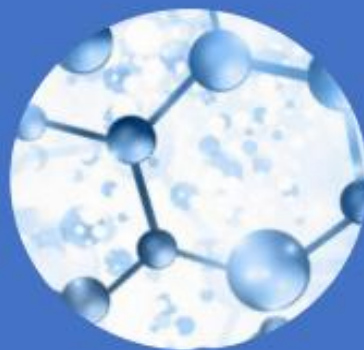


**ТОШКЕНТ КИМЁ-ТЕХНОЛОГИЯ ИНСТИТУТИ
ҲУЗУРИДАГИ ПЕДАГОГ КАДРЛАРНИ ҚАЙТА
ТАЙЁРЛАШ ВА МАЛАКАСИНИ ОШИРИШ ТАРМОҚ
МАРКАЗИ**



КИМЁВИЙ ТЕХНОЛОГИЯ

(ноорганик моддалар ва минерал
ўғитлар ишлаб чиқариш бўйича)
йўналиши

**TOSHKENT
KIMYO-TEKNOLOGIYA
INSTITUTI**

**« НАНО ВА КОМПОЗИЦИОН МАТЕРИАЛЛАР ИШЛАБ
ЧИҚАРИШ УСУЛЛАРИ ВА ТЕХНОЛОГИЯЛАРИ »**

модули бўйича

Ў Қ У В – У С Л У Б И Й М А Ж М У А

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

Тузувчилар: **З.А. Бабаханова** - Тошкент кимё-технология институти,
“Силикат материаллар, нодир ва камёб
металлар технологияси” кафедраси доценти, т.ф.н.;
З.Ч. Қодирова – Тошкент кимё-технология институти,
“Силикат материаллар ва нодир, камёб металлар
технологияси” кафедраси доценти, т.ф.д.;

*Ўқув -услубий мажмуа Тошкент кимё-технология институти
Кенгашининг 20__ йил _____-сонли
қарори билан нашрга тавсия қилинган.*

МУНДАРИЖА

I. ИШЧИ ДАСТУР	4
II. МОДУЛНИ ЎҚИТИШДА ФОЙДАЛАНИЛАДИГАН ИНТЕРФАОЛ ТАЪЛИМ МЕТОДЛАРИ	100
III. НАЗАРИЙ МАТЕРИАЛЛАР.....	211
IV. АМАЛИЙ МАШҒУЛОТ МАТЕРИАЛЛАРИ.....	57
V. БИТИРУВ ИШЛАРИ УЧУН МАВЗУЛАР	93
VI. КЕЙСЛАР БАНКИ.....	94
VII. ГЛОССАРИЙ.....	109
VIII. АДАБИЁТЛАР РЎЙХАТИ.....	137
IX. МУТАХАССИС ТОМОНИДАН БЕРИЛГАН ТАҚРИЗ	139

Ў.ИШЧИ ДАСТУР

Кириш

Дастур ривожланган мамлакатлардаги хорижий тажрибалар асосида “Кимёвий технология” қайта тайёрлаш ва малака ошириш йўналиши бўйича ишлаб чиқилган ўқув режа ва дастур мазмунидан келиб чиққан ҳолда тузилган бўлиб, у замонавий талаблар асосида қайта тайёрлаш ва малака ошириш жараёнларининг мазмунини такомиллаштириш ҳамда олий таълим муассасалари педагог кадрларининг билимини ва касбий компетентлигини мунтазам ошириб боришни мақсад қилади. Дастур мазмуни композицион материаллар инновацион технологиялари соҳасида илмий ва амалий тадқиқотлар, технологик тараққиёт ва технологик жараёнларни ташкил этишининг замонавий услублари бўйича сўнгги ютуқлар бўйича янги билим, кўникма ва малакаларини шакллантиришни назарда тутди.

Ушбу дастурда композицион материалларнинг инновацион технологиялари, композицион материаллар турлари ва уларнинг ишлаб чиқариш технологиялари, композитларнинг таркиби, структураси, макро ва микромеханикаси, композитлар билан дизайн қилиш усуллари, анъанавий ва ноанъанавий композитлар турлари, нанокompозитлар, биокompозитлар ва уларни ишлаб чиқаришдаги муаммолар баён этилган.

Модулнинг мақсади ва вазифалари

Кимёвий технология қайта тайёрлаш ва малака ошириш йўналишини “Кимёвий технология” мутахассислиги ўқув режасида махсус модуллар блокига киритилган “Композицион материалларнинг инновацион технологиялари” модули ўқув дастурининг **мақсади** – полимер, металл, керамик-матрицали композитлар ишлаб чиқаришда инновацион технологиялар; нанокompозитлар, биокompозитлар, ламинатлар турлари, материалларда керакли структура ва хоссаларни таъминлашда композицион материалларнинг ўрни ва моҳияти, асосий асбоб ускуналари тўғрисида назарий ва касбий тайёргарликни таъминлаш ва янгилаш бўйича билим, кўникма ва малакаларни такомиллаштиришга қаратилган.

“Композицион материалларнинг инновацион технологиялари” модулининг **вазифаси** - композицион материаллар ишлаб чиқаришда инновацион технологияларининг амалий принциплари, композицион материалларни заррача, тола ва структура даражасида мустаҳкамлаштириш; шиша, органик, карбон, керамик тола ва симлар; матрица материаллар; композицион материалларнинг структура тузилишлари ва хоссаларини, замонавий композицион материалларни ишлаб чиқаришдаги ускуна ва жиҳозларнинг таснифи, тузилиши, ҳудудий муаммоларнинг композицион материаллар ишлаб чиқаришга таъсири, уларни амалиётга қўллаш бўйича малакавий кўникмаларини шакллантириш.

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

“Композицион материалларнинг инновацион технологиялари” модули бўйича тингловчилар қуйидаги янги билим, кўникма, малака ҳамда компетенцияларга эга бўлишлари талаб этилади:

Тингловчи:

- композицион материаллар таснифи ва турлари;
- заррачалар, толалар ва структура даражасида мустаҳкамлаштириш;
- матрица полимер, металл, керамика материаллари;
- полимер, металл, керамик-матрицали композитларни олиш жараёнлари;
- нанокompозитлар, биокompозитлар, ламинатлар инновацион технологиялари ҳақида **билимларга эга бўлиши лозим.**

Тингловчи:

- йўналтирилган хусусиятли композицион материал ишлаб чиқаришда матрица материални танлаш;
- полимер, металл, керамик-матрицали композитларнинг таркибларини тузиш;
- зарур сифатдаги композицион материаллар ишлаб чиқариш учун тадбиқ қилинаётган инновацион технологияларнинг режимларини ростлаш **кўникма ва малакаларини эгаллаши зарур.**

Тингловчи:

- замонавий инновацион технологияларнинг имкониятларини намоёниш қилиш тамойилларини ажратиб кўрсата олиш;
- технологик операцияларнинг инновацион технология жараёнларидаги ўрнини ва уларнинг характеристикаларини фарқлаш;
- керакли хусусиятларга эга бўлган композицион материал таркибини тузиш ва унинг физик-механик хоссаларини лойиҳалаштириш **компетенцияларни эгаллаши лозим.**

Модулни ташкил этиш ва ўтказиш бўйича тавсиялар

“Композицион материалларнинг инновацион технологиялари” курси маъруза ва амалий машғулотлар шаклида олиб борилади.

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

- маъруза дарсларида замонавий компьютер технологиялари ёрдамида презентацион ва электрон-дидактик технологиялардан;
- ўтказиладиган амалий машғулотларда техник воситалардан, тарқатма материаллар, экспресс-сўровлар, тест сўровлари, гуруҳли фикрлаш, кичик гуруҳлар билан ишлаш, ақлий хужум, кейслар ечиш, ва бошқа

интерактив таълим усуллари кўллаш назарда тутилади.

Модулнинг ўқув режадаги бошқа модуллар билан боғлиқлиги ва узвийлиги

“Композицион материалларнинг инновацион технологиялари” модули қайта тайёрлаш ва малака ошириш йўналишини “Кимёвий технология” мутахассислигидаги “Кимё саноатидаги инновацион технологиялар” ва “Кимё саноатидаги наноматериаллар” модуллари билан узлуксиз боғлиқ бўлиб, ушбу модулларни ўзлаштиришда амалий ёрдам беради. «Композицион материалларнинг инновацион технологиялари» модулини тўлиқ ўзлаштиришда ва амалий вазифаларни бажаришда “Муҳандислик технологиясида тизимли таҳлил асослари (кимёвий технология)”, “Электрон педагогика асослари ва педагогнинг шахсий, касбий ахборот майдонини лойиҳалаш”, ҳамда “Амалий хорижий тилни ўрганишнинг интенсив усуллари” модуллари ёрдам беради.

Модулнинг олий таълимдаги ўрни

“Композицион материалларнинг инновацион технологиялари” модули қайта тайёрлаш ва малака ошириш йўналишини “Кимёвий технология” мутахассислиги бўйича умумкасбий ва ихтисослик фанлари модулларидан дарс берувчи профессор ўқитувчилар учун муҳим ўринни эгаллайди. Ушбу модул Олий таълим муассасаларида таълим берувчи педагоглар томонидан ўқув-илмий ишларни олиб бориш учун асосий назарий ва амалий билимларни беради.

Модул бўйича соатлар тақсимоти

№	Модул мавзулари	Тингловчининг ўқув юкلامаси, соат				Мустақил таълим
		Ҳаммаси	Аудитория ўқув юкلامаси			
			жумладан,			
			Жами	назай	амалий машғулот	
1.	Нанотехнологиянинг асосий тушунчалари, предмет ва вазифалари. Нанотехнологияларнинг ривожланиш тенденцияси. Нанообъект, наноматериал, нанотехнология тушунчаси. Нанообъектларнинг асосий турлари ва улар асосидаги наносистемалар.	4	4	2	2	
2.	Наноструктураланган материалларни синтез усуллари. Нанозаррлар, нанокукунларни синтез қилиш усуллари. 0-D нанообъектлар. 1-D нанообъектлар. Углеродсиз нанотрубкалар.	4	4	2	2	
3.	2D-Наноструктураланган материаллар ва углеродли наноматериал синтез усуллари. 2-D Нанообъектлар (юпқа пленкалар). Углеродли наноматериаллар, уларни синтези ва ишлатилиши. Композицион материаллар тузилиши. Матрицали ва дисперс фаза.	4	4	2	2	
4.	Шиша, органик, карбон, керамик тола, симлар. Матрица материаллари: полимерлар, металлар, керамика материаллари.	2	2	-	2	
5.	Углерод-углеродли композитлар. Композитлар билан дизайн. Ноанъанавий композитлар. Нанокompозитлар. Биокompозитлар.	2	2	-	2	
6.	Жами:	16	16	6	10	

НАЗАРИЙ МАШҒУЛОТЛАР МАЗМУНИ

1-мавзу: Кириш. Нанотехнологиянинг асосий тушунчалари. Нанообъектларнинг асосий турлари ва улар асосидаги наносистемалар.

Фаннинг предмет ва вазифалари. Нанотехнологияларнинг ривожланиш тенденцияси. Нанотехнологиялар тўғрисида умумий маълумот. Нанообъект, наноматериал, нанотехнология тушунчаси. Кимё ва материаллар. Белгиланган хоссали наноматериаллар олишда илм-фан ва техника ютуқларини тадбиқ қилиш. Нанозаррачалар ва наноматериаллар хусусиятларининг физикавий сабаблари. Нанообъектлар таснифи. Фуллеренлар. Углеродли трубклар. Супрамолекуляр кимё. Ноорганик наноматериаллар. Вискерлар. Манганитлар. Юқори хароратли ўта ўтказгичлар. Фотон кристаллари. Биокерамика. Наноолмослар. Газли гидридлар. Газлардаги кластерлар.

2-мавзу: Наноструктураланган материалларни синтез усуллари.

Нанозарралар, нанокукунларни синтез қилиш усуллари. Газфазали синтез (буғларнинг конденсацияси). Плазмакимёвий синтез – лазерли абляция. Коллоид эритмалардан чўктириб олиш – зол-гел жараён. Молекуляр-боғламли эпитаксия, газфазали эпитаксия, сууқ фазадан эпитаксия. 0-D нанообъектлар. 1-D нанообъектлар. Углеродсиз нанотрубклар.

3-мавзу: 2D-Наноструктураланган материаллар ва углеродли наноматериал синтез усуллари. Композицион материаллар тузилиши. Матрицали ва дисперс фаза.

2-D Нанообъектлар (юпка пленкалар). Фазали эпитаксия. Углеродли наноматериаллар. Углеводородли наноматериаллар синтези. Углеводородли наноматериалларнинг ишлатилиши. Композицион материаллар тушунчаси. Композицион материаллар тузилиши. Матрицали ва дисперс фаза. Заррачалар, толалар ва структура даражасида мустаҳкамлаштириш.

АМАЛИЙ МАШҒУЛОТ МАЗМУНИ

1-амалий машғулот: Кристалл наносистемалар ва уларни ахамияти. Нанотехнология ва электроника.

Заррачаларнинг чегараси. Заррачалар чегарасининг миграцияси. Мультиплет иккиламчи заррачалар. Дислокация. Жойлашиш дефектлари. Учқаррали тугун. Холл-Петч қонуни. Таъқиқланган чегаранинг кенглиги.

Молекуляр электроника. Ёруғлик диоди (LED). Майдон эффектли транзистор (FET). Юпка пленкали транзисторлар (TFT). Бир электронли транзистор (SET). Заряд боғланишли қурилма (CCD). Комплементар металоксидли ярим ўтказгич (CMOS). Гигантмагнит қаршилиги (GMR). Оптоэлектроника. Фотолюминесценция. Фотон кристаллар. Фотоника. Юзаплазмон. Пьезорезистив эффект. Спинтроника (спин асосидаги

электроника). Кубит. Квант компьютерлар.

2-амалий машғулот: Полимер наноматериал олиш ва уларни хоссаларни. Наноцеллюлоза. Биомиметика системаларни олиш ва уларни хоссалари.

Суюқ кристал. Шакл хотирали полимерлар. Наноцеллюлоза. Тўқимали инженерия. Биомослашувчанлик. Биомиметика. Электрон бурун. Электрон тил. Бот. Нанобот. Дориларни мақсадли етказиш. ДНК-чип.

3-амалий машғулот: Наноматериал олиш ва уларни хоссаларни.

Тагдан-тепага ва Тепадан пастга. Буғ фазасидан физикавий чўктириш (PVD). Плазма. Буғ фазасидан кимёвий чўктириш (CVD). Иссик изостатик преслаш (HIPing). Пиролиз. Учқунли плазмали пишириш (SPS). Тенг каналли бурчакли преслаш (ECAP). Механик қотишмалаш. Буғ-суюқлик-қаттиқ модда усули (VLS). Эпитаксия. Нанолитография. Fab. Аэрогел. Квант нуқталари. Бакминстер – фуллерен. Углеродли нанотрубка. Нанотолалар. Нанокобиклар. Наносимлар. Наноматериал. Наностержнлар. Вискерлар. Юпқа пленкалар. Мезоғовакли материал. Мультикаватлар.

4-амалий машғулот: Нанометрология.

Атом-кучланишли микроскопия (AFM). Атом манипуляцияси. Нанолитография. Наноиндентификациялаш. Электрон микроскоп. Микрокантилевер. Сканирловчи яқин худудли оптик микроскопия (SNOM). Рентгенфотоэлектронспектроскопия (XPS). Ўта ўказувчан квантинтерферометр (SQUID).

5-амалий машғулот:

Композицион материаллар ишлаб чиқаришдаги мустаҳкамлаштирувчи компонентлар хоссаларини ўрганиш.

Композицион материаллар ишлаб чиқаришдаги толалар хоссаларини ўрганиш. Композицион материаллар ишлаб чиқаришдаги дисперс мустаҳкамлаштирувчи компонентларнинг гранулометриқ таркиби ва хоссаларини ўрганиш.

ЎҚИТИШ ШАКЛЛАРИ

- Мазкур модул бўйича қуйидаги ўқитиш шаклларида фойдаланилади:
- маърузалар, амалий машғулотлар (маълумотлар ва технологияларни англаб олиш, ақлий қизиқишни ривожлантириш, назарий билимларни мустаҳкамлаш);
- давра суҳбатлари (ўрганилаётган муаммо ечимлари бўйича таклиф бериш қобилиятини ошириш, эшитиш, идрок қилиш ва мантиқий хулосалар чиқариш);
- баҳс ва мунозаралар (муаммолар ечими бўйича далиллар ва асосли аргументларни тақдим қилиш, эшитиш ва муаммолар ечимини топиш

қобилиятини ривожлантириш).

БАҲОЛАШ МЕЗОНИ

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

II. МОДУЛНИ ЎҚИТИШДА ФОЙДАЛАНИЛАДИГАН ИНТЕРФАОЛ ТАЪЛИМ МЕТОДЛАРИ

«Ақлий ҳужум» (брейнсторминг) методи

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

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

Намуна: Ҳар қандай полимер бирикмаларидан композитлар таркибини тузишда фойдаланилиш мумкин-ми?

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



“Венн диаграммаси” методи

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

Методни амалга ошириш тартиби:

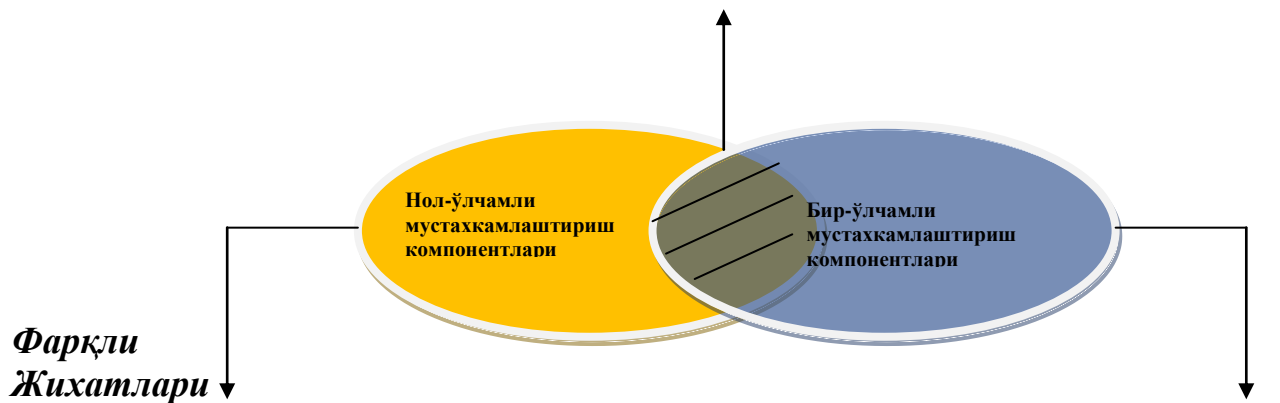
- иштирокчилар икки кишидан иборат жуфтликларга бирлаштириладилар ва уларга кўриб чиқиладиган тушунча ёки асоснинг ўзига хос, фарқли жиҳатларини (ёки акси) доиралар ичига ёзиб чиқиш таклиф этилади;
- навбатдаги босқичда иштирокчилар тўрт кишидан иборат кичик гуруҳларга бирлаштирилади ва хар бир жуфтлик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

Намуна 1:

“Нол-ўлчамли мустаҳкамлаштириш компонентлари” ва “Бир-ўлчамли мустаҳкамлаштириш компонентлари” мавзуси бўйича “Венн диаграммаси”.

Умумий жиҳатлари:

1. Композитларда мустаҳкамлаштирувчи вазифасини бажаради.
2. Композитларнинг термик бардошлигини оширади.
3. Композитларнинг мустаҳкамлигини оширади.
4. Композитларнинг қаттиқлигини оширади.



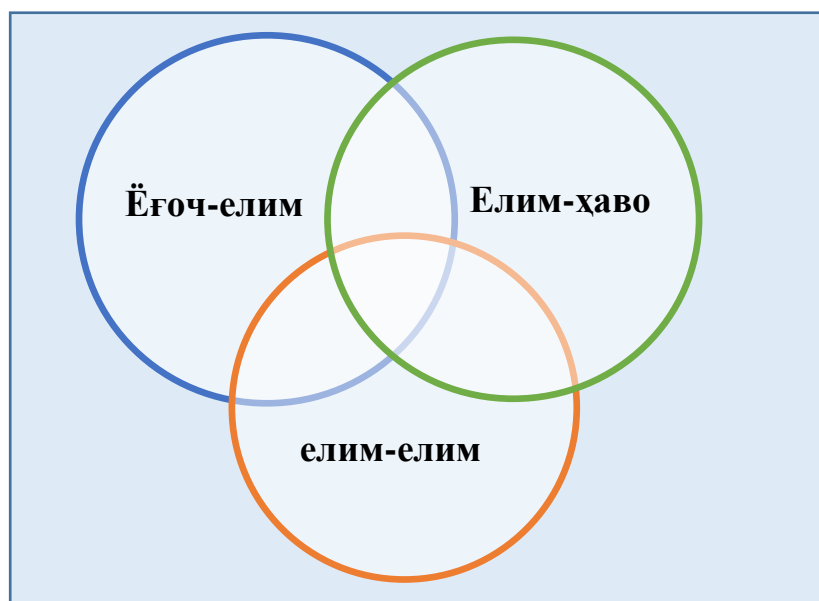
**Фарқли
Жихатлари**

1. Нано- ва микро-ўлчамли заррачалар
2. Изотропик хоссали композит хосил бўлади
3. Ўлчами уч йўналишда кичик бўлган қўшимчалар
4. Металл матрицали композитларда мустахкамлаштириш компонентлари

1. Тола, ип, “мўйловлар” шаклидаги узун кристаллар
2. Анизотроп хусусиятли композит хосил бўлади
3. Толасимон тўлдирувчилар, арматура элементлари, калта толали табиий материаллар
4. Композитлар мустахкамлаштиришнинг энг тарқалган тури.

Намуна 2:

Елимланган материаллардаги адгезия ва когезия кучлари бўйича “Венн диаграммаси”.



“КЕЙС – СТАДИ” методи

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

олиш таклиф этилади.

«Кейс - стади» методи бўйича ишлаш:

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

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

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

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

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

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

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

“Кейс методи” ни амалга ошириш босқичлари

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

Кейс 1. «Кевлар» толалари билан мустақамлаштирилган полимер – матрицали композитлар юқори эластиклик модулига эга, шунинг учун улар дунё бўйича қуролли кучларни ҳимоялаш воситаларида кенг қўлланилади

(бронезилетлар тайёрлашда). Аммо бундай композитларнинг термик бардошлиги паст кўрсаткичларга эга.

Композитларнинг термик бардошлигини қандай ошириш мумкин?

Кейсни бажариш босқичлари ва топшириқлар:

- Кейсдаги муаммони келтириб чиқарган асосий сабабларни белгиланг (индивидуал ва кичик гуруҳда).
- Янги термик бардош ва юқори эластик модулига эга бўлган композитнинг таркибини таклиф этинг (жуфтликлардаги иш).

Кейс 2.ДСП, фанера, МДФ, ДСтП материаллари ёғочсозликда мебель ишлаб чиқаришда кенг қўлланилади. Бироқ, улар Ўзбекистонга асосан четдан келтирилади. Ўзбекистонда елимланган ёғоч материаллар ишлаб чиқаришни ташкил қилиш учун имкониятларни изланг.

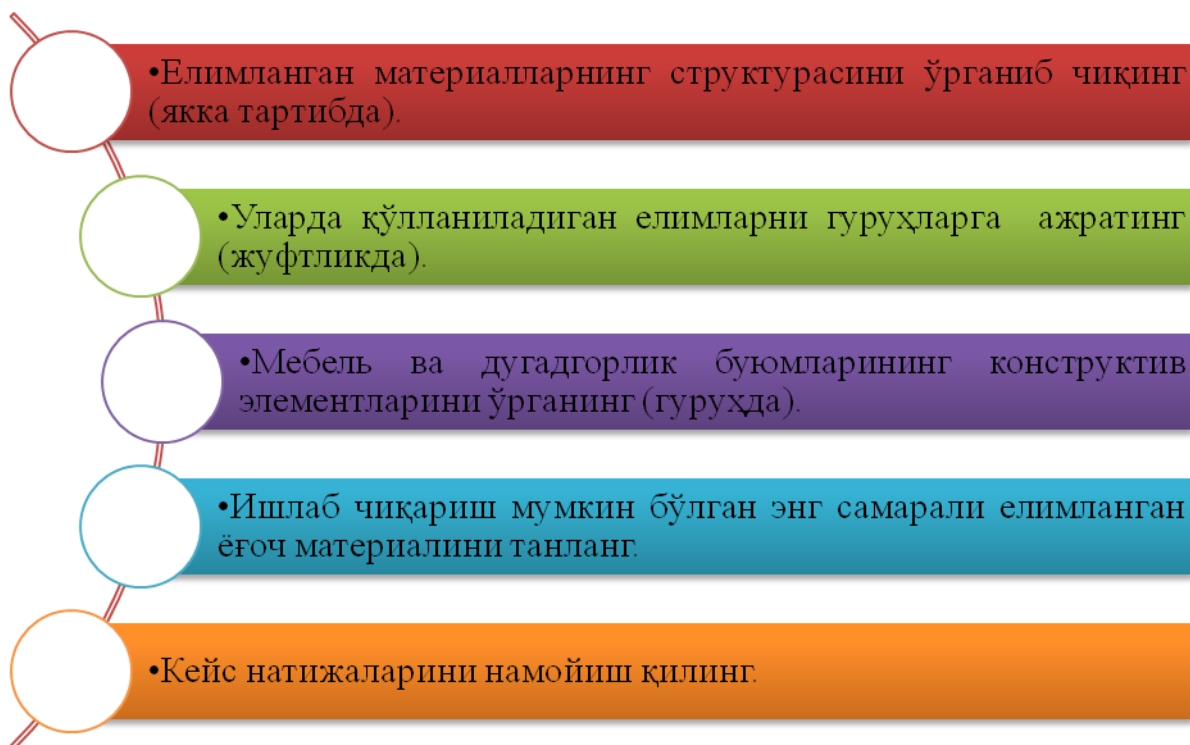
Кейсни бажариш босқичлари ва топшириқлар:

- Кейсдаги муаммони келтириб чиқарган асосий сабабларни белгиланг, зарур билимлар рўйхатини тузинг (индивидуал ва кичик гуруҳда).
- Ёғоч хом ашёсини тўплаш бўйича бажариладиган ишлар кетма-кетлигини белгиланг (жуфтликда ишлаш).
- Елимланган ёғоч материаллар бозори истеъмолчиларини изланг.
- Бажарилган ишларни тақдимот қилинг.

Кейс 3

Турли ёғочлардан олинган елимланган материаллар турлича физик-механик хоссаларни намоён қилади. Ўзбекистон шароитида қайси елимланган ёғоч материални ишлаб чиқариш ҳар тарафлама фойдали?

Кейсни бажариш босқичлари ва топшириқлар:



“Тушунчалар таҳлили” методи

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

Методни амалга ошириш тартиби:

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

Намуна: “Модулдаги таянч тушунчалар таҳлили”

Тушунчалар	Сизнингча бу тушунча қандай маънони англатади?	Қўшимча маълумот
Композицион материал	Ишлаб чиқарилган, икки ёки кўпроқ физикавий ва кимёвий ҳар хил бўлган, матрица (интерфейс) ичида тартибли	

	жойлашган фазалардан ташкил топган материал.	
Матрица, интерфейс	Композицион материалнинг бир бутунлигини таъминловчи боғловчи компонент	
Матрица материаллари	Металл, керамика, полимер материаллар	

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

“SWOT-таҳлил” методи

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

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

Намуна 1: Толали мустаҳкамлаштириш компонентлари учун SWOT таҳлилини ушбу жадвалга туширинг.

S	Толали мустаҳкамлаштириш компонентларининг кучли томонлари	Мустаҳкамлиги энг юқори кўрсаткичларга эга композитларни имкониятлари...
W	Толали мустаҳкамлаштириш компонентларининг кучсиз томонлари	Толали мустаҳкамлаштирилган композитларнинг анизотроплиги
O	Толали мустаҳкамлаштириш компонентларининг имкониятлари (ички)	Янги турдаги юқори хусусиятли толалар яратилмоқда – бор толалари, углерод толалари...
T	Тўсиқлар (ташқи)	Толали компонентлар матрица материаллари билан ҳўлланилиши ва аралишиши қийинлиги...

Намуна 2: Ёғоч-елим адгезияси учун SWOT таҳлилини амалга оширинг.

S	Кучли томонлари	<ul style="list-style-type: none"> • ёғоч юзасига елим текис тақсимланади; • елим ёғоч юзасига пуркаш, ролик билан суркаш, шпател билан суркаш, қуйиш каби турли усуллар билан берилиши мумкин; • очик ва ёпиқ ҳолатларда қотиши мумкин;
----------	-----------------	---

		<ul style="list-style-type: none"> • ион боғланишлар энг кучли боғланиш ҳисобланади.
W	Кучсиз томонлари	<ul style="list-style-type: none"> • очик ҳолатда қотганда эритувчини чиқариб юбориш керак; • елим ва ёғоч ўртасида мослашувчанлик бўлиши лозим; • дисперс боғланишлар энг кучсиз боғланиш ҳисобланади.
O	Имкониятлари (ички)	<ul style="list-style-type: none"> • ёғоч структурасига боғлиқ; • кимёвий боғлар ҳам, механик боғлар ҳам яхши адгезия бериши мумкин; • дисперсион, икки қутбли ва водород боғлари узилса намлик таъсирида қайта тикланиши мумкин.
T	Тўсиклар (ташқи)	<ul style="list-style-type: none"> • ковалент боғлар узилса қайта тикланмайди; • дисперсия кучлар молекулалар орасида бўлганда жуда суёт бўлади, атомлар орасида бўлганда эса жуда кучли ҳисобланади.

“Хулосалаш” (Резюме, Веер) методи

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

Методни амалга ошириш тартиби:



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



тренинг мақсади, шартлари ва тартиби билан иштирокчиларни таништиргач, ҳар бир гуруҳга умумий муаммони таҳлил қилиниши зарур бўлган қисмлари тўширилган таркатма материалларни



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



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

Намуна 1:

Композицион материаллар					
Полимер матрицали		Металл матрицали		Керамик матрицали	
афзаллиги	камчилиги	афзаллиги	камчилиги	афзаллиги	камчилиги

Хулоса:

Намуна 2:

Алтернатив ёқилғи турлари					
Фанера		MDF		OSB	
афзаллиги	камчилиги	афзаллиги	камчилиги	афзаллиги	камчилиги

Хулоса:

«ФСМУ» методи

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

Технологияни амалга ошириш тартиби:

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

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

- иштирокчиларнинг муносабатлари индивидуал ёки гуруҳий тартибда тақдимот қилинади.

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

Намуна 1.

Фикр: “Полимер матрицали композитлар энг юқори физик-механик ва кимёвий хоссаларга эгадир”.

Топширик: Мазкур фикрга нисбатан муносабатингизни ФСМУ орқали таҳлил қилинг.

Намуна 2: “Елимланган материалда елим ва ёғочнинг бир-бирига мослашувчанлиги катта аҳамиятга эга” фикрини ФСМУ орқали таҳлил қилинг.

Ф	• “Елимланган материалда елим ва ёғочнинг бир-бирига мослашувчанлиги катта аҳамиятга эга”.
С	• “Елим ва ёғоч бир бирига адгезияси юқори бўлса, елим ёғочга мос бўлади”.
М	• “Карбамид-формальдегид елимларининг ёғочга адгезияси юқори бўлади, чунки уларда метилол гуруҳлари ва ёғочдаги гидроксил гуруҳлари билан кучли боғлар ҳосил бўлади”.
У	• “Карбамид-формальдегид елимлари асосидаги елимланган ёғоч материалларида метилол гуруҳлари ва ёғочдаги гидроксил гуруҳлари билан кучли боғлар ҳосил қилиши сабабли адгезия юқори бўлади”.

“Синквейн” методи

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

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

У қуйидага қоидага асосан тузилиши керак:

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

Намуна. “Матрица” сўзига синквейн тузинг.

1. Матрица.
2. Боғловчилик хусусияти.
3. Хажм бўйича тенг тақсимланган.
4. Композитнинг бир жинслилигини таъминлайдиган керамик, полимер ёки металл материал.
5. Компонент.

“Кластер” методи

Фикрларнинг тармоқланиши “Кластер”– бу педагогик стратегия бўлиб, у тингловчиларни бирон бир мавзуни чуқур ўрганишларига ёрдам бериб, тингловчиларни мавзуга тааллуқли тушунча ёки аниқ фикрни эркин ва очиқ равишда кетма-кетлик билан узвий боғлаган ҳолда тармоқлашларига ўргатади.

Фикрларни тармоқлаш қуйидагича ташкил этилади:

1. Ҳаёлга келган ҳар қандай фикр бир сўз билан ифода этиб кетма-кет ёзилади.
2. Фикрлар тугамагунча ёзишда давом этавериш керак.
3. Иложи борича фикрларнинг кетма-кетлиги ва ўзаро боғлиқлигини кўпайтириш.

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

III. НАЗАРИЙ МАТЕРИАЛЛАР

1-мавзу: Кириш. Нанотехнологиянинг асосий тушунчалари

Режа:

- 1.1. Нанотехнологияларнинг ривожланиш тенденцияси.
- 1.2. Нанотехнологиялар тўғрисида умумий маълумот.
- 1.3. Нанообъект, наноматериал, нанотехнология тушунчаси.

Таянч иборалар: нанотехнология жараёнлари, наноматериаллар, углерод нанотрубкалари.

Кириш. Фаннинг предмет ва вазифалари.

Ушбу фан математик ва табиий-илмий ҳамда умумқасбий фанларга таянган холда наноматериалларнинг физик-кимёвий муаммоларини ҳал қилиш ва фан сифатида шаклланишини мустахкамлаш мақсадида: нанотехнологиянинг асосий тушунчалари, нанотехнологиянинг тадқиқот объектлари ва уларнинг синфланиши, нанотехнологиянинг ривожланиш босқичлари, нанообъектларнинг асосий турлари ва улар асосидаги нанотизимлар, углеродли нанотрубкалар, фуллеренлар, супрамолекуляр кимё, ноорганик наноматериаллар; наноструктураланган материалларнинг синтез усуллари, фундаментал асослари тўғрисидаги маълумотларни қамраб олади ва бу билимларни талабаларга етказиш фаннинг асосий мақсад ва вазифалари ҳисобланади.

“Наноматериаллар” фанини ўзлаштириш жараёнида:

- аноктизимнинг кристаллофизикаси, наноструктуралар ва уларнинг симметрик ифодаси;
- электронларнинг энергетик спектри квант ушлов структураларида квант нуқталар, толалар, юқори даражали панжаранинг аҳамияти;
- холлнинг квант эффекти ва квант ўлчов структуралари оптик хусусиятларининг моҳияти;
- наноқатламли композицияларни магнит хоссалари, кондесацияланган мухитларда энергия ва зарядлар ўтқазиш жараёнлари;
- наноструктуралашган материалларни физик кимеси, кичик ансамблли молекулалар, молекуларо ўзаро таъсири ҳақида тасаввурга эга бўлиши;
- нанозаррачаларни ўлчов ва функционал хоссалари;
- молекуляр динамика, конформация ва нанотизм симметрик тасвири;
- фазаларо чегараларни термодинамикаси ва кинетикаси, Кластер;
- мицеллалар ҳосил бўлиши, полимеризациялаш, матрица синтези, ўзарошаклланиш;

- наноматериаллар: золлар, геллар, суспензиялар, коллоид эритмалар, матрица-ажратилган кластерли юқори даражадаги структуралар, фуллеренлар, углеродли нанотрубкалар, полимерлар, юқори даражали панжаралар, биомембраналар;
- нанотизимларни электр ўтказувчи, иссиқлик ўтказувчи ва механик хоссалари.
- наноматериалларни махсус хоссалари, уларни физик-кимевий табиатлари боғлиқликлари, танловчанлиги, энергия хажмлиги ва электрон хотирасининг моҳиятини билиши ва улардан фойдалана олиши;
- нанокимевий компоненталар: катализаторлар, сорбентлар, реакторлар;
- наноқатламлар синтези услублари: атом-молекуляр эпитақсия, молекуляр ва кимевий конструкторлаш;
- Ленгмюр-Блоджетт молекуляр қатламлаш услуби, полианион молекуляр конструкторлаш;
- юқори даражада локалланган қопланиш, ажратиш ва моддаларни модификациялаш услублари;
- корпускуло-фотонли ва электрокимевий нанотехнологиялар, нанозондли локал синтез ва моддани ажратиш, материал юзасини модификациялаш кўникмаларига эга бўлиши керак.

1.1. Нанотехнологияларнинг ривожланиш тенденцияси

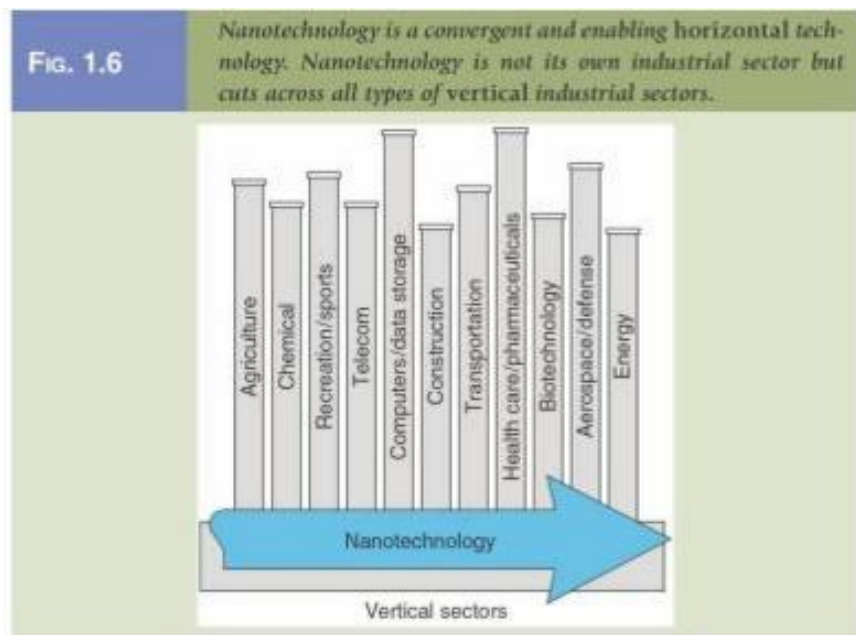
Нанотехнологияни ривожланиши қуйидагиларга боғлиқ ¹:

- Физика
- Кимё
- Биология
- АКТ
- Электротехника
- Машинасозлик

Нанотехнология генетика фанини ривожланишига катта тасир кўрсатди:

- нанотиббиёт
- нано капсула
- нано гелъ
- саратон касаллигини даволаш
- соғ бўлган катақларга зарар етказмасдан даволаш

¹ Jeremy Ramsden Nanotechnology, Second Edition: An Introduction (Micro and Nano Technologies) 2nd Edition, Elsevier, 2011. 35.



Расм 1. Нанотехнологияларнинг ривожланиш тенденцияси².

Нано роботлар.

- Микроскопик масштабдаги машина ва роботларни яратиш ва улардан унумли фойдаланиш.

Нанотехнология ва коинот:

- коинот аппаратларни яхшилаш
- астронавтларга муҳитни такомиллаштириш
- коинот саёхатларни арзонлаштириш
- нано ер йўлдошларини яратиш.

Нано озикланиш:

- озикаларни музсиз сақлаш
- озик- овқатларни бактерия ва паразитлардан химоя қилиш
- енгил хазм бўладиган моддаларни яратиш

Нано ва муҳофаа:

- кичик ўлчамли ва тезюрар электрон қурилмалар
- енгил, қувватли ускуналар
- сенсорларнинг янги авлодларини яратиш
- такомиллаштирилган қуруллар

Нано ва электроника (Расм 1-2):

- электрон қурилмалар экранларини замонавийлаштириш
- хотира микросхемаларини бир квадрат дюймдаги хажминги терабайтларга етказиш
- интеграл схемаларда ишлатиладиган ярим ўтказгичли асбобларнинг хажмини камайтириш

²G.L.Hornyak, J.J. Moore, H.F.Tibbals, J. Dutta. Fundamentals of Nanotechnology.-CRC Press, Taylor and Francis, 2009, 24

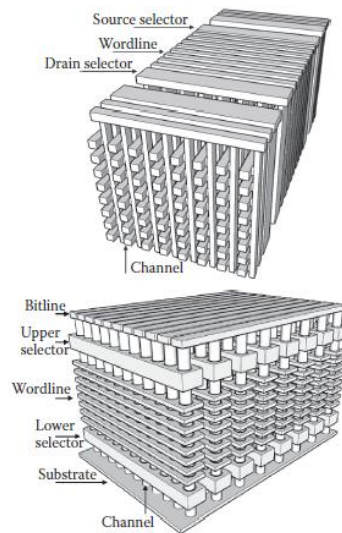


FIGURE 2.3 Proposed structures for three-dimensional NAND Flash Memory. (Data from International Technology Roadmap for Semiconductor [ITRS] <http://www.itrs.net>)

Расм 2. Учўлчамли NAND Flash хотираси учун тахминий тузилиши³.

Нано ва АКТ:

- катодли нур трубкасини углерод нанотрубкаларига алмаштириш
- нанотехнологиялардан таъминотда унумли фойдаланиш

Нано ва энергетика:

- қуёш ва иссиқлик батареяларидан фойдаланиш;
- юқори ҳароратли ўтказгичларни ишлатиш
- гальваник элементлар ва аккумуляторларни, янги наноавлодини яратиш

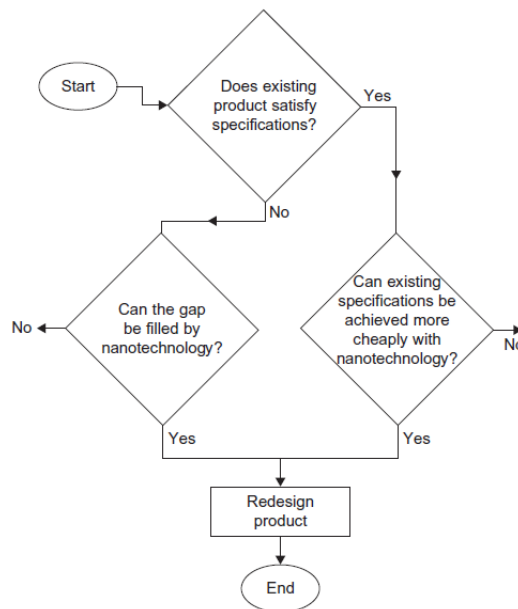


FIGURE 1.3

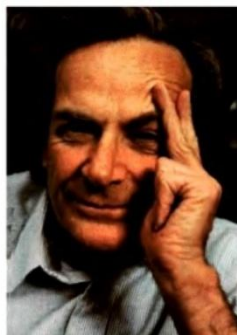
Flow chart to determine whether nanotechnology should be introduced into a product.

Расм 3. Нанотехнология маҳсулотга қўлланилиши мумкинлигини аниқлаш диаграммаси⁴.

³ David Rickerby Nanotechnology for Sustainable Manufacturing, Taylor and Fransis, 2014, 21.

⁴ Jeremy Ramsden Nanotechnology, Second Edition: An Introduction (Micro and Nano Technologies) 2nd Edition, Elsevier, 2011, 12

1) Р.Фейнман Нобель мукофоти лауреати. “Менинг фикримча, физика принциплари алоҳида атомлардан ўзининг шахсий манфаатлари йўлида фойдаланишни ман қилмайди”.1995 й.



Richard Phillips Feynman

2) 1996 й. Р.Янг пьезодвигателлар ғоясини таклиф қилди, ҳозирги кунда улар нанотехнология асбобларининг прецизион ҳаракатланишини $0.01 \text{ \AA} = 10^{-10} \text{ м}$ аниқлик билан таъминлайди.

3) Норио Томигути биринчи марта “нанотехнология” атамасини 1974 йилда қўллади.

4) 1982-1985-йилларда немис профессори Г.Гляйтер қаттиқ жисмлар нанотузилмаси концепциясини таклиф этди.

5) 1985 йилда Роберт Керл, Харелд Крето, Ричард Смоллилардан иборат олимлар жамоаси фуллеренларни кашф қилди ва CNT (carbon nanotubes) назариясини яратди, улар 1991 йилда тажриба йўли билан олинди.

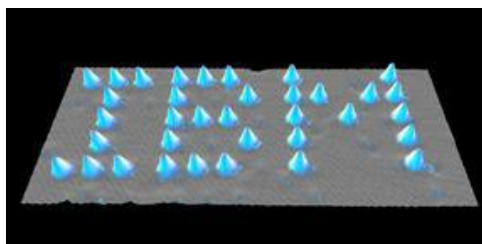
6) 1982-йилда Г.Бининг ва Т Рорер биринчи сканер қилувчи тунелли микроскоп (СТМ) яратдилар.

7) 1986-йилда сканер қилувчи атом –кучли микроскоп пайдо бўлди.

8) 1987-1988-йилларда алоҳида атомлардан ўзининг шахсий манфаатлари йўлида фойдаланиш имконини берувчи биринчи нанотехнология қурилмаларининг ишлаш принциплари намоёиш қилинди.

Э.Дрекселер-нанотехнологиялар ҳақидаги барча билимларни умумлаштирди, ўз-ўзини намоён қилувчи молекуляр роботлар концепциясини аниқлади, улар йиғиш ва ёйиш (декомпозиция)нинг амалга ошириши, маълумотни атомар даражада хотирага ёзиш ўз-ўзини намоён қилиш ва улардан фойдаланиш дастурларини сақлаши керак эди.

9) 1990-йилда СТМ ёрдамида IBM фирмаси билан биргаликда 3та харф чизилди. Улар Хе(35 атом) билан никел кристаллининг ясси грамида чизилди. (Расм 4)

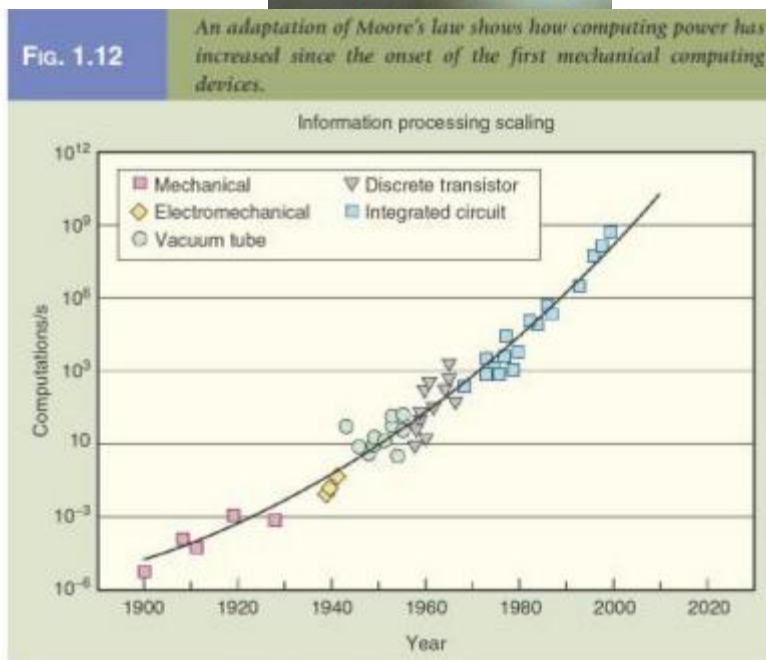


Расм 4. IBM фирмасининг литографияси ⁵

⁵ Guozhong Cao, Ying Wang Nanostructures and Nanomaterials: Synthesis, Properties, and Applications 2nd Edition, Imperial College Press, 302

Мур қонуни: қурилманинг юза бирлигига ўрнаштирилган транзисторларнинг сони тахминан ҳар 18 ойда икки баробар кўпайишини назарда тутувчи ҳисоблаш қурилмаларидаги ўзоқмуддатли тренд.

Кридер қонуни: қаттиқ дискларнинг хотира ҳажми деярли ҳар йили икки баробар кўпаяди.



Source: Image courtesy of the IBM Corporation. With permission.

Расм 5. Мур ва Кридер қонуни ⁶ 23

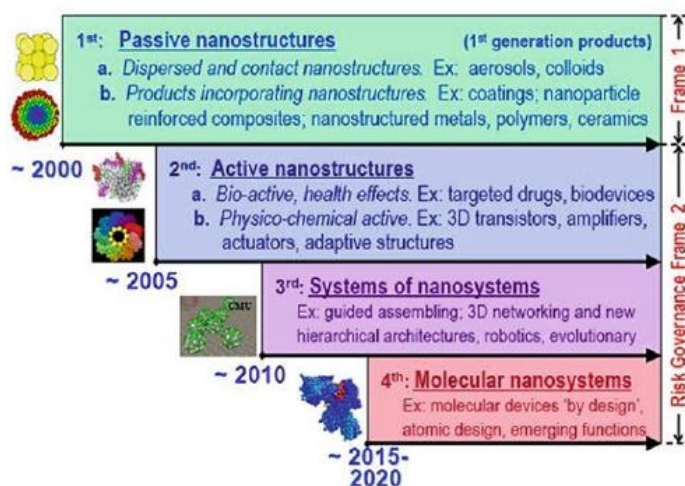


Fig. 2.1 Generations of nanotechnology development (Roco 2011)

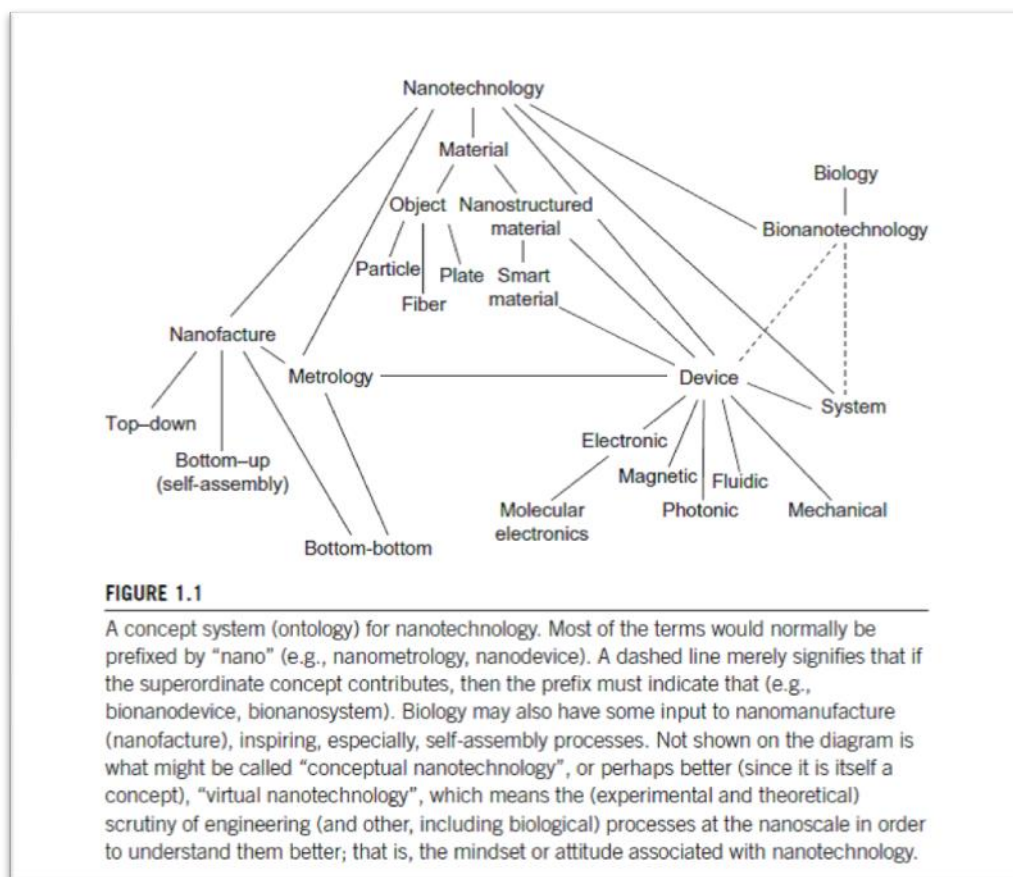
Расм 6. Нанотехнологиянинг ривожланиш тенденцияси ⁷

⁶ G.L.Hornyak, J.J. Moore, H.F.Tibbals, J. Dutta. Fundamentals of Nanotechnology.-CRC Press, Taylor and Fransis, 2009, 12

⁷ Said Salaheldeen Elnashaie, Firoozeh Danafar, Hassan Hashemipour Rafsanjani Nanotechnology for Chemical Engineers, Springer, 2015, 95.

1.2. Нанотехнологиялар тўғрисида умумий маълумот

Белгиланган хоссали наноматериаллар олишда илм-фан ва техника ютуқларини тадбиқ қилиш. Бир қатор нанообъектлар маълум ва улар анчадан бери қўлланади. Коллоидлар, майда дисперс кукунлар ингичка плёнкалар шулар жумласидан (Расм 7).



Расм 7. Нанотехнологияларда онтология. Нано префикси (нанометрология, наноасбоб)⁸

Ҳозирги кунга келиб хона ҳарорати шароитида юзада атомларнинг бирикиши ва ҳажмда атомларнинг турли комбинациялари ҳосил бўлишининг технологик усуллари ишлаб чиқилмоқда.

Углерод "nanotube"лар (наноайча, нанотрубкалари) CNT (carbon nanotubes):

- бу трубкалар молекуляр масштабдаги материалларга киради;
- таркибида графит углероди бўлиб ажойиб хоссаларга эга.

Нанотехнологияларининг энг реал чиқиши атомар тузилмаларининг ўз-ўзини йиғиши дейилади. Замонавий нанотехнологиянинг вазифаси, атомар тузилмаларини йиғишни таъминловчи табиий қонуниятларини топиш.

1.3. Нанообъект, наноматериал, нанотехнология тушунчаси

⁸ Jeremy Ramsden Nanotechnology, Second Edition: An Introduction (Micro and Nano Technologies) 2nd Edition, Elsevier, 2011, 4

Нано - “10⁻⁹”. Шундай қилиб нанотехнологияларнинг фаолият соҳасига, хоҳ битта ўлчамда бўлсин *нм* билан ўлчанадиган объектлар киради. Кўриб чиқилаётган объектлар кўлами алоҳида атом ўлчамидан анча кенг, конгломератларгача (таркибида 1,2 ёки 3 ўлчамда 1 мкм ўлчамга эга 10⁹дан ортиқ атом органик молекулалар). Ушбу объектлар б.б сон атомлардан иборат эмаслиги жуда муҳим, бу эса модданинг дискрет атом-молекуляр тузилмасининг пайдо бўлиши ёки унинг квант қонуниятларини белгилаб беради (расм 8).

Intension	Concept	Extension
One or more external dimensions in the nanoscale	Nano-object	Graphene, fullerene
One or more geometrical features in the nanoscale	Nanomaterial	A nanocomposite
Automaton with information storage and/or processing embodiments in the nanoscale	Nanodevice	Single electron transistor

Жадвал 1. Наноконцепция ва уларнинг таркибий қисми ва кўлланилиши⁹

1) Нанообъектни аниқлаш. Нанометр ўлчамли ҳар қандай физикавий объект 1x2x3x координатали майдонда (тез кунда вақт ўлчамда бўлиши мумкин).

2) Ҳар қандай амтериал объект нанообъект дейилади, уларда юза атомларнинг сони ҳажмдаги атомларнинг сони билан солиштирма ёки юқори.

3) Нанообъектни аниқлаш. Нанообъект - 1 ёки кўпроқ координата ўлчамли, де Бройлнинг электрон учун тўлқини узунлиги билан таққосланадиган объект. (1924 йилда физик олим де Бройль “Фотонлар учун корпускуляр тўлқинли дуализм табиатнинг исталган зарраси учун мос” деган.

$$\lambda_0 = \frac{h}{p},$$

бу ерда: h – Планк доимиси; p – электрон импульси; λ_0 – де Бройлнинг тўлқини.

4) Нанообъектни аниқлаш. Ўзининг ўлчовларида ҳодисанинг энг сўнгги ўлчовидан ҳам кичик объектларни айтишади (у ёки бу ҳодисанинг поляризацион радиуси билан бир хил ўлчам, электронларнинг эркин ҳаракатланиш узунлиги, магнит домен ўлчами, қаттиқ жисмнинг пайдо бўлиш ўлчами).

5) Нанообъектни аниқлаш. Нанообъект – бу уч майдон ўлчамининг ҳеч бўлмаса биттасида 100 нм дан кам бўлмаган ўлчамли объект. 100 нм – де Бройлнинг электрони учун тўлқин узунлиги.

⁹ Jeremy Ramsden Nanotechnology, Second Edition: An Introduction (Micro and Nano Technologies) 2nd Edition, Elsevier, 2011, 5

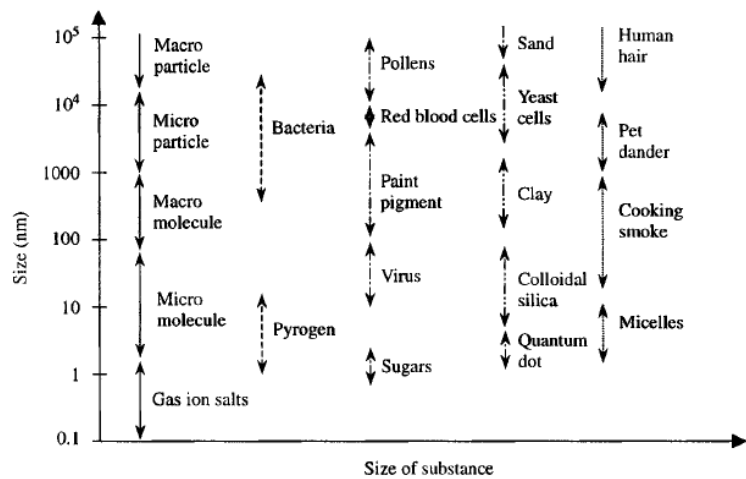
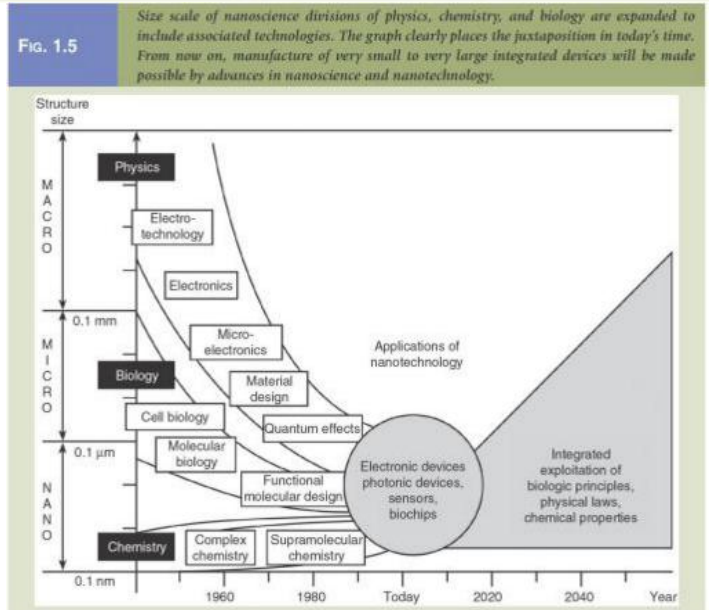
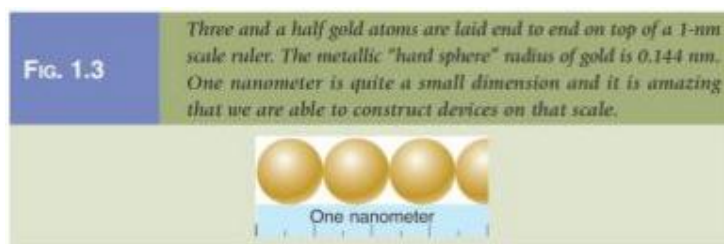


Fig. 1.1. Examples of zero-dimensional nanostructures or nanomaterials with their typical ranges of dimension.



Source: Graph redrawn with permission from VDI-Technology Center, Future Technologies Division—APEC Center for Technology Foresight, Thailand.

Расм. 8. Типик ўлчамли 0-ўлчамли нанотизимлар ва наноматериалларнинг намуналари¹⁰⁻¹¹

Наноматериаллар бу нанообъектларнинг ўзи (агар улар турли техникавий мослама ва ускуналар тайёрлашга хизмат қилса, худди нанообъектлар ушбу материалларда маълум бир хусусият шакллантириши учун фойдаланилади ёки наноконструкторланган материаллар каби).

¹⁰ G.L.Hornyak, J.J. Moore, H.F.Tibbals, J. Dutta. Fundamentals of Nanotechnology.-CRC Press, Taylor and Fransis, 2009, 8-11.

¹¹ Guozhong Cao, Ying Wang Nanostructures and Nanomaterials: Synthesis, Properties, and Applications 2nd Edition, Imperial College Press, 2010, 2.

“Нанотехнология” тушунчаси “наноматериал” тушунчаси билан чамбарчас боғлиқ.

“Технология” атамаси уч тушунчани англатади:

- 1) технологик жараён;
- 2) технологик ҳужжатлар тўплами;
- 3) қайта ишлаш жараёнларининг қонуниятлари ва маҳсулотни ўрганувчи илмий фан.

Нанотехнология – наноматериалларни олиш, қайта ишлаш ва қўллаш қонуниятларини ўрганувчи фан.

Назорат саволлари

1. “Наноматериаллар” тушунчасига таъриф беринг.
2. Наноматериалларнинг кандай турларини биласиз?
3. Нанометрология ва наноасбоб деб нимага айтилади?
4. Наноматериалларнинг алоҳида хусусиятларнинг сабаби нимада?
5. Мур қонуни нима?
6. Кридер қонуни тушунтиринг?

Фойдаланилган адабиётлар

1. Jeremy Ramsden Nanotechnology, Second Edition: An Introduction (Micro and Nano Technologies) 2nd Edition, Elsevier, 2011. 35.
2. G.L.Hornyak, J.J. Moore, H.F.Tibbals, J. Dutta. Fundamentals of Nanotechnology.-CRC Press, Taylor and Fransis, 2009, 24.
3. David Rickerby Nanotechnology for Sustainable Manufacturing, Taylor and Fransis, 2014, 21.
4. Jeremy Ramsden Nanotechnology, Second Edition: An Introduction (Micro and Nano Technologies) 2nd Edition, Elsevier, 2011, 12.
5. Guozhong Cao, Ying Wang Nanostructures and Nanomaterials: Synthesis, Properties, and Applications 2nd Edition, Imperial College Press, 302.
6. G.L.Hornyak, J.J. Moore, H.F.Tibbals, J. Dutta. Fundamentals of Nanotechnology.-CRC Press, Taylor and Fransis, 2009, 12.
7. Said Salaheldeen Elnashaie, Firoozeh Danafar, Hassan Hashemipour Rafsanjani Nanotechnology for Chemical Engineers, Springer, 2015, 95.
8. Jeremy Ramsden Nanotechnology, Second Edition: An Introduction (Micro and Nano Technologies) 2nd Edition, Elsevier, 2011, 4.
9. Jeremy Ramsden Nanotechnology, Second Edition: An Introduction (Micro and Nano Technologies) 2nd Edition, Elsevier, 2011, 5.
10. G.L.Hornyak, J.J. Moore, H.F.Tibbals, J. Dutta. Fundamentals of Nanotechnology.-CRC Press, Taylor and Fransis, 2009, 8-11.
11. Guozhong Cao, Ying Wang Nanostructures and Nanomaterials: Synthesis, Properties, and Applications 2nd Edition, Imperial College Press, 2010, 2.

2-мавзу: Нанообъектларнинг асосий турлари ва улар асосидаги наносистемалар.

Режа:

2.1. Нанозаррачалар ва наноматериаллар хусусиятларининг физикавий сабаблари.

2.2. Нанообъектлар таснифи.

Таянч иборалар: фуллеренлар, углеродли трубкалар, супрамолекуляр моддалар, вискерлар, манганитлар, фотон кристаллари, биокерамика, наноолмослар, газли гидратлар ва кластерлар.

2.1. Нанозаррачалар ва наноматериаллар хусусиятларининг физикавий сабаблари

1) Нанообъектларда юза ёки дон чегара атомларининг сони хажмдаги атомлар сони билан таққосланади [1] (расм 1-2).

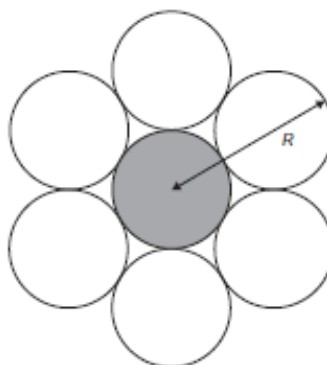


FIGURE 2.1

Cross-section of a spherical nanoparticle consisting of 19 atoms.

Расм 1. Кесимдаги 19 атомдан ташкил топган нанозаррача¹².

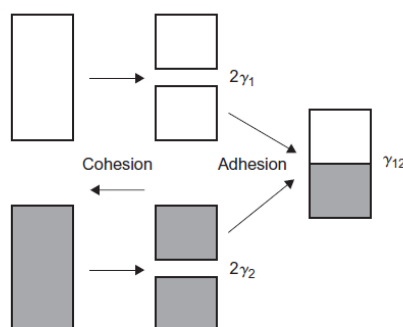


FIGURE 3.2

Cohesion and adhesion of substances 1 (white) and 2 (gray) (see text).

Расм 2. Когезия ва адгезия¹³.

¹² Jeremy Ramsden Nanotechnology, Second Edition: An Introduction (Micro and Nano Technologies) 2nd Edition, Elsevier, 2011, 19

¹³ Jeremy Ramsden Nanotechnology, Second Edition: An Introduction (Micro and Nano Technologies) 2nd Edition, Elsevier, 2011, 38

2) Юзада жойлашган атомлар ҳам қаттиқ жисм ҳажмидаги атомлардан фарқли ўлароқ, ўйиқ жойлар ва босқичларнинг узелларида камсонли тугалланган алоқаларга эга бўлади. Бу ҳол нанообъектлар ва монотаркибланишган материалларнинг кимёвий, каталитик фаолияти турлича ортишига олиб келади. Бундан ташқари углерод атомлардан миграция, яъни диффузион миграция, рекристаллизация, шунингдек сорбцион ҳажм ва бошқалар тезлигининг ортиши юзалик бўйлаб анча тез юз беради (расм 3).

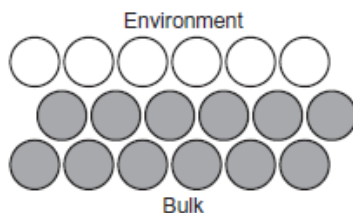


FIGURE 2.3

The boundary of an object shown as a cross-section in two dimensions. The surface atoms (white) are qualitatively different from the bulk atoms (gray), since the latter have six nearest neighbors (in two-dimensional cross-section) of their own kind, whereas the former only have four.

Расм 3. Иккита ўлчамда объектни боғланиши. Юза атомлари (оқ) ички атомларидан сифат жиҳатдан фарқ қилади (кулранг)¹⁴.

3) Нанообъектлар учун чизиқли ва юзаки таранглашувнинг тасвирлаш кучи нанообъектлар учун бўлганига қараганда анча кучли намоён бўлади, чунки қаттиқ жисм ҳажмида юзадан узоклашганда бу кучлар анча заифлашади. Бу кучларнинг катталиги нанообъект ҳажмининг кристаллик таркиби камчиликларининг кучларидан тозаланишига олиб келади. Нанообъект нанообъектга қараганда анча мукамал кристаллик таркибига эга. Тасвир кучлари ўз номини электр майдонларни ҳисоблаш усули бўйича олган (расм 4-6).

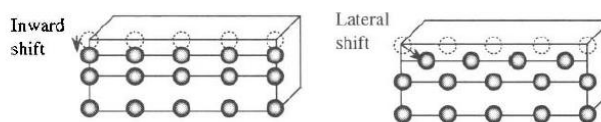


Fig. 2.4. Schematic showing surface atoms shifting either inwardly or laterally so as to reduce the surface energy.

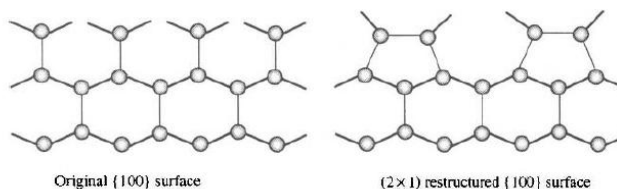


Fig. 2.5. Schematic illustrating the (2×1) restructure of silicon $\{100\}$ surface.

Расм 4. Юза атомлари силжиши схемаси ва юза энергиясининг камайиши. Кремний юзасининг реструктуризацияси¹⁵.

¹⁴ Jeremy Ramsden Nanotechnology, Second Edition: An Introduction (Micro and Nano Technologies) 2nd Edition, Elsevier, 2011, 22

¹⁵ Guozhong Cao, Ying Wang Nanostructures and Nanomaterials: Synthesis, Properties, and Applications 2nd Edition, Imperial College Press, 2010, 20

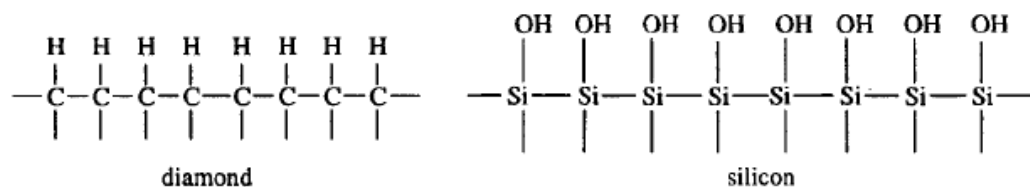


Fig. 2.6. Schematic showing the surface of diamond is covered with hydrogen and that of silicon is covered with hydroxyl groups through chemisorption before restructuring.

Расм 5. Хемосорбция натижасида юзаларида водород ва гидроксид группали олмос ва кремнийнинг юзаси¹⁶

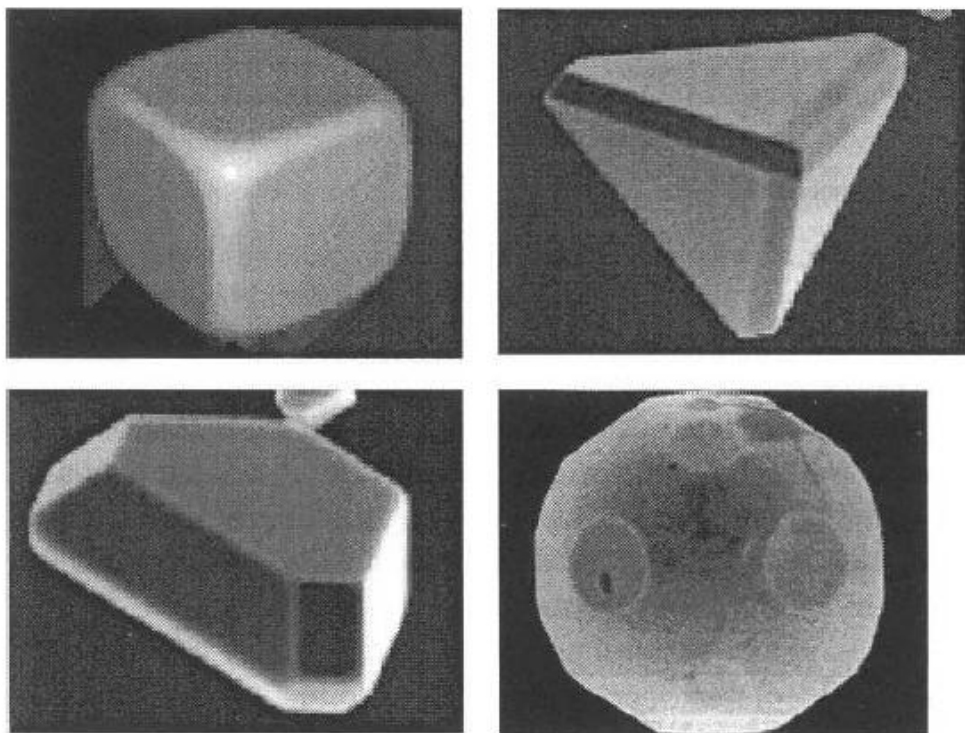


Fig. 2.7. Examples of single crystals with thermodynamic equilibrium shape. (Top-left) Sodium chloride, (top-right) silver, (bottom-left) silver, and (bottom-right) gold. Gold particles are formed at 1000°C and some facets have gone through roughening transition.

Расм 6. Монкристалларнинг намуналари – натрий хлориди, кумуш, олтин (харорат 1000°C)¹⁷.

4) Нанообъектларда тарқалиш, рекомбинация ҳамда объектларнинг чегараларида акс этиш билан боғлиқ бўлган катталиқ эффектлари катта аҳамиятга эга бўлади (гап микрозаррачаларнинг ҳаракати устида бормокда).

Ҳар қандай кўчириш ҳодисасида (эл. токи, иссиқликни ўтказувчанлик, пластик, деформация ва ҳоказолар) воситаларга қандайдир эркин югуришнинг самарали узунлигига нисбат бериш мумкин, бунда объектнинг

¹⁶ Guozhong Cao, Ying Wang Nanostructures and Nanomaterials: Synthesis, Properties, and Applications 2nd Edition, Imperial College Press, 2010, 20

¹⁷ Guozhong Cao, Ying Wang Nanostructures and Nanomaterials: Synthesis, Properties, and Applications 2nd Edition, Imperial College Press, 2010, 22

катталиги воситанинг эркин югуриш узунлиги, воситаларнинг тарқалиш ва ҳалок бўлиши жараёни объектнинг геометриясига унчалик боғлиқ бўлмайди. Агарда объект катталигини воситанинг эркин югуриш узунлиги билан таққослаш мумкин бўлса, у ҳолда бу жараёнлар анча интенсив кечади ва улар намунанинг геометриясига кучли даражада боғлиқ бўлади (расм 7).

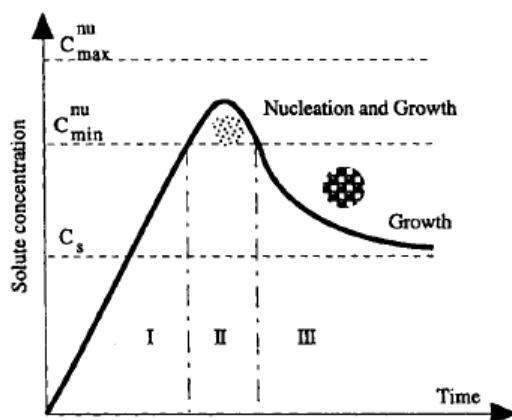


Fig. 3.4. Schematic illustrating the processes of nucleation and subsequent growth. [M. Haruta and B. Delmon, *J. Chim. Phys.* **83**, 859 (1986).]

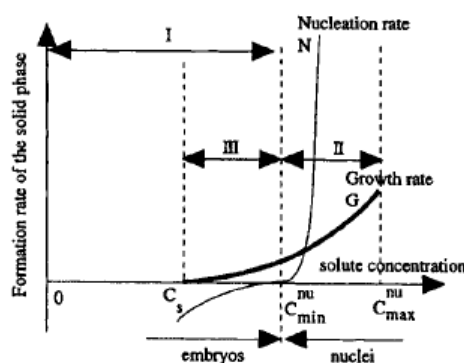


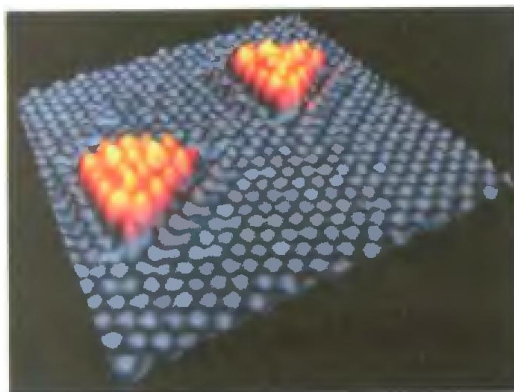
Fig. 3.5. Schematic showing, from a slightly different point of view, the relations between the nucleation and growth rates and the concentration of growth species. [M. Haruta and B. Delmon, *J. Chim. Phys.* **83**, 859 (1986).]

Расм 7. Нуклеация ва ўсиш жараёнлари схемалари¹⁸.

5) Нанозарраларнинг катталиги янги фаза, домен, дислокацион ҳалқа ва шу кабилар муртагининг катталиги билан тенг ёки ундан кичик бўлади. Бу нанообъектлар ва наноматериалларнинг магнит хоссалари (Fe нанозарра магнит хоссасига эга эмас), диэлектрик хоссалари, пишиқ-пухталиқ хоссалари макрообъектларникига нисбатан тубдан камайишига олиб келади.

6) Модданинг камсонли атомлари учун юзани реконструкция қилиш, ўзини ўзи ташкил этиш ва ўзини ўзи йиғиш хосдир, яъни атом кластерга бирлашганида геометрик тузилмаларнинг ҳосил бўлиши юз беради, улардан кейинчалик техник вазифаларни ҳал қилиш учун фойдаланиш мумкин (расм 8).

¹⁸ Guozhong Cao, Ying Wang *Nanostructures and Nanomaterials: Synthesis, Properties, and Applications* 2nd Edition, Imperial College Press, 2010, 57



Расм 8. Атомлар ўртасидаги ўзаро таъсир кучи.

7) Нанообъектларда турли элементар зарралар (электронлар) ҳаракатининг квант қонуниятлари намоён бўлади. Квант механикаси нуқтаи назаридан олганда, электронни тегишли тўлқин функцияларини вужудга келтирадиган тўлқин деб тасаввур қилиш мумкин. Бу тўлқиннинг қаттиқ жисмдаги тарқалиши квант чегараловчи билан боғлиқ бўлган (тўлқин интерференцияси, потенциал тўсиқлар орқали туннелланиш мумкинлиги) ҳодисалар билан назорат қилинади. Металл материаллар учун элементар зарраларнинг тўлқинли табиати томонидан қўйиладиган чекловлар ҳозирча долзарб эмас, чунки, улар учун (электронлар учун) де Бройл тўлқини $\lambda_e < 1$ нм, сони бир неча атомли миқдорларни ташкил этади. П/п да эса электроннинг самарали массаси ва унинг ҳаракат тезлиги шундайки, де Бройл тўлқинининг узунлиги электрони учун 10 нмдан 100 нмгачани ташкил этиши мумкин. Шу билан бирга, шаклланаётган а п/п тузилмаларининг катталиги ушбу ўлчамлар билан баравардир. Замонавий микропроцессорлар (флэш хотира) контактлар ўртасидаги масофа 0.03 мкмдан 30 мкмгача.

8) Нанообъектнинг ўлчами кичрайиб борган сари электронлар энергетик спектрининг дискретизациялашув даражаси ортиб боради. Квант нуқта учун (айнан бир неча атомдан иборат бўлган объект учун) электронлар амалда айрим атом билан бир хил бўлган рухсат этилган энергиялар спектрига эга бўла боради.

2.2. Нанообъектлар таснифи.

Нанообъектнинг катта-кичиклиги – нанообъектларни таснифлашнинг асосидир.

Катта-кичикликка мувофиқ қуйидагилар фарқланади:

1) 0-D нанообъектлар – уларнинг 3 та макон ўлчамининг ҳаммаси нанометр диапазонида ётади (қўпол қилиб айтганда: 3 ўлчамнинг ҳаммаси < 100 нм).

Бундай объект макроскопик маънода нульмерли бўлади ва шу сабабли, электрон хоссалари нуқтаи назаридан, бундай объектлар квант нуқталар деб аталади. Улардаги де Бройль тўлқини ҳар қандай макон миқдордан катта бўлади. Квант нуқталардан лазер қурилишида, оптоэлектроникада, фотоникада, сенсорикада ва бошқаларда фойдаланилади (расм 9-11).

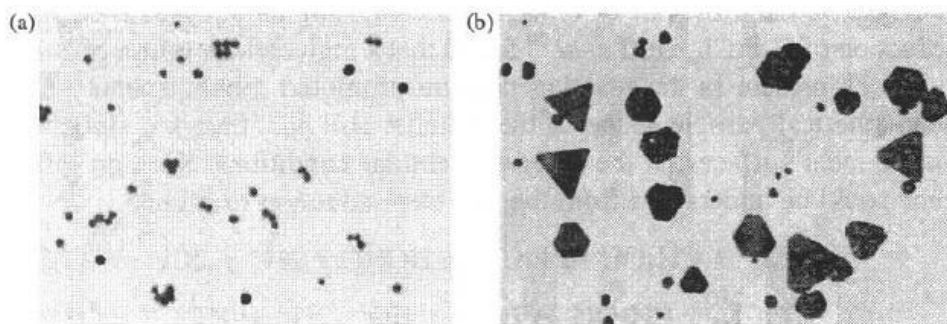


Fig. 3.10. SEM micrographs of gold nanoparticles prepared with sodium citrate (a) and citric acid (b) as reduction reagents, respectively, under otherwise similar synthesis conditions. [W.O. Miligan and R.H. Morriss, *J. Am. Chem. Soc.* **86**, 3461 (1964).]

Расм 9. Қайтарувчи сифатида қўлланиладиган натрий цитрати ва лимон кислотасидаги олтин нанозаррачалари¹⁹.

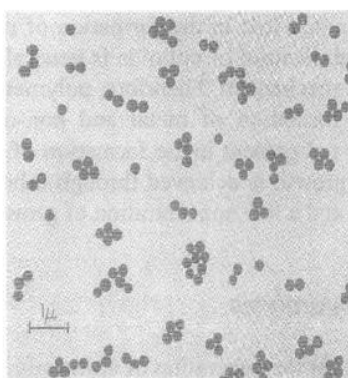


Fig. 3.19. SEM micrograph of silica spheres prepared in the ethanol-ethyl ester system. [W. Stober, A. Fink, and E. Bohn, *J. Colloid Interf. Sci.* **26**, 62 (1968).]

Расм 10. Этанол-эфир мухитидаги кремнезем нанозаррачалари²⁰.

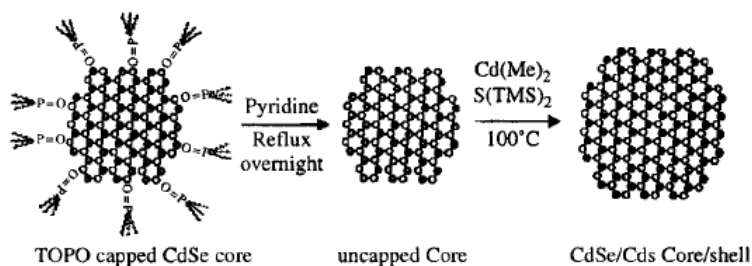


Fig. 3.27. Schematic synthesis of CdSe/CdS core/shell nanocrystals [X. Peng, M.C. Schlamp, A.V. Kadavanich, and A.P. Alivisatos, *J. Am. Chem. Soc.* **119**, 7019 (1997).]

Расм 11. Ядро-қобик нанокристалларнинг синтези CdSe/CdS²¹

2) 1-D нанообъектлар – икки ўлчамда нанометрик катталиқка, учинчи ўлчамда эса – макроскопик катталиқка эга бўлади. Булар жумласига наносимлар, нанотолалар, бир деворли ва кўп деворли нанокувурлар, органик

¹⁹ Guozhong Cao, Ying Wang *Nanostructures and Nanomaterials: Synthesis, Properties, and Applications 2nd Edition*, Imperial College Press, 2010, 69

²⁰ Guozhong Cao, Ying Wang *Nanostructures and Nanomaterials: Synthesis, Properties, and Applications 2nd Edition*, Imperial College Press, 2010, 86

²¹ Guozhong Cao, Ying Wang *Nanostructures and Nanomaterials: Synthesis, Properties, and Applications 2nd Edition*, Imperial College Press, 2010, 104

макромолекулар, шу жумладан ДНКнинг икки қаватли спираллари киритилади (расм 12-15).

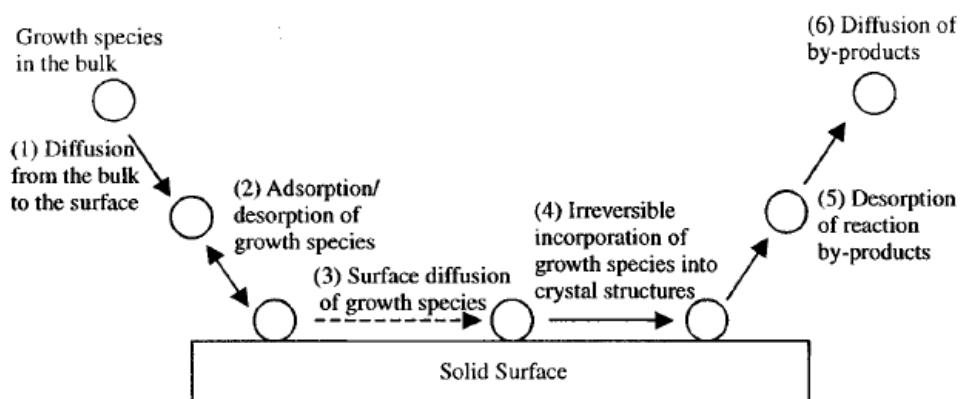


Fig. 4.1. Schematic illustrating six steps in crystal growth, which can be generally considered as a heterogeneous reaction, and a typical crystal growth proceeds following the sequences.

Расм 12. Гетероген реакция бўйича 6-қаррали кристалларнинг ўсиш тизими²².

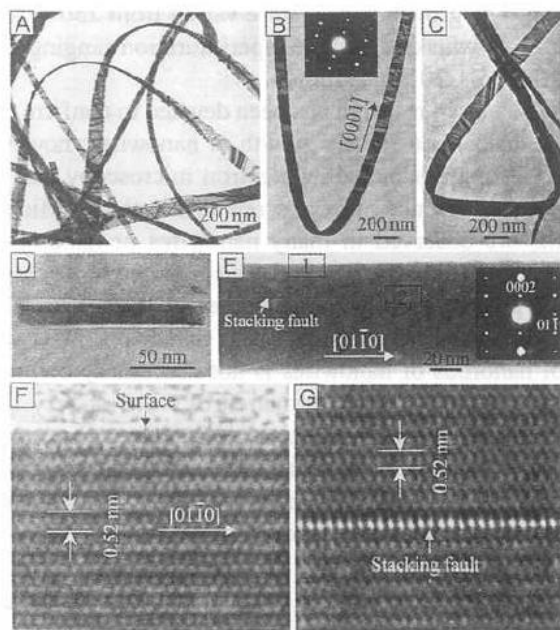


Fig. 4.6. SEM and TEM pictures of ZnO nanobelts [Z.W. Pan, Z.R. Dai, and Z.L. Wang, *Science* 291, 1947 (2001).]

Расм 13. Рух оксиди нанонайчалари учун SEM ва TEM электрон микротасвирлари²³.

²² Guozhong Cao, Ying Wang *Nanostructures and Nanomaterials: Synthesis, Properties, and Applications 2nd Edition*, Imperial College Press, 2010, 113

²³ Guozhong Cao, Ying Wang *Nanostructures and Nanomaterials: Synthesis, Properties, and Applications 2nd Edition*, Imperial College Press, 2010, 120

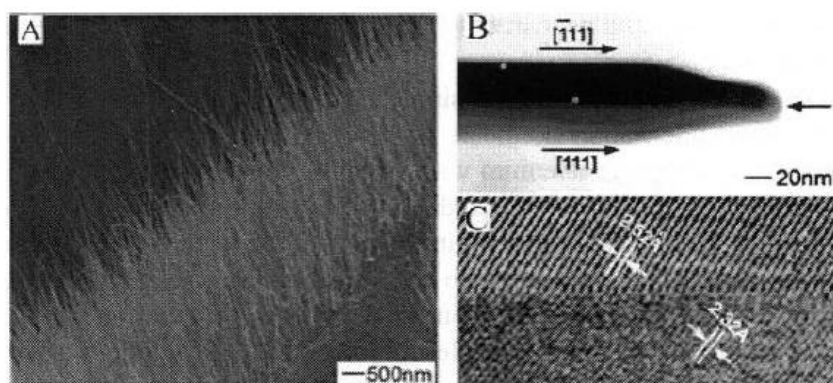


Fig. 4.8. (A) SEM and (B) TEM micrographs of CuO nanowires synthesized by heating a copper wire (0.1 mm in diameter) in air to a temperature of 500°C for 4 hr. Each CuO nanowire was a bicrystal as shown by its electron diffraction pattern and high-resolution TEM characterization (C). [X. Jiang, T. Herricks, and Y. Xia, *Nano Lett.* 2, 1333 (2002).]

Расм 14. Мис оксиди наносимлари учун SEM ва TEM электрон микротасвирлари²⁴.

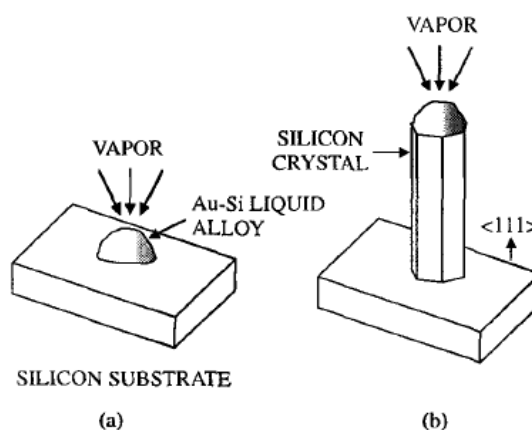


Fig. 4.11. Schematic showing the principal steps of the vapor–liquid–solid growth technique: (a) initial nucleation and (b) continued growth.

Расм 15. Газ-суюқлик-қаттик жисм усулининг схемаси: а- бошланғич заррача ҳосил бўлиши, б- ўсиш²⁵.

3) 2-D нанообъектлар – фақат битта ўлчамда нанометрик катталиққа эга бўлади, қолган иккита ўлчамда эса бу катталиқ макроскопик бўлади. Бундай объектлар жумласига бир таркибли материалнинг юзага яқин ингичка қатламлари: пленкалар, қопламалар, мембраналар, кўп қатламли гетеротузилмалар киритилади. Уларнинг квази икки ўлчамлилиги электрон газнинг хоссаларини, электрон ўтишларнинг (р-п ўтишларнинг) хусусиятларини ва шу кабиларни ўзгартириш имконини беради. Айнан 2-D нанообъектлар радиолэктрониканинг тамомила янги элемент базасини ишлаб

²⁴Guozhong Cao, Ying Wang *Nanostructures and Nanomaterials: Synthesis, Properties, and Applications* 2nd Edition, Imperial College Press, 2010, 123

²⁵Guozhong Cao, Ying Wang *Nanostructures and Nanomaterials: Synthesis, Properties, and Applications* 2nd Edition, Imperial College Press, 2010, 129

чиқиш учун асос ўйлаб топиш имконини беради. Бу энди наноэлектроника, нанооптика ва шу кабилар бўлади (расм 16-19).

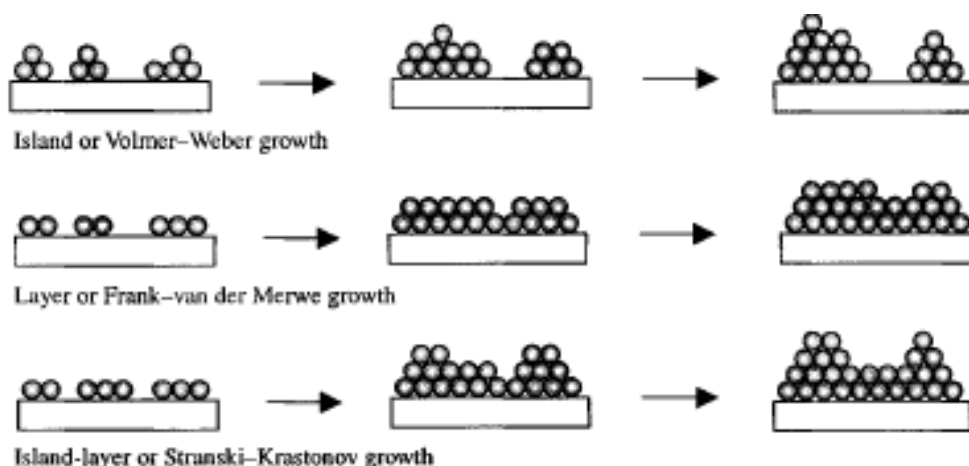


Fig. 5.1. Schematic illustrating three basic modes of initial nucleation in the film growth. Island growth occurs when the growth species are more strongly bonded to each other than to the substrate.

Расм 16. Юпқа пленкаларнинг ўсиш схемаси. Оролчали ўсиш субстрат билан мустаҳкам боғланган заррачалар учун боради²⁶

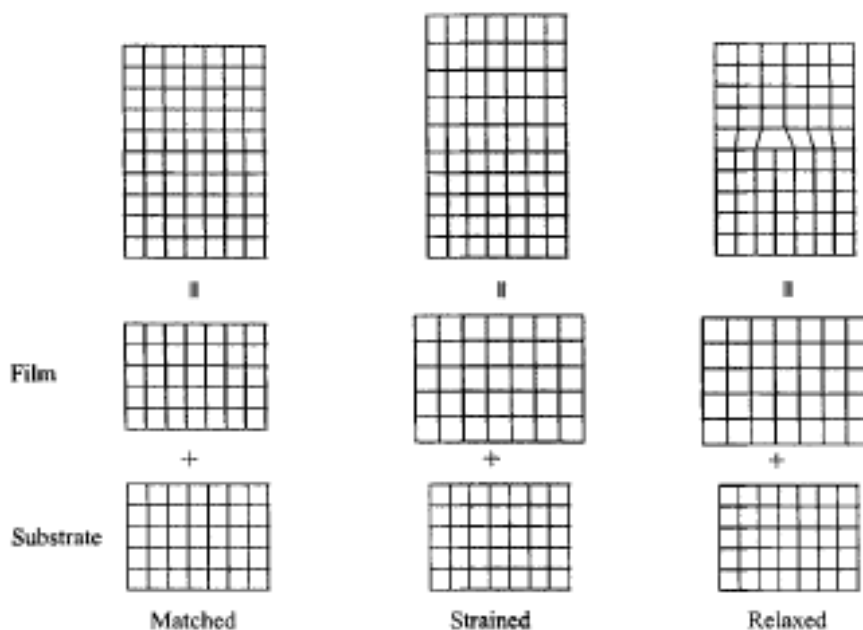


Fig. 5.3. Schematic illustrating the lattice matched homoepitaxial film and substrate, strained and relaxed heteroepitaxial structures.

Расм 17. Гетероэпитаксиал пленкаларнинг стресдаги ва релаксациядаги гомоэпитаксиал пленка ва субстратнинг кристалл панжараси схемаси, Рух оксиди наноайчалари учун SEM ва TEM электрон микротасвирлари²⁷.

²⁶ Guozhong Cao, Ying Wang Nanostructures and Nanomaterials: Synthesis, Properties, and Applications 2nd Edition, Imperial College Press, 2010, 175

²⁷ Guozhong Cao, Ying Wang Nanostructures and Nanomaterials: Synthesis, Properties, and Applications 2nd Edition, Imperial College Press, 2010, 179

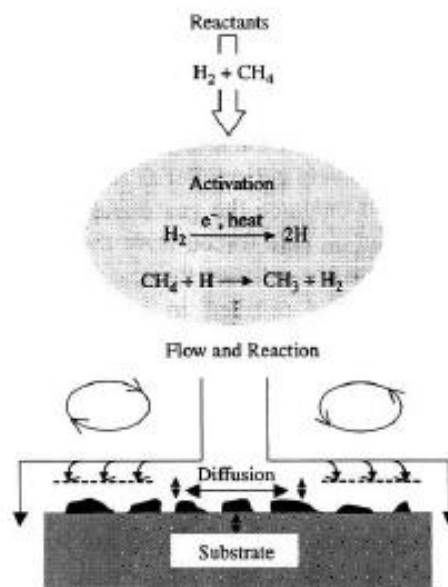


Fig. 5.14. Schematic showing the principal elements in the complex diamond CVD process: flow of reactants into the reactor, activation of the reactants by the thermal and plasma processes, reaction and transport of the species to the growing surface, and surface chemical processes depositing diamond and other forms of carbon. [J.E. Butler and D.G. Goodwin, in *Properties, Growth and Applications of Diamond*, eds. M.H. Nazare and A.J. Neves, INSPEC, London, p. 262, 2001.]

Расм 18. CVD жараёни бўйича наноолмосларни олишнинг принципиал тизими: реагентларнинг реакторга оқими, реагентларни термик жараён еки плазма билан фаолланиши, ўсувчи юзаларга заррачаларнинг ташиб ўтилиши ва реакцияси, олмосларнинг ва углероднинг бошқа шакллари чўктиришнинг юзадаги кимёвий жараёнлари²⁸.

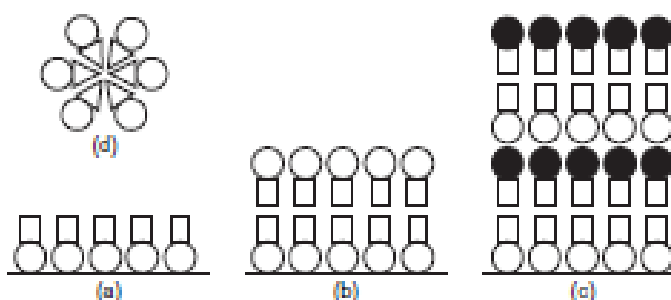


FIGURE 8.6

Langmuir-Blodgett films. (a) A monolayer; (b) a bilayer; (c) a Y-type multilayer. The circles represent the polar heads and the squares the apolar tails of the amphiphilic molecule. (d) A micelle, which can form spontaneously upon dispersal in water if the amphiphilic molecules have a smaller tail than the head (see Section 8.2.9).

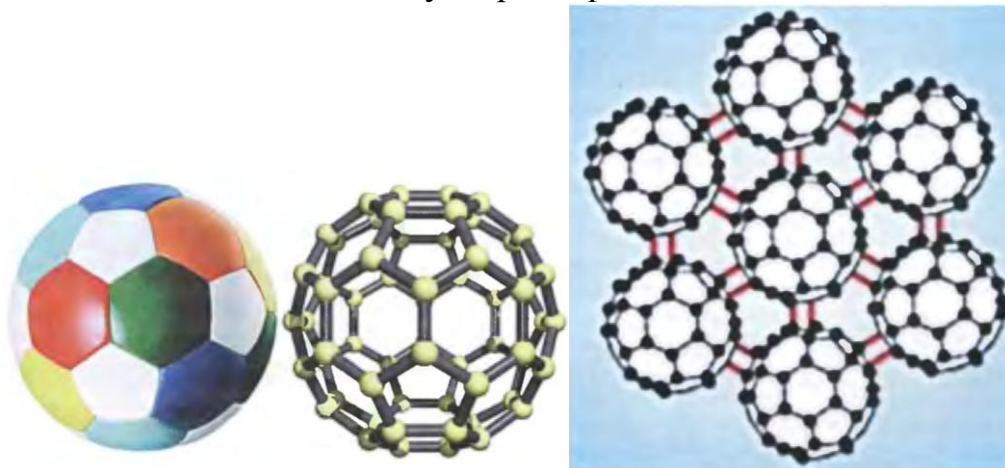
Расм 19. Ленгмюр-Блоджет пленкаларини олиш. Моноқават, бикават, у-мултикават. Агарда «tail» «head»дан кичик бўлса поляр амфирил молекулалар ўз-ўзидан мицеллар ҳосил қилади²⁹

²⁸ Guozhong Cao, Ying Wang *Nanostructures and Nanomaterials: Synthesis, Properties, and Applications* 2nd Edition, Imperial College Press, 2010, 198

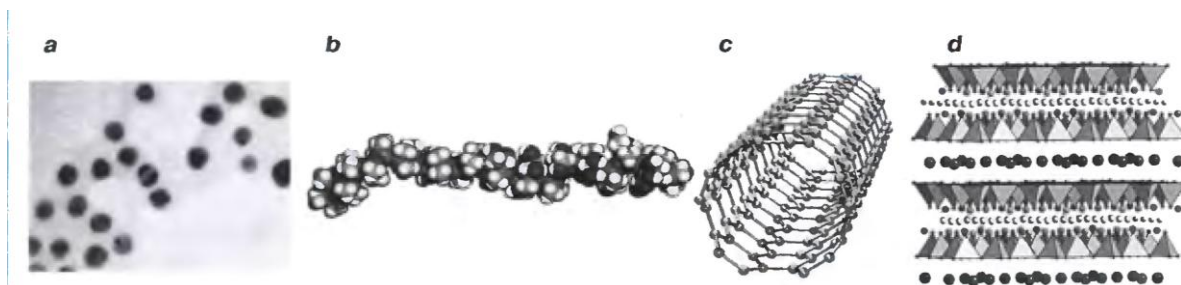
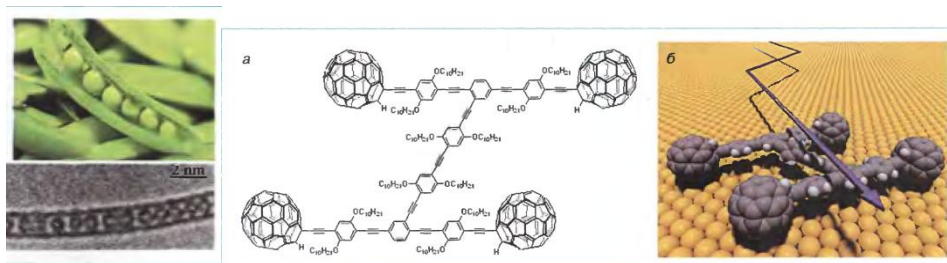
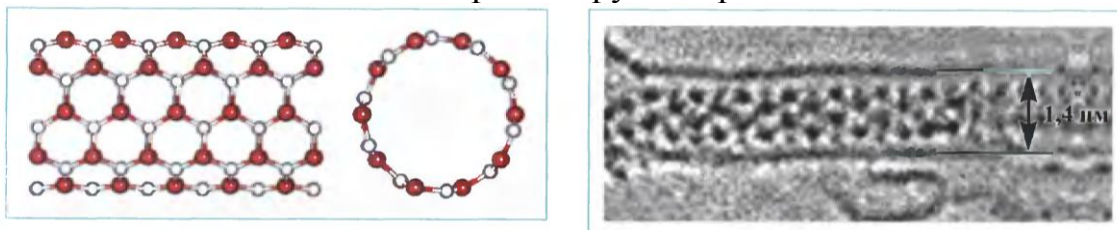
²⁹ Jeremy Ramsden *Nanotechnology, Second Edition: An Introduction (Micro and Nano Technologies)* 2nd Edition, Elsevier, 2011, 110

Ҳозирги вақтда 2-D нанообъектлар ҳаммадан кўпроқ хилма-хил антифразион, антикоррозион ва ҳоказо қопламалар сифатида хизмат қилмоқда. Улар молекуляр филтрлар, сорбентлар ва шу кабиларда турли хил мембраналар яратиш учун ҳам катта аҳамиятга эга.

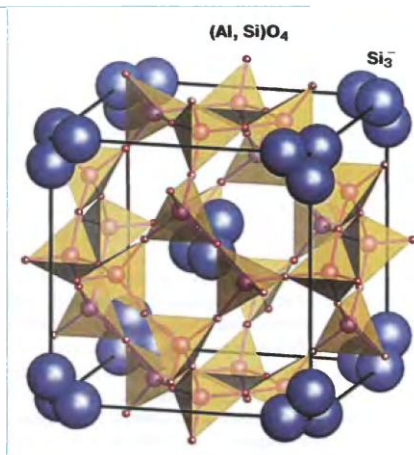
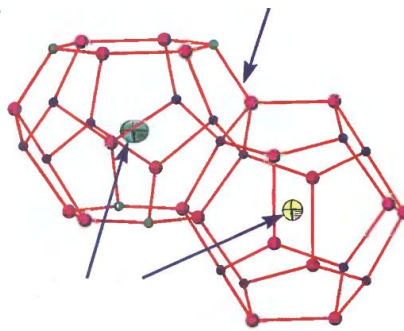
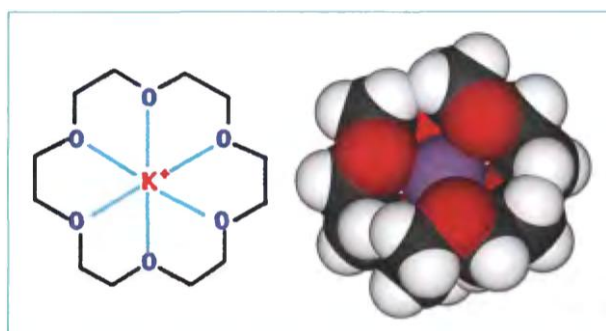
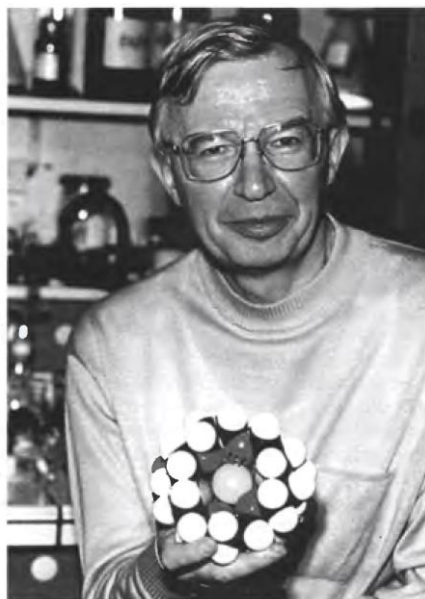
Фуллеренлар.



Углеродли трубкалар.

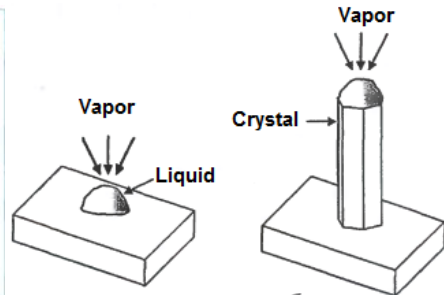
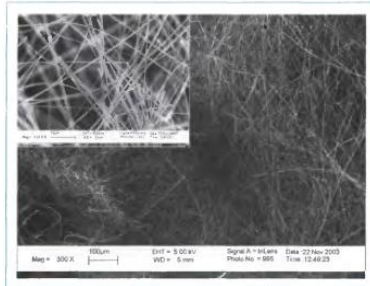
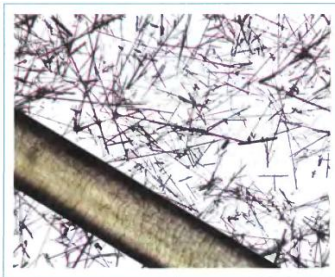


Супрамолекуляр химё.



Ноорганик наноматериаллар.

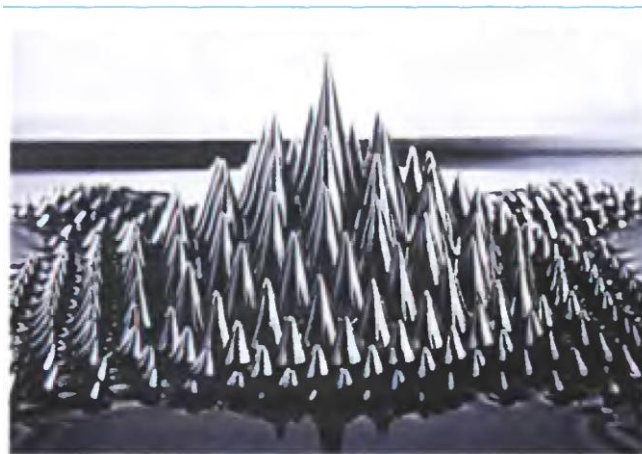
Вискерлар.



Манганитлар³⁰.

ore ready
ecomes a

*Magnetite nanoparticles
in oil. The fluid can be
controlled and shaped
magnetically.*



in
d

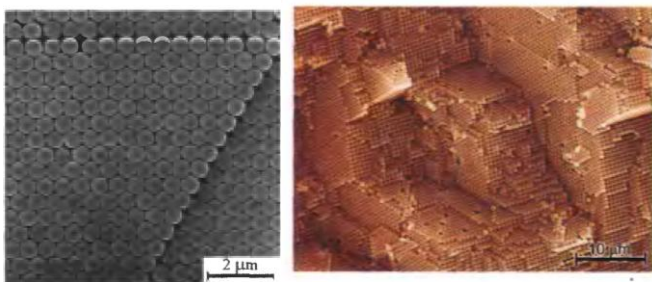


he
in apple is
which has
his fruit.

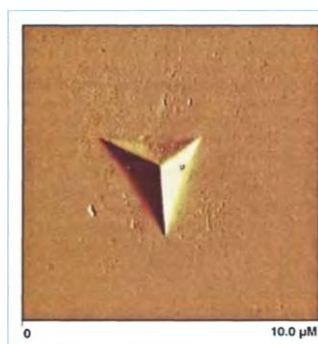
*Magnetotacticum
bavaricum. Magnetic
bacteria can synthesise
chains of nano-magne-
tites and be used as a
compass needle.*

Юқорихароратли ўтаўтказгичлар.
Фотон кристаллари (3D структура)

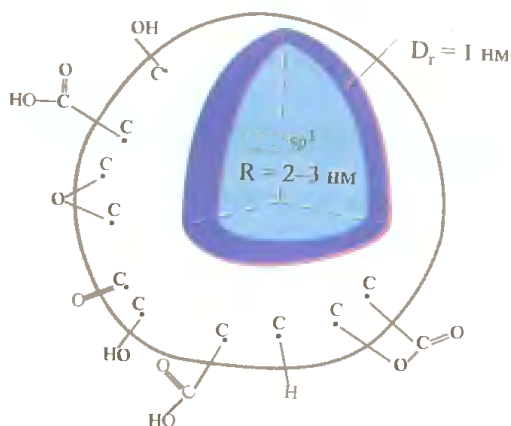
³⁰ European Commission **EUR 21151, Nanotechnology : Innovation for tomorrow world**, Luxembourg: Office for Official Publications of the European Communities, 2004, 56.



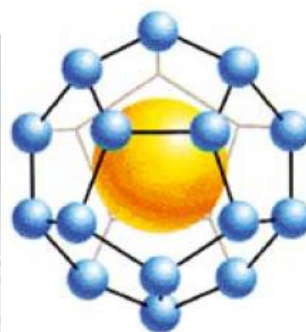
Биокерамика.



Наноолмослар.



Газли гидратлар. Газлардаги кластерлар.



Назорат саволлари

1. Нанозаррачалар ва нанокластерлар деб нимага айтилади?
2. 0-D нанообъектларга мисол келтиринг.
3. 1-D нанообъектларга мисол келтиринг.
4. 2-D нанообъектларга мисол келтиринг.

5. Фуллеренлар ва углеродли трубкларнинг қандай турларини биласиз.
6. Супрамолекуляр моддаларга мисол келтиринг.
7. Ноорганик наноматериалларнинг қандай турларини биласиз?

Фойдаланилган адабиётлар

1. Jeremy Ramsden Nanotechnology, Second Edition: An Introduction (Micro and Nano Technologies) 2nd Edition, Elsevier, 2011, 19.
2. Jeremy Ramsden Nanotechnology, Second Edition: An Introduction (Micro and Nano Technologies) 2nd Edition, Elsevier, 2011, 38.
3. Jeremy Ramsden Nanotechnology, Second Edition: An Introduction (Micro and Nano Technologies) 2nd Edition, Elsevier, 2011, 22.
4. Guozhong Cao, Ying Wang Nanostructures and Nanomaterials: Synthesis, Properties, and Applications 2nd Edition, Imperial College Press, 2010, 20.
5. Guozhong Cao, Ying Wang Nanostructures and Nanomaterials: Synthesis, Properties, and Applications 2nd Edition, Imperial College Press, 2010, 20.
6. Guozhong Cao, Ying Wang Nanostructures and Nanomaterials: Synthesis, Properties, and Applications 2nd Edition, Imperial College Press, 2010, 22.
7. Guozhong Cao, Ying Wang Nanostructures and Nanomaterials: Synthesis, Properties, and Applications 2nd Edition, Imperial College Press, 2010, 57.
8. Guozhong Cao, Ying Wang Nanostructures and Nanomaterials: Synthesis, Properties, and Applications 2nd Edition, Imperial College Press, 2010, 69.
9. Guozhong Cao, Ying Wang Nanostructures and Nanomaterials: Synthesis, Properties, and Applications 2nd Edition, Imperial College Press, 2010, 86.
10. Guozhong Cao, Ying Wang Nanostructures and Nanomaterials: Synthesis, Properties, and Applications 2nd Edition, Imperial College Press, 2010, 104.
11. Guozhong Cao, Ying Wang Nanostructures and Nanomaterials: Synthesis, Properties, and Applications 2nd Edition, Imperial College Press, 2010, 113.
12. Guozhong Cao, Ying Wang Nanostructures and Nanomaterials: Synthesis, Properties, and Applications 2nd Edition, Imperial College Press, 2010, 120.
13. Guozhong Cao, Ying Wang Nanostructures and Nanomaterials: Synthesis, Properties, and Applications 2nd Edition, Imperial College Press, 2010, 123.
14. Guozhong Cao, Ying Wang Nanostructures and Nanomaterials: Synthesis, Properties, and Applications 2nd Edition, Imperial College Press, 2010, 129.
15. Guozhong Cao, Ying Wang Nanostructures and Nanomaterials: Synthesis, Properties, and Applications 2nd Edition, Imperial College Press, 2010, 175.
16. Guozhong Cao, Ying Wang Nanostructures and Nanomaterials: Synthesis, Properties, and Applications 2nd Edition, Imperial College Press, 2010, 179.
17. Guozhong Cao, Ying Wang Nanostructures and Nanomaterials: Synthesis, Properties, and Applications 2nd Edition, Imperial College Press, 2010, 198.
18. Jeremy Ramsden Nanotechnology, Second Edition: An Introduction (Micro and Nano Technologies) 2nd Edition, Elsevier, 2011, 110.
19. European Commission EUR 21151, Nanotechnology: Innovation for tomorrow world, Luxembourg: Office for Official Publications of the European Communities, 2004, 56.

3-мавзу: Наноструктураланган материалларни синтез усуллари

Режа:

- 3.1. Нанозарралар, нанокукунлар ни синтез қилиш усуллари
- 3.2. 0-D нанообъектлар
- 3.3. 1-D нанообъектлар
- 3.4. Углеродсиз нанотрубкалар

Таянч иборалар: CVD, PVD, нанокукунлари, газфазали синтез, буғларнинг конденсацияси, . плазмакимёвий синтез, лазерли абляция.

3.1. Нанозарралар, нанокукунларни синтез қилиш усуллари

Ҳозирги пайтда маълум бўлган наноматериаллар замонавий технологияларга фан ва техниканинг турли соҳаларидан кириб келганлигини ҳисобга олганда, бирон-бир асосда мақбул бўлган ягона таснифнинг ўзи йўқ (расм 1-2).

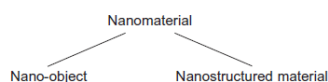


FIGURE 6.1
Fragment of a concept system for nanotechnology (cf. Figure 1.1).

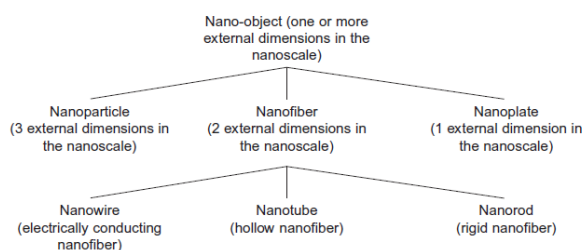


FIGURE 6.2
Concept system for nano-objects (cf. Figures 1.1 and 6.1). See text for further explanation.

Расм 1. Нанообъектларнинг концептуал тизими ³¹

Matrix	State of the nano-objects		
	Solid	Liquid	Gaseous
Solid	Nanocomposite ^a	–	Nanofoam ^b
Liquid	Nanosuspension ^c	Nanoemulsion	Nanofoam ^b
Gaseous	Aerosol	Aerosol	–

^aOther materials falling into this category are nano-alloys, metal–matrix composites, etc.
^bThese materials may be described with the adjective “nanoporous” (or, in French, using the noun “nanoporeux”).
^cNanofluids are included here (Section 6.5.4).

Расм 2. Нанодисперсияларнинг онтологияси ³²

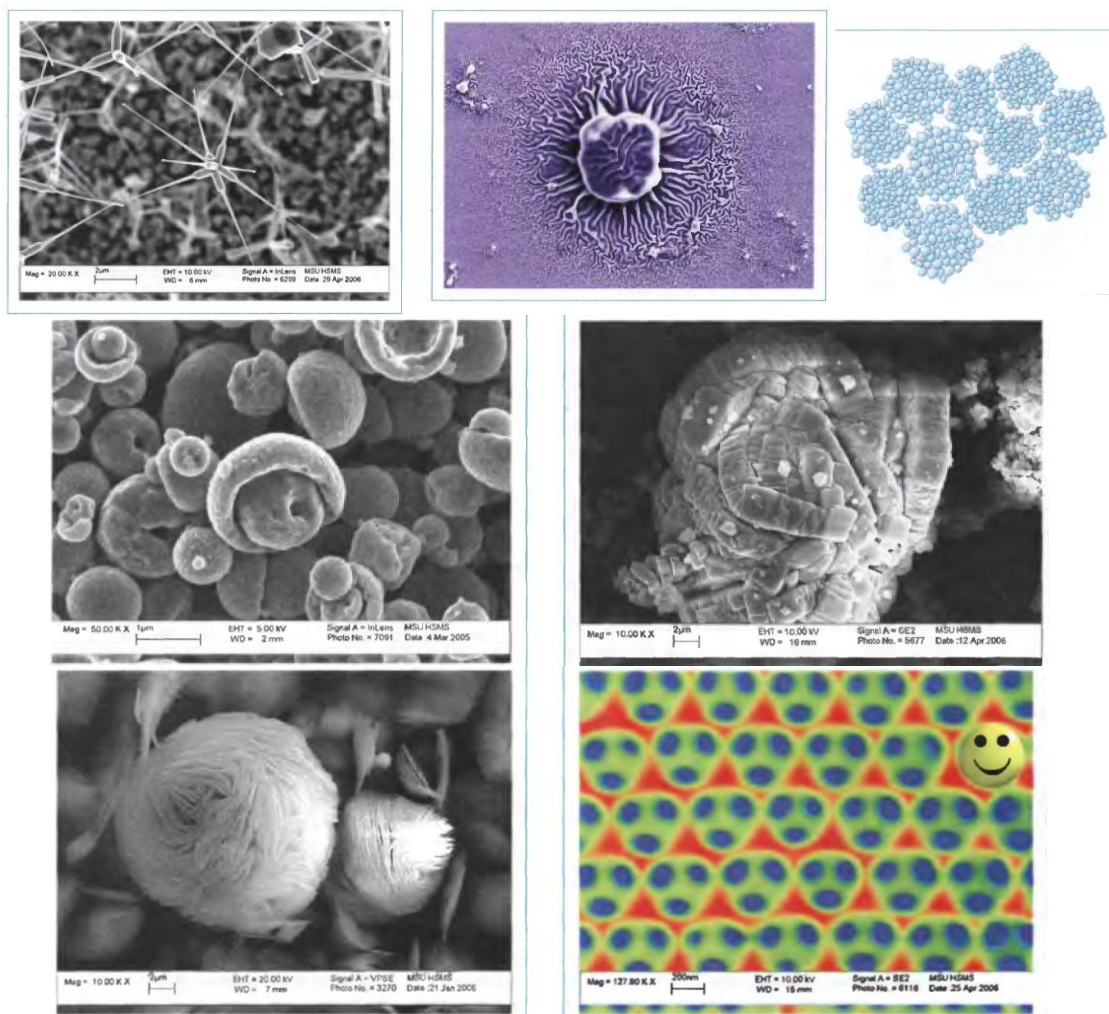
Наноматериаллар:

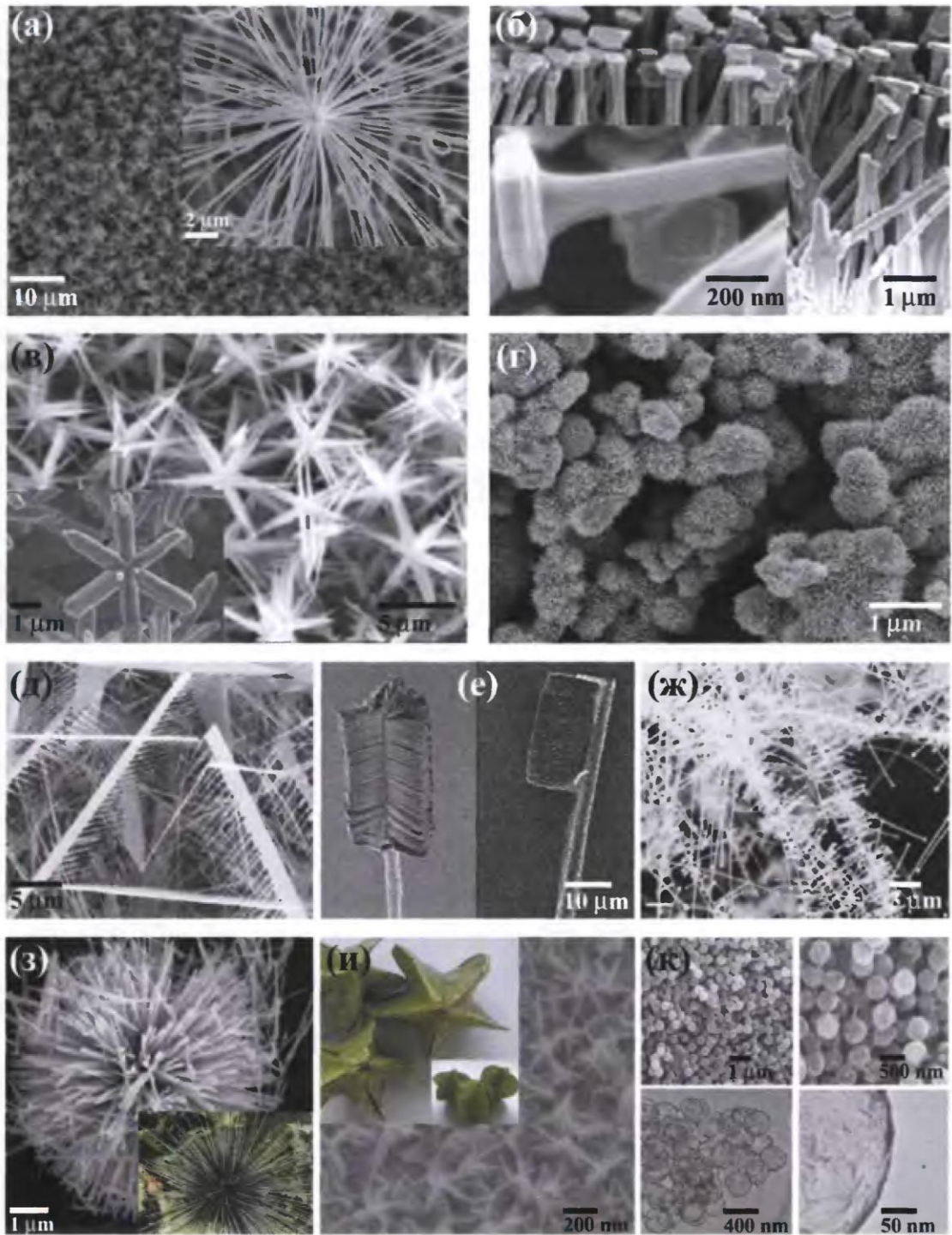
-Катта ҳажмли нанотаркиблашган материаллар;

³¹ Jeremy Ramsden Nanotechnology, Second Edition: An Introduction (Micro and Nano Technologies) 2nd Edition, Elsevier, 2011, 102

³² Jeremy Ramsden Nanotechnology, Second Edition: An Introduction (Micro and Nano Technologies) 2nd Edition, Elsevier, 2011, 103

- Нанокластерлар, нанозарралар, нанокукунлар;
- Кўп қатламли нанопленкалар, кўп қатламли нанотузилмалар, кўп қатламли наноқопламалар;
- Функционал (ақлли) наноматериаллар;
- Наноғовакли материаллар;
- Фуллеренлар ва уларнинг ҳосилалари бўлган нанокувурлар;
- Биологик ва биобирлашган материаллар;
- Нанотаркибли суюқликлар: коллоидлар, геллар, суспензиялар, полимер композитлар;
- Нанокомпозитлар.





Расм 3. Наноструктурасининг хар хил шакллари

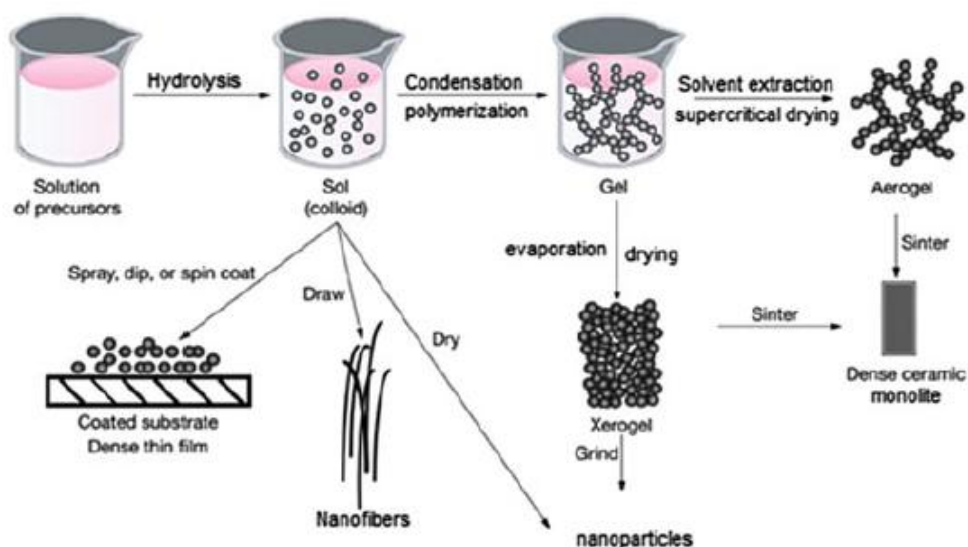


Fig. 2.10 Schematic diagram of sol-gel method and its nanomaterials products

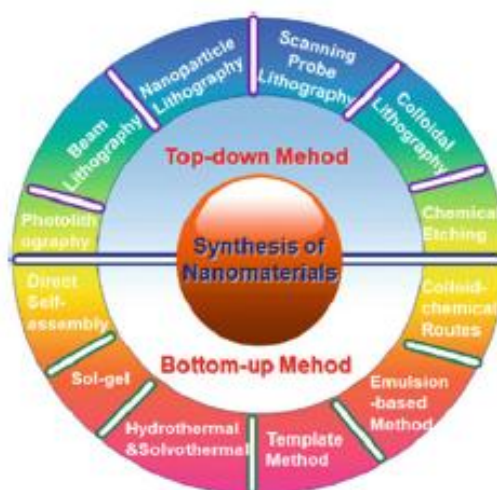
Расм 4. “Зол-гел” жараён³³

Дастлабки нанозарралар одам томонидан атайлаб эмаси, тасодифан, турли технологик жараёнларда яратилган. Ҳозирги вақтда улар яратиладиган ва махсус ишлаб чиқариладиган бўлди, бу эса нанотехнологияларга асос солди. Нанотехнологияларнинг ривожланиши айрим фундаментал принципларнинг тубдан қайта кўриб чиқилишига олиб келди. (Расм 3-4).

“Юқоридан-пастга” йўли – нанотехнологияларнинг умумий парадигмаси (ярим маҳсулотдан (танавордан) ортиқча қисмлар кесиб ташланади)

Нанотехнологиялар “пастдан- юқорига” – кичикдан каттага (атомдан объектга) йўлини таклиф қилади. Бу нанотехнологиялар парадигмасидир.

Fig. 2.8 Schematic illustrations of the synthesis methods of nanomaterials (Qiao et al. 2011)



Расм 5. “Юқоридан-пастга” ва “Пастдан-юқорига” методлар³⁴

³³ Said Salaheldeen Elnashaie, Firoozeh Danafar, Hassan Hashemipour Rafsanjani Nanotechnology for Chemical Engineers, Springer, 2015, 99

³⁴ Said Salaheldeen Elnashaie, Firoozeh Danafar, Hassan Hashemipour Rafsanjani Nanotechnology for Chemical Engineers, Springer, 2015, 95

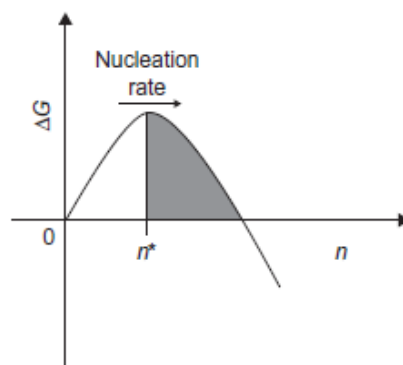


FIGURE 6.3

Sketch of the variation of free energy of a cluster containing n atoms (cf. Figure 2.2). The maximum corresponds to the critical nucleus size. Clusters that have managed through fluctuations to climb up the free energy slope to reach the critical nucleus size have an equal probability to shrink back and vanish, or to grow up to microscopic size.

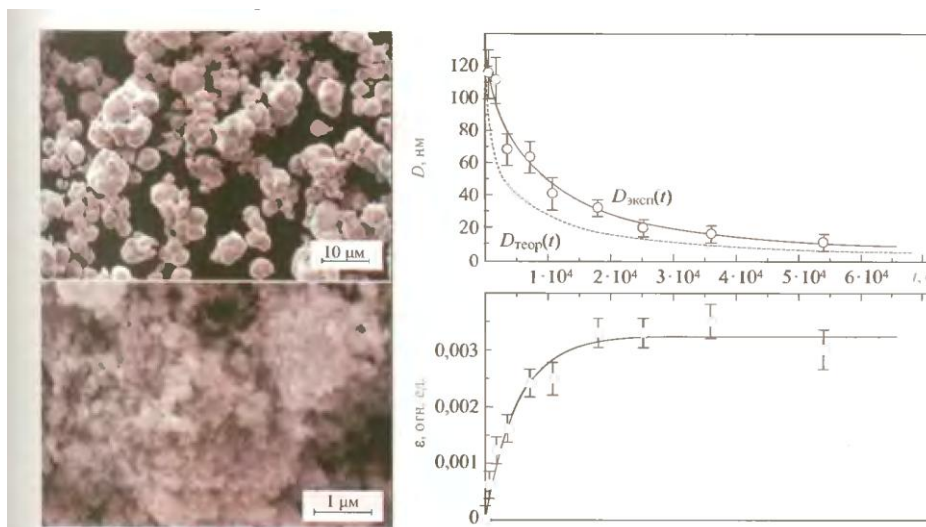
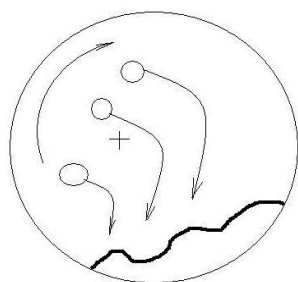
Расм 6. Расм. n -атомлардан ташкил этувчи кластернинг эркин энергиясини ўзгариши. Ядронинг критик ўлчамига максимал равишда мос келади³⁵.

3.2. 0-D нанообъектлар

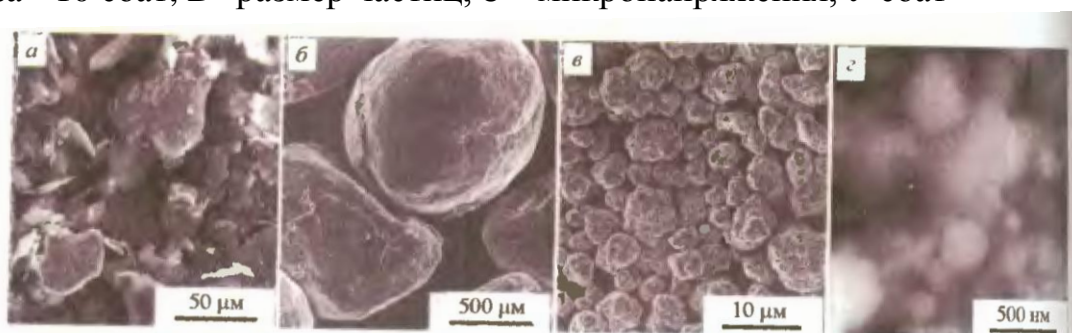
Ҳозирги вақтда асосан нанотехнологияларда бизга макротехнологиялардан ўтган технологик усуллар устунлик қилмоқда. 0-D тоифасига мансуб нанозарраларни яратиш учун ҳозирги нанотехнологиялар дисперсиялаш, яъни майдалаш усулини қўлламоқда. Ҳар қандай микроскопик объектни наноўлчамларгача майдалаш (дисперсиялаш) учун оддий дисперсиялаш тўғри келмайди. Зарралар қанча майда бўлса, улар юзасининг фаоллиги шунча юқори бўлади, натижада алоҳида зарралар катта ҳажмли конгломератларга бирлашади. Шу сабабли ўта ингичка дисперсиялаш учун юзадаги таранглик кучларини камайтирадиган юзаки фаол моддалар, шунингдек стабилизаторлар тарзидаги муайян турдаги муҳитни, тақроран қўшилишга тўсқинлик қиладиган совен тарзидаги композицияларни қўлланиш талаб қилинади. Қаттиқ жисм чегарасида юзаки энергия жуда ҳам пасайган муайян шароитларда дисперсланиш жараёни ўз-ўзидан, масалан, зарраларнинг иссиқлик ҳаракати ҳисобидан юз бериши мумкин. Ана шу усуллар билан зарралар катталиги ўнлаб нм бўлган Ме кукунларини, ушбу металлларнинг зарралар катталиги 1 нм бўлган Оксидларини олиш, шунингдек полимерлар, керамика компонентлари в шу кабиларнинг дисперсияланишини амалга ошириш мумкин.

1) Майдалаш усуллари: шарли тегирмон, тебранма тегирмон, аттрикторлар, пуркама тегирмонлар (расм 5-6)

³⁵ Jeremy Ramsden Nanotechnology, Second Edition: An Introduction (Micro and Nano Technologies) 2nd Edition, Elsevier, 2011, 105

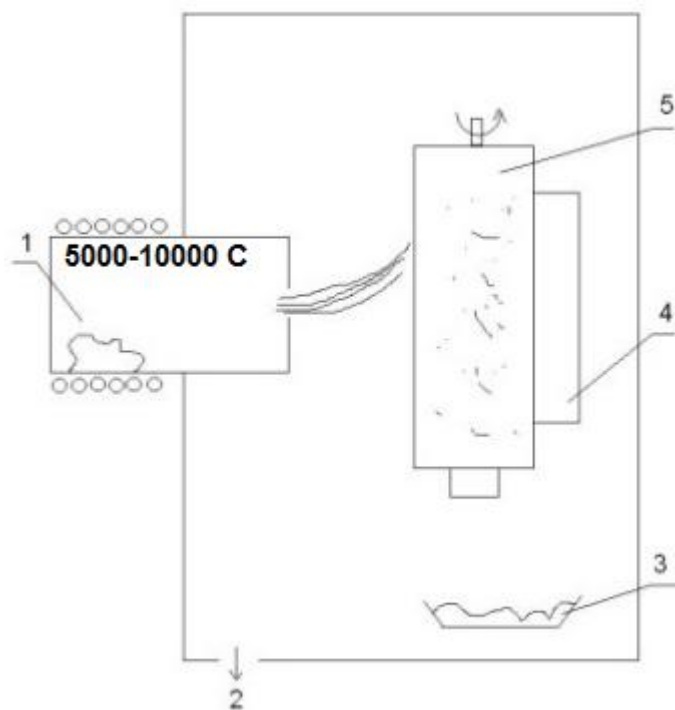


Расм 7. Вольфрам кадбиднинг нанокукунлари (50 нм). Механохимёвий синтез - 10 соат, D- размер частиц, ϵ – микронапряжения, t- соат



Расм 8. Титан кадбиднинг нанокукунлари (2-100 нм). Механохимёвий синтез.

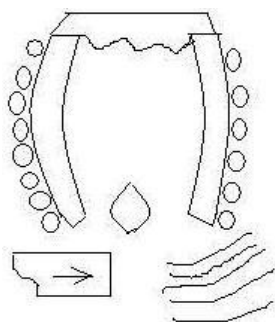
2) Дисперсиялашдан ташқари иккита чекланган парадигманинг қўшилишидан иборат бўлган жараён кенг фойдаланилади. Бу жараён қаттиқ модданинг буғланиб, шундай кейин турли шароитларда конденсациялашувчидан иборат. Масалан, совутилган инерт газ муҳитида 5000 – 10000 С даражасигача қиздирилган модда буғини конденсациялаб, ҳосил бўлган кукунни конденсация зонасидан тезда чиқариб ташлаш. Шу йўл билан зарралар катталиги 3 – 5 нм бўлган кукунларни олиш мумкин.



Расм 9. Наноматериалларни олиш қурилмаси
 1 – Буғланаётган модда манбаи; 2 – чиқариб ташлаш; 3– Кукун;
 4 – Куракча; 5 – Конденсация барабани

3) Учинчи усул ҳам анъанавий дисперсиялашга алоқадор бўлиб, эритилган моддани совутилган газ ёки суюқлик оқимида пуркаш деб аталади.

Томчини майдалайдиган оқимнинг газ муҳити сифатида, суюқлик сифатида эса спиртлар, сув, ацетон хизмат қилиши мумкин. Шундай усул билан катталиги 100 нмга яқин бўлган зарраларни олиш мумкин.



Таърифланган усулларнинг ҳаммаси жуда унумли, бироқ қоида тариқасида улар кукуннинг ультрадисперлигини, зарраларнинг каттилиги бир бўлишини таъминламайди, ҳамда жараённинг тозалигини таъминламайди. Булар нанозарраларни шакллантиришнинг маълум бўлган бирдан-бир усуллари эмас. 0-D нанообъектлар жумласига ультрадисперс кукунлардан ташқари фуллеренларни, углеродли 0-D нанообъектларни ҳам киритадилар.

3.3. 1-D нанообъектлар

Айтиб ўтилган нанообъектларнинг ҳар бири техниканинг турли соҳаларида қўлланилади. Масалан, наносимлардан субмикрон ва наноэлектрон узелларда ўтказувчилар сифатида фойдаланишни таклиф қиладилар. Нанотолалар нанотаркиблаштирилган нанокомпозицион п/пда элемент сифатида қўлланилади. Органик наномолекулалар ҳам тиббиётда, кимё саноатида нанотаркиблаштирилган материаллар яратишда қўлланилади.

Электроника учун нанотрубкалар каби 1-D нанообъектлар жуда муҳим аҳамият касб этди. Умуман олганда ҳамма нанотрубкалар 2 та катта тоифага бўлинади:

- 1) Углеродли нанотрубкалар (УНТ)
- 2) Углеродсиз нанотрубкалар.

Бундан ташқари ҳамма нанотрубкалар қатламларнинг сони бўйича ажралиб туради: бир қатламли, икки қатламли, кўп қатламли.

3.4. Углеродсиз нанотрубкалар

Ҳамма углеродсиз нанотрубкалар икки туркумга бўлинади:

- 1) Таркибига углерод кирадиган ўткинчи нанотузилмалар
- 2) Дихалькогенид нанотрубкалар. Ҳозирги вақтда дихалькогенид трубклардан MoS_2 , WS_2 , WSe_2 , MoTe_2 ва бошқалар маълум. Бундай нанотрубкалар ўта юпқа, идеал ҳолатда – мноатомли қатламлар, ўрам қилиб ўралган материаллардир.



Баъзи қатламли материаллар кимёвий алоқалар ассимметрик бўлганлиги туфайли бундай ўрамларга мустақил равишда анча осон ўралади, шу билан бирга бундай тузилмаларни шакллантиришдаги бирдан-бир муаммо - эркин, ҳеч нарса билан боғланмаган атом катталигидаги модда қатламини олишдан иборат. Бошқа материаллар ўз-ўзидан ўралиб қолишга мойил бўлмайди ва шу сабабли ҳозирги вақтда нанотрубкаларни мажбуран шакллантириш имконини берадиган технология усуллари ишлаб чиқилмоқда. Бундай жараёнларнинг 3 та варианты бор:

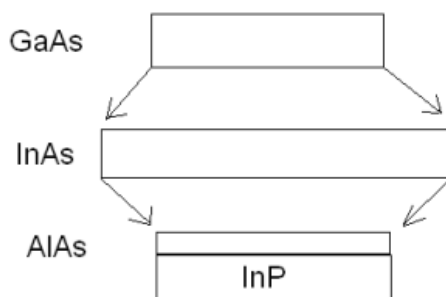
- 1) Мавжуд бўлган нанотрубка асосида нанотрубка яратмоқчи бўлаётганимиз материалнинг юпқа қатламларини гетероэпитаксиал ошириб бориш. Мисол $\text{GaN} - \text{ZnO}$.

Бу усулнинг асосий камчилиги шундаки, гетероэпитаксиал ошириб бориш учун иккита материални танлаш қийин.

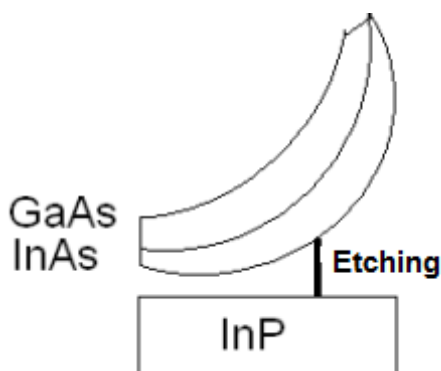
2) Бошланғич наносимни электрон нур билан изчил равишда камайтириб бориш йўли билан олинган бир деворли нанотрубкалар. Мисол: Олтин ва платина нанотрубкалар. D Pt нанотрубкалар - 0,48 нм.

3) Қалинлиги бир неча монокатлам бўлган юпка, тиғиз гетероэпитаксиал тузилмани ясси тагликда етиштириб, шундан кейин бу гетеротузилмани таглик билан алоқадан бўшатишга ва ўрам, тугун қилиб ўрашга асосланган. 1ML – битта монокатлам.

Ўраш жараёни атомлар ўртасидаги кучларнинг тиғиз гетеропленкада харакатланиши ҳисобига юз беради.



Инда гетероэпитаксия усулида у билан яхши мослашадиган AlAs етиштирилади, сўнгра бу тузилмага ГЭ усулида AsIn ўстирилади. У AlAsга караганда кўпроқ кристалл панжара параметрларига эга ва шу сабабли бу қатлам ўстирилганда у гўё сиқилади. Шундан кейин ушбу қатламга яна ГЭ усули билан GaAs қатлами ўстирилади. Лекин, AsInдан фарқли ўлароқ бу қатлам кристалл панжара параметрига камроқ эга (элементар катак катталиги камроқ) ва уни, аксинча, чўзади. Натижада, AsAl қатламини бўшата бошлаганимизда бўшаган InAs тузилмаси AsGa билан бирга InAs кенгайтирадиган, GaAs қатлами эса тортадиган кучлар ҳисобига ўрам қилиб ўрай бошлайди.



Усулнинг яхши жиҳатлари:

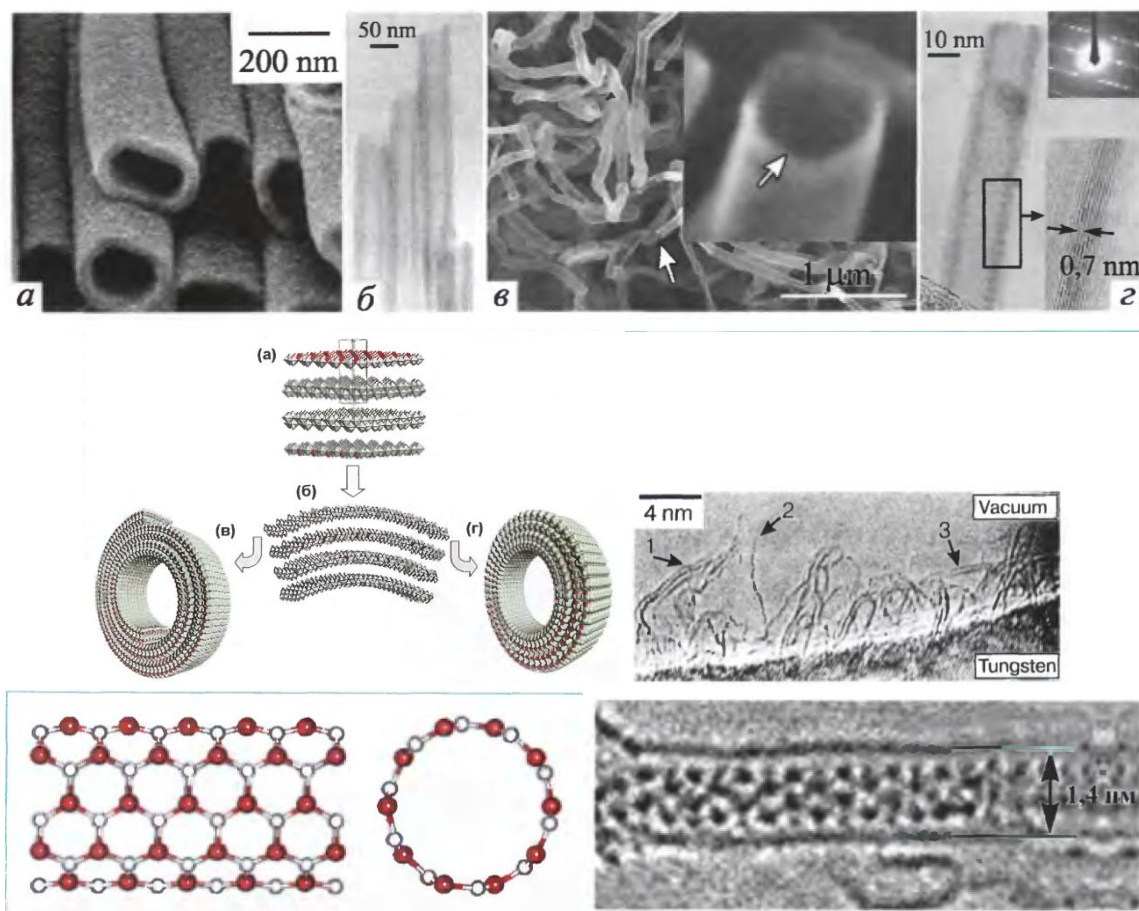
1) Трубкалар диаметри ҳар хил бўлиб, гетеротузилма учун тегишли материалларни тўплаш йўли билн осонгина белгиланиши мумкин.

2) Бу усул деярли ҳар қандай материаллардан (п/п, Ме, диэлектриклар) фойдаланиш ҳамда уларнинг ҳаммасини нанотрубкалар қилиб ўраш имконини беради.

3) Деворларининг қалинлиги бир хил бўлган трубкалар сифати яхшилиги ва нисбатан катта узунликка эгаллиги.

4) Бу усул ИМС интеграл микросхемалар технологиялари билан яхши мослашади.

5) Бундай нанотрубкаларнинг физикавий хоссалари бошланғич гетеротузилма материаллари билан белгиланади (расм 7).



Расм 10. Нанонайчалари

Назорат саволлари

1. “Юқори-пастга” технологиясига мисол келтиринг.
2. “Пастдан-юқорига” технологиясига мисол келтиринг.
3. “Зол-гел” жараёнини тушунтиринг
4. Нанозарралар, нанокунлар, нанодисперсия ни синтез қилиш усуллари
5. 0-D нанообъектлар ва 1-D нанообъектлар деб нимага айтилади
6. Углеродсиз нанотрубкаларнинг қандай турларни биласиз?

Фойдаланилган адабитлар

1. Jeremy Ramsden Nanotechnology, Second Edition: An Introduction (Micro and Nano Technologies) 2nd Edition, Elsevier, 2011, 102.
2. Jeremy Ramsden Nanotechnology, Second Edition: An Introduction (Micro and Nano Technologies) 2nd Edition, Elsevier, 2011, 103.
3. Said Salaheldeen Elnashaie, Firoozeh Danafar, Hassan Hashemipour Rafsanjani Nanotechnology for Chemical Engineers, Springer, 2015, 99.
4. Said Salaheldeen Elnashaie, Firoozeh Danafar, Hassan Hashemipour Rafsanjani Nanotechnology for Chemical Engineers, Springer, 2015, 95.
5. Jeremy Ramsden Nanotechnology, Second Edition: An Introduction (Micro and Nano Technologies) 2nd Edition, Elsevier, 2011, 105.

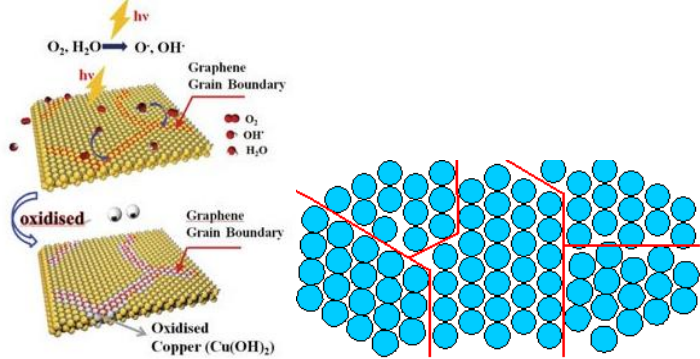
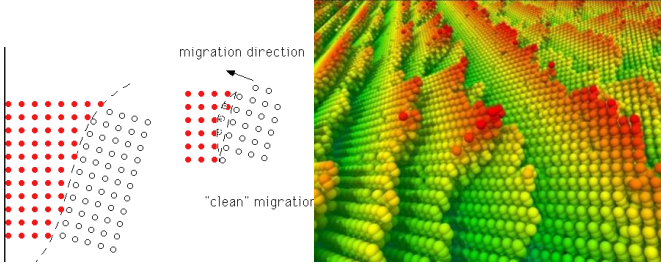
IV. АМАЛИЙ МАШҒУЛОТ МАТЕРИАЛЛАРИ

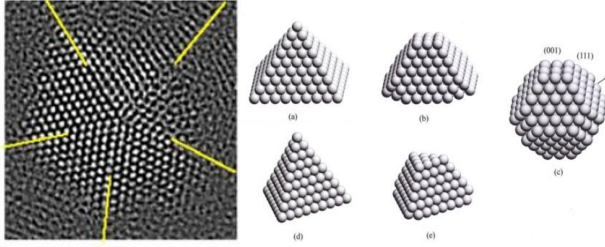
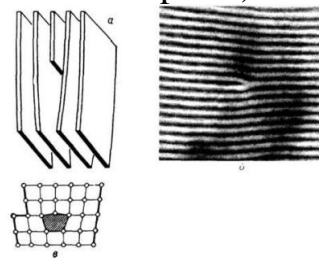
1-амалий машғулот: Кристалл наносистемалар ва уларни аҳамияти. Нанотехнология ва электроника.

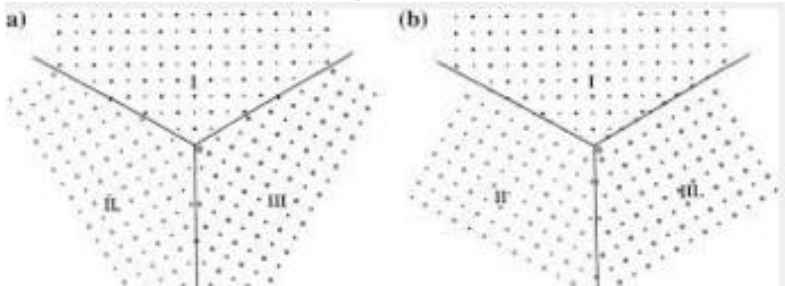
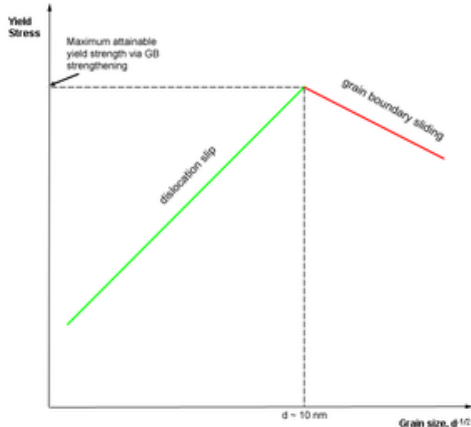
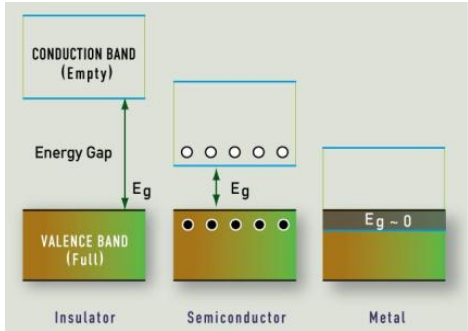
Ишдан мақсад:

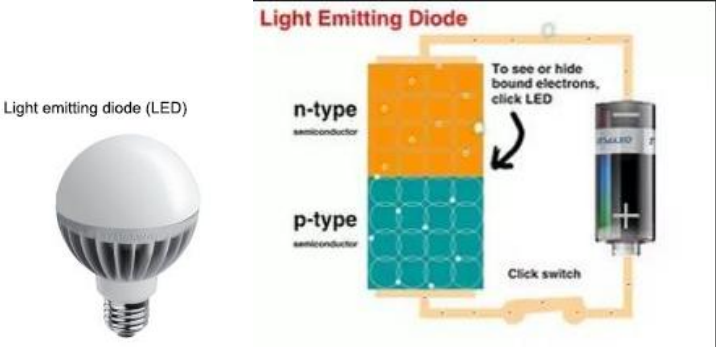
Заррачаларнинг чегараси. Заррачалар чегарасининг миграцияси. Мултиплет иккиламчи заррачалар. Дислокация. Жойлашиш дефектлари. Уч каррали тугун. Холл-Петч қонуни. Тақиқланган чегаранинг кенглиги. Холилаштирилган ҳудуд.

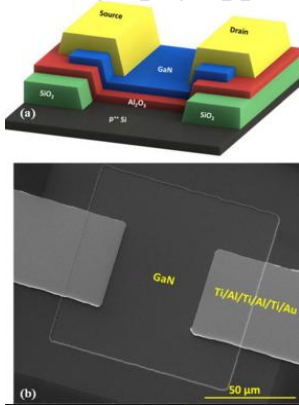
Молекуляр электроника. Ёруғлик диоди (LED). Майдон эффектли транзистор (FET). Юпқа пленкали транзисторлар (TFT). Бир электронли транзистор (SET). Заряд боғланишли қурилма (CCD). Комплементар металоксидли ярим ўтказгич (CMOS). Гигантмагнит қаршилиги (GMR). Оптоэлектроника. Фотолюминесценция. Фотон кристаллар. Фотоника. Юзаплазмон. Пьезорезистив эффект. Спинтроника (спин асосидаги электроника). Кубит. Квант компьютерлар.

№	Ишни бажариш учун намуна	Масаланинг кўйилиши
1.	<p>Grain boundary: a 2D defect, the interface bordering two well-defined crystals</p>  <p>Заррачаларнинг чегараси: 2D-дефект, аниқ аниқланган иккита чегараланувчи кристалларнинг интерфейси</p>	<p>Заррачалар чегарасининг асосий принципини тушунтиринг? Расмдан фойдаланинг!</p>
2.	<p>Grain boundary migration: coordinated movement of grain boundaries activated either thermally or by mechanical stress</p>  <p>Заррачалар чегарасининг миграцияси: термик ёки</p>	<p>Заррачалар чегарасининг миграциясини асосий принципини тушунтиринг?</p>

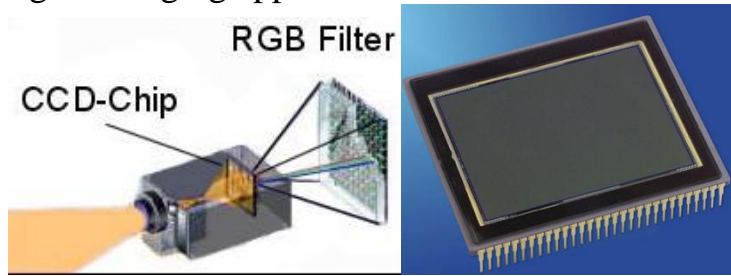
	<p>механик кучланиш йўли ёрдамида фаоллаштирилган заррачалар чегараларининг келишилган харакати</p>	
<p>3.</p>	<p>Multiply twinned particles (MTP): observed frequently with a pseudo five-fold symmetry in nanocrystalline particles and thin films (deposited on crystalline substrates) of cubic face-centred metals, diamond-type semiconductors (C, Si, Ge) and alloys</p>  <p>Мультиплет иккиламчи заррачалар (МТР): олмос (C, Si, Ge) ва қотишмалар типидаги яримўтказгичлардан, кубсимон ёқларимарказлаштирилган металллардан олинган юпқа пленкалар (кристалл тагликларда чўктирилган) ва нанокристалл заррачалардаги бешинчи тартибли псевдосимметриянинг кузатилиши</p>	<p>Мультиплет иккиламчи заррачаларнинг асосий хоссаларни тушунтиринг? Расмдан фойдаланинг!</p>
<p>4.</p>	<p>Dislocation: a crystallographic line defect involving irregularity in the periodic arrangement of atoms (missing row of atoms in a plane) in a crystal</p>  <p>Дислокация: ўз ичига атомларнинг даврий жойлашувининг нотекислигини олувчи кристалдаги (текисликдаги бир қатор атомларнинг йўқлиги) кристаллографик чизикли дефект</p>	<p>Дислокациянинг асосий хоссаларни тушунтиринг? Расмдан фойдаланинг!</p>
<p>5.</p>	<p>Stacking faults: crystallographic defects arising due to wrong stacking sequence of planar arrangement of atoms</p>  <p>Жойлашиш дефектлари: атомларнинг нотўғри кетма-кет планар жойлашуви натижасида ҳосил бўлувчи кристаллографик дефектлар</p>	<p>Жойлашиш дефектларининг асосий принципни тушунтиринг? Расмдан фойдаланинг!</p>

<p>6.</p>	<p>Triple junction: a node at the intersection of three crystals or grains</p>  <p>Учкаррали тугун: учта кристалларнинг ёки зарраларнинг тўқнашувидаги тугун</p>	<p>Учкаррали тугунинг асосий хоссаларни тушунтиринг? Расмдан фойдаланинг!</p>
<p>7.</p>	<p>Hall–Petch relation: the effect describing the inverse effect of grain size on the hardness of a crystalline solid that arises mainly due to grain boundary strengthening</p> <p style="text-align: center;"><u>Hall-Petch Strengthening Limit</u></p>  <p>Холл-Петч қонуни: асосан чегарадаги заррачанинг мустахкамлашуви ҳисобига ҳосил бўлувчи кристалсимон модданинг қаттиқлигига заррачаларнинг ўлчамини тесқари таъсирини тавсифловчи эффеќти</p>	<p>Холл-Петч қонунини тушунтиринг? Расмдан фойдаланинг!</p>
<p>8.</p>	<p>Band gap: energy gap between the valence band and conduction band in a solid in which all electronic energy states are forbidden</p>  <p>Таъқиқланган чегаранинг кенглиги: барча электрон энергетик ҳолатлар таъқиқланган қаттиқ жисмдаги валент чегара ва ўтказувчанлик чегараси</p>	<p>Таъқиқланган чегаранинг асосий хоссаларини тушунтиринг? Расмдан фойдаланинг!</p>

	орасидаги энергетик туйнук	
9.	<p>Depletion zone: a region at the junction of semiconducting materials that is devoid of free charge carriers</p>  <p>Холилаштирилган худуд: зарядларни эркин ташувчиларидан холи бўлган яримўтказгич материалларнинг бирлашиш жойи</p>	<p>Холилаштирилган худуд қандай таркибий қисмлардан ташкил топган? Расмдан фойдаланинг!</p>
10	<p>Molecular electronics: the study and application of molecules for electronic device applications</p>  <p>Молекуляр электроника: электрон қурилмаларда қўлланилиши учун молекулаларнинг тадқиқи ва қўлланилиши</p>	<p>Молекуляр электрониканинг асосий принципини тушунтиринг? Расмдан фойдаланинг!</p>
11	<p>Light-emitting diode (LED): a semiconductor light source working on the principle of electroluminescence, where the wavelength of light emitted depends on the band gap of semiconductors</p>  <p>Светодиод (LED): электролюминесценция принцигига асосан ишловчи яримўтказгичли нур</p>	<p>Светодиоднинг асосий принципини тушунтиринг? Расмдан фойдаланинг!</p>

	манбаи, нурланувчи ёруғликнинг тўлқин узунлиги яримўтказгичларнинг таъқиқланган худуди кенглигига боғлиқ.	
12	<p>Field effect transistor (FET): a transistor whose conductivity can be controlled by electrical field</p>  <p>The diagram on the left shows a cross-section of a Nanotube FET. It features a central Nanotube channel between two Electrodes. A Gate Electrode is positioned below the channel, separated by Silicon Oxide. Arrows indicate the flow of Holes (positive charge) and Electrons (negative charge) through the nanotube. The IBM logo is visible in the top left corner. To the right is a photograph of a physical transistor component with three leads.</p> <p>Майдон эффеќтлитранзистор (FET): электр майдони ёрдамида ўтказувчанлигини бошқариш мумкин бўлган транзистор</p>	<p>Майдон эффеќтли транзистор (FET) нима учун кераќ? Расмдан фойдаланинг!</p>
13	<p>Thin film transistors (TFT): an FET made of thin film layers of semiconducting and dielectric materials; used in LCD and digital radiography applications</p>  <p>(a) 3D schematic of a TFT structure showing Source, Drain, and Gate electrodes on a substrate. The gate is made of Al₂O₃ and the channel is GaN. The substrate is p-Si. (b) Micrograph of a TFT structure showing the GaN channel and Ti/Au/Ti/Au contacts. A 50 μm scale bar is provided.</p> <p>Юпќа пленќали транзисторлар (TFT): яримўтказгичли ва диэлектриќ материалли юпќа пленќа ќаватли транзисторлар; радиографиянинг LCD ва раќамли иловаларида ќўлланилади</p>	<p>Юпќа пленќали транзисторлар қандай тарќибий ќисмлардан ташќил топган? Расмдан фойдаланинг!</p>
14	<p>Single electron transistor (SET): devices that are capable of detecting very small variations in the charge of the gate; charge differences of even one electron can cause the on-and-off switching function of SET</p>  <p>The micrograph shows a Single Electron Transistor (SET) structure, which consists of a central island connected to electrodes by narrow bridges.</p> <p>Бир электронли транзистор (SET): чиќувчи заряднинг жуда кичик ўзгаришларини аниќлаш ќобилиятига эга мосламалар; биргина электрон учун хам зарядлар фарќи “ёќиб-ўчириш” функциясини чаќириши мумкин</p>	<p>Бир электронли транзисторнинг асосий хоссаларни тушунтиринг?</p>
15	<p>Charge-coupled device (CCD): a device that can gather</p>	<p>Заряд</p>

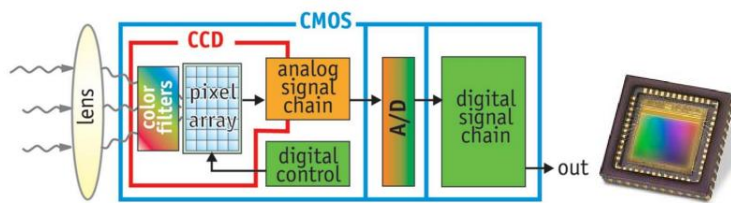
position-sensitive charge information and convert to digital data for manipulation, which is used extensively for digital imaging applications



Заряд боғланишли қурилма (CCD): зарядланган позицион-сезгир ахборотни йиға оладиган ва рақамли тасвирларни ишлатиш учун кенг қўлланиладиган манипуляциялар учун рақамли маълумотларга ўтказа оладиган қурилма

боғланишли қурилма нима учун керак? Расмдан фойдаланинг!

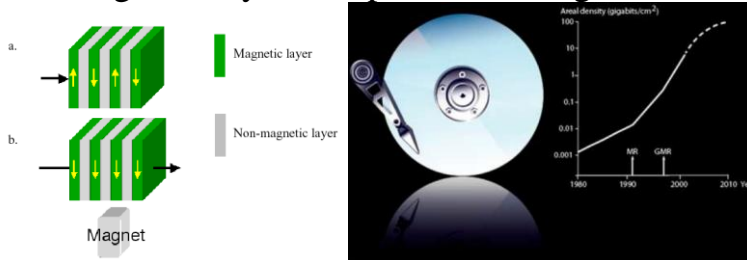
16 **Complementary metal-oxide semiconductor (CMOS):** an emerging technology for the fabrication of ICs and VLSI, the main advantage being low power consumption and high noise, enabling larger density of devices within unit area



Комплементарметалоксидли яримўтказгич (CMOS): интеграл схемалар (ICs) ва ўта катта интеграл схемаларни (VLSI) яшаш учун янги технология, асосий афзалликлари кам энергия сарф қилиши ва юқори шовқин даражасида бўлиб бу ўз навбатида юза бирлиги доирасида қурилмаларнинг юқори зичлигини таъминлайди

Комплементар металоксидли яримўтказгичлар нима учун керак? Расмдан фойдаланинг!

17 **Giant magnetoresistance (GMR):** quantum mechanical effect observed in thin film structures: the electrical resistance decreases significantly when the ferromagnetic layer is exposed to a magnetic field



Гигантмагнит қаршилиги (GMR): юпқа пленкали структураларда кузатиладиган квант-механик эффект: ферромагнит қаватнинг магнит майдони

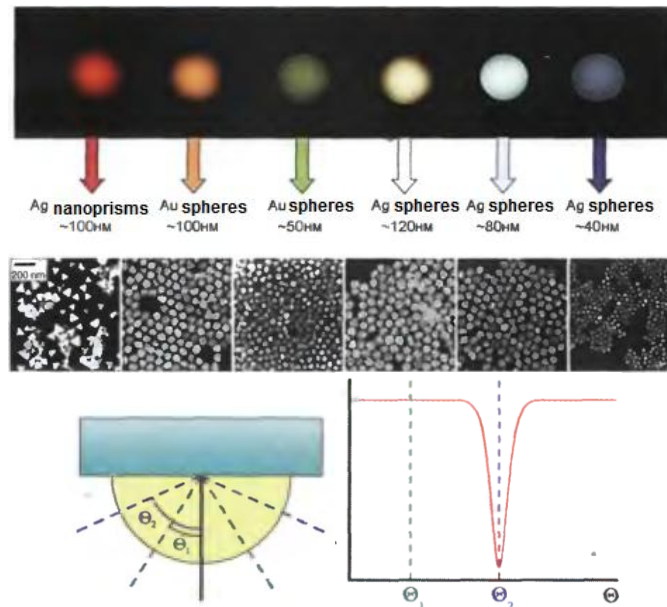
Гигантмагнит қаршилигининг асосий хоссаларини тушунтиринг? Расмдан фойдаланинг!

	таъсирига учраганда электр қаршилиги сезиларли даражада камаяди	
18	<p>Opto-electronics: an application of electromagnetic photons for electronic device applications; they can be either electrical-to-optical or optical-to-electrical transducers</p>  <p>Оптоэлектроника: электрон қурилмалардани электромагнит фотонларнинг қўлланилиши; “электр сигналини оптик сигналга” ёки “оптик сигнални электр сигналга” ўтказувчи ўзгартгичлар бўлиши мумкин CdSe нанокolloид</p>	Оптоэлектрониканинг асосий хоссаларини тушунтиринг?
19	<p>Photoluminescence (PL): a process by which certain substances absorb electromagnetic radiations of specific wavelengths and re-radiate photons of different wavelength</p> <p>Фотолюминесценция (PL): баъзи бир моддаларнинг маълум бир тўлқин узунликдаги электромагнит нурларни ютиб ва қайтадан фотонларни турли хил тўлқин узунликда нурлатувчи жараён</p>	Фотолюминесценциянинг асосий принципини тушунтиринг?
20	<p>Photonic crystals: periodic dielectric or metallo-dielectric optical nanostructures that are designed to affect the propagation of electromagnetic waves (EM) in the same way as the periodic potential in a semiconductor crystal affects electron motion by defining allowed and forbidden electronic energy bands</p>  <p>Фотонкристаллар: электромагнит тўлқинларни тарқатилишига таъсир этишга мўлжалланган даврий диэлектрик ёки металлдиэлектрик оптик наноструктуралар</p>	Фотонкристалларнинг асосий хоссаларини тушунтиринг? Расмдан фойдаланинг!
21	<p>Photonics: electronics using light (photons) instead of electrons to manage data</p>	Фотониканинг асосий принципини тушунтиринг?



Фотоника: маълумотларни бошқаришда электронлар ўрнига еруғликни (фотонларни) қўлловчи электроника

22 **Surface plasmon (SP):** plasmons that are confined to surfaces and interact strongly with light resulting in a polariton



Юзаплазмон (SP): ёруғлик билан кучли таъсирлашиш натижасида поляритонга олиб келувчи юзага мос келувчи плазмонлар

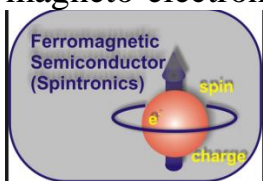
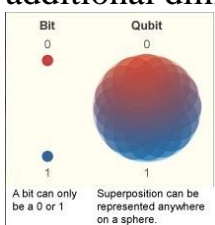
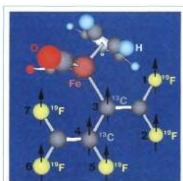
Юзаплазмон (SP) терминини тушунтиринг. Расмдан фойдаланинг!

23 **Piezoresistive effect:** phenomenon by which electrical resistance of a material varies with externally applied mechanical pressure



Пьезорезистив эффект: ташқаридан механик босим таъсирига боғлиқ равишда материалнинг электр

Пьезорезистив эффектнинг асосий принципини тушунтиринг?

	қаршилигининг ўзгариш ходисаси	
24	<p>Spintronics (spin-based electronics): an emerging technology, which exploits the dual property of electrons, namely charge and spin state; also known as magneto-electronics</p>  <p>Спинтроника (спин асосидаги электроника): электронларнинг иккиланган хоссаларини, жумладан заряд ва спин холатини қўлловчи янги технология; магнито-электроника сифатида ҳам маълум</p>	Спинтроника (спин асосидаги электроника) нинг асосий хоссаларини тушунтиринг?
25	<p>Qubit: a quantum-computing equivalent to a bit; with an additional dimension of quantum properties of atoms</p>  <p>Кубит: ҳисоблашлардаги битнинг квант эквиваленти; атомларнинг квант хоссаларини ўлчаш қўшимчаси билан</p>	Кубит нима учун керак?
26	<p>Quantum computers: a computational device using quantum mechanical phenomena for operations on input data</p>  <p>Кванткомпютерлар: кириш маълумотларидаги операцияларда квант-механик ходисаларини қўлловчи ҳисоблаш асбоблари</p>	Квант компютерлари асосий принципини тушунтиринг? Расмдан фойдаланинг!

Назорат саволлари

1. Кристалл нанозаррачаларнинг асосий хоссаларнинг тушунтиринг?
2. Материалларда энергетик зоналар қандай шаклланади?
3. Рухсат этилган ва таъқиқланган зоналарнинг фарқи нимадан иборат?
4. Металлар, диэлектриклар ва яримўтказгичларда энергетик зоналарнинг тўлдирилишидаги фундаментал фарқлар нимадан иборат?
5. Кўп қатламли яримўтказгичли структураларда квантли ўралар ва потенциал тўсиқлар қандай қилиб шаклланади?
6. Тунелланиш ҳодисаси моҳияти нимадан иборат?

7. Кванли ўрада энергия сатхлари қайси сабабларга кўра дискретлашади?
8. Квант ўлчамли эффект нимадан иборат?
9. Молекуляр электроника, оптоэлектроника, фотоника, спинтроника асосий принципнинг солиштиринг.
10. Светодиод, майдон эффектли транзистор (FET), юпқа пленкали транзисторлар, бир электронли транзисторнинг нима учун керак?
11. Кубит ва квант компьютерларнинг асосий принципнинг тушунтиринг.
12. Гигантмагнит қаршилигининг асосий хоссаларнинг тушунтиринг?
13. Фотонкристалларнинг қандай таркибий қисмлардан ташкил топган?
14. Пьезорезистив эффектнинг асосий принципнинг тушунтиринг?
15. Спин асосидаги электрониканинг асосий хоссаларнинг тушунтиринг?


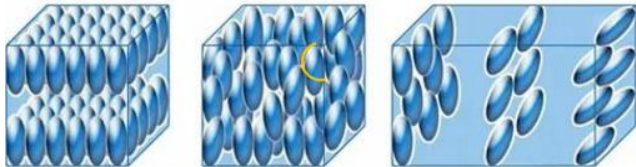
Фойдаланилган адабиёт

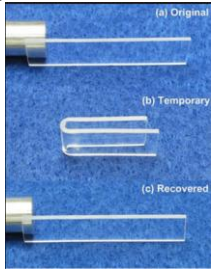
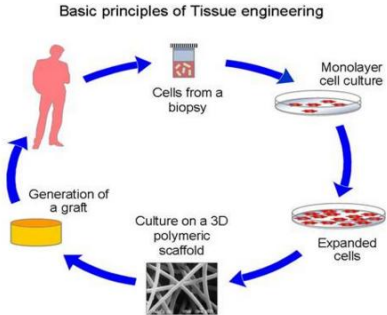
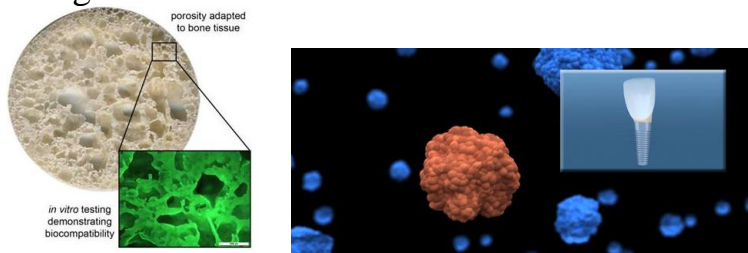
1. Jeremy Ramsden Nanotechnology, Second Edition: An Introduction (Micro and Nano Technologies) 2nd Edition, Elsevier, 2011, 17-35.

2-амалий машғулот: Полимер наноматериал олиш ва уларни хоссаларни. Наноцеллюлоза. Биомиметика системаларни олиш ва уларни хоссалари.

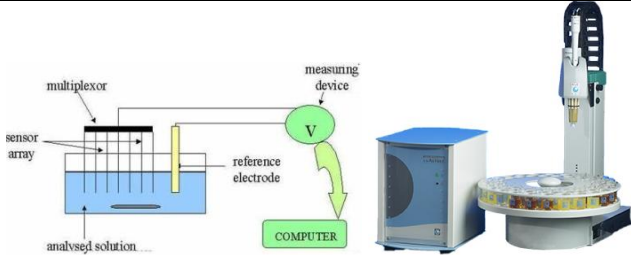
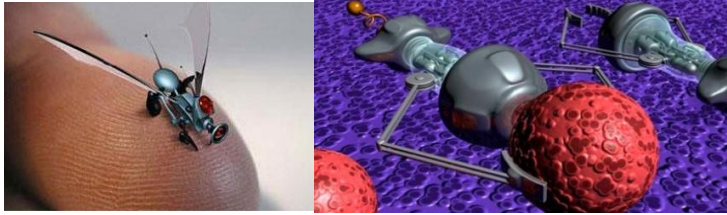
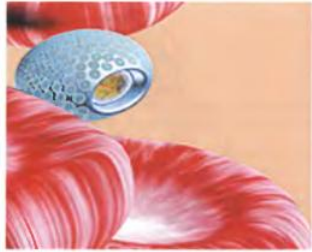
Ишдан мақсад:

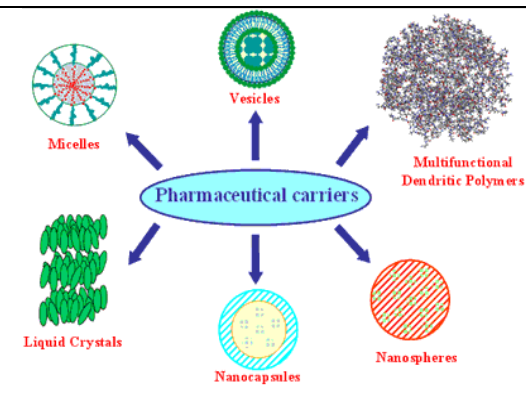
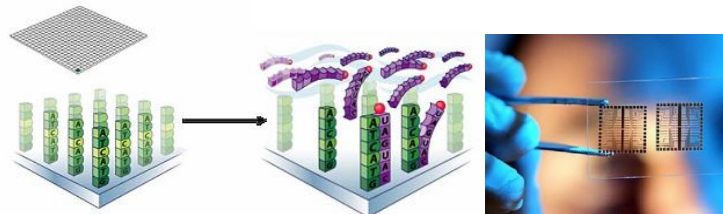
Суюқ кристал. Шакл хотирали полимерлар. Наноцеллюлоза. Тўқимали инженерия. Биомослашувчанлик. Биомиметика. Электрон бурун. Электрон тил. Бот. Нанобот. Дориларни мақсадли етказиш. ДНК-чип.

№	Ишни бажариш учун намуна	Масаланинг кўйилиши
1.	<p>Liquid crystal (LC): a state of matter with properties between a liquid and solid crystal; it is used extensively in liquid crystal displays</p>   <p>Суюқкристал (СК): суюқлик ва қаттиқ кристалсимон модда хоссалари оралиғидаги материя; суюқ кристалли дисплейларда кенг қўлланилади</p>	<p>Суюқ кристал (СК) қандай таркибий қисмлардан ташкил топган? Расмдан фойдаланинг!</p>

<p>2.</p>	<p>Shape memory polymers: smart polymers capable of returning to their original shape after being deformed by external forces, when triggered by an external stimulus such as temperature change</p>  <p>Шакл хотирали полимерлар: хароратнинг ўзгариши каби ташқи кучлар таъсирида вужудга келган ташқи кучлар таъсирида деформациядан сўнг ўзининг дастлабки шаклига қайтиш қобилиятига эга ақлли полимерлар</p>	<p>Шакл хотирали полимерлар нима учун керак?</p>
<p>3.</p>	<p>Tissue engineering: science of structural and functional fundamentals of mammalian tissues and application of biocompatible substitutes to restore, maintain or improve functions</p>  <p>Тўқимали инженерия: сутэмизувчиларнинг асосий тўқималарининг тузилиши ва функционал асослари ҳамда функцияларини тиклаш, қўллаб туриш ёки яхшилаш учун биомослашувчан ўрнини босувчиларнинг қўлланилиши тўғрисидаги фан</p>	<p>Тўқимали инженериянинг асосий хоссаларини тушунтиринг? Расмдан фойдаланинг!</p>
<p>4.</p>	<p>Biocompatibility: capability of a material in contact with a biological system to perform its intended function without causing deleterious changes</p> 	<p>Биомослашувчанликнинг асосий принципини тушунтиринг? Расмдан фойдаланинг!</p>

	<p>Биомослашувчанлик: нохуш ўзгаришларни чақирмай материалнинг биологик тизим билан таъсирлашувида ўз вазифаларини бажариши</p>	
5.	<p>Biomimetic: the science of imitating or reverse engineering from natural systems to the study and design of engineered systems using modern technology</p>  <p>Биомиметика: замонавий технологияларни қўллаш билан муҳандислик тизимларни тадқиқ қилиш ва лойиҳалаштириш учун табиий тизимларга ўхшаш, инженерия ёки тақлид қилиш тўғрисидаги фан</p>	<p>Биомиметика асосий принципини тушунтиринг? Расмдан фойдаланинг!</p>
6.	<p>Electronic nose: a device consisting of an array of chemical sensors to detect odours or flavours</p>  <p>Электрон бурун: хид ёки таъмларни аниқлаш учун бир неча кимёвий сенсорлардан ташкил топган қурилма</p>	<p>Электрон буруннинг асосий хоссаларини тушунтиринг? Расмдан фойдаланинг!</p>
7.	<p>Electronic tongue: a device consisting of an array of chemical sensors to detect and compare tastes</p>	<p>Электрон тилнинг асосий хоссаларини тушунтиринг? Расмдан фойдаланинг!</p>

	 <p>Электрон тил: таъмлارни аниқлаш ва таққослаш учун бир неча кимёвий датчиклардан ташкил топган қурилма</p>	
8.	<p>Bot: a robot or automated intelligent machine</p>  <p>Бот: робот ёки автоматлаштирилган интеллектуал машина</p>	<p>Бот: нима учун керак?</p>
9.	<p>Nanobots: a robot (semi- or fully-automated intelligent machine) consisting of components of a few hundred nanometre-dimensions; they are also referred to as nanorobots, nanoids, nanites, nanomachines or nanomites</p>  <p>Нанобот: нанометрли ўлчамлардан ташкил топган компонентли робот (ярим ёки тўлиқ автоматлаштирилган интеграл машина); улар нанороботлар, наноидлар, нанитлар, наномашиналар ёки наномитлар номлари билан ҳам учрайди</p>	<p>Нанобот нима учун керак? Расмдан фойдаланинг!</p>
10.	<p>Targeted drug delivery: administration of a pharmaceutical compound in desired amount to a localized diseased cell/tissue for therapy</p>	<p>Дориларни мақсадли етказишнинг асосий принципини тушунтиринг? Расмдан фойдаланинг!</p>

	 <p>Дориларни мақсадли етказиш: терапияда локаллашган зарарланган хужайраларга / тўқималарга керак бўлган микдорда фармацевтик бирикмани киритиш</p>	
11.	<p>DNA chip: a sensor based on a semiconductor microchip used to identify mutations or alterations in a gene</p>  <p>ДНК-чип: гендаги мутацияларни ёки ўзгаришларни идентификациялаш учун қўлланиладиган яримўтказгичли микрочип асосидаги датчик</p>	<p>ДНК-чипнинг асосий хоссаларини тушунтиринг? Расмдан фойдаланинг!</p>

Назорат саволлари

1. Суюқкристал қандай таркибий қисмлардан ташкил топган?
2. Шакл хотирали полимерлар асосий хоссаларнинг тушунтиринг?
3. Тўқимали инженериянинг нима учун керак?
4. Биомиметика ва биокерамиканинг асосий принципини тушунтиринг?
5. Электрон бурун ва электрон тил асосий хоссаларнинг тушунтиринг?
6. Нанобот ва дориларни мақсадли етказишнинг асосий принципининг тушунтиринг?
7. ДНК-чипнинг асосий хоссаларнинг тушунтиринг?

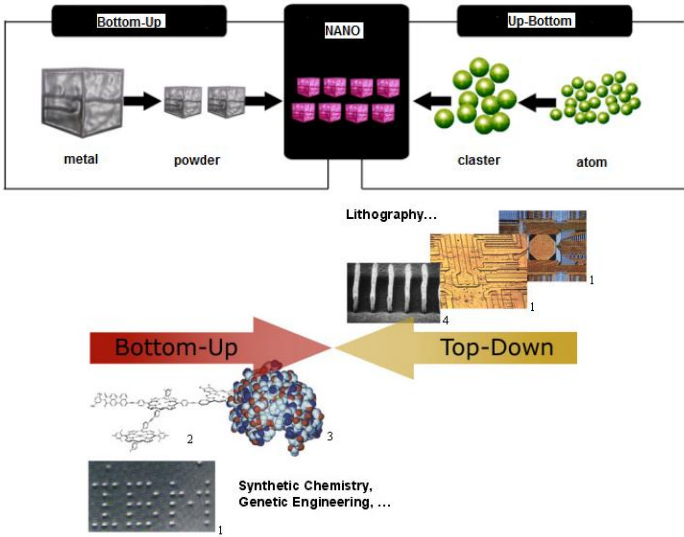
Фодаланилган адабиётлар

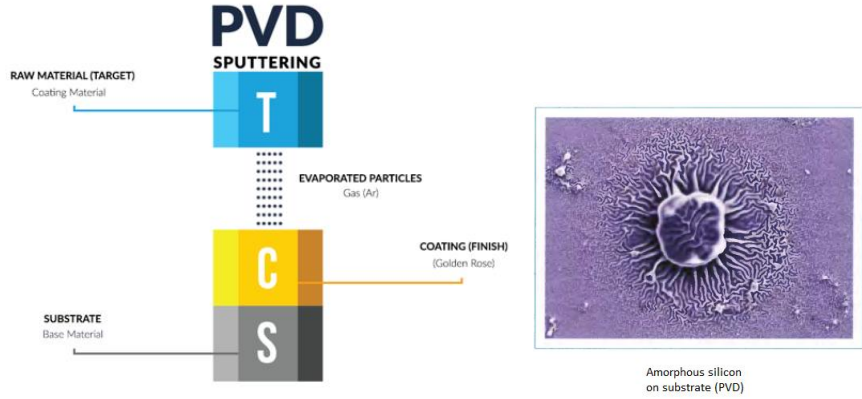
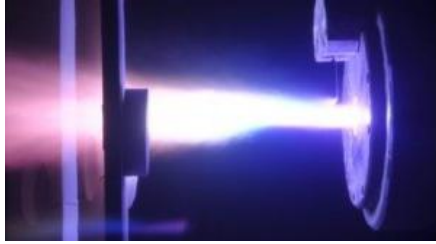
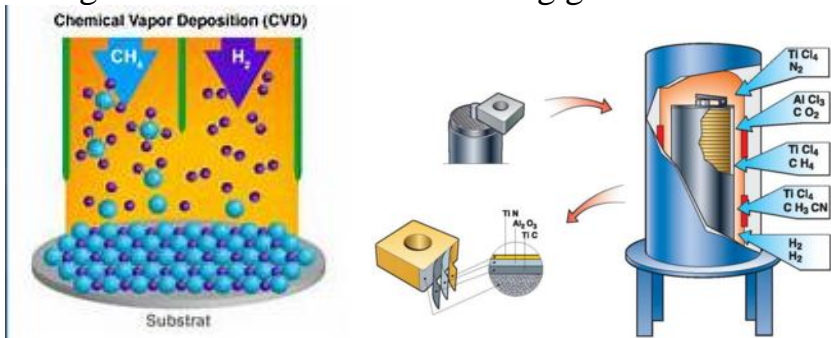
1. David Rickerby Nanotechnology for Sustainable Manufacturing, Taylor and Fransis, 2014, 79-92.
2. David Rickerby Nanotechnology for Sustainable Manufacturing, Taylor and Fransis, 2014, 213-226.

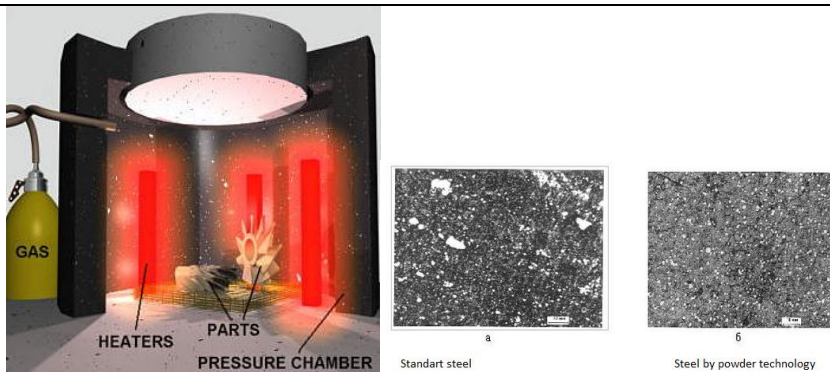
3-амалий машғулот: Наноматериал олиш ва уларни хоссаларни.

Ишдан мақсад:

Тагдан-тепага ва Тепадан пастга. Буғ фазасидан физикавий чўктириш (PVD). Плазма. Буғ фазасидан кимёвий чўктириш (CVD). Иссик изостатик преслаш (HIPing). Пиролиз. Учқунли плазмали пишириш (SPS). Тенг каналли бурчакли преслаш (ECAP). Механик қотишмалаш. Буғ-суюқлик-қаттиқ модда усули (VLS). Эпитаксия. Нанолитография. Fab. Коллоид. Нанодисперсия. Ўз-ўзини йиғиш. Аэрогел. Квант нукталари. Бакминстер – фуллерен. Магиксон. Углеродли нанотрубка. Нанотолалар. Наноқобиклар. Наносимлар. Наноматериал. Наностержнлар. Вискерлар. Юпқа пленкалар. Мезоғовакли материал. Мультикаватлар.

№	Ишни бажариш учун намуна	Масалани нг кўйилиш и
1.	<p>Bottom-up: a strategy for synthesizing nanomaterials from atomic scale fundamental units where the fundamental units link up to form nanoparticles/nanostructures</p> <p>Top-down: involves fragmentation of a microcrystalline material to yield a nanocrystalline material; all solid state synthesis routes of nanostructures fall into this category</p>  <p>Тагдан-тепага: асосий бирликлари нанозаррачалар / нанотизимларни хосил қилиш билан бирлашадиган атом миқёсидаги асосий бирликларидан наноматериалларнинг синтез қилиш стратегияси</p> <p>Тепадан пастга: нанокристалл материални олиш билан микрокристалл модданинг майдалашни ўз ичига олади; наноструктураларни синтез қилишнинг қаттиқ моддали йўллари шу категорияга киради</p>	<p>Тагдан-тепага ва Тепадан пастга: асосий принциплари солиштиринг? Расмдан фойдаланинг!</p>

<p>2.</p>	<p>Physical vapour deposition (PVD): a variety of vacuum deposition technique involving vaporization of atoms from target material to produce a thin film on a substrate</p>  <p>Бўғ фазасидан физикавий чўктириш (PVD): тагликда юпқа пленкаларни олиш учун атомларни мўлжал материалдан бўғлатиш иштирокида вакуум чўктиришнинг турли технологиялари</p>	<p>Бўғ фазасидан физикавий чўктиришнинг асосий принципини тушунтиринг Расмдан фойдаланинг!</p>
<p>3.</p>	<p>Plasma: a state of matter containing a significantly large fraction of ionized matter; plasma properties differ significantly from those of solids, liquids or gases</p>  <p>Плазма: ионлашган модданинг анчагина катта фракциясини ўзида сақловчи модданинг ҳолати; плазманинг хоссалари каттиқ моддалардан, суюқликлардан ёки газлардан тубдан фарқ қилади</p>	<p>Плазма температурасини ва хоссаларини принципини тушунтиринг</p>
<p>4.</p>	<p>Chemical vapour deposition (CVD): a technique for depositing thin films on a substrate using gaseous reactants</p>  <p>Бўғ фазасидан кимёвий чўктириш (CVD): газсимон реагентларнинг қўлланилиши билан юпқа пленкаларнинг тагликда чўктириш услуби</p>	<p>Бўғ фазасидан кимёвий чўктириш (CVD) инга асосий принципини тушунтиринг? Расмдан фойдаланинг!</p>
<p>5.</p>	<p>Hot isostatic pressing (HIPing): the process of using high hydrostatic pressure and temperature to compress fine particles into coherent parts</p>	<p>Иссик изостатик преслаш</p>

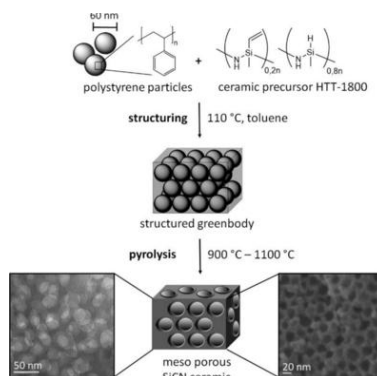


Исик изостатик преслаш (HIPing): майин заррачаларни яхлит қисмларга сиқиш учун юқори гидростатик босим ва хароратни қўллаш жараёни

инг асосий принципи ни тушунтиринг? Расмдан фойдаланинг!

6. **Pyrolysis:** Greek word denoting separation (lysis) under fire (pyr); a thermochemical method involving decomposition of organic material at elevated temperatures in the absence of oxygen

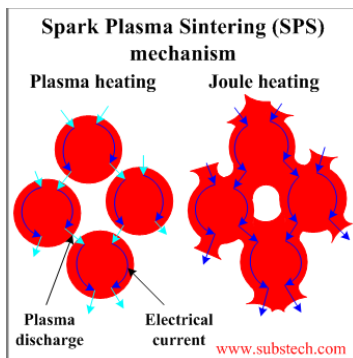
Пиролиз нима учун керак? Расмдан фойдаланинг!



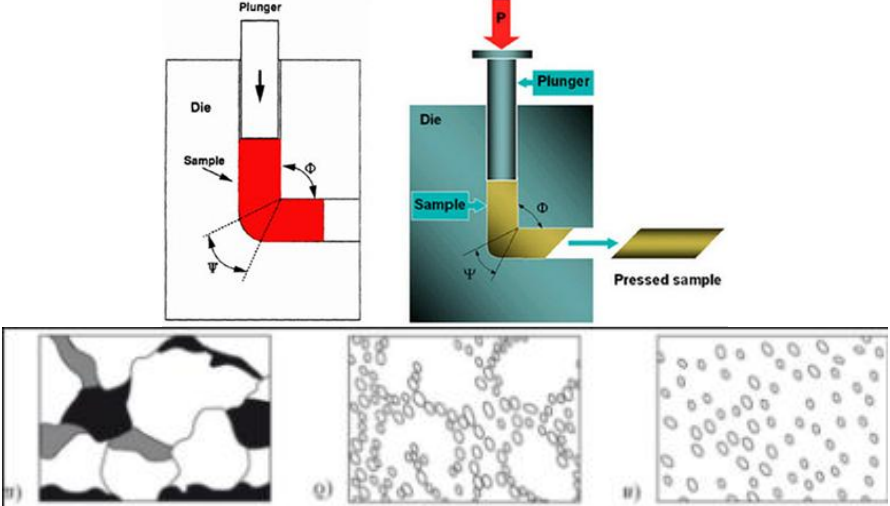
Пиролиз: аланга (*pyr*) остида ажратишни (*lysis*) англлатувчи грекча сўз; кислород иштирокисиз юқори хароратларда органик моддани парчалашни ўз ичига олувчи термохимёвий усул

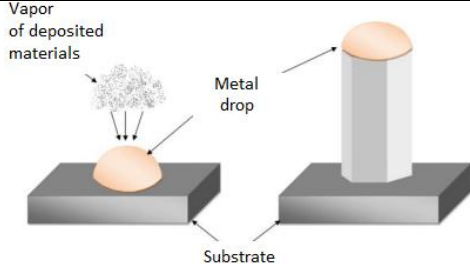
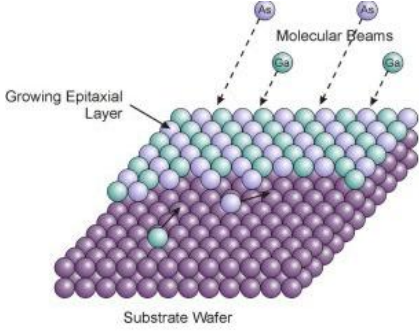

7. **Spark plasma sintering (SPS):** a sintering technique using pulsed DC current that directly passes through the graphite die, as well as the powder to be consolidated, in case of conductive samples

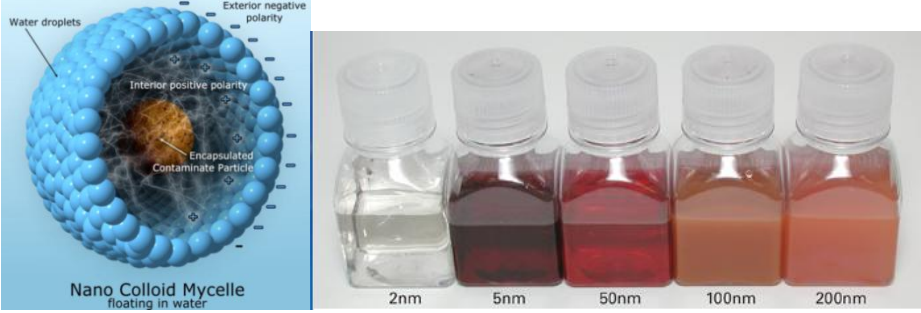
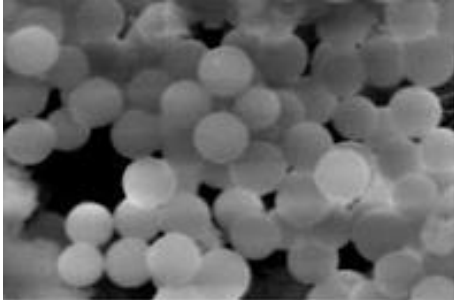
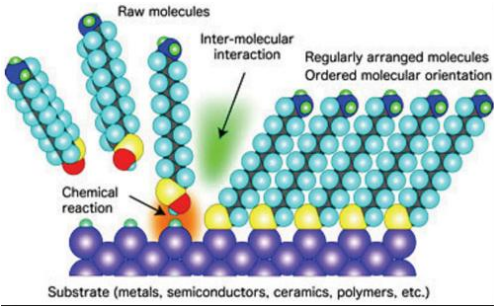
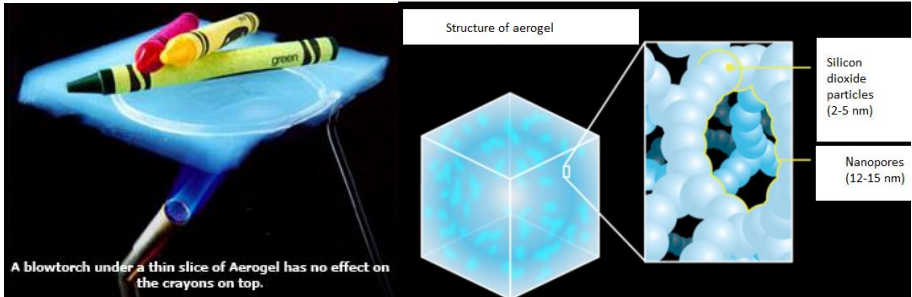
Учқунли плазмали пиширишнинг асосий принципи ни тушунтиринг? Расмдан фойдаланинг!



Учқунли плазмали пишириш (SPS): графит матрицаси шунингдек ўтказувчан намуналар ҳолатида пишириладиган кукундан бевиста ўтаётган доимий импульс токи қўлланилишидаги пишириш техникаси

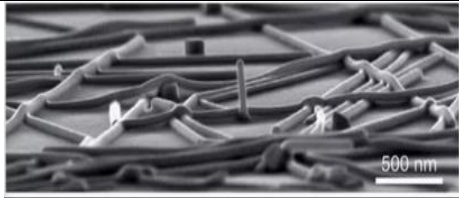
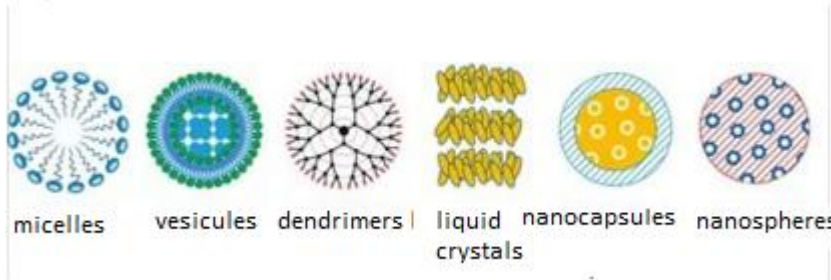
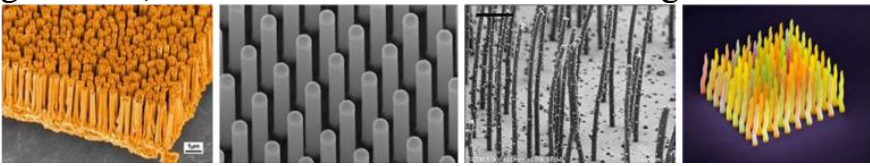
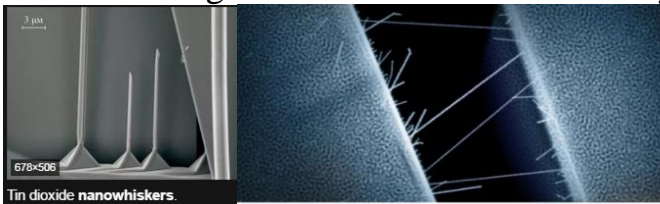
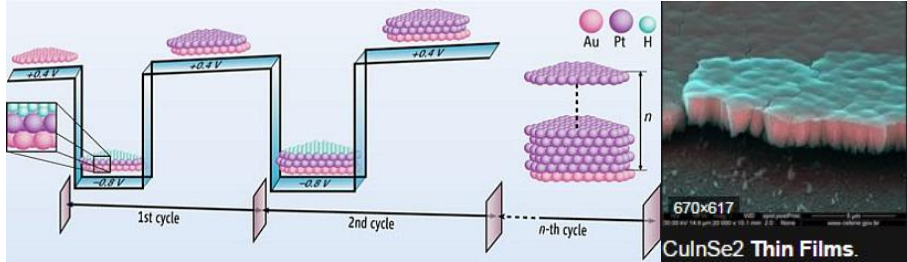
<p>8.</p>	<p>Equal channel angular pressing (ECAP): a severe plastic deformation technique for producing ultrafine grain structures, which introduces a large amount of shear strain into the materials without changing its shape or dimensions; equichannel angular extrusion (ECAE) is a similar process involving extrusion</p>  <p>Тенгканалли бурчакли пресшлаш(ЕСАР): шакл ва ўлчамларини ўзгартиришсиз катта микдордаги деформацион силжишни киритувчи ултрадисперс тузилишли заррачаларни ишлаб чиқариш учун пластик деформациянинг оғир техникаси; экструзия иштирокидаги ўхшаш жараёни намоён қилувчи тенг каналли бурчак экструзияси (ECAE)</p>	<p>Тенгканалли бурчакли пресшлашнинг асосий хоссаларини тушунтиринг? Расмдан фойдаланинг!</p>
<p>9.</p>	<p>Mechanical alloying: a solid state process in which grain refinement occurs by repeated deformation, fracturing and cold welding of powder particles in a high-energy ball mill</p> <p>Механикқотишмалаш: юқори энергияли шарли тегирмонда заррачаларнинг қайта деформацияланиши ва ёриқлари натижасида майдаланиши, кукунларнинг заррачалари совуқ пайванландиган каттик жисмдаги жараён</p>	<p>Механикқотишмалашнинг асосий принципини тушунтиринг?</p>
<p>10.</p>	<p>Vapour–liquid–solid method (VLS): a mechanism for the growth of one-dimensional nanostructures, such as nanowires, from chemical vapour deposition; to enhance the efficiency and kinetics for the growth of crystals, a catalytic liquid alloy phase which can rapidly adsorb a vapour to supersaturation levels is used</p>	<p>Буғ-суюқлик-каттик мода усулининг асосий принципини тушунтиринг? Расмдан фойдаланинг!</p>

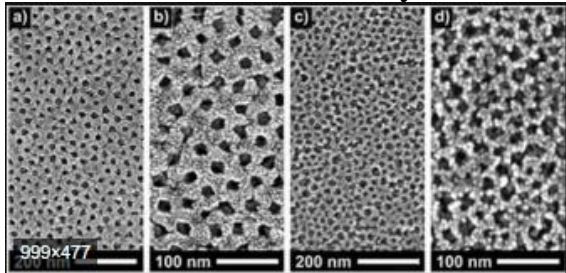
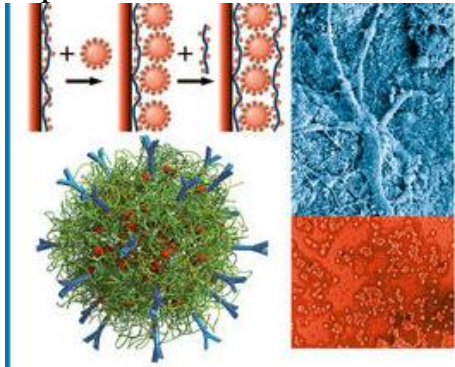
	 <p>Буғ-суюқлик-қаттиқ модда усули (VLS): буғ фазасидан кимёвий чўктиришдаги наносимлар каби бирўлчамли наноструктураларнинг ўсиши учун механизм; кристалларнинг ўсиши ва кинетикаси самарадорлигини ошиши учун қўлланилади, каталитик суюққотишмали фаза буғларни ўтатўйинганлик даражасигача тезда адсорбциялаши мумкин</p>	инг!
11.	<p>Epitaxy: growth of a secondary phase maintaining a perfect crystallographic registry (coherency) with the underlying substrate</p>  <p>Эпитаксия:асосий таглик билан кристаллографик тартибни (когерентликни) таъминлаш учун иккиламчи фазанинг ўсиши</p>	Эпитаксия инг асосий хоссаларнинг тушунтиринг? Расмдан фойдалан инг!
12.	<p>Fab: a microfabrication facility consisting of clean rooms and controlled deposition process for the fabrication of semiconductor devices and ICs</p> <p>Fab:интеграл схемалар ва ва яримўтказгичли асбобларни ишлаб чиқариш учун назорат қилинувчи чўктириш жараёнлари ва тоза хоналардан ташкил топган микротехнологик объект</p> 	Fab нима учун керак? Расмдан фойдалан инг!
13.	<p>Colloid: a homogenous suspension of a dispersoid in a continuous medium; it may be a solid, liquid or gas</p>	Коллоид қандай таркибий қисмлард

	 <p>Коллоид: ўзлуксиз мухитдаги дисперсияланган модданинг бир турдаги суспензияси; қаттиқ, суюқ ёки газсимон бўлиши мумкин.</p>	<p>ан ташкил топган? Расмдан фойдаланинг!</p>
<p>14.</p>	<p>Nanofluid: colloidal suspension of nanoparticles of metals, ceramic, carbon nanotubes, etc.</p>  <p>Нанодисперсия: металллар, керамик, углеродли нанотрубкалар ва хкз нанозаррачаларнинг коллоид суспензияси</p>	<p>Нанодисперсия қандай таркибий қисмлардан ташкил топган?</p>
<p>15.</p>	<p>Self-assembly: process in which the components interact within themselves to form aligned or organized structures without any external force</p>  <p>Ўз-ўзини йиғиш: бирор бир ташқи куч таъсирисиз бир теккис ёки ташкиллаштирилган тузилиш ҳосил қилиш учун компонентларнинг ўз ичида ўзаро таъсирлашув жараёни</p>	<p>Ўз-ўзини йиғишнинг асосий принципининг тушунтиринг? Расмдан фойдаланинг!</p>
<p>16.</p>	<p>Aerogel: a porous solid formed from a gel in which the liquid is replaced with a gas with gas entrapment</p>  <p>A blowtorch under a thin slice of Aerogel has no effect on the crayons on top.</p>	<p>Аэрогел қандай таркибий қисмлардан ташкил топган? Расмдан фойдаланинг!</p>

	<p>Аэрогел: суюқлиги ютилган газ билан ўриналмашган гелдан олинган ғоваксимон қаттиқ чўкма</p>	<p>инг!</p>
<p>17.</p>	<p>Quantum dots: 0D nanostructures in which electron energy states are confined in all three spatial dimensions; their electronic properties are between that of cluster*s and bulk semiconductors</p>  <p style="text-align: center;">Color of CdSe - CdS colloids is a function of quantum dots sizes</p> <p>Квантнуқталари: электронларнинг энергия ҳолатлари барча учта кенглик ўлчамларида аниқланадиган 0D наноструктуралар; уларнинг электрон хоссалари кластерлар ва яримўтказгичлар орасида бўлади</p>	<p>Квантнуқталари нима учун керак? Расмдан фойдаланинг!</p>
<p>18.</p>	<p>Buckminster fullerene: a spherical molecule with the formula C₆₀, named in homage to Richard Buckminster Fuller, due to its resemblance to the geodesic dome designed by him; Buckminster fullerene is the first fullerene molecule to be discovered and is also the most common in terms of natural occurrence, as it can be found in small quantities in soot</p>  <p>Бакминстер - фуллерен: Ричард Бакминстер Фуллерен томонидан лойиҳалаштирилган геодезик гумбазга ўхшаши туфайли унинг шарафига номланган C₆₀ формулали доирасимон молекула; Бакминстерфуллерен – фуллереннинг дастлабки топилган молекуласи ҳисобланади, шу билан бирга қурумда оз миқдорда топилиши мумкин бўлганлиги учун табиий ҳосил бўлиши нуқтаи назаридан энг кўп тарқалган ҳисобланади.</p>	<p>Бакминстер – фуллерен қандай таркибий қисмлардан ташкил топган?</p>
<p>19.</p>	<p>Magic number: a critical number of atoms in a cluster size providing it higher structural and potential stability</p>	<p>Магиксон тушунтиринг? Атом</p>

	 <p>Магиксон: анчагина юқори бўлган структуравий ва потенциал турғунликни таъминловчи кластердаги атомларнинг критик сони</p>	<p>тузилиши нинг фойдаланиши!</p>
20.	<p>Carbon nanotube (CNT): an allotrope of carbon with cylindrical nanostructure and having high aspect ratios; their unusual electronic and magnetic properties find wide applications</p>  <p>Углеродли нанотрубка (CNT): тасвир форматининг юқори ўзгартирилиб туришли цилиндрсимон наноструктурали углероднинг аллотропик шакли; уларнинг ўзгача бўлган электрон ва магнит хоссалари кенг қўлланилади.</p>	<p>Углеродли и нанотрубканинг синфланишининг тушунтиринг? Расмдан фойдаланинг!</p>
21.	<p>Nanofibre: fibres with diameter less than 100 nm</p>  <p>Нанотолалар: 100 нм дан кичик бўлган диаметрли толалар</p>	<p>Нанотолаларнинг асосий хоссаларининг тушунтиринг?</p>
22.	<p>Nanoshells: a thin coating over a core object a few tens of nanometres in diameter</p>  <p>Наноқобиклар: диаметри бир неча ўнликдаги нанометрда бўлган объект ядроси устидаги юпқа қобик</p>	<p>Наноқобиклар қандай таркибий қисмлардан ташкил топган? Расмдан фойдаланинг!</p>
23.	<p>Nanowires: 1D nanostructures with width of nanometric dimensions and exhibiting aspect ratios of 1000 or more</p>	<p>Наносимлар нима</p>

	 <p>Наносимлар: нанометр ўлчамли кенгликдаги ва геометрик ўлчамларининг нисбати 1000 ва ундан юкори бўлган 1D наноструктуралар</p>	<p>учун керак?</p>
<p>24.</p>	<p>Nanomaterial: class of materials in which at least one of the dimensions is on the nanoscale (<100 nm)</p>  <p>Наноматериал: бирон бир ўзгариши нано даражада (<100 нм) бўлган материалларнинг синфи</p>	<p>Наноматериалларнинг қандай синфланиши бор?</p>
<p>25.</p>	<p>Nanorods: 3D nanostructures with aspect ratio typically in the range of 3–5; all their dimensions are in the range 1–100 nm</p>  <p>Наностержнлар: ёқларининг нисбати 3-5 диапазонида бўлган 3D наноструктуралар; уларнинг барча ўлчамлари 1-100 нм диапазонида бўлади</p>	<p>Наностержнлар қандай таркибий қисмлардан ташкил топган?</p>
<p>26.</p>	<p>Whiskers: thin fibrous growth of a dislocation free crystal</p>  <p>Вискерлар: эркиндислокацияланадиган кристаллнинг нозик толали ўсиши</p>	<p>Вискерлар нима учун керак?</p>
<p>27.</p>	<p>Thin films: atomically engineered layers with film thickness usually in the range of nanometers to a maximum of a few microns</p> 	<p>Юпқа пленкаларнинг асосий хоссаларининг тушунтиринг? Расмдан фойдалан</p>

	<p>Юпқа пленкалар: атомар конструкцияланган қаватлар нанометрдан максимум бир неча микронгача бўлган диапазонда бўлган қалинликдаги пленкалар</p>	<p>инг!</p>
28.	<p>Mesoporous: porous materials with regularly arranged, uniform mesopores (2–50 nm in diameter); their large surface areas make them useful as adsorbents or catalysts</p>  <p>Мезоғовакли: бир меъёрда бер текис жойлашган мезоғовакли (диаметри 2-50 нм) ғоваксимон материаллар; юза сиртининг катталиги уларни адсорбент еки катализаторлар сифатида фойдали қилади</p>	<p>Мезоғовакли материалларнинг асосий хоссаларни тушунтиринг? Расмдан фойдаланинг!</p>
29.	<p>Multilayers: thin films of differing chemistry or structure deposited one over the other</p>  <p>Мултиқаватлар: бир-бирига жойлаштирилган турли хил кимёвий таркибли ёки структурали юпқа пленкалар</p>	<p>Мултиқаватлар: нима учун керак? Расмдан фойдаланинг!</p>

Назорат саволлари

1. Буғ фазасидан физикавий чўктиришнинг (PVD) ва буғ фазасидан кимёвий чўктириш (CVD) инг асосий принципини солиштиринг?
2. Исик изостатик преслашнинг во тенгканалли бурчакли преслашнинг асосий принципининг тушунтиринг?
3. Пиролиз ва учқунли плазмали пишириши нима учун керак?
4. Механик қотишмалашнинг асосий принципининг тушунтиринг?
5. Буғ-суюқлик-қаттиқ модда усулининг асосий принципининг тушунтиринг?
6. Эпитаксиянинг асосий хоссаларнинг тушунтиринг?
7. Коллоид ва нанодисперсия қандай таркибий қисмлардан ташкил топган?
8. Квантнуқталари, бакминстер – фуллерен, углеродли нанотрубканинг синфланишининг тушунтиринг?

9. Нанотолаларнинг, наноқобиклар, наносимлар, наностержнлар, вискерлар мисол келтиринг?
10. Юпқа пленкаларнинг ва мезофовакли материалларнинг нима учун керак?

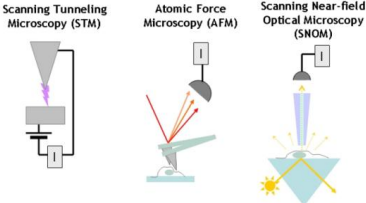
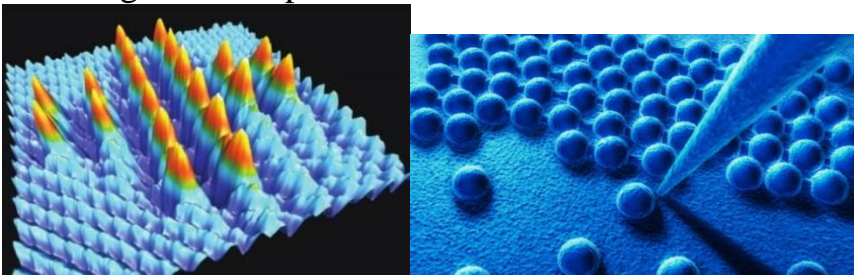
Фойдаланилган адабиётлар

1. David Rickerby Nanotechnology for Sustainable Manufacturing, Taylor and Fransis, 2014, 153-197

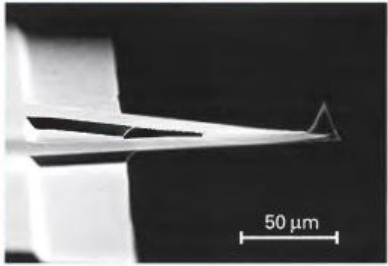
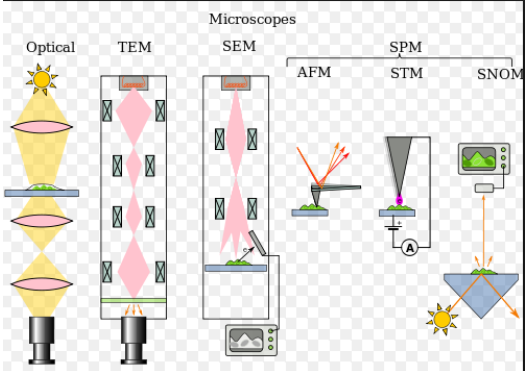
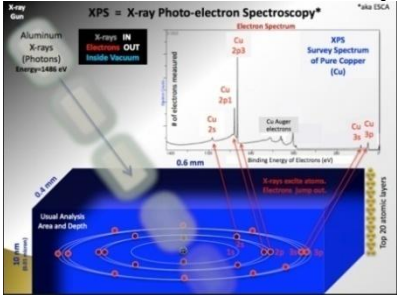
4-амалий машғулот: Нанометрология.

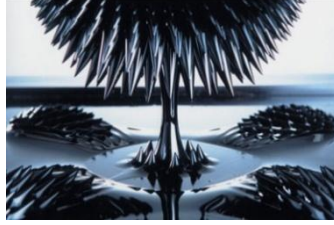
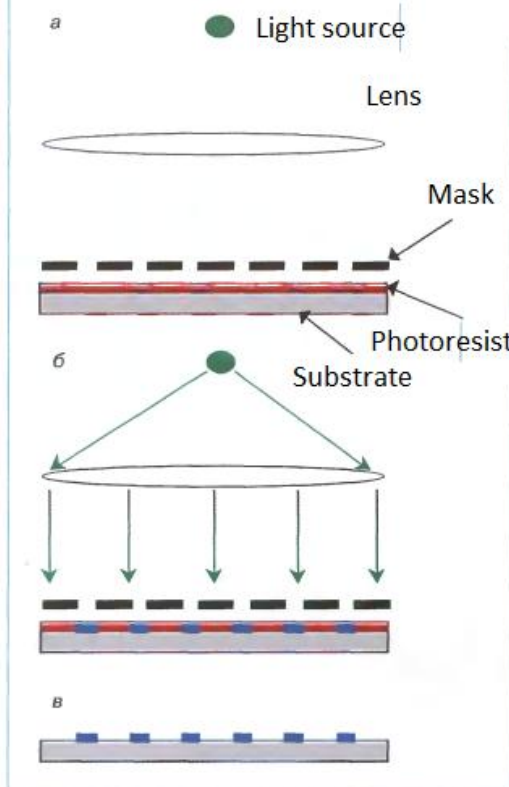
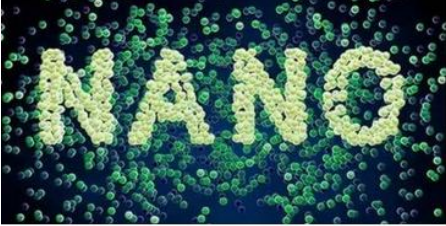
Ишдан мақсад:

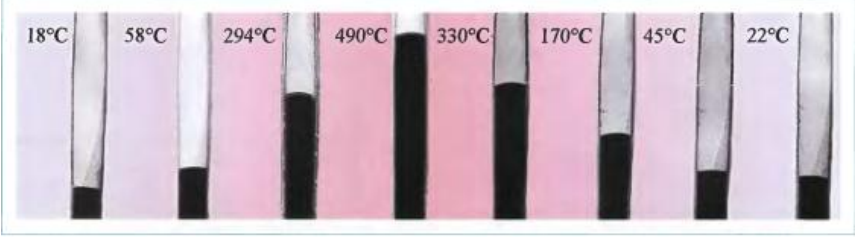
Атом-кучланишли микроскопия (AFM). Атом манипуляцияси. Нанолитография. Наноиндентификациялаш. Электрон микроскоп. Микрочип. Сканирловчи яқин худудли оптик микроскопия (SNOM). Рентгенфотоэлектронспектроскопия (XPS). Ўта ўқувчан квантинтерферометр (SQUID).

№	Ишни бажариш учун намуна	Масаланинг кўйилиши
1.	<p>Atomic force microscopy (AFM) or scanning probe microscopy (SPM): a high-resolution device used to map topography or other functional properties of the surface atoms at atomic resolution capabilities</p>  <p>Атом-кучланишли микроскопия (AFM) ёки сканерловчи зонд микроскопияси (СЗМ): атом кўрсаткичи юзадаги атомларнинг тасвирини ёки бошқа функционал хоссаларини тасвирлаш учун қўлланилувчи юқори кўрсаткичи қурилма</p>	<p>Атом-кучланишли микроскопия (AFM) ёки сканерловчи зонд микроскопияси (СЗМ) асосий принципини тушунтиринг. Расмдан фойдаланинг!</p>
2.	<p>Atomic manipulation: atom by atom modification of surface structure or chemistry made possible by advanced techniques like atomic force microscope and scanning tunnelling microscope</p> 	<p>Атом манипуляциясининг асосий принципини тушунтиринг? Расмдан фойдаланинг!</p>

	<p>Атом манипуляцияси: атом-кучланишли микроскопия ва сканерловчи тунелли микроскоп каби илғор усуллар туфайли имконияти туғилган юзанинг тузилишини атом ортидан атом еки кимёвий модификациялаш</p>	
<p>3.</p>	<p>Nanoindentation: an indentation hardness test applied to nanoscale volumes at small loads to obtain the hardness of individual nanoparticles</p>  <p style="text-align: center;">Nanointender prints</p> <p>Наноиндентификациялаш: наноўлчамли хажмларга қўлланилувчи босишдаги қаттиқлик тести, кичик босимларда алохида нанозаррачаларнинг қаттиқлигини аниқлаш учун</p>	<p>Наноиндентификациялашнинг асосий принципнинг тушунтириг? Расмдан фойдаланиг!</p>
<p>4.</p>	<p>Electron microscope: a microscope that focusses a collimated accelerated electron beam on the specimen to produce a magnified image at atomic resolution</p>  <p style="text-align: center;">Figure 4-1 The scanning electron microscope focuses a beam of electrons on a sample.</p> <p>Электронмикроскоп: тезлаштирилган электронларнинг коллимирланган дастасини намунага фокуслаб атом ўлчамидаги катталаштирилган тасвирни олиш учун қўлланиладиганмикроскоп</p>	<p>Электронмикроскоп инг асосий хоссаларнинг тушунтириг? Расмдан фойдаланиг!</p>
<p>5.</p>	<p>Microcantilever: a cantilever beam with dimensions in the micrometer scale that is extensively used in the field of MEMS, sensors, resonators, etc.</p> <p>Микрокантилевер: микрометр миқёсидаги ўлчамли кантиливерли нур, MEMS соҳасида, датчикларда, резонаторларда ва хкз кенг қўлланилади</p>	<p>Микрокантилевер нима учун керак? Расмдан фойдаланиг!</p>

		
<p>6.</p>	<p>Scanning near-field optical microscopy (SNOM): illuminates a specimen through an aperture of a size smaller than the wavelength of light used and with the specimen positioned within the near-field regime of the source; by scanning the aperture across the sample through a conventional objective, an image can be formed</p> <p>Сканирловчи оптикмикроскопия(SNOM): намунани ишлатилаётган нурнинг тўлқин узунлигидан кичик бўлган ўлчамдаги тирқиш орқали ёритади, намунани яқинхудудли манба режими доирасида жойлаштирилади; оддий объектив ёрдамида намунадаги диафрагманинг сканерлаш йўли билан тасвир шаклланиши мумкин бўлади</p> 	<p>Сканирловчи яқинхудудли оптикмикроскопиянинг асосий принципining тушунтиринг? Расмдан фойдаланинг!</p>
<p>7.</p>	<p>X-ray photoelectron spectroscopy (XPS): a quantitative surface chemical analysis technique that measures the elemental composition; the technique involves characterization of photoelectrons produced by irradiating a solid material with x-rays</p>  <p>Рентгенфотозлектронспекроскопия (XPS): кимёвий модданинг юзасини миқдорий анализ қилиш услуги, элемент таркибини аниқлайди; Усул, рентген</p>	<p>Рентгенфотозлектронспекроскопиянинг асосий принципining тушунтиринг? Расмдан фойдаланинг!</p>

	<p>нурлари билан қаттиқ модданинг нурлаш ёрдамида олинган фотоэлектронларнинг тавсифини ўз ичига олади</p>	
<p>8.</p>	<p>Superconducting quantum interference device (SQUID): a device capable of measuring extremely weak magnetic fields</p>  <p>Ўтаўказувчан квантинтерферометр (SQUID): ўта кучсиз магнит майдонларини ўлчаш имкониятига эга мослама</p>	<p>Ўтаўказувчан квантинтерферометр (SQUID) қандай таркибий қисмлардан ташкил топган? Расмдан фойдаланинг!</p>
<p>9.</p>	<p>Nanolithography: a nanofabrication technique for patterning nanoscale features; used extensively in the fabrication of ICs and NEMS</p>   <p>Нанолитография: наноўлчамли деталларни шакллаш учун нано ишлаб чиқариш техникаси; интеграл</p>	<p>Нанолитографи янинг асосий принципнинг тушунтириг? Расмдан фойдаланинг!</p>

	схемалар ва NEMSлар ишлаб чиқаришда кенг қўлланилади	
10.	<p>Melting point oscillation: the phenomenon of suppression of melting point followed by elevation as the particle size is reduced from bulk to sub-nanometre size</p> <p>Суюқланиш хароратининг осцилляцияси: заррачаларнинг ўлчами асосий массадан субнанометргача камайиб микдорининг ошиши натижасидаги суюқланиш хароратини бостириш ходисаси</p>  <p>Nanothermometer (Ga in Carbon nanotube)</p>	<p>Суюқланиш хароратининг осцилляцияси ва нанотермометрнинг асосий принципнинг тушунтиринг?</p>

Назорат саволлари

1. Атом-кучланишли микроскопия (AFM), сканерловчи зонд микроскопияси (СЗМ) ва атом манипуляциясининг асосий принципини солиштиринг?
2. Наноидентификация ва нанолитографиянинг асосий принципининг тушунтиринг?
3. Микрокантилевер нима учун керак?
4. Электрон микроскопия ва сканерловчи яқин худудли оптик микроскопиянинг асосий принципининг тушунтиринг?
5. Ўта ўқувчан квантинтерферометр (SQUID) ва рентгенфотоелектронспектроскопия нима учун керак?

Фодаланилган адабиётлар

1. David Rickerby Nanotechnology for Sustainable Manufacturing, Taylor and Fransis, 2014, 197-212.

5- амалий машғулот:

Композицион материаллар ишлаб чиқаришда мустаҳкамлаштирувчи компонентларни хоссаларини ўрганиш

Ишнинг мақсади:

Композицион материаллар ишлаб чиқаришда қўлланадиган толасимон ва заррасимон мустаҳкамловчи компонентларни хоссаларини ўрганиш.

Элементар толаларнинг асосий механик хоссалари.

Ишнинг мақсади: Элементар толаларнинг механик хоссаларини ўрганиш.

Тола – бу кўндаланг кесим юзанинг кичик кесимида бўйлама ўлчамларининг кўндаланг ўлчамларига нисбатан катта қийматга (10–100 дан кам эмас) эга бўлган материалдир.



Кўпгина толалар чўзилишда юқори механик хоссалар ва юқори эластиклик модулига эгадирлар. Бундай кўрсаткичлар юқори механик хоссаларга эга композицион материаллар (КМ) олишда асосий кўрсаткичлар ҳисобланади.

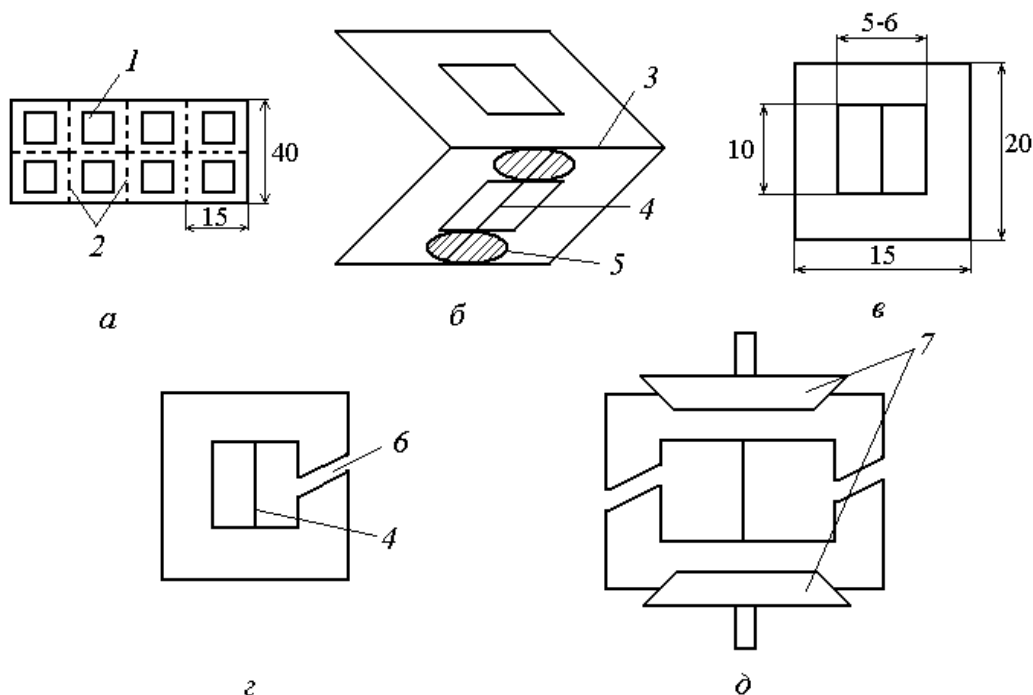
Элементар толаларни механик хоссаларини аниқлаш ГОСТ 6943.5–79 га асосан олиб борилади. Синов учун элементар толадан кесиб олинган ва рамкага қотирилган намуналар қўлланилади. Рамкалар 10 мм узунликда ва 5–6 мм кенликда тешик кўринишида зич қоғоздан қиркиб олинади (расм 1, а, б).

Намунани бузилишигача юкланиш бериш махсус асбобда амалга оширилади (расм 2). Максимал юкланиш F динамометр шкаласи бўйича аниқланади, толанинг узунлиги бўйича ўзгариши Δl – деформация шкаласи ёки горизонтал микроскоп (катетометр) орқали аниқланади. Талаб этилганда деформация диаграммаси тузилади (F – Δl боғлиқлик).

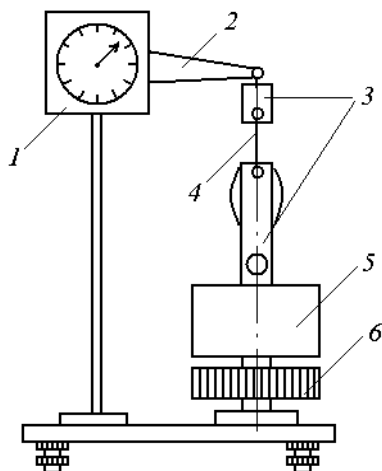
Қуйида баъзи элементар толаларнинг чўзилишидаги диаметр d нинг, бузувчи кучланиш σ_p ва эластиклик модули E_p нинг қийматлари келтирилган (жадвал 1).

Жадвал 1. Элементар толаларнинг кўрсаткичлари.

Тола тури	d , мкм	σ_p , МПа	E_p , ГПа
Шиша толаси	6–20	3450	70–73
Юқори мустаҳкам углеродли тола	7,5–8	2500–3500	200–250
Юқори модулли углеродли тола	7,5–8	2000–2500	300–700



Расм 1. Элементар толалардан механик синов учун намуна олиш. (а-д – тайёрлаш босқичлари): 1 – тешиклар; 2 – кесиш чизиқлари; 3 – букиш чизиқлари; 4 – элементар тола; 5 – клей; 6 – кесик; 7 – қисқичлар.



Расм 2. Элементар толаларни бузувчи кучланиш ва эластиклик модулини аниқлаш учун асбоб. 1 – динамометр; 2 – ричаг; 3 – қисқичлар; 4 – тола; 5 – стойка; 6 – деформация шкалали маховик.

Бир томонга йўналтирилган толали тўлдирувчиларнинг мустаҳкамлигини аниқлаш

Ишнинг мақсади: Элементар толалар мустаҳкамлигини ип ва боғичлар мустаҳкамлигидан фарқини кўрсатиш.

Элементар толаларнинг хоссалари маълум даражада бошқа турдаги толаларнинг хоссаларини аниқлайди. Бунда бу хоссаларни амалга ошириш қайта ишлаш усули ва ҳарактерига боғлиқ бўлади. Шунинг учун бир томонлама йўналтирилган тўлдирувчиларнинг механик хоссалари элементар толаларнинг механик хоссаларидан паст бўлади.



Мустаҳкамловчи тўлдирувчиларни асосий механик хоссалари эластиклик модули ва чўзилишдаги бузилиш кучланиши ҳисобланади.

Бу синовларда рамкаларга қотирилган кесма намуналар қўлланилади. Намунага Р-05 типдаги универсал машинада бузулгунча 60-100мм/мин ўзгарувчан тезликда юкланиш берилади. Берилган кучланишларни куч ўлчаш шкаласи бўйича ўлчанади.

Керак бўладиган асбоблар ва материаллар: шиша ип ва шиша боғлардан кесмалар, намуналарни маҳкамлаш учун рамкалар, қайчилар, клей, синовчи машина.

Ишнинг бориш тартиби. Синов олиб бориш ва намуналарни тайёрлаш ГОСТ 6943.10–79 га мувофиқ олиб борилади.

220 мм узунликдаги ип кесмалари рамкаларга қотирилади. Елимланган иплар намуналарга ажратилади ва синов машинаси қисқичларига қотирилади. Бунда елимланган қисм 8-10 мм ташқарига чиқиб туриши,

кисқичлар орасидаги масофа 100 ± 1 мм ни ташкил этиши керак.

Намуналарга 60-100 мм/мин тезликда синов машинасида кучланиш берилади ва бузилиш вақтидаги юкланиш қайд қилинади. Олинган қийматлар бўйича чўзилишдаги мустақкамлик σ_p (МПа) қуйидаги формула орқали ҳисобланади:

$$\sigma_p = \frac{F_p}{A},$$

Бу ерда F_p – бузувчи юкланиш, Н; $A = \frac{T}{\rho} \cdot 10^{-3}$ – толанинг умумий юзаси, мм²;

T – тўлдирувчининг чизиқли зичлиги (маълумотномадан олинади); ρ – тўлдирувчи материали зичлиги, г/см³.

Эксперимент камида ўн марта қайтарилади ва ўртача қиймати олинади. Олинган натижалар худди шу турдаги элементар тола натижалари билан солиштирилади ва хулосалар чиқарилади. Олинган натижалар қайд этилади.

Бир томонга йўналтирилган толали тўлдирувчиларни эластиклик модулини аниқлаш.

Керак бўладиган асбоблар ва материаллар: шиша ип ва шишабоғламлар кесмалари, рамкалар, клей, синов машинаси, катетометр, штангенциркуль.

Иш тартиби. Рамкаларга қотирилган намуналарга намунанинг марказидан юқори ва паст томонга 25 мм масофада бўёқ билан белги қўйилади.

Белгилар орасидаги масофа l_0 (катетометр, штангенциркул ёрдамида) бошланғич юкланиш F_0 да ўлчанади. Намунага секин аста юкланиш ΔF F_1 кучгача берилади ва намунанинг узунлиги Δl ўлчанади. Синов 2-3 марта такрорланади ва намунанинг ўртача чўзилганлиги аниқланади.

Тўлдирувчининг эластиклик модули E_p (МПа) қуйидаги формула орқали ҳисобланади:

$$E_p = \frac{\Delta F \cdot l_0}{\Delta l \cdot A},$$

Бу ерда ΔF – ўсиб боровчи юкланиш, Н; l_0 – белгилар орасидаги масофа, мм; Δl – чўзилган намуна узунлиги, мм; A – толанинг умумий юзаси, мм².

Эксперимент камида ўн марта қайтарилади ва ўртача қиймати олинади. Олинган натижалар худди шу турдаги элементар тола натижалари билан солиштирилади ва хулосалар чиқарилади. Олинган натижалар қайд этилади.

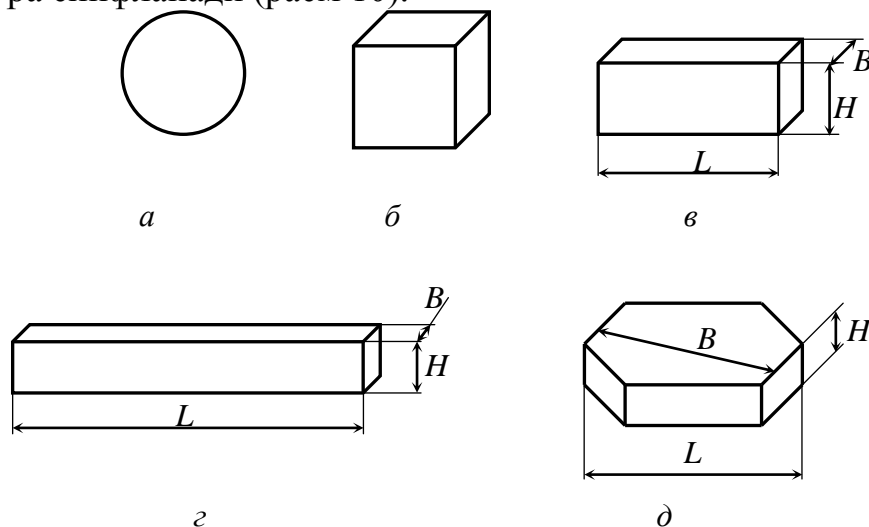
Композицион материаллар ишлаб чиқаришда заррасимон тўлдирувчиларни грануламетриқ таркиби ва хоссаларини ўрганиш.

Ишнинг мақсади: тўлдирувчиларнинг асосий геометрик тавсифини

аниқлаш.

Тўлдирувчиларни танлаш аввало, унинг зарраларининг ўлчамлари ва зарраларнинг шакли ва тавсифига боғлиқ.

Заррали материаллар тавсифий ўлчамлари нисбатига боғлиқ ҳолда шаклига кўра синфланади (расм 10).



Расм 3. Тўлдирувчи зарраларни ўлчами ва турлари:
а – сфера; б – куб; в – параллелепипед; з - толасимон; д - тангасимон.
L- узунлик; H – баландлик; B – кенглик.

Кўпгина тўлдирувчиларнинг зарраларининг шакли бир – биридан кескин фарқ қилади. Шунинг учун уларнинг юзасининг зарраси синфланиш учун хизмат қилади. Бу мақсадда зарраларни ўлчамини тавсифлайдиган тушунча-эквивалент сфера диаметри(ЭСД) киритилган.

Калта толали тўлдирувчиларнинг геометрик ўлчам ва заррасининг шаклини аниқлаш

Керак бўладиган асбоблар ва материаллар: ёғоч қириндиси, шоя толаси, льнокостра, микроскоп, штангенциркуль, микрометр.

Иш тартиби. Текис юзага маълум миқдордаги тўлдирувчи бир текис ёйилади. Ўлчаш учун штангенциркуль ёки микрометр, жуда майда зарралар учун эса (<0,1 мм) микроскоп ишлатилади.

Зарранинг тегишли ўлчамлари аниқланади (узунлиги, кенглиги, калинлиги) ва максимал ва минимал ўлчамларнинг нисбати аниқланади.

Турли тўлдирувчилар зарраларининг шакли аниқланади ва чизилади. Олинган натижалар 5 жадвалга ёзиб борилади.

Кукунсимон тўлдирувчилар зарраларининг шакли ва ўлчамларини аниқлаш.

Керак бўладиган асбоблар ва материаллар: турли типдаги кукунсимон тўлдирувчилар,типов, микроскоп, шиша предметлар.

Ишнинг тартиби. Зарраларни шакли ва ўлчамларини аниқлаш учун маълум миқдордаги тўлдирувчи олдиндан намланган шиша предмет юзасига жойланади ва устидан иккинчи шиша билан ёпилади. Бунда тўлдирувчини текис тақсимланиши ва зарраларининг бир-биридан алоҳида –алоҳида бўлишига эътибор берилади.

Намуна микроскоп столчасига ўрнатилади. Керак бўлган катталаштириш ва кескинлик танланади. Зарраларнинг шакли аниқланиб чизиб борилади. Зарраларнинг асосий ўлчамлари ва ЭСД ҳисобланади.

Тўлдирувчиларнинг гранулометрик таркибини ўрганиш.

Ишнинг мақсади: Таҳлилнинг элақлар усулини ўрганиш.

Тўлдирувчини танлашда аввало унинг зарраларининг ўлчамлари ва ўлчамлар бўйича тақсимланганлиги аниқланади.

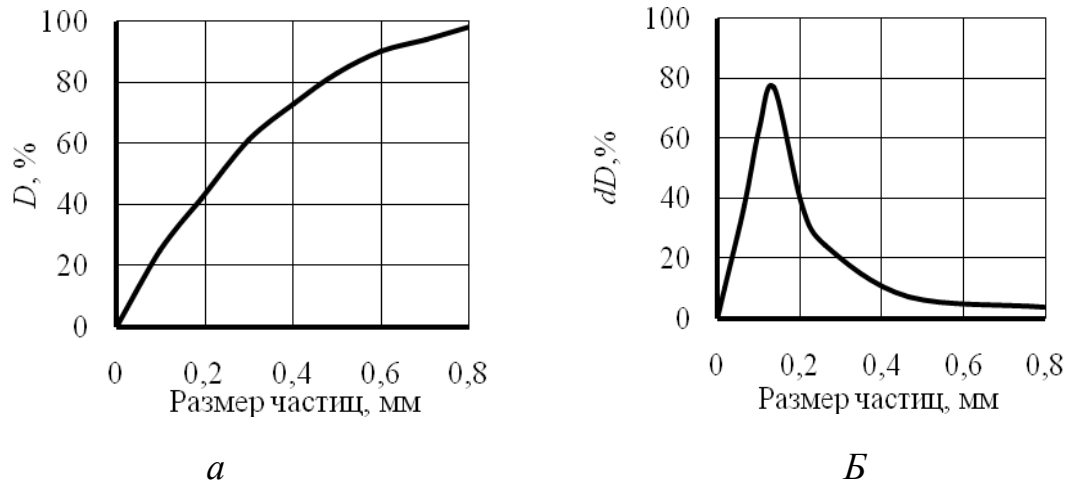
Кукунсимон материалларнинг гранулометрик таркиби кукундаги турли ўлчамдаги зарраларнинг ўзаро нисбати ва қанча миқдордан мавжудлиги тўғрисида маълумот олишга ёрдам беради.

Зарраларнинг ўлчамини аниқлашнинг бир нечта усуллари мавжуд: элақлар ёрдамида (зарралар ўлчами 0,06 дан 19 мм гача), микрометрик (0,001дан 0,06 ммгача), седиментацион (0,0001дан 0,06 ммгача).



Элақлар усули материал намунасининг стандарт элақлар тўпламидан ўтказиш орқали фракцияларга ажратишга асосланган. Бу усул дисперс анализнинг асосий усули ҳисобланади. Лекин бу усул зарраларнинг ҳақиқий ўлчамларини аниқлай олмайди.

Гранулометрик таркибни аниқлашда ажралиш даражаси тақсимланиши D (расм 11, а) ва фракцияларнинг нисбий сақланиши dD (расм 11, б) зарра ўлчамлари δ га боғлиқликлари тузилади.



Расм 4. Ажралиш даражаси тақсимланиш функция кўринишлари (а) ва фракцияларнинг зарра ўлчамига нисбийлиги (б).

Майда дисперс материаллар ўлчамини аниқлашда асосан седиментацион усул қўлланилади.

Микроскопик усул зарраларнинг чизикли ўлчамларини аниқлашдаги энг аниқ усул ҳисобланади, лекин анча меҳнат ва вақт талаб этади.

Амалий машғулот вазифалари:

1- вазифа.

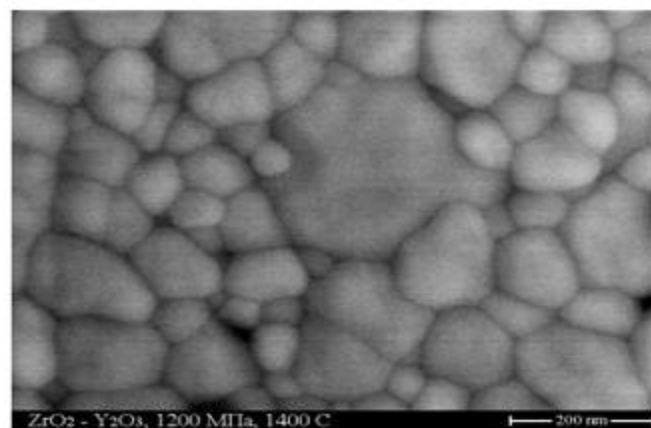
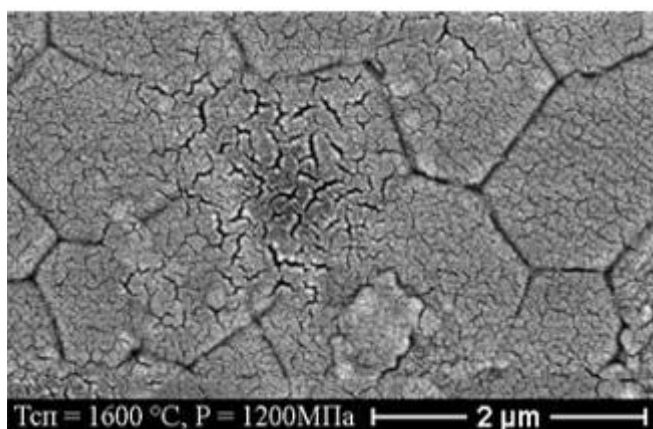
Жадвалда келтирилган қийматлар асосида материал ўлчамларига боғлиқ ҳолда фракцияларни мавжудлиги диаграммасини тасвирланг.

Сармат кумининг гранулометриқ таркиби

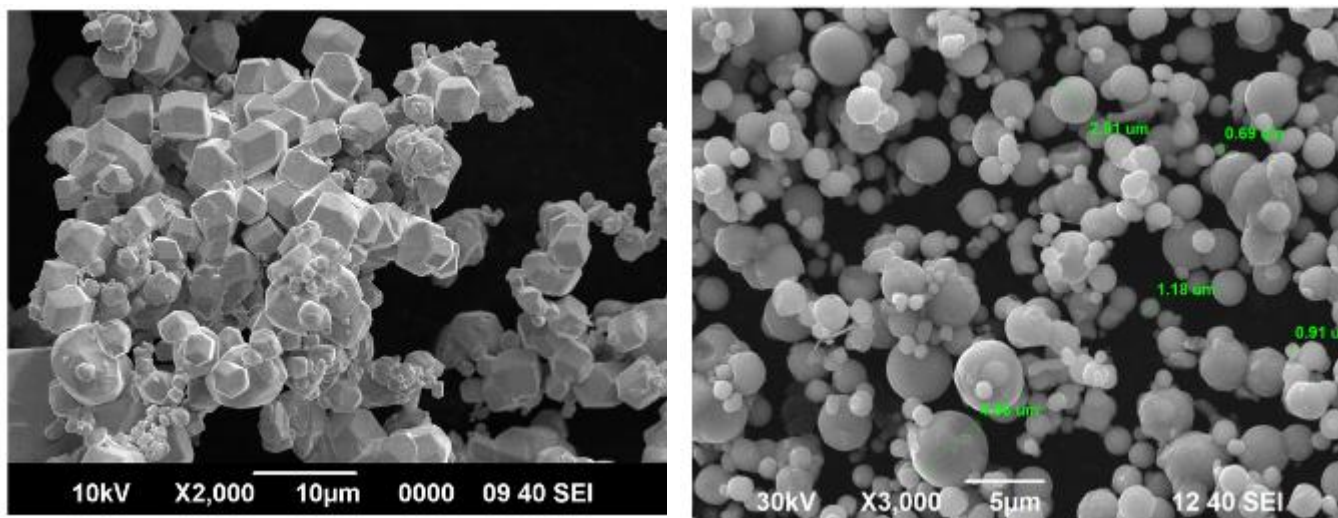
Проба №	Заррачалар микдори, мас.%	Элакдаги тешиқлар ўлчамлари , мм					
		2,5	1,25	0,63	0,3	0,14	0,14 элакдан ўтган
94	1,6	0,6	2,1	17,3	84,4	98	1,9
95	6,8	1,5	4,3	20,7	69,7	95,3	4,6
98	22,6	-	1,1	4,9	42,3	87,5	12,1
99	16,1	-	-	0,6	24,4	83,1	16,8
100	22,7	-	-	1	26,6	78,9	20,6
101	2,8	0,3	1,3	13,8	67,6	96,2	3,4
102	2,7	-	0,2	2,8	37,6	92,9	6,8

2- вазифа.

Келтирилган микроскопик 5,6-расмлардан фойдаланиб, асосий кристалл фазалар ўлчамларини аниқланг.



Расм 5. Керамик материалнинг электрон-микроскопик расми. (электронный микроскоп ЭВМ-100)



Расм 6 – Вольфрам карбиди ва темир кукунларининг электрон-микроскопик расмлари.

Назорат саволлари:

1. Бир томонлама йўналган толали тўлдирувчиларни келтиринг ва тушунтиринг.
2. Толасимон тўлдирувчиларни юкланишдаги ҳолати нима мақсадда ўрганилади?
3. Чизиқли зичлик нимани тавсифлайди, нималарга боғлиқ ва қандай аниқланади?
4. Элементар тола ва бир томонлама йўналган толасимон тўлдирувчиларнинг чўзилишга мустаҳкамлиги нимаси билан фарқ қилади?
5. Чўзилишга мустаҳкамликни аниқлашда намуналар қандай тайёрланади?

Фойдаланилган адабиётлар:

1. Krishan K. Chawla. Composite Materials. Science and Engineering. Third Edition. Springer Science, New York-London, 2012. -98-101, 249-306 p.
2. Morgan P. Carbon fibers and their composites / Morgan P. - Boca Raton: Taylor & Francis, 2005. (Materials engineering; vol.27). - ISBN 0-8247-0983-7. 1153 p.
3. D.R. H. Jones, Michael F. Ashby. Engineering Materials 2: An Introduction to Microstructures and Processing. Fourth Edition. Elsevier, UK, 2012. -319-350 p.
4. William D.Callister, Jr., David G.Rethwisch. Materials Science And Engineering. An Introduction. Eight Edition. USA, Wiley, 2010. -655-660 p.
5. Стекловолокно. Нити крученые комплексные. Технические условия: ГОСТ 8325–93 (ИСО 3598-86). – М.: ИПК Изд-во стандартов, 2002. – 12с.
6. Ю.Н. Сидоренко. Конструкционные и функциональные волокнистые композиционные материалы : учебное пособие. -Томск : Изд-во ТГУ, 2006. – 107 с.

V. БИТИРУВ ИШЛАРИ УЧУН МАВЗУЛАР

1. Композицион материаллар структура тузилиши, структура ўрганишда замонавий физик кимёвий таҳлил усуллари.
2. Нометаллар асосида композицион материаллар.
3. Кукун металлургия усули ёрдамида композицион материаллар ишлаб чиқариш.
4. Пўлатлар ишлаб чиқаришда феррит-цемент композициялар.
5. Металл кукунлар, уларнинг хоссалари ва қўлланилиш имкониятлари.
6. Толали композицион материаллар.
7. Шишапластиклар ишлаб чиқариш жараёни.
8. Шиша арматураси ишлаб чиқариш жараёни.
9. Триплекс тузилиши, хоссалари ва ишлаб чиқариш технологик жараёни.
10. Мустақкамлаштириш компонентлар: толалар турлари ва хоссалари.
11. Углерод толалари асосида замонавий композицион материаллар.
12. Биокомпозитлар, уларнинг қўлланиш имкониятлари.
13. Композицион материаллар ишлаб чиқаришда матрица материаллари.
14. Композицион материаллар ишлаб чиқаришда полимерларнинг ўрни.
15. Полимер матрицали композицион материаллар ишлаб чиқариш технологик жараёни.
16. Керамик матрицали композицион материаллар ишлаб чиқариш технологик жараёни.
17. Металл матрицали композицион материаллар ишлаб чиқариш технологик жараёни.

VI КЕЙСЛАР БАНКИ

1-кейс

Нефт тўкилиши ва наноматолар

Бритиш Петролеум (British Petroleum) ташкилотига қарашли нефт платформасидаги портлаш туфайли 2010 йил 22-апрелда бошланган Мексика кўрфазидаги нефт ёйилиши АҚШ тарихидаги энг катта нефт тўкилиши ҳисобланади. Май ойининг ўрталарига келиб экспертларнинг ҳисобларига кўра океанга 60000 баррел нефт оқиб чиққан. Маълумки нефтнинг бир тоннаси сув юзасида ёйилиб 12 км^2 юзасини қоплайди; нефтнинг бир баррели 136,4 кг массага эга; Мексика кўрфазининг умумий майдони тахминан 2,5 млн. км^2 эга.

Саволлар:

- 1) Мексика кўрфазига оқиб чиққан нефтнинг тоннадаги массаси нимага тенг?
- 2) Нефт пленкаси билан қопланиши мумкин бўлган сирт юзасини аниқланг?
- 3) Кўрфаз умумий майдонининг неча фойиз қисми нефт пленкаси билан қопланганлигини аниқланг?
- 4) Nature Nanotechnology журналидаги мақолада эълон қилинишича олимлар, “матонинг” оғирлигидан 20 баробар ортиқ оғирликдаги нефтни абсорбциялаш имкониятига эга бўлган нанотолалардан тўқилган наномато кашф қилишган. Мексика кўрфазидаги нефт тўкилишини бартараф этиш учун неча кг наноматодан ишлаб чиқариш зарур?

2-кейс

Юпқа қаватли қуёш батареяларини ишлаб чиқариш учун микроскоп танлаш.

Ўзбекистонда бир йилда қуёшли вақт шимолда 2000 соат, жанубда эса 3000 соатдан кўпроқ бўлганлиги сабабли, Ўзбекистонда кўп йиллардан бери қуёш энергетикаси соҳасида тадқиқотлар олиб борилмоқда.

Қуёш энергетикаси панелларини ишлаб чиқариш сифатини назорат қилиш замонавий лабораториясига юзаларнинг хажмий тасвирларини олиш учун микроскоп харид қилиш зарур. Юпқа пленкаларнинг юзасини ва юпқа пленкали қуёш батареяларнинг наноқопламаларининг мустаҳкамлигини назорат қилиш учун харид қилинадиган микроскоп турини танлаб олинг.

Танланган микроскоп ёрдамида монокристалл ва поликристалл батареяларни тадқиқ қилиш мумкинми?

Кейснинг ечиш учун қуйидагилар талаб этилади:

- 1) қуёш батареялари турлари ва ишлаш принциплари тўғрисида таъсуротга эга бўлиш керак;
- 2) наноқопламалар мустаҳкамлигининг оптик ва электрон микроскопиясининг турли хил маълумотларидан олиниши мумкин бўлган

ахборот турларини билиш.

Қуёш батареяларининг ишлаш принципи

Фотоэффектнинг мазмуни қуёш энергиясини доимий токга ўзгартиришга асосланган. Баъзи бир моддаларнинг (мисол учун кремнийнинг) электронлари қуёш нурларининг энергиясини ютиш қобилиятига эга, ўз орбиталларини ташлаб йўналувчи оқим – фототокни ҳосил қилади. Бу эффектни ҳосил қилиш учун махсус моддалар – р- ва п-ўтказувчанликли ярим ўтказгичлар қўлланилади. N-ўтказувчанлик моддадаги электронларнинг ортиқча миқдорини ифодалайди, р- эса тегишли равишда уларнинг етишмовчилигини ифодалайди. Фотоэлементни ҳосил қилиш учун, электрон батареяга ўхшашликни ҳосил қиладиган, иккита яримўтказгич керак бўлади, бунда катод ўрнида п-яримўтказгич анод ўрнида эса р-яримўтказгич бўлади. Тушаётган нурлар таъсирида п-ўтказгич (структуранинг тепа қисмида жойлашган бўлади) электронлари р-қаватга ўтади, натижада электронларнинг йўналтирилган оқими вужудга келади. Бу каби тизим, унинг ишлаши кимёвий таъсирлашувга боғлиқ бўлмаганлиги ва натижада материалнинг емирилиши бўлмаганлиги сабабли нихоятда узоқ вақт мобайнида ишлаши мумкин.

Қуёш фотоэлементлари

Кремнийнинг кенг тарқалганлиги ва ишлаб чиқариш жараёни катта харажат талаб этмаслиги сабабли ҳозирги кунда қуёш элементлари кремний асосида ишлаб чиқарилади. Кремнийга турли хил турдаги ўтказувчанлик қобилиятини бериш учун турли хил аралашмаларни қўллашади. Мисол учун, электронларнинг ортиқча миқдори бор киритилиши натижасида, етишмовчилиги эса мишьякнинг киритилиши натижасида эришилади. Шунингдек арсенид, галлий, кадмий ва бошқалар қўлланилади. Ўтказувчанликни шакллантириш билан бир қаторда аралашмаларнинг кўшилиши кремний асосидаги батареяларнинг самарадорлигини ошишига олиб келади, уларнинг ФИК (КПД) ўртача 20% га тенг.

Ҳозирги кунда, юқорисамарадор ва иқтисодий фойдали қуёш батареяларини олишга йўналтирилган бу соҳадаги фаол тадқиқотлар олиб борилмоқда.

Қуёш батареяларининг турлари

Кремний асосида фотопанелларнинг у тури ишлаб чиқарилади:

- Монокристаллардан. Уларни ишлаб чиқариш учун бир турдаги структурали монокристаллар ўстирилади. Натижада бундай фотоячейкалар бир теккис меъёрли юзаси билан фарқланади, бунинг оқибатида қуёш нурларини яхшироқ ютади, юқори ФИК (КПД) га эга, бироқ нархи кимматроқ бўлади.

- Поликристалл ячейкалар нотеккис, поликристалл структурага эга бўлиб, нур ютиш қобилияти моноячейкалардан бир неча баробар пастроқ бўлади, чунки нотеккис юзаси нурларнинг бир қисмини қайтаради.

- Юпқа қаватли қуёш батареялар кристалсимондир. Бироқ улар эгилувчан ячейкалар кўринишида ишлаб чиқарилади. Уларни қийшик юзаларда ўрнатиш мумкин бўлади. Бу батареяларни ишлаб чиқариш арзон, қувват бирлигига кристаллсимонларга нисбатан(тахминан 2,5 маротаба) кўпроқ юзани эгаллайди.

Юпқақаватли қуёш батареяси яримўтказувчан бирикмани эгилувчан (одатда - полимер) тагликка пуркаш натижасида хосил бўлади. Даставвал яримўтказгич сифатида фақатгина аморф кремний қўлланилган, бироқ бунда олинган фотоэлементларнинг ишлаб чиқариш қуввати нихоятда кичик бўлган (атиги 4 – 5 %). Хозирги кунда мис-галлий-индий селенид асосидаги пленкалар истиқболли хисобланади. Мис-индий-галлийли батареяларнинг ФИК (КПД) 20%гача етиши мумкин. Бироқ хозирча бу каби элементларнинг юпқа қуёш пленкалари бозоридаги ўрни унчалик катта эмас (тахминан 2%). Кадмий теллурид асосидаги пленкалар кенгроқ тарқалган (тахминан 18%, ФИК (КПД) 16% гача). Аморф-кремнийли батареяларга бўлган талаб юқори. Уларнинг ФИК (КПД) 10%гача ошириш имконияти туғилган.

Мантиқий кетма-кетликни тузиш керак:

Намуна тури (юпқа пленкалар) -----

Микроскоп тури (электрон еки оптик) -----

Микроскоп имконияти (микро еки нанометр чегараси?) -----

Намунани тасвирлаш шартлари (вакуум еки вакуумсиз, ясси еки 3D-тасвир, атом манипулятори еки нанointендер?) -----

AFM -----



TABLE 3.1 Chart of Microscopy and Type of Information Generated

Microscopy	Resolution Limit	Characteristics
Light microscopy	~0.2 μm	Samples can be imaged in liquid or air. Resolution is limited by the wavelength of visible light.
Fluorescent microscopy	~0.2 μm	Samples can be imaged in liquid or air. Fluorescence labeling is a well-developed technique that can be used to localize molecular components.
Confocal microscopy	Micrometer level	Confocal scanning microscopy enables three-dimensional studies of biological objects. Resolution techniques that break the optical resolution barrier are becoming available.
Field emission scanning electron microscopy (FE-SEM)	Nanometer level	For FE-SEM imaging, the sample is placed in a vacuum. Sample coating may be needed, as the technique generally requires an electron-conductive sample. The electron beam is used to probe the surface, and techniques for heavy metal labeling of surface molecules are often used.
Transmission electron microscopy (TEM)	Nanometer level	Image contrast depends on impeding electrons as they pass through the sample, usually by heavy metal staining. Operates under vacuum with resolution depending primarily on image contrast through staining. New advances allow imaging samples in a liquid cell.
Scanning tunneling microscopy (STM)	Nanometer level	Allows a relatively flat surface to be imaged by rastering a biased-atomically sharp needle point over a conducting (or semiconducting) surface. Samples can be imaged in ambient conditions and inside various electrolytes. STM can provide images down to atomic and molecular resolution as well as provide 3-dimensional visualization of the surface. Atomic manipulation of atoms and molecules can be achieved with an STM to create novel nanostructures.
Atomic force microscopy (AFM)	Nanometer level	Imaging is accomplished by monitoring the position of a sharpened tip attached to a microcantilever as it is scanned over a sample surface. Samples can be imaged in liquid or air with nanometer resolution at atmospheric pressure enabling dynamic studies. AFM provides three-dimensional surface visualization and measurement of nanomechanical properties of the sample.

3-кейс

Нанозаррачалар ва ранг эффектлари

Қадимий католик черковларидаги рангли витражлар ва Британия музейида сақланаётган Ликург қадаҳи ноёб санъат намуналаридан

хисобланади. Олтин ва кумушнинг наноўлчамли заррачалари кукуни кўшилган шишадан ясалган қадаҳ қайтарилган нурда яшил тусга, сингиб ўтувчи нурда эса қизил тусга киради. Хозирги кунда бу каби санъат намуналарини қайтадан яшаш мумкин-ми, еки усталарнинг сирлари изсиз ёқолганми?

Америкалик физиклар, IV асрнинг бошларида римликлар ишлатган рангли шишани олиш технологиясини кимёвий сенсорлар ва касалликларни аниқлашда – диагностикасида қўллашни таклиф қилишган. Муаллифлар томонидан кашф қилинган кимёвий сенсорлар тахминан миллиард наноўлчамли тешиқлар қилинган пластик пластинадан ташкил топган. Хар бир тешиқнинг деворчалари олтин ва кумушнинг нанозаррачаларини ўзида сақлаб уларнинг юза электронлари детекция жараенида марказий ролни ўйнайди.

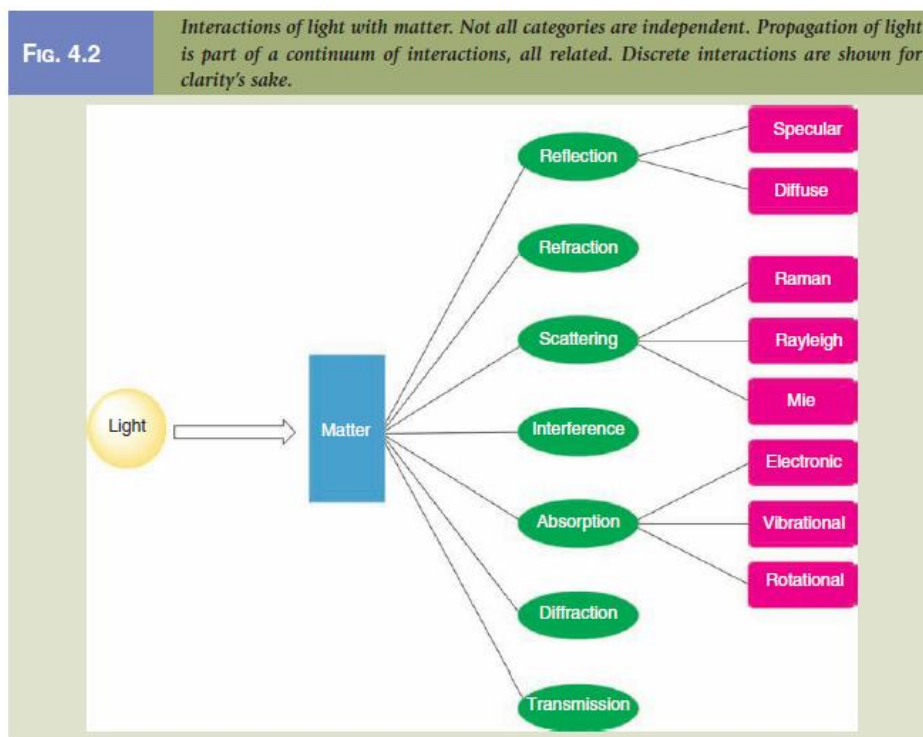
Кейсни ечиш учун ахборот турларини ва қуйидаги саволларга жавобларни билиш талаб этилади:

Нур энергияси ва тўлқин узунлиги қандай боғланган?

Қандай нурнинг частотаси юқорирак: қизил ёки бинафша?

Қандай оптик ходисалар сизга маълум?

Материалдаги ранг эффектлари ва заррачаларнинг ўлчами қандай боғланган?



Интерференция. Сув ва сирт фаол моддаларнинг пуфакчалари сиртидаги ранг пуфакчанинг қалинлигига боғлиқ. Анодланган титандан ишланган заргарлик буюмлари одатда турли хил қалинликдаги оксидланган қават туфайли ёрқин ранларни намоён қилади – бронза ($L \approx 300$ нм), кўк ($L \approx 400$ нм), сариқ ($L \approx 600$ нм), вақипқизил ($L \approx 700$ нм).

Дифракция. Дифракцион ранг тасвирнинг энг ёрқин мисоли бўлиб компакт-диск хисобланади.

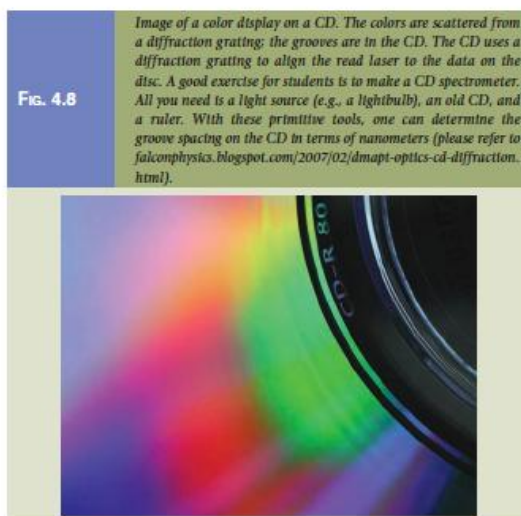


Fig. 4.8

Image of a color display on a CD. The colors are scattered from a diffraction grating; the grooves in the CD. The CD uses a diffraction grating to align the read laser to the data on the disc. A good exercise for students is to make a CD spectrometer. All you need is a light source (e.g., a lightbulb), an old CD, and a ruler. With these primitive tools, one can determine the groove spacing on the CD in terms of nanometers (please refer to falconfysics.blogspot.com/2007/02/dmopt-optics-cd-diffraction.html).

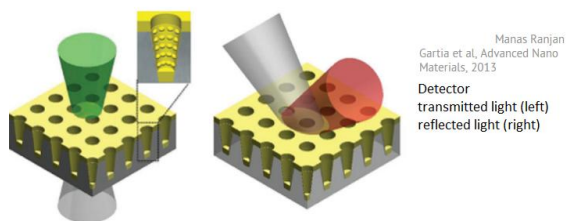
for the plasmon resonance. They are, with their protecting ligand shell, around 4 nm in diameter. The color is a ruby red with λ_{max} at ca. 520 nm.

Color Due to Quantum Fluorescence. Semiconductor quantum dots are known for their intense fluorescent colors. Although made of exactly the same material, different colors are generated due simply to the difference in size of the quantum dots (QDs) (Fig. 4.9).

Тарқатиш - тарқоқлик. Турли хил ўлчамли заррачаларнинг ва турли хил тўлқин узунликларининг комбинацияси. Осмон кўк тусда кўринади, чунки қисқа тўлқинлар молекулалар билан тарқоқлантирилади. Осмон қизил рангда ҳам бўлади, чунки узун тўлқинлар (мисол учун қизиллари) каттароқ заррачалар билан тарқоқлаштирилади.

Юзаки плазмон. Бирон бир модданинг тирқиш ичида боғланишида нанозаррачаларнинг юзасидаги плазмонларнинг (металлдаги эркин электронларнинг иккиланишини қайтарувчи квазизаррача) резонанс частотаси ўзгаради, бу ўз навбатида пластинкадан ўтувчи тўлқин узунлигини ўзгаришига олиб келади. Бу усул юзаки плазмонли резонансга (SPR) ўхшайди, бироқ ундан фарқли ўлароқ, нурнинг тўлқин узунлигини анчагина салмоқлироқ силжишига олиб келади – тахминан 200 нанометр. Бундай сигналга ишла бериш мураккаб ускуналарни талаб этмайди, шунинг учун моддаларнинг боғланишини қуролланмаган кўз билан ҳам детектирлаш мумкин.

Америкалик олимлар томонидан ишлаб чиқилган сенсорларнинг турли хил моддаларга нисбатан сезувчанлигини тешиқлар юзаларида ўзига хос антителаларнинг иммобилизацияси билан таъминланади. Олимларнинг сўзига кўра кимёвий детекторнинг тузилиши Британия музейида сақланаётган римнинг Ликург қадаҳининг ноёб хоссалари томонидан айтиб берилган. Қадаҳ шишасининг таркибидаги металл нанозаррачалари нурнинг тушиш бурчагига боғлиқ равишда унинг тўлқин узунлигини ўзгартиради. Шундан келиб чиққан холда муаллифлар қурилмани “наноўлчамли ликург қадаҳлари матрицаси” деб номлашган (nanoscale Lycurgus cup arrays – nanoLCA).



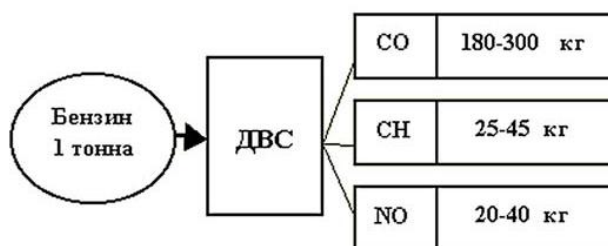
Флуоресценция. Квант нуқталари ҳайротомуз хоссаларга эга: уларнинг ўлчамига боғлиқ равишда турли хил ранглارни таратиши мумкин. Идишчалар турли ўлчамлардаги нанозаррачалар эритмалари билан (гептандаги олеин кислотаси билан қопланган кадмий селенидининг квант нуқталари коллоид эритмаси) тўлдирилган. Бу суспензияларни кўзга кўринмайдиган ултрабинафша диапазонидаги нур билан нурлантириш натижасида нур сочишга ундаш мумкин. Бу заррачалардан таралаётган нурнинг частотаси заррачаларнинг ўлчамлари ўсиши билан камаяди.

4-кейс Наноматериаллар ва экология

Нанозаррачалар юқори кимёвий фаолликка эга бўлиб ажойиб катализаторлар ҳисобланади. Бундай ҳолатнинг асосий сабаби нанозаррачаларнинг юзасида жойлашган атомлар билан боғлиқ. Бу атомлар бошқа атомлар билан кучсизроқ боғланганлиги сабабли қўшимча энергияга эга.

Маълумки, автомобиллар атроф муҳитга ва инсон саломатлигига салбий таъсир кўрсатади. Шундай қилиб ички ёниш двигателларнинг чиқинди газларида куйинди газ (CO), циклик ароматик углеводородлар (CH), азот(II) оксиди (NO) (тасвирга қара) лар топилган.

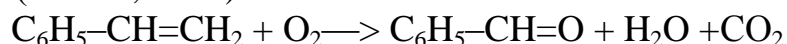
Ички ёниш двигателларнинг чиқинди газлари



Автомобилларнинг чиқинди газларини каталитик оксидлаш қурилмаларида атмосферага чиқарилаётган зарарли чиқиндиларни камайтириш мақсадида платина қўлланилиши мумкин. Платина углерод (II) оксидини углерод (IV) оксидига айлантириш имкониятини беради. Нанозаррачалар кўринишида бўлган платина ўзининг каталитик хоссаларини янада кучлироқ намоён этади.

TiO₂ юзасига қопланган 55 атомларни (диаметри 1,4 нм) ўзида сақловчи олтин нанокластерлари стиролни ҳаво кислороди билан

бензалдегидгача танловчанлик асосида оксидловчи катализатор сифатида хизмат қилади (*Nature*, 2008):

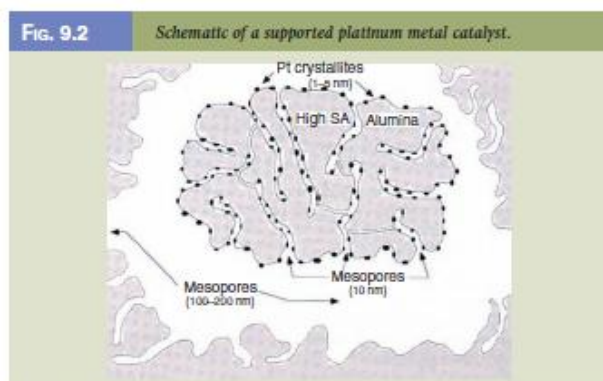


Қизиқарлиси шундаки, 2 нм дан юқори ўлчамдаги диаметрли заррачалар, шу билан бирга оддий олтин ҳам ҳеч қандай каталитик фаолликни намоён этмайди.

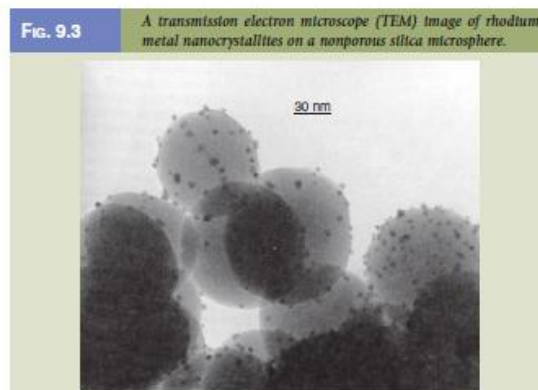
Саволлар:

- 1) Углерод (II) оксидини углерод (IV) оксидига айлантириш тенгламасини тузинг. Бу жараёни амалга ошириш учун платинадан ташқари нима керак бўлади?
- 2) Тўлиқ битта бак (40 л) А-92 маркали бензиннинг (бензиннинг зичлиги 0,75 г/см³) ёнишидан ҳосил бўладиган зарарли чиқиндиларнинг массалари диапазонини ҳисобланг.
- 3) 3,5 см³ металлдан қанча Pt₂₀таркибли нанозаррачаларни олиш мумкин бўлади? (платининг зичлиги 21,45 г/см³).
- 4) Қандай қилиб ихчамлик билан кимёвий реакторда нанозаррачаларни жойлаштириш мумкин бўлади?

Жавоблар: 1) СО – 5,4 кг дан 9 кг гача; СН – 0,75 кг дан 1,35 кг гача; NO 0,6 кг дан 1,2 кг гача 2) 1,16.1022



Source: R. Farrauto and C. Bartholomew, *Fundamentals of Industrial catalytic processes*, John Wiley & Sons, (2006). With permission.



Source: S. Chakraborti, A. K. Datye, and N. J. Long, *Journal of Catalysis*, 108, 444-451 (1987). With permission.

5-кейс

Ўзбекистондаги нанотехнологиялар асосидаги тўқимачилик

маҳсулотлари

01.04.2014

Кундалик ишлатиш учун бактерицид тўқимачилик маҳсулоти сертификациялаш ва оммавий ишлаб чиқариш босқичида турибти. Ишлаб чиқариш технологияси Ўзбекистон Республикаси Фанлар академиясининг Полимерлар физикаси ва кимёси институтида ишлаб чиқарилган.

Хозирги кунда кумушнинг нанозаррачалари асосидаги кўп миқдордаги наноматериаллар ишлаб чиқарилган. Хозирда кумуш нанозаррачали тиш шеткалар ва тиш пасталари ишлаб чиқарилмоқда, улар турли хил инфекциялардан химоя қилади. Кумушнинг нанозаррачалари оз миқдорда

косметика махсулотларига ҳам қўшилиб келинмоқда, уларнинг таъсирида яллиқланишнинг олди олинади ва яраларнинг битиши тезлашади. Кўпгина қаттиқ моддаларга (шиша, ёғоч, қоғоз, керамика, металлларнинг оксидлари ва бошқ.) суртилишидан сўнг ҳам нанозаррачалар узоқ вақт ўзининг бактерицид хусусиятларини сақлаб қолади. Бу ҳолат юқорисамарадор узоқ вақт таъсир этувчи дезинфекцияловчи аэрозолларни ишлаб чиқариш имкониятини беради. Агарда биноларнинг юзаларига суртиладиган лок-бўёқ махсулотларига кумушнинг нанозаррачалари қўшилса бу махсулотлар билан бўялган девор ва шипларда патоген микроорганизмларнинг яшаши мумкин бўлмайди. Сувни тозалаш филтрларидаги кўмирларга кумушнинг нанозаррачаларининг қўшилиши бундай филтрларнинг хизмат муддатини узайтиради ва тозаланаётган сувнинг биологик тозалиги ортади.

Нанозаррачалар нафақат фойда балки зарар ҳам етказишлари мумкин. Кумушнинг нанозаррачалари инъекция сифатида сичқонларнинг организмига киритилганида токсик таъсири кўрсатилган бўлиб, шу миқдордаги кумуш ионлари киритилганида эса ўлимга олиб келмаган.

Ўзбекистонда янги махсулотни “Policotton-patrokl” МЧЖ “SilverteX” савдо маркаси остида тақдим этади. Ассортиментда нанотехнологиялар қўлланилган ҳолда кумуш билан ишлов берилган – носкилар, ички кийимлар, ётоқ тўқимачилик махсулотлари. «SilverteX» носкилари тўлиқ маҳаллий хом ашёлардан ишлаб чиқарилган бўлиб синтетик махсулотларнинг миқдори минимал даражага келтирилган (8%гача). Кумуш билан махсус ишлов берилиши ёқимсиз хидни, терлашни, касаллик қўзғатувчи замбуруғларни ўсишини олдини олади.

Нима учун нанозаррачалар бактерицид тўқимачилик махсулотлари учун энг мақбул ҳисобланади?

Кейсни ечиш учун ахборотларнинг турларини ва қуйидаги саволларга жавобларни билиш зарур:

Хлорид кислотаси кумуш билан реакцияга киришадими?

Нима учун оддий кумуш хлорид кислотаси билан реакцияга киришмайди?

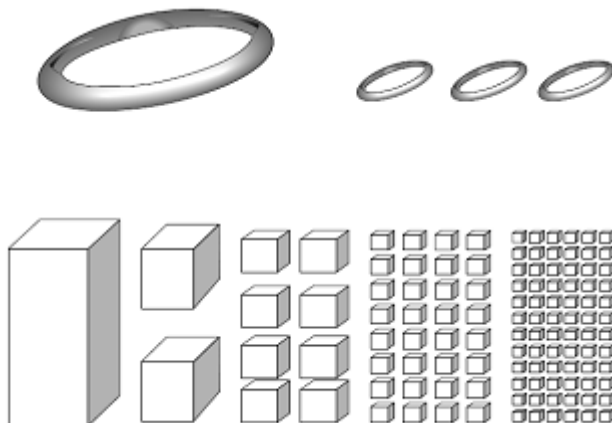
Нима учун кумуш нанозаррачалари хлорид кислотаси билан реакцияга киришади?

Кумушнинг Ag_5 нанозаррачалари ва хлорид кислотаси билан ўзаро таъсирлашув тенгламасини тузинг?

Кумуш нанозаррачаларининг қўлланилиши қанчалик даражада хавфсиз ҳисобланади?

Маълумки кумуш инсон организми учун энг кучли антисептик ҳисобланади, у 700 дан ортиқ касаллик қўзғатувчи микроорганизмларни, замбуруғларни, бактерияларни, вирусларни ўлдиради. Аниқланганки нанозаррачалар юқори реакцион хоссаларга эга бўлиб оддий моддалар реакцияга киришмайдиган жараёнларда қатнашиши мумкин. Оддий кумуш билан хлорид кислотаси реакцияга киришмайди. Бироқ кумушнинг нанозаррачалари хлорид кислотаси билан реакцияга киришиб водороднинг ажралишига сабаб бўлади. Нанозаррачаларнинг бундай ҳолати юза эффекти

туфайли вужудга келади. Гап шундаки майда заррачада юзада жойлашган атомларнинг микдорий кисми ортади. Бу атомларда узилган боғланишлар мавжуд бўлиб, улар нисбатан юқори энергия ва фаолликга эга бўлади.



Decreasing of ring to nanoscale leads to color change (left), depletion of metal to nanopieces leads to great surface active area

6-КЕЙС

Тошкент шахрида жойлашган “Композит” кўшма корхонасида шиша толалар турига мансуб бўлган базальт толаси ишлаб чиқарилмоқда. Ишлаб чиқарилаётган базальт толаси анча арзон ва турли кўринишда ишлаб чиқарилади: узлуксиз иплар - алоҳида толалардан иборат; ровинг - параллел иплардан ташкил топган; қисқа толалар – ипдан ёки 5-50 ммли қисқа ровницадан иборат, бундан ташқари шишатола тўқима мато ёки тўқилмаган матлар кўринишида ҳам ишлаб чиқарилади.

Шиша тола ёки базальт толаси билан армировка қилинган смолалар қурилишда ва саноатда кенг қўлланилади. Улар **шишапластик ёки GRP** деб номланади: бошқа конструкцион материаллар қопламалари сифатида, ёки юк ташимайдиган девор панеллари, структураларнинг таркибий қисмлари, дераза рамалари, цистерналар, труба ва трубопроводлар сифатида кенг қўлланилади. 1960-чи йиллардан бошлаб лодкалар корпуслари шишапластикдан ишлаб чиқарилмоқда.

Кимё саноатида ҳам шишапластиклар кенг қўлланилади – резервуарлар, трубопровод ёки технологик танклар сифатида. Бундан ташқари **шишапластиклар (GRP)** темир йўллари, автомобил транспорти, аэрокосмик саноатида ҳам ўз ўрнини топган.

Аммо намлик шиша толасининг мустаҳкамлигини кескин пасайтиради. Бундан ташқари шиша тола вақт давомида чарчашга учрайди: узоқ вақт давомида доимий кучланиш таъсир этган ҳолатда шиша тола таркибида ёриқлар тез ўсиши намоён этиши мумкин. Шунинг учун вақт ўтиш билан шиша толанинг механик хоссалари кескин пасайиб боради, аммо қисқа вақт давомида мустаҳкамлиги яхши хисобланади.

Кейсни бажариш босқичлари ва топшириқлари:

“Композит” кўшма корхонасида ишлаб чиқариш маҳсулотлари турларини кенгайтириш мақсадида базальт (шиша) толаси асосида янги маҳсулот турларини таклиф этинг. Базальт (шиша)композитларнинг

қўлланилиш имкониятларини чеклантирувчи муаммоларни аниқланг ва уларни ечиш йўлларини белгиланг. Базальт (шиша) толали композитларнинг қўлланилиш соҳаларини таклиф этинг. Кейс ечимини жадвал шаклида келтиринг:

Муаммо тури	Келиб чиқиш сабаблари	Ҳал этиш йўллари	Қўлланилиш имкониятлари

7-КЕЙС

SHUTTLE (АҚШ) ракета-ташувчининг эшиги ва корпуси углерод толали/эпоксид смола композитидан тайёрланган. Замонавий самолетлар, жумладан Boeing 787 (Dreamliner) фюзеляжи ва қанотлари углерод толаси / эпоксид композитлардан тайёрланиб келмоқда.

Бундай углерод толали/органик матрицали композитлар тан нархи қимматлиги билан ажралиб туради (углерод толасини синтез қилиш юқори ҳарорат ва босимларни талаб этади).

Углерод толалари – юқори мустаҳкамлик ва механик хоссаларни термик стабиллиги билан ҳарактерланади; улар инерт шароитда синтетик органик толаларни юқори ҳароратда ишлов бериш усули ёрдамида олинади (вискоза, полиакрилнитрил); дастлабки хом ашё турига қараб турли углерод толалар олиш мумкин: иплар, сим, мато, лента, войлок.

Ҳозирги вақтда углерод толаларнинг нархи доимий равишда пасайиб бормоқда, шунинг учун қўлланилиш соҳалари ҳам кенгайиб бормоқда. Углерод толали композитлар технологик жиҳозлар - турбина, компрессор, шамол тегирмонлари қанотлари, маховиклар тайёрлашда; медицинада эса – жиҳозлар ва имплантатлар (тизза суставлари) тайёрлашда қўлланилмоқда.

Демак, углерод толалари билан мустаҳкамлаштирилган углерод тола/органик матрицали композит материал юқори физик-кимёвий хусусиятларга эга.

Аммо углерод толалари билан мустаҳкамлаштирилган композит кучли анизотропияга эгаллиги муносабати билан унинг хоссалари турли йўналишларда бир хил эмаслиги келиб чиқмоқда. Бу эса композитнинг медицина ва техникада қўлланилиш имкониятларини қисқартирмоқда. Истеъмолчи томонидан композитнинг анизотропиясини камайтириш кераклиги талаб этилди.

Кейсни бажариш босқичлари ва топшириқлар:

- Кейсдаги муаммони келтириб чиқарган асосий сабабларни белгиланг (индивидуал ва кичик гуруҳда).
- Композитнинг анизотропиясини камайтириш учун бажариладиган ишлар кетма-кетлигини белгиланг (жуфтликлардаги иш). 8-9–иловалардаги маълумотлардан фойдаланишингиз мумкин.

8-КЕЙС

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

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

Марказий Осиё мамлакатларида ҳам шишасозлик қадимдан бошланган. Унинг тараққий етган даври ўрта асрларга тўғри келади. Машҳур энциклопедист олимлар Абу Райҳон Беруний, Абу Али ибн Сино, Абу Бакр Муҳаммад ибн Закриё ар-Розий асарларида келтирилган маълумотлар шишасозлик техникаси бу ерда қадимги Мисрдагига нисбатан юқорирак савияда олиб борилганлигидан далолат беради.

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





Шиша ишлаб чиқаришда материаллар иккита катта гуруҳга бўлинади: шиша ҳосил қилувчилар - улар қаторига олтингурут, селен, маргимуш, фосфор, углерод каби элементлар; SiO_2 , FeO_2 , B_2O_3 , P_2O_5 , As_2O_3 , BeF_2 каби оксид ва бирикмалар.

Якка ҳолда шишасимон ҳолатни ҳосил қилаолмайдиган элемент, оксид ва бошқа бирикмалар модификаторлар деб аталади. Уларга TiO_2 , TeO_2 , CeO_2 , MoO_3 , CoO_3 , Bi_2O_3 , Al_2O_3 , Fe_2O_3 , CaO , MgO , Na_2O , K_2O кабилар киради. Бундай оксид ва бирикмалар шиша ҳосил қилувчилар иштирокида осонгина шишасимон ҳолатни вужудга келтиради. Улар иштирокида шихтанинг эриш температураси пасаяди. Лекин ҳосил бўлган аморф модданинг механикавий ва кимёвий хусусиятлари ҳам бироз камаяди.

Шихта таркибига кирувчи компонентлар сонининг ошиши шишасозликда ижобий рол ўйнайди. Масалан, $\text{Na}_2\text{O}-\text{CaO}-\text{SiO}_2$, $\text{CaO}-\text{Al}_2\text{O}_3-\text{B}_2\text{O}_3$, $\text{Me}_m\text{O}_n-\text{P}_2\text{O}_5-\text{B}_2\text{O}_5$ каби системалар асосида шиша осон ҳосил бўлади.

Силикат таркибли саноат шишаларида SiO_2 , CaO ва Na_2O билан бир қаторда MgO ва Al_2O_3 ҳам қатнашади. Магний оксиди шишаларининг кристалланишига бўлган лаёқатини бироз сусайтиради, алюминий оксиди эса уларнинг кимёвий турғунлигини таминлашга хизмат қилади. Шиша ҳосил қилувчи ва модификаторлар устида А.А. Аппен кўп тадқиқотлар олиб борган.

Кейси бажариш босқичлари ва топшириқлар:

Бу кейс стади усулида кўзланган мақсад – турли оксидларнинг композицион шиша материаллар яратишдаги ролини ўрганиш.

SiO_2 оксиди минерал сифатида қандай номланади ва фақат у асосида якка таркибли шиша материал олиш мумкин-ми?

SiO_2 оксиди асосида якка таркибли шиша материал ишлаб чиқаришдаги муаммоларни аниқланг ва ечимини таклиф этинг. Кейс ечимини жадвал шаклида келтиринг:

Муаммо тури	Келиб чиқиш сабаблари	Ҳал этиш йўллари

9-КЕЙС

Техника шишасининг тури жуда кўп. Унинг асосий маҳсулотлари каторига қуйидагиларни кўрсатиш мумкин:

1. Кварц шишаси - шаффоф ва бўғиқ бўлади. Кварц шишасини ишлаб чиқаришда формуласи SiO_2 тўғри келадиган юқори даражадаги тоза тоғ биллури ёки Кварц қумларидан фойдаланади. Албатта, улар оғир темирли минераллар, дала шпати, слюда ва тупроқдан тозаланиши зарур. Натижада бойиган тоғ жинсининг кимёвий таркиби SiO_2 фойдасига ўзгаради ва майдаланган заррачаларнинг гранулометрик таркиби тузатилади. Ишлаб чиқаришда қўлланилаётган хом-ашё таркиби қуйидагича бўлади: SiO_2 99.6-99.7; P_2O_3 - 0.15-0.30, шу жумладан Fe_2O_3 0.002-0.003; CaO 0.05-0.08; MgO 0.03-0.05; P_2O 0.01-0.02 ва қиздирилгандаги йўқотиш 0.05-0.08%. Кварц шишаси ўта юқори термик ва электр бардошлиги билан ажралиб туради.

2. Оптика шишаси – оптика асбобларида қўлланиладиган крон, флинт ва бошқалар. Енгил кронлар - SiO_2 – 50-80 %, B_2O_3 – 10%, K_2O – 20% (базалари 12 % Ф). Кронлар – бор-силикатли шишалар, оғир кронлар эса бор-кремний ва барий оксидлари асосида синтез қилинади.

3. Электр вакуум ва электроника шишаси – радиоэлектроника соҳасида замонавий асбоб-ускунакарда кенг қўлланилади. Асосан алюминий-бор-силикат системалар асосида ишлаб чиқарилади. Юқори технологик ва эксплуатацион хоссаларига эга – кимёвий бардошлиги, механик мустаҳкамлиги, термик бардошлиги, юқори диэлектрик хоссалари ва вакуумга чидамлиги. Электрон техникасида B_2O_3 - PbO - ZnO , B_2O_3 - Al_2O_3 - ZnO , As-Fe-Se системасидаги шишалар (ситаллоцементлар) ҳам кенг қўлланилади.

4. Кимёвий - лаборатория шишаси - юпқа ва ёғон шишалар, лаборатория ва ишлаб чиқаришда кенг қўлланилади: кимё, озик-овқат, медицина, фармасевтикада, лаборатория ва саноат асбобларида ва ҳ. Бу турдаги шишалар турли реагентлар таъсирига кимёвий бардошлиги, юқори термик бардошлиги билан ажралиб туради.

Кейсни бажариш босқичлари ва топшириқлар:

- Кварц шишасини тара маҳсулотлар (бутилка ва шиша банкалар) ишлаб чиқаришда қўлланилиши мумкин-ми? Сабабларини келтиринг.
- Кейсдаги муаммони келтириб чиқарган асосий сабаблар ва ҳал этиш йўллари жадвал асосида изоҳланг (индивидуал ва кичик гуруҳда).

Муаммо тури	Келиб чиқиш сабаблари	Ҳал этиш йўллари

10-КЕЙС

Кейс 5

Турли ёғочлардан олинган елимланган материаллар турлича физик-механик хоссаларни намоён қилади. Ўзбекистон шароитида қайси елимланган ёғоч материаллини ишлаб чиқариш ҳар тарафлама фойдали?

Кейсни бажариш босқичлари ва топшириқлар:



VII. ГЛОССАРИЙ

Таянч сўз	Ўзбек тилидаги шарҳи	Инглиз тилидаги шарҳи
Аэрогел	Аэрогел: суюқлиги ютилган газ билан ўриналмашган гелдан олинган ғоваксимон қаттиқ чўкма	Aerogel: a porous solid formed from a gel in which the liquid is replaced with a gas with gas entrapment
Атом-кучланишлимикроскопия (AFM) ёки сканерловчи зонд микроскопияси (СЗМ)	Атом-кучланишлимикроскопия (AFM) ёки сканерловчи зонд микроскопияси (СЗМ): атом кўрсатгичли юзадаги атомларнинг тасвирини ёки бошқа функционал хоссаларини тасвирлаш учун қўлланилувчи юқори кўрсатгичли қурилма	Atomic force microscopy (AFM) or scanning probe microscopy (SPM): a high-resolution device used to map topography or other functional properties of the surface atoms at atomic resolution capabilities
Атом манипуляцияси	Атом манипуляцияси: атом-кучланишли микроскопия ва сканерловчи тунелли микроскоп каби илғор усуллар туфайли имконияти туғилган юзанинг тузилишини атом ортидан атом еки кимёвий модификациялаш	Atomic manipulation: atom by atom modification of surface structure or chemistry made possible by advanced techniques like atomic force microscope and scanning tunnelling microscope
Таъқиқланган чегаранинг кенглиги	Таъқиқланган чегаранинг кенглиги: барча электрон энергетик ҳолатлар таъқиқланган қаттиқ жисмдаги валент чегара ва ўтказувчанлик чегараси орасидаги энергетик туйнук	Band gap: energy gap between the valence band and conduction band in a solid in which all electronic energy states are forbidden
Биомослашувчанлик	Биомослашувчанлик: ноҳуш ўзгаришларни чақирмай материалнинг биологик тизим билан таъсирлашувида ўз	Biocompatibility: capability of a material in contact with a biological system to perform its intended

	вазифаларини бажариши	function without causing deleterious changes
Биомиметика	Биомиметика: замонавий технологияларни қўллаш билан муҳандислик тизимларни тадқиқ қилиш ва лойиҳалаштириш учун табиий тизимларга ўхшаш, инженерия ёки тақлид қилиш тўғрисидаги фан	Biomimetic: the science of imitating or reverse engineering from natural systems to the study and design of engineered systems using modern technology
Бот	Бот: робот ёки автоматлаштирилган интеллектуал машина	Bot: a robot or automated intelligent machine
Тагдан-тепага	Тагдан-тепага: асосий бирликлари нанозаррачалар/нанотизимларни ҳосил қилиш билан бирлашадиган атом миқёсидаги асосий бирликларидан наноматериалларнинг синтез қилиш стратегияси	Bottom-up: a strategy for synthesizing nanomaterials from atomic scale fundamental units where the fundamental units link up to form nanoparticles/nanostructures
Бакминстер - фуллерен	Бакминстер - фуллерен: Ричард Бакминстер Фуллерен томонидан лойиҳалаштирилган геодезик гумбазга ўхшаши туфайли унинг шарафига номланган C60 формулани доирасимон молекула; Бакминстерфуллерен – фуллереннинг дастлабки топилган молекуласи ҳисобланади, шу билан бирга қурумда оз миқдорда топилиши мумкин бўлганлиги учун табиий ҳосил бўлиши	Buckminster fullerene: a spherical molecule with the formula C60, named in homage to Richard Buckminster Fuller, due to its resemblance to the geodesic dome designed by him; Buckminster fullerene is the first fullerene molecule to be discovered and is also the most common in terms of natural occurrence, as it can be found in small

	нуқтаи назаридан энг кўп тарқалган ҳисобланади.	quantities in soot
Заряд боғланишли қурилма (CCD)	Заряд боғланишли қурилма (CCD): зарядланган позицион-сезгир ахборотни йиға оладиган ва рақамли тасвирларни ишлатиш учун кенг қўлланиладиган манипуляциялар учун рақамли маълумотларга ўтказиладиган қурилма	Charge-coupled device (CCD): a device that can gather position-sensitive charge information and convert to digital data for manipulation, which is used extensively for digital imaging applications
Комплементарметалоксидли ярим ўтказгич (CMOS)	Комплементар металоксидли ярим ўтказгич (CMOS): интеграл схемалар (ICs) ва ўта катта интеграл схемаларни (VLSI) яшаш учун янги технология, асосий афзалликлари кам энергия сарф қилиши ва юқори шовқин даражасида бўлиб бу ўз навбатида юза бирлиги доирасида қурилмаларнинг юқори зичлигини таъминлайди	Complementary metal-oxide semiconductor (CMOS): an emerging technology for the fabrication of ICs and VLSI, the main advantage being low power consumption and high noise, enabling larger density of devices within unit area
Углеродли нанотрубка (CNT)	Углеродли нанотрубка (CNT): тасвир форматининг юқори ўзгартирилиб туришли цилиндрсимон наноструктурали углероднинг аллотропик шакли; уларнинг ўзгача бўлган электрон ва магнит хоссалари кенг қўлланилади.	Carbon nanotube (CNT): an allotrope of carbon with cylindrical nanostructure and having high aspect ratios; their unusual electronic and magnetic properties find wide applications
Коллоид	Коллоид: ўзлуксиз мухитдаги дисперсияланган модданинг бир турдаги суспензияси; қаттиқ,	Colloid: a homogenous suspension of a dispersoid in a continuous medium; it

	суюқ ёки газсимон бўлиши мумкин.	may be a solid, liquid or gas
Буғ фазасидан кимёвий чўктириш (CVD)	Буғ фазасидан кимёвий чўктириш (CVD): газсимон реагентларнинг қўлланилиши билан юпка пленкаларнинг тагликда чўктириш услуги	Chemical vapour deposition (CVD): a technique for depositing thin films on a substrate using gaseous reactants
Холилаштирилганхудуд	Холилаштирилганхудуд : зарядларни эркин ташувчиларидан холи бўлган яримўтказгич материалларнинг бирлашиш жойи	Depletion zone: a region at the junction of semiconducting materials that is devoid of free charge carriers
Дислокация	Дислокация: кристаллографический линейный дефект, включающий нерегулярность периодического расположения атомов (отсутствие ряда атомов в плоскости) в кристалле	Dislocation: a crystallographic line defect involving irregularity in the periodic arrangement of atoms (missing row of atoms in a plane) in a crystal
ДНК-чип	ДНК-чип: гендаги мутацияларни ёки ўзгаришларни идентификациялаш учун қўлланиладиган яримўтказгичли микрочип асосидаги датчик	DNA chip: a sensor based on a semiconductor microchip used to identify mutations or alterations in a gene
Тенг каналли бурчакли пресслаш(ЕСАР)	Тенг каналли бурчакли пресслаш(ЕСАР): шакл ва ўлчамларини ўзгартиришсиз катта микдордаги деформацион силжишни киритувчи ултрадисперс тузилишли заррачаларни ишлаб чиқариш учун пластик деформациянинг оғир техникаси; экструзия иштирокидаги ўхшаш жараённи намоён қилувчи тенг каналли	Equal channel angular pressing (ECAP): a severe plastic deformation technique for producing ultrafine grain structures, which introduces a large amount of shear strain into the materials without changing its shape or dimensions; equichannel angular extrusion (ECAE) is a

	бурчак экструзияси (ЕСАЕ)	similar process involving extrusion
Электрон микроскоп	Электрон микроскоп: тезлаштирилган электронларнинг коллимирилган дастасини намунага фокуслаб атом ўлчамидаги катталаштирилган тасвирни олиш учун қўлланиладиган микроскоп	Electron microscope: a microscope that focusses a collimated accelerated electron beam on the specimen to produce a magnified image at atomic resolution
Электрон бурун	Электрон бурун: хид еки таъмларни аниқлаш учун бир неча кимёвий сенсорлардан ташкил топган қурилма	Electronic nose: a device consisting of an array of chemical sensors to detect odours or flavours
Электрон тил	Электрон тил: таъмларни аниқлаш ва таққослаш учун бир неча кимёвий датчиклардан ташкил топган қурилма	Electronic tongue: a device consisting of an array of chemical sensors to detect and compare tastes
Эпитаксия	Эпитаксия: асосий таглик билан кристаллографик тартибни (когерентликни) таъминлаш учун иккиламчи фазанинг ўсиши	Epitaxy: growth of a secondary phase maintaining a perfect crystallographic registry (coherency) with the underlying substrate
Fab	Fab: интеграл схемалар ва ва яримўтказгичли асбобларни ишлаб чиқариш учун назорат қилинувчи чўктириш жараёнлари ва тоза хоналардан ташкил топган микротехнологик объект	Fab: a microfabrication facility consisting of clean rooms and controlled deposition process for the fabrication of semiconductor devices and ICs
Майдон эффектлитранзистор (FET)	Майдон эффектлитранзистор (FET): электр майдони ёрдамида ўтказувчанлигини	Field effect transistor (FET): a transistor whose conductivity can be controlled by

	бошқариш мумкин бўлган транзистор	electrical field
Ёқилғиэлементи	Ёқилғи элементи: ташқи манба ёқилғиси ёки реагенти асосида электр энергиясини ишлаб чиқариш имкониятига эга электрохимёвий ячейка	Fuel cell: an electrochemical cell capable of producing electrical energy with fuel or reactant being used up from an external source
Гигантмагнит қаршилиги (GMR)	Гигантмагнит қаршилиги (GMR): юпқа пленкали структураларда кузатиладиган квант-механик эффект: ферромагнит қаватнинг магнит майдони таъсирга учраганда электр қаршилиги сезиларли даражада камаяди	Giant magnetoresistance (GMR): quantum mechanical effect observed in thin film structures: the electrical resistance decreases significantly when the ferromagnetic layer is exposed to a magnetic field
Заррачаларнинг чегараси	Заррачаларнинг чегараси: 2D-дефект, аниқ аниқланган иккита чегараланувчи кристалларнинг интерфейси	Grain boundary: a 2D defect, the interface bordering two well-defined crystals
Заррачалар чегарасининг миграцияси	Заррачалар чегарасининг миграцияси: термик ёки механик кучланиш йўли ёрдамида фаоллаштирилган заррачалар чегараларининг келишилган харакати	Grain boundary migration: coordinated movement of grain boundaries activated either thermally or by mechanical stress
Холл-Петч қонуни	Холл-Петч қонуни: асосан чегарадаги заррачанинг мустахкамлашуви хисобига хосил бўлувчи кристалсимон модданинг қаттиқлигига заррачаларнинг ўлчамини тескари	Hall–Petch relation: the effect describing the inverse effect of grain size on the hardness of a crystalline solid that arises mainly due to grain boundary strengthening

	таъсирини тавсифловчи эффекти	
Иссик изостатик преслаш (HIPing)	Иссик изостатик преслаш (HIPing): майин заррачаларни яхлит қисмларга сиқиш учун юқори гидростатик босим ва хароратни қўллаш жараёни	Hot isostatic pressing (HIPing): the process of using high hydrostatic pressure and temperature to compress fine particles into coherent parts
Кридер қонуни	Кридер қонуни: қаттиқ дискларнинг хотира хажми деярли хар йили икки баробар кўпаяди	Kryder's law: the memory storage capacity of hard drives doubles almost every year
Светодиод (LED)	Светодиод (LED): электролюминесценция принципига асосан ишловчи яримўтказгичли нур манбаи, нурланувчи ёруғликнинг тўлқин узунлиги яримўтказгичларнинг таъқиқланган худуди кенглигига боғлиқ	Light-emitting diode (LED): a semiconductor light source working on the principle of electroluminescence, where the wavelength of light emitted depends on the band gap of semiconductors
Суюқкристал (СК)	Суюқ кристал (СК): суюқлик ва қаттиқ кристалсимон модда хоссалари оралиғидаги материя; суюқ кристалли дисплейларда кенг қўлланилади	Liquid crystal (LC): a state of matter with properties between a liquid and solid crystal; it is used extensively in liquid crystal displays
Магиксон	Магиксон: анчагина юқори бўлган структуравий ва потенциал турғунликни таъминловчи кластердаги атомларнинг критик сони	Magic number: a critical number of atoms in a cluster size providing it higher structural and potential stability
Механикқотишмалаш	Механик қотишмалаш: юқори энергияли шарли тегирмонда заррачаларнинг қайта деформацияланиши ва ёриқлари натижасида майдаланиши,	Mechanical alloying: a solid state process in which grain refinement occurs by repeated deformation, fracturing and cold welding of powder particles in a high-energy ball mill

	кукунларнинг заррачалари совук пайванланадиган қаттиқ жисмдаги жараён	
Суюқланиш хароратининг осцилляцияси	Суюқланиш хароратининг осцилляцияси: заррачаларнинг ўлчами ассосий массадан субнанометргача камайиб микдорининг ошиши натижасидаги суюқланиш хароратини бостириш ходисаси	Melting point oscillation: the phenomenon of suppression of melting point followed by elevation as the particle size is reduced from bulk to sub-nanometre size
Микроэлектромеханик системалар(MEMS)	Микроэлектромеханик системалар (MEMS): электр энергияси билан бошқариладиган микрорамермеханик тизим; механик қурилмаларнинг ўлчамлари нанометрик диапазонга яқинлашганда уларни наноэлектромеханик тизимлар деб аташади (NEMS)	Microelectromechanical systems (MEMS): a microdimensional mechanical system driven by electrical energy; when the dimensions of the mechanical devices approach nanometric range they are termed nanoelectromechanical systems (NEMS)
Мезоғовакли	Мезоғовакли: бир меъёрда бер текис жойлашган мезоғовакли (диаметри 2-50 нм) ғоваксимон материаллар; юза сиртининг катталиги уларни адсорбент еки катализаторлар сифатида фойдали қилади	Mesoporous: porous materials with regularly arranged, uniform mesopores (2–50 nm in diameter); their large surface areas make them useful as adsorbents or catalysts
Микрокантилевер	Микрокантилевер: микрометр миқёсидаги ўлчамли кантилеверли нур, MEMS соҳасида, датчикларда, резонаторларда ва ҳкз кенг қўлланилади	Microcantilever: a cantilever beam with dimensions in the micrometer scale that is extensively used in the field of MEMS, sensors, resonators, etc.

Молекуляр электроника	Молекуляр электроника: электрон курилмаларда қўлланилиши учун молекулаларнинг тадқиқи ва қўлланилиши	Molecular electronics: the study and application of molecules for electronic device applications
Мур қонуни	Мур қонуни: курилманинг юза бирлигига ўрнаштирилган транзисторларнинг сони тахминан ҳар 18 ойда икки баробар кўпайишини назарда тутувчи хисоблаш курилмаларидаги ўзққмуддатли тренд	Moore's law: a long-term trend in computing hardware suggesting that the number of transistors built in a unit area of the device approximately doubles every 18 months
Мултиплет иккиламчи заррачалар (МТР)	Мултиплет иккиламчи заррачалар (МТР): олмос (C, Si, Ge) ва қотишмалар типидаги яримўтказгичлардан, кубсимон ёқларимарказлаштирилган металлардан олинган юпқа пленкалар (кристалл тагликларда чўктирилган) ва нанокристалл заррачалардаги бешинчи тартибли псевдосимметриянинг кузатилиши	Multiply twinned particles (MTP): observed frequently with a pseudo five-fold symmetry in nanocrystalline particles and thin films (deposited on crystalline substrates) of cubic face-centred metals, diamond-type semiconductors (C, Si, Ge) and alloys
Мултиқаватлар	Мултиқаватлар: бир-бирига жойлаштирилган турли хил кимёвий таркибли ёки структурали юпқа пленкалар	Multilayers: thin films of differing chemistry or structure deposited one over the other
Нано	Нано: карликни ёки бирон-бир кичик нарсани билдирувчи грекча олд қўшимчаси, бир миллиарддан бир қисмини билдиради (10^{-9})	Nano: Greek prefix meaning dwarf or something very small; depicts one billionth (10^{-9}) of a unit

Нанобот	Нанобот: нанометрли ўлчамлардан ташкил топган компонентли робот (ярим ёки тўлиқ автоматлаштирилган интеграл машина); улар нанороботлар, нанойдлар, нанитлар, наномашиналар ёки наномитлар номлари билан ҳам учрайди	Nanobots: a robot (semi- or fully-automated intelligent machine) consisting of components of a few hundred nanometre-dimensions; they are also referred to as nanorobots, nanoids, nanites, nanomachines or nanomites
Нанотолалар	Нанотолалар: 100 нм дан кичик бўлган диаметрли толалар	Nanofibre: fibres with diameter less than 100 nm
Нанодисперсия	Нанодисперсия: металлар, керамик, углеродли нанотрубкалар ва хкз нанозаррачаларнинг коллоид суспензияси	Nanofluid: colloidal suspension of nanoparticles of metals, ceramic, carbon nanotubes, etc.
Наноиндентификация лаш	Наноиндентификация лаш: наноўлчамли хажмларга қўлланилувчи босишдаги қаттиқлик тести, кичик босимларда алохида нанозаррачаларнинг қаттиқлигини аниқлаш учун	Nanoindentation: an indentation hardness test applied to nanoscale volumes at small loads to obtain the hardness of individual nanoparticles
Нанолитография	Нанолитография: наноўлчамли деталларни шакллаш учун нано ишлаб чиқариш техникаси; интеграл схемалар ва NEMSлар ишлаб чиқаришда кенг қўлланилади	Nanolithography: a nanofabrication technique for patterning nanoscale features; used extensively in the fabrication of ICs and NEMS
Наноматериал	Наноматериал: бирон бир ўзгариши нано даражада (<100 нм) бўлган материалларнинг синфи	Nanomaterial: class of materials in which at least one of the dimensions is on the nanoscale (<100 nm)
Наностержнлар	Наностержнлар: ёқларининг нисбати 3-5 диапазонда бўлган 3Д наноструктуралар;	Nanorods: 3D nanostructures with aspect ratio typically in the range of 3–5; all

	уларнинг барча ўлчамлари 1-100 нм диапазонида бўлади	their dimensions are in the range 1–100 nm
Наноқобиклар	Наноқобиклар: диаметри бир неча ўнликдаги нанометрда бўлган объект ядроси устидаги юпқа қобик	Nanoshells: a thin coating over a core object a few tens of nanometres in diameter
Нанотехнологиялар	Нанотехнологиялар: атом ва молекула даражасида моддаларнинг устидаги манипуляциялар; одатда 1 дан 100 нанометргача бўлган ўлчамдаги структуралар билан ишланади, ҳамда бир кўрсаткичи шу ўлчамларда бўлган материалларни ёки қурилмаларни ишлаб чиқишни ўз ичига олади	Nanotechnology: study of manipulating matter on an atomic and molecular scale; generally deals with structures sized between 1 and 100 nanometres in at least one dimension, and involves developing materials or devices possessing at least one dimension within that size
Наносимлар	Наносимлар: нанометр ўлчамли кенгликдаги ва геометрик ўлчамларининг нисбати 1000 ва ундан юқори бўлган 1Д наноструктуралар	Nanowires: 1D nanostructures with width of nanometric dimensions and exhibiting aspect ratios of 1000 or more
Наноэлектромеханические системы (NEMS)	Наноэлектромеханические системы (NEMS): см MEMS	Nanoelectromechanical systems (NEMS): refer MEMS
Оптоэлектроника	Оптоэлектроника: электрон қурилмалардани электромагнит фотонларнинг қўлланилиши; “электр сигналини оптик сигналга” ёки “оптик сигнални электр сигналга” ўтказувчи ўзгарткичлар бўлиши мумкин	Opto-electronics: an application of electromagnetic photons for electronic device applications; they can be either electrical-to-optical or optical-to-electrical transducers
Фотокатализ	Фотокатализ: катализатор иштирокида фотонлар	Photocatalysis: phenomenon of

	оқимини қўллаш билан кимёвий реакция тезлигини тезлаштириш феномени	accelerating a chemical reaction rate using a photon beam in the presence of a catalyst
Фотолюминесценция (PL)	Фотолюминесценция (PL): баъзи бир моддаларнинг маълум бир тўлқин узунликдаги электромагнит нурларни ютиб ва қайтадан фотонларни турли хил тўлқин узунликда нурлатувчи жараён	Photoluminescence (PL): a process by which certain substances absorb electromagnetic radiations of specific wavelengths and re-radiate photons of different wavelength
Фотонкристаллар	Фотонкристаллар: электромагнит тўлқинларни тарқатилишига таъсир этишга мўлжалланган даврий диэлектрик ёки металл диэлектрик оптик наноструктуралар	Photonic crystals: periodic dielectric or metallo-dielectric optical nanostructures that are designed to affect the propagation of electromagnetic waves (EM) in the same way as the periodic potential in a semiconductor crystal affects electron motion by defining allowed and forbidden electronic energy bands
Фотоника	Фотоника: маълумотларни бошқаришда электронлар ўрнига еруғликни (фотонларни) қўлловчи электроника	Photonics: electronics using light (photons) instead of electrons to manage data
Пьезорезистив эффект	Пьезорезистив эффект: ташқаридан механик босим таъсирига боғлиқ равишда материалнинг электр қаршилигининг ўзгариш ходисаси	Piezoresistive effect: phenomenon by which electrical resistance of a material varies with externally applied mechanical pressure
Плазма	Плазма: ионлашган модданинг анчагина катта фракциясини ўзида	Plasma: a state of matter containing a significantly large

	сақловчи модданинг холати; плазманинг хоссалари қаттиқ моддалардан, суюқликлардан ёки газлардан тубдан фарқ қилади	fraction of ionized matter; plasma properties differ significantly from those of solids, liquids or gases
Буғ фазасидан физикавий чўктириш (PVD)	Буғ фазасидан физикавий чўктириш (PVD): тагликда юпка пленкаларни олиш учун атомларни мўлжал материалдан бўғлатиш иштирокида вакуум чўктиришнинг турли технологиялари	Physical vapour deposition (PVD): a variety of vacuum deposition technique involving vaporization of atoms from target material to produce a thin film on a substrate
Пиролиз	Пиролиз: аланга(<i>pyr</i>) остида ажратишни (<i>lysis</i>) англатувчи грекча сўз; кислород иштирокисиз юқори хароратларда органик моддани парчалашни ўз ичига олувчи термохимёвий усул	Pyrolysis: Greek word denoting separation (<i>lysis</i>) under fire (<i>pyr</i>); a thermochemical method involving decomposition of organic material at elevated temperatures in the absence of oxygen
Кванткомпютерлар	Кванткомпютерлар: кириш маълумотларидаги операцияларда квант-механик ходисаларини қўлловчи ҳисоблаш асбоблари	Quantum computers: a computational device using quantum mechanical phenomena for operations on input data
Квантнуқталари	Квантнуқталари: электронларнинг энергия холатлари барча учта кенглик ўлчамларида аниқланадиган 0Dнаноструктуралар; уларнинг электрон хоссалари кластерлар ва яримўтказгичлар орасида бўлади	Quantum dots: 0D nanostructures in which electron energy states are confined in all three spatial dimensions; their electronic properties are between that of clusters and bulk semiconductors
Кубит	Кубит: ҳисоблашлардаги битнинг квант	Qubit: a quantum-computing equivalent

	эквиваленти; атомларнинг квант хоссаларини ўлчаш қўшимчаси билан	to a bit; with an additional dimension of quantum properties of atoms
Резонансли туннелланган қурилма (RTD)	Резонансли туннелланган қурилма (RTD): электронларни фақатгина икки йўналишда ушлаб қолувчи узун ва қисқа яримўтказгичли оролчалардан ташкил топган 2Dквант ускуналари	Resonant tunnelling devices (RTD): 2D quantum devices that consist of a long and narrow semiconductor island, with electron confinement only in two directions
Резонанс-туннелли транзисторлар (RTT)	Резонанс-туннелли транзисторлар (RTT): RTD га қара	Resonant tunnelling transistors (RTT): see RTD
Сканирловчи яқинхудудли оптикмикроскопия(SNOM)	Сканирловчи яқинхудудли оптикмикроскопия(SNOM): намунани ишлатилаётган нурнинг тўлқин узунлигидан кичик бўлган ўлчамдаги тирқиш орқали ёритади, намунани яқинхудудли манба режими доирасида жойлаштирилади; оддий объектив ёрдамида намунадаги диафрагманинг сканерлаш йўли билан тасвир шаклланиши мумкин бўлади	Scanning near-field optical microscopy (SNOM): illuminates a specimen through an aperture of a size smaller than the wavelength of light used and with the specimen positioned within the near-field regime of the source; by scanning the aperture across the sample through a conventional objective, an image can be formed
Ўз-ўзини йиғиш	Ўз-ўзини йиғиш: бирор бир ташқи куч таъсирисиз бир текис ёки ташкиллаштирилган тузилиш ҳосил қилиш учун компонентларнинг ўз ичида ўзаро таъсирлашув жараёни	Self-assembly: process in which the components interact within themselves to form aligned or organized structures without any external force
Шакл хотирали полимерлар	Шакл хотирали полимерлар: хароратнинг	Shape memory polymers: smart

	г ўзгариши каби ташқи кучлар таъсирида вужудга келган ташқи кучлар таъсирида деформациядан сўнг ўзининг дастлабки шаклига қайтиш қобилятига эга ақлли полимерлар	polymers capable of returning to their original shape after being deformed by external forces, when triggered by an external stimulus such as temperature change
Бирэлектронли транзистор (SET)	Бирэлектронли транзистор (SET): чиқувчи заряднинг жуда кичик ўзгаришларини аниқлаш қобилятига эга мосламалар; биргина электрон учун ҳам зарядлар фарқи “ёқий-ўчириш” функциясини чақиритиши мумкин	Single electron transistor (SET): devices that are capable of detecting very small variations in the charge of the gate; charge differences of even one electron can cause the on-and-off switching function of SET
Золь-гель усул	Золь-гель усул: кейинчалик қовушқоқ гел ва қаттиқ материалга ўтувчи коллоид суспензияни (“зол”) генерациялашни ўз ичига олуши жараён	Sol-gel method: a process that involves the generation of a colloidal suspension (‘sol’), which is subsequently converted to viscous gel and solid material
Спинтроника (спин асосидаги электроника)	Спинтроника (спин асосидаги электроника): электронларнинг иккиланган хоссаларини, жумладан заряд ва спин ҳолатини қўлловчи янги технология; магнито-электроника сифатида ҳам маълум	Spintronics (spin-based electronics): an emerging technology, which exploits the dual property of electrons, namely charge and spin state; also known as magneto-electronics
Учқунли плазмали пишириш (SPS)	Учқунли плазмали пишириш (SPS): графит матрицаси шунингдек ўтказувчан намуналар ҳолатида пиширилаётган кукундан бевиста ўтаётган доимий импульс	Spark plasma sintering (SPS): a sintering technique using pulsed DC current that directly passes through the graphite die, as well as

	токи қўлланилишидаги пишириш техникаси	the powder to be consolidated, in case of conductive samples
Ўтаўказувчан квантинтерферометр (SQUID)	Ўтаўказувчан квантинтерферометр (SQUID): ўта кучсиз магнит майдонларини ўлчаш имкониятига эга мослама	Superconducting quantum interference device (SQUID): a device capable of measuring extremely weak magnetic fields
Жойлашиш дефектлари	Жойлашиш дефектлари: атомларнинг нотўғри кетма-кет планар жойлашуви натижасида ҳосил бўлувчи кристаллографик дефектлар	Stacking faults: crystallographic defects arising due to wrong stacking sequence of planar arrangement of atoms
Сканирловчи туннелли микроскоп (СТМ)	Сканирловчи туннелли микроскоп (СТМ): атом даражасида юзаларнинг тасвирларини қайта ишлашда цўлланиладиган қурилма; квант тунеллаш қонунлари асосида ишлайди	Scanning tunnelling microscope (STM): an instrument used for imaging surfaces at the atomic level; it works on the principle of quantum tunnelling
Ўта эгилувчанлик	Ўта эгилувчанлик: чўзилувчанликка бўлган тадқиқотларда кутилаётган нормаларнинг чегараларидан анча катта бўлган материалнинг деформацияланиш қобилияти	Superplasticity: ability to deform a material well beyond the limits expected from normal tensile tests
Юзаплазмон (SP)	Юзаплазмон (SP): ёруғлик билан кучли таъсирлашиш натижасида поляритонга олиб келувчи юзага мос келувчи плазмонлар	Surface plasmon (SP): plasmons that are confined to surfaces and interact strongly with light resulting in a polariton
Дориларни мақсадли	Дориларни мақсадли	Targeted drug

етказиш	етказиш: терапияда локаллашган зарарланган хужайраларга/тўқималарга керак бўлган миқдорда фармацевтик бирикмани киритиш	delivery: administration of a pharmaceutical compound in desired amount to a localized diseased cell/tissue for therapy
Юпқа пленкали транзисторлар (TFT)	Юпқапленкали транзисторлар (TFT): яримўтказгичли ва диэлектрик материалли юпқа пленка қаватли транзисторлар; радиографиянинг LCD ва рақамли иловаларида қўлланилади	Thin film transistors (TFT): an FET made of thin film layers of semiconducting and dielectric materials; used in LCD and digital radiography applications
Юпқа пленкалар	Юпқа пленкалар: атомар конструкцияланган қаватлар нанометрдан максимум бир неча микронгача бўлган диапазонда бўлган қалинликдаги пленкалар	Thin films: atomically engineered layers with film thickness usually in the range of nanometers to a maximum of a few microns
Тўқимали инженерия	Тўқимали инженерия: сут эмизувчиларнинг асосий тўқималарининг тузилиши ва функционал асослари ҳамда функцияларини тиклаш, қўллаб туриш ёки яхшилаш учун биомослашувчан ўрнини босувчиларнинг қўлланилиши тўғрисидаги фан	Tissue engineering: science of structural and functional fundamentals of mammalian tissues and application of biocompatible substitutes to restore, maintain or improve functions
Төпадан пастга	Төпадан пастга: нанокристалл материални олиш билан микрокристалл модданинг майдалашни ўз ичига олади; наноструктураларни синтез қилишнинг қаттиқ	Top-down: involves fragmentation of a microcrystalline material to yield a nanocrystalline material; all solid state synthesis routes of nanostructures fall into

	моддали йўллари шу категорияга киради	this category
Учкаррали тугун	Учкаррали тугун: учта кристалларнинг еки зарраларнинг тўқнашувидаги тугун	Triple junction: a node at the intersection of three crystals or grains
Буғ-суюқлик-қаттиқ модда усули (VLS)	Буғ-суюқлик-қаттиқ модда усули (VLS): буғ фазасидан кимёвий чўктиришдаги наносимлар каби бирўлчамли наноструктураларнинг ўсиши учун механизм; кристалларнинг ўсиши ва кинетикаси самарадорлигини ошиши учун қўлланилади, каталитик суюққотишмали фаза буғларни ўтатўйинганлик даражасигача тезда адсорбциялаши мумкин	Vapour–liquid–solid method (VLS): a mechanism for the growth of one-dimensional nanostructures, such as nanowires, from chemical vapour deposition; to enhance the efficiency and kinetics for the growth of crystals, a catalytic liquid alloy phase which can rapidly adsorb a vapour to supersaturation levels is used
Вискерлар	Вискерлар: эркиндислок ацияланадиган кристаллнинг нозик толали ўсиши	Whiskers: thin fibrous growth of a dislocation free crystal
Рентгенфотоэлектронспектроскопия (XPS)	Рентгенфотоэлектронспектроскопия (XPS): кимёвий модданинг юзасини микдорий анализ қилиш услуги, элемент таркибини аниқлайди; Усул, рентген нурлари билан қаттиқ модданинг нурлаш ёрдамида олинган фотоэлектронларнинг тавсифини ўз ичига олади	X-ray photoelectron spectroscopy (XPS): a quantitative surface chemical analysis technique that measures the elemental composition; the technique involves characterization of photoelectrons produced by irradiating a solid material with x-rays

<i>Композицион материал</i>	Ишлаб чиқарилган, икки ёки кўпроқ физикавий ва/ёки кимёвий ҳар хил	It is manufactured, it consists of two or more physically
-----------------------------	--	---

	бўлган, матрица (интерфейс) ичида тартибли жойлашган фазалардан ташкил топган материал.	and/or chemically distinct, suitably arranged or distributed phases with an interface separating them.
Матрица, интерфейс	Композицион материалнинг бир бутунлигини боғловчи таъминловчи компонент	The binding material ensuring the integrity of the structure
Матрица материаллари	Металл, керамика, полимер	Metal, ceramics, polymer
Боғловчи материалнинг вазифаси	Маҳсулотга маълум геометрик шакл бериб, кучланишларни ҳажм бўйича бир хил тақсимланишини таъминлайди ва маълум механик хоссани шакллантиради, ҳамда арматура ёки қўшимчаларни ташқи муҳитдан сақлайди.	Gives the material the necessary geometric shape, distributes the load evenly throughout the volume, keeps the armature or fillers from the effects of the environment
Композитнинг мустаҳкамлигини оширадиган компонент	Мустаҳкамлаштирувчи компонент, армировка материали, арматура	reinforcement material, reinforcement
Нол-ўлчамли қўшимчалар	Улчами уч йўналишда кичик бўлган қўшимчалар - қум, майда (кукун) доначаларга эга бўлган металллар, фосфатлар, шиша ва лойсимон микросфера шаклдаги материаллар.	The dimensions of the reinforcing additive is very small in all 3 directions – the particles of sand, metal powders, phosphates, glasses, materials with forms of clay microspheres
Бир ўлчамли қўшимчалар	Толасимон тўлдирувчилар, арматура	Fiber shaped elements, fittings,

	элементлари, калта толали табиий материаллар -асбест, ўсимлик материаллари, толасимон кристаллар (алюминий нитрид, бериллий оксиди, бор карбиди, кремний нитриди), узун толали ҳар хил органик бирикмалар.	short natural fiber materials-asbestos, plant materials, fiber-shaped crystals (aluminum nitride, berilliy oxide, boron carbide, and silicon nitride), different length fiber of organic compounds.
<i>Икки ўлчамли тўлдирувчилар</i>	Ленталар, матолар, матлар, тўрсимон элементлар.	Tapes, mats, fabrics, nets elements.
<i>Изотроп композицион материал</i>	Материалларнинг хоссалари ҳамма йўналишда бир хил булиши керак.	Material properties in all directions are the same.
<i>Изотроп композитлардаги мустикаштирувчи компонент</i>	Дисперс ҳолдаги мустикамлаштирувчи компонентлар: микро- ва нанозаррачалар.	Dispersed reinforcing components: micro-and nanopowders.
<i>Анизотроп композицион материал</i>	Материалларнинг турли йўналишлардаги хоссалари фарқ қилади.	Material properties in all directions different
<i>Анизотроп композитлардаги мустикаштирувчи компонент</i>	Арматура сифатида толалар, пластинкалар, матолар, тўрлар маълум йўналишда жойлаштирилган бўлади.	As reinforcement in a particular order fibers, plates, fabrics, nets are arranged
<i>Полиармировка қилинган композитлар.</i>	Икки ва ундан кўп турдаги мутикамлаштириш тўлдиргичлари қўлланилган композицион материаллар.	Composite materials, reinforced by two or more types of reinforcers

<i>Дисперс-мустаҳкамлаштирилган композицион материаллар</i>	Матрица оғирлик ва мустаҳкамликни таъминловчи асосий элемент, дисперс заррачаларнинг улчамлари 0,01...0,1 мкм	The matrix provides strength and weight, the particle size of 0,01... 0,1 μm
<i>Дисперс-мустаҳкамлаштирилган композицион материаллар</i>	Изотроп хусусиятларга эга материал	Isotropic material
<i>Дисперс-мустаҳкамлаштирилган композицион материалларни ишлаб чиқариш усуллари</i>	Кукун металлургия усуллари ёки суюқ металл таркибига куйиш олдидан тўлдиргичлар кўшиш усуллари ёрдамида ишлаб чиқарилади.	Powder metallurgical methods, the method of adding additives to liquid metal before casting
<i>Куйдирилган алюминий кукуни (САП)</i>	Алюминий матрицаси ва 18%гача алюминий оксиди заррачаларидан иборат бўлади	Consists of a matrix of aluminum with additions of up to 18% of particles of aluminum oxide
<i>Никель асосида тайёрланган композитлар</i>	Матрица сифатида никель ва унинг хром билан қотишмалари қўлланилади (хромнинг миқдори - 20%гача), мустаҳкамлаштириш компонентлари - торий ва гафний оксидлари.	As the matrix involved Nickel and its chromium alloy (chromium content up to 20%), reinforcing components – thorium and hafnium oxides
<i>Бор толлари</i>	Юқори мустаҳкамлик, қаттиқлик, юқори хароратда бузилишга чидамли; 70...200 мкм диаметрига эга; улар металлик ва полимер матрицалани армировка қилиш учун қўлланилади	Have high strength, hardness, are not destroyed at high temperature, diameter 70...2000 μm, are used for reinforcement of metal and polymer matrix

<i>Углерод толалари</i>	Юқори мустаҳкамликга эга, механик хоссалари термик барқарор; алюминий ва магнийни армировка қилиш учун қўлланилади;	Have high strength, mechanical properties resistant to the temperatures; used for the reinforcement of aluminum and magnesium
<i>Керамик толалар</i>	Оксид, нитрид, карбидлар асосида тайёрланади, юқори каттиқлик, мустаҳкамлик ва термик барқарорликга эга; алюминий ва магнийни армировка қилиш учун қўлланилади	Are made of oxides, nitrides, carbides; have high hardness, strength and heat resistance; used for the reinforcement of aluminum and magnesium
<i>Шишатола</i>	Мустаҳкамлик, термик бардошлик, диэлектрик хоссаларга ва паст иссиқлик ўтказувчанликга эга; иссиқлик изоляция материаллар, конструкцион материаллар ишлаб чиқаришда қўлланилади.	Have strength, heat resistance, dielectric properties and low thermal conductivity, used in the manufacture of insulating and structural materials
<i>“E –glass” (E-шиша)</i>	Электрик толалар белгиланади, Е-шиша яхши электр изолятор, яхши механик ва эластиклик модулига эга	Electric fiber, E-glass is a good insulator, has good mechanical elastic properties
<i>“C –glass” (C-шиша)</i>	Коррозия турдаги толалар белгиланади, С-шиша юқори кимёвий коррозияга бардошлиги билан тавсифланади;	Corrosion fiber, C-glass has high chemical resistance
<i>“S –glass” (S-шиша)</i>	Энг юқори термик ва оловбардошликга эга шишалар	Have the highest temperature resistance and

		refractoriness
<i>Кевлар-29 арамид толаси</i>	Канатлар, кабеллар, қопламали матолар, архитектура матолари ва баллистик химоя матолари - бронезилетлар ишлаб чиқаришда қўлланилади	Used in the manufacture of ropes, cables, protection fabrics, architectural fabrics and fabrics for ballistic protection of body - armor
<i>Гетинакс</i>	Қатламли композит, таркибида қоғоз ва смола мавжуд (фенолоформальдегид ёки б.).	Layered composite, composed of paper and resin (phenol formaldehyde, etc.)
<i>Ёғоч-қатламли пластиклар (ДСП)</i>	Фенолоформальдегид ва крезолоформальдегид смола матрицаси/ёғоч шпонидан иборатдир.	Consists of phenolformaldehyde and cresol formaldehyde resin/veneer
<i>Матрица</i>	Материалнинг бутун жаҳми бўйича узлуксиз жойлашган компонент аталади.	Component located continuously throughout the volume of the material
<i>Армировка компонентлари</i>	Конструкциян композитларда асосан керакли механик хусусиятларни (мустаҳкамлик, каттиқлик ва б.) таъминлайди	Provide in composite materials the necessary mechanical properties (strength, hardness, etc.)
<i>Термореактив полимерлар</i>	Полимер занжири ҳосил бўлаётганда қотиш реакцияси ҳам содир бўлади. Бу реакциялар махсус кимёвий моддалар таъсирида, ёки иссиқлик ва босим таъсирида, ёки	During the formation of the polymer chain occurs in the hardening reaction. The hardening reaction can be initiated using the

	мономерларга электронлар оқимини таъсир этиш натижасида содир бўлади.	appropriate chemicals or by applying heat and pressure, or by exposure to a monomer to an electron beam.
<i>Термопластлар</i>	Полимерлар температура ва босим таъсирида оқувчанлик эга бўладилар ва иссиқлик таъсирида юмшоқ ёки пластик ҳолатга ўтадилар. Хона ҳароратигача совутилганда бундай полимерлар ҳам қотади.	Polymers that flow when exposed to temperature and pressure, i.e., they soften or become plastic when heated. After cooling to room temperature, the thermoplastic solidifies.
<i>Полимер матрицали композитлар</i>	Тайерлашда асосан полиэфир, эпоксид ёки фенолоформальдегид боғловчилар қўлланилади, булар қотган ҳолатда етарли мустаҳкамликга эга.	For the manufacture of polymer - matrix composites most commonly used polyester, epoxy or phenol-formaldehyde binder, as the most efficient, with reasonably high strength properties in the cured state
<i>Термопластик полимерлар</i>	Ҳарорат таъсирида юмшайдиган ёки эрийдиган полимерлар, бу турга паст ва юқори зичликдаги полиэтилен, полистирол ва полиметилметакрилатлар кирди.	Polymers that soften or melt when heated; examples include polyethylene low and high density, polystyrene and polymethylmethacrylate.
<i>Полимерларнинг оловбардошлиги</i>	Қўйидагиларга боғлиқ бўлади: олов тарқалиш	Depends on the surface flame

	майдони, ёқилғини таъсири ва кислород индекси.	spread and penetration of fuel and oxygen index.
Кислород индекси (LOI)	Ёниш давом этиш учун зарур бўлган кислороднинг минимал қийматини белгилайди.	The minimum amount of oxygen that will support combustion.
Полимер матрицали композитларда термопластик матрицалар	Полипропилен, нейлон, термопластик полиэфирлар (ПЭТ, ПБТ) ва поликарбонатлар, полиамид имид, полифениленсульфид (ПФС), полиарилсульфон (polyarylsulfone) ва полиэфир-эфиркетон кетонлардир (PEEK).	Polypropylene, nylon, thermoplastic polyesters (PET, PBT), and polycarbonates, polyamide imide, Polyphenylene sulfide (PPS), polyarylsulfone (polyarylsulfone) and polyester-etherketone ketone (PEEK).
Металлар кристалл сингониялари	Асосан 3 та кристалл сингонияларда кристалланади: <ul style="list-style-type: none"> • ёнлари марказлашган кубик (ГЦК) • ҳажми –марказлашган кубик (ОЦК) • олтибурчакли зич упаковка қилинган (HCP) 	Most often, one of the following three crystalline forms: <ul style="list-style-type: none"> • face-centered cubic (FCC) • body-centered cubic (BCC) • Hexagonal close-Packed (HCP)
Металл матрицали композитларнинг турлари	3 тури мавжуд: <ul style="list-style-type: none"> • Дисперс-мустаҳкамлаштирилган ММК • қисқа тола ва мўйловлар билан армировка қилинган ММК • узлуксиз тола ва листлар илан армировка 	<ul style="list-style-type: none"> • particle-reinforced MMCs • MMCs reinforced with short fibers or whiskers • MMCs reinforced with continuous fibre or sheet

	қилинган ММК.	reinforced MMCs
Эвтектик композицион материаллар	Эвтектик таркибли композитлар, мустаҳкамлаштирувчи фаза сифатида масса таркибида йўналтирилган кристаллизация жараёнлари натижасида ҳосил бўлган кристаллар хизмат қилади.	Alloys of eutectic composition, in which the reinforcing phase are oriented crystals, which are formed by directional solidification.
Шишакерамик материаллар	Ҳажм бўйича 95-98 фоизи кристалл фазадан, қолган қисми эса шиша фазадан иборат бўлади. Кристалл фаза ўта нозик (заррачалар диаметри 100 нмдан кичик) структурага эга.	They form a sort of composite material, as they consist by volume of 95-98% crystalline phase, and the rest submitted to the glassy phase. Crystalline phase is very fine (grain size less than 100 nm in diameter).
Керамика	Грекча keramike (юнонча keramos) – тупроқ	From ancient Greek (keramos) - clay
Керамика материалли	Табиий тупроқ ёки тупроқ билан турли минераллар аралашмасидан ҳосил қилинган лойни пиштиб, қуйиб, қуритиб ва кейин қаттиқ қиздириб ҳосил қилинган маҳсулот	The product of high temperature calcination of a mixture of natural clay and other minerals
Шиша	Кимёвий таркиб ва қотиш температурасига боғлиқсиз равишда юқори ҳарорат таъсирида ҳосил қилинган эритмани ўта совитиш орқали	Amorphous solids obtained by quenching the melt irrespective of the chemical composition and the solidification

	олинадиган қаттиқ жисмларнинг ҳоссаларини қабул қилинадиган барча аморф жисмлар.	temperature.
<i>Оловбардош буюм</i>	Керамика технологияси бўйича ишлаб чиқарилган, ўтхона ва печлар қуришда ишлатиладиган, оловбардошлиги 1580°C дан кам бўлмаган керамика буюми.	The product obtained by ceramic technology and used in the furnaces and high temperature furnaces construction, it's fire resistance not less than 1580°C
<i>Техника керамикаси буюми</i>	Керамика технологияси асосида ясалган ўтказгич, ярим ўтказгич, изолятор, махсус хоссали (магнит, оптик, электрик) буюм ва бошқалар	A conductor, semiconductor, insulator or a product with special properties (magnetic, optical, electrical) obtained by ceramic technology.
<i>Керамик матрицали композитлар ишлаб чиқаришда иссиқ преслаш жараёни</i>	Бир вақтнинг ўзида матреиалга юқори ҳарорат ва босимни таъсир этиш натижасида зич структурали, ғоваксиз ва майда заррачали композиция ҳосил бўлади.	The simultaneous application of pressure and high temperature can accelerate the rate of densification and allows to obtain non-porous and fine-grained structure.
<i>Керметлар</i>	Металл заррачалар билан мустаҳкамлаштирилган керамика юқори механик мустаҳкамлик, иссиқлик зарбга бардошлиги, юқори иссиқлик ўтказувчанликка эга.	Reinforcement of ceramic dispersed metal particles leads to new materials (cermet) with increased resistance, resistance relative

		to thermal shock, high thermal conductivity.
<i>Керметлар қўлланилиш соҳалари</i>	Юқори ҳароратли керметлар асосида газ турбиналар деталлари, электр печлар арматураси, ракета ва реактив техника деталлари тайёрланади. Қаттиқ ишқаланишга чидамли керметлар киркиш инструментлари ва деталлари тайёрлашда кенг қўлланилади.	High temperature cermets used to make parts for gas turbines, valves furnaces, parts for rocket and jet technology. Hard ware resistant cermets are used to manufacture the cutting tools and parts.
<i>OSB</i>	Ориентирланган қириндили плиталар	Oriented strand board
<i>MDF</i>	Ўртача зичликдаги ёғоч толали плиталар	Medium Density Fibreboard
<i>Фанера</i>	шпон қатламларидан пресслаб олинадиган плита материали	the tiled material received by pressing of layers of an interline interval
<i>Ёпишқоқлик</i>	елим юзасининг асос юза билан таъсирлашиши	interaction of a surface of glue with a basis surface
<i>Дисперс боғланиш</i>	Бир-бирига жуда яқин жойлашган молекулалар ўртасидаги боғланиш	Communications between very closely located molecules
<i>Водород боғланиш</i>	Водород атомининг иккита қутбланган гуруҳга тақсимланиши натижасида ҳосил бўладиган боғланиш	Communication, formed in a consequence of division of atom of hydrogen into two polar groups
<i>Паренхим хужайралари</i>	Ёғочдаги чўзинчоқ бўлмаган хужайралар (ўзак нурлари, смола йўллари ва ҳ.к.)	the wood cages (beams, the pitch courses, etc.) which aren't extended on length

VIII. АДАБИЁТЛАР РЎЙХАТИ

Махсус адабиётлар

1. Jeremy Ramsden Nanotechnology, Second Edition: An Introduction (Micro and Nano Technologies) 2nd Edition, Elsevier, 2011, 272 p.
2. Guozhong Cao, Ying Wang Nanostructures and Nanomaterials: Synthesis, Properties, and Applications 2nd Edition, Imperial College Press, 2010, 596 p.
3. David Rickerby Nanotechnology for Sustainable Manufacturing, Taylor and Fransis, 2014, 283 p.
4. Пул Ч., Оуэнс Ф. Мир материалов и технологий. – М.: Техносфера, 2004. – 265 с.
5. Charles P. Poole, Frank J. Owens Introduction to Nanotechnology, John Wiley and Sons, 2003, 388 p.
6. Linda Williams, Wade Adams, Nanotechnology Demystified, McGraw-Hill, 2007, 343 p.
7. Л. Уильямс, В.Адамс. Нанотехнологии без тайн, McGraw-Hill, 364 с.
8. Кобаяси Н. Введение в нанотехнологию: Учебное пособие (пер. с японского). – М.: БИНОМ Лаборатория знаний, 2005. – 374 с.
9. Said Salaheldeen Elnashaie, Firoozeh Danafar, Hassan Hashemipour Rafsanjani Nanotechnology for Chemical Engineers, Springer, 2015, 278 p.
10. Нанотехнология в ближайшем десятилетии. Прогноз направления исследований. Под ред. М.К. Роко, Р.С. Уильямса и П. Аливисатоса, Москва, 2002.
11. П. Харрис. Углеродные нанотрубы и родственные структуры, Москва, 2003.
12. Нанотехнологии-Азбука для всех. Под ред. Ю. А. Третьякова, М. Физматлит, 2008, 368 с.
13. T. Pradeep Nano: the essentials. Understanding Nanoscience and Nanotechnology. McGraw-Hill, 2007.-432 p.
14. Словарь нанотехнологических и связанных с нанотехнологиями терминов/Под ред. С.В. Калюжного.-М.: Физматлит, 2010.-528 с.
15. rishan K. Chawla. Composite Materials. Science and Engineering. Third Edition. Springer Science, New York-London, 2012.- 542 p.
16. D.R. H. Jones, Michael F. Ashby. Engineering Materials 2: An Introduction to Microstructures and Processing. Fourth Edition. Elsevier, UK, 2012. -576 p.
17. William D.Callister, Jr., David G.Rethwisch. Materials Science And Engineering. An Introduction. Eight Edition. USA, Wiley, 2010.- 1000 p.
18. Roger M. Rowell. Handbook of Wood Chemistry and Wood Composites. CRC Press; 2 edition; 2012, 703 p. ISBN-13: 978-1439853801.
19. Harold A. Wittcoff, Bryan G. Reuben, Jeffery S. Plotkin. Industrial Organic Chemicals. UK, 2008. 848 p. ISBN-10: 0470537434.
20. Donald G. Baird, Dimitris I. Collias. Polymer Processing: Principles and

- Design, 2nd Edition, USA, 2014. ASIN: B010WF8PF4
21. Lang R.W. Woodworker's Guide to SketchUp (DWD-ROM). USA, 2015.
 22. Тялина Л.Н., Минаев А.М., Пручкин В.А. Новые композиционные материалы. Учебное пособие. Тамбов: ГОУ ВПО ТГТУ, 2011.-82 с.
 23. Шевченко А.А. Физикохимия и механика композиционных материалов. – М. : Профессия, 2010. – 224 с.
 24. Нано и биоконпозиты/под ред. А. К.-Т. Лау, Ф. Хуссейн, Х. Лафди ; пер. с англ. — М. : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2015.— 390 с.

Интернет ресурслар

1. www.sciencedirect.com
2. doi:10.3390/ma7031927
3. www.elsevier.com
4. <http://wiley.com>
5. [www. Ziyonet. uz](http://www.Ziyonet.uz)
6. Infocom.uz электрон журнали: www.infocom.uz
7. <http://link.springer.com/article>

IX. МУТАХАССИС ТОМОНИДАН БЕРИЛГАН ТАҚРИЗ

ОТЗЫВ

на образовательную программу и учебно-методический комплекс по учебному модулю «Методы и технологии производства нано и композиционных материалов» курсов переподготовки и повышения квалификации преподавателей направления «Химическая технология» (по производству неорганических веществ и минеральных удобрений) Ташкентского химико-технологического института

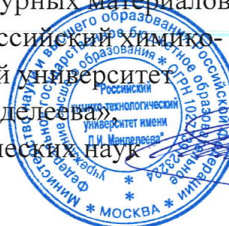
Образовательная программа и учебно-методический комплекс подготовлены для переподготовки и повышения квалификации преподавателей по направлению «Химическая технология» (по производству неорганических веществ и минеральных удобрений) в Отраслевом центре при Ташкентском химико-технологическом институте.

Учебно-методический комплекс по учебному модулю «Методы и технологии производства нано и композиционных материалов» состоит из рабочей программы модуля; интерактивных методов обучения; теоретического и практического материала занятий; тем квалификационных выпускных работ; банка кейсов, глоссария, списка использованной литературы.

Содержание учебного модуля состоит из 2-х частей. Первая часть посвящена изучению нанотехнологий и наноматериалов, в том числе основных понятий нанотехнологии и наноматериалов; методов синтеза различных типов наноструктурных материалов и нанобъектов. Вторая часть посвящена технологии получения композиционных материалов; изучению основных видов матриц и армирующих материалов, в том числе изучаются нетрадиционные и биокompозиты, а также сферы их применения.

Практические занятия посвящены изучению основных методов получения нано и композиционных материалов, возможностей использования современных методов синтеза. Освоение учебного модуля «Методы и технологии производства нано и композиционных материалов» позволяет повысить знания и практические навыки профессорско-преподавательского состава высших учебных заведений, способствует совершенствованию 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