



Shahrizoda SAVUROVA,

O'zbekiston milliy universiteti huzuridagi Nanotexnologiyalarni rivojlantirish markazi tayanch doktoranti PhD

E-mail savurovashahrizoda95@gmail.com

TASKS OF THE SCIENCE OF “FUNDAMENTALS OF NANOPHYSICS” AND ITS PLACE IN MODERN SCIENCE

Annotation

This article examines the tasks of the Fundamentals of Nanophysics discipline in higher education institutions, its role in modern science, and its contribution to the emergence of nanotechnologies.

Key words: Nanophysics, critical size, nanotechnology, de Broglie wave, surface phenomena, nanoobject, graphene, crystal lattice, fullerene, carbon nanotubes.

ЗАДАЧИ НАУКИ «ОСНОВЫ НАНОФИЗИКИ» И ЕЁ МЕСТО В СОВРЕМЕННОЙ НАУКЕ

Аннотация

В данной статье рассматриваются задачи дисциплины «Основы нанофизики» в высших учебных заведениях, ее роль в современной науке и вклад в развитие нанотехнологий.

Ключевые слова: Нанофизика, критический размер, нанотехнология, волна де Бройля, поверхностные явления, нанообъект, графен, кристаллическая решетка, фуллерен, углеродные нанотрубки.

“NANOFIZIKA ASOSLARI” FANINING VAZIFALARI VA UNING ZAMONAVIY FANDAGI O'RNI.

Annotatsiya

Ushbu maqolada Oliy ta'lim muassasalarida Nanofizika asoslari fanining vazifalari va uning zamonaviy fandagi o'rni, nanotexnologiyalarni paydo bo'lishiga qo'shgan xissasi ko'rib chiqilgan.

Kalit so'zlar: Nanofizika, kritik o'lcham, nanotexnologiyalar, de Broyl to'lqin, sirt hodisalari, nanoobyekt, grafen, kristal panjara, fullerene, uglerod nanonaychalar.

Kirish. Umumta'lim maktablarida nanofizika (matematika, fizika, kimyo, biologiya) sohasidagi zamonaviy taraqqiyot asosi bo'lgan tabiiy fanlarni o'qitish sifati va qulayligini oshirish bo'yicha chora-tadbirlar tizimini nazarda tutish kerak. Muhim nuqta – o'qituvchilar maqomini oshirish, maktablarni zamonaviy o'quv jihozlari bilan ta'minlash. Nanofizika sohasida yuqori malakali kadrlar tayyorlash uchun ushbu ishni amalga oshirayotgan universitetlar uchun maqsadli moddiy yordam kerak.

Nanofizika - nanotexnologiyalar bu oldindan belgilangan atom tuzilishiga ega bo'lgan yakuniy mahsulotlarni ishlab chiqarish uchun moddalarni atom va molekulyar darajada manipulyatsiya qilish usullari to'plamidir. Nanotexnologiyalar obyektlarni boshqariladigan tarzda yaratish va o'zgartirish qobiliyatini ta'minlaydi, shu jumladan o'lchamlari 100 nm dan kam bo'lgan, tubdan yangi sifatlarga ega bo'lgan va ularni to'liq ishlaydigan kengroq tizimlarga integratsiyalashuviga imkon beradi. Nanomateriallarning tubdan yangi xossalari, birinchi navbatda, nano-obyektlar va kichraytirilgan o'lchamdagi tuzilmalardagi kvazizarralarning energiya spektrini kvantlashtirish bilan bog'liq bo'lib, bu yarimo'tkazgichlar, magnit materiallar, organik moddalarning xususiyatlarining tubdan o'zgarishida eng aniq namoyon bo'ladi. Xususiyatlarning o'zgarishining asosiy sababi shundaki, bu o'lchovli darajada kvant mexanikasi qonunlarining ta'siri o'zini namoyon qila boshlaydi, ya'ni nano o'lchamlar darajasi klassik mexanikadan kvant mexanikasiga o'tish darajasidir. O'lchangan obyektning yangi xossalari

paydo bo'ladigan chegarani aniqlash uchun kritik o'lcham d deb ataladi. Bu qiymat eksperimentda obyektning qaysi xususiyati o'lchanganiga va qaysi geometrik qiymat bu xususiyatni aniqlaganiga bog'liq - metallar yoki yarim o'tkazgichlardagi elektronlarning o'rtacha erkin yo'li, yarim

o'tkazgichlarda teshiklik atomlarining diffuziya uzunligi, elektronlarning de Broyl to'lqin uzunligi yoki obyektning sirt qatlamiga elektromagnit maydonning kirib borish chuqurligi va boshqalar. Hisob-kitoblar shuni ko'rsatadiki, organik va noorganik materiallarda sodir bo'ladigan turli xil hodisalar bilan kritik o'lcham taxminan 1 dan 1 gacha bo'lgan oraliqda yotadi, masalan, yarimo'tkazgichdagi elektronlarning de Broyl to'lqin λ uzunligini taxmin qilaylik:

$$\lambda = \frac{h}{p} = \frac{h}{mv}$$

Bu yerda h - Plank doimiysi, p - kristaldagi elektronning kvazimomenti, m - elektronning samarali massasi va v - siljish tezligi. Yarimo'tkazgichlardagi elektronlarning samarali massasining odatiy qiymatlari $0.1 m_e$ dan m_e oralig'ida ekanligini hisobga olsak (m_e - erkin elektronning massasi), de Broyl to'lqin uzunliklari 3 dan 30 nm gacha ekanligi kelib chiqadi. Shuning uchun yarimo'tkazgichlardagi elektronlar uchun kvant o'lchamli effektlar obyekt o'lchamlari 1 dan 1 gacha bo'lganida paydo bo'ladi. Bir xil kimyoviy tarkibga ega quyma materiallarga nisbatan nanomateriallar xossalari keskin o'zgarishi nanomaterialni tashkil etuvchi nanozarrachalar sirt ulushining keskin oshishi ta'siri bilan izohlanadi. Nanozarrachalar hajmi kamayishi bilan sirt atomlari va hajmdagi atomlar o'rtasidagi foiz nisbati o'zgaradi. Natijada, sirt atomlarining obyekt xususiyatlariga ta'siri hal qiluvchi bo'ladi. 1.1 rasmda ko'p zarrachalardan iborat obyektning umumiy sirtining ushbu zarrachalarning o'lchamiga bog'liqligi ko'rsatilgan. Sirt hodisalariga, ma'lumki, sirt tarangligi, sirt faolligi, kapillyar hodisalar, namlanish, adsorbsiya va boshqalar kiradi. Bu

hodisalarning mohiyatini tushuntiruvchi asosiy fizikaviy sabab sirt atomlari va massadagi atomlarning o'zaro ta'siri har xil bo'ladi. Jismning yuzasida yoki obyektning tashkil etuvchi zarrachalar yuzasida joylashgan atomlar maxsus sharoitda bo'ladi. Kristal panjaraning tugunlarida joylashgan sirt atomlariga ta'sir qiluvchi kuchlar "bir tomonlama", ya'ni sirt atomlariga faqat sirtga yaqin qatlamdan qo'shni atomlar ta'sir qiladi, asosiy atomlarga esa har tomondan ta'sir qiladi. Shuning uchun sirt atomlarining xossalari bir xil atomlarning massa xususiyatlaridan farq qiladi. Demak, erish nuqtasi, elektr o'tkazuvchanligi, shaffoflik mintaqasi, magnitlanish kabi yangi xususiyatlarining namoyon bo'lishini yeavsiflaydi.

Makroskopik o'lchamlarga ega bo'lgan obyektlarda asosiy fizik va kimyoviy xossalari o'lchamga bog'liq emas. Nanoobyektlar uchun xuddi shu xususiyatlar juda katta farq qilishi mumkin. Bu strukturaviy va fazaviy o'zgarishlarga, magnitlanish jarayonlariga, issiqlik va elektr o'tkazuvchanlik hodisalariga, optik hodisalarga va boshqalarga taaluqlidir. Bu holda, moddaning deyarli barcha asosiy xarakteristikalarini o'zgaradi, masalan, kristall panjara parametrlari, zaryad tashuvchining harakatchanligi, optik yutilish spektri, erish nuqtasi va boshqalar. Masalan, nanozarrachalar hajmini kerakli darajadagi qiymatgacha kamaytirish, o'lchamlari bir necha

T_m tartibli kristallitlardan tashkil topgan jismlarga nisbatan erish haroratining bir necha o'n foizga pasayishiga olib keladi. Hajmining yanada kamayishi bilan erish harorati bir necha marta kamayadi. Bu ta'sir eksperimental ravishda ko'plab metallarda, xususan, **Al, Ag, Au, Cu, Ga, In, Sn** va boshqalarda kuzatiladi.

Nanoobyektlarni yaratish va ularning xususiyatlarini amaliy qo'llash maqsadida o'rganish uchun tegishli vositalar talab qilinadi. Bunday fondlarni yaratish XX asrning birinchi yarmida boshlangan. Shunday qilib, 1928 yilda yaqin optik mikroskop uchun dizayn sxemasi taklif qilindi. 1932-yilda E.Ruska va M.Knoll (Germaniya) nanometr o'lchamdagi obyektlarni o'rganish uchun mo'ljallangan transmissiya elektron mikroskopini yaratdilar. Bir necha yil o'tgach, Siyemens (Germaniya) bozorda birinchi bunday mikroskopni chiqardi, uning o'lchamlari 10 nm darajasida edi. O'tgan asrning 50-yillari oxirida nanostrukturallari materiallarni olish imkonini beradigan tubdan yangi texnologiyalar paydo bo'ldi. 1959-yilda mashhur amerikalik fizigi R. Feynman (keyinchalik Nobel mukofoti sovrindori bo'lgan) "Quyida xona ko'p: fizikaning yangi dunyosiga taklif" nomli mashhur ma'ruzasini o'qidi. Unda u birinchi bo'lib nano o'lchamdagi obyektlarni mutlaqo yangi usulda - parcha-parcha "atom" yig'ish usulida yaratish imkoniyatini ko'rib chiqdi. U tinglovchilar e'tiborini hozirgi vaqtda ma'lum bo'lgan fizika qonunlari hech qanday tarzda "atom-atom" obyektlarini yig'ishni taqiqlamasligiga qaratdi, bu prinsipial jihatdan har qanday moddani kimyoviy formulasiga ko'ra sintez qilish imkonini beradi. IBMning Syurixdagi (Shveysariya) sho'ba korxonasida 90-yillarning boshlarida olimlar to'liq uzunligi ruxsatiga ega bo'lgan

birinchi yaqin maydon optik mikroskopini ishlab chiqdilar, bu g'oyani ishlab chiqish orqali olimlar ancha yuqori aniqlikka ega bo'lgan yaqin maydon optik mikroskopini yaratishga muvaffaq bo'lishdi. 1974 yilda fizik N. Taniguchi (Yaponiya) "nanotexnologiyalar" atamasini kiritdi, u o'lchamlari bir mikrometrdan kam bo'lgan obyektlarni yaratish usullari sifatida tushunishni taklif qildi. Bir necha yil o'tgach, nano o'lchamdagi obyektlar fizikasining nazariy asoslari - kvant nuqtalari va kvant simlari qo'yildi. 1981 yilda G.Gleyter (AQSH) nanomateriallarni kimyoviy tarkibi va fazaviy taqsimotiga ko'ra tasniflashni taklif qildi, bu yerda "nanokristallik" tushunchasi birinchi marta kiritildi. Keyinchalik "nanostrukturallik", "nanofaz", "nanokompozit" va hokazo atamalar ishlatila boshlandi.

1981 yilda IBMning Syurixdagi (Shveysariya) filialidan G. Binnig va G. Rorer skanerlovchi tunnel mikroskopini yaratdilar, bu esa elektr o'tkazuvchi jismlar yuzasida atomlarning joylashishining uch o'lchovli rasmini "ko'rish" imkonini berdi. Besh yil o'tgach, ikkala olim ham tunnel mikroskopini skanerlash bo'yicha qilgan ishlari uchun fizika bo'yicha Nobel mukofotiga sazovor bo'lishdi. Xuddi shu yili G. Binnig boshchiligidagi bir guruh olimlar atom kuchi mikroskopini ishlab chiqdi va ishlab chiqardi, uning funkcionalligi skanerlash tunnel mikroskopidan ham ta'sirchanroq bo'lib chiqdi. Yangi uglerodli nanomateriallarning kashf etilishi nanotexnologiyalarning rivojlanishiga kuchli turtki bo'ldi. Ilgari, uglerodning ikkita asosiy kristalli allotropik modifikatsiyasi - grafit va olmos mavjudligi umumiy qabul qilingan. Biroq, uglerod noyob xususiyatlarga ega bo'lgan yana bir nechta modifikatsiyaga ega ekanligi ma'lum bo'ldi. Gap fullerenlar va uglerod nanonaychalari, shuningdek, grafen haqida bormoqda. Fullerenlar tabiiy minerallarda (taxminan 2 mlrd. yil avval hosil bo'lgan shungit jinslari), meteoritlarda va yo'lduzlararo gazlarda oz miqdorda uchraydi. Gaz bilan to'ldirilgan fullerenlar Yer atmosferasi evolyutsiyasida ma'lum rol o'ynagan deb taxmin qilinadi.

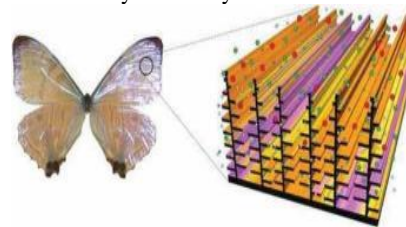
Tabiiy evolyusiya jarayonida yaratilgan biologik nanostrukturallari bugungi kunda sun'iy nanotizimlarni yaratish prototipi hisoblanadi. Tirik organizmlarning hujayralari o'sib boradi va bo'linadi, chunki ularda nano miqyosdagi o'zaro bog'liq jarayonlar doimiy ravishda sodir bo'ladi. Agar bu jarayonlar to'xtasa, hujayralar tirik qolishdan to'xtaydi. Aytgancha, bir gipotezaga ko'ra, Yerdagi hayot milliardlab yillar oldin nanoobyektlarning asosiy moddasi - lipozomalarda paydo bo'lgan. Bugungi kunda lipozomalari - nanotexnologiyalarda keng qo'llaniladi. Lotus o'simligi diqqatga sazovordir, chunki uning barglari doimo toza bo'lib qoladi, ba'zi Sharq mamlakatlarida bu o'simlik poklik ramzi hisoblanadi. Lotus barglari o'tkir cho'qqilar ko'rinishidagi ko'p sonli nanosochlarni o'z ichiga olgan noyob sirt tuzilishiga ega. Lotus barglaridan suv tomchilari dumalab, begona zarralarni o'zlari bilan olib yuradi. Bu xususiyat "lotus effekti" deb ataladi.



1.1-rasm - Tirik tabiatdagi nanostrukturallari: a - mikroskop ostidagi lotus barglari; b - gekko panjasi

Bu ta'sir boshqa o'simliklarda (karam barglari, qamishlar, kolumbin, lolalar), shuningdek hayvonlarda (ninachilar va kapalaklar qanotlari) ham kuzatiladi. Ular turli ifloslantiruvchi moddalardan himoya qilishning tabiiy xususiyatiga ega. Lotus effekti faqat fizik-kimyoviy hodisalar va xususiyatlarga asoslangan va tirik tizim bilan bog'lanmaganligi sababli, bunday sirtlarni texnik jihatdan qayta tiklash mumkin. Tabiatda umurtqali va umurtqasiz hayvonlarning (suyaklar, qobiqlar) himoya va strukturaviy tarkibiy qismlarining mexanik xususiyatlarini optimallashtiradigan kompozision tuzilmalarni yaratish uchun qattiq va harakatchan materiallarning nanokombinatsiyasi qo'llaniladi. Tabiat tomonidan amalga oshirilgan bunday nanotexnologiyalar millionlab yillar davomida mavjud (marvarid, opal, tuxum qobig'i, tish emali va boshqalar). Shunday qilib, umurtqasiz hayvonlar deb tasniflangan molluskalar oqsillar va uglevodlarning maxsus tabiiy aralashmasi bilan yopishtirilgan bo'r nanozarralari asosida juda bardoshli qobiqlarni o'stirishga qodir. Bunday tabiiy nanostrukturallarning mukammalligi va o'ziga xosligi olimlarni o'xshash xususiyatlarga ega sun'iy materiallar yaratishga undaydi. Kaltakesakning panjalarida maxsus shakldagi milliardlab eng yaxshi nanosochlar mavjud, sirt bilan aloqa qilganda, molekulalar o'rtasida ta'sir qiluvchi van der Vaals kuchlari tufayli ("nanogluye" kabi) unga tortiladi. Nanotexnologlar allaqachon faoliyatning turli sohalarida (balandlikdagi qurilish ishlari, alpinizmdan kosmik parvozlarga) foydalanish mumkin bo'lgan uglerod nanonaychalari asosidagi bunday "nanosochlar" ning eksperimental analoglarini yaratdilar; Yangi atama paydo bo'ldi - "soch o'xshash materiallar". So'nggi kashfiyotlar

kimyoviy sensorlarning keyingi avlodining kaliti kapalaklarning tuzilishida ekanligini ko'rsatdi, chunki ularning qanotlari shkalasidagi nanostrukturalar turli xil kimyoviy moddalarni aniq idrok etish qobiliyatiga ega. Global Research tadqiqot guruhi ushbu nozik nanostrukturallarni sun'iy ravishda qayta yaratish muammosi ustida ishlamoqda. 1.2-rasm - Kelebek qanotlarining tuzilishiga o'xshash yuqori sezgir kimyoviy sensorlarni yaratish loyihasi



Kelajakda bu kabi sensorlardan turli sohalarida, masalan, ishlab chiqarish korxonalarida havoning ifloslanish darajasini, oziq-ovqat va ichimliklar tozaligini aniqlashda, yaralarning bitishini kuzatishda va nafasni tahlil qilishda foydalanishga zamin yaratadi. Atom va molekulyar darajada ishlashga qodir bo'lgan tabiiy "aqli" materialning namunasi - inson terisi kabi biologik obyekt bo'lib, u kesish, jarohatlar va jarohatlardan keyin o'z-o'zini davolashga qodir. Bilmagan holda, nanotexnologiyalarning elementlari odamlar tomonidan qadim zamonlardan beri, nanotexnologiyalar davri paydo bo'lishidan ancha oldin, yuzlab va hatto minglab yillar oldin paydo bo'lgan "intuitiv" nanotexnologiyalar haqida gapirishimiz mumkin.

ADABIYOTLAR

1. Komil Muqimov. Mitti bunyodkorlar yoxud nanotexnologiyalar nima?, "Kamalak" nashriyoti, Toshkent-2017.
2. K.M.Muqimov, Sh.A.Savurova, Features of studying a nanophysics course in higher educational institutions, "Ta'lim transformatsiyasi" ilmiy-nazariy va metodik jurnal; 2023.
3. K.M.Muqimov, Sh.A.Savurova, Methodological aspects of organizing nanophysics training in higher educational institutions, "Ta'lim, fan va innovatsiya" Ma'naviy-ma'rifiy, ilmiy-uslubiy jurnal; 2024.
4. Sh.A.Savurova, Олий таълим муассасаларида нанофизика курсини ташкил этишнинг ўзига хос хусусиятлари, "Fizika fanining rivojida iste'dodli yoshlarning o'rni" Respublika ilmiy-amaliy konferensiya (RIAK-XVII-2024) materiallari to'plami: O'zMU; 2024.
5. K.M.Muqimov, Sh.A.Savurova, Нанофизика курсининг фундаментал билимлари, "PEDAGOGS" international research journal; 2024.
6. K.M.Muqimov, Sh.A.Savurova, Нанотехнологияларнинг ривожланиш тарихи ва асосий йўналишлари ҳақида айрим масалалар, "O'quvchilarda tabiiy-ilmiy savodxonlikni rivojlantirish va raqamli dunyoni o'rganishlarini tashkil etishning istiqbollari" mavzusidagi ilmiy-amaliy konferensiya materiallari: Surxondaryo viloyati Pedagogik mahorat markazi, Termiz; 2024.
7. K.M.Muqimov, Sh.A.Savurova, Шредингер тенгلامаси, квант ҳолатлари ва энергиялари, тўсиқни туннель қилиш, "Ил-фан тараqqiyoti: ilmiy innovatsion yondashuvlar va strategik tahlillar" mavzusidagi xalqaro ilmiy-amaliy anjuman SAMBHRAM To'plam-1: 2-sho'ba. aniq va tabiiy fanlarda innovatsion tadqiqotlar (240-244 betlar); 2024.
8. Sh.A.Savurova, R.R.Burxonov, Nanotexnologiya rivojlanish bosqichlari, "Ил-фан тараqqiyoti: ilmiy innovatsion yondashuvlar va strategik tahlillar" mavzusidagi xalqaro ilmiy-amaliy anjuman SAMBHRAM To'plam-2: 1-sho'ba. it sohasida muammolar, yechimlar va istiqbollar (20-23 betlar); 2024.
9. Ш.А.Савурова, Заррача (квант) модданинг табиати: фотонлар, электронлар, атомлар, молекулалар, "Journal of Physics and Technology Education" <https://phys-tech.jdpu.uz> (Online) "Физика ва технологик таълим" журналі: Жиззах – 2025, Volume 1, Issue 1(20), 2025 25 феврал (66-69- бетлар)
10. Sh.A.Savurova, Kovalent bog'lanish va kovalent bog'lanishga qarshi, sof nanofizik effektlar, "Journal of Physics and Technology Education" <https://phys-tech.jdpu.uz> (Online) "Физика ва технологик таълим" журналі: Жиззах – 2025, Volume 1, Issue 1(20), 2025 25 феврал (70-73- бетлар)
11. Suzdalev, I.P. Nanotexnologiyalar: nanoklasterlar, nanostrukturalar va nanomateriallarning fizikasi va kimyosi. M.: KomKniga, 2006.- 592 b.
12. Gusev, A.I. Nanokristalli materiallar. M.: Fizmatlit, 2000. - 224 b.
13. R.A. Andriyevskiy, A.V. Ragulya. Nanostrukturali materiallar. Kiyev: Akademiya, 2005, 185 b.