

Nazariy ma'lumot.

1-mavzu. Zamonaviy tadqiqotlar xususiyatlari. Fizika va astronomiya sohasidagi tadqiqotlar xarakteri. Fizika va astronomiya sohasidagi tadqiqot yo'nalishlari.

Tayanch iboralar: *Xalqaro ilmiy markazlar va tashkilotlar, CERN, Fermilab, DEZI, YeKA, yangi nazariyalar, tezlatkichlar, materiyaning yangi turlari, neytrino fizikasi, nanofizika, nanotexnologiyalar, kengayayotgan Olam, insoniyot tarixi.*

Qadimdan to XVIII asr oxirigacha bu fan falsafa fani tarkibida o'z rivojlanish yo'lini bosib o'tgan bo'lsa, XIX asr boshidan mustaqil fan sifatida tabiat sir-sinoatlarini ochishga, ular asosida jamiyat taraqqiyotiga, insoniyat turmush tarzini yaxshilashga xizmat qilib kelmoqda.

Uzoq taraqqiyot davomida bu sohadagi ilmiy-tadqiqot ishlari xarakteri ham zamonga mos ravishda o'zgarib kelgan. Dastlabki paytlarda fizika va astronomiya sohasidagi iyangilik, kashfiyot va ixtirolar kuchli aql-zakovat sohiblari tomonidan yaratilgan bo'lsa, keyinchalik ma'lum muammoni hal qilishga yo'naltirilgan olimlar guruhi tomonidan uzoq muddatli izlanishlar natijasida ma'lum ko'zlangan natijalarga erishila boshlandi. Bu holat 20-asrning ikkinchi yarmidan boshlab ma'lum yo'nalishdagi muammolarni o'rganishga mo'ljallangan ilmiy markazlarda amalga oshirish odatiga aylandi. Shu taxlit Fermilab (AQSH), DEZI (Germaniya), CERN (Shvyveysariya), YeKA (Yevropa kosmik agentligi) kabi xalkaro ilmiy markazlar va tashkilotlar vujudga kelgan.

Bunday ilmiy markaz va tashkilotlarning yuzaga kelishiga sabab, birinchidan fizika va astronomiya sohasidagi tadqiqotlarni amalga oshirish uchun yangi va katta xarajat talab qiladigan qurilmalar hamda tadqiqotlarni amalga oshirish uchun yuqori salohiyatli olimlar guruhi yoki guruhlarini o'ta zarurligi hisoblanadi. Ikkinchidan, dunyodagi hech bir davlat bunday katta xarajat talab qiladigan tadqiqot olib borishni mablag' bilan mustaqil ta'minlay olmaydi. Shu sababli bunday ilmiy markazlarda tadqiqot ishlarini xalkaro tashkilotlar tomonidan mablag' bilan ta'minlanishi yo'lga qo'yilgan hamda tadqiqot ishlariga tanlov asosida butun dunyodagi davlatlar mutaxassislari jalb qilinishi odatga aylandi.

Ushbu dunyo ilmiy markazlarida fizika va astronomiya sohasida so'nggi 30-35 yil mobaynida katta yutuqlarga erishildi.

Bu yutuqlar va ulkan ilmiy siljishlar quyidagi yo'nalishlarda sodir bo'ldi va bo'lmoqda:

1. Elementar zarralar fizikasi nazariyasi sohasida: Birlashtiruvchi nazariyalar, ya'ni 4 ta fundamental o'zaro ta'sirni yagona mexanizm asosida birlashtiruvchi nazariyalar qurish yo'nalishida;
2. Neytrino fizikasi sohasida, ya'ni neytrino tabiatini o'rganish, neytrino ossilyatsiyasini tadqiq qilish yo'nalishida;
3. Astrozarralar xususiyatlari, materiyaning yangi shakllari (Qora materiya, Qora energiya, gravitatsion to'liqlar) ni o'rganish yo'nalishida;
4. Yangi avlod tezlatkichlarini qurish va yanada yuqori energiyalarda zarralar xususiyatlarini o'rganish yo'nalishida;

5. Yangi zarralarni izlash sohasida, ya'ni tezlatkichlarda va tezlatkichlarsiz zarralar fizikasi sohasida (koinot nurlarining xususiyatlarini o'rganish) yo'nalishida;

6. Qattiq jismlar fizikasi sohasida, ya'ni yuqori temperaturali o'ta o'tkazuvchanlik hodisasi, qattiq jismlarning yangi xususiyatlarini o'rganish yo'nalishida;

7. Nanotexnologiyalar (hozirda nanofizika, nanokimyo, nanobiologiya, nanomeditsina kabi fan yo'nalishlari dunyo miqyosida shakllandi, ular rivojlanish bosqichida) yo'nalishida;

8. Insoniyat hayot tarzi darajasi hamda talablariga qarab fizikaning yangi tadbiriq yo'nalishlari-meditsina fizikasi, mezofizika, ekonomfizika kabi yo'nalishlarning shakllanishi yo'nalishida.

Ayniqsa, nanofizika sohasida 2004 yilda grafen strukturasi Manchestr univversiteti olimlari tomonidan olindi va bu yutuq uchun 2010 yilda ular Nobel mukofotiga sazovor bo'lishdi. Grafen dunyodagi eng yupqa material bo'lib grafit (ko'mir) moddasidan olinadi, uning qalinligi atom o'lchamiga teng, mustahkamligi olmosday, elektr va issiqlik o'tkazuvchanligi misdan ham yaxshi. Lekin uning mexanik, optik, issiqlik va elektr o'tkazuvchanlik xususiyatlarini yanada yaxshilash mumkin. Shu jihatdan grafen eng istiqbolli material hisoblanadi va uning qo'llanilishi fan-texnika taraqqiyotini tezlashtirishi (hozirda samarali elektr batareyalari, issiqlik elementlari, suvni chuchuklashtirgichlar va yuqori sezgir elementlar yaratilgan va ularni keng ishlab chiqarish masalalari ko'rilmoqda) hamda insoniyat turmush tarzini yanada yaxshilashi kutilmoqda.

Sodir bo'lgan bu o'zgarishlar fizika va astronomiyadagi shu vaqtgacha shakllangan tasavvurlarni juda kengaytirib yubordi va albatta mutaxassislar, ayniqsa, yosh avlod uchun qiziqish maydoniga aylandi.

Ushbu jahon miqyosida erishilgan va erishilayotgan fizika va astronomiya sohasidagi yutuqlar, sohada rejalashtirilayotgan tadqiqot ishlari albatta ta'lim tizimimizda o'z aksini doimiy topib borishi kerak. Shu o'rinda, fizika-astronomiya ta'limida informatika fanining o'rini alohida ta'kidlab o'tishimiz zarur. Chunki, fizika va astronomiya taraqqiyot yo'nalishlari aynan mikro o'lchamlarda sodir bo'layotgani va bu o'zgarishlar, erishilayotgan yutuqlar bizning dunyoqarashimizni tubdan o'zgartirib yuborayotgani, bu jarayonlarni ko'z bilan ko'rib, qo'l bilan ushlab bo'lmagligini inobatga olsak, albatta komputer texnologiyalari, turli animatsiyalar ahamiyati yaqqol ko'rinib qoladi. Shu sabab asosiy vazifamiz komputer texnologiyalaridan foydalanib fizika va astronomiya ta'limi sifatini ta'minlashdan iborat bo'lmog'i kerak.

Nanotexnologiyalarning paydo bo'lishi, maqsad va vazifalari

Nanofizika – nanometr o'lchamdagi ob'yektlar fizikasi. Nanometr - 10^{-9} metr o'lchamni anglatadi. Hozirgi vaqtgacha kondensatsiyalangan holat fizikasida shunday o'lchamdagi ob'yektlar bilan ishlab kelingan edi. Hayot taqozasi bilan yangi materiallar olish, ularda oldindan belgilangan xususiyatlarni hosil qilish kabi talablar bu yo'nalishning shakllanishiga olib keldi. Shu sababli nanofizikani nanoob'yektlar va nanosistyemalar sohasidagi kondensatsiyalangan holat fizikasi deb atashimiz mumkin. Nanofizikaning boshqa fanlarga nisbatan o'rini (makro-, mikro-, atom, molekulyar fizika va boshqlar.) aniqlash uchun nanometrni atom

o'ldhami bilan taqqoslaymiz. Shunda nanofizika o'nlab atomlardan iborat ob'yektlar bilan ishlashi kelib chiqadi va uning metodlari bu ob'yektlardagi alohida zarralar xossalari bayon qilishi, "ko'rishi" yoki o'lchashi mumkin bo'ladi.

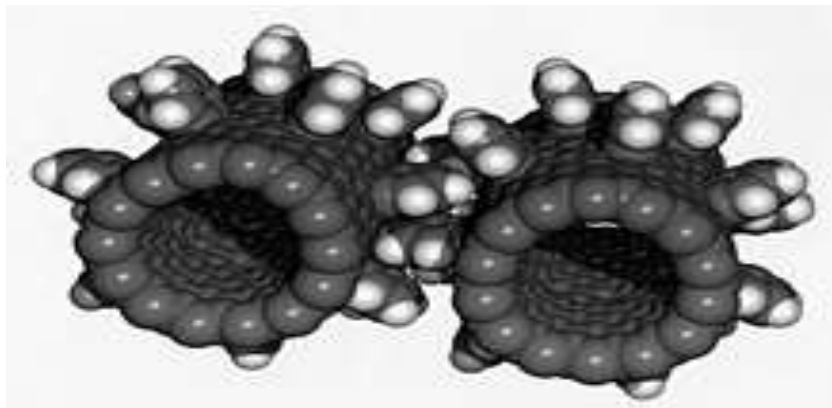
Tabiatda nano ob'yektlar mavjud emas. Lekin tabiat qonunlari bu ob'yektlarni zamonaviy ximiya va nanotexnologiyalar usullari yordamida yaratishni, hosil qilishni inkor qilmaydi. Xususan, so'nggi 20 yil mobaynida karbonlar ximiyasi keskin rivojlanishga erishdi. Fullerin – to'g'ri ko'p qirrali tuzilishga ega, o'nlab, yuzlab hatto minglab uglerod atomlaridan tashkil topgan molekula, nanotrubkalar – diametri bir necha nm o'lchamga va bir necha sm uzunlikka ega silindrlar, va bu tuzilmalarning agregat holatlari (trubkaga joylashgan fullerin shariklar, trubka ichiga joylashgan trubka, trubkalardan o'rilgan "kanatlar", va hakoza. Bu ob'yektlar elektr zanjiriga ulansa molekulyar tranzistor, to'g'irlagich, elektronlarni bir elektrodan ikkinchisiga bittadan o'tkazadigan "kur'yer"larga aylanadi. Karbon nanotexnologiyasining so'nggi yutug'i – grafen tekisliklari, ya'ni bir atom qalinligidagi plenklar bo'lib, ular oltiburchakli asalari uyasini eslatadi. Grafen nanotexnologiyasi barcha ko'rsatgichlar – qurilma ixchamligi, ishlashtezligi, ma'lumotni yozish zichligi, va hakoza bo'yicha kremniyli texnologiyani siqib chiqarishi bashorat qilinmoqda. Bu molekulyar nanofizikaga parallel ravishda sun'iy atom va molekulalar fizikasi – kvant nuqtalar fizikasi ham rivojlanmoqda. Kvant nuqta – elektronlar uchun juda kichik radiusga ega qopqon bo'lib bu radius ixtiyoriy elektronning to'liq uzunligiga yaqin o'lchamga ega. Shu sababli atom yoki molekuladagi kabi kvant nuqtadagi barcha holatlar kvantlangan bo'ladi. Odatda kvant nuqtalar ikki GaAs/(Ga,Al)As yarim o'tkazgichdan iborat "sendvich" – geterostrukturaga elektrodlar kiritish bilan hosil qilinadi. Yarimo'tkazgichlar orasidagi chegara – interfeysda ikki o'lchamli elektron gaz hosil qilinadi. Bu elektronlarning ma'lum qismi elektrodlar tomonidan hosil qilingan yopiq elektrostatik qopqonda ushlab qolinadi. Bu qopqon kvant nuqta vazifasini bajaradi. Ikki o'lchamli elektronlar berilgan kuchlanish ta'sirida kvant nuqta orqali bittabittalab tunneldan o'tganday o'tadi. Natijada Om qonuni ifodalagan tok va kuchlanish orasidagi chiziqli bog'lanish o'rniga pog'onali volt – amper xarakteristikaga ega bo'linadi.

Har bir pog'ona kuchlanish ostida navbatdagi elektronning tunnellanishiga mos keladi. Shunday qilib elektronlarni kvant nuqtada bittalab sanash mumkin bo'ladi. Disk sifat kvant nuqtalarda elektrodlar qopqonni qobiqlarga ajratadi va natijada ushlab olingan elektronlar atomlardagi kabi qobiqlar – orbitalar bo'ylab taqsimlanadilar. Bu "silindrik" atomlar Mendeleyev-Bor qonuniga mos o'zlarining xususiy davriy sistemasini tashkil qiladi.

Nanofizikaning yana bir hayratlanarli ixtirosi – optik panjaralardir. Bu panjaralarda davriy "kristall" struktura kesishgan lazer dastalari yordamida hosil qilinadi. Optik panjara tugunlarida ishqoriy yoki oraliq metallarning neytral atomlari joylashtiriladi. O'zining fizik xususiyatlariga ko'ra bu nurdan yasalgan kristallar oddiy kristallarni eslatadi. Lekin ularning parametrlari tajriba qurilmasida oson o'zgartirilishi mumkin.

Shunday qilib, nanofizika – eksperimentatorlar san'ati natijasida yaratilgan ob'yektlar fizikasidir. Bu ob'ektlarda kvant mexikasining barcha qonuniyatlari

bajariladi. Faqat ular ona tabiat tomonidan tabiiy holda yaratilmagan. Bu ob'ektlar kelajak nanoelektronikasi uchun o'ta foydali bo'lar, lekin hozirlikcha nanofizika sohasidagi ishlar fundamental fan va texnologiya taraqqiyotiga katta hissa bo'lib qo'shildi.



Nanotrubka asosida yaratilgan molekula o'lchamidagi shesterna (tishlama) lar

Nanofizika va nanotexnologiyalar erishgan yutuqlar

Nanotexnologiya – fundamental va amaliy fanlar hamda texnikaning birlashgan sohasi. Bu sohada nazariy asoslash, tadqiqotning amaliy metodlari, analiz va sintez, ishlab chiqarish usullari, alohida tabiatda mavjud atom va molekular xossalari asosida nazorat qilinadigan tanlangan xususiyatli atom strukturalarini ishlab chiqish va qo'llash kabi vazifalar to'plami amal qiladi.

Hozirga (2015 yil sentyabr oyi) qadar nanotexnologiya va nanomahsulotni ta'riflovchi yagona standart mavjud emas.

“Nanotexnologiyalar” tushunchasiga quyidagi ta'riflar berilgan:

IOS/TK 229 texnik qo'mitasida nanotexnologiyalar deganda quyidagilar tushuniladi:

1 1 nm (100 nm dan kichik o'lchamlarda ham) o'lchamdagi bilim va jarayonlarni boshqarish, bir va bir necha o'lchamli effekt (hodisa) ularni amalda qo'llash imkoniyatlarini yaratsa;

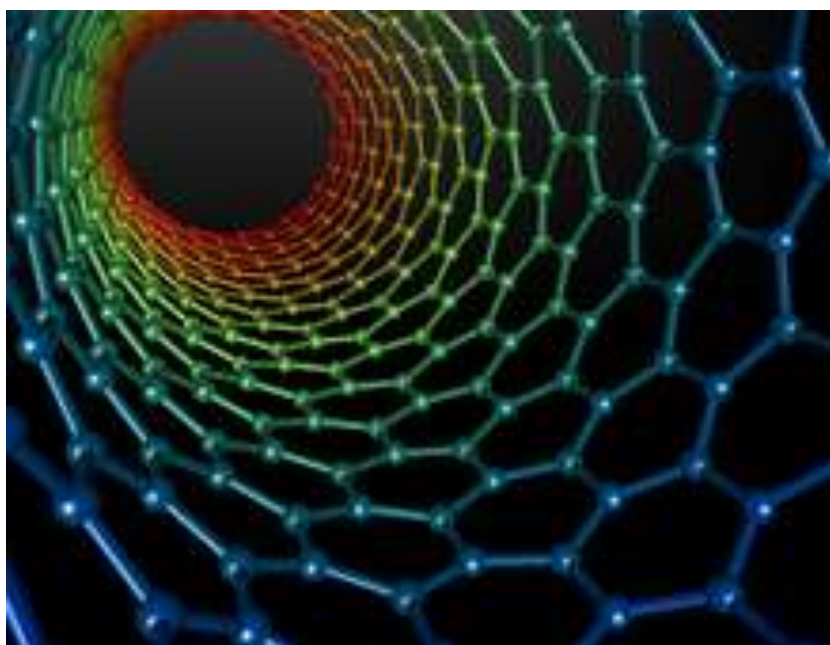
2 Ob'yekt va materiallar xossalari nanometr masshtablarda ishlatilsa va bu xossalar tabiiy atom yoki molekular xossalariidan hamda ulardan yasalgan moddalar hajm xususiyatlaridan farq qilsa, bu xossalardan foydalanib yanada mukammal materiallar, asbob-uskunalar, sistemalar yaratilsa.

Nanotexnologiyaning amaliy aspekti atomlar, molekular va nanozarralarni yaratish, ishlov berish va boshqarish uchun zarur bo'lgan asbob-uskuna hamda ulaning komponentalarini ishlab chiqarishdan iborat. Bunda ob'yektning chiziqli o'lchami 100 nm dan kam bo'lishi shart emas. Balkim ob'yekt nanoob'ektlardan iborat makro ob'yekt ham bo'lishi mumkin.

Nanotexnologiyalar amaldagi fanlardan sifat jihatdan farq qiladi. Chunki bu masshtablarda amaldagi moddaga ishlov beruvchi makroskopik texnologiyalarni qo'llab bo'lmaydi. Mikroskopik hodisalar (masalan, Van-der-Vaals kuchlari, kvant effektlari) esa oddiy masshtablarda juda kuchsiz, lekin mikro masshtablarda ancha ahamiyatli bo'ladi.

Nanotexnologiya, asosan molekulyar texnologiya— yangi, juda kam o‘rganilgan fan hisoblanadi. Bu sohada bashorat qilinayotgan asosiy kashfiyotlar hali amalga oshirilgani yo‘q. Lekin olib borilayotgan tadqiqotlar o‘zining amaliy natijasini bermoqda. Zamonaviy elektronikaning taraqqiyoti qurilmalar o‘lchamlarining kamayishi tomonga qarab yo‘nalgan. Ikkinchi tomondan mavjud klassik ishlab chiqarish ham xarajatlar oshishi hisobiga to‘siqqa uchramoqda. Shu sababli nanotexnologiya elektronika va boshqa fan yutuqlarini talab qiladigan ishlab chiqarish sohalarining rivojlanishidagi keyingi bosqich sifatida qaralmoqda.

Nanotexnologiyaning yuzaga kelish tarixi **Uglerod nanotrubkasining ichki tasviri**



Nanotexnologiyaga asos bo‘lgan metodlarni 1959 yilda Richard Feynmanning Kaliforniya texnologiya institutida bo‘lib o‘tgan Amerika fizika jamiyatining yillik majlsidagi chiqishi bilan bog‘lashadi. U alohida atomlarni ular o‘lchamidagi manipulyator yordamida aralashtirish taklifini bergan edi.

Atom darajasidagi ob‘ektlarni tadqiq qilish taklifi I.Nyuton tomonidan 1704 yilda nashr qilingan. Kitobda Nyuton kelajakda mikroskoplar “korpuskula sirlari”ni o‘rganishga imkon berishiga umid qilishini bayon qilgan.

“Nanotexnologiya” termini birinchi bo‘lib NorioTaniguti tomonidan 1974 yilda ishlatilgan. U bu termin bilan bir necha nanometr o‘lchamga ega mahsulotlar ishlab chiqarishni nazarda tutgan. O‘tgan asrning 88-yillarida Erik K. Dreksler bu terminni o‘zining “Yaratuvchi mashinalar: kelayotgan asr – nanotexnologiyalar asri”(«*Engines of Creation: The Coming Era of Nanotechnology*») va «*Nanosystems: Molecular Machinery, Manufacturing, and Computation*» kitoblarida ishlatgan.

Miniatyurizatsiyaning zamonaviy tendensiyasi shuni ko‘rsatdiki, moddaning kichik zarrasi ajratib olinsa, bu modda o‘zining umuman yangi xususiyatlarini namoyon qilar ekan. Ayrim matyeriallarning nanozarralari juda yaxshi katalitik va adsorbsion xususiyatlarini namoyon qilsa, boshqalari ajoyib optik xususiyatlariga

ega bo'lib qoladi. Masalan, organik materiallarning juda yupqa plenkasini Quyosh bataryeyalari ishlab chiqarishda foydalaniladi. Bu bataryeyalar past samaradorlikka ega bo'lishadi, lekin arzon va mexanik ta'sirlarga chidamli. Sun'iy nanozarralarni nano o'lchamli tabiiy birikmalar – oqsillar, nuklein kislotalari va boshqalar bilan ta'sirlashishga erishilmoqda.

Nano ob'yektlar 3 sinfga bo'linadi: uch o'lchamli zarralar, ular o'tkazgichlardan, plazma sintezi va yupqa plenkalarni tiklash va boshqa yo'llar bilan olinadi, ikki o'lchamli ob'yektlar – molekulyar va ion qatlamlashtirish yo'li bilan olingan plenkalalar, bir o'lchamli ob'yektlar – viskerlar, molekulyar qatlamlashtirish usuli orqali olinadi. Bundan tashqari nanokompozitlar ham mavjud bo'lib, ular nanozarralarni qandaydir matritsaga kiritish yo'li bilan olingan materiallar hisoblanadi. Molekulyar va ionqatlamlashtirish usullari real monoqatlamlar olishning ishonchli usullari hisoblanadi. Tabiiy va sun'iy yaratilgan organik nanozarralar alohida sinfni tashkil qiladi. Hajmga ega materiallardan tashqari nanozarralarning fizik va ximik xususiyatlari ularning o'lchamiga juda ham bog'liq bo'lganidan nanozarralar o'lchamini eritmalarda o'lchash usullariga bo'lgan qiziqish ortmoqda. Bu usullarga nanozarralar traektoriyalarini tahlil qilish, dinamik nur sochilishi, sedimentatsion analiz va ultratovvush usullari kiradi.

Nanotexnologiya oldida turgan muhim masalalardan biri – molekulalarni ma'lum yo'l bilan gruppalashtirish, o'zlashlashtirish va natijada yangi materiallar, qurilmalar olishdir. Bu muammo bilan ximiyaning bo'limi – supramolekulyar ximiya shug'ullanadi. Bu bo'lim alohida molekulalarni emas, molekulalar orasidagi o'zaro ta'sirni o'rganadi. Bu kuchlar molekulalarni tartiblashtirish asosida yangi modda va materiallar hosil qilishi mumkin. Tabiatda shunday kuchlar va jarayonlar mavjud. Masalan, biopolimerlar maxsus tuzilmaga kelish xususiyatiga ega. Oqsillar ham turli birikmalar hosil qilish xususiyatiga ega.

Nanozarralarning qo'llanilishiga bitta xususiyat to'sqinlik qilmoqda. Bu nanozarralar aglomeratlar, ya'n ibir-biriga yopishishi natijasida keraksiz birikmalar hosil qiladi. Shu sababli keramika va metallurgiya sohasida istiqbolli hisoblangan nanozarralardan foydalanishda bu muammoni hal qilish kerak.

Nanotuzilmalar sohasidagi keyingi natijalar:

- Nanokristallar
- Aerogellar
- Aerografitlar

Nanoakkumlyatorlar—2005 yilda Altair Nanotechnologies (AQSh) kompaniyasi tomonidan litiy-ion akkumlyatorlari elektrodleri uchun nanotexnologik material yaratilganligini ma'lum qildi. $\text{Li}_4\text{Ti}_5\text{O}_{12}$ elektrodli akkumlyatorlar zaryadlanish vaqti 10—15 minut. Bu akkumlyatorlar elektromobillar yaratish uchun katta imkoniyatdir.

2007 yil 15 oktyabrda Intel kompaniyasi kompyuter protsessorining yangi prototipini yaratganligini ma'lum qildi. Bu protsessor 45 nm o'lchamdagi tuzilma elementlarga ega. Keyinchalik bunday elementlar o'lchami 5 nm gacha yetishi ko'zda tutilmoqda. Bu kompaniya konkuryenti bo'lgan AMD kompaniyasi IBM kompaniyasi bilan birgalikda ishlab chiqilgan nanotexnologik jarayonlarni anchadan beri qo'llab kelmoqda. Bu texnologik jarayonlarning Intel ishlanmalaridan

farqi qo'shimcha SOI izolyatsiya qoplamasining ishlatilishidir. Bu qoplama tranzistor tuzilmasini qo'shimcha izolyatsiyalashi sababli tokning oqib chiqishi oldi olinadi. Bu kompaniyada 14 nm o'lchamdagi tranzistorli protsessorlarning ishchi namunalari hamda 10 nm o'lchamdagi tranzistorli protsessorlarning tajriba nusxalari mavjud.

Qattiq disklar – 2007 yilda Piter Gryunberg va Albert Fert GMR – effektini kashf qilishgani uchun Nobel mukofotiga sazovor bo'lishdi. Bu effekt ma'lumotlarni qattiq disklarda atomlar zichligi darajasida yozishga imkon beradi.

Skannirlovchi zond mikroskopi (SZM)—yuqori ajratish qobiliyatiga ega mikroskop bo'lib, zond ignasining o'rganilayotgan sirt bilan o'zaro ta'sirlashishiga asoslangan. Odatda o'zaro ta'sirlashish deganda kantilevyer (zond) ning Van-der Vaals kuchlari ostida sirtga tortilishi yoki undan uzoqlashishi tushuniladi. Lekin maxsus kantilevyer (zond) ishlatilganda sirtning elektr va magnit xossalari o'rganish mumkin. SZM tok o'tkazuvchi va o'tkazmaydigan sirtlarni (hatto suyuqlik qatlami bo'lgan hollarda, organik molekulalar –DNK bilan ham) o'rganishga ham imkon beradi. Uning ajratish qobiliyati atom o'lchami darajasida.

Antenna-ossilyator—2005 yil 9 fevralda Boston universiteti laboratoriyasida 1 mkm o'lchamdagi antenna-ossilyator yaratildi. Bu qurilma 5000 million atomlardan iborat bo'lib 1,49 gigahers chastotada katta hajmdagi informatsiyani uzatish qobiliyatiga ega.

Plazmonlar— metalldagi erkin elektronlarning kollektiv tebranishi. Plazmonlarning xarakterli xususiyati plazmon rezonansidir. Bu rezonans 20-asr boshlarida Mi tomonidan bashorat qilingan. Plazmon rezonansining to'liq uzunligi, masalan, 50 nm diametrli kumush zarrasi uchun to'liq uzunlik taxminan 400 nm ni tashkil qiladi. Bu holat nanozarralarni qayd qilishga imkon beradi, ya'ni nurlanish to'liq uzunligi zarraning o'lchamiga qaraganda ancha katta.

Robototexnika

- Molekulyar rotorlar-sintetik nano o'lchamli dvigatellar, yetarli darajadagi energiya berilganda ular aylantiruvchi (buralma) moment hosil qilishadi.
- Nanorobotlar-molekula o'lchamiga teng nano materiallardan yasalgan robotlar, ular harakatlana oladilar, ma'lumotni qayta ishlaydi va uzata oladi, dasturlarni bajara oladilar. O'z nusxasini yarata oladigan, ya'ni o'zini o'zi yaratadigan robotlarga replikatorlar deyiladi.
- Molekulyar propyeller (vint)lar- vint shaklidagi nano o'lchamdagi molekulalar, ular maxsus shakllari (mikroskopikvint) hisobiga aylanma harakatlana oladilar.
- 2006 yildan buyon RoboCup loyihasi doirasida (robotlar o'rtasida futbol chempionati) «Nanogram Competition» nominatsiyasi paydo bo'ldi. Bu nominatsiyada o'yin maydoni tomoni 2,5 mm ga teng kvadratni tashkil qiladi. O'yinchining maksimal o'lchami esa 300 mkm bilan chegaralangan.

Konseptual qurilmalar

Nokia Morph- Nokia va Kembridj universiteti tomonidan nanotexnologik material asosidagi kelajakdagi qo'l telefoni loyihasi ishlab chiqilgan.

Nanotexnologiyalar sanoati

2004 yilda nanotexnologiya sohasiga kiritilgan dunyo bo'yicha investitsiyalar 2003 yildagiga qaraganda 2 marta oshgan va 10 mlrd. Dollarga yetgan. Bu mablag'ning 6,6 mlrd. dollari xususiy korporatsiya va fondlarga, 3,3 mlrd. dollari davlat tashkilotlari ulushini tashkil qilgan. Bu sohada Yaponiya va AQSh davlatlari yetakchi bo'lib qolmoqda.

Nanotexnologiyalarga jamiyatning munosabati

Nanotexnologiyalar sohasidagi progress ma'lum jamoat rezonansiga olib keldi. Tadqiqotlar bu salbiy munosabatni diniy qarashlar bilan va nanomateriallarning toksik xususiyati paydo bo'lib qolishi bilan bog'lashmoqda. Ayniqsa, keng reklama qilingan va xususiyatlari hamda xavfsizligi katta gumon ostida bo'lgan kolloid kumush ham katta tashvishlanish tug'dirmoqda.

Nanotexnologiyalar rivojlanishiga dunyo hamjamiyatining munosabati

2005 yildan buyon CRN xalqaro ishchi guruhi nanotexnologiya rivojlanishining sotsial ta'sirini o'rganib keladi. 2006 yil oktyabr oyida nanotexnologiyalar bo'yicha Xalqaro Kengash tomonidan obzor maqola nashr qilindi. Bu maqolada xavfsizlik yuzasidan nanotexnologik tadqiqotlar yuzasidan ma'lumotlarni tarqatishni cheklash to'g'risida so'z boradi. Nanozarralarning xavfsizligi to'g'risidagi birinchi maqola 2001 yilda nashr qilindi. 2008 yilda Xalqaro nanotaksiologik tashkilot (International Alliance for NanoEHS Harmonization) tuzildi. Bu tashkilot faoliyati xujayra va tirik organizmlarda nanomateriallarning taksiologik testini o'tkazishni rasmiylashtirib borishga yo'naltirilgan. Grinpis tashkiloti nanotexnologiyalar bo'yicha olib borilayotgan tadqiqotlarni ta'qiqlashni talab qilmaydi, lekin nanozarralar xavfsizligi to'g'risida o'z shubhasini bildirmoqda.