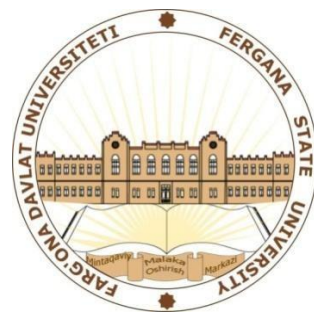




Бош илмий-методик
марказ

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



**“ФИЗИКА” ЙЎНАЛИШИНИНГ
“НАНОФИЗИКА АСОСЛАРИ”
МОДУЛИ БЎЙИЧА
ЎҚУВ –УСЛУБИЙ МАЖМУА**

Ф.-м.ф.д., проф. К.Э.Онаркулов

2021

Мазкур ўқув-услугий мажмуа Олий ва ўрта махсус таълим вазирлигининг 2020 йил декабрдаги 648-сонли буйруғи билан тасдиқланган ўқув режа ва дастур асосида тайёрланди ва ФарДУ Илмий кенгашининг 2020 йил «28» декабрдаги 2-сонли қарори билан тасдиқланган.

Тузувчи:

Ф.-м.ф.д., проф.
К.Э.Онаркулов

Такризчи:

Ф.-м.ф.н.
Д.А.Юсупова

МУНДАРИЖА

I.Ишчи дастур	4
II.Модулни ўқитишда фойдаланадиган интерфаол таълим методлари	11
III.Назарий машғулот материаллари	18
IV.Амалий машғулот материаллари	87
V.Кейслар банки	89
VI.Глоссарий	92
VII.Адабиётлар рўйхати	96

І. ИШЧИ ДАСТУР

Кириш

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

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

Қайта тайёрлаш ва малака ошириш йўналишининг ўзига хос хусусиятлари ҳамда долзарб масалаларидан келиб чиққан ҳолда дастурда

тингловчиларнинг мутахассислик фанлар доирасидаги билим, кўникма, малака ҳамда компетенцияларига қўйиладиган талаблар такомиллаштирилиши мумкин.

Модулнинг мақсади ва вазифалари

Модулининг мақсади: педагог кадрларни қайта тайёрлаш ва малакасини ошириш курси тингловчиларини “Нанофизика асослари” соҳасидаги сўнгги янгиликлар, замонавий экспериментал технологиялар ва хорижий адабиётлардаги маълумотларни ўртоқлашиш, бу борадаги муаммоларни аниқлаш, таҳлил этиш ва баҳолаш. Шунингдек уларда илғор тажрибаларни ўрганиш ва амалда қўллаш кўникма ва малакаларини шакллантириш.

Модулнинг вазифалари:

- Тингловчиларга таълим-тарбия масалалари бўйича илғор таълим технологияларининг концептуал асослари, келиб чиқиш тарихи тўғрисида маълумотлар бериш, замонавий модулли технологиялардан фойдаланиб тингловчиларни мазкур йўналишда малакасини оширишга кўмаклашиш;
- Таълим-тарбия жараёнида модулли янгиликларни қўллашнинг афзалликларини ёритиш ва тингловчиларда улардан фойдаланиш маҳоратини шакллантириш;
- Юксак малакали мутахассис кадрлар тайёрлаш борасидаги ислохотларни амалга ошириш жараёнида жаҳоннинг илғор тажрибасини ўрганиш ва улардан самарали фойдаланиш маҳоратини ошириш.

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

“Нанофизика асослари” модулини ўзлаштириш жараёнида амалга ошириладиган масалалар доирасида:

Тингловчи:

- Нанофизика асослари соҳасидаги асосий янгиликлар ва замонавий адабиётлардаги янгиликлар;
- сўнгги йиллардаги аниқланган қонуниятлар, кашфиётлар ва тамойиллар;
- ҳозирги замон эксперимент ва кузатувлардан самарали фойдаланиш *ҳақида билимларга эга бўлиши;*

Тингловчи:

- педагогик фаолият жараёнини модуллаштириш;
- назорат жараёнини тез ва самарали ўткази олиш;
- назоратнинг турли шаклларида самарали фойдаланиш;
- интерактив методларни мақсадли равишда тўғри танлаш ва фойдаланиш

кўникмаларини эгаллаши;

Тингловчи:

- “Нанофизика асослари” ўқув курсининг модулини тузиш;
- модулини структуралаштириш;
- талабаларнинг мустақил амалий фаолиятини ташкил этиш;
- талабалар билимининг назоратини ташкил этиш ва эришилган натижаларини таҳлил этиш;

- интерактив методлардан фойдаланиш

малакаларини эгаллаши;

Тингловчи:

- ўз соҳасига оид ахборотни мантиқий блокларга ажратиш ва аниқ, раво ҳамда тушунарли равишда баён этиш;
- модулли ёндашув асосида ўқув жараёнини ташкил этиш;
- тажриба технологияларига ёндашув асосида таълим ва тарбия жараёнини бошқариш;

- коммуникативликни ва мустақил фаолиятни ташкил этиш юзасидан *компетенцияларни эгаллаши лозим.*

Модулни ташкил этиш ва ўтказиш бўйича тавсиялар

“Нанофизика асослари ” модули маъруза, ва амалий машғулотлар шаклида олиб борилади.

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

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

Модулнинг ўқув режадаги бошқа модуллар билан боғлиқлиги ва узвийлиги

“Нанофизика асослари” модули мазмуни ўқув режадаги “Коинот структураси ва эволюцияси, материянинг янги формалари”, “Квант алоқа. Физик жараёнларни компьютерда моделлаштириш” ўқув модуллари билан узвий боғланган ҳолда педагогларнинг таълим жараёнида нанофизика асослари дан фойдаланиш бўйича касбий педагогик тайёргарлик даражасини оширишга хизмат қилади.

Модулнинг олий таълимдаги ўрни

Модулни ўзлаштириш орқали тингловчилар нанотехнологик жараёнлар ва нанофизиканинг ютуқлари билан танишадилар. Таълим жараёнини ташкил

этишда технологик ёндашув ва бу борадаги илғор тажрибани ўрганадилар, уларни таҳлил этиш, амалда қўллашга доир касбий компетентликка эга бўладилар.

Модул бўйича соатлар тақсимоти

№	Модуль мавзулари	Аудитория укув юкламаси			
		Жами	жумладан		
			Назарий	Амаий машғулот	Кўчма машғулот
1.	Нанофизика ва нанотехнологиялар предмети, зоналар назарияси, металл, диэлектрик ва яримўтказгичлар хақида тушинча. Наноматериаллар, уларнинг физик хусусиятлари ва амалиётда қўлланиши.	2	2	2	
2.	Наноструктураларда фундаментал электрон ходисалар, квант ўлчам эффектлари. Квант чегараланиши. Нанообъектларни синтезлаш усуллари, “юқоридан-пастга” ва “пастдан-юқорига” технологиялар, фотолитография.	2	2	2	
3	Кимёвий ва физик синтезлаш усуллари. Нанотрубкалар, нанородлар, наносимлар, квант нуқталари наноплёнкалар. Нанообъектларни кузатиш воситалари.	8	2	2	2
4	Сканловчи зондли микроскопия, электрон микроскопия, сканловчи электрон микроскоп, трансмиссион электрон микроскоп. Спектроскопик усуллар.	6	2	2	
5	Нанотехнологияларни энергетика ва атроф муҳит ҳимоясида қўллаш. Янги авлод Куёш элементлари, фотокатализаторлар, водород энергетикаси, наногенераторлар.	8	2	4	2
	Жами:	26	10	12	4

НАЗАРИЙ МАШҒУЛОТЛАР МАЗМУНИ

1-мавзу. Нанофизика ва нанотехнологиялар предмети, зоналар назарияси, металл, диэлектрик ва яримўтказгичлар ҳақида тушинча. Наноматериаллар, уларнинг физик хусусиятлари ва амалиётда қўлланиши. (2 соат).

1.1. Нанофизика ва нанотехнологиялар предмети.

1.2. зоналар назарияси, металл, диэлектрик ва яримўтказгичлар ҳақида тушинча.

1.3. Наноматериаллар, уларнинг физик хусусиятлари ва амалиётда қўлланиши.

2-мавзу. Наноструктураларда фундаментал электрон ходисалар, квант ўлчам эффектлари. Квант чегараланиши. Нанообъектларни синтезлаш усуллари, “юқоридан-пастга” ва “пастдан-юқорига” технологиялар, фотолитография. (2 соат).

2.1. Наноструктураларда фундаментал электрон ходисалар квант ўлчам эффектлари.

2.2. Квант чегараланиши.

2.3. Нанообъектларни синтезлаш усуллари, “юқоридан-пастга” ва “пастдан-юқорига” технологиялар, фотолитография.

3-мавзу. Кимёвий ва физик синтезлаш усуллари. Нанотрубкалар, нанородлар, наносимлар, квант нуқталари наноплёнкалар. Нанообъектларни кузатиш воситалари.

3.1. Кимёвий ва физик синтезлаш усуллари.

3.2. Нанотрубкалар, нанородлар, наносимлар, квант нуқталари наноплёнкалар.

3.3. Нанообъектларни кузатиш воситалари.

4-мавзу. Сканловчи зондли микроскопия, электрон микроскопия, сканловчи электрон микроскоп, трансмиссион электрон микроскоп. Спектроскопик усуллар. (2 соат).

4.1. Сканловчи зондли микроскопия, электрон микроскопия.

4.2. Сканловчи электрон микроскоп, трансмиссион электрон микроскоп.

4.3. Спектроскопик усуллар.

5-мавзу. Нанотехнологияларни энергетика ва атроф муҳит ҳимоясида қўллаш. Янги авлод Қуёш элементлари, фотокатализаторлар, водород энергетикаси, наногенераторлар. (2 соат).

- 5.1. Нанотехнологияларни энергетика ва атроф муҳит ҳимоясида қўллаш.
- 5.2. Янги авлод Қуёш элементлари, фотокатализаторлар.
- 5.3. водород энергетикаси, наногенераторлар.

АМАЛИЙ МАШҒУЛОТЛАР МАЗМУНИ

1-амалий машғулот. Нанофизика ва нанотехнологиялар предмети, зоналар назарияси, металл, диэлектрик ва яримўтказгичлар ҳақида тушинча. Наноматериаллар, уларнинг физик хусусиятлари ва амалиётда қўлланиши. (2 соат).

2-амалий машғулот. Наноструктураларда фундаментал электрон ҳодисалар, квант ўлчам эффектлари. Квант чегараланиши. Нанообъектларни синтезлаш усуллари, “юқоридан-пастга” ва “пастдан-юқорига” технологиялар, фотолитография. (2 соат).

3-амалий машғулот. Кимёваий ва физик синтезлаш усуллари. Нанотрубкалар, нанородлар, наносимлар, квант нуқталари наноплёнкалар. Нанообъектларни кузатиш воситалари. (2 соат).

4-амалий машғулот. Сканловчи зондли микроскопия, электрон микроскопия, сканловчи электрон микроскоп, трансмиссион электрон микроскоп. Спектроскопик усуллар. (2 соат).

5-амалий машғулот. Нанотехнологияларни энергетика ва атроф муҳит ҳимоясида қўллаш. Янги авлод Қуёш элементлари, фотокатализаторлар, водород энергетикаси, наногенераторлар. (4 соат).

КЎЧМА МАШҒУЛОТ МАЗМУНИ

1-Кўчма машғулот. Кимёваий ва физик синтезлаш усуллари. Нанотрубкалар, нанородлар, наносимлар, квант нуқталари наноплёнкалар. Нанообъектларни кузатиш воситалари. (2 соат).

2-Кўчма машғулот. Нанотехнологияларни энергетика ва атроф муҳит ҳимоясида қўллаш. Янги авлод Қуёш элементлари, фотокатализаторлар, водород энергетикаси, наногенераторлар. (2 соат).

ФарДУ “Физика” кафедраси ўқув-илмий лабораториясида материалларни синтез қилиш, юпка наноўлчамли қатламлар олиш жараёнлари, Виртуал реаллик (Virtual Real) бўйича махсус дастурлар билан танишиш ва кўриш.

ЎҚИТИШ ШАКЛЛАРИ

Мазкур модул бўйича қуйидаги ўқитиш шаклларидан фойдаланилади:
- маърузалар, амалий машғулотлар (маълумотлар ва технологияларни англаб олиш, ақлий қизиқишни ривожлантириш, назарий билимларни мустаҳкамлаш);

- давра суҳбатлари (кўрилаётган лойиҳа ечимлари бўйича таклиф бериш қобилиятини ошириш, эшитиш, идрок қилиш ва мантиқий хулосалар чиқариш);
- баҳс ва мунозаралар (лойиҳалар ечими бўйича далиллар ва асосли аргументларни тақдим қилиш, эшитиш ва муаммолар ечимини топиш қобилиятини ривожлантириш).

II. МОДУЛНИ ЎҚИТИШДА ФОЙДАЛАНИЛАДИГАН ИНТРЕФАОЛ ТАЪЛИМ МЕТОДЛАРИ

«Хулосалаш» (Резюме, Веер) методи.

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

Методни амалга ошириш тартиби:



тренинг-ўқитувчи иштирокчиларни 4-5 кишидан иборат кичик гуруҳларга ажратади;



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



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



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

Намуна:

Нанотехнологиялар ва уларнинг қўлланиши					
фанда		техникада		Бошқа соҳаларда	
афзаллиги	камчилиги	Афзаллиги	камчилиги	афзаллиги	камчилиги
					и
Хулоса:					

“Кейс-стади” методи.

«Кейс-стади» - инглизча сўз бўлиб, («case» – аниқ вазият, ходиса, «stadi» – ўрганмоқ, таҳлил қилмоқ) аниқ вазиятларни ўрганиш, таҳлил қилиш асосида ўқитишни амалга оширишга қаратилган метод ҳисобланади. Мазкур метод дастлаб 1921 йил Гарвард университетиде амалий вазиятлардан иқтисодий бошқарув фанларини ўрганишда фойдаланиш тартибида қўлланилган. Кейсда очик ахборотлардан ёки аниқ воқеа-ходисадан вазият сифатида таҳлил учун фойдаланиш мумкин. Кейс ҳаракатлари ўз ичига қуйидагиларни қамраб олади: Ким (Who), Қачон (When), Қерда (Where), Нима учун (Why), Қандай/ Қанака (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	✓ 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	✓ 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	✓ 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.	✓ якка ва гуруҳда ишлаш; ✓ муқобил вариантларни амалда қўллаш имкониятларини асослаш; ✓ ижодий-лойиха тақдимотини тайёрлаш; ✓ якуний хулоса ва вазият ечимининг амалий аспектларини ёритиш

Кейс. Қуёш батареялари ва шамол агрегатлари ноаънанавий энергия манбаси сифатида қўлланилади. Амалиётда кўпроқ уларнинг қайси биридан фойдаланиш қулайроқ?

Кейси бажариш босқичлари ва топшириқлар:

- Келтирилган усулларнинг камчиликлари ва уларнинг сабабларини аниқланг(индивидуал ва кичик гуруҳда);
- Ҳар бир усулни афзалликлари ҳақидаги маълумотларни жамлаб изоҳланг(жуфтликдаги иш);

«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:

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

- иштирокчиларнинг муносабатлари индивидуал ёки гуруҳий тартибда тақдимот қилинади.

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

Намуна.

Фикр: “Оламнинг пайдо бўлиши ҳақидаги тасаввурлар”.

Топшириқ: Мазкур фикрга нисбатан муносабатингизни ФСМУ орқали таҳлил қилинг.

“Ассесмент” методи

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

Методни амалга ошириш тартиби:

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

Намуна. Ҳар бир катакдаги тўғри жавоб 5 балл ёки 1-5 балгача баҳоланиши мумкин.

“Инсерт” методи

Методнинг мақсади: Мазкур метод тингловчиларда янги ахборотлар тизимини қабул қилиш ва билмларни ўзлаштирилишини енгиллаштириш мақсадида қўлланилади, шунингдек, бу метод тингловчилар учун хотира машқи вазифасини ҳам ўтайди.

Методни амалга ошириш тартиби:

- ўқитувчи машғулотга қадар мавзунинг асосий тушунчалари мазмуни ёритилган инпут-матнни тарқатма ёки тақдимот кўринишида тайёрлайди;
- янги мавзу моҳиятини ёритувчи матн таълим олувчиларга тарқатилади ёки тақдимот кўринишида намойиш этилади;
- таълим олувчилар индивидуал тарзда матн билан танишиб чиқиб, ўз шахсий қарашларини махсус белгилар орқали ифодалайдилар. Матн билан ишлашда талабалар ёки қатнашчиларга қуйидаги махсус белгилардан фойдаланиш тавсия этилади:

Белгилар	1-матн	2-матн	3-матн
“V” – таниш маълумот.			
“?” – мазкур маълумотни тушунмадим, изоҳ керак.			
“+” бу маълумот мен учун янгилик.			
“– ” бу фикр ёки мазкур маълумотга қаршиман?			

Белгиланган вақт якунлангач, таълим олувчилар учун нотаниш ва тушунарсиз бўлган маълумотлар ўқитувчи томонидан таҳлил қилиниб, изоҳланади, уларнинг моҳияти тўлиқ ёритилади. Саволларга жавоб берилади ва машғулот якунланади.

“Тушунчалар таҳлили” методи

Методнинг мақсади: мазкур метод тингловчилар ёки қатнашчиларни мавзу буйича таянч тушунчаларни ўзлаштириш даражасини аниқлаш, ўз билимларини мустақил равишда текшириш, баҳолаш, шунингдек, янги мавзу буйича 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 ўқиб эшиттиради ёки слайд орқали намойиш этади;
- ҳар бир иштирокчи берилган тугри 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
Ўта ўтказгич	Қаршилиги нолга тенг бўлган материал	
нанотехнология	Метрнинг миллиарддан бир қисмига тенг бўлган ўлчамдаги жараёнлар билан иш кўрувчи технологик жараёнлар	
Инфрақизил нурланишлар	Тўлқин узунлиги 0,76 мкмдан узун бўлган электромагнит тўлқинлар.	
галактика	Кўзимизга кўринадиган осмон юлдузлари мажмуи.	

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

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: физика ва астрономия фанидаги замонавий ёндашувлар ва инновациялар тушунчаси ва унинг тарихи. Фан сифатида ривожланиши



“Брифинг” методи

“Брифинг”- (инг. briefing-қисқа) бирор-бир масала ёки саволнинг муҳокамасига бағишланган қисқа пресс-конференция.

Ўтказиш босқичлари:

1. Такдимот қисми.
2. Муҳокама жараёни (савол-жавоблар асосида).

Брифинглардан тренинг яқунларини таҳлил қилишда фойдаланиш мумкин. Шунингдек, амалий ўйинларнинг бир шакли сифатида қатнашчилар билан бирга долзарб мавзу ёки муаммо муҳокамасига бағишланган брифинглар ташкил этиш мумкин бўлади. Тингловчилар томонидан олимборилган тажрибалар натижаларини такдимотини ўтказишда ҳам фойдаланиш мумкин.

“Портфолио” методи

“Портфолио” – (итал. portfolio-портфель, ингл.хужжатлар учун папка) таълимий ва касбий фаолият натижаларини аутентик баҳолашга хизмат қилувчи замонавий таълим технологияларидан ҳисобланади. Портфолио мутахассиснинг сараланган ўқув-методик ишлари, касбий ютуқлари йиғиндиси сифатида акс этади. Жумладан, тингловчиларнинг модул юзасидан ўзлаштириш натижасини электрон портфолиолар орқали текшириш мумкин бўлади. Олий таълим муассасаларида портфолионинг қуйидаги турлари мавжуд:

Фаолият тури	Иш шакли	
	Индивидуал	Гуруҳий
Таълимий фаолият	Талабалар портфолиоси, битирувчи, докторант, тингловчи портфолиоси ва бошқ.	Талабалар гуруҳи, тингловчилар гуруҳи портфолиоси ва бошқ.
Педагогик фаолият	Ўқитувчи портфолиоси, раҳбар ходим портфолиоси	Кафедра, факультет, марказ, ОТМ портфолиоси ва бошқ.

III. НАЗАРИЙ МАШҒУЛОТ МАТЕРИАЛЛАР

1-мавзу: Нанофизика ва нанотехнологиялар предмети, зоналар назарияси, металл, диэлектрик ва яримўтказгичлар ҳақида тушинча. Наноматериаллар, уларнинг физик хусусиятлари ва амалиётда қўлланиши.

РЕЖА:

1. Нанофизика ва нанотехнологиялар предмети.
2. Зоналар назарияси, металл, диэлектрик ва яримўтказгичлар ҳақида тушинча.
3. Наноматериаллар, уларнинг физик хусусиятлари ва амалиётда қўлланиши.

Таянч иборалар: Нанофизика, нанотехнологиялар, металл, диэлектрик ва яримўтказгичлар, наноматериаллар.

Материалшунослик - бир қатор фан соҳаларини ўзида бирлаштирган, материалларнинг хоссаларини ўзгаришини ҳам қаттиқ, ҳам суюқ ҳолатларда турли факторларга боғлиқ ўрганади. Шу боис материалшунослик - металл, нометалл, керамик, органик бирикмалар ва полимерлар асосидаги материалларнинг хосса ва хусусиятлари ҳамда уларнинг олиниш, структуравий шаклланиш, ўзаро таъсирлашиш, бирикиш ва парчаланиш қонуниятлари ҳақидаги фандир. Умумий ҳолда мазкур фан материаллар тузилиши, хоссалари ва улардаги жараёнларни ўрганишга йўналтирилган бўлиб, у материаллар муҳандислиги билан узвий боғлиқдир. Чунки материаллар муҳандислигининг асосини фундаментал ва амалий билимлар белгилайди ҳамда уларга таянган ҳолда иқтисодиёт эҳтиёжлари учун зарур бўлган маҳсулотлар ишлаб чиқарилади.

Маълумки, материаллар асосини ер юзидаги элементлар ва бирикмалар ташкил этади. 1-жадвалда бу ҳақда маълумотлар берилган. Келажакда уларнинг сафи янги кашф этилган космик элементлар билан бойитилади.

Table 1.1 The most common elements in planet earth's crust and atmosphere by weight percentage and volume

Element	Weight percentage of the earth's crust
Oxygen (O)	46.60
Silicon (Si)	27.72
Aluminum (Al)	8.13
Iron (Fe)	5.00
Calcium (Ca)	3.63
Sodium (Na)	2.83
Potassium (K)	2.70
Magnesium (Mg)	2.09
Total	98.70

Gas	Percent of dry air by volume
Nitrogen (N ₂)	78.08
Oxygen (O ₂)	20.95
Argon (Ar)	0.93
Carbon dioxide (CO ₂)	0.03

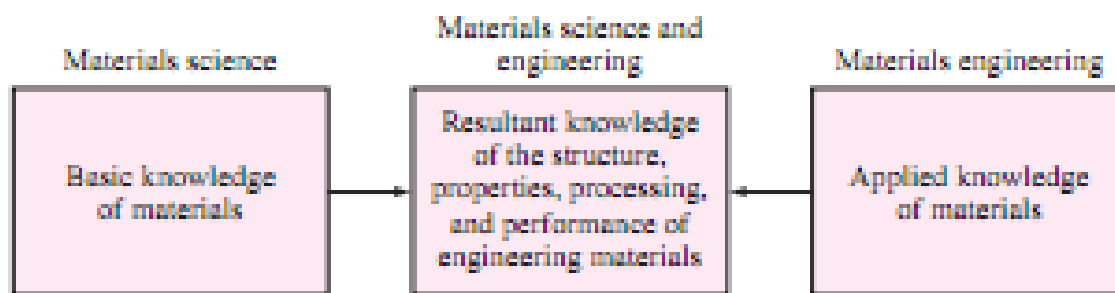
1-жадвал. Ер қобиғи ва атмосферада тарқалган элементлар [1]

Элементлар	Ер қобиғидаги массавий фоизи, %
Кислород (O)	46,60
Кремний (Si)	27,72
Алюминий (Al)	8,13
Темир (Fe)	5,00
Кальций (Ca)	3,63
Натрий (Na)	2,83
Калий (K)	2,70
Магний (Mg)	2,09
Жами	98,70
Газлар	Қурук ҳаво ҳажмидаги фоизи, %
Азот (N ₂)	78,08
Кислород (O ₂)	20,95
Аргон (Ar)	0,93
Карбонат ангидрид (CO ₂)	0,03
Жами	99,99

Ушбу элементлар ва бирикмалар асосида турли хил материаллар табиий ва синтетик жараёнлар воситасида шакллантирилади. Бу соҳада янгидан янги материаллар яратиш борасида узлуксиз равишда изланишлар олиб борилади. Жумладан, машинасозлик соҳаси учун юқори ҳароратларга чидамли, ўта мустаҳкам материаллар яратиш долзарб бўлса, электротехникада эса шу каби янги материалларни яратилиши юқори ҳароратларда самарали ишлайдиган электроника қурилмалари ва асбоблари ишлаб чиқариш йўналтирилгандир.

Авиасозликда материалларнинг ўта мустаҳкамлиги ва енгиллиги устувордир. Кимёвий технология ва материаллар муҳандислигида устуворлик жиҳат коррозияга чидамли маҳсулотларни яратишга қаратилган бўлади. Турли саноат тармоқлари ақлли материаллар ва қурилмалар ҳамда микроэлектрон тизимлар яратиш ва уларни ноёб хоссаларни аниқлашда сенсорлар ва активаторлар сифатида амалий қўллаш борасида фаолият юритади. Ҳозирда материалшуносликда яна бир долзарб йўналиш сифатида наноматериаллар бўлиб, уларни яратиш ва амалий қўллаш бўйича дунёнинг бир қатор етакчи мамлакатларида илмий-тадқиқотлар олиб борилмоқда. Кимёвий ва механик хоссалари билан наноматериаллар бир қатор афзалликларга эга эканлигини, айниқса, тиббиёт ва электроника соҳасида ўзига хос ноёб хусусиятларни намоён қилиши, уларга бўлган талабни янада ошириб юбормоқда.

Замонавий материалларни ишлаб чиқариш материалшунослик ва конструкцион материалларни умумлаштирган соҳасини вужудга келтиради ҳамда уларни таркибий моҳияти қуйидаги чизма орқали тушунтирилади ¹



Бунга асосан, материалларнинг фундаментал ва амалий асослари мажмуаси конструкцион материаллар тузилиши, хоссаси, қайта ишлаш ва ишлаб чиқарувчанлик ҳақидаги маълумотлар базасини вужудга келтиради. Улапр асосида тузилган ушбу диаграммада материаллар фанлари ва техниканинг қандай қилиб фундаментал фанлардан муҳандислик фанларига томон билимлар кўпригини шакллантириши намоён этилган¹.

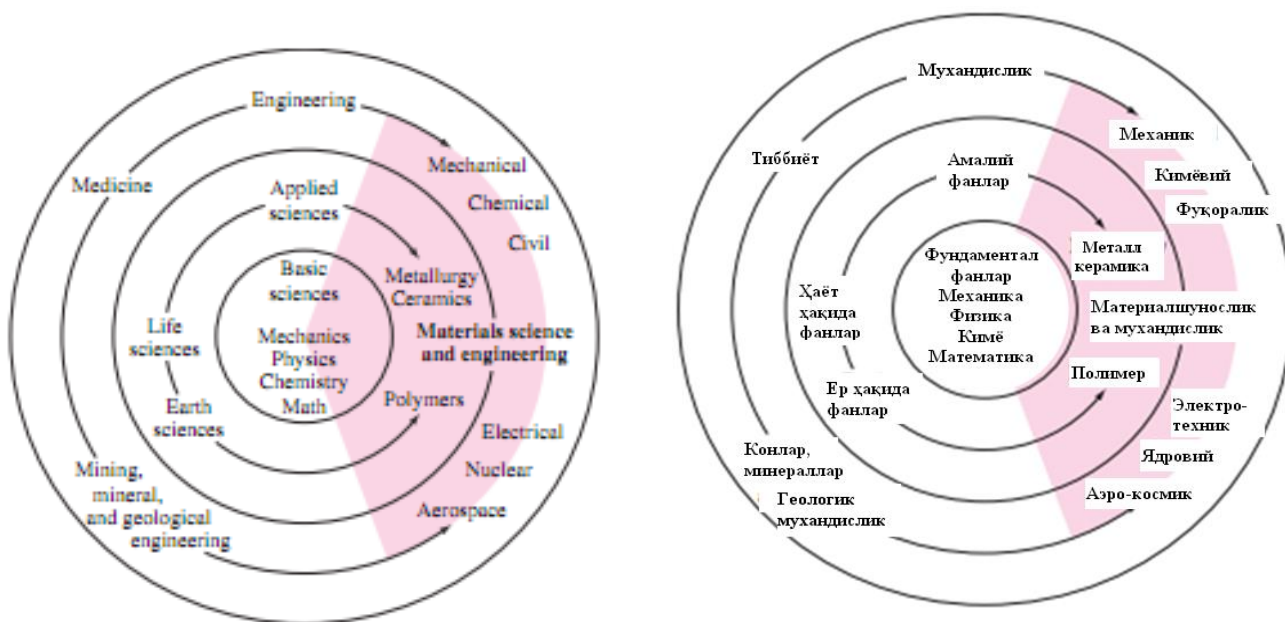


Диаграмма учта ҳалқа ва улар орасида фанлар йўналиниш тартиби ифодаловчи ёйсимон стрелкалардан иборатдир. Марказий ҳалқада фундаментал фанлар, ўрта ҳалқада материалшунослик ва сиртки ҳалқада мухандислик ифодаланган.

Материалшунослик ва мухандисликка бевосита боғлиқ бўлган фанлар пушти рангдаги сектор кўринишида келтирилган. Бу сектор мазмунан билимлар кўприги деб эътироф этилган. Материалшунослик ва мухандисликка энг яқин соҳалар бу металллар, керамика ва полимерлардир. Бунга бугунги кунда жадал ривожланиб келаётган наноматериаллар киради.

Материаллар турлари. Замонавий материаллар ўзларнинг моҳиятига қараб учта асосий яъни фундаментал синфларга ажратилади: *металл материаллар; полимер материаллар; керамик материаллар*. Уларнинг муҳим жиҳатлари механик, электрик ва физик хоссаларидир. Ушбу асосий уч синф мухандисликда муҳим бўлган яна иккита амалий синфлар бўлинади: *композит материаллар ва электроник материаллар*. Замонавий материаллар синфига яна иккита гуруҳга оид материаллар, яъни “ақлли” материаллар ва наноматериаллар киради. Таъкидланган материаллар ҳақида тўхталамиз.

Метал ва керамик материаллар ҳамда уларнинг физик тавсифлари

а) Металл материаллар. Ушбу материаллар ноорганик моддалар бўлиб, улар бир ёки бир нечта металл элементлар тузилган бўлади ва улар таркибига нометалл бирикмалар ҳам кириши мумкин. Металл материаллар таркибини ташкил этувчи асосий элементлар темир, мис, алюминий, никель, титан ва шу қабилар ҳисобланади. Нометалл элементлардан углерод, азот, кислород ва қабилар металл материаллар таркибида учрайди.

Одатда, металллар кристалл тузилишда бўлиб, уларнинг атомлари тартибли жойлашган бўлади. Шу боис металллар энг асосий ва энг яхши иссиқлик ва электр ўтказувчан материаллар ҳисобланади. Металллар ва улар асосидаги шакллантириладиган қотишмалар одатда икки синфга бўлинади: - биринчи гуруҳ, *темирли металллар* ва улар асосидаги *қотишмалар* бўлиб, таркибида темирнинг катта фоизи, жумладан, пўлат ёки чўён мавжуд бўлади: - иккинчи гуруҳ, *рангли металллар* ва улар асосидаги *қотишмалар* бўлиб, улар таркибида темир деярли бўлмайди. Рангли металлларга алюминий, мис, рух, титан, никель қабилар қиради¹.

Қотишмаларни тайёрлашда кимёвий ёндашиш ва турли композитлар шаклланиши ўта долзарбдир. Компонентларни тўғри танланиши супер қотишмалар тайёрлашга имкон беради. Масалан, никель асосли, темир-никель-кобалт асосли супер қотишмалар юқори босимларда ишлайдиган аэроавтик турбо двигателларида қўлланилади (1-расм). Метал қотишмалар



асосида материаллар ишлаб чиқаришда металлларнинг кимёвий табиати ва композицион структуралар ташкил этиш қобилияти инобатга олинган ҳолда, улардан махсус қуқунлар тайёрланиб ҳом-ашёлар сифатида қўлланилади.

1-расм. Металл қотишмадан ясалган турбо двигатель сурати

Бундай ёндашиш кам энергия сарфлаган ва вақтдан ютган ҳолда махсус ва ноёб тузилиш ва хоссали материаллар ва улар асосидаги маҳсулотлар яратиш имкониятларини беради.

б) *Керамик материаллар.* Ушбу гуруҳ материаллари ноорганик материаллар тоифасига киради ҳамда уларнинг таркибида металл ва нометалл элементлар ўзаро кимёвий бириккан ҳолда шаклланган бўлади. Керамик материаллар кристалл, аморф ёки уларнинг аралашмалари асосида шаклланади. Кўпчилик керамик материаллар юқори мустаҳкамликка эга, юқори иссиқлик таъсирига чидамли, аммо синувчанлик тенденциясига эга бўлади^{1,2}. Керамик материалларнинг афзаллиги, уларнинг енгиллиги, юқори мустаҳкамлик ва қаттиқликка эга бўлиши, яхши иссиқликка чидамли ва емирилишга бардошлиги намоён бўлади (3 ва 4-расм).



2-расм. Керамик материаллар асосидаги жиҳозлар [1].



3-расм. Титан ва карбонитрид асосидаги керамикадан ишлаб чиқарилган юқори самарали шарикли подшипник .

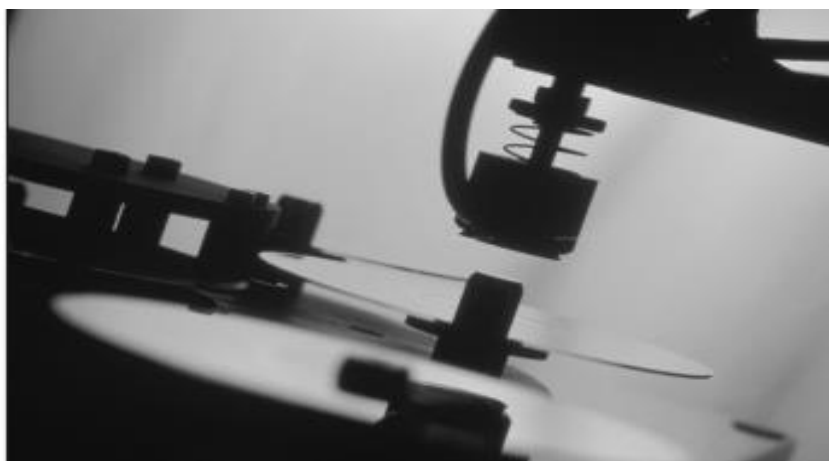
¹ Introduction to Materials Sciences and Engineering. Techbooks/GTS, 2005. - P.22.

² William D. Callister Jr. Materials Sciences and Engineering. An Introduction. John Wiley & Sons. Ins. 2010. – P. 1000.

Керамик материалларнинг қўлланиши, ҳақиқатан, чекламаган бўлиб, улар аэро-космонавтикадан тортиб то оддий метал материалларгача, тиббий-биологик дан автомобилсозликкача, бир қатор махсус ва ноёб индустрия соҳаларида ўз ўрнини топган^{1 2}. Керамик шиша материалларда иккита камчилик кузатилади: - биринчидан улар қайта анча мураккаб, иккинчидан мўрт ва металлларга нисбатан ишқаланишдаги емирилиши анча кичикдир. Умуман олганда, керамик материаллар ҳам ишлаб чиқаришда ўзининг салмоқли ўрни билан эътироф этилади.

Полимер ва композит материаллар ҳамда уларнинг физикаси тавсифлари

а) Полимер материаллар. Кўпчилик полимерлар чизикли ёки тўрсимон молекуляр тузилишга эга бўлиб, одатда органик (углерод тутган) бирикмалар асосида синтез қилинган бўлади. Устмолекуляр тузилиши бўйича полимер материаллар аморф-кристалл ҳолатда бўлади ва кристалл қисмлари аморф занжирлар билан бириккади. Полимер материалларнинг мустаҳкамлиги ва эластиклиги кенг масштабда ўзгаради. Кўпчилик полимер материалларнинг электр ўтказувчанлиги жуда кичикдир ёки умуман электр токини ўтказмайди ҳамда диэлектрик хоссасини намоён қилади. Шу боис бир қатор полимерлар электр изоляторлар сифатида кенг қўлланади^{1,2}. Аммо, полимерга хос физик табиат, улардан рақамли видео дисклар ишлаб чиқариш имкониятини беради (2-расм).



4-расм. Поликарбон пластик видео дисклар.

Ҳозирда полимер материалларнинг қўлланиши металлардан кам эмас ва унинг захираси метал ресурсларига қараганда анча каттадир. Полимерлар кимё, физика, биология ва технологиялар соҳасларида кенг қўлланилмоқда. Айниқса, полимерларга хос эластомерлик ўта ноёб хоссалардандир. Полимер аралашмалар асосида машинасозлик, спорт анжомлари, турли туман маиший ва техника учун жиҳозлар тайёрланади. Полимерлар толалар кийим кечак ва турли техник материаллар яратишда кенг қўлланилади. Полимерлардан буюмлар ва жиҳозлар ишлаб чиқариш, уларнинг эритмалари ёки суюлтмалари асосида амалга оширилади. Полимерлар массасини енгиллиги ва металларга нисбатан паст ҳароратларда (100 – 250 °С) суюқланиши уларни қайта ишлаш технологиялари учун катта афзаллик беради.

б) Композит материаллар. Композитлар икки ёки ундан ортиқ таркиб материаллари (фазавий ёки уч томонлама) қўшилиб шаклланган, улардан бири асос (матрица) бўлган янги материалдир. Ҳосил қилинган композит одатда таркибини ташкил этган компонентлар хоссаларидан ўзгача яхшироқ ва мукамалроқ хоссаларга эга бўлади. Кўпчилик композит материаллар танланган тўлдирувчи ёки армирловчи материаллар асосида қўшилувчан смола боғламловчи восита махсус хоссали ёки хохланган тавсифли материаллар олиш имконини беради. Композитлар кўп турларда бўлинади. Энг катта миқдорларда ишлаб чиқариладиган композитлар турига толали ёки заррачалар тўлдирувчи сифатида матрица ҳажмида бўлган материаллар киради. Бундай матрицалар сифатида металлардан алюминий, керамикадан алюминий оксиди, полимерлардан эпоксид смола кенг қўлланилади. Шу боис композитлар турлари қўлланилган матрицага нисбатан *металл матрицали композит (ММК)*, *керамик матрицали композит (КМК)*, *полимер матрицали композит (ПМК)* деб юритилади ^{1,2}. Толали ёки заррачали тўлдирувчилар ҳам асосий уч синфдан ихтиёрий биридан танланиши мумкин. Бу синфларни углерод, шиша, арамид, карбид силикони ва бошқа шу каби материаллар ташкил этади. 4-расмда углерод тола – эпоксид смола асосидаги композит материалларнинг СУ-17 транспорт самолётининг қайси қисмларида қўллан^{1,2}илганлиги рангли тасвирланган. Ушбу қаноилари узунлиги 165 фут бўлган СУ-17 самолётга 15000 фунт замонавий композит материаллар қўлланилган.

¹ Introduction to Materials Sciences and Engineering. Techbooks/GTS, 2005. - P.22.

² William D. Callister Jr. Materials Sciences and Engineering. An Introduction. John Wiley & Sons. Ins. 2010. – P. 1000.



5-расм. СУ-17 транспорт самолёти.

Композицион материаллар бир қатор соҳаларда, айниқса, аэро-космонавтика, автомобилсозлик, турмуш эҳтиёжида, спорт жиҳозлари ишлаб чиқаришда кўплаб металл компонентлар алмаштирмоқда.

Замонавий композит материалларнинг муҳандислик амалиётида кенг қўлланадиган икки улуғвор тури деб шишатолали-армирловчи материал тўлдирувчи ва полистирол ёки эпоскид смола матрица сифатида ишлатилган композит ва шунингдек, углерод толалар тўлдирувчи сифатида эпоскид смолага қўшилган композитлар эътироф этилади.

Умуман олганда, композит материаллар замонавий материалшунослик ва ишлаб чиқаришларда асосий соҳа ва йўналишлардан ҳисобланади. Уларга бўлган эҳтиёжлар ниҳоятда юқори бўлиб, унда замонавий материалшунослик физикаси бирламчи восита ва асосий фан сифатида қўлланилади.

Ақлли ва электроник материаллар ва уларнинг қўлланиши

а) Электроник материаллар. Ушбу тур материаллари салмоғи ҳажмдор материаллар ишлаб чиқаришда асосийлардан бўлмаса, аммо улар замонавий муҳандислик технологиялари ўта муҳим материаллар тури ҳисобланади ^{1,2}.

¹ Introduction to Materials Sciences and Engineering. Techbooks/GTS, 2005. - P.22.

² William D. Callister Jr. Materials Sciences and Engineering. An Introduction. John Wiley & Sons. Ins. 2010. – P. 1000.

Электроник материаллар яратишда энг муҳим элемнетлардан бири тоза кремний бўлиб, унинг турли хил модификацион ўзгаришлар электрофизик ва технологик тавсифлари ўзгартириш ҳамда ундан турли мақсадларда фойдаланиш мумкин [1]. Масалан, унинг асосида ҳозирда ниҳоятда кенг қўлланилаётган кичик ҳажмли микросхемалар ишлаб чиқарилмоқда (5-расм).



6-расм. Замонавий микропроцессор чипида электроник материаллар

7-расм. Робототехникада электроник материаллар қўлланиши

Бундай материал ва маҳсулотлар жуда кенг соҳаларда, жумладан, сунъий йўлдошлар, замонавий компьютер техникаси, ҳисоблаш машиналари, рақамли индикаторлар ва соатлар, робототехника каби тармоқларни асосий элементлари ва таянч деталлари ёки жиҳозлари ҳисобланади (6-расм). Кремний асосли яримўтказгичлар ҳозирда умумий электротехника ва электроника, шунингдек, замонавий наноэлектроникада асосий элетроник материал сифатида қўланилмоқда. Айниқса, куёш элементлари яратишда у асосий элемент ва ресурс ҳисобланади.

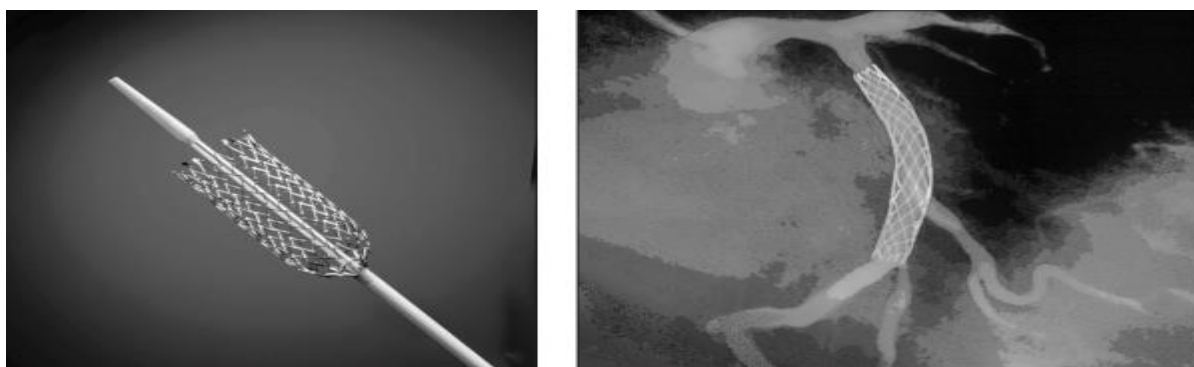
б) Ақлли материаллар. Айрим материаллар кўп йиллар мобайнида амалий қўлланиб келинади ва улар ташқи муҳит (ҳарорат, механик кучланиш, ёруғлик, намлик, электр ва магнит майдонлар) таъсирида ўзининг муҳим (механик, электрик ва бошқа) хоссаларини, тузилиши ва функциясини ўзгартириш қобилиятига эга бўлади. Бундай материаллар умумий ҳолда “*ақлли*” материаллар деб юритилади^{1,2}. Ақлли материаллар ёки тизимлар, кўп ҳолларда сенсорлар ёки активаторлар сифатида қўлланилади. Сенсорлар

¹ Introduction to Materials Sciences and Engineering. Techbooks/GTS, 2005. - P.22.

² William D. Callister Jr. Materials Sciences and Engineering. An Introduction. John Wiley & Sons. Ins. 2010. – P. 1000.

мухитнинг ўзгаришини сезувчи воситалар бўлса, активаторлар эса ўзига хос функционал хоссани ёки уни намоён қилишни амалга ошириш учун хизмат қилади. Масалан, айрим ақлли материаллар ҳарорат, ёруғлик, электр майдон таъсирлари ўзгарганда рангини ўзгартиради ёки бошқа ранг ҳосил қилади.

Бир қатор технологик муҳим бўлган ақлли материаллар активатор функциясида *шаклини хотирасида сақловчи қотишма* ёки *пъезоэлектрик* керамик жиҳозлар сифатида қўлланилади. Айниқса, биотиббиёт соҳасида шаклини хотирасида сақловчи қотишмалардан деворлари бўшашиб қолган артерияларни мустаҳкамлиги оширувчи девор сифатида ёки торайиб қолган артерияларни кенгайтирувчи восита сифатида фойдаланилади (7-расм)..



а

б

8-расм. Шаклини хотирасида сақловчи қотишманинг торайган артерияни кенгайтирувчи (а) ва артериянинг деворларини мустаҳкамлиги оширувчи (б) сифатида қўлланиши.

Бунда никель-титан ёки мис-рух-алюминий асосидаги қотишмалар қўлланилади ва зангламайдиган симлар ёрдамида артерияга киритилади ^{1,2}. Пъезоэлектрик материаллардан ясалган акваторлар механик кучларнинг таъсири остида электр майдонини ҳосил қилади. Аксинча, электр майдони ўзгариши айрим материалларда механик ҳодисалар ёки ўзгаришларни вужудга келишига сабаб бўлади. Булар электр ва механик кучлар асосида тебранувчан материалларни яратишга имкон беради. Бундай принциплар асосида микроэлектромеханик тизимлар (МЭМ) ёки микромашиналар ишлаб чиқариш имконияти мавжуд

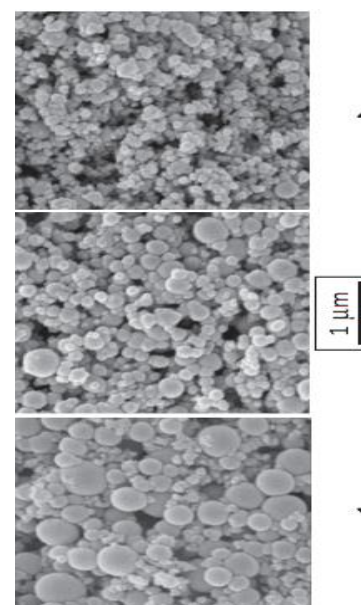
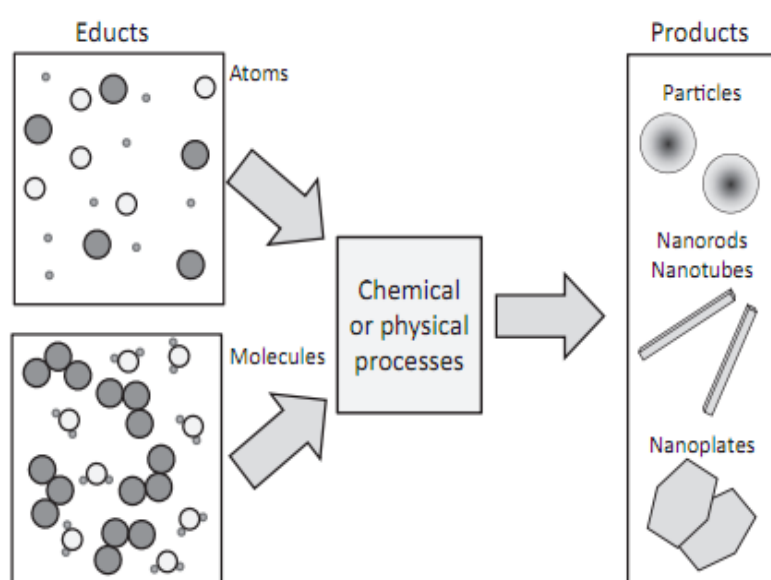
¹. Introduction to Materials Sciences and Engineering. Techbooks/GTS, 2005. - P.22.

². William D. Callister Jr. Materials Sciences and Engineering. An Introduction. John Wiley & Sons. Ins. 2010. – P. 1000.

Наноматериаллар ва уларнинг ўзига хос ноёб хоссалари.

Наноматериаллар. Замоनावий материалларнинг ушбу тури асосан ўлчами, яъни масштабини (заррачалар диаметри, қирралари ўлчами, қатлам қалинлиги) 100 нм ($1 \text{ нм} = 10^{-9} \text{ м}$) дан кичиклиги ва физик, физик-кимёвий хоссаларни юқори савия, самара ва кўрсаткичларда намоён қилиши билан анъанавий материаллардан кескин фарқ қилади. Наноматериаллар шартли равишда бўлинган бир қатор турлари мавжуд бўлиб, уларнинг асосий вакиллари нанометалл, нанополимер, нанокерамик, наноэлектроник ва нанокомпозит деб юритилади. Бу борада ўлчами 100 нм дан кичик бўлган керамик кукунлар, металл заррачалар, полимер пленкалар, электроник ўтказкичлар ўзининг наноматериаллар ёки наноструктурали материаллар сифатидаги табиатини намоён қилган.

Наноматериаллар шаклланиш принциплари ва улар асосида олинadиган турли шаклли маҳсулотлар 8-9- расмда ифодаланган ^{2,3}.



9-расм. Наноматериаллар шакллантириш

10-расм. Нанозаррачалар

^{2,3} William D. Callister Jr. Materials Sciences and Engineering. An Introduction. John Wiley & Sons. Ins. 2010. – P. 1000.

³ Dieter Vollath Nanoparticles-Nanocomposites-Nanomaterials. An introduction for beginners. – Wiley-VCH Verlag GmbH & Co.KGaA, Boschstr. Weinheim, Germany, 2013. – P. 322.

Материалшунослик физикасининг асосий йўналишлари

Материалшунослик физикасини тадқиқот объектларининг табиатини инобатга олган ҳолда шартли тарзда қуйидаги йўналишга ажратиш мумкин.



Замонавий материаллар ишлаб чиқаришнинг физикага боғлиқ қуйидаги ривожлашинида қуйидаги анаъна кузатилмоқда:

- металл (пўлат) ва қотишма материаллар улуши камаймоқда, полимерлар, композитлар, керамик ва биоматериаллар улуши ошмоқда.
- космановтика, самолётсозлик, автомобилсозлик, тиббиёт, тўқимачилик ва енгил саноат, қишлоқ хўжалиги, компьютер технологиялари ва ҳ.к. устуворликка эга бўлмоқда. Уларнинг моҳияти қуйидагичадир:

Космик материалунослик - космик фазода қўллаш учун яроқли материалларнинг яратиш ва тадқиқот қилиш.

Нанотехнология - ўлчами нанометрли тартибда бўлган материаллар ва конструкцияларни яратиш ва тадқиқот қилиш.

Кристаллография - кристаллар физикасини ўрганиш, кристаллар дефектларини аниқлаш ва ҳ.к.

Металлургия (металишунослик) - металлларнинг хоссаларини ўрганиш.

Керамика - зояция, электроника, яримўтказгичлар учун керамик материаллар яратиш ва тадқиқот қилиш, шунингдек, композицион керамик материаллар ишлаб чиқиш ва уларнинг физик хоссаларини ўрганиш^{2,3,4}.

Биоматериаллар - инсон танасига имплатат сифатида қўлласа бўладиган материалларни тадқиқот қилиш.

Полимер ва композицион материаллар - табиий ва синтетик полимер асосидаги махсус хоссали материаллар, полимерлар асосида композитларни яратиш ва тадқиқот қилиш.

Полимер композитлар қуйидаги асосий гуруҳларга бўлинади:

- қатламли пластиклар ёки текстолитлар. Биринчи тўлдирувчи толасимон материал қўлланади;
- қуйма ёки прессланган композитлар. Композит қирқилган толалар, хом иплар, пишиқ иплар билан тўлдирилади;
- ориентирланган армиранган пластиклар. Бунда шиша ёки синтетик толалар, иплар, жгутлар бир бирига параллел этиб жойлаштирилади ҳамда улар устига боғламчи қуйилади;
- шишапластиклар. Композит шиша толалар ёки каноп толалар (газмоллар) асосида паст ҳароратларда пресшлаш орқали шакллантирилади.

Яримўтказгичлар – ўтказгичлар ва диелектриклар ўртасидаги моддалардир. Уларга жуда кўп кимёвий моддалар (германий, кремний, селен, теллур, ва бошқ.) ва жуда кўп турдаги кимёвий бирикмалар киради. Бизнинг теварак - атрофимизни ўраб турган деярли барча неорганик моддалар яримўтказгичлардир. Табиатда энг кўп тарқалган яримўтказгич кремний бўлиб, у ер қобиғининг 30% ни ташкил қилади [3].

Яримўтказгичларнинг асосий белгиларидан бири шундан иборатки, уларнинг физик хоссалари ташқи тасирга – температуранинг ўзгариши ёки киришмалар киришига кучли боғланган.

Яримўтказгичлар температурасини мақсадли ўзгартириб ёки уни легирлаб (киришма киритиб), унинг физик хоссаларини, жумладан, электрик ўтказувчанлигини бошқариш мумкин.

Бундан 180 йил илгари одамларга турли ўтказгичлар электр тоқини турлича ўтказиши маълум эди. 1821 йилда инглиз кимёғари Ҳемфри Деви

^{2,3} William D. Callister Jr. Materials Sciences and Engineering. An Introduction. John Wiley & Sons. Ins. 2010. – P. 1000.

³ Dieter Vollath Nanoparticles-Nanocomposites-Nanomaterials. An introduction for beginners. – Wiley-VCH Verlag GmbH & Co.KGAA, Boschstr. Weinheim, Germany, 2013. – P. 322.

температура ортиши билан металнинг электрик ўтказгичлиги камайишини аниқлаган. Унинг шогирди Майкл Фарадей 1833 йилда тажрибаларни давом эттириб, олтингургут ва кумуш бирикмаси электрик ўтказувчанлиги температура ортиши билан пасайишини эмас, аксинча кўтарилишини кузатган. Сўнгра, у ўтказувчанлиги температурага ғайриоддий боғланган яна бир неча моддаларни кашф қилди. Лекин, ўша пайтларда бу дунё илм аҳлини қизиқтирмади. 1873 йили селеннинг (Se) каршилиги ёруғлик нури таъсирида ўзгариши аниқлангандан сўнг, бу ишларга қизиқиш ортди.

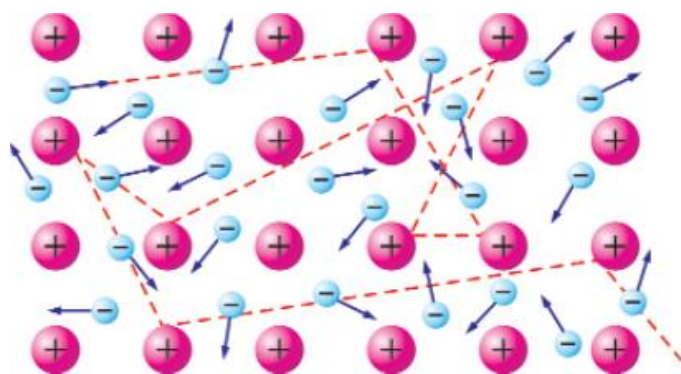
Селен фотоқаршиликлар тезда турли оптик асбобларда кўлланила бошлади. Оддий селен устунидан қилинган *фотоқаршилик* биринчи яримўтказгичли асбоб бўлди. Унинг электрик ўтказувчанлиги ёритилганда коронгуликдагисига нисбатан катталашар эди.

Аввал, 1948 йили нуқтавий, кейин 1951 йили ясси транзисторлар кашф қилиниши, яримўтказгичли электрониканинг жадал ривожланишига олиб келди. Транзисторлар ишлаш қонуниятини тушунтириш учун яримўтказгичларда кечадиган қатор физик жараёнларни кўриб чиқиш зарур бўлади. Даст аввал улардаги электрик ўтказувчанлик механизмига тўхталиб ўтамиз.

Электрик ўтказувчанлик. Маълумки, барча моддалар турли кимёвий боғлар ҳосил қилган атомлардан тузилган бўлиб, бу боғлар уларнинг кўплаб физик ва кимёвий хоссаларини, жумладан, электрик ўтказувчанлигини белгилайди. Масалан, туз ва ёғ диелектриклар гуруҳига мансуб бўлиб, электр токини ўтказмайди, металдан қилинган сим эса жуда яхши ўтказгичдир. Металнинг юқори электрик ўтказувчанлиги сабаби нимада?

Металларнинг электрик ўтказувчанлиги. Кристал панжарада метал атомлари жуда зич жойлашган – ҳар бир метал атоми ўн иккитагача қўшни атом билан бевосита боғланган бўлиши мумкин. Шунинг учун метал атомининг ташқи электрон қобиғидаги валент электронлар “еркин” бўлиб, метал ичида тартибсиз иссиқлик ҳаракатидаги “электронлар гази” ни ҳосил қилади. Кристал панжара тугунларидаги метал ионлари эса, шу электрон газ ичига ботирилгандек жойлашган.

Металларнинг кристал панжара тугунларида жойлашган ионлари ҳам, эркин электронлари ҳам бетартиб иссиқлик ҳаракатида иштирок этади. Ионлар кристал панжара тугунларида тебранма ҳаракат қилади, эркин электронлар эса кристал бўйлаб бетартиб илгариланма ҳаракатда бўлади (1 - расм)



11 – расм металнинг кристал панжарасидаги эркин электронлар ҳаракати.
 Битта электроннинг траекторияси штрих билан кўрсатилган

Эркин электронлар ўзларининг бетартиб иссиқлик ҳаракати давомида кристал панжара тугунларидаги метал ионлари билан тўқнашиб туради. Метал сиртига яқин бирор электрон шу тўқнашишлар натижасида металдан чиқиб кетиши ҳам мумкин. Бунинг учун унинг энергияси потенциал тўсиқ деб номланувчи энергиядан юқори бўлиши зарур. Металнинг потенциал тўсиқ баландлиги (енергия бирлигида) унинг *чиқиш иши* деб аталади. Хона температурасида кўп эркин электронларнинг иссиқлик ҳаракат энергияси потенциал тўсиқни енгиб чиқиш учун етарли бўлмайди.

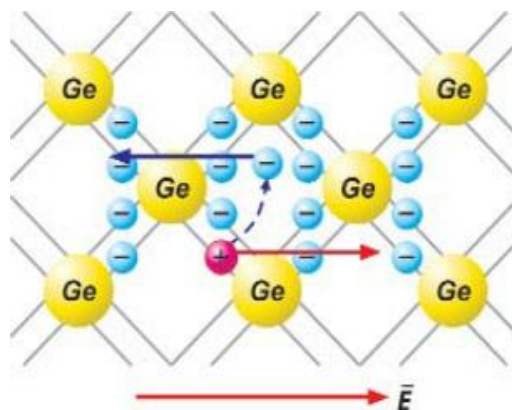
Метал ўтказгич четларига потенциаллар фарқини (кучланишни) кўйсақ, эркин электронларнинг бетартиб иссиқлик ҳаракатидан ташқари, тартибланган (бир томонга йўналган) ҳаракати пайдо бўлади, яъни электр токи ҳосил бўлади. Айнан эркин электронларнинг металлардаги юқори зичлиги уларнинг юқори электр ўтказувчанлигини белгилайди.

Яримўтказгичларнинг электр ўтказувчанлиги. Енди яримўтказгич кристали панжарасини кўриб чиқамиз. Яримўтказгич атомлари *ковалент боғланган* бўлади. Мисол сифатида тўрт валент электронли германий (Ge) кристалини кўриб чиқамиз. Ковалент боғларнинг мустаҳкамлиги туфайли германий кристалидаги электронлар металдагиларга нисбатан анча мустаҳкам жойлашиб олган. Шунинг учун оддий шароитларда эркин яъни яхши жойлаша олмаган боғланмаган, эркин электронлар кам бўлганлиги учун уларнинг ўтказувчанлиги металарникидан кўп марта кичикдир.

Германий кристалида эркин электронлар ҳосил бўлиши учун қандайдир йўл билан атомлар орасидаги ковалент боғларни узиш керак. Бунга турли йўллар билан эришиш мумкин.

Улардан бири бу кристални қиздиришдир. Унда бир қисм валент электронлар қўшимча иссиқлик энергия таъсирида ковалент боғланишдан узилиб чиқиб кетади. Фараз қилайлик, қиздириш натижасида атомлар

орасидаги бир боғланиш узилди, уриб чиқарилган электрон эса эркин электронга айланади.



12 – расм. Германий кристаллидаги жуфт электрон боғлари

Натижада “ковак” кўшни атомга силжийди. У атом ўз навбатида бошқа атомдан электронни тортиб олади ва х.к. Натижада битта электрони етишмайдиган чала боғ кристал бўйлаб тартибсиз эркин кўчиб юриши мумкин. Узилган боғларнинг (ковакларнинг) кўчиб юриши кўшни боғлардаги электронларни тортиб олиш ҳисобига содир бўлади, шунинг учун ҳар сафар бир атом ўзининг узилган боғи учун электрон тортиб олганда, у билан бирга боғнинг компенсацияланмаган мусбат заряди ҳам кўчиб юради. Бу ҳолатни худди яримўтказгичда янги мусбат зарядли заррача пайдо бўлганидек қабул қилиш мумкин. Ушбу зарранинг заряди электрон зарядига тенг бўлиб, ишораси эса мусбатдир. Бундай квази зарралар (“квази” – деярли деган маънони билдиради) “ковак”лар деб номланади.

Боғдан узилиб чиққан эркин электрон ва унинг ўрнида ҳосил бўлган ковак чексиз узоқ вақт тураолмайди. Маълум бир вақтдан сўнг (10^{-12} дан 10^{-2} сек гача) улар бир бири билан яна учрашиб қоладилар ва иккаласи ҳам йўқ бўлиб кетади, буни рекомбинатсия деб аталади.

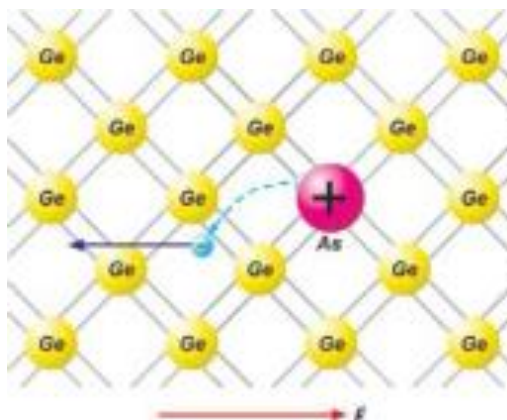
Рекомбинатсия пайтида энергия ажралиб чиқади, унинг қиймати электрон-ковак жуфтлигини ҳосил қилиш учун сарф бўлган энергияга тенгдир. Баъзан бу энергия нурланиш кўринишида ажралиб чиқади, кўп ҳолларда эса бу энергия кристал панжарага берилиб, уни қиздиради. эркин электронлар ва коваклар ҳосил қилган ўтказувчанлик яримўтказгичларнинг **хусусий ўтказувчанлиги** деб аталади.

Коваклар ва эркин электронлар жуфт жуфт бўлиб пайдо бўлади, шунинг учун тоза яримўтказгичларда уларнинг зичлиги тенг бўлади:

$$p = n.$$

Яримўтказгичларда эркин заряд ташувчиларни ҳосил қилишнинг яна бир усули, кристалга атайин турли киришмалар киритишдир. Германий кристалига беш валентлик арсений (As) ёки фосфор (P) атомлари киритилган ҳолатни кўриб чиқайлик.

Арсений (As) атомининг бешта валент электрони, у бешта кўшни атомлар билан кимёвий боғ ҳосил қилиш мумкинлигини билдиради.



13 – расм. Германий кристал паржарасидаги арсений атоми.
n турдаги яримўтказгич

Германий кристаллида фақат тўртта кўшни атом билан боғ ҳосил қила олиш мумкин. Шунинг учун арсений атомининг фақат тўртта валент электрони боғ ҳосил қилишда қатнашади.

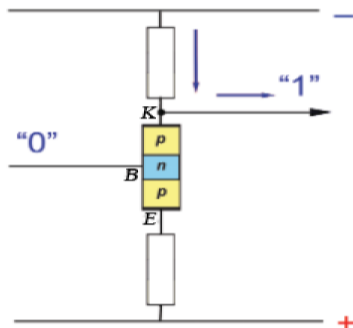
Микросхемадаги кучсиз сигналлар транзисторлар орқали кучайтирилиб моторларни, роботларни, сунъий мушакларни бошқара олади. Сканерловчи микроскопдаги наноамперли туннел ток ҳам транзисторлар ёрдамида кучайтирилади. Транзисторда кичик ток катта токни бошқаради, бу электрониканинг асосидир.

Бошқариш деганда ҳар доим сигналларни кучайтириш назарда тутилмайди. Мантиқий ахборот ташувчи сигналлар ёрдамида ҳам бошқариш мумкин. Демак, олинган инфомацсияни мақсадга мувофиқ равишда ўзгартириш, яъни *қайта ишлаш* мумкин. Бу ишларни нол ва бирдан иборат иккилик кодида ишловчи микропротсессорлар амалга оширади.

CMOS (комплементар метал-оксид яримўтказгич) мантиқий қурилмаларида мусбат ёки нол кучланиш “0” ни англатади, манфий кучланиш эса “1” ни билдиради. База занжири қўшилмаганда эмиттер занжиридан ток ўтмайди. Бу ҳолат мантиқий “0” га мос келади. Базага

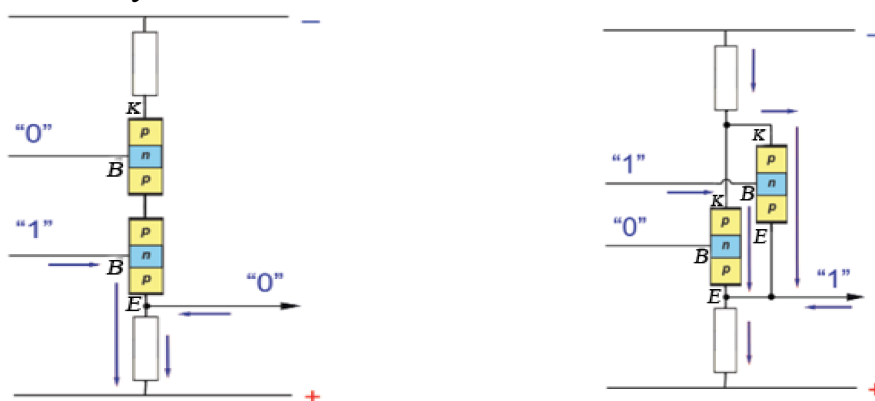
манфий кучланиш берилганда занжирда ток ҳосил бўлади, бу мантиқий “1” га мос келади¹.

Чиқишни транзистор коллекторига уласак, жараён аксинча кечади. Бу холда “0” ни “1” га, 1 эса 0 га айлантирувчи. Бу “эмас” (НЕ) номли мантиқий схемага эга бўламиз.



14 – расм. Бир транзисторли “Эмас” мантиқий қурилмаси

Бир неча транзисторлар ёрдамида мантиқий “ВА”, “ЁКИ” ва бошқа мураккаб мантиқий схемаларни ҳосил қилишимиз мумкин. Замонавий технологиялар ёрдамида ўлчамлари бир неча микрон бўлган транзисторлар, фотосенсорлар ишлаб чиқилиши мумкин.



15 – расм. “ВА” ва “ЁКИ” транзисторли схемалар

Бироқ, техниканинг кейинги ривожини нанометр ўлчамли транзисторлар яратишни тақозо эта бошлади.

Бир қанча транзисторларни бириктириб барча “ВА”, “ЁКИ” ва “ЕМАС” мантиқий схемаларни ҳосил қилишимиз мумкин. Компютерларнинг тезкорлиги бирлик юзага жойлашган транзисторлар сонига тўғри боғланган.

¹ Dieter Vollath *Nanoparticles-Nanocomposites-Nanomaterials. An introduction for beginners.* – Wiley-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA, Boschstr. Weinheim, Germany, 2013. – P. 322.

Нанометр ўлчамли транзисторлар яратиш учун қилинган биринчи ҳаракатлар яхши натижалар берди. Бу ҳақда кейинги параграфларда батафсил тўхтаб ўтамиз.

Интеграл микросхема. Микросхемаларнинг электроникада қўлланилиши бу соҳада инқилобий ўзгаришларга олиб келади. Бу компьютер саноатида ёрқин намоён бўлди. Минглаб электрон лампали, бутун бинони эгаллаган ҳисоблаш машиналари ўрнига ихчам, стол устида, ҳатто чўнтакда жойлаша оладиган компьютерлар кириб келди.

Интеграл схема (ИС) – бу микроскопик қурилмаларнинг (диод, транзистор ва бошқалар) битта тагликда йиғилган тизимидир. Улар қовурилган картошка бўлакчаларига (инглизча **чип**) ўхшагани учун, баъзан уларни **чиплар** ҳам деб аталади.

Юзаси 1см^2 бўлган чипда миллионлаб микроскопик қурилмалар жойлашади. Албатта бундай кичик юзада жойлашган миллион транзисторни кўлда бир бирига улаб чиқиб бўлмайди. Бу ҳолатдан чиқиш учун ягона қурилмада – интеграл схемада барча яримўтказгич қисмларни ва улар орасидаги боғланишларни бир технологик жараёнга бириктириб ишлаб чиқариш усуллари пайдо бўлди.

Назорат своллари:

1. Нанофизика ва нанотехнологиялар предметининг асосий вазифалари нималардан иборат?
2. Зоналар назарияси, металл, диэлектрик ва яримўтказгичлар ҳақида тушинчалар беринг.
3. Наноматериаллар, уларнинг физик хусусиятлари ва амалиётда қўлланишининг ахамияни изохланг.

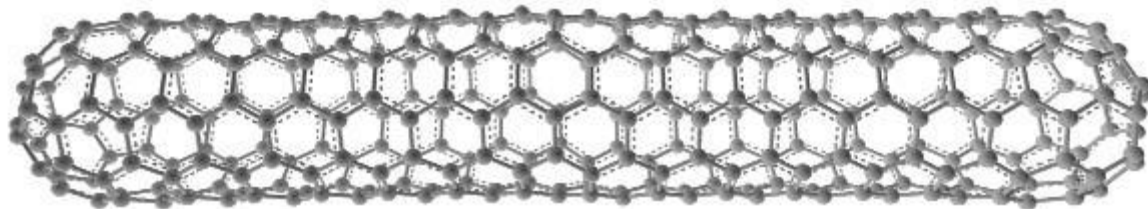
2-мавзу. Наноструктураларда фундаментал электрон ҳодисалар, квант ўлчам эффектлари. Квант чегараланиши. Нанообъектларни синтезлаш усуллари, “юқоридан-пастга” ва “пастдан-юқорига” технологиялар, фотолитография.

РЕЖА:

1. Наноструктураларда фундаментал электрон ҳодисалар квант ўлчам эффектлари.
2. Квант чегараланиши.
3. Нанообъектларни синтезлаш усуллари, “юқоридан-пастга” ва “пастдан-юқорига” технологиялар, фотолитография.

Таянч иборалар: *Наноструктуралар, Нанообъектлар, фотолитография, квант ўлчам*

Нанонайча – бу миллиондан ортиқ углерод атомларидан иборат молекула бўлиб у диаметри 1 нанометрга яқин ва узунлиги бир неча ўн микрон бўлган найча кўринишидадир. Найча деворларида углерод атомлари тўғри олтибурчакларнинг учида жойлашган.



1-расм. Нанонайчанинг тузилиши (структураси)

Нанонайчалар тузилишини куйидагича кўз олдимизга келтириш мумкин: графит текислик оламиз (қоғоз), уни узун қилиб кесамиз ва цилиндрга “ёпиштирамиз” (ҳақиқатда нанонайчалар бошқача ўсади). Бу жуда оддий экан-ку – аммо буни нанонайчалар тажрибалар натижасида яратилгунча ҳеч бир назариячи олдиндан айтиб бера олмаган. Шунинг учун ҳам олимларга уни ўрганиш ва ундан хайратланишдан бошқаси қолмади.

Хайратланишга эса асос бор эди, чунки бу хайратга солган нанонайчалар одам сочи толасидан 100 минг марта ингичка бўлишига қарамасдан жуда ҳам мустаҳкам материал бўлиб чиқди. Нанонайчалар пўлатдан 50-100 марта мустаҳкамроқ ва 6 марта кичик зичликка эга. Юнг модули – материалнинг деформатсияга қаршилиқ даражаси – бу нанонайчаларда оддий углерод толаларига нисбатан икки баробар юқори. Найчалар нафақат мустаҳкам, балки ўта қаттиқ мустаҳкам резина найчаларга ўхшайди. Механик кучланишлар таъсирида нанонайчалар ўзини бошқача, антиқа тутадилар: улар “узилмайди”, “синмайди”, оддийгина тарзда жойларини алмаштириб олишади. Нанонайчаларнинг бундай ўзига хос хусусиятларидан сунъий мускуллар яратишда фойдаланиш мумкин, улар бир хил ҳажмда биологик мускуллардан 10 баробар кучлироқ бўлиши мумкин, юқори температура, вакуум ва кўплаб кимёвий реагентлардан кўрқинмайди.

Нанонайчалардан ўта енгил ва ўта мустаҳкам композитсион материаллар яратиш мумкин, улардан эса ҳаракатни қийинлаштирмайдиган ўт ўчирувчилар ва фазогирлар учун кийимлар тикиш мумкин, Ердан Ойгача бўлган битта найчали нанокабелни кўкнор уруғи ўлчамидаги ғалтакка ўраш мумкин. Нанонайчалардан ташкил топган диаметри 1 ммга унча катта бўлмаган ип, ўзининг массасидан юз миллиардлаб катта бўлган 20 т юкни кўтара олган бўлар эди.

Тўғри, ҳозир нанонайчаларнинг максимал узунлиги ўн ва юзлаб микрон – атомлар масштабидан жуда катта, шундай бўлса ҳам улар доимий фойдаланиш учун жуда кичиклик қилади. Лекин олинаётган нанонайчаларнинг узунлиги аста-секин ошиб бормоқда – ҳозир олимлар сантиметрли чегарага яқин келишди. 4 мм узунликка эга бўлган кўп қатламли нанонайчалар олинди. Шунинг учун ҳам олимлар яқин келажакда метр в юзлаб метрли узунликдаги нанонайчаларни ўстиришга эришадилар деб умид қилсак бўлади.

Нанонайчалар турли шаклларда бўлади: бир қатламли, кўпқатламли, тўғри ва спиралсимон. Бундан ташқари улар кутилмаган электрик, магнитик, оптик хоссаларини намоёниш қилишмоқда.

Мақсадга мувофиқ равишда найчалар ичига бошқа материаллар атомларини киритиш йўли билан нанонайчаларнинг электрон хоссаларини ўзгартириш мумкин.

Фуллеренлар ва нанонайчалар ичидаги бўшлиқлар анчадан буён олимлар диққатини тортар эди. Тажрибалардан кўринишча, фуллерен ичига қайсидир материалнинг атоми киритилса, бу унинг электрик хоссаларини ўзгартириб юбориши ва хаттоки изоляторни ўта ўтказгичга айлантириб юбориши мумкин экан.

Шундай йўл билан нанонайчалар хоссаларини ҳам ўзгартириш мумкинми? Олимлар нанонайчалар ичига аввало гадолиний атомлари киритилган фуллеренлар занжирини жойлашга эришдилар. Бундай ғаройиб структуранинг электрик хоссалари оддий, бўшлиқли нанонайчалар ҳамда ичида бўш фуллеренли нанонайчалар хоссаларидан кучли равишда ажралиб туради. Бундай бирикмалар учун махсус кимёвий белгилар ишланган. Юқорида таърифланган структура қуйидагича белгиланади: Улардан (нанонайчалардан) фойдаланиш доираси жуда кенг. Нанонайчалардан, масалан, микроасбоблар учун симлар тайёрлаш мумкин. Уларнинг ғаройиблиги, ток улар бўйлаб умуман иссиқлик ажратмасдан ва жуда юқори қийматга – 10^7 А/см² га етади. Оддий ўтказгич бундай тоқларда дарров буғланиб кетган бўлар эди.

Нанонайчаларни компьютер индустриясида қўллаш учун бир нечта ишланмалар ҳам ишлаб чиқилган. 2006 йилда нанонайчали матритсаларда ишловчи ясси экранли эмиссион мониторлар пайдо бўлди. Нанонайчаларнинг бир учига ўрнатиладиган кучланиш таъсирида бошқа учи электронлар таратишни бошлайди, улар фосфореценцияланадиган экранга тушади ва пиксель ёруғланишини келтириб чиқаради. Бундай ҳосил бўладиган тасвир нуқтаси жуда ҳам кичик: микронлар тартибида бўлади.

Яна бир мисол – нанонайчадан текширувчи микроскоп игнаси сифатида фойдланилади. Одатда бундай игна жуда ўткирлашган волфрамли игна кўринишида бўлади, аммо атомлар ўлчовида бундай игналар жуда кўпол бўлиб қолаверади. Нанонайча эса диаметри бир неча атомлар тартибидаги энг яхши игна кўринишида бўлади.

Нанонайчаларнинг ғаройиб электрик хоссалари уларни наноелектрониканинг асосий материалларидан бири қилиб кўяди. Улар асосида компьютерлар учун янги элементлар тайёрланди. Бу элементлар ускуналар ўлчамларини кремнийли асбобларга нисбатан бир неча тартибга кичрайишни таъминлайди.

Наноелектроникада нанонайчаларни қўллашнинг яна бир йўналиши – яримўтказгичли гетереотузилмалар, яъни “метал яримўтказгич” типидagi тузилмаларни ҳосил қилишдир.

Енди бундай қурилмаларни тайёрлаш учун иккита материални алоҳида-алоҳида ўстириш ва сўнгра уларни бир бири билан “пайвандлаш” шарт эмас. Нанонайчанинг ўсиш жараёнида унда тузилиш нуқсони (углеродли олтибурчакнинг бирини бешбурчакли билан адмаштириб қўйиш) ҳосил қилиш, яъни уни ўртасидан махсус равишда синдириб қўйиш йўли билан ҳосил қилиш мумкин. Шунда нанонайчанинг бир қисми метал хоссаларига, бошқаси эса яримўтказгич хоссаларига эга бўлади.

Нанонайчалар ички бўшлиқларида газларни хавфсиз равишда сақлаш учун яхши материаллардир. Бу биринчи навбатда водородга тааллуқлидир. Ундан автомобиллар учун ёқилғи сифатида фойдаланиш мумкин эди. Деворлари қалин, оғир ва хавфсиз деб бўлмайдиган баллонлари муаммосини ҳал этилса водороднинг энг катта ютуғи –унинг масса бирлигига (автомобил 500 км ҳаракатланиши учун ҳаммаси бўлиб 3 кг H_2 етарли бўлади) ажратиладиган катта миқдордаги энергия сарф қилишидир.

Сайёрамиздаги нефть захиралари бир кун келиб тугагини ҳисобга олсак, водород кўплаб муаммоларнинг эффе́ктив равишда ечилишига ёрдам берган бўлар эди. Яқин келажакда автомобилларни бензин билан эмас, балки водородли ёқилғи билан таъминлаш мумкин бўлади.

Нанонайчаларга нафақат атом ва молекулаларни алоҳида “қамаш”, балки материалнинг ўзини бутунлай “қўйиш” мумкин. Тажрибаларда аниқланишича очиқ нанонайча капилляр, яъни материални ўзига тортишиш хусусиятига эга экан. Шундай қилиб нанонайчалардан: оксил, захарли газлар, ёқилғи компонентлари ва эритилган металлар каби кимёвий ва биологик фаол материалларни ташиш ва сақлаш учун микроскопик контейнерлар сифатида фойдаланиш мумкин.

Атом ва молекулалар нанонайча ичига тушгандан сўнг нанонайчалар бир учидан очилади ва ичидаги материалларни катъий белгиланган дозаларда чиқариб беради. Бу ҳаёл эмас, бу турдаги тажрибалар кўплаб лабораторияларда ўтказилмоқда, нанонайчалар учларини “пайвандлаш” ва уни “очиш” оператсиялари замонавий технологиялар учун муаммо туғдирмайди. Бир томони ёпиқ нанонайча ҳозир яратилган.

10-15 йилдан сўнг бу технология асосида касалликларни даволаш ўтказилиши мумкин: айтайлик, бемор қонига олдиндан тайёрлаб қўйилган жуда фаол ферментли нанонайчалар киритилади, бу нанонайчалар организмнинг маълум бир жойида қандайдир микроскопик механизмлар тарзида тўпланишади ва маълум вақтда “очишилади”. Замонавий технология 3-5 йилдан сўнг бундай схемаларни амалга оширишга амалда тайёр. Асосий муаммо бундай механизмларни “очиш” ва нишон ҳужайраларни излаш учун оксил маркерларига интеграциялаш эффектив услубларининг йўқлигидир.

Вируслар ва нанокапсулаларга асосланган дориларни етказишнинг бундан ҳам самаралироқ усулларини ҳам яратиш мумкин. Нанонайчалар асосида айрим атомларни юқори тезликда аниқ тарзда ташиб берувчи конвеерлар ҳам яратилган.

Оптик наносенсорлар, наноқатламли куёш элементлари

Ҳозир юзага келаётган муаммо ва хатарларга саноатда вужудга келган инқилоблар сабаб десак ҳеч ким инкор қилмаса керак. Бекорга кўплаб йирик замонавий олимлар келажакнинг нафақат ижобий, балки салбий томонларини ҳам кўриб чиқишни таклиф қилишаётгани йўқ. Билл Джой, Калифорния штати, Поло Алто, Сун Мисросистемс асосчиси ва етакчи олимнинг айтишича, нанотехнологиялар ва бошқа соҳаларда олиб борилаётган изланишлар инсониятга зарари етгунга қадар тўхтатилиши лозим. Унинг фикрини яна бир гуруҳ нанотехнологлап "Форесигхт Гуиделинес"- "Институт бошқарувчилари" қўллаб қувватладилар. Улар ҳам Джой каби нанотехнологияларнинг ортиб бориши ва ривожланиши назоратдан чиқиб бораётганини таъкидламоқдалар. Бу соҳадаги изланишлар оддий таъқиқлаш билан чегараланиб қолмасдан, балки давлат назорати ўрнатилишини таклиф қилдилар. Уларнинг айтишича, бундай ривожланиш кутилмаган фалокатларни келтириб чиқариши мумкин. Нанотехнология хавфи пайдо бўлиши 1986 йили Дрекслер томонидан яратилган "Яратувчи машина" яъни "Кулранг сўлак муаммоси" номини олган қурилмаси билан боғлиқ эди. Кулранг сўлакнинг хавфли томони шунда эдики, у нанометрли ассемблерларни ишдан чиқариб, бошқарув тизимини бузади. Бу

технологияда ўз-ўзини бошқариш ва кўпайиш хусусияти мавжуд бўлиб, у йўлида учраган нарсалардан хом ашё сифатида фойдаланади.^{1,3}

Ўтказилган тажриба шуни кўрсатадики, ассемблер ҳар қанча ишончли қилиб яратилмасин, ундаги хатоликлар ва ўз-ўзини бошқаришга интилиш барибир кузатилаверади. Лекин ёддан чиқармаслик керакки, ассемблерда дастурлаш террористлар ёки безорилар, ҳаттоки замонавий компьютер вирусларини ишлаб чиқарувчилар томонидан ҳам яратилиши мумкин.

Джой ўзининг кўлёмаларида, микромашиналарнинг ишлаб чиқарилиши ва улар жамиятда ўз ўрнини топиб улгургани ҳақида тўхталади. "Ҳажми молекуладек бўлган электрон кўринишдаги ассемблерлар ҳозир амалда қўлланилинмоқда"- дейди Джой. Кейинчалик эса у ўз-ўзини тиклаш биологик жиҳатдан эмас, балки технологик жиҳатдан бажарилинаётганини аниқлади. "Мана нима учун нанотехнологиялар хавф туғдирмоқда", - дейди Джой. Бошқа олимлар гуруҳи "кулранг сўлак" механизми хавф туғдирмаслигини таъкидламоқдалар. "Буларнинг барчасига бармоқ остидан қаралмоқда", - дейди Блок. Мухандисларнинг изланишларини чеклаб қўйилса, ривожланишдан ортда қолиб кетиш ва ўз-ўзини тиклаш хусусиятларига эга машиналар яратилмай қолиши мумкин. Биологик тизимга келсак, биринчидан, улар нанометр ҳажмида эмас, иккинчидан, ўз тузилмасида фантастик равишда мураккаб ҳисобланади, бундан ташқари бу тизимда ахборотлар генда сақланади ва авлоддан авлодга ўтади.

"Ҳаттоки табиат ҳам ўз-ўзини тиклаш хусусиятига эга бўлган нанометрик тузилишига қодир тизимни яратмаган"- дейди Виола Ваген, Сиетл штати Вашингтон Университети нанотехнология мутахасиси. Нанотехнологиялар ютуқларидан ёвуз мақсадларда фойдаланувчи мухитлар ҳам мавжуд. Нанотехнологиялар ривожланишига бағишланган йиғилишда қуйидаги саволлар вужудга келди:

- Ўқитиш тизими нанотехнология бўйича мутахассисларни тайёрлай оладими ?

- Нанотехнологияларнинг ривожланиши натижасида кўплаб инсонлар ишсиз қолиши мумкинми?

- Нанотехнологияларнинг ортиб бориши, нархининг пасайиши ва осон топилиши натижасида террористлар хавфли микроорганизмларни яратишлари мумкинми?

¹. Dieter Vollath *Nanoparticles-Nanocomposites-Nanomaterials. An introduction for beginners.* – Wiley-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA, Boschstr. Weinheim, Germany, 2013. – P. 322.

³. William D. Callister Jr. *Materials Sciences and Engineering. An Introduction.* John Wiley & Sons. Inc. 2007. – P. 975.

- Нанотехнологияларнинг хаддан зиёд кўпайиши ва тарқалиши бора-бора инсонларда ҳоҳламаслик ҳиссини келтириб чиқармасмикан?

- Нанотехнологияларни инсон танасига ўрнатиш ва оммалаштириш вақти келиб жиддий касалликларни келтириб чиқармасмикан? Шу ва шунга ўхшаган саволлар ҳозир ишлаб чиқарувчиларни ўйлантириб қўймоқда. Ушбу арзон нанотехнологиялар пойгасида олимлар уларнинг барча инсоният саломатлигига таъсири ва пайдо бўлаётган хавфларга жавобгарликни ўз зиммасига олишлари шарт. Юқоридаги сабабларга асосан технологияларнинг янги наноривожланишни янги усул ва услубларда олиб бориш керак бўлади.

Нанопленкалар, нанотолалар, наносорбентлар, нанотрубкалар, наногеллар, наноконкомплекслар, наноконкомпозитлар ва уларнинг амалий қўлланиши

Нанотехнологиялар билан бошқа соҳаларнинг алоқадорлиги ҳақида сўз борганда келажакда ҳаттоки мактаб дарсликлари ҳам нанотехнологиялар асосида ўқитилишига ҳеч шубҳа йўқ.

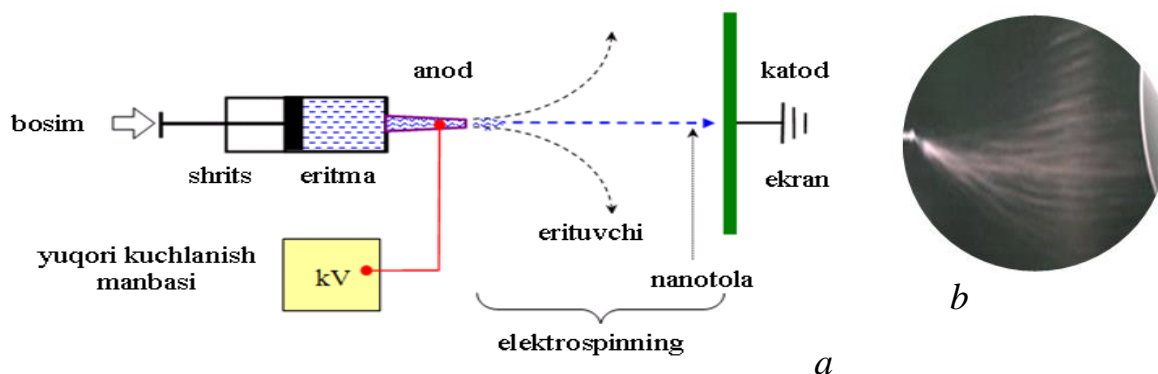
Айниқса нанотехнологиялар соҳасининг физика, кимё ва биология соҳалари билан боғлиқлиги келажакда яна ҳам узвий бўлади. Лекин, шуни айтиш керак-ки, ахборот технологиялари соҳасининг ривожланишисиз барча соҳалар учун зарур бўлган ассемблер ва наноэлектроникалар ривожланишини ҳам тасаввур қилиб бўлмайди.

Полимер нанотолалар шакллантиришнинг электроспиннинг усули

Нанотолалар шакллантиришда энг замонавий усуллардан бири электроспиннинг бўлиб, бу усулнинг принципиал асоси аслида 1934 йилда тавсия этилган. Унда эритма оқими бўйлаб юқори кучланишли доимий электр майдони таъсир эттирилганда, эритувчини бўғланиши ҳамда полимер молекулалари бир бирига ориентатсиён бирикиб 10 – 30 см масофада толалар шаклланиши кузатилган. Аммо шаклланган толалар бир-бирига чигаллашиб кетган ва нобарқарор тузилишга эга бўлган. Бу камчиликларни бартараф этиш, барқарор толалар, жумладан, наноўлчамли толалар шакллантиришга 1990 йилларга келиб Берклилик АҚШ олимлари жиддий киришишган. Бунинг учун яқин майдонли электроспиннинг (*near-field electrospinning process*) қўлланилган ва унинг самарадорлиги ҳозирда жадал ривожланаётган полимер нанотолалар олишнинг янги даври бошлаб берган.

Электроспиннинг жараёни ичгичка (0,1 ÷ 2,0 мм) капиллярдан (*аноддан*) чиқаётган полимер эритма оқимини ҳавода юқори кучланиш (0,5 ÷ 50 кВ) таъсири остида экранга ёки барабанга (*катодга*) электростатик тортиш ва

оқимдан эритувчини жадал бўғлантириб чиқариб юбориш ҳамда полимер молекулаларини ориентатсион ҳолатга ўтказиб бир бирига ўралган (*ешилган*) тарзда наноўлчамли тола кўринишида шакллантиришга асослангандир. Одатда анод ва катод ўртасидаги масофанинг ҳар бир см га бир кВ дан доимий кучланиш мўлжаллаб берилади (1-жадвал). Электроспиннинг жараёнининг принципиал чизмаси 12-расмда келтирилган⁵.





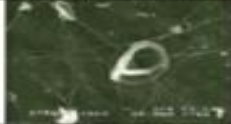


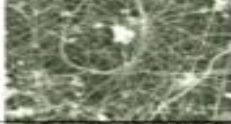
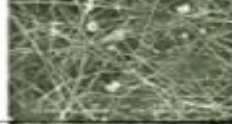

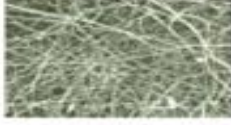
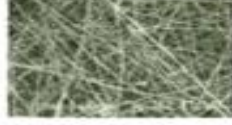
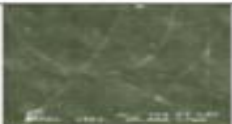
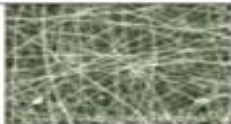
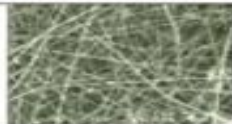

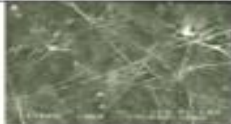
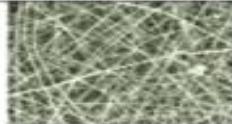

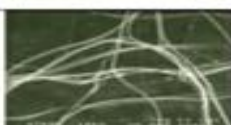
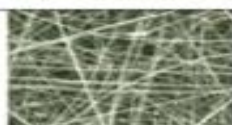


2-расм. Электроспиннинг принципиал чизмаси (a) ва электр майдонида филерадан чиқаётган полимер суюқ фазали оқимдан эритувчини сочилиши ва макромолекулаларни ориентатсион эшилган ҳолга нанотолалар бўлиб шаклланиб экранга бориб тушишининг фотосурати (б)

1-жадвал. Электроспиннинг нанотолалари морфологиясига полимер концентрацияси (C) ва юқори электр кучланишининг таъсири.²

⁵ Холмуминов А. Полимерлар физикаси, Тошкент, Университет, 2015, 252 б.

² . Feng Kai. In investigation on phase behavior and orientation factor of electrospun nanofibers. The Uni. of Tennessee, Knoxville (US), 2005. –P. 106.

<i>C, %</i>	<i>U, kV</i>		
	15	20	25
0,50			
0,75			
1,00			
1,25			
1,50			
1,75			
2,00			

Кучланишни ($15 \div 25$ кВ) ва консентратсияни ($0,5 \div 2,0$ %) турли миқдорларида электроспиннинг жароёнини амалга ошириш орқали ҳар хил морфологияга эга бўлган нанотолалар шакллантирилган ва уларнинг оптимал шароитлари аниқланган. Шу билан бирга нанотолалар шакллантириш полимерларнинг турлари, конфигурацияси, конформацияси, молекуляр массавий тавсифлари, полиэлектролит хоссаларига ҳам боғлиқдир.

Полимер нанотолаларни махсус хоссаларга эга болишида эритмани таркиби ва аралашмалар табиати ҳам муҳимдир. Ушбу таъкидланган жиҳатларни инобатга олган тарзда нанотолаларни шакллантириш катта амалий аҳамият касб этади.

Назорат саволлари:

1. Наноструктураларда квант ўлчам эффектларини тушунтиринг.
2. Квант чегараланиши деганда нима тушунилади?
3. Нанообъектларни синтезлаш усулларини тавсифланг

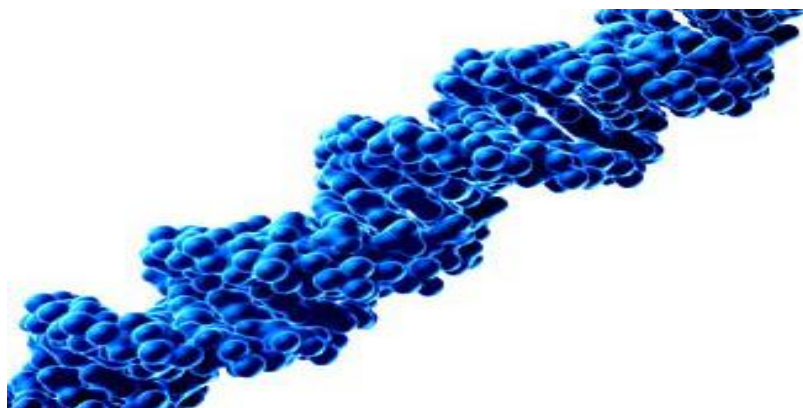
3-мавзу. Кимёваий ва физик синтезлаш усуллари. Нанотрубкалар, нанородлар, наносимлар, квант нуқталари наноплёнкалар. Нанообъектларни кузатиш воситалари.

РЕЖА:

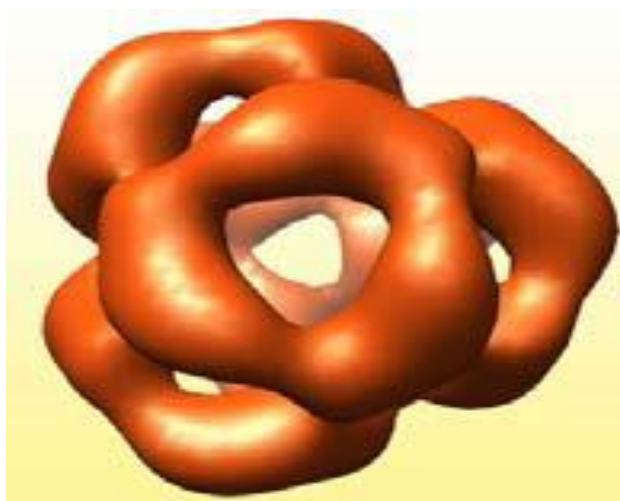
1. Кимёваий ва физик синтезлаш усуллари.
2. Нанотрубкалар, нанородлар, наносимлар, квант нуқталари наноплёнкалар.
3. Нанообъектларни кузатиш воситалари.

Таянч иборалар: *Нанотрубкалар, нанородлар, наносимлар, квант нуқталари наноплёнкалар.*

“Наноструктуралар”, “Наноходисалар”, “Наножарёнлар”, ва “Нанотехнологиялар” тушунчаси. Наноструктуралар – катталиги (ўлчами) 1 дан 100 нанометргача бўлган объектлар (манъбалар). (Нанометр – метрни миллиарддан бир бўлаги, 10^{-9} м). Наноструктуралар, на фақат инсонлар яратган энг кичик манбалар, балки улар энг майда қаттиқ материаллар бўлиб, уларни алоҳида ажратиб олиш, ҳатто улардан баъзиларини манипуляция қилиш ҳам мумкин.



1-расм- ДНК ни икки занжирли молекуласи.



2-расм. Оксил молекуласи - тирик системада энг кўп тарқалган наноструктуралар (катталиги 4-50 нм).

Наномасштаб жуда ноёб, чунки нанодунёни элементларни фундаментал хусусиятлари, уларни размери билан шунчалик боғлиқки, бундай боғлиқлик бошқа бирор масштабда сезилмайди. Молекуляр даражада, атомларни, молекулаларни ва наноконкомплексларни ўзларини тутишлари билан боғлиқ бўлган, янги физик-кимёвий хусусиятлар пайдо бўлади. Биологик наноструктураларга масалан, катталиги 4-50 нм оралиғида бўлган оксил молекулаларини киритиш мумкин. Қалинлиги 1-2 нм га тенг бўлган ДНК молекулаларини ҳам, уларни узунлиги бирнеча миллиметрга тенг бўлишига қарамасдан, наноструктурага киритиш мумкин. Тирик организмлардан, ҳаётни ҳужайрасиз шакли бўлган вирусларни нанодунёга киритиш мумкин. Вирусларни катталиги 10-200 нм оралиғида ётади.

Нанобўлакчалар яратиш технологиясида, моддаларга ишлов беришни бир-биридан табора фарқ қилувчи икки ёндашув маълум:

–“**Тепадан пастга**”, яъни физик жисмларга механик ёки бошқа хилдаги таъсир кўрсатиб, уларни катталигини (ўлчамини - размерини) нанометрга тушириш;

–“**Пастдан тепага**”, яъни йирикроқ нанообъектларни “пастроқ қаторда” турган элементлардан (атомлар, молекулалар, биологик ҳужайраларни структурали бўлаклари ва ҳ.к) йиғиш.

Наноструктуралар (нанобўлакчалар) иштирокида бажариладиган жараёнлар **наножараёнлар** деб аталади. Тирик организмдаги энг асосий наножараён – оксил биосинтези.

Тирик системаларни молекуляр ва субҳужайра тузилиши– нанодунё даражаси сифатида. Тирик системани молекуляр даражадаги тузилишини белгиловчи структураларни энг асосийлари биомакромолекулалар ёт биополимерларни молекулалари ҳисобланадилар. Улар, нуклеин кислоталари, оксил ва полисахаридлар молекулаларидан иборат. Бу молекулалар размери каттароқ бўлган, надмолекуляр биологик структуралар (наноконкомплекслар) ҳосил қилиш хусусиятига эгалар.

Надмолекуляр биологик структуралар:

–Оқсиллар, нуклеин кислоталар, карбонсувларни макромолкулалари ва уларни комбинациялари (мураккаб оқсиллар, нуклеопротеидлар ва ҳ.к);

–Регулятор молекулалар (гормонлар, ферментлар, медиаторлар, хилма-хил биологик фаол моддалар);

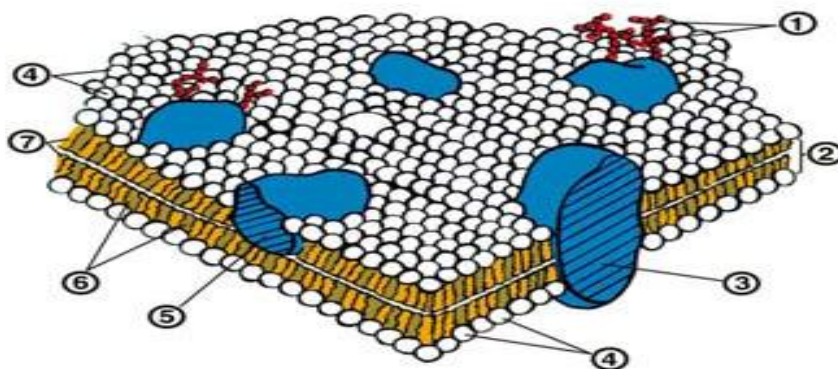
–Сув, ёғ ва бошқа моддаларни молекулалари;

–Ионлар;

–Мустаҳкам ионлар ва сув молекулаларидан ташкил топган атом-молекуляр комплекслар, ҳамда ҳужайраларни юқорида келтириб ўтилган органик моддаларнинг молекулалари ёрдамида ҳосил бўлади.

Атом-молекуляр комплекслар таркибидаги молекулаларни ва ионларни биргаликдаги хоссалари, жуда ҳам ўзига хос (специфик, яъни махсус) аммо, ҳозирча яхши ўрганилмаган. Мана шунга ўхшаган надмолекуляр нанобиокомплексларни ҳосил бўлиши, фаолият кўрсатиш ва парчаланиши, баландроқ – надмолекуляр ёки субҳужайрали даражада ўтади. Бунда, биологик мембраналар алоҳида ўрин тутади. Биологик мембраналар, барча тирик организмлар ҳужайрасида плазмалеммалар ва кўплаб бошқа органоидлар шаклланишида иштирок этадилар.

Бу хусусиятларни ўрганиш ва назорат қилиш, бир дунё функционал молекулалар қурилмалар очишга имкон беради. Улар, бутун дунёда жадаллик билан ривож топаётган нанобиотехнологияни предмети ҳисобланадилар.



3-расм. Биологик мембраналарнинг чизмаси.

1-мураккаб оқсиллар-гликопротеинларни углевод (карбонсув) занжири; 2-липидларни биомолекуляр қавати; 3-трансмембраналик оқсил; 4-липид молекулаларини гидрофил қисми; 5-ярим интегралланган оқсил; 6,7-липид молекулаларини гидрофоб қисми.

Нанодунёни ўрганишда ишлатиладиган микроскоплар. Ёруғлик микроскопи. Кўплаб ҳайвон ҳужайраларини ўлчами-10-20мкм га тенг. Бу одам кўриши мумкин бўлмаган ҳар қандай бўлакчадан 5 марта кичик (одамни кўзи, тўғридан –тўғри, катталиги 100 мкм га тенг бўлган буюмни кўра олади).

Ҳайвон ҳужайрасини оддий ёруғлик микроскопи орқали кўриш мумкинми? Ёруғлик микроскопида кўриш мумкин бўлган энг кичик

структура, рухсат этилган ораликни энг қисқаи билан (d_0) белгиланади. Оралик- асосан ёруғлик тўлкини (γ) нинг узунлигига боғлиқ. Бу боғлиқлик, кўйидаги формула билан изоҳланади:

$$D_0 = 1/2 \gamma$$

Эслатма: микроскопни кўрсатиш имконияти: $d_0 = 0,61 \gamma / n \sin Q$ формуласи орқали ҳисобланади.

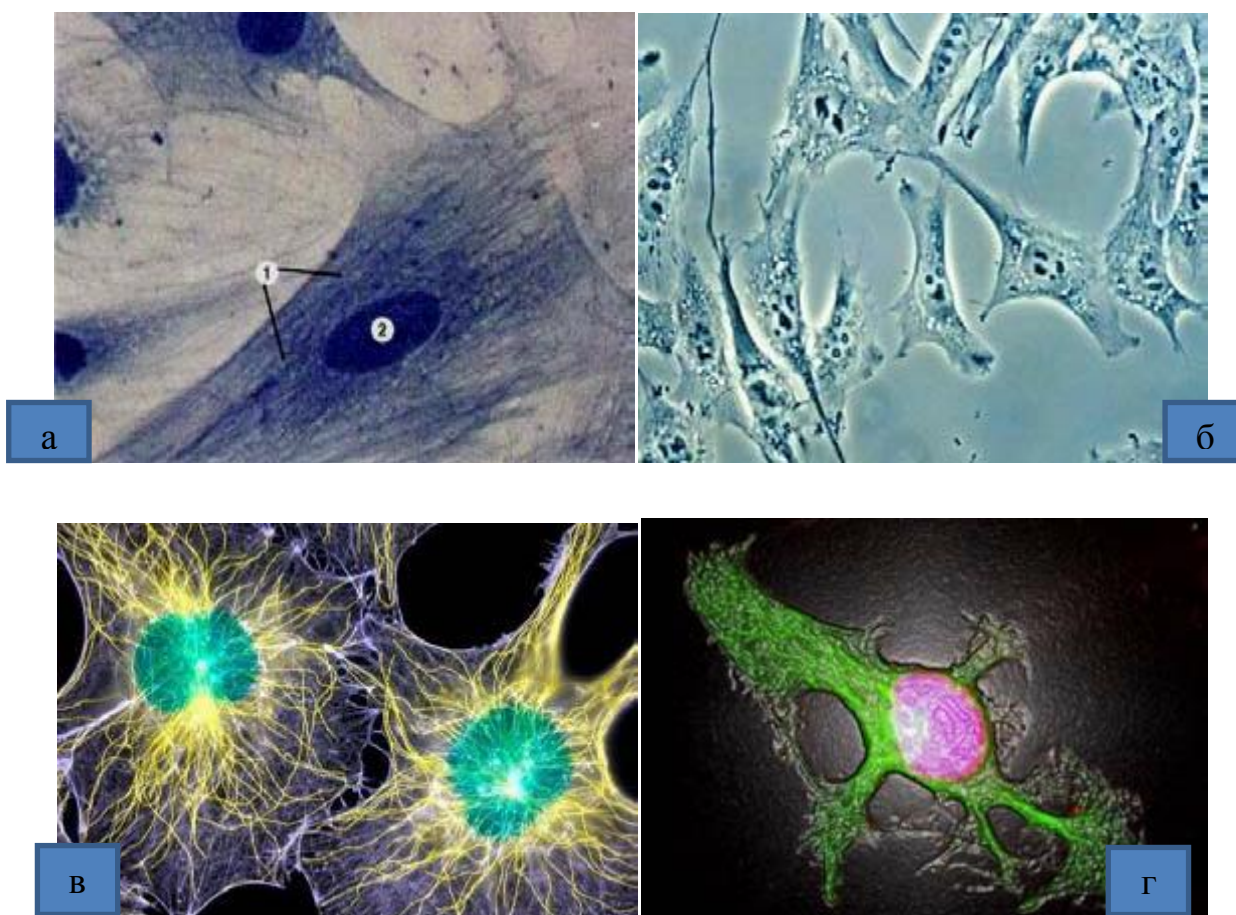
Бу ерда γ – ишлатилган ёруғликни тўлқин узунлиги (оқ ранг учун 0,53 мкм қабул қилинган), n – муҳитни синиш коэффиценти. Бу нусхани объектив линзасидан ёки конденсатордан ажратиб туради (одатда, ҳаво ёки ёғдан); Q -объективни оптик ўқ билан объективга тушадиган энг кўп нур орасидаги бурчак.

Одатда, ёруғлик микроскопларида, ёруғлик манбалари сифатида кўриш спектридаги (400-700 нм) ёруғлик ишлатилади. Шунинг учун микроскопни максимал кўрсаткичи 200-350 нм (0,2-0,35 мкм) дан ошмайди. Демак, размери бирнеча микрометрга тенг бўлган ҳайвон хужайраларини одатдаги ёруғлик микроскопи ёрадамида кузатиш мумкин. Аммо, тирик организмларни хужайралари, рангсиз ва тиниқ бўладилар. Шунинг учун ҳам табиий ҳолатда хужайралар ёруғлик микроскопида кўринмайди. Шундай экан, ҳайвон хужайрасини қандай қилиб микроскопда кўриш мумкин?

Хужайраларни кўзга кўринарли қилишни ҳар хил йўллари маълум.

Биринчидан, ҳар хил бўёқлардан фойдаланиб бўяш (6^a -расм). Масалан, ишқорий бўёқлар (гематоксилин, азур) хужайрани нордон компонентларини ядрони (нуклеин кислоталарини) специфик бўяйдилар. Нордон– бўёқлар эса. (эозин) ишқорий реакцияга эга бўлган хужайра структуралари (цитоплазманинг оксиллари) билан боғланиб ранг берадилар.

Иккинчидан, ёруғлик микроскопиясининг хилма-хиллиги ҳам хужайраларни кузатишга ёрдам беради. Шулардан бири – фазо – контрастли микроскопия методи, тирик бўлмаган хужайрани кузатиш имконини беради. Бўялмаган структураларни контрастлиги, микроскопга уланадиган кўшимча оптик системалар ҳисобидан кўчаяди. Контрастликни кўтарилиши, ёруғликни ўтаётган хилма-хил синдирадиган хужайра структураларини кузатиш имконини беради.



4-расм. Фибробластлар. а) ёруғлик микроскопияси ёрдамида олинган сурат (1- актинли микрофиламенлар, 2-ядро) $\times 1000$ (минг марта катталаштирилган); б) фазо – контрастли микроскопия $\times 500$; в) иммунофлуоресцентли микроскопия (микротрубкалар сариқ рангга бўялган) $\times 980$; г) конфокален микроскопия $\times 1000$.

Тирик хужайраларни кузатишни иккинчи йўли, бу **флуоресцент микроскопия усули**. Бу усул, қатор моддаларни қисқа тўлқинли нур таъсирида ёруғлик бериш (флуоресценацияланиш) хусусиятига асосланган. Кўплаб пигментлар, витаминлар, гормонлар ва қатор бошқа моддалар, хужайрага қисқа тўлқинли нур туширилганда, ўз-ўзидан (спонтан) флуоресценцияланиш хусусиятига эгалар. Худди шундай хусусиятга тирик организмларни барча хужайралари ҳам эга, аммо кўп ҳолатларда бу воқеялик жуда ҳам кучсиз намоён бўлади. Бундай ҳолатларда, кўплаб хужайралар ичидаги структураларни кузатиш учун иккаламчи ёки наведенной флуоресценциядан фойдаланилади. Бу эса, хужайрага олдиндан махсус флуорохромлар (флуоресцеин, родамин ва х.к) билан ишлов беришни талаб қилади.

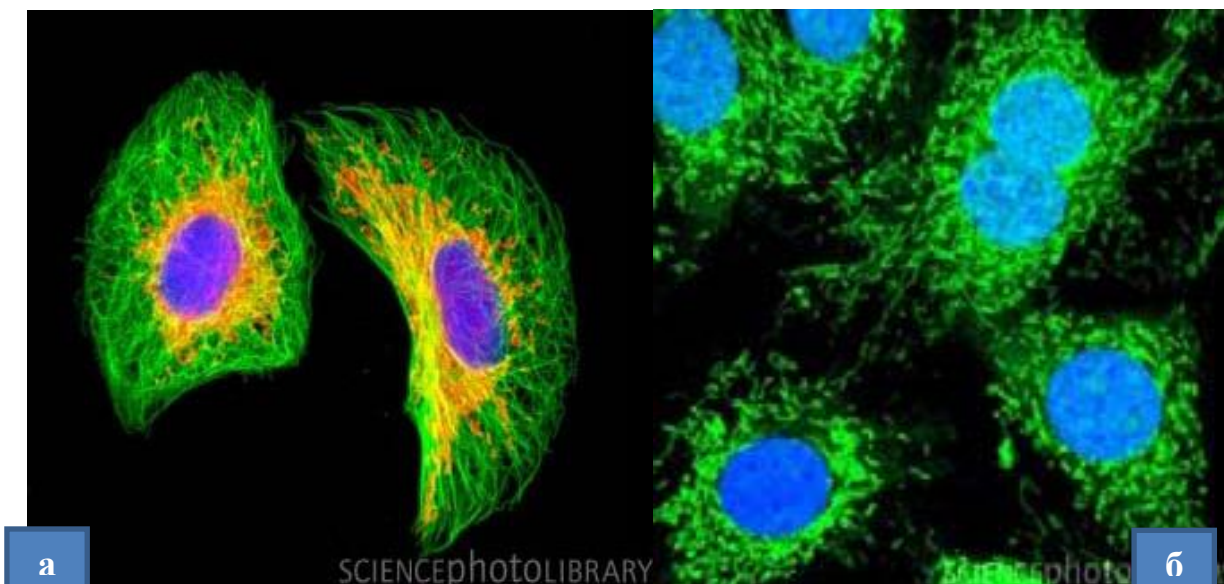
Флуорохромлар антителаларни молекулалари билан боғланишлари мумкин, бу эса уларни фақат маълум макромолекулалар билан танлаб боғланувчи юқори специфик реагентлар сафига қўшиб қўяди.

Флуоресценцияни бу турини **иммунофлуоресценция** деб аталади. Бунда, аввал оқсилга (масалан тубилинга) антитана сақлаган специфик зардоб олинади. Тозаланган антитаналар кимёвий йўл билан флуоресцент микроскоп ёрдамида, (текшириладиган объектда) хужайрада оқсилни локализациясини флуорохромни нур бериши орқали ўрганилади.

Ёруғлик микроскопидан фойдаланиб, объектни учўлчовли кўринишини аниқлаш мумкинми? Одатда, ёруғлик микроскопияси унчалик катта ёруғлик бера олмайди. Бу эса, ўрганиладиган объектни уч ўлчовли кўринишини аниқлаш имконини бермайди. Бу муаммо, конфокалли сканирловчи ёруғлик микроскопи яратилиши билан ижобий ҳал қилинган. Бунда нур берувчи сифатида, лазер нуридан фойдаланилган, Бу нур, биринкетин препаратни бутун қалинлигини сканер қилиш имконини беради. Объектни зичлиги ҳақида информация, сканирлашни ҳар-бир линияси бўйлаб, компьютерда узатилади, ва бу ерда (компьютерда) махсус дастур ёрдамида, объектни ҳажмдор учўлчовли тасвири реконструкция бўлади. Одатда, бундай кузатишлар учун, флуорохромлар билан бўялган объектлар ишлатилади. Конфокалли микроскоп хужайрани шакли, цитоскелети, ядро ва хромосомани структуралари ҳамда хужайра ичидаги органеллаларни жойланиш характери ҳақида ахборот тўплаш имконини беради.

Биологияда ишлатиладиган флуорохромларни кўпчилиги, қуйидаги бирикмаларга кирадилар. Уларни камчиликлари қуйидагилардан иборат: 1- паст даражада фотостабиллик; 2- бир неча объектларни бир вақтда кўриш учун ҳар хил бўёқлардан фойдаланиш зарурияти; 3- бу бўёқларни флуоресценциясини кучайтириш учун тегишли бўлган ёруғлик манбаларини танлаш зарурияти.

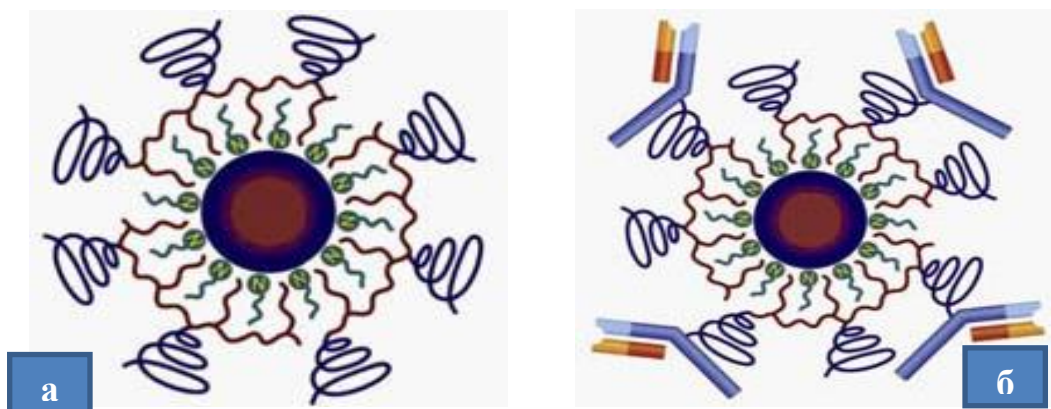
Органик флуорохромларни бу камчиликларини қандай қилиб йўқотиш мумкин? Бу муаммони, квант нуқталари ёки ноорганик флуорохромлар ишлатиш орқали ечилди.



5-расм. Конфокалли микроскопия: а-буйракни эпителиал хужайралари, $\times 1000$ (митохондрия тўқ сариқ рангда), б- одамни ишии хужайралари HeLa $\times 1000$ (митохондриялар яшил рангга бўялган).

Квант нуқталар – яримўтказгич нанокристаллар ҳисобланадилар. Биологик тадқиқотларда **CdSe** ни **ZnS** билан қопланган. **ZnS** квант нуқталани оксидланишига чидамлилигини оширади ва флуоресценцияни интенсивлигини бирнеча мартага оширади.

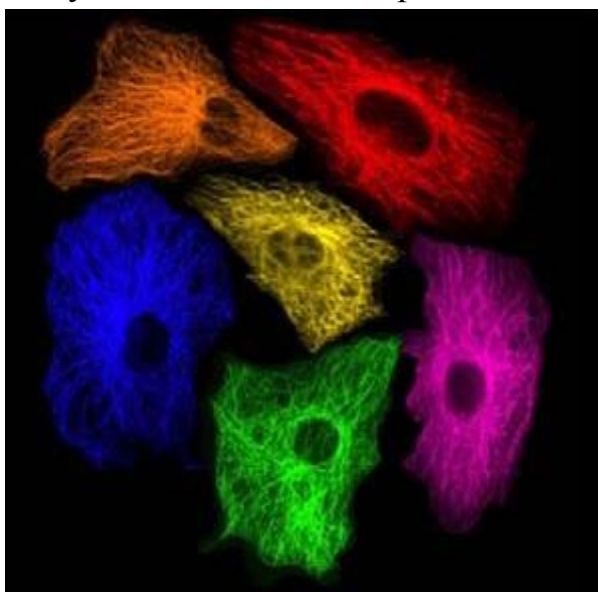
Нанокристалларни размерини ўзгартириб, оптик спектрни хоҳлаган жойига ўрнаштирилган, флуоресценцияга эга бўлган флуорохромни олиш мумкин. Аммо, **Cd Se/ZnS** ни нанокристалларини биологик системада ишлатиш, уларни жуда паст бўлган гидрофиллиги учун, ишлатилиши чегараланган. Квант нуқталарини солубилизация қилиш (сувли муҳитга ўтқазиш) методларидан бири, уларни сиртида полимер қават ҳосил қилиш ҳисобланади. Кейин бундай полимерга антителалар боғлаш мумкин бўлади. Бу эса, ўз навбатида нанокристаллни биологик мишенга специфик ва юқори даражада танлаб боғлаш имконини беради.



6-расм. Квант нуқтани тузилиш чизмаси. а) полимер билан қопланган; б) антителолар билан қопланган. 1- ядро (Cd Se), 2-ZnS қават (оболочка), 3 – полимер, 4 – антитела (антитана).

Ҳар хил размерга эга бўлган квант нуқталар, кенг диапазонли оптик спектрли (ультрабинафшадан – яқин инфрақизил областгача) нурларни юта оладилар. Бу эса, бир манба ёрдамида, нанокристалларни ҳар хил рангга кириб товланишини таъминлайди.

Нанокристаллар органик флуорохромларга караганда, юқорирок фотостабилликка ва қисқа спектрли флуоресценцияга эгалар. Нанокристалларни юқори даражада фотостабиллиги (бу хусусият, органик флуорохромларга нисбатан бирнеча даража баланд), уларни конфокалли микроскопияда ишлатиш имконини беради. Бунда, узоқ вақт давомида (соатлаб, хатто бирнеча кунлаб), реал вақт режимида, ҳужайра ичида ўтадиган жараёнларни кузатиш имконини беради.



7.-расм. Фибробластларда, квант нуқталар ёрдамида α - тубулин оқсилини топилиши. Конфокал микроскопия.

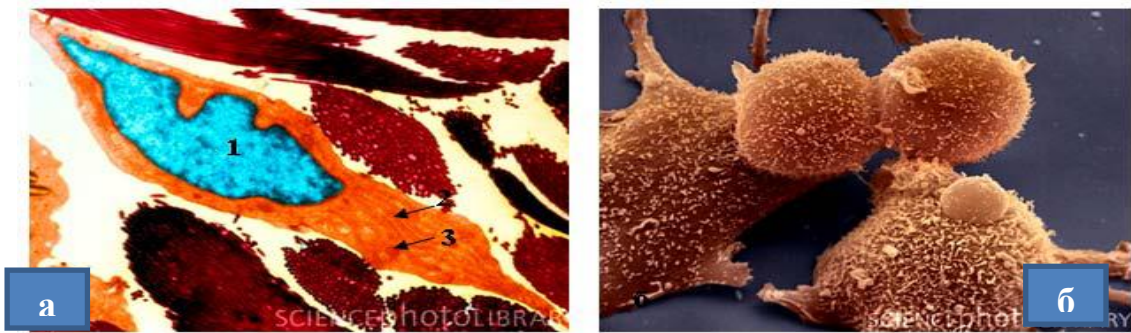
Электрон микроскопия. Электрон микроскопияда, жуда тўлқин узунлигига эга бўлган электронлар оқимидан фойдаланилади. 50 кВли кучланишда, электромагнит тебранишларни тўлқин узунлиги 0, 0056 нм ни ташкил қилади. Бу шароитларда, назарий ҳисоблаб чиқилган, максимал оралиқ – 0,002 нм га тенг бўлиши мумкин. Бу, ёруғлик микроскопига нисбатан 100000 марта кичик. Демак, электрон микроскопни кўриш имконияти, ёруғлик микроскопига қараганда, 100000 марта каттароқ. Замонавий электрон микроскоп катталиги 0,1-0,7 нм га тенг бўлган жисмни кўра олади, агар биологик объект бўлса, бу рақам 2 нм атрофида бўлади.

Ҳозирги вақтда, биологияда трансмиссион (ёритиб кўриш) ва сканирловчи электрон микроскоплардан кўпроқ фойдаланилади. Трансмиссион электрон микроскоп ёрдамида, ўрганиладиган объектни иккаламчи тасвири олинади.



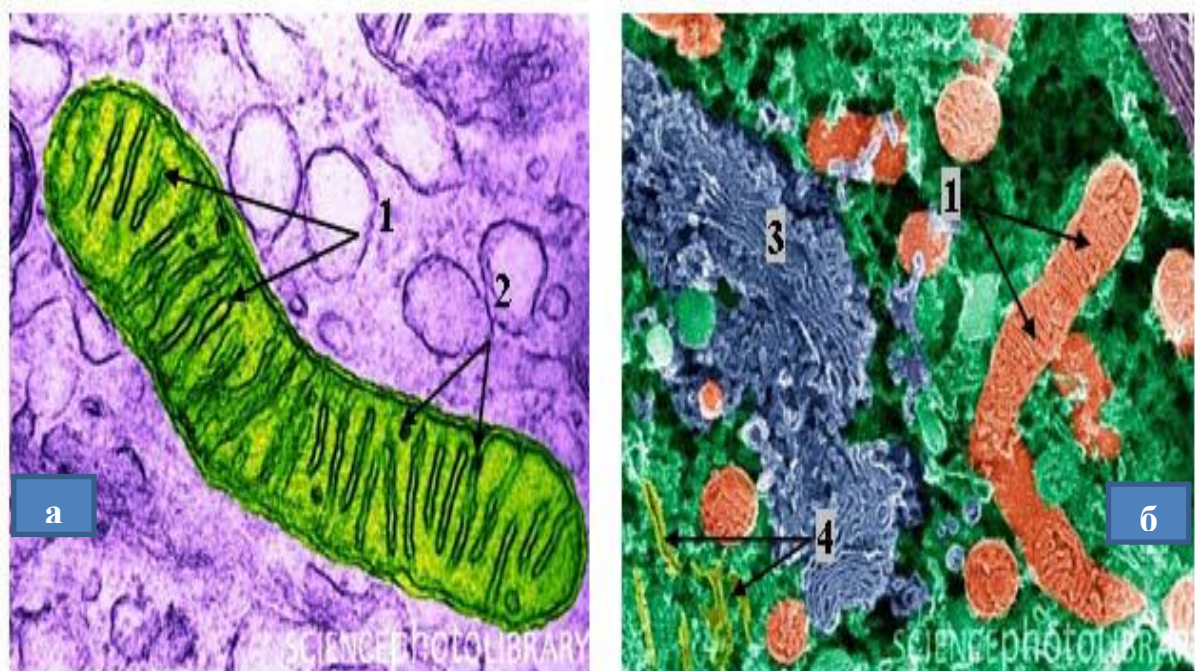
8-расм. Биологик тадқиқотларда ишлатиладиган трансмиссион (ёритиб кўрувчи) электрон микроскопларни кўриниши.

Трансмиссион электрон микроскопияда, биологик объектларни ультранафис (юпқа) кесмаларидан (қалинлиги, 0.1 мкм га тенг бўлган) фойдаланилади ва уларни контрастлиги оғир металллар ёки уларни тузлари ёрдамида кучайтирилади .



9-расм. Фибробластни ёритувчи (а) ва сканирланган (б) электрон микрофотографиялар: 1 – ядро, 2 – эндоплазматик тўрнинг донатор (гранула) каналлари, 3 – лизосома $\times 10000$.

Электрон микроскопия ёрдамида объектни фазовий тасвирини олиш мумкинми? Бундай кузатишларни олиб бориш учун сканирловчи электрон микроскоп яратилган. Объекти тасвири шаклланишида, объект қайтарган электронлар қатнашадилар. Бунинг учун, объектни сиртини электрон ўтказадиган қилиш керак. Кўп ҳолатларда бу, нусха сиртига нафис металл порошокларини пуркаш орқали энг катта устуворлик томони – катта аниқликка эгалиги ҳисобланади. Аммо уни кўриш имконияти (биологик объектлар учун 3-5 нм га тенг), трансмиссион электрон микроскопга нисбатан анча паст.



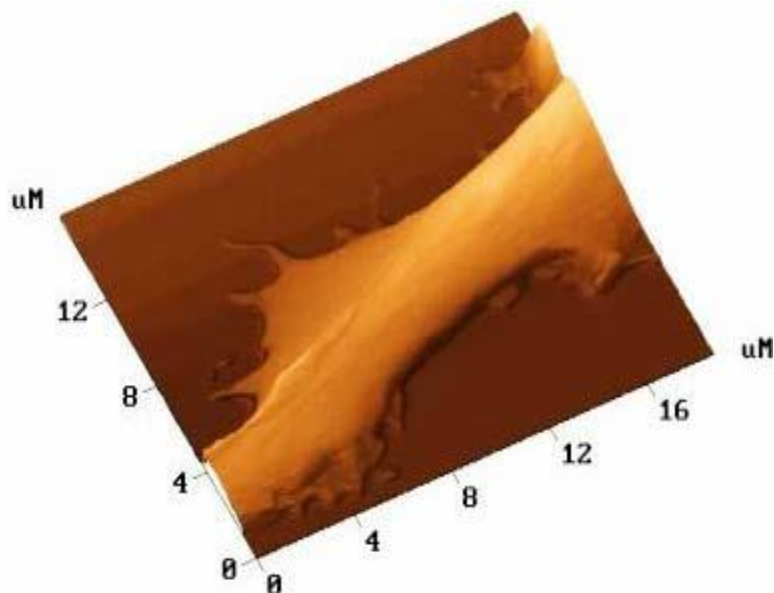
10-расм. Хужайра органондларини трансмиссион (а) ва сканирланган микрофотографиялари: 1 – митохондрия кристаллари. 2- митохондрия матриксидаги гранулалар; 3- Гольджи аппарати, 4- эндоплазматик тўрнинг каналлари $\times 20000$.

Сканирловчи электрон микроскопияни камчилиги, объектга металллар кукуни билан ишлов бериш заурлиги, бу эса, хужайра қобиғидаги баъзи структураларни тасвирини аниқ чиқмаслигига олиб келади. Бундан ташқари, тадқиқот учун тайёрланган нусхаларни хужайралари ўлиб қоладилар.

Биологик структураларни, табиий ҳолатга яқинроқ бўлган шароитда кузатишни қандай таъминлаш мумкин? Бу муаммо, сканирловчи зондли микроскоп яратилиши билан ўз ечимини топди. Бу микроскоп ўзини кўриш имкониятлари бўйича электрон микроскопдан кам эмас.

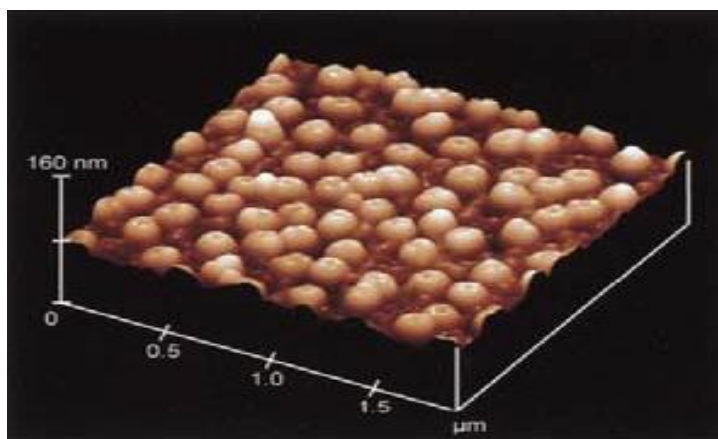


11-расм. Сканирловчи –зондли микроскоплар, ўқув – илмий лабораторияларда.



12-расм. Сканирловчи –зондли микроскоп ёрдамида олинган фибробластларни бир қисмини тасвири.

Атом-куч микроскопия. Замонавий биологик тадқиқотларда атомли-куч микроскопиядан кенг фойдаланиб келинмоқда. **Бу микроскопни ўзига хос томони нима?** Атом-кучли микроскопни ишлашини асосида, зондни ўрганиладиган объектни сирти билан содир бўладиган ўзаро таъсирни ҳар хил турларидан фойдаланиш ётади. Улар орасида, Ван-дер-Ваальс кучлари, электростатик, капиллярли, кимёвий ўзаро муносабатлар ва бошқалар бор. Бу метод нусхани мураккаб йўллар билан тайёрлашни талаб қилмайди, хусусан электрон микроскопияда ишлатиладиган объектни контрастлигини металл ёрдамида оширишни кераги йўқ. Бу усул нусхаларни нафақат ҳавода, балки суюқликда ҳам ўрганиш мумкин. Атомли-куч микроскопияни устуворлиги, уни кўриш имкониятлари: у, атомлар ва молекулалар даражасида учламчи тасвирни олиш имконини беради.

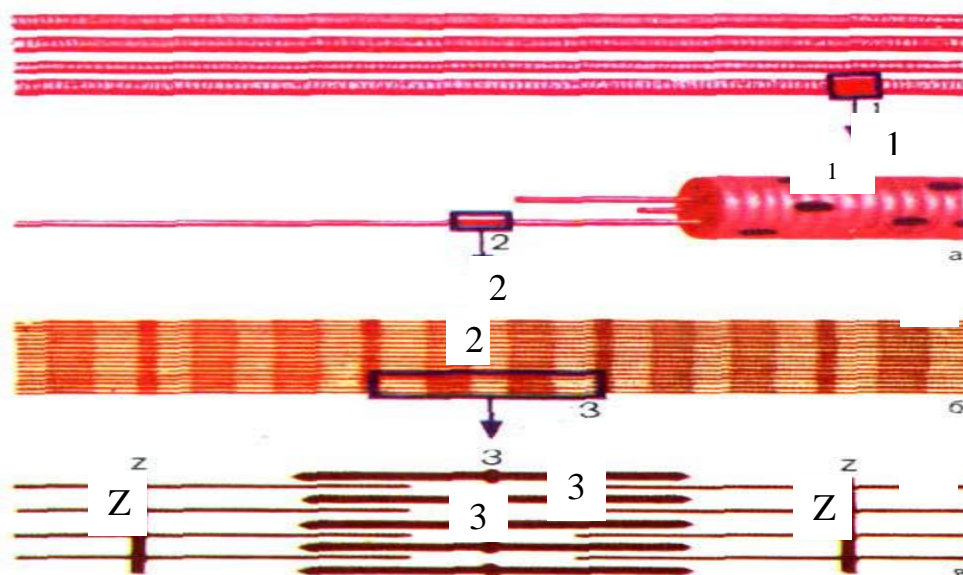


13-расм. Атомли-куч микроскоп ёрдамида ядро оқсилларни комплексини кўриниши.

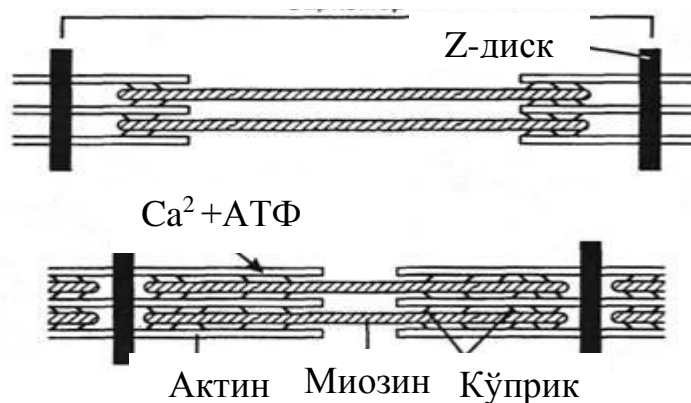
Тирик ҳужайраларда оқсилли “наномоторлар”.

Ҳозир яшаб турган организмларда табиат 3,5 млрд. йил аввал конструкция қилган наномоторлар ишлаб турганига ишониш қийин. Оқсилли “моторлар” ҳужайрада содир бўладиган табиий наножараёнларда иштирок этадилар. Масалан, ҳужайрадаги энергияни универсал манбаи бўлган АТФ ни синтези оқсилли наноструктура – АТФ – синтаза ферменти иштирокида ўтади. Бу фермент – биргаликда ишловчи иккита роторли наномоторлардан тузилган механик ускурмадир. Моторлардан чиқадиган механик энергия, АТФ молекуласини синтезида ишлатилади.

Роторли моторлардан ташқари, тирик организмларни ҳужайраларида юздан кўпроқ наномоторлар, учрайдилар. Бу наномоторлар тўғри чизиқли ҳаракатни таъминлаб турадилар. Улар, ҳужайраларни ҳар хил қисмларида жойлашган бўлиб, бир-бирларидан функциялари билан фарқ қиладилар. Баъзи наномоторлар бирнеча юзлаб қадамлардан иборат бўлган мураккаб таъсирларни амалга оширадилар, баъзилари эса, фақат биргина таъсирини бажаришга мўлжалланган. Оқсилли моторлар бир-бирларидан нафақат таъсири билан, балки оғирлиги билан ҳам фарқ қиладилар. Ҳозирги вақтда, оқсилларни уч катта сигментига: миозин, динеин, кинезин га кирувчи тўғри чизиқли ҳаракатланувчи моторлар жадаллик билан ўрганилмоқда. Миозин оқсили 1864 йилда, очилган бўлсада, фақат XX асрнинг иккинчи ярмига келиб, уни механик энергияни ишлатиши аниқланган. **Миозин молекуласи**, оддий механик қўл бўлиб у, бир хил ҳаракатланишни амалга ошириб, кейин ҳаракат жараёнидан чиқиб кетади.



Саркомер

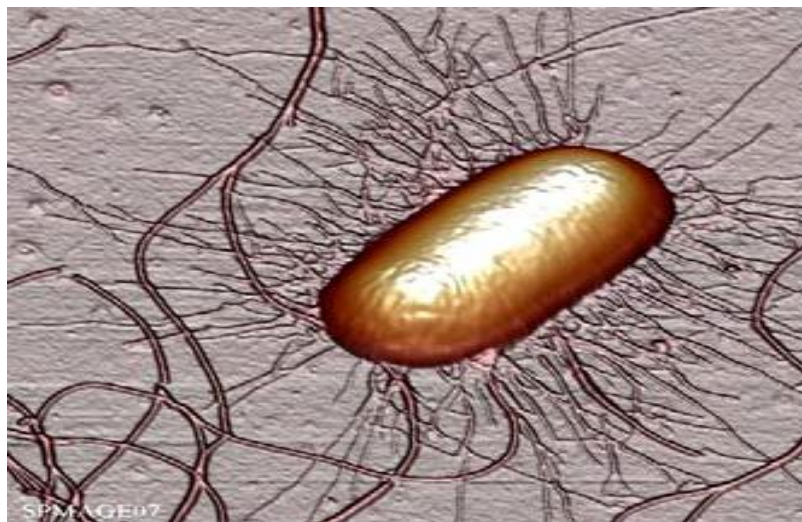


14-расм. Мушакларни қисқартириш схемаси, унда миозин оқсил асосидаги, тўғри чизикли ҳаракатланувчи оқсилли матор иштирок этади: 1 – мушак толалари; 2 – мушак толасининг махсус органоидини фрагменти – миофибриллар; 3 – миозин молекуласи

Расмни пастки (оқ - қора) қисмида миозинни молекуласини актин молекулаларига нисбатан $\frac{1}{2}$ доира тўғри чизикли ҳаракати шундай акс эттирилганки, молекулаларни бир-бирларини вақтинчалик боғлар кўприкчалар ҳосил қилиб “қоплаши кўпаяди”.

Кинезин оқсилини икки қўлли наноробот сифатида қараш мумкин. Бу қўллар ёрдамида, у йўлбоши бўйича ҳаракатланади. Йўлбоши – оқсил кетма-кетлиги ҳисобланади. Бу кетма-кетлик, охирида полярланган. Кинезин бўйлаб манфий полюсдан мусбат полюсга қараб ҳаракатланади. Кинезинли нанороботлар ҳар хил типдаги ҳужайраларда катта миқдорда учрайдилар.

Бактерияларда, масалан ичак таёқчасида механик оқсилли наноқурилмаларни яна бир қизик мисоли учрайди.



15-расм. Ичак таёқчаси. *E. Coli* ҳаракатга келтирувчи усқурма – хивчинлар – роторли наномоторлар ҳисобланадилар

Бу механик роботлар гуруҳи бўлиб, улар ўзларини, “қўл – оёқларини” ҳаракатланиши ёрдамида хужайрани сузиб юришини таъминлайди. Бундай роботларни размерларининг диаметри тахминан 45 нм. Уларни фаолияти ҳаётини муҳим функцияни таъминлайди, чунки, унчалик қулай бўлмаган муҳитдан яхшироқ муҳитга ҳаракатланиш ичак таёқчасига ўхшаган организмларни тирик қолишини таъминлаб беради. Олимларни аниқлашларига кўра, механик роботларда ҳаракатга келтирувчи асосий усқурма роторли наномоторлар ҳисобланар экан. Бунда, роботларни таркибига бошқа қизик механизмлар, масалан, бўлакчаларни ҳисобга олувчилар, ўлчовли усқуналар ва ҳ.к. Бу роботларни структурасини ўрганиш учун кўп ишлар қилиш керак, энг аввало бундай нанороботларни шакллантирадиган 20 хил оқсиллар қандай ўзаро муносабатларга киришини аниқлаш зарур.¹

Назорат саволлари:

1. Қандай синтезлаш усуллари мавжуд?
2. Нанотрубкалар, нанороботлар, наносимлар, квант нуқталари наноқурилмалар деб нимага айтилади?
3. Нанообъектларни кузатиш воситалари нималардан иборат?

4-мавзу. Сканловчи зондли микроскопия, электрон микроскопия, сканловчи электрон микроскоп, трансмиссион электрон микроскоп. Спектроскопик усуллар. (2 соат).

РЕЖА:

1. Сканловчи зондли микроскопия, электрон микроскопия.
2. Сканловчи электрон микроскоп, трансмиссион электрон микроскоп.
3. Спектроскопик усуллар.

Таянч иборалар: *Сканловчи зондли микроскопия, электрон микроскопия, спектроскоп.*

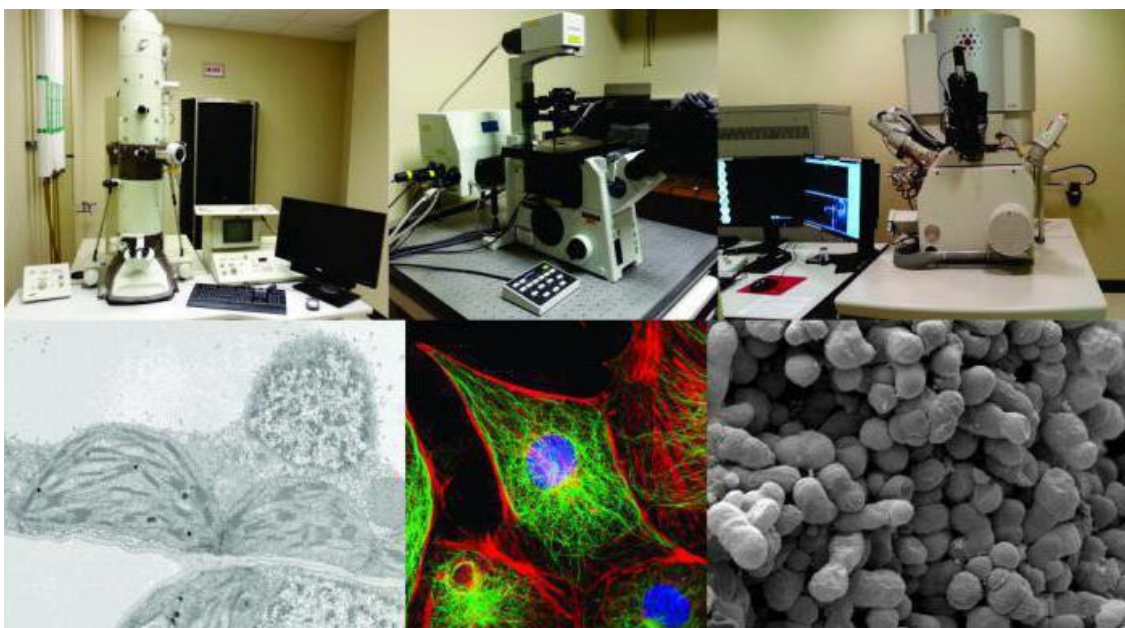
Тарихда микроскопни ким ихтиро қилгани ҳақида аниқ маълумот йўқ. Баъзи маълумотларга кўра, у 1590 йилда кўзойнак устаси Янссеннинг отаси ва ўғли томонидан яратилган. Микроскоп ихтирочиси унвонига яна бир даъвогар Галилео Галилей.



Ҳозирги вақтда кичик ўлчамдаги объектларни ҳисобга олиш учун мўлжалланган турли хил қурилмалар мавжуд. Уларнинг гуруҳланиши турли параметрларга асосланади. Бу микроскопнинг мақсади ёки ёритишнинг қабул қилинган усули, оптик схема учун ишлатиладиган структура ва бошқалар бўлиши мумкин. Аммо, қоида тариқасида, микроскопларнинг асосий турлари ушбу тизим ёрдамида кўриш мумкин бўлган микропартикулларнинг ўлчамлари бўйича таснифланади. Ушбу бўлинишга кўра, микроскоплар қуйидагиларга бўлинади:

- оптик;
- электрон;
- рентген текшируви;
- сканерлаш.

Микроскоп нима учун керак? Инсон кўзи, биологик турдаги махсус оптик тизим бўлиб, маълум даражада пикселлар сонига эга. Бошқача қилиб айтганда, кузатилган объектлар орасида улар ҳали ҳам ажралиб туриши мумкин бўлган энг кичик масофа мавжуд. Оддий кўз учун бу ўлчам 0,176 мм. Аммо ҳайвонлар ва ўсимликларнинг кўп ҳужайралари, микроорганизмлар, кристаллар, қотишмалар, металлар ва бошқалар микро тузилиши бу қийматдан анча кичикдир. Бундай объектларни қандай ўрганиш ва кузатиш керак? Бу ерда турли хил микроскоплар одамларни қутқариш учун келади. Масалан, оптик типдаги қурилмалар элементларнинг орасидаги масофа камида 0,20 микрон бўлган тузилмаларни ажратиш имконини беради.



Электрон микроскоплар

Вақт ўтиши билан микроскопик объектларни текширишга мўлжалланган қурилма тобора такомиллашиб бормоқда. Бу турдаги микроскоплар пайдо бўлди, бунда ёруғлик синишидан мустақил бўлган мутлақо бошқача ишлаш принципи қўлланилди. Бундай тизимлар модданинг

шунчаки майда индивидуал қисмларини кўришга имкон беради, улар ёруғлик нурлари шунчаки улар атрофида оқади.



Электрон турдаги микроскоп нима учун керак? Унинг ёрдами билан хужайралар тузилиши молекуляр ва пастки хужайралар даражасида ўрганилади. Шунингдек, бундай қурилмалар вирусларни ўрганиш учун ҳам ишлатилади.

Электрон микроскопнинг ишлаш принципи электр ва магнит майдонларнинг хусусиятларига асосланади. Уларнинг айланиш симметрияси электрон нурларга фокусли таъсир кўрсатишга қодир. Шундан келиб чиққан ҳолда, биз саволга жавоб беришимиз мумкин: "Электрон микроскоп ёруғлик микроскопидан қандай фарқ қилади?" Унда оптик асбобдан фарқли ўлароқ, линзалар йўқ. Уларнинг роли мос равишда ҳисобланган магнит ва электр майдонларида ўйнайди. Қувват кучайганда ёки пасайганда, қурилманинг фокус узунлиги ўзгаради.

Ўчириш схемасига келсак, электрон микроскоп билан у ёруғлик мосламасининг контактларнинг занглашига ўхшайди. Фақатгина фарқ

шундаки, оптик элементлар уларга ўхшаш электр элементлари билан алмаштирилади.

Электрон микроскопдаги объектнинг кўпайиши, ўрганилаётган объект орқали ўтадиган ёруғлик нурунинг синиши натижасида содир бўлади. Турли хил бурчакларда нурлар объективнинг текислигига тушади, бу ерда намуна биринчи марта кўпаяди. Бундан ташқари, электронлар оралик объективга ўтадилар. Унда объект катталигининг аста-секин ўзгариши содир бўлади. Ўрганилаётган материалнинг яқуний сурати проэкион объективни беради. Ундан тасвир флоресан экранга киради.

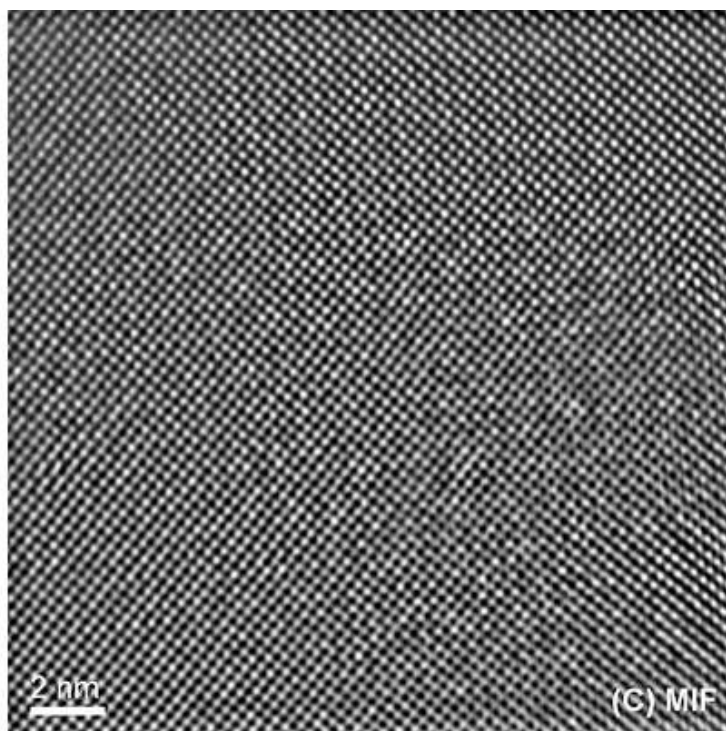
1. СЕМ ёки сканерлаш электрон микроскоп. Бундай қурилма сизга бир неча нанометр юқори аниқликдаги объект юзасини тасвирини олиш имконини беради. Кўшимча усуллардан фойдаланганда бундай микроскоп сирт қатламларининг кимёвий таркибини аниқлашга ёрдам берадиган маълумот беради.

2. Туннелни кўриш электрон микроскопи ёки СТМ. Ушбу қурилмадан фойдаланиб, юқори фазовий пикселлар сонига эга бўлган Суперўтказувчилар сиртларнинг релефи ўлчанади.

Трансмиссия электрон микроскопи

ТЕМ анъанавий оптик микроскопга жуда ўхшаш, фақат синов намунаси ёруғлик (фотонлар) билан эмас, балки электронлар билан нурлантирилади. Электрон нурунинг тўлқин узунлиги фотонга қараганда анча қисқа, шунинг учун сиз янада юқори пикселлар сонини олишингиз мумкин.

Электрон нурлари электромагнит ёки электростатик линзалар ёрдамида йўналтирилади ва бошқарилади. Улар ҳатто оптик линзалар каби бир хил бузилишларга (хроматик аббератсия) эга бўлишади. ТЕМ нинг камчиликлари бор: синов намуналари жуда нозик, 1 микрондан юпқа бўлиши керак, бу ҳар доим ҳам қулай эмас, айниқса уйда ишлаётганда. Масалан, сочингизни бўшлиққа қараш учун, у камида 50 қатлам бўйлаб кесилиши керак. Бунинг сабаби, электрон нурунинг кириш қобилияти фотон нурига қараганда анча паси. Аммо ТЕМ- ёрдами билан (агар ҳаракат қилсангиз) модданинг индивидуал атомларини кўришингиз мумкин.



Калгари университети

Назорат саволлари:

Микроскоп нима учун керак?

Электрон микроскоп ёруғлик микроскопидан қандай фарқ қилади?

5-мавзу. Нанотехнологияларни энергетика ва атроф муҳит ҳимоясида қўллаш. Янги авлод Қуёш элементлари, фотокатализаторлар, водород энергетикаси, наногенераторлар.

РЕЖА:

1. Нанотехнологияларни энергетика ва атроф муҳит ҳимоясида қўллаш.
2. Янги авлод Қуёш элементлари, фотокатализаторлар.
3. Водород энергетикаси, наногенераторлар.

Таянч иборалар: *Қуёш элементлари, фотокатализаторлар, водород энергетикаси, наногенераторлар.*

“Нанотехнология” сўзининг ўзида 2 та атамани “нано” ва “технология” терминларини кўрамит. Аввал иккинчи тушунчани аниқлаш лозим ¹.

¹ William D. Callister Jr. *Materials Sciences and Engineering. An Introduction.* John Wiley & Sons. Inc. 2010– P. 1000

Энциклопедик луғатда “технология” сўзи қуйидагича тавсифланган: у юнонча “течне” – “санъат”, “маҳорат” ва “билиш” + “логос” – “фан” қўшма сўз бўлиб, бирор бир маҳсулот ишлаб чиқаришдаги ишлов бериш, тайёрлашни, ҳолати хоссасини, шаклини ўзгартириш жараёнларининг умумлашган услубини билдиради.

Технологиянинг вазифаси – табиат қонунларидан инсон манфаати учун фойдаланишдир. “Машинасозлик технологияси”, “сувни кимёвий тозалаш технологияси”, “ахборот технологиялар” ва бошқалар мавжуд.

Кўришиб турибдики, технологиялар бошланғич хом ашёнинг табиатига кўра бир-биридан ажралиб туради. Метал (темир) тузилмалар ва информатсия (маълумот) орасидаги кучли фарқланишлар уларга ишлов бериш ва ўзгартириш услубларидаги фарқларни белгилаб беради¹

Технологияларни санаб ўтганимизда “юқори технологиялар” деган тушунчани эсга олмаслик мумкин эмас. Юқори технологиялар деб нисбатан яқинда пайдо бўлган, ҳамма жойда тарқалиб улгурмаган самарали бўлган технологияларни тушунишга ўрганиб қолганмиз. Бу технологиялар асосан микроэлектроника соҳасига оид бўлиб, асбоб-ускуналарнинг жуда кичик ўлчами билан боғлиқ.

Минглаб йиллар аввал ота-боболаримиз триллионта атомларга эга бўлган тошларни олиб, улардан миллиард, триллионта атомларга эга бўлган қатламларини йўниб, камон ўқларининг ўткир учларини тайёрлашган. Улар қийин бўлган ишларни жуда усталик билан бажаришган. Ўша узоқ вақтларда тошларни бундай йўниш усулини ўйлаб топган одам уни юқори технология деб атаганда хато қилмаган бўларди. Масалан, 15-20 йил аввал уяли телефонларни “ҳигҳ-теч” турдаги ускуналар деб ҳисобланган. Ҳозирда эса “мобил телефони” билан ҳеч кимни ҳайрон қолдира олмайсан.

Шунинг учун ҳам жамият ривожланиши босқичида унга оид барча илғор технологияларни “юқори технологиялар” деб аташ жоиз бўлса керак.

Энди “нанотехнология” тушунчасининг ўзига таъриф берамиз.

Нано қўшимчаси (юнон “наннос” – “митти”) у ёки бу бирликнинг, бизнинг ҳолатда метрнинг, миллиарддан бир (10^{-9}) бўлагини (нанометр-нм)ни англатади. Атомлар ва жуда майда молекулалар 1 нанометр тартибдаги ўлчамга эга.

¹ William D. Callister Jr. *Materials Sciences and Engineering. An Introduction.* John Wiley & Sons. Ins. 2010– P. 1000

Ингичка сочининг ўндан бир қалинлиги ўлчамидаги таркибловчили замонавий микросхемалар чакмоқ тош йўнувчилар стандартларида кичкина деб ҳисобланади, аммо триллионлаб атомларга эга транзисторларнинг ҳар бири ва микрочиплар ҳамон оддий кўз билан кўрилади.

Тошга кўлда ишлов беришдан бошлаб то кремнийли чиплар тайёрлашгача кузатиш мумкин бўлган технологиялар атом ва молекулаларнинг катта бирикмаларидан ташкил топган хом-ашёдан фойдаланади. Бу йўналишни “*балк-технология*” (инг. “булк” – тўп-тўп, тўпланган) деб аташ мумкин.

Нанотехнология ҳар бир атом ва молекулалар билан жуда аниқлик билан ишлаши лозим. У дунёни биз хаёлимизга келтираолмайдиган даражада ўзгартириб юбориши мумкин.

Атом – (грек. “атомос” – “бўлинмас”) – кимёвий элементнинг жуда майда заррачаси бўлиб, бошқа атомлар билан бирлашиб мураккаб бирикмаларни – молекулаларни ҳосил қила олади [2].

Еътибор берсангиз “атом” сўзининг сўзма-сўз таржима қилиниши нотўғридир ва ҳақиқатдан атом зарядланган ядро ва манфий зарядланган электронлардан ташкил топган. Аммо бу сўзни қадимги грек файласуфи Демокрит ўйлаб топган ва ҳамма ундан фойдаланишга ўрганиб қолган.

Нанотехнология – *бу маълум атомар тузилишли маҳсулотларни, уларнинг атом ва молекулаларини жойлаштириш йўли билан ишлаб чиқариш усуллари йиғиндисидир.*

Нанотехнологияга берилган бундай таърифга кўра табиий савол туғилади: материалларни атом ва молекулалар даражасида манипуляциялашимиз (бу ерда ишлашимиз) мумкинми? Бизнинг бармоқларимиз наномасштаб учун жуда ҳам катталиқ қилади-ку. Бу савол замонавий нано фанининг жумбоғи бўлса керак. Бу жумбоқни ечишнинг энг чиройли йўлини эрик Дрекселер ўзининг “Яратиш (барпо этиш, вужудга келтириш) машиналари” китобида таклиф қилди. Атомлар билан ишлаш учун у махсус наномашиналарни ёки **ассемблерларни** яратди.

Уларни кўз олдимизга келтириш учун аввало молекулалар қандай тузилганлигини расм орқали кўришимиз лозим бўлади. Бунинг учун биз атомларни мунчоқлар кўринишида чизамиз, молекулаларни эса сим орқали бир-бирига боғланган мунчоқлар гуруҳи деб кўрсатамиз. Атомлар юмалок шаклга эга (шарларга ўхшаш), молекуляр боғланишлари – сим бўлаклари бўлмаса-да, биз кўз олдимизга келтирган модел бизга бу боғланишлар тузилиши ва қайта тикланиши мумкин эканлигини кўрсатади.

Наномашиналар атом ва молекулаларни ушлаб олишни билиши ва уларни хоҳлаган тартибда бир-бирига боғлай олиши лозим. Шунини таъкидлаш лозимки, бундай машиналар табиатда минглаб йиллардан буён муваффақият билан ишлаб келмоқда. Мисол тариқасида рибосомалар томонидан оксилни синтез қилиш механизмини келтириш мумкин.

Нанотехнологиялардан фойдаланишнинг имкониятлари битмас-туганмасдир: саратон хужайраларини нобуд қилувчи ва зарарланган тўқима ва аъзоларни тикловчи организмда “яшовчи” нанокомпьютерлардан тортиб, то атроф муҳитни ифлослантirmайдиган автомобиль двигателлари бўлган асбоб, қурилмаларни яратиш келажаги мавжуд.

Нанотехнологиялар қуйидаги принципиал жиҳатларга эга бўлтиб, уни амалга оширишда 1-расмда келтирилган кетма-кетлик устувордир [1].

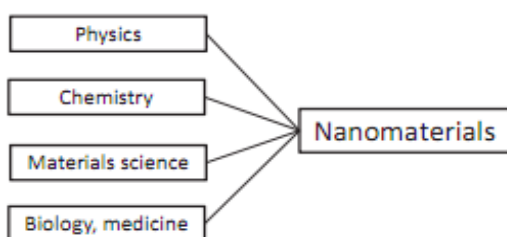


Figure 1.1 To understand and apply nanomaterials, besides knowledge on materials science, a basic understanding of physics and chemistry is necessary. As many applications are connected to biology and medicine; knowledge in these fields are also of advantage.

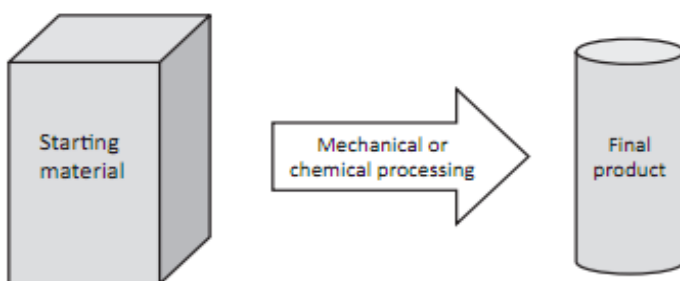


Figure 1.2 Conventional goods are produced by top-down processes, which start from bulk material. Using mechanical or chemical processes, the intended product is obtained.

1-расм. Нанотехнология асослари ¹

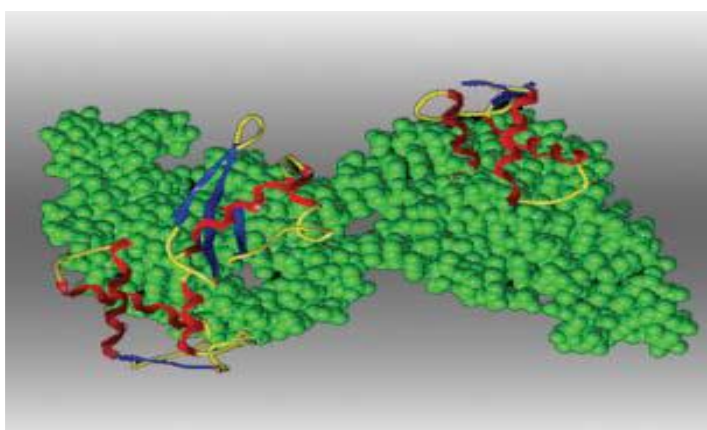
Оқсиллар – барча хужайраларнинг ҳаёт фаолиятини таъминловчи зарурий таркибий қисмидир. Оқсилларнинг организмдаги (танадаги) роли хилма - хилдир. Танамиздаги барча ҳаётий жараёнларда унинг ўсиши ва кўпайишини бошқаришда иштирок этадиган оқсиллар – гормонлар ажралиб

¹ Dieter Vollath *Nanoparticles-Nanocomposites-Nanomaterials. An introduction for beginners.* – Wiley-VCH Verlag GmbH & Co.KGaA, Boschstr. Weinheim, Germany, 2013. – P. 322.

туради. Ёруғлик сезувчи махсус, оқсил – родопсин ҳисобига кўзимиз тўр пардасида тасвир пайдо бўлади. Актин ва миозин оқсиллари ҳисобига мушакларимиз қисқаради ва бўшашади, бунинг натижасида биз ҳаракат қила оламиз. Организмдаги барча кимёвий жараёнлар махсус оқсиллар – ферментлар иштирокида кечади. Уларсиз овқат хазм қилиш, нафас олиш, моддалар алмашуви, қон ивиши ва бошқалар содир бўлмайди. Оқсиллар химоя функциясини ҳам бажаришади, организмга касаллик келтириб чиқарувчи бактериялар ёки захарлар тушса, улар иммуноглобулин оқсилларини ишлаб чиқаради ва зарарли таъсирларни йўқ қилади.

Оқсиллар ва улар фаолияти функцияларининг хилма-хиллиги билан танишганимизда, ўсимлик ва ҳайвонот оламининг барча оқсиллари – мутлак инерт оқсиллардан то биологик фаол бўлган оқсилларгача – пептидли боғ деб аталадиган кимёвий боғлардан тузилган бўлиб, улар ягона стандарт занжирлар - **аминокислоталар** занжиридан ташкил топганини кўрамиз. Ташқаридан оқсил молекуласи ипдаги шодаларнинг кетма-кет жойлашишига ўхшайди ва унда шодалар ролини аминокислоталар молекулалари бажаради. Кўп оқсиллар таркибида бундай “шодалар” ўртача 300-500 та бўлади.

Табиатда барча аминокислоталар 20 та турда бўлади, уларни махсус “кимёвий алифбе”нинг йигирмата “ҳарфи” га ўхшатиш мумкинки, бу “ҳарф” лардан оқсиллар -300-500 ҳарфдан иборат “сўзлар” тузилган бўлади. Бундай йигирма ҳарф ёрдамида жуда кўп узун сўзлар ёзиш мумкин. Агар сўздаги ҳарфлардан биргинасини алмаштирилса ёки кўчирилса, сўз янги маънога эга бўлади, 500 рамзли сўзда имконий комбинатсиялар сони 20500 та бўлади.



а

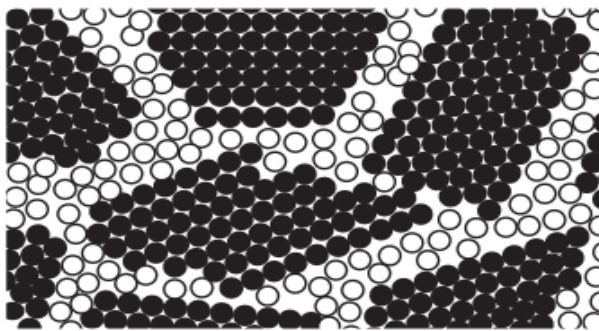


Figure 3.2 Nanocrystalline material. The full circles represent atoms in the crystallized phase, whereas the open circles represent atoms at the grain boundary.

б

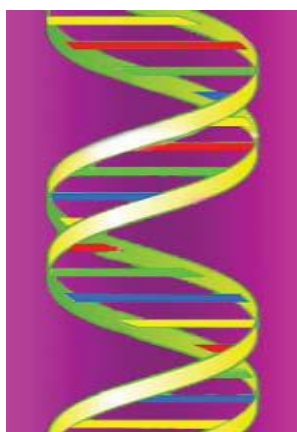
2-расм. Оқсилнинг тузилиши (а) ва нанокристалл материал (б)

Ҳар бир оқсил занжири *фақат шу оқсилгагина* хос бўлган, фақат маълум бир сондаги ва аминокислоталар комбинатсиясидан қурилган кетма-кетликдаги у ёки бу оқсилга ҳарактерли бўлган аминокислоталар ягона комбинатсиясигина уларнинг кимёвий ва биологик хоссаларини белгилаб беради. Бир дона аминокислота занжирининг ўрни ўзгартирилиши, алмаштирилиши ёки йўқотилиши оқсил молекулалари хоссаларининг тубдан ўзгаришига олиб келади. Бундан келиб чиқиб, алоҳида оқсилни синтез қилишда унинг тузилишидаги аминокислоталар занжирлари кетма-кетлиги ҳақида тўлиқ маълумотга эга бўлиш керак экан. Табиатда бундай маълумот махсус ташувчи – ДНК молекуласида сақланади, унда организмда мавжуд бўлган барча оқсиллар тузилиши ҳақида маълумот бўлади ¹.

Бир оқсилдаги аминокислоталар кетма-кетлиги ҳақидаги маълумотлар жойлашган ДНК молекуласининг бир бўлаги *ген* деб аталади. Шунинг учун ДНК даги маълумотни генетик маълумот дейилади. Ген эса ирсий материалнинг бирлиги ҳисобланади. ДНКда бир неча юзгача генлар бўлади.

ДНК молекуласи (дизоксирибонуклеин кислота) бири иккинчиси атрофига ўралган спиралсимон иккита ипдан иборат. Бундай қўш спиралнинг эни тахминан 2 нм бўлади. Узунлиги эса ундан 10 минг марта кўп – бир неча юз минг нанометрдир. Ирсий маълумотни ташувчи ДНК қўш спиралини топгани учун 1962 йилда олимлар Уотсон ва Крик Нобел мукофотига сазовор бўлдилар.

¹. Dieter Vollath *Nanoparticles-Nanocomposites-Nanomaterials. An introduction for beginners.* – Wiley-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA, Boschstr. Weinheim, Germany, 2013. – P. 322.



а

3-расм. ДНК тузилиши (а) ва нанозаррачалар олиш қурилмаси (б)

ДНК иплари эса нуклеотидлар занжиридан ташкил топган, **нуклеотидлар** – органик материаллар бўлиб, бир-бири билан боғлиқ 3 та молекула: азотли асос, 5 углеродли шакар (пентоза) ва фосфор кислотаси қолдиғидан иборат бўлади. Нуклеотидларни азотли асосларнинг таркибига кирувчи 4 типи (тури): *аденин* (А), *гуанин* (Г), *цитозин* ва (Т) *тимин* номи билан номланган. Нуклеотидлар 4 турининг ДНК занжирида жойлашиш тартиби жуда муҳимдир - у оқсиллардаги аминокислоталар тартибини, яъни уларнинг тузилишини белгилайди.

ДНКда оқсил тузилиши дастурлаштирилганини тушуниш учун Морзе алифбосини эслаш кифоя, унда алифбонинг барча ҳарфлари, тиниш белгилари ва сонлар қисқа (нуқта) ва узун (тире) сигналлар комбинатсиясида белгиланади. ДНКда ҳам худди шундай шифр мавжуд экан. Худди Морзе алифбосида ҳар бир ҳарфга нуқталар ва тиреларнинг муайян кетма-кетлиги мос келтирилганидек, ДНК кодида нуклеотидларнинг маълум кетма-кетликда келиши оқсил молекуласидаги маълум бир аминокислотага мос келар экан. ДНК кодини билиш – бу ҳар бир аминокислотага мос бўлган нуклеотидлар кетма-кетлигини билиш демакдир.

Наноматериалшунослик асослари, унда фундаментал ва амалий фанлар ҳамда технологиялар ва ишлаб чиқаришнинг ҳамжиҳатлиги.

Барча имконий сон, ҳарф ва тиниш белгиларини кодлаштириш учун бизга 2 та рамзни билиш кифоя қилар экан. Битта аминокислотани кодлаштириш учун эса биргаликда 3 нуклеотид ўзи етарли бўлади (4 та

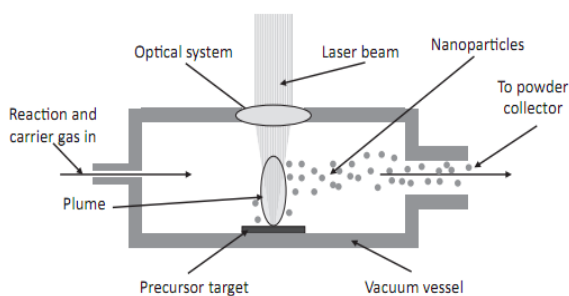


Figure 4.11 Schematic drawing of the experimental setup for nanoparticle synthesis applying laser ablation. The pulsed laser beam is focused at the surface of the precursor target that may be a metal or an oxide. The high-intensity laser beam causes a plume, a supersonic jet of evaporated material, which is ejected perpendicular to the target surface, expanding into the gas space above the target. The particles formed by condensation in the plume are transported with the carrier gas to the powder collector.

б

нуклеотиддан 64 та комбинатсия ҳосил қилиш мумкин, ҳар бирида 3 тадан нуклеотид бор: $4^3=64$). Бундай бирикмалар **триплет** ёки **кодон** деб аталади.

ДНК коди *бир қийматга эга* (1 триплет 1 тадан ошмаган аминокислотани шифрлайди) ва универсалликка эга, (яъни Ерда барча яшовчи ва ўсувчи – бактериялар, замбуруғлар, донлилар, чумоли, қурбақа, от, инсон – айни бир триплетлар айни бир аминокислоталарни шифрлайди). Ҳозирги вақтда ДНК коди бутунлай ошкорланган, яъни ҳар бир аминокислота учун кодловчи триплет аниқлаб қўйилган. Ўқувчига яна бир марта эслатамизки, ДНК кетма-кетлигида фақат бир нуклеотидни алмаштириш ёки четлатиш синтезловчи оксиллар тузилишини бузади. Генетик код тилга ўхшагани учун бунга яққол мисол қилиб ҳарфли триплетлардан тузилган куйидаги иборани келтириш мумкин:

Бу иборада тиниш белгилари бўлмаса ҳам унинг маъноси ва мантиқи бизга тушинарли, иборадаги биринчи ҳарфни олиб ташласак ва уни яна триплетлар билан ўқисак, унда ҳеч қандай маъносиз нарса келиб чиқади:

Худди шундай генетик маъносиз нарса гендан бир нуклеотид тушиб қолганда ҳам пайдо бўлади. Бундай бузилган гендан ўтган оқсил организмда жиддий *генетик касалликларни* келтириб чиқариши мумкин (Даун касаллиги, қандли диабет, мушак дистрофияси ва бошқалар). ДНК информатсион матритсасидаги бундай хато шу оқилни синтезлаш вақтида қайтараливеради. Худди китоб ёки газета нашр эттирилаётганда, матритсадаги хато қайтариллавергани каби.

Барча оқсиллар синтези учун матритса бўлган ДНК молекуласининг ўзи синтезлаш жараёнида иштирок этмайди. У фақатгина генетик маълумотларни ташувчидир.

Оқсил синтезида унинг тузилиши ҳақидаги маълумот аввал ДНКдан **рибосома** молекуласига – оқсил ишлаб чиқарувчи ўзига хос фабрикага етказилади. Бундай маълумотларни кўчириш *ташувчи* информатсион РНК (т-РНК, т-рибонуклеин кислотаси) молекуласи ёрдамида амалга оширилади, у ДНКнинг бир қисмининг аниқ нушаси, ойнадаги аксидир. И-РНК эса ДНК молекуласи бир ипи билан комплементар бўлган бир занжирли спирал.

ДНКдан РНКга генетик маълумотларни нусхалаш жараёни **транскрипсия** (лотин “транскриптио” – кўчириб ёзиш) деб аталади. Кўчириб ёзиш жараёнида махсус фермент – полимераза ДНК бўйлаб ҳаракатланиб кетма-кет равишда унинг нуклеотидларини ўқийди ва комплементарлик принципи бўйича И-РНК занжирини ҳосил қилади, яъни ДНК дан у ёки бу ген “чизма”сини олади.

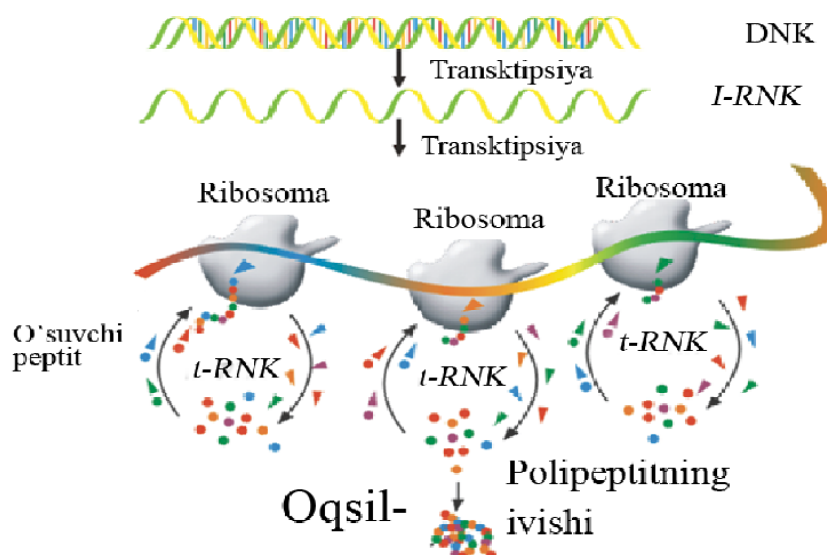
Хар бир гendan хохлаган сондаги РНК нусхаларини олиш мумкин. Шундай қилиб, оксил синтези жараёнида И-РНК перфокарта ролини бажаради, унга аниқ бир оксил қурилиши “дастури” ёзилган бўлади.

Перфокарта – эски ҳисоблаш машиналарида дастур ёзиш учун маълум бир жойларида ёруғлик нури ўтиши учун тешикчалар қилиб қўйилган қаттиқ қозғоз бўлаги ёки тасмаси.

И-РНК молекуласи унга ёзилган дастур билан рибосома томон йўналади, у ерда оксил синтезланади. У томонга яна оксил қуриладиган материаллар – аминокислоталар оқими ҳам йўналади. Аминокислота рибосомага мустақил эмас, балки ҳаракатланувчи *транспорт* РНК (т-РНК) ёрдамида ўтади. Бу молекулалар турли аминокислоталар ичидан “ўзининг” аминокислотасини ажрата олади, ўзига қўшиб рибосомага олиб боради.

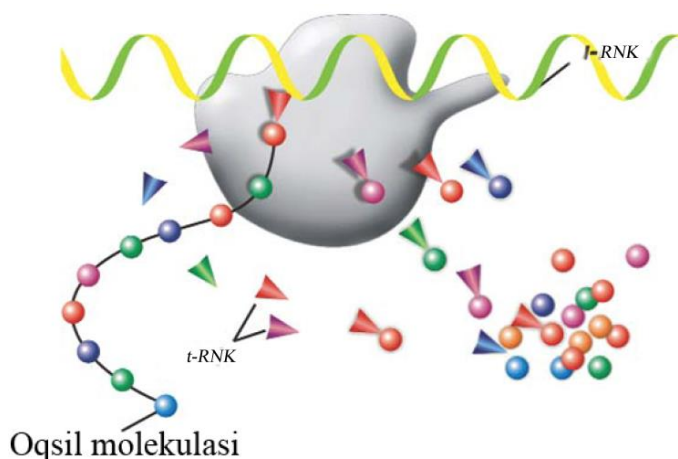
Рибосомаларда оксил синтезини *транслятсия* (лотин. “транслатио” - узатиш) деб аталади.

Оқсил молекуласи қурилиши давомида рибосома и-РНК бўйлаб “ўрмалайди” ва шу и-РНКга дастурлаштирилган оқсилни синтезлайди. И-РНК бўйлаб рибосома қанча узоққа кўчиб борса, оқсил молекуласининг шунча катта қисми “йиғилган” бўлади. И-РНК тасмасида, конвеердагига ўхшаб, бир вақтнинг ўзида бир оқсилнинг ўзини бир неча рибосомалар томонидан йиғиш давом этаверади (4-расм). Рибосома и-РНКнинг охирига етганида синтез тугайди.



4-расм. Рибосома оқсилнинг синтез жараёни

Енди рибосоманинг ишлаш механизмига тўхталиб ўтайлик. Расмга мурожаат қиламиз. Рибосома и-РНК бўйлаб бир текисда ҳаракатланмайди, тўхтаб-тўхтаб “қадамма-қадам”, триплет кетидан триплет тарзда ҳаракатланади. Рибосоманинг и-РНК билан тегишган ҳар қадамида унга уланган аминокислотали т-РНКнинг молекуласи “сузиб” келади. Олдин айтилганидек, ҳар бир т-РНК фақат “ўз” аминокислотасини танийди ва уни оқсил қуриладиган жойга келтириш учун бирлаштириб олади. Бу унда муайян аминокислотага мос триплет борлиги туфайли содир бўлади. Агар т-РНКнинг кодли триплети айна пайтда рибосомада бўлган и-РНК триплетига комплементар бўлиб чиқса, унда аминокислота т-РНКдан ажралиб чиқади ва оқсилнинг қурилаётган занжирига бирикади (оқсил молекуласига яна бир “мунчоқ” қўшилади).



5-расм. Рибосома оқсилни синтез қилмоқда

Сўнгра, озода т-РНК рибосомадан атроф муҳитга чиқариб ташланади. Бу ерда у аминокислотанинг янги молекуласини тутиб олади ва ишлаётган рибосомаларнинг хоҳлаганига олиб боради. Бизнинг рибосома эса и-РНК бўйлаб олдинга кейинги “қадам”ни бир триплет қадар қўяди. Аста-секинлик билан рибосома и-РНК триплет кетидан триплет ҳаракатланади ва бирин кетин оқсил занжири кўпайиб боради.

И-РНКнинг бутун узунлиги бўйича ўтиб бўлиб, рибосома тайёр оқсил билан ундан “тушиб” қолади. Сўнгра, оқсил молекуласи хужайранинг шу турдаги оқсил зарур бўлган томонига йўналади, рибосома эса бошқа ихтиёрий и-РНК томон йўналади (рибосома ҳар қандай оқсилни синтезлай олади; оқсил характери фақат и-РНК матритсасига боғлиқ бўлади).

Шундай қилиб, рибосомалар оқсил ва РНКдан қурилган наномашиналар мураккаб молекулалар қурилишга дастурлаштирилиши

мумкинлигини, яъни улар ҳоҳланган молекуляр тузилмалар ишлаб чиқариш учун табиий ассемблерлар (атомлар йиғувчи) бўлишини тасдиқлади ^{2,3}

Ген инженерлари ҳозир биологик табиий материаллар: аминокислоталар, оксиллар, ДНК молекулалари ва бошқалардан фойдаланиб, биринчи экспериментал сунъий наномашиналар куришга ҳаракат қилишмоқда. Аммо, биологиксимон наномашиналар – бу органикадир ва уларнинг имкониятлари чегараланган бўлади. Улар юқори температура ва босимда барқарорликни йўқотади ёки бузилиб кетади, нурланишлардан таъсирланади, каттиқ материалларга ишлов бера олмайдилар, кимёвий агрессив муҳитларда ишлай олмайдилар. Шунинг учун ҳам инсониятнинг балк-технологияда яратган кўплаб ишланмаларидан воз кечиш тўғри бўлмайди. Ғилдиракдан компютергача – буларнинг ҳаммаси табиат “ўйлаб топмаганлардир”.

Нанозификанинг нанообъектлар ва наноматериаллар яратишдаги роли ва устуворлиги

Нанотехнологияларнинг бобоси деб грек файласуфи Демокритни ҳисоблаш мумкин. У 2400 йил олдин модданинг энг майда заррачасини таърифлаш учун биринчи бўлиб “атом” сўзидан фойдаланган.

Швейсариялик физик Алберт эйнштейн эса 1905 йилда нашр қилинган ишида қанд (шакар) молекуласининг ўлчами тахминан 1 нанометрга тенг эканлигини исботлаб берган.

1931 йилда немис физиклари Макс Кнолл ва эрнст Рускалар биринчи марта нанообъектларни ўрганиш мумкин бўлган электрон микроскоп яратдилар.

1959 йилда америкалик физик Ричард Фейнман миниатюралаш келажагини баҳолай олган ишларини эълон қилди. Нанотехнологияларнинг асосий ҳолатлари, унинг Калифорния Технологик Институтида ўқилган (У ерда – пастда жойлар кўп) (“Тхере`с Плентй оф роом ат тхе Боттом”) деб номланган машхур маърузасида белгилаб берилганди. Фейнман физиканинг асосий қонунлари нуқтаи назаридан нарсаларни тўғридан-тўғри атомлардан ҳосил қилиш мумкинлигини илмий томондан тасдиқлаб берди.

Ўша вақтда унинг бу сўзлари фақат бир сабаб билан фантастикага ўхшаб кетар эди: айрим атомлар билан оператсиялар ўтказиш мумкин бўлган

2. Feng Kai. *In investigation on phase behavior and orientation factor of electrospun nanofibers. The Uni. of Tennessee, Knoxville (US), 2005. –P. 106.*

3. Mustafa Akay. *Introduction to Polymer Science and Technology & Ventus Publishing ApS, 2012, - P.169.*

технологиялар (яъни атомни аниқлаб олиш, уни олиб бошқа жойга қўйиш) хали йўқ эди. Бу соҳага қизиқишни кучайтириш учун Фейнман, ким биринчи бўлиб китобнинг бир бетини игна учига ёзиб берса у 1000 доллар беришни ваъда қилди. Бу нарса 1964 йилдаёқ амалга оширилди.

1968 йилда Американинг Белл компаниясининг илмий бўлими ходимлари Алфред Чо ва Жон Артурлар сиртни нано-қайта ишлашнинг назарий асосларини ишлаб чиқишди.

1974 йилда япониялик физик Норио Танигучи илмий атамалар каторига “нотехника” сўзини киритди, у бу сўз билан ўлчамлари 1 микрондан кичик бўлган механизмларни (ускуналарни) аташни таклиф этди.

1981 йилда германиялик физиклар Герд Бинниг ва Генрих Рорерлар сканерловчи туннел микроскопини яратишди, бу ускуна материалга атомар даражада таъсир кўрсата олади. Улар 4 йилдан сўнг Нобел мукофотини олдилар.

1985 йилда Америка физиклари Роберт Керл, Херолд Крото ва Ричард Смоллилар диаметри 1 нанометрга тенг бўлган буюмларни аниқ ўлчай оладиган технологияни яратдилар.

1986 йилда туннел микроскопидан фарқли равишда барча материаллар билан ўзаро ишлай оладиган атомий-куч микроскоп яратилди.

1986 йилда нотехнологиядан кенг омма ҳам хабар топди. Америкалик футуролог эрик Дрекслер нотехнологиялар яқин вақтлар ичида тез ривожланиб кетишини башорат этган китобини нашр қилди.

1989 йилда ИБМ компанияси ходими Доналд эйглер ўз фирмасининг номини ксенон атомлари билан ёзиб берди.

1998 йилда голландиялик физик Сеез Деккер нанотранзисторни яратди.

2000 йилда АҚШ ҳукумати “Миллий нотехнологик ташаббус”ини эълон қилди (Национал Нанотечнологий Инициативе). Ўша вақтда АҚШ федерал бюджетидан 500 млн. доллар ажаратилди. 2002 йилда бу маблағ 604 млн. долларгача оширилди. 2003 йилга 710 млн. доллар сўралди, 2004 йилда АҚШ ҳукумати бу соҳадаги олиб борилаётган изланишларга 4 йилга мўлжалланган 3,7 млрд. доллар ажратди. Умумий равишда бутун дунёда бу соҳани ўрганишга киритилган маблағ 12 млрд. долларни ташкил этди!

2004 йилда АҚШ ҳукумати энди “Миллий нанотиббийёт” ташаббусини “Миллий Нанотехнологик ташаббуси”нинг бир қисми ҳисоблаб қўллаб қувватлади.

Нанотехнологияларни бундай тез ривожланиши омманинг катта миқдордаги ахборотни қамраб олишга бўлган эҳтиёждан келиб чиққан.

Замонавий кремний чиплар (интеграл схемалар) турли техник заруратлар натижасида яна тахминан 2012 йилгача кичиклашиб бораверади. Аммо йўлакчасининг эни 40-50 нанометр бўлганда квант механик бузилишлар ошиб боради: электронлар туннел эффекти ҳисобига транзисторлардаги ўтиш йўлакларини тешиб ўта бошлайди. Бу эса қисқа туташув дегани. Буни енгиб ўтиш учун кремний ўрнига ўлчамлари бир неча нанометр бўлган углерод бирикмали наночиплар қўл келиши мумкин эди. Ҳозирги вақтда бу йўналишда катта изланишлар олиб борилмоқда.

Нанотехнология ускуналари. Материалларга макро-, микро ёки нанодаражада ишлов бера оладиган барча технологиялар мос катталикларни ўлчай оладиган воситаларсиз ишлай олмайдилар. Турли хил ўлчаш ускуналари ичида катта ва кичик масофаларни ўлчай оладиган махсус ускуналар мавжуд.

10^{-3} м (миллиметр) тартибигача бўлган кичик масофалар оддий чизғич ёрдамида ўлчанади. У билан масалан қалин картон қоғоз қалинлигини ўлчаш мумкин. Қоғознинг варағи қалинлиги ҳам ундай варақ кўп бўлса ўлчаш қийин бўлмайди ¹ Юз варақни бир тўп қилиб, чизғич билан ўлчаб, чиққан катталиқни 100 га бўлинг. Бу билан биз ҳар бир варақ қалинлиги бир хил деб ҳисоблаб, унинг бир варағи қалинлигини ўлчаган бўламиз.

Аммо, улардан ҳам майда ўлчамларга чизғич ярамайди. Чизғич билан сочнинг бир туки қалинлигини ўлчашга ҳаракат қилиб кўрсак, фақат бир нарсани яъни у жуда ингичка ва ўлчови йўқ экан деган хулосага келамиз. Шунинг учун ҳам шундай ва бундан ҳам кичик бўлган ўлчамларни ўлчаш учун катталаштирувчи ускуналар лозим бўлади, бундай ускуналардан бизга маълум бўлгани оптик микроскопдир.

Оптик микроскоп бизга буюмнинг 0,25 мкм гача бўлган майда қисмларини кўриш имконини беради. Оптик тарзда ишловчи микроскопларни яхшилаш, такомиллаштириш йўлидан бориб ўлчамлари нанометр тартибдаги буюмларни кўрсата оладиган электрон микроскоплар яратилди. Электрон микроскоп атомлар панжараларини ажратиб, кўриб олиш имконини беради, аммо ундаги нуқсонларни аниқлаб бера олмайди. Шундай қилиб XX - асрнинг бошида, материалнинг сиртини кўра олиш даражада катталаштирмасдан тегиб туриш йўли билан ўрганиш ҳақида антиқа фикр

¹ Dieter Vollath *Nanoparticles-Nanocomposites-Nanomaterials. An introduction for beginners.* – Wiley-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA, Boschstr. Weinheim, Germany, 2013. – P. 322.

келди. Бунда бизга ўша вақтга келиб туннел эффекти ёрдамга келди, унинг асосида 1981 йили биринчи аниқловчи туннел микроскопи (СТМ) яратилди.

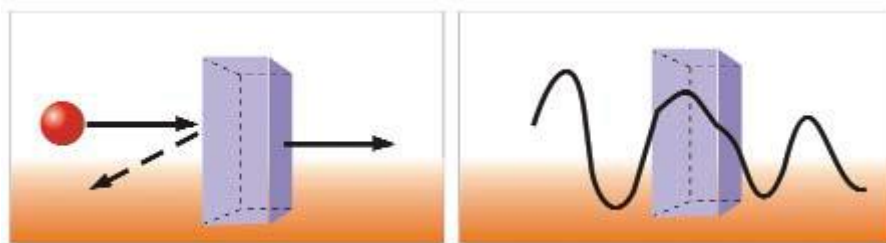
СТМ ва туннел эффектини ўрганиш билан кейинроқ, мукамалроқ шуғулланамиз, ҳозир эса уни умумлаштириб кўриб чиқамиз.

Туннел эффекти – классик физикада унга ўхшаши бўлмаган янги квант механик эффектдир, шунинг учун ҳам изланувчиларда қизиқиш уйғотди. У элементар заррача табиатига хос бўлган корпускуляр-тўлқин дуализмига асосланган.

Классик механика нуқтаи назаридан маълумки, $E < V_0$ энергияга эга бўлган ҳеч қандай моддий жисм V_0 баландликдаги потенциал тўсиқдан ўта олмайди. Масалан, коптокни моддий жисм деб ҳисобласак, потенциал тўсиқ – бу жуда баланд девор бўлса, коптокни девор томонга етарли даражада баланд ташланмаса, унинг энергияси олдинда турган девордан ошиб ўтиб кетишига етмайди ва у тўсиққа урилиб орқага қайтиб тушади.

Аммо моддий жисм сифатида электрон кўрилса, унда потенциал тўсиқнинг баландлиги, электроннинг ҳусусий энергиясидан юқори бўлса ҳам аниқ эҳтимоллик билан худди “деворда” бирор бир “тешик” ёки “туннел” бор бўлганидек, электрон ўз энергиясини бироз ўзгартирган ҳолда, тўсиқнинг бошқа томонида бўлиб қолиши мумкин.

Бу бир қарашда тушунтириб бўлмайдиган туннелланиш эффекти электроннинг ҳам корпускуляр, ҳам тўлқинсимон хоссали эканлигидандир. Электрон E энергияга эга бўлган классик зарра бўлганда, у ўз йўлида енгиб (ошиб) ўтиш учун катта энергияни талаб қиладиган тўсиқни учратиб бу тўсиқдан қайтиб кетиши лозим бўлар эди. Аммо у бир вақтнинг ўзида тўлқин ҳам бўлгани учун, у бу тўсиқдан худди рентген тўлқинлари моддий буюмлар ичидан осонгина ўтганидек ўтиб кета олади.



7-расм. Туннел эффекти

Шундай қилиб, ҳар қандай ўтказгич ёки яримўтказгич сиртида доимий равишда унинг чегараларидан термоэлектрон эмиссия натижасида эмас,

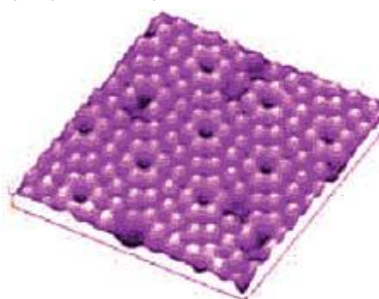
балки туннел эффекти эвазига “чикиб” кетган эркин электронларнинг маълум миқдорини кузатиш мумкин.

Агар иккита ўтказувчи материал олиб уларни бир-биридан 0,5 нм масофада жойлаштириб, уларни потенциалларнинг нисбатан кичик фарқи (0,1-1 В) билан қўшиб қўйсак, унда улар ўртасида туннел эффекти натижасида пайдо бўлган ва туннел токи деб аталадиган электр токи пайдо бўлади.

Худди шу тажрибани энди бизни қизиқтираётган жисм сиртига ўткир предметни, масалан, учи атом қалинлигидаги игнани яқинлаштирсак ва уни ўрганаётган буюмдан ўтказиб буюмнинг атом даражадаги тузилиши ҳақидаги маълумотларни олсак бўлади.

1981 йилда ИБМ компанияси ходимлари Г.Бининг ва Г.Рорерлар бу ходиса асосида биринчи *сканерловчи туннел микроскоп*(СТМ)ни яратишди ва 1982 йилда унинг ёрдамида тарихда биринчи бўлиб атомар ажратиш билан аввал олтиннинг, сўнгра кремнийнинг сирти тасвирини олишди.

Бу ихтиролари учун олимлар 1985 йили Нобел мукофотиغا лойиқ деб топилган. Тақдир тақозоси билан СТМнинг улкан имкониятларини дарров тушуниб етмаган баъзи бир наширётлар Бининг ва Рорерларнинг мақоласини, ихтироларига берилган таърифни унча қизиқиш уйғотмайди деган баҳона билан нашр этиш учун қабул қилмаганлар.

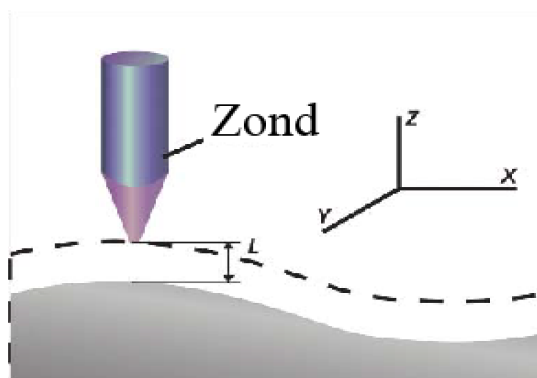


8-расм. СТМда монокристалл кремнийнинг устки кўриниши

СТМнинг ишчи органи – зонд – бу ток ўтказувчи метал игнадир. Ўрганилаётган сиртга зонд жуда яқин масофага (~ 0,5 нм) яқинлаштирилади ва унга доимий кучланиш берилганда ўртасида туннел токи ҳосил бўлади, у эса экспоненциал равишда зонд билан намуна орасидаги масофага боғлиқ бўлади: орадаги масофа фақатгина 0,1 нм қадар катталаштирилса туннел токи деярли 10 мартага пасайиб кетади. Худди шу ходиса микроскопнинг юқори даражада ажратиш қобилиятини таъминлайди.

Кузатиш тизими ёрдамида ток ва масофани доимий бирдай ушлаб туриб, зондни X ва Y ўқлари бўйлаб ҳаракатлантириб, рельефга мос равишда гоҳ кўтарилиб, гоҳ пасайиб СТМ сиртни ўргана бошлайди.

Бу ҳаракат ҳақидаги ахборотни компьютер кузатади ва текширилувчи буюм тасвири экранда зарурий аниқликда кўриш учун дастурланади. Намуналарни текшириш тартибига асосланган СТМ конструкциясининг 2 та варианты мавжуд.



9-расм. СТМнинг ишлаш схемаси

Игна учи доимий баландлик тартибида намуна устида горизонтал текислик бўйлаб ҳаракатланади, туннел ток эса ўзгаради (1.10а расм). Сиртнинг барча нуқтасида ўлчанган туннел ток катталиги ҳақидаги маълумотлардан келиб чиқиб намуна қиёфаси кўриниши қурилади.

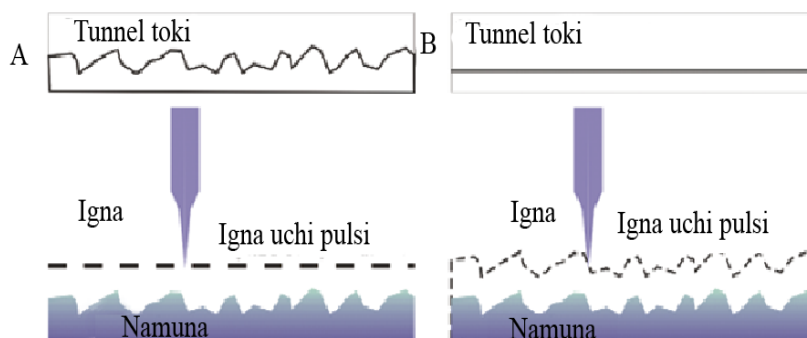
СТМнинг доимий ток тартибида тескари боғланиш тизими ишга туширилади. Бунда доимий туннел токни текширувчи ускуна баландлигини сиртнинг ҳар бир нуқтасига мослаштириш йўли билан қуйилиб турилади (10, б расм).

Иккала тартибда ҳам ютуқ ва камчиликлар бор. Доимий баландлик тартиби тезроқ, чунки бу тизим текширувчи мосламани юқорига-пастга жилдирмайди, аммо бунда фойдали маълумотни нисбатан силлиқ намуналардангина олиш мумкин. Доимий ток тартибида эса юқори аниқлик билан мураккаб сиртларни ўрганиш мумкин, аммо вақт кўп кетади.

СТМнинг энг зарур қисми бу механик манипулятордир, у зондни нанометрнинг мингдан бир бўлаклари аниқлигида сирт устида ҳаракатланишини таъминлаши лозим. Одатда механик манипуляторни пезокерамик материалдан тайёрланади.

Бундай материалнинг қизиқ хусусияти унинг **пезоеффе́ктивдир**. Унинг маъноси қуйидагидан иборат: пезоматериалдан тўғри бурчакли тўсин кесиби олиб, қарама-қарши томонларига металл электродлар суркалса ва уларга потенциаллар фарқи қўйилса, унда ток таъсири остида тўсиннинг геометрик ўлчамлари ўзгариши юз беради. Ва унинг тескараси: тўсинда кичкинагина бўлсада деформатсия юз берса, унинг қарама-қарши томонларида

потенциаллар фарқи ҳосил бўлади. Шундай қилиб, токдаги кичик ўзгаришларни бошқара туриб, зонднинг жуда кичик масофаларга силжишига эришиш мумкин. Бунда тадқиқот микроскопи ишлаши керак.

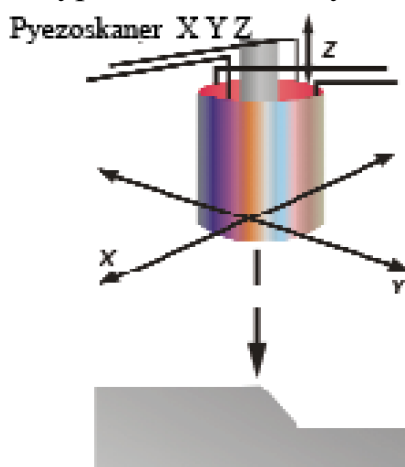


10-расм. СТМнинг ишлаш тартиби (режими)

Амалий қурилмаларда одатда бир нечта ажратилган электродли юпка деворли найча кўринишдаги пезокерамик манипуляторлардан фойдаланилади. Бошқарувчи кучланиш бундай манипуляторларнинг чўзилишини ёки эгилишини келтириб чиқаради ва шу билан бирга зонднинг барча уч фазовий координаталар X , Y ва Z ўқлари бўйича ҳаракатини таъминлайди.

Замонавий манипуляторлар қурилмаси зонднинг текисликда 100-200 мкм га, баландлик бўйича эса 5-12 мкм га ҳаракатланиш диапазонини таъминлайди.

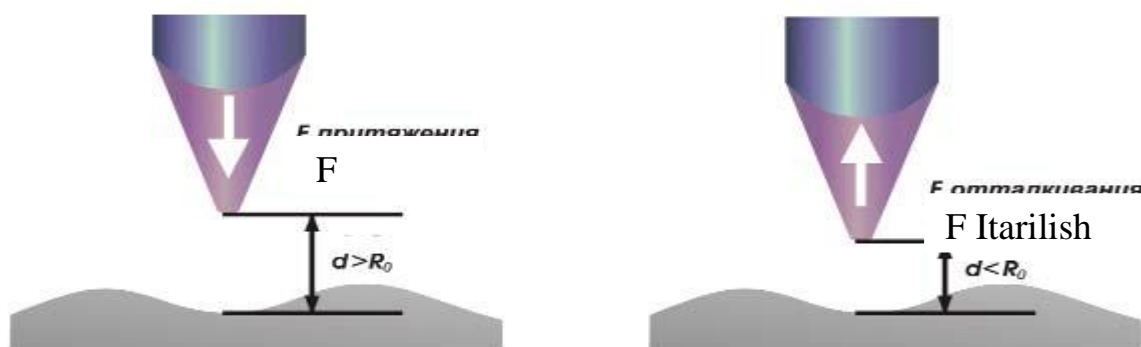
Туннел микроскопининг кашф этилиши сиртларни атом даражасида ўрганишга имкон берди. Аммо бу асбоб бир қатор чекланишларга ҳам эга. Туннел эффектига асосланганлиги учун у фақат электр токини яхши ўтказадиган материалларни ўрганишдагина қўлланиши мумкин.



11-расм. Пезоманипуляторнинг схемаси

Аммо, ривожланиш, ўсиш бир жойда туриб қолмайди ва 1986 йили ИБМнинг Сюрих бўлими лабораториясида кейинги авлод микроскоплари – **атомий - куч микроскоплар**(АКМ) яратилди. АКМ ҳам сиртларни атом аниқлигида ўрганишга имкон беради, аммо энди электр ўтказувчилар бўлиши шарт эмас. Ҳозирги кунда айнан шундай микроскоп тадқиқотчилар қизиқишни уйғотмоқда³.

Атомий - куч ва туннел микроскопларнинг ҳаракат қонуниятлари амалда бир хил, фақат туннел микроскопиникидан фарқли равишда АКМнинг ишлаши атомлараро боғланишлар кучидан фойдаланишга асосланган. Кичик масофаларда (0,1 нм га яқин) икки жисм атомлари ўртасида итаришиш кучлари (12а расм), катта масофаларда эса тортишиш кучлари ҳаракатга келади (12б расм).

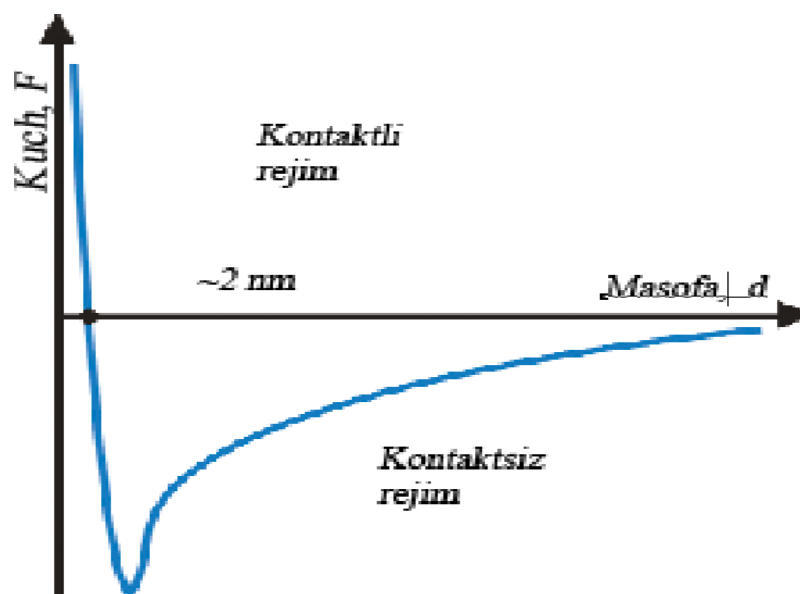


12-расм. АКМнинг ишлаш принципи

Тадқиқотлар учун яратилган атомий- куч микроскопда бундай икки жисм ўрганилаётган сирт ва унинг устида сирпанаётган игна учи бўлади. АКМда зонд сифатида олмос игнадан фойдаланилади. Сирт ва игна учи ўртасидаги Φ кучи ўзгарганда унга бириктирилган пружина оғади ва у датчик томонидан қайд қилинади. Эластик элементнинг (пружинка) оғиш катталиги сиртнинг релефи ҳақидаги маълумотга эга бўлади.

13-расмда атомлараро кучнинг игна учи ва намуна ўртасидаги масофага боғлиқлиги эгри чизиғи кўрсатилган.

³ . Mustafa Akay. Introduction to Polymer Science and Technology & Ventus Publishing ApS, 2012, - P.169.



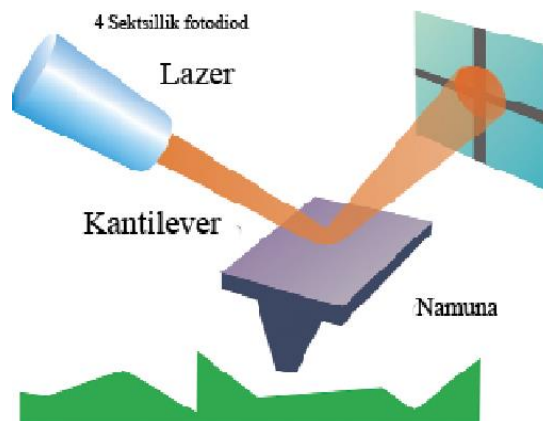
13-расм. Намуна ва зонд учигади атом ўртасидаги таъсир кучини улар орасидаги масофага боғлиқлиги

Игна сиртга яқинлашгани сари унинг атомларининг намуна атомларига тортилиши кучайиб бораверади. Игна ва сиртнинг тортишиш кучи то уларнинг электрон “булутлари” электростатик равишда бир-биридан итаришиш ҳолатига келгунча давом этаверади, яна ҳам яқинлашишганда электростатик итариш кучи экспоненциал тарзда тортишиш кучини камайтиради. Бу кучлар атомлар орасидаги масофа 0,2 нм га яқин бўлганда мувозанатлашади.

АКМда ҳам СТМга ўхшаб сиртни текшириш икки усулда амалга ошиши мумкин: *кантилевер* (зонд) *орқали текшириши ва таглик билан текшириши*. Биринчи ҳолда текширилаётган сирт бўйлаб кантилевер ҳаракатланади, иккинчисида эса ҳаракатсиз намунага нисбатан тагликнинг ўзи ҳаракатланади.

Зонд ва сиртнинг ўзаро таъсирлашиш кучларини қайд этиш учун одатда зонд учидан қайтган лазер нурунинг оғишини қайд этишга асосланган услубдан фойдаланилади. Нур махсус алюминийли кўзгусимон қоплам билан қопланган кантилевернинг учи томон йўналади, шундан сўнг махсус тўрт сексиялик фотодиодга ўтади.

Шундай қилиб, кантилевернинг озгина оғиши ҳам лазер нуруни фотодиод сексияларига нисбатан силжишига олиб келади, бу эса ўз навбатида кантилевернинг у ёки бу томонга силжишини кўрсатувчи фотодиод сигналини ўзгартиради. Бундай система нурнинг 0,1 бурчак остида оғишини ўлчаш имконини беради.



14-расм. Лазер нурунинг бошланғич ҳолатдан оғишини қайд қилиниши

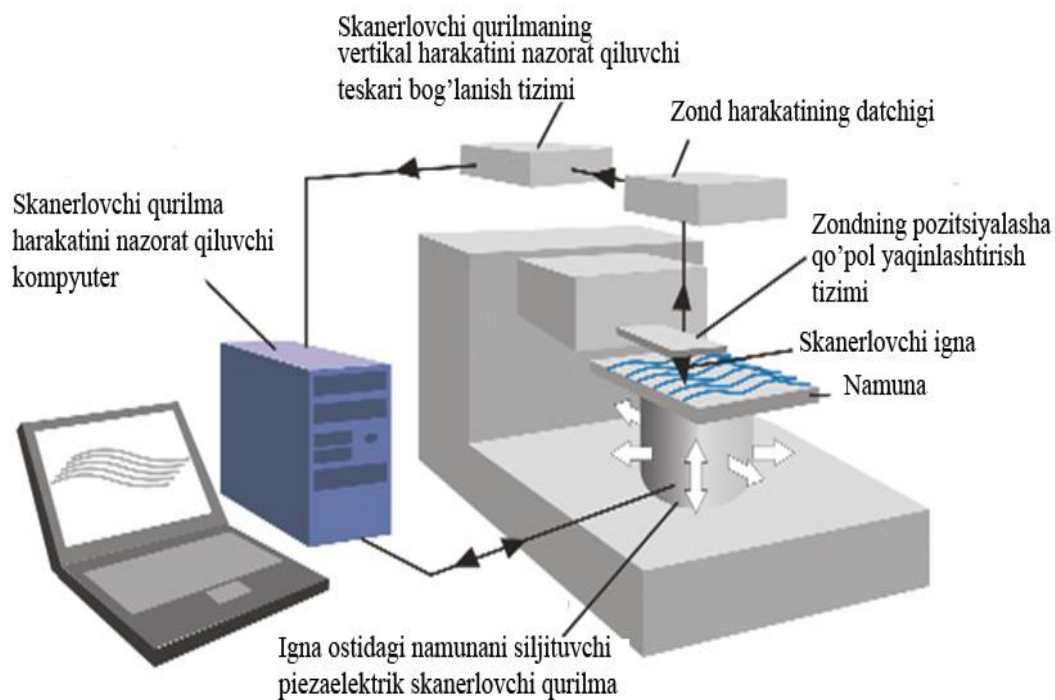
АКМнинг электр намуналар ўтказувчан бўлишини талаб қилмагани учун у ДНК ва бошқа юмшоқ материалларнинг молекуляр ўтказгичли ва изоляторлик ҳоссаларини текширишга имкон яратади.

Зондли микроскопиянинг ривожланиши таърифланган қонуниятлар амалда зонд учининг сирт билан ўзаро таъсирлашишининг ҳар қандай турида ҳам қўлланилиши мумкинлигини кўрсатиб берди. Бу эса умумий номи текширувчи зонд микроскоплари (ТЗМ) деб аталувчи микроскопларнинг кичик-кичик намуналарини ҳам яратилишига олиб келди². Бугунги кунда уларнинг қуйидаги турлари маълум:

- туннел зондлар;
- атомий- куч зондлар;
- яқин майдон оптик зондлар;
- магнитик-куч зондлар;
- электростатик куч зондлар ва бошқалар.

ТЗМнинг бошқа баъзи турлари билан кейинги боблардан бирида тўлиқроқ танишамиз, ҳозирча уларнинг умумий чизмаси билан танишамиз.

² Dieter Vollath *Nanoparticles-Nanocomposites-Nanomaterials. An introduction for beginners.* – Wiley-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA, Boschstr. Weinheim, Germany, 2013. – P. 322.



15-расм. ТЗМ ишлашининг умумий таърифи

Ҳар бир текширувчи зонд микроскопининг махсус хоссалари бор. Аммо, уларнинг умумий чизмаси у ёки бу даражада юқорида айтилган қонуниятларга яқинлигича қолган. ТЗМ таркибига микроскопнинг электромеханик қисмининг ишлашини бошқарадиган зонд, қайд этган маълумотларни қабул қиладиган ва ёзиб оладиган, ҳамда улар асосида тасвир кўринишини тузадиган қисмлар киради. Бундан ташқари, махсус дастур изланувчига олинган тасвир билан хоҳлаган тарзда ишлаш учун (масштаблаштириш, айлантириш, кесимлар қуриш) сиртнинг кўриниб турган расмини таҳлил қилиб чиқиш учун имкон яратади.

Текширувчи зонд микроскопиясида қабул қилинган терминология инглиз тилидан келиб чиққанлигини кўрсатувчи изларни қолдирган. Масалан, кўпинча текширувчи игнанинг учини “тип” (тип), консол – «кантилевер» (сантислевер) деб аталади.

Бугунги кунда ТЗМ нанотехнологияларнинг асосий куралидир. Такмиллаштиришлар натижасида улар ўрганилаётган намуналарнинг нафақат топологиясини (геометрик хусусиятларини), балки кўплаб бошқа характеристикаларини: магнитик ва электрик хоссаларини, қаттиқлигини, таркибнинг бир жинслилигини ва бошқаларни, нанометр ўлчамликлари даражасида аниқлик билан ўрганиш имконини беради.

Турли параметрларни аниқлашдан ташқари замонавий ТЗМлар нанообъектларни *манипулятсиялаш*, айрим атомларни тутиш ва уларни янги вазиятга кўчиришни таъминлайди, эни бир атомга тенг бўлган ўтказувчиларни атомар тарзда йиғиш имконини беради.

СТМ игнаси ёрдамида атомлар ўринларини алмаштиришнинг 2 та асосий усули бор: *горизонтал* ва *вертикал*. Ўринларни вертикал алмаштиришда керакли атом тугилгандан сўнг зондни бир неча ангстремга кўтариб туриб атомни сиртдан узиб олинади. Атомнинг сиртдан узилишини токнинг сакраши назорат қилиб туради. Бу холда атомни узиб олиб бошқа жойга кўчириб қўйиш кўп меҳнат талаб қилади. Лекин, атомни горизонтал кўчириш сиртнинг ғадир-будирликлардан олиб ўтишдан кўра афзалроқ. Белгиланган жойга олиб борилган атом нина учини сиртга яқинлаштириб, кучланиш қайта улаш билан озод этилади ва жойига туширилади.

Ҳозирги кунда дунёда кўп турдаги ТЗМ ва унинг қисмлари ишлаб чиқарилмоқда. Уларни ишлаб чиқарган фирмаларнинг номлари: Дигитал Инструментс, Парк Ссиентифис Инструментс, Омисрон, Топометрих, Бурлеигх ва бошқалардир.

Назорат саволлари:

1. Нанотехнологияларни энергетика ва атроф муҳит ҳимоясидаги ахамияти қандай?
2. Қуёш элементлари ишлаш принципи нималардан иборат?
3. Туннел эффектини тушунтиринг.

IV. АМАЛИЙ МАШҒУЛОТЛАР МАТЕРИАЛЛАРИ

Ўқув машғулотларни ташкил этиш бўйича кафедра профессор-ўқитувчилари томонидан кўрсатма ва тавсиялар ишлаб чиқилади. Унда педагог кадрларни қайта тайёрлаш ва малака ошириш курси тингловчилари асосий маъруза мавзулари бўйича олган билим ва кўникмаларини машғулотлар олиб бориш жараёнида янада бойитадилар. Шунингдек, дарслик ва ўқув қўлланмалар асосида тингловчилар билимларини мустахкамлашга эришиш, тарқатма материаллардан фойдаланиш, илмий мақолалар ва тезисларни тайёрлаш орқали тингловчилар билимини ошириш, мавзулар бўйича кўргазмали қуроллар тайёрлаш ва бошқалар тавсия этилади.

Амалий машғулотларда тингловчилар ўсимликлар биотехнологияси асосларидан олган назарий билимларни мустахкамлаши, амалий машғулотлар бажарилиши мумкин. Олинган билим ва кўникмалар дарсликлар, қўлланмалар, маъруза материаллари, илмий мақола ва тезислар ёрдамида, тарқатма материаллардан фойдаланилган ҳолда мустахкамланади.

АМАЛИЙ МАШҒУЛОТЛАР МАЗМУНИ

1-амалий машғулот. Нанофизика ва нанотехнологиялар предмети, зоналар назарияси, металл, диэлектрик ва яримўтказгичлар ҳақида тушинча. Наноматериаллар, уларнинг физик хусусиятлари ва амалиётда қўлланиши. (2 соат).

Зоналар назарияси, металл, диэлектрик ва яримўтказгичлар ҳақида тушинча, металл, яримўтказгичларда электр токига доир масалалар ечиш.

2-амалий машғулот. Наноструктураларда фундаментал электрон ходисалар, квант ўлчам эффектлари. Квант чегараланиши. Нанообъектларни синтезлаш усуллари, “юқоридан-пастга” ва “пастдан-юқорига” технологиялар, фотолитография. (2 соат).

Наноструктураларда фундаментал электрон ходисалар, квант ўлчам эффектлари, квант чегараланиши, нанообъектларни синтезлаш усуллари, “юқоридан-пастга” ва “пастдан-юқорига” технологиялар, фотолитографияга доир масалалар ечиш.

3-амалий машғулот. Кимёвий ва физик синтезлаш усуллари. Нанотрубкалар, нанородлар, наносимлар, квант нуқталари наноплёнкалар. Нанообъектларни кузатиш воситалари. (2 соат).

Кимёваий ва физик синтезлаш усуллари, нанотрубкалар, нанородлар, наносимлар, квант нуқталари наноплёнкалар, нанообъектларни кузатиш воситаларига доир масалалар ечиш.

4-амалий машғулот. Сканловчи зондли микроскопия, электрон микроскопия, сканловчи электрон микроскоп, трансмиссион электрон микроскоп. Спектроскопик усуллар. (2 соат).

Сканловчи зондли микроскопия, электрон микроскопия, сканловчи электрон микроскоп, трансмиссион электрон микроскоп, спектроскопик усулларга доир масалалар ечиш.

5-амалий машғулот. Нанотехнологияларни энергетика ва атроф муҳит химоясида қўллаш. Янги авлод Қуёш элементлари, фотокатализаторлар, водород энергетикаси, наногенераторлар. (4 соат).

Нанотехнологияларни энергетика ва атроф муҳит химоясида қўллаш, янги авлод Қуёш элементлари, фотокатализаторлар, водород энергетикаси, наногенераторларга доир масалалар ечиш.

КЎЧМА МАШҒУЛОТ МАЗМУНИ

1-Кўчма машғулот. Кимёваий ва физик синтезлаш усуллари. Нанотрубкалар, нанородлар, наносимлар, квант нуқталари наноплёнкалар. Нанообъектларни кузатиш воситалари. (2 соат).

2-Кўчма машғулот. Нанотехнологияларни энергетика ва атроф муҳит химоясида қўллаш. Янги авлод Қуёш элементлари, фотокатализаторлар, водород энергетикаси, наногенераторлар. (2 соат).

ФарДУ “Физика” кафедраси ўқув-илмий лабораториясида материалларни синтез қилиш, юпка наноўлчамли қатламлар олиш жараёнлари, Виртуал реаллик (Virtual Real) бўйича махсус дастурлар билан танишиш ва кўриш.

V. КЕЙСЛАР БАНКИ

1. Кейс. Нанотехнологияларни ривожлантиришнинг асосий йўналишлари Ўзбекистонда нималардан иборат?

Нима учун? Ушбу ечимни шакллантиринг ва асослаб беринг?

2. Кейс

«Наноматериалларнинг юқори самарали хоссаларга эга эканлиги маълум, ammo бундай кўз билан кўриб бўлмайдиган материалларнинг хоссалари қандай аниқланади»

Маълумки наноматериаллар асл ўлчамини электрон микроскоплар орқали аниқлаш мумкин. Унинг хоссаларини айнан ўлчами боғлиқ эканлиги бўлиш учун ўша диапазонда хос тадқиқотлар ёки текширувлар ўтказиш лозим бўлади. Шу боис махсус синов қўлмалари керак бўлади. Лекин наноматериаллар асосида микро- ёки ундан каттароқ материаллар шакллантирилса уларни хоссалари аниқлаш имконияти ошади. Бундай йўл тутилган аниқланган хосса нано материалга тегишлими ёки микроматериалгами деган савол вужудга келади. Бундай муаммоли вазиятни бартараф этиш жиддий илмиё ёндашишни тақозо этади.

Ушбу муаммоли вазиятни бартараф этиш бўйича ўз фикрингизни билдиринг. Наноматериалнинг ноёб хоссаларини тўғридан тўғри аниқлаб бўладими?

Мустақил таълим мавзулари

1. Замонавий материалшунослик таснифи (классификацияси)
2. Материалшунослик физикасининг устувор ва истиқболли йўналишлари.
3. Замонавий материалшуносликда илғор ривожланиш тенденциялари
4. Замонавий материалшуносликнинг таянч фанлари ва уларнинг бир бири билан узвий боғлиқлиги
5. Материалшунослик тарихи: ўтмиши, бугуни ва эртаси.
6. Материалларнинг махсус ва ноёб физик хоссалари ҳамда уларнинг намоён бўлиш принциплари
7. Металл материаллар физикаси ва уларнинг инсоният тарақиётидаги ўрни
8. Материалшунослик физикаси ва муҳандислигининг узвийлиги
9. Керамик материаллар физикаси ва уларнинг амалий аҳамиятлари

10. Полимер материаллар физикаси ва унинг полимерлар кимёси ва технологиялари фанлари билан боғлиқлиги
11. Полимер композитлар ва уларнинг устувор жиҳатлари
12. Металл-керамик ва полимер-металл комплекслар ва композитлар.
13. Композитларда матрицалар, тўлдирувчилар ва пластификаторларнинг роли ва уларнинг физик хоссаларни бошқариш имкониятлари
14. Ақлли (smart) материаллар физикаси ва уларнинг ноёб жиҳатлари
15. Материалларда хотира тушунчаси ва унинг намоён бўлиш принциплари
16. Электроник материаллар ва уларнинг замонавий компьютер технологияларидаги ўрни.
17. Нанообъектлар ва уларнинг физик тавсифлари ва амалий қўлланиш имкониятлари
18. Нанозаррачалар ва наноструктураларнинг шаклланиш усуллари ва нанотехнологиялар.
19. Замонавий материалшуносликда нанофизика ва наноматериалшунослик ўрни ва истиқболлари
20. Материаллар морфологияси ва унинг амалий аҳамияти.
21. Материаллар шаффофлиги, изотроп ва анизотропик хоссалари ва уларнинг намоён бўлиши принциплари
22. Юқори эластик материаллар ва уларнинг амалиятда қўлланиш истиқболлари
23. Нанотолали нотўқима материаллар шаклланиши ва уларнинг амалий қўлланиш имкониятлари.
24. Керамик композитлар, ўтга чидамли материаллар ва уларнинг ишлаб чиқариш принциплари ва истиқболлари
25. Наноўлчамли материалларда электрофизик ва магнитик хоссалари намоён бўлишининг ўзига хос жиҳатлари.
26. Республикамизда жадал ривожланаётган материалшунослик соҳалари

27. Қуёш энергиясидан фойдаланишда материалшунослик фанлари ва технологияларнинг имкониятлари. Қуёш элементлари.
28. Биопарчаланувчин материаллар ва уларнинг табиатдаги муҳим ўрни
29. Янги авлод материаллари ва уларни яратиш имкониятлари
30. Ноёб материаллар ва уларнинг қайта ишлашнинг истиқболли йўллари.

VI. ГЛОССАРИЙ

Термин	Ўзбек тилидаги шарҳи	Инглиз тилидаги шарҳи
Action	иловада Intent орқали жўнатилувчи хабар	A description of something that an Intent sender wants done. An action is a string value assigned to an Intent.
Activity	илованинг биронта ойнаси (интерфейс) бошқарувчи Java файл	A single screen in an application, with supporting Java code, derived from the Activity class.
Crocodile Physics	дастури кучли симулятор бўлиб, физик жараёнларни моделлаштириш ва физиканинг механика, электр занжирлар, оптика ва тўлқин ҳодисалари бўлимларига оид тажрибалар яратиш ва кузатиш имкониятини берувчи дастурдир	a simulator that lets you model a range of models in electricity, motion and forces, optics and waves. Crocodile Physics can be used either on whiteboards or by individual students.
Delphi	дастурлаш тилларидан бири. Борланд фирмаси томонидан ишлаб чиқарилган.	Delphi from Borland competes with Visual Basic as an offering for an object-oriented, visual programming approach to application development.
Design of Experiments	иммитацион модел ёрдамида кам маблағ сарфлаб асосланган хулосалар олишни режалаштириш жараёни	the process of formulating a plan to gather the desired information from a simulation model at minimal cost and to enable the analyst to draw valid inferences.
Dialog	фойдаланувчи интерфейс учун мулоқот ойнаси	A floating window that acts as a lightweight form.
Dynamic model	уларнинг ҳолати вақтга боғлиқ ўзгаради	Describes the behaviour of a distributed parameter system in terms of how one

		qualitative state can turn into another.
Elearning	Электрон таълим — ахборот-коммуникация технологиялари асосидаги таълимнинг турли кўринишларини англатувчи кенг тушунчадир	eLearning is learning utilizing electronic technologies to access educational curriculum outside of a traditional classroom
GUI	Фойдаланувчи график интерфейси	Graphic User Interface.
JDK (Java Development Kit)	Java дастурлаш тили учун кутубхона	The Java Development Kit (JDK) is a software development environment used for developing Java applications and applets.
Linear Model	Жараёнларни чизиқли ёритиш. Масалан, $y = 3x + 4z + 1$ тенглама чизиқли модел.	The one, which describes relationships in linear form. The equation $y = 3x + 4z + 1$ is a linear model.
Model	тадқиқ этилаётган объектда натур экспериментни амалга оширишнинг имкони бўлмаган, вақт давомийлиги катта, қиммат, ҳавфли бўлган ҳолларда, реал объект ўрнига алмаштириш усули.	a representation and abstraction of anything such as a real system, a proposed system, a futuristic system design, an entity, a phenomenon, or an idea.
Modeling	объект хоссалари ҳақида ахборотлар олиш мақсадида моделларни яратиш ва ўрганиш жараёни	the act of constructing a model. Modeling is an artful balancing of opposites; on the one hand, a model should not contain unnecessary details and become needlessly complex and difficult to analyze, on the other hand, it

		should not exclude the essential details of what it represents.
Numerical Model	тадқиқ этилаётган физик жараёни акс эттирувчи дифференциал тенгламани ечишга, яъни физик катталикларни акс эттирувчи параметрларнинг маълум қийматларида уни бевосита ҳисоблашга мўлжалланган	the one which is solved by applying computational procedures.
Object	Системадаги ўрганилаётган элемент	denotes an element of interest in the system.
OS (Operating System)	Операцион тизим. Қурилмадаги энг муҳим дастур	Operating System. The most important program on a device.
PhET	Колорадо университетида ишлаб чиқилган дастур. Унда физика, химия, биология ва бошқа фанлар бўйича жами 100 дан ортиқ намоишлар келтирилган.	(Physical education technology). free, interactive, research-based science and mathematics simulations
Resources	илова учун керакли бўлган ресурслар (расм, аудио, видео ва бошқа файллар)	Nonprogrammatic application components that are external to the compiled application code, but which can be loaded from application code using a well-known reference format.
Simulation	ўрганилаётган объектларни уларнинг моделларида тадқиқ этиш; реал мавжуд объект моделини ишлаб чиқиш ва ўрганиш, ходисаларни тушунтириш, башорат	the act of executing, experimenting with or exercising a model for a specific objective such as acquisition, analysis (problem solving), education, entertainment, research, or

	қилиш жараёни	training.
Static Model	вақт бўйича ўзгармас модел;	the one which describes relationships that do not change with respect to time.
System	бир бутунликни ташкил этувчи компонентларнинг маълум изчилликдаги ўзаро боғланишлари ва таъсирлари	any collection of interacting elements that operate to achieve some goal.
Visual Basic	Microsoft корпорциядан дастурлаш тили ва унинг учун дастурлаш муҳитдир	Visual Basic (VB) is a programming environment from Microsoft in which a programmer uses a graphical user interface (GUI) to choose and modify preselected sections of code written in the BASIC programming language.

VII. ФЙДАЛАНИЛГАН АДАБИЁТЛАР:

I. Ўзбекистон Республикаси Президентининг асарлари

1. Мирзиёев Ш.М. Буюк келажагимизни мард ва олижаноб халқимиз билан бирга курашимиз. – Т.: “Ўзбекистон”, 2017. – 488 б.

2. Мирзиёев Ш.М. Миллий тараққиёт йўлимизни қатъият билан давом эттириб, янги босқичга кўтарамиз. 1-жилд. – Т.: “Ўзбекистон”, 2017. – 592 б.

3. Мирзиёев Ш.М. Халқимизнинг розилиги бизнинг фаолиятимизга берилган энг олий баҳодир. 2-жилд. Т.: “Ўзбекистон”, 2018. – 507 б.

4. Мирзиёев Ш.М. Нияти улуғ халқнинг иши ҳам улуғ, ҳаёти ёруғ ва келажаги фаровон бўлади. 3-жилд.– Т.: “Ўзбекистон”, 2019. – 400 б.

5. Мирзиёев Ш.М. Миллий тикланишдан – миллий юксалиш сари. 4-жилд.– Т.: “Ўзбекистон”, 2020. – 400 б.

II. Норматив-ҳуқуқий ҳужжатлар

6. Ўзбекистон Республикасининг Конституцияси. – Т.: Ўзбекистон, 2018.

7. Ўзбекистон Республикасининг 2020 йил 23 сентябрда қабул қилинган “Таълим тўғрисида”ги ЎРҚ-637-сонли Қонуни.

8. Ўзбекистон Республикасининг “Коррупцияга қарши курашиш тўғрисида”ги Қонуни.

9. Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2015 йил 12 июнь “Олий таълим муассасаларининг раҳбар ва педагог кадрларини қайта тайёрлаш ва малакасини ошириш тизимини янада такомиллаштириш чора-тадбирлари тўғрисида”ги ПФ-4732-сонли Фармони.

10. Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2017 йил 7 февраль “Ўзбекистон Республикасини янада ривожлантириш бўйича Ҳаракатлар стратегияси тўғрисида”ги 4947-сонли Фармони.

11. Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2017 йил 20 апрель “Олий таълим тизимини янада ривожлантириш чора-тадбирлари тўғрисида”ги ПҚ-2909-сонли Қарори.

12. Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2018 йил 5 июнь “Олий таълим муассасаларида таълим сифатини ошириш ва уларнинг мамлакатда амалга оширилаётган кенг қамровли ислохотларда фаол иштирокини таъминлаш бўйича қўшимча чора-тадбирлар тўғрисида”ги ПҚ-3775-сонли Қарори.

13. Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2018 йил 21 сентябрь “2019-2021 йилларда Ўзбекистон Республикасини инновацион ривожлантириш стратегиясини тасдиқлаш тўғрисида”ги ПФ-5544-сонли Фармони.

14. Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2019 йил 27 май “Ўзбекистон Республикасида коррупцияга қарши курашиш тизимини янада такомиллаштириш чора-тадбирлари тўғрисида”ги ПФ-5729-сон Фармони.

15. Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2019 йил 17 июнь 16 “2019-2023 йилларда Мирзо Улуғбек номидаги Ўзбекистон Миллий университетида талаб юқори бўлган малакали кадрлар тайёрлаш тизимини

тубдан такомиллаштириш ва илмий салоҳиятини ривожлантири чора-тадбирлари тўғрисида”ги ПҚ-4358-сонли Қарори.

16. Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2019 йил 27 август “Олий таълим муассасалари раҳбар ва педагог кадрларининг узлуксиз малакасини ошириш тизимини жорий этиш тўғрисида”ги ПФ-5789- сонли Фармони.

17. Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2019 йил 8 октябрь “Ўзбекистон Республикаси олий таълим тизимини 2030 йилгача ривожлантириш концепциясини тасдиқлаш тўғрисида”ги ПФ-5847- сонли Фармони.

18. Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2020 йил 29 октябрдаги “Илм-фанни 2030 йилгача ривожлантириш концепциясини тасдиқлаш тўғрисида”ги ПФ-6097-сонли Фармон.

19. Ўзбекистон Республикаси Вазирлар Маҳкамасининг 2019 йил 23 сентябрь “Олий таълим муассасалари раҳбар ва педагог кадрларининг малакасини ошириш тизимини янада такомиллаштириш бўйича кўшимча чора-тадбирлар тўғрисида”ги 797-сонли Қарори.

Ш. Махсус адабиётлар

20. A.A. Abdujabbarov, B.J. Ahmedov, Photons Motion and Optical Properties of Black holes, Tashkent, 2019, 184 pp.

21. Andi Klein and Alexander Godunov. “Introductory Computational Physics”. Cambridge University Press 2010.

22. David Spencer “Gateway”, Students book, Macmillan 2012.

23. Dieter Vollath Nanoparticles-Nanocomposites-Nanomaterials. An introduction for beginners. – Wiley-VCH VerlagGmbH&Co.KGaA, Boschstr. Weinheim, Germany, 2013. – P. 322.

24. English for Specific Purposes. All Oxford editions. 2010, 204.

25. Harvey Gould, Jan Tobochnik, Wolfgang Christian. “An introduction to computer simulation methods. Applications to Physical Systems”. Pearson Education, Inc., publishing as Addison Wesley, 2007.

26. <http://phet.colorado.edu>

27. Isabel Gedgrave” Modern Teaching of Physics”. 2009

28. Lindsay Clandfield and Kate Pickering “Global”, B2, Macmillan. 2013. 175.

29. Mitchell H.Q. “Traveller” B1, B2, MM Publications. 2015. 183.

30. Mitchell H.Q. MarileniMalkogianni “PIONEER”, B1, B2, MM Publications. 2015. 191.

31. Mustafa Akay. Introduction to Polymer Science and Technology &Ventus Publishing ApS, 2012, - P.169.

32. Rolf Klein. Material Properties of Plastics, - Wiley-VCH VerlagGmbH&Co. KGaA, Boschstr. Weinheim, Germany, 2011. – P. 68. 17

33. S. SitiSuhaily, H.P.S. Abdul Khalil, W.O. Wan Nadirah and M. Jawaid Bamboo Based Biocomposites Material, Design and Applications Additional information is available at the end of the chapter 2013.

34. S.M.Lindsay, Introduction to nanoscience, Oxford University Press, 2010

35. Steve Taylor “Destination” Vocabulary and grammar”, Macmillan 2010.

36. Thomas Hanemann. Polymer-Nanoparticle composites: From Synthesis to Modern Applications. – Materials, 2010. – P.50.
37. Viatcheslav Mukhanov, Physical Foundations of Cosmology Cambridge University Press, 2012, DOI: <https://doi.org/10.1017/CBO9780511790553>
38. Vittorio Degiorio, Paria Cristiani /Photonics. A short course/ Springer International Publishing Switzerland 2014.
39. William D. Callister Jr. Materials Sciences and Engineering. An Introduction. John Wiley & Sons. Ins. 2010. – P. 1000.
40. Архангельская И.В., Розенталь И.Л., Чернин А.Д. Космология и физический вакуум. Изд. стереотип. URSS. 2020. 214 с. ISBN 978-5-396-00993-6.
41. Асекретов О.К., Борисов Б.А., Бугакова Н.Ю. и др. Современные образовательные технологии: педагогика и психология: монография. – Новосибирск: Издательство ЦРНС, 2015. – 318 с. <http://science.vvsu.ru/files/5040BC65-273B-44BB-98C4-CB5092BE4460.pdf>
42. Белогуров А.Ю. Модернизация процесса подготовки педагога в контексте инновационного развития общества: Монография. — М.: МАКС Пресс, 2016. — 116 с. ISBN 978-5-317-05412-0.
43. Гулобод Кудратуллоҳ кизи, Р.Ишмухамедов, М.Нормухаммедова. Анъанавий ва ноанъанавий таълим. – Самарқанд: “Имом Бухорий халқаро илмий-тадқиқот маркази” нашриёти, 2019. 312 б.
44. Джораев М., Физика ўқитиш методикаси. Гулистон давлат университети. Гулистон, 2017. – 256 б.
45. Ибраймов А.Е. Масофавий ўқитишнинг дидактик тизими. методик қўлланма/ тузувчи. А.Е.Ибраймов. – Тошкент: “Lesson press”, 2020. 112 бет.
46. Игнатова Н. Ю. Образование в цифровую эпоху: монография. М-во образования и науки РФ. – Нижний Тагил: НТИ (филиал) УрФУ, 2017. – 128 с. http://elar.urfu.ru/bitstream/10995/54216/1/978-5-9544-0083-0_2017.pdf
47. Ишмухамедов Р.Ж., М.Мирсолиева. Ўқув жараёнида инновацион таълим технологиялари. – Т.: «Fan va texnologiya», 2014. 60 б.
48. Муслимов Н.Ава бошқалар. Инновацион таълим технологиялари. Ўқув-методик қўлланма. – Т.: “Sano-standart”, 2015. – 208 б.
49. Нохара Х. Реформа государственных университетов и научных исследований в Японии. // Экономика образования. – 2008. – № 3. – С. 77–82
50. Олег Верхованов, Юрий Парийский. Радиогалактики и космология. Litres, 2018-12-20. — 304 с. — ISBN 978-5-457-96755-7. 18
51. Олий таълим тизимини рақамли авлодга мослаштириш концепцияси. Европа Иттифоқи Эрасмус+ дастурининг қўмағида. https://hiedtec.ecs.uniruse.bg/pimages/34/3_UZBEKISTAN-CONCEPT-UZ.pdf
52. С.Г.Моисеев, С.В.Виноградов. Основы нанофизики. Ульяновск, 2010.
53. Усмонов Б.Ш., Ҳабибуллаев Р.А. Олий ўқув юртларида ўқув жараёнини кредит-модуль тизимида ташкил қилиш. Ўқув қўлланма. Т.: “Tafakkur” нашриёти, 2020 й. 120 бет.

54. Щербак Е.Н. Зарубежные образцы системы управления высшим образованием (на примере образовательных стандартов Франции и США) // Образование и право. – 2012. – № 9 (37). – С.79-87 IV. Интернет сайтлар
55. <http://edu.uz> – Ўзбекистон Республикаси Олий ва ўрта махсус таълим вазирлиги
56. <http://lex.uz> – Ўзбекистон Республикаси Қонун ҳужжатлари маълумотлари миллий базаси
57. <http://bimm.uz> – Олий таълим тизими педагог ва раҳбар кадрларини қайта тайёрлаш ва уларнинг малакасини оширишни ташкил этиш бош илмий-методик маркази
58. <http://ziyonet.uz> – Таълим портали Ziyonet
59. <http://www.nobelprizes.com/>
60. <http://www.wittenborg.eu>
61. <http://www.physics.ox.ac.uk>
62. <http://www.phy.cam.ac.uk>
63. <http://www.physics.uni-heidelberg.de>
64. www.cultinfo./fulltext/1/008/077/561/htm
65. <http://www.unibo.it>
66. <http://www.iau-aiu.net/>
67. <https://en.wikipedia.org/wiki/>
68. <http://www.aca-secretariat.be/>
69. <https://ui.adsabs.harvard.edu/>

