, kristal moddalar strukturasi tahlil qilish, kristall panjaradagi tekisliklararo masofani hisoblash.

Turli birikmalarni kristal panjara yuzasi orasidagi masofani Vulf-Bregg formulasi yordamida hisoblanadi. Bunda moddaning hamma atomlari kristall yuza bo‘ylab bir-biridan parallell va teng uzoklikda joylashganligini namoyon qiladi.

Umuman olganda rentgenografiya usullarida kristall panjara tekisliklariaro masofa roli katta. Usulning asosida xam rentgen nurlarining shu kristall panjarasiga tushganda difraksiyalanishi yotadi. Bunday nurlar kristall yoki amorf qattiq modda orqali o‘tganda uning atomlaridagi elektronlarga katta ta’sir ko‘rsatadi. Bu ta’sir kristall tuzilishli moddalar uchun o‘ta sezilarlidir. Natijada elektronlar tebranma harakati vujudga keladi va ular ikkilamchi to‘lqin manbaiga aylanadi.

Difraksiyaning kristall panjarasidagi xolati va xisoboti kristallar xolatining parallel yuzalar sistemasi ko‘rinishida talqin qilinishiga kelib taqaladi. Har bir bunday yuza yoki tekislik panjaraning ko‘p sonli bolg‘ovchi nuqtalari orqali o‘tadi va ular setkasimon yuza deb ataladi. Setkasimon yuza ularning ustiga tushayotgan rentgen nurlari yoki to‘lqinlarini ko‘z gusimon qaytishini ta‘minlaydi. Difraksion maksimumlarning paydo bo‘lishi parallel setkali yuzalardan qaytayotgan to‘lqinlarning bir-birini interferensiya xodisasi orqali

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

kuchaytirishiga bogʻliq. Bu talab difraksiyanuvchi toʻlqin uzunligi (λ) va setkali yuzaga tushayotgan nur burchagi (ν) ning orasidagi maʼlum darajada bogʻlanishga bogʻliq.

Ikki qoʻsh va bir-biriga parallel atom tekisliklar orasidagi masofa (yaʼni tekisliklararo masofa) Miller indekslari (h, k va l), xamda kristall panjaraning parametrlari funksiyasi xisoblanadi.

Masalan kubik singoniya uchun⁶:

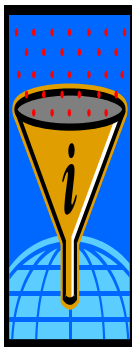
$$d_{hkl} = \frac{a}{\sqrt{h^2 + k^2 + l^2}}$$

Tekshirish usullari.

Rentgen nurlari yordamida bajariladigan rentgenografik tekshirish usullari juda koʻp. Mono- va polikristallik silikat moddalarini tekshirishda asosan quyidagi usullar qoʻl keladi:

1. Joyidan qoʻzgʻalmaydigan monokristallarni tekshirish usuli - bunda tasvir fotoplenkali kasetaga qora nuqtalar shaklida qayd etiladi. Bu usul adabiyotda Laue usuli ham deb ataladi.

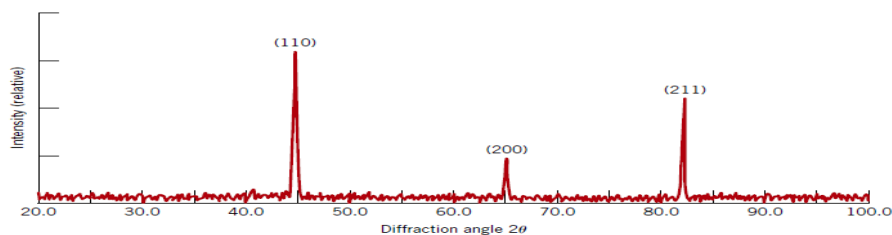
Odatda tekshirish uchun oʻlchami 0,2-1 mm boʻlgan monokristall olinadi;



2. Aylanuvchan monokristallni tekshirish usuli yoki Laue metodi - fotoplenkada doʻgʻlar shaklida tasvir olinadi. Namuna tekshirish paytida kameraning oʻqi atrofida 1 minutda 0,2-2 marotaba aylanadi. Bu xolatda elementar yacheykaning oʻlchamlari va shaklini aniq topish imkoniyati paydo boʻladi;

3. Kukun usuli - fotoplenkali silindrik kasetaga maxsus egri chiziqlar holida qayd etiladi. Ionizatsion rentgenogramma holida olinishi ham mumkin. Bu xolda fotoplyonka rolini difraktometrda shchytchik teshigi bajaradi. Difraktsion shakl sekin – asta, schytchik aylanishida paydo boʻluvchi va ketma-ket keluvchi chiziqlar xolida olinadi (23-rasm).

Figure 3.22
Diffraction pattern
for polycrystalline
 α -iron.



23-rasm. Polikristall α -temirni difraktogrammasi⁷.

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

4. Rentgenodefektoskopiya - gazli g'ovaklik, darz ketish kabi holatlar qayd etiladi.

Rentgenografik tahlil usullari⁸.

TABLE 10.7 X-Ray Diffraction Analysis		
<i>Type of analysis</i>	<i>Method</i>	<i>Sample</i>
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
	Refinement of whole pattern	Powder
Symmetry	Moving crystal-spot pattern	Single crystal
	Stationary crystal-spot pattern	Single crystal
Identification of compound	Identification of cell parameters	Single crystal
	Matching of <i>d-l</i> set	Powder
Crystal orientation	Single-crystal back reflection	Large single crystal
	Texture analysis	Powder compact
Size of crystal	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

Tibbiyotda qo'llaniladigan asosiy usullar qatoriga quyidagilar kiradi:

1. Rentgenoskopiya - bemor ekran bilan rentgen trubkasi oralig'ida turadi. Natija zichlangan joyni qoraytirish holatida qayd qilish bilan tugaydi;
2. Rentgenografiya - tekshirilayotgan a'zoning soyasi rentgen plyonkasida tasvirlanishiga asoslangan;
3. Flyuroografiya - a'zo tasviri maxsus apparat bilan suratga olinadi, bunda plyonka avtomatik holatda suriladi.

Rentgenografik analizni past xaroratda ham olib borish mumkin:

DRON-seriyali apparatlar: DRON-1, DRON-1,5, DRON-2, DRON-4 (25-26-rasm), DRON-UM1-0,1 va xokazo. Rentgen difraktometri umumiy vazifalarni bajarishga mo'ljallangan bo'lib, u ionizatsion shaklni elektron xisoblash mashinalariga ulangan perfolentaga ham tushurishi mumkin. Bunday apparatlar yuqori unumdorlikka ega. Rentgen trubkasidagi maksimal kuchlanish 50 kV, maksi-mal tok esa 60 mA.

Apparatlarning asosiy qismlari. Rentgen apparatlarining asosiy qismlariga kiradi: rentgen trubkasi, to'g'rilovchi lampa - kenotron, cho'g'lanish reostati,

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

yuqori voltli transformator, cho'g'lanish transformatori, boshqaruv pulti va uning zinapoyali avtotransformatori va boshqalar.

1. Rentgen trubkalari BSV-2, BSV-4, BSV-6 va boshqalar.B-himoyali qoplamada, xavfsiz; S-struktura tahlili uchun; V-suvli sovitish ma'nolarini anglatadi. Rentgen trubkasi rentgen nurlari manbai bo'lib, u tez uchuvchan elektronlarning yo'lida joylashgan anod bilan to'qnashuvi natijasida yuzaga keladi. Rentgen trubkalarida rentgen nurlarini yuzaga kelish uchun quyidagilar ta'minlanishi kerak:

a) Ozod elektronlarni hosil qilish;

b) Ozod elektronlarni katta kinetik energiya bilan ta'minlash (bir necha mingdan to 1-2 mln elektronvoltgacha);

v) Anod atomlari bilan tez uchuvchan elektronlarning o'zaro ta'siri.

Rentgen trubkalari belgilariga qarab quyidagicha tasniflanadi:

1) Ozod elektronlar olish usuli buyicha.

2) Vakuumni hosil qilish va uni ushlab turish usuli bo'yicha.

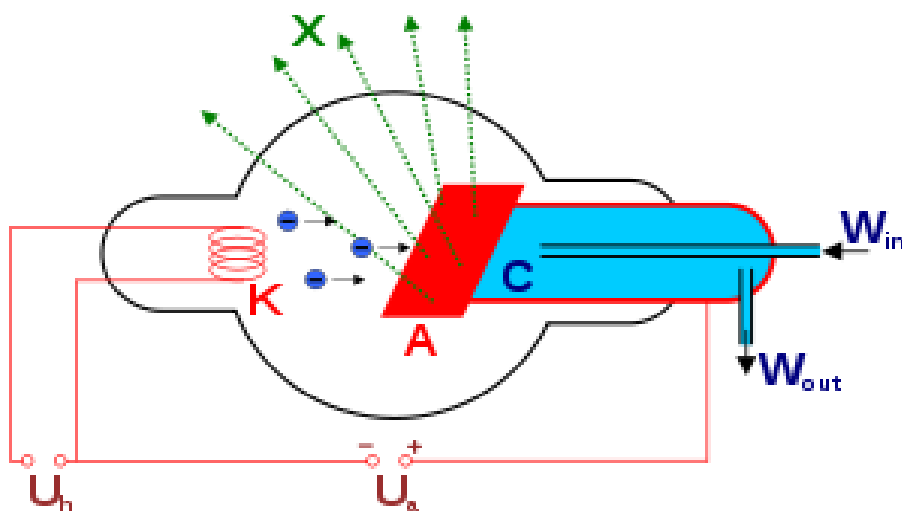
3) Ishlatilishi bo'yicha. Trubka materialni yoritish, struktura tahlili va tibbiy maqsadlarda (diagnostika va davolash maqsadida) qo'llaniladi.

4) Fokusni kattaligi (maydoni) bo'yicha. Trubkalar normal ($6-7\text{mm}^2$) va o'tkir (mm^2 ning bir necha yuz yoki mingning ulushi qismicha) fokus bilan tayyorlanadi.

Struktura tahlili uchun qalaylangan elektron trubkalar ishlatiladi (24-rasm). U shisha ballondan tashkil topgan, unga ikkita elektrod kiritilgan: katod - qizdiriladigan volfram simli spiral shaklida va anod- to'la misli trubka shaklida. Shisha ballonda yuqori vakuum ($10^{-5}:10^{-7}\text{mm}$ simob ustuni) hosil qilinadi. Unda elektronlarning katoddan anodga borish erkin xarakati ta'minlanadi. Katod issiklik va kimyoviy ta'sirdan hamda elektronlar orasidagi gazli muxitda chaqmoq hosil bo'lishidan himoyalangan.

Volfram spiral $2100-2200^\circ\text{C}$ gacha tokda qizdirilganda elektronlarni chiqaradi. Trubka polyusiga yuqori kuchlanish qo'yilganligi tufayli anodga katta tezlik bilan intiladi. Anod (anod ko'zgusi) maydoniga urilib, elektronlar

tormozlanadi. Taxminan 1% atrofida kinetik energiya rentgen nurlarining elektromagnit energiyasi tebranishiga oʻzgaradi; qolgan energiya anoddan ajralayotgan issiqlikka sarflanadi.



24- rasm. Rentgen trubkaning sxematik tasviri.

X — rentgen nurlari, K — *katod*, A — *anod* (baʼzilar *antikatod* deb ataladi), S — *teplotvod*, U_h — *napryajeniye* nakala katoda, U_a — *uskoryayuyeye napryajeniye*, W_{in} — *sovutivchi suvni kirishi*, W_{out} — *sovutivchi suvni chiqishi*.

Rentgenografik tahlildan foydalanish imkoniyatlari.

Usulni qoʻllashni amaliy imkoniyatlari juda katta. Quyida ulardan asosiylari keltiriladi:

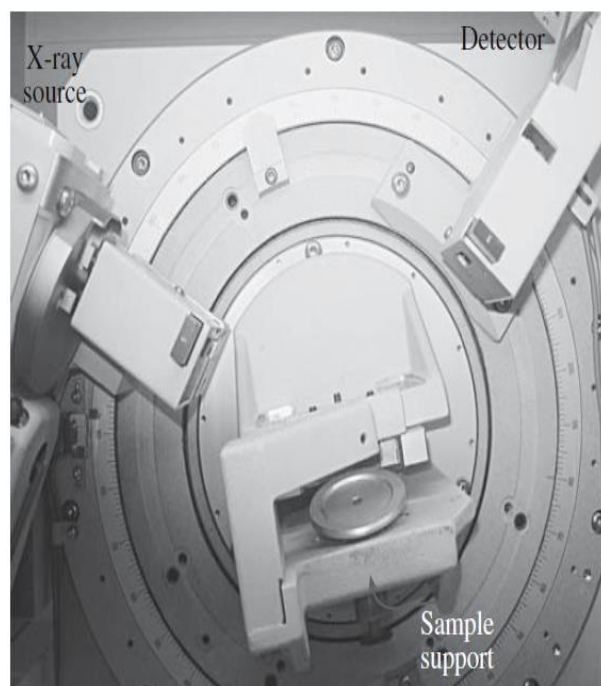
1. Tabiiy va sunʼiy minerallar va kimyoviy birikmalarning diagnostikasi uchun (kimyogar, kristallokimyogar, kristallograf, geokimyogar, geolog, geofizik, fizik, metallurg, optik va boshqalar tomonidan):

a) Minerallar turini aniqlash (slyuda, piroksen, dala shpati, granat, kvarts, alunit, melilit, vollastonit, mullit, titanat, karbonat, sulfat va boshqalar);

b) Bir turli minerallarni turli tiplarini aniqlash (biotit, flogonit, muskovit; natriyli, kaliyli va kalsiyli dala shpatlari; kaolinit, galluazit va boshqa tuproq minerallari);



25- rasm. DRON-7 rentgen difraktometri, Sankt-Peterburg



26-rasm. Difraktometrda rentgen nurlarini manbasi, namunani joylashtirish qismi (Siemens D5005)⁹.

v) Struktura turlarini aniqlash (dala shpatining monoklin yoki triklin shakli, piroksenlarning monoklin va boshqa turlari, nefelinning rombik va geksagonal shakllari va xokazo);

g) Mineral tarkibini sifat va miqdoriy baholash (ion o'lchamlari va boshqalarga bog'liq xolda).

2. Struktura tahlili uchun:

a) Moddalarning simmetriyalarini aniqlash;

b) Simmetriya fazoviy gruppalarini elementar yacheykada molekula, ion, atomlarni simmetrik joylashishi;

v) Elementar yacheyka o'lchamlari – parametralar: a, b va s; burchaklar: α , β va γ qiymatlari;

g) Panjaradagi atom, ionlarning koordinati va atomlar orasidagi masofa;

d) Moddaning kristallik strukturasi bayoni, strukturani tashqil qiluvchi atomlar orasidagi masofa, koordinasion raqam va boshqalar.

3. Aniqlash uchun:

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

a) Moddaning monokristalligi - monokristalni strukturaviy yetukligi, qo'shaloqlarning mavjudligi, o'lchami, sifati va boshqa diagnostik parametarlarini baholash imkoni;

b) Moddaning polikristalligi – polikristallar kimyoviy tarkibi, polikristall zarrachalari o'lchami va xokazo.

4. Mineral strukturasi u yoki bu elementlar va ularning shaklini aniqlash - mineral, rudadagi qo'shilma (izomorf, mexanik) larning qanday aralashmaligi va eruvchanligini o'rganish uchun.

5. Tog' jinslari va rudalarini sifati va miqdorini fazoviy rentgenografik tahlili.

6. Minerallarning dispersligi va kristallarining kattaliklarini baholash.

7. Minerallar strukturalari tuzilishi, nuqsonlar Shotki, Frenkel noaniqliklari va dislokasiyalarni baholash.

8. Mineralni teksturalarini aniqlash.

9. Rentgenoamorf va kolloid minerallarni o'rganish;

10. Minerallarning barqarorligi va turli ta'sirlardan fazoviy o'zgarishini o'rganish;

11. Zichlik, issiqlikdan kengayish koeffitsiyenti, Kyuri nuqtasi, qattiq eritmalarining idealligi yoki defekt strukturaga ega ekanligi kabi fizik xossa - xususiyatlarini aniqlash;

12. Xona xaroratidan 1500°S li xarorat ta'sirida ro'y beruvchi fizik-kimyoviy o'zgarishlarni aniqlash;

13. Minus 190°S gacha tadqiqotlar olib borish, sovuqlik ta'sirida ro'y bergan o'zgarishlarni aniqlash;

14. Rentgenografik tahlilni xavo sharoitida olib borish va olingan natijalar turg'unligini ta'minlash;

15. Rentgenografik tahlilni yuqori bosim ostida maxsus kameralardan foydalangan xolda olib borish;

16. Shisha, kanifol, gudron kabi noorganik va organik moddalarni ki-chik rentgen burchaklari ostida tekshirish va ularda bor bo'lgan fragmentlar-ni aniqlash.

Rentgenografik tahlil afzalligi.

Juda ko'p afzalliklari bor. Ulardan asosiylari qatorida quyidagilarni qayd etish mumkin.

1. Fluorescent nurlanishni filtrlash maqsadida monoxromatlardan foydalanish imkoniyati beradi.

2. Intensivlikni yuqori aniqlikda o'lchash mumkinligi (chegaralar fotografik usulda 5-7 %, elektrik usulda o'lchashda 0,5-1%).

3. Tekshirish natijalarini xujjatlilik. Ikkilamchi nurlanishni foto-grafik qayd etishda rentgenogrammaning xamma liniyalari bir vaqtning o'zida qayd etiladi. Difraktometr yordamida turli chiziqlarning intensivligi hisobga olinadi, schyotchik aylanishi yoki ionizasion kameraning o'ziyozar mashinkasida yoziladi.

4. Kristallarning o'lchamlarini aniqlash imkoniyati. Polikristall o'lchami (10^{-3} - 10^{-5} sm oralig'ida yotgan bo'lsa rentgenogrammada uzluksiz va nozik chiziqlari qayd etiladi. 10^{-5} sm dan kichik o'lchamli kristallarning mavjudligi chiziqlarning "difraktsion kengayish"ga olib keladi. Agar kristallar yirik donali va 10^{-3} dan katta bo'lsa, rentgenogramma donador, ya'ni alohida nuqtalardan tashkil topadi. Chiziqlarda kuzatilayotgan ikkala o'zgarishni ham kristallarning o'lchamlarini aniqlashda ishlatish mumkin.

5. Kichik burchak ostida kichik o'lchamli obyekt rentgenogrammalarini olish imkoniyati (masalan, qattiq eritmalarining tuzilishi bir xilda emasligi, shisha va boshqalar).

6. Teksturani aniqlash imkoniyati (mayda kristall – agregatlarning yo'naltirish qonuniyatlari).

7. Usulning yuqori darajada unumdorligi (difraktometriya);

8. Kristallning kerakli yo'nalishi bo'yicha qo'yishi va rentgenogrammasini olish imkoniyati.

9. Rentgenografiya usulining ta'sirida elektronografiya va neytronografiya usullarining paydo bo'lishi va takomillashishi. Ularda elektronlar yoki neytronlar bog'larining namunaga ta'siri qayd etiladi.

Usulning kamchiliklari. Rentgenografiya usulining afzalliklari juda ko'p, lekin kamchiliklari ham bor. Olimlarning aniqlangan kamchiliklarini bartaraf etib, usul imkoniyatlarini oshirish ustida faol ishlamoqdalar. Bular qatoriga quyidagilar kiradi:

1. Usulni amorf moddalar (shisha, kanifol, smola, yax va boshqalar) strukturasi aniqlashdagi zaifligi. Xosil bo'lgan rentgenogramma yo to'g'ri chiziqdan iborat, yoki juda past intensivli piklar yig'indisidan iborat bo'ladi. Bu kamchilik rus olimi prof. Paroy-Koшич fikricha rentgen nurlari kichik burchak ostida namunaga ta'sir ettirilishini ta'minlash presizion usuli orqali bartaraf etilishi mumkin. Bu usul shishalarning tuzilishidagi mikronoaniqliklarni tekshirishning to'g'ri usuli hisoblanadi.

2. Polikristall moddalari strukturalarini rentgenografik rasshif-rovka qilishning qiyinligi. Ularda atom strukturalarini aniqlovchi ma'lumotlar ko'pincha yetarli miqdorda emas.

Nazorat savollari:

1. Rentgen nuri qachon va kim tomonidan kashf etilgan?
2. Rentgen nurlarining to'lqin uzunligini o'lchovini keltiring.
3. «Qattiq» va «yumshoq» rentgen nurlari deb qanday to'lqin uzunligiga ega bo'lgan nurlarga aytiladi?
4. Ota-bola Bregglar tomonidan taqdim qilingan rentgen nuri difraksiyasiga oid formulani yozib bering.
5. Rentgen nuri yordamida bajariladigan rentgenologik tekshirish usullarini sanab bering.
6. Nurlanishni ionizasion qayd etish tahlili apparatlarini nomi va markasini keltiring.
7. Rentgen apparatlarining asosiy qismlari nomlari va tuzilishi haqida ma'lumotlar bering.

8. Rentgen trubkasi rentgenografik apparatlarda qanday rolni bajaradi, ular konstruktiv qanday detallardan tashkil topgan?

9. Kenotron, cho'g'lanish reostati, yuqori koltli transformator kabi rentgen apparati qismlarining tuzilishi va vazifalari haqida ma'lumotlarni keltiring.

10. Rentgenografik tahlildan foydalanish imkoniyatlari qanday?

11. Rentgenografik tahlil afzalliklari?

12. Rentgenografik usul kamchiliklari?

3- mavzu. Spektral tahlil usullari va jihozlari. Termik tahlil, differensial termik tahlil, differensial termogravimetrik, kompleks termik tahlil usullari.

Reja:

1. Infraqizil spektroskopik tahlil, fizikaviy asosi.

2. Moddalarning infraqizil spektrlari.

3. Spektr apparatlari-asboblari, konstruksiyalari.

4. Usulning amaliyotda qo'llanish imkoniyatlari, afzalligi va kamchiligi.

5. Termik tahlil. Differensial termik tahlil, differensial termogravimetrik, kompleks termik tahlil usullari

Tayanch iboralar: Infraqizil, nurlanish, spektr, spektrometr, spektrofotometr, spektral, manba, nurlanish detektorlari. termik, termografiya, derivatografik, termogravimetriya, termotarozlar, dilatometr, kompleks termik, issiqlik effektlari, endotermik, ekzotermik jaraenlar, reaksiya, tenzimetriya, gazovolyometriya, DTA, DTG.

1. Infraqizil spektroskopik tahlil, fizikaviy asosi.

Infraqizil nurlarining tabiati.

***IQ nurlanish** birinchi marta 1800 yilda ingliz olimi **Uilyam Gershel** tomonidan ochilgan. U termometrni quyosh spektri bo'ylab harakat qildirganda 0.86 mkm dan yuqoriroqda simob stolbining yuqorilab ketganligini aniqlagan. Bu hodisa ro'y bergan oblast infraqizil nurlanishning pastki chegarasi edi xolos. «**Infraqizil**» termini Stoks tomonidan 1852 yili kiritilgan «**ultrabinafsha**» terminidan farqli ravishda Bekkerel tomonidan 1869 yili kiritiladi.*



1834 yili Mellona tomonidan o‘tkazilgan tadqiqotlar natijasida infraqizil nurlarining qaytarilish va sinish tabiati yorug‘lik nurlarining tabiatiga o‘xshash ekanligi tasdiqlandi. Bundan biroz keyinroq Amper va Knoblaux tomonidan yangi kashf etilgan nurlarining tarqalishi, qaytari-lishi, polyarizatsiya va interferensiyasi xuddi yorug‘lik nurlaridek kechishi, ammo ulardan to‘lqin uzunligining kattaligi bilan farqlanishi isbotlandi.

Infraqizil nurlanish spektrining yuqori chegarasiga yetib borish uzoq davom etgan tadqiqotlar natijasida ro‘y berdi. Buning uchun juda ko‘p nurlanish manbaalari tekshirildi, turli materiallardan yasalgan prizmalar o‘rganildi. Natijada bu raqam 350 mkm atrofida bo‘lib, u radioto‘lqinlari bilan chegaradosh ekanligi tasdiq topdi.

Yuqoridagilarga asoslangan holda IQS usuli asosida turli silikat va qiyin eriydigan moda va materillarning xossalarini aniqlash, nur yutilishi yoki nur qaytishi polosalarining aniq xarakteristikasini berish ustida ishlar olib borildi. Xarakterli polosalar gruppalarining energetik o‘zgarishida tebranma yoki aylanma daraja orasidagi energiya hamda elektronlarning kuzatilgan holatidagi valent o‘zgarishiga bog‘liqligi aniqlandi.

Elektromagnit maydon bilan muhitning o‘zaro ta’siri nurlanish to‘lqin uzunliklarida kuchli tarzda o‘zgaradi.

Masalan, ultrabinafsha nurlanish fotokimyoviy ta’sirga, rentgen va γ -nurlanish- katta singish (kirib ketish) xususiyatiga ega.

IQ nurlanish faqat molekula yoki molekuladagi atomlarning alohida gruppalari bilan muloqotda bo‘ladi, hamda moddadagi kuchsiz bog‘langan yoki “ozod” tashuvchi zaryadlar bilan o‘zaro ta’sirlashadi.



IQ nurlanish- bu 0,76 dan 1000 mk gacha to‘lqin uzunligidagi (yoki to‘lqin sonlari $13160-10 \text{ sm}^{-1}$) elektromagnit nurlanish bo‘lib - yorug‘lik spektrlari (0,40 - 0,76 mk) va radioto‘lqinlar [$\lambda > 1 \text{ sm}^{-1}$ (1000mk)] oralig‘idagi nurlanishdir. Hozirgi vaqtda silikatlarni o‘rganishda ko‘pincha IQ nurlanishning 2 dan 25-40 mk gacha bo‘lgan oblastlari qo‘llaniladi.

Normal IQ nur oqimi silliqlangan, yassi modda yuzasiga tushganda:

- a) undan qaytadi;
- b) modda zarrachalarida yutiladi va yoyiladi;
- v) nur o'tkazadi.

IQ nurlarini qaytarish spektrlari quyidagi formula orqali topiladi:

$$I_{\rho} = \rho \cdot I_0,$$

bu yerda, I_{ρ} - qaytgan nurlar oqimi;

ρ - moddaning nur qaytarish koeffitsiyenti;

I_0 - modda yuzasiga tushayotgan normal nur oqimi;

IQ nurlarning o'tqazish spektrlari quyidagicha topiladi:

$$I = (1 - \rho^2) I_0 \cdot e^{-kt},$$

bu yerda, k - moddaning nur yutish koeffitsiyenti;

t - nur yutayotgan qavatning qalinligi

Nur qaytish va o'tqazish spektrlarining qiymati quyidagilarga bog'liq:

- 1) nur yutish koeffitsiyenti k , nur qaytarish koeffitsiyenti ρ va moddaning nur sindirish ko'rsatkichi n ga;
- 2) kristall panjara singoniyalariga;
- 3) strukturalarning massalar va ion radiuslariga, bunda massa qancha ko'p bo'lsa, bir singoniya kristallari nur yutishining asosiy polosalari shuncha ko'p uzun to'liqinli oblast tarafiga siljiydi;
- 4) panjaradagi izomorf qo'shilmalar va boshqa faktorlarga.

2. Moddalarning infraqizil spektrlari.

IQ oblastida nur yutilishi asosan IQ nurlanish ta'sirida modda molekulari yoki ionlarining aylanma va tebranma harakatini o'zgarishi, ba'zan ularning elektron qobig'larini deformatsiyaga uchrashi bilan xarakterlanadi.

Eng ko'p IQ nurining yutishi kristall panjara va uning komponentlari (molekula, ionlar)ning tebranish chastotalariga amaliy jihatdan mos keladi. Bu tebranishlarning xarakteri va chastotalari moddaning tabiatiga, molekulari (ionlari)ni joylashishiga, ular orasidagi masofa va boshqalarga bog'liq.

Valent bog‘lar bo‘yicha sodir bo‘ladigan tebranishlar valent tebranishlari, ularga perpendikulyar bo‘lganlari esa deformatsion tebranishlar deyiladi.

IQ nurlarni yutish spektrlari yordamida tuzilishni o‘rganish va tekshirish usullaridan kelib chiqqan holda qattiq moddalar ikki sinfga bo‘linadi:

1) Bir tartibli murakkab bo‘lmagan gruppalar komponentlari (ionlari, molekulalari) orasidagi masofa va energiyaga bog‘liq bo‘lgan kristall moddaning IQ nurlarni yutish spektrlari.

Masalan, kubik singoniyaga ega kristallar (Shefer, Matossi, 1935 y.) o‘zining bittadan tebranish chastotasiga ega. Ular massasining tebranuvchi atomlari massasi qancha ko‘p bo‘lsa, bu polosa shuncha uzun to‘lqinli oblastda surilgan bo‘ladi:

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

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

Kubik singoniyaga ega bo‘lgan kristallarning bir qanchasida bitta o‘rniga ikkita maksimumli nur yutish polosalari mavjud (masalan, NaCl uchun ikkinchi nur yutilish $\lambda=39$ mk ga mos keladi (Lekopt, 1958 y.). Bu faqat shartli ravishda Bornning kristalldinamik nazariyasining taxmini bo‘yicha panjaraning qo‘shimcha tebranishlari, qo‘shni elementar yacheykalarining atomlari ekvivalent holatda qarshi fazada tebranishi orqali tushuntiriladi. Bunday tebranishlar soni katta bo‘lishi mumkin. Masalan, yuqori panjarali kvarts uchun nazariy jixatdan 189 tebranish bo‘lishi mumkinligini ko‘rish mumkin.

2) Ichki kuchlarining bog‘lanishi gruppalararo bog‘lanishga nisbatan kuchli bo‘lgan, o‘zining strukturasi murakkab gruppaga (ionlar, molekulalar) ega bo‘lgan kristall moddalarning IQ nur yutish spektrlari.

Agar panjarada anion va kationlar kompleksi yoki gruppalar atomlari o‘zaro mustahkam bog‘langan bo‘lsa, interpretasiya va tebranishlar hisobi yoki ularga mos keluvchi nur yutish polosalarini aniqlash va moddaning tuzilishini IQ spektrlar orqali o‘rganish juda oson bo‘ladi. Bu gruppalarni (masalan, $[\text{SiO}_4]^{4-}$) yetarli darajada izolirovka qilingan va ularni katta bo‘lmagan atomlar sonidan tashkil topgan molekula deb qarash mumkin.

Murakkab gruppadan tashkil topgan moddalarni tebranishini:

a) ichki tebranish, ya'ni kompleks gruppada atomlarining ichki tebranishi;

b) tashqi tebranish, ya'ni boshqa gruppada yoki atomlariga nisbatan kompleks gruppada tebranishi.

2 chi sinf qattiq moddalarning tuzilishini ahamiyatiga ko'ra amaliy jihatdan IQ nur yutish spektrlari o'rtasidagi bog'lanishi quyidagicha belgilanadi:

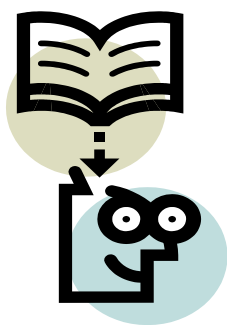
1) nur yutish polosasining soni gruppada simmetriyasi va atomlari soniga bog'liq;

2) gruppalarning nur yutish polosalari va ularning siljishlari hamda boshqa gruppalar (yoki kationlar va neytral zarrachalar) va bir xil gruppalarning o'zaro joylashishiga bog'liq.

Gruppalarning ma'lum darajada qonuniy joylashishi masalasiga kelsak, masalan bir turli singoniyada kristallari uchun, tekshirilayotgan murakkab gruppada nur yutish polosa holati qo'shni gruppada o'lchamlari va massasi bilan aniqlanadi. Bu holat moddaning identifikatsiyasi yoki modda sinfini (masalan, kislota, aldehydlarning tuzi, kationlar va boshqalar) aniqlash uchun asos bo'lib xizmat qiladi.

Ba'zi minerallar (dolomit, lyudvigit, granat, xlorit) uchun IQ nur yutish polosa izomorf gruppalar holatiga to'g'ri proporsional ravishda siljishi topilgan (Arxipenko, 1963 y.; Aleksandrov, 1965 y.; Kovalev va boshqalar, 1965 y.). Bu shuni bildiradiki, izomorf gruppada (ion) tekshirilayotgan gruppada nur yutish polosasini siljishini yuzaga keltiradi. Mineralning mexanik qo'shilmalari esa tekshirilayotgan moddaning nur yutish polosa holatida o'zgarishlar sodir etmaydi. Ko'rinishidan nur yutish spektri bo'yicha moddadagi komponentlarning shaklini chiqishi va polosaning siljish kattaligi bo'yicha izomorf qo'shimchalar sonini aniqlash imkonini beradi.

Moddaning kristalliligini IQ nur yutish spektrlariga ta'siri, ba'zi gruppalarning nur yutish polosalarini soni va parchalanishi bilan ifodalanadi, chunki parchalanish tavsifi kristall panjara tipi bilan aniqlanadi. Amorf moddalarda parchalanish polosa kuzatilmaydi.



Masalan, yutilish polosalari taa'luqli: silikatlar va SiO_4 ga- 1100-900, 830-740 va 500-400 sm^{-1} ; boratlar, BO_3 va BO_4 lariga- 1300-1150, 1050-900 va 780-660 sm^{-1} ; fosfatlar va PO_4 ga-1100-1000,830-780 va 650-500 sm^{-1} ; arsenatlar va AsO_4 ga – 900-780, 550-400 va 350 sm^{-1} ;sulfatlar va SO_4 ga–1250-1000,650-610 va 450 sm^{-1} ; karbonatlar va SO_3 ga-1450-1410,880-860 va 740-680 sm^{-1} ;nitratlar va NO_3 ga–1380-1350 va 840-815 sm^{-1} ; volframatlar va WO_4 ga- 930-810, 450-400 va 320 sm^{-1} ; molibdatlar va MoO_4 ga – 950-810, 450-400 va 320 sm^{-1} ; vanadatlar va VO_4 ga – 1150-730, 480-450 va 350 sm^{-1} .

3. Spekr apparatlari-asboblari, konstruksiyalari.

Bu usulda qo'llanadigan jihozlar spektrometr yoki spektrofotometr deb ataladi. Ushbu priborlar yordamida nur chiqish intensivligi o'lchanadi va ular detektorli qurilmaga fokusirovka qilinadi. Dispergirlashgan elementning turiga qarab ular uch asosiy klasslarga ajraladi:

1. Prizmali;
2. Difraktsion;
3. Kombinirovka prizma-difraktsion.

Gruppa yoki radikallarga oid ma'lumotlar, kationlarning anionlar bilan beradigan valent tebranishlarini aniqlashda infraqizil spektroskopik tahlil yaxshi natija beradi. Infraqizil nurlarni yutish va qaytarish spektrlari bilan qattiq modda tarkibidagi kompleks gruppalar va radikallar tuzilishi orasida nazariy bog'liqlik bor. Shu bog'liqlik tekshirilayotgan modda bilan etalon infraqizil spektrlarini solishtirish va boshqa usullar orqali amalga oshadi.



21- rasm. Furye-IQspektrometri Bruker Vertex 70.

Tekshirish uchun uskunalar. IQ nurlarini o‘tkazish, nur qaytarilishi va nur yutishi spektrlari 0,76:25 mk to‘lqinlari oralig‘ida maxsus IQ spektrofotometrlarda olinadi.

Hozirgi kunda IQS-12 (bir kanalli, bir nurli), IQS-14 va IQS-21 (ikki kanalli) jihozlari mavjud.

Chet el jihozlaridan: UR lar, ayniqsa UR-20 (Germaniya) modeliga oid Bekman spektrometrlari qo‘llaniladi. Bu apparatlarining yutug‘i: 1) yopiq sistema; 2) chastotalarni tez beradi.

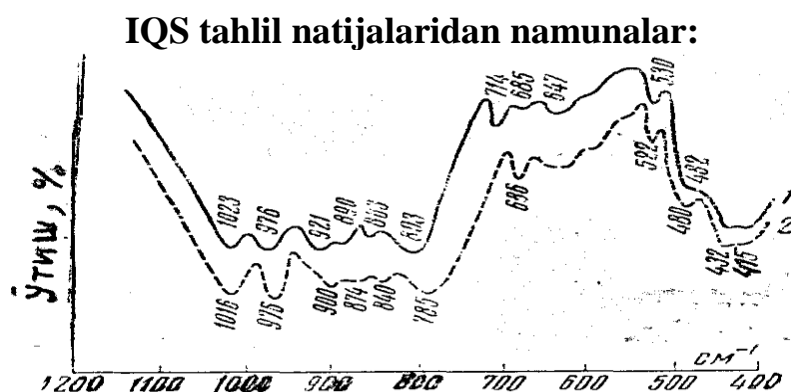
Mavjud jihozlarning hammasi ma’lum tekshirish diapazoniga, ko‘pincha 1-2 mk ($10000-5000 \text{ cm}^{-1}$) dan 25-40 mk ($400-250 \text{ cm}^{-1}$) gacha va 50 mk dan 300 mk va undan kattarak (200 cm^{-1} undan kichik)larda ishlashga moslashtirilgan.

Turli firmalarning jihozlari bir-biridan IQ spektrlarini aniq tarzda berishi, ishining stabilligi, spektr olishdagi avtomatik jarayonlari bilan farq qiladi. Turli jihozlarda olingan IQ spektrlarni faqat fotometr xarakteristikasi bir-xil bo‘lsa yoki jihoziy xatolar ta’siri xisobga olingan bo‘lsagina taqqoslash mumkin.

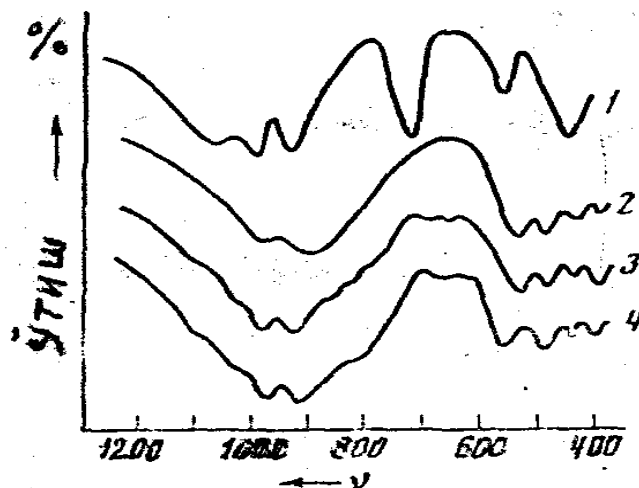
4. Usulning amaliyotda qo‘llanish imkoniyatlari, afzalligi va kamchiligi.

Infraqizilspektroskopik tahlildan quyidagilarni tekshirishda foydalaniladi:

- a) kimyoviy birikmalar;
- b) minerallar;
- v) tuproqlar;
- g) qurilish materiallari;
- d) silikat xom-ash’yolar va boshqalar.



19-rasm. Sintetik melilitlarning IQ nur yutish spektrlari: 1- $\text{Ca}_2\text{SiAl}_2\text{O}_7$; 2- $\text{Sr}_2\text{SiAl}_2\text{O}_7$.



20-rasm. Kristallarning IQ nur yutish spektrlari:
 1- 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- $\text{Ca}_{16}\text{Nd}_8\text{Al}_8\text{Si}_{16}\text{O}_{72}$.

Tekshirishdan kuzatilgan maqsad:

- 1) Birikma, mineralni diagnostika qilish uchun (soni, parchalanishi va polosalarining holati bo'yicha);
- 2) Yarim miqdoriy kimyoviy tarkibni aniqlash uchun
- 3) Kristall yoki amorf moddalarning kristallanish darajasini aniqlash uchun.
- 4) Moddadagi murakkab gruppalarning tahlili
- 5) Moddalarning qizdirish va boshqa turli reaksiyalarda o'zgarish jarayonini (yangi modda paydo bo'lishi, fazalar aralashmasi, oraliq mahsulot-lar, dissosiasiya va boshqalar) o'rganish uchun.
- 7) Mineral strukturasiidagi suvning yoki namlikning shakli va turini aniqlash uchun.
- 8) Strukturaning tartiblilik va tartibsizlilik (tartibsizlik holatida polosalar cho'zilgan va intensivligi pasaygan bo'ladi)ni aniqlash uchun.
- 9) Fazalar yoki qo'shimchalarning miqdorini aniqlash (juda ham aniq emas) uchun.
- 10) Polimorf o'zgarishlarni va nuqtalarni hamda Kyuri nuqtalarini (segnetoelektrik- BaTiO_3) aniqlash uchun.
- 11) Kristall faza yoki shishani (masalan, optik shishalar) bir tarkiblilikini nazorat etish uchun.

Usulning afzalligi:

1. Tekshiruv uchun juda oz miqdorda (1-10 mg) modda olish;
2. Qatlam qalinligi bir necha mikrondan iborat bo'lishi;
3. Tekshiruv uchun olingan namunada yo'qotishlar sodir bo'lmaydi;
4. IK nurlanishdan tekshirilayotgan moddada kimyoviy va fizikaviy o'zgarishlar sodir bo'lmaydi;
5. Ma'lum gruppalardagi atomlarning joylashishi, fazaviy holati va umuman juda nozik struktura tahlilini olib borish imkoniyati;
6. Tajriba natijalarining avtomatik ravishda fotoqog'ozga tushirish;
7. Tez parchalanib ketuvchi, o'zgarilishning kichikligidan kristallooptik va rentgenografiyada tutib bo'lmaydigan ba'zi noma'lum kristallarni topish;
8. Moddalarni IQ spektrining hamma to'lqin uzunligida nur sindirish ko'rsatkichini aniqlashga imkon beradi;

Usulning kamchiliklari:

1. Juda oz miqdordagi qo'shimcha (1-5 % dan kam) va ba'zi juda ham kam gruppirovkalarni namoyon etmaydi;
2. Mikdoriy analiz natijalarining yuqori darajada emasligi;
3. IQ nurlarini qaytarish spektrlarini olishni biroz kiyinligi;
4. Reshetkaning ichki tebranishlari bilan anionlar tebranishi o'rta-sidagi bog'liqlikni ko'rsata bila olishi;
5. Kristallning maydon kuchlanishini xarakterlovchi koeffisiyentlar to'plamini yetarli darajada ishonchli emasligi;
6. Qiymati jihatidan yaqin va izomorf o'zgaruvchan atomlarning tebranish chastotalarini idenfikasiyasidagi qiyinchilik.
7. Moddalarni mexanik maydalashda va KBr bilan tabletkalar pres-slashda struktura o'zgarishi extimoldan holi emas. Yana tekshirilayotgan modda kristallarining KBr bilan aralashib ketishi;
8. Kukunning ba'zi qismlarida nurlanishning har xil o'tirishi nati-jasida nur qaytarish va yutilishida noaniq effektlarning paydo bo'lishi.

5. Termik tahlil, differensial termik tahlil, differensial termogravimetrik, kompleks termik tahlil usullari.

Termografiya usuli tabiati.

Termografiya noorganik moddalar, silikat va qiyin eriydigan nometall materiallarni qizdirish jarayonida sodir bo‘ladigan jarayonlarni o‘rgatadi. Ular odatda issiqlik effektlari bilan bog‘liq.

Termografiya usulining turlari juda ko‘p.

Eng asosiylari qatoriga kiradi:

- 1. Termik analiz;*
- 2. Differensial termik analiz (DTA);*
- 3. Kompleks termik analiz;*
- 4. Derivatografiya;*
- 5. Tenzimetriya;*
- 6. Gazovolyumetriya;*
- 7. Dilatometriya.*



Le-Shatelye tomonidan 1887 yilda olingan, u temperaturani platina platina-rodli termoparalarda o‘lchash orqali termografik egri chiziqlarni hosil qilish mumkinligini ko‘rsatdi.

Uzoq yillar davomida tadqiqotchilar qizdirish egriligini vaqt va temperatura bog‘liqligini koordinata chizig‘ida qayd etganlar. Biroq kichik effektlarni bu egriliklarda topish qiyin. 1899 yilda Roberts-Ostin differensial termopara qo‘lladi, bu termoparalar kichik miqdordagi issiqlikni sezuvchandir.

1904 yilda fransuz muxandisi Saladin Le-Shatelye bilan birgalikda koordinatada termik egriliklarni oluvchi apparat yaratdilar. Apparatga quyidagi ikki faktor asos qilib olindi:

- 1) Etalon va namuna temperaturasi farqi;
- 2) Namuna temperaturasi.

Bu usulni yanada rivojlantirishga rus olimlari xarakat qildilar. Rossiyada termik tahlil asoschisi N.S. Kurnakov bo‘lib, u 1904 yilda hozirgi kunda xam qo‘llanilayotgan pirometrni yaratdi.

MDH davlatlarida ilmiy-tadqiqot ishlarini rivojlanishi natijasida sistemalarni fizik-kimyoviy va minerologik tarkiblarini o‘rganish bo‘yicha qizdirish egriliklari usulidan silikatlar, ruda tuzlari va qotishmalarni o‘rganish uchun foydalandilar.

Termik tahlildagi differensial yozuvlarni kiritilishi usulni sezuvchanligini yanada orttirdi. Ikki turdagi termik tahlil differensial va oddiy egriliklar yozila boshladi. Qizdirish egriliklarini yozish uchun priborga ikkita o‘ta sezuvchan ko‘zguli galvanometr o‘rnatilgan. 1943 yilda F.V. Seromyatnikov tajriba vaqtida differensial qizdirish egriligiga temperatura shkalalarini surtish (tushirish) usulini taklif qilganidan so‘ng, termik tahlil uchun apparatga ikkinchi ko‘zguli galvanometri ulanishi va oddiy qizdirish egriligini yozishni xo‘jayi bo‘lmay qoldi. Yangi funksiyalar bilan termik tahlil fizik-kimyoviy tahlil ramkasini yana kengaytirdi. 1939 yilda I.V. Tanayev termik tahlilni termografiya deb atashni taklif etdi.

Termografiya deganda tekshirilayotgan moddaning ixtiyoriy nuqtasidagi xaroratni (yoki xaroratdagi biror funksiyani) aniq programma bo‘yicha moddani uzluksiz ravishda qizdirilganda yoki sovitilgandagi xolatini qayd etish tushuniladi.

Usulning fizik mohiyati: fizik va kimyoviy jaryonlarning katta qismi issiqlikni ajralishi yoki yutilishi bilan boradi. Ba’zi bir jarayonlar to‘g‘ri va qaytar yo‘nalishida, ba’zilari esa faqat bir yo‘nalishda sodir bo‘ladi.

Qaytar jarayonlarga kiritish mumkin: erish-kristallanish, qaynash-kondensasiya, polimorf o‘zgarishlar, murakkab birikmalarning xosil bo‘lishi va parchalanishi, dissotsiatsiya.

Qaytmas jarayonlarga kiritish mumkin: kam barqoror xolatdan yuqori barqoror xolatga o‘tish reaksiyalari, qattiq eritmalarning parchalanishi, amorf xolatdan kristall xolatga o‘tish, o‘zaro ta’sir reaksiyalari, monotrop o‘zgarish va boshqalar.

Hamma jarayonlar issiqlikni yutilishi yoki ajralishi bilan boradi, buni xaroratni o‘lchash yo‘li bilan o‘rganish mumkin. Jarayonni borishini o‘lchovchi priborlar yordamida qayd etiladi. Tajriba natijalarini egri chiziqlar orqali

ifodalash mumkin, bunda vaqt va xaroratni bog‘liqligi ifodalanadi. Agar tekshirilayotgan moddada birorta fazoviy o‘zgarish yoki kimyoviy reaksiya sodir bo‘lsa, qizdirish rejimi buziladi. Uning buzilishi qizdirish egriklarida yoki maydonda paydo bo‘lish birga boradi.

Quyida temperatura o‘zgarishiga asoslangan termik analiz turi, temperatura o‘zgarishiga bog‘liq fizik parametr va bu o‘zgaruvchan parametрни qayd etuvchi asbob sxematik ravishda qayd etiladi:

Termik analiz (TA) → entalpiya → kalorimetrlar;

Differensial termik analiz (DTA) → namuna va etalon o‘rtasidagi temperaturalar farqi → DTA apparatlari;

Termogravimetrik analiz → massa → termotorozlar;

Differensial yo‘naluvchan kalorimetrik analiz → namunaga o‘tkazilgan issiqlik → differensial kalorimetr; solishtirma issiqlik sig‘imi o‘zgarishi analizi va boshqalar.

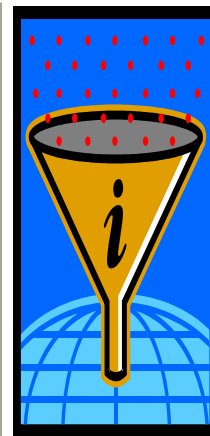


TABLE 10.12 Common Thermoanalytical Techniques

Method	Common abbreviation	Property measured
Thermogravimetry	TG (TGA)	Mass
Differential thermal analysis	DTA	ΔT 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

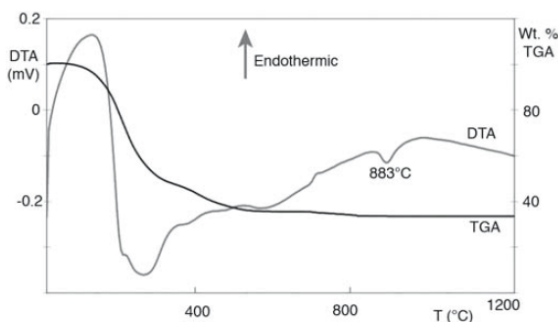


FIGURE 10.37 DTA and TGA measurements showing the reaction as CA_2 crystallizes.

27-rasm. SA_2 kristallizasiya bo‘lishidagi jarayonlar DTA va DTG chiziqlari.

Termik tahlil.

Sistemaning birorta ko‘rsatgichining kattaligi mavjud fazalarni asta-sekin miqdoriy nisbatda o‘zgarishida biror fazaning yo‘qolib ketishi yoki yangi fazaning sakrab o‘zgarishida paydo bo‘ladi. Bu egriligini termik usuli orqali

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

olinadi. Bunda koordinata o'qlarida modda temperaturasi va unga javoban temperatura va obsissa o'qlarida vaqt qayd etiladi.

Masalan: I - effekt: $\text{MgCO}_3 - \text{MgO} + \text{CO}_2$ yoki polimorfizm;

II - effekt: $\text{CaCO}_3 - \text{CaO} + \text{CO}_2$ yoki eritish.

Qizdirish vaqtida fazoviy o'zgarishlar ro'y berishi va uning boshlanishi aniq nuqtadan boshlanadi. Moddaning qizdirish egriligi bu vaqtda tezlashishi yoki sekinlashishi mumkin. Masalan, $\alpha\text{-Al}_2\text{O}_3$ da qizdirish jarayonida hech qanday fazaviy o'zgarishlar sodir bo'lmaydi. Shuning uchun u etalon sifatida ishlatiladi. Bu inert modda ham pechga joylanadi va xuddi tekshirilayotgan namuna tezligida qizdiriladi.

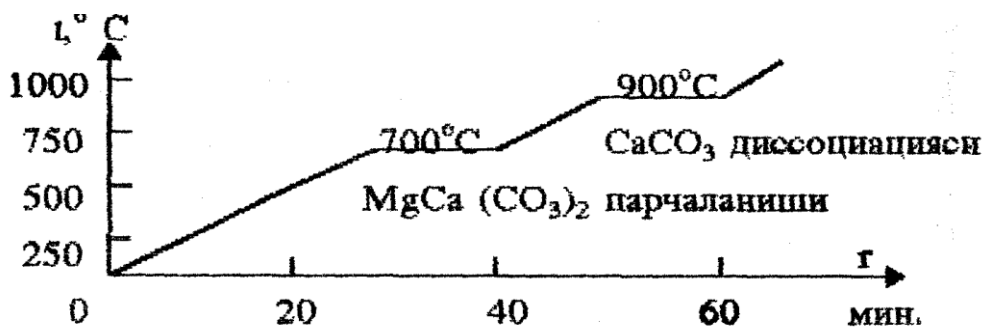
Haroratning o'zgarishi egriliklarning gorizontal uchastkalarida ko'rinadi (28-rasm).

Karbonatlarning dissosiasiyasi va gidratlarning suvsizlantirishdagi qizdirish temperaturasini aniqlash muxim ahamiyatga ega. Shuni xam nazarda tutish kerakki, olinayotgan temperatura effektlari qiymati qizdirish tezligi, namuna og'irligi va boshqa parametrlarga ta'sir etadi.

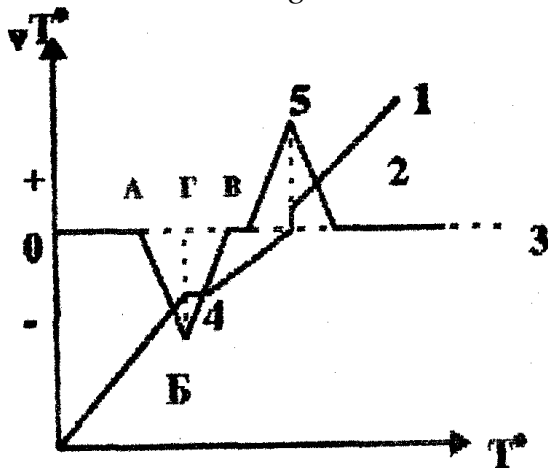
Qizdiralayotgan yoki sovitilayotgan modda temperaturasini galvanometrning ko'rsatgichida yoki avtomatik tarzda yozish mumkin. Qizdirish yoki sovitish egriliklarini avtomatik tarzda yozishda avtomatik o'zi qayd etuvchi akad. N.S. Kurnakov sistemasidagi pirometrlar qo'llaniladi (31-rasm).

Kurnakov pirometrlarida termopara ko'zguli galvanometrqa ulanadi, bunda bir me'yor tezlik bilan xarakatlanuvchi barabanga yorug'lik nuri tushadi. Baraban yorug'likni sezuvchan qog'ozga o'ralgan bo'lib, unda avtomatik tarzda termik egriliklar yoziladi.

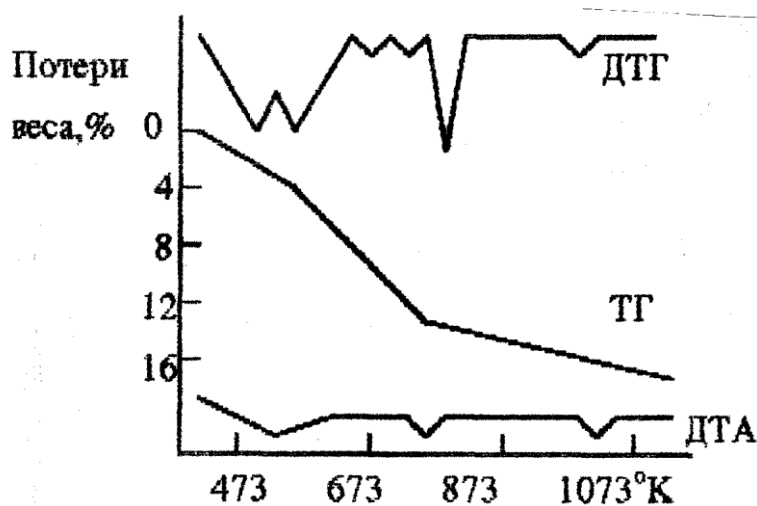
Uzoq vaqt davomida akad. N.S. Kurnakov tomonidan yaratilgan pirometrlar termografiya usulining asosiy asbobi vazifasini o'tadi.



28-rasm. Dolomit mineralining termik tahlili diagrammasi.



29-rasm. DTA tabiatini ochib beruvchi diagramma: 1-qizdirish egriligi (termik tahlil); 2-differensial egrilik (DTA); 3-nol liniyasi; 4-endotermik effekt; 5-issiqlikni ajralishiga oid ekzotermik effekt; ABV-endotermik effekt cho‘qqilarini o‘lchami; AV-cho‘qqining kengligi; GB-cho‘qqining chuqurligi yoki balandligi-termik reaksiya intensivligini ko‘rsatgichi.



30-rasm. Toza sement xamirining derivatogrammasi.

Differensial termik tahlil (DTA).

Ko'pgina hollarda reaksiyalarning termik effekti juda kichik, shuning uchun unga mos egriliklar kam sezilarli. Bunday hollarda termoparaning sezuvchanligini differensial sxema qo'llash bilan kattalashtiriladi (29-30 rasmlarda keltirilgan).

Berilgan ushbu holatda differensial termopara bir vaqtning o'zida ikkita temperaturani o'lchaydi: 1) tekshirilayotgan moddaning temperaturasi; 2) temperatura farqi yoki qizdirilayotgan moddaning tekshirilayotgan temperatura intervalida etalon moddaga nisbatan o'zgarishi.

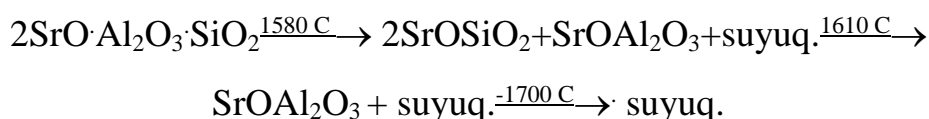
DTA chizig'i yoki egriliklarida endotermik effektlar quyidagi hollarda ro'y beradi:

1) Termik buzilish yoki tekshirilayotgan moddadan gazsimon faza ajralishi bilan. Masalan, tuproq minerali $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$ (degidratasiya); ohaktosh $\text{CaCO}_3 \rightarrow \text{CaO} + \text{CO}_2$ (dekarbonizasiya);

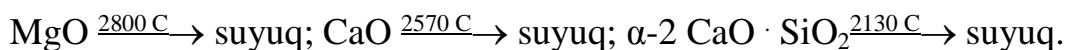
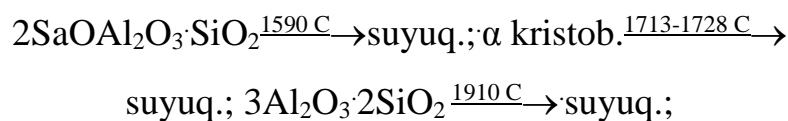
2) Termik parchalanish, ya'ni gazsimon faza ajralmasdan moddaning parchalanishi bilan. Masalan, alit mineralining parchalanishi:

3) Enantiotron xarakterli polimorf o'zgarish bilan. Masalan, α -kvars \rightarrow α -tridimit (kengayish 16%);

4) Moddaning inkongruent erishi bilan, yanga tarkibning suyuq va qattiq fazalarini xosil bo'lishi bilan birgalikda,



5) Moddaning kongruent erishi bilan:



6) Qaynash – bug'lanish va vozgonka;

7) Qaytar reaksiyalar.

Moddalarning differensial termik analiz shakllarida ekzotermik effekt quyidagi sabablar tufayli sodir bo'ladi:

1) Oksidlanish reaksiyalarida $2\text{Fe} + \text{O}_2 \rightarrow 2\text{FeO}$; $2\text{Ce}_2\text{O}_3 + \text{O}_2 \rightarrow 4\text{CeO}_2$;

2) Monotrop xarakterli polimorf o'zgarish, berilgan temperaturada berqaror modifikasiyadan barqarorga o'tish bilan birgalikda α $2\text{SaO} \cdot \text{SiO}_2$ (belit) $\xrightarrow{725-20\text{C}} \gamma$ S_2S ($2,97 \text{ g/sm}^3$);

3) Berqaror amorf xolatidan kristal xolatiga o'tish Bilan SiO_2 shisha $\rightarrow \alpha$ - kristobalit; kolloidlar kristallizasiyasi;

4) Birikma reaksiyasi bilan. Masalan, alitni xosil bo'lishi.

5) Absorbsiya jarayoni ro'y berganida;

6) Adsorbsiya jarayonida;

7) Kristallarning yiriklashish jarayoni va boshqalarda.

Yuqorida qayd etilgan effektlar tabiatiga ko'ra 2 gruppaga ajraladi – fizik va kimyoviy o'zgarishlar



Fizik termoeffekt beruvchilarga kiradi: absorbsiya, adsorbsiya, poli-morf o'zgarish, kristallar yiriklanishi, desorbsiya, erish, amorf holatidan kristall holatiga o'tish, sublimatsiya va bug'lanish.

Kimyoviy termoeffekt beruvchi jarayonlar safiga ximosorbsiya, bo'linishi reaksiyalari, degidratasiya, gazli muhitda oksidlanish, molekulalar kamayishi bilan ro'y beradigan oksidlanish reaksiyalari, oksidlanish – qaytarilish reaksiyalari, gazli muxitda qaytarilish, qattiq fazada ro'y beruvchan reaksiyalar, biriktirish va o'rinolmushish reaksiyalari, izomerizasiya va boshqalar kiradi.

Kompleks termik analiz.

Usul G.N. Voronkov (1953 y.) va E.K. Keler (1955 y.) tomonidan keramik xom-ash'yolarni tekshirish uchun ishlab chiqilgan. Unda Keler bo'yicha quyidagilar bor: 1) odatdagi DTA; 2) qizdirish jarayonida materialni uzayishi yoki qisqarishini aniqlash; 3) qizdirishda material og'irligini yo'qolishini aniqlash.

Voronkov bo'yicha KTA ga kiradi: 1) DTA egriklari; 2) og'irlikni o'zgarishi egriligi; 3) hajmi o'zgarishi egriligi; 4) elektr qarshilik egriligi.

Fotoqayd etish qurilmasi sifatida Kurnakov pirometri ishlatilgan: barabanning foto qog'ozida bir vaqtning o'zida termik effektlar, namunaning og'irligi va xajmi o'zgarishi qayd etiladi. Namunaning chiziqlari o'lchamini

o'zgarishi (tajribadan oldin qo'yilgan belgi) foto qayd etish uchun optik sistemada berilgan.

Termogravimetrik chizig'i olishda, shu jumladan kompleks termik analiz-da ham xuddi boshqa termografiya metodlarida ro'y beradigan xolatdagidek ko'p faktorlar mavjud. Ular tajriba natijalarining aniqligi va qayta tiklanishiga goh ijobiy, goh salbiy ta'sir o'tkazadi. Ularni ikki asosiy gruppaga bo'lish mumkin:

1. O'lchovchi asboblari (termotarozlar) tuzilish va ishlashi bilan bog'liq bo'lgan faktorlar:

a) pech qizdirilish tezligi;

b) yozish tezligi;

v) pech atmosferasi;

g) namuna ushlagich shakli;

d) yozuv qurilmasining sezgirligi;

ye) namuna konteyneri materiali kimyoviy tarkibi.

2. Namuna xarakteristikasi:

a) namuna massasi;

b) namunada ajralib chiqarilayotgan gazning qayta erishi;

v) namuna bo'lakchalari o'lchami;

g) reaksiya issiqligi;

d) namuna bo'lakchalarining zich joylashishi;

ye) namunaning kimyoviy tarkibi;

j) issiqlik o'tkazuvchanlik va xokazo.

Differensial termogravimetrik analiz.

Bu usulga K.Xonda 1915 yili asos solgan va ilk bor termotarozilar yaratgan. 1915-1920 yillar davomida usulning termogravimetriya qismi Gaychar tomonidan rivojlantirilgan. O'tgan asrning 1940-1950 yillarida Dyuval usul afzalliklarini amalda sinab ko'rsatgan. 1950-yillarda esa yuqori sifatli sanoat termotarozlari paydo bo'ldi. Bu esa derivatografiyani paydo bo'lishiga olib keldi.

Derivatografiyaning an'anaviy DTA dan farqi shundaki, bir namunaning o'zida entalpiya va og'irlikni yo'qotish qayd etiladi. Oddiy xoldagi differensial

termotahlilda temperatura namunada, termogravimetriyada esa-pechdagi muxitda o'lanadi. Bu egriliklarni mos ravishda qo'yishda qiyinchiliklarni yuzaga keltiradi va xatolarga yo'l qo'yishga olib keladi.

1955 yilda venger fuqarolari F.Paulik, I.Paulik va L.Erdan derivatografiya usuli bo'yicha taklif kiritishgan. Bu usul bo'yicha avtomatik ravishda to'rtta egrilik qayd etiladi: 1) temperatura egriligi; 2) DTA egriligi; 3) termogravimetrik egrilik (TG); 4) differensial termo-gravimetrik egrilik (DTG).

DTG bo'yicha qizdirish jarayonida og'irlik tezligining o'zgarishi aniqlanadi. Bu esa o'z navbatida termografik egrilik TG ustiga ustma-ust tushgan jarayonlarni ajratishga imkon beradi.

Bunga erishish uchun derivatograf torozisi chashkalaridan biriga permagnent-magnit o'rnatilgan bo'lib, u cho'lg'am ichida vertikal o'qda joylashgan. Materialni qizdirish bilan og'irligini o'zgarishida magnit qizdirish tezligiga proporsional ravishda suriladi. Magnit maydonida xosil bo'lgan tok magnit uzatish tezligiga proporsional bo'ladi va uning kuchlanishi priborda fotografik yo'l bilan qayd etiladi.

Misol tariqasida yuqorida toza sement xamiri (yuza ko'rsatkichi 4000 sm²/g, qoliplash temperaturasi 293 K va yoshi 28 sutkaga teng)ni qizdirishda hosil bo'ladigan derivatogramma yuqorida berilgan.

Termik tahlilda foylaniladigan uskunalar.

Termografiya usullarining imkoniyati katta. Eng avvalo ular yordamida tekshirilayotgan moddada sodir bo'ladigan endo- va ekzotermik effektlarni qaysi temperatura nuqtasida boshlanishi va qaysi temperaturada tugashi haqida o'ta aniq xulosaga ega bo'lamiz. Bu esa birinchi harorat nuqtasining pasti va ikkinchi xarorat nuqtasining tepa tomonlarida rentgenografik, IQ spektroskopik va mikroskopik tadqiqotlar o'tkazib, fiksasiya qilingan effekt mohiyatini anglashga olib boradi.

Termograf tadqiqotlarni o'tkazishda tanlangan apparatura, tigel va termoparalar roli nixoyatda katta. Ayniqsa, tajribalarni 1500°C va undan yuqori

haroratda olib borilganda namuna va termopara simlarining uchmasligini ta'minlash, tigel tozalash jarayonini osonlashtirish va hokazo talab qilinadi.

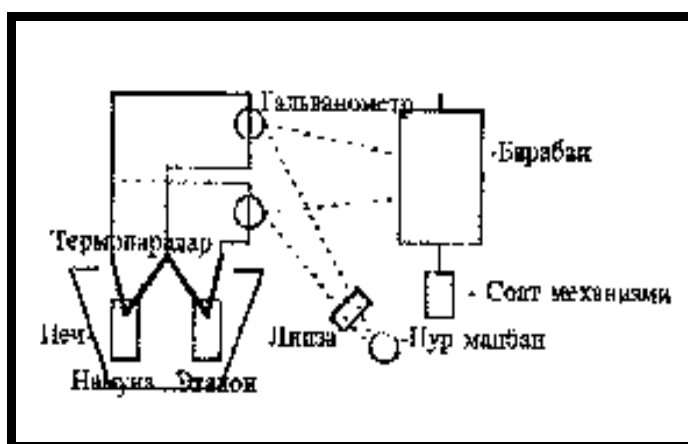
Agar tadqiqotlarda termik tahlil usuli qo'llanmasa, u xolda juda ko'p marta namunalarni kuydirish, juda ko'p rengenogrammalar olish va ularni rasshifrovka qilish, ko'p sonli shliflar yasash va tadqiqotlar o'tkazish kerak bo'lar edi. Termografiya esa olimlar ishini sistematikaga soldi va tadqiqotlar soni maksimal kamaytirish imkonini berdi.

Zamonaviy termik jixozlar uchun quyidagilar talab qilinadi (26-rasm):

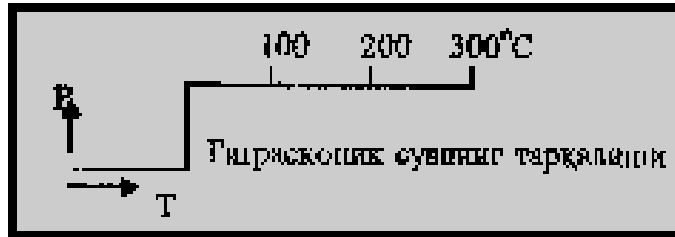
1) Volfram (2800°C gacha), elektrografit (2000°C gacha), rodiy (1800°C gacha), silit (1500°C gacha), 10-20% rodiyli platina (1500°C gacha), globalar (1500°C gacha), platina (1400°C gacha), tantal (1330°C gacha), molibden (1200°C gacha), xromel (1100°C gacha), nixrom (1000°C gacha) kabi qizdirilishlarga ega bo'lgan elektrik pechlar;

2) Potensial-regulyator yoki boshqa turdagi pech temperaturasini bir me'yorda ko'tarilishini ta'minlovchi jixoz. Bular qatoriga avtomatik polzunkili reostatlar, avtotransformatorlar va potensial-regulyatorlar kiradi. Kontaktli galvanometr va potensiometrlarni ham ishlatish mumkin.

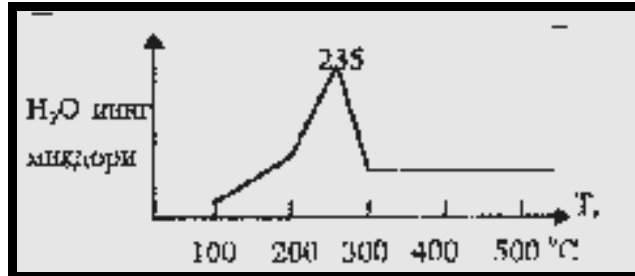
3) Etalon va namuna solinadigan tigellar (platinali, korundli, grafitli va boshqalar);



31-rasm. Differensial termoparali Kurnakov pirometrining sxemasi.



32-rasm. Gipstosh $2CaSO_4 \cdot 2H_2O$ ning tenzimetrik (P, t) chizig'i.



33-rasm. Tabiiy gibbsit mineralining differensial tenzimetriya chizig'i.

4) Platina – platinorodiyli (20% Rh), platina-platinarodiyli (10% Rh), xromel-alyumelli, volfram-molibdenli, nikel-xromnikelli, temir-kons-tantan, mis-konstantan va boshqa oddiy va differensial termoparalar. Temir-konstantan termopara 185-370°C oralig'ida, xromel-alyumelli termopara 1200°C gacha, platina-platinorodiyli esa 1400 °C gacha ishlatiladi. 1400°C dan yuqoriroq temperaturada esa volfram, molibden, reniy, tantal, niobiy va ularning qotishmalaridan yasalgan termoparalar ishlatilishi kerak.

5) Natijalarni yozuvchi avtomatik yozuv qurilmasi (fotoqayd etish yozish yoki potensiometr).

Derivatograflar

Chet elda chiqariladigan, MDH mamlakatlarida qo'llaniladigan jixozga derivatograf nomi bilan ataluvchi va Budapeshtning "Metrimpeks" firmasining 1966 yilda Paulik F. va boshqalar tomonidan chiqargan modeli jixoz bo'lib, uning markasi OD-102 dir.

Kompleks termoanalitik jixoz differensial termoanalitik apparatlar, termotarozi va differensial termotarozidan iborat. Derivatograf shu tekshirilayotgan kukunda bir vaqtning o'zida og'irlikni o'zgarishi (TG), og'irlikni o'zgarish tezligi (DTG), temperaturalar farqini o'zgarishi (DTA) va temperaturani o'zgarishi (T) ni aniqlashga imkon beradi.

Ko'rsatilgan to'rt xil o'lchash to'la tahlil sharoitida - kompleks tekshiruvni ta'minlaydi. Temperatura pechda emas, balki namunada o'lchanadi, demak moddaning temperatura ta'sirida o'zgarishi yuqori aniqlikda o'lchanadi.

Namuna uchun tigellar shunday yasalganki, unda sodir bo'layotgan qattiq faza va suyuq fazadagi reaksiyalarni o'rganish mumkin. Derivatografning platina tigelidagi namunani temperaturasi elektrik pech qizishi tezligi bilan bir xilda ko'tariladi. Moddaning kukuni 50 dan 5000 mg. gacha bo'ladi. Elektropechning qizishini boshqaruv programmasi bo'yicha minutiga 0,5°C dan 20°C tezlik bilan ko'tarilishi ta'minlanadi. Pechning eng qizigan muxitidagi maksimal temperatura 150, 300, 600, 900, 1200°S. Maksimal hato $\pm 5^{\circ}\text{C}$. Fotoqayd etuvchi barabanning bir marta to'liq aylanishi 25, 50, 100 va 200 min. da sodir bo'ladi. Termogrammalar 25, 50, 100, 200 minutda yozilishi mumkin. Termogrammadagi milligramlardagi optik shkala namunani og'irligini kamayishini aniqlash uchun quyilgan. Termogrammalar inert gazda olinishi mumkin. Jixoz to'la avtomatlashtirilgan.

Paulik F. va boshqalar tomonidan yaratilgan «OD-102» derivatografi konstruktiv 16 element, detal va jihozdan tashkil topgan: 1-namuna solina-digan tigel; 2-inert modda solinadigan tigel; 3-chinni trubka; 4-termopara-lar; 5-elektr toki bilan ishlaydigan pech; 6-g'ijimlanib ketmaydigan sim; 7-tarozlar; 8-katushka; 9-magnit; 10-TGP uchun galvanometr; 11-haroratni o'lchovchi galvanometr; 12-DTA galvanometri; 13-lampalar; 14-optik teshikcha; 15-fotoregistrasiya silindri; 16-fotoqog'oz.

Usulning imkoniyatlari, afzalligi va kamchiliklari.

Usuldan amaliy jihatdan foydalanish imkoniyatlari. Ularga quyidagilarni ko'rsatish mumkin:

1) Bu usulsiz ilmiy-tadqiqot ishi olib boruvchilar mikroskopiya, rentgen kabi usullar bilangina ishlaganda o'nlab, hatto yuzlab eksperimentlar o'tkazishlari zarur edi. Termografiya usuli qo'llanishi bilan eksperimentlar soni kamaydi, birgina eksperiment o'tkazish bilan kerakli effektlar va ularning chegaralari hamda tabiati haqida aniq fikr yuritish imkoni paydo bo'ldi;

2) Xom-ash'yo materiallari, minerallari, jinslarni mineralogik tarkibini ularning termik egri chiziqlarini boshqa etalon termogrammalarga taqqoslash yo'li bilan ilk bor axborotga ega bo'lish imkoniyati yaratildi;

3) Mineralni turini, ayniqsa bir gruppaga taaluqlisini tahlil qilishga imkoniyat beradi. Ayniqsa karbonatlar, suvli birikmalarda ularning parchalanishi, suvni uchib chiqib ketishini sistematik aniqlashga muvaffaq bo'lindi;

4) Moddaning teplofizik xolati, ayniqsa kimyoviy reaksiyalar davomida ularning issiqlik yutishi yoki chiqarilishi masalalarini aniqlash imkoniyati paydo bo'ldi;

5) Moddaning termoinert yoki termoaktivligini aniqlaydi. Masalan, korundning termoinertligi va kremnezemning termoaktivligi;

6) Issiqlik effekti sodir bo'ladigan temperatura oraligini aniqlaydi. Termografiyadan boshqa usul qo'llanganda bu masalani yechish juda qiyin kechadi, juda ko'plab tajribalar o'tkazilishi talab etiladi;

7) Mineral turini tabiatdagi kimyoviy o'zgarishini aniqlashga imkon beradi;

8) Fizik-kimyoviy jarayonni tezligi va vaqt bo'yicha uning xarakterini aniqlashga xizmat qiladi;

9) Jarayonda hosil bo'layotgan modda miqdorini aniq o'lchashga imkon yaratadi.

Usulning afzalligi. Uning afzal tomonlari ko'p. Ularga quyidagilar kiradi:

1) Usulning amorf, mayda dispers va magmatik minerallarni o'rganish uchun qo'llash imkoniyati mavjudligi;

2) Usulning obyektivligi va yaqqol qog'ozga termogramma yoki derivatogramma xolatida tushirilishi;

3) Bajarish texnikasining soddaligi, ishlatilgan tigellarning tozalab qayta ishlatish imkoniyati mavjudligi;

4) Usulni tez bajarilishi. U 15 dan to 45-60 min gacha talab qiladi. Shu bilan birga ko'p analiz – termoeffektlar, og'irliklar va boshkalarga oid tajribalarni bir vaqtda o'tkazish imkoniyati mavjudligi;

5) Moddani kam miqdorda, ya'ni 0,1 dan 0,5 g gacha olish imkoniyati mavjudligi;

6) Mineral turini termoanalitik xarakteristikasini aniqlash imkoniyati;

7) -190°C dan to $+3000^{\circ}\text{C}$ gacha temperaturalarda DTA egriligini olish imkoniyati.

Usulning kamchiliklari. Ma'lum darajada kamchiliklar ham mavjudligi:

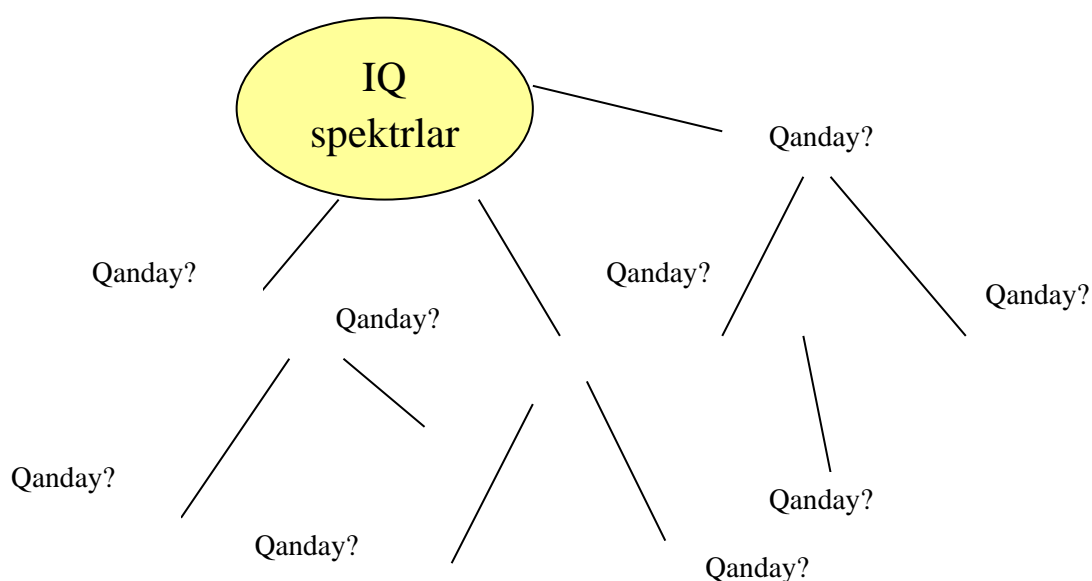
1) Termografiya orqali ma'lum bir temperaturada termoeffekt sodir bo'lganligi, moddaning miqdori o'zgaraboshlaganligi qayd etiladi, lekin u nima asosida ro'y berganligi aniqlanmaydi.

2) Rentgenografiya, IK spektroskopiya, mikroskopiya, kimyoviy va boshqa turdagi analizlarni jalb etgandan keyingina xulosa chiqarish mumkin bo'ladi.

3) Termogramma olish eksperimental sharoitga bog'liqligi (qizdirish tezligi, namuna og'irligi, differensial termopara zanjiridagi o'zgaruvchanlik, tigeldagi moddaning zichligi, etaloning xossasi, pechning atmosferasi, termopara qotishmasining namuna va etaloga o'rnatilishi, disperslik darajasi va boshqalar).

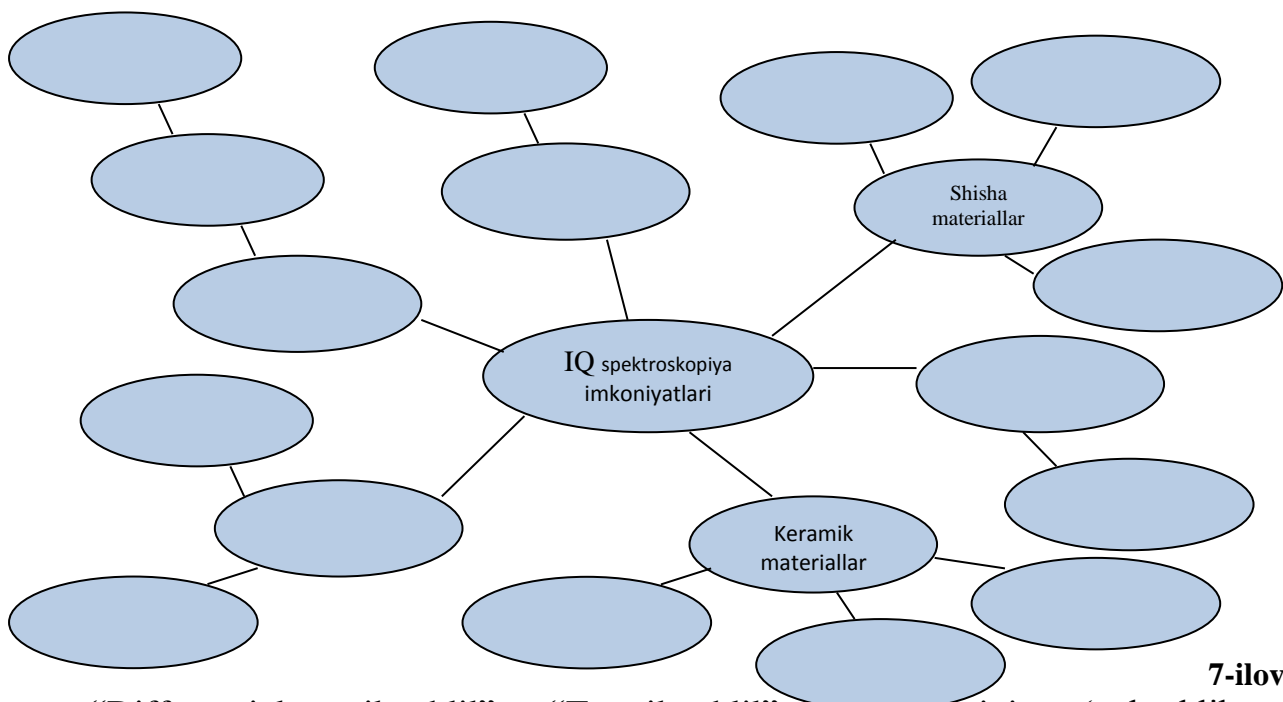
5-ilova

“Infraqizil spektrlar” turlarini “Qanday” diagrammasi yordamida tushuntirib bering.



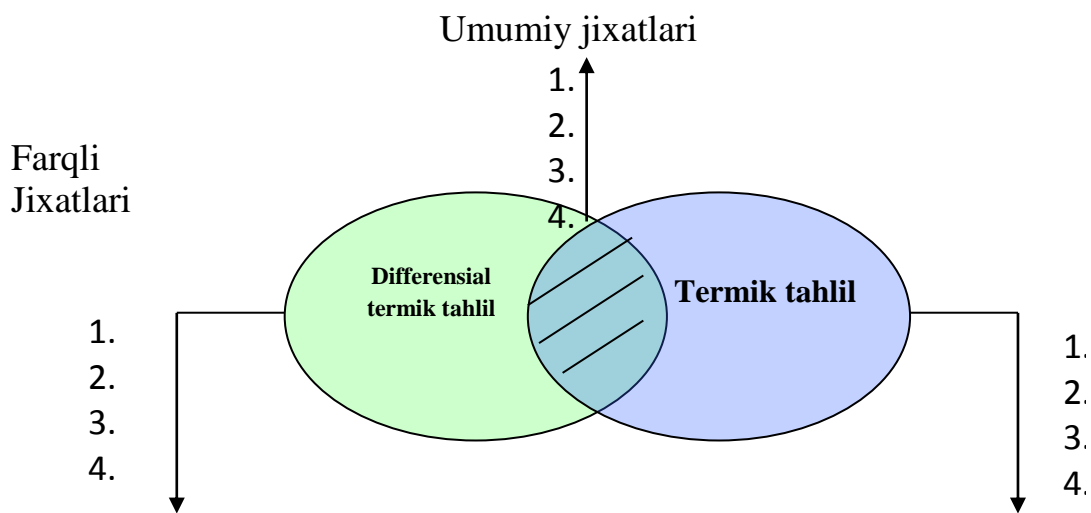
6-ilova

“Silikat va qiyin eriydigan materiallarning tahlil qilishda infraqizil spektroskopiya usulining imkoniyatlari” mavzusiga “Klaster” diagrammasini tuzing.



7-ilova

“Differensial termik tahlil” va “Termik tahlil” tushunchalarining o‘xshashlik va farqli belgilarini Venna diagrammasi yordamida tushuntirib bering



8-ilova

“Jarayon”, “Endotermik”, “Ekzotermik”, “Parchalanish”, “Issiqlik”, “Termogramma”, “DTA” so‘zlariga Sinkveyn tuzing.

- 1. Jarayon
- 2.
- 3.
- 4.
- 5.

- 1. Endotermik jarayon
- 2.
- 3.
- 4.
- 5.

Nazorat savollari:

1. IQ nuri kim tomonidan va qachon kashf etilgan?
2. Infraqizil nurlarining to‘lqin uzunligini o‘lchov birliklarida keltiring.
3. Moddalarning infraqizil spektrlari nima bilan xarakterlanadi?
4. IQ nurlarni yutish, o‘tkazish va qaytarish spektrlari qanday ifodalanadi?
5. Nur yutish polosalari haqida tushuncha bering.
6. Termografiya usulining nazariy asoslari kim tomonidan ishlangan?
7. Termografiya usuliga oid termik analiz usullarini sanab bering.
8. Termik analiz deb qanday tahlil turiga aytiladi?
9. Dolomit mineralining termik tahliliga oid vaqt-temperatura diagrammasini chizing va undagi egri chiziqlar xolatini tushuntiring.
10. Moddalarda sodir bo‘layotgan qanday jarayonlar kompleks termik analiz orqali aniqlanadi?
11. Moddalarni qizdirish jarayonida derivatografik analiz orqali qanday parametrlar aniqlanadi.
12. Endotermik effekt qanday ro‘y beradi?
13. Moddalarda ekzoefekt qanday ro‘y beradi?
14. Termografiya usullarining qanday amaliy imkoniyatlari mavjud?

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO‘YXATI

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 r.

3. Ismatov A.A. Silikat va qiyin eriydigan nometall materiallar fizik-kimyoviy tahlilning zamonaviy usullari. O‘quv qo‘llanma. Toshkent: Fan va texnologiya, 2006. -272 bet.

4. Gorshkov V.S., Timashev V.V., Savelyev V.G. Методы физико-химического анализа выжигающих веществ. Учебное пособие. Москва:

Высшая школа, 1981.- 281 с.

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

6. Вегман Ye.F., Руфанов Yu.G., Федорченко I.N. Кристаллография, минералогия, петрография и рентгенография. – М.: Metallurgiya, 1990.– 262 с.

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

8. Зинчук R.Yu., Балыков A.G., Гавриленко I.V. ИК спектроскопия в неорганической технологии. –Л.: Ximiya, 1983.

9. Яегунув V.P. Введение в термический анализ.- Самара, Самара ГУ, 1996. -270 с.

10. Васильев Ye.K., Нахмансон M.M. Качественный рентгенофазовый анализ. Новосибирск: Nauka, 1986.

11. Кузяков Yu.Ya., Семенов K.A., Зо-ров N.B., Методы спектрального анализа, М., 1990.

Internet resurslar

1. <http://library.ziyonet.uz/ru/book/12972>. Ismatov A.A. Silikat va qiyin eriydigan nometall materiallar fizik-kimyoviy tahlilning zamonaviy usullari. O‘quv qo‘llanma.

2. www.Ximik.ru - Ximicheskaya ensiklopediya

3. www.sciencedirect.com

4. www.elsevier.com

5. <http://wiley.com>

6. www.Ziyonet.uz

7. <http://link.springer.com/article>

IV. AMALIY MASHG‘ULOT MATERIALLARI

1- amaliy mashg‘ulot:

Materiallar strukturasi o‘rganishda zamonaviy mikroskopik, kompleks elektron mikroskopik, rentgen mikroskopiya va rentgen-spektral mikrozonada tahlili.

Ishning maqsadi:

Noorganik materiallar va tabiiy minerallardagi kristallarning o‘lchamlari va gabitusini o‘rganish. Kimyo mahsulotlari va tabiiy minerallar strukturasi va kimyoviy tarkibini zamonaviy kompleks rentgen-spektral mikrozonada tahlili usuli yordamida o‘rganish.

Minerallar gabitusini o‘rganish.

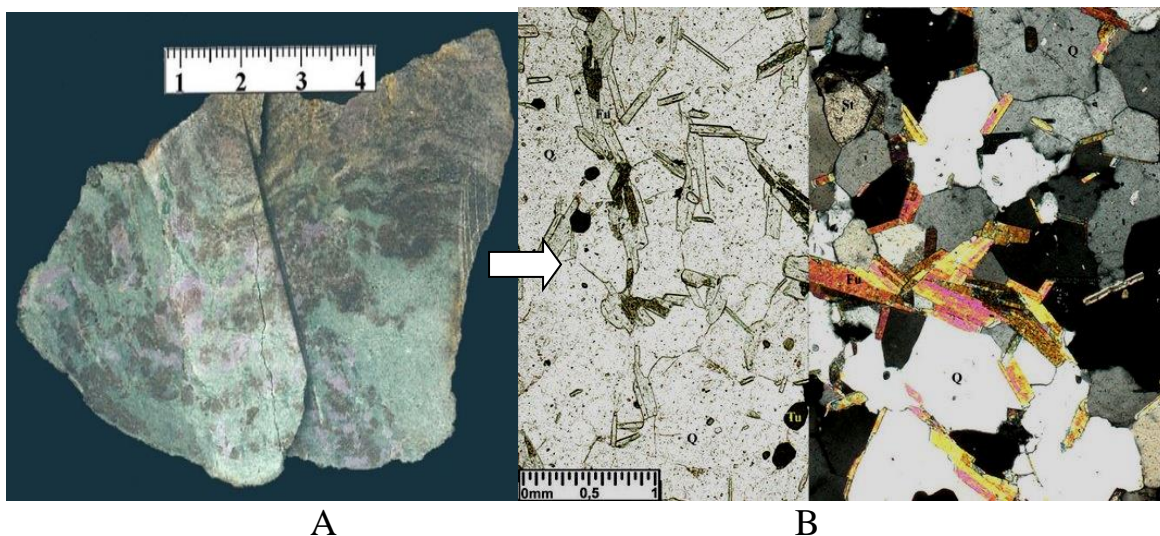
Minerallarning kristalloptikaviy xossalarini polarizatsion mikroskopda o‘rganish mumkin. Hozirgi vaqtda MIN-4, MIN-8, MPO-1, MPS-1 kabi mikroskoplar mavjud bo‘lib. Ularga o‘rnatiladigan moslamalar bilan tekshirayotgan minerallarning kristalloptikaviy xususiyatlarini tekshirishga imkon beradi.

Polarizatsion mikroskoplarda anorganik moddalar bir va ikki nikol yordamida tekshiriladi. Bitta nikol bilan ishlaganda analizator optikaviy sistemadan chiqarilgan, yorug‘lik nurlari bir-biriga parallel bo‘ladi. Polarizatsion mikroskoplarda quyidagi xossalarni aniqlash mumkin:

- 1) tekshirilayotgan moddaning fazaviy tarkibi aniqlanadi Buning uchun minerallarning rangi va yorug‘lik nurini turlicha sindirishidan foydalaniladi;
- 2) kristallarning shakli va o‘lchami aniqlanadi;
- 3) ularning rangi va pleoxraizmi kuzatiladi;
- 4) minerallar tarkibidagi turli aralashmalar (shisha, suyuqlik, gaz) aniqlanadi.

Masalan, fuksit slanes mineralining polarizatsion mikroskopda olingan tasvirini 6-rasmda ko‘rishimiz mumkin. Bu yerda tasvirda o‘ng tarafi mikroskopda kesishadigan yorug‘lik nurlari va chap tarafi oddiy yorug‘lik ostida olingan. Rasmda kvars (Q), turmalin (Tu), stavrolit (St), fuksit (Fu) minerallarini

ko‘rishimiz mumkin. Bu yerda kvars mineralining gabitusi – oltiburchaklar, turmalin (Tu) – shakli aniq bo‘lmagan, stavrolit (St) – to‘g‘ri bo‘lmagan to‘rt burchaklar, fuksit (Fu) – rangli uzun brusoklar.

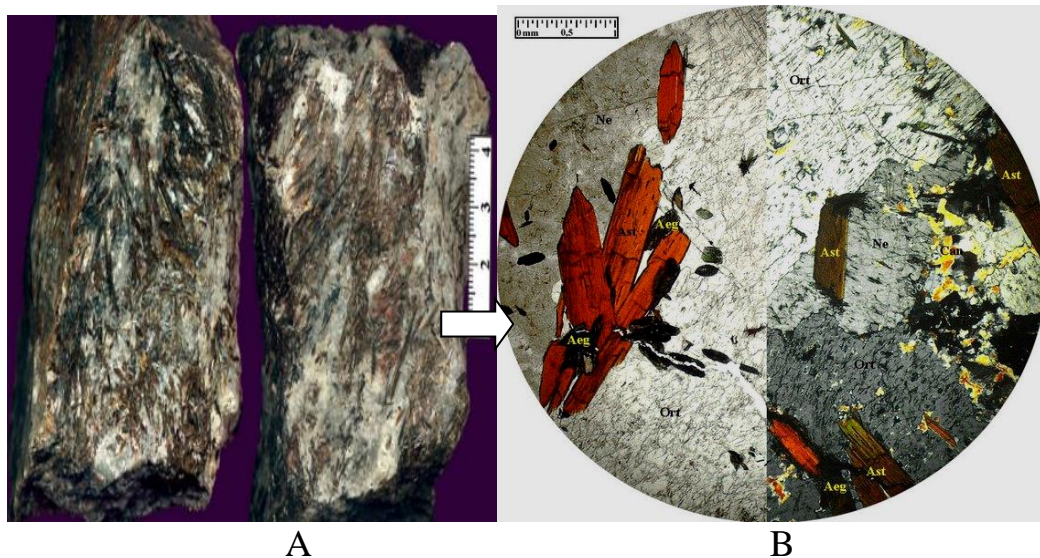


1- rasm . Fuksit slanes mineralining polyarizatsion mikroskopda olingan tasviri. A- mineralning ko‘rinishi, B – mikroskopda olingan tasviri.

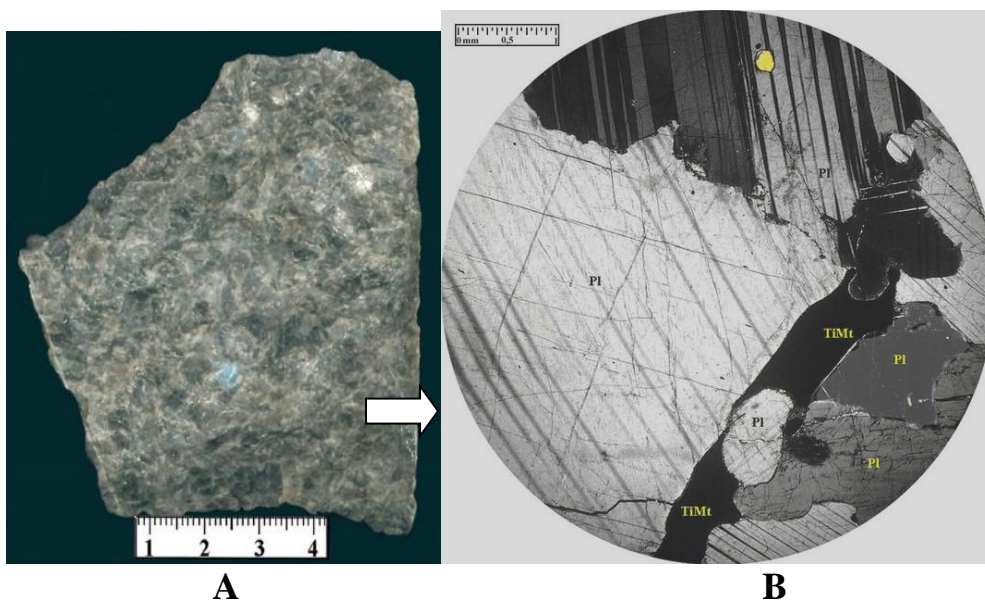
Ikki nikol bilan ishlaganda nur parallel yoki uchrashuvchi bo‘lishi mumkin. Parallel nurlar yordamida minerallarning izotrop yoki anizotropligi (yorug‘lik nurini oddiy sindirishi yoki ikkiga ajratishi), nurning so‘nish xarakteri (to‘g‘ri, o‘tkir yoki o‘tmas burchak ostida) aniqlanadi.

Moddaning ayrim xossalarni aniqlash uchun boshqa usullardan, masalan, uchrashuvchi yorug‘lik nurlari usulidan foydalaniladi. Ikkita nikol bilan ishlaganda minerallarning necha o‘qliligi ularning kristallooptikaviy xarakteri (musbat yoki manfiyligi) aniqlanadi, ikki o‘qli kristallarning o‘qlari orasidagi burchak aniqlanadi.

2-rasmda astrofillitli fayalit mineralining polyarizatsion mikroskopda ko‘rinishi keltirilgan – chap tarafida “oddiy” yorug‘lik va o‘ng tarafida “kesishgan” yorug‘lik nurlari yordamida olingan.



2 rasm. Astrofillitli fayalit mineralining polyarizatsion mikroskopda olingan tasviri. A- mineralning ko'rinishi, B – mikroskopda olingan tasviri.



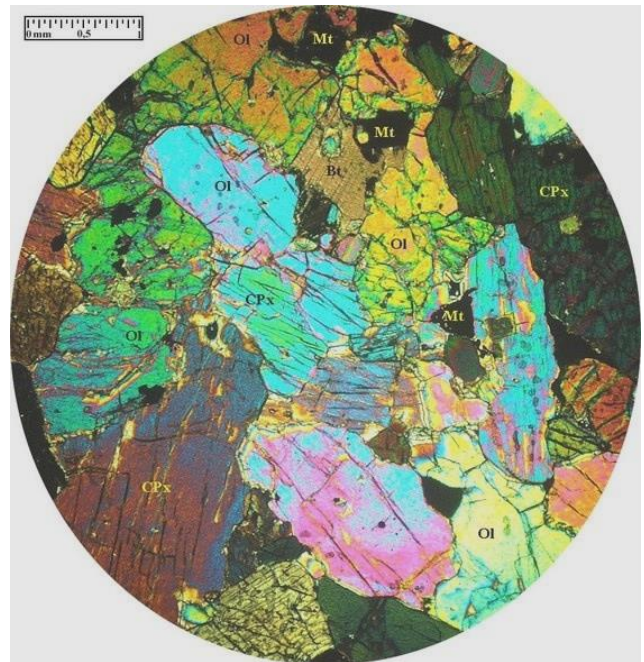
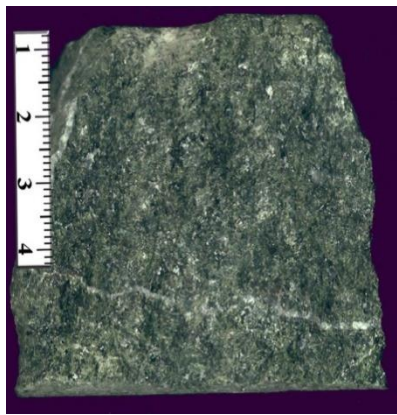
3 rasm. Labradorit mineralining (dala shpati labrador va ozgina miqdorda shaffof bo'lmagan titanomagnetit kristallari) polyarizatsion mikroskopda olingan tasviri. A- mineralning ko'rinishi, B – mikroskopda olingan tasviri.

AMALIY MASHG'ULOT VAZIFALARI:

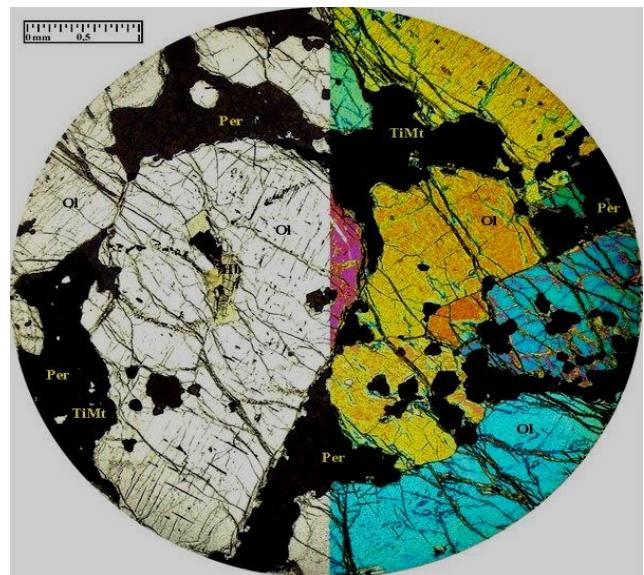
Rasmda keltirilgan minerallardagi kristallar gabitusi aniqlang.

Kristallarning simvollari: **SRx** – klinopiroksen, **Ort**- ortoklaz dala shpati, **Ol** – olivin, **TiMt** – titanomagnetit, **Q** – kvars, **Mi** – mikroklin, **Ab**- albit, **Pyr** – pirit.

1-guruxga vazifa.
Klinopiroksen (SRx), olivin (Ol), titanomagnetit (TiMt) kristallarining gabitusini aniqlang.

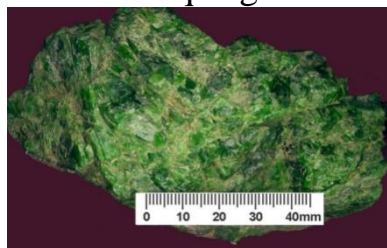


B



4 rasm. Olivin mineralining polarizatsion mikroskopda olingan tasviri. A-mineralning ko‘rinishi, B – mikroskopda olingan tasviri. (Klinopiroksenovaya poroda - verlit. Kolskiy p-ov, Kovdor).

2-guruxga vazifa.
Klinopiroksen (**SRx**) va ortoklaz (**Ort**) kristallarining gabitusini aniqlang.

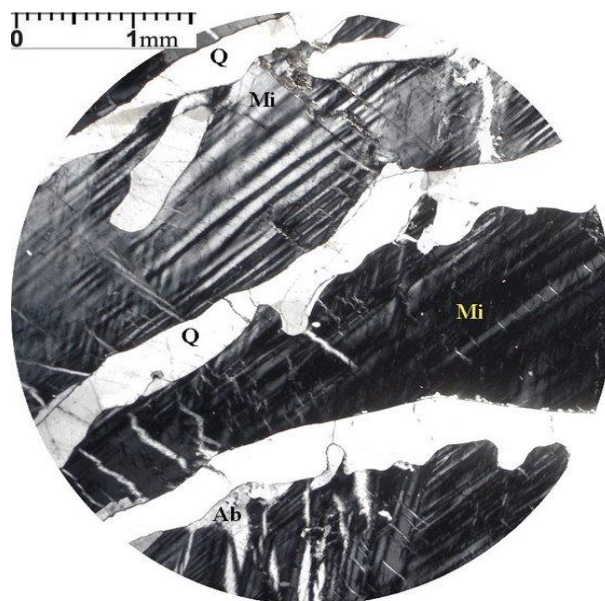


A

B

5 rasm. Pegmatit mineralining polarizatsion mikroskopda olingan tasviri. A- mineralning ko'rinishi, B – mikroskopda olingan tasviri. (Yakutiya, Aldan).

3 guruxga vazifa.
Kvars (Q), mikroklin (Mi) va albit (Ab) kristallarining gabitusini aniqlang.



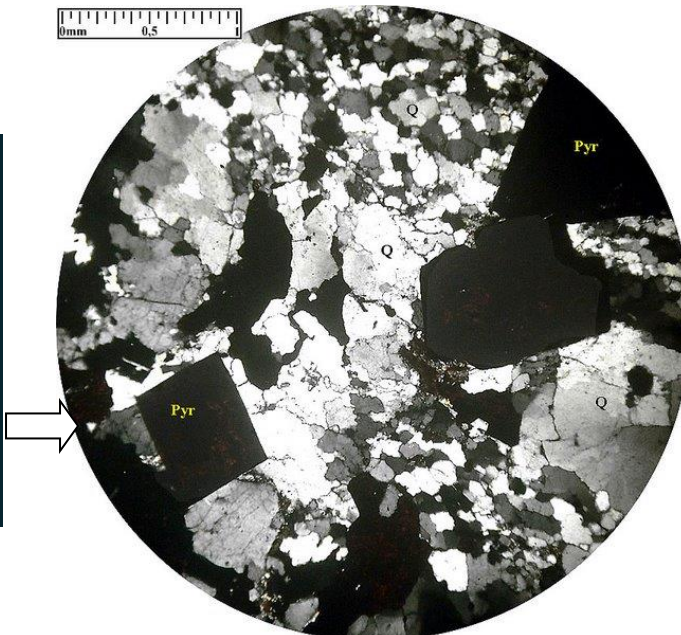
A

B

6 rasm. Grafik pegmatit mineralining polarizatsion mikroskopda olingan tasviri. A- mineralning ko'rinishi, B – mikroskopda olingan tasviri. (Yakutiya, Aldan).

4 guruhga vazifa.

Kvars (Q) va pirit (Pyr)
kristallarining gabitusini aniqlang



A

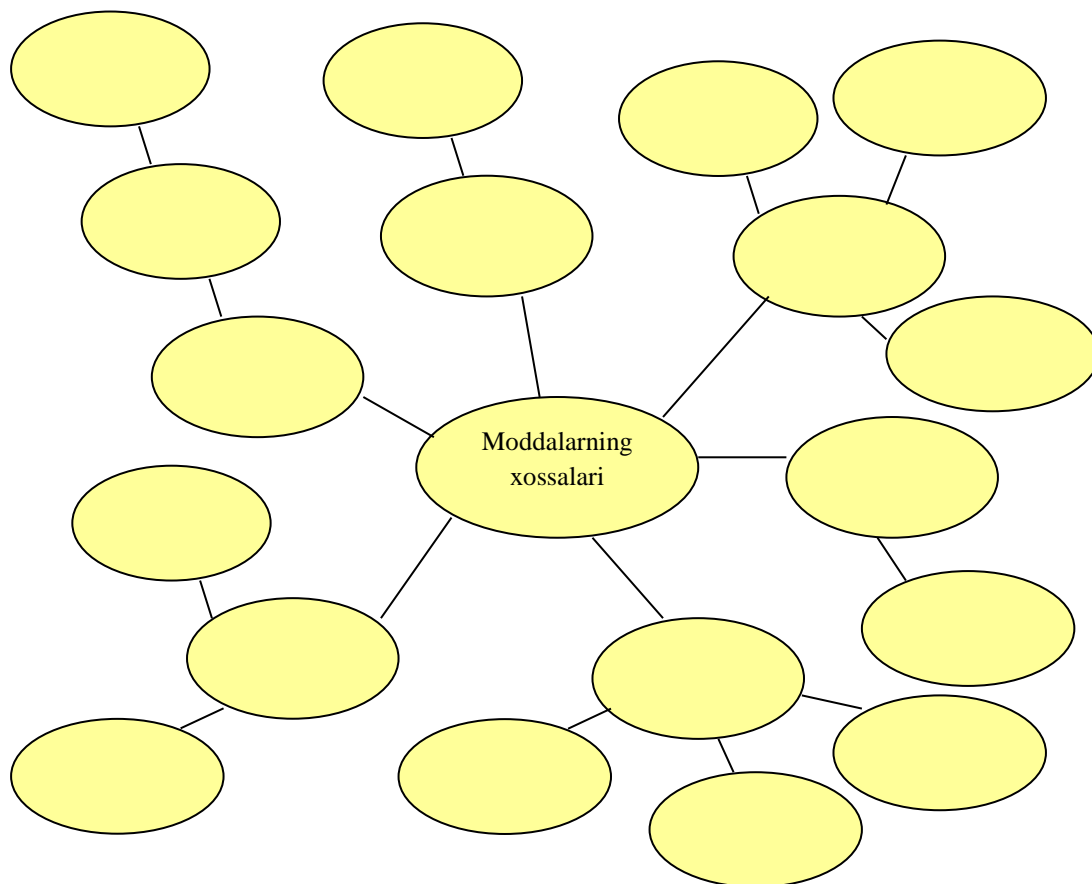
B

7 rasm. Kvarsit (tarkibida oltinli pirit minerali mavjud) mineralining
polarizatsion mikroskopda olingan tasviri.

A- mineralning ko'rinishi, B – mikroskopda olingan tasviri. (Yakutiya, Aldan).

Qo'shimcha vazifalar.

1 vazifa. “Moddalarning optik xossalari” mavzusiga “Klaster”
diagrammasini tuzing.



2 vazifa. “Gabitus”, “Singoniya”, “Mikroskop” so‘zlariga Sinveyn tuzish kerak.

1. Gabitus
2.
3.
4.
5.

1. Singoniya
2.
3.
4.
5.

Nazorat savollari.

1. Nur sindirish ko‘rsatkichiga tushuncha bering.
2. Kristallarning nur sindirish koeffitsiyentini qaysi usulda aniqlash mumkin?
3. Polyarizasion mikroskoplarni qanday turlari mavjud ?
4. Polyarizasion mikroskoplarni qanday qismlardan iborat ?
5. Immersion preparatnitayyorlash usuli ?
6. Bekke chizig‘i qanday siljiydi ?
7. Kristallar gabitusi xaqida tushuncha bering.
8. Singoniya xaqida tushuncha bering.
9. Polyarizasion mikroskoplarda qanday xossalarni aniqlash mumkin?
10. Kristallarning shakli va o‘lchami qanday aniqlanadi?

Foydalaniladigan adabiyotlar ro‘yxati

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 r.

3. Ismatov A.A. Silikat va qiyin eriydigan nometall materiallar fizik-kimyoviy tahlilning zamonaviy usullari. O‘quv qo‘llanma. Toshkent: Fan va texnologiya, 2006. -272 bet.

4. Gorshkov V.S., Timashev V.V., Savelyev V.G. Методы физико-химического анализа выжигающих веществ. Учебное пособие. Москва: Высшая школа, 1981.- 281 с.

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

6. Vegman Ye.F., Rufanov Yu.G., Fedorchenko I.N. Кристаллография, минералогия, петрография и рентгенография. – М.: Metallurgiya, 1990.– 262 с.

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

2–amaliy mashg‘ulot .

“MATCH” kompyuter dasturi yordamida materiallar strukturasi tahlil qilish usullari.

Ish maqsadi: Noorganik moddalarni rentgenografik tahlil qilish, diffraktometrning tuzilishi, asosiy qismlari va ularning vazifalarini o‘rganish. Berilgan namunaning “MATCH” kompyuter dasturi yordamida strukturasi o‘rganish va rentgenografik tahlil asosida fazaviy tarkibini aniqlash.

Nazariy qism.

Rentgenografik usul yordamida olingan xulosalar bo‘yicha, masalan, xom-ash‘yo tarkibida izlanayotgan mineral mavjud bo‘lsa, bu xom-ash‘yo ustida to‘xtalib, ilmiy-tadqiqot ishlarini davom ettirish mumkin bo‘ladi. Noorganik materiallar ishlab chiqarishda xom-ash‘yolarda temperatura ta‘sirida strukturada sodir bo‘ladigan fazaviy o‘zgarishlar, pishish temperaturasi haqida xam ma‘lumotlarni aniqlash zarur bo‘ladi. Shuning uchun tanlangan xom-ash‘yolar dastlabki xolatida va unga turli temperaturalarda termik ishlov berilib, so‘ngra ularning diffraktogrammasi olinadi.

Rentgenografik tahlil usuli

Rentgen nurlari moddaning kristall panjrasiga tushganida diffraksiyalanishiga asoslangan. Kristall xoldagi moddalar orqali nur o‘tganda

difraktsion manzara xosil bo'lishiga sabab, kristall panjaradagi atomlar orqali o'tgan nurning o'zaro parallel tekisliklardan qaytishidir.

Rentgenografiya – rentgen nurlari va ularni metall, metall qotishmalari, kimyoviy birikma, mineral va turli xom ashyolarni tadqiqot qilish fani. $2 d \cdot \sin\theta = n\lambda$,

bo'lib, bu yerda n -yaxlit son bo'lib, u 1,2,3... nurlarining qaytish tartibini beradi;

λ -rentgen nurlari to'liqin uzunligi, Å;

d -kristall panjaradagi atomlar yuzasi orasidagi masofa;

θ - atom yuzasiga tushayotgan rentgen nurlari tushish burchagi.



17 rasm. DRON-7 rentgen difraktometri va rentgen trubkasi.

Apparatlarning asosiy qismlari.

Rentgen apparatlarining asosiy qismlariga kiradi (17-18-rasm):rentgen trubkasi, to'g'rilovchi lampa - kenotron, cho'g'lanish reostati, yuqori voltli transfor-mator, cho'g'lanish transformatori, boshqaruv pulti va uning zinapoyali avtotransformatori va boshqalar. Quyida ularning tuzilishiga oid ma'lumotlar beriladi.

1. Rentgen trubkalari BSV-2, BSV-4, BSV-6 va boshqalar.B-himoyali qoplamada, xavfsiz; S-struktura tahlili uchun; V-suvli sovitish ma'nolarini anglatadi.

Rentgen trubkasi rentgen nurlari manbai bo'lib, u tez uchuvchan elekt-ronlarning yo'lida joylashgan anod bilan to'qnashuvi natijasida yuzaga keladi.

Rentgen trubkalarida rentgen nurlarini yuzaga kelish uchun quyidagilar ta'minlanishi kerak:

a) Ozod elektronlarni hosil qilish;

b) Ozod elektronlarni katta kinetik energiya bilan ta'minlash (bir necha mingdan to 1-2 mln elektronvoltgacha);

v) Anod atomlari bilan tez uchuvchan elektronlarning o'zaro ta'siri.

Rentgen trubkalari belgilariga qarab quyidagicha tasniflanadi:

1) Ozod elektronlar olish usuli bo'yicha. Bunda trubka ionli va elektronli tarzda farqlanadi. Ion trubkalarda ozod elektronlar sovuq: katodni musbat ionlar bilan bombardirovka qilish natijasida olinadi. Bu vaqtda ionli trubka ichida 10^{-3} - 10^{-4} mm qo'rg'oshin stolbchasiga teng bo'shliq hosil etilishi va katodga yuqori kuchlanish berib yuborilishi shart. Shunda-gina katoddan ozod elektronlar ajralib chiqadi va idishdagi vakuum tufayli anod tomon yo'l oladi. U anod atomlari bilan juda katta tezlikda to'qnashadi va nihoyat ulardan rentgen nurlarini ajralib chiqishiga sababchi bo'ladi.

Elektron trubkada ozod elektronlar tokda qizdirilgan katodning termoelektron emissiyasidan paydo bo'ladi.

2) Vakuumni hosil qilish va uni ushlab turish usuli bo'yicha. Bunda trubkalar qalaylangan va yig'ma tarzda bo'lishi bilan farqlanadi.

Qalaylangan trubkalarda yuqori vakuum trubka tayyorlanayotgan vaqtning o'zida yaratiladi va u o'zining germetik korpusi (ballon)ga ko'ra ishlash dav-rida vakuum holatini saqlaydi. Vakuumning o'zgarishi trubkani ishdan chiq-qanligini bildiradi.

Yig'ma trubkalarda bo'shliq vakuum nasos yordamida yaratiladi va ushlab turiladi.

3) Ishlatilishi bo'yicha. Trubka materialni yoritish, struktura tahlili va tibbiy maqsadlarda (diagnostika va davolash maqsadida) qo'llaniladi.

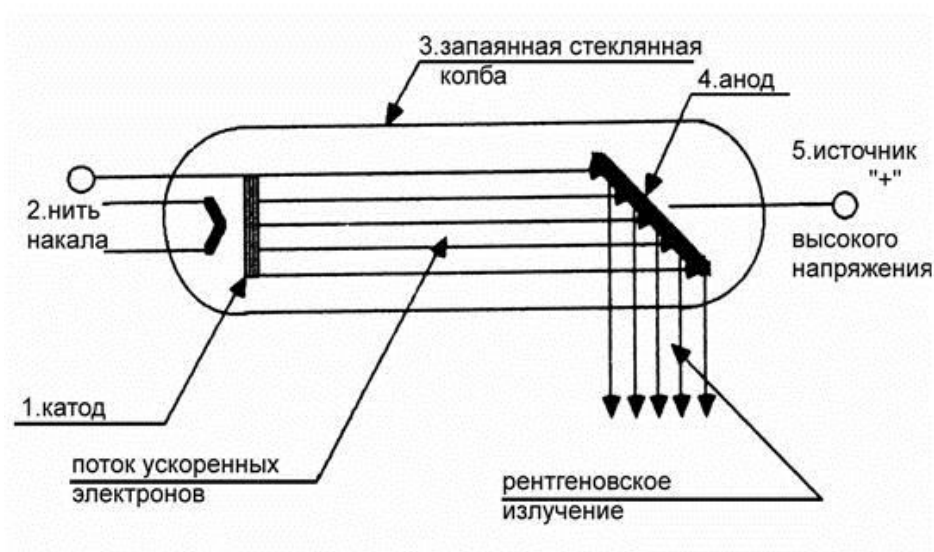
4) Fokusni kattaligi (maydoni) bo'yicha. Trubkalar normal (6-7-mm²) va o'tkir (mm² ning bir necha yuz yoki mingning ulushi qismicha) fokus bilan tayyorlanadi.

Struktura tahlili uchun qalaylangan elektron trubkalar ishlatiladi. Uning ko'rinishi BSV-2 misolida quyida beriladi (17-18-rasm).

U shisha ballondan tashkil topgan, unga ikkita elektrod kiritilgan: katod - qizdiriladigan volfram simli spiral shaklida va anod- to'la misli trubka shaklida.

Shisha ballonda yuqori vakuum (10^{-5} yo 10^{-7} mm simob ustuni) hosil qilinadi. Unda elektronlarning katoddan anodga borish erkin xarakati ta'minlanadi. Katod issiklik va kimyoviy ta'sirdan hamda elektronlar orasidagi gazli muxitda chaqmoq hosil bo'lishidan himoyalangan.

Volfram spiral 2100-2200°C gacha tokda qizdirilganda elektronlarni chiqaradi. Trubka polyusiga yuqori kuchlanish qo'yilganligi tufayli anodga katta tezlik bilan intiladi. Anod (anod ko'zgusi) maydoniga urilib, elektronlar tormozlanadi. Taxminan 1% atrofida kinetik energiya rentgen nurlarining elektromagnit energiyasi tebranishiga o'zgaradi; qolgan energiya anoddan ajralayotgan issiqlikka sarflanadi.



18-rasm. Struktura tahlili uchun ishlatiladigan BSV-2-elektron rentgen trubkasi: 1-balon; 2-katod; 3-anod; 4-yoʻnaltiruvchi qalpoq; 5-muxofaza vosi-tasi; 6-yoʻnaltirish teshiklari; 7-sovitish sistemasi.

Struktura tahlili uchun trubkadan chiqarilayotgan nisbatan yumshoq nur (1 \AA va koʻproq toʻlqin uzunligida) shishada juda kuchli yutiladi. Shuning uchun trubka balloniga rentgen nurlarini chiqarishni taʼminlash uchun yengil elementlar (berilliy, litiy, bor) dan tashkil topgan getan qotishmasi yoki berilliy metallidan yasalgan darcha qotiriladi (qalaylanadi). Elektron trubkadagi katod volfram spiraldan iborat boʻlib, koʻpincha emission xarakterini oshirish uchun toriy qavati bilan qoplanadi.

Spiralni fokus qalpoqchasiga joylashtiriladi. Qalpoqchaniing vazifasi trubka fokusini kamaytirish va katoddan anodga uchayotgan elektron puchoklarini torlantirishdan iborat. Trubka fokusi deb rentgen nurlari hosil qiluvchi elektronlar tushadigan anod maydoniga aytiladi (fokus dumaloq yoki liniyalik shaklga ega).

Difraktogramma olish uchun namuna tayyorlash.

Difraktogramma olish uchun namuna tayyorlash va difraktogramma olish quyidagicha kechadi:

1. Tekshirilayotgan namunadan 5-10 g ajratib olinadi;
2. Agatli maydalagichda spirt yordamida maydalanadi;
3. Hoʻl modda maydalagichda yoqib yuboriladi va quruq kukun olinadi;
4. DRON markali apparatlariga namuna - kukun joylanadi;
5. Difraktogramma olinadi;
6. Difraktogramma piklari nomerlanadi;
7. Piklar oʻlchami va intensivligi aniqlanadi;
8. Topilgan qiymatlar maxsus jadvallar yordamida d -ga aylantiriladi;
9. Maxsus kitoblar yordamida d va I lar qiymati orqali modda tarkibi aniqlanadi.

Rentgen nurlari bilan ishlashda xavfsizlik texnikasi qoidalariga qat-tiq rioya qilish zarur. U uzoq vaqt kishi organizimiga taʼsir oʻtkazsa salomatlik masalasiga putur yetadi:

1. Inson qonining tarkibi o'zgaradi;
2. Ichki organlar shikastlanadi;
3. Teri qavati kuyadi.

Rentgen nurlari bilan ishlashda ma'sul organlar tomonidan belgilangan shart-sharoitlarga qat'iy amal qilish talab etiladi:

1. Rentgen apparatlarida ishlash uchun yoshi 18 ga kirmaganlarga ruhsat berilmaydi;
2. Rentgen apparatlarini sozlash va tuzatishga faqat mahsus ma'lumoti bor kishilargagina ruxsat etiladi;
3. Rentgen apparati joylashgan xonalarga begona shahslarning kirishiga yo'l qo'yilmaydi;
4. Rentgen apparati ishlab turgan vaqtda uning bo'laklariga tegish, yuqori voltli qismlarini ta'mirlash va boshqalar man etiladi;
5. Vaqt-vaqti bilan rentgen nurlanishidan himoya vositalarining effektivligi dozimetrlar orqali tekshirib turilishi shart;
6. Rentgen trubkasi va rentgen kamerasi almashtirilgach apparat o'rnatilgan xonani dozimetr yordamida tekshirib turish kerak.

Rentgen nurlari bilan ishlashda havfsizlik texnikasi qoidalarini rioya qilishni ta'minlashda rentgen dozimetrlari katta rol uynaydi. Rent-gen nurlari dozasini o'lchashda odatda ko'chma asboblardan – universal GRI dozimetrlaridan keng foydalaniladi. Bu asbob bir ipli elektrometr va al-mashtirib turiladigan ionlanish kameralari to'plamidan tashkil topgan.

AMALIY MASHG'ULOTNING BAJARISH TARTIBI.

Aniqlangan piklar qaysi mineralga tegishli ekanligi o'rganish.

Kristall xoldagi material o'zining tuzilishi bilan xarakterlanadi va unga mos ravishda shu panjara uchun xos bo'lgan tekisliklar to'plamiga ega bo'ladi. Tekisliklar orasidagi masofani aniqlash tekshirilayotgan materialning kristall panjarasini xarakterlashga imkon beradi.

Materialning difraktogrammasini olishdan avval uni tekshirishga tayyorlanadi. Buning uchun material laboratoriya sharoitida chinni yoki agat

xovonchalarda maydalanib, 0056-raqamli elakdan (1 sm² yuzada 10000 teshikli) o'tkazib olinadi. Tayyorlangan kukun sochiluvchan bo'lsa, bog'lovchi sifatida texnik spirt ishlatiladi. Tayyorlangan namuna rentgen apparatining maxsus material solinadigan moslamasiga joylanadi va uning difraktogrammasi olinadi.

Olingan xar bir difraktogramma ustida ishlanadi. Xar bir pik qaysi mineralga mansub ekanligini aniqlanadi, aniqlash uchun maxsus adabiyotlar mavjud. Tekshirishlar yordamida mineralning strukturasi aniqlanadi, piklari aniqlanib, fazaviy o'zgarishlari to'g'risida xulosa yoziladi.

Rentgen usulining aniqlik darajasi ko'pgina faktorlarga, ya'ni materialdagi atomlarning nur qaytarish xususiyatiga, aralashmaning va tekshirilayotgan fazaning rentgen nurlarini yutish koeffitsiyentiga, kristall panjaraning mukammalligiga, kristallarining o'lchami va boshqalarga bog'liq.

Rentgenografik tahlil usuli orqali mavjud fazalar miqdorini aniqlash mumkin. Moddalarning miqdoriy tahlil qilish tekshirilayotgan fazaga tegishli chiziqlar intensivligini o'lchashga asoslangan. Chunki rentgen nurlari difraksiyasining intensivligi moddaning miqdoriga to'g'ri proporsionaldir.



Miqdoriy tahlil etishning bir nechta usuli mavjud. Masalan, tekshirilayotgan moddalarga etalon modda aralashtirish usuli. Bu usulda tekshirilayotgan moddaga etalon moddadan ma'lum miqdorda qo'shiladi.

So'ngra etalon modda chiziqlarining intensivligi tekshirilayotgan moddaning sof xoldagi rentgenogrammasi va etalonli aralashmasining rentgenogrammasi bilan solishtirib ko'riladi. Etalon sifatidan kimyoviy jixatdan toza bo'lgan osh tuzi kristallaridan foydalaniladi.

Rentgenografik tahlil yordamida olingan xar bir difraktogrammani tahlil etiladi. Ilmiy-tadqiqot ishlarini rasmiylashtirishda shu tahlil natijalari asosida xulosa yoziladi. Xulosa yozishning usuli quyidagi tartibda olib boriladi.

MATCH! dasturi yordamida difraktogrammani tahlil qilish

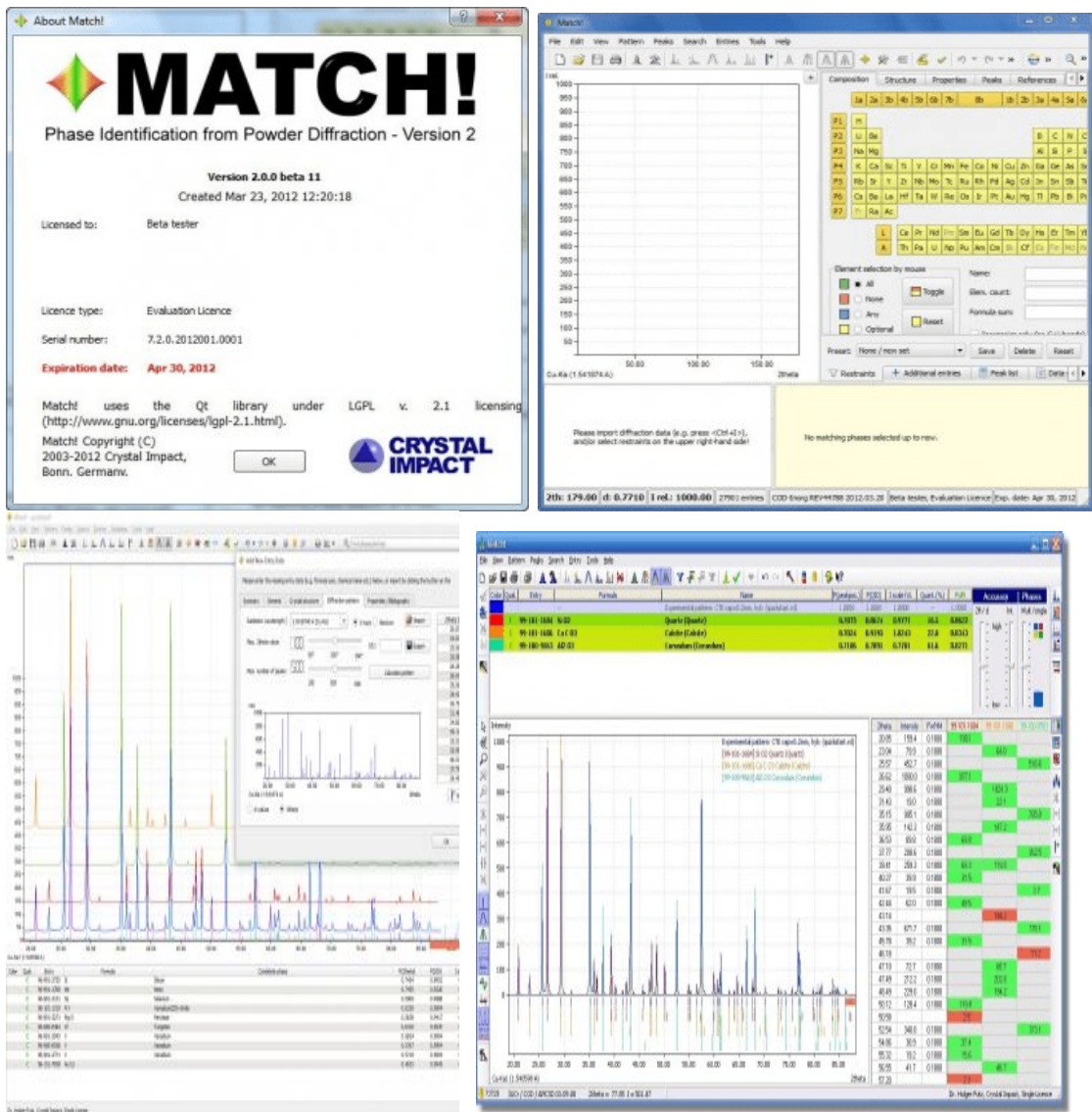


MATCH! kompyuter dasturi yordamida kukun difraksiyasi ma'lumotlaridan foydalangan holda noorganik moddalardagi fazalarni tahlil qilish mumkin. Bu – oson, tezkor va yuqori aniqlikdagi dasturiy ta'minot bo'lib, natijalarni to'g'ri va to'liq tahlil qilishga imkoniyat beradi. Mavjud fazalarni aniqlash uchun namunadagi difraksiyani namunani mos yozuvlar namunalarini o'z ichiga olgan ma'lumotlar bazasi bilan taqqoslaydi. Topilgan fazalar (moddalar), elementlar tarkibi, optik va struktura ko'rsatkichlari, yoki zichlik kabi namunalar haqida qo'shimcha ma'lumot osongina qo'llanilishi mumkin

(<https://match4.software.informer.com/2.0b/>).

Ushbu sifatli tahlildan tashqari, miqdoriy tahlilni (Riyetveld takomillashtirishidan foydalangan holda) ham o'tkazish mumkin. MATCH! dasturi bilan birga Riyetveld aniqlanishlarini o'rnatish, moddalarning faza tarkibini hisob-kitoblarni avtomatik ravishda amalga oshirish mumkin. MATCH! dasturi to'liq avtomatik ishlashdan "Ekspert" rejimiga qadar Riyetveldni takomillashtirishga yumshoq kirishishni ta'minlaydi. Dastur tabiiy ravishda Windows, macOS va Linux da ishlaydi.

MATCH! dasturi yordamida difraktogrammani tahlil qilish bosqichlari qo'yidagi rasmlarda keltirilgan:

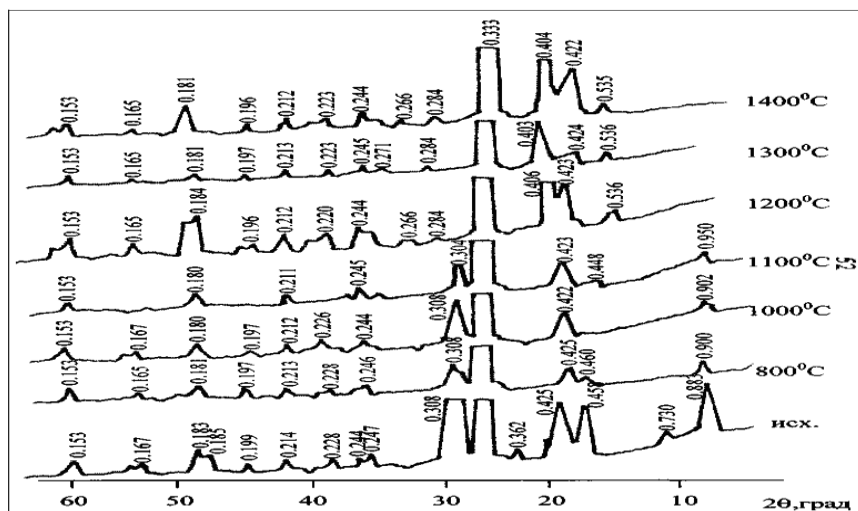


Difraktogramma bo'yicha xulosa yozish usuli

5-rasmda chinni toshining difraktogrammasi berilgan. Rentgenografik tahlilga ko'ra tekshirilayotgan chinni toshining tarkibida dastlabki xolda kvars va pirofillit minerallari mavjud. Difraktogrammada kvars uchun xos bo'lgan – 0,423; 0,333; 0,245; 0,226; 0,222; 0,213; 0,184; 0,165; 0,153 nm li, pirofillit uchun xos bo'lgan – 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 nm li reflekslari qayd etilgan. 800°C temperaturada issiqlik ishlovi berilganda, bu mineral tarkibida fazaviy o'zgarish kamligi kuzatiladi. 1000°C da esa reflekslarning intensivlik darajasi kamayganini kuzatish mumkin. 1200°Cda termik ishlov berilganda chinni toshi tarkibida o'zgarishlar kuzatiladi. Bu o'zgarishlar mullitning – 0,536 nm piklari bilan xarakterlanadi. 1300°C da mullitga xos bo'lgan reflekslar intesivligi

oshgani qayd etiladi. 1400°C mulitning reflekslari intensivligi bir muncha pasaygani kuzatiladi. Kvarsga xos boʻlgan difraksion maksimumlar barcha xollarda oʻzining xarakterini oʻzgartirmagani kuzatiladi.

Demak, xulosa qilish mumkinki, tekshirilayotgan bu togʻ jinsining yaʼni, pishgan xoldagi chinni toshining fazaviy tarkibi kvars va mullit minerallaridan iboratdir.



19-rasm. Turli xaroratlarda termik ishlov berilgan chinni toshi difraktogrammasi.

Natijalarni jadval xolida keltirish kerak boʻladi.

3 jadval

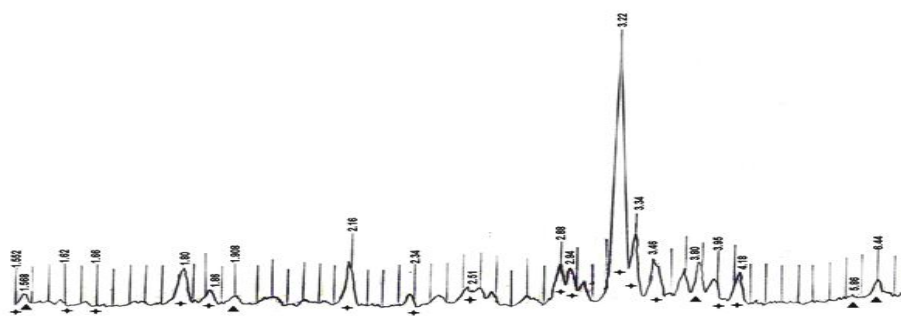
Chinni toshi namunasining qizdirishdan (isx.) oldin difraktogrammasi tahlili

Namuna (isx.)		Kvars		Pirofillit	
d, nm	I	d, nm	I	d, nm	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

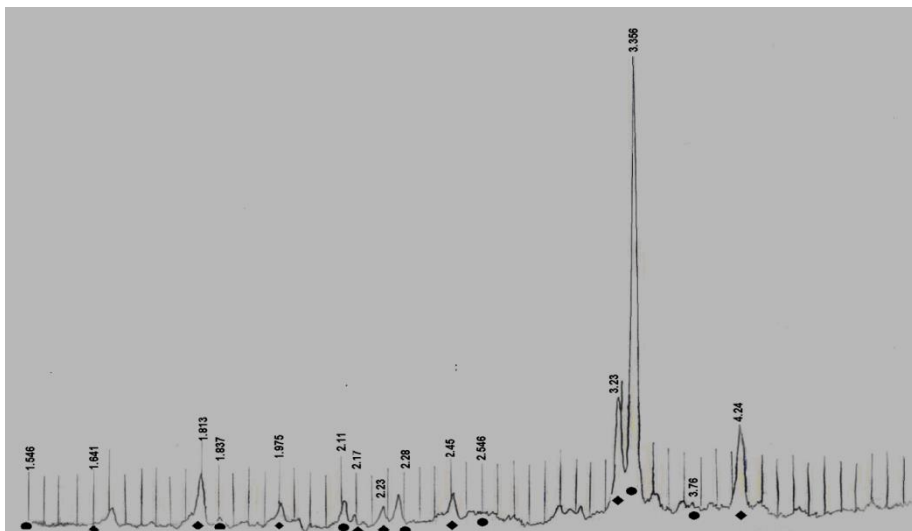
Xulosa: tekshirilayotgan chinni toshi namunasida qizdirishdan oldin (isx.) kvars va pirofillit minerallari mavjud.

AMALIY MASHG‘ULOT VAZIFALARI:

1 guruh	2 guruh
<p>Rasm 6da keltirilgan dala shpati difraktogrammasini yeching va minerallarni aniqlang. Tekshirishda kvars, muskovit, mikroklin va ortoklaz minerallarining spravochniklarda keltirilgan rentgenografik ma’lumotlari bilan solishtiring. Javobni jadval xolida keltiring.</p>	<p>Rasm 7da keltirilgan 1000°C kuydirilgan sanitar fayans namunasining difraktogrammasini yeching va minerallarni aniqlang. Tekshirishda kvars, anortit, mullit va kaolinit minerallarining spravochniklarda keltirilgan rentgenografik ma’lumotlari bilan solishtiring. Javobni jadval xolida keltiring.</p>
3 guruh	4 guruh
<p>Rasm 8da keltirilgan shlakning difraktogrammasini yeching va minerallarni aniqlang. Tekshirishda kvars, muskovit, magnetit va glinozem minerallarining spravochniklarda keltirilgan rentgenografik ma’lumotlari bilan solishtiring. Javobni jadval xolida keltiring.</p>	<p>Rasm 9da keltirilgan sulfoklinkerning difraktogrammasini yeching va minerallarni aniqlang. Tekshirishda alit, belit, kalsiy sulfoalyuminati va $\beta - \text{CaSO}_4$ minerallarining spravochniklarda keltirilgan rentgenografik ma’lumotlari bilan solishtiring. Javobni jadval xolida keltiring.</p>

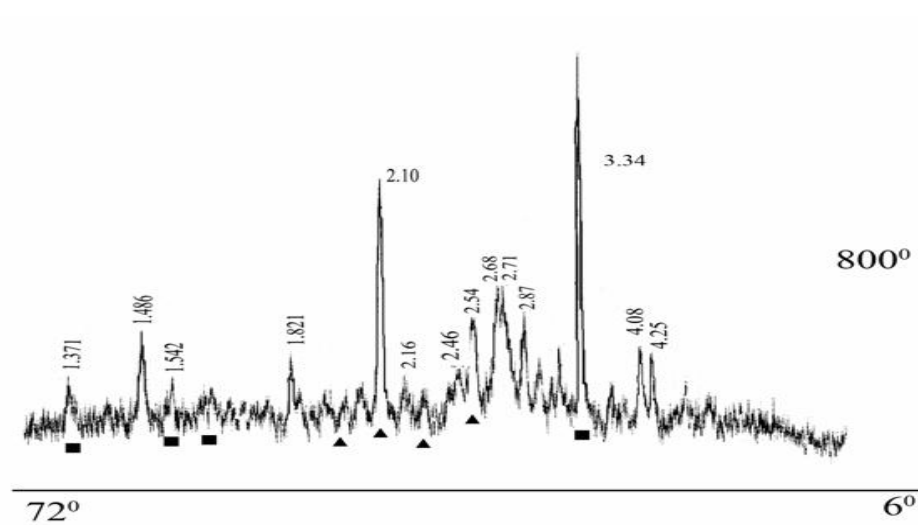


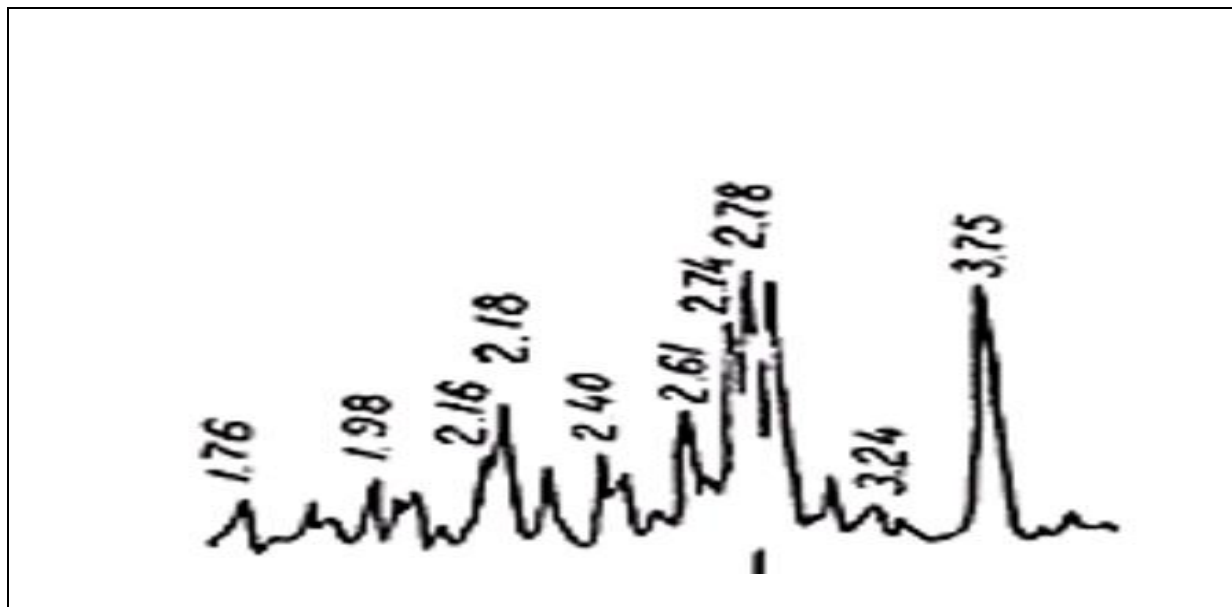
Rasm 20. 1100°S da qizdirilgan dala shpati difraktogrammasi.



Rasm 21. 1000 °C kuydirilgan sanitar fayans namunasining difraktogrammasi.

Rasm 22. 800⁰ C da qizdirilgan shlakning difraktogrammasi

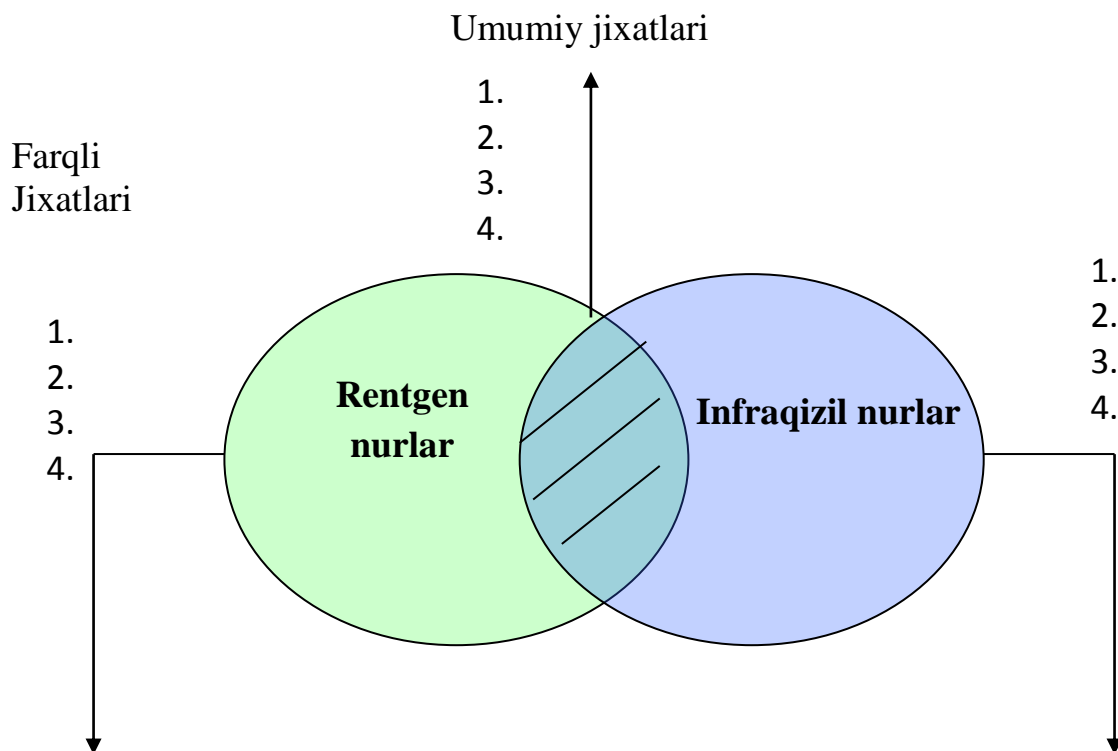




Rasm 23. Sulfoklinkerni difraktogrammasi.

Qo‘shimcha vazifalar.

1 vazifa. “Rentgen nurlar” va “Infraqizil nurlar” tushunchalarining o‘xshashlik va farqli belgilarini Venna diagrammasi yordamida tushuntirib bering.

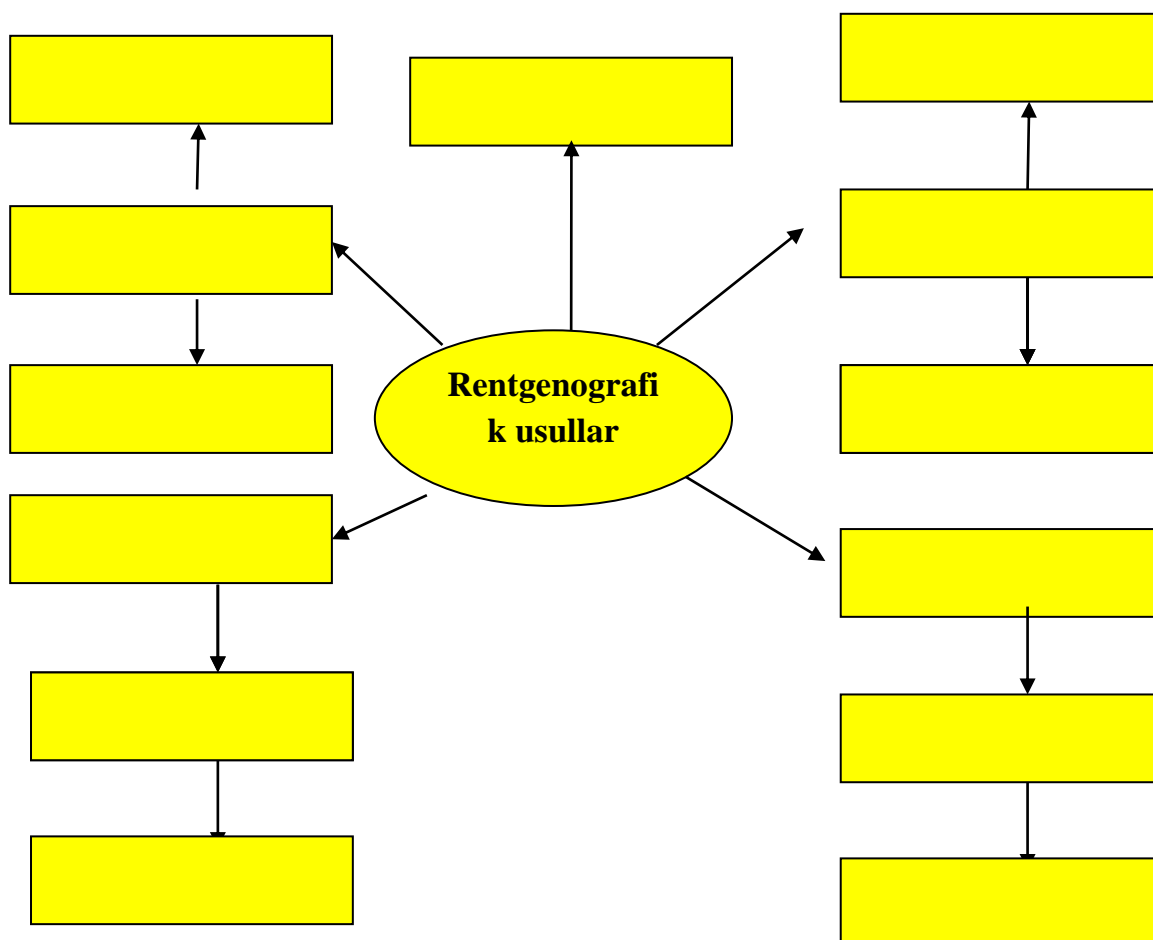


2 vazifa. “Rentgen”, “Difraktogramma”, “Difraksiya” so‘zlariga Sinveyn tuzish kerak.

1. Rentgen
2.
3.
4.
5.

1. Difraktogramma
2.
3.
4.
5.

3 vazifa. “Rentgenografik usul” turlari va usulda aniqlanadigan xossalarni “Klaster” diagrammasi shaklida keltiring.



Nazorat savollari

- 1.Rengtgenografiya nima?.
- 2.Rentgen apparatlarini tushuntiring.
- 3.Rentgenografik usulning afzalliklarini keltiring.
- 4.Rentgen nurlari haqida ma'lumot keltiring.
- 5.Rentgenografik tahlil usuli nimaga asoslangan?
- 6.Difraktogramma deganda nimani tushunasiz?
- 7..Miqdoriy tahlil nima?
- 8.Rentgen nurlari bilan ishlashda xavfsizlik texnikasi qoidalarini keltiring.
- 9.Rentgen va IQ tahlilni o'zaro taqqoslang.
- 10.Rentgen tahlil qay tartibda amalga oshiriladi?

Foydalaniladigan adabiyotlar ro'yxati

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 r.
3. Ismatov A.A. Silikat va qiyin eriydigan nometall materiallar fizik-kimyoviy tahlilning zamonaviy usullari. O'quv qo'llanma. Toshkent: Fan va texnologiya, 2006. -272 bet.
4. Gorshkov V.S., Timashev V.V., Savelyev V.G. Методы физико-химического анализа выжигающих веществ. Учебное пособие. Москва: Высшая школа, 1981.- 281 s.
5. Vasilyev Ye.K., Naxmanson M.M. Качественный рентгенофазовый анализ. Novosibirsk: Nauka, 1986.
6. Kuzyakov Yu.Ya., Semenenko K.A., Zo-rov N.B., Методы спектрального анализа, М., 1990.

3–amaliy mashg‘ulot.

Kimyo mahsulotlarini spektral tahlili, moddalarning spektrlarini o‘rganish.

Nazariy qism. Spektral tahlil usullari va jixozlari.

Moddalarning kimyoviy tarkibini ularning optikaviy spektri bo‘yicha aniqlash usuli **spektral tahlil** deb ataladi. Bu analiz yuqori temperatura ta‘sirida qo‘zg‘atilgan atomlarning o‘zidan nur chiqarish intensivligini o‘lchashga asoslangan. Keyingi vaqtlarda spektral analiz usullari xalq xo‘jaligining ko‘pgina tarmoqlarida, shu jumladan, shisha, sement, keramika, mineral o‘g‘itlar, metall, qotishmalar, shlaklar va boshqa noorganik moddalarning tarkibini aniqlashda keng qo‘llanilmoqda.

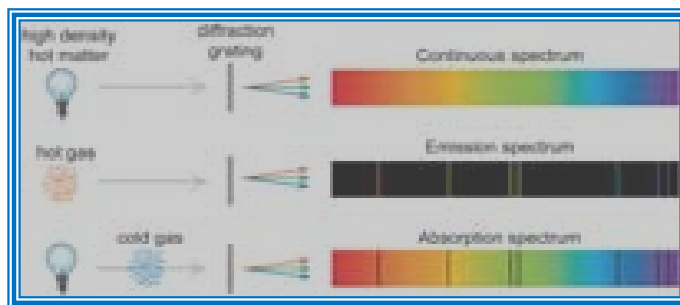
Spektral analiz sifat va miqdoriy analizning boshqa usullariga nisbatan qator afzalliklari bor. Masalan, bu usulda juda kam miqdordagi moddalarni tez aniqlash mumkin, ishlatiladigan apparatlar universal, arzon va moddalarning sifat hamda miqdoriy tarkibi haqidagi ma‘lumot diagramma, spektr holida olinadi. Foydalanilayotgan spektrning xarakteri (nur chiqarish, nurni yutish yoki uni tarqatish)ga qarab spektral analiz bir necha turga bo‘linadi. Quyida spektral analiz turlarini qisqacha xarakterlab o‘tamiz.

Emission spektral tahlil — bu usul nurlanuvchi moddalardan chiqayotgan nurlarning spektrini o‘rganishga asoslangan.

Adsorbsion spektral tahlil - spektrlarning moddaga yutilishini o‘rganishga asoslangan.

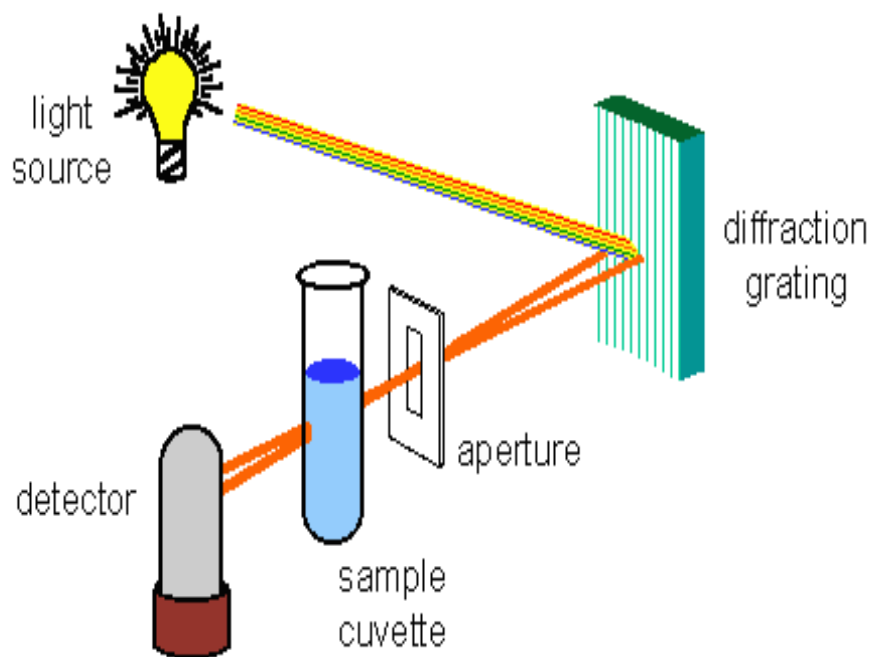
Moddalar tarkibini kombinastion spektral tahlil qilish simob lampasi bilan yoritilgan moddadan o‘tgan yorug‘lik nurini o‘rganishga asoslangan.

Emission spektral analiz. Atom emission spektral analizda tekshirilayotgan modda gaz holatiga o‘tkaziladi. Bu gazga biron nur ta‘sir ettirilganda u nurlanadi. Gazning nurlanish spektri yozib olinadi. Bu spektrlardagi chiziqlarning soni va holatiga qarab tekshirilayotgan modda tarkibiga qanday elementlar kirganligi (sifat analizi) aniqlanadi.



8 rasm. Turli xil gazlarning spektrlari.

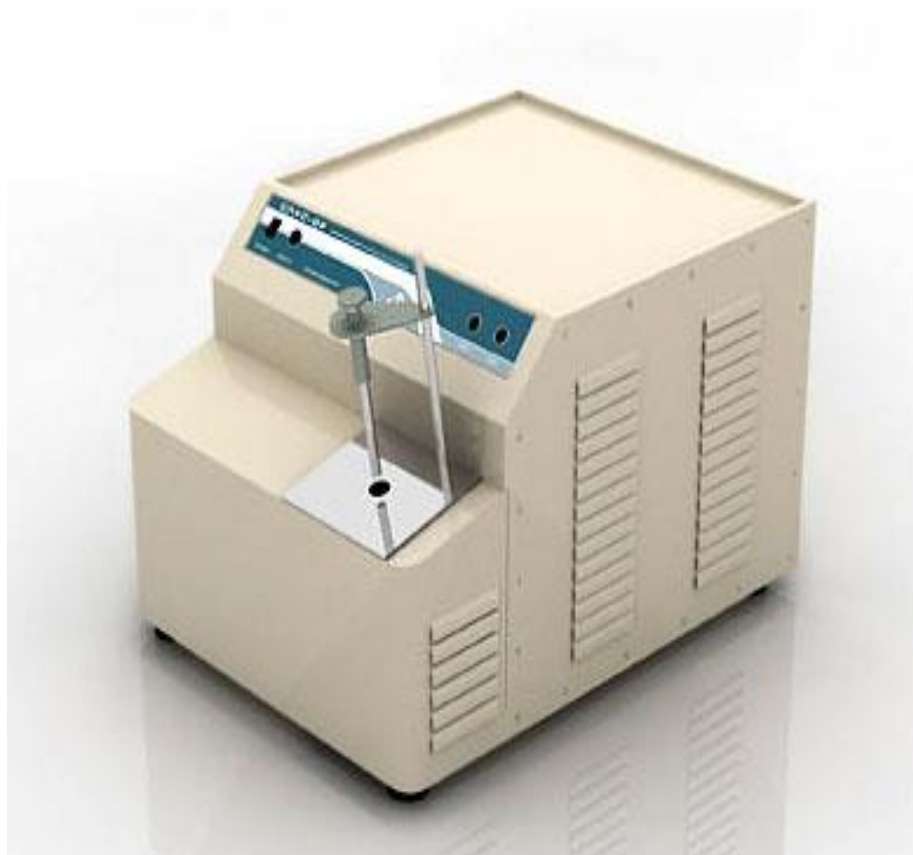
Tekshirilayotgan moddaning spektr chiziqlari intensivligini etalon modda spektrining intensivligi bilan solishtirib, tekshirilayotgan elementning miqdori (miqdoriy analiz) aniqlanadn. O'rganilayotgan moddalarning spektrini olish (qo'zg'atish) uchun ular avvalo yuqori temperaturali muhitga, kuchli elektr maydoniga yoki ham yuqori temperatura, ham kuchli elektr maydonli muhitga kiritiladi. Yuqori temperatura suyuq va qattiq moddani gaz xolatiga o'tkazish uchun zarur. Bu holatda katta tezlikda xarakatlanayotgan atom va zarrachalar bir-biriga urilib, o'zaro energiya almashinadi. Elektr maydon esa zarrachalar harakatini tezlashtirish uchun xizmat qiladi.



9 rasm. Spektroskopiya usulining prinsipial sxemasi.

Spektr qo'zg'atuvchilar sifatida alanga, elektr yoyi, uchqun, impuls, elektr vakuum razryadi va boshqalardan foydalaniladi.

Namunani qo‘zg‘atish manbaiga kiritishning bir necha usullari bor. Masalan, gazsimon modda ichiga elektrodlar joylashtirilgan shisha naylarda tekshiriladi. Suyuq moddalar havo oqimi yordamida aerosol holida alangaga purkaladi. Qattiq moddalar ko‘mir elektrodlaridagi mahsus o‘yiq-larga solinadi, elektr yoyiga kiritiladi yoki ularni presslab elektrodlar tayyorlanadi. Qattiq va suyuq holdagi moddalarni avval nurlanishi chiziqli spektr beradigan bug‘ holiga keltirish kerak.



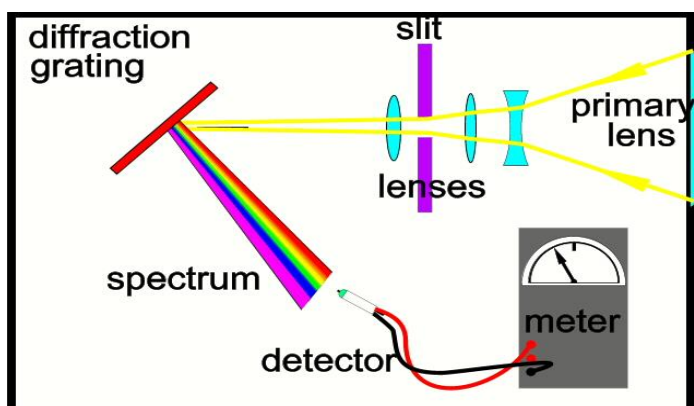
10 rasm. “SPAS” emission spektrometri (SPAS prednaznachen dlya vysokotochnogo elementnogo analiza metallov i splavov. Dannyy pribor yavlyaetsya samim sovremennym iz vypuskayemykh v nastoyayuyeyeye vremya spektrometrov).

Emission spektral analizda asosan ISP 22, ISP 28, ISP 51, KS 55, KSA 1, DFS 8 va boshqa markali spektraskoplardan foydalaniladi. Bunda spektrlarni kuzatish uchun, asosan spektroskoplar, ularni rasmini olish uchun esa spektograflardan foydalaniladi. Spektrlarni kuzatish va sifat hamda yarim miqdoriy analiz qilish uchun stiloskoplar ishlatiladi. SL 10 va SL 11 markali stiloskoplar eng takomillashgan asboblari hisoblanadi. Spektrlar uch xil usulda kuzatiladi:

-Oddiy kuzatish (spektrning ko‘rinadigan to‘lqin sohasida);
-fotografiya (ko‘rinadigan, ultrabinafsha va unga yaqin to‘lqin uzunliklari-dagi soha);

-fotografiya yoki termoelektriya (spektrning infraqizil nurlar to‘lqin uzunligi sohasida).

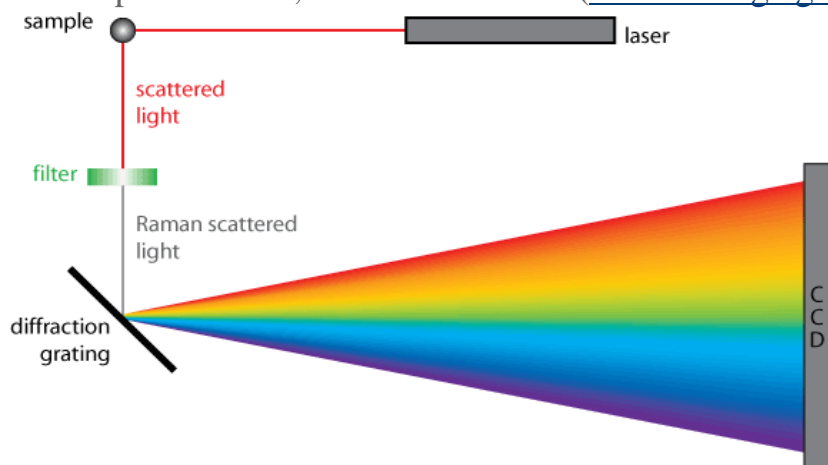
A Simple Spectrometer



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-rasm. RAMAN portativ spektrometrining ko‘rinishi va ishlash prinsipi.
(UniversityofCambridge).

Namunalardagi elementlarning miqdori darajalash grafigi bo'yicha aniqlanadi. Buning uchun bita fotoplastinkaning o'ziga tarkibida aniqlanishi kerak bo'lgan elementdan turlicha miqdorda bo'lgan uchta namunaning spektrlari hamda tekshirilayotgan moddaning spektri tushiriladi. Fotoplastinkalar ochiltirilgach, olingan spektrlar har qaysi element uchun xos bo'lgan chiziqlar bo'yicha fotometrlanadi va uchta etalon buyicha darajalash grafigi chiziladi. Shu grafikdan foydalanib, tekshirilayotgan elementning namunadagi miqdori aniqlanadi.

Spektral tahlil afzalliklari:

1. Spektral tahlil metallar tarkibini aniqlashda keng qo'llaniladi. Kimyoviy tahlil bilan solishtirganda, spektral tahlil yuqori sezuvchanligi, aniqligi, tezkorligi, arzonligi, bir tahlil qilishni o'zida bir necha kimyoviy elementni aniqlash mumkinligi bilan ajralib turadi.

2. Kimyoviy tahlil qotishmada elementning miqdori ko'p bo'lganda (5-10%) aniqligi yuqori bo'ladi. Spektral tahlil oz miqdordagi qoshimcha elementlarni aniqlashga imkoniyat beradi (mkgramm litrda yoki 0,001-0,005 %)

3. Metallar ekspress-tahlil qilishida uglerod miqdorini aniqlash uchun – yondirish usuli (aniqligi 0,05%), oltingugurt va fosforni aniqlash uchun – kimyoviy tahlil (aniqligi 0,01%), kremniy, marganes, xrom, nikel, molibden va b. metallarni aniqlash uchun – spektral tahlil (aniqligi 0,1%) qo'llash maqsadga muvofiqdir.

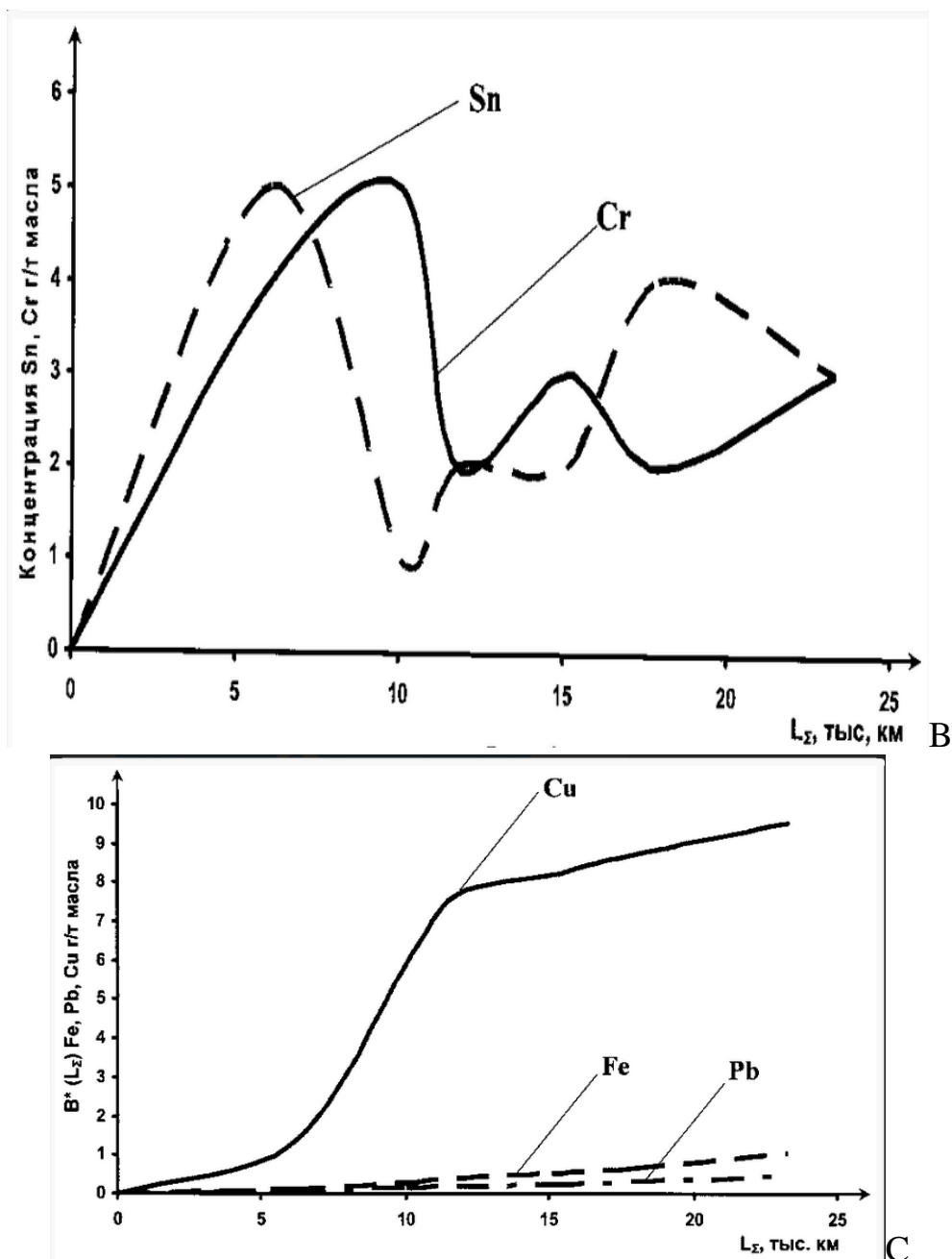
Quyidagi 1- jadvalda turli elementlarning spektr chizig'ining to'lqin uzunligi, xamda spectral tahlilda aniqlanadigan metal konsentrasiyalari keltirilgan.

Jadval 1. Turli elementlarning spektral tahlilda chizig'ining to'lqin uzunligi, xamda spektral tahlilda aniqlanadigan metal konsentrasiyalari keltirilgan.

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		0,2–0,5
	I 340,36		
	I 228,80		
Кальций	II 393,37	I 305,01	0,01–0,1
	II 396,85		0,1–0,5
	II 317,93		
	II 315,89		
Кремний	I 288,16	I 305,99 } I 266,91 }	0,05–0,5
	I 250,69		
	I 288,16	I 265,25 } I 266,04 } I 265,25 }	0,2–3,0
	I 251,61***		2,0–15
	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		0,5–5,0
	II 292,87		0,8–5,0
	II 293,65		2,0–15,0
	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		0,1–1,5
	II 260,57		0,3–2,0
	293,93		0,5–2,0
	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		1,0–10,0
	II 236,99		2,0–10,0
	II 229,44		
	I 282,44		2,0–10,0

Masala va keyslar.

1-Masala: Mashina moyida metallar konsentrasiyasini aniqlang (rasm 6, A-C). Absissa o'qi bo'yicha – turli metallarning koncenytrasiyasi (gr/tonnada), ordinata o'qi bo'yicha – motorning bosib o'tgan masofasi, L (ming.km).A



12-rasm. Mashina moyidagi metallar konsentrasiyasini spektral usuli yordamida aniqlash.

2-masala. Kimyoviy va spektral tahlil usullarida turli elementlarning konsentrasiyasini aniqlash imkoniyatlarini solishtiring (2-jadval).

2-jadval. Metallarni element tarkibini aniqlashda kimyoviy va spektral tahlil usullari ko'rsatkichlarini solishtirish.

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

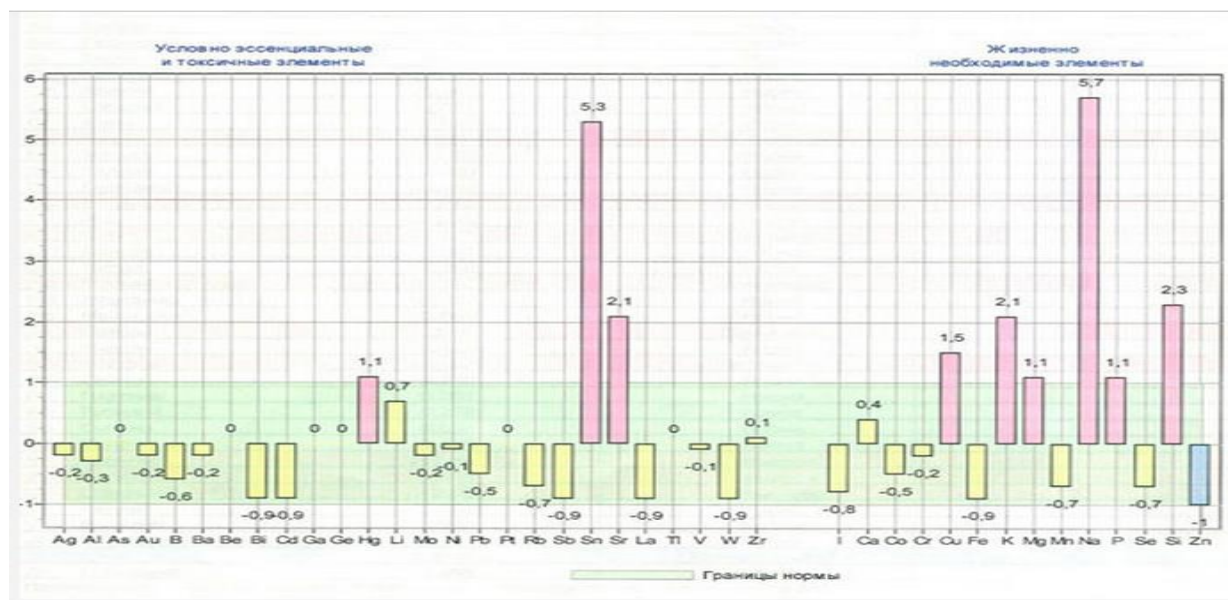
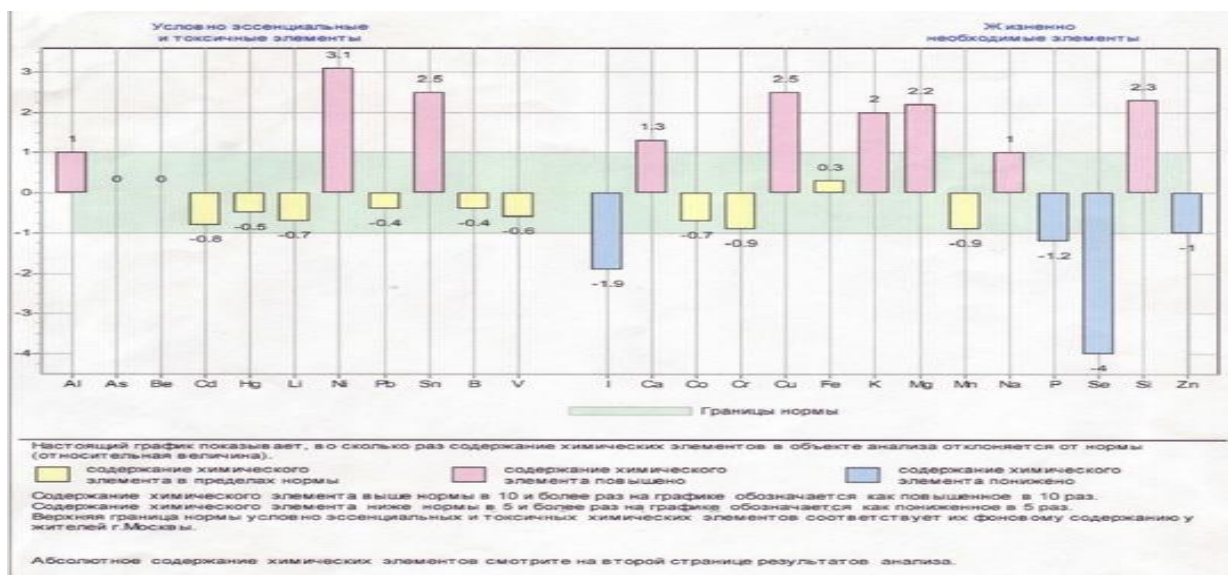
3-masala. “Spektral tahlil usulida o‘rganiladigan masalalar” jadvalini to‘ldiring



4-masala. Biologik obyektlarda (soch, tirnoq, qon, to‘qimalar), tabiiy suv va tuproqlarni o‘gir metallar bilan zararlanishini aniqlashda spectral usullar keng qo‘llaniladi. 7-Rasmga asoslanib qanday elementlar miqdori ruhsat berilgan

miqdordan ko‘p va kamligini aniqlang. Biologik obyektlarni spektral tahlil qilishda:

- standart tahlil (25 element aniqlanadi - Al, Be, B, V, Fe, I, Cd, K, Ca, Co, Si, Li, Mg, Mn, Cu, As, Na, Ni, Sn, Hg, Se, F, Cr, Zn);
- to‘liq tahlil (yana 15ta element qo‘shimcha aniqlanadi – Ba, Bi, W, Ga, Ge, Au, La, Mo, Pt, Ru, Ag, Sr, Sb, Ta, Zr);
- kengaytirilgan tahlil (70ta element) qo‘llanilishi mumkin.

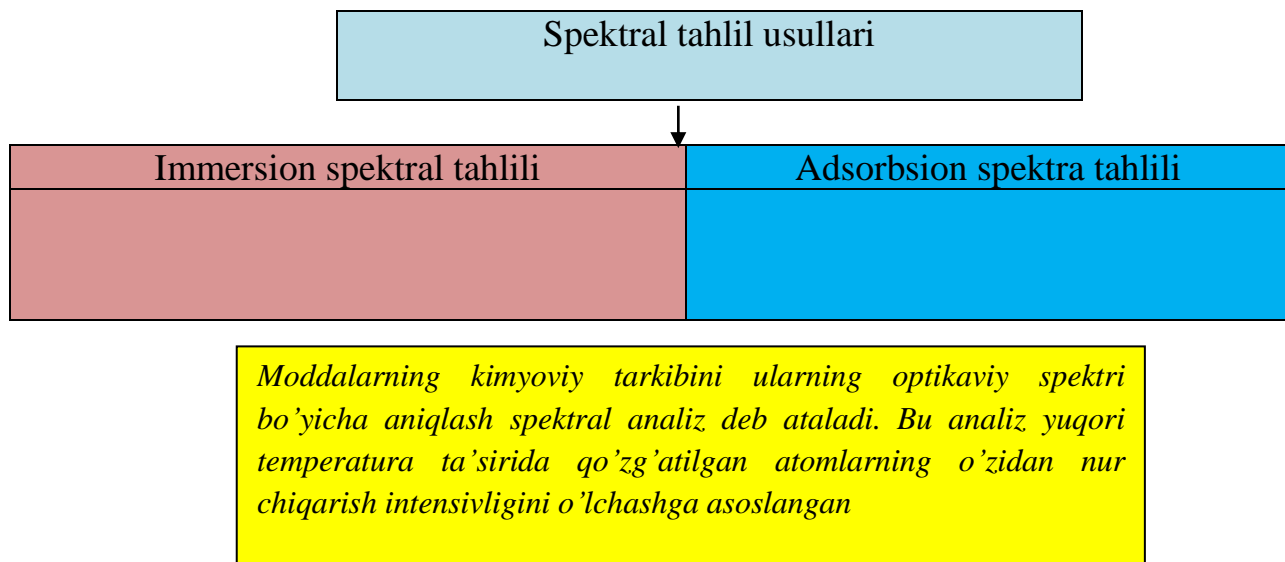


13-рasm.

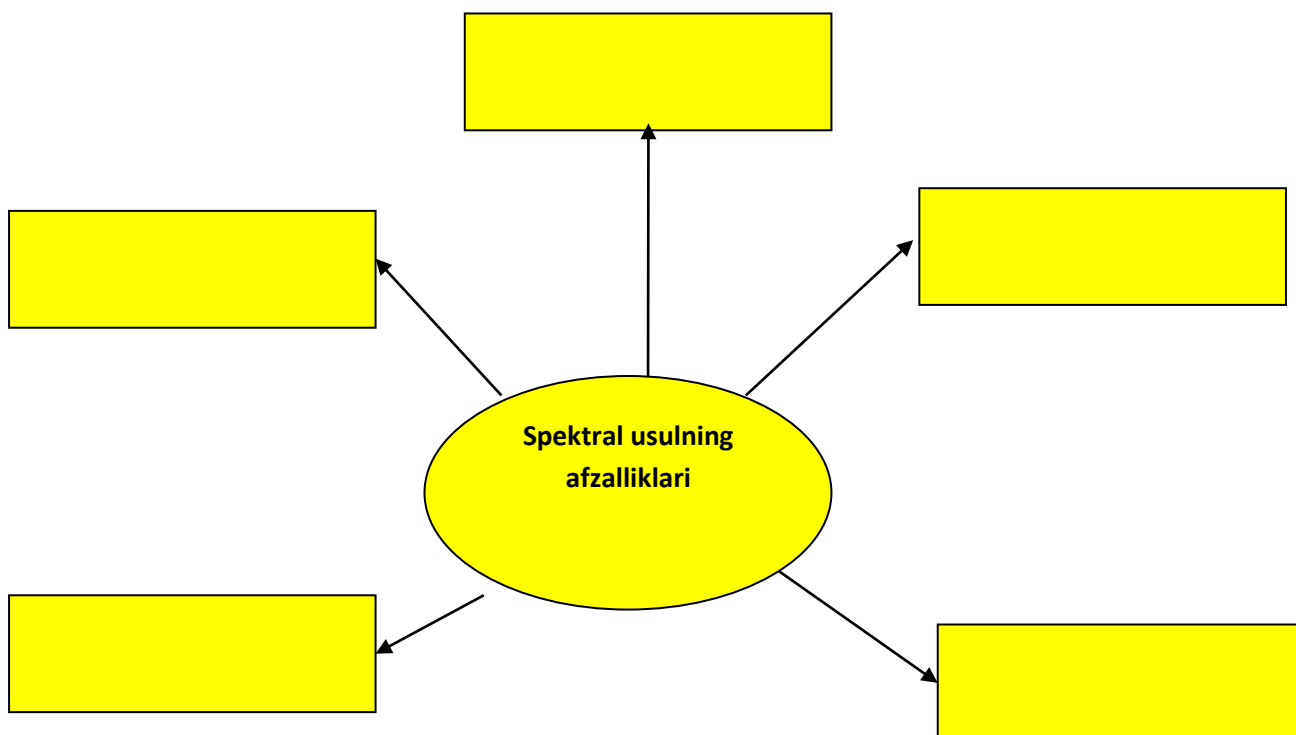
Soch tolasida turli elementlarning miqdorini spektraltahlil usulida aniqlash (grafikdan oldan yuqoridagi elementlar miqdori ruhsat berilgandan yuqori hajmda, noldan past qiqismda – yetishmovchilik mavjud bo‘lgan elementlar).

5-masala. *T-chizmalar, T-chizma munozara vaktid aqo'shaloq javoblar (tarafdorqarshi) yoki taqqoslash-zid javoblarni yozish uchun universal grafik organayzer xisoblanadi. Masalan, spektral tahlil usullari ta'rifini, taqqoslash-zid tamoyiliga asoslanib yozish mumkin.*

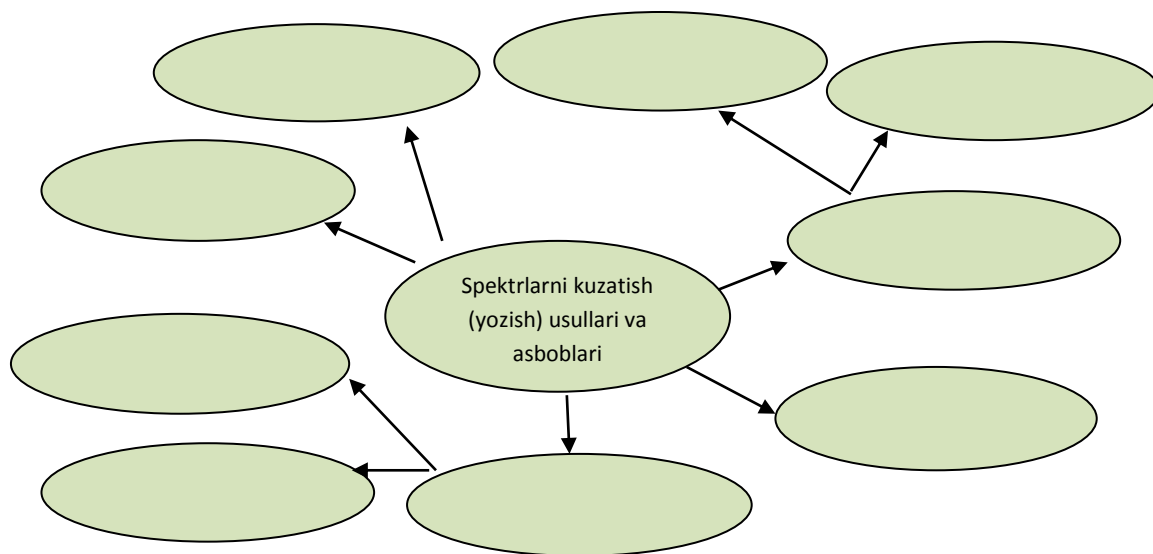
T-sxema jadvali asosida spektral tahlil turlarini ta'riflab bering.



6-masala.



7-masala. “Spektrlarning kuzatish (yozish) usullari va va asboblari” mavzusiga “Klaster” diagrammasini tuzing.



8-masala. “Spektrometr”, “Stiloskop”, “Elektron”, “Elektrod”, “Spektr” soʻzlariga sinkveyn tuzing.

1. Spektrometr
2. ...
3. ...
4. ...
5. ...

1. Spektr
2. ...
3. ...
4. ...
5. ...

Nazorat savollari

1. Spektral tahlil usullarini aytib bering.
2. Infra qizil nurlarini tushuntiring.
3. Ultrabinafsha nurlarini tushuntiring.
4. Spektral tahlil asboblari sanab bering.
5. Infra qizil tahlil nimaga asoslangan?
6. Emission spektral tahlilni tushuntiring.
7. Adsorbsion spektral tahlilni aytib bering.
8. Lyuminesensiya usulini tushuntirib bering.
9. Emission spektral va adsorbsion spektral tahlilni oʻzaro taqqoslang.
10. Spektral tahlil nimaga asoslangan?

Foydalaniladigan adabiyotlar ro'yxati

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 r.
3. Ismatov A.A. Silikat va qiyin eriydigan no metall materiallar fizik-kimyoviy tahlilning zamonaviy usullari. O'quv qo'llanma. Toshkent: Fan va texnologiya, 2006. -272 bet.
4. Gorshkov V.S., Timashev V.V., Savelyev V.G. Методы физико-химического анализа выжигающих веществ. Учебное пособие. Москва: Высшая школа, 1981.- 281 s.
5. Zinyuk R.Yu., Балыков A.G., Gavrilenko I.V. ИК спектроскопия в неорганической технологии. –L.: Ximiya, 1983.
6. Kuzyakov Yu.Ya., Semenenko K.A., Zo-rov N.B., Методы спектрального анализа, М., 1990.

4 –amaliy mashg'ulot: Mahsulotlarni fizik-mexanik xossalari, ularni aniqlash usullari, ISO va davlatlararo andoza talablari.

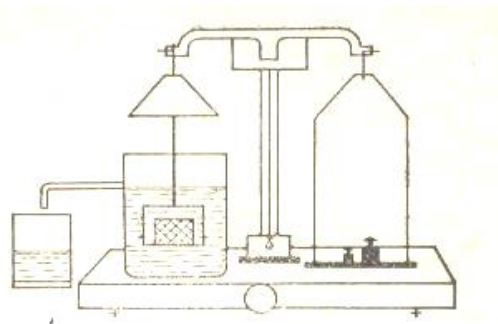
Ish maqsadi: Noorganik mahsulotlarni fizik-mexanik xossalari – qattqlik, solishtirma og'irlik, mexanik mustaxkamlik, kimyoviy bardoshlik va b. xossalarni aniqlash usullari. Noorganik mahsulotlarga ISO va davlatlararo andoza talablarini o'rganish.

Nazariy qism.

Noorganik mahsulotlarni solishtirma og'irligini gidrostatik usuli bilan aniqlash.

Bu usul bir bo'lak mineralning og'irligini va hajmini aniqlashga asoslangan. Og'irlikning hajmiga nisbatan (siqib chiqargan suv hajmi) mineralning solishtirma og'irligini ifodalaydi (gm/sm^3).

1. Bir bo‘lak mineralning og‘irligini aniqlaymiz va uni R_1 belgilaymiz (o‘rganilayotgan mineral bo‘lagini taroziga shunday joylashtirish kerakki, keyingi bosqichda, yani uning suvdagi og‘irligini aniqlashda qulay bo‘lsin.



1-rasm. Hidrostatik tarozi.

2. Shu bulak mineralning suvdagi og‘irligini aniqlaymiz va uni R_2 bilan belgilaymiz.

Ikki o‘lchov natijasidan mineral siqib chikargai suv xajmi (V) ni aniqlaymiz:

$$V = R_1 - R_2$$

Bizga mineralning og‘irligi va u siqib chiqargan suv xajmi anik, endi uning solishtirma og‘irligini aniqlash mumkin:

$$d = \frac{P_1}{V} = \frac{2pamm}{cm^3} = gr/cm^3$$

O‘lchash natijalarini 1-jadval ko‘rinishida rasmiylashtiriladi.

7-jadval

Tartibi,	Mineral namunasi	Mineralning og‘irligi R_1	Mineralning suvdagi og‘irligi R_2	Mineral siqib chiqargan suv hajmi V

Noorganik mahsulotlarni solishtirma og'irligini piknometr usulida aniqlash.

Bu usul eng keng tarqalgan mineralogik usuldir va u juda mashaqqatli hisoblanadi. Lekin aniq o'lchash imkoniyatiga ega va murakkab qo'llanmalarga ehtiyoj bo'lmaydi.

Piknometr ma'lum hajmga ega bo'lgan shisha kolbacha bo'lib, ular har hil ko'rinishda bo'ladi.

Ishni bajarish tartibi:

1. Piknometrning og'irligi po'kak tiqin bilan uch marota tarozida o'lchanadi va ularning o'rtacha natijasi olinib, piknometrning o'zgarmas og'irligi (R) deb yoziladi. Har gal o'lchov oldidan piknometr yuvilib quritiladi.

2. Piknometrning hajmini o'lchash uchun ma'lum belgiga qadar moddalardan tozalangan (distillangan) suv to'ldiriladi. Suv solingan piknometrni eksikatorga joylashtiriladi, uning ichidagi havosini so'rib olish uchun yoki piknometrni suvli stakanga solib qaynatiladi. Ortiqcha suv po'kak tiqin tirqishidan chiqariladi. Keyin piknometrni sovutib, belgiga qadar etmagan suv solinadi va piknometrni uch marotaba tortiladi. Shuning natijasida piknometrning o'yegarmas xajmi ($R_s - R$) chiqadi.

3. Mineral namunasini tekshirish uchun tayyorlash. Buning uchun aniqlanadigan mineral namunasi hovonchada maydalanib, ma'lum o'lchamga keltirilib, mikroskop (binokulyar) ostida kerakli bir mineral turi ajratib olinadi va uni spirt bilan yuviladi, quritiladi. Mineralning miqdori va earrachalar o'lchami piknometr xajmiga va tirqish diametriga bog'liq.

4. O'lchangan quruq piknometrqa mineral namunasini solamiz (taxminan piknometr xajmining $1/3$, yoki $1/4$ qismicha) va tarozida og'irligini o'lchaymiz (R_n).

5. Piknometrqa ozgina tozalangan suv solinadi (piknometr hajmining yarmiga qadar va nasosli eksikatorga joylashtiriladi yoki suvli stakanga qaynatish uchun solinadi. Eksikator dan havo so'rib olinadi. Qaynatish tugagandan so'ng eksikator xavo bilan to'ldiriladi va sovutiladi. Shu yul bilan mineral

namunasining mikroyoriqlariga suv to‘ladi. Keyin esa belgiga qadar piknometrqa suv solinadi va uch marotaba o‘lchanadi (Rns).

$$\text{O‘lchov natijalarini } \frac{P_n - P}{(P_c - P) - (P_{nc} - P)}$$

formulaga qo‘yib, mineral namunaning solishtirma og‘irligini aniqlanadi. Bu erda R - bo‘sh piknometr og‘irligi, Rn - (mineral namunasi bilan piknometr og‘irligi, Rns - mineral namunasi, suv bilan piknometr og‘irligi, Rs - suv bilan piknometr og‘irligi.

Ko‘pgina minerallar suvda eruvchanlik hususiyatiga ega (sulfatlar, galoidlar, nitratlar va boshqalar). Bu holda suv o‘rniga o‘zga suyuqliklar (spirt, brombenzol va x.k.) dan foylalanim kerak. . . -

Ish davomida har bir o‘lchamni va qilinayotgan ishlarni 2-jadvalga yozib borish kerak, chunki amaliy natija teoretik (nazariy) natijadan farq qilgudek bo‘lsa, u holda bajarilgan ishdagi kamchiliklarni tuzatish zarur bo‘ladi. Quyida ish natijalarini yozish tartibini keltiramiz.

8-jadval

Tartibi	Kun,oy yil	Mineral namunasi	O‘lchov natijalari	Solishtirma og‘iligining formula hisobi
1	1.01.20 y	№3 Dala shpati	R_1 R_2 R_3	$\frac{P_n - P}{(P_c - P) - (P_{nc} - P)}$
			R_{n1} R_{n2} R_{n3}	
			R_{s1} R_{s2} R_{s3}	

Olingan natijaning aniqligiga ishonch hosil qilish uchun bir marotaba yuqorida qayd qilingan ishni takrorlash zarur yoki bir necha marta piknometrda

shu mineral namunasini aniqlash ishlarini olib borish lozim. Bajaralغان ishlar xisobining o'rtacha qiymati solishtirma og'irligi bo'ladi.

Materiallarning to'kiluvchan zichligini aniqlash

Qurilish aralashmalari tayyorlash uchun sementning zichligini bilish ahamiyatli xisoblanadi. Sementning to'kma zichligini maxsus idishda aniqlanadi. Bu idish voronka 1 va metall dan yasalgan o'lchov tsilindri 4 dan iborat. Kesik konussimon bu voronkaning pastki qismi naycha shaklidalir. Naycha surilma qopqoq 3 bilan berkitilgan. Sementdagi yirik aralashmalari naychaga tushmasligi uchun voronka ichiga elak 5 o'rnatiladi. Voronka taglik 2 ga tayanib turadi. To'kilgan uyumdagi sementning zichligini aniqlash vaqtida asbob stol ustiga qo'yiladi, surilma qopqog'i yopi turgan voronkaga uyumdagi sementdan 2 kg solinadi. Bundan oldin naycha ostiga tarozida tortib, massasi aniqlangan (xajmi taxmina 1000 sm³) o'lchov tsilindri qo'yiladi. Voronkaning surilma qopqog'i ochiladi, tsilindrga sement ortig'i bilan to'lgach, qopqoq berkitiladi. Silindri og'zida uyulib turgan ortiqcha sement metall chizg'ich bilan surib tashlanadi, bunda chizg'ichni qiyaroq ushlab va tsilindrning yuqori chetiga qatti bosib surish kerak, aks xolda sement zichlashadi. Shundan keyin silindr sement bilan birga tarozida tortilib, undan idishning massasi olib tashlanadi, qolgan son sementning sof massasini bildiradi. Sementning massasini idishning xajmi (1000 sm³) ga taqsimlab sementning zichligini topiladi. Bushroq uyumdagi sementning zichligi 950-1350 kg/sm³ atrofida bo'ladi.

Xaqiqiy zichlikni aniqlash

Material massasining mutlaqo zich xolatdagi xajmiga bo'lgan nisbatiga teng fizik kattalik materialning xaqiqiy zichligi deb ataladi. Xaqiqiy zichlik quyidagi formula bo'yicha aniqlandi:

$$\rho = \frac{m}{V}$$

bu erda

m- materialning massasi, kg

V- materialning xajmi, m³.

Tanlangan materialning xaqiqiy zichligini aniqlash uchun puxta aralashtirilgan oʻrtacha namunadan tarozida 200-220 gr tortib olinadi. Namunani quritish shkafida $110 \pm 5^{\circ}\text{C}$ temperaturada doimiy massaga kelunigacha quritiladi. Quritilgan materialni agatli yoki chinni xovonchada tuyiladi va teshiklarining oʻlchami 0,2 x 0,2 mm boʻlgan №02 elakdan oʻtkaziladi. Elakdan oʻtkazilgan kukun 180 gr tortib olinadi va yana quritish shkafida quritiladi, soʻngra eksikatora uy xaroratigaa sovutiladi, sinov oʻtkaziguncha namunani eksikatora saqlanadi.

Qattiq materialning xaqiqiy zichligi Le-Shatele xajm oʻlchagich priborida aniqlanadi. Bu asbob buyni ingichka va xajmi $120-150\text{sm}^3$ boʻlgan shisha kolbadan iorat. Kolba boʻynining oʻrta qismi yoʻgʻonlashtirilgan (dumaloq shakl berilgan). Shu dumaloq qismdan yuqoriga va pastga chiziq tortilgan. Kolbaning mazkur chiziqlar orasidagi xaxmi 20 sm^3 ni tashkil etadi. Uning boʻyni chiziqlar yordamida darajalarga boʻlingan, xar bir boʻlining qiymati $0,1\text{ sm}^3$.

Xajm oʻlchagichga uning nol chizigʻiga etkazib suvsizlantirilgan kerosin yoki spirt, yaʼni kuknga nisbatan inert xisoblanuvchi suyuqlik quyiladi. Soʻngra xajm oʻlchagichning suvdan (nol chiziqdan) yuqorigi qismi filtr qogʻoz bilan artib quritiladi. Keyin asbob xarorati 20°S boʻlgan suvli shisha idishga joylanadi. Sinov paytida asbob suvli ishdishda turadi. Xajm oʻlchagich suv betiga koʻtarilmasligi, yaʼni qalqib chiqmasligi uchun uni shtativga maxkamlab qoʻyish kerak, lekin bunda kolba boʻynining darajalarga boʻlingan qismi suvga botib turishi lozim. Eksikatordagi tayyor namunadan tarozida 0,1 g aniqlik bilan 80 g tortib olinadi va shu material asbobga voronka orqali qoshiqda oz-ozdan (to asbob suyuqlikning satxi 20 sm^3 toʻgʻrisidagi chiziqqa yoki asbobning darajalariga boʻlingan yuqori qismidagi chiziqqa etguncha) solinadi. Xajm oʻlchagichdag suyuqlikning eng soʻnggi va dastlabki saxlari orasidagi tafovut asbobga solingan kukunining xajmini bildiradi. Kukun qoldigʻi tarozida tortiladi. Xajm oʻlchagichdagi kukunning massasi materialni tarozida birinchi va ikkinchi marta tortish natijalari oʻrtasidagi tafovutga teng.

Materialning xaqiqiy zichligi quyidagi formuladan topiladi:

$$\rho = \frac{m - m_1}{V}$$

bu erda

m- taroizida tortib olingan namunaning sinovdan oldingi massasi, kg;

m₁- qoldiq namunaning massasi, kg

V- xajm o‘lchagichga solingan kukun siqib chiqarilgan suyuqlik xajmi, m³.

Materialning xaqiqiy zichligini aniqlash natijalari laboratoriya ishlari daftariga qayd etiladi. Ba’zi qurilish materialarning xaqiqiy va o‘rtacha zichligi to‘g‘risidagi ma’lumotlar quyidagi jadvalda beriladi.

9-jadval

Qurilish materialarning xaqiqiy va o‘rtacha zichligi

Materiallar	Xaqiqiy zichlik, kg/m ³	O‘rtacha zichligi, kg/m ³
Granit	2800-2900	2600-2700
Zich oxaktosh	2400-2600	2100-2400
Qum	2600-2700	1400-1600

ISO xalqaro standartlari va davlat andoza talablari.



Xalqaro standartlashtirish tashkiloti, **ISO** (inglizcha: International Organization for Standardization, ISO) - standartlarni ishlab chiqaradigan xalqaro tashkilot.

ISO - bu 163 mamlakatning milliy standartlar organlari (a’zo organlar) tarmog‘i bo‘lib, unda bitta mamlakat bitta a’zo organ tomonidan namoyish etiladi. Shveysariyaning Jeneva shahridagi markaziy kotibiyat butun tizimni muvofiqlashtiradi. O‘zbekiston ISO tashkilotida “O‘zbekstandart” tomonidan a’zo xisoblanadi va xalqaro standartlar yaratishda faol ishtirok etadi.

ISO davlat va xususiy sektorni bog‘laydigan nodavlat tashkilotdir. Bir tomondan, ko‘plab tashkilotlar (a’zo qo‘mitalar) o‘z mamlakatlarning hukumat tuzilmasiga kiradi yoki hukumatlaridan vakolat oladi.

Xalqaro standartlashtirish tashkiloti 1946 yilda ikki tashkilotga asoslangan yigirma beshta milliy standart tashkilotlari tomonidan tashkil etilgan: 1926 yilda Nyu-Yorkda tashkil etilgan ISA (Milliy standartlashtirish assosiasiyalari xalqaro federasiyasi) va UNSCC (Birlashgan Millatlar Tashkilotining standartlarini muvofiqlashtiruvchi qo‘mita), 1944 yilda tashkil etilgan.

ISO o‘z vazifalarini quyidagicha belgilaydi: xalqaro tovar va xizmatlar almashinuvini ta‘minlash, shuningdek, intellektual, ilmiy-texnik va iqtisodiy sohalarda hamkorlikni rivojlantirish maqsadida dunyoda standartlashtirish va tegishli faoliyatni rivojlantirishga ko‘maklashish.

AMALIY MASHG‘ULOT VAZIFALARI:

1- vazifa: Keltirilgan ISO standartlarini o‘rganib chiqin va kimyoviy texnologiya soxasida yangi ISO standartlarini taklif etin.

1-misol. ISO 9000 - bu atamalar va ta‘riflar, sifat menejmentining asosiy tamoyillari, tashkilotlar va korxonalar sifat menejmenti tizimiga qo‘yiladigan talablar, shuningdek barqaror natijalarga erishish bo‘yicha ko‘rsatmalarni o‘z ichiga olgan bir qator xalqaro standartlar.

2-misol. ISO 22000: 2005 HACCP - bu oziq-ovqat xavfsizligini boshqarish tizimi. HACCP so‘zi inglizcha "Hazard Analysis and Critical Control Points " ning qisqartmasi - Xavfni tahlil qilish va muhim nazorat punktlari.

3-misol. Sertifikasiya ISO 18001. OHSAS 18001: 2007 “Occupational Health and Safety Management Systems” - korxonada sog‘liqni saqlash va xavfsizlikni boshqarish tizimlarini ishlab chiqish va joriy etishni tavsiflovchi xalqaro standartdir. OHSAS - bu mehnatni muhofaza qilish va xavfsizlikni boshqarish tizimining qisqartmasi bo‘lib, u qanday qilib mehnatni muhofaza qilish va xavfsizlikni boshqarish tizimi deb tarjima qilinadi.

Nazorat savollari:

1. Noorganik mahsulotlarni qattiqligi qanday usullar yordamida aniqlanadi?
2. Materiallar solishtirma og‘irligi qanlay aniqlanadi?
3. Mexanik mustaxkamlik turlari va ularning aniqlash usullari?
4. Materiallarning kimyoviy bardoshligini aniqlash usuli?

5. ISO va davlatlararo andoza talablari nima uchun kerak? Qanday ISO standartlari va GOSTlarni bilasiz? Misollar keltiring.

VI. KEYSLAR BANKI

1-KEYS

Muammoli vaziyat: Toshkent shahrida joylashgan “Asl oyna” korxonasi shisha mahsulotlar ishlab chiqarmoqda. Toshkent viloyatida joylashgan Maysk kvars qumi zaxirasini baholash maqsadida uni kimyoviy tarkibi aniqlangan. Temir oksidining miqdori 1 foizga yaqinligi aniqlandi. Demak, Maysk kvars qumi asosida rangsiz shaffof shisha olib bo‘lmaydi. Bu muammoni qanday yo‘llar bilan yechish mumkin? Temir oksidi qanday minerallar tarkibiga kirishini qanday usullar yordamida aniqlanishi mumkin? O‘z takliflaringizni izoxlang.

Umumiy ma’lumotlar: Shisha taraqqiyoti jamiyat taraqqiyoti bilan uzviy bog‘liq. Uning ko‘p xususiyatlari bor. Ayniqsa – shaffofligi hamda pishiqligidir. Shishadan turli xil uy ro‘zg‘or, bezak buyumlari, texnika asboblari, issiqlik va tovush izolyasion materiallar yasaladi. Shishaning kashf etilishi turli-tuman shakllardagi butilkalar, har hil idishlar, vazalar, stakan, qadahlar qisqasi, turmush uchun zarur buyumlarni ko‘plab ishlab chiqarilishiga olib keldi.

Tabiiy shisha tarixi odamzod tarixidan katta. Vulqon otilishi, zilzila ro‘y berishi, momaqaldiroq gumbirlashi kabi tabiat hodisalari tabiiy shishalar-obsidian va yashin shishalarining hosil bo‘lishiga sababchi bo‘lgan.

Yigirmanchi asr davomida O‘zbekistonda qator shisha korxonalari qurilib, ishga tushirildi. Shular jumlasiga Toshkent «Oniks» va «ASL OYNA» ishlab chiqarish birlashmasi kabi korxonalar kiradi. Bu korxonalarni ishga tushirish respublika ehtiyojlari uchun kerakli bo‘lgan shisha mahsulotlarini (Rasm) arzon va keng tarqalgan mahalliy xom ashyolar asosida ishlab chiqarish imkoniyatini berdi.



Shisha ishlab chiqarishda asosiy xom ashyo materiali sifatida kvars qumlaridan foydalaniladi. O‘zbekistonda 10 dan ortiq yirik kvars qumlari konlari mavjud.

Shaffof shisha ishlab chiqarishda kvars qumlarning kimyoviy tozaligiga katta e‘tibor qaratiladi. Asosiy rang beruvchi oksid – temir oksidi hisoblanib, uni ruxsat berilgan miqdori 0,015 % tashkil etadi.

Keysni bajarish bosqichlari va topshiriqlar:

Bu keys stadi usulida ko‘zlangan maqsad –shisha materiallar ishlab chiqarishdagixom ashyolarda temir oksidlarini miqdori va minerallarini aniqlash uchun instrumental usullarni o‘rganish.

Temir oksidi mineral sifatida qanday nomlanadi, temir oksida qanday minerallar tarkibida uchrashi mumkin?

Temir oksidi ko‘p bo‘lgan xom ashyolar asosida shaffof shisha material ishlab chiqarishdagi muammolarni aniqlang va yechimini taklif eting. Keys yechimini jadval shaklida keltiring:

Muammo turi	Kelib chiqish sabablari	Hal etish yo‘llari

2-KEYS

Tabiatda mineral xom ashyo materiallar tarkibida izomorf qo‘shimchalar keng uchraydi. Materiallarni kimyoviy tarkibi asosida ularda uchraydigan moddalar oksidlar xolatida aniqlanadi. Ammo bu oksidlar qanday minerallar tarkibiga kirishini aniqlash uchun instrumental fizik-kimyoviy tahlil usullari qo‘llaniladi. Bunda infraqizil (IQ) spektroskopiya usuli qo‘llanilishi mumkin.

Ba‘zi minerallar (dolomit, lyudvigit, granat, xlorit) uchun IQ nur yutish polosasi izomorf gruppalar holatiga to‘g‘ri proporsional ravishda siljishi topilgan. Bu shuni bildiradiki, izomorf gruppalar (ion) tekshirilayotgan gruppalar nur yutish polosasini siljishini yuzaga keltiradi. Mineralning mexanik qo‘shimchalari esa tekshirilayotgan moddaning nur yutish polosasi holatida o‘zgarishlar sodir etmaydi.

Ko‘rinishidan nur yutish spektri bo‘yicha moddadagi komponentlarning shaklini chiqishi va polosaning siljish kattaligi bo‘yicha izomorf qo‘shimchalar sonini aniqlash imkonini beradi.

Chinni maxsulotlar ishlab chiqarishda qo‘llaniladigan dala shpatlarini IQ spektrlari asosida ularda kanday izomorf qo‘shimchalar borligini aniqlash mumkin mi? Xom ashyo tarkibidagi mexanik qo‘shimchalarni qanday fizik-kimyoviy tahlil usullari yordamida aniqlanishi mumkin?

Keysni bajarish bosqichlari va topshiriqlar:

Bu keys stadi usulida ko‘zlangan maqsad – moddalarni IQ spektrlari asosida izomorf va mexanik qo‘shimchalarni qanday aniqlash mumkin? Xom ashyo tarkibidagi mexanik qo‘shimchalarni qanday fizik-kimyoviy tahlil usullari yordamida aniqlanishi mumkin?

IQ spektrlarni tahlil etishda mavjud muammolarni aniqlang va yechimini taklif eting. Keys yechimini jadval shaklida keltiring:

Muammo turi	Kelib chiqish sabablari	Hal etish yo‘llari

VII. GLOSSARIY

Termin	O‘zbek tilidagi sharhi	Ingliz tilidagi sharhi
Fizik-kimyoviy tahlil	tayyor mahsulot olish uchun ishlab chiqarish jarayonlarida qo‘llaniladigan usul va metodlar majmuini to‘la ta‘minlovchi va shu bilan birga texnologik jarayonlarning turli bosqichlaridagi nazoratni ham o‘z ichiga olgan kimyoviy, fizik-kimyoviy va fizikaviy usullar yig‘indisi.	a set of chemical, physicochemical and physical methods that provide a complete set of methods and techniques used in production processes to obtain the finished product, as well as control at various stages of technological processes.
Fotokalorimetrik usul	- komponentlarni aniqlovchi fotokalorimetrik usul eritmada o‘tadigan intensiv nurni kamayishi darajasini moddadagi bo‘yalgan kompleks ko‘rinishida aniqlashga asoslangan.	- The photocalorimetric method for determining the components is based on the determination of the degree of reduction of intense light passing through the solution in the form of a painted complex in the substance.
Optika usullari	Bu gruppaga umumiy nomi kristallooptika deb ataluvchi immersion tahlil, metallografik tahlil, monokristallar tahlili kirgan bo‘lib, ular mahsus optika asboblari - polyarizatsion va metallografik mikroskoplar orqali olib boriladi.	This group includes immersion analysis, metallographic analysis, monocrystalline analysis, commonly called crystal optics, which are carried out using special optical instruments - polarization and metallographic microscopes.
Kimyoviy ishlab chiqarish mahsulotlarini fizik-kimyoviy tahlilining asosiy usullari	- mikroskopiya; elektron mikroskopiya; rentgenografiya; termografiya; IQ spektroskopiya; yadro magnit rezonansi (YaMR); elektron paramagnit rezonansi (EPR); elektronografiya; xromotografiya; magnetoximiya; izotropiya; kimyoviy analiz; spektral	- microscopy; electron microscopy; radiography; thermography; IR spectroscopy; nuclear magnetic resonance (NMR); electron paramagnetic resonance (EPR); electronography; chromatography; magnetochemistry; isotropy; chemical analysis; spectral

	analiz; boshqa usullar.	analysis; other methods.
Mikroskopik usul	- ilmiy-tekshirish ishlari olib borishda mikroskopni qo'llash va mikroskopik preparatlar yordamida juda kichik, mayda, faqat mikroskop bilangina ko'rinadigan zararchalarning spesifik xossaxususiyatlarini aniqlashga qaratilgan usuldir. U aniq kimyoviy metodlardan foydalanib, juda oz miqdordagi moddalarni analiz qilish imkonini beradi.	- The use of a microscope in research and the use of microscopic drugs to determine the specific properties of very small, fine, visible only under a microscope. It allows the analysis of very small amounts of substances using precise chemical methods.
Mikroskop -	mayda obyektlarni ko'rsatuvchi asbob.	a tool for displaying small objects.
Kristallooptika usuli	- tabiiy va sun'iy kimyoviy birikmalar, xom-ash'yo, material va buyumlar, mineral va kompozitsiyalarning optik ko'rsatgichlarini ularning kristall shakllari, tarkibi va simmetriya qonuniyatlariga bog'liq xolda o'rganuvchi fan.	- A science that studies the optical properties of natural and artificial chemical compounds, raw materials, materials and products, minerals and compositions in relation to their crystal forms, composition and laws of symmetry.
Kattalashtiruvchi moslamalar	- mikroskoplarda obyektiv va okulyar orqali bajariladi. Kattalashtirish darajasi - 17,5 X dan to 1350 X gacha.	- performed under the microscope through the lens and eyepiece. Magnification range - from 17.5 X to 1350 X.
Nur polarizatsiyasi	- bir tekis polarizatsiyalangan nurlarni xosil qiluvchi va mikroskopik stolchasi ostadagi polarizator orqali bajariladi.	- is made by means of a polarizer at the bottom of the microscopic table, which produces a flat polarized rays.
Nur sindirish ko'rsatkichi (n)	Snellius va Nyuton tekshirishlari bo'yicha nur	According to the Snellius and Newtonian

yoki N)-	tushish burchagi sinusining nur sinish burchagi sinusi nisbatiga aytiladi. U birinchi muxitdagi yorug'lik tezligining ikkinchi muxitdagi yorug'lik tezligi nisbatiga teng.	examinations, the angle of incidence of a beam is said to be the ratio of the sine to the angle of refraction. It is equal to the ratio of the speed of light in the first environment to the speed of light in the second environment.
Simmetriya elementlari -	simmetriya o'qlari, simmetriya tekisligi, simmetriya markazi yoki inversiya.	axes of symmetry, plane of symmetry, center of symmetry or inversion.
Gabitus –	kristallarni tashki ko'rinishi bir-biridan tuzilishiga ko'ra farqlanadi.	The appearance of the crystals differs from each other in structure.
Infraqizil nurlanish-	bu 0,76 dan 1000 mk gacha to'liq uzunligidagi (yoki to'liq sonlari $13160-10 \text{ sm}^{-1}$) elektromagnit nurlanish bo'lib - yorug'lik spektrlari (0,40 - 0,76 mk) va radioto'liqlar [$\lambda > 1 \text{ sm}^{-1}$ (1000mk)] oralig'idagi nurlanishdir. Hozirgi vaqtda silikatlarni o'rganishda ko'pincha IQ nurlanishning 2 dan 25-40 mk gacha bo'lgan oblastlari qo'llaniladi. Normal IQ nur oqimi silliqlangan, yassi modda yuzasiga tushganda: a) undan qaytadi; b) modda zarrachalarida yutiladi va yoyiladi; v) nur o'tkazadi.	it is electromagnetic radiation with a wavelength of 0.76 to 1000 μm (or wavelengths 13160-10 cm^{-1}) - light spectra (0.40 - 0.76 μm) and radio waves [$\lambda > 1 \text{ cm}^{-1}$ (1000mk)] radiation in the range. Currently, in the study of silicates are often used areas of IR radiation from 2 to 25-40 microns. Normal IR light flux falls on the surface of a smooth, flat substance: a) returns from it; b) absorbed and dispersed in particles of matter; c) transmits light.
Infraqizil spektroskopik tahlilning qo'llanilishi -	a) kimyoviy birikmalar; b) minerallar; v) tuproqlar; g) qurilish materiallari; d) silikat xom-ash'yolar va boshqalarning tahlili.	a) chemical compounds; b) minerals; c) soils; d) construction materials; d) analysis of silicate raw materials, etc.
Spektrometr yoki	– IQ spektroskopiya	- Using the equipment used

spektrofotometr	usulida qo'llanadigan jixozlar yordamida nur chiqish intensivligi o'lchanadi va ular detektorli qurilmaga fokusirovka qilinadi.	in the IR spectroscopy method, the light intensity is measured and they are focused on the detector device.
IQS-12 (bir kanalli, bir nurli), IQS-14 va IQS-21 (ikki kanalli) IQ spektrofotometrlar -	IQ nurlarini o'tkazish, nur qaytarilishi va nur yutishi spektrlari 0,76:25 mk to'lqinlari oralig'ida maxsus IQ spektrofotometrlarda olinadi.	IR light transmission, light reflection and light absorption spectra are obtained in special IR spectrophotometers in the range of 0.76:25 μm .
Spektral analiz	– Moddalarning kimyoviy tarkibini ularning optikaviy spektri bo'yicha aniqlash spektral analiz deb ataladi. Bu analiz yuqori temperatura ta'sirida qo'zg'atilgan atomlarning o'zidan nur chiqarish intensivligini o'lchashga asoslangan.	- Determining the chemical composition of substances by their optical spectrum is called spectral analysis. This analysis is based on measuring the intensity of light emitted by atoms excited by high temperatures.
Emission spektral tahlil —	bu usul nurlanuvchi moddalardan chiqayotgan nurlarning spektrini o'rganishga asoslangan. Atom emission spektral analizda tekshirilayotgan modda gaz holatiga o'tkaziladi.	this method is based on the study of the spectrum of rays emitted from irradiated substances. In atomic emission spectral analysis, the test substance is converted to a gaseous state.
Adsorbsion spektral tahlil -	spektrlarning moddaga yutilishini o'rganishga asoslangan.	based on the study of the absorption of spectra into matter.
Kombinasion spektral tahlil	- moddalar tarkibini kombinasion spektral tahlil qilish simob lampasi bilan yoritilgan moddadan o'tgan yorug'lik nurini o'rganishga asoslangan.	- Combined spectral analysis of the composition of substances is based on the study of light passing through a substance illuminated by a mercury lamp

Oddiy kuzatish	- moddalarni spektri spektrning ko'rinadigan to'liq sohasida kuzatiladi va yozib olinadi. Fotografiya - moddalarni spektri spektrning ko'rinadigan, ultrabinafsha va unga yaqin to'liq uzunliklaridagi sohalarida kuzatiladi va yozib olinadi. Fotografiya yoki termoelektriya - spektrning infraqizil nurlar to'liq uzunligi sohasida kuzatiladi va yozib olinadi.	.- The spectrum of substances is observed and recorded in the visible wavelength range of the spectrum. Photography - the spectrum of substances is observed and recorded in the visible, ultraviolet and near-wavelength regions of the spectrum.
Spektral sifat analiz -	moddalarni spektrlar yordamida sifat analiz qilishda tekshirilayotgan modda bergan spektr chiziqlari bilan solishtirib ko'riladi.	in qualitative analysis of substances using spectra, the spectral lines given by the test substance are compared.
Miqdoriy spektral analizi	- tegishli spektr chiziqlarining intensivligini mikrofotometrlar yordamida baxolashga asoslangan.	- based on estimation of the intensity of the corresponding spectral lines using microphotometers.
Rentgen nurlari	- 0,01:0,00001 mk yoki $10^2:10^{-1}$ A to'liq uzunligiga ega bo'lib, ular yorug'lik nurlari kabi elektromagnit tabiatga ega.	have a wavelength of 0.01-0.00001 μm or 102-10 ⁻¹ A, which has the same electromagnetic nature as light rays.
Rentgen nurlari	kvant nurlari qatoriga kiradi, ta'siri gamma nurlari kabidir. Bu nurlarning xidi yo'q. Ular rangsiz bo'lib, buyumlar ichiga kirishi, singish, tarqalish, yoritish, fotokimyoviy ion hosil qilish, biologik ta'sir ko'rsatish kabi xossa - xususiyatlariga ega.	quantum rays, the effect of which is similar to gamma rays. There is no smell of these rays. They are colorless and have properties such as penetration, absorption, dispersion, illumination, photochemical ion formation, and biological effects.

“Qattiq” rentgen nurlari	- to‘lqin uzunligi kichik nurlar - 0,6-0,06 Å, moddalarning ichiga onsonroq va ko‘proq kiradi.	- small rays of wavelength - 0.6-0.06 Å, easier and more into the substance.
“Yumshoq”rentgen nurlari	- to‘lqin uzunligi uzun nurlar- 6-60 Å.	- long-wavelength rays - 6-60 Å.
Rentgenografik tahlil –	rentgen nurlari va ularni metall, metall qotishmalari, kimyoviy birikma, mineral va turli xom ashyolarni tadqiqot qilish fani. U yuqorida sanab o‘tilgan moddalarning atom, sub-, mikro- va makrostrukturalari hamda kimyoviy tarkibini aniq bilishga xizmat qiladi.	X-rays and the science of studying them in metals, metal alloys, chemical compounds, minerals and various raw materials. It serves to know the atomic, sub-, micro- and macrostructures, as well as the chemical composition of the substances listed above.
Vulf-Bregg formulasi -	turli birikmalarni kristal panjara yuzasi orasidagi masofani Vulf-Bregg formulasi yordamida hisoblanadi. Bunda moddaning hamma atomlari kristall yuza bo‘ylab bir-biridan paralell va teng uzoklikda joylashganligini namoyon qiladi.	The distance between the crystal lattice surface of different compounds is calculated using the Wolf-Bregg formula. This shows that all the atoms of matter are parallel and equidistant from each other along the crystal surface.
Kukun usuli -	fotoplyonkali silindrik kasetaga maxsus egri chiziqlar holida qayd etiladi. Ionizasion rentgenogramma holida olinishi ham mumkin.	recorded in the form of special curves on a cylindrical cassette with a photocell. It can also be obtained in the form of an ionizing radiograph. gaseous porosity, cracking is recorded.
Rentgenodefektos kopiya -	gazli g‘ovaklik, darz ketish kabi holatlar qayd etiladi.	gives the value of the angle of reflection of the light and their intensity directly. In powder X-rays, depending on the light reflection, the transition from the light reflection angle indicator to

		the surface distance indicator is calculated using the radiation tables calculated for different wavelengths and collected in reference books.
Difraktogramma -	nur qaytarish burchagi qiymati va ularning intensivligini to'g'ridan-to'g'ri beradi. Kukur rentgenogrammalarida nur qaytarishga bog'liq bo'lgan, nur qaytarish burchagi ko'rsatgichidan yuzalar aro masofa ko'rsatgichiga o'tishda, yuzalararo masofa turli to'lqin uzunliklari bo'yicha xisoblangan va spravochniklarga yig'ilgan nurlanishni jadvallardan foydalanish orqali bo'ladi.	<p>teaches the processes that take place during the heating of inorganic substances, silicates and refractory mirrors materials. They are usually associated with thermal effects.</p> <p>The first heating curves were obtained by the French scientist Le Chatele in 1887, who showed that it was possible to create thermographic curves by measuring the temperature in platinum-platinum-rhodium thermocouples. If any spatial change or chemical reaction occurs when the test substance is heated, the heating mode is violated. Its disruption is accompanied by the appearance of heating curves or area.</p> <p>it is understood to record the temperature at any point of the test substance (or a function of temperature) when the substance is continuously heated or cooled according to a specific program.</p>
Termografiya -	noorganik moddalar, silikat va qiyin eriydigan nometall materiallarni qizdirish jarayonida sodir bo'ladigan	melting-crystallization, boiling-condensation, polymorphic changes, formation and

	<p>jarayonlarni o'rgatadi. Ular odatda issiqlik effektlari bilan bog'liq.</p>	<p>decomposition of complex compounds, dissociation.</p> <p>- Transitions from low to stable state, decomposition of solid solutions, transition from amorphous to crystalline state, interaction reactions, monotropic change, etc.</p> <p>all processes proceed with the absorption or separation of heat, which can be studied by measuring the temperature.</p> <p>the magnitude of any indicator of the system occurs in the gradual quantitative change of the existing phases in the disappearance of a phase or in the jumping of a new phase. This curvature is obtained by the thermal method. In this case, the temperature of the substance is recorded on the coordinate axes and the time on the temperature and abscissa axes.</p>
<p>Termografik egri chiziqlar -</p>	<p>birinchi marta qizdirish egriliklari fransuz olimi Le-Shatelye tomonidan 1887 yilda olingan, u temperaturani platina - platina-rodilyli termoparalarda o'lchash orqali termografik egri chiziqlarni hosil qilish mumkinligini ko'rsatdi. Agar tekshirilayotgan modda qizdirilganda birorta fazoviy o'zgarish yoki kimyoviy reaksiya sodir bo'lsa, qizdirish rejimi buziladi. Uning buzilishi qizdirish</p>	<p>The first heating curves were obtained by the French scientist Le Chatele in 1887, who showed that it was possible to create thermographic curves by measuring the temperature in platinum-platinum-rhodium thermocouples. If any spatial change or chemical reaction occurs when the test substance is heated, the heating mode is violated. Its disruption is accompanied by the appearance of heating curves or area.</p>

	egriklarida yoki maydonda paydo bo'lish birga boradi.	
Termografiya deganda	tekshirilayotgan moddaning ixtiyoriy nuqtasidagi xaroratni (yoki xaroratdagi biror funksiyani) aniq programma bo'yicha moddani uzluksiz ravishda qizdirilganda yoki sovutilgandagi xolatini qayd etish tushuniladi.	it is understood to record the temperature at any point of the test substance (or a function of temperature) when the substance is continuously heated or cooled according to a specific program.
Qaytar jarayonlar -	erish-kristallanish, qaynash-kondensasiya, polimorf o'zgarishlar, murakkab birikmalarning xosil bo'lishi va parchalanishi, dissosiasiya.	melting-crystallization, boiling-condensation, polymorphic changes, formation and decomposition of complex compounds, dissociation.
Qaytmas jarayonlar	- kam barqoror xolatdan yuqori barqoror xolatga o'tish reaksiyalari, qattiq eritmalarning parchalanishi, amorf xolatdan kristall xolatga o'tish, o'zaro ta'sir reaksiyalari, monotrop o'zgarish va boshqalar.	- Transitions from low to stable state, decomposition of solid solutions, transition from amorphous to crystalline state, interaction reactions, monotropic change, etc.
Sistemada issiqlik o'zgarishi -	hamma jarayonlar issiqlikni yutilishi yoki ajralishi bilan boradi, buni xaroratni o'lchash yo'li bilan o'rganish mumkin.	all processes proceed with the absorption or separation of heat, which can be studied by measuring the temperature.
Termik tahlil -	sistemaning birorta ko'rsatgichining kattaligi mavjud fazalarni asta-sekin miqdoriy nisbatda o'zgarishida biror fazaning yo'qolib ketishi yoki yangi fazaning sakrab o'zgarishida paydo bo'ladi. Bu egriligini termik usuli orqali olinadi. Bunda koordinata o'qlarida modda temperaturasi va unga javoban temperatura va	the magnitude of any indicator of the system occurs in the gradual quantitative change of the existing phases in the disappearance of a phase or in the jumping of a new phase. This curvature is obtained by the thermal method. In this case, the temperature of the substance is recorded on the coordinate

	obsissa o'qlarida vaqt qayd etiladi.	axes and the time on the temperature and obscissa axes.
Differensial termik tahlil (DTA) -	ko'pgina xollarda reaksiyalarning termik effekti juda kichik, shuning uchun unga mos egriliklar kam sezilarli. Bunday xollarda termoparaning sezuvchanligini differensial sxema qo'llash bilan kattalashtiriladi. Berilgan ushbu xolatda differensial termopara bir vaqtning o'zida ikkita temperaturani o'lchaydi: 1) tekshirilayotgan moddaning temperaturasi; 2) temperatura farqi yoki qizdirilayotgan moddaning tekshirilayotgan temperatura intervalida etalon moddaga nisbatan o'zgarishi.	in most cases the thermal effect of the reactions is very small, so that the corresponding curves are less noticeable. In such cases, the sensitivity of the thermocouple is increased by applying a differential circuit. In this case, the differential thermocouple measures two temperatures simultaneously: 1) the temperature of the test substance; 2) temperature difference or change of the heated substance in relation to the reference substance in the tested temperature range.
Fizik termoeffekt	beruvchilarga kiradi: absorbsiya, adsorbsiya, polimorf o'zgarish, kristallar yiriklanishi, desorbsiya, erish, amorf holatidan kristall holatiga o'tish, sublimasiya va bo'g'lanish.	transmitters include: absorption, adsorption, polymorph change, crystal enlargement, desorption, melting, transition from amorphous to crystalline state, sublimation and bonding.
Kimyoviy termoeffekt	beruvchi jarayonlar safiga ximosorbsiya, bo'linishi reaksiyalari, degidratasiya, gazli muhitda oksidlanish, molekular kamayishi bilan ro'y beradigan oksidlanish reaksiyalari, oksidlanish – qaytarilish reaksiyalari, gazli muxitda qaytarilish, qattiq fazada ro'y beruvchan reaksiyalar, biriktirish va	The transfer processes include chemisorption, fission reactions, dehydration, oxidation in a gaseous medium, oxidation reactions with reduction of molecules, oxidation-reduction reactions, reduction in a gaseous medium, solid phase reactions, binding and

	o‘rinolmoshish reaksiyalari, izomerizasiya va boshqalar kiradi.	substitution reactions, isomerization, and others.
Kompleks termik analiz	- usul G.N. Voronkov (1953 y.) va E.K. Keler (1955 y.) tomonidan keramik xom-ash‘yolarni tekshirish uchun ishlab chiqilgan. Unda Keler bo‘yicha quyidagilar bor: 1) odatdagi DTA; 2) qizdirish jarayonida materialni uzayishi yoki qisqarishini aniqlash; 3) qizdirishda material og‘irligini yo‘qolishini aniqlash.	- method G.N. Voronkov (1953) and E.K. Developed by Keler (1955) to test ceramic raw materials. It has the following on Keller: 1) normal DTA; 2) to determine the elongation or contraction of the material during heating; 3) determine the weight loss of the material during heating.
Derivatograf -	Derivatograf tekshirilayotgan kukunda bir vaqtning o‘zida og‘irlikni o‘zgarishi (TG), og‘irlikni o‘zgarish tezligi (DTG), temperaturalar farqini o‘zgarishi (DTA) va temperaturani o‘zgarishi (T) ni aniqlashga imkon beradi.	The derivatograph allows the detection of simultaneous weight change (TG), weight change rate (DTG), temperature difference change (DTA), and temperature change (T) in the powder being tested. differential thermoanalytic apparatus, thermosis and differential thermosis.
Tenzimetriya.	Mineralni qizdirish jarayonida tarkibda bor bo‘lgan uchuvchan komponentlarining qayishqoqligini qayd etishga asoslangan. Tenzometriya priborlari Xyutting (1920 y.), Krauss va Shriver (1930 y.), Siromyatnikov (1940 va 1957 y.) tomonidan yaratilgan. Bu priborlar gazni qizdirish jarayonida uning bosimi (R), xajmi (V) ni o‘zga-rishini o‘lchash imkoniyatini beradi.	The heating of the mineral is based on recording the elasticity of the volatile components present in the composition. Tensometry instruments were developed by Hutting (1920), Krauss and Shriver (1930), Siromyatnikov (1940 and 1957). These devices allow you to measure the change in pressure (R), volume (V) of a gas during heating.
Gazovolyumetriya –	aniq temperaturada minerallardan N ₂ O, SO ₂ va boshqa gazsimon fazalarni	based on the separation of N ₂ O, SO ₂ and other gaseous phases from minerals at

	ajralishiga asoslangan.	specific temperatures.
Dilatometriya -	Dilatometriya - jismning kengayishini o'lchaydigan usul. Bunday usulda tekshirishni dilatometr priborida amalga oshiriladi.	Dilatometry is a method of measuring the expansion of a body. In this method, the test is performed on a dilatometer.
Dilatometriya -	Dilatometriya termik analizning bir turi bo'lib, bunda qattiq holatdagi kimyoviy modda, mineral, shisha, xom ash'yo yoki sanoat chiqindisining yuqori temperatura ta'sirida kengayishi aniqlangan. Bunday kengayish chiziqli kengayish koeffitsiyenti (α) va hajmiy kengayish koeffitsiyenti (β) nomli parametrlar bilan xarakterlanadi.	Dilatometry is a type of thermal analysis that detects the expansion of a solid state chemical, mineral, glass, raw material, or industrial waste under the influence of high temperatures. Such an expansion is characterized by parameters called the linear expansion coefficient (α) and the volumetric expansion coefficient (β).
Termografiya usulining turlari-	Termik analiz; Differensial termik analiz (DTA); Kompleks termik analiz; Derivatografiya; Tenzimetriya; Gazovolyumetriya; Dilatometriya.	Thermal analysis; Differential thermal analysis (DTA); Complex thermal analysis; Derivatography; Tensimetry; Gas volumetry; Dilatometry.

VIII. ADABIYOTLAR RO‘YXATI

1. William D.Callister, Jr., David G.Rethwisch. Materials Science And -Engineering. An Introduction. Eight Edition. USA, Wiley, 2010.- 107-121r.
2. Carter C.Barry, Norton M.Grant. Ceramic materials. Science and Engineering. Springer International Publishing AG. 2007. ISBN: 0387462708.
3. Ismatov A.A. Silikat va zo‘rg‘asuyuluvchan materiallar fizik - kimyoviy tahlilining zamonaviy usullari. – Toshkent: Fan va texnologiya, 2006. - 268 b.
4. Vegman Ye.F., Rufanov Yu.G., Fedorchenko I.N. Kristallografiya, mineralogiya, petrografiya i rentgenografiya. – M.: Metallurgiya, 1990.– 262 s.
5. Mineralogicheskaya ensiklopediya. – L.: Nedra, 1985.-512s.
6. Mineralogicheskii spravochnik texnologa – obogatitelya. –L.: Nedra, 1985.-264s.
7. Kristallografiya, rentgenografiya i elektronnaya mikroskopiya. – M.: Metallurgiya, 1982.-632s.
8. Azimov Sh.Yu., Tojiyev F.X. Anorganik moddalarning fizika - ximiyaviy analizi. -Toshkent: O‘qituvchi, 1977.-132 b.
9. Tablisa fizicheskix velichin. Spravochnik / Pod. red. I.K.Kikoina.- M.: Atomizdat, 1976.-106 s.
10. Kozlova O.G. Morfologo – geneticheskiy analiz kristallov. – M.: MGU, 1991. – 223 s.
11. Vinchell A.N., Vinchell G. Opticheskiye svoystva iskusstvennykh mineralov. – M.: Mir, 1967.-526 s.
12. Hamroboyev I.H, Rajabov F.Sh. Petrografiya asoslari. -Toshkent: O‘qituvchi, 1984.-184 b.
13. Zinyuk R.Yu., Balykov A.G., Gavrilenko I.V. IK spektroskopiya v neorganicheskoy texnologii. –L.: Ximiya, 1983.
14. Yegunov V.P. Vvedeniye v termicheskiiy analiz.- Samara, Samara GU, 1996. -270 s.
15. Berg L.G. Vvedeniye v termografiyu. -M.: AN SSSR, 1961

16. Mirkin L.I. Spravochnik po rentgenostrukturnomu analizu polikristallov. – M.: Fizmatgiz, 1961.-863 s.
17. Ismatov A.A., Sirajiddinov N.A. Svoystva i izomorfizm melilitov. - Tashkent: FAN, 1983.-152s.
18. www.texhologiy.ru
19. [http//www.iconstel.net](http://www.iconstel.net)
20. www.google.com
21. www.ecolife.com
22. [www. Ximik.ru](http://www.Ximik.ru) - [Ximicheskaya ensiklopediya](http://www.Ximik.ru)

IX. MUTAXASSIS TOMONIDAN BERILGAN TAQRIZ

ОТЗЫВ

на образовательную программу и учебно-методический комплекс по учебному модулю «Современные методы анализа и контроля» 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 методы анализа и контроля» 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, методы контроля продуктов химических производств, требования стандартов и ISO. Практические занятия посвящены изучению конструкции и возможностей использования современного оборудования, при определении минералогического состава рентгенографическим анализом используется компьютерная программа «Match».

Освоение учебного модуля «Современные методы анализа и контроля» позволит повысить знания и практические навыки профессорско-преподавательского состава высших учебных заведений в области использования современных физико-химических методов анализа и контроля в производственных процессах, 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