

**BUXORO DAVLAT UNIVERSITETI HUZURIDAGI PEDAGOG
KADRLARNI QAYTA TAYYORLASH VA ULARNING
MALAKASINI OSHIRISH MINTAQAVIY MARKAZI**

**NANOTEXNOLOGIYANING FIZIKAVIY
ASOSLARI VA AMALIYOTDA
QO‘LLANISHI**

2023

Jumayev M.R.

fizika-matematika fanlari
doktori, professor.



**O‘ZBEKISTON RESPUBLIKASI
OLIV TA‘LIM, FAN VA INNOVATSIYALAR VAZIRLIGI**

**BUXORO DAVLAT UNIVERSITETI HUZURIDAGI PEDAGOG
KADRLARNI QAYTA TAYYORLASH VA ULARNING MALAKASINI
OSHIRISH MINTAQAVIY MARKAZI**

**“NANOTEKNOLOGIYANING FIZIKAVIY ASOSLARI
VA AMALIYOTDA QO‘LLANISHI”**

MODULI BO‘YICHA

O‘QUV-USLUBIY MAJMUA

Fizika

Buxoro – 2023

Modulning o`quv-uslubiy majmuasi Oliy ta'lim, fan va innovatsiyalar vazirligining 2023 yil 25 avgustdagi 391-sonli buyrug'i bilan tasdiqlangan o`quv dasturi va o`quv rejasiga muvofiq ishlab chiqilgan.

Tuzuvchi: **M.R.Jumayev** - fizika-matematika fanlari doktori, professor.

Taqrizchilar: **D.R.Djurayev** - fizika-matematika fanlari doktori, professor.
Q.S.Saidov - fizika-matematika fanlari nomzodi, dotsent.

**O`quv -uslubiy majmua Buxoro davlat universiteti Ilmiy
Kengashining qarori bilan nashrga tavsiya qilingan
(2023 yil "29" avgustdagi 1-sonli bayonnoma)**

MUNDARIJA

I. ISHCHI DASTUR	5
II. MODULNI O‘QITISHDA FOYDALANILADIGAN INTERFAOL TA‘LIM METODLARI	15
III. NAZARIY MATERIALLAR	25
IV. AMALIY MASHG‘ULOT MATERIALLARI	66
V. GLOSSARIY	72
VI. ADABIYOTLAR RO‘YXATI.....	78

I. ISHCHI DASTUR

Kirish

Ushbu dastur O'zbekiston Respublikasining 2020-yil 23-sentabrda tasdiqlangan "Ta'lim to'g'risida"gi Qonuni, O'zbekiston Respublikasi Prezidentining 2015-yil 12-iyundagi "Oliy ta'lim muassasalarining rahbar va pedagog kadrlarini qayta tayyorlash va malakasini oshirish tizimini yanada takomillashtirish to'g'risida"gi PF-4732-son, 2019-yil 27-avgustdagi "Oliy ta'lim muassasalari rahbar va pedagog kadrlarining uzluksiz malakasini oshirish tizimini joriy etish to'g'risida"gi PF-5789-son, 2019-yil 8-oktabrdagi "O'zbekiston Respublikasi oliy ta'lim tizimini 2030-yilgacha rivojlantirish konsepsiyasini tasdiqlash to'g'risida"gi PF-5847-son, 2022-yil 28-yanvardagi "2022-2026-yillarga mo'ljallangan Yangi O'zbekistonning taraqqiyot strategiyasi to'g'risida"gi PF-60-son, 2023-yil 25-yanvardagi "Respublika ijro etuvchi hokimiyat organlari faoliyatini samarali yo'lga qo'yishga doir birinchi navbatdagi tashkiliy chora-tadbirlar to'g'risida"gi PF-14-son Farmonlari, shuningdek, O'zbekiston Respublikasi Vazirlar Mahkamasining 2019-yil 23-sentabrdagi "Oliy ta'lim muassasalari rahbar va pedagog kadrlarining malakasini oshirish tizimini yanada takomillashtirish bo'yicha qo'shimcha chora-tadbirlar to'g'risida"gi 797-son Qarorida belgilangan ustuvor vazifalar mazmunidan kelib chiqqan holda tuzilgan bo'lib, u oliy ta'lim muassasalari pedagog kadrlarining kasb mahorati hamda innovatsion kompetentligini rivojlantirish, sohaga oid ilg'or xorijiy tajribalar, yangi bilim va malakalarni o'zlashtirish, shuningdek amaliyotga joriy etish ko'nikmalarini takomillashtirishni maqsad qiladi.

Dastur doirasida berilayotgan mavzular ta'lim sohasi bo'yicha pedagog kadrlarni qayta tayyorlash va malakasini oshirish mazmuni, sifati va ularning tayyorgarligiga qo'yiladigan umumiy malaka talablari va o'quv rejalari asosida shakllantirilgan bo'lib, uning mazmuni yangi O'zbekistonning taraqqiyot strategiyasi va jamiyatning ma'naviy asoslarini yoritib berish, oliy ta'limning normativ-huquqiy asoslari bo'yicha ta'lim-tarbiya jarayonlarini tashkil etish, pedagogik faoliyatda raqamli kompetensiyalarni rivojlantirish, ilmiy-innovatsion

faoliyat darajasini oshirish, pedagogning kasbiy kompetensiyalarini rivojlantirish, ta'lim sifatini ta'minlashda baholash metodikalaridan samarali foydalanish, nanotexnologiyaning fizikaviy asoslari va amaliyotda qo'llanishi, fotonikaning zamonaviy masalalari bo'yicha tegishli bilim, ko'nikma, malaka va kompetensiyalarni rivojlantirishga yo'naltirilgan.

Ilm-fan va innovasion taraqqiyotning muhim ko'rinishi bo'lgan nanotexnologiyalar hayotimizga chuqur kirib kelmoqda. Mutaxassislarining ta'kidlashicha, yaqin yillar ichida zamonaviy fanning ko'pgina bo'limlari "nano" qo'shimchasi bilan aytiladigan bo'ladi. Nanotexnologiyalarning jamiyat taraqqiyotidagi o'rni, uning yutuqlaridan mamlakatimiz ilm-fani va ishlab chiqarish tarmog'ida foydalanish zarur hisoblanadi.

Tabiiy fanlar nanofizika va nanotexnologiyalar asosini tashkil etuvchi nanotrubbkalar, nanorodlar, nanosimlar, kvant nuqtalar, kvant o'ralar, nanoplyonkalarining ularning ilm-fan va iqtisodiyot rivojlanishidagi o'rni beqiyos kattadir. Nanofizika asoslari fanini mukammal o'rganishning afzalligi yana shu bilan izohlanadiki, to'g'ri qaror qabul qilishda insonlar doimo kerakli va ishonchli nazariy bilimga va ma'lumotga ega bo'lishi zarur. Agar ular o'z bilimlariga ega bo'lmasa, tajriba va xatolaridan kelib chiqqan holda o'ziga qimmatga tushgan usulni qo'llashi yoki boshqalarning tajribasi, xatolarini o'rganishi mumkin. Nanotexnologiyaning fizikaviy asoslari va amaliyotda qo'llanishi fanidan olgan bilimlariga murojaat qilsa, ularning muammolarini yechish osonlashadi, belgilangan rejasi aniq bo'ladi. Nanotexnologiyaning fizikaviy asoslari ma'lum bir obyekt yoki hodisa to'g'risida yaxlit tasavvur beruvchi bilimlar tizimi bo'lish bilan insonlarda oldindan ko'ra bilish, bashorat qilish, rejalashtirish ko'nikmalarini hosil qiladi, ko'p xatolardan asraydi. Materiallarning maxsus va noyob xossalarni namoyon qilishi ko'p jihatdan ularning o'lchami va ustmolekulyar tuzilishiga bog'liq bo'ladi. Bu borada nanoo'lchamlilik ustuvorlikka ega bo'lib, hozirda nanoob'yektlarning fizik xossalarni o'rganadigan nanofizika fani va uni zamirida nanomaterial-shunoslik ham jadal rivojlanmoqda.

Bugungi kunda hayotimizga tezlik bilan kirib kelayotgan nanotexnologiya

tushunchasi jamiyatimiz taraqqiyotini yanada jadallashtirish, turmushimiz farovonligini oshirish, hayotimizda o'z yechimini kutayotgan ekologik, ijtimoiy va boshqa muammolarni bartaraf etishda muhim ahamiyat kasb etmoqda. Chunki ilm-fanning bunday kashfiyotlari noyob xususiyatlarga ega yangi materiallar va ekstremal sharoitlarga chidamli nanomateriallar olish va ularni tatbiq etishga xizmat qiladi. Shu bois jahonda nanotexnologik tadqiqotlar ko'lamini kengaytirish va bu boradagi innovasion texnologiyalardan hayotda keng foydalanishga e'tibor tobora kuchaymoqda. Bu borada tabiiy fanlarning nanotexnologiya va nanofizika kabi sohalarini kompleks tarzda o'rganadigan "Nanotexnologiyaning fizikaviy asoslari va amaliyotda qo'llanishi" o'quv modulini joriy etilishi maqsadga muvofiqdir.

Mazkur modulni amalga oshirishda sohaga oid ilg'or ilm-fan yutuqlari va yuqori texnologik jarayonlar mohiyatlarini nazarga olish, ularga tayangan holda ma'ruza, amaliy mashg'ulotlarini tashkil etish, yetakchi ilm-fan va ishlab chiqarish muassalarida olib borilayotgan ustuvor va istiqbolli yo'nalishlardagi ilmiy va amaliy tadqiqotlar bilan tanishish muhim ahamiyat kasb etadi.

Modulning maqsadi va vazifalari

"Nanotexnologiyaning fizikaviy asoslari va amaliyotda qo'llanishi" **modulining maqsadi:** pedagog kadrlarni qayta tayyorlash va malaka oshirish kursi tinglovchilarini tabiiy fanlarning nanotexnologiya asoslarini bilishi, foydalanish istiqbollari sohasidagi bilim va ko'nikmalarini shakllantirishdir, bu ularning nanotexnologiya turlari, ulardan foydalanish va nanofizikasi sohalarini hamda zamonaviy materialshunoslik rivojlanish omillari haqidagi bilimlarini takomillashtirish, bu borada respublikamiz va xorijiy yetakchi ilmiy markazlar erishayotgan asosiy yutuqlar, zamonaviy ilmiy yo'nalishlar va tadqiqotlar usullari bilan tanishtirish hamda ularni amaliy qo'llash yuzasidan ko'nikma va malakalarga ega bo'lishiga erishtirishdan iboratdir. bilimlarini kuchaytiradi.

Modulning vazifalari:

- tabiiy fanlarning nanofizika va nanotexnologiyalar asosini tashkil etuvchi nanotrubkalar, nanorodlar, nanosimlar, kvant nuqtalar, kvant o'ralar,

nanoplyonkalarolish texnologiyani ilmiy va amaliy mohiyati, rivojlanish tendentsiyasi, istiqbolli ilmiy-tadqiqot yo'nalishlari haqidagi asosiy bilimlarni o'rgatish;

- nanofizika sohasida hamda uning ustuvor yo'nalishida respublikamiz va xorijiy ilmiy markazlar erishayotgan yutuqlar, dolzarb tadqiqotlar, shuningdek, bu boradagi ilmiy adabiyotlar haqidagi tahliliy ma'lumotlar bilan tanishtirish;

- nanotexnologiyalarni samaradorligini oshirish nuqtai nazaridan ularning tarkibidagi zarur o'zgarishlar fizikasini ishlab chiqish va amalga oshirish uchun mavjud tizimlar va ularning elementlarini tahlil qilishda ilmiy yangiligi va amaliy ahamiyati haqidagi tasavvurlarga ega bo'lish;

- ichki va xorijiy amaliyotda nanotexnologiya turlari asosida texnik tizimlarini takomillashtirishning asosiy tendensiyalari va yo'nalishlari to'g'risida tushunchalarni shakllantirish shuningdek, o'qitish jarayonida ilm-fan yutuqlari, yangi usullar va uskunalardan foydalanish hamda ilg'or innovatsion texnologiyalarni qo'llay olishni o'rgatish;

Modul bo'yicha tinglovchilarning bilimi, ko'nikmasi, malakasi va kompetentsiyalariga qo'yiladigan talablar

“Nanotexnologiyaning fizikaviy asoslari va amaliyotda qo'llanishi” modul kursini o'zlashtirish jarayonida amalga oshiriladigan masalalar doirasida:

Tinglovchi:

- nanofizika va nanotexnologiyalar predmeti, zonalar nazariyasi, metall, diyelektrik va yarimo'tkazgichlar haqida tushinchalarni;
- nanotrubkalar, nanorodlar, nanosimlar, kvant nuqtalarib nanoplyonkalarni;
- nanoob'yektlarni kuzatish vositalarini;
- skanlovchi zondli mikroskopiya, elektron mikroskopiya, skanlovchi elektron mikroskop, transmission elektron mikroskoplarni;
- nanomateriallar, ularning fizik xususiyatlari va amaliyotda qo'llanishini;
- nanostrukturalarda fundamental elektron hodisalar, kvant o'lcham effektlarini;
- nanotubkalar, nanorodlar, nanosimlar, kvant nuqtalarib nanoplyonkalarni;
- skanlovchi zondli mikroskopiya, elektron mikroskopiya, skanlovchi elektron

mikroskop, transmission elektron mikroskoplami;

bilimlarga ega bo'lishi;

Tinglovchi:

- nanofizika va texnologiyalari turlari haqida;
- nanotexnologiya turlari va texnik parametrlari to'g'risidagi ma'lumotlarga;
- nanotexnologiya turlaridan foydalanish muammolari haqida **amaliy ko'nikma va malakalarni egallashi;**

Tinglovchi:

- ma'ruza, amaliyot va mustaqil ta'lim mashg'ulotlarini bir biriga mutanosib tarzda tashkil etish, mashg'ulotlar jarayonida kuzatiladigan ijobiy holatlarni taqdirlash va salbiy illatlarni bartaraf etish, o'zlashtirishni tahlil etish, baholash va umumlashtirish **kompentensiyalari egallashi lozim.**

Modulni tashkil etish va o'tkazish bo'yicha tavsiyalar

“Nanotexnologiyaning fizikaviy asoslari va amaliyotda qo'llanishi” modulini o'qitish ma'ruza va amaliy mashg'ulotlar shaklida olib boriladi.

Modulni o'qitish jarayonida ta'limning zamonaviy usullari, axborot-kommunikatsiya texnologiyalari qo'llaniladi, jumladan:

- ma'ruza darslari kompyuter texnologiyalari yordamida prezentatsiyalar va elektron-didaktik texnologiyalardan foydalangan holda olib boriladi;
- amaliy mashg'ulotlarni olib borishda laboratoriya tajribalari, ekspress-so'rovlar, test so'rovlari, aqliy hujum, guruhli fikrlash, kollokvium, tadqiqotlar asbob-uskunalari va qurilmalaridan, yetakchi ilmiy muassasalar imkoniyatlaridan foydalanish, shuningdek, boshqa interaktiv ta'lim usullarini qo'llash tavsiya etiladi.

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

“Nanotexnologiyaning fizikaviy asoslari va amaliyotda qo'llanishi” moduli mazmuni o'quv rejadagi “Fotonikaning zamonaviy masalalari” moduli bilan bog'langan holda tabiiy fanlar sohasida pedagog kadrlarning kasbiy pedagogik tayyorgarligi va malakasini oshirishga xizmat qiladi.

Modulning oliy ta'limdagi o'rni

Modulni o'zlashtirish orqali tinglovchilar "Nanotexnologiyaning fizikaviy asoslari va amaliyotda qo'llanishi" asoslarini o'rganish, ularni tahlil etish, amalda qo'llash va baholashga doir kasbiy kompetentlik va malakasiga ega bo'ladilar. Modul bo'yicha fanlarni o'zlashtirish oliy o'quv yurtlarida nanotexnologiyaning fizikaviy asoslari va amaliyotda qo'llanish sohalarida ta'lim olayotgan bakalavriatura va magistratura talabalari uchun maxsus fanlarni o'qitishni tashkil etishda muhim ahamiyatga ega bo'ladi. Shuningdek, modul doirasida o'zlashtirilgan bilimlar mazkur fan sohalarida bo'yicha ilmiy tadqiqotlar olib borishda amaliy asos bo'lib xizmat qiladi.

Modul bo'yicha soatlar taqsimoti

№	Modul mavzulari	Tinglovchining o'quv yuklamasi, soat				
		Hammasi	Auditoriya o'quv yuklamasi			
			Jami	jumladan		
		Nazariy	Amaliy mashg' ulot	ko' chma mashg' ulot		
1	Nanofizika va nanotexnologiyalar predmeti, zonalar nazariyasi, metall, dielektrik va yarimo'tkazgichlar haqida tushincha. Nanomateriallar, ularning fizik xususiyatlari va amaliyotda qo'llanishi. Nanostrukturalarda fundamental elektron hodisalar, kvant o'lcham effektlari. Kvant chegaralanishi.	6	6	2	2	2
2	Nanoobyektlarni sintezlash usullari, "yuqoridan-pastga" va "pastdan-yuqoriga" texnologiyalar, fotolitografiya. Kimyovaiy va	6	6	2	2	2

	fizik sintezlash usullari. Nanotrubkalar, nanorodlar, nanosimlar, kvant nuqtalar, kvant o‘ralar, nanoplyonkalar.					
3	Nanoobyektlarni kuzatish vositalari. Skanlovchi zondli mikroskopiya, elektron mikroskopiya, skanlovchi elektron mikroskop, yorituvchi elektron mikroskop. Spektroskopik usullar.	8	8	2	2	4
4	Nanotexnologiyalarni energetika, oziq ovqat yetishtirish va uning xavsizligi va atrof muhit himoyasida qo‘llash. Yangi avlod Quyosh elementlari, fotokatalizatorlar, vodorod energetikasi, nanogeneratorlar.	8	8	2	2	4
	Jami	28	28	8	8	12

NAZARIY MASHG'ULOTLAR MAZMUNI

1-mavzu: Nanofizika va nanotexnologiyalar predmeti, zonalar nazariyasi, metall, dielektrik va yarimo'tkazgichlar haqida tushincha. Nanomateriallar, ularning fizik xususiyatlari va amaliyotda qo'llanishi. Nanostrukturalarda fundamental elektron hodisalar, kvant o'lcham effektlari. Kvant chegaralanishi.

Nanofizika predmeti, nanoob'yektlar, nanodispers tizimlar, nanostrukturalar va nanomateriallar shakllanishi, ularning maxsus va noyob fizik xossalari. Nanomaterialshunoslik asoslari, unda fundamental va amaliy fanlar, texnologiyalar va ishlab chiqarishning hamjihatligi. Nanostrukturalarda fundamental elektron hodisalar, kvant o'lcham effektlari. Nanoob'yektlar va ularning nanomateriallar yaratishdagi roli va ustuvorligi.

2-mavzu: Nanoobyektlarni sintezlash usullari, “yuqoridan-pastga” va “pastdan-yuqoriga” texnologiyalar, fotolitografiya. Kimyovaiy va fizik sintezlash usullari. Nanotrubbkalar, nanorodlar, nanosimlar, kvant nuqtalar, kvant o'ralar, nanoplyonkalar.

Nanofizika va nanotexnologiyalar uzviyligi hamda ustuvor ilmiy-tadqiqot sohalari va yo'nalishlari. Nanoobyektlarni sintezlash usullari, “yuqoridan-pastga” va “pastdan-yuqoriga” texnologiyalar, fotolitografiya. Nanodispers tizimlar, nanomexanika, nanoelektronika, metall va yarimo'tkazgichli nanojihozlar, optik nanosensorlar, nanoqatlamli quyosh elementlari, nanoplenkalar, nanotolalar, nanosorbentlar, nanotrubbkalar, nanogellar, nanokomplekslar, nanokompozitlar va sh.k.

3-mavzu: Nanoobyektlarni kuzatish vositalari. Skanlovchi zondli mikroskopiya, elektron mikroskopiya, skanlovchi elektron mikroskop, yorituvchi elektron mikroskop. Spektroskopik usullar.

Nanoobyektlarni kuzatish, ular parametrlarini o'lchash alohida atomlarni va nanoobyektlarni kuzatish. Skanlovchi zondli mikroskopiya, elektron mikroskopiya, skanlovchi elektron mikroskop, yorituvchi elektron mikroskop. Spektroskopik usullar.

4-mavzu: Nanotexnologiyalarni energetika, oziq ovqat yetishtirish va uning xavsizligi va atrof muhit himoyasida qo'llash. Yangi avlod Quyosh elementlari, fotokatalizatorlar, vodorod energetikasi, nanogeneratorlar.

Nanotexnologiyalarni tibbiyot, muhandislik, gerontika, sanoat, qishloq xo'jaligi, biologiya, kibernetika, ekologiya sohada qo'llaniladi:. Nanofizika predmeti, nanoob'yektlar, nanodispers tizimlar, nanostrukturalar va nanomateriallar shakllanishi, ularning maxsus va noyob fizik xossalari. Nanomaterialshunoslik asoslari, unda fundamental va amaliy fanlar, texnologiyalar va ishlab chiqarishning hamjihatligi. Metall, keramika, polimerlar, kompozitlar asosida nanomateriallar shakllantirish imkoniyatlari. Nanoob'yektlar va ularning nanomateriallar yaratishdagi roli va ustuvorligi.

AMALIY MASHG'ULOTLAR MAZMUNI

1-amaliy mashg'ulot

Nanofiltr materiallarning samaradorligini baholash

Nanotolali noto'qima materiallar g'obaklarining nanodapazonda bo'lishi, ular asosida nanofiltrlar tayyorlash imkoniyatini beradi. Bunday materiallar muhim ikki jihati bilan boshqa filtrlardan farqlanadi: birinchidan, nanoo'lchamli zarrachalarni filtrlaydi, ikkinchidan, nanotolalarning sirtiy faolligi hisobiga g'ovaklar filtrlanayotgan moddalarni selektiv tarzda ushlab qolish imkoniyatiga ega bo'ladi. Ushbu jarayonlar mashg'ulotda amaliy o'zlashtiriladi.

2-amaliy mashg'ulot

Nanoqatlamli materiallarning elektrofizik xossalari

Yarimo'tkazgichli metalloksidlar asosida shakllantirilgan nanoqatlamli materiallarning solishtirma elektr o'tkazuvchanligini to'rt zondli usulda aniqlashning printsipial jihatlari o'zlashtiriladi. Tajribalar maxsus yig'ilgan qurilmada o'tkaziladi va tadqiqot natijalari asosida nanomaterialning elektr o'tkazuvchanlik qobiliyati baholanadi.

3-amaliy mashg'ulot

CdTe asosidagi kvant nuqtalat olish sintezi

CdTe asosidagi kvant nuqtalarini (QD) sintez qilish yadro materiali sifatida kadmiy tellurid bilan nano o'lchamdagi yarim o'tkazgich zarralarini tayyorlashni o'z ichiga oladi.

4-amaliy mashg'ulot

Nanoplyonkalar olish texnologiyasi

Nanoplyonkalarni olish texnologiyasi odatda qalinligi bir necha nanometrdan bir necha yuz nanometrgacha bo'lgan nano o'lchamdagi juda nozik plyonkalarni yaratishni o'z ichiga oladi. Ushbu nanofilmlar elektronika, optika, qoplamalar va sensorlarni o'z ichiga olgan keng doiradagi ilovalarda qo'llanilishi mumkin.

O'qitish shakllari

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

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

II. MODULNI O'QITISHDA FOYDALANILADIGAN INTREFAOL TA'LIM METODLARI

“SWOT-tahlil” metodi.

Metodning maqsadi: mavjud nazariy bilimlar va amaliy tajribalarni tahlil qilish, taqqoslash orqali muammoni hal etish yo'llarni topishga, bilimlarni mustahkamlash, takrorlash, baholashga, mustaqil, tanqidiy fikrlashni, nostandart tafakkurni shakllantirishga xizmat qiladi.

S – (strength)	• kuchli tomonlari
W – (weakness)	• zaif, kuchsiz tomonlari
O – (opportunity)	• imkoniyatlari
T – (threat)	• tўsiqlar

Namuna: Nanotexnologiyaning fizikaviy asoslari va amaliyotda qo'llanishi SWOT tahlilini ushbu jadvalga tushiring.

S	Nanotexnologiyaning fizikaviy asoslari va amaliyotda qo'llanishi modulini kuchli tomonlari	Nanofizika va nanotexnologiy fanlarining hamkorligi
W	Nanotexnologiyaning fizikaviy asoslari va amaliyotda qo'llanishi modulini kuchsiz tomonlari	Nanomateriallar yaratishning noyob xom-ashyolar va yangi texnologiyalarga ehtiyojining yuqori ekanligi
O	Nanotexnologiyaning fizikaviy asoslari va amaliyotda qo'llanishi modulini imkoniyatlari (ichki)	Innovatsion ishlab chiqarishning keng qo'llanishi va samaradorligi

T	To'siqlar (tashqi)	Nanomateriallar ishlab chiqarishda qo'shimcha xarajatlar paydo bo'lishi
---	--------------------	---

Xulosalash (Rezyume, Veyer) metodi

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

Методни амалга ошириш тартиби:



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



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

Namuna:

Materiallar qiyosiy tahlili					
Metall		Keramika		Polimer	
afzalligi	kamchiligi	afzalligi	kamchiligi	afzalligi	kamchiligi
Mustahkam, qattiq, elektr-issiqlikni yaxshi o'tkazadi	Og'ir, yuqori haroratda qayta ishlanadi, zanglaydi	Yuqori haroratlarga chidamli, xom-ashyo zahirasi katta	Mo'rt, og'ir, nafis	Yengil, past haroratlarda qayta ishlanadi, zahira-si katta	Yuqori haroratlar va kuchli mexanik ta'sirlarga chidamsiz
Xulosa: Barcha materiallar ham o'zining afzalligi va kamchiligi bilan bir biridan jiddiy farqlanadi. Lekin, ularning kompleks tarzda amaliy qo'llanishi kamchiliklari bartaraf etilishiga va afzalliklarini yanada oshirishga imkon beradi.					

«Keys-stadi» metodi

«**Keys-stadi**» - inglizcha so'z bo'lib, («case» – aniq vaziyat, hodisa, «study» – o'rganmoq, tahlil qilmoq) aniq vaziyatlarni o'rganish, tahlil qilish asosida o'qitishni amalga oshirishga qaratilgan metod hisoblanadi. Mazkur metod dastlab 1921 yil Garvard universitetida amaliy vaziyatlardan iqtisodiy boshqaruv fanlarini o'rganishda foydalanish tartibida qo'llanilgan. Keysda ochiq axborotlardan yoki aniq voqea-hodisadan vaziyat sifatida tahlil uchun foydalanish mumkin. Keys harakatlari o'z ichiga quyidagilarni qamrab oladi: Kim (Who), Qachon (When), Qayerda (Where), Nima uchun (Why), Qanday/Qanaqa (How), Nima-natija (What).

«Keys metodi» ni amalga oshirish bosqichlari

Ish bosqichlari	Faoliyat shakli va mazmuni
1-bosqich: Keys va uning axborot ta'minoti bilan	yakka tartibdagi audio-vizual ish; keys bilan tanishish(matnli, audio yoki media

tanishtirish	shaklda); axborotni umumlashtirish; axborot tahlili; muammolarni aniqlash
2-bosqich: Keysni aniqlashtirish va o'quv topshirig'ni belgilash	individual va guruhda ishlash; muammolarni dolzarblik iyerarxiyasini aniqlash; asosiy muammoli vaziyatni belgilash
3-bosqich: Keysdagi asosiy muammoni tahlil etish orqali o'quv topshirig'ining yechimini izlash, hal etish yo'llarini ishlab chiqish	individual va guruhda ishlash; muqobil yechim yo'llarini ishlab chiqish; har bir yechimning imkoniyatlari va to'siqlarni tahlil qilish; muqobil yechimlarni tanlash
4-bosqich: Keys yechimini yechimini shakllantirish va asoslash, taqdimot.	yakka va guruhda ishlash; muqobil variantlarni amalda qo'llash imkoniyatlarini asoslash; ijodiy-loyiha taqdimotini tayyorlash; yakuniy xulosa va vaziyat yechimining amaliy aspektlarini yoritish

Keys. Kompozit material shakllantirish uchun komponentlar tanlandi. Ularni suyuq fazaga o'tkazib aralashtirishda suyuqlanish harorati harxilgi bo'yicha muammo kelib chiqdi. Kompozit olish uchun yangicha ilmiy yondashish talab etilmoqda.

Кейси бажариш босқичлари ва топшириқлар:

- Кейсдаги муаммони келтириб чиқарган асосий сабабларни белгилаш (индивидуал ва кичик гуруҳда).
- Мобил иловани ишга тушириш учун бажарилаётгани ишлар кетма-кетлигини белгилаш (жуфтликлардаги иш).

“AQLIY HUJUM” METODI

“**Aqliy hujum**” metodi muayyan mavzu yuzasidan berilgan muammolarni hal etishda keng qoʻllaniladigan metod hisoblanadi. Bu metod oʻquvchilarni muammo xususida keng va har tomonlama fikr yuritish, shuningdek, oʻz tasavvurlari va gʻoyalari bilan ijobiy foydalanish borasida maʼlum koʻnikma va malakalarni hosil qilishga ragʻbatlantiradi. Ushbu metod yordamida tashkil etilgan dars jarayonida ixtiyoriy muammolar yuzasidan bir necha original yechimlarni topish imkoniyati tugʻiladi.

Ushbu metoddan samarali foydalanish maqsadida quyidagi qoidalarga amal qilish lozim:

Talabalarning oʻzlarini erkin xis etishlariga sharoit yaratib berish;

Gʻoyalarni yozib borish uchun yozuv taxtasi yoki varaqlarni tayyorlab qoʻyish;

Muammo (yoki mavzu)ni aniqlash;

Mashgʻulot jarayonida amal qilinishi lozim boʻlgan shartlarni belgilash;

Bildirilayotgan gʻoyalarni ularning mualliflari tomonidan soslanishiga erishish va ularni yozib olish;

Qogʻoz varaqlari gʻoya bilan toʻlgandan soʻng ularni yozuv taxtasiga osib qoʻyish;

Bildirilgan fikrlarni yangi gʻoyalalar bilan boyitish asosida ularni quvvatlash;

Boshqalar tomonidan bildirilgan fikrlar ustidan kulishga, kinoyali sharxlarning bildirilishiga yoʻl qoʻymaslik;

Yangi gʻoyalarni bildirish davom etayotgan ekan, muammoning yagona

to`g`ri yechimini e`lon qilishga shoshilmaslik.

“Aqliy hujum” metodlaridan fizikadagi har bir bobni takrorlashda foydalanish samarali natija beradi. Shuningdek, yangi mavzular bayonidan so`ng shu mavzuni mustahkamlash uchun ham ushbu metodni qo`llash tavsiya

“SCORE” interfaol uslubi

(umumiy o`rta maktab, O`MKHTM, OTM talabalar va talabalari hamda malaka oshirish va qayta kurslari tinlovchilari uchun)

Uslub maqsadi: talabalarga o`zgalar fikrini hurmat qilgan holda dalillash, ishontirish, asoslash; murosaga kelish va izlash qobiliyatlarini rivojlantirish; muammoli vaziyatlarni oldindan ko`ra bilish, ularni hal qilish yo`llarini izlab topish, munozara olib borish mahorati, o`z fikrini boshqalarga o`tkaza olish, ta`sir eta olishga o`rgatish va bahslashish madaniyatini shakllantirish.

Uslubdan kutiladigan natija: talabalar mashg`ulot davomida nostandart vaziyatlarda o`zini va jamoani boshqara olish, muammoli vaziyatlarni tushuna bilish va ularning yechimini aniqlashda va o`z uslublarini topa bilish, o`z fikrlarini boshqalarga o`ztkaza olish, ta`sir eta olish usullariga hamda bahslashish madaniyatiga o`rganadilar.

Mashg`ulotni o`tkazish tartibi: mashg`ulot belgilangan vaqtda talabalarning xonaga (mashg`ulot o`tkaziladigan joyga) kirib kelishidan boshlanadi. Talabalar xonaga kirib kelishar ekan, mashg`ulotdan oldin o`qituvchi tomonidan eshikning yonidagi stol ustiga tayyorlab qo`yilgan, ingliz tilida yozilgan xarflardan (S,C,O,R,E) bittasini olib, stol atrofiga joylashadilar (stollarga ham shu harflar qo`yilgan, har bir stol atrofida talabalar soni bir xil bo`lishi hisobga olinadi). Talabalar joylashib olishgach, o`qituvchi mashg`ulotni boshlaydi.

O`qituvchi mashg`ulotni o`tkazish tartibi bilan talabalarni tanishtirishdan boshlaydi. O`qituvchi shu kunning dolzarb muammolaridan kelib chiqqan holda, mashg`ulotga talabalar bilan birgalikda mavzu yoki muammo tanlaydi va guruhlardan ularning har biri tanlangan mavzu yoki muammoni bir tomonini o`rganishlarini (stollarga shu guruh tomonidan umumiy muammoning qaysi

jihatlari haqida soʻz yuritishlari kerakligini koʻrsatuvchi belgi yoki yozuvli material qoʻyiladi), soʻngra, munozara yuritib, oʻzlarining fikrlarini yozma (ogʻzaki) bayon qilishlari kerakligini tushuntiradi. Vazifa uchun vaqt belgilaydi. Guruhlarining ishlari tayyor boʻlgach, ular birin-ketin oʻrtaga chiqib, ishlarini taqdimot qiladilar. Taqdimot avval muammoning –bedgisi (S), keyin uning – sababi (S), soʻngra –natijasi (O), manbai (R) va samarasi (Ye) tartibda olib boriladi. Boshqa guruh aʼzolari taqdimot materiallari umumlashtirilib, xulosa qilinadi. Oʻqituvchi talabalar bilan birgalikda guruhlar faoliyatiga baho beradi, mashgʻulotga yakun yasaydi, talabalarning mashgʻulot haqidagi fikrlarini anilaydi.

“FIKRIY HUJUM” METODI

Taʼlimning “Fikriy hujum” metodi oʻquvchilarning dars jarayonida faolliklarini taʼminlash ularni bir xil standart tarzida fikrlashdan ozod qilish, erkin fikrlashga ragʻbatlantirish, muayyan mavzu yuzasidan turli- tuman gʻoyalarni toʻplash, ijodiy yondoshishga oʻrnatish uchun xizmat qiladi.

“Fikriy hujum” metodining asosiy tamoili va sharti har bir oʻquvchi tomonidan oʻrtaga tashlanadigan fikrga nisbatan tanqidni mutlaqo taqiqlash, har qanday luqma va hazil mutoibalarni ragʻbantlantirishlan iborat. Bundan koʻzlangan maqsad oʻquvchilarning dars jarayonidagi erkin ishtirokini taʼminlashdir.

Taʼlim jarayonida ushbu metoddan samarali va muvaffaqiyatli foydalanish oʻqituvchilarning pedagogik mahorati taffakur koʻlamining kengligiga bogʻliq boʻladi.

“Fikriy hujum” metodidan foydalanish chogʻida oʻquvchilarning soni 15 nafardan oshmasligi maqsadga muvofiqdir. Bu metoddan fizikaning maʼlum bobini takrorlash darslarida, laboratoriya ishi yakunida, ekskursiya darslarida samarali foydalanish mumkin.

“6 X 6” METODI

“6 x 6” metodi yordamida bir vaqtning oʻzida 26 nafar oʻquvchining muayyan faoliyatga jalb etish orqali maʼlum topshiriq yoki malakani xal etish, shuningdek,

guruxlarning har bir a'zosi imkoniyatlarini aniqlash,ularning qarashlarini bilib olish mumkin.Bu metod asosida tashkil etilayotgan darsda har birida 6 nafardan ishtirokchi bo`lgan 6 ta guruh o`qituvchi tomonidan o`rtaga tashlangan muammoni muhokama qiladi.Belgilangan vaqt nihoyasiga yetgach,o`qituvchi 6 ta guruhni qaytadan tuzadi. Qaytadan shakllangan guruhlarning har birida avvalgi 6 ta guruhdan bittadan vakil bo`ladi.Yangi shakllangan guruh a'zolari o`z jamoadoshlariga avvalgi guruhitomonidan muammo yechimi sifatida taqdim etilgan xulosani bayon etib beradilar va mazkur yechimlarni birgalikda muhokama qiladilar.

“6 x 6”metodining afzallik jihatlari quyidagilardan iborat:

- guruhlarning har bir a'zosini faol bo`lishga undaydi;
- ular tomonidan shaxsiy qarashlarning ifoda etilishini ta'minlaydi;
- guruhning boshqa a'zolarining fikrlarini tinglay olish ko`nikmalarini hosil qilish;

-ilgari surilayotgan bir necha fikrni umumlashtira olish, shuningdek, o`z fikrini himoya qilishga o`rgatadi.

Eng muhimi, har bir o`quvchi qisqa vaqt (15 – 20 minut) davomida ham munozara qatnashchisi, ham ma'ruzachi sifatida faoliyat ko`rsatadi.

Ushbu metodni 4,5,7, 8 nafar o`quvchidan iborat bo`lgan bir necha guruhlarda ham qo`llash mumkin.

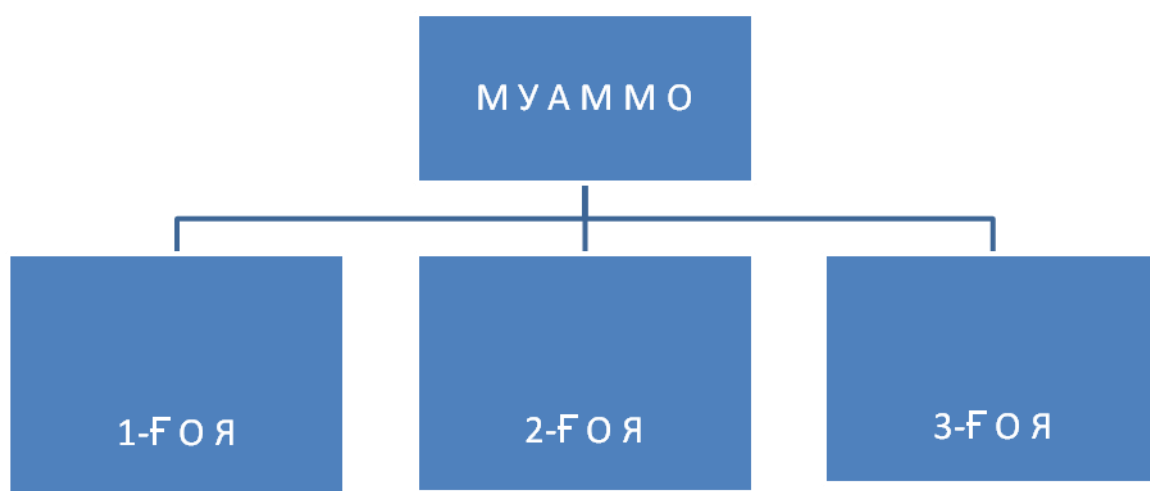
“XULOSALAR QABUL QILISH TEXNOLOGIYASI”

METODI

Ushbu metod birmuncha murakkab mavzularni o`zlashtirish,ma'lum muammolarni har tomonlama, puxta tahlil qilish asosidaular yuzasidan muayyan xulosalarga kelish, bir muammo xususida bildirilayotgan bir necha xulosalar orasidan eng maqbul hamda to`g`risini topishga yo`naltirilgan texnik yonashuvdir.

“Xulosalar qabul qilish tenologiyasi” metodi, shuningdek, avvalgi vaziyatlarda qabul qilingan xulosalar mohiyatini yana bir bor tahlil qilish va uni mukammal tushunishga xizmat qiladi. Guruh talabalari ishtirokida qo`llaniladigan

bu metod bir necha o`n nafar talabalarning bilimlari darajasini aniqlash, ularning fikrlarini jamlash va baholash imkonini beradi. Ta`lim jarayonida mazkur metodning qo`llanilishi muayyan muammo yuzasidan oqilona xulosaga kelishda talabalar tomonidan bildirilayotgan har bir variant, ularning maqbul hamda nomaqbul jihatlari mufassal tahlil etish imkoniyatini yaratadi. Mashg`ulot jarayonida talabalar quyidagi chizma asosida tuzilgan jadvalni to`ldiradilar.



X U L O S A

“Xulosalar qabul qilish texnologiyasi” metodi quyidagi shartlar asosida qo`llaniladi.

1.O`qituvchi mashg`ulot boshlanishidan oldin munozara, tahlil uchun mavzuga oid biror muammoni belgilaydi. Guruhlar tomonidan qabul qilingan xulosalarni yozish uchun plakatlarni tayyorlaydi.

2.O`qituvchi talabalarni 4 yoki 6 nafar talabalardan iborat guruhlariga ajratadi. Muammoning hal etilishi, bu borada eng maqbul xulosaning qabul qilishi uchun muayyan vaqt belgilanadi.

3.Xulosani qabul qilish jarayonida guruhlarning har bir a`zosi tomonidan bildirilayotgan variantlarning maqbullik hamda nomaqbullik darajalari batafsil muhokama qilinadi.

4.Munozara uchun ajratilgan vaqt nihoyasiga yetgach, har bir guruh a`zolari

o`z guruhining xulosasi borasida axborot beradilar. Agarda barcha guruhlar tomonidan muammo yuzasidan bir xil xulosaga kelingan bo`lsa, o`qituvchi buning sababini izohlaydi.

“ KLAUSTER” METODI

Ushbu metod talabalarga ixtiyoriy muammolar xususida erkin, ochiq o`ylash va shaxsiy fikrlarni bemaolol

“YALPI FIKRIY HUJUM” METODI

Bu metodni 30 – 40 nafar talabalardan iborat guruhlarda qo`llash Metod o`quvchilar tomonidan yangi g`oyalarning o`rtaga tashlanishi uchun sharoit yaratib berishga xizmat qiladi. Har biri 5 yoki 6 nafar talabalarni o`z ichiga olgan guruhlarga 15 minut ichida ijobiy hal etilishi lozim bo`lgan turli xil topshiriq yoki ijodiy ishlar beriladiyu Topshiriq yoki ijodiy ishlar belgilangan vaqt ichida ijobiy hal etilgach, bu haqida guruh a`zolaridan biri axborot beradi.

Guruh tomonidan berilgan axborot o`qituvchi va boshqa guruhlar a`zolari tomonidan muhokama qilinadi va unga baho beriladi. Dars yakunida o`qituvchi berilgan topshiriq yoki ijodiy vazifalarning yechimlari orasidan eng yaxshi va o`ziga xos deb topilgan javoblarni e`lon qiladi. Dars jarayonida guruh a`zolarining faoliyatlari ularning ishtiroklari darajasiga ko`ra baholab boriladi.

III. NAZARIY MA'LUMOTLAR

1-mavzu: Nanofizika va nanotexnologiyalar predmeti, zonalar nazariyasi, metall, dielektrik va yarimo'tkazgichlar haqida tushincha. Nanomateriallar, ularning fizik xususiyatlari va amaliyotda qo'llanishi. Nanostrukturalarda fundamental elektron hodisalar, kvant o'lcham effektlari. Kvant chegaralanishi.

Reja

1. Nanofizika predmeti, nanoob'yektlar, nanodispers tizimlar, nanostrukturalar va nanomateriallar shakllanishi.
2. Zonalar nazariyasi, metall, dielektrik va yarimo'tkazgichlar haqida tushincha.
3. Nanomateriallar, ularning fizik xususiyatlari va amaliyotda qo'llanishi.
4. Nanostrukturalarda fundamental elektron hodisalar, kvant o'lcham effektlari. Kvant chegaralanishi.

Tayanch iboralar: *Nanofizika, nanotexnologiya, zonalar nazariyasi, metall, dielektrik, yarimo'tkazgich, nanomateriallar, kvant o'lcham effektlari, kvant chegaralanishi.*

1. Nanofizika predmeti, nanoob'yektlar, nanodispers tizimlar, nanostrukturalar va nanomateriallar shakllanishi.

Nanotexnologiya (nanotechnology)- materiallar, qurilmalar va tizimlarni o'rganishda, loyihalashda va ishlab chiqarishda qo'llaniladigan texnologik usul va urinishlar yig'indisi bo'lib, tuzilish, kimyoviy tarkib va ular alohida nanomasshtabli elementlarining tashkil etuvchilarining o'zaro ta'sirini maqsadli nazorat qilish va boshqarishni o'z ichiga oladi.

Boshqa zamonaviy fizik fanlar (makro-, mikro-, atom, molekulyar fizika va .q.) ichida nanofizikaning o'rnini aniqlash uchun nanometrni atomning xarakterli o'lchami bilan taqqoslash kerak. Shunda nanofizika o'nlab atomlardan tashkil topgan o'yektlar bilan ish ko'rishi ma'lum bo'lib, uning uslublari bu ob'yektlardagi alohida

zarralar (molekulalar, atomlar yoki xatto elektronlar) xossalarini "ko`rish" yoki o`lchash imkonini beradi.

Tabiatda nanoob`yektlar mavjud bo`lmay, biroq uning qonunlari zamonaviy kimyo va nanotexnologiya usullari bilan yaratishni ta`qiqlamaydi. Xususan, oxirgi 20 yillarda karbonlar kimyosi o`ta rivojlandi, ajobiy molekulalar- o`nlab, yuzlab va xatto minglab uglerod atomidan tashkil topgan, to`g`ri ko`pburchaklarni xosil qiluvchi fullerenlar, diametri bir necha nm, uzunligi bir necha sm bo`lgan tsilindrlar – nanotrubkalar, bu elementlarning turli tuman agregatlari (trubkadagi fulleren sharchalar), trubkadagi trubka, trubkadan "kvantlar" va b.q.lar sintez qilindi. Bu ob`yektlar zanjirga ulanishi mumkin bo`lib, shunda ular molekulyar tranzistorlar, to`g`rilagichlar, elektronlarni bir elektroddan ikkinchisiga ko`chiruvchi "mokilar", bo`lib qoladi. Karbon nanotexnologiyasining oxirgi yutuqlari –grafen plastinkalar- bir atom qalinlikli plyonkalardir. Olimlar, grafen nanotexnologiyasi yaqin kelajakda avvalgi kremniyini o`rnini egallaydi, deb xisoblaydilar. Bunda ular qurilmasining kompaktiligi, tez ishlashi, axborot yozish tezligi bilan ustun turadi.



1-rasm. Nanofizikaning predmetlari

Molekulyar nanofizikaga parallel xolda sun'iy atomlar va molekullar –kvant nuqtalar fizikasi rivojlanmoqda. Kvant nuqta – bu o'ta kichik radiusga ega elektronlar uchun tutqich bo'lib, ixtiyoriy elektronning to'lqin funksiyasi o'lchami bu o'lcham bilan tengdir. Shuning uchun unda barcha xolatlar atom va molekullardagi kabi kvantlangan. Odatda kvant nuqtalar elektronlarni geterotuzilmalarga – ikkita yarimo'tkazgich GaAs/(Ga,Al)As dan tashkil topgan “sendvich” ga yoyish yo'li bilan yaratiladi. Yarimo'tkazgichlar orasidagi chegarada (interfeysda) ikki o'lchamli elektron gaz hosil bo'ladi. Bu elektronlarning ayrim qismi elektronlar hosil qilgan yopiq elektr tutqich bilan tutiladi. Bu tutqich kvant nuqtadir. Ikki o'lchamli elektronlar qo'yilgan kuchlanish ta'siri ostida kvant nuqta orqali bittadan tunnellanishi mumkin. Natijada Omning barcha yozgan qonunlari orqali yoziluvchi tokning kuchlanishga chiziqiy bog'liqligi o'rniga volt amper xarakteristika zinapoyasimon shaklni egallaydi.

Har bir zina keyingi elektronning kuchlanish ta'siridagi tunnellanishiga javob beradi. Shunday qilib, kvant nuqtadagi elektronlarni yolg'iz deyish mumkin. Disksimon kvant nuqtalarda elektronlar tutqich hosil qilib, unda tutilgan elektronlar tabiiy atomlardagi kabi, orbita bo'yicha taqsimlanadilar. Bu “tsilindrik” atomlar Mendeleyev- Bor qonuniga mos holda, o'zlarining xususiy davriy tizisini xosil qiladilar.

Nanofizikaning yana bir qiziq kashfiyoti –optik panjara bo'lib, unda davriy “kristall” tuzilma kesishgan lazer dastalar bilan yaratiladi. Optik panjara tugunlarida ishqoriy va o'tuvchi metallarning neytral atomlari joylashadilar. O'zlarining fizik xossalari ko'ra bu kristallar oddiy kristallarni eslatib, biroq ularning parametrlari eksperimental qurilmada oson boshqariladi.

Shunday qilib, nanofizika – bu eksperimentatorlar san'ati bilan yaratilgan ob'yektdir. Bu ob'yektlarda kvant mexanikasining barcha qonunlari bajariladi, biroq bu ona tabiatda ko'zda tutilmagan kombinatsiyalarda yuz beradi. Nanoob'yektlar ekzotik xossalari ayrimlari kelajak nanoelektronikasi uchun foydali bo'lishi mumkin. Bugungi kunga kelib nanofizika sohasida olib borilgan

ishlar fundamental fanlar va texnologiyada quvvatli impulsni berdi.

Nanomateriallar, odatdagi materiallar kabi turli agregat xolatda bo`ladilar. Ularning ko`p ko`p tarqalgan turi qattiq ko`rinishidir. Nanomateriallarning eng xarakterli xususiyatlari:

-tuzilma simmetriyasining noana'naviy ko`rinishlarini va ajralish chegarasidagi qo`shilishlarning alohida ko`rinishlarini paydo bo`lishi,

-sun'iy tartiblanish jarayonlaridan ustun bo`lgan o`z-o`zidan shakllanish va tuzulmalanish darayonlarining bosh roli, -nanozarralar va ular assambleyasi sirtining yuqori maydon faolligi va katalitik tanlovchanligi,

-past energiya ta'minoti, yuqori tezligi va sinergetik belgilarining mavjudligi bilan farqlanuvchi energiya va zaryad uzatish, konformatsion o`zgarishlari jarayonlarining alohida xarakteri.

Nanomateriallar va nanotizimlarda ushbu xususiyatlar paydo bo`lishining asosi sababi: yuqori solishtirma sirt va u bilan bog`liq bo`lgan nanozarralarning energetik faolligi, individual nanozarralarda va ular ansamblarida ajralish chegarasi o`lchamlarining kattaligi tufayli yuzaga keladigan o`lcham effektlarining yuqori roli. Bularning hammasi nanozarralar va ular ansamblari tartiblanishi mexanizmida, turli jarayonlar qonuniyatlarida o`z aksini topadi.

“Nanomateriallar” tushunchasi “nanotizimlar” tushunchasi bilan bog`liq. Umumiy holda tizim deganida ham material ob'yekt, ham nonanomaterial, ya'ni abstrak (masalan, kimyoviy elementlar davriy tizimda ma'lum tartibda, odatda ular atom raqamlariga mos holda jadval ko`rinishida joylashgan kimyoviy elementlar yig`indisi) bo`lishi mumkin bo`lgan tartiblangan elementlar tushuniladi.

Nanomateriallarning rivojlanishi nanotexnologiyaning rivojlanishi bilan bog`liq.

Nanotexnologiyalar quyidagi uch o`zaro bog`liq masalalarni yechishni ta'minlaydi:

1) berilgan tuzilma va xossaga ega nanomateriallar olish, 2) nanomateriallarni ularning tuzilmasi va xossalarini xisobga olgan xolda qo`llash,

3)nanomateriallar tuzilmasi va xossalari ularni olish da, hamda qo`llanilishida tadqiq etish (nazorat qilish).

Nanomateriallar va nanotexnologiyaning rivojlanishida ilmiy fundament nanofan-moddalarning nanometrli masshtabdagi o`lchamdagi xolati mexanizmi va qonuniyatlarining tizimlashtirilgan fani.



Nanomateriallar turlari

Nanomateriallar tuzilmada butunicha yoki uning alohida elementlariga taalluqli bo`lishi mumkin bo`lgan parametrlarning mavjudligiga asoslangan qator tuzilmaviy xususiyatlarga ega. Nanomateriallar nanotizim yaratish asosida yotgani uchun nanotizimning xossalari nanomateriallar xossasiga katta bog`liq.

Nanomateriallarning turli xillari mavjud bo`lib, ularning har biri unga tegishli bo`lgan tuzilma, xossalarga qarab xarakterlanadi. Nanomateriallar va ular asosida

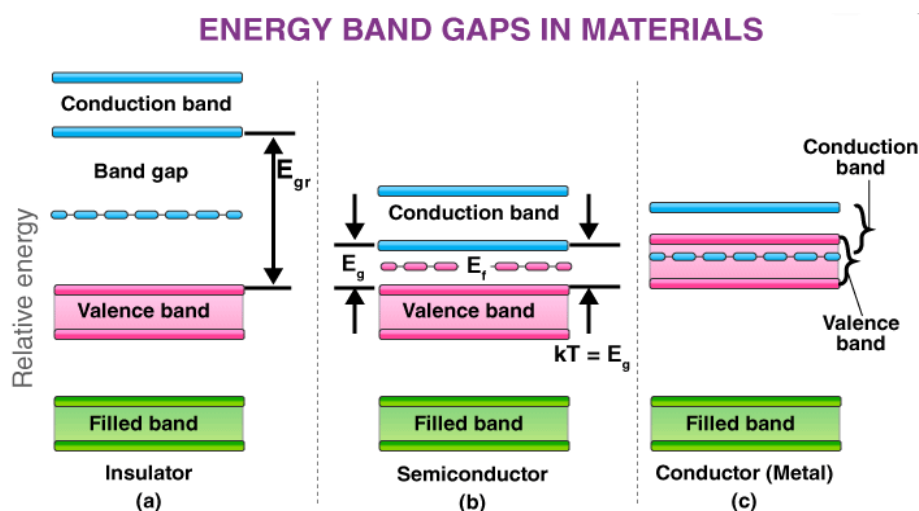
yaratiladigan nanotizim o`lchamli effektlarda namoyon bo`lib, ular ichida kvant effektlar alohida rol o`ynaydi.

Tuzilmaviy murakkabligiga qarab nanomateriallar nanozarralarga va nanotuzilmali materiallarga ajraydi.

2. Zonalar nazariyasi, metall, dielektrik va yarimo`tkazgichlar haqida tushincha.

Zonalar nazariyasi kondensatsiyalangan moddalar fizikasi va materialshunoslikdagi asosiy tushunchadir. U qattiq jismlarning elektron tuzilishini tushuntiradi, bu ularning elektr va optik xususiyatlarini tushunish uchun juda muhimdir.

Zonalar nazariyasiga ko`ra, qattiq materialda elektronlarning energiya darajalari uzluksiz energiya zonalarini hosil qiladi. Tasvirlarning ikkita asosiy turi mavjud: valentlik zonasi (pastki energiya) va o`tkazuvchanlik zonasi (yuqori energiya).



2-rasm. Zonalar nazariyasi, (a) dielektrik, (b) yarimo`tkazgichlar va (c)metall.

Valentlik zonasidagi elektronlar atomlar bilan chambarchas bog'langan va erkin harakatlana olmaydi, o`tkazuvchanlik zonasidagi elektronlar esa material bo'ylab erkin harakatlanishi mumkin. Valentlik va o`tkazuvchanlik zonalar orasidagi energiya bo'shlig'i materialning o`tkazgich, yarim o`tkazgich yoki

izolyator ekanligini aniqlaydi.

Metallar bir nechta o'ziga xos xususiyatlarga ega bo'lgan materiallardir:

Ular yuqori elektr o'tkazuvchanligiga ega, ya'ni elektronlar material bo'ylab erkin harakatlanishi mumkin. Ular odatda porloq ko'rinishga ega (metall nashrida).

Ular egiluvchan va egiluvchan, ya'ni ularni osongina shakllantirish va cho'zish mumkin. Zonalar nazariyasi kontekstida metallar qisman to'ldirilgan o'tkazuvchanlik bantlariga ega bo'lib, elektronlarning osongina harakatlanishiga imkon beradi va ularning mukammal elektr o'tkazuvchanligiga hissa qo'shadi.

Dielektriklar elektr tokini o'tkazmaydigan izolyatsion materiallardir. Ular elektr zaryadini saqlash va o'tkazuvchan elementlarni izolyatsiya qilish uchun kondansatör kabi elektr komponentlarida qo'llaniladi.

Zonalar nazariyasida dielektriklar valentlik va o'tkazuvchanlik zonalari o'rtasida nisbatan katta energiya bo'shlig'iga ega bo'lib, elektronlarning erkin harakatlanishini qiyinlashtiradi. Dielektrikga elektr maydoni qo'llanilganda, uning elektronlari qutblanib, elektr dipol momentini hosil qiladi. Ushbu qutblanish materialning elektr energiyasini saqlash qobiliyatiga olib keladi.

Yarimo'tkazgichlar - bu metallar va izolyatorlar o'rtasida oraliq xususiyatlarga ega bo'lgan materiallar. Zonalar nazariyasida yarimo'tkazgichlar valentlik va o'tkazuvchanlik zonalari o'rtasida kichik energiya bo'shlig'iga ega bo'lib, issiqlik energiyasi yoki qo'llaniladigan kuchlanish ta'sirida ba'zi elektronlarning valentlikdan o'tkazuvchanlik zonasiga o'tishiga imkon beradi. Yarimo'tkazgichlarning o'tkazuvchanligini nazorat qilish qobiliyati ularni tranzistorlar, diodlar va integral mikrosxemalar kabi elektron qurilmalar uchun zarur qiladi.

Nanofizika va nanotexnologiyalar ko'pincha nano o'lchamdagi materiallarning elektron xususiyatlarini, shu jumladan o'z o'lchamlari tufayli noyob optik va elektron xususiyatlarga ega bo'lgan yarimo'tkazgichli nanozarrachalarni manipulyatsiya qilishni o'z ichiga oladi. Ushbu tamoyillar nanoelektronika, kvant nuqtalari va nanosensorlar kabi ilg'or texnologiyalarni rivojlantirish uchun asos

bo'lib xizmat qiladi. Materiallarni nano o'lchamda ishlab chiqish qobiliyati elektronika, tibbiyot, materialshunoslik va boshqa ko'plab sohalar uchun keng qamrovli ta'sirga ega.

3. Nanomateriallar, ularning fizik xususiyatlari va amaliyotda qo'llanishi.

Nanomateriallar nanometrda ishlab chiqilgan yoki manipulyatsiya qilingan, odatda o'lchamlari 1 dan 100 nanometrgacha bo'lgan materiallardir. Ushbu materiallar o'zlarining ommaviy hamkasblariga nisbatan noyob fizik va kimyoviy xususiyatlarni namoyish etadilar va ular turli sohalarda keng ko'lamli amaliy qo'llanmalarni topadilar. Mana nanomateriallarning asosiy jismoniy xususiyatlari va ulardan amaliy foydalanish:

1. O'lchamga bog'liq bo'lgan xususiyatlar: Kvant o'lchami effektlari: Nanomateriallar kichik o'lchamlari tufayli ko'pincha kvant o'lchami effektlarini namoyish etadi. Bu elektron, optik va magnit xususiyatlarning o'zgarishiga olib kelishi mumkin. Kengaytirilgan sirt maydoni: Nanomateriallar yuqori sirt maydoni-hajm nisbatiga ega, bu reaktivlikni, katalitik faollikni va molekulalarning adsorbsiyasini kuchaytirishi mumkin.

2. Optik xususiyatlar: Plazmonik nanozarrachalar: Oltin va kumush nanozarralar kabi ba'zi nanomateriallar yorug'likning yutilishi va tarqalishining kuchayishiga olib keladigan plazmonik effektlarni ko'rsatadi. Bu sezish va tasvirlash kabi ilovalarda qo'llaniladi. Kvant nuqtalari: Kvant nuqtalari deb nomlanuvchi yarimo'tkazgichli nanozarrachalar o'lchami sozlanishi optik xususiyatlarga ega va displeylar, LEDlar va biologik tasvirlarda qo'llaniladi.

3. Mexanik xususiyatlar: Istisno kuch: Uglerod nanotubalari va grafen ajoyib mexanik kuch va qattqlikka ega nanomateriallardir. Ular strukturaviy xususiyatlarni yaxshilash uchun kompozit materiallarda qo'llaniladi. Moslashuvchanlik: Nanomateriallar moslashuvchan bo'lishi uchun ishlab chiqilishi mumkin va moslashuvchan elektronika va taqiladigan texnologiyalarda qo'llaniladi.

4. Elektr xususiyatlari: Yarimo'tkazuvchi nanomateriallar: kremniy nanosimlari va nanotubalar kabi nanomateriallar nanoelektronika, sensorlar va tranzistorlarda qo'llaniladi. Yuqori o'tkazuvchanlik: Ba'zi nanomateriallar, masalan, uglerod nanotubalari va grafen, yuqori elektr o'tkazuvchanligini namoyish etadi va o'tkazuvchan siyoh va qoplamalarda qo'llaniladi.

5. Magnit xossalari: Superparamagnetizm: Nano miqyosdagi magnit nanozarralar superparamagnit harakatni namoyon qilishi mumkin, ular magnit-rezonans tomografiya (MRI) kontrast agentlari va dori vositalarini etkazib berish tizimlarida qo'llaniladi.

6. Kimyoviy xossalari: Kataliz: Nanomateriallar yuqori sirt maydoni va reaktivligi tufayli ko'pincha katalizator sifatida ishlatiladi. Masalan, nanozarrachalar avtomobillar uchun katalitik konvertorlarda ishlatiladi.

Yuzaki funksionallashtirish: Kimyoviy reaksiyalarda selektivlikni oshirish va boshqa materiallar bilan mosligini yaxshilash uchun nanomateriallarning sirtlari o'zgartirilishi mumkin.



3-rasm. Nanomateriallar, ularning fizik xususiyatlari va amaliyotda qo‘llanishi.

Nanomateriallardan amaliy foydalanish:

Tibbiyot va sog'liqni saqlash: Nanopartikullar dori vositalarining eruvchanligini, barqarorligini va maqsadliligini yaxshilash uchun dori vositalarini etkazib berish tizimlarida qo'llaniladi. Nanomateriallar diagnostikada, masalan, biosensorlar va

tasvirlash vositalarida qo'llaniladi. Antimikrobiyal nanomateriallar yaralarni bog'lashda va tibbiy asboblarni uchun qoplamlarda qo'llaniladi.

Elektronika va optoelektronika: Nano-miqyosdagi tranzistorlar va xotira qurilmalari tezroq va kichikroq elektron komponentlarga imkon beradi.

Kvant nuqtalari yuqori aniqlikdagi displeylar va LEDlarda qo'llaniladi.

Energiya va atrof-muhit: Nanomateriallar quyosh xujayralarida yorug'likni yutish va samaradorlikni oshirish uchun ishlatiladi. Nanomateriallarga asoslangan katalizatorlar yoqilg'i xujayralari va atrof-muhitni qayta tiklashda qo'llaniladi.

Materiallar va qoplamalar: Kengaytirilgan xususiyatlarga ega nanokompozitlar aerokosmik, avtomobilsozlik va qurilish materiallarida qo'llaniladi.

Nanoqoplamalar korroziyadan, UV nurlanishidan va aşınmadan himoya qiladi.

Suvni tozalash: Nanofiltrlar va nanomembranalar kabi nanomateriallar suvni tozalash va tuzsizlantirish uchun ishlatiladi.

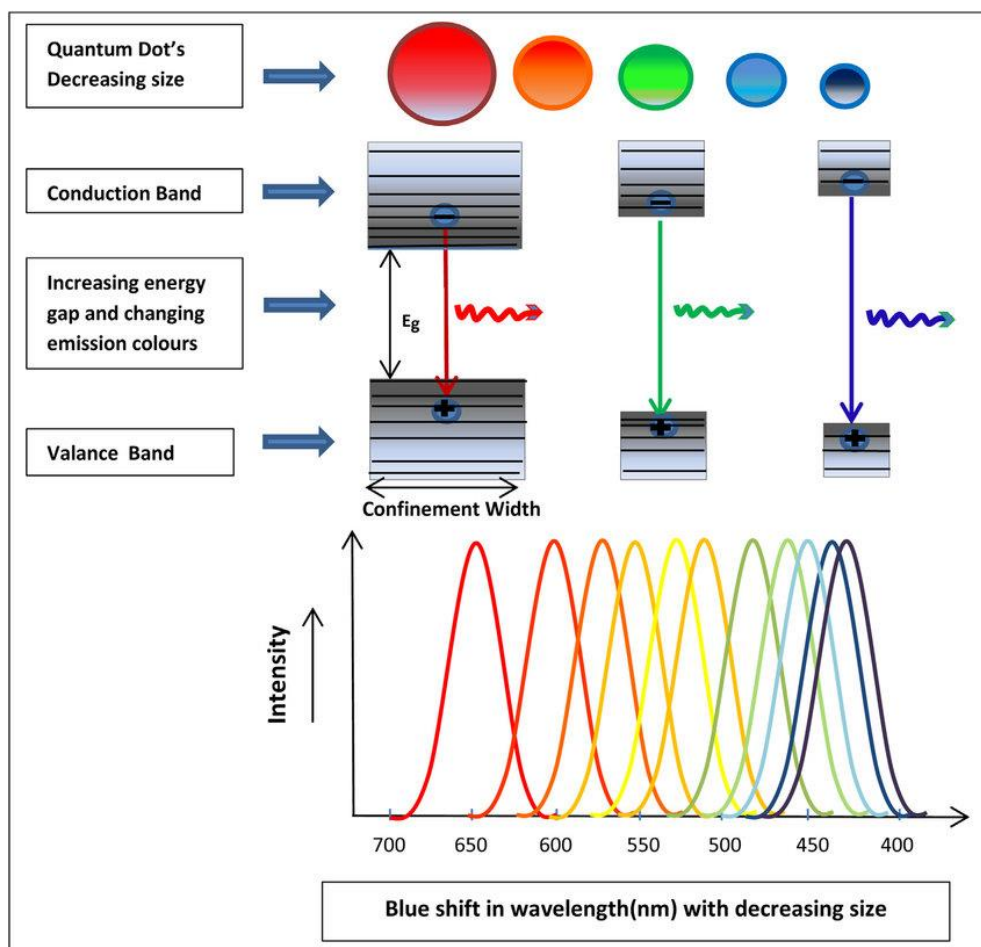
Iste'mol mahsulotlari: Nanomateriallar kosmetika, quyosh kremi va to'qimachilikda ultrabinafsha nurlaridan himoya qilish va qarishga qarshi ta'sirlarni yaxshilash uchun ishlatiladi.

Nanomateriallar tez rivojlanayotgan soha bo'lib qolmoqda, ularning noyob xususiyatlaridan innovatsion ilovalar uchun foydalanish bo'yicha olib borilayotgan izlanishlar davom etmoqda. Shu bilan birga, nanomateriallarni ishlab chiqarish va utilizatsiya qilish bilan bog'liq potentsial atrof-muhit va xavfsizlik oqibatlarini hamda ularning inson salomatligiga ta'sirini hisobga olish muhim. Butun dunyo bo'ylab tartibga soluvchi idoralar turli sohalarda nanomateriallardan xavfsiz foydalanishni ta'minlash bo'yicha ko'rsatmalar ustida faol ishlamoqda.

4. Nanostrukturalarda fundamental elektron hodisalar, kvant o'lcham effektlari. Kvant chegaralanishi.

Nanostrukturalardagi asosiy elektron hodisalar kvant mexanikasi va materiallar nano o'lchamlar bilan chegaralanganda paydo bo'ladigan noyob xatti-harakatlar bilan chambarchas bog'liq. Ushbu kontekstda ikkita asosiy hodisa - kvant o'lchami effektlari va kvantni cheklash.

1. Kvant o'lcham effektlari: Kvant o'lchami effektlari nano o'lchamdagi materiallardagi elektronlarning kvant mexanik harakati tufayli yuzaga keladi. Materialning o'lchami uning elektronlarining de Broyl to'lqin uzunligi bilan taqqoslanadigan yoki undan kichikroq bo'lsa, kvant effektlari sezilarli bo'ladi. Nanostrukturalarda elektronlarning energiya darajalari kvantlanadi. Bu shuni anglatadiki, elektronlar faqat diskret energiya darajalarini yoki ko'pincha energiya kvantlash darajalari deb ataladigan chiziqlarni egallashi mumkin. Ommaviy materiallarda energiya tasmasi (valentlik va o'tkazuvchanlik zonalari) uzluksizdir. Biroq, nanomateriallarda valentlik va o'tkazuvchanlik zonalari orasidagi energiya diapazoni o'zgarishi mumkin. Bu elektron va optik xususiyatlarning o'zgarishiga olib kelishi mumkin. Nano o'lchamli yarimo'tkazgich zarralari bo'lgan kvant nuqtalari kvant o'lchami effektlari tufayli o'lchamga moslashtiriladigan elektron va optik xususiyatlarni namoyish etadi. Bu ularni displeylar, tasvirlash va kvant hisoblashlardagi ilovalar uchun qimmatli qiladi. Nanosimlar va nanotubalar ham kvant o'lchamli effektlarni namoyish etadi va nanoelektron qurilmalarda qo'llaniladi.



4-rasm. Nanostrukturalarning kvant o'lcham effektlari.

2. Kvant chegarasi: Kvant chegarasi nano o'lchamdagi material ichida bir, ikki yoki uch o'lchamdagi elektronlar harakatini cheklashni anglatadi. Bu chegaralanish diskret energiya darajalariga va elektron xatti-harakatlaridagi o'zgarishlarga olib keladi. Elektronlar bir o'lchovda (masalan, kvant qudug'ida) cheklangan bo'lsa, energiya darajalari kvantlangan pastki bantlarga bo'linadi. Ikki o'lchovda (masalan, kvant simlarida) energiya darajalari ikki o'lchovli pastki bantlarni hosil qiladi.

Kengaytirilgan energiya diapazoni: Uch o'lchovda (masalan, kvant nuqtalarida) kvant chegarasi energiya diapazoni sezilarli darajada oshirishi mumkin, bu esa materialning o'tkazgich bo'lsa ham yarim o'tkazgich yoki izolyator kabi harakatlanishiga olib keladi. Lazerli diodlarda kvant quduqlari qo'llaniladi, bu erda kvantni ushlab turish elektron energiya darajasini oshiradi, bu esa kogerent yorug'lik emissiyasiga olib keladi. Kvant simlari va kvant nuqtalari noyob elektron va optik xususiyatlari tufayli nanoelektronika, fotodetektorlar va yorug'lik

chiqaradigan qurilmalarda qo'llaniladi.

3. O'lchamga bog'liq bo'lgan xususiyatlar: Kvant o'lchamining ta'siri ham, kvant chegarasi ham nanostrukturalarda o'lchamga bog'liq xususiyatlarni keltirib chiqaradi. Nanostrukturaning o'lchami o'zgarganda, uning elektron, optik va magnit xususiyatlarini aniq sozlash mumkin.

Ushbu o'lchamga bog'liq xususiyatlar turli xil ilovalarda, jumladan nanoelektronika, sensorlar, kvant hisoblash va nanofotonikada qo'llaniladi.

Xulosa qilib aytadigan bo'lsak, kvant o'lchami effektlari va kvantni ushlab turish asosiy elektron hodisalar bo'lib, ular materiallar nano o'lchovlar bilan chegaralanganda namoyon bo'ladi. Ushbu hodisalar kvantlangan energiya darajalariga, tarmoqli bo'shliqlarining o'zgarishiga va nanotexnologiyaning keng doiradagi ilovalarida qo'llaniladigan o'lchamga bog'liq xususiyatlarga olib keladi.

Nazorat savollari.

1. Nanofizikaning asosiy yo'nalishi nima va u an'anaviy fizikadan kattaroq miqyosda qanday farq qiladi?
 2. Nanotexnologiyaning ahamiyatini va uning turli sohalarda qanday inqilob qilganini tushuntiring.
 3. Qattiq jismlar fizikasi kontekstida zonalar nazariyasi nima va u materiallarning elektron tuzilishiga qanday aloqasi bor?
 4. Brillouen zonalarini tushunchasi kristall tuzilmalarni tushunishimizga qanday hissa qo'shadi?
- Metallar, dielektriklar va yarimo'tkazgichlar haqida tushuncha:
5. Metallarning, dielektriklarning va yarim o'tkazgichlarning farqlovchi elektron xarakteristikalarini aytib bering.
 6. Tarmoq nazariyasi metallar, dielektriklar va yarim o'tkazgichlarning elektr harakatlarini tushuntirishda qanday yordam beradi?
 7. Nanomateriallarning o'ziga xos fizik xossalari nimada va ular quyma materiallardan nimasi bilan farq qiladi?
 8. Turli sohalarda nanomateriallarning amaliy qo'llanilishiga misollar keltiring.

9. Kvant kattaligi effektlari nima va ular nanomateriallarda qanday namoyon bo'ladi?
10. Kvant chegarasi tushunchasini va uning nanoelektronika va fotonikadagi ahamiyatini tushuntiring.

2-mavzu: Nanoobyektlarni sintezlash usullari, “yuqoridan-pastga” va “pastdan-yuqoriga” texnologiyalar, fotolitografiya. Kimyovaiy va fizik sintezlash usullari. Nanotrubkalar, nanorodlar, nanosimlar, kvant nuqtalar, kvant o‘ralar, nanoplyonkalar.

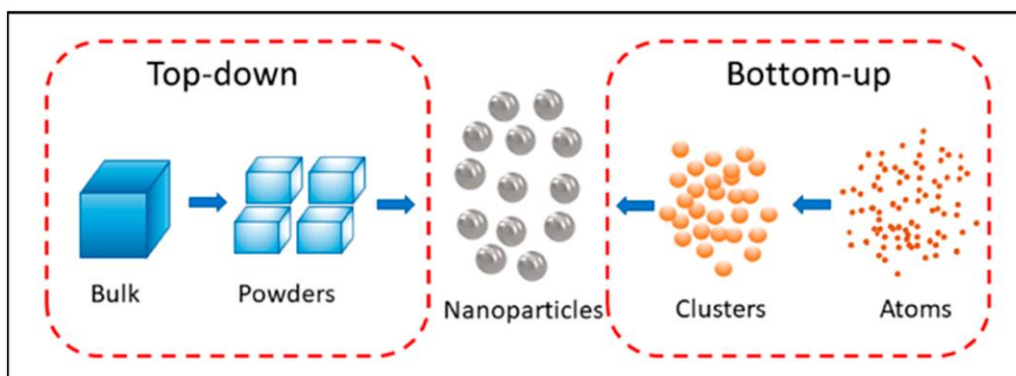
Reja

1. Nanoob'ektlarni sintez qilish usullari
2. “Yuqoridan pastga” va “pastdan yuqoriga” texnologiyalari
3. Nanostruktura ishlab chiqarishda fotolitografiya
4. Har xil nanostrukturalar - nanotubalar, nanorodlar, nanosimlar, kvant nuqtalari, kvant bobinlari va nanofilmlar

Tayanch iboralar: *Nanofizika, nanotexnologiya, sintezlash, “yuqoridan-pastga” va “pastdan-yuqoriga” texnologiyalar, fotolitografiya, kimyovaiy va fizik sintezlash usullari, Nanotrubkalar, nanorodlar, nanosimlar, kvant nuqtalar, kvant o‘ralar, nanoplyonkalar.*

Nanoob'ekt sintezi odatda 1 dan 100 nanometrgacha bo'lgan nano o'lchamdagi materiallar, tuzilmalar yoki zarrachalarni yaratish jarayonini anglatadi. Nanoob'ektlar kichik o'lchamlari tufayli noyob jismoniy, kimyoviy va elektron xususiyatlarni namoyish etadi. Nanoob'ektlar sintezi nanotexnologiyaning hal qiluvchi jihati bo'lib, rivojlangan funksiyalarga ega innovatsion materiallar va qurilmalarni ishlab chiqish imkonini beradi. Nanoob'ektni sintez qilish usullarini ikkita asosiy yondashuvga bo'lish mumkin: "yuqoridan pastga" va "pastdan

yuqoriga".

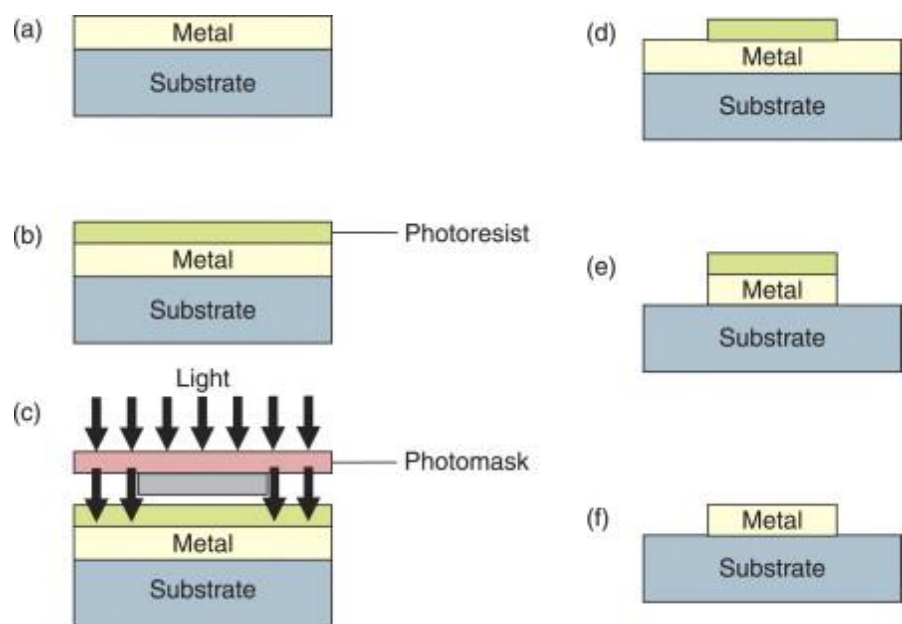


5-rasm. Nanoob'ektni sintez qilish usullarini

"Yuqoridan pastga" yondashuvlar katta hajmdagi materiallardan boshlanadi va ularni kesish, o'yma yoki litografiya kabi turli xil texnikalar orqali nano o'lchamga qisqartiradi.

"Pastdan yuqoriga" yondashuvlar atom yoki molekulyar komponentlardan nanostrukturalarni qurishni, kerakli nano o'lchamdagi materialni hosil qilish uchun ularni asta-sekin yig'ishni o'z ichiga oladi. Ushbu yondashuvlar orasidagi tanlov dasturning o'ziga xos talablariga va yakuniy nanoob'ektda kerakli xususiyatlarga bog'liq.

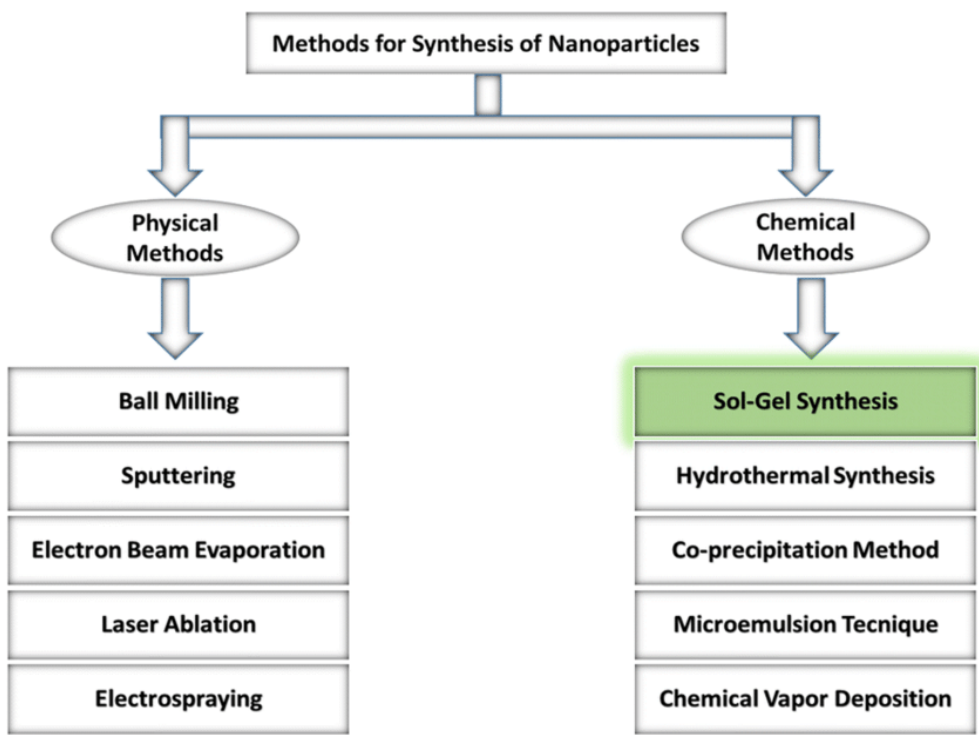
Fotolitografiya yorug'likning fotosensitiv materiallar bilan o'zaro ta'siriga tayanadigan keng qo'llaniladigan "yuqoridan pastga" nanofabrikatsiya usulidir. Fotolitografiyada substratga fotosensitiv qarshilik qo'llaniladi va uning ustiga naqshli niqob qo'yiladi. Yorug'likka ta'sir qilganda, qarshilik kimyoviy o'zgarishlarga duchor bo'ladi, bu esa naqsh yoki cho'kma kabi jarayonlar orqali substratga aniq naqsh o'tkazish imkonini beradi. Fotolitografiya mikroelektronika, optika va boshqa nanotexnologiyalarda qo'llaniladigan nano o'lchamdagi naqsh va tuzilmalarni yaratishda muhim rol o'ynaydi.



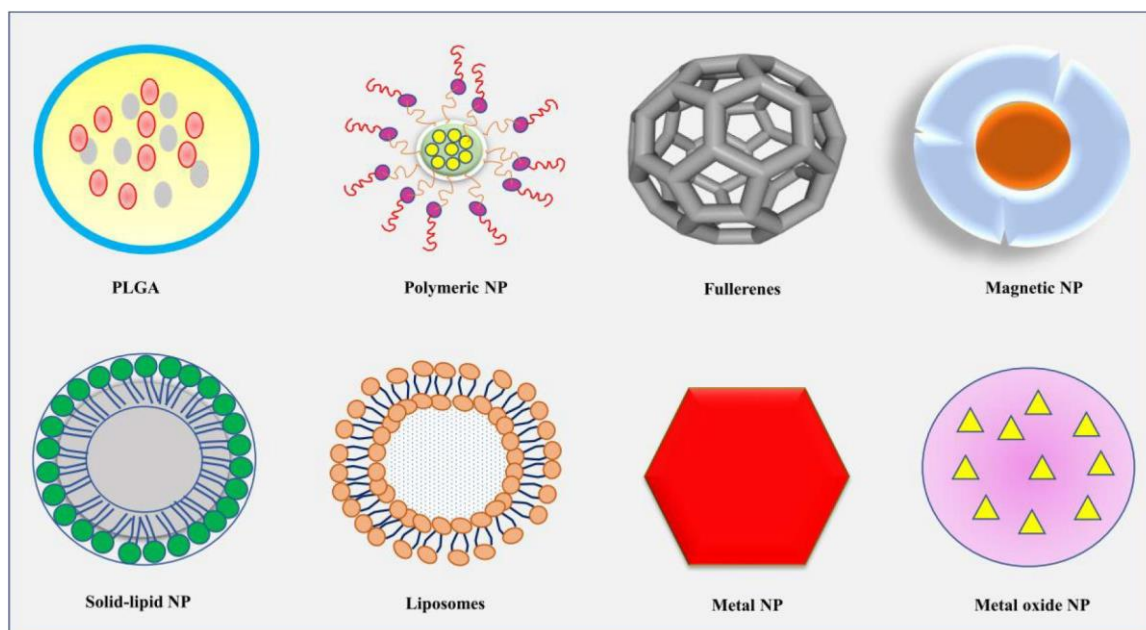
6-rasm. Fotolitografiya sxemasi.

Nanoob'ektlar muayyan materiallar va tuzilmalarga moslashtirilgan turli xil kimyoviy va fizik usullar orqali sintezlanishi mumkin.

Kimyoviy sintez: Kimyoviy usullar nanoob'ektlarni yaratish uchun kimyoviy reaksiyalardan foydalanishni o'z ichiga oladi. Misol uchun, yarimo'tkazgich kvant nuqtalarining sintezi ko'pincha prekursorlar o'rtasidagi kimyoviy reaksiyalarga tayanadi, natijada sozlanishi xususiyatlarga ega nano o'lchamdagi zarrachalar paydo bo'ladi.



Fizikaviy sintez: Fizik usullar jismoniy jarayonlar orqali materiallarni nanostrukturaga aylantirishni o'z ichiga oladi. Jismoniy bug 'cho'ktirish (PVD) yoki kimyoviy bug'larni cho'ktirish (CVD) kabi bug'larni joylashtirish usullari materialni substratga joylashtirish va nano o'lchamdagi tuzilmalarni shakllantirish uchun ishlatiladi.



7-rasm. NP kvant nuqtalarning ba'zi umumiy shakllari.

Kvant nuqtalari o'lchamlari bo'yicha sozlanishi xususiyatlari tufayli yuqori aniqlikdagi displeylar, yorug'lik va bioimagingda qo'llaniladi. Nanosimlar nanoelektronikada ilovalarni topadi, ular tranzistorlar va sensorlarda komponentlar sifatida xizmat qiladi. Uglerod nanotubalari kompozit materiallar, elektronika va dori vositalarini etkazib berish tizimlarida qo'llaniladi. Nanoob'ektlar sintezi nanotexnologiyani rivojlantirishda muhim ahamiyatga ega bo'lib, elektronika, materialshunoslik, tibbiyot, energetika va boshqa sohalarda innovatsiyalarga olib keladi.

1. Nanotubalar: Nanotubalar uglerod atomlari (uglerod nanotubalari yoki CNTs) yoki boshqa materiallardan tashkil topgan silindrsimon nanostrukturadir. Ajoyib mexanik kuch, ularni eng kuchli ma'lum materiallardan biriga aylantiradi. Nanotubalar elektron strukturasi tufayli yuqori elektr o'tkazuvchanligi va yaxshi

issiqlik o'tkazuvchanligi bilan ajirilib turadi. Nanoelektronika, bu yerda ular tranzistorlar va sensorlarning komponentlari bo'lib xizmat qiladi. Bundan tashqari dori vositalarini maqsadli tashish va yetkazib berishda samaraliydir.

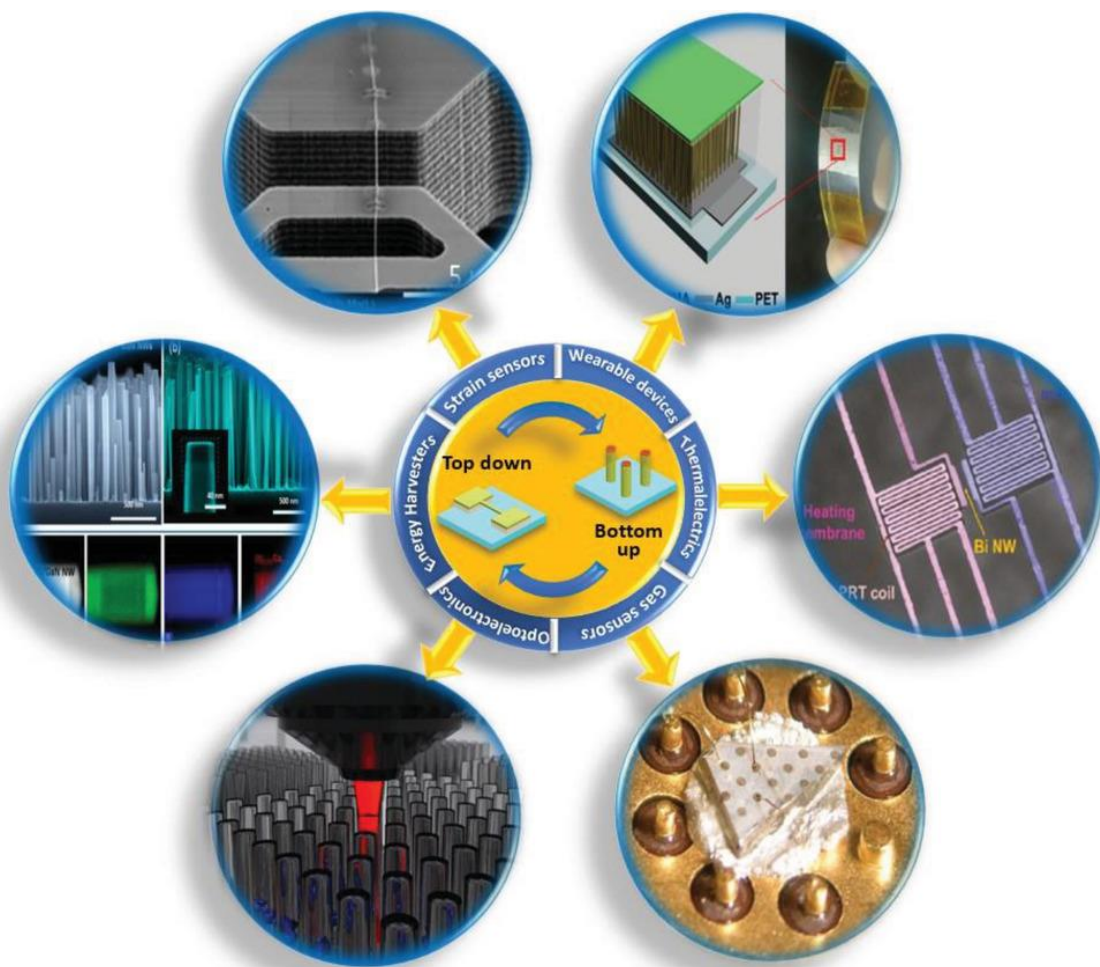
2. Nanorodlar: Nanorodlar yuqori tomonlar nisbati (uzunlik-diametr nisbati) bilan cho'zilgan nanostrukturalardir. Optik, elektr va mexanik xususiyatlar hajmi va tarkibiga bog'liq. Fotodetektorlar va quyosh batareyalari kabi optoelektronik qurilmalarda foydalaniladi. Nanosimlar yoki nanokompozitlar kabi nanostrukturalar nanorodlardan tuzilgan bo'ladi.

8-rasm. 0D, 1D, 2D va 3D uglerod nanostrukturalari uchun misollar bilan uglerod allotroplarining turli nanoformalari.

3. Nanosimlar: Nanosimlar nanometrli diametrli yupqa, cho'zilgan nanostrukturalardir. Yuqori maydonli sirt va tomonlar nisbatiga ega. Nanoelektronik qurilmalar uchun mos keladigan elektr xususiyatlari hamda tranzistorlar, sensorlar, ilg'or hisoblash, xotira qurilmalarida foydalaniladi.

4. Kvant nuqtalari: Kvant nuqtalari o'lchami sozlanishi mumkin bo'lgan elektron xususiyatlarga ega nano o'lchovli yarimo'tkazgich zarralari. Kvant chegarasi tufayli diskret energiya darajalariga va o'lchamga bog'liq optik xususiyatlarga ega. Yuqori aniqlikdagi displeylar, LEDlar bioimaging va kontrast moddalar sifatida foydalaniladi.

5. Kvant bobinlari: Kvant bobinlari - bu qiziqarli elektron xususiyatlarga ega spiral yoki o'ralgan nanostrukturalar. Yo'naltirilgan texnologiyalar uchun mos keladigan noyob elektron konfiguratsiyalardir. Nanoelektronikada potentsial komponentlar, sensorlar va yangi elektron komponentlarni yaratishda foydalaniladi.



9-rasm. Keng tarmoqli yarimo'tkazgichli nanosimlar uchun nanoarxitektonika.

6. Nanofilmlar: Nanofilmlar nano o'lchamdagi qalinligi bo'lgan juda nozik plyonkalar yoki qoplamalardir. Ular kimyoviy bug'larning cho'kishi (CVD), fizik bug'larning cho'kishi (PVD) va qatlam-qatlam yig'ilishi kabi turli usullar bilan sintezlanishi mumkin. Materialning chidamliligini oshirish, himoya qoplamalari optika va linzalar uchun aks ettiruvchi qoplamalar, sensorlar, elektronika va tibbiy asboblardagi funktsional qatlamlarda keng foydalaniladi.

Ushbu nanostrukturalarning har biri o'ziga xos xususiyatlarga ega bo'lib, ularni materialshunoslik, elektronika, optika va tibbiyot kabi turli sohalarda qo'llash katta samara beradi. Ular innovatsiyalar va texnologiyalarni rivojlantirish uchun yangi imkoniyatlarni ochib berdi, bu esa yaxshilangan xususiyatlarga ega yangi materiallar va qurilmalarni ishlab chiqish imkonini berdi.

Nazorat savollari.

1. Nanomateryal sintezidagi "yuqoridan pastga" va "pastdan yuqoriga" yondashuvlari o'rtasidagi tub farq nima va ularning har biriga misol keltira olasizmi?
2. Fotolitografiya nanostrukturalarni yaratishda qanday muhim rol o'ynaydi va nanotexnologiyada ushbu texnikaning umumiy qo'llanilishi qanday?
3. Nanostrukturalar uchun kimyoviy sintez usullarining asosiy tamoyillarini tushuntirib bera olasizmi va kimyoviy yo'llar orqali sintez qilingan nanomateriallarga misollar keltira olasizmi?
4. Jismoniy sintez usullari kontekstida nanostrukturalarni yaratish uchun odatda qanday usullar qo'llaniladi va ular kimyoviy usullardan qanday farq qiladi?
5. Nanotubalar nima va bu nanostrukturalar uchun sanoatning turli sohalarida qanday istiqbolli ilovalar mavjud?
6. Nanotexnologiya va materialshunoslikda nanorodlarning xususiyatlari va potentsial qo'llanilishini tasvirlab bera olasizmi?
7. Nanosimlar nanorodlardan qanday farq qiladi va qanday o'ziga xos xususiyatlar ularni elektron va fotonik qurilmalar uchun qimmatli qiladi?
8. Kvant nuqtalari nima va ular qanday sintezlanadi? Kvant hisoblash va tibbiy tasvirlash kabi ilovalarda kvant nuqtalarining asosiy afzalliklari qanday?
9. Kvant bobinlarini boshqa nanostrukturalardan nimasi bilan ajratib turadi va rivojlanayotgan texnologiyalarda ulardan yangi foydalanish bormi?
10. Nanofilmlar qanday ishlab chiqariladi va sanoat va tadqiqotda nozik nanostrukturali plyonkalar uchun qanday muhim ilovalar mavjud?

3-mavzu: Nanoobyektlarni kuzatish vositalari. Skanlovchi zondli mikroskopiya, elektron mikroskopiya, skanlovchi elektron mikroskop, yorituvchi elektron mikroskop. Spektroskopik usullar.

Reja

1. Nanoobyektlarni kuzatish vositalariga kirish. Transmissiya elektron mikroskopiya (TEM) va skanerlash elektron mikroskopiya (SEM).
2. Skanerli zond mikroskopiya (SPM).
3. Elektron mikroskopiya (EM).
4. Nanoob'ektlarni tahlil qilish uchun spektroskopik usullar.

Tayanch iboralar: *Nanofizika, nanotexnologiya, nanoobyektlar, TEM, SEM, SPM, EM, spektroskopik usullar.*

Nanoob'ektlarni kuzatish vositalari nanozarrachalar va boshqa nano o'lchamdagi ob'ektlarning harakati va harakatini kuzatish uchun nanofan va nanotexnologiyada muhim ahamiyatga ega. Ushbu vositalar tadqiqotchilarga diffuziya, transport va o'zaro ta'sirlar kabi nano-miqyosdagi hodisalar haqida tushunchaga ega bo'lishga yordam beradi.

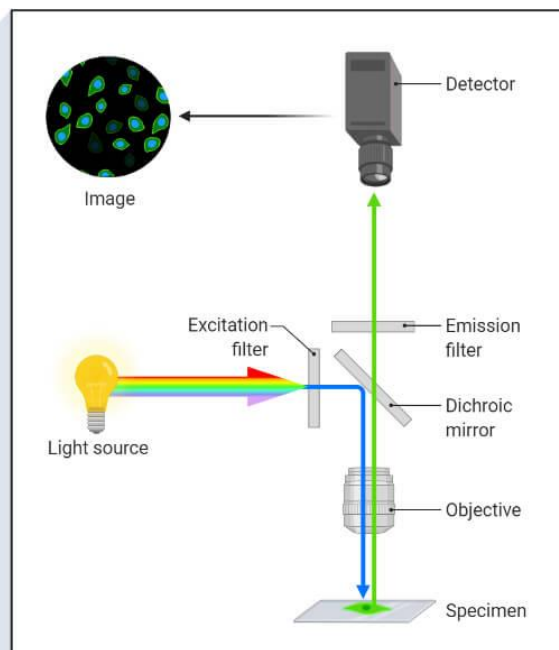
Yagona zarracha kuzatuvchi (SPT): Bir zarrachani kuzatish real vaqt rejimida individual nanozarrachalar harakatini kuzatishni o'z ichiga oladi. Odatda, nanozarrachalar mikroskop ostida ko'rish uchun floresan teglar, kvant nuqtalari yoki boshqa markerlar bilan etiketlanadi. SPT turli muhitlarda nanozarrachalarning tarqalishini, hujayra membranasi dinamikasini, oqsillarni tashish va nano miqyosda molekulyar o'zaro ta'sirlarni o'rganish uchun ishlatiladi.

10-rasm. Yagona zarracha kuzatuvchi

Floresan mikroskopiya: Flüoresan mikroskopiya tadqiqotchilarga floresan yorliqli nanoob'ektlarni ko'rish va kuzatish imkonini beruvchi kuchli texnikadir. U bitta zarrachani kuzatish bilan birgalikda ishlatilishi mumkin. Ushbu vosita hujayra

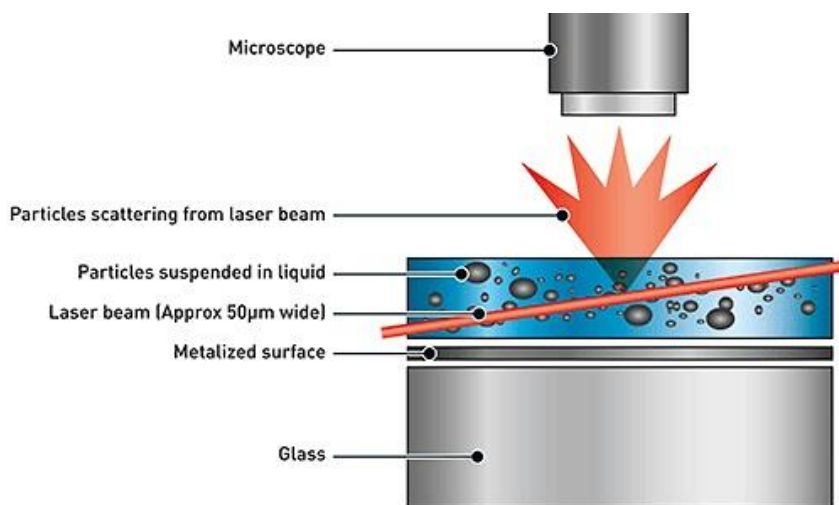
biologiyasi, materialshunoslik va biokimyoda nanozarrachalar va molekulyar jarayonlarni nanomiqyosda kuzatish va kuzatish uchun qo'llaniladi.

Fluorescence Microscopy



11-rasm. Floresan mikroskopiyesi

Nanozarrachalarni kuzatish tahlili (NTA): NTA - bu suyuq muhitda to'xtatilgan nanozarrachalarni tahlil qilish va kuzatish uchun ishlatiladigan usul. Real vaqt rejimida zarrachalar hajmi va konsentratsiyasini o'lchash uchun lazer nurining tarqalishi va zarrachalarni kuzatish algoritmlaridan foydalanadi. NTA eritmalardagi nanozarrachalarni tavsiflash, jumladan, kolloid barqarorlikni o'rganish, dori vositalarini etkazib berish tizimlari va nanozarrachalarning atrof-muhit monitoringi uchun qimmatlidir.



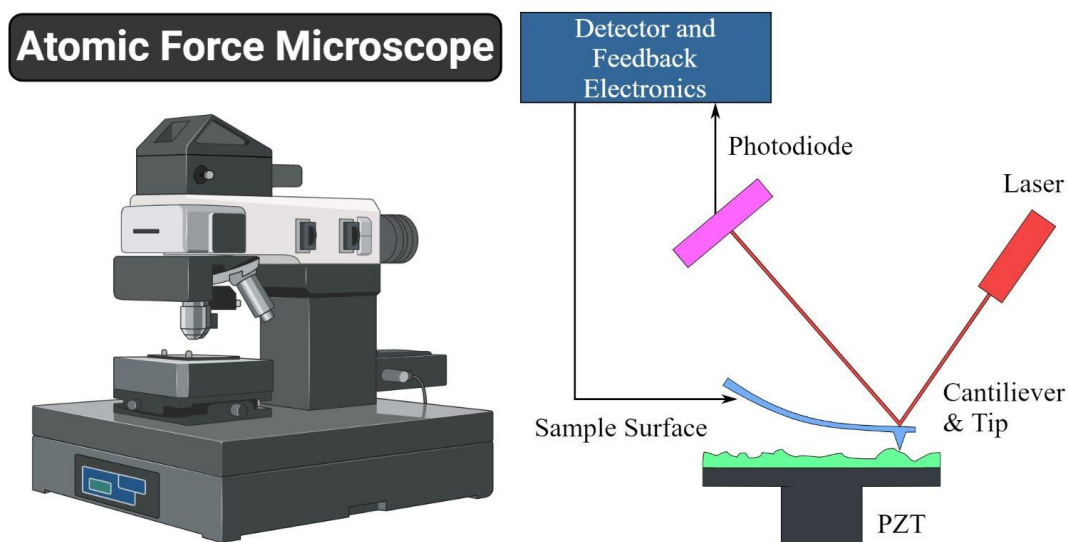
12-rasm. Nanozarrachalarni kuzatish tahlili.

Skanerli zond mikroskopiyasi (SPM): Skanerli zond mikroskopiyasi (SPM) - atom va nano miqyosda yuzalarni tasvirlash va manipulyatsiya qilish uchun ishlatiladigan texnikalar oilasi. SPM o'tkir zond uchi va namuna yuzasi o'rtasidagi o'zaro ta'sirga tayanadi.

SPM turlari:

- a. Atom kuch mikroskopi (AFM): AFM sirtning topografik xaritasini yaratish uchun uchi va namuna yuzasi orasidagi kuchlarni o'lchaydi.
- b. Skanerli tunnel mikroskopiyasi (STM): STM zond uchi va namuna yuzasi o'rtasidagi tunnel oqimini o'lchaydi va atom miqyosidagi tasvirni ta'minlaydi.

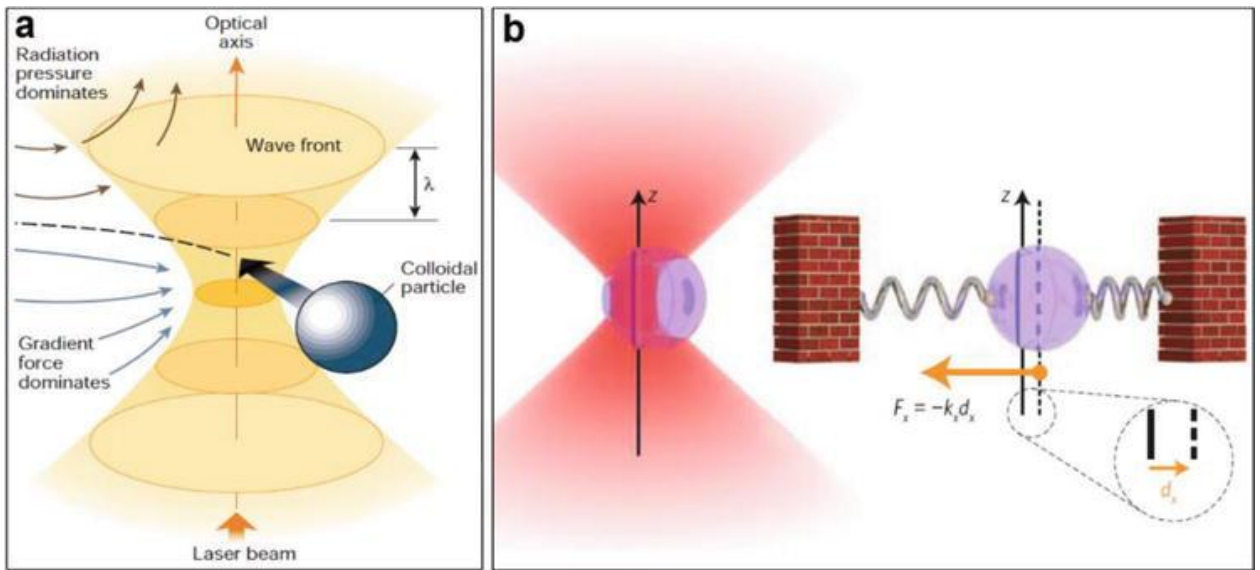
Kuzatish uchun atom kuchi mikroskopiyasi (AFM): AFM asosan yuzalarni nano o'lchamda tasvirlash uchun ma'lum bo'lsa-da, u nanoob'ektlarning yuzalardagi harakatini kuzatish uchun ham ishlatilishi mumkin. Bunga zarracha yuzasiga o'tkir konsol uchini biriktirish va uning harakatini kuzatish orqali erishiladi. AFM asosidagi kuzatuv nanozarrachalarning substratlar va biologik molekulalarga bog'lanishini o'z ichiga olgan sirt o'zaro ta'sirini o'rganish uchun ishlatiladi.



13-rasm. Kuzatish uchun atom kuchi mikroskopiya.

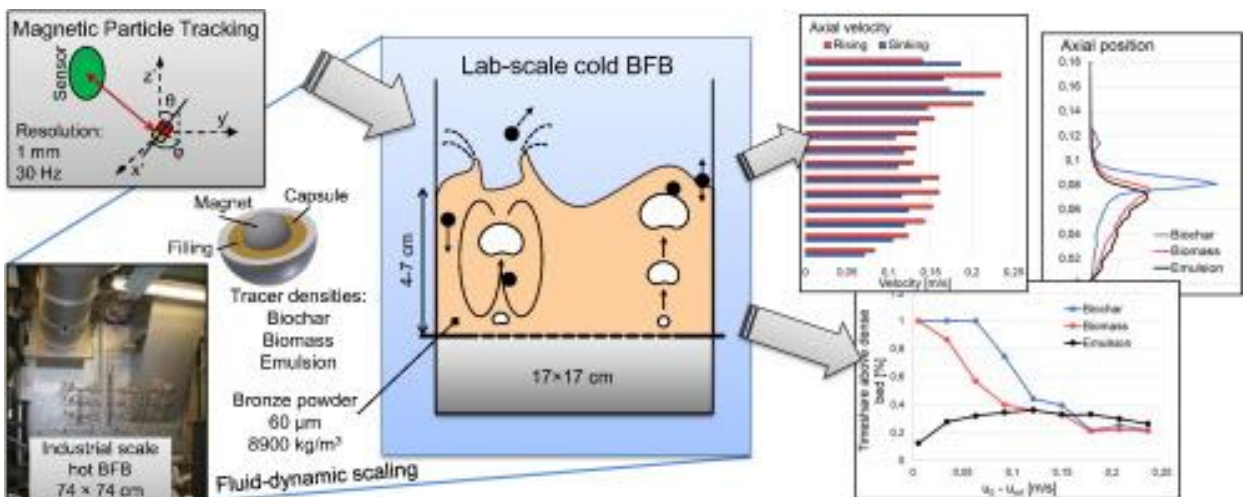
Optik tutqich va qo'llar: Optik tutqich va qo'llar alohida nanozarrachalarni ushlab turish va manipulyatsiya qilish uchun fokuslangan lazer nurlaridan foydalanadi. Lazerning holatini aniq nazorat qilish orqali tadqiqotchilar nanozarrachalarni uch o'lchamda harakatlantirishi va o'rganishi mumkin. Ushbu

usul biologik molekullarni o'rganish, DNK manipulyatsiyasi va nanozarrachalarga ta'sir qiluvchi kuchlarni tavsiflashda qo'llaniladi.



14-rasm. Optik tutqich va qo'llar.

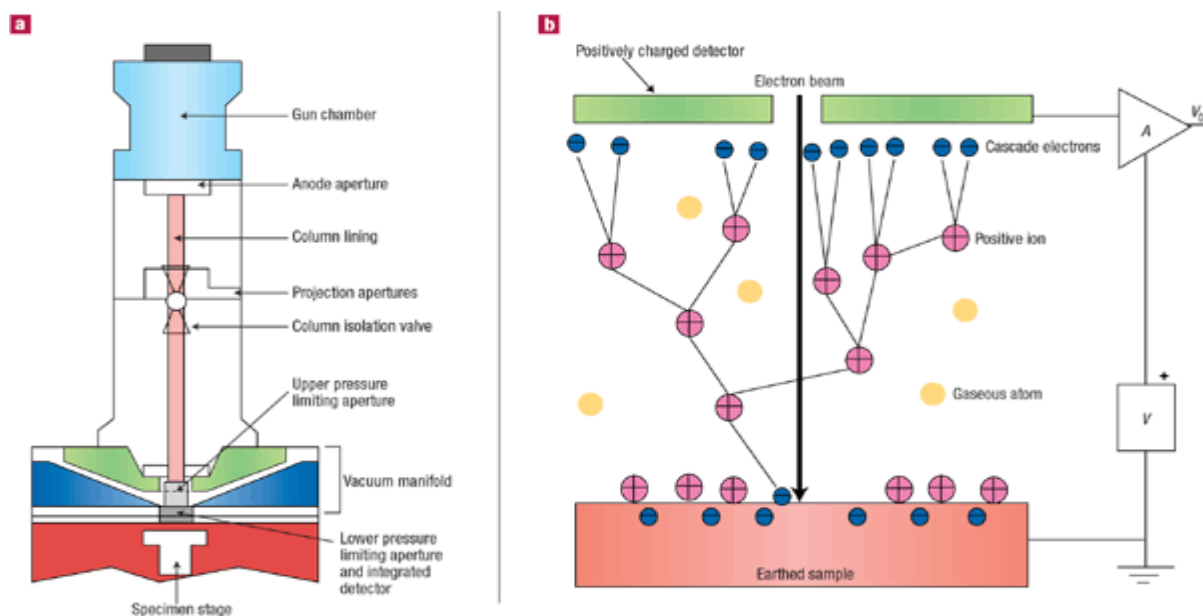
Magnit zarrachalarni kuzatish (MPT): Magnit zarrachalarni kuzatish magnit komponentlarni o'z ichiga olgan nanozarralarni o'z ichiga oladi. Ushbu zarralarni real vaqtda boshqarish va kuzatish uchun tashqi magnit maydon ishlatiladi. MPT dori vositalarini etkazib berish tizimlarida, maqsadli terapiyada va tibbiy ilovalar uchun nanozarrachalarni in vivo kuzatishda qo'llaniladi.



15-rasm. Magnit zarrachalarni kuzatish

Dinamik tasvirlash uchun atrof-muhitni skanerlash elektron mikroskopiyasi (ESEM): ESEM - bu SEMning o'zgarishi bo'lib, u nam yoki gidratlangan namunalarni boshqariladigan muhitda kuzatish imkonini beradi. U

suyuq yoki gazsimon muhitda nanoob'ektlar ishtirokidagi dinamik jarayonlarni kuzatish uchun ishlatilishi mumkin. ESEM materialshunoslik, biologiya va atrof-muhit fanlarida real sharoitlarda dinamik nano o'lchamdagi jarayonlarni o'rganish uchun ishlatiladi.



16-rasm. Dinamik tasvirlash uchun atrof-muhitni skanerlash elektron mikroskopiyasi.

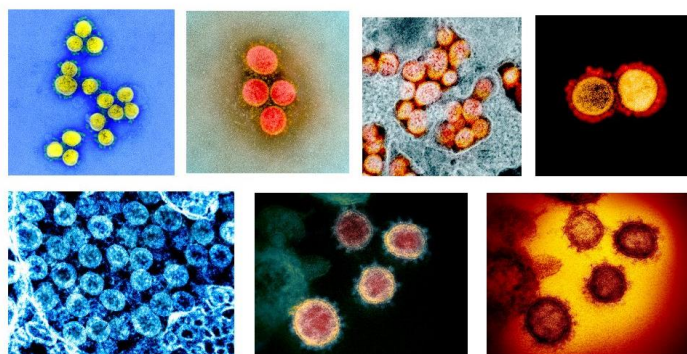
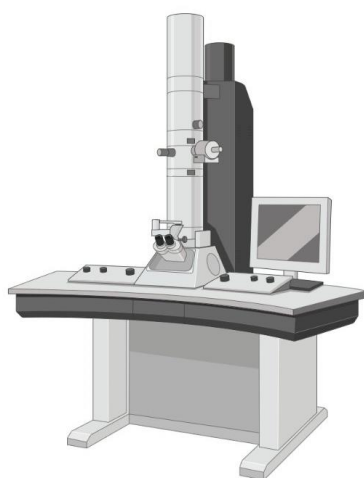
Ushbu nanoob'ektlarni kuzatish vositalari biologiya, materialshunoslik va fizikani o'z ichiga olgan turli sohalarda nano-miqyosdagi hodisalarni o'rganayotgan tadqiqotchilar uchun ajralmas hisoblanadi. Ular nanopartikullarning xatti-harakatlari va o'zaro ta'sirini aniq kuzatish va tahlil qilish imkonini beradi, nano dunyo haqida foydali tushunchalarni beradi.

Elektron mikroskopiya (EM): Elektron mikroskopiya (EM) - bu namunalarning yuqori aniqlikdagi tasvirlarini olish uchun elektronlar nuridan foydalanadigan kuchli tasvirlash usuli. EM olimlar va tadqiqotchilarga ob'ektlarni nanometriyali o'rganish, ularning tuzilishi va morfologiyasi haqida batafsil ma'lumot berish imkonini beradi.

Elektron mikroskopiya turlari: Transmissiya elektron mikroskopiyasi (TEM) va skanerlash elektron mikroskopiyasi (SEM) kuchli mikroskopiya usullari bo'lib, ular nano va mikro miqyosda materiallarning tuzilishi, tarkibi va morfologiyasi

haqida batafsil ma'lumot beradi.

Transmissiya elektron mikroskopi (TEM): TEM nanometr darajasidagi tafsilotlarga ega bo'lgan nozik qismlarning yuqori aniqlikdagi tasvirlarini olishi mumkin. Bu tadqiqotchilarga materiallarning ichki tuzilmalarini, jumladan atomlarning joylashishini tasavvur qilish imkonini beradi. TEM elektronlar kristall panjara bilan o'zaro ta'sirlashganda hosil bo'lgan diffraksiya naqshlarini tahlil qilish orqali materiallarning kristallografik tuzilishini aniqlash uchun ishlatilishi mumkin. Energiya dispersiv rentgen spektroskopiyasi (EDS) yoki elektron energiyasini yo'qotish spektroskopiyasi (EELS) nano o'lchamdagi elementar kompozitsiya haqida ma'lumot berish uchun TEM bilan birlashtirilishi mumkin. TEM nanomateriallar va biologik qismlar kabi ultra yupqa namunalarning qalinligini o'lchashi mumkin. Shuningdek, u nanozarrachalar hajmini o'lchashni ham ta'minlay oladi.



Transmission electron micrograph of SARS-CoV-2

17-rasm. Transmissiya elektron mikroskopi (TEM).

TEM materiallar ichidagi nuqsonlar, dislokatsiyalar va boshqa strukturaviy kamchiliklarni aniqlashga qodir, moddiy xususiyatlar va xatti-harakatlarni o'rganishga yordam beradi. TEM nanopartikullarni xarakterlash uchun keng qo'llaniladi, jumladan, ularning o'lchamlari, shakli va agregatsiya holati. Biologiyada TEM hujayra ichidagi tuzilmalar va organellalarni ko'rishi mumkin, bu hujayra jarayonlari va ultrastruktura tafsilotlari haqida tushuncha beradi.

Skanerli elektron mikroskopiya (SEM): SEM keng assortimentdagi

materiallar yuzasining yuqori aniqlikdagi, uch o'lchovli tasvirlarini beradi. Bu, ayniqsa, sirt morfologiyasi o'rganishda yuqori smara beradi. SEM namunalar yuzasida elementar tahlilni amalga oshirish uchun EDS bilan jihozlanishi mumkin, bu tadqiqotchilarga materiallar tarkibini aniqlash imkonini beradi. SEM topografik ma'lumotlarni ishlab chiqaradi, sirt yoriqlari, donalar va sirt qoplamalari kabi xususiyatlarni ochib beradi. SEM materiallarning mikro tuzilishi, shu jumladan don chegaralari, faza chegaralari va porozlik haqida ma'lumot berishi mumkin. SEM namuna yuzasidagi zarralar, tolalar va boshqa mikroskopik ob'ektlarning o'lchami va shaklini o'lchashi mumkin. SEM odatda tsement yoki farmatsevtika kabi materiallarda zarrachalar hajmini taqsimlash va agregatsiya harakatlarini o'rganish uchun ishlatiladi. Biologiya va hayot fanlarida SEM organizmlar, to'qimalar va hujayralarning tashqi tuzilmalarini o'rganish uchun ishlatilishi mumkin, bu mikrobiologiya va botanika kabi sohalarda tadqiqotlarni osonlashtiradi.

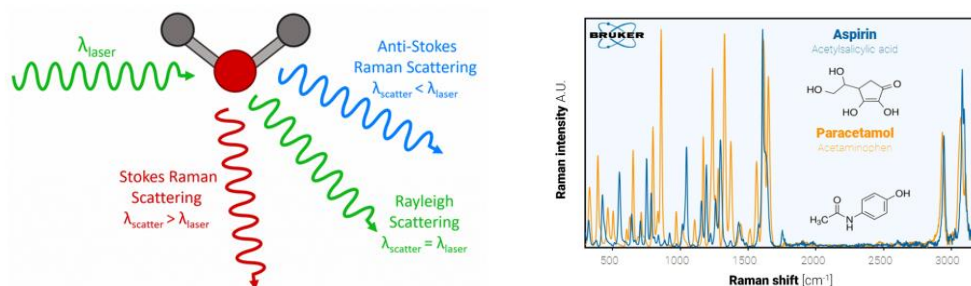
17-rasm. Skanerli elektron mikroskopiya.

Xulosa qilib aytganda, TEM va SEM ko'p qirrali mikroskopiya usullari bo'lib, materiallar va biologik namunalar haqida qo'shimcha ma'lumot beradi. TEM ichki tuzilmalar va kristallografiya haqida ma'lumot berishda ustunlik qiladi, SEM esa sirtini tasvirlash va elementar tahlil uchun juda mos keladi. Tadqiqotchilar bu vositalardan turli ilmiy fanlar bo'ylab nano va mikro miqyosdagi hodisalarni chuqurroq tushunish uchun foydalanadilar.

Nanoob'ektni tahlil qilishning spektroskopik usullari - bu nano o'lchamdagi materiallar va ob'ektlarning xususiyatlari, tarkibi va tuzilishi haqida ma'lumot to'plash uchun elektromagnit nurlanishning modda bilan o'zaro ta'siridan foydalanadigan usullar. Ushbu usullar nanozarrachalar, nanomateriallar va nanostrukturalarning xatti-harakatlarini tavsiflash va tushunish uchun bebahodir.

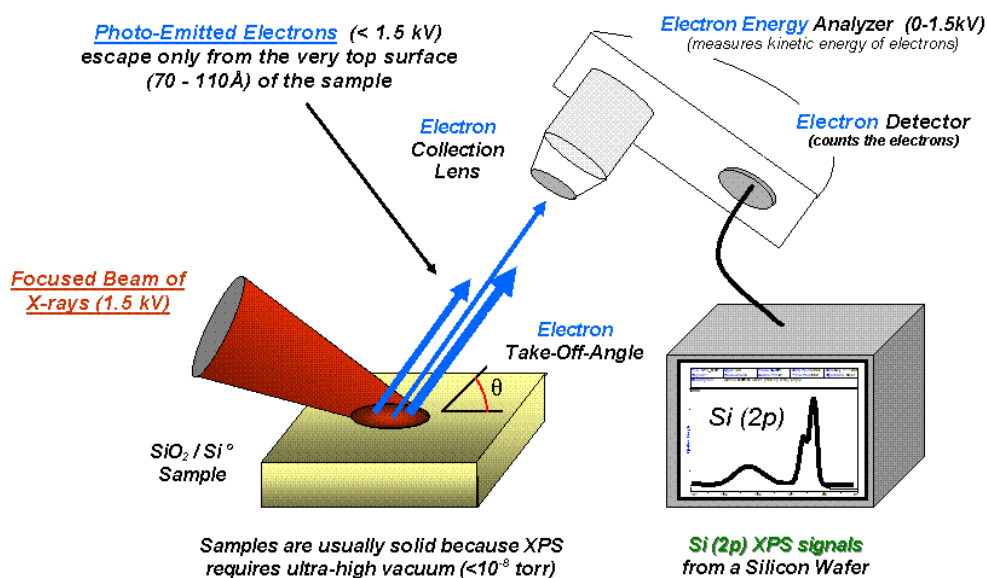
Raman spektroskopiyasi: Raman spektroskopiyasi namunaga monoxromatik yorug'lik manbasini (odatda lazer) porlashni o'z ichiga oladi.

Tarqalgan yorug'lik to'planadi va molekulyar tebranishlar tufayli energiyaning o'zgarishi uchun tahlil qilinadi. Raman spektroskopiyasi molekulyar tebranishlar, kristall tuzilmalar va nanomateriallarning kimyoviy tarkibi haqida ma'lumot beradi. U nanotexnologiyada uglerod nanotubalari, grafen va nanokompozitlarni o'rganish uchun ishlatiladi.



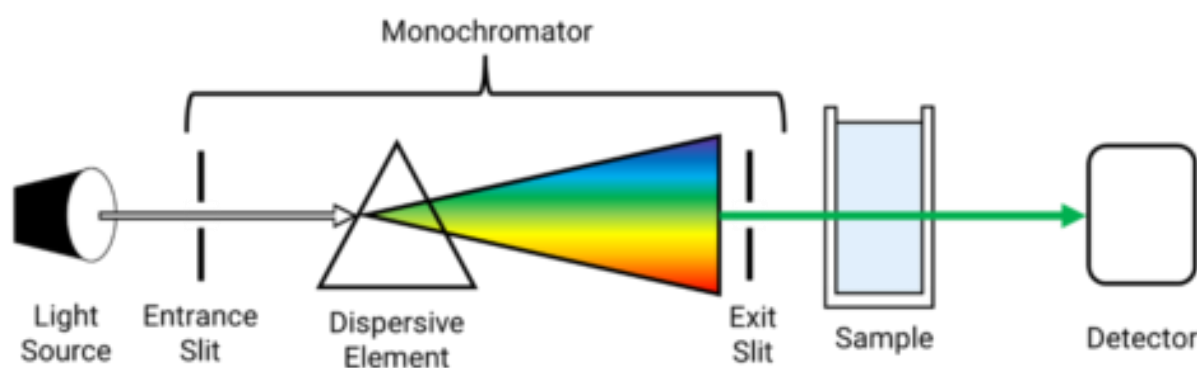
18-rasm.

X-nurli fotoelektron spektroskopiyasi (XPS): XPS rentgen nurlari ta'sirida material yuzasidan chiqarilgan elektronlarning kinetik energiyasini o'lchaydi. Ushbu elektronlarning energiyasini tahlil qilib, mavjud elementlar va kimyoviy holatlar haqida ma'lumot beradi. XPS nanozarrachalar va yupqa plyonkalarining sirt tarkibini, kimyoviy bog'lanishini va oksidlanish darajasini aniqlash uchun keng qo'llaniladi. Bu materialshunoslik, kataliz tadqiqotlari va sirt kimyosida muhim ahamiyatga ega.



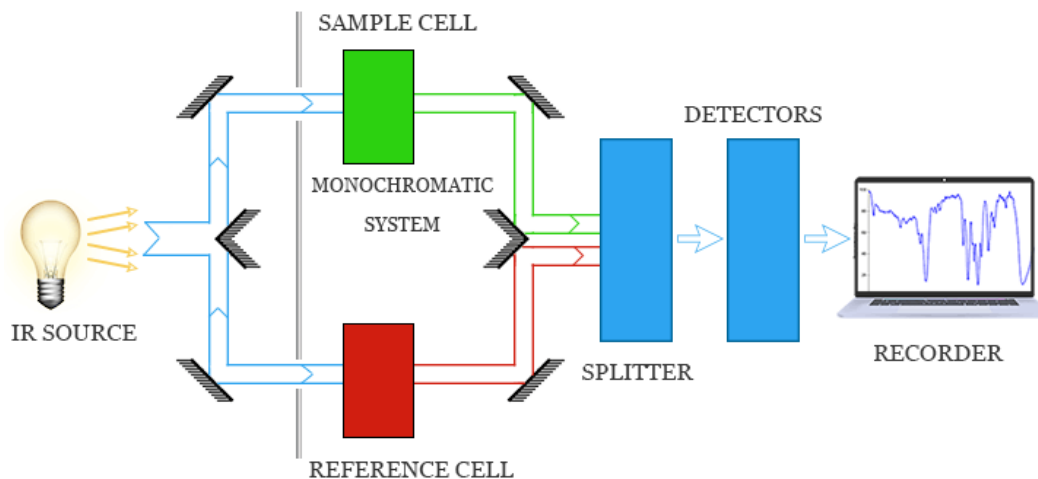
19-rasm.

UV-ko'rinadigan spektroskopiya: UV-ko'rinadigan spektroskopiya ultrabinafsha va ko'rinadigan yorug'likning material tomonidan yutilishini o'lchaydi. Yutish spektri materialdagi elektron o'tishlar haqida ma'lumot beradi. UV-ko'rinadigan spektroskopiya nanozarrachalar va nanomateriallarning elektron tuzilishi, konsentratsiyasi va optik xususiyatlarini aniqlash uchun ishlatiladi. U nanofotonika, plazmonika va nanopartikullarni tavsiflash kabi sohalarda qo'llaniladi.



20-rasm.

Infraqizil spektroskopiya (IR): IQ spektroskopiya uning molekularining tebranish va aylanish rejimlariga mos keladigan material tomonidan infraqizil nurlanishning yutilishini o'lchaydi. IQ spektroskopiya funktsional guruhlarni aniqlash, kimyoviy kompozitsiyalarni o'rganish, organik va noorganik nanozarrachalarning bog'lanishi va tuzilishini tahlil qilish uchun ishlatiladi. Bu nanomateriallarni tadqiq qilishda, ayniqsa polimerlar va biomolekulalar uchun juda muhimdir.

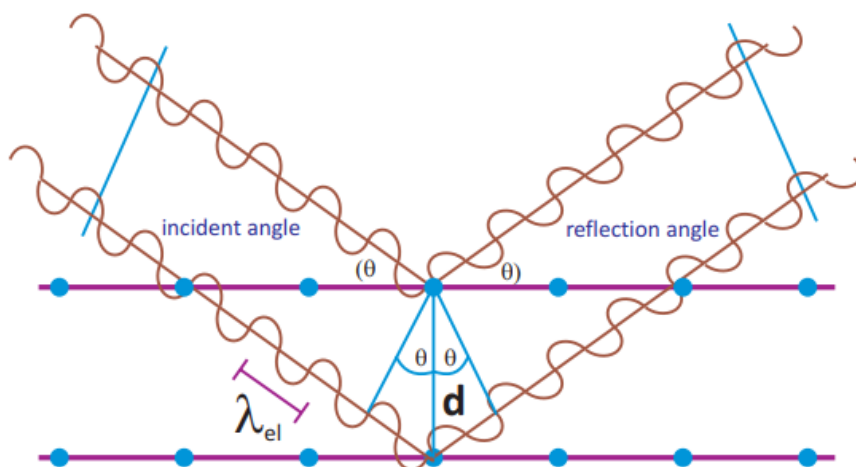


IR INSTRUMENTATION

Priyamstudycentre.com

21-rasm.

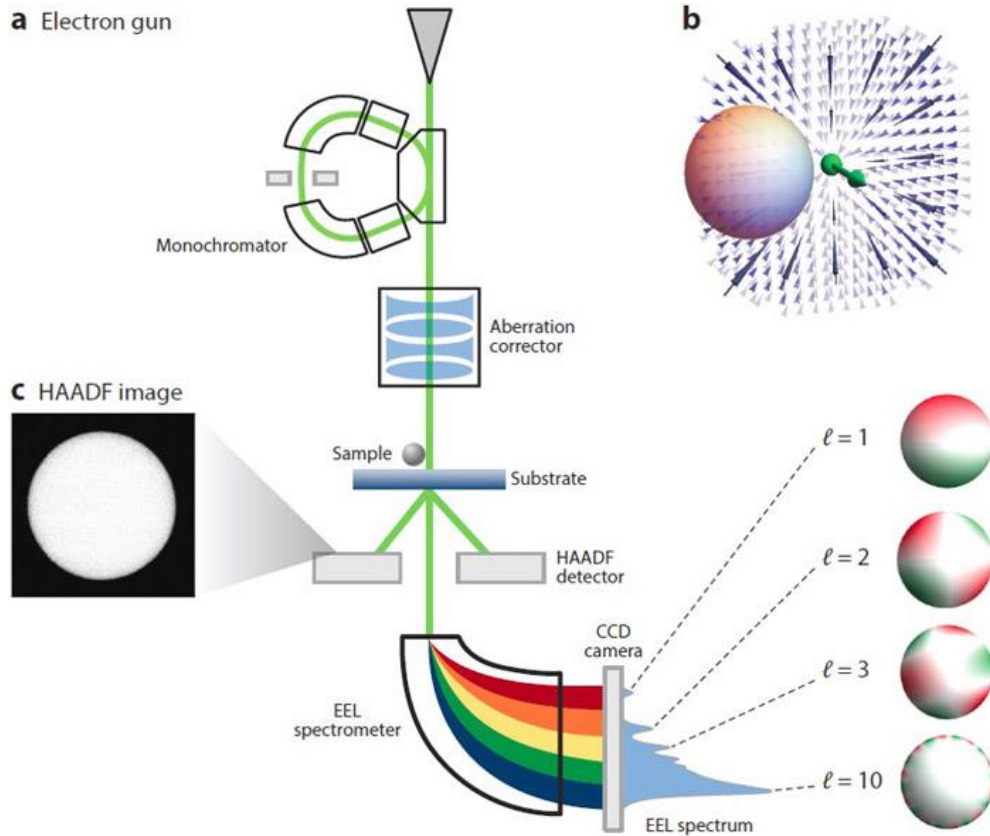
X-nurlarining diffraksiyasi (XRD): XRD kristall panjara orqali rentgen nurlarining tarqalishini o'lchaydi. Olingan diffraksiya sxemasi atom tuzilishi va kristall tuzilishi haqida ma'lumot beradi. XRD nanokristallar, nanosimlar va boshqa nanomateriallarning kristalli tuzilishi va faza tozaligini aniqlash uchun zarurdir. U materialshunoslik, metallurgiya va yarimo'tkazgichlarni tadqiq qilishda muhim rol o'ynaydi.



22-rasm.

Elektron energiyasini yo'qotish spektroskopiyasi (EELS): EELS TEMning kengaytmasi bo'lib, elektronlarning namuna bilan o'zaro ta'sirida energiya yo'qotilishini o'lchaydi. U elementar tarkibi, bog'lanish va elektron tuzilishi haqida

ma'lumot beradi. EELS TEMda nanozarrachalar, nanokompozitlar va biologik namunalarni nanomiqyosda tavsiflash uchun ishlatiladi. Bu materiallarning elektron xususiyatlarini o'rganishga yordam beradi.



23-rasm.

Nanoob'ektlarni tahlil qilish uchun spektroskopik usullar ko'p qirrali va buzilmaydigan bo'lib, ularni turli xil ilmiy fanlar bo'yicha nano o'lchamdagi materiallar va ob'ektlarni tavsiflash uchun hal qiluvchi ahamiyatga ega. Tadqiqotchilar nanomateriallarning strukturaviy, kimyoviy va optik xususiyatlari haqida tushunchaga ega bo'lish uchun ushbu usullardan foydalanadilar, bu esa nanotexnologiya, materialshunoslik va nanotibbiyot sohasidagi yutuqlarni ta'minlaydi.

Nazorat savollari.

1. Skanerli zond mikroskopining asosiy tamoyillari qanday va u aniqlik jihatidan an'anaviy optik mikroskopiya qanday farq qiladi?
2. Skanerli zond mikroskopiya texnikasining asosiy turlarini tavsiflab bering va har bir turdagi nanoob'ektlarni o'rganishda ayniqsa foydali bo'lgan holatlarga misollar

keltiring.

3. Atom kuchlari mikroskopiyasi (AFM) qanday ishlaydi va u nanostrukturalarning topografiyasi va mexanik xususiyatlari haqida qanday ma'lumot berishi mumkin?

4. Skanerli tunnel mikroskopi (STM) nanoob'ektlarning elektron xususiyatlarini va atom miqyosdagi tuzilmalarini o'rganish uchun qanday usullardan foydalanish mumkin?

5. Elektron mikroskopiyaning asosiy tamoyillarini tushuntiring. Transmissiya elektron mikroskopiyasi (TEM) va skanerlash elektron mikroskopiyasi (SEM) tasvirlash usullarida qanday farq qiladi?

6. Materiallarning yupqa qismlarida nanoob'ektlarni kuzatish uchun TEMdan foydalanishning asosiy afzalliklari qanday? TEM tez-tez qo'llaniladigan materiallar yoki ilovalarga misollar keltiring.

7. Mikro va nano miqyosda batafsil sirt morfologiyasi va kompozitsion ma'lumotlarni olish uchun SEM qanday qo'llanilishini tasvirlab bering. SEM ajralmas bo'lgan ba'zi tarmoqlarni eslatib o'ting.

8. Atrof-muhitni skanerlash elektron mikroskopiyasi (ESEM) vakuum bo'lmagan sharoitda nanoob'ektlarni o'rganishda qanday foydali bo'lishi mumkin? Uning an'anaviy SEMga nisbatan qanday afzalliklari bor?

9. Yoritish elektron mikroskopiyasi nima va u nanoob'ektlarni tasvirlash va kuzatish uchun elektronlardan qanday foydalanadi? Har qanday noyob xususiyatlar yoki ilovalarni ajratib ko'rsatish.

10. An'anaviy transmissiya elektron mikroskopiyasini (TEM) skanerlash elektron mikroskopiyasi (STEM) bilan solishtiring va taqqoslang. STEM nanostrukturalarni tahlil qilishga qanday hissa qo'shadi?

11. Raman spektroskopiyasining asosiy printsipti nima va u nanoob'ektlarning tebranish va strukturaviy xususiyatlari haqida ma'lumot to'plash uchun qanday ishlatiladi?

12. X-nurli fotoelektron spektroskopiya (XPS) qanday ishlaydi va nanoob'ektlar haqida qanday ma'lumotlarni taqdim etishi mumkin? Uning materialshunoslikda

qo'llanilishini muhokama qiling.

13. Nanoob'ektlarni tavsiflashda UV-ko'rinadigan spektroskopiyaning foydasini tavsiflang. Bu nanomateriallarning elektron xususiyatlarini va optik harakatlarini tushunishga qanday yordam beradi?

14. Qaysi kontekstlarda infraqizil spektroskopiya (IR) nanoob'ektni tahlil qilish uchun qimmatlidir va u nanomateriallarning kimyoviy tarkibi va bog'lanishi haqida qanday ma'lumotlarni beradi?

4-mavzu: Nanotexnologiyalarni energetika, oziq ovqat yetishtirish va uning xavsizligi va atrof muhit himoyasida qo'llash. Yangi avlod Quyosh elementlari, fotokatalizatorlar, vodorod energetikasi, nanogeneratorlar.

Reja

1. Energetikada nanotexnologiyalar.
2. Oziq-ovqat mahsulotlarini ishlab chiqarish, xavfsizlik va qadoqlashda nanotexnologiyadan foydalanish.
3. Atrof-muhitni muhofaza qilish uchun nanotexnologiyalar. Nanogeneratorlar.

Tayanch iboralar: *nanotexnologiya, energetika, Yangi avlod Quyosh elementlari, fotokatalizatorlar, vodorod energetikasi, nanogeneratorlar.*

Energiya muammolari va atrof-muhitni muhofaza qilish talablari ortib borayotgan dunyoda nanotexnologiya va energetika sektorining uyg'unligi umid va innovatsiya nuri sifatida paydo bo'ldi. Bir metrning milliarddan bir qismi miqyosda ishlaydigan nanotexnologiyalar energiyani ishlab chiqarish, saqlash va undan foydalanish usullarini inqilob qilish uchun keng imkoniyatlarni ochdi. Ushbu transformativ konvergentsiya nafaqat ortib borayotgan global energiya talabini qondirish, balki uni barqaror, samarali va atrof-muhitga ta'sirni kamaytirish imkoniyatiga ega.

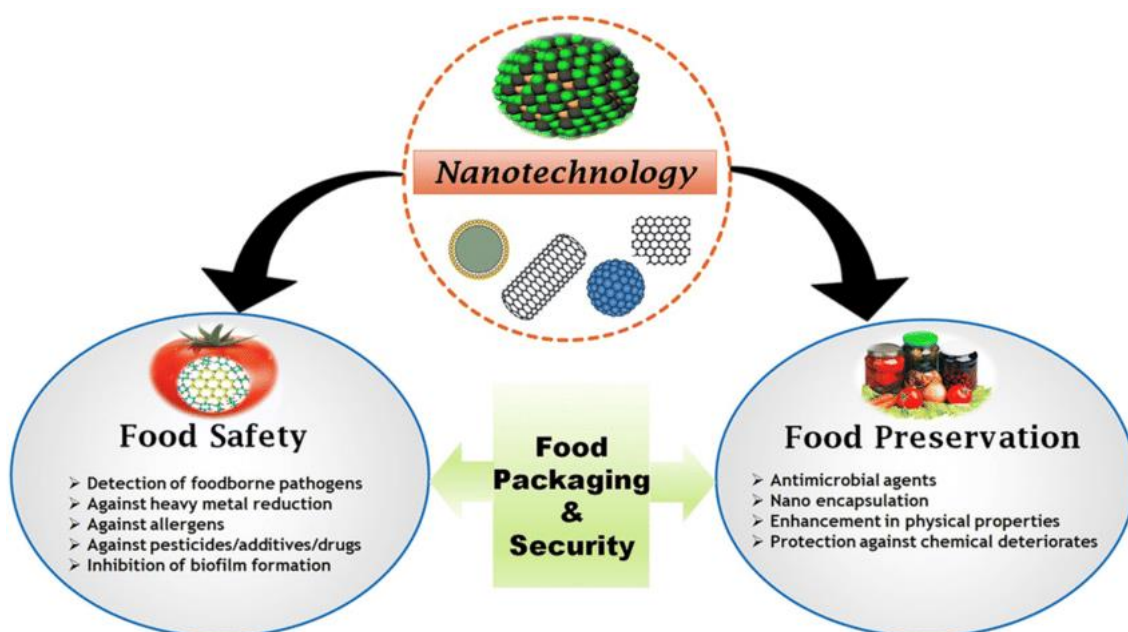
Nanotexnologiya, materiallar va qurilmalarni nano darajada manipulyatsiya qilish va muhandislik qilish, quyosh energiyasi va energiyani saqlashdan tortib energiya tejamkor yoritish va atrof-muhit monitoringigacha bo'lgan energiya bilan bog'liq sohalarda ulkan yutuqlarga yo'l ochdi. Asosan, nanotexnologiya mavjud energiya texnologiyalarini optimallashtirish va'dasini taklif qiladi, shu bilan birga butunlay yangi energiya paradigmalariga eshiklarni ochadi.

Doimiy rivojlanib borayotgan fan va texnologiya landshaftida nanotexnologiya innovatsiyalar mo'jizasi sifatida turibdi. Atomlar va molekulalar miqyosida faoliyat yuritib, u turli sohalarda inqilobni yoqib yubordi va bugungi kunda insoniyat oldida turgan eng dolzarb muammolarga yechim taklif qildi. Ushbu sektorlar orasida nanotexnologiya uchta muhim sohaga ajoyib qadamlar qo'ydi: energiya, oziq-ovqat ishlab chiqarish va xavfsizlik va atrof-muhitni muhofaza qilish.

Energetikada nanotexnologiyalar: Barqaror energiya manbalariga intilish hech qachon bu qadar dolzarb bo'lmagan. Nanotexnologiya energiya ishlab chiqarish, saqlash va samaradorlik sohasida yutuqlarga erishish imkonini beruvchi bu tashabbusda umid chirog'i sifatida paydo bo'ldi. Quyosh nuridan misli ko'rilmagan samaradorlik bilan foydalanadigan ilg'or quyosh xujayralaridan tortib, batareyalar va superkondensatorlarning ish faoliyatini yaxshilaydigan nanomateriallargacha, nanotexnologiya va energiyaning uyg'unligi energiya landshaftimizni qayta shakllantirishga va'da beradi.

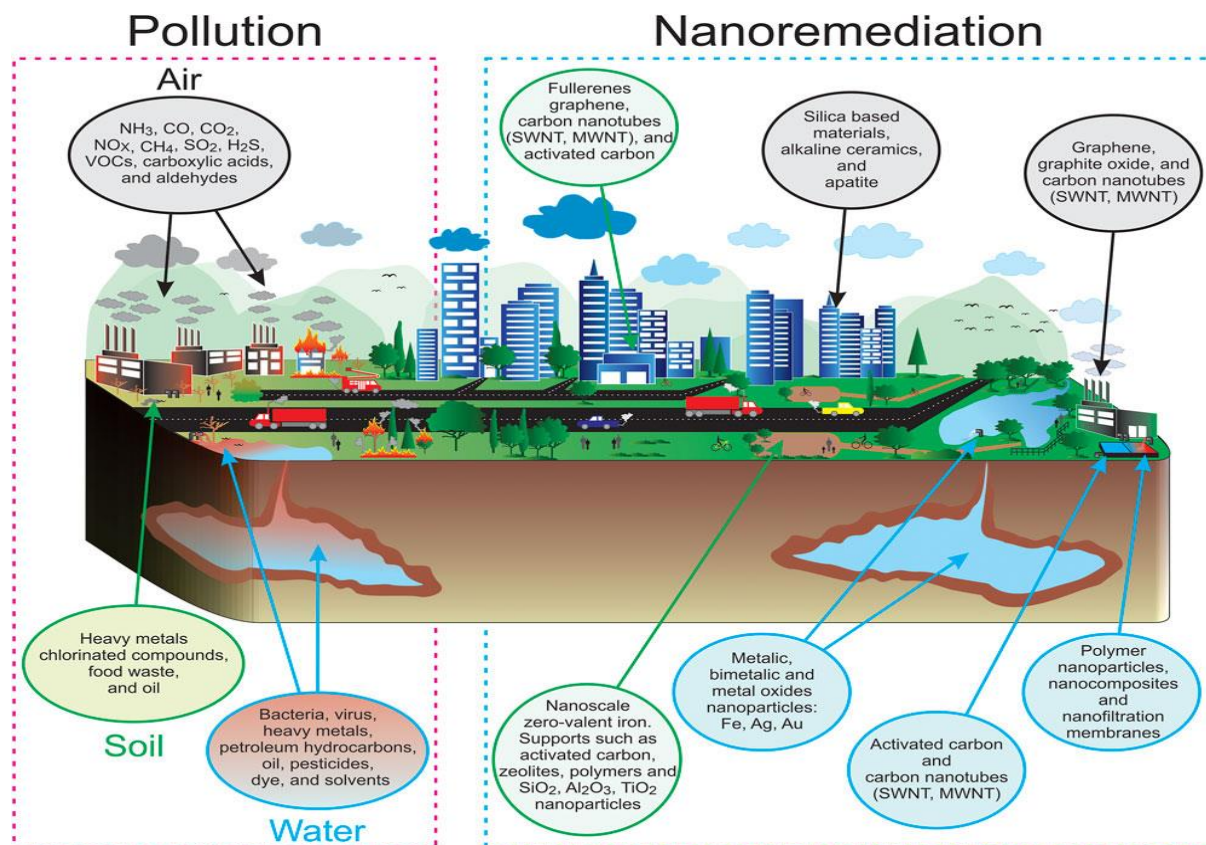


Oziq-ovqat mahsulotlarini ishlab chiqarishda nanotexnologiyalar va xavfsizlik: Dunyo aholisining o'sishi davom etar ekan, oziq-ovqat xavfsizligi va xavfsizligini ta'minlash birinchi o'ringa chiqadi. Nanotexnologiya oziq-ovqat mahsulotlarini ishlab chiqarish va xavfsizligi sohasiga qadam qo'ydi va ekinlar hosildorligi va ozuqaviy tarkibni oshirishdan tortib ifloslantiruvchi moddalar va patogenlarni tengsiz aniqlik bilan aniqlashgacha bo'lgan yechimlarni taklif qiladi. Bundan tashqari, nanotexnologiya oziq-ovqat mahsulotlarini qadoqlashda inqilob qildi, saqlash muddatini uzaytirdi va chiqindilarni kamaytiradi.



Atrof-muhitni muhofaza qilishda nanotexnologiyalar: Atrof-muhit

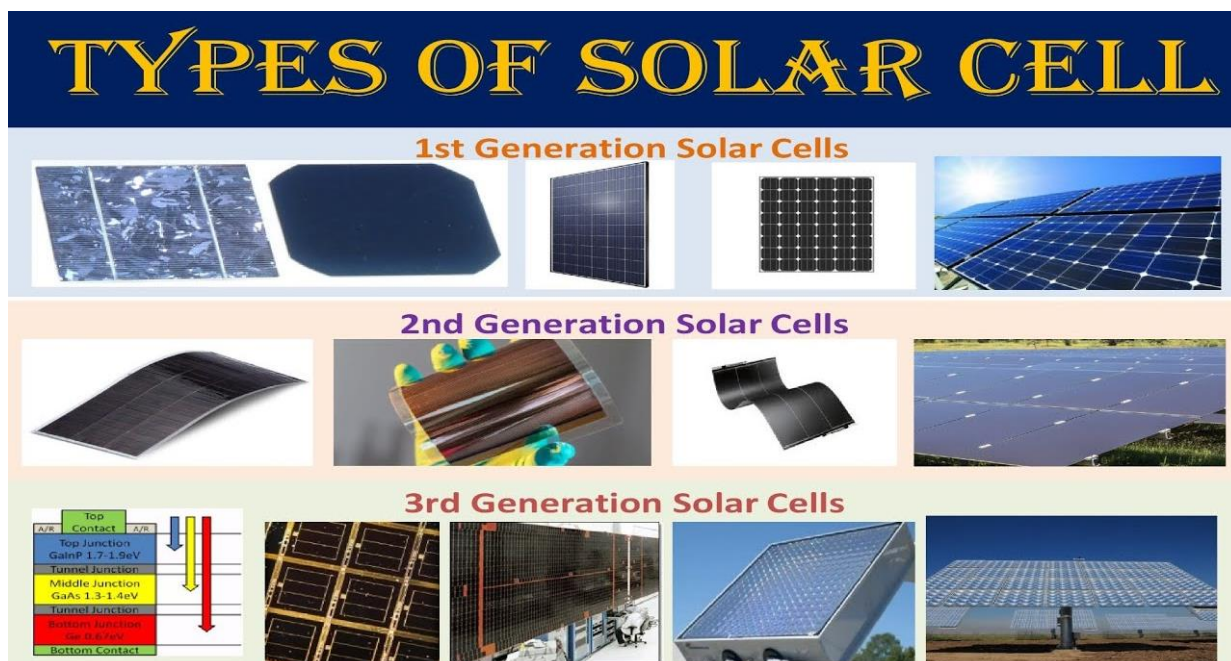
muammolari va iqlim o'zgarishi bilan ajralib turadigan davrda nanotexnologiya sayyoramizni himoya qilishda kuchli ittifoqchi sifatida paydo bo'ldi. Suvni tozalash, havo ifloslanishini kamaytirish va atrof-muhit sharoitlarini kuzatish uchun nanomateriallar va nanosensorlar o'rnatilmoqda. Ular ifloslanish, o'rmonlarning kesilishi va tabiiy resurslarning kamayib ketishiga qarshi kurashda umid nurini taqdim etadi.



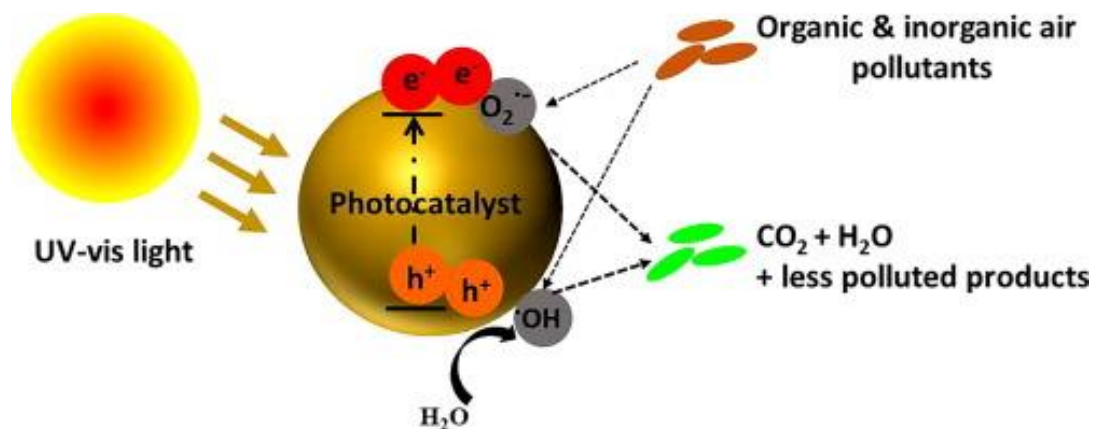
Barqaror va qayta tiklanadigan energiya yechimlarini izlashda nanotexnologiya va energetika fanining yaqinlashuvi innovatsiyalarning yangi davrini boshlab berdi. Ushbu paradigma doirasida yangi avlod quyosh xujayralari, fotokatalizatorlar, vodorod energiyasi va nanogeneratorlar energiya resurslaridan foydalanish, saqlash va foydalanish usullarini qayta shakllantirish potentsialiga ega transformativ texnologiyalar sifatida paydo bo'ldi.

Yangi avlod quyosh batareyalari: An'anaviy quyosh xujayralari uzoq vaqtdan beri qayta tiklanadigan energiya manbalarida birinchi o'rinda turadi, ammo nanotexnologiyadagi so'nggi yutuqlar ularni yangi cho'qqilarga olib chiqdi. Samaradorligi, arzonligi va moslashuvchanligi bilan ajralib turadigan yangi avlod

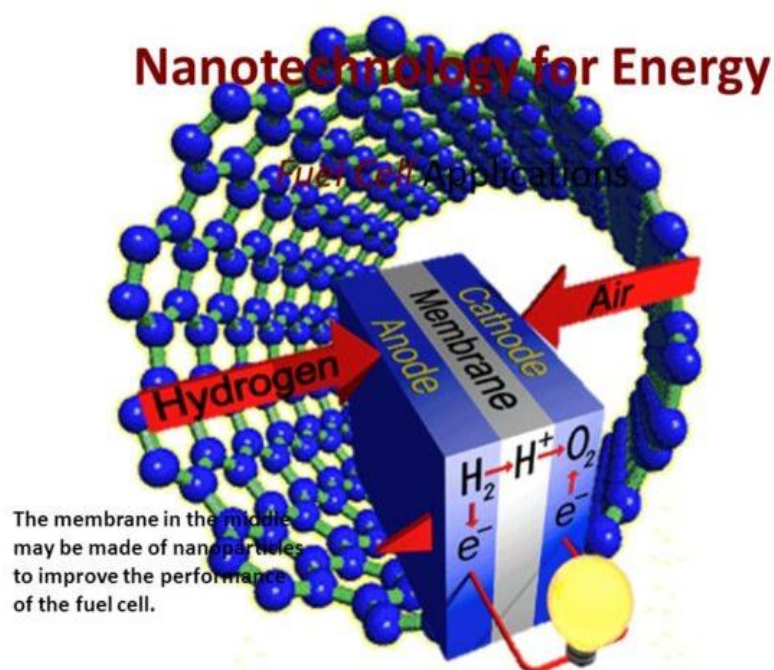
quyosh batareyalarining rivojlanishi quyosh energiyasining to'liq salohiyatini ochishga va'da beradi. Perovskit quyosh batareyalari va kvant nuqtaga asoslangan texnologiyalar kabi innovatsiyalar nafaqat samaraliroq, balki kengroq ilovalar uchun qulayroq bo'lgan quyosh panellariga yo'l ochmoqda.



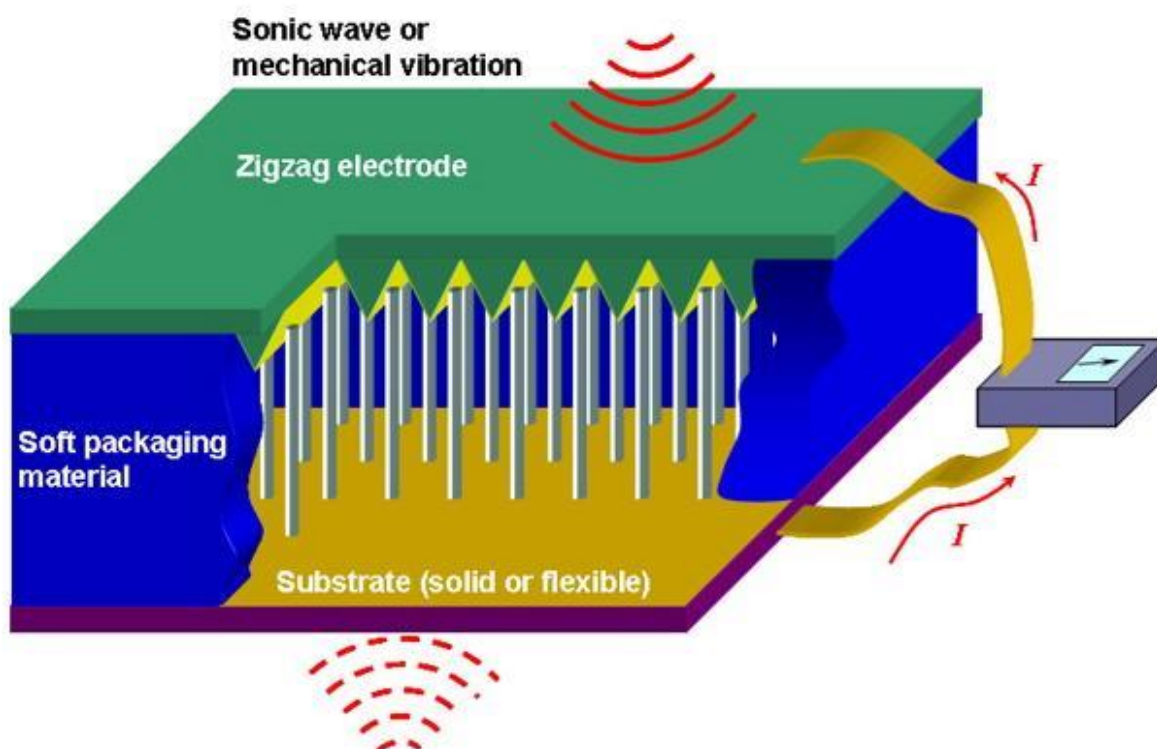
Fotokatalizatorlar: Ko'pincha nano o'lchamdagi materiallardan tashkil topgan fotokatalizatorlarning paydo bo'lishi yorug'lik quvvatini turli maqsadlarda ishlatish qobiliyatimizni inqilob qildi. Fotokatalizatorlar kimyoviy reaksiyalarni qo'zg'atish uchun quyosh energiyasidan foydalanish orqali atrof-muhitni yaxshilash, suvni tozalash va toza yoqilg'i ishlab chiqarishda qo'llanilishini topdilar. Ularning energiya sarfini minimallashtirish bilan birga jarayonlarni tezlashtirish qobiliyati barqaror kelajak uchun ulkan salohiyatga ega.



Vodorod energiyasi: Ko'pincha "kelajak yoqilg'isi" deb nomlangan vodorod toza va ko'p qirrali energiya tashuvchisi sifatida yana qiziqish uyg'otdi. Nanotexnologiya vodorod energiyasida, vodorodni ishlab chiqarish va saqlashdan tortib yonilg'i xujayralarida foydalanishgacha bo'lgan muhim rol o'ynaydi. Nanomateriallar vodorod ishlab chiqarishning samarali va tejamkor usullarini ishlab chiqishning markazida bo'lib, vodorodga asoslangan energiya iqtisodiyotiga o'tishni ta'minlaydi.



Nanogeneratorlar: Barqaror va o'z-o'zidan ishlaydigan qurilmalarga intilishda nanogeneratorlar yangi texnologiya sifatida paydo bo'ldi. Ushbu kichik qurilmalar mexanik tebranishlardan energiya yig'ib, ularni elektr energiyasiga aylantiradi. Nanogeneratorlar taqiladigan elektronika, masofaviy sensorlar va hatto implantatsiya qilinadigan tibbiy asboblarda amaliy qo'llanmalarga ega bo'lib, barqaror va ixcham energiya manbasini taklif etadi.



Biz "Yangi avlod quyosh xujayralari, fotokatalizatorlar, vodorod energiyasi va nanogeneratorlar" sohasini o'rganar ekanmiz, biz ushbu texnologiyalarning ulkan salohiyatini va real dunyoda qo'llanilishini ochib berish uchun sayohatga chiqamiz. Nanotexnologiyaning kuchidan foydalangan holda, ushbu innovatsiyalar atrof-muhitga ta'sir minimallashtirilgan va energiya samaradorligi maksimal darajada toza, barqaror va energiyaga boy kelajak va'dasini beradi.

Nazorat savollari.

1. Perovskit va kvant nuqtali quyosh xujayralari kabi yangi avlod quyosh xujayralari samaradorlik va arzon narxlarda an'anaviy kremniyga asoslangan quyosh batareyalaridan qanday farq qiladi?
2. Nanotexnologiya batareyalar va superkondensatorlar kabi energiya saqlash qurilmalari samaradorligini oshirishda qanday rol o'ynaydi? Ushbu kontekstda ishlatiladigan nanomateriallarga misollar keltiring.
3. Nanogeneratorlar tushunchasi va ularni qo'llash imkoniyatlarini tushuntiring. Ular barqaror energiya ishlab chiqarishga qanday hissa qo'shadilar?
4. Nanotexnologiyalar hosildorlik va oziq-ovqat mahsulotlarini ishlab chiqarishda

ozuqaviy tarkibni yaxshilash uchun qanday qo'llaniladi? Qishloq xo'jaligida qo'llaniladigan nanomateriallarga misollar keltiring.

5. Oziq-ovqat xavfsizligi va sifatini nazorat qilishda nanosensordlardan foydalanishning afzalliklari qanday? Qanday qilib nanotexnologiya ifloslantiruvchi moddalar va patogenlarni samaraliroq aniqlashga yordam beradi?

6. Oziq-ovqat mahsulotlarini qadoqlashda nanotexnologiyaning rolini muhokama qiling. Qanday qilib nanomateriallar saqlash muddatini uzaytiradi va oziq-ovqat chiqindilarini kamaytiradi?

7. Suvni tozalash va ifloslantiruvchi moddalarni olib tashlash uchun nanomateriallar qanday ishlatilishini tushuntiring. Suv sifati muammolarini hal qilishda nanotexnologiyaning qanday afzalliklari bor?

8. Qanday qilib nanotexnologiya havo ifloslanishini kamaytirishi va havo sifatini yaxshilashi mumkin? Nanofiltrlar va katalitik konvertorlar kabi ilovalarni muhokama qiling.

9. "Yashil nanotexnologiya" tushunchasini va uning nanomateriallar sintezi va qo'llanilishiga ekologik toza yondashuvlardagi ahamiyatini aytib bering.

10. Nanotexnologiya energiyadan foydalanish uchun vodorodni ishlab chiqarish va saqlashga qanday hissa qo'shadi? Asosiy nanomateriallar va texnikalarni ajratib ko'rsating.

11. Vodorod energiyasining toza va ko'p qirrali energiya tashuvchisi sifatida potentsialini muhokama qiling. Uning keng miqyosda qabul qilinishi uchun qanday qiyinchiliklarni engish kerak?

12. Vodorod energiyasidan foydalanish uchun yonilg'i xujayrasi texnologiyasini rivojlantirishda nanotexnologiyaning rolini o'rganing. Nanomateryallar yonilg'i xujayralariga qanday afzalliklarni beradi?

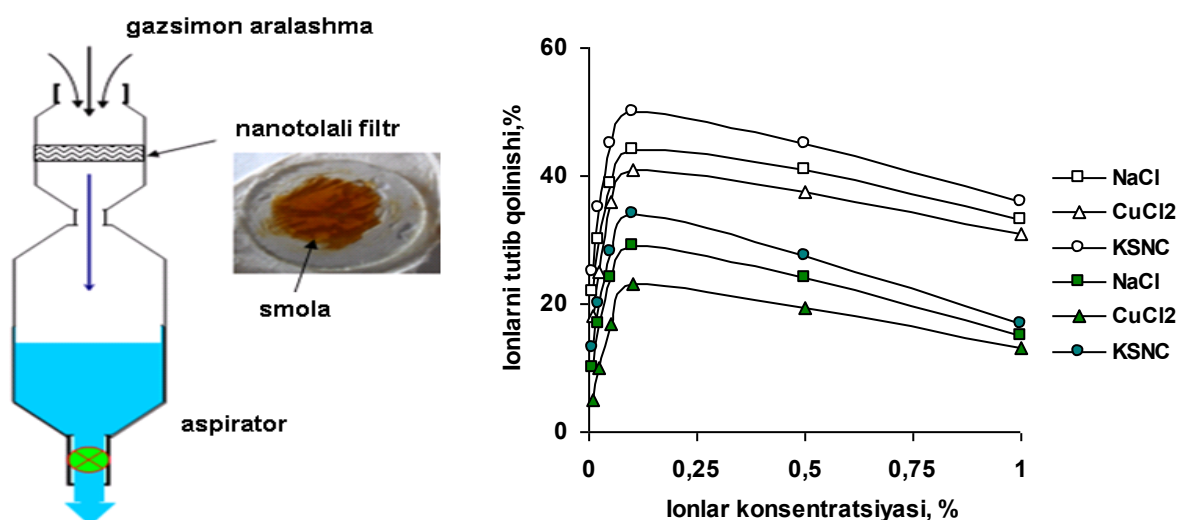
IV. AMALIY MASHG'ULOTLAR

1-amaliy mashg'ulot (ko'chma)

Nanofiltr materiallarning samaradorligini baholash

Nanotolali noto'qima materiallar g'ovaklarining nanodapazonda bo'lishi, ular asosida nanofiltrlar tayyorlash imkoniyatini beradi. Bunday materiallar muhim ikki jihati bilan boshqa filtrlardan farqlanadi: birinchidan, nanoo'lchamli zarrachalarni filtrlaydi, ikkinchidan, nanotolalarning sirtiy faolligi hisobiga g'ovaklar filtrlanayotgan moddalarni selektiv tarzda ushlab qolish imkoniyatiga ega bo'ladi. Ushbu jarayonlar mashg'ulotda amaliy o'zlashtiriladi.

Nanotolalarning suyuqliklarni filtrlashdagi samaradorligini aniqlash uchun mikrotolalar bilan qiyosiy taqqoslash tajribalar o'tkazilgan. Bunda turli konsentratsiyali tuz ionlari ushbu tolalar asosida olingan noto'qima materiallar orqali filtrlashda tutib qolingani miqdori aniqlangan. Natijalar tuzlar konsentratsiyasi 0,1 % gacha oshib borguncha ionlarni tutib qolish jadal tarzda amalga oshishini, tuzlar konsentratsiyasi 0,1 % dan katta bo'lgan sohada ionlarni tutib qolish biroz susayishini ko'rsatgan. Bunda nanotolali material mikrotolali materialga nisbatan 1,5 martadan ko'proq ionlarini tutib qolgan.



1-rasm. Nanofiltr uskunasi chizmasi (a), co-AN nanotolali (oq belgili) va mikrotolali (qora belgili) filtrlarini ionlarni tutib qolishni qobiliyatini

kontsentratsiyaga bog'liqligi qiyosiy tahlili (b)

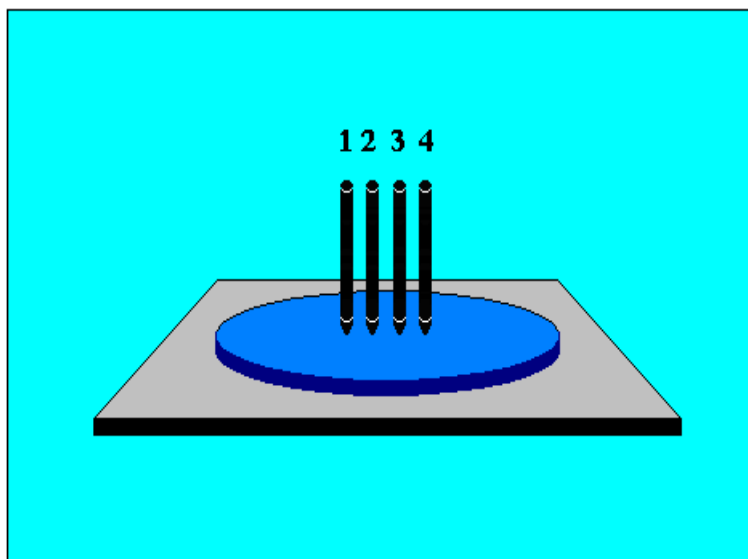
Hisobot. Nanofiltrning samadorligi sinash natijalari tahlil qilinadi

2-amaliy mashg'ulot (ko'chma)

Nanoqatlamli materiallarning elektrofizik xossalari

Yarimo'tkazgichli metalloksidlar asosida shakllantirilgan nanoqatlamli materiallarning solishtirma elektr o'tkazuvchanligini to'rt zondli usulda aniqlashning printsipial jihatlari o'zlashtiriladi. Tajribalar maxsus yig'ilgan qurilmada o'tkaziladi va tadqiqot natijalari asosida nanomaterialning elektr o'tkazuvchanlik qobiliyati baholanadi.

Tajriba usuli.



1-расм. Яримўтказгич пластинаси сиртида зондларнинг жойлашishi.

Hisobot. Tajriba usulini amaliy qo'llash va natijalarni tahlil printsiplari tushuntiladi.

Foydalanilgan adabiyotlar

1. Р.Мартин-Пальма, А.Лахтакия, Нанотехнологии ударный вводный курс, Долгопрудный 2017-с. 45
2. Assadpour, Elham - Handbook of Food Nanotechnology __ Fundamentals of food

nanotechnology (2020, Elsevier) -p. 111

3. Rafique, Muhammad - Nanotechnology and Photocatalysis for Environmental Applications __ History and fundamentals of nanoscience and nanotechnology (2020, Elsevier) -p. 325

4. Soney C. George, Ann Rose Abraham - Nanotechnology Platforms for Antiviral Challenges_ Fundamentals, Applications and Advances (CRC Press 2023) -p. 745

5. www.mitht.ru/e-library

6. www.nanobot.ru

3-amaliy mashg'ulot (ko'chma)

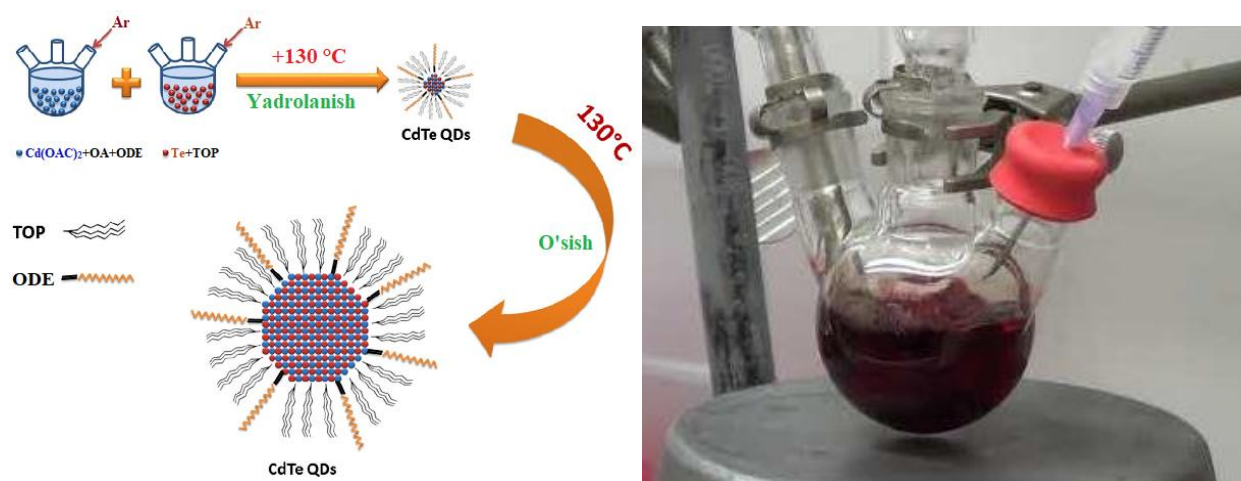
CdTe asosidagi kvant nuqtalat olish sintezi

CdTe asosidagi kvant nuqtalarini (QD) sintez qilish yadro materiali sifatida kadmiy tellurid bilan nano o'lchamdagi yarim o'tkazgich zarralarini tayyorlashni o'z ichiga oladi. **Prekursor eritmaları:** Jarayon kadmiy (Cd) va tellur (Te) birikmalarini o'z ichiga olgan prekursor eritmalarini tayyorlash bilan boshlanadi. Umumiy prekursorlarga kadmiy xlorid (CdCl_2) va tellur kukuni (Te) kiradi. **Erituvchiga quyish:** Prekursorli eritmalar yuqori qaynash nuqtasiga ega erituvchiga, odatda trioktilfosfin oksidi (TOPO) yoki trioktilfosfin (TOP) ichiga yuboriladi. Ushbu erituvchi reaksiya muhiti bo'lib xizmat qiladi va nanokristal o'sishi uchun boshqariladigan muhitni ta'minlaydi. **Isitish va yadrolanish:** eritma ma'lum bir haroratga, odatda 250-300 daraja Selsiyga qizdiriladi. Bu haroratda prekursorlar parchalanadi va Cd va Te atomlari yadroga aylanib, kichik nanokristallarni hosil qiladi, ular QD yadrolari vazifasini bajaradi. **O'sish va sirt passivatsiyasi:** isitish jarayonidan so'ng yopishtiruvchi vosita yoki ligand, ko'pincha geksilamin yoki oleyk kislota kabi molekula kiritiladi. Ushbu ligand QD larning sirtini passivlashtirishga yordam beradi va keyingi o'sish jarayonida ularning hajmi va shaklini nazorat qiladi. **O'sishni nazorat qilish:** CdTe QD ning o'lchami va emissiya xususiyatlarini harorat, prekursor konsentratsiyasi va reaksiya vaqti kabi reaksiya parametrlarini sozlash orqali boshqarish mumkin.

Tozalash va izolyatsiya: O'sish bosqichidan so'ng, QDlar odatda reaksiyaga kirmagan prekursorlarni yoki aralashmalarni olib tashlash uchun tozalanadi. Umumiy tozalash usullari yog'ingarchilik va santrifüjni o'z ichiga oladi.

Tadqiqot qurilmasi. Laboratoriya mo'rili shkafi, magnitniy meshalka, analitik tarozi, uch og'izli kolba idish va reagentlar.

Tadqiqot usullari.



Hisobot. CdTe asosidagi kvant nuqталat olish sintezi tushuntiriladi

Foydalanilgan adabiyotlar

1. Р.Мартин-Пальма, А.Лахтакия, Нанотехнологии ударный вводный курс, Долгопрудный 2017-с. 45
2. Assadpour, Elham - Handbook of Food Nanotechnology __ Fundamentals of food nanotechnology (2020, Elsevier) -p. 111
3. Rafique, Muhammad - Nanotechnology and Photocatalysis for Environmental Applications __ History and fundamentals of nanoscience and nanotechnology (2020, Elsevier) -p. 325
4. Soney C. George, Ann Rose Abraham - Nanotechnology Platforms for Antiviral Challenges_ Fundamentals, Applications and Advances (CRC Press 2023) -p. 745
5. www.mitht.ru/e-library
6. www.nanobot.ru

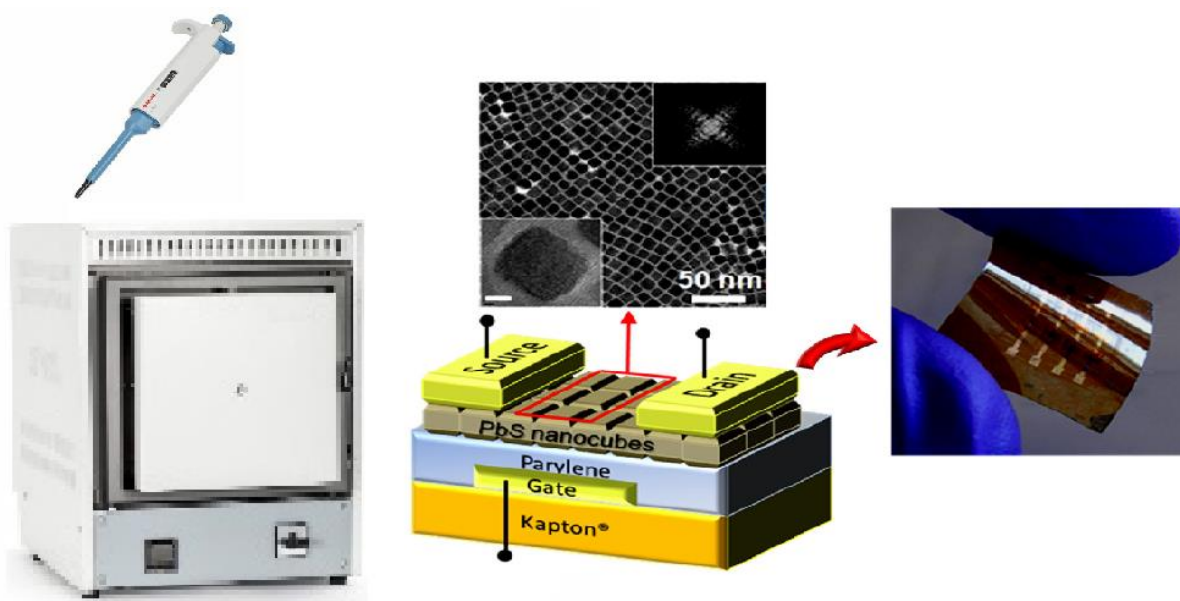
4-amaliy mashg'ulot (ko'chma)

Nanoplyonkalar olish texnologiyasi

Nanoplyonkalarni olish texnologiyasi odatda qalinligi bir necha nanometrdan bir necha yuz nanometrgacha bo'lgan nano o'lchamdagi juda nozik plyonkalarni yaratishni o'z ichiga oladi. Ushbu nanofilmlar elektronika, optika, qoplamalar va sensorlarni o'z ichiga olgan keng doiradagi ilovalarda qo'llanilishi mumkin.

Tadqiqot qurilmasi. Hajmiy dazatr, kontak taglikli plyonkalar, mufilniy pech, termopara.

Tadqiqot usullari.



Hisobot. Natijalar asosida nanoplyonkani elektrofizika parametrlari tahlil etiladi.

Foydalanilgan adabiyotlar

1. Р.Мартин-Пальма, А.Лахтакия, Нанотехнологии ударный вводный курс, Долгопрудный 2017-с. 45
2. Assadpour, Elham - Handbook of Food Nanotechnology __ Fundamentals of food nanotechnology (2020, Elsevier) -p. 111
3. Rafique, Muhammad - Nanotechnology and Photocatalysis for Environmental Applications __ History and fundamentals of nanoscience and nanotechnology (2020, Elsevier) -p. 325
4. Soney C. George, Ann Rose Abraham - Nanotechnology Platforms for Antiviral

Challenges_ Fundamentals, Applications and Advances (CRC Press 2023) -p. 745

5. www.mitht.ru/e-library

6. www.nanobot.ru

V. GLOSSARIY

Atama	O'zbekcha mazmuni	Inglizcha mazmuni
Adsorbtsiya	Qattiq material sirtida gazsimon va suyuqliklar molekulalarini kontakt bo'lishida bog'lanishi	Bonding of a thin layer of gaseous or liquid molecules to the surface of a solid or liquid with which they are in contact.
Allotropiya	Qattiq faza sirtiga moddaning biror bir fazada (gaz yoki suyuqlikni) chiqishi	The ability of a substance to exist in more than one phase in the solid (or indeed, liquid and gaseous) state.
Alyuminiy oksid	Alyuminiy oksid deb yuritiladi, Al_2O_3	Common name for aluminium oxide, Al_2O_3 .
Amorf	Noregulyar, tartibsiz kristallanmagan qattiq holat	Without the regular, ordered structure of crystalline solids.
Amorf polimer	Molekulyar zanjirlari noregulyar konformatsiyaga ega bo'lgan polimer	A polymer in which the molecular chains exist in the irregular conformation
Anizotropiya	Izotrop bo'lmagan, ya'ni turli yo'nalishlarda turli xossalar namoyon qiladigan material	Not isotropic; i.e. having different properties in different directions.
Aqli materiallar	Tashqi muhit ta'sirida o'zining muhim xossalarini, tuzilishi va funksiyasini o'zgartirish	The ability of a materials to exist in more than one properties, structural and functional change abilities

	qobiliyatiga ega bo'lgan materiallardir	in aspects of using their
Biomateriallar	Organizmga implatat sifatida qo'llanadigan materiallar.	The materials are used so implant in organism
Bioparchalanuvchan (biodegradatsion) polimer	Tabiiy jarayonlar va bakteriyalar ta'sirida ma'lum vaqt davomida parchalanadigan polimer	A polymer which degrades over time through the action of bacteria and natural processes.
Bog'	Atomlarni bir birini tutib turushni mexanizmi bog'dir. Bu mexanizm hamma vaqt elektronlar ta'sirlashish jarayoniga asoslanganjir. Bog'lar kovalent, ion, metall va vandervaals bog'lari turlariga bo'linadi.	As applied to atoms, the mechanism by which two (or more) atoms are held together. The mechanism is always reliant on some electron process. Common types include covalent, ionic, metallic and van der Waals.
Desorbtsiya	Molekulalari birikkan tizimda qattiq va suyuq fvzalarni ajralishi.	Breaking of the bond holding molecules to the surface of a solid or liquid.
Zamonaviy materialshunoslik fani	Zamonaviy ishlab chiqarishning ma'lum sharoitlarida ishlaydigan konkret mahsulotlar uchun materiallarni ratsional tanlash vazifasini yechish uchun xizmat qiladi	The modern direction of material sciences which hold the aspects of production any materials and goods by rational choosing of their tasks and problems desolutions
Ikkilamchi deformatsiyalanish	Materialning mexanik deformatsiyasida material	Mechanical deformation of a material induces strain in

	cho'zilishini namoyon bo'lishi.	the material.
Karbid	Uglerod va biron bir metall asosidagi kumpound material	A compound of carbon and one or more metals.
Keramika	Odatiy ion bog'li material, metall anionlar va metallmas kationlar asosida bo'ladi.	A predominantly ionic bonded material made up of metallic anions and non-metallic cations.
Keramik materiallar	Tarkibida metall va nometall elementlar o'zaro kimyoviy birikkan holda shakllangan noorganik materialdir	The nonorganic materials are formed after chemical bonds metals and nonmetals in the volume of materials
Komponent (kotsitent)	Individiual kimyoviy subtantsiya (element yoki qo'shimcha), qotishmaga qo'shiladi. Uglerodli po'latlar komponentlari Fe va C. Bronzada Cu va Sn.	The individual chemical substances (elements or compounds) present in an alloy system. The components in carbon steel are Fe and C. In bronze they are Cu and Sn.
Kristall	Kristall tartibli tuzilishga ega bir yoki necha xil atomlar tutgan birikma, fazoviy asosida yo'nalishlari regullyar joylashgan	A crystal consists of identical structural units, consisting of one or more atoms, which are regularly arranged with respect to each other in space
Kristallanish	Kristallanish eritmalar sovutilishida amalga oshadi.	Crystallization occurs when a saturated solution is cooled.

Kristallografiya	Kristallar fizikasi, kristall strukturani o'rganish, kristallar defektlarini aniqlash va h.k.	Crystal's physics, study of crystalline structure, defects of crystals and other
Kristall nuqsoni	Kristall panjara tuzilishi nomukammal shakllanishi nuqson hisoblanadi.	A defect can be any imperfection in the lattice structure of a crystal
Matritsa	Kompozit komponenti va uning asosidir. Masalan, tolalar unda joylashadi	The component of a composite material in which the fibres are embedded.
Nanomateriallar	O'lchami nanodiapazonda bo'lgan va shu o'lchamga xos noyob va maxsus xossalarni namoyon qilidigan materiallar turidir	Nanosize materials with are carrying out the original and specifically properties in using the materials in different fields
Polimer materiallar	Makromolekulyar tuzilishga ega birikmalar asosida shaklangan materiallardir.	The materials are forming on the base of macromolecular structured compounds
Suyuqlanish harorati	Qattiq holatdan suyuq holatga o'tish harorati	The temperature at which a solid starts to transform to the liquid state.
Uglerod tolalar	Eng yaxshi uglerod tolalar poliakrilonitril (PAN) asosida olinadi. Bu PAN ning issiqlik ta'sirida grafit holatiga o'tishidir.	The best carbon fibres are prepared from polyacrylonitrile (PAN). PAN is converted into graphite through a sequence of carefully controlled heat treatment

		operations.
Cho'yan	Tarkibida 2-4 % uglerod tutgan temir.	Iron containing 2-4% carbon.
Shisha tola	Shisha asosidagi tola bo'lib, plastiksimon tabiatga ega	By far the most widely used fibre reinforcement for plastics
Elastik deformatsiya	Materialning tashqi ta'sir ostida cho'zilishi va ta'sir olib tashlangach dastlabki holatiga qayta tiklanish jarayoni	Change in shape of a material subject to an applied stress in which the initial shape is completely recoverable with negligible time delay when the stress is removed.
Elektrokeramika	Keramikaning elektronkada qo'llanishi. Bu material ko'p hollarda dielektriklar sifatida qo'llaniladi.	A ceramic that is used for an electronics application. The most common use is for the dielectric of capacitors.
Tsement	Bu atama qotiruvchi yoki yopishtiruvchi ma'nosiga ega. Tsement aslida qotiruvchi sifatida ishlatiladi. U suv ta'sirida o'ta tez qotadi.	A term used to describe any binding agent or adhesive. Cement is used as the binding agent for concrete, and hardens as it slowly reacts with water.
Tsementlashgan	Temir uglerod birikma, Fe ₃ C. Ferritdan qattiqroq va mustahkam, ammo quyilmaydi	Iron carbide, Fe ₃ C. Harder and stronger than ferrite, but not as malleable.
Qo'sh nurni sinishi	Qo'sh nurni sinishi	A material is birefringent if

	materialdan yorug'lik nuri o'tishida ikkiga ajralib sinishidir. Bu effekt o'tayotgan nurning qutblanish holatini o'zgarishi hamdir.	a ray of light passing through it experiences two refractive indices. The effect of this is to change the polarization state of the transmitted light.
--	---	--

VI. ADABIYOTLAR RO'YXATI

I. O'zbekiston Respublikasi Prezidentining asarlari

1. Mirziyoyev Sh.M. Buyuk kelajagimizni mard va olijanob xalqimiz bilan birga quramiz. - T.: “O‘zbekiston”, 2017.-488 b.
2. Mirziyoyev Sh.M. Milliy taraqqiyot yo‘limizni qat'iyat bilan davom ettirib, yangi bosqichga ko‘taramiz. 1 -jild. -T.: “O‘zbekiston”, 2017. — 592 b.
3. Mirziyoyev Sh.M. Xalqimizning roziligi bizning faoliyatimizga berilgan eng oliy bahodir. 2-jild. T.: “O‘zbekiston”, 2018. - 507 b.
4. Mirziyoyev Sh.M. Niyati ulug‘ xalqning ishi ham ulug‘, hayoti yorug‘ va kelajagi farovon bo‘ladi. 3-jild- T.: “O‘zbekiston”, 2019. - 400 b.
5. Mirziyoyev Sh.M. Milliy tiklanishdan - milliy yuksalish sari. 4-jild - T.: “O‘zbekiston”, 2020. - 400 b.

II. Norniativ-huquqiy hujjatlar

1. O‘zbekiston Respublikasining Konstitutsiyasi. - T.: O‘zbekiston, 2023.
2. O‘zbekiston Respublikasining 2020-yil 23-sentabrda qabul qilingan “Ta’lim to‘g‘risida”gi Qonuni.
3. O‘zbekiston Respublikasining “Korrupsiyaga qarshi kurashish to‘g‘risida”gi Qonuni.
4. O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining 2015-yil 12-iyundagi “Oliy ta’lim muassasalarining rahbar va pedagog kadrlarini qayta tayyorlash va malakasini oshirish tizimini yanada takomillashtirish to‘g‘risida”gi PF-4732-sonli Farmoni.
5. O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining 2019-yil 27-maydagi “O‘zbekiston Respublikasida korrupsiyaga qarshi kurashish tizimini yanada takomillashtirish chora-tadbirlari to‘g‘risidagi PF-5729-son Farmoni.
6. O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining 2019-yil 27-avgustdagi “Oliy ta'lim muassasalari rahbar va pedagog kadrlarining uzluksiz malakasini oshirish tizimini joriy etish to‘g‘risida”gi PF-5789-sonli Farmoni.
7. O‘zbekiston Respublikasi Vazirlar Mahkamasining 2019-yil 23 sentabrdagi “Oliy ta'lim muassasalari rahbar va pedagog kadrlarining malakasini oshirish tizimini yanada takomillashtirish bo‘yicha qo'shimcha chora-tadbirlar

to'g'risida"gi 797-sonli Qarori.

8.O'zbekiston Respublikasi Prezidentining 2019-yil 8-oktabrdagi "O'zbekiston Respublikasi oliy ta'lim tizimini 2030-yilgacha rivojlantirish konsepsiyasini tasdiqlash to'g'risida"gi PF-5847- sonli Fannoni.

9. O'zbekiston Respublikasi Prezidentining 2022-yil 28-yanvardagi "2022- 2026-yillarga mo'ljallangan Yangi O'zbekistonning taraqqiyot strategiyasi to'g'risida"gi PF-60-son Farmoni.

10.O'zbekiston Respublikasi Prezidentining 2023-yil 25-yanvardagi "Respublika ijro etuvchi hokimiyat organlari faoliyatini samarali yo'lga qo'yishga doir birinchi navbatdagi tashkiliy chora-tadbirlar to'g'risida"gi PF-14-sonli Fannoni.

III. Maxsus adabiyotlar

1. Р.Мартин-Пальма, А.Лахтакия, Нанотехнологии ударный вводный курс, Долгопрудный 2017-с. 45
2. Assadpour, Elham - Handbook of Food Nanotechnology __ Fundamentals of food nanotechnology (2020, Elsevier) -p. 111
3. Rafique, Muhammad - Nanotechnology and Photocatalysis for Environmental Applications __ History and fundamentals of nanoscience and nanotechnology (2020, Elsevier) -p. 325
4. Soney C. George, Ann Rose Abraham - Nanotechnology Platforms for Antiviral Challenges_ Fundamentals, Applications and Advances (CRC Press 2023) -p. 745
5. www.mitht.ru/e-library
6. www.nanobot.ru