

ОӘЖ 538.91, 539.21

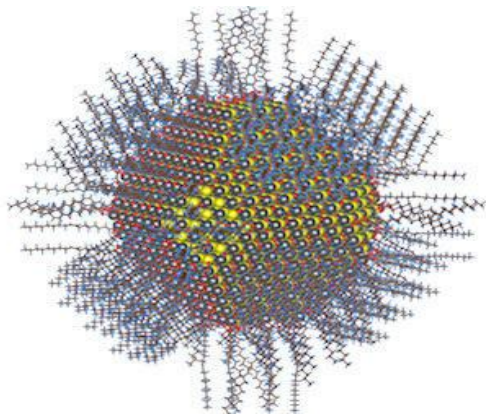
## КОЛЛОИДТЫ CdSe КВАНТТЫҚ НҮКТЕЛЕРІНІҢ БЕТТІК ИНЖЕНЕРИЯ ӘДІСТЕРІ

**Оспанова Айгерім**

*[Aygerim-ospanova-00@mail.ru](mailto:Aygerim-ospanova-00@mail.ru)*

4 курс студенті, техникалық физика кафедрасы, физика-техникалық факультет,  
Л.Н. Гумилев атындағы ЕҰУ, Нұр-Сұлтан, Қазақстан  
Ғылыми жетекшісі – А. Қайнарбай

**1. Кіріспе.** Коллоидты кванттық нүктелер (КН) жартылай өткізгішті нанобөлшектер болып табылады. Нанобөлшектердің флуоресценция шығуы үлкен көлемдік жартылай өткізгіштерден жақсырақ болып табылады. Сондықтан КН практикалық қолданысқа кеңірек ие болады, мысалы жарықшығарушы диодтарда, лазерлерде, биоимэйджинг жүйелерінде, күн батареяларында. Әрине, ол үшін нанобөлшектердің беті өңделуі керек. КН түсі, жұтушы және шығарушы спектрлері, яғни толқын ұзындығы оның диаметріне тікелей байланысты, бұл эффектіні кванттық-өлшемдік конфайнмент деп атайды. Сондықтан кванттық нүктелерді синтездеу



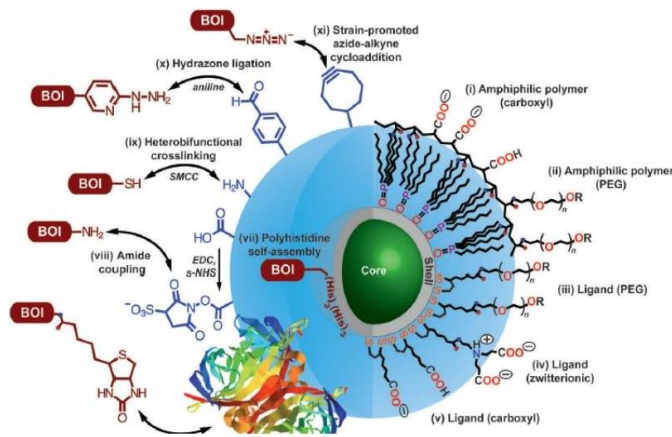
кезінде олардың диаметрін бақылауда ұстау керек, немесе синтез барысында пайдаланатын химиялық реагенттердің жинағын өзгерту керек. Бұл шара КН әр түрлі матрицаларда, немесе орталарда ықтимал орналасу үшін жасалады, нәтижесінде КН бетіндегі лигандылар түрі өзгере түседі, 1 сурет. Яғни, жартылай өткізгіштердің нанобөлшектерін синтездеу арқылы, зерттеу жұмыстарға қажетті әртүрлі өлшемді кванттық нүктелерді ала отырып, олардың қасиеттерін де өзгерте аламыз. Бұны нанобөлшектердің беттік

299

Сурет 1 - Кванттық нүктенің үлгісі

инженериясы деп атайды Коллоидтық синтез әр түрлі жартылай өткізгіш материалдарға негізделген кванттық нүктелер өндірісінде де, геометриясы (пішіні) әр түрлі кванттық нүктелер өндірісінде де мол мүмкіндіктер ұсынады. Осы тұрғыда, әр түрлі жартылай өткізгіштердің кванттық нүктелерін синтездеу мүмкіндігі де маңызды. Алынған коллоидты кванттық нүктелер құрамымен, көлемімен, формасымен сипатталады. Кванттық нүктелер формасы бойынша бөлінуі: - *сфералық* (тікелей кванттық нүктелер) кванттық нүктелердің көп бөлігі. Қазіргі уақытта олар ең үлкен практикалық қолданысқа ие. Өндіруде қиыншылық тудырмайды. - *эллипсоидальды* (нанородтар), бір бағытта созылған нанокристаллдар. Практикалық тұрғыдан бұл кванттық нүктелер түрі поляризацияланған сәуле көзі ретінде қолданылады.

Алдын айтып өткендей, кванттық нүктелер құрамы ұқсас көлемді заттармен салыстырғанда қасиеттері айтарлықтай ерекшеленетін нанобөлшектер. Жартылай өткізгіш нанокристаллдар, яғни өте кішкентай өлшемді кристаллдар (шамамен 10–20 нм) болып табылады. Мұндай объектілерде кванттық эффекттер байқалады, мысалы оптикалық қасиеттері өзгере түседі, көбінесе тыйым салынған аймақтың ені және экстинкция коэффициенті, нанобөлшектердің мөлшері мен формаларына байланысты. Маңызды кеңістіктік шектеулер нәтижесінде, кванттық нүктелердің ерекше оптикалық және химиялық сипаттамалары байқалады: - бірнеше рет қозған сәуленің қуатын көбейтуге және флуоресценттік белгінің қазіргі уақыттағы тәртібін ұзақ мерзімде бақылауға мүмкіндік беретін жоғары фототұрақтылық. - кең жұту спектрінің арқасында әртүрлі диаметрлі кванттық нүктелер 400 нм толқын ұзындықты жарық көзімен бір уақытта қоза алады, және осы үлгілердің эмиссиясының толқын ұзындығы кең спектр аралығында өзгереді (флуоресценция түсі көктен қою қызылға дейін).



Сурет 2 – Әртүрлі агенттер мен әдістемелер көмегімен КН гидрофилизация амалы жолдары

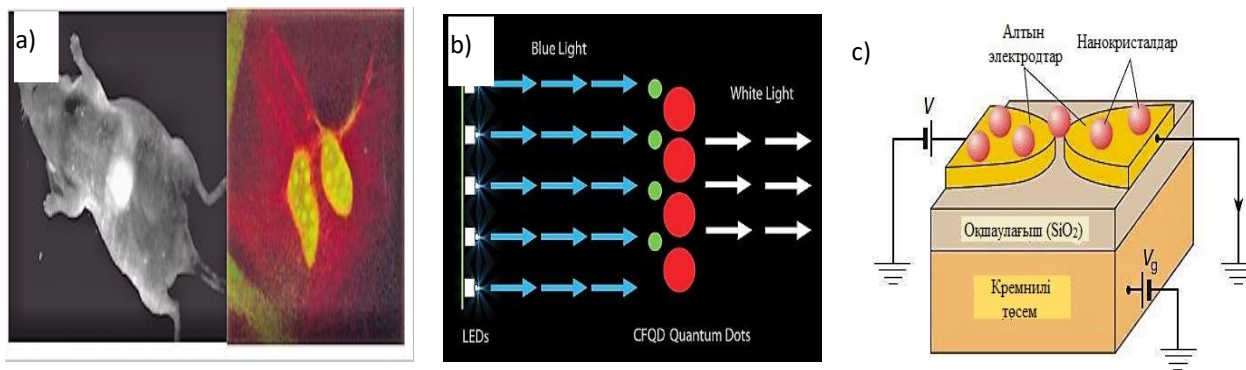
Кванттық нүктелерді, мысалы биоанализде қолдану үшін, оған суда ерітілгіштік пен биосәйкестік, және бөлшектердің өлшем бойынша нақты бөлінуі сияқты талаптар қойылады. КН суда еру қасиетің беру үшін оны сулы фазада синтездейді немесе органикалық ерітіндідегі КН сулы ерітіндіге лигандты қабатты модификациялау арқылы ауыстырады. Лигандтарды ауыстыру амалы бойынша, органикалық ортадағы КН қаптап тұрған гидрофобты молекулаларды гидрофильді түріне ауыстырады. Гидрофобты лигандалар КН бетіндегі метал атомдарымен карбоксилді және аминді топтарымен байланысады. Бұл нүктелердің айқын кемшілігі олардың

иондық күші төмен орталарда ғана тұрақты болуы.

**2. Зерттеу нысандары.** Коллоидты кванттық нүктелердің CdSe, CdTe, CdSe/CdS, CdSe/CdS/ZnS түрлері осы жұмыстың негізгі объектілері болып табылады.

**3. Талқылау.** Ғылыми және практикалық маңыздылығы. Кванттық нүктелер «жаңа» зерттеу объектісі болып табылғанымен, қазірдің өзінде оның қолданыс аясы кең екені анықталды, мысалы оларды лазер мен жаңа дәуір дисплейлерін жасауда қолданады. КН оптикалық қасиеттері ғылымның бірнеше салаларында қолданылады, мысалы медициналық зерттеулерде олардың көмегімен ауруға шалдыққан тканьдарды “сәулелендіруге” болады.

Кванттық нүктелердің соңғы кезде люминесценттік материалдар ретінде сұранысы жоғарылады. Кванттық нүктелер фотостабильді, кең жолақты жұтылу және жіңішке эмиссиондық спектрге ие. Жартылай өткізгіш нанокристалдардың негізгі практикалық маңызды ерекшелігі – люминесценция спектрінің бөлшек өлшеміне тәуелділігі.



а) биобелгілер, б) жарықшығарушы диодтар, с) бірэлектронды транзистор

Сурет 3 - Кванттық нүктелердің практикалық қолданыс үлгілері

Оптикалық қасиеттері толқын ұзындығы бойынша түрлендірілуі талап етілетін салаларда осы қасиет негізінде кванттық нүктелерді қолдану мүмкіндігіне ие болады. Кванттық нүктелер жарық диодтар, күн батареялары үшін материал ретінде қолданылады. Кванттық нүктелердің золь түрінде болуы, технологиялық жағынан өте тиімді, мысалы оларды әртүрлі матрицаларға салу мүмкіндігі бар

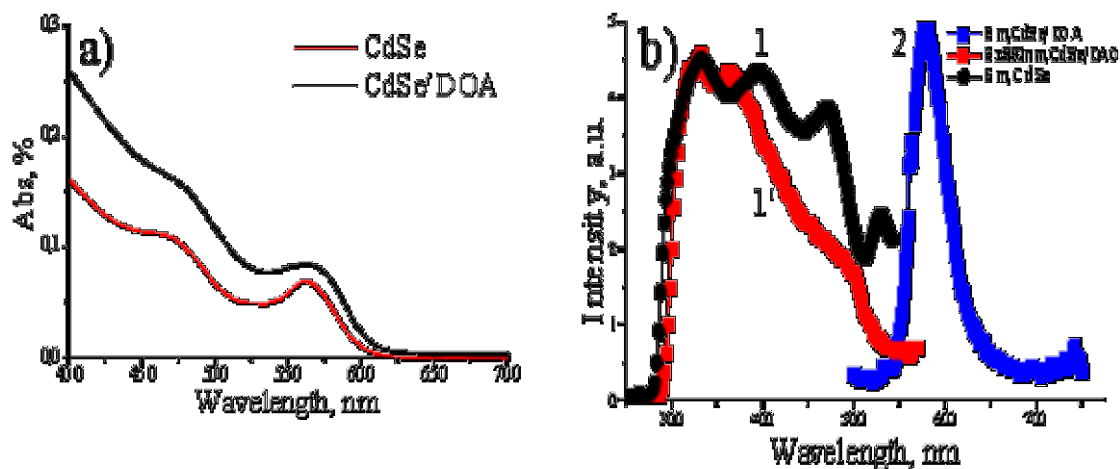
**4. Эксперимент жасау. Лигандылар алмастыру әдістемесі.** Біз авторлардың [1] әдістемесі бойынша аллиламин, диоктиламин сияқты аминдерден құралған қабықшаны КН бетінде өсіру жұмыстарын жүргіздік, яғни бастапқы олейн қышқылын аллиламин немесе диоктиламинмен алмастыру. КН беттік пассивациясы келесі процедура бойынша жүргізілді: 1 мл тазартылған CdSe+OA(олейн қышқылымен пассивацияланған) КН 2,5 мл диоктиламинмен (DOA) араластырылады, 5 мл дифенилді эфир аргон атмосферасында 24 сағат бойы 110°C (аллиламин(ALA) қосылған үлгілер үшін 50°C) қыздырып араластырылды. Содан кейін, бөлме температурасына дейін салқындатылып, оптикалық өлшеулер жүргізіледі. Нәтижесінде люминесценцияның кванттық шығуы 1% - дан 5% - ға дейін өседі. (№1 кесте).

Кесте 1 — CdSe кванттық нүктелері люминесценциясының кванттық шығуы

КН үлгісі	$\lambda_{\text{фл}}$ , нм	QY, %
CdSe+OA	556	0,1
CdSe+DOA	572	5
CdSe+ALA		

Келтірілген 4 суретте CdSe КН пассивациясына дейінгі және кейінгі оптикалық өлшеулердің спектрі көрсетілген.

Суретте көрсетілгендей эксперимент логикасынан көрінетін (аминдармен пассивациялау) люминесценция жолақтары (21 б) сияқты экситонды жұтудың шыңы да (21а) өзгеріссіз қалады. Қозу спектрі қатты өзгеріске ұшырамайды (21 б). Аминдармен пассивациялау кезінде кішкене өзгеріс байқалады.



а- КН жұту жолағы DOA пассивация алдын және кейін, б – пассивацияланған КН козу спектрі (1) и люминесценция спектрі (2)

Сурет 4 – КН CdSe+DOA жұту, козу және люминесценции жолақтары

**5. Қорытынды.** Осы жұмыста координациялық еріткіштердің әсері, олардың өзара пропорциясы, CdSe жартылай өткізгіштерінің синтезделген кванттық нүктелердің физикалық қасиеттеріне прекурсордың, люминесценцияның кванттық шығуы, люминесценция мен козу спектрі жағдайы зерттелген. Кванттық нүкте бетті физикасы мен химиясын қарастырылады. Нанокристалды қабаттардың құрылымы мен электрондық қасиеттерін сипатталды, лигандтар

координациясының химиясы және лигандтардың оптикалық қасиеттерге әсері жайлы да оқыдым.

**Жұмыстың мақсаты.** Оқып зерттеген, түсінуге тырысқан мақалалардың негізгі мақсаты - кванттық нүктелердің әртүрлі типтерімен, олардың негізгі қасиеттерімен және қолданылуымен танысу. Берілген құрамы, мөлшері және монодисперстілік дәрежесі бар коллоидты кванттық нүктелерді синтездеудің химиялық әдістері ядро өсудің классикалық теориясына негізделген. Коллоидты кванттық нүктелерді сипаттайтын негізгі әдістер және оларды интерпретациялау әдістері келтірілген, бұл орташа өлшемдер мен өлшемдер дисперсиясы, фото-қозған күйлердің энергетикалық спектрі және өмір сүру уақыты сияқты сипаттамаларды анықтауға мүмкіндік береді. Негізгі назар практикалық маңызды аспектілерге аударылады.

#### **Пайдаланған әдебиеттер тізімі**

1. D.V. Talapin, A.L. Rogach, A.Kornowski, M. Haase and H. Weller Highly Luminescent Monodisperse CdSe and CdSe/ZnS Nanocrystals Synthesized in a Hexadecylamine – Trioctylphosphine Oxide – Trioctylphosphine Mixture // Nano Letters. - 2001.- Vol.1.- P.207-211