

ЎЗБЕКИСТОН РЕСПУБЛИКАСИ ОЛИЙ ВА
ЎРТА МАХСУС ТАЪЛИМ ВАЗИРЛИГИ

ЗАҲИРИДДИН МУҲАММАД БОБУР НОМИДАГИ
АНДИЖОН ДАВЛАТ УНИВЕРСИТЕТИ

Физика кафедраси

Қўлёзма ҳуқукида

Мамажонов Зарнигор

НАНОМОДДАЛАР ТУРЛАРИ ВА ОЛИНИШ УСУЛЛАРИ

5140200- физика

таълим йўналиши бўйича бакалавр академик
даражасини олиш учун ёзилган

БИТИРУВ МАЛАКАВИЙ ИШ

Илмий раҳбар:

проф. С.Зайнобидинов

Андижон- 2017 йил

МУНДАРИЖА

КИРИШ.....	3
I-БОБ. НАНОТЕХНОЛОГИЯ ТАРИХИ	
1.1. Нанотехнологиялар ривожланиш тарихи.....	5
1.2. Нанотехнология асослари.....	10
1.3. Нанотехнологияда қўлланиладиган асбоблар.....	14
Қисқача хулоса.....	23
II-БОБ. НАНОМОДДАЛАР ХАҚИДА УМУМИЙ МАЪЛУМОТЛАР	
2.1. Наномоддалар тузилиши ва хусусиятлари.....	24
2.2. Нанозарралар классификацияси.....	28
2.3. Наномоддалар олиниш усуллари.....	35
Қисқача хулоса.....	44
III-БОБ. НАНОТЕХНОЛОГИЯЛАРНИНГ ТИББИЁТДА ҚЎЛЛАНИЛИШИ	
3.1. Лазер нурларининг тиббиётда қўлланилиши.....	45
3.2. Нанороботларнинг тиббиётда қўлланилиши.....	51
3.3. Лазерли наноқурилма ёрдамида тромбларни парчалаш.....	55
Қисқача хулоса.....	61
Умумий хулосалар.....	62
Фойдаланилган адабиётлар рўйхати.....	63

КИРИШ

Нанотехнология – бу моддалар билан ишлашдан алоҳида атомларни бошқаришга ўтиши: наноўлчамда моддани кўплаб механик, термодинамик, магнит ва электрик характеристикалари ҳолати ўзгариб кетади. Масалан, олтин нанозарралари ҳажмий олтин зарраларидан каталитик, ферромагнитик, тўғриловчи оптик хоссалари, ўзи йиғилишга қодирлиги билан фарқ қилади.

Улар ёруғликни яхши ютади ва сочади, заҳарсиз, кимёвий стабил, биомоскелувчидир. Уларнинг интенсив бўяшда (товланиш) ҳозирда дедектирлаш учун, визуаллашган ва биотиббӣёт объектлар миқдорни аниқлашда фойдаланилмоқда. Олтин нанозарралари бутун бошли асбоблар диагностика воситалардан тортиб ҳар хил турдаги сенсорлар, оптик толали ва компьютер наносхемаларини яратишда истиқболлидир. Кўрсатилган хусусиятлар туфайли олтин нанозарралари асосий методлари ва тушунчалари билан осон, тушунарли универсал объект модели нанофанни таништириш учун қулай рол ўйнаши мумкин.

Замонавий техник тизимлар ва воситаларни бошқариш, ҳамда фан ва техниканинг ривожланиши электрониканинг этакчи тармоқларидан бири бўлган микроэлектроника ҳамда эндигина пайдо бўлаётган наноэлектроника соҳаларида фаолият кўрсатадиган малакали мутахассисларни тайёрлаш билан узвий боғлиқдир.

Замонавий электроника маҳсулотлари бўлмиш интеграл микросхемалар, микропроцессорлар, ўта юқори частотали детекторлар, қуёш элементлари, лазерлар, электрон ҳисоблаш машиналар ва ўта юқори хотирали тизимлар ва бошқа ноёб электрик асбобларни яратиш янги хусусиятга эга бўлган юпқа ва ўта юпқа кўп компонентли қатламлар тизимларини яратишни тақозо қилади. Шу боисдан ҳам кейинги йилларда юпқа ва ўта юпқа қатламлар ҳосил қилиш технологияси ва физикасига бўлган эътибор кескин ортиб кетди.

Юпқа плёнкалар олиш ва уларнинг хусусиятларини ўрганиш ўтган асрнинг 70 йиллардан бошлаб қўлланилиб келинаётган анъанавий усуллари мавжуд.

Бу усуллар билан олинган плёнкаларнинг қалинлиги асосан бир неча микрондан ўнлаб микронгача бўлиб, улар қаттиқ жисмли электрон асбобсозликда ҳозирги кунда ҳам муваффақиятли қўлланилиб келмоқда. Ҳозирги вақтга келиб юпқа ($d \approx 10^2 \div 10^3$ нм) ва ўта юпқа ($d < 100$ нм) плёнкалар олишнинг замонавий молекуляр нурли эпитаксия (МНЭ), қаттиқ фазали эпитакция (ҚФЭ), ионлар имплантацияси ва энг замонавий (наноассемблер) усуллари орқали ҳосил қилиш мумкин. Замонавий усуллар ёрдамида асосан плёнка ҳосил қилиш ўта юқори вакуум шароитда олиб борилиши, ўта яхши тозаланган асос (таглик)лардан ва атом (молекула) манбаларидан фойдаланилиши, плёнкаларнинг мукамаллиги (юқори даражада текислиги, бир жинслилиги, силлиқлиги, монокристаллиги) билан эски (традицион) усулларида тубдан фарқ қилади.

I-БОБ. НАНОТЕХНОЛОГИЯ ТАРИХИ

1.1. Нанотехнологиялар ривожланиш тарихи

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

Айтиш мумкинки, қанча тадқиқотчи бўлса, классификация ҳам шунча. Хозирча нанокимё фани турли *наносистемаларни* қамраб олади ва уларнинг хоссаларини ўрганади деган ҳамма қабул қилган нисбий тушунча бор.

Ҳозирги пайтда **наноэлектроника** ривожланмоқда, яъни электрон асбобсосликда қалинликлари ўнлаб нанометр ($1\text{нм}=10^{-9}\text{м}$) бўлган плёнкаларни ишлатиш устида ишлар олиб борилмоқда. Бундай плёнкалар устма-уст, қатлама-қатлам қилиб жойлаштирилиб актив ва пассив элементлар ҳосил қилишда ишлатилиши мумкин. Фан ва техника ривожланиб уч ўлчамли тизимлар ҳосил қилинмоқда. Бундай тизимларда 1см^3 ҳажмда юз минглаб-миллионлаб юпқа плёнкали элементларни жойлаштириш мумкин. Улар асосида ҳосил қилинган интеграл схемалар *катта* ва *ўта катта интеграл микросхемалар* деб аталади.

Демак, керакли мақсадларда ишлатилиши мумкин бўлган юпқа қатламларни ҳосил қилиш, уларнинг таркибини, кристалл ва электрон тузилишини, физик ва кимёвий хусусиятларини ўрганиш фаннинг аҳамиятини белгиласа, олинган юпқа плёнкаларнинг асбоб сифатида ишлатилиши унинг халқ ҳўжалигида ва техникада қўлланилишини акс эттиради.

Табиатнинг барча ҳодисалари (қўринишлари) бир-бири билан чамбарчас боғлиқ бўлса ҳам, инсон уларни маълум бир томондан ўрганишга интилади. Шунинг учун ҳам ҳар қандай фан махсус атамалар ва тушунчалар тизимларига эга, уларга ўз маъноси берилади. Бир объектнинг ўзи, масалан. “ўқувчи” турли мутахассисларда – врач, психолог (рухшунос) ёки ўқитувчиларда – турлича касбий қизиқиш уйғотади.

Врач учун, даставвал, “ўқувчи” қуйидаги тушунчалар билан аниқланади: оғирлиги, бўйининг узунлиги, қон гуруҳи, у ёки бу касалликлар мавжудлиги, рухшунос эса унинг фикрлаш турини ёки ўз-ўзига баҳо беришини аниқлашга ҳаракат қилади. Математика ўқитувчиси эса ўқувчини вазифани яхши бажармаса уни қон гуруҳи ёки ўз-ўзига берган баҳоси эмас, берилган мавзунини у қандай ўзлаштирганлиги, олинган билимларининг чуқурлиги ва дарсда ўзини қандай тутиши нуқтаи назаридан баҳолайди.

Ўқувчи рухшунос ёки врач ҳузурида, математика дарсида қандай бўлса ўшандай қолган бўлса ҳам, лекин уни турли нуқтаи назарлардан “ўрганиш” мумкинлигини кўришимиз мумкин. Бу мулоҳаза барча бошқа соҳалар учун ҳам адолатли. Шунга кўра, табиат ҳодисалари ҳам физик, кимёгар ёки биолог учун турли кўринишларда акс этади.

Энди бизни қизиқтираётган “нанотехнология”ларга қайцак ҳам бўлади. “Нанотехнология” сўзининг ўзида 2 та атамани “нано” ва “технология” терминларини кўрамиз. Аввал иккинчи тушунчани аниқлаб олайлик.

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

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

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

Технологияларни санаб ўтганимизда “юқори технологиялар” деган тушунчани эсга олмаслик мумкин эмас. Уларнинг мағзи нима эканлигини

бир ўйлаб кўрайлик? Юқори технологиялар деб нисбатан яқинда пайдо бўлган, ҳамма жойда тарқалиб улгурмаган самарали бўлган технологияларни тушунишга ўрганиб қолганмиз. Бу технологиялар асосан микроэлектроника соҳасига оид бўлиб, асбоб-ускуналарнинг жуда кичик ўлчами билан боғлиқ.

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

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

Энди “нанотехнология” тушунчасининг ўзига таъриф берамиз.

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

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

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

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

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

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

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

Швейцариялик физик Альберт Эйнштейн эса 1905 йилда нашр қилинган ишида қанд (шакар) молекуласининг ўлчами тахминан 1 нанометрга тенг эканлигини исботлаб берган.

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

1959 йилда америкалик физик Ричард Фейнман миниатюралаш келажагини баҳолай олган ишларини эълон қилди. Нанотехнологияларнинг асосий ҳолатлари, унинг “Там внизу – много места” (У ерда – пастда жойлар кўп) (“There`s Plenty of room at the Bottom”) деб номланган Калифорния Технологик Институтида ўқилган маърузасида келтирилган эди. Фейнман физиканинг фундаментал қонунлари нуқтаи назаридан нарсаларни тўғридан-тўғри атомлардан ҳосил қилиш мумкинлигини илмий томондан тасдиқлаб берди.

Ўша вақтда унинг бу сўзлари фақат бир сабаб билан фантастикага ўхшаб кетар эди: айрим атомлар билан операциялар ўтказиш мумкин бўлган технологиялар хали йўқ эди (яъни атомни аниқлаб олиш, уни олиб бошқа

жойга қўйиш). Бу соҳага қизиқишни кучайтириш учун ким биринчи бўлиб китобнинг бир бетини игна учига (бошчасига) ёзиб берса 1000 доллар беришни ваъда қилди.

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

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

1981 йилда германиялик физиклар Герд Бинниг ва Генрих Рорерлар аниқловчи (сканирующий) туннел микроскопини яратишди, бу ускуна моддага атомар даражада таъсир кўрсата олади. 4 йилдан сўнг улар Нобель мукофотини олдилар.

1985 йилда Америка физиклари Роберт Керл, Херольд Крото ва Ричард Смоллилар диаметри 1 нанометрга тенг бўлган предметларни (наrsa) аниқ ўлчай оладиган технологияни яратдилар.

1986 йилда туннел микроскопидан фарқли равишда барча материаллар билан ўзаро ишлай оладиган атом кучли микроскопи яратилди.

1986 йилда Нанотехнологиядан кенг омма ҳам хабар топди. Америкалик футуролог Эрик Дрекслер нанотехнологиялар яқин вақтлар ичида тез ривожланиб кетишини башорат этган китобини нашр қилди.

1989 йилда IBM компанияси ходими Дональд Эйглер ўз фирмасининг номини ксенон атомлари билан кўрсатиб берди.

1998 йилда голландиялик физик Сеез Деккер нанотранзисторни яратди.

2000 йилда АҚШ ҳукумати “Миллий нанотехнологик ташаббуси (инициатива)”ни эълон қилди (National Nanotechnology Initiative). Ўша вақтда АҚШ федерал бюджетидан 500 млн. доллар ажаратилди. 2002 йилда бу маблағ 604 млн. долларгача оширилди. 2003 йилга 710 млн. доллар сўралди, 2004 йилда АҚШ ҳукумати бу соҳадаги олиб борилаётган изланишларга 4 йилга мўлжалланган 3,7 млрд. доллар ажратди. Умумий равишда бутун

дунёда бу соҳани ўрганишга киритган маблағ 12 млрд. долларни ташкил этди.

2004 йилда АҚШ ҳукумати энди “Миллий нанотиббиёт инициативаси”ни “Миллий Нанотехнологик инициативаси”нинг бир қисми ҳисоблаб қўллаб қувватлади.

Нанотехнологияларни бундай тез ривожланиши омманинг катта миқдордаги информацияни камраб олишга бўлган эҳтиёжидан келиб чиққан.

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

1.2. Нанотехнология асослари

Маълумки, ўтган асрнинг бошларидан то ҳозирги кунгача фан-техника, жумладан, электроника соҳаси жуда тез суръатларда ривожланиб келмоқда.

XX асрнинг бошларидан электровакуумли асбоблар қўлланила бошланди ва радиоэлектроника соҳаси вужудга келди.

Кейинчалик яримўтказгичли моддалар пайдо бўлиши туфайли диодлар яратилди.

1950-йилларда транзисторларни ихтиро қилиниши фотоэлементлар ва интеграл схемалар ишлаб чиқарилишига олиб келди. 1967 йил Ж.И.Альферов раҳбарлигида хоссалари мукамалликка яқин бўлган гетероўтишлар ҳосил қилинди ва тадқиқланди. Кейинчалик, 2000 йилда унга Нобел мукофоти берилди. Гетероўтишлардан ҳозирда асосан лазерлар соҳасида ва бошқа соҳаларда фойдаланилмоқда.

Яримўтказгичлар физикаси ҳамда микроэлектрониканинг фанга кириб келиши натижасида хисоблаш техникасида, автоматикада, радиотехникада, телевидениеда, алоқа саноатда ва бошқа соҳаларда қатор қулайликлар афзалликларга эга бўлмоқда.

Ўтган асрнинг 80 йилларидан фан ва техникага янги технологиялар кириб келди. Микроэлектроника технологиялари яъни (10^{-6} м) ўлчамликларда иш олиб борилган бўлса, эндиликка келиб бу ўлчамлик ҳам камлик қилиб қолди. Фанда нанотехнология, нанозарра, наноматериал каби атамалар қўлланила бошланди.

Нанотехнология – бу бир неча нанометр ўлчамлардаги қурилмалар яшаш, уларни хусусиятларини ўрганиш ва амалиётга қўллаш билан шуғулланувчи фан. Унинг ёрдамида саноатнинг алоҳида тармоқлари эмас, балки барча тармоқларига хизмат қилувчи янги ўта кенг имкониятли материаллар яратиш, қурилмалар қуриш, соғлиқни сақлаш, электроника ва электротехника, сенсорли технология ва халқ хўжалигининг бошқа соҳаларида қўлланиладиган электрон асбоблар яшаш амалга оширилади.

Нанотехнологиянинг ўзга хос томони шундаки, бунда жараёнлар нанометр (10^{-9} м) ўлчамларидаги “хом ашё” сифатида олинадиган алоҳида атомлар, молекулалар системаларида содир бўлади.

Хозирги кунда нанотехнология тез суръатларда ривожланиб бормоқда. Дунёдаги барча илмий-тадқиқот марказларида, университетларда, институтларда нанотехнологияни ўрганиш, хусусиятларини очиб бериш, улар асосида янги қурилмалар, асбоблар яратиш, уларни саноатнинг ҳар бир соҳасига, медицинага қўллаш ишлари устида изланиш олиб борилмоқда.

Сир эмаски, электрон асбобсозликнинг жадал суръатлар билан ривожланишида яримўтказгичлар моддашунослиги ва технологияси муҳим рол ўйнамоқда. Фан-техника тараққиёти давомида электровакуумли асбоблардан, яримўтказгичли асбоблардан, кейинчалик эса микрометр ўлчамликда ясалган микросхемалардан фойдаланилди. Тараққиёт бунга ҳам қаноат қилмади. Ишлаш тезлиги юқори, хажми кичик, нархи арзон

микросхемалардан-да мукаммалроқ материаллар, (кейинчалик наноматериаллар деб атала бошланди) олиш зарурати туғилди. Янги соҳа – нанотехнология соҳаси вужудга келди ва кенг миқёсда олимлар томонидан ўрганилиб ҳаётга тадбиқ этилмоқда.

Шу ўринда биз ҳам нанотехнология тарихига ва унинг асосларига назар ташлайлик. Ўтган асрнинг 80 йилларидаёқ алоҳида атамалар ёрдамида бошқариш системасини яратиш, молекуляр ўлчамлардаги асбоблар яратиш фикри пайдо бўлган эди. Фанга биринчи бўлиб нанотехнология атамасини америкалик фантаст ёзувчи Эрик Дрекслер киритган эди.

1974 йилда япон тадқиқотчиси Танигучи айнан 0,1-100 нм ўлчамликда содир бўладиган процесслар учун нанотехнология атамасини таклиф қилди.

Нанотехнология – молекулалар даражасидаги жараёнларни амалга ошириш технологиясидир.

Анъанавий технологиялардан фарқли равишда нанотехнология учун индивидуаллик характерли хисобланади, яъни бунда алоҳида олинган атомлар, молекулалар орқали жараённи бошқарса бўлади. Бу ўз навбатида нанометр диапозонида физик – химик ва биологик хусусиятларга кўра дефектсиз бўлган янги турдаги материал ва асбобларни яратиш имконини берди.

Нанотехнологияни асоси сифатида биринчи навбатда Герд Бинич ва Генрих Рорер томонидан (1981 йил) яратилган сканерловчи туннел микроскопи тилга олинади. Бу фан тарихидаги биринчи зонд молекуляр микроскоп эди. Ушбу микроскоп ёрдамида илк бор молекуляр ўлчамлар хусусиятлари ўрганилди.

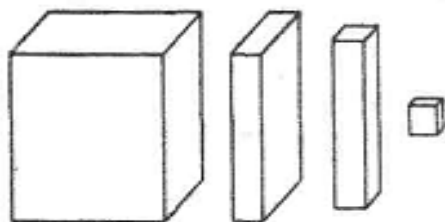
Қатор тажрибалар ва изланишлар натижасида наноструктуралар олиш усуллари (макроскопик намуналар кичрайтириб наноструктура олиш, наноструктураларни ўстириш ва б.) топилди. Тушуниш осонроқ бўлишлиги учун микроскопик намуналарни кичрайтириб, нанометр диапозонида ҳосил қилинадиган наноструктураларни кўриб чиқайлик.

Катта ўлчамли намуналарни аста-секин кичрайтириш натижасида, яъни метр ёки сантиметрдан жуда кичик ҳолатга ўтишда, дастлаб намунада ўзгаришлар сезилмайди, сўнгра секин-аста ўзгаришлар бошланади, ўлчамлари 100 нм дан кичрайганда эса уларнинг хоссалари кескин ўзгаради, жумладан квантомеханик табиати ҳам кескин ўзгаради.

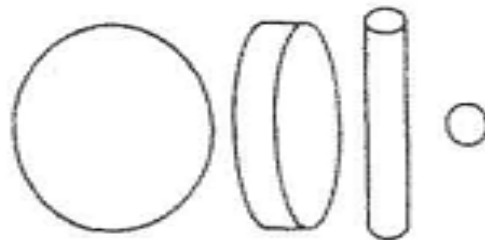
Агар намунани ўлчами бир йўналишда нанометр диапозонида, қолган икки йўналишда эса ундан катта бўлса, бундай структура квант ўра дейилади.

Агар намунани иккита ўлчами нанометр диапозонида бўлиб, қолган битта ўлчами катта ўлчамлигича қолса, бундай структура квант сим дейилади.

Агар намунанинг учала ўлчами ҳам етарлича кичик бўлиб, нанометр диопозонининг пастида бўлса, бундай структура квант нуқта дейилади. Қуйидаги расмларда тўғри бурчакли ва эгри чизиқли геометрик шаклдаги структураларнинг кичиклаштириш жараёни кўрсатилган.



*1-расм. Тўғри бурчакли
наноструктураларнинг
кетма-кетлиги.*



*2-расм. Айланасимон
наноструктураларнинг
кетма-кетлиги.*

1.3. Нанотехнологияда қўлланиладиган асбоблар

Инсон дунёга келибоқ унга олдиндан маълум бўлган усуллар билан, яъни кўриш, қўл билан ушлаш, таъм билиш орқали атроф муҳитни фаол ўргана бошлайди.

Биринчи одам пайдо бўлишидан то XVII асргача бу усуллар олам тўғрисида информация олишнинг ягона усуллари бўлиб хизмат қилган. Оптика ривожланиши натижасида биринчи телескоп ва микроскоплар яратилиши, олимларга инсон кўзи кўра оладиган чегарадан анча ичкарига кириб бориш имконини берди.

Инсон ўзининг ихтирочилиги билан қанчалар ғурурланмасин, унинг жуда кўп ютуқлари асосида табиатдан “кўриб олган” қонуният ётади.

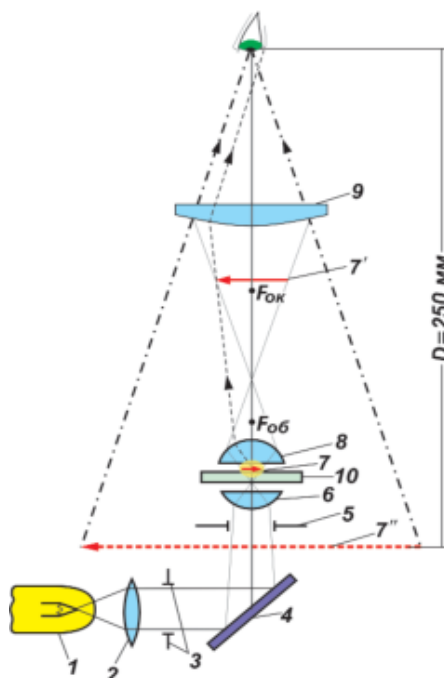
Инсон кўзи кузатилаётган объект қисмларини фарқловчи маълум бир *ажратувчанликка* эга бўлган табиий оптик қурилмадир. Нормал кўз учун ажратувчанлик (25 см – энг яхши кўриш масофасида) $0,1 \div 0,2$ мм ни ташкил қилади.

Микроорганизмлар, ўсимлик ва ҳайвон хужайралари, кристалларнинг микроструктуралари ўлчамлари эса бу ўлчамдан анча кичикдир. Бундай объектларни топиш ва ўрганишни микроскопларсиз амалга ошириб бўлмасди.

Микроскоп (грекча “micros” – кичик ва “scopeo” – кўриш сўзларидан олинган) кўзга кўринмас объектларни катталашган тасвирларини ҳосил қилувчи оптик қурилма. У жуда кўп фанларнинг, жумладан биологиянинг ривожига инқилобий таъсир ўтказди. Тасвир сочувчи ёки йиғувчи линзалардан ўтиш туфайли катталашади. Бу ҳодисани намоиш қилувчи энг содда асбоб бу – лупадир.

Оптик микроскоп. Биринчи оптик микроскоп 1609-1610 йилари Галилей томонидан қурилган. У иккита линзадан иборат бўлиб, бири **окуляр**, иккинчиси эса **объектив** деб аталади. Буюмга яқин томонда жойлашган объектив тасвирни биринчи марта катталаштиради, кўзга яқин жойлашган окуляр эса тасвирни яна бир марта катталаштиради.

Одатда намуна юпқа қатлам кўринишида олиниб, ундан ўтаётган нурда кўрилади. Шунинг учун буюм столчаси остида *конденсор* деб аталувчи линзалар ва ёруғлик манбаи мажмуаси жойлашган бўлади. Улар манба ёруғлигини тўплаб, уни қуйироқда турган бурилувчи ойна орқали намунага тушириб беради. 3-расмда оптик микроскопнинг ишлаш схемаси кўрсатилган. 18-асрдан бошлаб микроскоп ривожланиши асосан унинг механик қисмлари сифатини яхшилаш ҳисобга олиб борилди. Линзалар сиртини силлиқлаш ва тўғрилаш усуллари шу даражада такомиллашдики, 19-аср бошларида улар тасвирни 1000 марта катталаштира оларди.



3-расм. Оптик микроскопнинг ишлаш схемаси

1-ёритгич лампа, 2-ёруғликни текис тақсимловчи линза, 3-диафрагма, 4-ойна, 5-апертура диафрагмаси, 6-конденсор, 7'-объектнинг мавҳум, катталашган тасвири, 7-текиширилаётган объект, 7¹-объектнинг катталашган ҳақиқий тасвири, 8-объектив, 9-окуляр, 10-буюм столчаси

Микроскопларнинг фабрикаларда кўплаб ишлаб чиқарилиши ва фабрикалар орасидаги рақобат микроскоп нарҳини пасайтириб юборди. Натижада улар кундалик лаборатория асбобига айланиб қолди, ҳатто ҳар бир

шифокор ёки талаба ҳам микроскоп олишга қурби етадиган бўлди. Шу вақтдан бошлаб ҳақиқий “микроскоп ғалаёни” бошланди. Тадқиқотчилар олдида янги олдин очилмаган дунёга йўл очилди. Кашфиётчилар иштиёқида, улар микроскоп остида нима тўғри келса ўшани – игна учини, тишга ўрнашган кирни, қон ва ёмғир томчисини ва х.к. қўйиб текшира бошладилар. Бирин кетин янги кашфиётлар қилина бошланди.

Иқтидорли ҳаваскор микроскопчи А.Левенгук чуқурчадан олган сув томчисида биринчи марта энг содда микроорганизмларни кўрди. Тадқиқотчи улар шаклини кўрибгина қолмасдан, улар ҳаракатланиши усуллари ва ҳатто кўпайишини ҳам кузатди. Улар биринчи марта қоннинг қизил таначалари – эритроцитлар тўғрисида маълумотлар берди.

1677 йили Левенгук шифокор – талаба И.Гам билан биргаликда сперматозоидларни кашф этди. Р. де Грааф эса микроскоп ёрдамида сут эмизувчилар урғочиларининг жинсий безлари ҳам қушларнинг тухумдони сингари тухумчалар ҳосил қилишини аниқлади. Сут эмизувчиларда ҳам тухумдон мавжудлиги уруғланиш моҳиятини тушунишга яқинлаштирди.

1773 йили А.Левенгукнинг кузатишларидан деярли 100 йил ўтгач даниялик зоолог О.Ф.Мюллер бактерияларни жуда яхши кузата олди ва уларнинг шакли ва кўринишларини ифодалаб берди.

Микроскоплар қўлланилиши ҳайвонларнинг турли аъзолари микроструктураларини батафсил ўрганиш имконини берди. М.Мальпиги танадаги капиллярларни кўрди. Бу эса В.Гарвейнинг қон айланиш тизими тўғрисидаги билимларини тўлдирди. Мальпиги ўпка, жигар, буйрак ва ўтнинг микроскопик тузилишини баён қилиб берди. Я.Сваммердам чивинлар, хашоратлар тузилиши ва ривожланишини ўрганди.

Ўсимлик ва ҳайвонларнинг шу пайтгача номаълум бўлган тизими қисмларини ўрганиш натижасида барча тирик мавжудот асосини жуда кичкина хужайралар ташкил қилиши аниқланди. 1839 йили Т.Шванн *хужайра назариясини* ифодалаб берди. Олим барча тирик организмлар

хужайралардан тузилганлигини ва барча тўқималар маълум бир хужайралардан тузилганлигини кўрсатиб бера олди.

Шундай қилиб хужайра назарияси барча органик табиатнинг морфологик ягоналигини кўрсатди, бу эса эволюцион таълимотнинг тасдиқланишига ёрдам берди.

Бу мисоллар яна бир карра асбоблар ривожини фан ва техника ривожини билан бирга кетишини исботлади. Уларнинг ютуқлари бир- бири билан чамбарчас боғлиқдир.

Электрон микроскоп. Наноўлчамли объектларни ўрганиш учун оптик микроскопларнинг (хатто ультрабинафшаларники ҳам) ажратувчанлиги етарли эмасдир. Шунинг учун 1930 йилларда микроскопларда ёруғлик нури ўрнига электронлар оқимидан фойдаланиш ғояси пайдо бўлди. Квант физикасидан бизга маълумки, электронлар оқимининг де Бройл тўлқин узунлигини фотонларникидан 100 марта кичик қилиш мумкин.

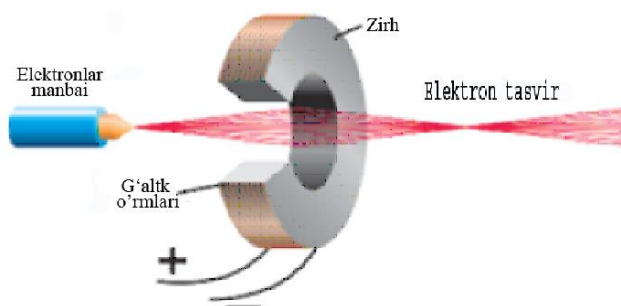
Маълумки, бизнинг кўзимиз объектдан келган ёруғлик тўлқинлари ёрдамида тасвир ҳосил қилади. Агар ушбу ёруғлик тўлқинлари кўзга тушгунча микроскопнинг оптик системаси орқали ўтса, биз катталашган тасвирни кўраемиз. Бундай ёруғлик нурлари йўналишларини асбобнинг объектив ва окуляридан иборат линзалар бошқаради.

Қандай қилиб электронлар оқими ёрдамида объект тасвирини катта ажратувчанлик билан ҳосил қилиш мумкин? Бошқача қилиб айтганда, қандай қилиб ёруғлик нури ўрнига заррачалар оқими ишлатилганда буюмни кўриш мумкин? Жавоб жуда содда. Электронлар оқимини ташқи электрик ва магнитик майдонлар ёрдамида самарали бошқариш мумкин.

Электронларнинг электромагнитик майдонлардаги ҳаракатини ўрганувчи ва керакли майдонлар ҳосил қилувчи қурилмалар ҳисоб китобларини амалга оширувчи фан – *электрон оптика* деб аталади.

Объектнинг электрон тасвири ташқи электрик ва магнитик майдонлар ёрдамида, тахминан, оптик тасвир линзалар ёрдамида ҳосил қилингандек,

яратилади. Электрон микроскопда электронлар оқимини фокусловчи ва сочувчи қурилмалар “электрон линзалар” деб аталади.



4-расм. Электрон линза. Ток ўтаётган симли ғалтак электрон оқимини худди линзалардек фокуслайди.

Симли ғалтакнинг магнитик майдони йиғувчи ёки сочувчи линзалардек ишлайди. Магнитик майдонни жамлаш учун ғалтакни никел ва кобальт қотишмасидан тайёрланган махсус “зирх” билан қопланади. Унинг ичида электронлар оқими учун фақат ингичка оралиқ қолади холос. Бу усулда олинган магнитик майдон Ер шари магнитик майдонидан $10 \div 100$ минг марта кучли бўлади.

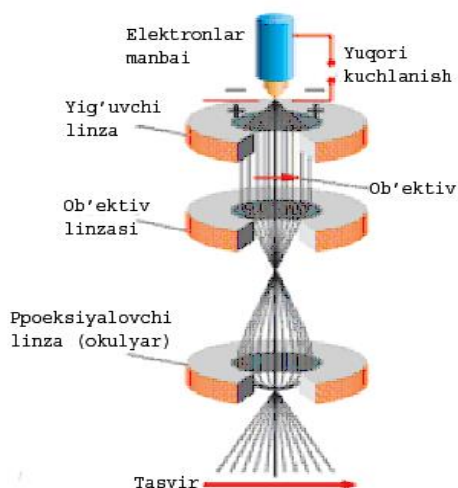
Афсуски, бизнинг кўзимиз электронлар оқимини тўғридан тўғри кўра олмайди. Шунинг учун тасвири “чизиш” учун люменисиент экранлардан фойдаланилади (улар электронлар таъсирида нурланади). Шу қонуният асосида электрон нур найчаси, мониторлар, телевизорлар ва осциллографлар ишлайди.

Электрон микроскопнинг турлари кўп бўлиб, улар ичида энг кўп қўлланиладигани растрли электрон микроскоп (РЭМ). Агар оддий телевизорнинг электрон-нур найчаси ичига экрани ва электронлар манбаи орасига бирор объектни жойлаштирсак, РЭМ нинг содда схемасини ҳосил қиламиз.

Бундай микроскопда қалинлиги 10 нм атрофида бўлган ингичка электрон-нур дастаси объект устидан горизонтал йўналишда юриб уни

сканерлайди ва ҳар бир нуқтадан олинган сигналларни синхрон равишда кинескопга беради.

Бутун жараён телевизор ишлашига ўхшаб кетади. Электронлар оқими манбаи бўлиб қиздирилган вольфрам толаси ишлаталади. У қиздирилганда термоэлектрон эмиссия натижасида ундан электронлар учиб чиқади.



5-расм. Растрли электрон микроскопнинг ишлаш схемаси

Электронлар оқими намуна орқали ўтганда баъзи электронлар намуна атомлари ядролари ёки электронлар билан тўқнашиш натижасида сочилиб кетади, бошқалари эса намунадан тўғри ўтиб кетади. Баъзи ҳолларда рентген нури чиқарувчи иккиламчи электронлар пайдо бўлади. Бу жараёнларнинг барчасини махсус детекторлар қайд қилади ва ўзгартирилган ҳолда экранга чиқарилади, натижада ўрганилаётган объектнинг катталашган тасвири ҳосил бўлади.

Бу ҳолда катталаштириш деб тасвир ўлчамининг электронлар оқими сканерлаган намуна қисми ўлчамига нисбати тушинилади. Электронларнинг тўлқин узунлиги фотонларникидан ўн марталаб кичик бўлгани учун замонавий РЭМ ларда катталаштириш 10 миллион мартани, ажратувчанлик эса бир неча нанометрни ташкил қилади. Бу эса ҳатто алоҳида атомларни кўриш имконини беради.

Электрон микроскопнинг асосий камчилиги унинг тўла вакуумда ишлаши зарурлигидир. Чунки камера ичида бирор газ бўлса, улар электронлар оқими таъсирида ионлашиб, тасвирни анча бузган бўлар эди. Ундан ташқари, электронлар оқими биологик объектларни бузиб ташлайди, шунинг учун уларнинг биотехнологиянинг кўп соҳаларида қўлланилиши имкони йўқдир.

Электрон микроскоп яратилиши тарихи бу икки мустақил ривожланаётган фан ва техника йўналишлари бирлашиб, илмий изланишлар учун ажойиб янги бақувват асбоб яратилишига ёрқин мисолдир.

Мумтоз физика ютуқларининг энг чўққиси ёруғликнинг тарқалишини, электрик ва магнитик ҳодисаларни тушинтириб берувчи электромагнитик майдон назарияси яратилиши бўлди. Тўлқин оптикиси дифракция ҳодисасини, тасвирнинг ҳосил бўлиш механизмини, ёруғлик микроскопларидаги ажратувчанликни аниқловчи омилларни тушинтириб берди. Квант физикаси ютуқларидан бири электроннинг корпускуляр – тўлқин хоссаларини очилиши бўлди. Бу алоҳида ривожланаётган фан йўналишлари электрон оптикани яралишига олиб келди. Бу эса 1930 йиллари муҳим кашфиёт, электрон микроскоп яратилишига сабаб бўлди.

Олимлар бу билан тинчиланмадилар. Электрик майдонда тезлатилган электронларнинг тўлқин узунлиги бир неча нанометрни ташкил қилади. Агар биз молекула ёки атомлар панжарасини кўрмоқчи бўлсак, бу ёмон эмас, албатта. Лекин, агар атом ичига кўз ташламоқчи бўлсакчи? Кимёвий боғлар нимага ўхшайди? Алоҳида кимёвий реакция жараёни қандай кўринишда бўлади? Бу саволларга жавоб топиш учун турли мамлакат олимлари нейтрон микроскоплар яратмоқдалар.

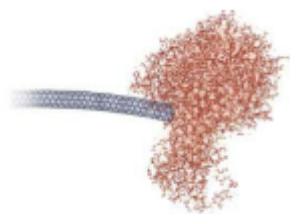
Нейтронлар протонлар сингари атом ядроси таркибига кира олади, улар электронларга нисбатан деярли 2000 марта оғир. Де-Бройл ифодасига асосан уларга мос келувчи тўлқин узунлиги ҳам электронниқидан 2000 марта кичик бўлади, яъни нейтронларнинг де-Бройл тўлқин узунлиги нанометрнинг

мингли улуши пикометрларга тўғри келади. Улар ёрдамида атомларнинг барча жиҳатларини тасвирлаш имкони туғилади.

Нейтрон микроскопларнинг бир қанча ижобий томонлари мавжуд. Улар зарядсиз бўлганлиги учун намуналарнинг қалин қатламларига ҳам осон кириб боради, водород атомларини ҳам яхши акслантира олади. Лекин, бундай микроскопни куриш ҳам жуда қийин. Нейтронларнинг заряди йўқлиги учун уларни магнитик ва электрик майдонлар ёрдамида бошқариб бўлмайди, уларни турли хил датчиклар ёрдамида сезиш ҳам мушкул. Ундан ташқари, оғир ва бесўнақай нейтронларни атомлардан чиқариш ҳам анча мушкул. Шунинг учун ҳозир мавжуд бўлган нейтрон микроскоплар ҳали мукамалликдан анча узоқ.

Нанотарози. Милли- ва микрограмм массали жисмларни ўлчовчи тарозилар билан ҳозир ҳеч кимни ҳайрон қолдириб бўлмайди, чунки улар деярли барча мактаб физика кабинетларида бор. Аммо, жуда катта ва жуда кичик объектларни бевосита тортиб, ўлчаб бўлмайди. Бунга сабаб уларни таққослаш учун масса эталонлари йўқ.

Массаси бир микрограммдан ўн миллион марта кичик объектни тарозида тортиб бўладими? Яқинда АҚШ нинг Жоржия штатидаги технология институти ходимлари ана шундай микроскопик жисмларни тортувчи энг сезгир ва энг кичик тарози яратдилар. У узунлиги 4 микрон бўлган ингичка кантилевер-наноайчадан тузилган (наноайча тарози палласи вазифасини ўтайди).



6-расм. Наноайча асосидаги нанотарози

Расмда массаси 22 фемтограмм бўлган вирусни тортиш амали тасвирланган ($1\text{фг}=10^{-15}\text{г}$).

Нанотарозининг ишлаши мактаб физика курсидан яхши таниш бўлган ходисага асосланган: пружинали маятник тебранишининг хусусий частотаси пружина бикирлиги (k) ва осилган юк массаси (m) га боғлиқ:

$$\omega_0 = \sqrt{\frac{k}{m}}$$

Бошқача қилиб айтганда, пружина бикирлиги ва тебраниш частотасини билган ҳолда юкнинг массасини осонгина топиш мумкин. Худди шундай усулда нанонайча учига бириктирилган зарра массасини аниқлаш мумкин. Яратилган тарозиларда кантилеверни лазер нури импульси ёки ўзгарувчан электрик майдон таъсирида тебранма ҳаракатга келтирилади. Заррача кантилеверга уланишидаёқ унинг хусусий тебраниш частотаси камаяди. Кантилевер ингичка лазер нури дастаси билан ёритилади, бу нур унинг тебраниш частотасидаги энг кичик ўзгаришларни ҳам сеза олади. Қўшимча масса қўшилиши туфайли частотанинг ўзгариши кантилевердан қайтган лазер нури тебранишлари орқали топилади.

Агар нанонайча бикирлиги маълум бўлса, резонанс частота силжишини билган ҳолда заррача массасини аниқлаш мумкин. Қўшилган масса (у жуда кичик бўлса ҳам) оддий ҳисоблашлар ёрдамида аниқланиши мумкин. Нанотарозида массаси 10^{-15} г атрофида бўлган объектларни “тортиш” мумкин! Шундай масса тарозига бириктирилганда резонанс частота 40% га камаяди. Нанотарозилардан бошқа бундан кичик зарралар массасини ўлчовчи аниқроқ усуллар ҳозирча йўқ. Тадқиқотчилар бу усулда ҳатто вирусларни тортиб кўрдилар.

Нанонайчали тарозилар бактериялар, хужайралар, биомолекулалар ва бошқа биологик объектлар массасини аниқлашда кенг қўлланилмоқда.

Қисқача хулоса

II-БОБ. НАНОМОДДАЛАР ХАҚИДА УМУМИЙ МАЪЛУМОТЛАР

2.1. Наномоддалар тузилиши ва хусусиятлари

Наноматериалларнинг тузилиши, уларнинг ўлчамлари ҳақида гапиришдан олдин наноструктураларни тайёрлаш усуллариغا тўхталиб ўтамиз. Наноструктуралар тайёрлаш концепцияларидан бири “қуйидан-юқорига” деб аталади. Бунда алоҳида оланган атом ва молекулаларни қаторлаштириб улаш билан тартибли структуралар ҳосил қилинади.

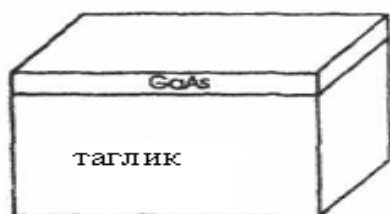
Буни ўз-ўзидан йиғилиш ёрдамида ёки баъзи бир катализли кимёвий реакцияларни кетма-кетлигида амалга ошириш билан ҳосил қилиш мумкин. Бундай жараёнлар биологик системаларда жуда кенг тарқалган, масалан, ферментлаш деб аталувчи катализаторлар аминокислоталарни йиғиб, толани ҳосил қилувчи ва ушлаб турувчи тирик материални яратади.

Наноструктураларни ҳосил қилишнинг қарама-қарши концепцияси “юқоридан -қуйига” деб аталади.

Бу жараёнда микромасштабли объектни ёки структурани ўлчамини аста-секинлик билан кичрайтирилиб борилади.

Бундай усуллардан бири жуда кенг тарқалган бўлиб, литография дейилади. Бу усулда намуна нурланишга сезгир қатлам билан қопланади ва қандайдир шаблон (қолип) орқали нурлантирилади.

Кейин шаблон олиб ташланади, кимёвий ишлов бериш билан сиртда наноструктуралар ҳосил қилинади.



а)



б)

7-расм. а) тагликда GaAs дан олинган квант ўра; б) литография усули билан олинган квант сим ва квант нуқта.

Одатда шундай сезгир қатлам ҳосил қилувчи модда сифатида полимер – молекуляр массаси 10^5 дан 10^6 г/моль гача бўлган полиметил-метакрилат $[C_5O_2H_8]$ дан фойдаланилади.

Электрон- нур литография усули билан квант толалар ёки квант нуқталарни шакллантириш босқичлари:

- а) тагликда аввалдан химоя қатлами билан беркитилган квант ўра;
- б) ғилоф орқали намунани нурлантириш;
- в) нурлантирилган радиацион –сезгир қатламни эритувчи билан эритилгандан кейинги конфугурация;
- г) навбатдаги емириш учун ғилоф шакллантириш;
- д) қолган сезгир химоя қатламини йўқотилгандан кейинги ҳолат;
- е) квант ўра материалини қисмлари сидирилгандан кейинги;
- ж) сидириш ғилофи йўқотилгандан кейин наноструктурани кўриниши.

Дастлаб намунанинг сирти резистор деб аталувчи радиацион сезгир қатлам билан беркитилади. Сўнгра намунада наноструктура жойлашиши мумкин бўлган соҳачани электронлар дастаси билан нурлантирилади.

Нурлантиришни наноструктурага мос ғилоф орқали ёки фақат сиртнинг керакли жойларига ташувчи электронлар дастасини йўналтириш йўли билан амалга ошириш мумкин.

Нурланиш химояланмаган сезгир қатлам қисмига тушиб, кимёвий тузилиши ўзгартирилади ва бу қатлам махсус танланган эритувчида эритилади. Жараённинг учинчи босқичида кимёвий едириш ёрдамида нурлантирилган сезгир қатлам олиб ташланади. Тўртинчи босқичда аввал ҳосил қилинган сезгир қатламни сақлаш учун ғилоф (маска) суртилади.

Бешинчи босқичда бу қатламнинг қолган қисми олиб ташланади. Олтинчи босқичда кимёвий едириш билан дастлабки квант ўрани ҳосил қилувчи масканинг беркитилмаган қатлам қисми олиб ташланади, фақат маска билан беркитилган квант ўралар квант структураси ҳосил қилиш учун қолади. Охирида химоя ғилофи ҳам олинади, кутилган квант структура қолади, бу структура квант нуқта ёки квант сим бўлиши мумкин.

Маълумки электрон –нур литография усулида нурлантириш учун электронлар дастасидан фойдаланилади. Литографияни бошқа кўринишларида нейтрал атомлар дастасидан (масалан Li, Na, K, Rb, Gs), ионлар дастасидан (Gs^+) ёки кўринувчи ультрабинафша ёки рентген диапозонидаги электромагнит нурларидан фойдаланиш ҳам мумкин.

Лазер нурларидан фойдаланиб, уларнинг частоталарини икки марта ва тўрт марта орттириш билан квант нуқталарини шакллантириши қулай бўлган тўлқин узунликларига эришиш мумкин.

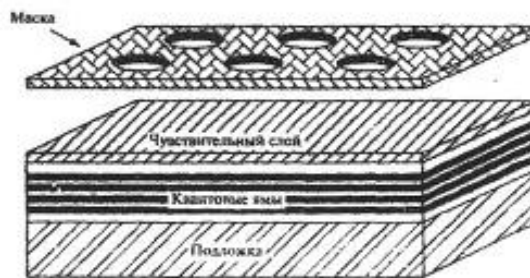
Лазер нурланишда фотохимёвий едиришдан фойдаланса ҳам бўлади. литография усули билан мураккаб квант структуралар ҳам олиш мумкин. Масалан, кўп қаватли квант ўраларни сезгир қатлам билан беркитиб, 8-расмда кўрсатилганидек олтига айлана тешикли маска (ғилоф) орқали нурлантирилади.

Бир қатор амаллардан сўнг 6 та қатордан иборат 24 та квант структуралар олинади. Уларнинг ҳар бири бир-бирини устига 4 тадан квант нуқталари жойлашган қаторлардан иборат (9-расм).

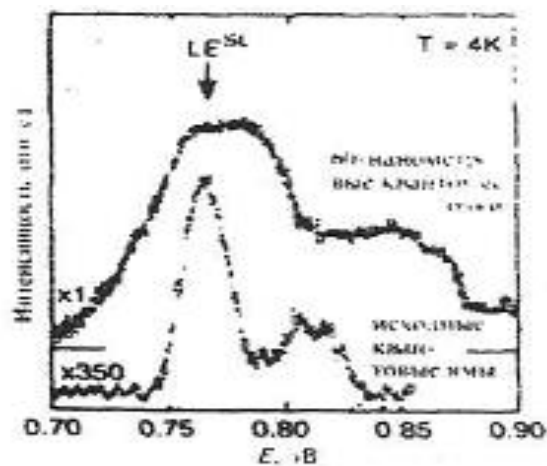
Квант нуқталар массивини тайёрлашнинг устунлигини кўрсатувчи тажриба натижасини келтирсак:

Квант нуқталари массивини фотолюминеценцияси интенсивлигининг спектри 10-расмда кўрсатилган. Дастлабки кўп қаватли структурали квант ўраларга қараганда 100 мартадан ҳам юқори.

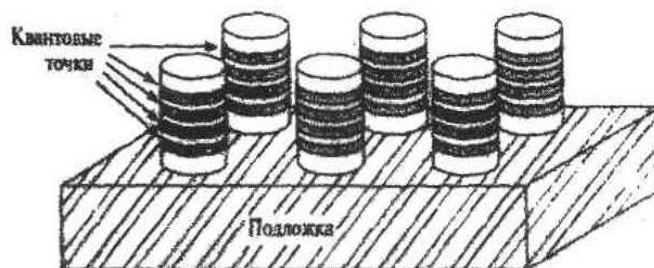
10-расмдаги спектрдаги асосий ютилиш чўққиси локаллашган экситонларга тегишли. Расмда кўрсатилган интенсивликни ортиши, дастлаб 15 та даврий такрорланувчи нафис панжарадан иборат Si ва $Si_{0.7} Ge_{0.3}$ алмашинувчи 3 та нанометрли қалинликдаги намунада олинган. Кейин улар қайта ишланиб, диаметри 60 нм, баландлиги 300 нм бўлган столбалар кўринишида жойлашган квант нуқталар шакллантирилади. Улар бир-биридан 200 нм масофада жойлашади.



8-рasm. Литография ёрдами билан олинган квант нуқталари массиви гилофи.



9-рasm. Квант нуқталар массиви



10-рasm. Литография ёрдамида олинган диаметри 60 нм ли квант нуқталари массивларининг фотолуминесценцияси спектри, дастлабки кўп қатламли структурали квант ўралар спектрлари билан таққосланган. 0,7654 ЭВ энергияли ажралган чўққи экситонларининг нафис панжара (SL) да локалланиши (LE) натижасида хосил бўлади.

2.2. Нанозарралар классификацияси

Наносистема деганда маълум бир муҳитдаги ўлчамлари 100 нм дан бирмунча кичикроқ бўлган нанозарралар тушунилади. Бунда нанозарра яна ҳам кичикроқ бўлган *кластерлар* тизимидан, модданинг энг кичик ғиштчаларидан тузилган деб тушунилади. Кластернинг ўлчами 10 нм дан катта эмас. Худди шу кластерлар ўлчамида мумкин бўлган барча квант эффектлар намоён бўлади.

Фанда нанокимё объектларини кўп марта классификация қилишга ҳаракат қилинган. Қуйидаги жадвал сизларни атамаларда адашиб қолмаслигингизга ёрдам беради:

1- жадвал. Нанокимё объектлари

Фазавий ҳолати	Алоҳида атомлар	Кластерлар	Нанозарралар	Компакт модда
Диаметри, нм	0.1- 0.3	0.3 - 10	10 - 100	100дан ортиқ
Атомлар сони	1 – 10	10-10 ⁶	10 ⁶ -10 ⁹	10 ⁹ дан ортиқ

Шундай қилиб нанотузилмаларга кўп атомли кластерлар ва молекулалар, нанотомчи, нанокристаллар мисол бўлиши мумкин. Бундай ёндошиш ёлғиз атомларни нанокимёнинг пастки чегараси сифатида, нанозарра хоссасини йўқотадиган даражадаги атомлар миқдорини эса юқори чегара сифатида қараш имконини беради. Юқори чегара ҳар бир модда учун ҳар хилдир.

Геометрик белгиси (ўлчами) бўйича нанообъектларни турли нуқтаи назардан классификация қилиш мумкин. Баъзи тадқиқотчилар объект ўлчами унинг макроскопик ўлчамларига эга бўладиган ўлчамлар сони билан белгиланади деса, баъзилари асосан наноскопик ўлчашлар сонини олишни таклиф қилади. Биз эса иккала ёндошишни бирлаштирувчи классификацияни синаб кўрамыз:

2- жадвал. Нанокимё объектларини бирлашган классификацияси

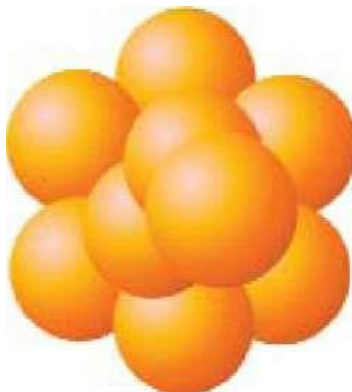
Объект характеристикалари тавсифлари	100нм дан кичик бўлган ўлчамлар сони	100нм дан катта бўлган ўлчамлар сони	Мисоллар
Учала ўлчами (бўйи, эни, узунлиги) 100нм дан кичик	3 – ўлчовли объект	0 – ўлчовли объект	Фуллеренлар, квант нуқталар, коллоид эритмалар, микроэмулциялар
Кўндаланг кесим ўлчами (бўйи, эни) 100нм дан кичик, узунлиги ихтиёрий катта	2 – ўлчовли объект	1 – ўлчовли объект	Нанонайчалар, нанотолалар, нанокапиллярлар ва наногъоваклар
Фақат эни ўлчами 100нм дан кичик, бўйи ва узунлиги ихтиёрий катта	1 – ўлчовли объект	2 – ўлчовли объект	Нанопарда ва наноқатламлар
Ҳамма уч ўлчами 100нм дан катта	0 – ўлчовли объект	3 – ўлчовли объект	Оддий макрожисмлар

Нанообъект классификацияси фақатгина расман нуқтаи назардангина муҳим эмас. Нанообъект геометрияси унинг физик-кимёвий хоссаларига ҳам жиддий таъсир кўрсатади.

Моддаларнинг таркибига, кластер шакллари ва атомлар орасидаги боғланиш турларига кўра жуда кўп нанообъектлар мавжуд. Қуйида улардан бир нечтасини кўриб чиқамиз.

Инерт газлар атомларидан тузилган зарралари. Бу энг содда нанообъектдир. Инерт газ атомларининг бутунлай тўлган электрон қобиклари ўзаро Ван-дер –Ваалс кучлари билан кучсиз таъсирлашади.

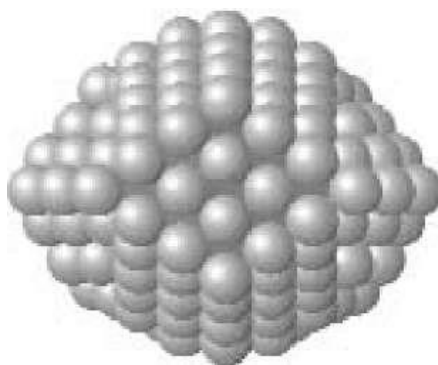
Бундай заррачаларни ифодалашда етарлича катта аниқликда қаттиқ шарчалар моделини ишлатишимиз мумкин. Уларнинг атомлари орасидаги боғланиш энергияси жуда заиф, шунинг учун улар 10 – 100 К дан баланд бўлмаган температураларда мавжуд бўлади.



11 – расм. 16 та аргон атомидан иборат нанозаррача

Метал зарралари

Бир нечта металл атомлари кластерда ковалент боғланиш ҳам, металл боғланиш ҳам ҳосил қилиши мумкин. Металнинг нанозарраси кучли реакцион қобилиятга эга ва кўп ҳолларда катализатор сифатида фойдаланилади.



12 – расм. Метал нанозаррачаси

Метал нанозарраси одатда мунтазам шаклларни - тўғри октаэдр, икосаэдр ёки тетродекаэдр шаклини қабул қилади.



13 – расм. Метал нанозаррачасининг имконий шакллари

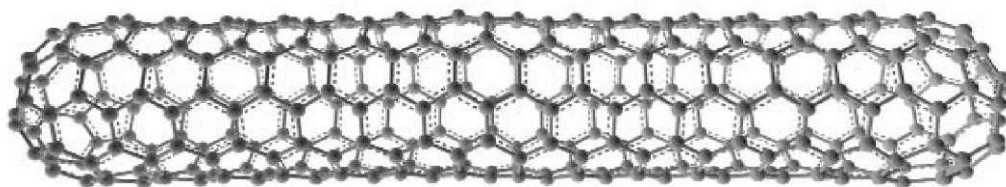
Фуллеренлар. Фуллеренлар углерод атомларининг олти қиррали ковалент боғларидан ташкил топган ичи бўш, ғовак зарралардир (14- расм). Бу углероднинг мавжуд бўлган, таникли, графит ва олмос шакллари билан бир қаторда мавжуд бўлган, яқинда очилган табиий шаклидир. Фуллеренлар орасида муҳими микроскопик футбол тўпини эслатадиган 60 та углерод атоми жойлашган C_{60} заррадир.



14-расм. Фуллерен молекуласи C_{60}

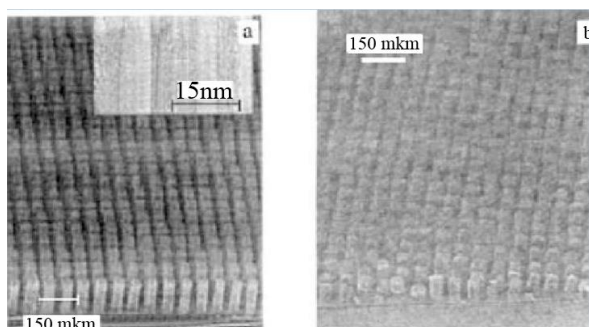
Фуллеренлар янги мойлар ишлаб чиқаришда, антифрикцион қопламаларда, ёқилғиларнинг янги турларида, юқори қаттиқликдаги олмоССИМОН бирикмаларда, датчиклар ва бўёқларда кенг қўламда қўлланилади.

Нанонайчалар. Нанонайча – углероднинг 1000000 чамасидаги атомларидан тузилган ичи бўш, бир қатламли, диаметри бир нанометр атрофида ва узунлиги бир неча ўн микрон бўлган улкан найчасимон молекуладан иборат. Унинг қобиғида углерод атомлари тўғри олти бурчак шаклида бириккан бўлади.



15-расм. Нанонайчанинг бир қатламли молекуласи

Нанонайча юқоридаги бобларда батафсил кўриб чиқилган бир қатор ноёб хоссаларга эга. Шу туфайли нанонайча жуда кўп жойларда, янги материаллар яратишда, электроникада, сканерловчи микроскопияда кенг қўлланилади. Нанонайчанинг ноёб хоссалари, яъни юқори даражадаги солиштирма сиртий электрик ўтказувчанлиги, чидамлилиги улар асосида турли жараёнлар учун самарали катализатор ташувчиларини яратиш имконини беради. Масалан, нанонайчадан шундай ўлчамли оддий электрик батарейкаларга нисбатан 3 марта узоқ ишлайдиган янги электр манбалари – ёқилги ячейкалари яратилди.



16-расм Ғовак(а) ва текис(б) кремний тагликда ўстирилган углеродли нанонайчалар матрицаси

Уяли телефонларнинг ҳозирги авлодидан фарқли равишда, ёқилғи ячейкали телефонлар 4 кун эмас, тахминан 2 ҳафта кутиш режимида ишлаб туриши мумкин. Ёқилғи ячейкаси метил спирти билан тўлдирилади, спирт реакция пайтида водород ва кислородга ажралади, натижада иссиқлик ва электр энергияси ажралиб чиқади. Бу жараённинг самараси катализатор ўлчамига боғлиқ, шунинг учун нанонайчани сиртига қопланган платина нанозарралари жуда яхши катализатор хизматини ўтайди.

2005-йил бошида НЭС компанияси ёқилғи ячейкаси ўрнатилган ноутбуклар ишлаб чиқара бошлади. Ҳозирча бу ноутбукларнинг автоном ишлаш вақти тахминан 5 соатни ташкил қилади. Лекин, инженерлар уни 40соатга узайтиришни режалаштирмоқда. Ҳозирги вақтда ёқилғи ячейкаси ишлаб чиқариш билан кўп компаниялар шуғилланишмоқда. Булар Моторола, Сасио, Сонй, Ҳитаги ва Самсунг кабилардир.

Бу нанонайчаларнинг хайратланарли хоссалари келажак автомашиналарига экологик тоза ёқилғи бўлувчи водородни тўплаш ва сақлаш имконини беради. Ёқилғи ячейкасида ишлайдиган ҳаракатлантиргичларда электр энергия ишлаб чиқариш учун водород H_2 ва кислород O_2 реакциясидан фойдаланилади. Шунинг учун автомобилдан тутун ўрнига сув буғи (H_2O) чиқади. Олдин автомобил ишлаб чиқарувчилар бундай автомобилни хаёлларига ҳам келтирмаганлар, чунки водород дунёдаги энг енгил газ ва бир неча килограмм водород бу катта баллон демакдир. Ҳеч қандай автомашина қизиқувчилари баҳайбат баллонни машиналарига ўрнатиб, бензоколонкага олиб боришни ҳоқламаган бўлар эди. Лекин, палладий нанозаррали нанонайчада водородни ўзининг нормал ҳолатдаги сифимидан юз марта зич ҳолатда сақласа бўлади, бу дегани машиналар янада қувватли, арзон ва экологик тоза бўлиши мумкин.

Тоёта компанияси 2001 йилдаёқ бундай автомобилларни синашга киришганди. 2010 йилда япон компаниялари 50.000 та ёқилғи ячейкали автомашина ишлаб чиқаришмоқчи эди. 2020 йилга келиб эса улар 5000.000 га етиши режалаштирилмоқда. Ҳюдаи, УТС, Фуел Селлс ва Чеврон Техасо

компаниялари Калифорнияда экспериментал водород станцияси очишди, унда 5 та Хюдаи ва Киа водород ёқилғи ячейкали автомашиналарига водород тўлдирилади.

Ёқилғи ячейкали манбалар технологиясининг бундан кейинги ривожига келажакда ҳозирги замон батареялардан 100 ва 1000 баробар кўп энергия сақлаш имконини беради. Қандай қилиб бу энергия у ерда жойлашади? Жуда оддий. Эйнштейн келтириб чиқарган $E=mc^2$ формуласини эслатиб ўтайлик. Кўплар уни кўришган, лекин, унинг маъносини кўпчилик тушунмайди. У шунчаки материя ва энергия орасидаги боғлиқлигини ифодалайди ёки оддийроқ қилиб айтганда, энергияни моддага ёки аксинча моддани энергияга айлантириш мумкинлигини билдиради. Бу формуладан фойдаланиб, масалан, вазни 0.11 кг олмахонда $E = 0,11 \cdot (300.000.000)^2 = 10^{16}$ Ж энергия бўлишини кўрсатиш мумкин, бу атом бомбаси портлашида чиққан энергиядан 100 марта кўп. Унда нимага олмахон портловчи эмас, хатто кўпинча ювош? Чунки моддани энергияга айлантириш жуда қийин. Ҳатто атом электр станциясида ҳам массанинг мингдан бир ҳиссасигина энергияга айланади. Қуёшдаги *термоядро реакциясида* модданинг бир фоизигина энергияга айланади. Фақат материя *антимодда* билан тўқнашганда ўзининг барча энергиясини чиқаради.

Бизнинг Қуёшимиз ҳам улкан *водородли термоядро ёқилғи ячейкаси*дан иборат. Агар водород ёниши пайтида кислород билан боғланиб сувга айланса, термоядро реакцияда иккита водород атоми гелий атомига айланади, унда жуда катта энергия ажралиб чиқади. Агар кимёвий реакциялар молекулаларни ўзгартирса, термоядро реакцияси ўрта асрдаги алхимёгарларнинг орзуларини амалга ошириб, бир кимёвий элементни бошқасига айлантиради.

Улар ёрдамида олимлар кўрғошиндан олтин олишди, лекин, бу билан бойиб кетишга эришолмади — чунки, бир нанограмм олтин олиш учун ишлатиладиган термоядро қурилмаси бир неча вагон тўла тилла қуймаси нархига тенг. Нанотехнология термоядро асбобларини кичкина ва арзон

килишга замин яратади дейишга ҳамма асосларимиз бор. Шунда ҳар бир кичик батарейкаларда кичкина қуёшчалар ёнади, машиналар эса йил бўйи водород ёқилғиси қуймасдан юриши мумкин. Телефон ва ноутбукларга заряд килиш ускуналари умуман керак бўлмайди. Бундай ёқилғи ячейкасига ўхшашни ўқувчилар кўп филмларда кўрган бўлиши мумкин. Уларда робот ташлаб юборган бузилган батарея худди атом бомбасидек портлайди.

2.3. Наномоддалар олиниш усуллари

Ўлчами, шакли ва тузилишини аниқ бошқара олувчи нанозарра олишнинг жуда кўп усуллари ишлаб чиқилган. Биз ўқувчиларни зериктириб қўймаслик учун, ҳар бир усулни батафсил кўриб ўтирмаймиз. Ҳар бир усул ўзича ноёб ва диққатга сазовор бўлса-да, нанозарралар олишнинг умумий қонуниятлари билан чегараланамиз.

Шундай қилиб, моддага таъсир этиш қонуниятига асосан барча усулларни иккита катта гуруҳга бўлишимиз мумкин:

-диспергацион усуллар, ёки макронамунани майдалаш йўли билан нанозарра олинадиган усуллар.

-конденсацион усуллар, ёки алоҳида атомдан “ўстириш” ёрдамида нанозарра олиш усуллари.

Биринчи гуруҳ бу – «юқоридан пастга» бориш усули. Бошланғич жисмлар нанозарра бўлгунга қадар майдаланилади. Бу нанозарра олишнинг энг оддий усули, макрожисм учун ўзига хос “гўштмайдалагич”дир. Иккинчи гуруҳ – «пастдан юқорига» бориш усули, яъни нанозарра алоҳида атомларни бирлаштириш йўли билан олинади. Бу қонуният ҳаммага яхши таниш бўлган конденсация ҳодисасига асосланган.

Конденсация (лотинча condensation- қуйиқлашиш, зичлашиш сўзидан олинган) таърифига кўра – бу моддани совутиш натижасида газсимон ҳолатдан конденсацияланган (қаттиқ ёки суюқ) ҳолатига ўтишидир. Агар шишага яхши пуфласангиз у терлаб қолади. Аслида бунда шишада бир талай майда, кўзга кўринмас сув томчилари ўтириб қолади. Агар ҳаво

температураси биз чиқараётган буғдан паст бўлса, кейинчалик микроскопик томчилар янада катталашади ва кўринадиган томчиларга айланади. Нанозарранинг конденсацион олиш усулида ҳам тахминан шунга ўхшаш ходиса содир бўлади. Бирламчи макроскопик жисмлар олдин буғланади, кейин эса ҳосил бўлган буғ керакли ўлчамли нанозарра ҳосил бўлгунча конденсацияланади. Натижада компакт модда ультрадисперс моддага айланади. Нанозаррани ион эритмадан олинганда ҳам шунга ўхшаш жараён содир бўлади, фақат унда буғ эмас, суюқлик ишлатилади.

Нанозарра олишининг барча усулларида ҳам ташиқи манбадан кучли энергия оқими зарур бўлади, чунки бу усулларда нанозарраларни номувозанатий метастабил ҳолатида олинади.

Қачонки энергия оқими тўхтаса, система ўзининг мувозанат ҳолатига қайтишга интилади. Нима учун бундай бўлади?

Масалан, *конденсацион усулни* кўриб чиқамиз: монокристаллар суюлиш температурасига етгунча ва буғланиб кетгунча қиздирилади. Кейин ҳосил бўлган буғ кескин совутилади. Совуган сари нанозарралар пайдо бўла бошлайди ва катталашади. Улар тартибланиб ва бирлашиб наноагрегатларга айланади. Агар уни ўз ҳолига қўйсак, аста секинлик билан наноагрегатлар чегараси йўқолиб, улар микрокристалга айланади. Микрокристаллар буғда узоқ ушлаб турилса энг кичкина ва нуқсонли зарралар тезда буғланиб кетади, анча йириклари ва мукаммаллари бўлса ўсишда давом этади. Шундай қилиб бу жараён тизимда дастлабки монокристалга тиклангунча давом этади.

Буғдаги нанозарралар сони сезиларли даражада кўпайган вақтдан бошлаб, то кўпчилик нанозарралар ўлчами 100нм га етгунча тизим наноҳолатда бўлади. Кейин система мувозанат ҳолатига келиб нанозарралар туғилиши тухтайди. Агар уларни сунъий усулда тўхтатилмаса, зарралар компакт модда ҳолатига ўтиб кетиши мумкин.

Биокимёвий, фотокимёвий ва радиацион-кимёвий синтезларда нанозарра конденсацияси буғдан эмас, нанозарра ёпишишидан ва эритма

билан реакцияга киришиб кетишишидан сақловчи махсус тўйинган эритмадан содир бўлади.

Диспергацион усулда – керагича механик энергия таъсирида, монокристалнинг парчаланган фрагментлари ўлчами камайиб боради. Механик энергия оқими катта бўлган вақтда кўпчилик фрагментлар нанометрли ўлчамга эга бўлганлиги учун система наноҳолатда қолади. Қачонки «майдалагич» тўхтаса, нанозарралар сиртки боғларининг компенсацияланмаганлиги натижасида нанофрагментлар ўсишни ва катталашини бошлайди. Бунинг ҳаммаси системада дастлабки монокристал тиклангунча давом этаверади.

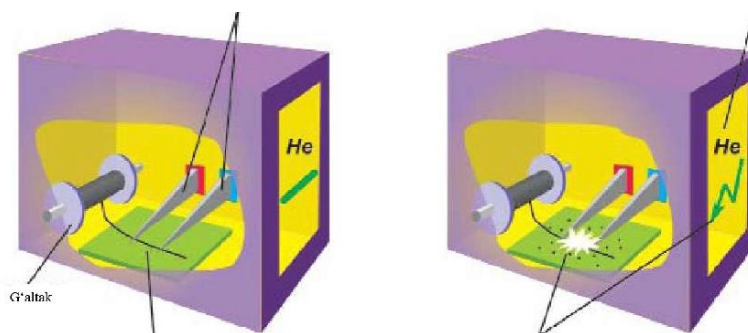
Бундай кўнгилсизлик олдини олиш учун, системага оксилнинг молекуляр эритмаси, полимер ва сиртий фаол моддалардан (СФМ) тузилган турғунлаштиргичлар киргизилади. Ўсишнинг маълум бир нуқтасида сталибизатор ишга тушиб, унинг молекулалари нанозаррага ҳамма томондан ёпишиб, унинг кейинги ўсишига тўсқинлик қилади. Турғунлаштиргич таркиби ва молекулалари зичлигини бошқариб, хоҳлаган диаметрдаги нанозарра олиш мумкин.

Шундай қилиб биз, саноат усуллари билан олинадиган кўплаб наносистемалар нотурғун эканлигини, уларни сақлашни етарли шарт - шароитлари яратилмаса улар ўзининг ихчам ҳолатига қайтишга интилишини билиб олдик. Унда баъзи нанозарралар, маълум фуллерен ва наноайчаларнинг турғунлигини қандай тушиниш мумкин? Наноайчалар ўзларининг нанометрли ўлчамига қарамай, улар ажойиб тарзда “ёлғиз” ҳолда ҳам мавжуд ва ўзига ўхшаш наноайчалар билан бирикишга интилмайди.

Бу ажойиб хоссалари учун фуллеренлар, наноайчалар ва бошқа баъзи нанозарралар “сеҳрли”, улардаги атомлар сони эса “сеҳрли сонлар” деб аталади. Масалан, ишқорий металллар учун сеҳрли рақамлар - 8, 20, 40, ноёб металллар учун эса – 13,55,137 ва 255, углеродли кластерлар учун 60, 70, 90 ва х.к.

“Сехрли” нанозарраларнинг барча атомлари бир- бири билан маҳкам боғланган, бу эса уларга керакли турғунликни беради.

Моддаларни нанозарраларга бўлиш фақатгина механик йўл билан майдалабгина эмас, бошқа усулларда ҳам амалга оширилиши мумкин. Россиянинг «Етакчи кукун технологиялари» компанияси нанозарраларни металл толаларини кучли ток импульси ёрдамида портлатиш йули билан олмакда. Нанозарра олишнинг янада экзотик усули яратилмокда. 2003 йили Америка олимлари анжир дарахти баргларида *Rhodococcus* микроорганизмларини йиғиб олиб, уларни олтинли эритмага солишди.



18- расм Нанозарралар олишнинг электрик портлатиш усули

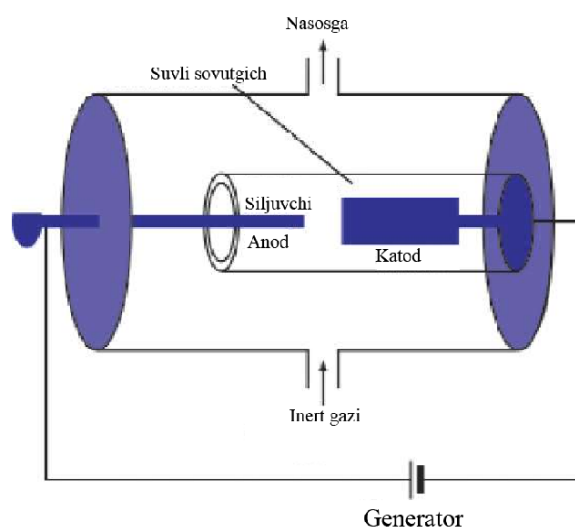
Бактериялар кимёвий тикловчи вазифасини бажариб, олтин ионларини йиғиб, ўлчами тахминан 10 нм бўлган нанозарралар ҳосил қилишди. Нанозарралар ҳосил қилган бактериялар ўзларини яхши ҳис қилишди ва кўпайишда давом этдилар.

Углеродли фуллеренлар ва нанонайчалар олиниши. XX асрнинг охири углероднинг янги формалари - фуллеренлар ва нанонайчалар очилиши билан шухрат қозонди. Ушбу кашфиётнинг илмий ва амалий аҳамияти шунчалик буюкки, ҳатто бу кашфиёт муаллифлари Нобель мукофоти билан тақдирланди. Минг йиллаб углеродли моддалар - дарахт пўстлоғи, графит, табиий газ ва бошқалар ёнганда ҳосил бўлувчи оддий қурумда ҳам ноёб хоссали моддалар кашф этилган эди.

Ҳозир турли ўлчамли ва хоссали углерод наноструктуралари олишнинг ҳар хил усуллари ишлаб чиқилган. Лекин, ҳамма усулларнинг маъноси бир

хил: нанонайча ва фуллеренлар углеродли материалларни юқори температураларда кимёвий айланишлари ҳисобига ҳосил бўлади. Биз бир канча оммалашган усулларни кўриб чиқамиз.

Графитни электрик ёй билан чанглаш. Бу Кречмер томонидан ишлаб чиқилган, энг тарқалган усулдир. Шу усулда 1991 йилда япон олими Сумио Иджима биринчи марта нанонайча олди. Усулнинг маъноси шундай: инерт газ билан тўлдирилган камерада газ атомларини ионлаштирувчи графит электродлари ўртасида электрик разряд ҳосил қилинади. Катод ва камера деворлари сув ёки суёқ азот билан совутилади.



19 - расм. Кречмернинг фуллерен ва нанонайча олиш учун мўлжалланган қурилмаси

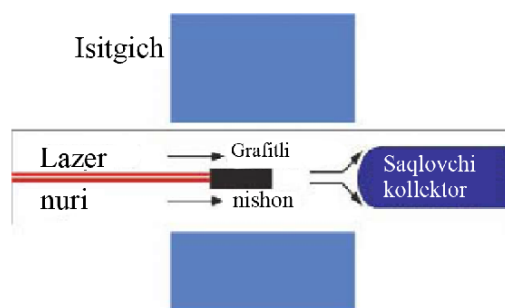
Газ босими атмосфера босимидан бир неча марта паст, электродлардаги кучланиш 25- 35В ва электрик разряддаги ток кучи 100А бўлганда электродлар орасида ҳосил бўлувчи плазма температураси 4000К га етади. Бундай температурада графит аноднинг сирти жадал буғланади. Буғланган углерод атомлари плазманинг иссиқ қисмидан совуқроқ қисмига боргач, температуранинг бирдан тушиб кетиши натижасида камера девори ва катод сиртида совиб, ўтириб қолади.

Бу чўкмани электрон микроскопда қаралганда курум ва графитдан ташқари янги тузилмалар – фуллеренлар ва нанонайчаларни кўриш мумкин.

Бунда чўкманинг бир қисми – графит, курум, ва фуллеренлар камеранинг совуқ деворига, графит ва нанонайчалар эса катодга ўтириб қолади.

Графитни лазерли буғлатиш усули. Бу усулда лазер ёрдамида буғланган графит совутилган коллекторга ўтириб қолади. Графит нишон 1000°C гача қиздирилган узун кварц найчали печга жойлаштиради.

Найчанинг узунаси бўйлаб кичик тезликда юмшатгич гази (гелий ёки аргон) ўтказилиб турилади. Нишон 140 мЖ энергияли, импульс давомийлиги 8нс, фокуслангандаги диаметри 1,6 мкм бўлган лазер нури дастаси билан нурлантирилади.



20 - расм. Лазерли буғлатиш усули билан фуллеренлар ва нанонайчалар оловчи қурилма схемаси

Графитнинг термик чангланиши натижасида ҳосил бўлган маҳсулотлар иссиқ жойдан олиб кетилади ва совутилган коллекторнинг юзасига ўтириб қолади. Олинган чўкмада графит нанозарраларидан ташқари фуллеренлар ва нанонайчаларни топиш мумкин.

Лазерли усулнинг асосий афзаллиги шундаки, олинаётган нанонайча характеристикалари лазер нурланиши параметрларига жуда сезгир бўлади. Хусусан, нанонайча диаметри лазер нури қувватига боғлиқ. Бу эса олдиндан белгиланган, керакли тузилишга эга бўлган нанонайчалар олиш имконини беради. Усулнинг камчилиги унинг нисбатан паст унумдорлиги ва кенг кўламларда қўллаш қийинлигидир.

Бугунги кунда кам миқдорда, илмий изланишлар учун керакли нанонайчалар олиш оддий иш бўлиб қолди. Муаммо энди маҳсулот тан

нархини камайтириб, саноат кўламида олишдан иборатдир. Юқорида кўриб ўтилган усуллар бунга имкон бермайди. Шунинг учун М.М. Томишко раҳбарлигида Россия олимлари томонидан ишлаб чиқилган учинчи усул диққатга сазовордир.

Бугдан кимёвий чўктириш(ўтқозиш) усули. Углеродли нанонайчалар олишнинг бу қулай ва оммабоп тури углеродли газни иссиқ метал катализатор юзасига термокимёвий чўктиришга (ўтқозишга) асосланган. Бу усул углеводородларни каталитик парчалаш усули деган номни ҳам олди.

Углеродли газ аралашмаси (одатда ацетилен C_2H_2 ёки метаннинг CH_4 азот билан аралашмаси) $700-1000^{\circ}C$ температурадаги печкага киритилган кварц найча орқали ўтказилади. Кварц найча ичида сополдан қилинган идишчада метал кукунидан қилинган катализатор жойлашган.

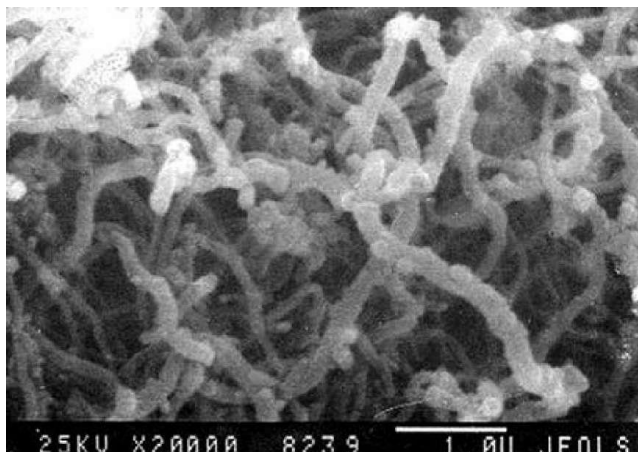


21- расм. Фуллерен ва нанонайчаларни бугдан кимёвий чўктириш йўли билан оловчи қурилма схемаси

Газ атомларининг метал атомлари билан кимёвий реакцияга кириши натижасида углеводороднинг парчаланиши катализатор сиртида ички диаметри 10нм гача ва узунлиги бир неча ўн микрон бўлган фуллерен ва нанонайчаларнинг ҳосил бўлишига олиб келади. Нанонайчанинг геометрик ўлчамлари катта даражада жараён бориши шартларига (вақти, темперутураси, босими ва буфер газининг тури ва х.к), ҳамда катализаторнинг дисперсияланиш даражаси ва навига боғлиқ.

Нанонайча ва фуллеренларни бугдан кимёвий чўктириш (ўтқозиш) усулида олиш, охирги вақтда шиддат билан ривожланмоқда, чунки бу усул намуна сиртида жуда кўп бир хил нанонайчаларни олиш имконини беради. Бу эса нанонайча ва фуллеренларни катта миқёсда олиш йўллари очади ва

улар асосида турли наномахсулотлар ишлаб чиқарувчи йирик саноат яратишни таъминлайди.



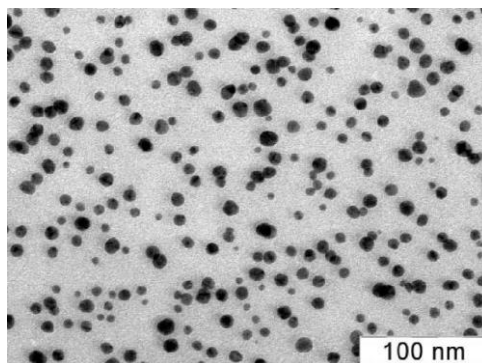
*22- расм. Бугдан кимёвий чўктириш орқали олинган наноайчалар
микроскопда шундай кўринади*

Фуллерен ва углеродли наноайчаларни бугдан кимёвий чўктириш орқали олишнинг барча усулларида баён қилинишича, охирги материалда аморф графит, яъни курум, катализаторлар билан олинганда эса металллар зарралари ҳосил бўлади. Олинган маҳсулот тозалигини ошириш учун, турли тозалов усуллари қўлланилади – механик усуллар (элаш, ультратовуш билан ишлов бериш, центрифуга) ва кимёвий усуллар (кимёвий фаол моддада ювиб тозалаш, иситиш ва бошқа) қўлланилади. Бугунги кунда фуллеренлар ва наноайчаларни амалда (бир неча литргача) барча углеродли газлардан (масалан, оддий табиий газдан) макроскопик миқдорда олиш мумкин. Олимлар янада тежамкор усулни топишга, яъни уларни оммавий бўлмаса-да киришмалар миқдорини минимал миқдорга камайтиришга урунмоқдалар.

Айтиш керакки, наноструктураларни бу олиш усули уларнинг сифатини таъминлашда жуда муҳим роль ўйнайди. У фақатгина наноструктура хоссаларигагина эмас, балки унинг яшаш вақтига ҳам, яъни ўз хоссаларини сақлаб тура олиш даврига ҳам таъсир кўрсатади. Бу муддат

тугагач нанозарра ёки оксидланиб қолади, ёки микрозаррага айланиб, ихчам модда хоссаларига эга бўлиб қолади.

Масалан, олиниш усулига боғлиқ равишда кумуш нанозаррасининг яшаш вақти бир соатдан бир неча ойгача бўлиши мумкин. Е. М. Егорова бошчилигидаги «Наноиндустрия» концерни олимлари кумушдан нанозарралар олишнинг ноёб биокимёвий усулини ривожлантирмоқдалар. Бу усулда олинган нанозарралар ўз фаоллигини бир йил давомида сақлаб қоладилар. Нанозарраларни тескари мицелла деб аталувчи молекула ва ионлардан иборат микроскопик камераларда металллар ионларини нейтрал атомга тиклаш билан олинади. Бундай камерадаги атомларга нанозаррага бирикишдан ўзга чора қолмайди, мицелла қобиғи эса ҳосил бўлган зарраларни бир - бирига бирикиб қолишидан ва кераксиз реакциялардан асрайди.



23 - расм. Тескари мицеллаларда биокимёвий синтезланган кумуш нанозарраларнинг фототасвири

Қисқача хулосалар

III-БОБ. НАНОТЕХНОЛОГИЯЛАРНИНГ ТИББИЁТДА ҚЎЛЛАНИЛИШИ

3.1. Лазер нурларининг тиббиётда қўлланилиши

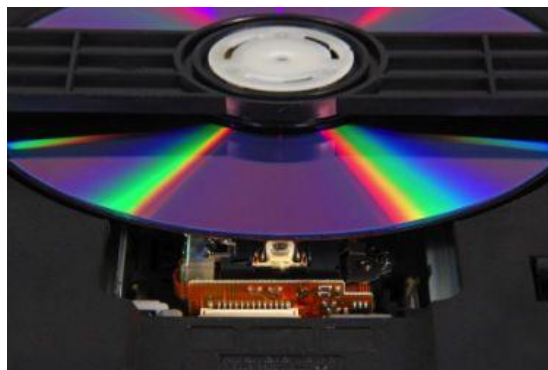
Лазер технологияси жараёнларини албатта шартли равишда икки турга бўламиз. Биринчи тури лазер нурини ўта аниқ фокуслаш ва импульсли режимда ҳам, узлуксиз режимда ҳам энергияни аниқ дозалаш имкониятидан фойдаланилади. Бундай технологик жараёнларда ўртача қуввати унча юқори бўлмаган лазерлар: импульс-даврий ишлайдиган газ лазерлари, неодим киришмали итрий-алюминий гранат кристалларидаги лазерлар қўлланилади. Кейинги лазерлар ёрдамида соақозлик саноати учун ёқут ва олмос тошларда майда (диаметри 1-10 мкм ва чуқурлиги 10-100 мкм гача) тешиклар пармалаш технологияси ва ингичка сим тортиш учун филерлар технологияси ишлаб чиқилган. Кичик қувватли импульс лазерлар қўлланадиган асосий соҳа микроэлектроника ва электровакуум саноатида митти деталларни кесиш ва пайвандлаш, митти деталларга маркалар тушириш билан боғлиқ. Полиграфия саноати эҳтиёжлари учун рақамлар, ҳарфлар, тасвирлар автоматик тарзда қўйдириб тайёрланади.

Ҳозирги кунда микроэлектрониканинг энг муҳим соҳаларидан бири-фотолитографияда оддий ёруғлик манбаи ўрнига лазерлардан фойдаланилмоқда. Бизга маълумки, фотолитография усулини қўлламай туриб, ўта митти босма платалар, интеграл схемалар ва микроэлектрон техниканинг бошқа элементларини тайёрлаб бўлмайди.

Субмикрон литографиядаги кейинги тараққиёт экспозицияловчи ёруғлик манбаи сифатида лазер нури вужудга келтирадиган плазмадан тарқаладиган юмшоқ рентген нурланишидан фойдаланиш билан боғлиқ. Бу ҳолда рентген нурланишининг тўлқин узунлиги (0,01-0,001мкм) билан белгиланадиган ажратиш чегараси жуда юқори бўлади.

Ярим ўтказгичли лазер диодлар. Энг кенг тарқалган лазер турлари лазерли кўрсаткичлар, лазерли принтерларда фойдаланилади, телекоммуникацияларда ва оптик ахборот ташувчиларда қўлланилади.

Қувватли лазерли диодлар замонвий қаттиқ жисмли лазерларни йиғишда ишлатилади. Ташқи резонаторли лазерлар юқори энергияли импульсларни ҳосил қилишда ишлатилади.



24-расм. Яримўтказгичли лазер диодлари

Лазер технологиясининг иккинчи тури эса ўртача қуввати катта: 1 кВт гача ва ундан юқори бўлган лазерлардан фойдаланишга асосланган. Юқори қувватли лазерлардан қуйидаги мақсадларда фойдаланилади: қалин пўлат листларни қирқиш ва пайвандлаш, сиртқи тоблаш, йирик габаритли деталларга металлни эритиб ёпиштириш ва легирлаш (металларни махсус материал, хром, никел ва бошқалар билан қоплаш), бинолар сиртини тозалаш, мрамар, гранитни кесиш, газлама, тери ва бошқа материалларни бичишда. Металларни лазер билан пайвандлашда чок жуда сифатли чиқади, электрон-нурли пайвандда ишлатиладиган вакуум камераларга эҳтиёж қолмайди, бу эса конвеерли ишлаб чиқаришда жуда муҳимдир.

Катта қувватли лазер технологияси машинасозликда, автомобил саноатида, қурилиш материаллари саноатда қўлланилади. У материалларга ишлов бериш сифатини оширибгина қолмай, ишлаб чиқариш жараёнларининг техник-иқтисодий кўрсаткичларини ҳам яхшилайди. Масалан, 14 мкм қалинликдаги пўлат листларни лазер билан пайвандлаш тезлиги 100 м/соат га етади; бунда 10 кВт(соат электр энергия сарфланади.

Ҳозирги пайтда бундан ҳам қувватлироқ лазер техникаси ривожланиши билан лазер нурланиш энергияси анъанавий энергия турлари (электр ток энергияси, механик энергия, химия жараёнлар энергияси) билан бир қаторда халқ хўжалигида борган сари кенг қўлланилмоқда.

Микрочипли лазерлар. Ихчам интегралланган қаттиқ жисмли лазерлар юқори даражали ёрқинликдаги лазерли кўрсаткичларда кенг миқёсда фойдаланилади. Бўёқлар асосидаги лазерлар. Этил спирт ёки этиленгликол дан фойдаланиб яратилган. Қўйилган топшириққа кўра бу фавқулодда қисқа спектрли узлуксиз нурланиш ҳам, ультра қисқа импульслар ҳам бўлиши мумкин. Бу импульсларда тўпланган юқори энергия изланаётган наъмунада доғ шаклида йиғилиши мумкин. Тўлқиннинг ўлчамларидан келиб чиққан ҳолда чизикли бўлмаган оптик эффектларни беради. Лазер нурлари қутбланишини бошқариш эса ўрганилаётган жараёнларни когерент назорат қилишга имкон беради. Ойга учиш вақтида учувчили ва учувчисиз аппаратлар томонидан ой юзасига бурчакли акслантиргичлар ўрнатилган. Ердан телескоп ёрдамида махсус жамланган нурни ойга юборишди ва ойга бориб қайтиш вақтини ўлчашди. Ёруғлик тезлигига асосланган ҳолда ойгача бўлган масофа аниқ ўлчанди. Бугунги кунда ой орбитаси ўлчамлари бир неча сантиметргача аниқликда ўлчанган. Лазерларнинг баъзи турлари пико ва фемто секундларда ўлчанадиган қисқа ёруғлик нурлари чиқариши мумкин. Бундай импульслардан кимёвий реакциялар ўтказувчанлик ва уларни таҳлил қилишда фойдаланиш мумкин. Юқори даражали импульслардан кимёвий реакцияларни вақт бўйича назорат қилишга имкон беради. Бу қисқа яшовчи бирикмалрни аниқлашда қўл

келади. Импульснинг қутбланиши манипуляцияси кимёвий реакция йўналишини бир қанча вариантлардан энг мақбулини танлаб олишга имкон беради. Бундай услубдан биокимёда оксилларни ўрганишда фойдаланилади.

Лазерли совутиш. Лазерли совутиш бўйича дастлабки тажрибалар ион тузоқларида ионлар билан ўтказилган. Ионлар тузоқ доирасида электр майдон ва магнит майдон ёрдамида ушланиб турди. Бу ионлар лазер нурлари билан ёритилиб фотонлар билан боғлиқлиги туфайли ҳар бир зарбдан сўнг энергиясини йўқота борди. Бу эффект жуда паст температурага эришиш мақсадида қўлланилади. Кейинроқ лазерлар такомиллашуви жараёнида бугунги кунда кенг миқёсда қўлланилаётган нисбатан афзалроқ бўлган қаттиқ жисмларни совутишнинг антистокс усули каби янги усуллар топилди. Бу услуб атомларнинг асосий электрон вазиятидан уйғонишига эмас, балки бу вазиятнинг тебраниш даражасига асосланади. Кейинроқ атом нурсизланган шаклда уйғонган ҳолатга ўтади ва қўзғалган электрон даражадан асосий вазиятга ўтаётганда фотон чиқаради (бу фотон дастлабки фотонга нисбатан юқори энергияга эга бўлади). Атом фонон ютади ва ҳолат яна такрорланади. Кристалларни азот ва гелий ҳарорати даражасигача совута оладиган тизимлар аллақачон яратилган. Совутишнинг бу услуби фазовий қурилмаларни яратишда анъанавий совутиш услубларини қўллаб бўлмайди бу вазиятда совутишнинг юқорида айтиб ўтилган услубидан фойдаланиш мумкин.

Хирург пичоги – кесади ва пайвандлаб тикиб қўяди, баданни кесмасдан операция қилиш. Қўз хирургиясида, онкологиясида, тишни даволашда (бормашина).

Терапияда – лазерли биорағбатлантириш.

Диагностика – лазер нури қуввати ва тўлқин узунлигини бошқариш орқали организмдаги тўпланиб қолган ҳамма элементлар, четланишлар, қон айланиши ритмларини аниқлаш.

Саноат лазерлари пайдо бўлиши билан жаррохликда янги давр бошланди. Бу борада металлларни лазерда қайта ишлаш соҳаси мутахассисларининг тажрибалари қўл келди.

Лазер нури хирургияда тўқималарни қонсиз кесишларни бажаришда ишлатилади, чунки унинг таъсирида кесилаётган тўқиманинг четлари пайванланиб қолиши натижасида капилляр қон кетишни олди олинади. Онкологияда рак хужайраларини емиришда ишлатилади (чунки лазер нури уларда кучли ютилади).



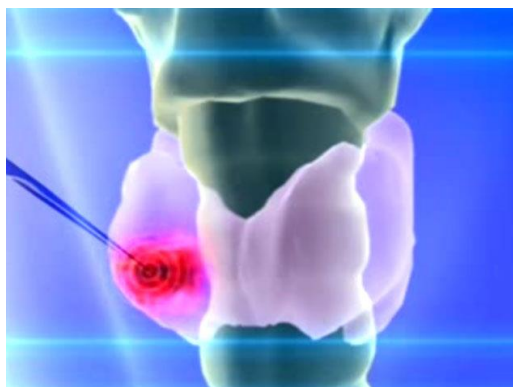
25-расм. Лазер нурини хирургияда қўлланилиши.

Офталбмалогияда лазер нури ўрнидан кўчган кўз тўр пардасини «пайвандлашда» ва глаукомани даволаш учун кўз ичидаги суюқликни оқизиб чиқариш учун, склерада микроскопик тешиklar ҳосил қилишда ишлатилади.



26-расм. Офталбмалогияда лазер нурини қўлланилиши

Дермотологияда газ лазерининг нурланишидан терапевтик мақсадда қўлланилади. Лазер нурланишининг биологик тўқималарга таъсирининг хусусиятларини ҳисобга олиб, у билан ишлаш жараёнида тажриба ўтказувчига нурнинг тушишини бартараф қилиш лозим, (ҳаттоки, бирор буюмдан қайтганини ҳам).



27-расм. Лазер скалпел автоген кескич.

Лазер скалпел автоген кескич ҳисобланади. Суякларни пайвандлаш – алангалантириш орқали зич пайвандлашдир. Мускул тўқималарини бирлаштириш ҳам пайвандлаш воситасида амалга оширилади. Лазер нурланиши қандайдир таъсир кўрсатиши учун тўқима уни ютиши лозим. Тиббиётда энг кўп қўлланиладиган лазер карбонат ангидридли лазердир. Бошқа лазерлар монохроматикдир. Улар иситади, парчалайди ёки баъзи бир алоҳида хусусиярга эга бўлган тўқималарни пайвандлайди. Мисол учун аргон лазерининг нури шаффоф дағал жисмдан эркин тарзда ўтиб ўзининг энергиясини хужайрага беради ва қизил рангга яқин ранг билан бўйайди. Карбонат ангидридли лазер кўп ҳолларда қўл келади. Масалан, турли рангдаги тўқималарни бир-бирига пайвандлаш ёки бир-биридан ажратишда. Аммо бунда бошқа муаммо юзага келади. Қон ва лимфа билан тўла тўқималар кўп сувни ўзида тутиб туради, лазер нурланиши энергияси эса сувли шароитда ўз кучини йўқотади. Лазер энергиясини ошириш мумкин. Лекин бу тўқималарнинг куйишига олиб келиши мумкин. Жаррохлик лазерлари яратувчилари бундай ноқулайликлардан қочишлари лозим бу эса ускуна нархини кескин ошириб юборади.

Металл пайвандлаш мутахассисларига азалдан маълумки, ингичка металл қатламларини кесишда улар бир- бирига зич туриши керак, нуқтавий туташтирувчи пайвандда эса пайвандланаётган металлларнинг мустаҳкам бўлиши учун қўшимча босим зарур. Жарроҳликда бу услуб профессор Скобелкин томонидан қўлланган. Скобелкин ва унинг ҳамкасблари тўқималарни пайвандлашда уларни маълум босим остида ушлаш таклифини билдирдилар. Бу қонни сиқиш имконини берарди. Янги услубни қўллаш учун анчагина янги ускуналар яратишга тўғри келди. Улардан бугунги кунда ошқозон ичак жарроҳлигида, ўпка, жигар устида бажариладиган жарроҳлик амалиётларида кенг фойдаланилмоқда.

3.2. Нанороботларнинг тиббиётда қўлланилиши

Шиддат билан ривожланиб бораётган бугунги кунимизни техникасиз тасаввур қила олмаймиз. Сўнги йилларда кундалик турмушимизда ҳам нанотехнология, наноэлектроника, нанотиббиёт, наносенсорика атамаларига тез-тез мурожаат қилиб турамыз. Бу бежиз эмас албатта. Бугунги кунда биз микродунё имкониятларидан кечиб, нанодунё оламига қадам қўймоқдамиз. Айниқса, нанотехнология ютуқларидан тиббиётда фойдаланиш долзарб масала ҳисобланади. Айни вақтда тиббиётда жумбоқ бўлиб турган масалаларни нанороботлар орқали бартараф этиш мумкин. Оддийгина бир мисол, агар танамизнинг бирон аъзоси оғриса, албатта оғриқ қолдирувчи таблетка истеъмол қиламиз, турган гапки, у шикастланган органдан ташқари, шикастланмаган соғлом аъзоларимизга ҳам ўз таъсирини кўрсатмай қолмайди. Нанороботларнинг афзаллик томони шундаки, улар фақат зарарланган хужайралар билан ишлайди ва уларни қайта тиклайди. Таблетка кўринишидаги нанороботлар ичилганда ёки оддий шприст ёрдамида инъекция қилинганда, улар қонга тушиб, тарқалади ва шикастланган хужайрага йўналади. Ўз ишини бажариб бўлган наноробот инсондаги биологик йўл билан танадан чиқиб кетади ёки бир қисми

организмда доимий “навбатчиликда” қолиши мумкин. Нанороботларнинг назоратдан чиқиб кетиши, тўхтовсиз ўз-ўзини репликация қилиши муаммоларига келсак, роботлар организмдан ташқарида ясаиб, уларни танага киритиш ва чиқариб юбориш зарурат туфайлигина амалга оширилади. Агар қандайдир наноробот организмда қолиб кетса ҳам, унинг ўз-ўзини кўпайтириш функциясини ўчириб қўйиш қийин эмас.

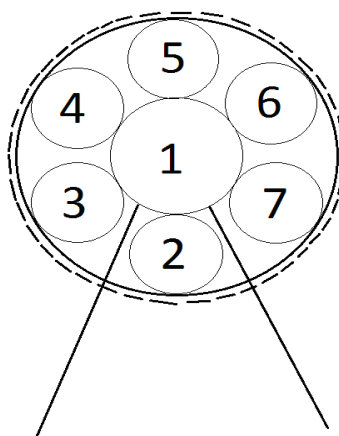
1996-йил Крис Феникс форумда “Инсон қони 500 трлн. роботлар билан алмаштирилса, нима бўлади?” деган хабар қолдирди. Бу “ақлга сиғмас” масала Р.Фрайтас билан узоқ даврли ҳамкорликка олиб келди ва натижада “Робоблоод” (Робототехник қон) номли асар 2002-йилда нашр қилинди.

“Робоблоод” - жуда аниқликда ҳисоблаб чиқилган тиббиёт нанороботларининг мажмуасини лойиҳаси бўлиб, улар инсон танасида яшаш ва фаолият кўрсатиш имкониятига эга бўлган, қоннинг ҳар хил вазифаларини, жумладан, нафас газлар циркуляцияси, глюкозалар, гормонлар, чиқиндилар, ҳужайралар таркибловчилари, ситоплазманинг бўлиниши каби вазифаларни бажаради.

Инсон фаолият турига қараб, 500 трлн. микроскопик нанороботлар таркибига кирган, оғирлиги 2 кг бўлган “Робоқон” 30-200 Ватт энергия талаб этади. Тизим қон ташувчи томирлар тузилишига тўла мос келади ва табиий қон томирларни тўла алмаштириши мумкин. Улар алмазоиддан ёки шунга ўхшаш биомос келувчи моддадан олинади ва энергияни глюкоза ҳамда кислороддан олишади. Мана шу роботлашган қон оддий одамга қандай афзалликлар беради? Имкониятлари бисёр: бу касал тарқатувчи микроблар билан курашиш, томирларни доимий “тозалаш” ва мустаҳкамлаш, венанинг варикоз кенгайиши ва бошқалар. Шикастланган ҳужайраларни автоматик усулда даволаш, ҳаттоки касал генларни янгиси билан алмаштириш каби.

Шундай нанороботлардан бири эритроцитларнинг сунъий эгизаклари-респироцитлардир. Респироцитлар кам энергия истеъмол қилиб, эритроцитлардан бир неча марта кўп энергия тўплай оладилар. Улар қайта дастурлаш, узоқ яшаш ва юқори тезликда фаолият кўрсатиш имкониятларига ҳам эга.

Таклиф этилаётган нанороботимизнинг шакли, худди “ядро модели” ни эслатади (28-расм).



28-расм. Нанороботнинг шакли.

1. Нанокомпьютерлар.
2. Сенсорли камера
3. Зарарланган хужайрага жойлашиш учун махсус қурилма
4. Наноманипулятор
5. Даволовчи қурилма
6. Вирус ва бактерияларга қарши қурилма
7. Ҳаракатни таъминловчи қурилма

Расмда келтирилган 1-7 гача рақамланган қурилмалар қуйидаги вазифаларни бажариши керак.

1. Биз нанороботни бошқариб туришимиз учун ва у бошқа қурилмаларни бошқаришга мўлжалланган.

2. Қоннинг ҳолатини мониторга етказиб бериш учун махсус микроскопик камера.

3. Зарарланган ҳужайрага жойлашиши учун махсус қурилма.

4. Шикастланган ҳужайра билан ишлаш учун телескопик наноманипулятор.

5. Даволовчи(модда) қурилма.

6. Вирус ва бактерияларга қарши курашувчи қурилма.

7. Энергия ва генератор.

Танамизнинг махсус ҳужайраларидан яна бири-тромбоцитлар бўлиб, уларни тирналиш ёки кесилиш натижасида танамиздан кўп қон оқшини олдини олади яъни қонни ивишини таъминлаб беради. Уларнинг сунъий ўхшашлари эса бу вазифани 1 секундда бажаради. Бундан ташқари, сунъий тромбоцитлар зичлиги табиийларникидан 100 марта кичик бўлиши мумкин. Бундан ташқари бегона бактерияларни одамга қоннинг махсус ҳужайралари - лейкоцитлар (оққон таначалари) зарарсизлантириб беради. Лекин, бактерияларнинг маълум бир миқдори бундай табиий ҳимояни енгиб ўтади ва инсонни касал қилади. Шунинг учун қонни тез тозалай оладиган озроқ миқдордаги нанороботларни микрофагоцитлар ёки сунъий иммун ҳужайралари тавсия этилмоқда.

Ядро таркибидаги протонлар ва нейтронлар ўрнини нанороботнинг асосий қурилмалари эгаллайди. Протон ва нейтронларни қамраб олган “р - мезон”ларни вазифасини бажариш учун махсус алоқа воситаларидан фойдаланилади. Нанороботимиз табиий иммун тизимига мослашувчан бўлиши учун биоинерт моддалардан тайёрланади. Наноробот фақат бир организм билан ишлайди ва ўз фаолиятини тугатгандан сўнг биологик йўл билан чиқиб кетади.

Хулоса қилиб айтганда, бундай нанороботлар инсоннинг умрини узайтиришга, уларни касаллик туфайли бевақт вафот этишини олдини

олишга, инсонни турли касалликлардан фориғ бўлиб яшаши каби имкониятларни бера олади.

3.3. Лазерли наноқурилма ёрдамида тромбларни парчалаш

Фан ва техниканинг айниқса, нанотехнологияларни ривожланиши бугунги кунда тиббиёт соҳасида катта инқилоблар даврини бошлаётгани ҳеч кимга сир эмас. Бугун нанотиббиёт тушунчаси шу қадар оммалашмоқда-ки, ундан келажакда жуда кўп ютуқлар кутилмоқда. Мисол тариқасида чиплардаги лаборатория, шикастланган хужайраларга дориларни бевосита етказиш, касалликларни квант нуқталар ёрдамида аниқлаш ва бошқалар. Олимлар ҳатто умрбоқийлик эликсири ғоясини ҳам илгарини суришмоқда.

Бу каби жараёнларда нанотехнология имкониятларидан унумли фойдаланиш мақсадида биз ҳам инсон қон томирларида пайдо бўлувчи ва кўплаб салбий оқибатларга олиб келувчи “тромб”ларни лазерли наноқурилма ёрдамида даволаш техникасини тиббиётга тадбиқ қилмоқчимиз. Қурилманинг долзарблиги, ютуқ ва камчиликларини айтишдан олдин тромблар ҳақида тушунча бериб ўтмоқчиман.

Тромб ўзи нима? У қандай пайдо бўлади? Бугунги кунда уни парчалашнинг қандай усулларида фойдаланилмоқда?

Бизга маълумки, одам организмнинг тузилиши ва функцияси бошқа барча тирик мавжудотларникига нисбатан жуда мураккаб ва ниҳоятда юқори даражада такомиллашган. Одам Ер юзасидаги онгли мавжудот ҳисобланиб, унинг яшаши, атроф – муҳитга бўлган муносабати, жисмоний фаолияти ва руҳий тетикликлари барчаси унинг ўзига боғлиқ бўлган ҳаракатларидир. Инсон организмнинг ички муҳитини қон ташкил қилади. Организмнинг ички муҳитига хужайра ичидаги ва хужайра ташқарисидаги суяқликлар киради.

Одам танаси массасининг ўртача 60% сув ташкил қилади. Қон эса хужайра ташқарисидаги суяқликнинг таркибий қисми бўлиб, унинг миқдори тан массасининг ўртача 7 % ни ташкил қилади. Инсоннинг ҳар томонлама соғлом бўлишида организмдаги қоннинг фаолияти муҳим аҳамиятга эга.

Чунки, қоннинг миқдори камайганда унинг тезлиги ёки босими ўзгарганда инсон ҳаёти учун ҳавф солиши мумкин бўлган касалликлар келтириб чиқариши мумкин. Қоннинг организмдаги аҳамияти у бажарадиган вазифалардан келиб чиқади. Қон қуйидаги вазифаларни бажаради:

1. Транспорт вазифаси (функцияси)
2. Терморегуляция функцияси
3. Қоннинг ҳимоя функцияси
4. Қоннинг айирув функцияси
5. Кореллятив функцияси

Қон қизил рангли, шўр таъмли, ёпишқоқ суюқликдир. Унинг ёпишқоқлиги 4,0-6,0 га тенг. Яъни қон сувга нисбатан 4,0-6,0 баробар ёпишқоқроқдир. Қоннинг ёпишқоқлиги асосан таркибидаги қизил қон таначалари, эритроцитларнинг миқдorigа ва камроқ даражада плазманинг оксил таркибига боғлиқ. Одам организмида ўртача 5-6 литр қон бўлади. Бу тана оғирлигининг 1/12 қисмини ташкил этади. Қоннинг 80% га яқин қисмини сув, 20% га яқин қисмини эса қуруқ моддалар ташкил қилади.

Тромб ёки тромбоз нима?

Тромбоз — тромб деб аталадиган қон лахтаси ҳосил бўлиши билан характерланадиган процессдир. Қон ивиши — қоннинг суюқ ҳолатдан эластик лахтага айланиши — нормал шароитларда қон кетишини тўхтатиб қўядиган муҳим физиологик процессдир, чунки ҳосил бўлган тромб шикастланган томирни бекитиб қўяди. Қон ивишининг бузилиши одам организми учун жуда хавфлидир, бунда ҳар қандай томирнинг андек бўлсада шикастланиши тўхтамай қон оқавериb, одамнинг қонсираб ўлиб қолишига олиб келиши мумкин.

Тромбоз томирлар спазм бўлиб қолганда, қон оқиш секинлашиб қолганда, организмдаги умумий моддалар алмашинувининг баъзи бузилишларида, юрак-томирлар системаси фаолияти издан чиқиб қолган пайтларда кузатилади. Тромбоз пайдо бўлишига олиб келадиган сабаблардан бири томирлардаги склеротик процесс томирлар йўлининг торайиб қолиши,

томирлар девори бу тузилишининг бузилиши, юрак томирлар системаси фаолиятининг ўзгариб, қон оқиши секинлашиб қолишигга олиб келишидир деб ҳисобланади. Тромб қон элементлари: фибрин, эритроцитлар, тромбоцитлар ва бошқалардан иборат. У одатда қаерда ҳосил бўлса ўша жойдаги томир девори билан боғланган бўлади. Тромбнинг ҳар хил турлари бор. Тромб таркибида эритроцитлар кўпроқ бўлса, бундай тромб қизил тромб дейилади, бордию, лейкоцитлар кўпчиликини ташкил қиладиган бўлса, уни оқ тромб деб аталади; тромбнинг тузилишида ҳамма элементлар катнашган бўлса, бундай тромбни аралаш тромб дейилади.

Юрак фаолияти анчагина сусайиб (веноз қон димланиб) қолгани сабабли юзага келган тромб димланиш тромби деб аталади. Бордию, тромб пайдо бўлиши билан бир қаторда қон томирининг ўша қисми яллиғланиб турган бўлса, бундай патологик процесс тромбофлебит ёки тромбоартериит деб юритилади. (тромбофлебит — вена яллиғланиб, унинг тромбозга учраши, тромбоартериит эса, артерия яллиғланиб, унда тромбоз пайдо бўлиши). Тромб баъзида томир йўлини беркитиб турмайди, бундай тромб деворга тақалган тромб дейилади.

Юрак бўшлиқларида асосан яллиғланган эндокард бутунлиги бузилиши сабабли деворга тақалган тромблар ҳосил бўлиши тромбоэндокардит деб аталади.

Тромб бошча, тана ва думдан иборат бўлади. Тромб қийинроқ бўлса, аутолиз (ириш) натижасида батамом емирилиб кетиши мумкин. Баъзан тромбнинг бир қисми узилиб чиқиб, томирлар системасининг қандай бўлмасин бирор қисмида тромбоэмболия пайдо бўлишига олиб келиши мумкин.

Тромб бириктирувчи тўқима билан алмашина олади. Бу, процесс тромбнинг шаклланиши, эт олиши деб аталади. Тромб эт олганида анча ихчам тортиб, томир деворига маҳкам ёпишиб қолади, томир йўли кенгаяди. Қон ўтиб туриши учун шароит яхшиланади. Тромбнинг одам организмига қанчалик зарар етказиши бир қанча шароитларга: тромбнинг қаерда

жойлашгани, қанчалик тез ҳосил бўлганига, беморнинг ёши ва бошқаларга боғлиқ. Юрак ва бош мияни қон билан таъминлаб турадиган артерияларда тромб пайдо бўлганда оғир касалликлар, масалан миокард инфаркти бошланиши мумкин. Тромб аста-секин пайдо бўлиб борганда коллатерал йўл билан қон айланиши шаклланиб боради. Томир бирдан бекилиб-тиқилиб қолганда орган ва тўқималарда оғир ўзгаришлар юзага келиш эҳтимоли ортади. Тромб веналарда пайдо бўлганда (масалан, оёқ веналарида) флеботромбоз бошланади.

Орган ёки тўқиманинг қон билан таъминланиб туриши бузилишидан инфаркт юзага келади. Инфаркт кўпинча тромбоземболия натижасида пайдо бўлади.

Бу қон томирларидан қон айланишининг издан чиқиши муносабати билан орган ва тўқималарда авж олиб борадиган оғир натологик процесслар. Тез пайдо бўладиган тромб, эмболия ва қон томирининг узок, спазм бўлиб туриши қон билан таъминланишнинг шу тариқа бузилишига олиб келиши мумкин. Инфаркт кўпинча тромбоземболия натижасида пайдо бўлади. Инфаркт моҳият эътибори билан олганда орган ёки тўқиманинг қон билан таъминланиб туриши бузилиб қолишидан иборат, шунга кўра уларда ишемия юзага келиб, кейин некроз пайдо бўлади. Қайси органлар томирлар тўрининг тулиши артерияси тиқилиб қолганда коллатерал йўл билан қон айланиб туришига имкон бермайдиган бўлса, инфаркт кўпинча ўша органларда пайдо бўлади. Юрак, буйрак, бош мия ва бошқалар ана шундай органлар жумласига киради.

Инфарктнинг оқибати бир қанча омилларга боғлиқ. Бу аввало организм, инфаркт пайдо бўладиган орган ва тўқималарнинг умумий ҳолатига, инфарктнинг катта-кичиклигига, унинг ҳаёт учун муҳим органларга нисбатан олган жойи ва бошқаларга боғлиқ. Тўқиманинг инфаркт пайдо бўлган жойида инфарктнинг эт олиш процесси бўлиб ўтади, бу процесс шундан иборат бўладики, ўша жой ихчам тортиб, атрофида реактив яллиғланиш бошланади ва бириктирувчи, тўқима пайдо бўлиб, бояги жойни

соғлом тўқимадан ажратиб қўя бошлайди. Кейинчалик инфаркт батамом бириктирувчи тўқима билан алмашинади, бу чандиқ пайдо бўлишига олиб келади. Инфарктнинг ёмон оқибати — унинг ириб ёки чириб кетишидир, бундай ҳолларда орган ёки тўқиманинг тегишли қисми ёрилиб кетиши мумкин.

Миокард инфарктида миокард миомалацияси (юмшаб қолиши) деган ходиса бўлиши мумкин. Бунда миокард юпка тортиб қолади, бу юрак аневризмаси пайдо бўлишига ёки миокард ёрилиб, одам ўлиб қолишига олиб келади. Ҳамма ҳолларда, ҳатто оқибат яхши бўлган (пишиқ бириктирувчи тўқима чандиғи юзага келган) пайтда ҳам орган функцияси бир қадар бузилганича қолаверади. Ўз вақтида тўла-тўқис даво қилингандагина инфаркт билан зарарланган орган фаолияти етарлича тўла тикланиб, аслига келиши мумкин.

Миокард инфаркти — бу миокард некрозидир. У юрак тож артерияларининг тромб билан тўсатдан бекилиб қрилиши ёки уларнинг ўткир спазмга учраши оқибатида пайдо бўлади. Патогенези стенокардия патогенезига кўп жиҳатдан ўхшаш. Стенокардияда бўлгани каби миокарднинг қон билан таъминланиши бузилади. Бироқ агар стенокардияда бу вақтинчалик бузилиш бўлса ва миокардда органик ўзгаришларга олиб келмаса, миокард инфарктида ишемия (қон таъминоти камайиши), кейин эса у ёки бу бўлимида некроз ўчоғи ҳам пайдо бўлади.

Миокард инфарктида консизланган ва некрозга учраган миокард участкаси чандиқ (ямоқ)ланишга учрайди. Бириктирувчи тўқима ривожланади, қаттиқ чандиқ ҳосил бўлади. Юрак ўз функциясини давом эттиради, бироқ инфарктдан кейин миокард кучсизланиб қолади. Юракнинг ўтказувчи системасини кенг зарарлантирган миокард инфарктида ўткир юрак етишмовчилиги юз бериши ва юрак тўхташи мумкин.

Миокард инфаркти аксарият атеросклероз, гипертония касаллиги билан касалланган шахсларда содир бўлади. Стенокардияни бу касалликнинг

даракчиси деб ҳисоблайдилар, бироқ баъзан миокард инфаркти тўсатдан юз беради.

Ўзбекистонда юрак қон томир касалликлари ўлим кўрсаткичлари орасида биринчи ўринни эгаллайди. Бу каби нохушликларни олдини олиш мақсадида қўшимча даволаш воситаларини тадбиқ қилиш керак деб ҳисоблайман.

Энди лазерли наноқурилманинг тузилиши ва ишлаш принципи билан танишайлик.

Наноқурилманинг тахминий кўриниши қуйидагича:

Расм.

- а) Рентген нури.
- б) Электрон микроскоп.
- с) Камера.
- д) Нанокомпьютер
- е) Лазер нури.

Вазифалари.

Рентген нури тушириб тромбнинг қандай катталиқда ва қайси томирларда жойлашганлигини аниқлаб бериш;

Электрон микроскоп ёрдамида тромбнинг катталшган тасвирини камерага узатамиз. Бевосита камера олаётган тасвирларни нанокомпьютер ёрдамида тахлил қиламиз;

Яъни 1-қурилмадан чиққан ҳабар сигналини 2- қурилма ёрдамида қабул қилиб уни 3- қурилма яъни компьютерга узатамиз. Компьютер ёрдамида тромбнинг вазияти, ҳолати таҳлил қилиниб, уни биринчи қурилмадаги нанокомпьютерга юборамиз. Тахлил натижаларидан сўнг лазер нурнинг дозаси танланиб, тромб ҳосил бўлган нуқтага юборамиз. Лазер нури ёрдамида парчаланган тромб қон таркибида доимий ҳаракатини давом эттиради.

Бу орқали биз инсонларни инфаркт ёки миокард инфаркт каби касалликларнинг олдини олган бўламиз.

Қисқача хулоса

Умумий хулосалар

Фойдаланилган адабиётлар рўйхати