

МАТЕМАТИКАЛЫҚ ЖӘНЕ ТЕХНИКАЛЫҚ ҒЫЛЫМДАР

ФИЗИКО-МАТЕМАТИЧЕСКИЕ И ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

FTAMP 29.05.81

Д.Джумамухамбетов., Н.Г.Садыкова

Х.Досмұхамедов атындағы Атырау мемлекеттік университеті
Атырау қ, Қазақстан Республикасы

e-mail:Dzhumamuhambetov@inbox.ru, nurgul.sadykova.95@bk.ru

НАНОТЕХНОЛОГИЯНЫҢ ФИЗИКАЛЫҚ НЕГІЗДЕРІ

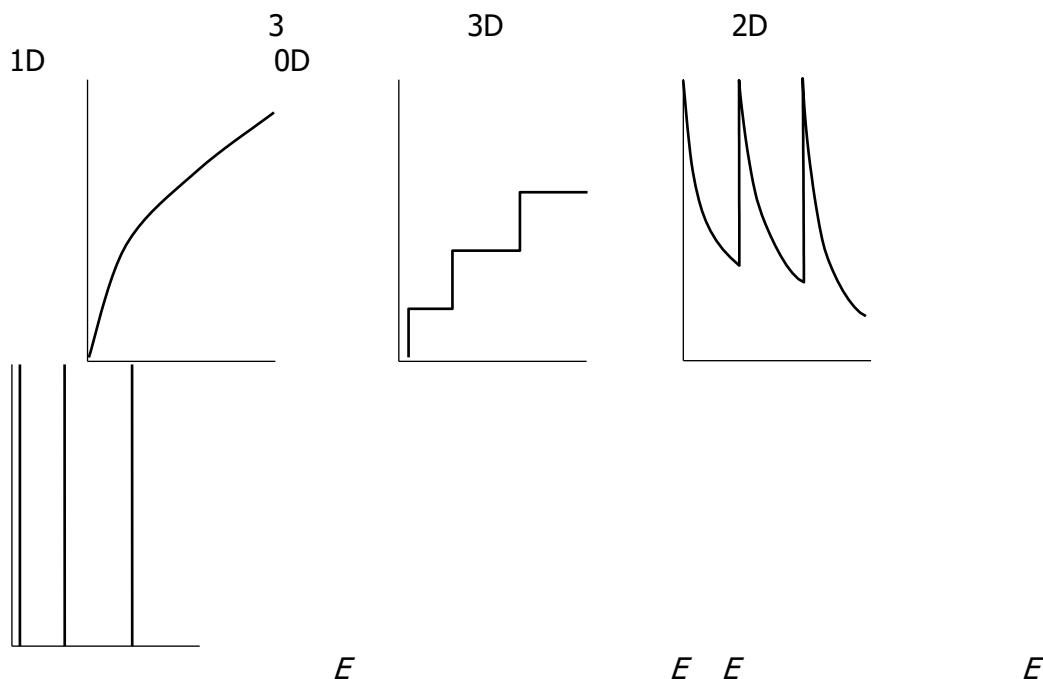
Андатпа

Мақалада нанотехнологияның физикалық негіздері қарастырылған. Мақалада нанокүйдегі заттардың қасиеттері және нанонысандардың өлшемі азайған кезде өлшемдік эффектілер пайда болатыны зерттелген. Нанокұрылымдар өлшемін зерттеген кезде кванттық өлшемдік эффект қарастырылған. Өлшемдері әртүрлі нанонысандар үшін қасиеттеріне қарай кванттық эффектілердің әсерін электрондық күй тығыздығының таралуы бойынша $g(E)$ зерттелген.

Негізгі сөздер: нанокұрылым, наноөлшем, нанонысан, кванттық күй, кванттық құдықтар, кванттық сымдар және кванттық нүктелер.

Заттар қасиеттері ең алдымен, оның химиялық құрамы және құрылымымен анықталады. Алайда нанокүйге ауысқан заттардың қасиеттері қатты нанонысандардың өлшеміне тәуелді бола бастайды, нысан өлшемі азайған кезде олардың қасиеттері мен сипаты басқа нысандармен өзара іс-қимыл салдары болып табылады. Нысан өлшемі заттың көрсететін қандай да бір параметріне салыстырмалы болған кезде өлшемдік эффектілер пайда болады [1]. Олар заттағы процестердің өтуіне және оның қасиеттеріне едәуір әсерін тигізеді. Бұл параметр классикалық механика шеңберінде бейнелейтін процестерді немесе кванттық механика тұрғыдан сипаттайды. Осы параметр ретінде классикалық өлшемдік эффект үшін заттағы зарядталған бөлшектің еркін өту ұзындығы, диффузиялық ұзындық, кристалдық құрылымдардағы дислокациялардың сырғанау траекториясының диаметрі, ал кванттық өлшемдік эффект үшін де Бройль толқын ұзындығын қарастыруға болады. Кванттық өлшемдік эффектіні талдаған кезде нанокұрылымдардың наноөлшемдік параметрін пайдаланған жөн. Нанокұрылымдардың өлшемдігі қарастырып отырған нысанның өлшемі нанодиапазонында жатпайтын және өлшемдік эффектілермен байқалмайтын өлшеу санымен анықталады. Осы параметр бойынша барлық нысандарды

төрт топқа жіктейміз: 3D-нысандар – микро және макродиапазондағы нысандар; 2D-нысандар – наноқабықшалар; 1D-нысандар – наноталшықтар, нанотүтікшелер; 0D-нысандар – нанобөлшектер, нанокристалдар, кванттық нүктелер. Материалдар қасиетіне (химиялық, электрлік, оптикалық, жылулық) қарай кванттық эффектiлердiң әсерiн электрондық күй тығыздығының таралуы бойынша $g(E)$ айтуға болады. Өлшемдері әртүрлі нысандар үшін $g(E)$ тәуелділігі 1-суретте көрсетілген [2,3]. 3D-нысанда барлық үш өлшемде электрондар еркін жүріп тұралады. Егер қабықша қалыңдығы де Бройль толқын ұзындығымен сәйкес болса, онда электрондар тек қана қабықша жазықтығында еркін қозғала алады.



Сурет 1. Өлшемдері әртүрлі нысандар үшін $g(E)$ тәуелділігі

Үшінші өлшемде олардың қозғалысы потенциалдық барьермен шектеледі де, барьер биіктігі электрондардың шығыс жұмысы мен жылу қозғалысының айырымымен анықталады. Жартылай өткізгіштер үшін шығу жұмысы 1-6эВ аралығында жатады. Ол электрондардың жылу қозғалысының энергиясынан (0,026эВ) әлде көп. Сонымен, қабықша жазықтығына перпендикуляр бағытта электрондар терең потенциалдық шұңқырда болады және олардың осы өлшемдегі қозғалыс энергиясы электрондардың қабықша жазықтығында жатқан бағытта үздіксіз энергетикалық спектрлермен үйлесе квантталып, $g(E)$ баспалдақ тәуелділігін береді. Сондықтан, 2D-нысандар кванттық шұңқырлар болады. Ал егер электрондар қозғалысына тағы бір өлшемге кванттық шектеу жасасақ, онда 1D-нысаның аламыз, оны кванттық сым дейміз. Ал егер үшінші өлшемде нысан өлшемі де Бройль толқын ұзындығымен сәйкес болса, онда ол наноөлшемдігі 0D кванттық нүктеге

айналады, сол күйде электрондар энергетикалық жағдайдың тек қана дискретті жиінің алады. Кванттық нүктелерінің негізінде лазерлер мен наноэлектрониканың түрлі элементтері сәтті құрылуы мүмкін [4,5].

Әдебиеттер тізімі:

1. Борисенко, В. Е. Наноэлектроника: учебное пособие / В. Е. Борисенко, А. И. Воробьева, Е. А. Уткина. - М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2009. - 223 с.: ил
2. Получение и исследование наноструктур: лабораторный практикум по нанотехнологиям / ред. А. С. Сигов. - М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2010. - 146 с.: ил. - (Нанотехнологии).
3. Раскин, А. А. Технология материалов микро, опто и наноэлектроники: учебное пособие / А. А. Раскин, В. К. Прокофьева. - М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2010. Ч. 1. - 2010. - 164 с.: ил.
4. Рошин, В. М. Технология материалов микро-, опто- и наноэлектроники: учебное пособие / В. М. Рошин, М. В. Силибин. - М.: Бином. Лаборатория знаний, 2010. Ч. 2. - 2010. - 180 с.
5. Рыжонков, Д. И. Наноматериалы: учебное пособие / Д.И.Рыжонков, В.В.Левина, Э.Л.Дзидзигури. - 2-е изд. - М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2010. - 365 с.: ил. –

Аннотация

В работе рассмотрены физические основы нанотехнологии. В статье рассмотрены свойства веществ в наносостояниях и исследованы возникающие эффекты при уменьшении размеров нанообъектов. При исследовании размеров наноструктур предусмотрен квантовый размерный эффект. Для нанообъектов разных размеров по их свойствам исследовано действие квантовых эффектов $g(E)$ по распространению плотности электронного состояния.

Ключевые слова: наноструктуры, наноизмерения, нанообъект, квантовое состояние, квантовые ямы, квантовые нити, квантовые точки.

Abstract

Physical bases of nanotechnology are in-process considered. In the article properties of substances are considered in the nanostates and nascent effects are investigational at reduction of sizes of nanoobjects. At research of sizes of nanostructures a quantum size effect is envisaged. For the nanoobjects of different sizes on their properties, operating of quantum effects of $g(E)$ is investigational under distribution of closeness of the electronic state.

Key words: nanostructures, nanomeasuring, nanoobject, quantum state, quantum pits, quantum filaments, quantum points.