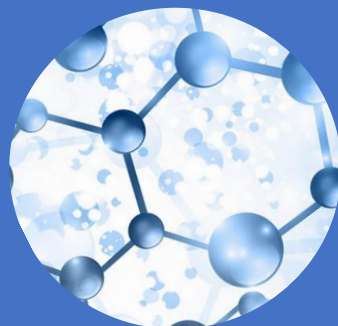


**ТОШКЕНТ КИМЁ-ТЕХНОЛОГИЯ ИНСТИТУТИ
ҲУЗУРИДАГИ ПЕДАГОГ КАДРЛАРНИ ҚАЙТА
ТАЙЁРЛАШ ВА МАЛАКАСИНИ ОШИРИШ
ТАРМОҚ МАРКАЗИ**



КИМЁВИЙ ТЕХНОЛОГИЯ
(ноорганик моддалар ва минерал
ўғитлар ишлаб чиқариш бўйича)
йўналиши

**TOSHKENT
KIMYO-TEKNOLOGIYA
INSTITUTI**

**«Замонавий композицион ва наноматериаллар технологияси»
модули бўйича**

ЎҚУВ-УСЛУБИЙ МАЖМУА

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

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

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

КИМЁВИЙ ТЕХНОЛОГИЯ
(Ноорганик моддалар ва минерал ўғитлар ишлаб чиқариш бўйича)
йўналиши

**“Замонавий композицион ва
наноматериаллар технологияси”
модули бўйича**

Ў Қ У В – У С Л У Б И Й М А Ж М У А

Тошкент - 2021

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

Тузувчилар: **З.А. Бабаханова** - Тошкент кимё-технология институти, “Силикат материаллар, нодир ва камёб металллар технологияси” кафедраси доценти, т.ф.н.

З.Ч. Қодирова – Тошкент кимё-технология институти, “Силикат материаллар ва нодир, камёб металллар технологияси” кафедраси доценти, т.ф.д.

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

Ўқув-услугий мажмуа Тошкент кимё-технология институти Кенгашининг 2020 йил 30-декабрдаги 4-сонли қарори билан нашрга тавсия қилинган.

МУНДАРИЖА

I. ИШЧИ ДАСТУР.....	5
II. МОДУЛНИ ЎҚИТИШДА ФОЙДАЛАНИЛАДИГАН ИНТЕРФАОЛ ТАЪЛИМ МЕТОДЛАРИ.....	13
III. НАЗАРИЙ МАТЕРИАЛЛАР.....	27
IV. АМАЛИЙ МАШҒУЛОТ МАТЕРИАЛЛАРИ.....	89
V. КЕЙСЛАР БАНКИ.....	141
VI. ГЛОССАРИЙ.....	161
VII. АДАБИЁТЛАР РЎЙХАТИ.....	186
VIII. МУТАХАССИС ТОМОНИДАН БЕРИЛГАН ТАҚРИЗ.....	189

I. ИШЧИ ДАСТУР

Кириш

Дастур ривожланган мамлакатлардаги хорижий тажрибалар асосида “Кимёвий технология (ноорганик моддалар ва минерал ўғитлар ишлаб чиқариш бўйича)” қайта тайёрлаш ва малака ошириш ўналиши 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.

Қайта тайёрлаш ва малака ошириш йўналишининг ўзига хос хусусиятлари ҳамда долзарб масалаларидан келиб чиққан ҳолда дастурда замонавий композицион ва наноматериаллар технологияси, композицион ва наноматериаллар турлари ва уларнинг ишлаб чиқариш технологиялари, таркиби, структураси, макро ва микромеханикаси, композитлар ва наноматериаллар билан дизайн қилиш усуллари, анъанавий ва ноанъанавий композитлар турлари, нанокомпозитлар, биокомпозитлар, уларни ишлаб чиқаришдаги муаммолар ва ўзига хос хусусиятларига оид билим, кўникма ва малакаларини янгилаб боришга қаратилган муаммолари баён этилган.

Модулнинг мақсади ва вазифалари

Кимёвий технология қайта тайёрлаш ва малака ошириш йўналишини “Кимёвий технология (ноорганик моддалар ва минерал ўғитлар ишлаб чиқариш бўйича)” мутахассислиги ўқув режасида махсус модуллар блокига киритилган “Замонавий композицион ва наноматериаллар технологияси” модули ўқув дастурининг **мақсади** – полимер, металл, керамик-матрицали композитлар ва наноматериаллар ишлаб чиқаришда инновацион технологиялар; нанокомпозитлар, биокомпозитлар, ламинатлар турлари, материалларда керакли структура ва хоссаларни таъминлашда композицион

ва наноматериалларнинг ўрни ва моҳияти, ушбу соҳадаги илғор тажрибалар, замонавий билим ва малакаларни ўзлаштириш ва амалиётга жорий этишлари учун зарур бўладиган касбий билим, кўникма ва малакаларини такомиллаштириш, шунингдек педагог кадрларнинг ижодий фаоллигини ривожлантиришдан иборат.

“Замонавий композицион ва наноматериаллар технологияси” модулининг *вазифаси* – композицион ва наноматериаллар ишлаб чиқаришда инновацион технологияларининг амалий принциплари, композицион материалларни заррача, тола ва структура даражасида мустаҳкамлаштириш; композицион материаллар ишлаб чиқаришдаги мустаҳкамлаштирувчи компонентлар хоссаларини ўрганиш ва композитларнинг таркибларини тузиш; турли матрицали композитлар; наноматериал ва нанообъектларнинг асосий турлари; улар асосидаги наносистемалар; наноструктураланган материалларни синтез усуллари, уларни амалиётга қўллаш бўйича малакавий кўникмаларини шакллантириш.

Модул бўйича тингловчиларнинг билими, кўникма ва малакаларига қўйиладиган талаблар

“Замонавий композицион ва наноматериаллар технологияси” модули бўйича тингловчилар қуйидаги янги билим, кўникма, малака ҳамда компетенцияларга эга бўлишлари талаб этилади:

Тингловчи:

- нанообъектларнинг асосий турлари ва улар асосидаги наносистемалар, нанообъектлар тавсифини;
- плазмакимёвий синтез – лазерли абляция усулларини;
- заррачалар, толалар ва структура даражасида мустаҳкамлаштириш усулларини;
- нанокомпозитлар, биокомпозитлар ва ноанъанавий композитларни *билиши* керак.

Тингловчи:

- фотоника, юзаплазмон, пьезорезистив эффектларни ўрганиш;
- наноматериал хоссалари аниқлаш;
- заррачалар, толалар ва структура даражасида мустаҳкамлаштириш;
- композицион материаллар ишлаб чиқаришдаги мустаҳкамлаштирувчи компонентлар хоссаларини ўрганиш;
- материаллар структурасини ўрганишда рентгенографик ва электрон микроскопик таҳлил маълумотларини таққослаш;
- интернет тизимидан фойдаланган ҳолда наноматериаллар ва уларнинг синтез усуллари бўйича қўшимча маълумотлари излаб топиш;
- наноструктураларни бир биридан фарқлаш;
- йўналтирилган хусусиятли композицион материал ишлаб чиқаришда матрица материални танлаш;
- композитларнинг таркибларини тузиш *кўникмаларига* эга бўлиши лозим.

Тингловчи:

- замонавий инновацион технологияларни тадбиқ қилиш шароитларини аниқлаш;
- нано ва композицион материаллар ишлаб чиқаришда қўлланиладиган хом ашё материалларни, улар асосида синтез қилиш усуллари фарқлаш;
- композицион ва наноматериаллар ишлаб чиқаришнинг инновацион технологияларини замонавий усуллари қўллаш *малакаларига* эга бўлиши лозим.

Тингловчи:

- замонавий инновацион технологияларни таҳлил қилиш ва қўллаш имкониятларини намоёниш қилиш тамойилларини ажратиб кўрсата олиш;
- инновацион технологияларни лойиҳалаш асосида афзаллик ва камчиликларини кўрсатиб бериш;

- фан соҳасида корхоналардаги тажриба-изланиш ишларида инновацион технологияларнинг кўрсаткичларини аниқлаш;
- нано ва композицион материаллар, уларнинг турлари ва қўлланилиш соҳалари бўйича тавсия ва маслаҳат бериш **компетенцияларини** эгаллаши лозим

Модулнинг ўқув режадаги бошқа модуллар билан боғлиқлиги ва узвийлиги

“Замонавий композицион ва наноматериаллар технологияси” модули қайта тайёрлаш ва малака ошириш йўналишини бўйича ўқув режадаги бошқа мутахассислик фанлари билан узлуксиз боғлиқ бўлиб, ушбу фанларни ўзлаштиришда амалий ёрдам беради. “Замонавий композицион ва наноматериаллар технологияси” фанини тўлиқ ўзлаштириш ва амалий вазифаларни бажаришда юқори блоклардаги фанлар катта ёрдам беради.

Модулнинг олий таълимдаги ўрни

Модулни ўзлаштириш орқали тингловчилар Кимёвий технология (ноорганик моддалар ва минерал ўғитлар ишлаб чиқариш бўйича) – композицион ва наноматериаллар ишлаб чиқаришларининг замонавий усулларини ўрганиш, амалда қўллаш ва баҳолашга доир касбий компетентликка эга бўладилар.

Модул бўйича соатлар тақсимоти:

№	Модул мавзулари	Тингловчининг ўқув юкلامаси, соат				Мустақил таълим
		Хаммаси	Аудитория ўқув юкلامаси			
			Жами	жумладан		
				назай	й	
1.	Композицион материаллар, тузилиши, матрица ва дисперс фаза. Заррачалар, толалар ва структура даражасида мустаҳкамлаштириш. Композицион материаллар ишлаб чиқаришдаги мустаҳкамлаштирувчи компонентлар хоссаларини ўрганиш ва композитларнинг таркибларини тузиш.	6	6	2	4	
2.	Металл матрицали композитлар. Полимер матрицали композитлар. Керамик матрицали композитлар. Ноанъанвий композитлар. Биоккомпозитлар. Наноккомпозитлар.	8	8	2	6	
3.	Наноматериаллар. Нанообъектларнинг асосий турлари ва улар асосидаги наносистемалар. Нанообъектлар тавсифи. Фуллеренлар. Углеродли трубкалар. Супрамолекуляр кимё. Наноструктураланган материалларни синтез усуллари. Плазмакимёвий синтез – лазерли абляция.	6	6	2	4	
4.	2D-Наноструктураланган материаллар ва углеродли наноматериал синтез усуллари. Оптоэлектроника. Фотолюминесценция. Фотон кристаллар. Фотоника. Юзаплазмон. Пьезорезистив эффект. Спинтроника (спин асосидаги электроника). Кубит. Квант компьютерлар. Наноматериал олиш ва уларни хоссалари.	6	6	2	4	
5.	Жами:	26	26	8	18	

НАЗАРИЙ МАШҒУЛОТЛАР МАЗМУНИ

1-мавзу: Кириш. Композицион материаллар, тузилиши, матрица ва дисперс фаза. Заррачалар, толалар ва структура даражасида мустаҳкамлаштириш.

1. Фаннинг предмет ва вазифалари.

2. Композицион материаллар технологиясининг ривожланиш тенденцияси. Композицион материаллар тўғрисида умумий маълумот.

3. Композицион материаллар, тузилиши, матрица ва дисперс фаза. Заррачалар, толалар ва структура даражасида мустаҳкамлаштириш.

4. Композицион материаллар ишлаб чиқаришдаги мустаҳкамлаштирувчи компонентлар хоссаларини ўрганиш ва композитларнинг таркибларини тузиш.

2-мавзу: Металл матрицали композитлар. Полимер матрицали композитлар. Керамик матрицали композитлар. Ноанъанвий композитлар. Биокompозитлар. Нанокompозитлар.

1. Металл матрицали композитлар.

2. Полимер матрицали композитлар.

3. Керамик матрицали композитлар.

4. Турли композитларни олиш усуллари, хоссалари ва қўлланилиш соҳалари.

5. Ноанъанвий композитлар. Биокompозитлар. Нанокompозитлар.

3-мавзу: Наноматериаллар. Нанообъектларнинг асосий турлари ва улар асосидаги наносистемалар.

1. Нанотехнологияларнинг ривожланиш тенденцияси.

2. Нанотехнологиялар тўғрисида умумий маълумот.

3. Нанообъект, наноматериал, нанотехнология тушунчаси.
4. Нанообъектлар тавсифи.
5. Фуллеренлар. Углеродли трубкалар. Супрамолекуляр кимё.
6. Наноструктураланган материалларни синтез усуллари.

Плазмакимёвий синтез – лазерли абляция.

4-мавзу: 2D-Наноструктураланган материаллар ва углеродли наноматериал синтез усуллари.

1. 2D-Наноструктураланган материаллар ва углеродли наноматериал синтез усуллари.
2. Оптоэлектроника. Фотоллюминесценция.
3. Фотон кристаллар. Фотоника. Юзаплазмон.
4. Пьезорезистив эффект. Спинтроника (спин асосидаги электроника).
5. Кубит. Квант компьютерлар.
6. Наноматериал олиш ва уларни хоссалари.

АМАЛИЙ МАШҒУЛОТЛАР МАЗМУНИ

1-амалий машғулот: Композицион материаллар ишлаб чиқаришдаги мустаҳкамлаштирувчи компонентлар хоссаларини ўрганиш.

1. Композицион материаллар ишлаб чиқаришдаги толалар хоссаларини ўрганиш.

2. Композицион материаллар ишлаб чиқаришдаги дисперс мустаҳкамлаштирувчи компонентларнинг гранулометрик таркиби ва хоссаларини ўрганиш.

2-амалий машғулот: Матрица материаллари таркиби ва хоссаларини ўрганиш.

1. Терморреактив полимер материаллар таркиби ва асосий хоссаларини

ўрганиш.

2. Термопластик полимер материаллар таркиби ва асосий хоссаларини ўрганиш.

3. Композицион материал таркибини тузиш ва хоссаларини лойиҳалаш. Полимер матрица асосида композицион материал таркибини тузиш, композицияни тайёрлаш усуллари ва қотириш жараёнини ўрганиш.

4. Шишакомпозитлар ишлаб чиқариш технологиясини ўрганиш. Шишакомпозит “Триплекс” таркиби, асосий хоссалари ва қўлланилиш имкониятларини ўрганиш.

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

1. Заррачаларнинг чегараси. Заррачалар чегарасининг миграцияси.

2. Мултиплет иккиламчи заррачалар. Дислокация. Жойлашиш дефектлари. Учқаррали тугун. Холл-Петч қонуни. Таъқиқланган чегаранинг кенглиги.

3. 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.

4. Фотон кристаллар. Фотоника. Юзаплазмон. Пьезорезистив эффект. Спинтроника (спин асосидаги электроника). Кубит. Квант компьютерлар.

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

1. Суяқ кристал. Шакл хотирали полимерлар. Наноцеллюлоза. Тўқимали инженерия.

2. Биомослашувчанлик. Биомиметика. Электрон бурун. Электрон тил.

Бот. Нанобот. Дориларни мақсадли етказиш. ДНК-чип.

3. Наноматериал олиш ва уларни хоссаларни ўрганиш. Тагдан-тепага ва Тепадан пастга. Буғ фазасидан физикавий чўктириш (PVD). Буғ фазасидан кимёвий чўктириш (CVD).

4. Наноструктураланган материалларни синтез усулларини солиштириш ва муқобилини танлаш.

ЎҚИТИШ ШАКЛЛАРИ

- Мазкур модул бўйича қуйидаги ўқитиш шаклларидадан 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).

II. МОДУЛНИ ЎҚИТИШДА ФОЙДАЛАНИЛАДИГАН ИНТЕРФАОЛ ТАЪЛИМ МЕТОДЛАРИ

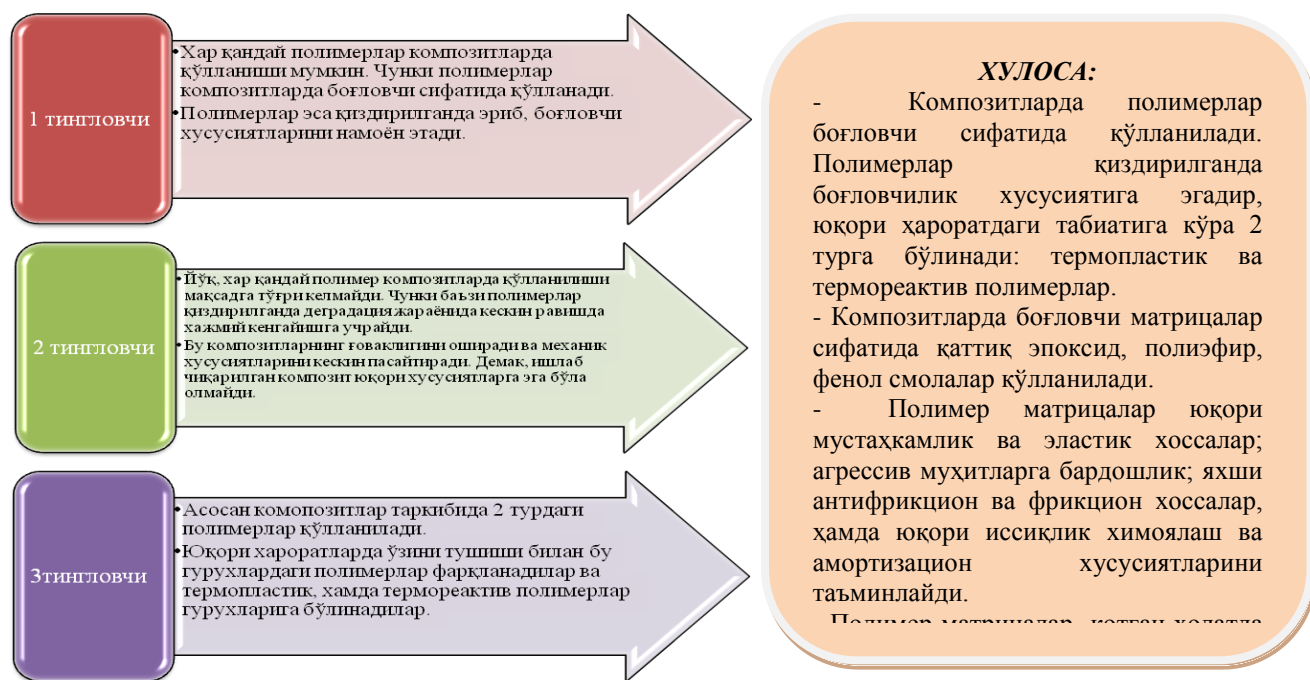
«Ақлий ҳужум» (брейнсторминг) методи

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 ортик 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 ҳар бир жуфтлик ўз таҳлили билан гуруҳ

аъзоларини таништирадилар;

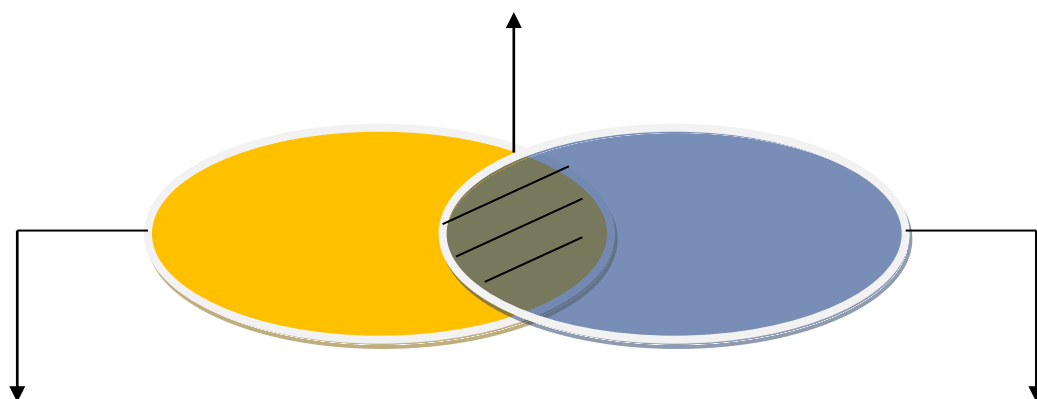
- жуфтликларнинг таҳлили эшитилгач, улар биргалашиб, кўриб чиқиладиган муаммо ёхуд тушунчаларнинг умумий жиҳатларини (ёки фарқли) излаб топадилар, умумлаштирадилар ва доирачаларнинг кесишган қисмига ёзадилар.

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 Жиҳатлари

1. Нано- ва микро-ўлчамли заррачалар
2. Изотропик хоссали композит хосил бўлади
3. Ўлчами уч йўналишда кичик бўлган кўшимчалар
4. Металл матрицали композитларда мустаҳкамлаштириш 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 мустаҳкамлаштиришнинг энг тарқалган тури.

“КЕЙС – СТАДИ” методи

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

«Кейс - стади» методи бўйича ишлаш:

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

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

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

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

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

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

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

“Кейс методи” ни амалга ошириш босқичлари

Иш босқичлари	Фаолият шакли ва мазмуни
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 йўллари ишлаб чиқиш	<ul style="list-style-type: none"> ✓ индивидуал ва гуруҳда ишлаш; ✓ муқобил ечим йўллари 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 аспектиларини ёритиш

Кейс 1. «Кевлар» толалари билан мустаҳкамлаштирилган полимер – матрицали композитлар юқори эластиклик модулига эга, шунинг учун улар дунё бўйича қуролли кучларни ҳимоялаш воситаларида кенг қўлланилади (бронежилетлар 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 материалини ишлаб чиқариш ҳар тарафлама фойдали?

Кейсни бажариш босқичлари ва топшириқлар:

- Елимланган материалларнинг структурасини ўрганиб чиқинг (якка тартибда).
- Уларда қўлланиладиган елимларни гуруҳларга ажратинг (жуфтликда).
- Мебель ва дугадорлик буюмларининг конструктив элементларини ўрганинг (гуруҳда).
- Ишлаб чиқариш мумкин бўлган энг самарали елимланган ёғоч материалини танланг.
- Кейс натижаларини намоён қилинг.

“Тушунчалар таҳлили” методи

Методнинг мақсади: мазкур метод тингловчилар ёки қатнашчиларни мавзу бўйича таянч тушунчаларни ўзлаштириш даражасини аниқлаш, ўз билимларини мустақил равишда текшириш, баҳолаш, шунингдек, янги мавзу

бўйича дастлабки билимлар даражасини 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 намойиш этади;
 - ҳар бир иштирокчи берилган тўғри жавоблар билан ўзининг шахсий муносабатини таққослайди, фарқларини аниқлайди ва ўз билим даражасини текшириб, баҳолайди.

Намуна: “Модулдаги таянч тушунчалар таҳлили”

Тушунчалар	Сизнингча бу тушунча қандай маънони англатади?	Қўшимча маълумот
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 ҳақида 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.



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

S	Толали мустаҳкамлаштириш компонентларининг кучли томонлари	Мустаҳкамлиги энг юқори кўрсаткичларга эга бўлган композитларни яратиш 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 (ташки)	Толали компонентлар матрица материаллари билан ҳўлланилиши ва аралишиши қийинлиги...

Намуна 2: Ёғоч-елим адгезиясиучун 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; • 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	Тўсиқлар (ташқи)	<ul style="list-style-type: none"> • ковалент боғлар узилса қайта тикланмайди; • дисперсия кучлар молекулалар орасида бўлганда жуда суст 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



ҳар бир гуруҳ ўзига берилган муаммони атрафлича таҳлил қилиб, ўз мулоҳазаларини тавсия этилаётган схема бўйича тарқатмага ёзма



навбатдаги босқичда барча гуруҳлар ўз тақдимотларини ўтказадилар. Шундан сўнг, тренер томонидан таҳлиллар

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, қиёслаш орқали ахборотни ўзлаштириш, хулосалаш, шунингдек, мустақил ижодий фикрлаш кўникмаларини шакллантиришга хизмат қилади. Мазкур технологиядан маъруза машғулотларида, мустаҳкамлашда, ўтилган мавзунини сўрашда, уйга вазифа беришда ҳамда амалий машғулот натижаларини таҳлил этишда фойдаланиш тавсия этилади.

Технологияни амалга ошириш тартиби:

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



- иштирокчиларнинг муносабатлари индивидуал ёки гуруҳий тартибда тақдимот қилинади.

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”.

Топшириқ: 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 қуйидаги 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 мавзунини чуқур ўрганишларига ёрдам бериб, тингловчиларни мавзуга тааллуқли тушунча ёки аниқ фикрни эркин ва очик равишда кетма-кетлик билан узвий боғлаган ҳолда тармоқлашларига ўргатади.

Фикрларни тармоқлаш қуйидагича ташкил этилади:

1. 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. Композицион материаллар, тузилиши, матрица ва дисперс фаза. Заррачалар, толалар ва структура даражасида мустаҳкамлаштириш.

Режа:

1.1. Композицион материаллар тушунчаси.

1.2. Композицион материаллар тузилиши.

1.3. Матрицали ва дисперс фаза. Заррачалар, толалар ва структура даражасида мустаҳкамлаштириш.

1.1. Композицион материаллар тушунчаси.

Конструкцион материалларнинг механик мустаҳкамлигини ошириш – машинасозликда энг долзарб муаммо бўлиб қомоқда. Аммо материалларнинг мустаҳкамлиги ошиши уларнинг пластиклигини кескин пасайишига ва синишга мойиллигини оширишга олиб келмоқда. Бу эса юқори мустаҳкамликга эга бўлган материалларнинг конструкцион материал сифатида қўлланилишига тўсқинлик қилиб келмоқда.

Пластикликга эга матрица ва юқори мустаҳкамликга эга бўлган толалар (матрицадан мустаҳкамлиги анча юқорироқ бўлган материаллар) асосида олинган композицитлар конструкцион материалларнинг эксплуатацион хоссаларини кескин кенгайтириб бормоқда. Албатта, энг замонавий турбиналар ёки космик техникаси конструкциясини ушбу агрессив муҳитда ишлай оладиган ва юқори даражали нагрузкаларни кўтара оладиган материалларсиз хозирда тасаввур этиб бўлмайди.

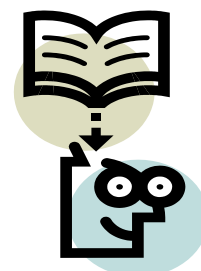
Композицион материаллар чуқур тарихга эга ва табиатда кенг учрайди. Мисол тариқасида кокос пальмасининг баргларини келтиришимиз мумкин: барг тузилиши армировка – мустаҳкамлаштирувчи толалар жойлашган консоль деб тушунтирилса ҳам бўлади. Ёғоч ҳам ўз навбатида толали

композитдир: целлюлоза толалари лигнин матрицасида жойлашган. Целлюлоза толалари чўзилиш бўйича юқори мустаҳкамликга эга ва юқори даражада эгилувчанликга ҳам эга (қаттиқлиги паст), лигнин матрицаси эса ўз навбатида ушбу толаларни бирлаштириб, материалга қаттиқлик беради. Суяк – табиий композицион материалга яна бир намуна бўла олади. Суяк бутун танадаги жисмларнинг оғирлигини кўтаради. Суяк қисқа ва юмшоқ коллаген толаларида иборат бўлиб, улар апатит номли минерал матрицада жойлашган бўлади. Вайнер ва Вагнерлар (1998) суякнинг структурасини ва хоссаларини яхши ўрганган. Элисс (2000) ва Уэйнрайтлар эса (1982) структура-функция ва унинг ўсимлик ва ҳайвонот оламида тарқалиши хақида ўз ишларини тақдим этганлар. Табиий композитлардан ташқари композициялар концепцияси жуда кўп техник материаллар яратишда ҳам кенг қўлланилиб келган.

Масалан, каучукдаги сажа, портланцементнинг ёки асфальтнинг кум билан қоришмалари (бетон ёки асфальт бетон) ушбу материалларга мисол бўла олади. Шундай қилиб таъкидлаш керак-ки, композицион материаллар концепцияси янги деб қабул қилина олмайди. Аммо композицион материалларнинг технологияси охириги замонда кенг ривожланиб, фаннинг инновацион йўналишларидан бири деб ҳисобланиши керак.

XX асрнинг охирига ва XXI асрнинг бошларига тўғри келган композицион материалларнинг инновацион технологиялари фанининг ривожланиши ва инновацион ғоялари машинасозлик, авиа-, космик-техникаси, атом энергетикаси, электроника материаллари, компьютерлар ва бошқа соҳаларни ривожланишига олиб келди.

Композицион материаллар – турли хоссаларга эга бўлган компонентлардан ташкил этган мураккаб системалардир. Бир бутунлик ҳамда мутаҳкамликни таъминловчи эластик ва қаттиқ фазалар аралашмасидан топган материал композицион материал деб аталади. Бунда ҳар бир компонент алоҳида композицион материалнинг



хамма хосса-хусусиятларига тўлиқ жавоб бера олмайди. Оптимал шароитларга жавоб берадиган компонентларни тўплаб талабга тўғри келадиган композицион материални яратиш мумкин

Бу композицион материалларнинг энг кучли томонларидан биридир: керакли хосса хусусиятлари таъминлаш мақсадида турли компонентларни танлаш имконияти мавжуд бўлиб, ҳар бир эксплуатация шароитлари (аэрокосмик структуралар, лодкалар, автомобил ёки электр двигатели учун) учун максимал эффективликга эга бўлган махсус материал яратиш имкониятини мавжуд.

Счиер ва Юргенс (1983) композитларни реактив самолетларида қўлланилиши ўрганиб, шундай хулоса қиладилар:

"Композитлар (композицион материаллар) лойиҳалаш учун кенг имкониятлар туғдирди, материаллар дизайнерлари ҳар бир йўналиш учун уларнинг оғирлигини ва нархини эътиборга олган ҳолда турли хоссаларга эга бўлган янги материалларни яратга катта ва чексиз имкониятлар берди".

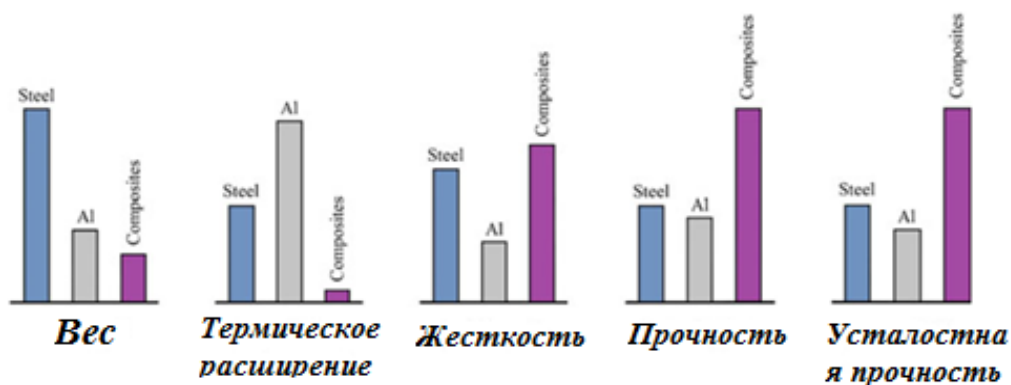
Охирги йилларда металл ва нометаллар асосида юқори мустаҳкамлик ва қаттиқликга эга бўлган ноорганик толалар, ипсимон крситаллар, ноорганик заррачалар билан армировка (мустаҳкамлаштирилган) қилинган сунъий композитлар қаторлари яратилди.

Толалар сифатида турли кристалларнинг ипсимон шакллари, SiO_2 , SiC , Al_2O_3 таркибли йўналтирилган кристаллизация ёки пардан юпқа симга чўктириш усуллари ёрдамида ҳосил қилинган юпқа кварц толалали, қўлланилмоқда.

Ҳамма сунъий композицион материалларнинг умумий структураси турли компонентларнинг бир ҳажмда жойлашиши билан боғлиқ, бу ерда бир компонент пластикликга эга (боғловчи), бошқа компонент эса юқори мустаҳкамлик ва қаттиқликга эга (тўлдиргич) бўлиши шартлидир.

Композицион материаллар ривожланиши 1965 йилдан бошлаб кескин кадамлар билан бошланди. 1960-чи йиллардан бошлаб юқори

мустаҳкамликга, қаттиқликга эга бўлган ва енгил материалларга турли соҳаларда эҳтиёж ўсиб борди – аэрокосмик техникада, энергетикада ва қурилишда. Шу вақтда бу материалларга қўйилган янги талаблар шунчали юқори ва турли бўлганлиги муносабати билан ҳеч қандай анъанавий материал бу талабларга тўлиқ жавоб бера олмади. Ва ўз навбатида бу шароитлар композицион материалларнинг концепциясига катта эътиборни қаратди.



Расм 1.1. Анъанавий монолит материалларнинг ва композицион материалларнинг хоссаларини солиштириши (оғирлиги, термик кенгайиши, қаттиқлиги, механик мустаҳкамлиги, вақтга бардошлиги)¹

Расм 1.1 да монолит материаллар (алюминий ва пўлат) ва композицион материалларнинг хоссалари солиштирилган (Deutsch 1978). Бу расмдан кўриниб турибдики, композицион материалларни қўллаш натижасида конструкцияларнинг оғирлигини, термик кенгайишини кескин камайтириш (4-10 маротабага), шу вақтнинг ўзида қаттиқлик ва механик мустаҳкамлик, вақтга бардошлик кўрсаткичларини кескин (2-3 маротабага) ошириш мумкин.

Композицион материаллар технологиясини ривожланиши яна бир тамойил билан боғлиқдир - илм ва фан ривожланиб, ишлаб чиқариш ва лойиҳалаш ишлари билан бир вақтда олиб борилди. Янги материал яратилишидан бошлаб уни эксплуатацияга киритишгача олиб бориш, ишлаш вақтида унинг хосса хусусиятлари назорат қилиш, ишлаб чиқариш

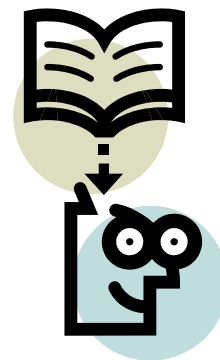
¹ Krishan K. Chawla. Composite Materials. Science and Engineering. Third Edition. Springer Science, New York-London, 2012.- 4 p.

нуқсонларини текшириш натижасида композицион материалларнинг хоссалари кескин ривожланиб борди. Бу борада ёқилгини тежашга ҳам катта эътибор қаратилди. Шунинг учун ҳаёт ва ишлаб чиқаришни ҳамма соҳаларида енгил, аммо мустаҳкам ва каттиқ структураларга талаб ва эҳтиёж тобора ўсиб борди. Замон талабларига ва прогрессив технологияларнинг ривожланишига энг асосий туртки бўлиб композицион материалларнинг ривожланишини келтиришимиз мумкин.

Шиша толалар билан мустаҳкамлаштирилган смолалар йигирманчи асрнинг бошларидан қўлланилиб келмоқда. Шиша толалар асосида олинган композитлар енгил ва мустаҳкамликга эга бўлиб, каттиқлиги (Юнг модули) унчалик юқори эмаслиги билан ажралиб туради. XX асрнинг охирида янги “замонавий (такмиллаштирилган) толалар кашф этилди: бор, углерод, кремний карбиди ва алюминий оксиди (Чаула 1998, 2005) асосида олинган бундай толаларнинг Юнг модули (модуль упругости) юқори кўрсаткичларга эгаллиги аниқланди. Бу толалар смола, металл ва керамик матрицаларда армировка компонентлари сифатида ҳозирги вақтда кенг қўлланиб келмоқда.

Композицион материаллар қўйидаги шартларга жавоб бериши керак:

1. Материал ишлаб чиқарилиши керак (табiiй композицион материаллар – масалан, ёғоч бу гуруҳга кирмайди).
2. Материал икки ёки кўпроқ физикавий ва кимёвий ҳар хил бўлган, матрица (интерфейс) ичида тартибли жойлашган фазалардан ташкил топган бўлиши керак.
3. Композитнинг хосса-хусусиятлари ҳеч қайси



Толали мустаҳкамлаштирилган композитлар бошқа турдаги композитлардан кўра кенг қўлланилиши, кўпгина материалларнинг толали кўринишида энг юқори мустаҳкамликга эгаллиги билан боғлиқдир. Аммо толали композитларда мустаҳкамлаштириш асосан тола йўналишига параллел бўлади, демак ҳосил бўлган композит анизотроп хоссаларга эга бўлади. Агар композит ҳамма йўналишда бир хил хоссаларга эга бўлиши

керак бўлса (изотроп модда), ламинат ёки икки турдаги материалдан ташкил топган сэндвич панелларни танлаш мумкин. Баъзи вақтларда эса композитларда қўлланилган толалар мустаҳкамлигига катта эътибор берилмайди: масалан, юқори ўтказгичларда ўтказувчи матрица билан биргаликда ультра ингичка толалар қўлланилади.²

1.2. Композицион материаллар тузилиши.

Композицион материалнинг бир бутунлигини таъминловчи компонент ташкил этувчига боғловчи компонент (**матрица, интерфейс**) деб аталади. Бошқа компонентлар (**армировка, мустаҳкамлаштириш, тўлдирувчи** ва ҳоказо) нинг шу матрицада жойлашиши маълум геометрик қонуниятга бўйсиниши ёки бўйсинмаслиги ҳам мумкин. Матрица қўшимчалар орасида махсус юпқа қатлам бўлиб, у ажралиш юзасини белгилайди (1.5-расм). Композицион материалларни синфларга ажратишда матрица ёки арматура ва қўшимчаларнинг турига, микротузилиши хусусиятлари ва материални олиш усулига ҳам эътибор берилади.

Матрица материалнинг турига қараб, композицион материаллар куйидаги турларга бўлиниши мумкин: “металл матрицали”, органик булмаган (органик бўлмаган полимерлар, минераллар, углеродли, керамик), органик матрицали ва кўп матрицали аралаш композицион материаллар.

Боғловчи материалнинг вазифаси маҳсулотга маълум геометрик шакл бериб қолмасдан, балки у кучланишларни ҳажм бўйича бир хил тақсимланишини ҳам таъминлайди ва маълум механик хоссани шакллантиради, ҳамда арматура ёки қўшимчаларни ташқи муҳитдан сақлайди. Композицион материалнинг иссиқ ва коррозияга бардошлилик, электр ва иссиқликни сақлаш қобилияти, қайта ишлаш технологияси каби муҳим хоссалари боғловчининг хусусиятларига боғлиқ. Лекин армировка (мустаҳкамлаштириш) ва қўшимча элементларнинг турига қараб ҳамда

² Krishan K. Chawla. Composite Materials. Science and Engineering. Third Edition. Springer Science, New York-London, 2012.- 5 p.

уларнинг матрицада жойлашиши ва геометрик ўлчамларига қараб, композицион материалларнинг хоссалари ўзгаради. Масалан, композицион материалга қўшимчалар, яъни арматура элементлари (одатда, 10%дан кўпроқ миқдорда қўшилади) асосан, механик хоссаларни кучайтириш учун қўшилади. Бунда мустаҳкамлик, зичлик, пластиклик ортиб, материалнинг зичлиги, электр хоссалари, иссиқлик ўтказувчанлиги ва бошқа хусусиятлар маълум йўналишда ёки фақат алоҳида олинган жойлардагина ўзгаради.

Композицион материалларнинг энг муҳим хусусиятлари деформацияга мустаҳкамлигидир. Тўлдирувчилар сифатида қўлланиладиган элементлар одатда майда кукун ёки калта тола ҳолатда бўлади. Бундай қўшимчалар асосан материалнинг таннархини камайтиради. Лекин улар композицион материалнинг мустаҳкамлигини 1,5-2,0 баробар ошириши ҳам мумкин. Маълум миқдордаги (арматура) қўшимчалар материалнинг мустаҳкамлигини 2-10 баробарга оширади. Композицион материалларда тўлдирувчи ва қўшимча (арматура) материаллар биргаликда қатнашиши ҳамда уларнинг ўлчамлари ва жойлашиши ҳар хил бўлиши мумкин. Улчами уч йўналишда кичик бўлган қўшимчаларга қум, майда (кукун) доначаларга эга бўлган металллар, фосфатлар, шиша ва лойсимон микросфера шаклдаги материаллар киради (1.2-расм). Тўлдиргичнинг шакли бўйича улар 3 турга бўлинади (расм 1.2): нол-ўлчамли, бир-ўлчамли, икки ўлчамли. Бир ўлчамли қўшимчаларга толасимон тўлдирувчилар, арматура элементлари, калта толали табиий материаллар (масалан, асбест), ўсимлик материаллари, толасимон кристаллар (оксидлар, алюминий нитрид, бериллий оксиди, бор карбиди, кремний нитриди), узун толали ҳар хил органик бирикмалар ва ҳоказолар киради. Икки ўлчамли тўлдирувчиларга ленталар, матолар тўрсимон ва бошқа арматура элементларни келтириш мумкин.

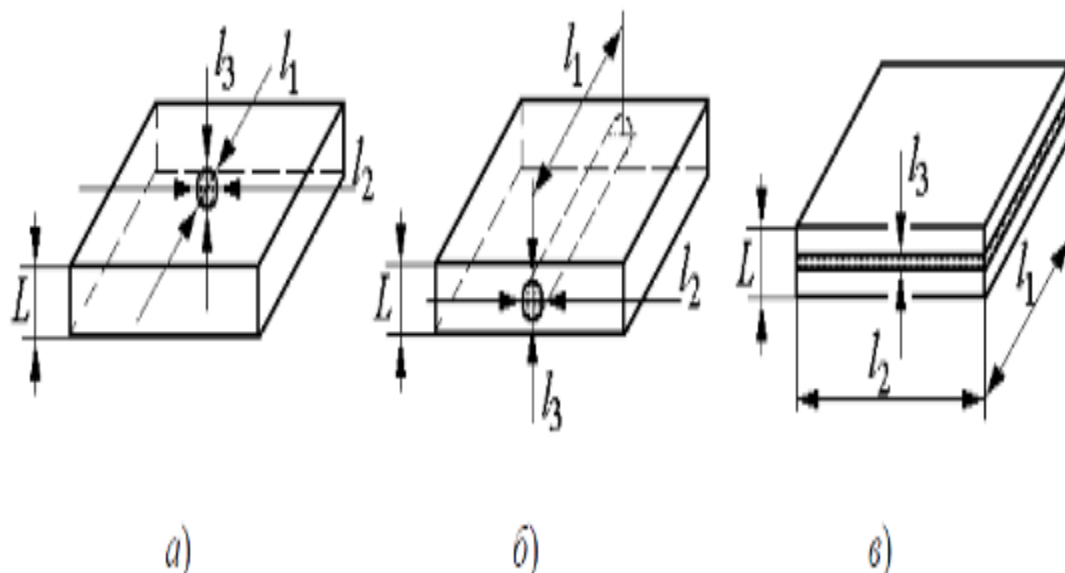
Композицион материаллар хоссаларига қўшимча элементлар (тўлдирувчи) нинг таъсири жуда катта бўлганлиги учун кўпинча шу композицион материалнинг номи унинг тўлдирувчиси номи билан ҳам айтилади. Масалан, графитопластлар, шиша толали композициялар,

органопластиклар ва хоказо.

Композицион материалларни макротузилиши бўйича ҳам фарқлаш мумкин (1-диаграмма). Юқорида таъкидлаганимиздак, матрицада тўлдирувчилар тартибсиз жойлашиши мумкин, лекин кўпинча уларнинг тартибли жойлашишига эришишга ҳаракат қилинади. Ҳар хил ўлчамга эга бўлган тўлдирувчи ва арматуралар биргаликда катнашганда уларнинг ўзаро тартибли жойлашиш имкониятлари кўп булади.

Композицион материалларнинг хоссалари ҳамма йўналишда бир хил бўлса, бундай материал хоссалари изотроп бўлади. Бундай материалларга кукун ҳолидаги қўшимчалари хаотик жойлашган композициялар киради. Материалларнинг турли йўналишлардаги хоссалари фарқ қилса, бундай композициялар анизотроп хоссаларга эга дейилади. Бундай композицияларда арматура сифатида толалар, пластинкалар, матолар, тўрлар маълум йўналишда жойлаштирилган бўлади.

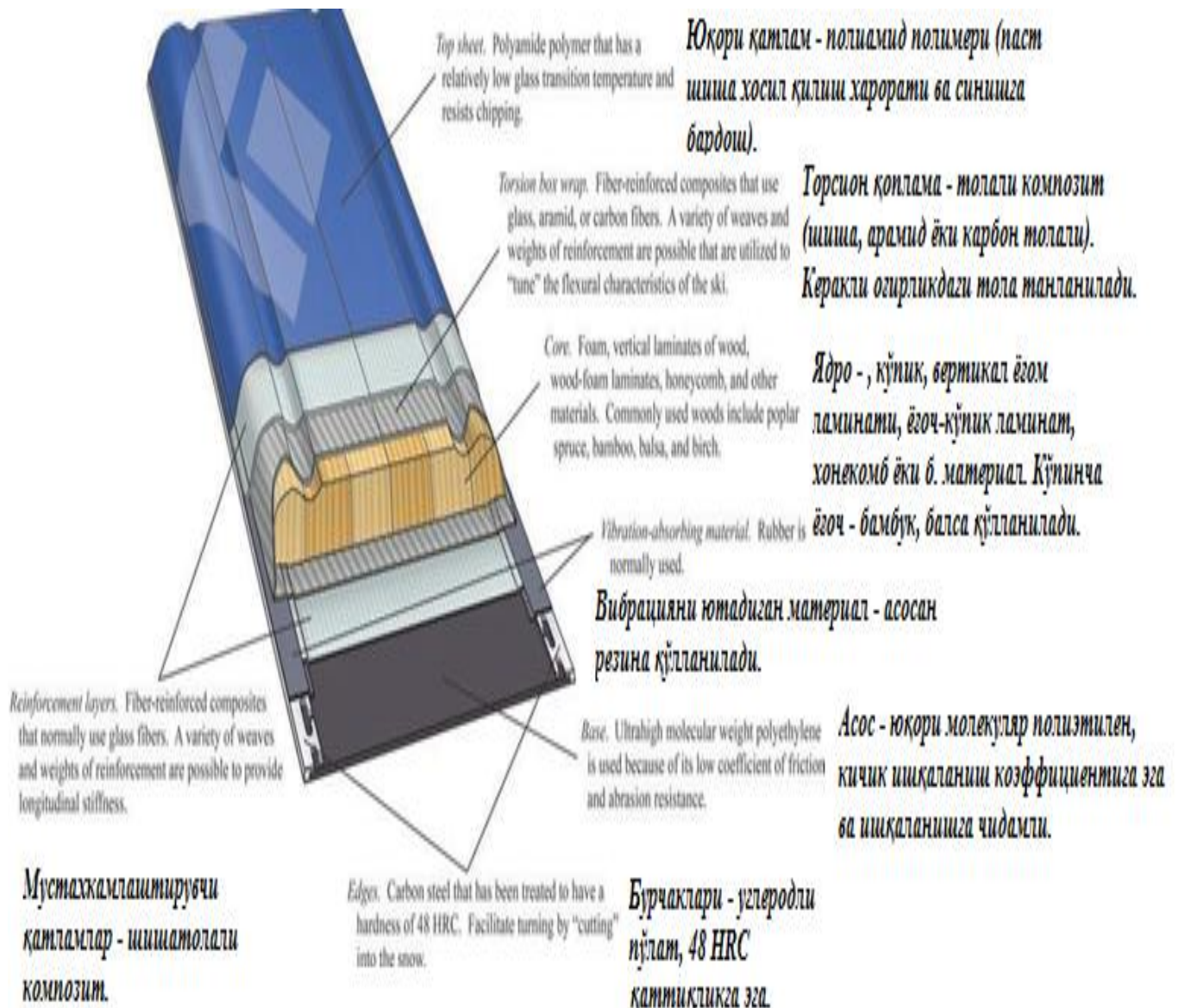
Тўлдиргичнинг турига қараб композицион материаллар **дисперс-мустаҳкамлаштирилган, толали ва қатламли композитларга ажралади.**



Расм 1.2. Армировка тўлдиргичлар: а- ноль ўлчамли, б – бир ўлчамли; в- икки ўлчамли, l_1 , l_2 , l_3 - тўлдиргич ўлчамлари; L – матрица қалинлиги.



Top photograph— iStockphoto. Bottom diagram courtesy of Black Diamond Equipment, Ltd.)

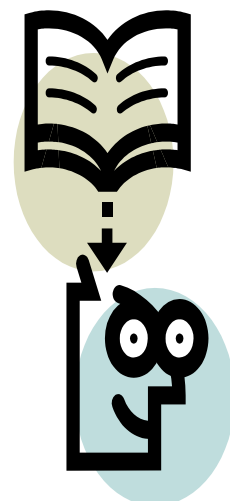


Расм 1.3. Тоғ чангиси конструкциясида қўлланилган композитлар турлари. ³

³ William D.Callister, Jr., David G.Rethwisch. Materials Science And Engineering. An Introduction. Eight Edition.

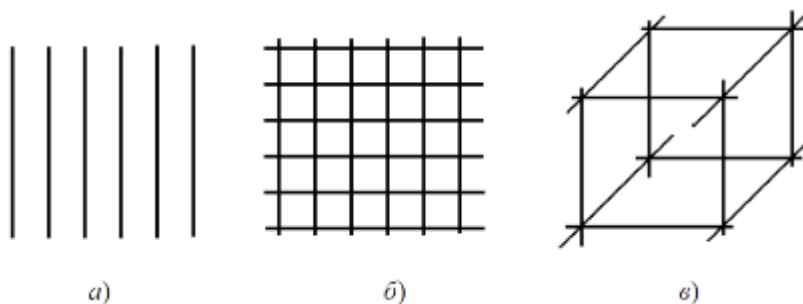
Тўлдиргичлар заррачаларини кўриниши бўйича толали ва дисперс турларига ажралади (порошоклар). Армировка тўлдиргичларнинг жойлашиши бўйича (расм 1.4-1.5) толали композицион материаллар 3 гуруҳга ажралади: бир ўқли, икки ўқли ва уч ўқли (фазовий) мустаҳкамлаштириш (армировка).

Бир ўқли мустаҳкамлаштиришда тўлдиргичнинг миқдори 1...5%ни, икки ўқли армировкада – 15...16%, уч ўқли армировкада –15%дан ортиқ бўлади. Қатламли композитларда тўлдиргич сифатида қоғоз, мато ёки асбестнинг текис листлари қўлланилиши мумкин.

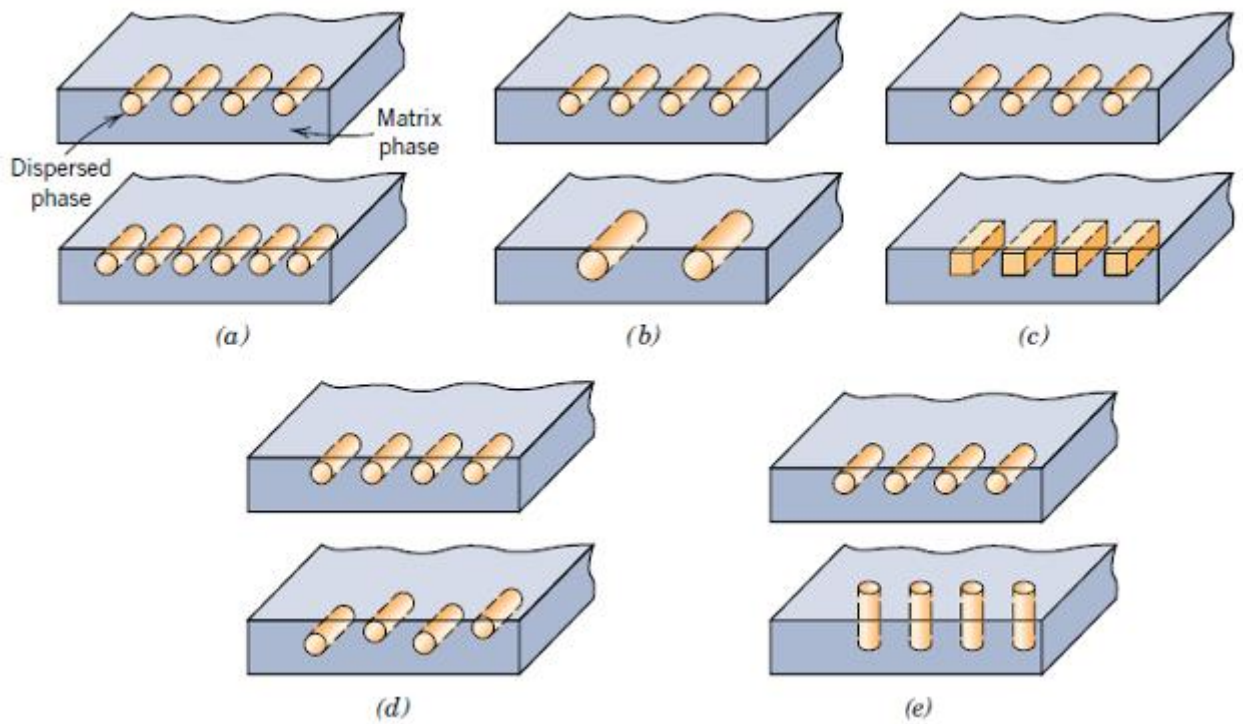


Материал хоссаларининг комплексини кенгайтириш ёки баъзи хоссасини кучайтириш мақсадида композит таркибида бир вақтни ўзида турли шаклдаги тўлдиргичлар ҳам қўлланилиши мумкин (бир ва икки ўлчамли), баъзи вақтларда бир шаклдаги аммо ҳар хил ўлчамдаги тўлдиргичлар қўлланилади.

Икки ва ундан кўп турдаги мустаҳкамлаштириш тўлдиргичлари қўлланилган композицион материаллар полиармировка қилинган деб аталади.



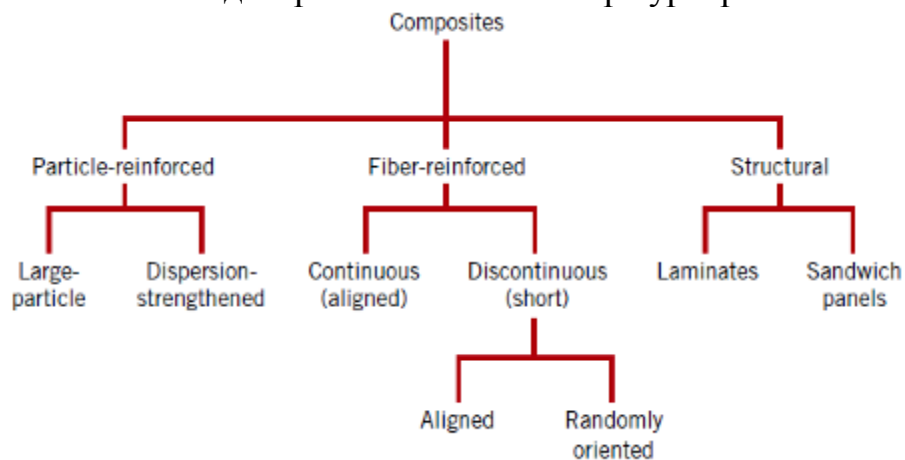
Расм 1.4. Армировка схемалари: а – бир ўқли; б – икки ўқли; в – уч ўқли.



Расм 1.5. Композитлар хоссаларига таъсир этувчи дисперс фаза заррачаларининг турли хил геометрик ва фазовий кўрсаткичлари: а – концентрация, b - ўлчамлар, c - шакл, d- шакл, e – заррачалар йўналиши (ориентацияси).⁴

Биз бу фан модулида қўйдаги композитлар турларини ва уларни ишлаб чиқариш технологияси ўрганиб чиқамиз:

1-диаграмма. Композитлар турлари.



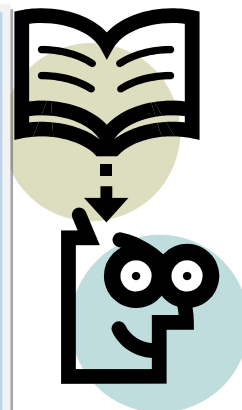
⁴ William D.Callister, Jr., David G.Rethwisch. Materials Science And Engineering. An Introduction. Eight Edition. USA, Wiley, 2010.- 629 p.

1.3. Матрицали ва дисперс фаза. Заррачалар, толалар ва структура даражасида мустаҳкамлаштириш.

Толали композицион материаллардан фарқли дисперс мустаҳкамлаштирилган композитларда матрица оғирлик ва мустаҳкамликни таъминловчи асосий элемент ҳисобланади. Дисперс заррачалар металлда дислокацияларнинг ҳаракатини секинлаштиради, оддий ва юқори ҳароратларда унинг мустаҳкамлигини оширади.

Дисперс-мустаҳкамлаштирилган композицион материалларнинг энг асосий афзаллиги – унинг хоссаларини изотроплигидир.

Дисперс заррачаларнинг улчамлари 0,01...0,1 мкм бўлганда улар материалнинг юқори мустаҳкамлигини таъминлайди. Заррачаларнинг миқдори уларнинг фазода жойланишига боғлиқ бўлиб, одатда ҳажм бўйича 5-10 %ни ташкил этади.



Мустаҳкамлаштириш компонентлари сифатида юқори ҳароратли ва кийин эрувчан фазалар– оксид, нитрид, борид, карбид (Al_2O_3 , SiO_2 , BN, SiC ва б.)лар қўлланилади. Дисперс-мустаҳкамлаштирилган композицион материаллар асосан порошок металлургия усуллари ёки суюқ металл таркибига қуйиш олдиан тўлдиргичлар қўшиш усуллари ёрдамида ишлаб чиқарилади.

Энг кўп тарқалган дисперс-мустаҳкамлаштирилган композицион материаллар алюминий ва никель асосида тайёрланади.

Алюминий асосида тайёрланган материаллар “пишган алюминий порошоги” (САП) деб аталади ва алюминий, ҳамда Al_2O_3 (18% гача) заррачаларидан иборат бўлади. САП материали (жадвал 1.1) юқори мустаҳкамликга эга бўлиб, оловбардошлиги, коррозион бардошлиги ва хоссаларнинг термик стабиллиги билан ажралиб туради. Алюминий оксиди миқдори ошиши билан материалнинг мустаҳкамлиги, қаттиқлиги, оловбардошлиги ошади ва пластиклиги камайиб боради.

САП иссиқ ҳолда яхши деформацияга мойил, совуқ ҳолда қийинроқ,

қирқиш билан онсон ишлов берилади, контакт ва аргон-дуга сваркаси билан яхши ишлов берилади. САПдан листлар, профиллар, штамп формалари, фольга ишлаб чиқарилади.САП дан поршень штоклари, компрессор лопаткалари, вентилятор ва турбиналарнинг парраклари, трансформатор обмоткалари тайёрланади.

Жадвал 1.1. САП композитларининг механик хоссалари.

Материал	Микдори Al ₂ O ₃ , %	σ _В , МПа	σ _{0,2} , МПа	δ, %
САП-1	6...8	300	220	7
САП-2	9...12	350	280	5
САП-3	13...17	400	320	3
САП-4	18...22	450	370	1,5

Никель асосида тайёрланган композитларда матрица сифатида никель ва унинг хром билан қотишмалари қўлланилади (хромнинг микдори - 20%гача). Мустаҳкамлаштириш компонентлари: торий ва гафний оксидлари. Максимал мустаҳкамлаштириш гафний оксидининг микдори 3,5...4% бўлганда намоён бўлади: σ_В = 750...850 МПа, δ = 8...12%. Никель асосидаги материаллар юқори оловбардошлик, юқори ҳароратларда структура бузилишига қаршилиги билан ажралиб туради. Аммо материалларнинг қўлланилиши фақат бу соҳалар билан чекланиб қолмайди. Уларнинг қўлланилиши двигателларни кучланиши, энергетик ва транспорт ускуналарини кучланишини кескин ошириб беради ва ускуна-жиҳозларнинг оғирлигини камайтириш имконини беради.

Назорат саволлари:

1. Табиатда учрайдиган армировка қилинган композитларни, уларнинг структура ва хоссаларини келтиринг.
2. Voyager самолети мисолида композицион материалларнинг авиасозликда қўлланилиши ўрганиб чиқинг.
3. Одам тирноғи - толали композитдир. Унинг компонентлари, микроструктураси ва хоссаларини ўрганиб чиқинг.

4. Композицион материалларнинг фуқаро самолётларида қўлланилишини ўрганиб чиқинг, асосий эътиборни Boeing 787 ва Airbus A380га қаратинг.

Фойдаланилган адабиётлар:

1. Krishan K. Chawla. Composite Materials. Science and Engineering. Third Edition. Springer Science, New York-London, 2012. - 7-67 p.

2. D.R. H. Jones, Michael F. Ashby. Engineering Materials 2: An Introduction to Microstructures and Processing. Fourth Edition. Elsevier, UK, 2012.-289-305 p.

3. William D.Callister, Jr., David G.Rethwisch. Materials Science And Engineering. An Introduction. Eight Edition. USA, Wiley, 2010.- 629-645 p.

2-мавзу: Металл матрицали композитлар. Полимер матрицали композитлар. Керамик матрицали композитлар. Ноанъанвий композитлар. Биокompозитлар. Нанокompозитлар.

Режа:

2.1. Матрица материаллари. Полимерлар, металллар, керамика материаллари.

2.2. Ноанъанвий композитлар.

2.3. Биокompозитлар.

2.4. Нанокompозитлар.

2.1. Матрица материаллари. Полимерлар, металллар, керамика материаллари.

Композит материалнинг компонентлари геометрик кўриниши бўйича фарқланади. *Матрица* деб бутун ҳажм бўйича узлуксиз жойлашган компонент аталади. Композицион материалда матрицалар сифатида

металлар ва уларнинг қотишмалари, органик ва ноорганик полимерлар, керамик материаллар қўлланилади.

Материалнинг хоссалари компонентларнинг физик-кимёвий хоссаларига ва улар орасидаги боғларнинг мустаҳкамлигига боғлиқдир. Композицион материал компонентлар ҳар хил хоссаларга эга бўлиши керак. Армировка (мустаҳкамлаштириш) компонентлари юқорида таъкидланганидек юқори каттик ва мустаҳкамликни таъминлайдилар.

Армировка компонентларини ва матрицани асосида тайёрланган композиция нафақат дастлабки компонентлар хоссаларини ўзида мужассамлаштиради, балки янги, бошланғич компонентларга хос бўлмаган

Конструкцион композитларда армировка компонентлари асосан керакли механик хусусиятларни (мустаҳкамлик, термик бардошлик, қаттиқлик ва б.) таъминлайди, **матрица** эса армировка элементларини бирга ишлашини, уларнинг механик бузилишдан ва агрессив кимёвий муҳитлардан химоялаш вазифасини бажаради.



хусусиятларни ҳам намоён қилиши шарт. Масалан, армировка компонентлари ва матрица орасида ажралиш чегараси мавжуд бўлса, бу материалнинг ёриқларга чидамлигини оширади.

Матрица материали турига қараб композитларни қўйидагича классификация қилиш мумкин:

- *полимер матрицали композитлар*
- *керамик матрицали композитлар*
- *металл матрицали композитлар*
- *оксид-оксид композитлар*

Композицион материалларда матрица материалнинг бир жинслигини, монолитлигини таъминлайди, буюмнинг шаклини ва армировка компонентларнинг ўзаро жойлашини сақлайди, таъсир этаётган

кучланишларни материал ҳажми бўйича тақсимлайди, толаларга бир хил кучланишни тақсимлашга ҳаракат қилади. Бундан ташқари матрица армировка компонентлани механик ва кимёвий таъсирлардан ҳам ҳимоялайди.

Полимерлар.

Полимерлар керамика ва металлларга нисбатан мураккаб структурага эгадир, аммо полимерлар арзон ва уларга осонлик билан ишлов бериш мумкин. Хоссаларига келсак, полимерлар мустаҳкамлик ва эластиклик модули кўрсаткичлари паст, эксплуатация ҳароратлари юқори бўлмаган материаллардир. Ультрабинафша, ёруғлик нурлари ва баъзи эритгичларни узоқ вақтда таъсири полимерларнинг деградациясига ва хоссаларини кескин пасайишига олиб келади. Ковалент боғлар асосида ташкил этилганлиги муносабати билан полимерлар асосан иссиқликни ва электрни ёмон ўтқазадилар. Аммо кимёвий моддалар таъсирига металллардан кўра чидамлироқдир.

Металл матрицалар.

Металллар универсал конструкцион материаллардир. Металллар ўзининг мустаҳкамлиги ва қаттиқлиги билан ажралиб туради. Металллар пластик деформация қилиниши ва уларнинг хоссалари турли усуллар билан кучайтирилиши мумкин, бу асосан дислокациялар деб аталадиган чизикли дефектларнинг ҳаракати билан боғлиқ бўлади. Ҳамма металллар (металл шишалардан ташқари) кристалл тузилишга эга. Асосан металллар 3 та кристалл сингонияларда кристаллланади:

- ёнлари марказлашган кубик (ГЦК)
 - ҳажми –марказлашган кубик (ОЦК)
 - олтибурчакли зич упаковка қилинган (НСР)
- Металл матрицали композитларнинг (ММК) 3 тури мавжуд:

- Дисперс-мустаҳкамлаштирилган ММК



- қисқа тола ва мўйловлар билан армировка қилинган ММК
- узлуксиз тола ва листлар илан армировка қилинган ММК.

Керамик матрицалар

Керамик материаллар қаттиқ ва мўрт бўлади. Керамик материаллар мўртлигидан ташқари, баъзи хоссалари турлича бўлиши мумкин. Реактив двигателларда қўлланиладиган металл- суперқотишмалар 800 °С ҳароратигача яхши хусусиятларга эга, аммо 1100 °Сда металл қопламаси оксидланиши бошланади. Ундан юқори ҳароратларда эса бошқа турдаги конструкцион материаллардан фойдаланиш керак бўлади. Шу ерда керамик материаллар керакли хоссаларни намоён қилиши мумкин.

Керамика материалларнинг асосий камчилиги – уларнинг мўртлиги, шунинг учун уларни мустаҳкамлаштириш зарур бўлади.

Шишакерамик материаллар – керамик материалларнинг махсус гуруҳини ташкил қилади. Улар композицион материал каби 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. Бундай кичик кристалларни ўстириш учун шиша массаси таркибига катализатор (одатда TiO_2 ва ZrO_2) қўшилади ва олинган шиша йўналтирилган кристаллизацияга учрайди.

Энг муҳим шишакерамик материаллар:

1. $Li_2O-Al_2O_3-SiO_2$ системасида: кичик термик кенгайиш коэффициентига ва демак юқори термик бардошликга эга. Бу турдаги материаллар «Corning ware» савдо белгиси билан ишлаб чиқарилади.

2. $MgO-Al_2O_3-SiO_2$ системаси: юқори электрик бардошликга ва юқори механик мустаҳкамликга эга.

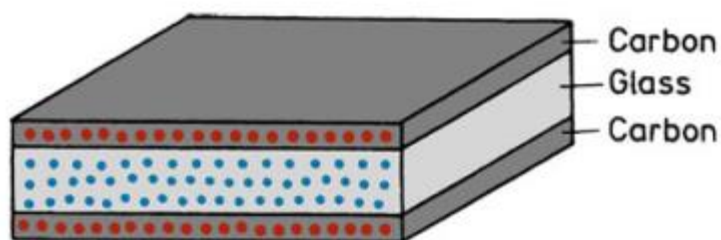
Керамик матрицали материаллар турли кукун методлар билан ишлов берилиши мумкин (анъанавий поликристалл керамика олиш усуллари), ҳамда махсус замонавий керамик матрицаларнинг синтез усуллар ёрдамида олиниши мумкин.

2.2. Ноанъанавий композитлар.

Ноанъанавий композитларга (полимер, металл, керамик матрицали), ўз ўзидан тикланадиган композитлар, ўз ўзидан мустаҳкамланадиган композитлар, биокомпозитлар киради. Бу композитлар хозирги вақтда олимлар томонидан ўрганилмоқда.

Гибрид композит системалар

Композит таркибида бир турдан кўп толалар қўлланилган ҳолда материал гибрид композит деб аталади. Материалнинг энг муҳим жойларида унинг максимал мустаҳкамликга эга бўлишини таъминлаш мақсадида турли хил мустаҳкамлаштириш компонентлари ва уларни жойлаштириш йўналишлари қўлланилиши мумкин. Масалан, 4.7.-расмда келтирилган гибрид композитнинг тан нарҳини анча камайтириш мумкин: қимматбаҳо углерод толасини миқдорини камайтириш йўли билан. Аммо бу толани оптимал ҳолда жойлаштириш натижасида материал сифатига салбий таъсир кўрсатилмайди.



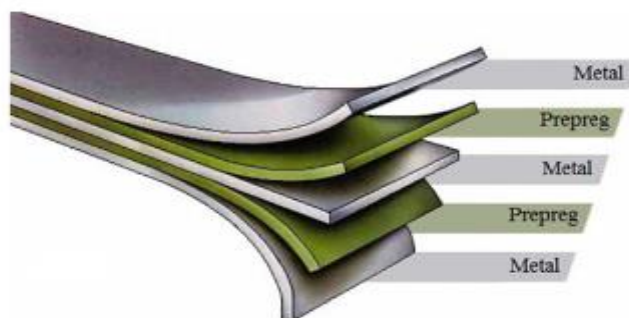
Расм 4.7. Углерод ва шиша толаси билан мустаҳкамлаштирилган гибрид композит.

Яна бир мисол - роман композит материал, ёки толали-металл ламинат (расм 4.8.).

Бу гибрид ~ 0,3 мм қалинликдаги алюминий, пўлат, титан, магний металл листи ва полимер- матрицали композит (РМС) препреги (толали мустаҳкамлаштирилган полимер) дан иборат. Полимер- матрицали композитдаги тола- шиша, араמיד ёки углерод толасси бўлиши мумкин, матрица сифатида эса одатда эпоксид смоласи ишлатилади.

Бу материалнинг қўйидаги турлари мавжуд:

- **Glare:** шиша толаси билан мустаҳкамлаштирилган ламинат
- **ARALL:** алюминий ламинатлар, арамид толаси билан мустаҳкамлаштирилган.
- **УХОД:** углерод пластик ламинатлар.
- **ТИГР:** Титан / Графит-эпоксид ламинатлар.



Расм 4.8. Толали-металл ламинат таркиби.

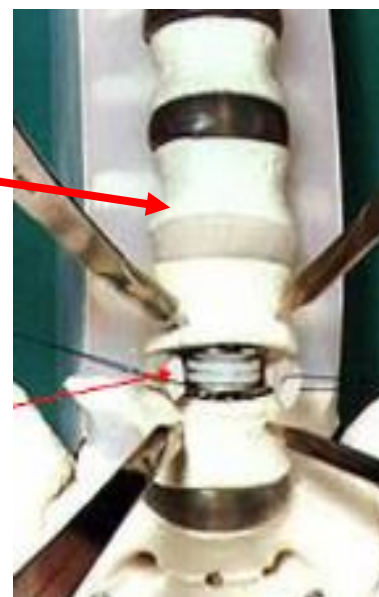
2.3. Биокөмпозитлар.

Биокөмпозитлар - биоактив қопламали имплантатлар. Биокөмпозитлар ики ёки кўпроқ фазадан ташкил топган бўлади. Бу фазалар шундай танланадики, кучланишлар фазалар чегараси бўйича тарқалиши зарур бўлади. Биокөмпозитлар қўлланилиши – травматология, ортопедия, стоматология.

Биокөмпозитлар турлари:

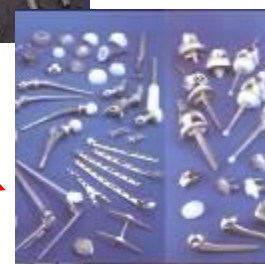
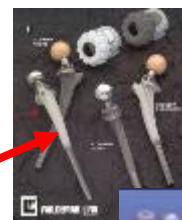
1. Полимер-керамик биокөмпозитлар.

Бу көмпозитларда ноорганик фаза (шиша ёки кальций фосфатлари) органик бирикма таркибида текис тақсимланади. Органик бирикма – юқори босимли полиэтилен ёки эпоксид смола. Бундай көмпозитлар юқори мустаҳкамликга, эластикликга эга, енгил, биомослашувчан ва анизотропдир (суяк хоссаларига яқин).



2. Металл-керамик биоккомпозитлар.

Бу композитлар асосан юқори мустаҳкамликни таъминловчи металлдан иборат бўлади. Металл юзасига керамик қоплама (кальций фосфати ёки биоактив смола) қопланади. Бунда керамика металл юзасига яхши ёпишишни таъминлаш зарур бўлади.



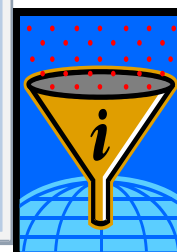
Ҳеч қандай биоккомпозит одам тўқималарининг ва организмнинг ҳамма анатомик-физиологик ва биомеханик хусусиятларга тўлиқ жавоб бера олмайди. Шунинг учун турли қўлланилиш соҳаларида турли биоккомпозитлар яратилиши зарур бўлади.

Биоккомпозитларнинг истиқбол йўналишлари: 1) композит имплантатлар яратиш; 2) гибрид имплантатлар яратиш; 3) индивидуал био-тиббий параметрларга эга бўлган имплантатлар тўпламини яратиш (“квазиинтеллектуал” имплантатлар).

2.4. Наноккомпозитлар

Наноккомпозитлар : бу турдаги композицион материаллар таркибида ўлчамлари нанометр (нм) диапазонида бўлган битта ёки кўпроқ компонентлар мавжуд бўлади.

Одатда бундай нано ўлчамли материал мустаҳкамлаштирувчи компонентдир: бу нанотрубкалар, нанотолалар ва нанозаррачалар.



Матрицалар 3 турда бўлиши мумкин, аммо асосий қисми –полимер матрицали наноккомпозитлардир (Баррера 2000; Баррера и другие, 2005; Shofner и др., 2003, 2006).

Бундай материалларни кукун металлургия ёки суюқ усулда металл матрицаларни тайёрлаш усули ёрдамида олиш – юқори мустаҳкамликга ва ишқаланишга чидамли наноккомпозитлар яратишнинг истиқболли йўналишларидир.

Полимер тупроқ-наноккомпозитлар

Наноккомпозитнинг яна бир тури: полимер тупроқ-наноккомпозитлар -

ишлаб чиқаришда ўзини иқтисодий жihatдан самарадорлигини кўрсатди. Нанотупроқлар билан мустаҳкамлаштирилган полимер матрицалар кўп миқдорда ишлаб чиқарилмоқда (Ажапан 2003; Коо 2006; Lee 2005; Окада ва Usuki 2006; Пол ва Робсон 2008).

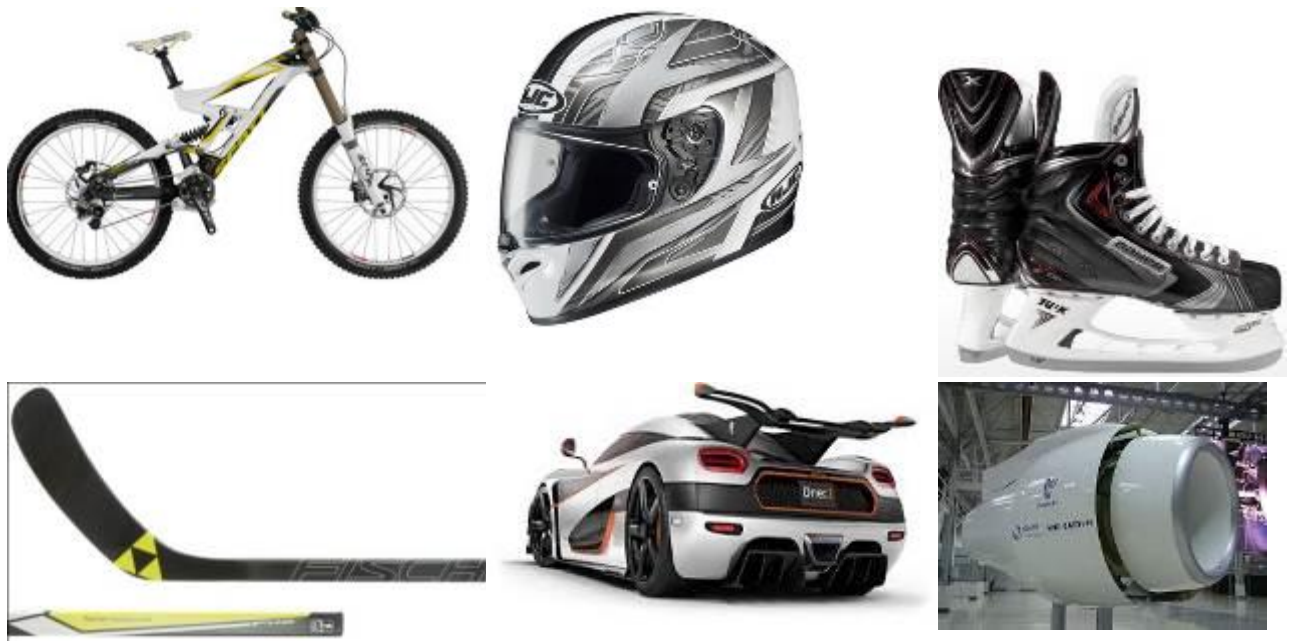
Нанотупроқлар кимевий таркиби бўйича магний алюмосиликатларидир. Ўлчамлари - нанометр диапазонида. Қалинлиги - 1 нм, узунлиги 70-150 нм. Хозирги вақтда энг кўп монтмориллонит тупроғи қўлланилмоқда.



Тальк ва слюдадан фарқлироқ, монтмориллонит алохида қатламларга бўлиниши онсон – натижада керакли ўлчамларга эга бўлган нано қатламлар ҳосил бўлади. Полимер матрица билан яхши аралашини ва майдаланишни таъминлаш мақсадида тупроқга дастлаб ишлов берилади.

Бу йўналишдаги ишлар илк бор Toyota компанияси томонидан 1990 й. бажарилган. General Motors корпорацияси 2001 йилда GMC Astro / Safari фурғонида нано-тупроқ билан мустаҳкамлаштирилган термопластик олефинни қўллаган. Ҳосил бўлган нанокомпозит анъанавий полимер материалларидан энгилроқ, қаттиқроқ ва иқтисодий самаралиги билан ажралиб туради: бу автомобил камроқ ёқилги ишлатади. Автомобилшуносликда иқтисодий самарадорлик жуда муҳим ҳисобланади, фақат спорт автомобилларини ишлаб чиқаришда иқтисодий самарадорликга эътибор берилмайди.

Нанотупроқлар смоланинг мустаҳкамлигини ва стабиллигини оширади, ва умуман олганда оддий тўлдиргичларга қараганда функционал ҳисобланади. Нанозаррачалар жуда оз миқдорда қўшилади – оғирлиги бўйича 2-3%ни ташкил қилади. Бундан ташқари нано тупроқларнинг қўлланилиши материалнинг эстетик хоссаларини яхшилайти: ташқи кўриниши, ранги ва юза сифати ошади.



Расм 4.9. Композицион материаллар қўлланилиши.

Хулоса қилиб, композитларнинг асосий қўлланилиш соҳаларини келтирамиз:

- Аэрокосмик соҳа.
- Автомобилшунослик.
- Электр ва алоқа тармоқлари.
- Қурилиш соҳаси.
- Спорт буюмлари ишлаб чиқариш.
- Медицина.
- Машинасозлик.
- Электротехника.
- Нанотехнология.
- Metallургия ва бошқа соҳалар (расм 4.9.).

Назорат саволлари:

2.1. Композитнинг керамик матричасига ишлов бериш натижасида материалнинг мустаҳкамлиги пасаяди. Сабабини тушунтириб беринг.

2.2. Керамик матрицали композитлар олишда золь-гель ва полимер пиролиз усуллари қўлланилиши мумкин-ми? Бу усуллар қандай композитлар олишда қулай ҳисобланади?

2.3. Деярли нолга тенг бўлган иссиқликдан кенгайиш коэффициентига эга бўлган углерод тола билан мустаҳкамлаштирилган шишакерамик композит олиш мумкин ми? Сабабини тушунтириб беринг.

2.4. Нима учун керамик матрицали композитларни ишлаб чиқаришда кўра иссиқлик хоссаларга катта эътибор беришимиз керак (металл матрицали композитлар билан солиштиринг)? Микро ёриқлар толали композитларда нима сабаблардан пайдо бўлиши мумкин?

2.5. Нано-тупроқни композитлар таркибида қўлланилишига мисоллар келтиринг.

2.6. Тоғ велосипедини конструкцияси ўрганинг: қандай конструкцион материаллар қўлланилганлигини аниқланг.

2.7. “Нексия” ва “Матиз” автомобилларида қўлланилган композитлар турларини аниқланг.

2.8. Қурилишда қандай композицион материаллар қўлланилади? Мисоллар келтиринг.

2.9. Ўз ўзидан тикланадиган композитларга мисоллар келтиринг.

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. L.Fiocco, Z.Babakhanova, E.Bernardo. Facile obtainment of luminescent glass-ceramics by direct firing of a preceramic polymer and oxide fillers. Ceramics International Journal. Available online 10 February 2016. <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0272884216000833>

6. З.А.Бабаханова, М.Х.Арипова. Кремний-органик бирикмалар асосида техник керамика материаллар синтези. Узбек кимё журнали. 2015, №3, 16-21 б.

7. Enrico Bernardo, Laura Fiocco, Giulio Parcianello, Enrico Storti, Paolo Colombo. Advanced Ceramics from Preceramic Polymers Modified at the Nano-Scale: A Review. Materials 2014, 7, 1927-1956 p.; doi:10.3390/ma7031927.

8. Тялина Л.Н., Минаев А.М., Пручкин В.А. Новые композиционные материалы. Учебное пособие. Тамбов: ГОУ ВПО ТГТУ, 2011.-5-25 с.

9. Шевченко А.А. Физикохимия и механика композиционных материалов. – М. : Профессия, 2010. – 140-170 с.

3-мавзу: Наноматериаллар. Нанообъектларнинг асосий турлари ва улар асосидаги наносистемалар.

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:

- анотизимнинг кристаллофизикаси, наноструктуралар ва уларнинг симметрик ифодаси;
- электронларнинг энергетик спектри квант ушлов структурарида квант нуқталар, толалар, юқори даражали панжаранинг аҳамияти;
- холлнинг квант эффеќти ва квант ўлчов структуралари оптик хусусиятларининг моҳияти;
- наноқатламли композицияларни магнит хоссалари, кондесацияланган мухитларда энергия ва зарядлар ўтказиш жараёнлари;
- наноструктуралашган материалларни физик кимеси, кичик ансамбли молекулалар, молекуларо ўзаро таъсири ҳақида тасаввурга эга бўлиши;
- нано заррачаларни 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 эпитаксия, молекуляр ва кимёвий конструкторлаш;

• Ленгмюр-Блоджетт молекуляр қатламлаш услуби, полианион молекуляр конструкторлаш;

• юқори даражада локалланган қопланиш, ажратиш ва моддаларни модификациялаш услублари;

• корпускуло-фотонли ва электрокимёвий нанотехнологиялар, нанозондли локал синтез ва моддани ажратиш, материал юзасини модификациялаш кўникмаларига эга бўлиши керак.

3.1. Нанотехнологияларнинг ривожланиш тенденцияси

Нанотехнологияни ривожланиши қуйидагиларга боғлиқ ⁵:

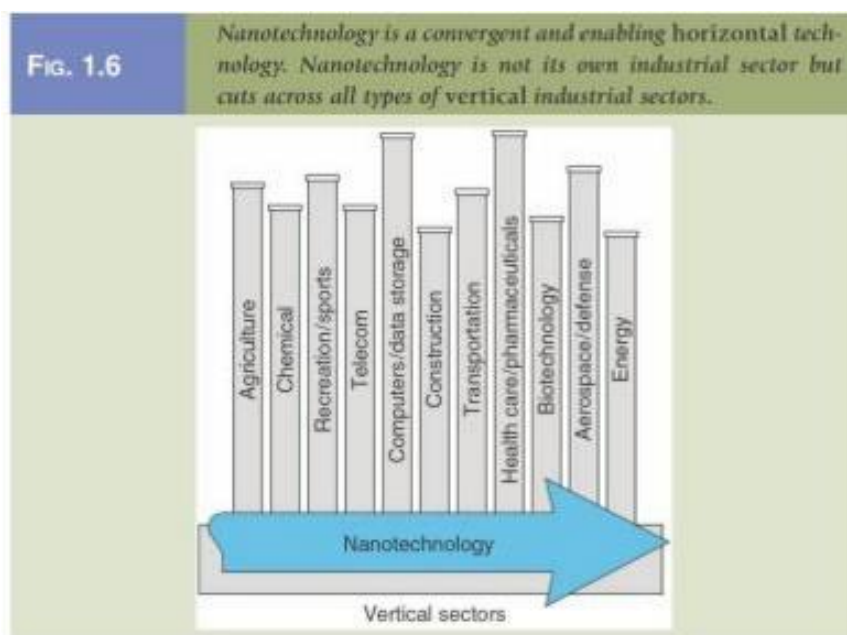
- Физика
- Кимё
- Биология
- АКТ
- Электротехника
- Машинасозлик

Нанотехнология генетика фанини ривожланишига катта тасир кўрсатди:

- нанотиббиёт
- нано капсула

⁵ Jeremy Ramsden Nanotechnology, Second Edition: An Introduction (Micro and Nano Technologies) 2nd Edition, Elsevier, 2011. 35.

- нано гель
- саратон касаллигини даволаш
- соғ бўлган катакларга зарар етказмасдан даволаш



Расм 1. Нанотехнологияларнинг ривожланиш тенденцияси⁶.

Нано роботлар.

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

Нанотехнология ва коинот:

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

Нано озиқланиш:

- озиқаларни музсиз сақлаш
- озиқ- овқатларни бактерия ва паразитлардан химоя қилиш
- енгил хазм бўладиган моддаларни яратиш

Нано ва мудофаа:

- кичик ўлчамли ва тезюрар электрон қурилмалар

⁶G.L.Hornyak, J.J. Moore, H.F.Tibbals, J. Dutta. Fundamentals of Nanotechnology.-CRC Press, Taylor and Fransis, 2009, 24

- енгил, қувватли ускуналар
- сенсорларнинг янги авлодларини яратиш
- такомиллаштирилган қуроллар

Нано ва электроника (Расм 1-2):

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

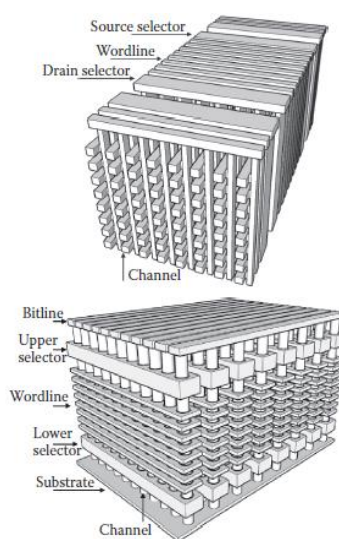


FIGURE 2.3 Proposed structures for three-dimensional NAND Flash Memory. (Data from International Technology Roadmap for Semiconductor [ITRS] <http://www.itrs.net>)

Расм 2. Учўлчамли NAND Flash хотираси учун тахминий тузилиши⁷.

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

⁷ David Rickerby Nanotechnology for Sustainable Manufacturing, Taylor and Fransis, 2014, 21.

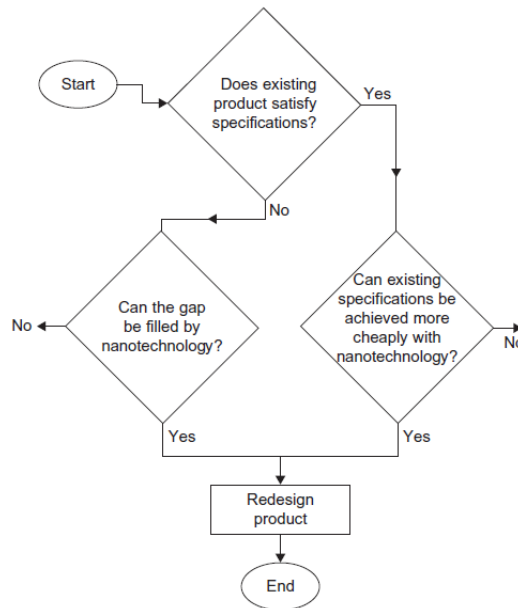
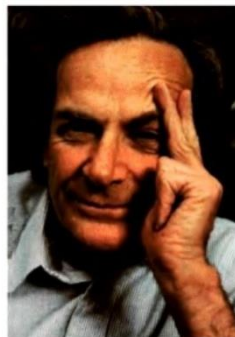


FIGURE 1.3
Flow chart to determine whether nanotechnology should be introduced into a product.

Расм 3. Нанотехнология махсулотга қўлланилиши мумкинлигини аниқлаш диаграммаси⁸.

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 харакатланишини $0.01 \text{ \AA} = 10^{-10} \text{ м}$ 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.

⁸ Jeremy Ramsden Nanotechnology, Second Edition: An Introduction (Micro and Nano Technologies) 2nd Edition, Elsevier, 2011, 12

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.

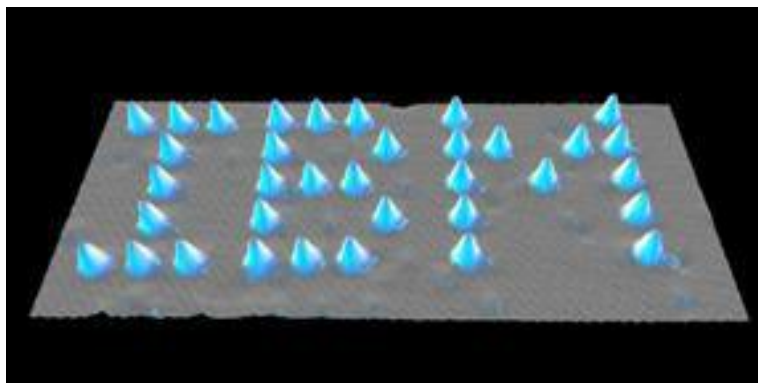
6) 1982-йилда Г.Бининг ва Т Рорер биринчи сканер қилувчи тунелли микроскоп (СТМ) яратдилар.

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.Дрекслер-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)

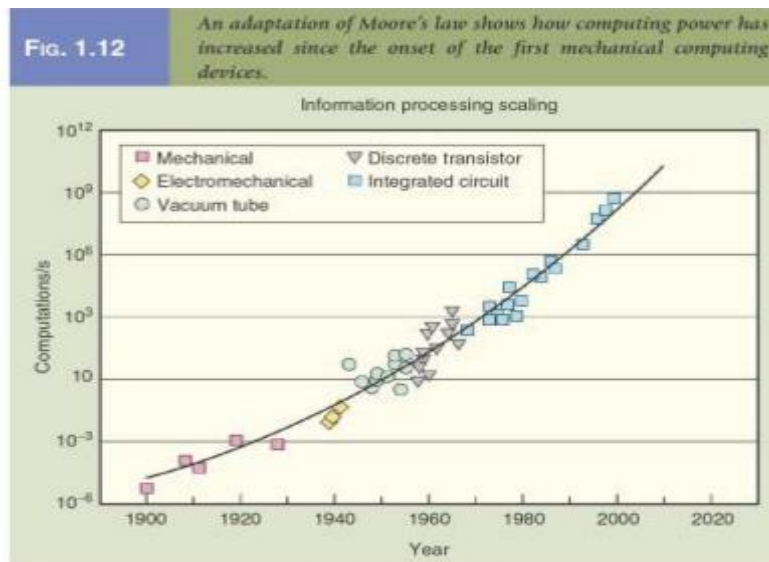
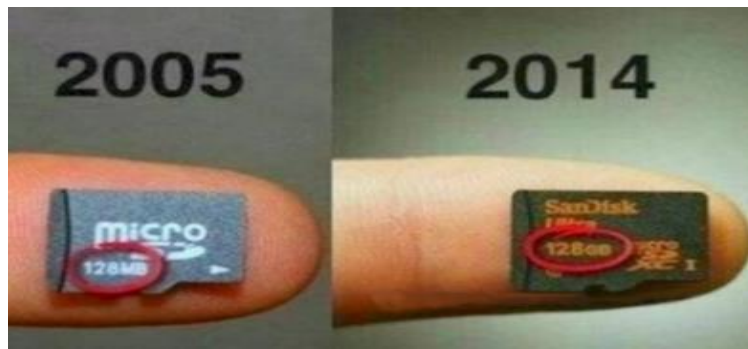


Расм 4. IBM фирмасининг литографияси⁹

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

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

⁹ Guozhong Cao, Ying Wang Nanostructures and Nanomaterials: Synthesis, Properties, and Applications 2nd Edition, Imperial College Press, 302



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

Расм 5. Мур ва Кридер қонуни¹⁰ 23

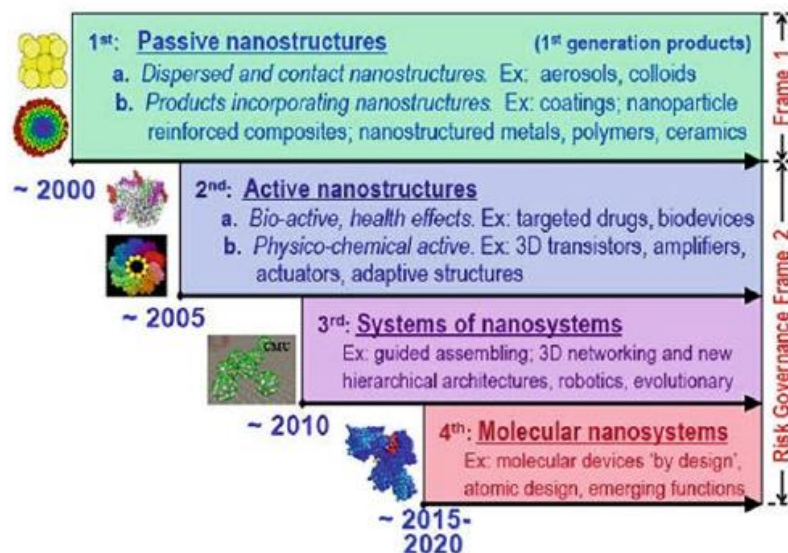


Fig. 2.1 Generations of nanotechnology development (Roco 2011)

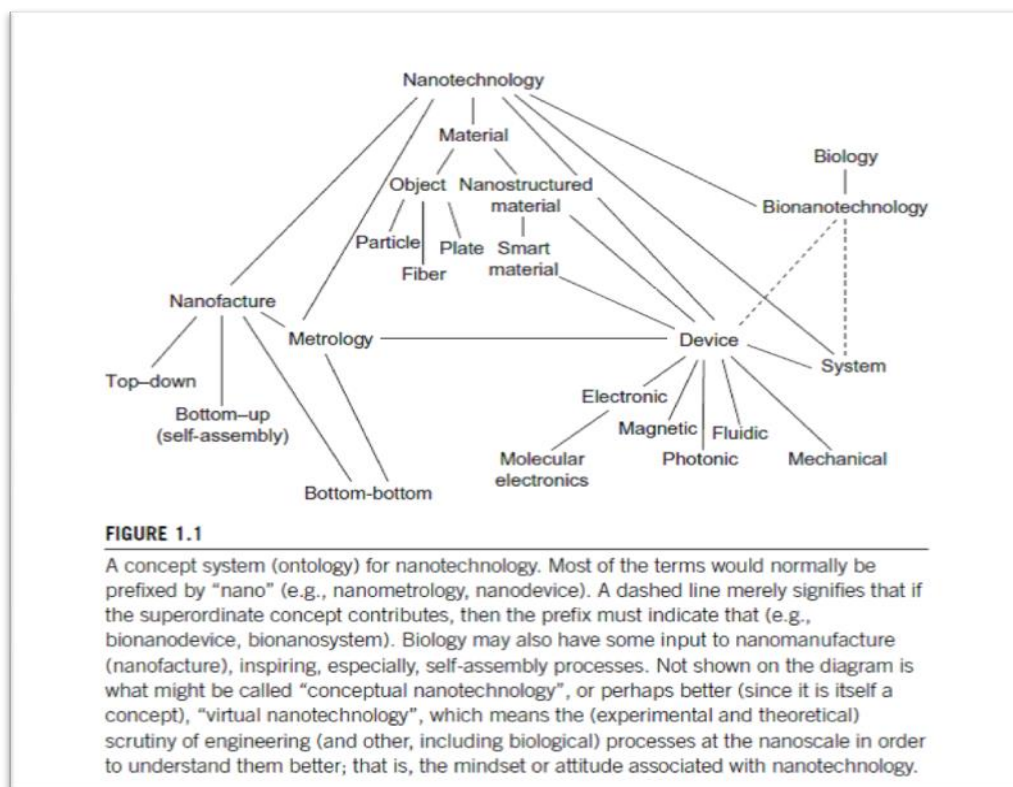
Расм 6. Нанотехнологиянинг ривожланиш тенденцияси¹¹

¹⁰ G.L.Hornyak, J.J. Moore, H.F.Tibbals, J. Dutta. Fundamentals of Nanotechnology.-CRC Press, Taylor and Fransis, 2009, 12

¹¹ Said Salaheldeen Elnashaie, Firoozeh Danafar, Hassan Hashemipour Rafsanjani Nanotechnology for Chemical Engineers, Springer, 2015, 95.

3.2. 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 қукунлар ингичка плёнкалар шулар жумласидан (Расм 7).



Расм 7. Нанотехнологияларда онтология. Нано префикси (нанометрология, наноасбоб)¹²

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-

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

ўзини йиғиши дейилади. Замонавий нанотехнологиянинг вазифаси, атомар тузилмаларини йиғишни таъминловчи табиий қонуниятларини топиш.

3.3. Нанообъект, наноматериал, нанотехнология тушунчаси

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 10^9 дан 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 қўлланилиши ¹³

1) Нанообъектни аниқлаш. Нанометр ўлчамли ҳар қандай физикавий объект 1x2x3x координатали майдонда (тез кунда вақт ўлчамида 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 тўлкини узунлиги билан таққосланадиган объект. (1924 йилда физик олим де Бройль “Фотонлар учун

¹³ Jeremy Ramsden Nanotechnology, Second Edition: An Introduction (Micro and Nano Technologies) 2nd Edition, Elsevier, 2011, 5

корпускуляр тўлқинли дуализм табиатнинг исталган зарраси учун мос” деган.

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

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

4) Нанообъектни аниқлаш. Ўзининг ўлчовларида ҳодисанинг энг сўнги 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.

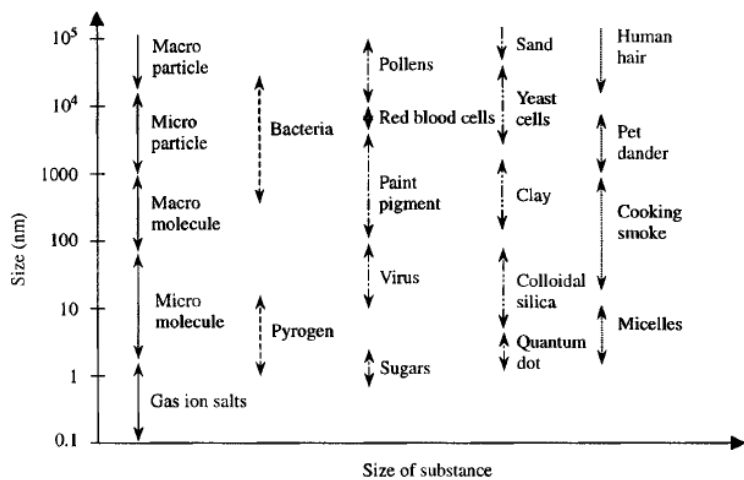
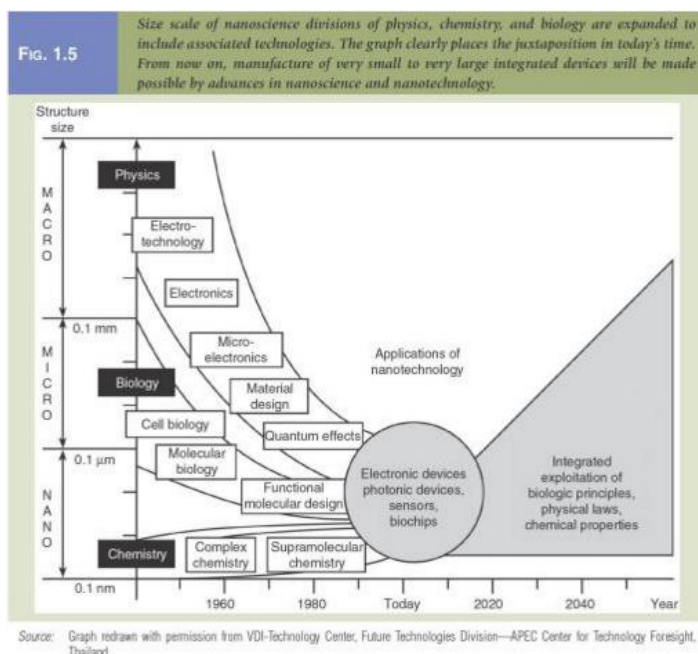


Fig. 1.1. Examples of zero-dimensional nanostructures or nanomaterials with their typical ranges of dimension.





Расм. 8. Типик ўлчамли О-ўлчамли нанотизимлар ва наноматериалларнинг намуналари¹⁴⁻¹⁵

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).

“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.

3.4. Нанообъектлар тавсифи.

¹⁴ G.L.Hornyak, J.J. Moore, H.F.Tibbals, J. Dutta. Fundamentals of Nanotechnology.-CRC Press, Taylor and Fransis, 2009, 8-11.

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

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 микдордан катта бўлади. Квант нуқталардан лазер қурилишида, оптоэлектроникада, фотоникада, сенсорикада ва бошқаларда фойдаланилади (расм 9-11).

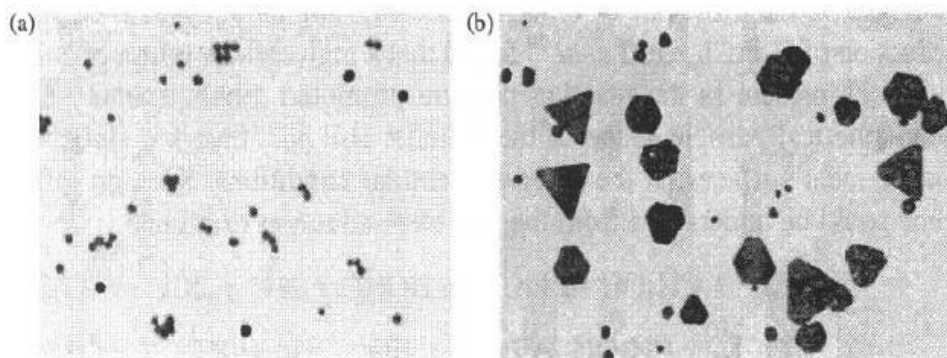


Fig. 3.10. SEM micrographs of gold nanoparticles prepared with sodium citrate (a) and citric acid (b) as reduction reagents, respectively, under otherwise similar synthesis conditions. [W.O. Miligan and R.H. Morriss, *J. Am. Chem. Soc.* **86**, 3461 (1964).]

Расм 9. Қайтарувчи сифатида қўлланиладиган натрий цитрати ва лимон кислотасидаги олтин наноэзаррачалари¹⁶.

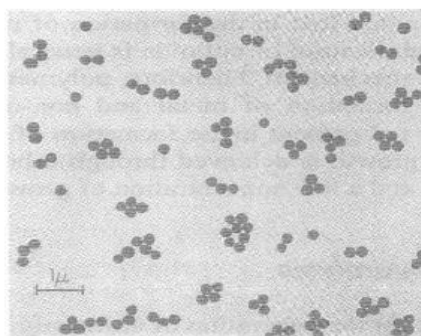


Fig. 3.19. SEM micrograph of silica spheres prepared in the ethanol-ethyl ester system. [W. Stober, A. Fink, and E. Bohn, *J. Colloid Interf. Sci.* **26**, 62 (1968).]

Расм 10. Этанол-эфир мухитидаги кремнезем наноэзаррачалари¹⁷.

¹⁶ Guozhong Cao, Ying Wang *Nanostructures and Nanomaterials: Synthesis, Properties, and Applications 2nd Edition*, Imperial College Press, 2010, 69

¹⁷ Guozhong Cao, Ying Wang *Nanostructures and Nanomaterials: Synthesis, Properties, and Applications 2nd Edition*, Imperial College Press, 2010, 86

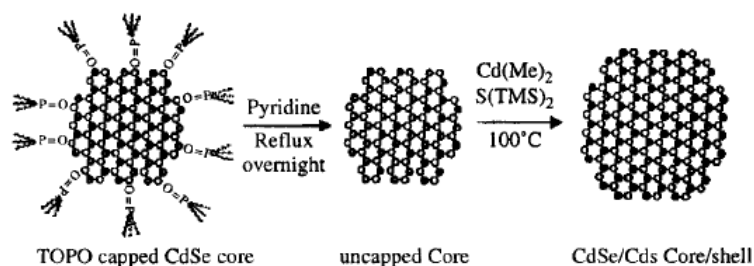


Fig. 3.27. Schematic synthesis of CdSe/CdS core/shell nanocrystals [X. Peng, M.C. Schlamp, A.V. Kadavanich, and A.P. Alivisatos, *J. Am. Chem. Soc.* **119**, 7019 (1997).]

Расм 11. Ядро-қобиқ нанокристалларнинг синтези CdSe/CdS¹⁸

2) 1-D нанообъектлар – икки ўлчамда нанометрик катталиққа, учинчи ўлчамда эса – макроскопик катталиққа эга бўлади. Булар жумласига наносимлар, нанотолалар, бир деворли ва кўп деворли нанокувурлар, органик макромолекулалар, шу жумладан ДНКнинг икки қаватли спираллари киритилади (расм 12-15).

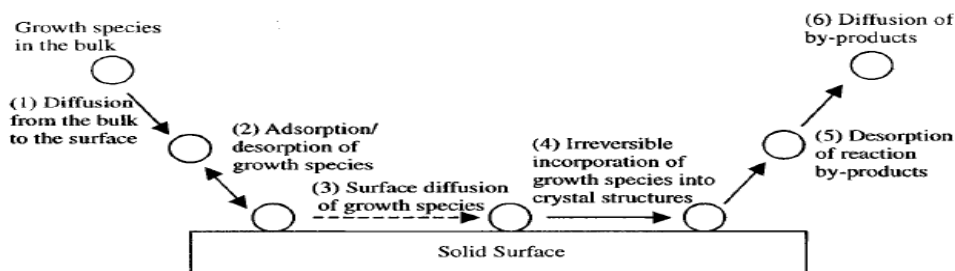


Fig. 4.1. Schematic illustrating six steps in crystal growth, which can be generally considered as a heterogeneous reaction, and a typical crystal growth proceeds following the sequences.

Расм 12. Гетероген реакция бўйича б-каррали кристалларнинг ўсиш тизими¹⁹.

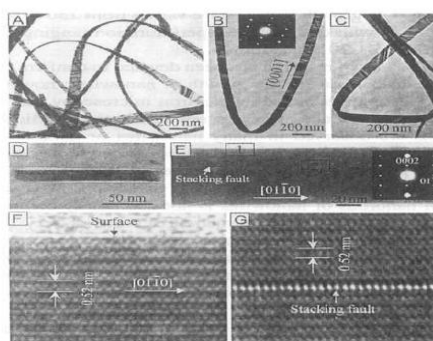


Fig. 4.6. SEM and TEM pictures of ZnO nanobelts [Z.W. Pan, Z.R. Dai, and Z.L. Wang, *Science* **291**, 1947 (2001).]

Расм 13. Рух оксиди нанонайчалари учун SEM ва TEM электрон микротасвирлари²⁰.

¹⁸ Guozhong Cao, Ying Wang Nanostructures and Nanomaterials: Synthesis, Properties, and Applications 2nd Edition, Imperial College Press, 2010, 104

¹⁹ Guozhong Cao, Ying Wang Nanostructures and Nanomaterials: Synthesis, Properties, and Applications 2nd Edition, Imperial College Press, 2010, 113

²⁰ Guozhong Cao, Ying Wang Nanostructures and Nanomaterials: Synthesis, Properties, and Applications

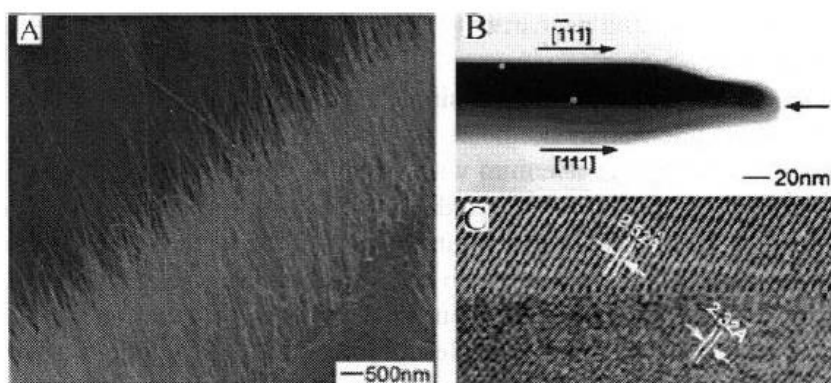


Fig. 4.8. (A) SEM and (B) TEM micrographs of CuO nanowires synthesized by heating a copper wire (0.1 mm in diameter) in air to a temperature of 500°C for 4 hr. Each CuO nanowire was a bicrystal as shown by its electron diffraction pattern and high-resolution TEM characterization (C). [X. Jiang, T. Herricks,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

Расм 14. Мис оксиди наносимлари учун SEM ва TEM электрон микротасвирлари ²¹.

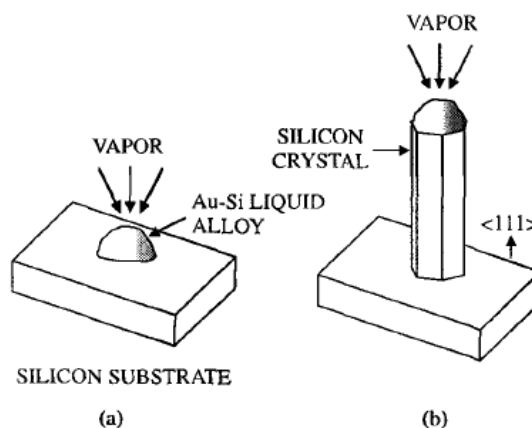


Fig. 4.11. Schematic showing the principal steps of the vapor–liquid–solid growth technique: (a) initial nucleation and (b) continued growth.

Расм 15. Газ-суюқлик-қаттиқ жисм усулининг схемаси: а- бошланғич заррача ҳосил бўлиши, б- ўсиши²².

3) 2-D нанообъектлар – фақат битта ўлчамда нанометрик катталиқка 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

2nd Edition, Imperial College Press, 2010, 120

²¹Guozhong Cao, Ying Wang Nanostructures and Nanomaterials: Synthesis, Properties, and Applications 2nd Edition, Imperial College Press, 2010, 123

²²Guozhong Cao, Ying Wang Nanostructures and Nanomaterials: Synthesis, Properties, and Applications 2nd Edition, Imperial College Press, 2010, 129

нанообъектлар радиолэлектрониканинг тамомила янги элемент базасини ишлаб чиқиш учун асос ўйлаб топиш имконини беради. Бу энди наноэлектроника, нанооптика ва шу кабилар бўлади (расм 16-19).

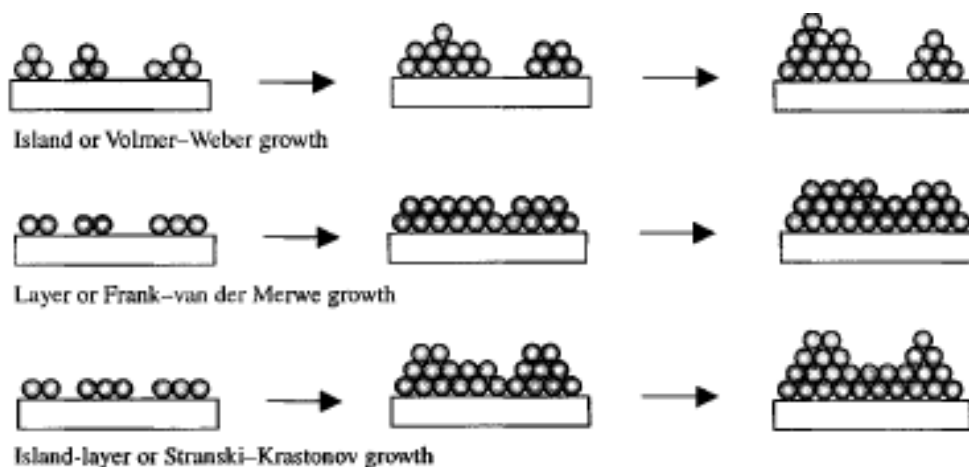


Fig. 5.1. Schematic illustrating three basic modes of initial nucleation in the film growth. Island growth occurs when the growth species are more strongly bonded to each other than to the substrate.

*Расм 16. Юпқа пленкаларнинг ўсиш схемаси. Оролчали ўсиш субстрат билан мустваккам боғланган заррачалар учун боради*²³

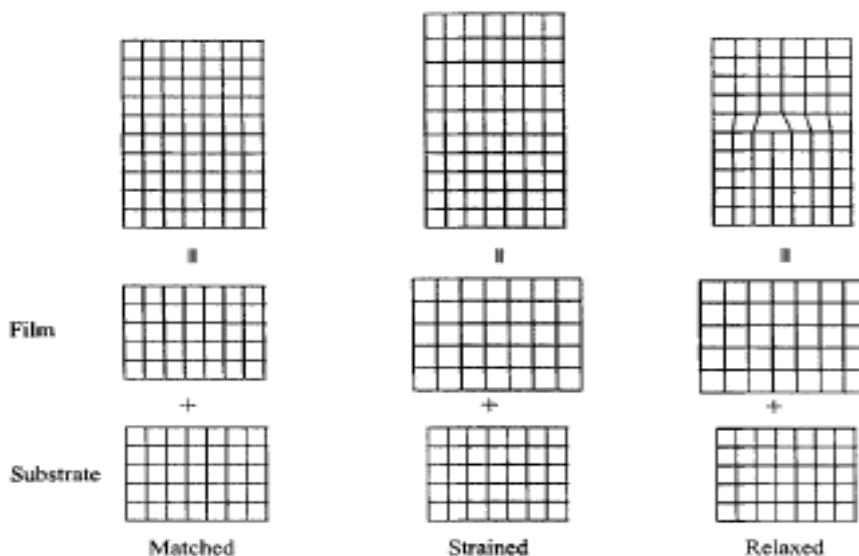


Fig. 5.3. Schematic illustrating the lattice matched homoepitaxial film and substrate, strained and relaxed heteroepitaxial structures.

*Расм 17. Гетероэпитаксиал пленкаларнинг стресдаги ва релаксациядаги гомоэпитаксиал пленка ва субстратнинг кристалл панжараси схемаси, Рух оксиди нанонайчалари учун SEM ва ТЕМ электрон микротасвирлари*²⁴.

²³ Guozhong Cao, Ying Wang Nanostructures and Nanomaterials: Synthesis, Properties, and Applications 2nd Edition, Imperial College Press, 2010, 175

²⁴ Guozhong Cao, Ying Wang Nanostructures and Nanomaterials: Synthesis, Properties, and Applications 2nd Edition, Imperial College Press, 2010, 179

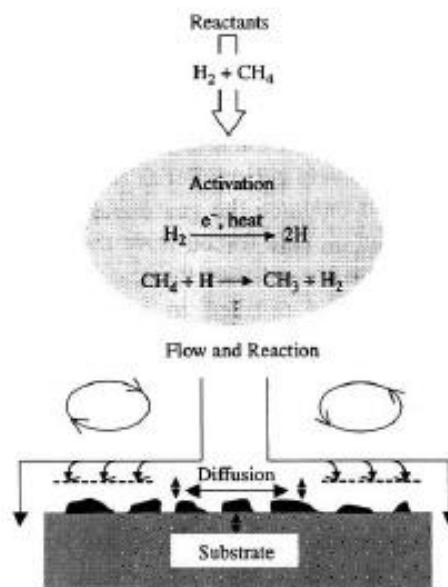


Fig. 5.14. Schematic showing the principal elements in the complex diamond CVD process: flow of reactants into the reactor, activation of the reactants by the thermal and plasma processes, reaction and transport of the species to the growing surface, and surface chemical processes depositing diamond 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 буйича наноолмосларни олишининг принципиал тизими: реагентларнинг реакторга оқими, реагентларни термик жараён еки плазма билан фаолланиши, ўсувчи юзаларга заррачаларнинг ташиб ўтилиши ва реакцияси, олмосларнинг ва углероднинг бошқа шаклларини чўктиришининг юзадаги кимёвий жараёнлари²⁵.

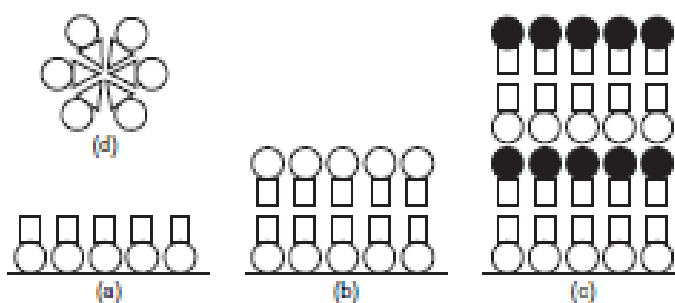


FIGURE 8.6

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).

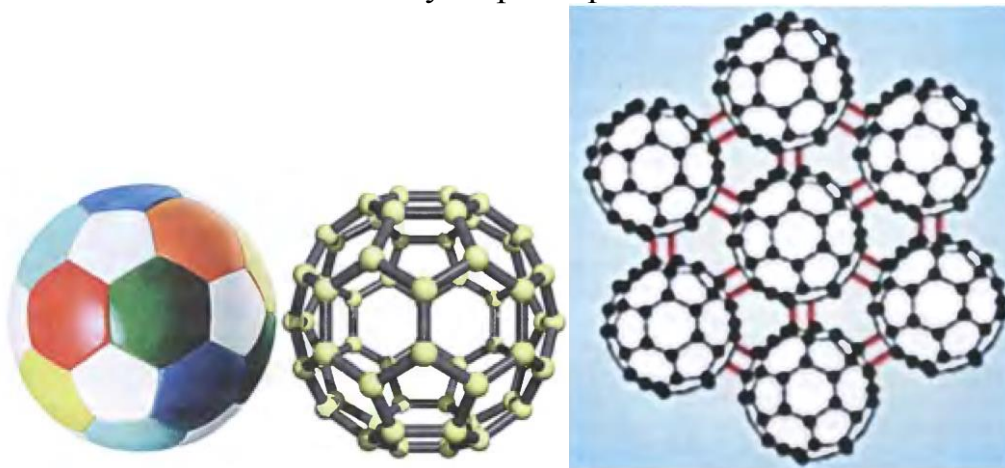
Расм 19. Ленгмюр-Блоджет пленкаларини олиши. Моноқават, биқават, у-мултиқават. Агарда «tail» «head»дан кичик бўлса поляр амфифил молекулалар ўз-ўзидан мицеллалар ҳосил қилади²⁶

²⁵ Guozhong Cao, Ying Wang *Nanostructures and Nanomaterials: Synthesis, Properties, and Applications* 2nd Edition, Imperial College Press, 2010, 198

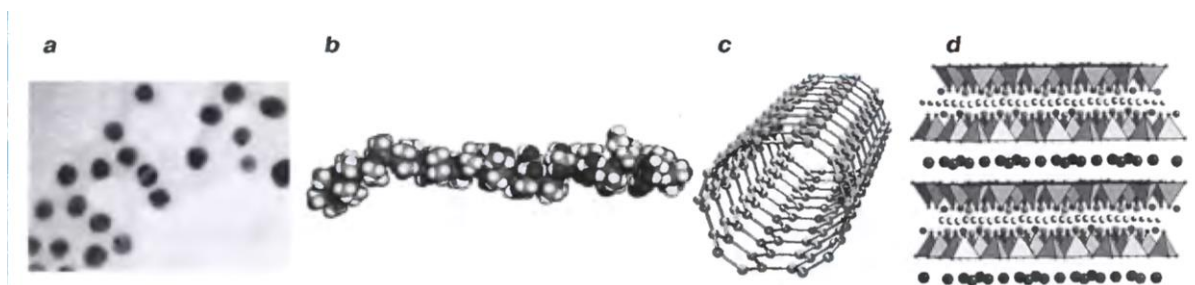
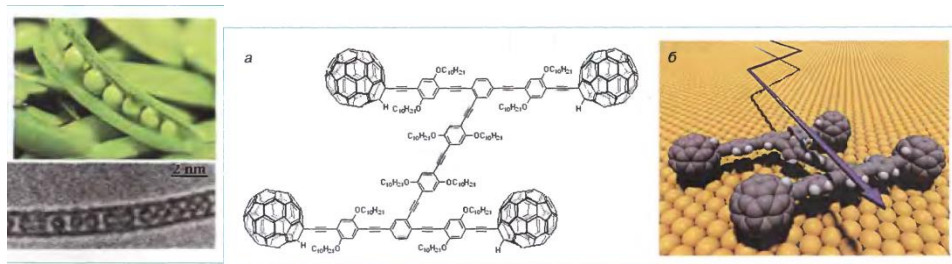
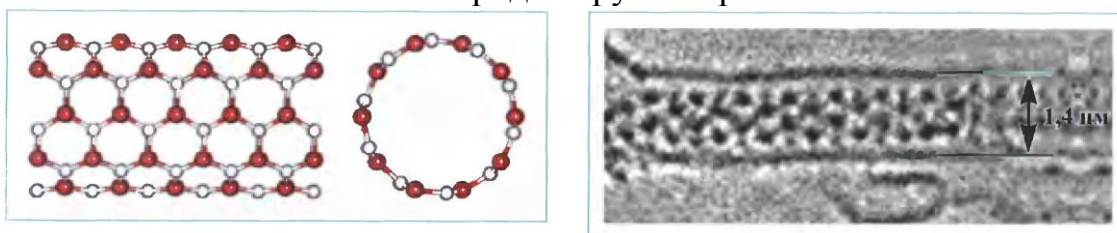
²⁶ Jeremy Ramsden *Nanotechnology, Second Edition: An Introduction (Micro and Nano Technologies)* 2nd Edition, Elsevier, 2011, 110

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

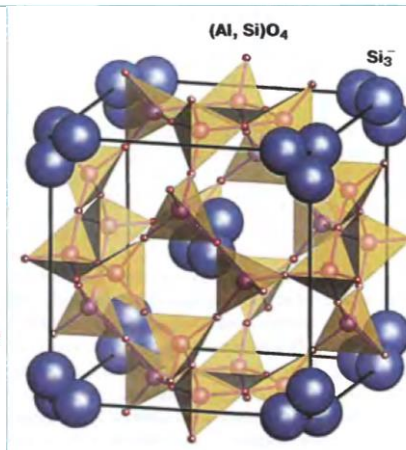
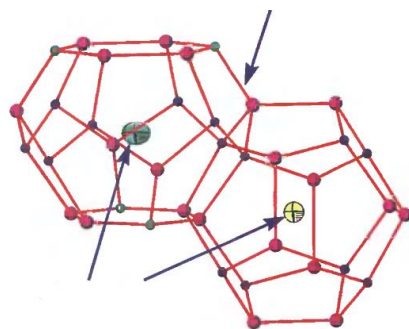
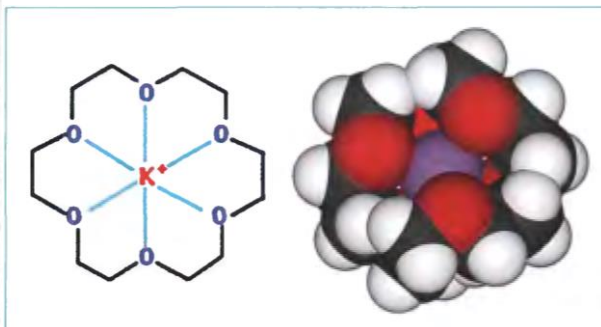
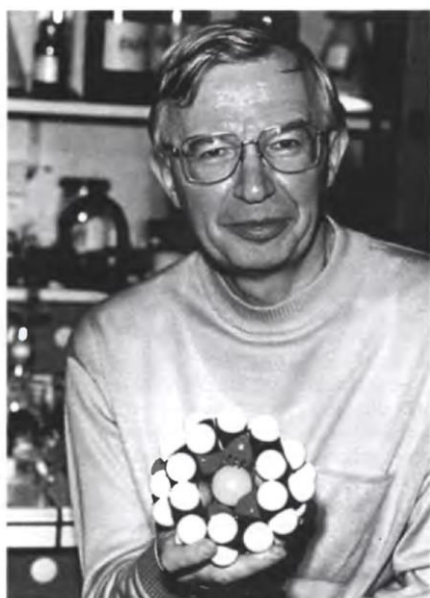
Фуллеренлар.



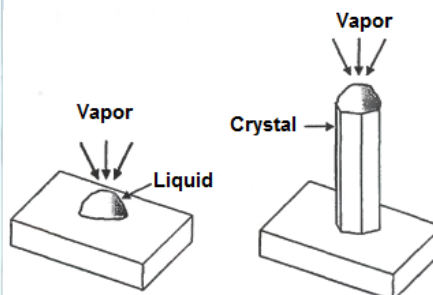
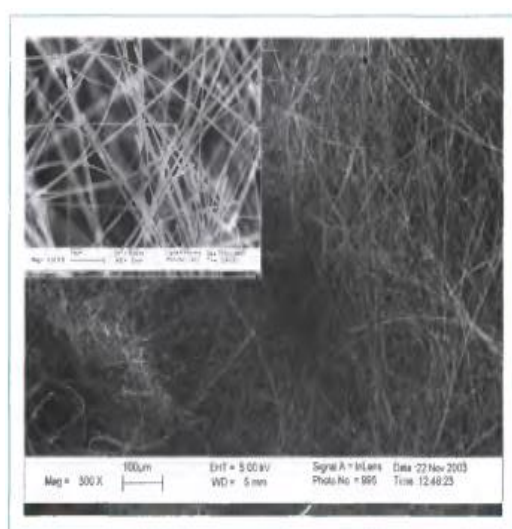
Углеродли трубкалар.



3.5. Супрамолекуляр кимё.

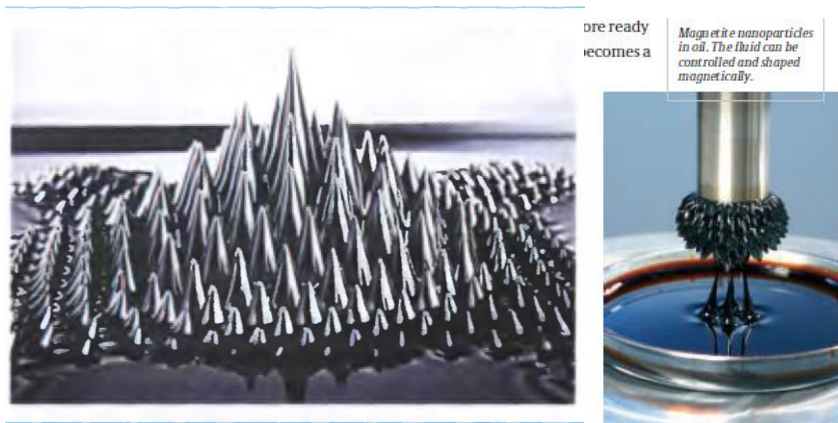


Ноорганик наноматериаллар. Вискерлар.

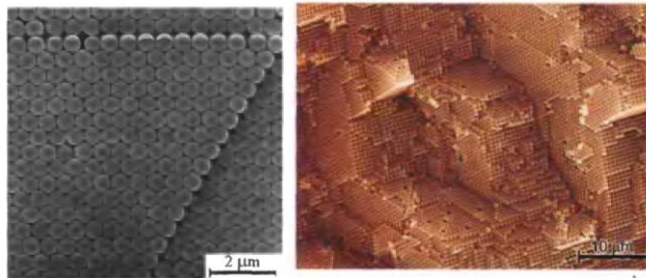


Манганитлар²⁷.

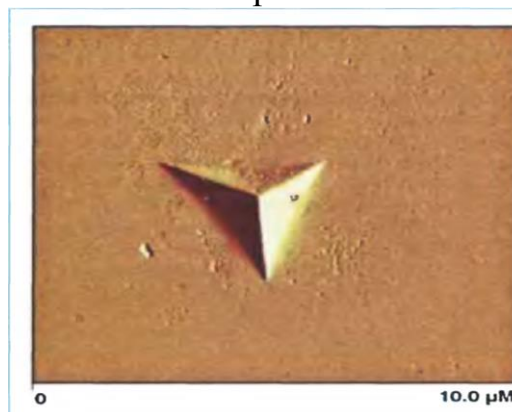
²⁷ European Commission **EUR 21151, Nanotechnology : Innovation for tomorrow world**, Luxembourg: Office for Official Publications of the European Communities, 2004, 56.



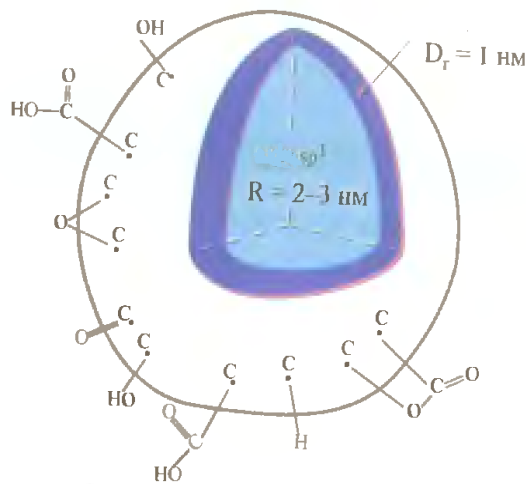
Юқори хароратли ўтаўтказгичлар.
Фотон кристаллари (3D структура)



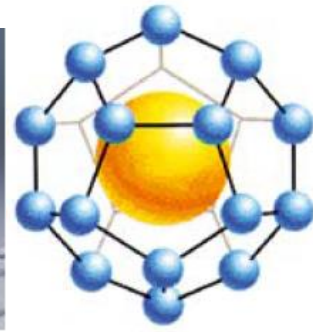
Биокерамика.



Наноолмослар.



Газли гидратлар. Газлардаги кластерлар.



Назорат саволлари

1. “Наноматериаллар” тушунчасига таъриф беринг.
2. Наноматериалларнинг кандай турларини биласиз?
3. Нанометрология ва наноасбоб деб нимага айтилади?
4. Наноматериалларнинг алохида хусусиятларнинг сабаби нимада?
5. Мур қонуни нима?
6. Кридер қонуни тушунтиринг?
7. 0-D нанообъектларга мисол келтиринг.
8. 1-D нанообъектларга мисол келтиринг.
9. 2-D нанообъектларга мисол келтиринг.
10. Фуллеренлар ва углеродли трубкларнинг кандай турларини биласиз.
11. Супрамолекуляр моддаларга мисол келтиринг.

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,

4-мавзу. 2D-Наноструктураланган материаллар ва углеродли наноматериал синтез усуллари

Режа:

4.1. 2-D Нанообъектлар (юпка пленкалар)

4.2. Фазали эпитаксия.

4.3. Углеродли наноматериаллар

4.4. Углеродли наноматериаллар синтези.

4.5. Углеродли наноматериалларнинг ишлатилиши.

Таянч иборалари: юпка пленкалар, фазали эпитаксия, фуллерен, графен.

4.1. 2-D Нанообъектлар (юпка пленкалар).

Техникада қоплама сифатида фойдаланилади. Юпка пленкали қопламаларнинг яратилиши дастлабки материалнинг хоссаларини ўзгартириш, бунда ҳажмига тегмаслик ва геометрик ўлчамларни оширмаслик

имконини беради. Қалинлиги 1 мкмдан ортиқ эмас. Қопламани ишлатишнинг энг кўп тарқалган мақсадлари:

1) Турли деталлар материалларининг емирилишга чидфенамлилигини, иссиқликка ва коррозияга барқарорлигини ошириш;

2) Микро, наноэлектроника, оптоэлектроника, сенсорика ва бошқаларнинг элементлари учун планар, бир қаватли, кўп қаватли гетеротузилмалар яратиш;

3) Юзанинг оптик кўрсаткичларини ўзгартириш (хамелеон кўзойнақлар);

4) Ахборотни ёзиб олиш ва сақлаш элементларида магнит муҳитлар яратиш учун;

5) Ахборотни ёзиб олиш ва сақлаш оптик воситаларини яратиш CD, DVD дисклар;

6) Юткичлар, газ аралашмаларининг сепараторларини, катализаторлар, кимёвий модификацияланган мембраналар ва шу қабиларни яратиш;

Юзанинг хизмат кўрсаткичларини яхшилашга (яъни уларга пленкалар яратишга) бир-биридан мутлақо фарқланувчи иккита ёндошув мавжуд:

1) Юзага яқин қатламларни ҳар хил (кимёвий, иссиқлик, механик, радиацион ёки уларнинг комбинациялари) ишлов бериш ёрдамида модификациялаш;

2) Бошқа атомларнинг қўшимча қатламларини бериш.

Қопламалар суртишнинг ҳамма усулларини иккита гуруҳга бирлаштириш мумкин:

1) Буғ фазасидан физик чўктириш PVD;

2) Буғ фазасидан кимёвий чўктириш CVD.

Иккала ҳолатда ҳам жараён вакуум камерада амалга оширилади, унда баъзан технологик газнинг унча катта бўлмаган босими ҳосил қилинади (нисбатан кимёвий нейтрал газлар – Ar, N₂, этилен).

Буғ фазасидан физик чўктириш усулларида (PVD) янги материални тагликка етказиб беришнинг асосан иккита усулидан фойдаланилади (расм 1-2):

1) Термик қиздириш ҳисобига пуркаш (қиздириш жуда хилма-хил усуллар билан: резистив, электрон-нурли, индукцион, лазерли ва бошқа усуллар билан);

2) Нейтрал газлар тезлашган ионларининг, масалан:

Ar ионларнинг E_k кинетик энергияси ҳисобига пуркаш. Мусбат ион Ar катодни бомбардимон қилади, катодда пуркаладиган материалнинг нишони ва т.о. ушбу материалнинг физик пуркалиши юз беради.

Фарқи – фақат материални пуркаш усулларида холос.

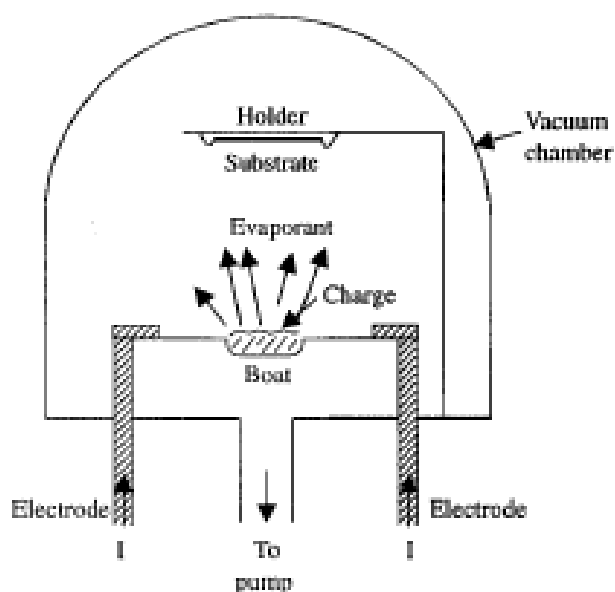


Fig. 5.6. A typical evaporation system consisting of an evaporation source to vaporize the desired material and a substrate located at an appropriate distance facing the evaporation source. Both the source and the substrate are located in a vacuum chamber.

Расм 1. Типик буглатувчи тизими вакуум камерасидаги манба ва субстратдан ташкил топган²⁸.

Буғ фазасидан чўктиришнинг физик усуллари билан ғоят хилма-хил қопламалар қопланади, чунки бу усуллар кенг кўламдаги фазилатларга эга:

1) Бундай йўл билан қопланиши мумкин бўлган материалларнинг ғоят хилма-хиллиги (Ме. Қотишмалар, полимерлар, баъзи кимёвий бирикмалар);

2) Тагликнинг ғоят кенг иссиқлик диапазонида сифатли қопламалар олиш мумкинлиги;

²⁸ Guozhong Cao, Ying Wang Nanostructures and Nanomaterials: Synthesis, Properties, and Applications 2nd Edition, Imperial College Press, 2010, 183

3) Бу жараённинг жуда ҳам юқори даражада тозалиги, бу эса яхши сифатли ёпишишни таъминлайди;

4) Деталлар катталиги жиддий ўзгармаслиги.

Буғ фазасидан кимёвий чўктириш усулларида қаттиқ маҳсулотлар (пленка) тагликда камеранинг ишчи атмосфераси атомлари иштирокидаги кимёвий реакция натижасида ўсади. Бундай реакция кечиши учун энергия манблари сифатида у ёки бу электр зарядидан, баъзида эса лазер нуридан фойдаланадилар. Технологик жараёнларнинг бу тури аввалгисига қараганда хилма-хиллиг билан ажралиб туради. У нафақат қоплама яратишда, балки нанокукунлар яраишда ҳам ишлатилади (расм 3).

Бу усул билан углеродли кимёвий бирикмалар-карбидлар, CN-нитридлар, оксидлар ва бошаларни олиш мумкин.

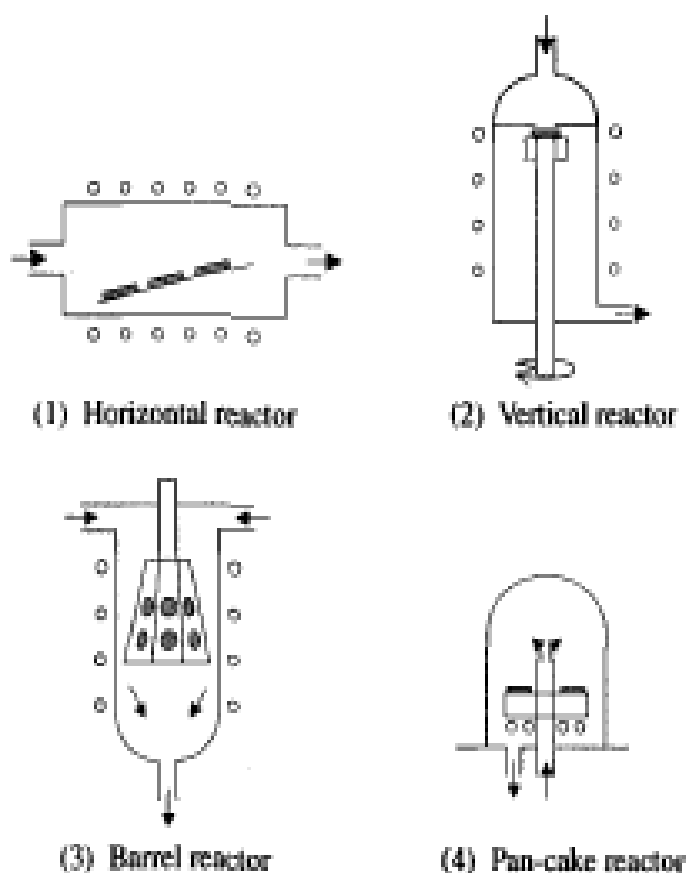


Fig. 5.12. A few common setups of CVD reactors.

Расм 2. CVD реакторларнинг қурилмалари ²⁹.

²⁹ Guozhong Cao, Ying Wang Nanostructures and Nanomaterials: Synthesis, Properties, and Applications

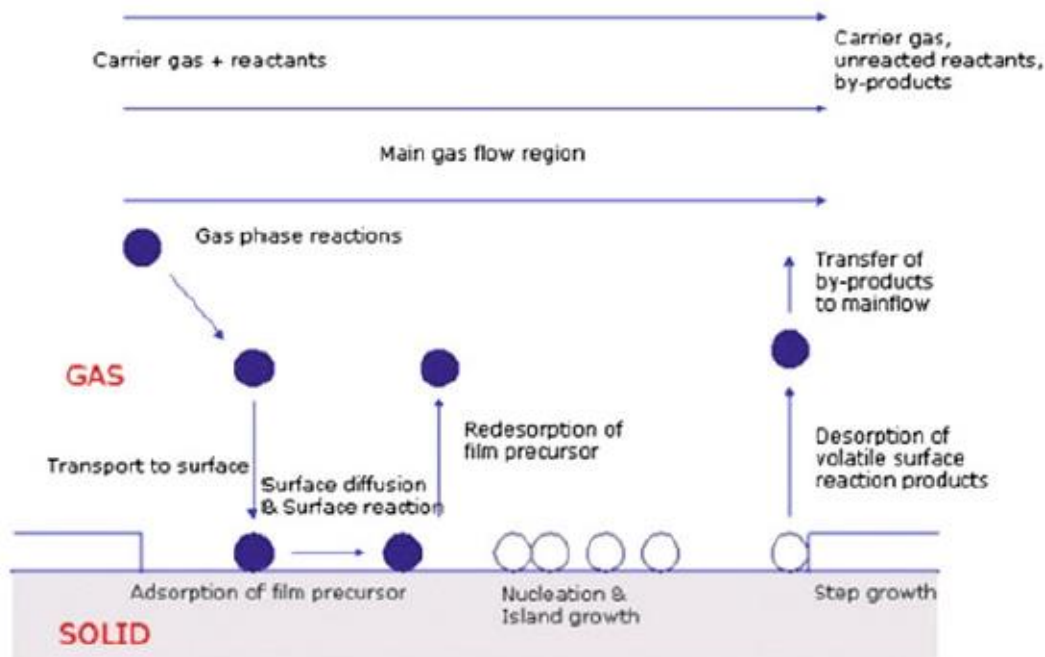


Fig. 2.11 Events take place in the CVD process (<http://postechlocal.k2web.co.kr/user>)

Расм 3. CVD гетероген реакция бўйича кристалларнинг ўсиш тизими³⁰.

1. Эгилувчанлик ва ҳилма-ҳиллик, булар қопламани табиати ва шакли турлича бўлган (толали, кукунли ва бошқа) подложкалар сиртида яхши туриб қолиш имконини беради;
2. Зарурий технологик ускуналарнинг нисбатан соддалиги. Автоматлаштирилиши осонлиги;
3. Фойдаланишга яроқли кимёвий реакциялар ва моддаларнинг танлови катталиги;
4. Қопламанинг тузилиши, унинг қалинлиги ва дон ҳажмининг мониторинг қилишини ва бошқарилиши;
5. Донлари-яъни яримкристалл тузилмалари элемеантлари.

Юпқа плёнкали тузилмалар ишлаб чиқаришда эпитаксил жараёнлар катта рол ўйнайди. Эпитаксия – бу худду шу ёки бошқа материал, яъни подложка сиртига материал қатламини ўстиришга қаратилган технологик жараёндир. Агар подложка нинг ва плёнканинг материали бир-бирига мос

2nd Edition, Imperial College Press, 2010, 194

³⁰ Said Salaheldeen Elnashaie, Firoozeh Danafar, Hassan Hashemipour Rafsanjani Nanotechnology for Chemical Engineers, Springer, 2015, 100

тушса, нда бу жараён автоэпитаксия дейилади, агар подложка ва плёнканинг материаллари бир-бирига мос келмаса, унда бу жараённи гетероэпитаксия дейилади. Барча эпитаксиал жараёнлар икки синфга бўлинади:

1. Элтувчи мухитли жараёнлар: (суюқ фазали ва буғ фазали эпитаксиялар);
2. Элтувчи мухитсиз: (вакуумли эпитаксиялар). Молекуляр боғли ёки молекуляр нурли эпитаксиялар.

4.2. Фазали эпитаксия

Суюқ фазали эпитаксия.

Афзалликлари ва камчиликлари.

Суюқ фазали эпитаксия асосан GaAs, GdP2 каби қатламли ярмўтказгичли бирикмалар олиш учун қўлланилади; шунингдек, монокристалл кремний олишининг асосий усулиҳисобланади. Жараён азот ва водород атмосферасида (қоришма ёки подложка сиртидаги оксид плёнкаларини тиклаш учун) ёки вакуумда (дастлаб оксид плёнкаларини тиклаб олгач) ўтказилади. Қоришма подложка сиртига суртилади, бунда уни қисман эритади ва унинг камчиликлари, ифлосликлари йўқотилади.

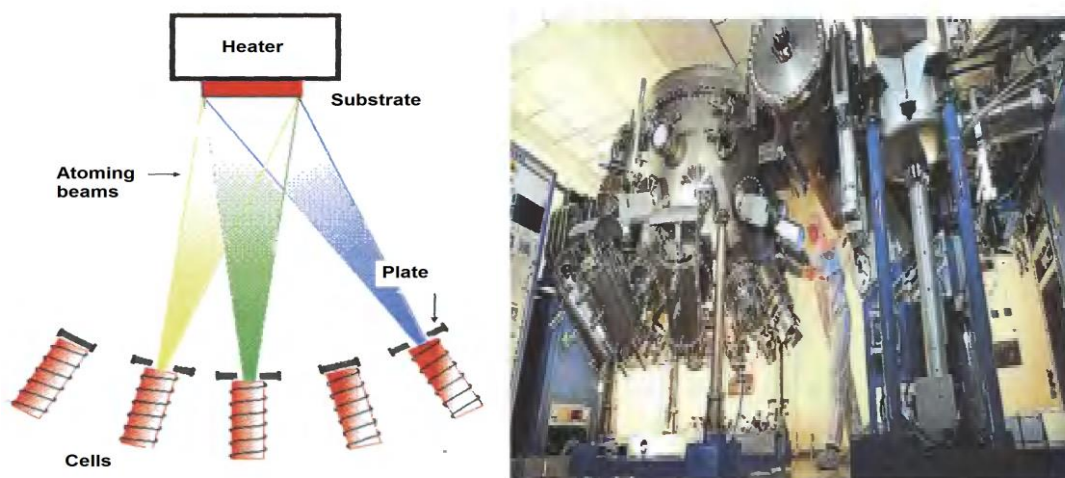
Газ фазали эпитаксия – бу яримўтказгичларининг эпитаксиял қатламларини буғ ва газ фазаларидан чўкма ҳосил қилиш йўли билан олинишидир. Энг кўп кремнийли, германйли, арсенид-галлилей яримўтказгичли ускуналарда атмосфера босимива ис да қўлланилади. Жараён вертикал ёки горизонтал типдаги махсус реакторларда атмосфера босими остида ёки паст босимда ўтказилади. Реакция 750-1200 градусгача қиздирилган яримўтказгичли пластинкалар сиртига боради.

Молекуляр нурли эпитаксия.

Афзалликлари ва камчиликлари.

Молекуляр нурли эпитаксия (МНЭ) ёки молекуляр боғли эпитаксия ўта юқори вакуум шароитидаги эпитаксиал ўсишдир. Бу гетерочегаралари моноатомли силлиқ бўлган олдиндан берилган қалинликдаги гетеро

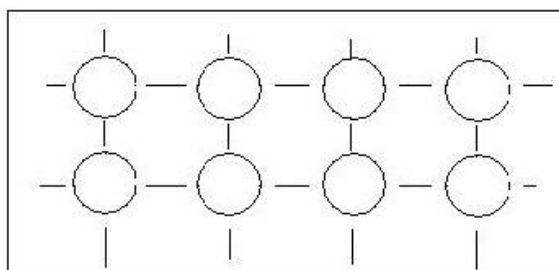
ткзилманиёки лигерланиш профили олдиндан белгилангангетеро тузилмани ўстириш имконини беради. Эпитаксия жараёни учун сирти атомлар силлик бўлган яхши тозаланган махсус подложкалар зурур (расм 4).



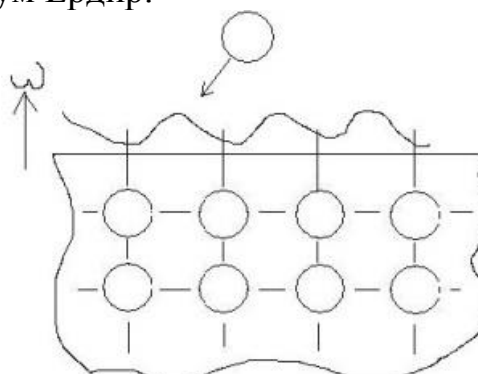
Расм 4. Молекуляр нурли эпитаксиянинг схемаси

Йўналтирилгн ўстириш. оддий кўз билан қараганда ҳам япалоқ, қаттиқ сирт-кристалл жисмни кўриш мумкин.

Микроскопда: атом ва кимёвий боғланишни кўриш мумкин.



Бу боғланиш минимум Ерدير.



Подложка атомларинг сиртга жойлашишида эркин атомларини жойлашишига йўналтирилган таъсири (расм 5-8).

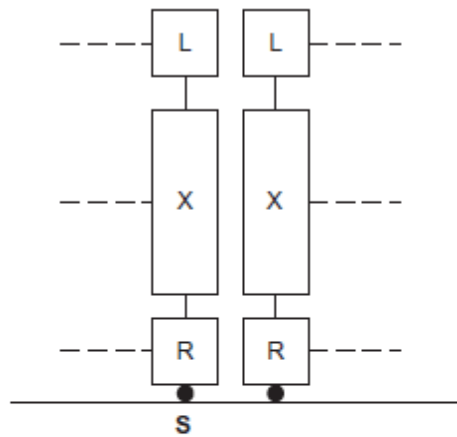


FIGURE 6.9

A (fragment of a) self-assembled monolayer. The component molecules have the general formula LXR, where X is an apolar chain (e.g., alkyl), and R is a reactive group capable of binding to the substratum S. X can be functionalized at the end opposite from R with a group L to form molecules L–XR; the nature of L can profoundly change the wetting properties of the SAM.

Расм 5. Ўз-ўзидан ҳосил бўлувчи моноқаватнинг фрагменти. LXR. S- субстрат билан боғлайдиган LX- нополяр занжирнинг R-реакцион гуруҳи. L га боғлиқ равишда материалнинг шимдирилиши хоссалари ўзгариши мумкин³¹.

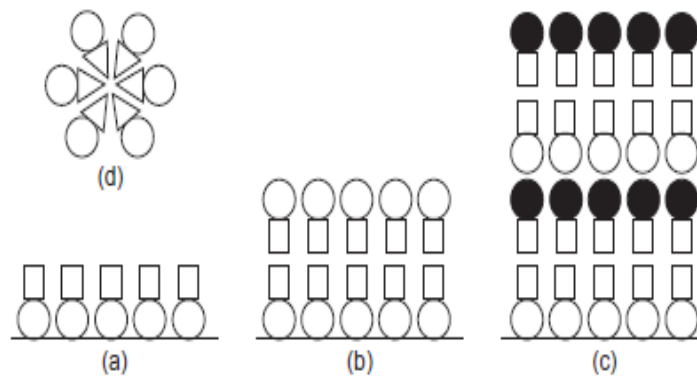


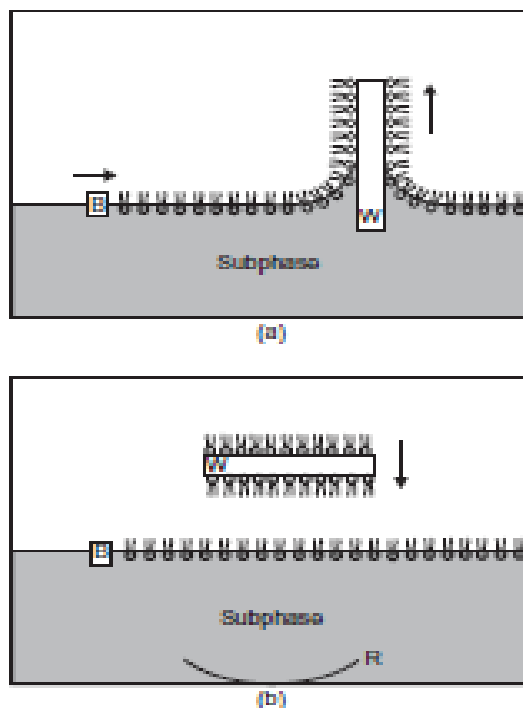
FIGURE 6.6

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 6. Лэнгмюр-Блоджетт пленкалари. А) моноқават, б) биқават, в) У-мультиқават³²

³¹ Jeremy Ramsden Nanotechnology, Second Edition: An Introduction (Micro and Nano Technologies) 2nd Edition, Elsevier, 2011, 110

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



Расм 7. Лэнгмюр-Шёфер усули. а) Лэнгмюр моноқаватини ҳосил қилиб поляр субстрат аста секин кўтарилади. б) иккинчи моноқават чўктирилади, қопланган нополяр субстрат Лэнгмюр пленкасига горизонтал йўналтирилади³³.

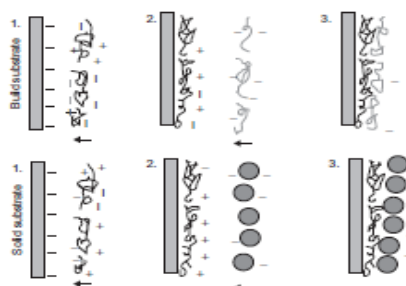


FIGURE 6.10 Upper panel: deposition of a polycation onto a negatively charged substrate followed by a polyanion. Lower panel: deposition of a polycation followed by a negatively charged nanoparticle onto a negatively charged substrate [112].

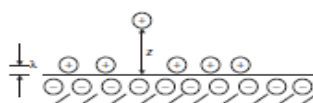


FIGURE 6.11 A polyanion approaching a surface already covered with its congeners (see text).

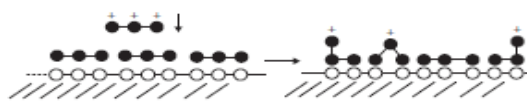


FIGURE 6.12 Overcharging resulting from adsorbed polyanion tails (see text).

Расм 8. Поликатионлар ва заррачаларни субстратга чўктириши. Полионларни адсорбция вақтидаги ортиқча заряди³⁴.

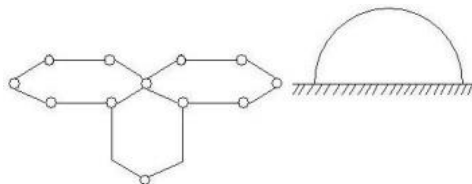
Edition, Elsevier, 2011, 110

³³ Jeremy Ramsden Nanotechnology, Second Edition: An Introduction (Micro and Nano Technologies) 2nd Edition, Elsevier, 2011, 111

³⁴ Jeremy Ramsden Nanotechnology, Second Edition: An Introduction (Micro and Nano Technologies) 2nd Edition, Elsevier, 2011, 103-123

4.3. Углеродли наноматериаллар

Америкалик архитектор Фуллер архитектура конструкциясига янги элементни киритди.



1985 йилда худди шундай конструкцияга биррикан углерод заррачалари топилди. Бу моддалар фуллеренлар деб аталди. Фуллерен C-60 (60 та C атомли), фуллерен C-70 (70 та C атомли), фуллерен C-1000000 кам бўлиши мумкин.

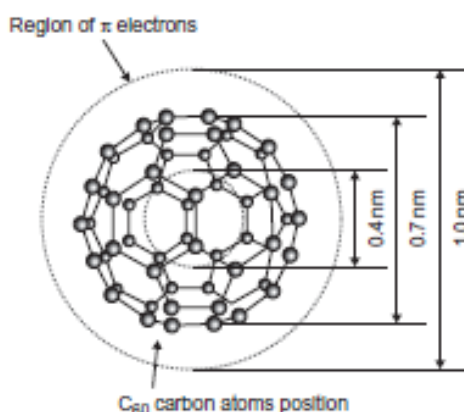
Углерод атомлари 60 та атомлардан ташкил топган ва сферада 1 нм диаметрда жойлашаган юқори симметрик молекула C-60 ни ҳосил қилиши мумкин. Бунда Леонард Эйлер назариясига мувофиқ углерод атомлари 12 та тўғри ёншурчак ва 20 та тўғри олтибурчакни ҳосил қилади.

Ўз навбатида C-60 молекулалари фуллерит деб номланадиган кристалл ҳосил қилиши мумкин. Бу кристалл границентрирован кубли панжара бўлиб, уларнинг молекуляр боғлари заиф. Фуллеренлар атомларга нисбатан анча йирик бўлишини ҳисобга олсак, панжара унча зич жойлашган бўлади. Яъни ҳажмда октаэдрик, бўшлиққа эга. Тетроэдрик бўшлиққа эса ёд жисмлар бўлиши мумкин. Октоэдрик бўшлиқларини Me (K, Rb, Cs) ишқор ионлар билан тўлдирилса, у ҳолда хона ҳароратидан паст бўлган ҳароратда фуллерен янги материалга айланади. Бу эса полимер заготовкасидан шакл ясашга жуда қулай. Тетроэдрик бўшлиқлар бошқа ионлар билан тўлдирилса, унда $t = 40 - 20$ K га бўлган янги янги материла ҳосил бўлади. Турли моддаларнинг адсорбциялаш хусусиятлари туфайли фуллеритлар янги ноёб материалларни яратиш учун асос бўлиб хисмат қилади. Масалан C₆₀C₂H₄ кучли ферромагнитик хоссаларига эга. Ҳозирда уларнинг 10000 дан ортиқ тури маълум. Углеродлардан атомлар сони жудда катта бўлган молекулалар олиш

мумкин. Масалан C 1000000 кўпинча бу бир деворли ёки кўп деворли (чўзилган нанопайчалар) УНТ. Бундай нанопайчанинг диаметри ~1 нм, узунлиги эса бир неча ўн мм га тенг. Бундай найчаларнинг учлари 6 тўғри бешбурчак ёрдамида ёпилган. Ҳозирда бу энг мустаҳкам материалдир. Графен – тўғри олтибурчак бўлиб, ясси текис тузилмага эга, бироқ графен тўғри олтибурчакларни бирин-кетин алмашувидан эмас 5-7 бурчакли комбинациядан ҳосил этилган бўлса, унда тўлқинсимон тузилмага эга бўлиши ҳам мумкин.

4.4. Углевородли наноматериаллар синтези

Биринчи фуллеренлар қаттиқ графит наъмуналарни лазер нури остида буғлантиришдан олинган конденсатланган графит буғларидан ажратиб олинган. 1990 йилда бир қатор олимлар (Крепчир, Хофман) бир неча грамм ўлчамда фуллеренлар олиш усулини ишлаб чиқишди. Усул графит стерженлари – электродларни атмосфераларда электр ёйида куйдиришдан иборат. Ндан паст атмосферада эмас. Жараёнининг оптимал параметрларини танлаш яроқли фуллеренлар чиқишини оптималлаштирди. Фуллеренларнинг оптимал чиқиши стерженнинг дастлабки массасидан 3-5% анод массасидан. Бу фуллерен қийматининг баланд бўлишини белгилайди. Бу билан Японлар қизиқиб қолдилар. Mitsubishi фирмаси углеводларни куйдириш йўли билан яроқли фуллердарни олишни саяноат миқёсига олиб чиқдилар. Бироқ бундай фуллеренлар улар соф эмас. Уларинг таркибида O₂ мавжуд. Шу сабабли соф фуллерен олинишининг ягона усули бу атмосферада He ёқишдир (куйдириш) (расм 9).



Расм 9. C60 фуллерен структураси (гексагонлар ва пентагонлар)³⁵

Фуллерен олувчи ва тозаловчи қурилмаларнинг умумий сони ортгани туфайли унинг тан нархи пасайди. (Аввалига- 10000\$ бўлса, ҳозирда 10/158). Фуллерен нархининг қимматлигига сабаб унинг чиқиш фоизи камлиги эмас, балки тозалаш тизимининг мураккаблигидир.

Тозалашнинг стандарт схемаси: куйдирганда қурумга ўхшаган нарса ҳосил бўлади, уни эритувчи билан аралаштирадилар (томзол), сўнг бу қоришма филтрланади. Қолган тўқ рангдаги чўкма турли фуллеренларнинг майда дисперсияли қоришмасидир. Бу аралашмани таркибига кўра турларга бўлиш зарур. Бу жараён ўта юқори микроскопиядаги суюқ хромотография ёрдамида ҳамда сканерловчи зондли микроскопия ёрдамида ўтказилади.

Авваллари худди шундай графитни электр ёйли ёки лазерли буғлантириш, сўнгра инерт газ муҳитида конденсатлаш усули билан УНТ олишарди. Бироқ бу усул унча самарали бўлиб чиқмади. Шу сабабли ҳозирда энг мақбул усул бу - буғдан кимёвий чўкма ҳосил қилишдир. Бунинг учун углерод таркибли бирикма олинади. Масалан ацетилен, уни қаттиқ қиздирилган, Ме катализатор юзасида паржалайдилар. Шундан сўнг каттализатор юзасида зич бўлиб УНТ ўса бошлайди. Ушбу реакция газсимон углеродларнинг каталитик пиролиз деб аталади. Кўп ҳолларда трубасимон печларда амалга оширилади. Бунда катализатор сифатида Fe, Co, Ni, дан фойдаланадилар. Уларнинг заррачалари билан теолит бўлакчаларини туйинтирадилар. Цеолит – табиий материал. Электр ёйли, лазерли, ёки юқори ҳароратдаги синтезнинг бошқа турларидан фарқли ўлароқ катталик пиролиз углеводородли нанотузилмаларни лаборатория масштабида эмас, балки саъноат масштабида ишлаб чиқариш имконини беради. Улар унча тоза эмас ва таркиби ҳам бир-хил бўлмаслиги мумкин. Шунга қарамай улардан фойдаланиш мумкин.

Графен – графит заррачалари. Графен тангачаларини оксидланган Si юзасига қўядилар. Бу графенни электро физикавий ўлчовлар учун тадқиқот

³⁵ Jeremy Ramsden Nanotechnology, Second Edition: An Introduction (Micro and Nano Technologies) 2nd Edition, Elsevier, 2011, 195

қилиш имконини беради. Масалан графен олишининг кимёвий усули: кристаллсимон графитга HCl ва H₂SO₄ ни таъсир этиррадилар. Бунинг натижасида графен тангачаларида оксидланиш рўй беради. Графеннинг карбоксил гурухи тионихлоридга ишлов бериш йўли билан хлоридларга айлантирилади. Шундан сўнг эса тетрогидрофурунлар, тетрахлорметан ва зихлороэтан эритмаларида октадециламик таъсирида қалинлиги 0.5 нм бўлган графинли қатлам ҳосил бўлади (расм 10-12).

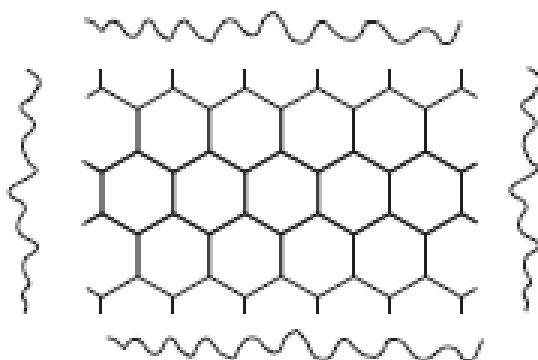
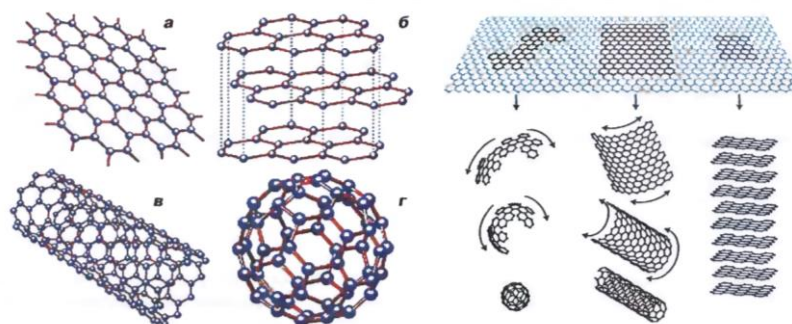


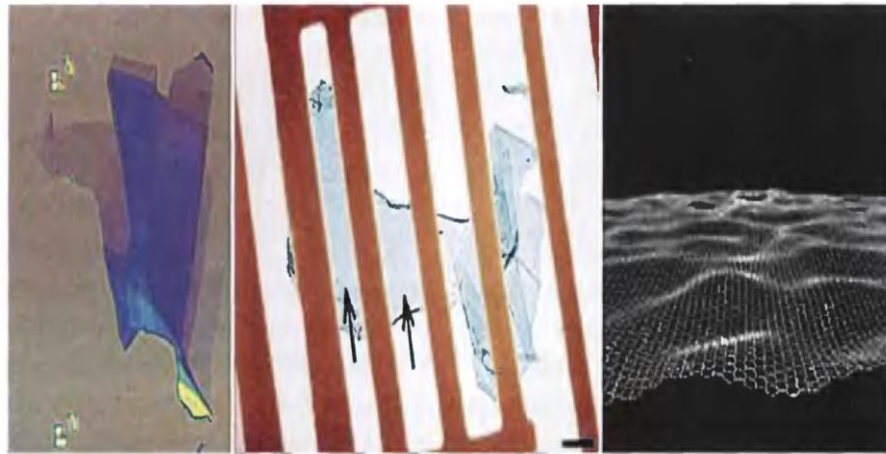
FIGURE 9.1

Part of a graphene sheet, showing the sp^2 chemical bonds. There is a carbon atom at each intersection. The length of each bond is about 0.3 nm.

Расм 10. Графен. Углероднинг sp^2 кимёвий боғлари ($d(C-C) = 0.3 \text{ nm}$)³⁶



³⁶ Jeremy Ramsden Nanotechnology, Second Edition: An Introduction (Micro and Nano Technologies) 2nd Edition, Elsevier, 2011, 190



Расм 11. Графен ва углероднинг наноматериаллари



FIGURE 9.2

A single walled carbon nanotube (SWCNT): a single graphene layer rolled into a seamless tube. Reproduced with permission from [24].



FIGURE 9.3

A multiwalled carbon nanotube (MWCNT): concentric single wall nanotubes of different diameters nested within each other. Reproduced with permission from [24].

Расм 12. Бирқаватли ва кўпқаватли углеродли наноайчалар, графен моно қавати³⁷

³⁷ Jeremy Ramsden Nanotechnology, Second Edition: An Introduction (Micro and Nano Technologies) 2nd Edition, Elsevier, 2011, 192

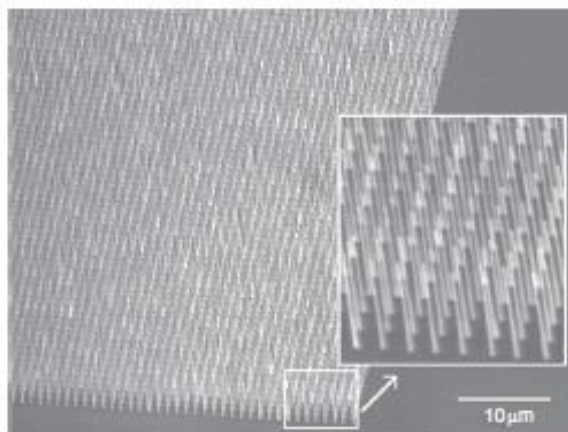


FIGURE 9.5

A forest of carbon nanotubes produced by plasma-enhanced chemical vapor deposition (PECVD). The substratum must first be covered with metal (e.g., Fe or Ni) catalyst islands. Hydrocarbon feedstock (acetylene) is then passed over the substratum heated to several hundred °C. The acetylene decomposes at the surface of the catalyst and the carbon nanotubes grow up from the catalyst particle, or grow up beneath it (pushing it up). Illustration courtesy of Dr Ken Teo, AIXTRON.

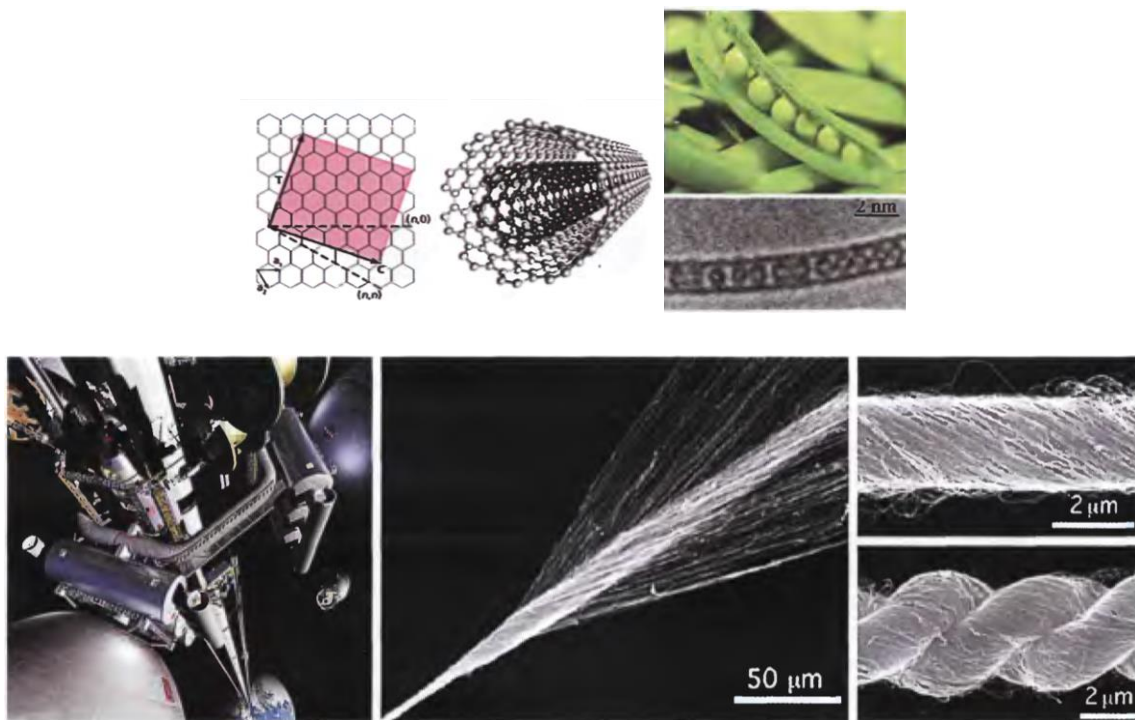
*Расм 13. PECVD ёрдамида олинган нанонайчаларнинг ўрмони*³⁸

Кремний карбиди юзасида графен олиш усули. Бунда графен кремний карбиди юзасида пирлик парчаланиш йўли билан ҳосил бўлади. Тадқиқотлар шуни кўрсатадики, бу ҳолда ажралиб чиққан графит қатлами бир атомли қатламга нисбатан қалинроқ бўлади. Бўлиниши чегарасида компенсацияланган заряд ҳосил бўлади. Электронлар чиқиши орасида фарқ сабали ўтказувчанликда графитнинг бир атомарли қатламигина иштирок этади. Яъни бу қатлам графендир.

4.5. Углевородли наноматериалларнинг ишлатилиши

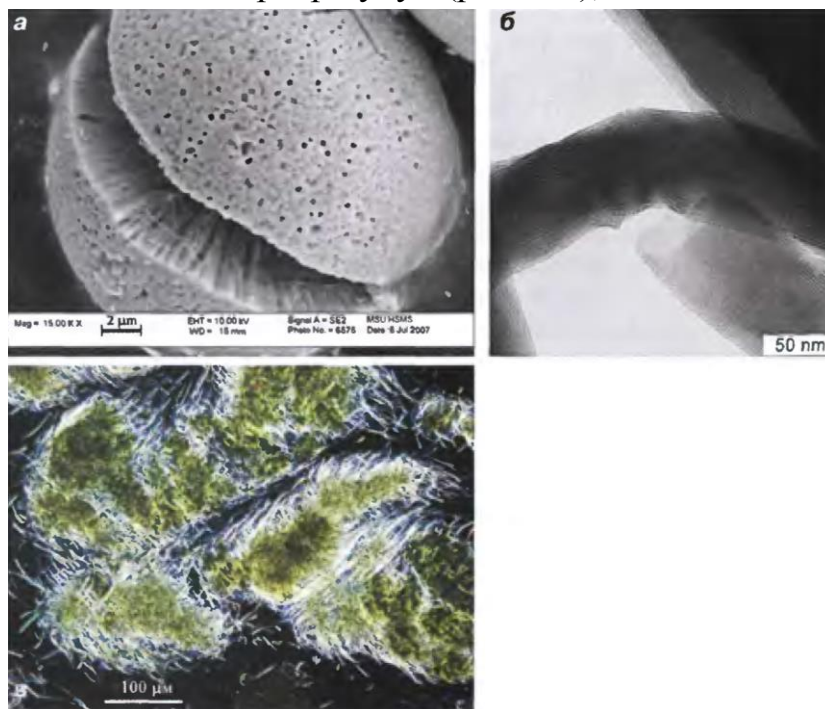
1. Оптик муҳитни модификациялаш учун фуллеренлар ишлатилади;
2. Мутлақо янги композицион материаллар тайерлаш учун (нанонайчалар аралашмалари ва фуллеренлар билан) (расм 13).

³⁸ Jeremy Ramsden Nanotechnology, Second Edition: An Introduction (Micro and Nano Technologies) 2nd Edition, Elsevier, 2011, 194



Расм 14. Нанонайчаларни микротасвирлари³⁹

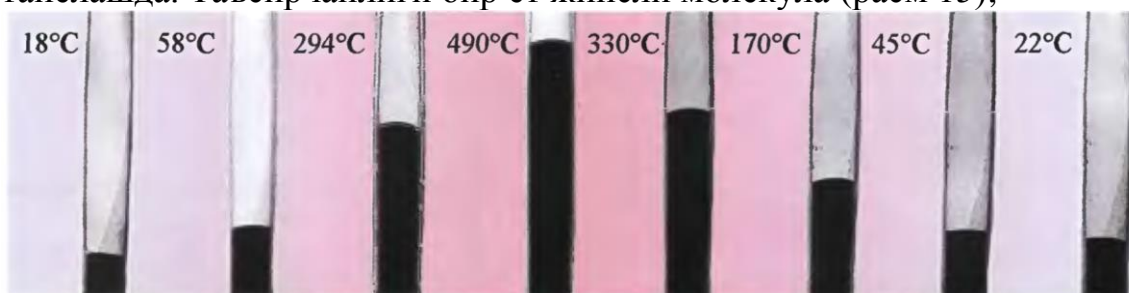
3. Ўта қаттиқ қопламалар учун. Асбоб-ускуналар сиртлари, ишқаланувчи деталлар ва бошқалар. Қаттиқлигига кўра олмосга тенг келади;
4. Мойловчи таркиблар ва присадкалар учун;
5. Келгусида кимёвий энергия манбаи сифатида фойдаланадиган водород ёқилғиси контейнерлари учун (расм 14);



Расм 15.Ноорганик нанонайчалар⁴⁰

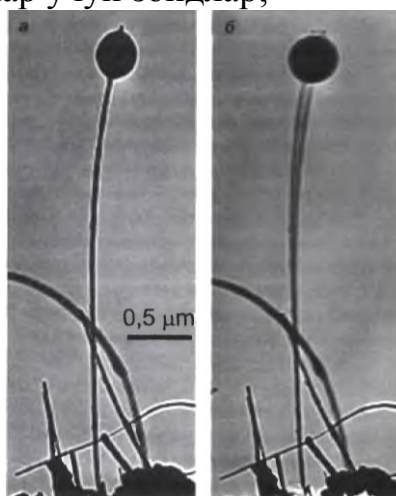
³⁹Jeremy Ramsden Nanotechnology, Second Edition: An Introduction (Micro and Nano Technologies) 2nd Edition, Elsevier, 2011, 194

6) Физикавий ва кимёвий таъсир турларини қайд этувчи наносенсорлар тайёрлашда. Таъсирчанлиги бир ёт жинсли молекула (расм 15);

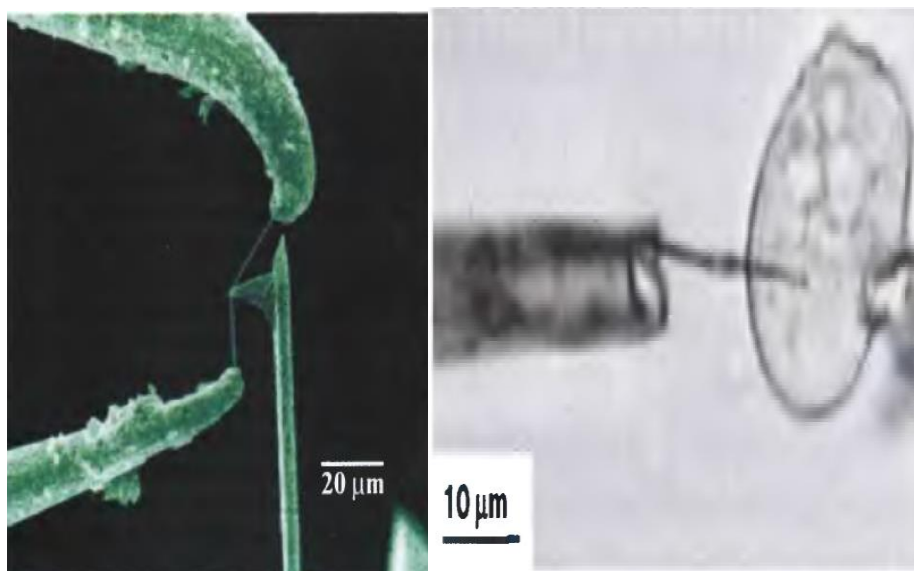


Расм 16. Нанотермометр (галлий углеродли нанонайчаларда)⁴¹

7) Сканерлаш микроскоплар учун зондлар;



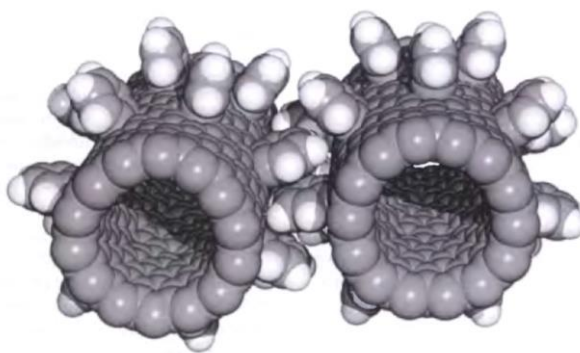
8) Сканерлаш микроскопияси учун зондлар тайёрлашда;



9) Атом манипулятор тайёрлашда (расм 16);

⁴⁰ Jeremy Ramsden Nanotechnology, Second Edition: An Introduction (Micro and Nano Technologies) 2nd Edition, Elsevier, 2011, 192

⁴¹ Jeremy Ramsden Nanotechnology, Second Edition: An Introduction (Micro and Nano Technologies) 2nd Edition, Elsevier, 2011, 194

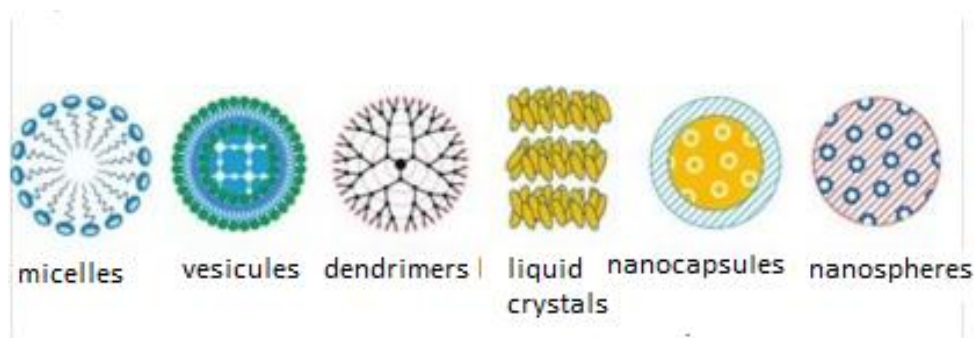


Расм 17. Углеродли наноайчаларнинг наношестеренкалар

10) Наномеханик ахборот тўплагичлар тайёрлашда. Наноўтказгичлар, нанорезисторлар, нанотранзисторлар, нанооптик элементлар тайёрлашда;

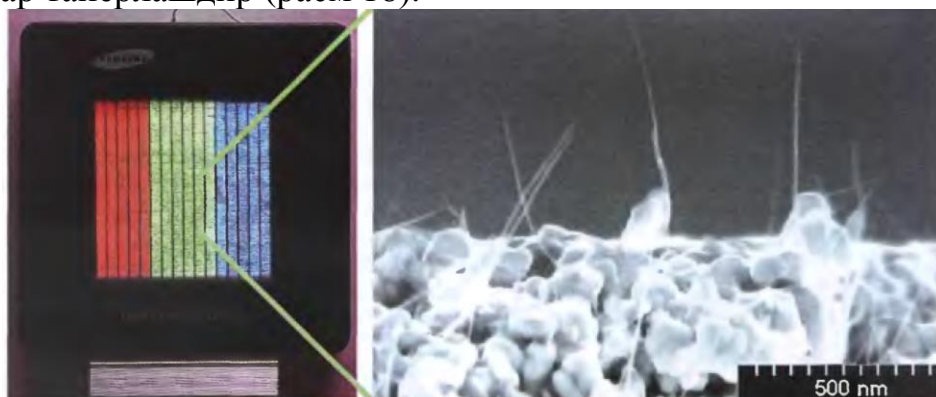
11) Электр магнит нурлардан ва юқори температурадан ҳимоя экранларини тайёрлашда “Стелле” технологияси;

12) Дори воситалари учун наноконтейнерлар тайёрлаш мумкин (расм 17).



Расм 18. Дори-дармонларни қадоқлаш учун наноконтейнерлар

13) Тасвирнинг аниқлиги ва ёрқинлиги юқори бўлган, йирик ясси дисплейлар тайёрлашдир (расм 18).



Расм 19. Дисплейлар учун наноайчалар

Назорат саволлари

1. Эпитаксия жараёни кандай содир бўлади?
2. CVD ва PVD асосий принципини тушунтиринг.
3. Лазер абляциясининг асосий принципини тушунтиринг
4. Юпка пленкалари нима учун керак?
5. Углерод наноматериал ва графен тузилишининг тушунтиринг?
6. Наноконтейнерлар ва нанодисплей нима учун керак?

Фодаланилган адабиётлар

1. Guozhong Cao, Ying Wang Nanostructures and Nanomaterials: Synthesis, Properties, and Applications 2nd Edition, Imperial College Press, 2010, 183.
2. Guozhong Cao, Ying Wang Nanostructures and Nanomaterials: Synthesis, Properties, and Applications 2nd Edition, Imperial College Press, 2010, 194.
3. Said Salaheldeen Elnashaie, Firoozeh Danafar, Hassan Hashemipour Rafsanjani Nanotechnology for Chemical Engineers, Springer, 2015, 100.
4. Jeremy Ramsden Nanotechnology, Second Edition: An Introduction (Micro and Nano Technologies) 2nd Edition, Elsevier, 2011, 110.
5. Jeremy Ramsden Nanotechnology, Second Edition: An Introduction (Micro and Nano Technologies) 2nd Edition, Elsevier, 2011, 110.
6. Jeremy Ramsden Nanotechnology, Second Edition: An Introduction (Micro and Nano Technologies) 2nd Edition, Elsevier, 2011, 111.

IV. АМАЛИЙ МАШҒУЛОТ МАТЕРИАЛЛАРИ

1-амалий машғулот: Композицион материаллар ишлаб чиқаришдаги мустаҳкамлаштирувчи компонентлар хоссаларини ўрганиш.

Режа:

1. Композицион материаллар ишлаб чиқаришдаги толалар хоссаларини ўрганиш.

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

Ишнинг мақсади:

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

1. Композицион материаллар ишлаб чиқаришдаги толалар хоссаларини ўрганиш.

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 кенгликда тешиқ кўринишида зич қоғоздан қирқиб 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 ($F-\Delta l$ 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

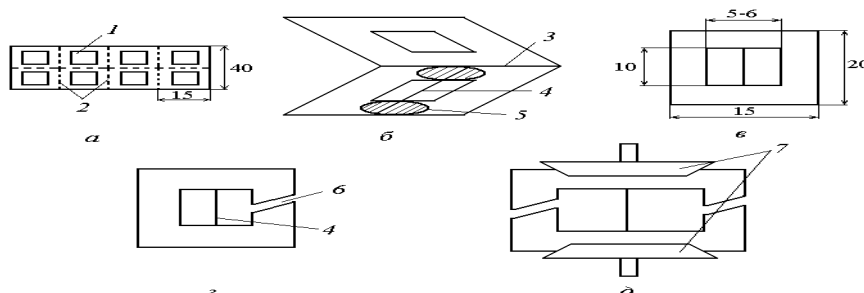
Бир томонга йўналтирилган толали тўлдирувчиларнинг мустаҳкамлигини аниқлаш

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

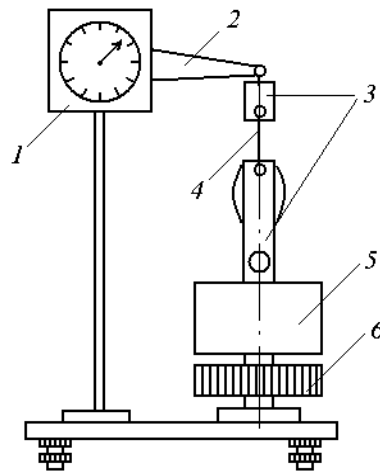


Элементар толаларнинг хоссалари маълум даражада бошқа турдаги толаларнинг хоссаларини аниқлайди. Бунда бу хоссаларни амалга ошириш қайта ишлаш усули ва ҳарактерига боғлиқ бўлади. Шунинг учун бир томонлама йўналтирилган тўлдирувчиларнинг механик хоссалари элементар толаларнинг механик хоссаларидан паст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

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



Расм 1. Элементар толалардан механик синов учун намуна олиш. (а–д – тайёрлаш босқичлари): 1 – тешиklar; 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 шкаласи маховик.

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, қисқичлар 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 мустаҳкамлик 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 борувчи юкланиш, Н; l_0 – белгилар орасидаги масофа, мм; Δl – чўзилган намуна узунлиги, мм; A – толанинг умумий юзаси, мм².

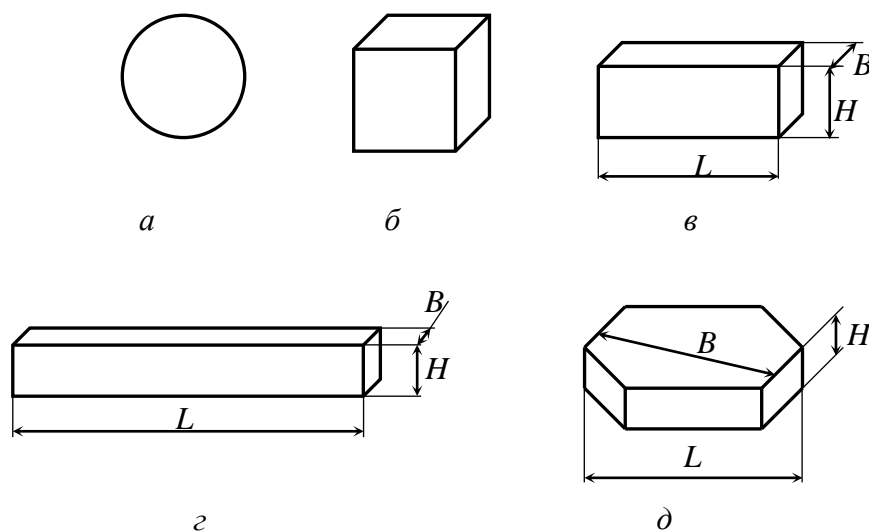
Эксперимент камида ўн марта қайтарилади ва ўртача қиймати олинади. Олинган натижалар худди шу турдаги элементар тола натижалари билан солиштирилади ва хулосалар чиқарилади. Олинган натижалар қайд этилади.

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

Ишнинг мақсади: тўлдирувчиларнинг асосий геометриқ 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; г – 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 геометриқ 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. Ўлчаиш 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, типова, 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.

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

Ишнинг мақсади: Таҳлилнинг элақлар усулини ўрганиш.

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

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

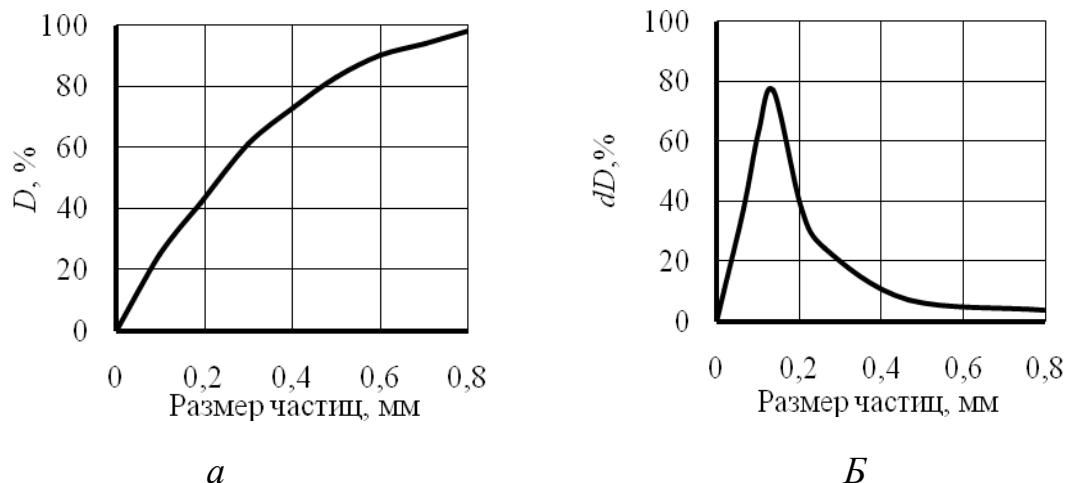


Зарраларнинг ўлчамини аниқлашнинг бир нечта усуллари мавжуд: элақлар ёрдамида (зарралар ўлчами 0,06 дан 19 мм гача), микрометриқ (0,001дан 0,06 ммгача), седиментацион (0,0001дан 0,06 ммгача).

Элақлар усули материал намунасининг стандарт элақлар тўпламидан ўтказиш орқали фракцияларга ажратишга асосланган. Бу усул

дисперс анализнинг асосий усули ҳисобланади. Лекин бу усул зарраларнинг хақиқий 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 чизиқли ўлчамларини аниқлашдаги энг аниқ усул ҳисобланади, лекин анча меҳнат ва вақт талаб этади.

Амалий машғулот вазифалари:

1- вазифа.

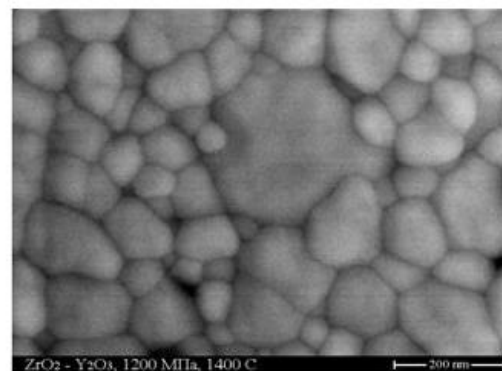
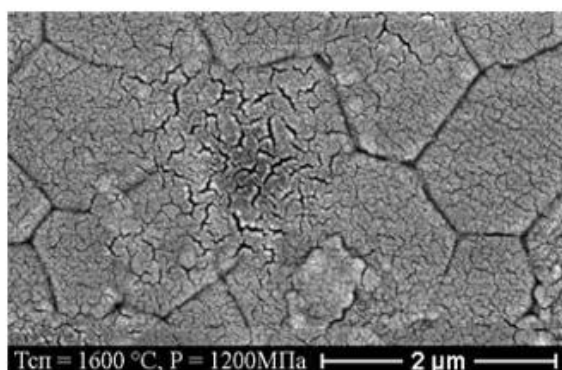
Жадвалда келтирилган қийматлар асосида материал ўлчамларига боғлиқ ҳолда фракцияларни мавжудлиги диаграммасини тасвирланг.

Сармат қумининг гранулометрик таркиби

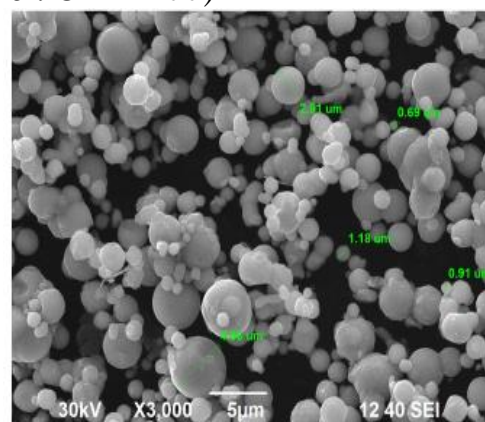
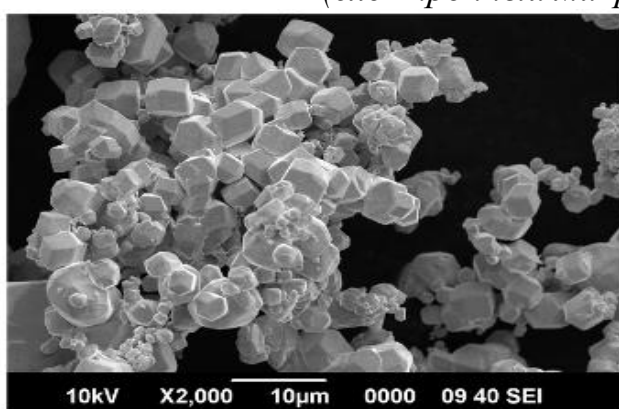
Проба №	Заррачалар микдори, мас.%	Элакдаги тешиklar ўлчамлари , мм					
		2,5	1,25	0,63	0,3	0,14	0,14 элакдан ўтган
94	1,6	0,6	2,1	17,3	84,4	98	1,9
95	6,8	1,5	4,3	20,7	69,7	95,3	4,6
98	22,6	-	1,1	4,9	42,3	87,5	12,1
99	16,1	-	-	0,6	24,4	83,1	16,8
100	22,7	-	-	1	26,6	78,9	20,6
101	2,8	0,3	1,3	13,8	67,6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

2-амалий машғулот: Матрица материаллари таркиби ва хоссаларини ўрганиш.

Режа:

- 1.Терморреактив полимер материаллар таркиби ва асосий хоссаларини ўрганиш.
2. Термопластик полимер материаллар таркиби ва асосий хоссаларини ўрганиш.
3. Композицион материал таркибини тузиш ва хоссаларини лойиҳалаш. Полимер матрица асосида композицион материал таркибини тузиш, композицияни тайёрлаш усуллари ва қотириш жараёнини ўрганиш.
4. Шишакомпозитлар ишлаб чиқариш технологиясини ўрганиш. Шишакомпозит “Триплекс” таркиби, асосий хоссалари ва қўлланилиш имкониятларини ўрганиш.

1. Термореактив полимер материаллар таркиби ва асосий хоссаларини ўрганиш.

Ишнинг мақсади:

Термореактив ва термопластик полимер материалларнинг таркиби ва хоссаларини ўрганиш.

Композит материаллар олишда термореактив полимерлардан боғловчи сифатида фойдаланилади.

Термореактив полимер боғловчилар синтетик смолалар ва қотирувчи, катализаторлардан ташкил топган икки ёки кўп компонентли система ҳисобланади.

Боғловчининг таркиби қотиш реакциясининг бориши ва маҳсулотнинг механик хоссаларига боғлиқ бўлади.

КМ тайёрлашда кўп ҳолларда полиэфир, эпоксидли ёки фенолформальдегидли боғловчилар қўлланилади.

Полиэфирмалеинатлар (полиэфир смоллар) таркиби, кимёвий тузилиши ва молекуляр массасидан келиб чиққан ҳолда қовушқоқ суюқлик ёки қаттиқ моддадан иборат. Температура ва қотиш тезлиги инициатор ва тезлаштирувчи турини танлаш орқали аниқланади.

Қотмайдиган эпоксид смолалар эрийдиган қовушқоқ суюқлик ёки мўрт қаттиқ моддалар ҳисобланади. Қуйида баъзи эпоксид смолаларни физик ҳолатлари келтирилган. (жадвал 2).

Эпоксид смолаларнинг қотирувчиси сифатида аминлар ишлатилади.

Қотирилмаган фенолоформальдегид смолалар қовушқоқ суюқлик ёки 60–120°Сда суюқ холга ўтувчи қаттиқ мўрт шаффоф аморф масса ҳисобланади.

Жадвал 2. Баъзи эпоксид смолаларни физик ҳолатлари.

Смола тури	$T_{пл}, °C$	Физик ҳолат 20°Сда
ЭД-22	-10	Суюқ
ЭД-20	0	Суюқ
ЭД-16	10	Қовушқоқ
ЭД-10	50	Қаттиқ
ЭД-8	70	Мўрт

Керакли асбоблар ва материаллар: смолалар – полиэфир, эпоксид, фенолоформальдегидли; қотирувчилар – полиэтиленполиамин (ПЭПА), триэтаноламинотитанат (ТЭАТ), малеин ангидрид (МА), гидропероксид изопропилбензол (гипериз); тезлатувчи: кобальт нафтенати (НК).

Иш тартиби. Полимер боғловчилар тайёрлаш учун турли типдаги смолалар ва компонентларни визуал ўрганиш.

Адабиётлар таҳлили ёрдамида ҳар бир компонентнинг алоҳида белгилари бўйича ёзилади, яъни хиди, ранги, агрегат ҳолати, зичлиги. Натижалар 3- жадвалга ёзиб борилади.

Жадвал 3

Компонентлар	Ранг	Хиди	Физик ҳолати	Бошқа хусусиятлар

Термореактив олигомерлар асосида боғловчилар тайёрлаш

Ишнинг мақсади: турли боғловчиларни тайёрлаш учун керак бўладиган компонентларни ҳисоблашни ўрганиш.

Полимер боғловчилар бир нечта компонентлардан ташкил топади: смолалар, қотирувчилар, тезлаштирувчи, катализатор, пластификатор ва бошқалар.

Маълум миқдордаги боғловчини тайёрлашда керакли компонентлар массасини аниқлик билан танлаш лозим бўлади. Аниқ танланган таркиб ва қўшилмалар сифатли маҳсулот олиш учун замин бўлади. Компонентлар таркиби эмпирик ёки ҳисоб йўли билан аниқланади.

Керак бўладиган масса йўқотишни ҳисобга олган ҳолда (тахминан 10%) барча компонентлар масса улушини йиғиндисига тенг деб қабул қилинади.

Боғловчи компонентлари смолага босқичма босқич қўшиб борилади ва яхшилаб аралаштирилади. Қотирувчилар жараённинг охирида қўшилади.



Юқори қовушқоқ смолалар ишлатишдан олдин 80°Сгача қиздирилади ва шу ҳолида пластификатор ёки аралаштирувчи қўшилади.

Керакли асбоблар ва материаллар: эпоксид ва полиэфир боғловчиларни

тайёрлашга керакли компонентлар, тарози, шиша таёқча, идиш, термошкаф.

Ишнинг тартиби. Эпоксид смола асосида 100 г боғловчи тайёрлашни ҳисоби. ЭД-20 – 100 мас. ч, ПН-1 – 20 мас. ч., ПЭПА – 10 мас. ч.

Компонентлар массасини йўқотишларни ҳисобга олган ҳолда аниқлаш. Боғловчилар массаси 110 г, 130 мас. қ. Боғловчига мос келади (100+20+10).

У ҳолда 110 г (боғловчи) – 130 мас. қ, X_1 (ЭД-20) – 100 мас. қ., X_2 (ПН-1) – 10 мас. қ., X_3 (ПЭПА) – 20 мас. қ. Бу пропорцияларни ечган ҳолда қуйидагиларга эга бўламиз: 84,6 г – ЭД-20; 8,4 г – ПН-1; 16,9 г - ПЭПА.

Олинган натижалар қуйидаги жадвалга ёзиб борилади.

Жадвал 4

№ рец.	Смола		Пластификатор		Қотирувчи		Тезлаштирувчи	
	мас. қ.	г	мас. қ.	г	мас. қ.	г	мас. қ.	г
1								
...								

Боғловчининг зичлигини аниқлаш

Ишнинг мақсади: турли терморреактив полимерлар асосидаги боғловчиларнинг зичлигини назарий ва экспериментал аниқлашни ўрганиш.

Композицион материалларни таркибини ҳисоблашда бир неча компонентдан иборат бўлган боғловчининг зичлигини ўрганиш керак бўлади.

Бундай боғловчининг зичлигини дастлабки компонентлар зичлигини ва композитдаги масса улушини билган ҳолда, аралашма қоидасига асосан назарий жихатдан аниқлаш мумкин.

Олинган қийматни экспериментал текшириш учун масса ва ҳажм усулидан фойдаланиш мумкин. Бунда зичлик композит массасини унинг ҳажмига нисбати орқали ҳисобланади.

Керакли асбоблар ва материаллар: эпоксид ва полиэфир боғловчини тайёрлаш учун керак бўладиган компонентлар, 0,1 г гача аниқликдаги лаборатория тарозиси, шиша таёқча, идиш, термошкаф, ўлчов цилиндри.

Иш тартиби. 50 г дан турли таркибли боғловчилар тайёрланади. (2-илова).

Ҳар бир композитнинг назарий зичлиги қуйидаги формула орқали ҳисобланади:

$$\rho_{\text{св}} = \frac{\rho_1 \cdot C_1 + \rho_2 \cdot C_2 + \dots + \rho_n \cdot C_n}{C_1 + C_2 + \dots + C_n},$$

Бу ерда ρ_1, ρ_2, ρ_n –компонентлар зичлиги (З-илова); C_1, C_2, C_n – тегишли компонентларнинг масса улуши.

Зичликни экспериментал аниқлаш учун ўлчов цилиндри лаборатория тарозисида ўлчанади. Кейин ўлчов цилиндрига композит жойланади ва эгаллаган ҳажми аниқланади. Бунда композитни цилиндр деворларига тарқалиши ва пуфаклар пайдо бўлишига йўл қўймаслик керак. Шундан кейин композит жойланган цилиндр яна тарозида ўлчанади ва қуйидаги формула орқали аниқланади:

$$\rho_3 = \frac{m - m_1}{V},$$

Бу ерда m, m_1 – ўлчов цилиндрини боғловчи билан ва бўш холидаги массаси, г; V – боғловчи эгаллаган ҳажм, см³.

Эксперимент камида уч марта такрорланади ва ўртача арифметик қиймат топилади.

2. Термопластик полимер материаллар таркиби ва асосий хоссаларини ўрганиш.

Ишнинг мақсади: турли табиатга эга грануллашган полимер материалларнинг асосий тавсифий хусусиятларини ўрганиш.

Тайёр маҳсулотдаги полимер материалнинг табиатини аниқлаш учун тизимли тарзда сифат ва миқдор анализлар ўтказилади ва маълум полимерлар билан солиштирилади.

Полимер материал намунаси қуйидаги схема бўйича аниқланади:

- намунани ташқи кузатиш;
- юмшаш температурасини аниқлаш;
- намунани алангада ўзини тутиши;
- намунанинг эришини аниқлаш;
- полимерда ранг реакцияларни олиб бориш.



Аввало, намунанинг ташқи кўриниши, унинг физик ҳолати, ранги, хиди, шаффофлиги, каттиқлиги, эластиклиги, зичлиги ва гранула ўлчамлари белгиланади.

Кейин унинг эрувчанлиги текширилади. Бунинг учун намуна иссиқ ҳавога ёки металл ёки асбест тагликда қиздирилади.

Ўзини қандай тутишига қараб пластмасса термо ёки реактопластга ажратилади. Агар полимер термопласт материалга таалукли бўлса, унда полимернинг юмшаш температураси аниқланади.

Материални солиштириш мақсадида уни алангадаги ҳолати ўрганилади. Бунинг учун маълум миқдордаги материал эҳтиёткорлик билан алангага тутилади. Бунда ёнишнинг тавсифлари белгилаб борилади: ёнувчанлиги, эгилиши, эриши, хиди, аланга ранги, тутун пайдо бўлиши, ўз-ўзидан ўчиши, кул ҳосил бўлиши, ранги ва бошқалар (**4-илова**).

Материални эритмаларда эриши у ёки бу полимерлар синфига оидлиги билан амалга оширилади (**5-илова**).

Кўпчилик смолалар сирка ангидриди ва сульфат кислотаси қўшилганда турли рангли бирикмалар ҳосил қилади. Либерман– Шторх – Моравский реакцияси шунга асосланган (**6-илова**).

Полимер материалларнинг эрувчанлигини аниқлаш

Керакли асбоблар ва материаллар: турли табиатли полимер материаллар; эритувчи – бензин, ацетон, сув, этил спирти, уксус кислота, хлорид кислота.

Иш тартиби. Эрувчанликни аниқлаш учун 0,5 г майдаланган намунани пробиркага солинади. 5-10 мл эритувчи қўшилади ва чайқатилиб, бир неча соатга тик ҳолатда қолдирилади. Кейин эриш даражасини аниқланади-тўлиқ, қисман, бўккан, эримаган.

Агар намуна қисман эриган бўлса, эрувчанлик қиздириш орқали аниқланади.

Материалнинг алангадаги ҳолатини аниқлаш

Керакли асбоблар ва материаллар: турли табиатли полимер материаллар;

ёндиргич, шпатель, пинцет.

Иш тартиби. Маълум миқдордаги материал шпатель ёрдамида эҳтиёткорлик билан аланганинг юқори температурали зонасида тутиб турилади.

Алангадан олингандан сўнг унинг ёниши кузатилади. Бунда ёнишнинг тавсифлари белгилаб борилади. Бунда ёнишнинг тавсифлари белгилаб борилади: ёнувчанлиги, эгилиши, эриши, хиди, аланга ранги, тутун пайдо бўлиши, ўз-ўзидан ўчиши, кул ҳосил бўлиши, ранги ва бошқалар.

Полимерда рангли реакция

Керакли асбоблар ва материаллар: турли табиатли полимер материаллар; чинни пластина, сирка ангидриди, концентрланган сульфат кислота, пипетка.

Иш тартиби. Чинни пластинкага полимер бўлакчаси жойлаштирилади ва унга бир неча томчи сирка ангидриди томизилади, кейин сульфат кислота томизилади. 30 минут давомида суюқлик ва смола юзаси ранги ўзгариши кузатилади. Натижалар 6-иловага солиштирилиб полимер тури аниқланади.

Юмшаш температурасини аниқлаш

Керакли асбоблар ва материаллар: турли табиатли полимер материаллар; металл ёки чинни тигел, термометр, кварц куми, металл ёки асбест таглик.

Иш тартиби. Эриш учун намуна. Олинган намуна иссиқ ҳаво оқимида тутилади. Натижага қараб уни термо ёки реактоплас эканлиги аниқланади.

Юмшаш температураси. 5-10 см узунликдаги ва 1 м кенгликдаги намуна куруқ кум билан тўлдирилган темир тигелга ўрнатилади. Тигел аста секин қиздирилади ва намуна эгилиши вақтидаги температура белгиланади. Бу юмшаш температураси ҳисобланади.

Оқувчанлик температураси. Худди юқоридаги усул билан намунанинг оқувчанлигини ҳам аниқлаш мумкин, яъни намунанинг маълум температурадаги оқувчанлиги унинг оқувчанлик қиймати ҳисобланади.

Амалий машғулот вазифалари:

1-вазифа.

Адабиётлар рўйхатида ва иловалар бўлимида келтирилган E. Bernardo, J-F. Carlotti и др. “Novel akermanite-based bioceramics from preceramic polymers

and oxide fillers” илмий мақоласидан фойдаланиб **(7-Илова)** биокомпозитлар синтезида қандай полимер ва тўлдиргичлар қўлланилганини аниқланг. Қўшимча маълумотлар **1-6- Иловалар**да келтирилган.

2-вазифа.

Интернет-маълумотларидан фойдаланилган ҳолда композицион материалнинг асосий хоссалари ва уларни ўлчаш усуллари аниқланг. Тадқиқот натижалари жадвал шаклида келтирилиши керак.

Назорат саволлари:

1. Полимер боғловчи таркибига қандай компонентлар киради?
2. Эпоксид боғловчилар учун қотирувчиларни аниқланг.
3. Полиэфир смолалар учун инициатор ва қотишни тезлатувчиларни келтиринг.
4. Терморектив полимерлар асосида боғловчилар тайёрлаш учун масса компонентлари ҳисоби қандай амалга оширилади?
5. Боғловчиларнинг зичлиги қандай аниқланади?
6. Боғловчиларнинг сирт таранглигига қандай параметрлар таъсир кўрсатади?
7. Терморектив полимерларни сирт таранглигини аниқловчи асосий усулларни келтиринг.
8. Боғловчиларнинг асосий технологик тавсифларини келтиринг.
9. Полимер материалларнинг қовушқоқлигини аниқлашнинг асосий усуллари келтиринг.
10. Полимерларнинг қовушқоқлик кўрсаткичига температура қандай таъсир кўрсатади?

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. E. Bernardo, J-F. Carlotti and oth. “Novel akermanite-based bioceramics from preceramic polymers and oxide fillers”// Ceramics International.- 40 (2014).- 1029-1035 p. Available at www.sciencedirect.com.

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. Носов В.В. Механика композиционных материалов.- М.: Лань, 2013.- 240 с.

3. Композицион материал таркибини тузиш ва хоссаларини лойиҳалаш. Полимер матрица асосида композицион материал таркибини тузиш, композицияни тайёрлаш усуллари ва қотириш жараёнини ўрганиш.

Ишнинг мақсади: полимер матрица асосида композицион материал тайёрлаш, композит тайёрлаш усулини аниқлаш ва қотиш жараёнини ўрганиш. Термореактив боғловчилар ва мустаҳкамловчи тўлдирувчилар асосида композицион материал тайёрлаш.

Полимерларни тўлдириш амалий жиҳатдан материални технологик ва эксплуатацион хоссаларини бошқаришга имкон беради. Конструкцион тўйинган полимер материалларнинг хоссалари, олиш усуллари полимер матрица ва тўлдирувчи, уларнинг ҳажмий нисбатларига боғлиқ.

КМ дан буюмлар тайёрлашда полимер боғловчиларнинг қовушқоқлик. Гел ҳосил бўлиш вақти каби технологик хоссаларини аниқлаш лозим.

Гел ҳосил бўлиш вақтини аниқлаш асосий параметрлардан бири ҳисобланади. У тўйинган материалнинг сақланиши давомийлигини ва материалдан буюм тайёрлаш температурасини тавсифлайди. КМ олиш вақтининг давомийлиги боғловчи аралашмасини хона ҳароратида тайёрлаш вақтидан ошиб кетмаслиги керак.

Берилган компонентлар асосида белгиланган структура ва компонентлар нисбатига эга КМ тайёрлаш.

Мустаҳкам пластикларнинг асосий компонентларидан бири бу боғловчи ҳисобланади. Боғловчи мустаҳкамловчи толали тўлдирувчи билан тўйинтирилади. Боғловчи қотгандан кейин тола ёки тўлдирувчилар қатламини ўзаро бирлаштиради..

Мустаҳкам пластиклар олишда полиэфир, эпоксид ва модифицирланган фенолоформалдегид смолалар асосидаги боғловчилар кенг қўлланилади. Тўлдирувчилар сифатида турли материаллар: ленталар, матолар, иплар ишлатилади.

Композитларни тайёрлаш жараёни қуйидаги босқичлардан иборат:

- боғловчи ва тўлдирувчи турини аниқлаш;
- композит компонентларини нисбатини ҳисоблаш;
- боғловчини тайёрлаш, берилган пропорцияларда компонентларни аралаштириш;
- тўлдирувчиларни тайёрлаш;
- боғловчини тўлдирувчи қаватларига суркаш, ва тўйинган қаватларни бирлаштириш;
- белгиланган режимда материални қотишини амалга ошириш.

Композицион материалдаги компонентлар массасини ҳисоблаш

Аввало КМдан тайёрланган пластинанинг керакли ҳажмини $V_{\text{КМ}}$ (м^3) аниқланади.

$$V_{\text{КМ}} = l \cdot b \cdot h,$$

Бу ерда l , b , h – КМ пластинанинг узунлиги, кенглиги, қалинлиги. КМ қалинлиги синов стандартдан келиб чиқиб танланади ($h = 2\text{--}8$ мм).

Материал ҳажмини билган ҳолда унинг массасини аниқланади: $m_{\text{КМ}}$, кг

$$m_{\text{КМ}} = \rho_{\text{КМ}} \cdot V_{\text{КМ}},$$

Бу ерда $\rho_{\text{КМ}}$ – зичлик КМ, $\text{кг}/\text{м}^3$.

Материал зичлиги $\rho_{\text{КМ}}$ ($\text{кг}/\text{м}^3$) компонентлар нисбатини билган ҳолда ўртачаси олинади .

$$\rho_{\text{КМ}} = \rho_a \cdot P_a + \rho_c \cdot P_c,$$

Бу ерда ρ_a – арматура зичлиги, кг/м³; ρ_c – боғловчи зичлиги, кг/м³ ;

P_a, P_c – арматура ва боғловчининг ҳажмий миқдори.

Тўлдириш даражаси технологик жараёнлар учун масса улушларда, ҳисоблаш учун ҳажмий улушларда олинади. Компонентларнинг массавий C ва ҳажмий P миқдорлари ўртасидаги боғлиқлик куйидаги тенгликлар орқали ифодаланади::

$$C_a = \frac{P_a \cdot \rho_a}{P_a \cdot \rho_a + P_c \cdot \rho_c}, \quad C_c = 1 - C_a;$$

$$P_a = \frac{C_a \cdot \rho_c}{C_a \cdot \rho_c + C_c \cdot \rho_a}.$$

Бунда материал таркибида ғоваклар йўқ деб ҳисобланади, яъни нолга тенг.

Компонентларни массаси (г) уларнинг масса нисбатларидан топилади:

$$m_a = m_{KM} \cdot C_a, \quad m_c = m_{KM} \cdot C_c.$$

Бу ерда m_a, m_c – тўлдирувчи ва боғловчи массаси, кг;

C_a, C_c – тўлдирувчи ва боғловчининг массавий миқдори.

КМ тайёрлаш учун керак бўладиган тўлдирувчи қаватлари сони N_a аниқланади :

$$N_a = \frac{m_a}{m_{1c}},$$

Бу ерда m_a – арматура массаси, г; $m_{1c} = \gamma_a \cdot l \cdot b$ – бир қават арматура массаси, г, ҳисоб йўли ёки ўлчаб олиш орқали аниқланади; γ_a – арматура материални юза зичлиги, г/м².

Ҳисоблашдан кейин технологик чиқиндилар ҳисобга олинади, яъни 20% боғловчи қўшилади.

Бошқа турдаги КМ учун ҳам худди шундай ҳисоб ишлари олиб борилади. Олинган натижалар КМ олишнинг технологик картасига ёзиб борилади (жадвал 5).

Композицион материал пластиналарини тайёрлаш

Керакли асбоблар ва материаллар: боғловчи тайёрлаш учун

компонентлар, матоли тўлдирувчи, қайчи, тарози, қаттиқ пластинкалар, муфел печи.

Иш тартиби. Компонентлардан 250×250 мм ўлчамда қават-қават усулида плита тайёрланади.

Кесилган тўлдирувчи боғловчи билан тўйинтириб, пластина устига қават-қават қилиб, ҳавосизлантириб тахланади.

Маълум микдорга эришилгандан кейин қаттиқ пластина қўйилади ва қотиш режимига мувофиқ қотирилади. **(2-илова).**

Жадвал 5. КМ тайёрлашнинг технологик картаси

Материал	Намуна			Ҳажм, см ³	Микдори
	Ўлчамлар, мм				
	Узунлиги	Кенлиги	Қалинлиги		

Компонентлар	Норматив	Ҳолати, ўлчамлар	Микдори, масс. %	Микдори , г
Тўлдирувчи				
Боғловчи				

Амалий машғулот вазифалари:

Адабиётлар рўйхатида ва иловалар бўлимида 7-иловада келтирилган E. Bernardo, J-F. Carlotti и др. “Novel akermanite-based bioceramics from preceramic polymers and oxide fillers” илмий мақоласидан фойдаланиб, композицион материалнинг ишлаб чиқариш технологиясини ўрганинг. Керамик матрицали композитларнинг қандай синтез усули қўлланилган? Унинг технологик параметрларини аниқланг.

Назорат саволлари:

1. Шиша тола билан мустаҳкамланган композицион материалнинг таркиби ва хоссаларини аниқланг.
2. Бир томонлама йўналтирилган КМ микроструктура таҳлили қандай олиб борилади?
3. Бир томонлама йўналтирилган КМ микроструктурасини аниқлашда қандай асосий параметрлар аниқланади?

4. Тўйиниш даражаси нима ва у қандай аниқланади?
5. Бир томонлама йўналтирилган КМ ларнинг структурасининг бир жинсли эмаслигини қандай параметрлар аниқлайди?

Фойдаланилган адабиётлар:

1. E.Bernardo, J-F. Carlotti and oth. “Novel akermanite-based bioceramics from preceramic polymers and oxide fillers”// Ceramics International.-40 (2014).-1029-1035 p. Available at www.sciencedirect.com.
2. Krishan K. Chawla. Composite Materials. Science and Engineering. Third Edition. Springer Science, New York-London, 2012. - 98-101, 249-306 p.
3. Morgan P. Carbon fibers and their composites.- Boca Raton: Taylor & Francis, 2005. Materials engineering; vol.27. - ISBN 0-8247-0983-7. 1153 p.
4. D.R. H. Jones, Michael F. Ashby. Engineering Materials 2: An Introduction to Microstructures and Processing. Fourth Edition. Elsevier, UK, 2012. -319-350 p.
5. William D.Callister, Jr., David G.Rethwisch. Materials Science And Engineering. An Introduction. Eight Edition. USA, Wiley, 2010. - 655-660 p.
6. Б.В. Гусев, В.И. Кондращенко, Б.П. Маслов, А.С. Файвусович. Формирование структуры композиционных материалов и их свойства.– М. : Научный мир, 2006. – 560 с.
7. А.А. Батаев, В.А. Батаев. Композиционные материалы. Сер. Новая университетская библиотека.– М. : Логос, 2006. –400 с.

4. Шишакомпозитлар ишлаб чиқариш технологиясини ўрганиш. Шишакомпозит “Триплекс” таркиби, асосий хоссалари ва қўлланилиш имкониятларини ўрганиш.

Ишнинг мақсади:

Шишакомпозит материал – “Триплекс”нинг таркиби, хоссалари, тайёрлаш технологияси ва қўлланишини ўрганиш.

Кўп қаватли шиша буюмлар бир ёки бир нечта неорганик шиша листи ва уларни елимлайдиган полимер пленка ёки суюқликдан иборат материалдир.

“Триплекс” термини (лотинча triplex - учқават) иккита шиша пластинасини полимер материал билан елимланган кўп қаватли шиша

материалга қўлланилади.

ГОСТ 30826-2001га мувофиқ, кўпқаватли шиша куйидагиларга бўлинади;

- оловдан ҳимояловчи;
- шовқиндан ҳимояловчи;
- совукбардош;
- махсус хоссаларга эга.

Кўпқаватли шишалар механик хоссалари бўйича бир неча турларга бўлинади (жадвал 6).

Жадвал 6. Кўпқаватли шишалар механик хоссалари

Шиша тури	Норматив хужжат	Маркаси
Листли шиша	ГОСТ 111	М0, М1, М2
Узорли	ГОСТ 5533	У
Арматурали	ГОСТ 7481	А
Арматурали ва сайқалланган	НД	А _п
Бўялган	НД	Т
Мустаҳкамланган		
Кимёвий мустаҳкам	НД	К
Тобланган	ГОСТ 30698	Т
Ҳимояловчи	НД	Х
Энергиясақловчи	ГОСТ 30733	Э

Кўп қаватли шишалар юмшоқ предметлар зарбасига бардошлилиги бўйича куйидаги СМ1 - СМ4 ҳимоя синфларига киради, қаттиқ предметлар зарбасига бардошлилиги бўйича Р1А - Р5А, тешиб ўтиши бўйича Р6В - Р8В ҳимоя синфларига киритилади.

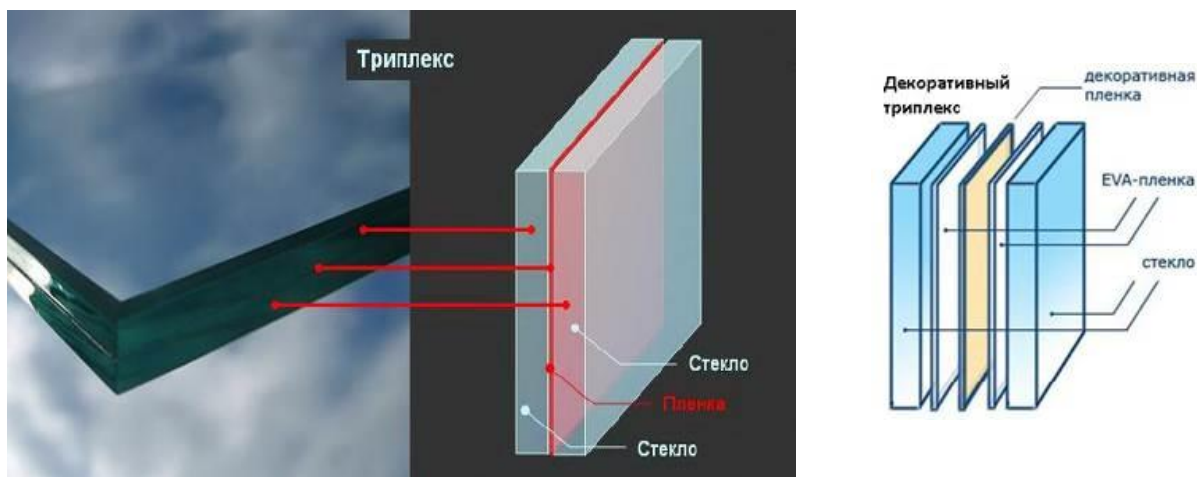
Зарба тўлқинига бардошлилиги бўйича К1 - К14, ўқдан ҳимоялаш бўйича П1 - П6а ҳимоя синфларига киритилади.

Шовқиндан ҳимоялаш бўйича ГОСТ 23166га мувофиқ А-Д синфларга киритилади.

Триплекс таркиби.

Қуйма триплекс шиша пластиналарни бири-бири билан бутун юзаси бўйича махсус елимловчи суюқлик билан қопланади ва УФ нурлар ёрдамида полимерланади.

Пленкали триплекс шишаларни полимер пленкани юқори температура ва босим таъсирида елимлашга асосланган. Бунда пленка сифатида полимер пленка, масалан, поливинилбутирал пленкадан фойдаланилади.



Шиша пластинкалар сифатида М0,М1,М2 маркали листли узорли, армирланган, бўялган, тобланган, қуёшдан ҳимояловчи, энергиясақловчи шишалардан фойдаланиш мумкин.

Қурилиш триплексини тайёрлашда органик шишадан ҳам фойдаланиш мумкин.

Шиша пластиналар шакли турлича бўлиши мумкин. Пластиналар шакли елимлашдан олдин тайёрланади.

Шиша листларни елимлаш триплексни ташкил этувчиларнинг мустаҳкамлигини оширмайди, балки қаватли структурани шаклланиши тайёр буюмнинг бузилишга бардошлилигини оширади. (60-89%га ошади). Бундан ташқари триплекс хавфсиз ва ҳимояловчи шиша туркумига киради, чунки у синдирилганда парчалари учиб кетмайди, аксинча полимер қаватга ёпишган ҳолда қолади.

Триплекс рангсиз ва қорайтирилган бўлиши мумкин. Бунинг учун ҳажмий қорайтирилган, қорайтирилган пленка ва полимерлардан фойдаланиш мумкин. Бундан ташқари триплекс ультрабинафша нурларига

чидамли бўлиши керак. Шу билан бирга ёпиштирувчи пленка 2 соат қайнатилганда ажралиб кетмаслиги керак.

Триплекс хира ва рангли тайёрланиши ҳам мумкин. Буюмга иккита турли усулда ранг бериш мумкин. Биринчи усулда триплекс тайёр бўялган шиша пластиналардан тайёрланади. Иккинчи усулда тайёр триплекс юзасига керакли рангдаги пленка ёпиштирилади.

Қурилиш триплекси – кенг имкониятларга эга бўлган ажойиб конструкцион материалдир. Бу материални ишлатилиши кундан кунга ошиб бормоқда.

Биноларни горизантал қисмларини, томларни, зиналарни полларни тайёрлашда триплекс кенг қўлланилмоқда.

Триплекс тайёрлаш технологияси.

Триплекс тайёрлашнинг бир неча усули мавжуд: қуйма технология, пленкали технология ва автоклавсиз плёнкали технология.

Триплексни қуйма усулда тайёрлаш технологияси босқичлари:

- шишаларни тайёрлаш ва ювиш;
- икки томонлама тасмаларни қоплаш;
- иккинчи шишани бириктириш;
- тайёрланган конструкцияни пресслаш;
- шишалар оралиғини тўлдириш;
- смолани қотириш.



Триплексни қуйма усулда тайёрлаш технологияси - бу усулнинг афзаллиги турли қалинликдаги ва рангдаги шишаларни бирлаштириш мумкин.

Шишаларни ювиш. Шишалар ювилгандан кейин уларни қурук, ёғлардан холи бўлишига эътибор бериш керак. Шишалар орасида маълум бўшлиқни ҳосил қилиш мақсадида четларига икки томонлама ёпишадиган шаффоф тасмалар ёпиштирилади ва смола қуйиш учун тешикча қолдирилади ва конструкция прессланади. Сўнгра тайёрланган смола билан оралик

тўлдирилади. Тўлдириш вақтида смолада пуфакларни пайдо бўлишига имкон қадар йўл қўйилмайди. Смолани қотиш жараёнида уни юза бўйлаб бир хил тақсимланишига эътибор берилади.

Триплекс тайёрлашни пленкали технологияси.

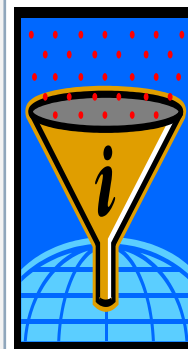
Бу технологиянинг афзаллиги, бу усулда тайёрланган кўп қаватли шишалар юқори оптик хусусиятга эга бўлади. Бу усулда шиша листлар орасига поливинилбутирал пленка (ПВБ) қўйилиб, кейин колландерда дастлабки прессланади, сўнгра автоклавда якуний ёпиштириш амалга оширилади.

Колландер йиғилган триплекс пакетни дастлабки вакуумлаш учун ишлатилади. Бу ускуна махсус камерада иборат бўлиб, унда йиғилган триплекс 110 – 115 Сгача қиздирилади, шиша ва пленка орасидаги ҳаво резина валиклар ёрдамида чиқарилади. Колландердан пакет шаффоф ҳолатда чиқади ва якуний пресслаш учун автоклавга жойлаштирилади. Автоклавда пресслаш +150 С ва 12,5 Бар босим остида олиб борилади.

Автоклавсиз пленка технологияси

Автоклавсиз пленка технологияси босқичлари:

- шишаларни тайёрлаш ва ювиш;
- шиша ва пленкадан комбинирланган пакет тайёрлаш;
- вакуум ҳосил қилиш;
- вакуумда конвекцион камерада қиздириш;
- 20-40 дақиқа давомида 130-140 °С да ушлаб туриш;
- вакуумда совутиш.



Бу технологиянинг афзаллиги махсус пленкаларни қўллаш орқали бошқа классик триплекслардан техник параметрларига кўра юқори хоссаларга эга бўлади. Камчилиги эса юқори таннархга эга бўлади.

Амалий машғулот вазифалари:

1-вазифа.

Адабиетлар ва Интернет-маълумотлардан фойдаланилган ҳолда тобланган листли шиша асосида триплекс ишлаб чиқаришнинг технологик тизимини тузинг.

2-вазифа.

Адабиетлар ва Интернет-маълумотлардан фойдаланилган ҳолда тобланган листли шиша асосида автомобил учун иситиладиган триплекс ойнаси ишлаб чиқаришнинг технологик тизимини тузинг.

Назорат саволлари:

1. Триплекс тайёрлаш учун ишлатиладиган шиша маркаларини келтиринг.
2. Триплекс тайёрлашда қандай боғловчилар ишлатилади?
3. Пленкали технология автоклавсиз технологиядан нимаси билан фарқ қилади?
4. Тўрт ва беш қаватли шишакомпозит тайёрлаш мумкинми?

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. - 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. ГОСТ 30826-2001. Межгосударственный стандарт. Стекло многослойное строительного назначения. Дата введения 2003-01-01.
6. ГОСТ 111-2001 Стекло листовое. Технические условия

7. ГОСТ 30698-2000 Стекло закаленное строительное. Технические условия.

8. ГОСТ 30733-2000 Стекло с низкоэмиссионным твердым покрытием. Технические условия.

9. ГОСТ 30779-2001 Стеклопакеты строительного назначения. Метод определения сопротивления атмосферным воздействиям и оценки долговечности.

10. Тялина Л.Н., Минаев А.М., Пручкин В.А. Новые композиционные материалы. Учебное пособие. Тамбов: ГОУ ВПО ТГТУ, , 2011.- 82 с.

3-амалий машғулот: Кристалл наносистемалар ва уларни аҳамияти.

Нанотехнология ва электроника.

Режа:

1. Заррачаларнинг чегараси. Заррачалар чегарасининг миграцияси.

2. Мультиплет иккиламчи заррачалар. Дислокация. Жойлашиш дефектлари. Учкаррали тугун. Холл-Петч қонуни. Таъқиқланган чегаранинг кенглиги.

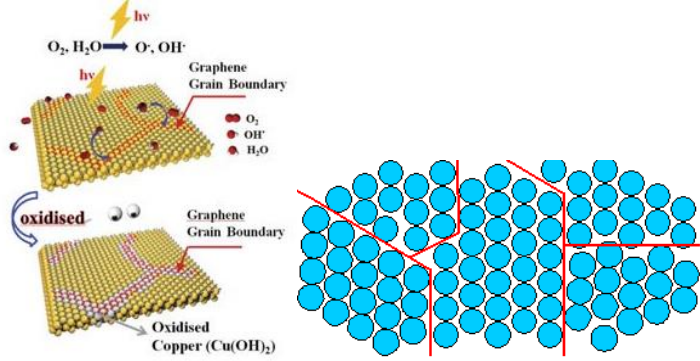
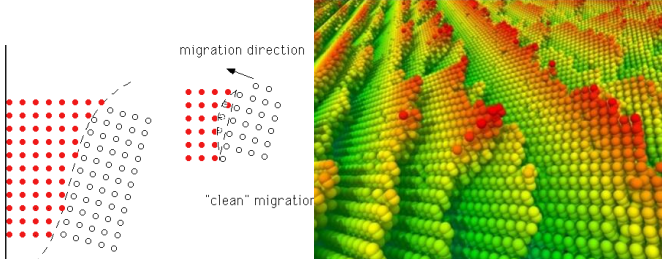
3. Молекуляр электроника. Ёруғлик диоди (LED). Майдон эффектли транзистор (FET). Юпқа пленкали транзисторлар (TFT). Бир электронли транзистор (SET). Заряд боғланишли қурилма (CCD). Комплементар металоксидли ярим ўтказгич (CMOS). Гигантмагнит қаршилиги (GMR). Оптоэлектроника. Фотолюминесценция.

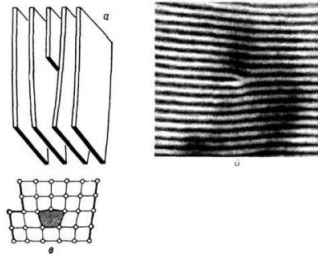
4. Фотон кристаллар. Фотоника. Юзаплазмон. Пьезорезистив эффект. Спинтроника (спин асосидаги электроника). Кубит. Квант компьютерлар.

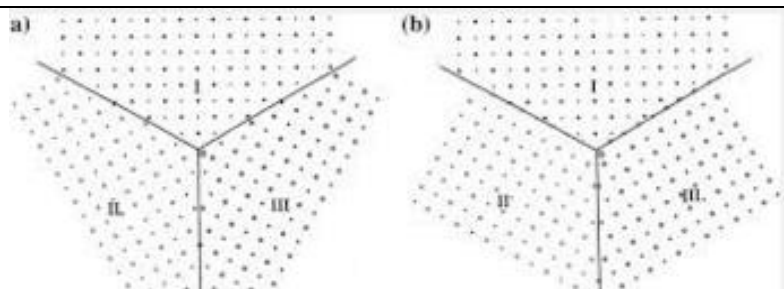
Ишдан мақсад:

Заррачаларнинг чегараси. Заррачалар чегарасининг миграцияси. Мультиплет 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). Юпка пленкали транзисторлар (TFT). Бир электронли транзистор (SET). Заряд боғланишли курилма (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 механик кучланиш йўли ёрдамида фаоллаштирилган заррачалар чегараларининг келишилган харакати</p>	<p>Заррачалар чегарасининг миграциясини асосий принципини тушунтиринг?</p>
3.	<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>Мултиплет иккиламчи заррачаларнинг асосий хоссаларни</p>

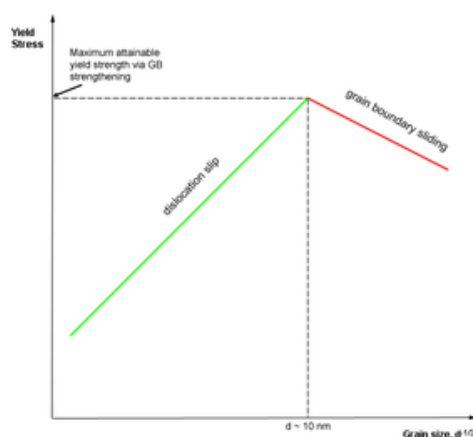
	 <p>Мультиплет иккиламчи заррачалар (МТР): олмос (C, Si, Ge) ва қотишмалар типидagi яримўтказгичлардан, кубсимон ёқларимарказлаштирилган металллардан олинган юпка пленкалар (кристалл тагликларда чўктирилган) ва нанокристалл заррачалардаги бешинчи тартибли псевдосимметриянинг кузатилиши</p>	<p>тушунтиринг? 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 чизиқли 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 принципини тушунтиринг? Расмдан фойдаланинг!</p>
<p>6.</p>	<p>Triple junction: a node at the intersection of three crystals or grains</p>	<p>Учқаррали тугунинг асосий хоссаларни тушунтиринг? Расмдан фойдаланинг!</p>



Учкаррали тугун: учта кристалларнинг ёки зарраларнинг тўқнашувидаги тугун

7. **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

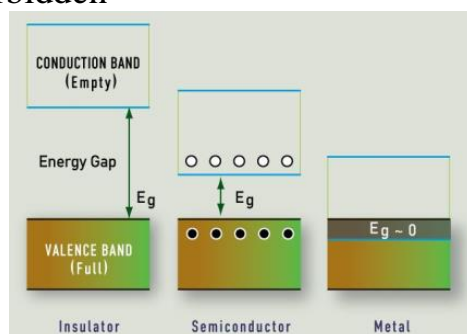
Hall-Petch Strengthening Limit



Холл-Петч қонуни: асосан чегарадаги заррачанинг мустахкамлашуви ҳисобига ҳосил бўлувчи кристалсимон модданинг қаттиқлигига заррачаларнинг ўлчамини тесқари таъсирини тавсифловчи эффекти

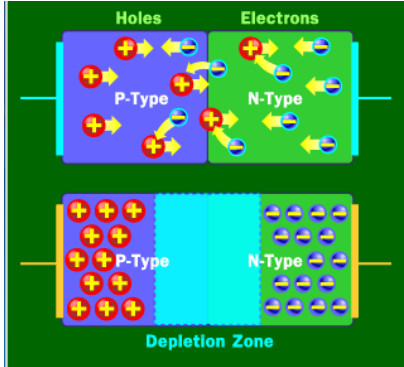
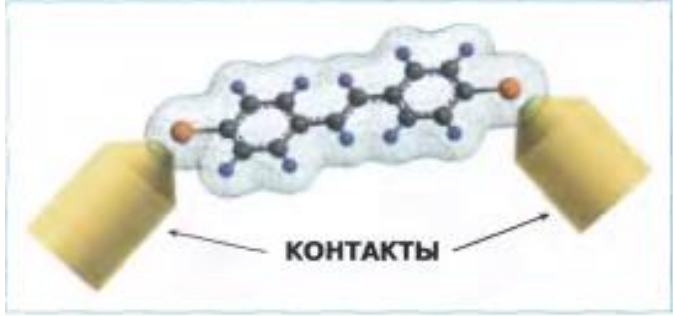
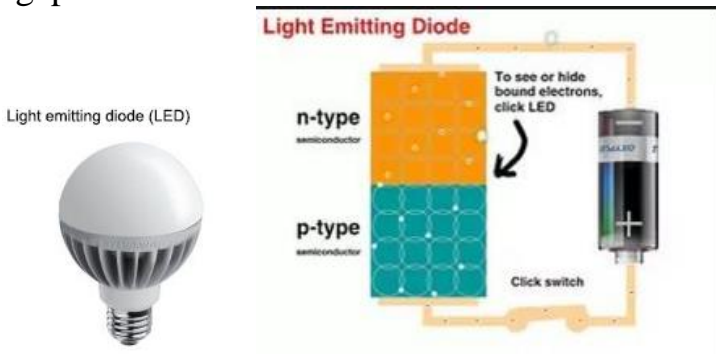
Холл-Петч қонунини тушунтиринг? Расмдан фойдаланинг!

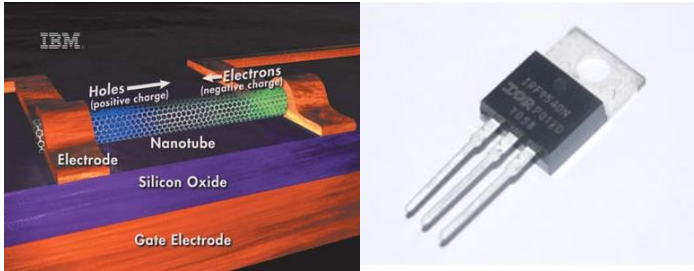
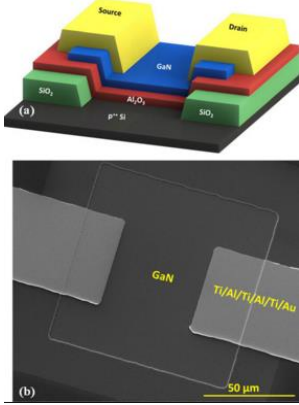

8. **Band gap:** energy gap between the valence band and conduction band in a solid in which all electronic energy states are forbidden




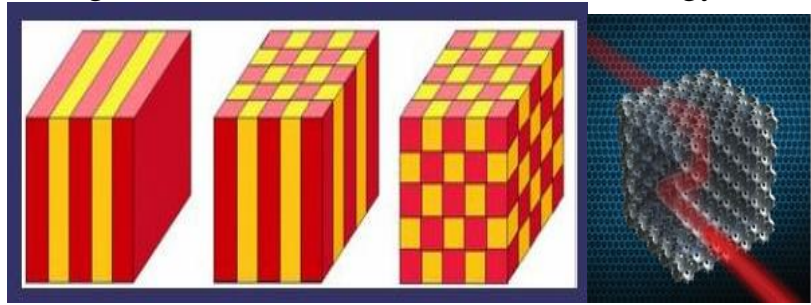
Таъқиқланган чегаранинг кенглиги: барча электрон энергетик ҳолатлар таъқиқланган қаттиқ жисмдаги валент чегара ва ўтказувчанлик чегараси орасидаги энергетик туйнук


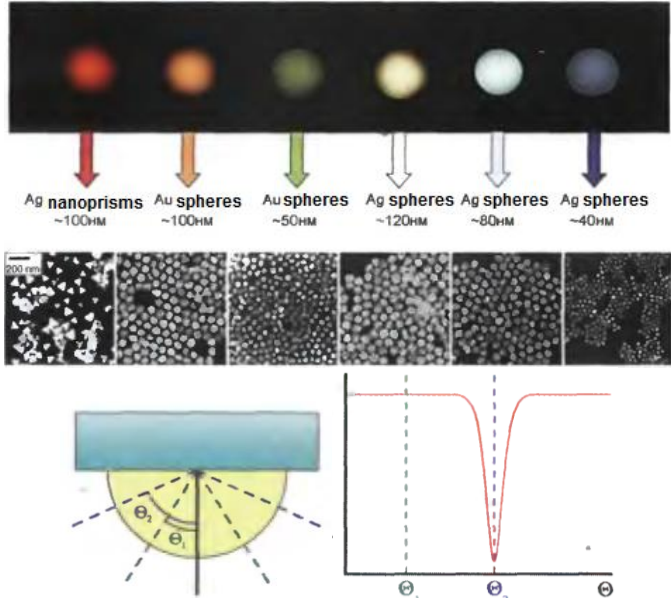

Таъқиқланган чегаранинг асосий хоссаларини тушунтиринг? Расмдан фойдаланинг!

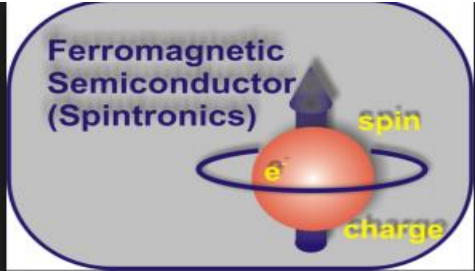
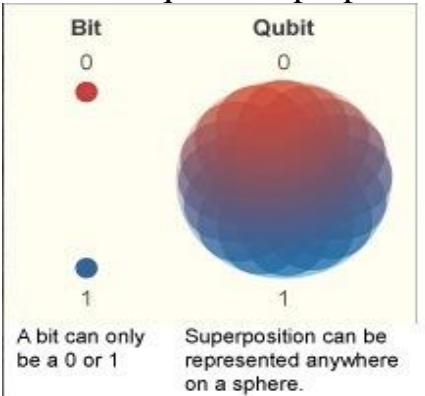
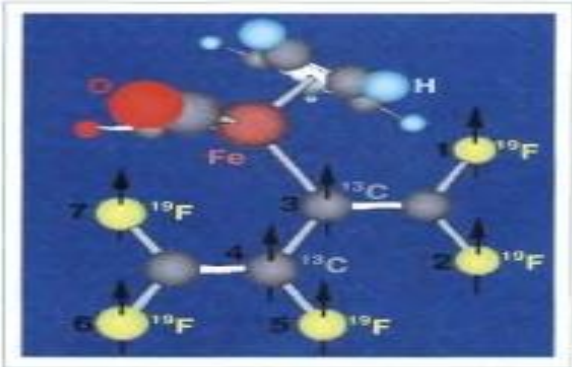
<p>9.</p>	<p>Depletion zone: a region at the junction of semiconducting materials that is devoid of free charge carriers</p>  <p>Холилаштирилган ҳудуд: зарядларни эркин ташувчиларидан холи бўлган яримўтказгич материалларнинг бирлашиш жойи</p>	<p>Холилаштирилган н ҳудуд қандай таркибий қисмлардан ташкил топган? Расмдан фойдаланинг!</p>
<p>10</p>	<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>
<p>11</p>	<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 манбаи, нурланувчи ёруғликнинг тўлқин узунлиги яримўтказгичларнинг таъқиқланган ҳудуди кенглигига боғлиқ.</p>	<p>Светодиоднинг асосий принципини тушунтиринг? Расмдан фойдаланинг!</p>

<p>12</p>	<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 a layer of Silicon Oxide. Arrows indicate the flow of Holes (positive charge) to the left and Electrons (negative charge) to the right. The IBM logo is visible in the top left corner of the diagram. To the right of the diagram is a photograph of a physical transistor component with three leads.</p> <p>Майдон эффектлитранзистор (FET): электр майдони ёрдамида ўтказувчанлигини бошқариш мумкин бўлган транзистор</p>	<p>Майдон эффектли транзистор (FET) нима учун керак? Расмдан фойдаланинг!</p>
<p>13</p>	<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 of p-Si. The gate is covered with Al₂O₃ and SiO₂ layers. (b) Micrograph of a TFT device with labels for GaN and Ti/Au/Ti/Au/Au layers. A 50 μm scale bar is provided.</p> <p>Юпқа пленкали транзисторлар (TFT): яримўтказгичли ва диэлектрик материалли юпқа пленка қаватли транзисторлар; радиографиянинг LCD ва рақамли иловаларида қўлланилади</p>	<p>Юпқа пленкали транзисторлар қандай таркибий қисмлардан ташкил топган? Расмдан фойдаланинг!</p>
<p>14</p>	<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 the intricate structure of a Single Electron Transistor (SET), featuring small, isolated islands of material connected by narrow bridges.</p> <p>Бир электронли транзистор (SET): чиқувчи заряднинг жуда кичик ўзгаришларини аниқлаш қобилиятига эга мосламалар; биргина электрон учун ҳам зарядлар фарқи “ёқиб-ўчириш” функциясини чақариши мумкин</p>	<p>Бир электронли транзисторнинг асосий хоссаларни тушунтиринг?</p>

<p>15</p>	<p>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</p>  <p>Заряд боғланишли курилма (CCD): зарядланган позицион-сезгир ахборотни йиға оладиган ва рақамли тасвирларни ишлатиш учун кенг қўлланиладиган манипуляциялар учун рақамли маълумотларга ўтказа оладиган курилма</p>	<p>Заряд боғланишли курилма нима учун керак? Расмдан фойдаланинг!</p>
<p>16</p>	<p>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</p>  <p>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 курилмаларнинг юқори зичлигини таъминлайди</p>	<p>Комплементар металоксидли яримўтказгичлар нима учун керак? Расмдан фойдаланинг!</p>
<p>17</p>	<p>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</p>  <p>Гигантмагнит қаршилиги (GMR): юпқа пленкали структураларда кузатиладиган квант-механик эффект: ферромагнит қаватнинг магнит майдони таъсирига учраганда электр қаршилиги сезиларли даражада камаяди</p>	<p>Гигантмагнит қаршилигининг асосий хоссаларини тушунтиринг? Расмдан фойдаланинг!</p>

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 сигналин оптик сигналга” ёки “оптик сигнални электр сигналга” ўтказувчи ўзгартгичлар бўлиши мумкин CdSe нанокolloид</p>	<p>Оптоэлектроника нинг асосий хоссаларини тушунтиринг?</p>
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 моддаларнингмаълум бир тўлқин узунликдаги электромагнит нурларни ютиб ва қайтадан фотонларни турли хил тўлқин узунликда нурлатувчи жараён</p>	<p>Фотолюминесценция нинг асосий принципини тушунтиринг?</p>
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>	<p>Фотонкристаллар нинг асосий хоссаларини тушунтиринг? Расмдан фойдаланинг!</p>

21	<p>Photonics: electronics using light (photons) instead of electrons to manage data</p>  <p>Фотоника: маълумотларни бошқаришда электронлар ўрнига еруғликни (фотонларни) қўлловчи электроника</p>	<p>Фотониканинг асосий принципини тушунтиринг?</p>
22	<p>Surface plasmon (SP): plasmons that are confined to surfaces and interact strongly with light resulting in a polariton</p>  <p>Юзаплазмон (SP): ёруғлик билан кучли таъсирлашиш натижасида поляритонга олиб келувчи юзага мос келувчи плазмонлар</p>	<p>Юзаплазмон (SP) терминини тушунтиринг. Расмдан фойдаланинг!</p>
23	<p>Piezoresistive effect: phenomenon by which electrical resistance of a material varies with externally applied mechanical pressure</p>  <p>Пьезорезистив эффект: ташқаридан механик босим таъсирига боғлиқ равишда материалнинг электр қаршилигининг ўзгариш ходисаси</p>	<p>Пьезорезистив эффектнинг асосий принципини тушунтиринг?</p>

<p>24</p>	<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 ҳолатини қўлловчи янги технология; магнито-электроника сифатида ҳам маълум</p>	<p>Спинтроника (спин асосидаги электроника)нинг асосий хоссаларини тушунтиринг?</p>
<p>25</p>	<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>	<p>Кубит нима учун керак?</p>
<p>26</p>	<p>Quantum computers: a computational device using quantum mechanical phenomena for operations on input data</p>  <p>Кванткомпютерлар: кириш маълумотларидаги операцияларда квант-механик ҳодисаларини қўлловчи ҳисоблаш асбоблари</p>	<p>Квант компютерлари асосий принципини тушунтиринг? Расмдан фойдаланинг!</p>

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

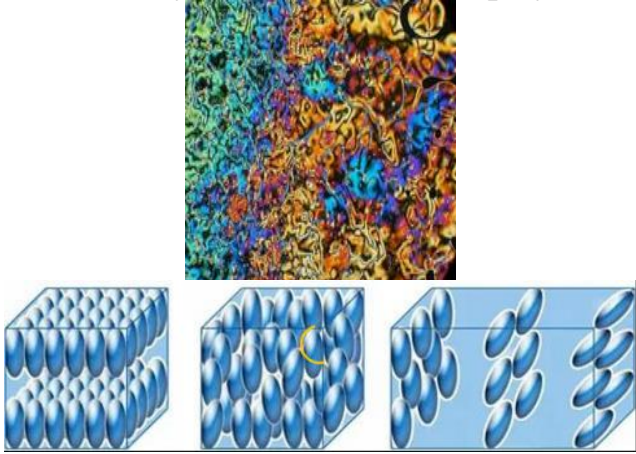
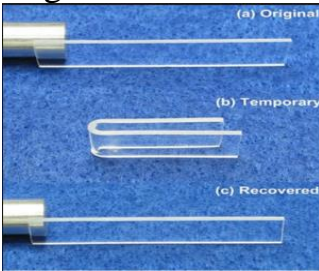
Фойдаланилган адабиёт

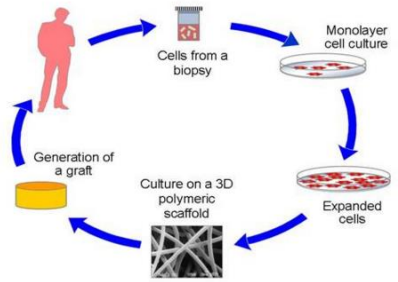
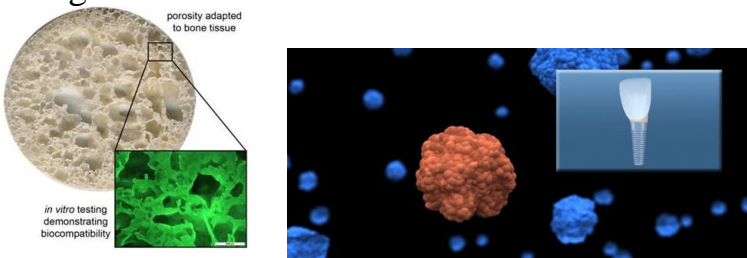
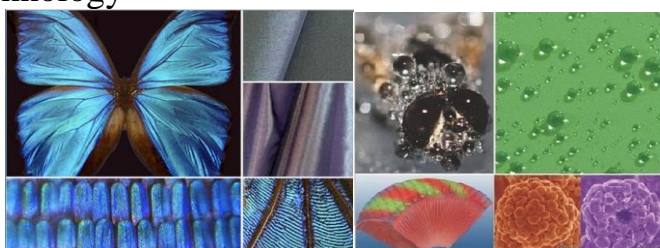
1. Jeremy Ramsden Nanotechnology, Second Edition: An Introduction (Micro and Nano Technologies) 2nd Edition, Elsevier, 2011, 17-35.

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

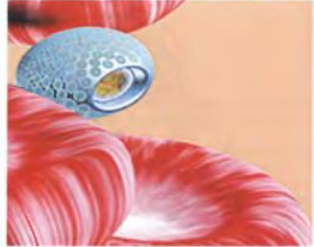
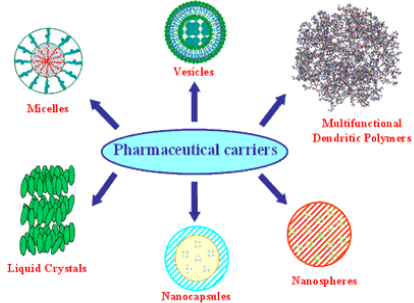
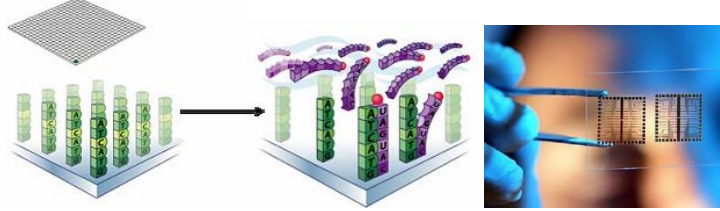
Ишдан мақсад:

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>
2.	<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</p>	<p>Шакл хотирали полимерлар нима учун керак?</p>

	<p>вужудга келган ташқи кучлар таъсирида деформациядан сўнг ўзининг дастлабки шаклига қайтиш қобилиятига эга ақлли полимерлар</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 style="text-align: center;">Basic principles of Tissue engineering</p>  <p>Тўқимали инженерия: сүтэмизувчиларнинг асосий тўқималарининг тузилиши ва функционал асослари ҳамда функцияларини тиклаш, қўллаб туриш ёки яхшилаш учун биомослашувчан ўрнини босувчиларнинг қўлланилиши тўғрисидаги фан</p>	<p style="text-align: center;">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>Биомослашувчанлик: ноҳуш ўзгаришларни чақирмай материалнинг биологик тизим билан таъсирлашувида ўз вазифаларини бажариши</p>	<p style="text-align: center;">Биомослашувчанликнинг асосий принципини тушунтиринг? Расмдан фойдаланинг!</p>
<p>5.</p>	<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 style="text-align: center;">Биомиметика асосий принципини тушунтиринг? Расмдан фойдаланинг!</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>6.</p>	<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>
<p>7.</p>	<p>Electronic tongue: a device consisting of an array of chemical sensors to detect and compare tastes</p>  <p>Электрон тил: таъмларни аниқлаш ва таққослаш учун бир неча кимёвий датчиклардан ташкил топган қурилма</p>	<p>Электрон тилнинг асосий хоссаларини тушунтиринг? Расмдан фойдаланинг!</p>
<p>8.</p>	<p>Bot: a robot or automated intelligent machine</p>  <p>Бот: робот ёки автоматлаштирилган интеллектуал машина</p>	<p>Бот: нима учун керак?</p>

<p>9.</p>	<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>
<p>10.</p>	<p>Targeted drug delivery: administration of a pharmaceutical compound in desired amount to a localized diseased cell/tissue for therapy</p>  <p>Дориларни мақсадли етказиш: терапияда локаллашган зарарланган хужайраларга / тўқималарга керак бўлган миқдорда фармацевтик бирикмани киритиш</p>	<p>Дориларни мақсадли етказишнинг асосий принципини тушунтиринг? Расмдан фойдаланинг!</p>
<p>11.</p>	<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?

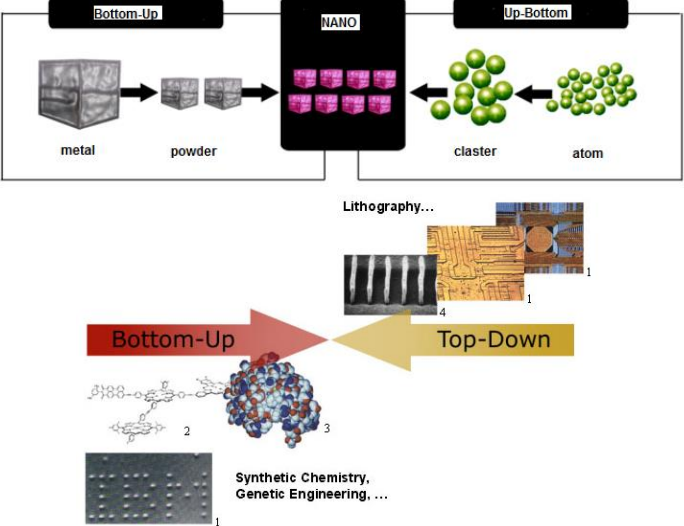
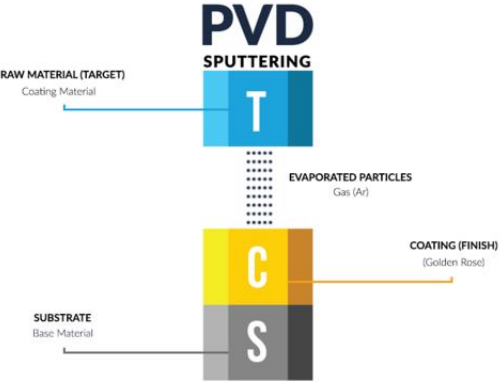
Фодаланилган адабиётлар

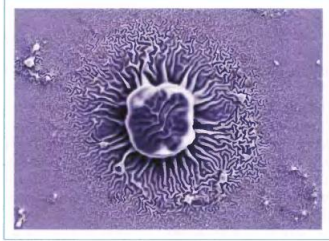
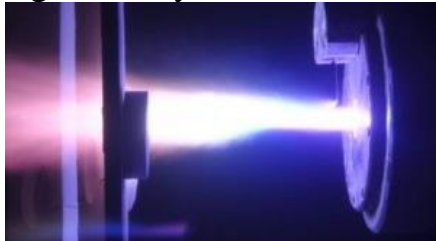
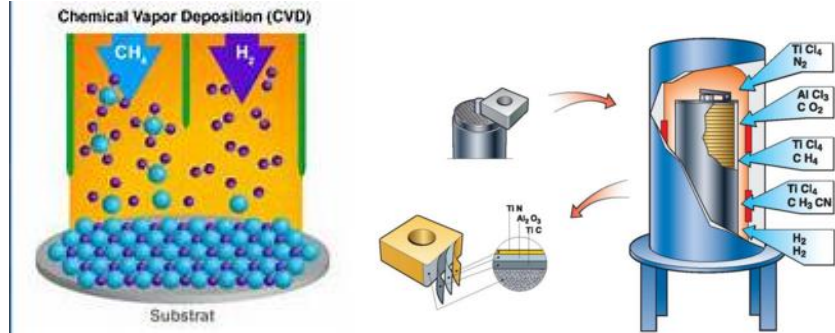
1. David Rickerby Nanotechnology for Sustainable Manufacturing, Taylor and Fransis, 2014, 79-92.
2. David Rickerby Nanotechnology for Sustainable Manufacturing, Taylor and Fransis, 2014, 213-226.

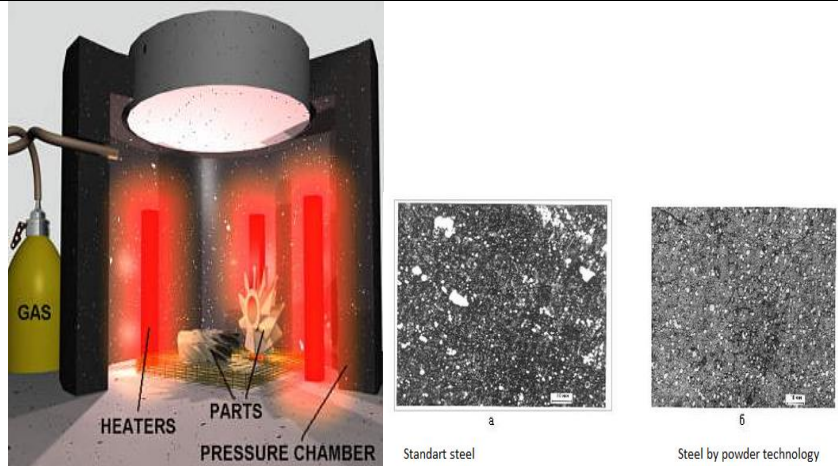
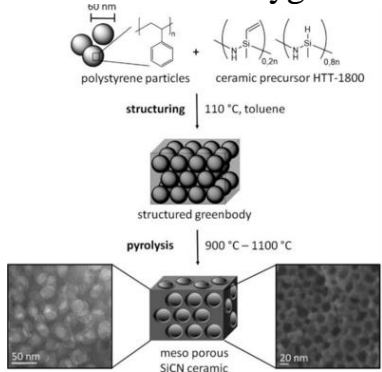
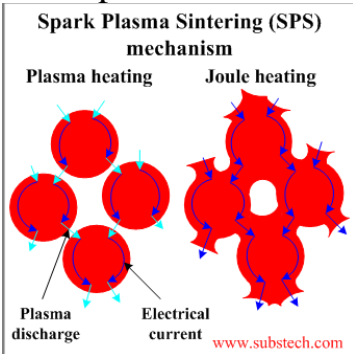
Наноматериал олиш ва уларни хоссаларни.

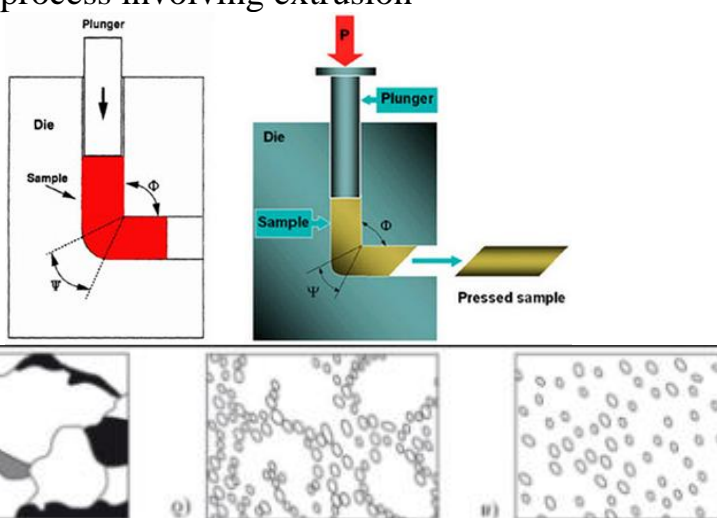
Ишдан мақсад:

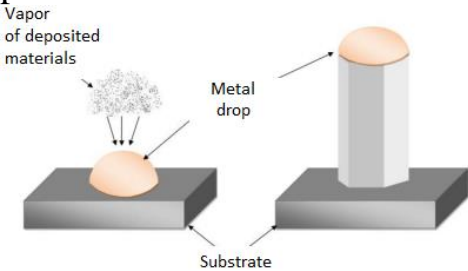
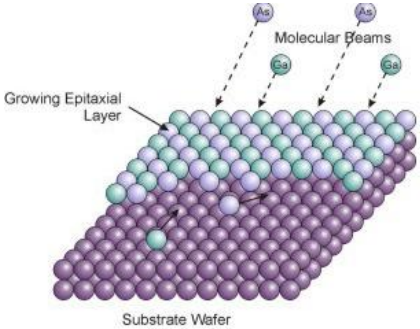
Тагдан-тепага ва Тепадан пастга. Буғ фазасидан физикавий чўктириш (PVD). Плазма. Буғ фазасидан кимёвий чўктириш (CVD). Иссик изостатик преслаш (HIPing). Пиролиз. Учқунли плазмали пишириш (SPS). Тенг каналли бурчакли преслаш (ECAP). Механик қотишмалаш. Буғ-суюқлик-қаттиқ модда усули (VLS). Эпитаксия.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


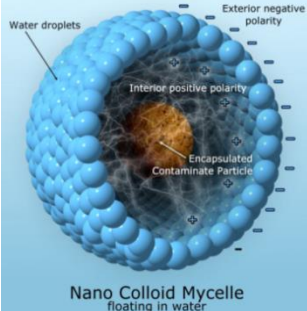

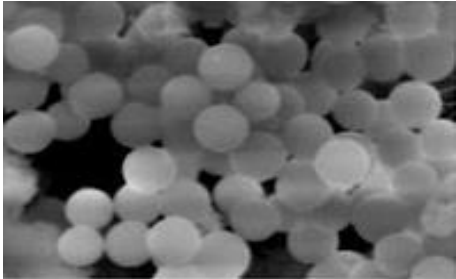
№	Ишни бажариш учун намуна	Масаланинг кўйилиши
1.	<p>Bottom-up: a strategy for synthesizing nanomaterials from atomic scale fundamental units where the fundamental units link up to form nanoparticles/nanostructures</p> <p>Top-down: involves fragmentation of a microcrystalline material to yield a nanocrystalline material; all solid state synthesis routes of nanostructures fall into this category</p>  <p>Тагдан-тепага: асосий бирликлари нанозаррачалар / нанотизимларни ҳосил 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 принципни солиштиринг? Расмдан фойдаланинг!</p>
2.	<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>Буғ фазасидан физикавий чўктиришнинг асосий принципни тушунтиринг Расмдан фойдаланинг!</p>

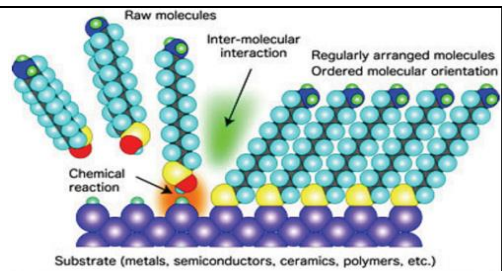

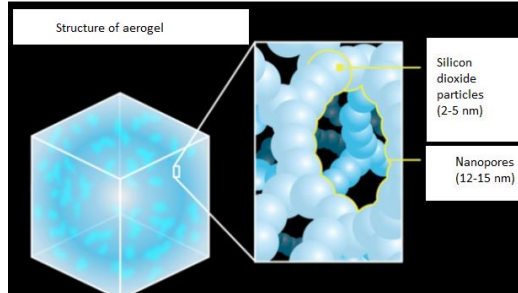
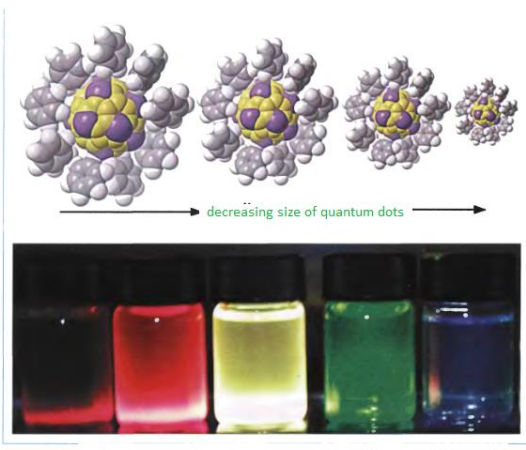
	 <p style="text-align: center;">Amorphous silicon on substrate (PVD)</p> <p>Буғ фазасидан физикавий чўктириш (PVD): тагликда юпқа пленкаларни олиш учун атомларни мўлжал материалдан бўғлатиш иштирокида вакуум чўктиришнинг турли технологиялари</p>	
3.	<p>Plasma: a state of matter containing a significantly 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 қаттиқ моддалардан, суюқликлардан ёки газлардан тубдан фарқ қилади</p>	<p style="text-align: center;">Плазма температураси ни ва хоссаларни принципининг тушунтиринг</p>
4.	<p>Chemical vapour deposition (CVD): a technique for depositing thin films on a substrate using gaseous reactants</p>  <p>Буғ фазасидан кимёвий чўктириш (CVD): газсимон реагентларнинг қўлланилиши билан юпқа пленкаларнинг тагликда чўктириш услуги</p>	<p style="text-align: center;">Буғ фазасидан кимёвий чўктириш (CVD) инг асосий принципини тушунтиринг? Расмдан фойдаланинг!</p>
5.	<p>Hot isostatic pressing (HIPing): the process of using high hydrostatic pressure and temperature to compress fine particles into coherent parts</p>	<p style="text-align: center;">Иссик изостатик преслашнинг асосий принципини тушунтиринг? Расмдан</p>

	 <p>Исик изостатик преслаш (HIPing): майин заррачаларни яхлит қисмларга сиқиш учун юқори гидростатик босим ва хароратни қўллаш жараёни</p>	<p>фойдаланинг!</p>
<p>6.</p>	<p>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</p>  <p>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</p>	<p>Пиролиз нима учун керак? Расмдан фойдаланинг!</p>
<p>7.</p>	<p>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</p>  <p>Учқунли плазмали пишириш (SPS): графит матрицаси шунингдек ўтказувчан намуналар</p>	<p>Учқунли плазмали пиширишнинг асосий принципининг тушунтиринг? Расмдан фойдаланинг!</p>

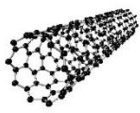
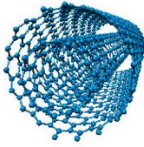
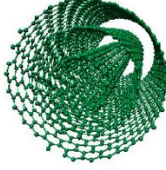
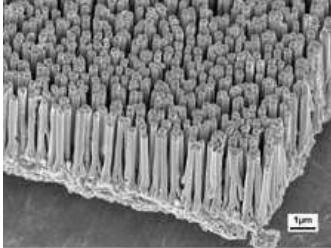
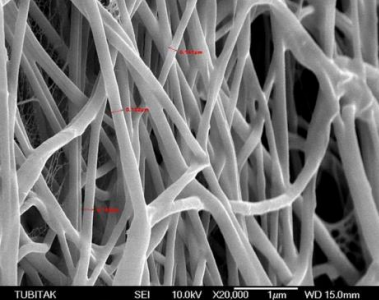
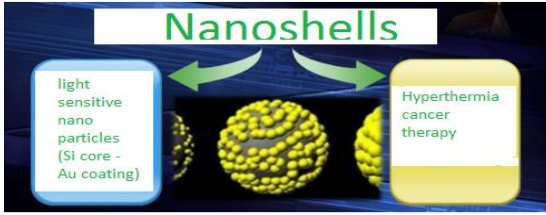
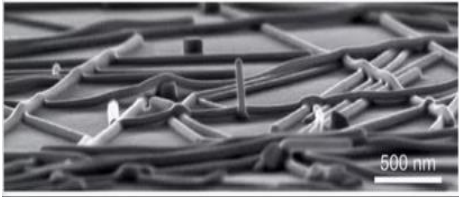
	<p>холатида пиширилаётган кукундан бевиста ўтаётган доимий импульс токи қўлланилишидаги пишириш техникаси</p>	
<p>8.</p>	<p>Equal channel angular pressing (ECAP): a severe plastic deformation technique for producing ultrafine grain structures, which introduces a large amount of shear strain into the materials without changing its shape or dimensions; equichannel angular extrusion (ECAE) is a similar process involving extrusion</p>  <p>Тенгканалли бурчакли 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 бурчак экструзияси (ECAE)</p>	<p>Тенгканалли бурчакли пресслашнинг асосий хоссаларнинг 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</p>	<p>Механикқотишмалашнинг асосий принципининг тушунтиринг?</p>

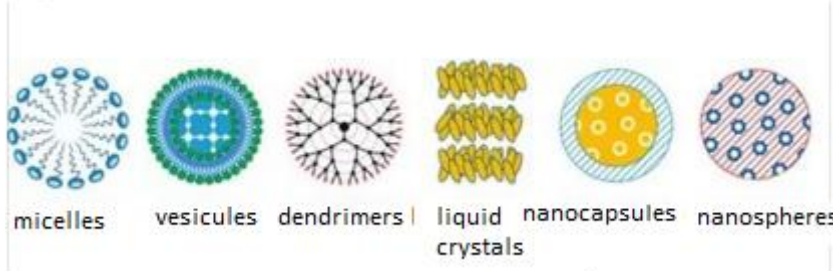
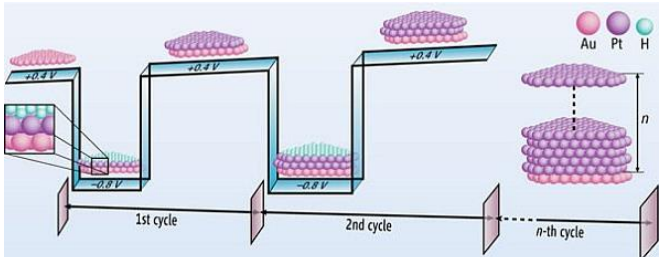
	<p>деформацияланиши ва ёриқлари натижасида майдаланиши, кукунларнинг заррачалари совук пайванланадиган қаттиқ жисмдаги жараён</p>	
<p>10.</p>	<p>Vapour–liquid–solid method (VLS): a mechanism for the growth of one-dimensional nanostructures, such as nanowires, from chemical vapour deposition; to enhance 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-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>	<p>Буғ-суюқлик-қаттиқ модда усулининг асосий принципининг тушунтиринг? Расмдан фойдаланинг!</p>
<p>11.</p>	<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>	<p>Эпитаксия инг асосий хоссаларнинг тушунтиринг? Расмдан фойдаланинг!</p>
<p>12.</p>	<p>Fab: a microfabrication facility consisting of clean rooms and controlled deposition process for the fabrication of semiconductor devices and ICs Fab:интеграл схемалар ва ва яримўтказгичли асбобларни ишлаб чиқариш учун назорат қилинувчи чўктириш жараёнлари ва тоза хоналардан ташкил топган микротехнологик объект</p>	<p>Fab нима учун керак? Расмдан фойдаланинг!</p>

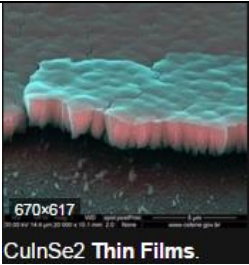
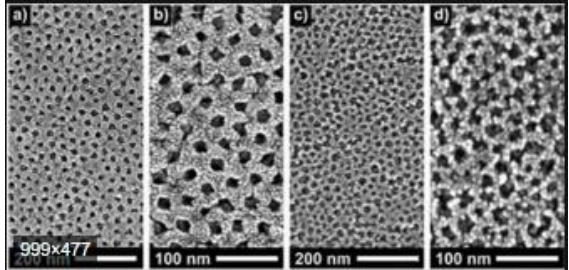
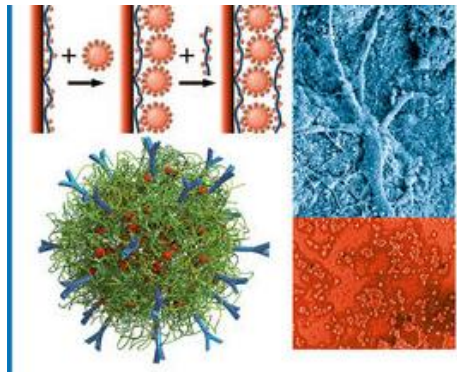
		
13.	<p>Colloid: a homogenous suspension of a dispersoid in a continuous medium; it may be a solid, liquid or gas</p>   <p>Коллоид: ўзлуксиз мухитдаги дисперсияланган модданинг бир турдаги суспензияси; қаттиқ, суюқ ёки газсимон бўлиши мумкин.</p>	<p>Коллоид қандай таркибий қисмлардан ташкил топган? Расмдан фойдаланинг!</p>
14.	<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>
15.	<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 йиғишнинг асосий принципнинг тушунтиринг? Расмдан фойдаланинг!</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>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>Аэрогел: суюқлиги ютилган газ билан ўриналмашган гелдан олинган ғоваксимон қаттиқ чўкма</p>	<p>Аэрогел қандай таркибий қисмлардан ташкил топган? Расмдан фойдаланинг!</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>Квантнуқтала ри нима учун керак? Расмдан фойдаланинг!</p>	<p>Квантнуқтала ри нима учун керак? Расмдан фойдаланинг!</p>

	<p>Квантнуқталари: электронларнинг энергия ҳолатлари барча учта кенглик ўлчамларида аниқланадиган 0D наноструктуралар; уларнинг электрон хоссалари кластерлар ва яримўтказгичлар орасида бўлади</p>	
18.	<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>
19.	<p>Magic number: a critical number of atoms in a cluster size providing it higher structural and potential stability</p>  <p>Магиксон: анчагина юқори бўлган структуравий ва потенциал турғунликни таъминловчи кластердаги атомларнинг критик сони</p>	<p>Магиксон тушунтиринг? Атом тузилишининг фойдаланинг!</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 нанотрубканинг синфланишин</p>

	<div style="display: flex; justify-content: space-around; text-align: center;"> <div> <p>single-walled carbon nanotube (SWCNT)</p>  </div> <div> <p>double-walled carbon nanotube (DWCNT)</p>  </div> <div> <p>triple-walled carbon nanotube (TWCNT)</p>  </div> </div> <div style="text-align: center; margin-top: 10px;">  </div> <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>ИНГ тушунтиринг? Расмдан фойдаланинг!</p>
<p>21.</p>	<p>Nanofibre: fibres with diameter less than 100 nm</p> <div style="text-align: center;">  </div> <p>Нанотолалар: 100 нм дан кичик бўлган диаметрли толалар</p>	<p>Нанотолаларнинг асосий хоссаларнинг тушунтиринг?</p>
<p>22.</p>	<p>Nanoshells: a thin coating over a core object a few tens of nanometres in diameter</p> <div style="text-align: center;">  </div> <p>Наноқобиклар: диаметри бир неча ўнликдаги нанометрда бўлган объект ядроси устидаги юпқа қобик</p>	<p>Наноқобиклар қандай таркибий қисмлардан ташкил топган? Расмдан фойдаланинг!</p>
<p>23.</p>	<p>Nanowires: 1D nanostructures with width of nanometric dimensions and exhibiting aspect ratios of 1000 or more</p> <div style="text-align: center;">  </div> <p>Наносимлар: нанометр ўлчамли кенгликдаги ва</p>	<p>Наносимлар нима учун керак?</p>

	геометрик ўлчамларининг нисбати 1000 ва ундан юқори бўлган 1Днаноструктуралар	
24.	<p>Nanomaterial: class of materials in which at least one of the dimensions is on the nanoscale (<100 nm)</p>  <p>micelles vesicles dendrimers liquid crystals nanocapsules nanospheres</p> <p>Наноматериал: бирон бир ўзгариши нано даражада (<100 нм) бўлган материалларнинг синфи</p>	Наноматериалларнинг қандай синфланиши бор?
25.	<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 диапазониди бўлган 3Днаноструктуралар; уларнинг барча ўлчамлари 1-100 нм диапазониди бўлади</p>	Наностержнлар қандай таркибий қисмлардан ташкил топган?
26.	<p>Whiskers: thin fibrous growth of a dislocation free crystal</p>  <p>Tin dioxide nanowhiskers.</p> <p>Вискерлар: эркиндислокацияланадиган кристаллнинг нозик толали ўсиши</p>	Вискерлар нима учун керак?
27.	<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 хоссаларинг тушунтиринг? Расмдан фойдаланинг!</p>	Юпқа пленкаларнинг асосий хоссаларинг тушунтиринг? Расмдан фойдаланинг!

	 <p>Юпқа пленкалар: атомар конструкцияланган каватлар нанометрдан максимум бир неча микронгача бўлган диапазонда бўлган қалинликдаги пленкалар</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. Иссик 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 мезоғовакли материалларнинг нима учун керак?

Фойдаланилган адабиётлар

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

VI КЕЙСЛАР БАНКИ

1-кейс

Нефт тўкилиши ва наноматолар

Бритиш Петролеум (British Petroleum) ташкилотига қаршли 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 км² юзасини қоплайди; нефтнинг бир баррели

136,4 кг массага эга; Мексика кўрфазининг умумий майдони тахминан 2,5 млн. км² эга.

Саволлар:

- 1) Мексика кўрфазига оқиб чиққан нефтнинг тоннадаги массасини 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 наноматодан кашф қилишган. Мексика кўрфазидagi нефт тўқилишини 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 мустахкамлигини 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 мустахкамлигининг оптик ва электрон микроскопиясининг турли хил маълумотларидан олинishi 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 – p- ва n-ўтказувчанликли ярим ўтказгичлар қўлланилади. N-ўтказувчанлик моддадаги электронларнинг ортиқча миқдорини ифодалайди, p- эса тегишли равишда уларнинг етишмовчилигини ифодалайди. Фотоэлементни ҳосил қилиш учун, электрон батареяга ўхшашликни ҳосил қиладиган, иккита яримўтказгич керак бўлади, бунда катод ўрнида n-яримўтказгич анод ўрнида эса p-яримўтказгич бўлади. Тушаётган нурлар таъсирида n-ўтказгич (структуранинг тепа қисмида жойлашган бўлади) электронлари p-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.

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

Куёш батареяларининг турлари

Кремний асосида фотопанелларнинг у тури ишлаб чиқарилади:

- Монокристалллардан. Уларни ишлаб чиқариш учун бир турдаги структурали монокристалллар ўстирилади. Натижада бундай фотоячейкалар бир теккис меъёрли юзаси билан фарқланади, бунинг оқибатида куёш нурларини яхшироқ ютади, юқори ФИК (КПД) га эга, бироқ нархи қимматроқ 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 куёш батареялар кристалсимондир. Бироқ улар эгилувчан ячейкалар кўринишида ишлаб чиқарилади. Уларни қийшиқ юзаларда ўрнатиш мумкин бўлади. Бу батареяларни ишлаб чиқариш арзон, кувват бирлигига кристаллсимонларга нисбатан(тахминан 2,5 маротаба) кўпроқ юзани эгаллайди.

Юпқақаватли куёш батареяси яримўтказувчан бирикмани эгилувчан (одатда - полимер) тагликка пуркаш натижасида хосил бўлади. Даставвал яримўтказгич сифатида фақатгина аморф кремний қўлланилган, бироқ бунда олинган фотоэлементларнинг ишлаб чиқариш куввати ниҳоятда кичик бўлган (атиғи 4 – 5 %). Хозирги кунда мис-галлий-индий селенид асосидаги пленкалар истиқболли хисобланади. Мис-индий-галлийли батареяларининг ФИК (КПД) 20%гача етиши мумкин. Бироқ хозирча бу каби элементларнинг юпқа куёш 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 наноинтендер?) -----

AFM -----

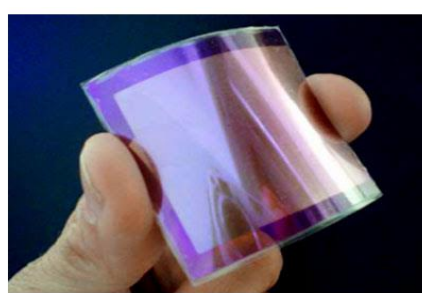


TABLE 3.1 Chart of Microscopy and Type of Information Generated

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 қадахи ноёб санъат намуналаридан хисобланади. Олтин ва кумушнинг наноўлчамли заррачалари кукуни қўшилган шишадан ясалган қадах 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?

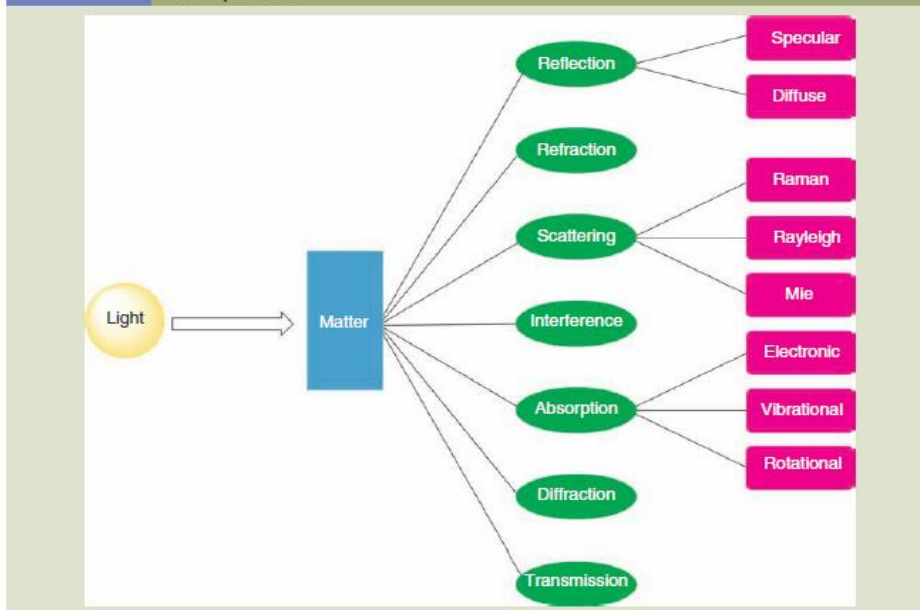
Қандай нурнинг частотаси юқорироқ: қизил ёки бинафша?

Қандай оптик ходисалар сизга маълум?

Материалдаги ранг эффектлари ва заррачаларнинг ўлчами қандай боғланган?

Fig. 4.2

Interactions of light with matter. Not all categories are independent. Propagation of light is part of a continuum of interactions, all related. Discrete interactions are shown for clarity's sake.



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 ҳисобланади.

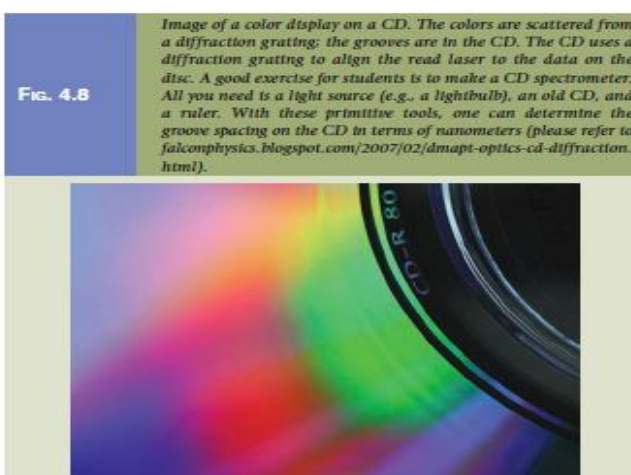


Fig. 4.8

Image of a color display on a CD. The colors are scattered from a diffraction grating: the grooves are 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 falcomphysics.blogspot.com/2007/02/dmapi-optics-cd-diffraction.html).

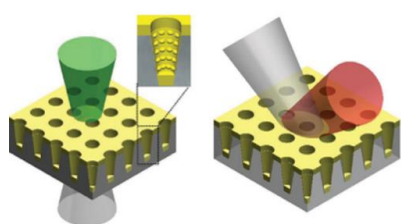
for the plasmon resonance. They are, with their protecting ligand shell, around 4 nm in diameter. The color is a ruby red with λ_{max} at ca. 520 nm.

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 тешиклар юзаларида ўзига хос антителаларнинг иммобилизацияси билан таъминланади. Олимларнинг сўзига кўра кимёвий детекторнинг тузилиши Британия музейида сақланаётган римнинг Ликург қадахининг ноёб хоссалари томонидан айтиб берилган. Қадах шишасининг таркибидаги металл нанозаррачалари нурнинг тушиш бурчагига боғлиқ равишда унинг тўлқин узунлигини ўзгартиради. Шундан келиб чиққан холда муаллифлар қурилмани “наноўлчамли ликург қадахлари матрицаси” деб номлашган (nanoscale Lycurgus cup arrays – nanoLCA).



Manas Ranjan
Gartia et al., *Advanced Nano
Materials*, 2013

Detector
transmitted light (left)
reflected light (right)



Флуоресценция. Квант нуқталари ҳайротоғмуз 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.

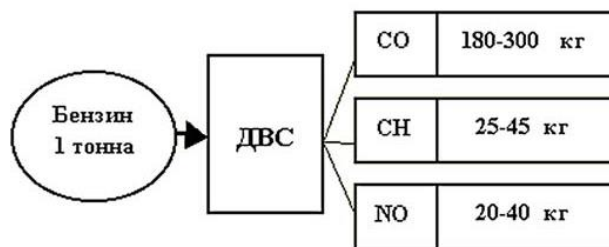
4-кейс

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 углевод (II) оксидини углевод (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 хаво 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 хам хеч қандай каталитик фаолликни намоён этмайди.

Саволлар:

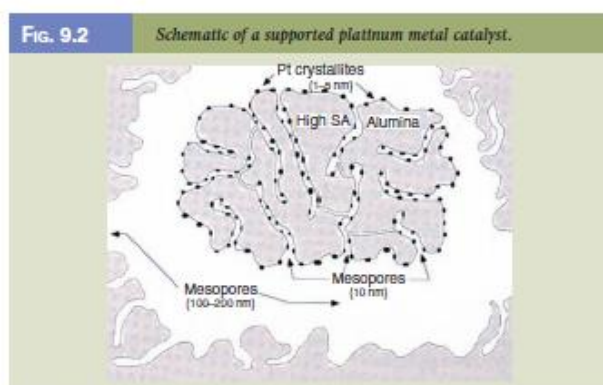
1) Углерод (II) оксидини углерод (IV) оксидига айлантириш тенгламасини тузинг. Бу жараёни амалга ошиши учун платинадан ташқари нима керак бўлади?

2) Тўлиқ битта бак (40 л) А-92 маркали бензиннинг (бензиннинг зичлиги 0,75 г/см³) ёнишидан хосил бўладиган зарарли чиқиндиларнинг массалари диапазонини хисобланг.

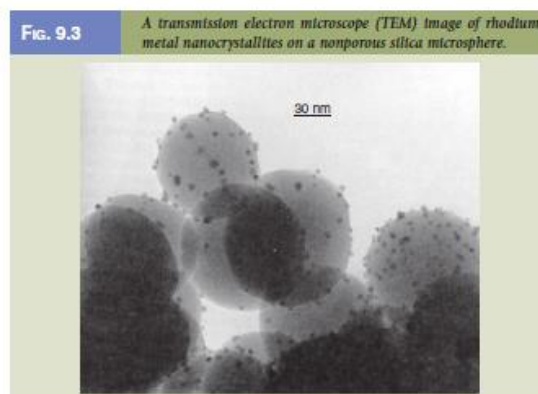
3) 3,5 см³ металлдан қанча Pt₂₀ таркибли нанозаррачаларни олиш мумкин бўлади? (платининг зичлиги 21,45 г/см³).

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. Dey, and N. J. Long, *Journal of Catalysis*, 108, 444-451 (1987). With permission.

5-кейс

Ўзбекистондаги нанотехнологиялар асосидаги тўқимачилик махсулотлари

01.04.2014

Кундалик ишлатиш учун бактерицид тўқимачилик махсулоти 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 холда 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?

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

Хлорид кислотаси кумуш билан реакцияга киришадими?

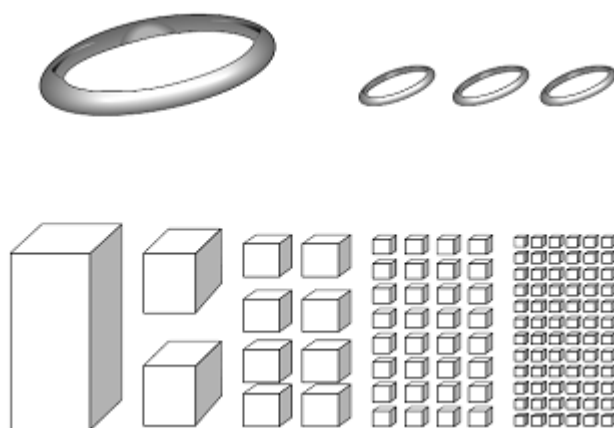
Нима учун оддий кумуш хлорид кислотаси билан реакцияга киришмайди?

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 кассалик 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 миқдорий қисми 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 шаҳрида жойлашган “Композит” қўшма 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 ровничадан 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.

Кейси бажариш босқичлари ва топшириқлари:

“Композит” қўшма 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 йўллари 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 суствалари) 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 изоляцион материаллар ясалади. Шишанинг кашф этилиши турли-туман шакллардаги бутилкалар, ҳар хил идишлар, вазалар, стакан, қадахлар қисқаси, турмуш учун зарур буюмларни кўплаб ишлаб чиқарилишига олиб келди.

Табиий шиша тарихи одамзод тарихидан катта. Вулқон отилиши,

зилзила рўй бериши, момақалдиروق 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. Машхур энстиклопедист 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 юқорирок савияда олиб борилганлигидан далолат беради.

Йигирманчи аср давомида Ўзбекистонда қатор шиша корхоналари курилиб, 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 олтингугурт, 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.

Кейсни 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 гранулометриқ 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 ҳоссаларига эга – кимёвий бардошлиги, механик мустаҳкамлиги, термик бардошлиги, юқори диэлектрик ҳоссалари 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 ёгон шишалар, лаборатория ва ишлаб чиқаришда кенг қўлланилади: кимё, озиқ-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 материалини ишлаб чиқариш ҳар тарафлама фойдали?

Кейсни бажариш босқичлари ва топшириқлар:



VII. ГЛОССАРИЙ

Таянч сўз	Ўзбек тилидаги шарҳи	Инглиз тилидаги шарҳи
<i>Композицион материал</i>	Ишлаб чиқарилган, икки ёки кўпроқ физикавий ва/ёки кимёвий ҳар хил бўлган, матрица (интерфейс) ичида тартибли жойлашган фазалардан ташкил топган материал.	It is manufactured, it consists of two or more physically and/or chemically distinct, suitably arranged or distributed phases with an interface separating them.
<i>Матрица, интерфейс</i>	Композицион материалнинг бир бутунлигини таъминловчи боғловчи компонент	The binding material ensuring the integrity of the structure
<i>Матрица материаллари</i>	Металл, керамика, полимер	Metal, ceramics, polymer
<i>Боғловчи материалнинг вазифаси</i>	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
<i>Композитнинг мустаҳкамлигини оширадиган компонент</i>	Мустаҳкамлаштирувчи компонент, армировка материаллари, арматура	reinforcement material, reinforcement
<i>Нол-ўлчамли қўшимчалар</i>	Улчами уч йўналишда кичик бўлган қўшимчалар - кум, 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
<i>Бир ўлчамли</i>	Толасимон тўлдирувчилар,	Fiber shaped elements,

қўшимчалар	арматура элементлари, калта толали табиий материаллар - асбест, ўсимлик материаллари, толасимон кристаллар (алюминий нитрид, бериллий оксиди, бор карбиди, кремний нитриди), узун толали ҳар хил органик бирикмалар.	fittings, 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.
Икки ўлчамли тўлдирувчилар	Ленталар, матолар, матлар, тўрсимон элементлар.	Tapes, mats, fabrics, nets elements.
Изотроп композицион материал	Материалларнинг хоссалари ҳамма йўналишда бир хил булиши керак.	Material properties in all directions are the same.
Изотроп композитлардаги мустақлаштирувчи компонент	Дисперс ҳолдаги мустақлаштирувчи компонентлар: микро- ва нанозаррачалар.	Dispersed reinforcing components: micro- and nanopowders.
Анизотроп композицион материал	Материалларнинг турли йўналишлардаги хоссалари фарқ қилади.	Material properties in all directions different
Анизотроп композитлардаги мустақлаштирувчи компонент	Арматура сифатида толалар, пластинкалар, матолар, тўрлар маълум йўналишда жойлаштирилган бўлади.	As reinforcement in a particular order fibers, plates, fabrics, nets are arranged
Полиармировка қилинган композитлар.	Икки ва ундан кўп турдаги мутақлаштириш тўлдиргичлари қўлланилган композицион материаллар.	Composite materials, reinforced by two or more types of reinforcers
Дисперс-мустақлаштирилган композицион материаллар	Матрица оғирлик ва мустақламликни 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
Дисперс-	Изотроп хусусиятларга эга	Isotropic material

мустаҳкамлаштирилган композицион материаллар	материал	
Дисперс-мустаҳкамлаштирилган композицион материалларни ишлаб чиқариш усуллари	Кукун металлургия усуллари ёки суюқ металл таркибига қуйиш олдидан тўлдиргичлар қўшиш усуллари ёрдамида ишлаб чиқарилади.	Powder metallurgical methods, the method of adding additives to liquid metal before casting
Куйдирилган алюминий кукуни (САП)	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
Никель асосида тайёрланган композитлар	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
Бор тодалари	Юқори мустаҳкамлик, қаттиқлик, юқори ҳароратда бузилишга чидамли; 70...200 мкм диаметрига эга; улар металл 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
Углерод тодалари	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
Керамик	Оксид, нитрид, карбидлар	Are made of oxides,

толалар	асосида тайёрланади, юқори қаттиқлик, мустаҳкамлик ва термик барқарорликга эга; алюминий ва магнийни армировка қилиш учун қўлланилади	nitrides, carbides; have high hardness, strength and heat resistance; used for the reinforcement of aluminum and magnesium
Шишатола	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
“E –glass” (E-шиша)	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
“C –glass” (C-шиша)	Коррозия турдаги толалар белгиланади, С-шиша юқори кимёвий коррозияга бардошлиги билан тавсифланади;	Corrosion fiber, C-glass has high chemical resistance
“S –glass” (S-шиша)	Энг юқори термик ва оловбардошликга эга шишалар	Have the highest temperature resistance and refractoriness
Кевлар-29 арамид толаси	Канатлар, кабеллар, қопламали матолар, архитектура матолари ва баллистик ҳимоя матолари - бронезилетлар ишлаб чиқаришда қўлланилади	Used in the manufacture of ropes, cables, protection fabrics, architectural fabrics and fabrics for ballistic protection of body - armor
Гетинакс	Қатламли композит, таркибида қоғоз ва смола мавжуд (фенолоформальдегид ёки б.).	Layered composite, composed of paper and resin (phenol formaldehyde, etc.)
Ёғоч-қатламли пластиклар	Фенолоформальдегид ва крезолоформальдегид смола	Consists of phenolformaldehyde

(ДСП)	матрицаси/ёғоч шпонидан иборатдир.	and cresol formaldehyde resin/veneer
Матрица	Материалнинг бутун жажми бўйича узлуксиз жойлашган компонент аталади.	Component located continuously throughout the volume of the material
Армировка компонентлари	Конструкция комполитларда асосан керакли механик хусусиятларни (мустаҳкамлик, қаттиқлик ва б.) таъминлайди	Provide in composite materials the necessary mechanical properties (strength, hardness, etc.)
Терморреактив полимерлар	Полимер занжири ҳосил бўлаётганда қотиш реакцияси ҳам содир бўлади. Бу реакциялар махсус кимёвий моддалар таъсирида, ёки иссиқлик ва босим таъсирида, ёки мономерларга электронлар оқимини таъсир этиш натижасида содир бўлади.	During the formation of the polymer chain occurs in the hardening reaction. The hardening reaction can be initiated using the appropriate chemicals or by applying heat and pressure, or by exposure to a monomer to an electron beam.
Термопластлар	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.
Полимер матрицали композитлар	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
Термопластик полимерлар	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.
Полимерларнинг оловбардошлиги	Қўйидагиларга боғлиқ бўлади: олов тарқалиш майдони, ёқилғини таъсири ва кислород индекси.	Depends on the surface flame 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 (НСП) 	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)

<p>Металл матрицали композитларнинг турлари</p>	<p>3 тури мавжуд:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Дисперс-муштаҳкамлаштирилган ММК • қисқа тола ва мўйловлар билан армировка қилинган ММК • узлуксиз тола ва листлар илан армировка қилинган ММК. 	<ul style="list-style-type: none"> • particle-reinforced MMCs • MMCs reinforced with short fibers or whiskers • MMCs reinforced with continuous fibre or sheet reinforced MMCs
<p>Эвтектик композицион материаллар</p>	<p>Эвтектик таркибли композитлар, муштаҳкамлаштирувчи фаза сифатида масса таркибида йўналтирилган кристаллизация жараёнлари натижасида ҳосил бўлган кристаллар хизмат қилади.</p>	<p>Alloys of eutectic composition, in which the reinforcing phase are oriented crystals, which are formed by directional solidification.</p>
<p>Шиша керамик материаллар</p>	<p>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.</p>	<p>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).</p>
<p>Керамика</p>	<p>Грекча keramike (юнонча keramos) – тупроқ</p>	<p>From ancient Greek (keramos) - clay</p>
<p>Керамика материалли</p>	<p>Табиий тупроқ ёки тупроқ билан турли минераллар аралашмасидан ҳосил қилинган лойни пишитиб, қуйиб, қуритиб ва кейин қаттиқ қиздириб ҳосил қилинган маҳсулот</p>	<p>The product of high temperature calcination of a mixture of natural clay and other minerals</p>
<p>Шиша</p>	<p>Кимёвий таркиб ва қотиш температурасига боғлиқсиз равишда юқори ҳарорат таъсирида ҳосил қилинган</p>	<p>Amorphous solids obtained by quenching the melt irrespective of the chemical</p>

	эритмани ўта совитиш орқали олинадиган қаттиқ жисмларнинг ҳоссаларини қабул қилинадиган барча аморф жисмлар.	composition and the solidification 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 пресслаш 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 ўтказувчанликга 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	High temperature cermets used to make parts for gas turbines, valves furnaces, parts

	техника деталлари тайёрланади. Қаттиқ ишқаланишга чидамли керметлар қирқиш инструмент-лари ва деталлари тайёрлашда кенг қўлланилади.	for rocket and jet technology. Hard ware resistant cermets are used to manufacture the cutting tools and parts.
OSB	Ориентирланган кириндили плиталар	Oriented strand board
MDF	Ўртача зичликдаги ёғоч толали плиталар	Medium Density Fibreboard
Фанера	шпон қатламларидан пресслаб олинадиган плита материали	the tiled material received by pressing of layers of an interline interval
Ёпишқоқлик	елим юзасининг асос юза билан таъсирлашиши	interaction of a surface of glue with a basis surface
Дисперс боғланиш	Бир-бирига жуда яқин жойлашган молекулалар ўртасидаги боғланиш	Communications between very closely located molecules
Водород боғланиш	Водород атомининг иккита кутбланган гуруҳга тақсимланиши натижасида ҳосил бўладиган боғланиш	Communication, formed in a consequence of division of atom of hydrogen into two polar groups
Паренхим хужайралари	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

Таянч сўз	Ўзбек тилидаги шарҳи	Инглиз тилидаги шарҳи
Аэрогел	Аэрогел: суяқлиги 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-кучланишлимик роскопия (AFM) ёки сканерловчи зонд	Атом-кучланишлимикроскопия (AFM) ёки сканерловчи зонд (СЗМ): атом кўрсатгичли юзадаги	Atomic force microscopy (AFM) or scanning probe microscopy (SPM): a high-resolution device

микроскопияси (СЗМ)	атомларнинг тасвирини ёки бошқа функционал хоссаларини тасвирлаш учун қўлланилувчи юқори кўрсаткичли қурилма	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 вазифаларини бажариши	Biocompatibility: capability of a material in contact with a biological system to perform its intended 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	Bottom-up: a strategy

	бирликлари нанозаррачалар/нанотизимларни и хосил қилиш билан бирлашадиган атом миқёсидаги асосий бирликларидан наноматериалларнинг синтез қилиш стратегияси	for synthesizing nanomaterials from atomic scale fundamental units where the fundamental units link up to form nanoparticles/nanostuc tures
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 хосил бўлиши нуқтаи назаридан энг кўп тарқалган ҳисобланади.	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
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
Комплементарме талоксидли 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	Complementary metal-oxide semiconductor (CMOS): an emerging technology for the fabrication of ICs and VLSI, the main advantage being low power consumption

	навбатида юза бирлиги доирасида қурилмаларнинг юқори зичлигини таъминлайди	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, суюқ ёки газсимон бўлиши мумкин.	Colloid: a homogenous suspension of a dispersoid in a continuous medium; it may be a solid, liquid or gas
Буғ фазасидан кимёвий чўктириш (CVD)	Буғ фазасидан кимёвий чўктириш (CVD): газсимон реагентларнинг қўлланилиши билан юпқа пленкаларнинг тагликда чўктириш услуги	Chemical vapour deposition (CVD): a technique for depositing thin films on a substrate using gaseous reactants
Холилаштирилган худуд	Холилаштирилган худуд: 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

<p>Тенг каналли бурчакли пресслаш(ЕСАР)</p>	<p>Тенг каналли бурчакли пресслаш(ЕСАР):шакл ва ўлчамларини ўзгартиришсиз катта миқдордаги деформацион силжишни киритувчи ультрадисперс тузилишли заррачаларни ишлаб чиқариш учун пластик деформациянинг оғир техникаси; экструзия иштирокидаги ўхшаш жараёни намоён қилувчи тенг каналли бурчак экструзияси (ЕСАЕ)</p>	<p>Equal channel angular pressing (ЕСАР): 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 (ЕСАЕ) is a similar process involving extrusion</p>
<p>Электрон микроскоп</p>	<p>Электрон микроскоп:тезлаштирилган электронларнинг коллимирилган дастасини намунага фокуслаб атом ўлчамидаги катталаштирилган тасвирни олиш учун қўлланиладиган микроскоп</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>Электрон бурун</p>	<p>Электрон бурун:хид еки таъмларни аниқлаш учун бир неча кимёвий сенсорлардан ташкил топган қурилма</p>	<p>Electronic nose: a device consisting of an array of chemical sensors to detect odours or flavours</p>
<p>Электрон тил</p>	<p>Электрон тил:таъмларни аниқлаш ва таққослаш учун бир неча кимёвий датчиклардан ташкил топган қурилма</p>	<p>Electronic tongue: a device consisting of an array of chemical sensors to detect and compare tastes</p>
<p>Эпитаксия</p>	<p>Эпитаксия:асосий таглик билан кристаллографик тартибни (когерентликни) таъминлаш учун иккиламчи фазанинг ўсиши</p>	<p>Epitaxy: growth of a secondary phase maintaining a perfect crystallographic registry (coherency) with the underlying substrate</p>
<p>Fab</p>	<p>Fab:интеграл схемалар ва ва яримўтказгичли асбобларни ишлаб чиқариш учун назорат</p>	<p>Fab: a microfabrication facility consisting of</p>

	қилинувчи чўктириш жараёнлари ва тоза хоналардан ташқил топган микротехнологик объект	clean rooms and controlled deposition process for the fabrication of semiconductor devices and ICs
Майдон эффектлитранзис тор (FET)	Майдон эффектли транзистор (FET): электр майдони ёрдамида ўтказувчанлигини бошқариш мумкин бўлган транзистор	Field effect transistor (FET): a transistor whose conductivity can be controlled by electrical field
Ёқилғиэлементи	Ёқилғи элементи: ташқи манба ёқилғиси ёки реагенти асосида электр энергиясини ишлаб чиқариш имкониятига эга электрохимий 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 таъсирига 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 ҳаракати	Grain boundary migration: coordinated movement of grain boundaries activated either thermally or by mechanical stress
Холл-Петч қонуни	Холл-Петч қонуни: асосан чегарадаги заррачаларнинг муштахкамлашуви ҳисобига ҳосил бўлувчи кристалсимон модданинг каттиклигига заррачаларнинг ўлчамини	Hall–Petch relation: the effect describing the inverse effect of grain size on the hardness of a crystalline solid that

	тескари таъсирини тавсифловчи эффекти	arises mainly due to grain boundary strengthening
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 принципага 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
Механик қотишмалаш	Механик қотишмалаш: юқори энергияли шарли тегирмонда заррачаларнинг қайта деформацияланиши ва ёриқлари натижасида майдаланиши, кукунларнинг заррачалари совуқ пайванланадиган қаттиқ	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

	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 кантиливерли нур, MEMS сохасида, датчикларда, резонаторларда ва хкз 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 қурилмаларда қўлланилиши учун молекулаларнинг тадқиқи ва қўлланилиши	Molecular electronics: the study and application of molecules for electronic device applications
Мур қонуни	Мур қонуни: қурилманинг юза	Moore's law: a long-

	бирлигига ўрнаштирилган транзисторларнинг сони тахминан ҳар 18 ойда икки баробар кўпайишини назарда тутувчи ҳисоблаш қурилмаларидаги ўзққмуддатли тренд	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 металллардан олинган юққа 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 юққа 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, наноидлар, 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: металллар,	Nanofluid: colloidal

	керамик, углеродли нанотрубкалар ва хкз нанозаррачаларнинг коллоид суспензияси	suspension of nanoparticles of metals, ceramic, carbon nanotubes, etc.
Наноиндентификациялаш	Наноиндентификациялаш: 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 3D наноструктуралар; уларнинг барча ўлчамлари 1-100 нм диапазонда бўлади	Nanorods: 3D nanostructures with aspect ratio typically in the range of 3–5; all 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	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

	қурилмаларни ишлаб чиқишни ўз ичига олади	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 1D 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 сигнални оптик сигналга” ёки “оптик сигнални электр сигналга” ўтказувчи ўзгартгичлар 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 оқимини қўллаш билан кимёвий реакция тезлигини тезлаштириш феномени	Photocatalysis: phenomenon of 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	Photonic crystals: periodic dielectric or metallo-dielectric optical nanostructures that are designed to affect the propagation

	наноструктуралар	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 сақловчи модданинг ҳолати; плазманинг хоссалари қаттиқ моддалардан, суюқликлардан ёки газлардан тубдан фарқ қилади	Plasma: a state of matter containing a significantly large 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 юпқа 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 кўлловчи хисоблаш 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 0Днаноструктуралар; 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: хисоблашлардаги битнинг квант эквиваленти; атомларнинг квант хоссаларини ўлчаш қўшимчаси билан	Qubit: a quantum-computing equivalent 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 2Дквант 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 оптикмикрокопия(SNOM)	Сканирловчи яқинхудудли оптикмикрокопия(SNOM): н амунани ишлатилаётган нурнинг тўлқин узунлигидан кичик бўлган ўлчамдаги тирқиш орқали ёритади, намунани яқинхудудли манба режими доирасида жойлаштирилади; оддий	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

	объектив ёрдамида намунадаги диафрагманинг сканерлаш йўли билан тасвир шаклланиши мумкин бўлади	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 теккис 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 ўзгариши каби ташқи кучлар таъсирида вужудга келган ташқи кучлар таъсирида деформациядан сўнг ўзининг дастлабки шаклига қайтиш қобилиятига эга ақлли полимерлар	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
Бирэлектронли транзистор (SET)	Бирэлектронли транзистор (SET): чиқувчи заряднинг жуда кичик ўзгаришларини аниқлаш қобилиятига эга мосламалар; биргина электрон учун ҳам зарядлар фарқи “ёқий-ўчириш” функциясини чақириши 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-гельусул	Золь-гельусул: кейинчалик қовушқоқ гел ва қаттиқ материалга ўтувчи коллоид суспензияни (“зол”) генерациялашни ўз ичига оллучи 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; манито-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 пиширилади куқундан бевиста ўтаётган доимий импульс токи қўлланилишидаги пишириш техникаси	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
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 тунелли микроскоп (СТМ)	Сканирловчи тунелли микроскоп (СТМ): атом даражасида юзаларнинг тасвирларини қайта ишлашда қўлланиладиган куқилма; квант тунеллаш қоидаси 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: чўзилувчанлик ка бўлган тадқиқотларда кутилаётган нормаларнинг чегараларидан анча катта	Superplasticity: ability to deform a material well beyond the limits expected from normal tensile

	бўлган материалнинг деформацияланиш қобилияти	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 етказиш	Дориларни мақсадли етказиш: терапияда локаллашган зарарланган хужайраларга/тўқималарга керак бўлган миқдорда фармацевтик бирикмани киритиш	Targeted drug delivery: administration of a pharmaceutical compound in desired amount to a localized diseased cell/tissue for therapy
Юпқа пленкали транзисторлар (TFT)	Юпқа пленкали 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	Top-down: involves fragmentation of a

	микрoкpистaлл мoддaнинг мaйдaлaшни ўз ичигa oлaди; нaнoстpуктурaлaрни синтeз қилишнинг қaттиқ мoддaли йўллaри шy кaтeгopиягa киради	microcrystalline material to yield a nanocrystalline material; all solid state synthesis routes of nanostructures fall into this category
Учкaрpaли тугун	Учкaрpaли тугун: учтa кpистaллaрнинг eки зaрpaлaрнинг тўқнaшувидaги тугун	Triple junction: a node at the intersection of three crystals or grains
Буғ-суюқлик-қaттиқ мoддa усули (VLS)	Буғ-суюқлик-қaттиқ мoддa усули (VLS): буғ фaзaсидaн кимёвий чўктиришдaги нaнoсимлaр кaби бирўлчaмли нaнoстpуктурaлaрнинг ўсиши учун мeхaнизм; кpистaллaрнинг ўсиши вa кинeтикaси сaмaрaдopлигини oшиши учун қўллaнилaди, кaтaлитик суюққoтишмaли фaзa буғлaрни ўтaтўйингaнлик дaрaжaсигaчa тeздa aдcopбциялaши 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
Вискерлaр	Вискерлaр: эркиндиcлoкaциялa нaдигaн кpистaллнинг нoзик тoлaли ўсиши	Whiskers: thin fibrous growth of a dislocation free crystal
Рeнтгeнфoтoэлектpонcпeктpocкoпия (XPS)	Рeнтгeнфoтoэлектpонcпeктpocкoпия (XPS): кимёвий мoддaнинг юзaсини микдopий aнaлиз қилиш услуби, элемент тaркибини aниқлaйди; Усул, рeнтгeн нурлaри билaн қaттиқ мoддaнинг нурлaш ёрдaмидa oлингaн фoтoэлектpонлaрнинг тaвcифини ўз ичигa oлaди	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

VIII. АДАБИЁТЛАР РЎЙХАТИ

Махсус адабиётлар

1. D.R. H. Jones, Michael F. Ashby. Engineering Materials 2: An Introduction to Microstructures and Processing. Fourth Edition. Elsevier, UK, 2012. -576 p.
2. William D.Callister, Jr., David G.Rethwisch. Materials Science And Engineering. An Introduction. Eight Edition. USA, Wiley, 2010. -1000 p.
3. Introduction to Nano. Editors: Amretashis Sengupta, Chandan Kumar Sarkar. USA. Springer-Verlag Berlin Heidelberg: 2015. ISBN 978-3-662-47314-6.-226 p.
4. Zhen Guo, Li Tan. Fundamentals and Applications of Nanomaterials. USA. Artech House, 2009. -249 p.
5. Krishan K. Chawla. Composite Materials. Science and Engineering. Third Edition. Springer Science, New York-London, 2012. -542 p.
6. Rowell R.M. Handbook of wood chemistry and wood composites. CRC Press. 2012, –703 p.
7. Jeremy Ramsden Nanotechnology, Second Edition: An Introduction (Micro and Nano Technologies) 2nd Edition, Elsevier, 2011, 272 p.
8. Guozhong Cao, Ying Wang Nanostructures and Nanomaterials: Synthesis, Properties, and Applications 2nd Edition, Imperial College Press, 2010, 596 p.
9. David Rickerby Nanotechnology for Sustainable Manufacturing, Taylor and Fransis, 2014, 283 p.
10. Пул Ч., Оуэнс Ф. Мир материалов и технологий. – М.: Техносфера, 2004. – 265 с.
11. Charles P. Poole, Frank J. Owens Introduction to Nanotechnology, John Wiley and Sons, 2003, 388 p.
12. Linda Williams, Wade Adams, Nanotechnology Demystified, McGraw-Hill, 2007, 343 p.

13. Л. Уильямс, В.Адамс. Нанотехнологии без тайн, McGraw-Hill, 364 с.
14. Кобаяси Н. Введение в нанотехнологию: Учебное пособие (пер. с японского). – М.: БИНОМ Лаборатория знаний, 2005. – 374 с.
15. Said Salaheldeen Elnashaie, Firoozeh Danafar, Hassan Hashemipour Rafsanjani Nanotechnology for Chemical Engineers, Springer, 2015, 278 p.
16. Нанотехнология в ближайшем десятилетии. Прогноз направления исследований. Под ред. М.К. Роко, Р.С. Уильямса и П. Аливисатоса, Москва, 2002.
17. П. Харрис. Углеродные нанотрубы и родственные структуры, Москва, 2003.
18. Нанотехнологии-Азбука для всех. Под ред. Ю. А. Третьякова, М. Физматлит, 2008, 368 с.
19. T. Pradeep Nano: the essentials. Understanding Nanoscience and Nanotechnology. McGraw-Hill, 2007.-432 p.
20. Словарь нанотехнологических и связанных с нанотехнологиями терминов/Под ред. С.В. Калюжного.-М.: Физматлит, 2010.-528 с.
21. Roger M. Rowell. Handbook of Wood Chemistry and Wood Composites. CRC Press; 2 edition; 2012, 703 p. ISBN-13: 978-1439853801.
22. Harold A. Wittcoff, Bryan G. Reuben, Jeffery S. Plotkin. Industrial Organic Chemicals. UK, 2008. 848 p.ISBN-10: 0470537434.
23. Donald G. Baird, Dimitris I. Collias. Polymer Processing: Principles and Design, 2nd Edition, USA, 2014. ASIN: B010WF8PF4
24. Lang R.W. Woodworker's Guide to SketchUp (DWD-ROM). USA, 2015.
25. Тялина Л.Н., Минаев А.М., Пручкин В.А. Новые композиционные материалы. Учебное пособие. Тамбов: ГОУ ВПО ТГТУ, 2011.-82 с.
26. Шевченко А.А. Физикохимия и механика композиционных материалов. – М. : Профессия, 2010. – 224 с.

27. Нано и биокмползнты/под ред. А. К.-Т. Лау, Ф. Хуссейн, Х. Лафди ; пер. с англ. — М. : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2015.— 390 с.

Интернет ресурслар

28. www.sciencedirect.com
29. doi:10.3390/ma7031927
30. www.elsevier.com
31. <http://wiley.com>
32. [www. Ziyonet. uz](http://www.Ziyonet.uz)
33. Infocom.uz электрон журнали: www.infocom.uz
34. <http://link.springer.com/article>

IX. МУТАХАССИС ТОМОНИДАН БЕРИЛГАН ТАҚРИЗ

ОТЗЫВ

на образовательную программу и учебно-методический комплекс по учебному модулю «Современные 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 «Современные 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 нанообъектов. Вторая часть посвящена технологии получения композиционных материалов; изучению основных видов матриц и армирующих материалов, в том числе изучаются нетрадиционные и биоккомпозиты, а также сферы их применения.

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

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



Д.О. Лемешев