

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ ҒЫЛЫМ ЖӘНЕ ЖОҒАРЫ БІЛІМ МИНИСТРЛІГІ

«Л.Н. ГУМИЛЕВ АТЫНДАҒЫ ЕУРАЗИЯ ҰЛТТЫҚ УНИВЕРСИТЕТІ» КЕАҚ

**Студенттер мен жас ғалымдардың
«GYLYM JÁNE BILIM - 2024»
XIX Халықаралық ғылыми конференциясының
БАЯНДАМАЛАР ЖИНАҒЫ**

**СБОРНИК МАТЕРИАЛОВ
XIX Международной научной конференции
студентов и молодых ученых
«GYLYM JÁNE BILIM - 2024»**

**PROCEEDINGS
of the XIX International Scientific Conference
for students and young scholars
«GYLYM JÁNE BILIM - 2024»**

**2024
Астана**

УДК 001

ББК 72

G99

«ǴYLYM JÁNE BILIM – 2024» студенттер мен жас ғалымдардың XIX Халықаралық ғылыми конференциясы = XIX Международная научная конференция студентов и молодых ученых «ǴYLYM JÁNE BILIM – 2024» = The XIX International Scientific Conference for students and young scholars «ǴYLYM JÁNE BILIM – 2024». – Астана: – 7478 б. - қазақша, орысша, ағылшынша.

ISBN 978-601-7697-07-5

Жинаққа студенттердің, магистранттардың, докторанттардың және жас ғалымдардың жаратылыстану-техникалық және гуманитарлық ғылымдардың өзекті мәселелері бойынша баяндамалары енгізілген.

The proceedings are the papers of students, undergraduates, doctoral students and young researchers on topical issues of natural and technical sciences and humanities.

В сборник вошли доклады студентов, магистрантов, докторантов и молодых ученых по актуальным вопросам естественно-технических и гуманитарных наук.

УДК 001

ББК 72

G99

ISBN 978-601-7697-07-5

**©Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия
ұлттық университеті, 2024**

3. Chen, H., Shi, D., Qi, J., Jia, J., & Wang, B. The stability and electronic properties of wurtzite and zinc-blende ZnS nanowires //Physics Letters A. – 2009. – Vol. 373, №. 3. – P. 371- 375.
4. Tran, T. K., Park, W., Tong, W., Kyi, M. M., Wagner, B. K., & Summers, C. J. Photoluminescence properties of ZnS epilayers //Journal of applied physics. – 1997. – Vol. 81, №. 6. – P. 2803-2809
5. Al'zhanova, A. Dauletbekova, F. Komarov, L. Vlasukova, V. Yuvchenko, A. Akilbekov, M. Zdorovets. Peculiarities of latent track etching in SiO₂/Si structures irradiated with Ar, Kr and Xe ions. Nucl. Instrum. Methods Phys. Res. Sect. B Beam Interact. Mater. At. 2016, 374, P.121– 124.
7. L. Vlasukova, F. Komarov, V. Yuvchenko, L. Baran, O. Milchanin, A. Dauletbekova, A. Alzhanova, A. Akilbekov. Etching of latent tracks in amorphous SiO₂ and Si₃N₄ : Simulation and experiment. Vacuum. 2016, 129, P.137–141.
8. Soltani, N., Saion, E., Hussein, M. Z., Erfani, M., Abedini, A., Bahmanrokh, G., & Vaziri, P. Visible light-induced degradation of methylene blue in the presence of photocatalytic ZnS and CdS nanoparticles //International journal of molecular sciences. – 2012. – Vol. 13, №. 10. – P. 12242-12258.

УДК 538.91, 539.21

CDSE НАНОПЛАСТИНАСЫНЫҢ БЕТТІК МОДЕЛІ МЕН ОПТИКАЛЫҚ ҚАСИЕТТЕРІ

Болтай Айгүл, Эрболат Агеркей

aigulboltai@mail.ru; akerkeerbolat01@gmail.com

Л.Н. Гумилева атындағы. Еуразия Ұлттық Университеті КеАҚ 4 курс студенттері,
техникалық физика кафедрасы, физика техникалық факультеті,
Ғылыми жетекші Қайнарбай Асет Жұмабекұлы

Ғылыми және практикалық маңыздылығы. CdSe нанопластиналары бастапқы 20-шы ғасырдың аяғы мен 1-ші ғасырдың басында қызығушылық тудырған наноматериалдарды зерттеудің бөлшегі болып зерттеле бастаған болатын. CdSe нанопластинасының ашылуына наноматериалдарды синтездеу және сипаттау әдістеріндегі жетістіктерге жатқызуға болады. CdSe нанопластина туралы ең алғашқы құжатталған есептерді зерттеушілер осы екі өлшемді нанокұрылымдарды синтездеу және зерттеу әдістерін дамыта отырып, 2000-шы жылдардың басынан іздеуге болады. Бастапқы зерттеулер CdSe нанопластиналарының өсу механизмдері мен қасиеттерін түсінуге бағытталған, бұл олардың наноөлшемдегі бірегей электрондық және оптикалық сипаттамаларын жүзеге асыруға әкелді.

CdSe нанопластиналарын ашудағы маңызды серпілістердің бірі коллоидтық синтез әдістерін жетілдірумен және осы нанокұрылымдардың өлшемі мен морфологиясын басқару мүмкіндігімен болды. Бұл ғалымдарға өлшемдері мен қасиеттері жақсы анықталған жоғары сапалы CdSe нанопластиналарды шығаруға мүмкіндік берді.

Нанотехнологиялар, материалтану және жартылай өткізгіш наноматериалдар саласындағы зерттеулердің дамуы жалғасуда, CdSe нанопластиналары оптоэлектроника, фотоника және биомедициналық технологияларды қоса алғанда, кең ауқымды қосымшалар үшін перспективалы бағыт ретінде пайда болды.

CdSe нанопластиналары ашылғаннан бері олардың іргелі қасиеттерін түсінуге, синтезін оңтайландыруға және әртүрлі ғылыми және технологиялық салалардағы жаңа қолданбаларды зерттеуге бағытталған көптеген зерттеулердің тақырыбы болды. CdSe нанопластиналары, сондай-ақ кадмий селенидті нанопластиналар ретінде белгілі, пластина тәрізді морфологиясы бар нанокұрылымдар. Олар екі өлшемді конфигурацияда орналасқан кадмий және селен атомдарынан тұрады. CdSe нанопластиналары әдетте бірнеше атомдық қабаттардың диапазонында қалыңдығына ие, әлдеқайда үлкен бүйірлік өлшемді көрсетеді, көбінесе ондаған және жүздеген нанометрлер.

CdSe нанопластиналары үшін синтез әдістеріне химиялық бу тұндыру, коллоидтық синтез және нанопластинаның өлшемі мен пішінін басқаруға бағытталған басқа әдістер кіреді. Олардың бірегей геометриялық және электронды сипаттамалары оларды наноғылымдағы озық технологиялар мен іргелі зерттеулерге перспективалы үміткерлер етеді.

CdSe нанопластиналары туралы жалпы мағлұмат Жартылай өткізгіштің өлшемі наноөлшемге дейін азайған кезде, көптеген бірегей физикалық қасиеттер кванттық шектеу әсерінен туындайды, бұл іргелі физиканы зерттеу және жаңа оптоэлектрондық құрылғыларды қолдану үшін маңызды. Қазіргі уақытта мұндай наноөлшемді жартылай өткізгіш материалдарды дайындау негізінен эпитаксиалды өсу мен химиялық ерітінді әдісін қамтиды. Эпитаксиалды өсумен салыстырғанда химиялық коллоидтық әдістің артықшылығы төмен баға, жақсы дисперстілік, дәл өлшем және пішінді реттеу. 1993 жылы жүзеге асырылған коллоидтық жартылай өткізгіш кванттық нүктелер (КН) синтезі нанометрлік материалға ғылыми зерттеулерде үлкен назар аударылды. [1] Жоғары жарық тиімділігі мен реттелетін толқын ұзындығының арқасында коллоидты КН материалдары жарық диодтары, биосенсорлар және лазерлер үшін кеңінен зерттелді. CdSe ең танымал II–VI жартылай өткізгіш КН бірі болып табылады. Ұзақ уақыт бойы оптикалық өнімділікті жақсарту үшін осы сфералық нанокристалдың өлшемі мен құрамын өзгерту зерттеудің негізгі бағыты болды. [2-3] Синтетикалық технологияның одан әрі дамуымен бір өлшемді жолақ пішінді наноқұрылымдар және туынды күрделі құрылымдар, соның ішінде CdSe нанотректері мен тетрапод тәрізді құрылымдар біртіндеп пайда болды. [4] Материалдың пішінінің өзгеруі нөлдік КН-мен салыстырғанда кейбір ерекше оптикалық қасиеттерді тудырды. Соңғы жылдары квазиөкі өлшемді наноқұрылымның жаңа түрі синтезделді, ол ерекше назар аударды. [5] Бұл жазық пішінді нанокристалдар әдетте нано-пластелеттер (NPLs) деп аталады. CdSe нанопластиналары әдетте қалыңдығы бойынша бірнеше моноқабаттар (MLs) болып табылады. Демек, үлкен бүйір өлшемдермен салыстырғанда тік бағытта өте күшті кванттық шектеу әсері бар. Қалыңдықты дәл бақылаумен байланысты, CdSe нанопластиналары өте тар шығарындыларға ие. Жалпы алғанда, CdSe нанопластиналарының шығарындыларының ені шамамен 10 нм, бұл дәстүрлі CdSe КН үштен бір бөлігін құрайды. [6] Сонымен қатар, CdSe нанопластиналары үлкен жұтылу қимасы, радиациялық рекомбинация жылдамдығы және жылдамырақ екені анықталды. күшейтілген өздігінен сәулеленудің өте төмен шегі. [7] Бұл қасиеттер CdSe нанопластинаны жарық диодтары мен лазерлері үшін перспективалы оптикалық материал етеді. [8]

Қазіргі уақытта CdSe нанопластиналар синтетикалық техникасы өзінің жетілуіне жетті. Нанопластиналар әр түрлі катиондық және аниондық прекурсорлар арқылы түзілді. [9] Катионды прекурсордың нанопластинаның бүйірлік өсуіне және синтез уақытына әсері және аниондық прекурсордың нанопластина қалыңдығына әсері туралы хабарланды. Синтезде әдетте кадмий ацетаты дигидраты және кадмий пропионаты қолданылады. Нанопластина қалыңдығын басқаратын температура анықталды. Нанопластина қалыптасуының өсу механизмі де қарқынды зерттелді [10]. Кадмий көзінің рөлі және реакция жағдайлары туралы жүйелі зерттеулер сирек жарияланады, бұл ретте оңай қол жетімді прекурсорлардан бастап CdSe нано-пластелеттерін синтездеу үшін қауіпсіз және ыңғайлы әдістерге нақты қажеттілік бар. Оның үстіне, нанопластина өсу механизмі әлі де талқылануда. Сондықтан бұл жерде коллоидтық CdTe нанопластина өсу процесін жүйелі зерттеу нәтижелерін береміз және катиондық прекурсорлардың нанопластинкалардың өсуі мен қалыңдығына әсерін салыстырамыз. [11]

Бейорганикалық бөлшектер синтезі жаңа материалдар үнемі синтезделіп отыратындықтан ғана емес, сонымен қатар реакция схемаларын дәл баптау олардың өлшемдерін, пішінін, құрамы және кристалдық құрылымын нақты басқара отырып, нанокристалдарды құруға мүмкіндік беретіндіктен қарқынды дамып келе жатқан зерттеу саласы болып табылады. [12-14] Жартылай өткізгіштерде пішін маңызды параметр болып табылады, өйткені ол заряд тасымалдаушылардың электронды спектріне, сондай-ақ

нанокристалдардың оптикалық қасиеттеріне қатты әсер етеді. Мысалы, электрон мен кемтік күйлерінің тығыздығы нанокристалды кванттық нүктелер сияқты нөлдік өлшемді құрылымдар үшін дискретті деңгейлерден квази-бір өлшемді наностержендағы ара тәрізді квазиконтинуумға және ең соңында квази-екі өлшемді нанопластиналарда қадам тәрізді квазиконтинуумға дейін өзгереді. Пішін сонымен қатар электронды кемтік Кулонының байланысының беріктігін өзгертеді, өйткені қоршаған ортаның диэлектрлік өтімділігі аз. [15-18] Нәтижесінде экситонды байланыстыру энергиясы наностержендарда және екі өлшемді жартылай өткізгіш қабаттар жоғарылайды. Сонымен қатар, пішін экситонның шығарылған фотондармен байланысының беріктігіне әсер етеді, өйткені фотонның электр өрісінің тангенциалды компоненті бір өлшемді немесе екі өлшемді коллоидты жартылай өткізгіш құрылымдарға енген кезде оның мәнін өзгертпейді. [19-21] Бұл өз кезегінде осы құрылымдардағы флуоресцентті ыдырау уақытын қысқартады. Ақырында, квазиөлшемді наностержендардағы және квази-екіөлшемді нанопластина жеріндегі экситон күйлері массалық когерентті қозғалыстың экситон центрімен байланысқан осциллятор күшінің үлкен ауысуына ие болуы мүмкін. [22] Жердегі экситон күйінің үлкен осциллятор күшінің ауысуы жұтылу қимасын күшейтеді және экситонның радиациялық ыдырау уақытын едәуір қысқартады. Екі өлшемді құрылымдар жағдайында күшейту экситонның когерентті қозғалысы аймағының экситон Бор радиусының квадратына қатынасына пропорционал және төмен температурада эпитаксиалды кванттық ұңғымаларда байқалды. [23]

CdSe нанопластиналарының оптикалық қасиеттері Бөлшектердің өлшемі мен бетінің құрылымын бақылау жартылай өткізгіш нанобөлшектерді зерттеуде қызығушылық тудыруда. [24-25] Нанобөлшектердің беттік-көлемдік қатынасы жоғары болғандықтан, беттік қасиеттер олардың құрылымдық және оптикалық қасиеттеріне айтарлықтай әсер етеді. [26] Беттерді өзгерту әр түрлі органикалық және бейорганикалық түрлері бар нанобөлшектердің беткі ақауларын жояды және оптикалық қасиеттеріне әсер етеді деп болжануда. Нанокристаллиттерді беттік белсенді заттармен органикалық жабу кристаллиттер агрегациясына және электрондық пассивациясына кедергі туғызады. Әдетте, триоктилфосфин оксиді бар CdSe нанопластиналары бөлме температурасында қазірдің өзінде ~10% кванттық шығымдылыққа ие [27].

Түрлі спектроскопиялық әдістерді қолдану нанопластинаның артындағы орасан зор әлеуетті ашты. Олардың энергетикалық құрылымына сүйене отырып, оларды субстратсыз, кванттық ұңғымалардың аналогы деп санауға болады. Нанокристаллдың қалыңдығын өзгерту арқылы нанопластинкалардың оптикалық қасиеттерін үлкен дәлдікпен басқаруға болады. Бұл мүмкіндік нанокристалдарды коллоидты ерітіндіде химиялық синтездеудің заманауи әдістерімен қамтамасыз етілген, олардың салыстырмалы түрде төмен құны, өнімнің жоғары шығымдылығы және оның қолайлы формасы, белсенді ортаны дайындауға және нанокристалдарды әртүрлі өндірістерге енгізуге қолайлы. матрицалар. Коллоидтық нано-платлеттер тар люминесценция жолақтарына, шағын Стокс ығысуына және олар көрсететін үлкен осциллятор күшіне байланысты кеңінен қолданылатын кванттық нүктелерге перспективалы балама болуы мүмкін. [28]

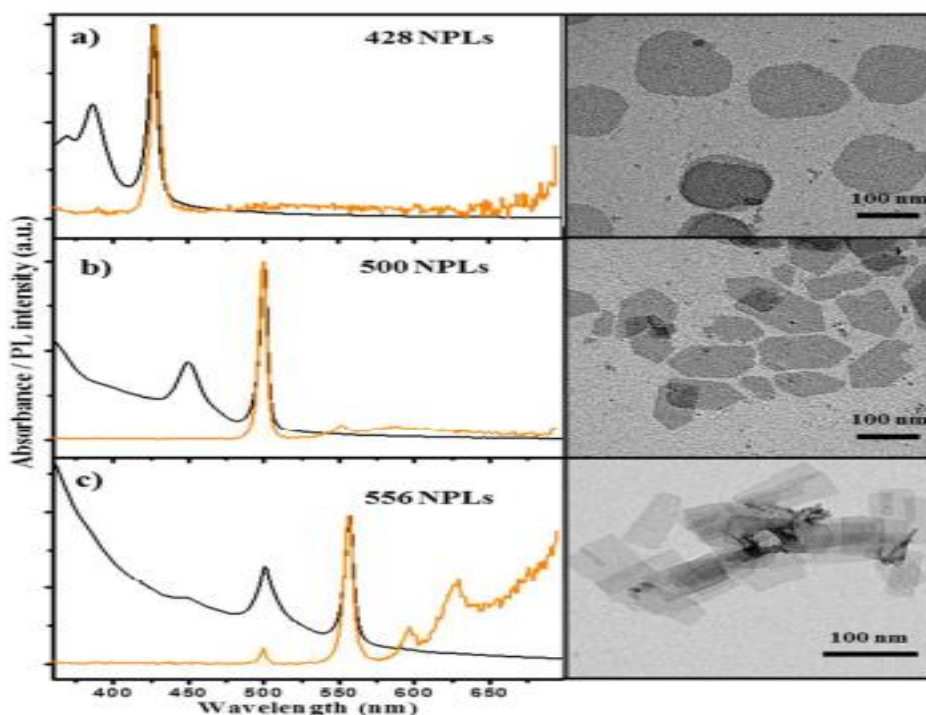
Талдау Химиялық заттар: кадмий ацетаты дигидраты $\text{Cd}(\text{OAc})_2 \cdot 2(\text{H}_2\text{O})$ (Сигма-Алдрих, 98%), олеин қышқылы (ОА, Sigma-Oldrich, 90%), 1-октадецен (ODE, Sigma-Aldrich, 90%), триоктилфосфин (TOP, Cytec, 90%), теллур (Sigma-Oldrich, 99,997%), пропион қышқылы (Sigma-Oldrich, 99%), CdO (Sigma-Aldrich, 99%), кадмий форматы (Sigma-Aldrich, 99,9%), n-гексан (VWR, 95%) және этанол (Карло Эрба, 99,8%) нано тромбоциттерді синтездеу үшін сатып алынады және одан әрі тазартусыз пайдаланылады. Прекурсорлардың синтезі: Кадмий пропионаты ($\text{Cd}(\text{prop})_2$) келесі қадамдар арқылы жасалады: 1,036 г CdO (8,07 ммоль) және 10 мл пропион қышқылы колбаға құйылады. Қоспаны 70 °C температурада аргон астында 1 сағат қыздырылады. Бүкіл қатты зат еріген кезде және түссіз ерітінді алынғанда, қыздыру тоқтатылады және ерітіндіні ақ түсті қатты зат ретінде тұндыру үшін ацетон қосылады. Содан кейін оны сүзеді, ацетонмен жуады және түні бойы вакуумда кептіреді.

Нанопластинаның синтезі: CdTe 500 нанопластина синтезі: Үш мойынды колбаға 130 мг Cd(prop)2 (0,5 ммоль), 80 мкл ОА (0,25 ммоль) және 10 мл ODE құйылады және қоспасы магнитті түрде араластырылады және вакуумда газсыздандырылады. 95 °С температурада 2 сағ. Аргон астындағы қоспа 210 °С температурада қызады және 0,5 мл ODE-де сұйылтылған 1 М TOP-Se ерітіндісінің 100 мкл тез қосылады. Ерітіндінің түсі сары, содан кейін сары-кызғылт сары түске дейін тез өзгереді. Реакцияны бірдей температурада 30 мин қыздырады.

Содан кейін ерітіндіге 1 мл ОА қосылады және қыздырғыш мантия тез жойылады. Бөлме температурасында нанопластинаны тұндыру үшін 30 мл гексан және 40 мл этанол қосылады. Содан кейін ерітінді 5000 айн/мин жылдамдықпен 10 минут бойы центрифугаланады. Жоғарғы сұйықтық тасталады және қатты тұнба гександа қайта дисперстіленеді. Этанолмен тұндыру процесі екі-үш рет қайталаанады.

Кадмий прекурсоры ретінде Cd(OAc)2 пайдаланылған кезде, TOP-Se 170-190 °С аралығында енгізіледі.

Үздіксіз инъекциямен CdSe 500 нанопластина синтезі: 25 мл ODE ішіндегі 160 мг Cd(OAc)2•2(H2O) (0,6 ммоль) және 95 мкл ОА (0,3 ммоль) қоспасы үш мойынды колбаға құйылады және 95 °С температурада 1 сағ вакуумда араластырады. Колбаны Ag толтырып, температурасы 200 °С-қа дейін көтеріледі. Содан кейін 5 мл ODE-де сұйылтылған 0,1 ммоль стехиометриялық TOP-Se (2,24 М) шприцті сорғымен 30 минут ішінде тұрақты жылдамдықпен енгізіледі. Қосу аяқталғаннан кейін реакция 200 °С температурада 15 минут бойы қыздырылады. Шикі өнімге 30 мл гексан және 30 мл этанол қосылады және нанопластина 3500 айн/мин центрифугалау арқылы тұнбаға түседі, содан кейін гександа қайта ерітіледі.



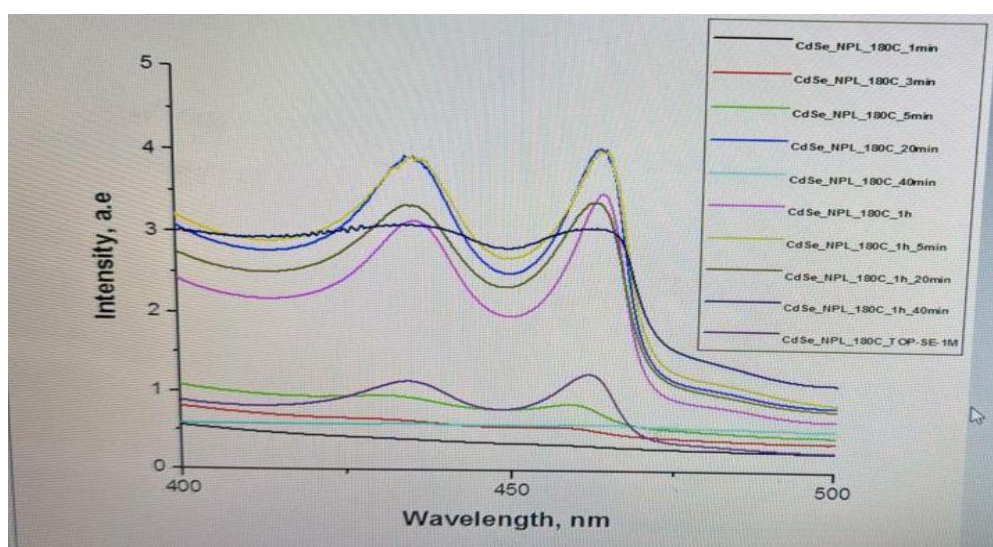
Сурет 1 - CdSe нанопластиналарының оңтайландырылған синтезі және CdSe нанопластиналарының пленкаларының фото-суреттері

ОА концентрациясы: Негізгі мәтінде түсіндірілгендей, ОА концентрациясының нанопластинаның бүйірлік мөлшеріне әсері зерттелді. Cd(OAc)2: ОА арақатынасы 1:2 болғанда CdSe кванттық нүкте түзілуі байқалды. Реакция 20 мл-де 0,5 ммоль Cd(OAc)2, 1,0 ммоль ОА қатысуымен жүргізілді. 215°С температурада 2,5 мл ODE ішіндегі TOP-Se (0,05 ммоль) ерітіндісі тұрақты жылдамдықпен 15 минут ішінде енгізілді.

Эксперименттік нәтижелерді талдау; алынған кадмий селениді нанопластиналарының оптикалық қасиеттерін зерттеу. Біздің жұмыстың мақсаты: температураның өсумен нанопластиналардың өсу жылдамдығын және оптикалық қасиеттерін зерттеу. Қосымша нанопластиналардың поляризацияланған люминесценциясын зерттеу.

Pedetti 2013 жылғы мақаламен танысып, өзімізге керекті құрал-жабдықтарды алдын ала дайындап алдық. Қауіпсіздік ережелерін сақтай отырып жұмысымызды бастадық. Үлгілерді дайындау мен өлшеуді жүргізудің негізгі кезеңдерін алдын ала жоспарладық. Алдымен TOP-Se дайындап алдық. Ол үшін электронды таразыда 78,96мг(1ммоль) Se өлшеп алдық. Оны кювета салдық(кювета алдын ала тазартылған). Оған 1 М TOP қостық. Олар бір бірімен әрекетесуі үшін колбаға магнеттик салып, плиталы зертханалық цифрлық магнитті араластырғыштың ортасына бекітеміз. Арада 15-20 минут өткесін TOP-Se дайын болды.

Прекурсор синтезі:электронды таразыда 0,115г(0,25ммоль) Cd acetate өлшеп алдық(өлшемей тұрып Cd acetate ұнтақтап алдық). ОА мен ODE жылы суға ерітіп алдық. Осылай бәрін дайындап алғасын екі басты колбаға 0,115г(0,25ммоль) Cd acetate; 0,08 мл(0,25ммоль) ОА мен 10 мл ODE қостық. Олар бір бірімен әрекетесуі үшін колбаға магнеттик салып, плиталы зертханалық цифрлық магнитті араластырғыштың ортасына бекітеміз. температураны реттеп отыру үшін термопараны бекітеміз. Аргон астында 95°C, t=2сағат араластырамыз. Оны суытып 2-ге, яғни 10 мл-ды 5мл және 5 мл деп бөліп аламыз. Бөлген 5мл ерітіндімізді 180°C та 1 сағ қыздырып оның үстінен дайын TOP – Se(100мл) қостық. TOP – Se қосқан кезден бастап 1мин, 3 мин, 5мин, 20мин, 40мин, 1сағ деп алиquotалар алдық. Алынған нәтижемізді (алиquotаларды) спектрометрге салып, спектрлерін өлшедік. Origin бағдарламасымен алған CdSe нанопластинкаларымыздың графигін тұрғыздық.



Сурет 2 . CdSe нанопластинасының жұтылу спектрі

Қорытынды

Бұл жұмыста CdSe нанопластиналарын алу әдістерімен таныстым, олардың оптикалық қасиеттеріне беттік тұрақтандырғыштардың әсері қатты екені байқалды, зерттеу бойынша іздеу жұмыстары жүргізілді. Эксперименттік зерттеулер нәтижесінде CdSe нанопластиналардың физикалық сипаттамалары анықталып, тұжырымдар жасалынды. CdSe нанопластиналары стандартты олеатты синтез әдісімен жасалытынымен таныстым. CdSe нанопластиналары оптикалық жұтылу спектрлері Jasco 770 V спектрофотометрімен өлшенді. Жұтылу спектрлерінде экситондық жұтылу шыңдары байқалды. Бірінші экситондық жұтылу шыңының орны бойынша нанопластина диаметрі, экстинкция

коэффициенті және дайындалған ерітіндідегі концентрациясы анықталды, яғни нанопластина сипаттамалық әдістерімен таныстым, оларды меңгердім.

CdSe нанопластина фотолюминесценциясын зерттеу СМ 2203 спектрофлуориметрінің көмегімен жүргізілді. Люминесценция және жұтылу спектрлерінде кванттық өлшемді эффект анық байқалды. Қоспасыз CdSe кванттық нүктесінің фотолюминесценция спектрі максимумы 513 нм экситондық жолақтан және кең жайылған ұзынтолқындық жолақтан тұрады. Бұл ұзынтолқындық люминесценция жолағы селеннің вакансиясы сияқты нанопластина беттік ақауларымен байланысты.

Пайдаланылған әдебиеттер тізімі

1. Mashford, B. S.; Stevenson, M.; Popovic, Z.; Hamilton, C.; Zhou, Z.; Breen, C.; Steckel, J.; Bulovic, V.; Bawendi, M.; Sullivan, S.; Kazlas, P. High-Efficiency Quantum-Dot Light-Emitting Devices with Enhanced Charge Injection. *Nat. Photonics* 2013, 7, 407–412.
2. Michalet, X. Quantum Dots for Live Cells, in Vivo Imaging, and Diagnostics. *Science* 2005, 307, 538–544.
3. Klimov, V. I.; Mikhailovsky, A. A.; Xu, S.; Malko, A.; Hollingsworth, J. A.; Leatherdale, C. A.; Eisler, H. J.; Bawendi, M. G. Optical Gain and Stimulated Emission in Nanocrystal Quantum Dots. *Science* 2000, 290, 314–317.
4. Raino, G.; Stoferle, T.; Moreels, I.; Gomes, R.; Kamal, J. S.; Hens, Z.; Mahrt, R. F. Probing the Wave Function Delocalization in CdSe/CdS Dot-in-Rod Nanocrystals by Time- and Temperature-Resolved Spectroscopy. *ACS Nano* 2011, 5, 4031–4036.
5. Ithurria, S.; Dubertret, B. Quasi 2D Colloidal CdSe Platelets with Thicknesses Controlled at the Atomic Level. *J. Am. Chem. Soc.* 2008, 130, 16504–16505.
6. Ithurria, S.; Bousquet, G.; Dubertret, B. Continuous Transition from 3D to 1D Confinement Observed During the Formation of CdSe Nanoplatelets. *J. Am. Chem. Soc.* 2011, 133, 3070–3077.
7. Ithurria, S.; Tessier, M. D.; Mahler, B.; Lobo, R. P.; Dubertret, B.; Efros, A. L. Colloidal Nanoplatelets with Two-Dimensional Electronic Structure. *Nat. Mater.* 2011, 10, 936–941.
8. Olutas, M.; Guzel Turk, B.; Kelestemur, Y.; Yeltik, A.; Delikanli, S.; Demir, H. V. Lateral Size-Dependent Spontaneous and Stimulated Emission Properties in Colloidal CdSe Nanoplatelets. *ACS Nano* 2015, 9, 5041–5050.
9. Chen, Z. Y.; Nadal, B.; Mahler, B.; Aubin, H.; Dubertret, B. Quasi-2D Colloidal Semiconductor Nanoplatelets for Narrow Electroluminescence. *Adv. Funct. Mater.* 2014, 24, 295–302.
10. Giovanella, U.; Pasini, M.; Lorenzon, M.; Galeotti, F.; Lucchi, C.; Meinardi, F.; Luzzati, S.; Dubertret, B.; Brovelli, S. Efficient Solution-Processed Nanoplatelet-Based Light-Emitting Diodes with High Operational Stability in Air. *Nano Lett.* 2018, 18, 3441–3448.
11. Tessier, M. D.; Biadala, L.; Bouet, C.; Ithurria, S.; Abecassis, B.; Dubertret, B. Phonon Line Emission Revealed by Self-Assembly of Colloidal Nanoplatelets. *ACS Nano* 2013, 7, 3332–3340.
12. Murray, C. B., Norris, D. J. & Bawendi, M. G. Synthesis and characterization of nearly monodisperse CdE (E = S, Se, Te) semiconductor nanocrystallites. *J. Am. Chem. Soc.* 115, 8706–8715 (1993).
13. Manna, L., Milliron, D. J., Meisel, A., Scher, E. C. & Alivisatos, A. P. Controlled growth of tetrapod-branched inorganic nanocrystals. *Nature Mater.* 2, 382–385 (2003).
14. Yin, Y. & Alivisatos, A. P. Colloidal nanocrystal synthesis and the organic–inorganic interface. *Nature* 437, 664–670 (2005).
15. Mulyarov, E. A., Zhukov, E. A., Dneprovskii, V. S. & Masumoto, Y. Dielectrically enhanced excitons in semiconductor–insulator quantum wires: Theory and experiment. *Phys. Rev. B* 62, 7420–7432 (2000).
16. Mulyarov, E. A. & Tikhodeev, S. G. Dielectric enhancement of excitons in semiconducting quantum wires. *J. Exp. Theor. Phys.* 84, 151–155 (1997).

17. Shabaev, A. & Efros, A. L. 1D exciton spectroscopy of semiconductor nanorods. Nano Lett. 4, 1821–1825 (2004).
18. Bartnik, A. C., Efros, A. L., Koh, W. K., Murray, C. B. & Wise, F. W. Electronic states and optical properties of PbSe nanorods and nanowires. Phys. Rev. B 82, 195313 (2010).
19. Keldysh, L. V. Coulomb interaction in thin semiconductor and semimetal films. J. Exp Theor. Phys. Lett. 29, 658–661 (1979).
20. Gippius, N. A. et al. Excitons in near-surface quantum wells in magnetic fields: Experiment and theory. J. Appl. Phys. 83, 5410–5417 (1998).
21. Tikhodeev, S. G. et al. Excitons in near surface quantum wells: Local probe of semiconductor/vacuum surface. Phys. Status Solidi 164, 179–182 (1997).
22. Rashba, E. I. & Gurgenshvili, G. E. Edge absorption theory in semiconductors. Sov. Phys. Solid State 4, 759–760 (1962).
23. Feldmann, J. et al. Linewidth dependence of radiative exciton lifetimes in quantum-wells. Phys. Rev. Lett. 59, 2337–2340 (1987).
24. Weller, H. Adv. Mater. 1993, 5, 88.
25. Beecroft, L. L.; Ober, C. K. Chem. Mater. 1997, 9, 1302.
26. Wang, Y.; Herron, N. J. Phys. Chem. 1991, 95, 525.
27. Murray, C. B.; Norris, D. J.; Bawendi, M. G. J. Am. Chem. Soc. 1993, 115, 8706.
28. Einstein, A., B. Podolsky, and N. Rosen, 1935, “Can quantum-mechanical description of physical reality be considered complete?”, Phys. Rev. 47, 777-780.

УДК 538.9

ZnTe НАНОКРИСТАЛДАРЫНЫҢ ТЕМПЛЭЙТТИ СИНТЕЗИ ЖӘНЕ ҚҰРЫЛЫМЫ

Есмахан Алтай Бақытжанұлы

esmakhanaltai@gmail.com

Л.Н. Гумилев атындағы ЕҰУ Физика-техникалық факультетінің 3-курс студенті

Ғылыми жетекшісі – А.Д. Ақылбекова

Мырыш теллуридi - бөлме температурасында 2,26 эВ тыйым салынған зонасына тең күрделi II – VI тобына жататын жартылай өткізгіш [1]. ZnTe әдетте кубтық (сфалерит немесе мырыш қоспасы) кристалдық құрылымы бар, бірақ оны гесагоналдық кристалдар (вюрцит құрылымы) түрінде де алуға болады. Ол күн батареялары [2], фотодетекторлар [3], жарық шығаратын диодтар [4], оптоэлектрондық құрылғылар [5], жоғары тиімді көп қосындылы күн батареялары [6], терагерц (THZ) құрылғылары және электрондық құрылғылар [7]. Мұның бәрі кристалдың құрылымына және бөлшектердің өлшеміне байланысты болып келеді.

Соңғы бірнеше онжылдықта көптеген зерттеушілер нанобөлшектерді зерттеуге қызығушылық танытты. Бұл сусымалы материалдармен салыстырғанда олардың қасиеттерінің әртүрлілігіне байланысты. Шын мәнінде, Cd халькогениді сияқты нанобөлшектердің барлық түрлері әртүрлі әдістермен синтезделген және өлшемге тәуелді қасиеттерді көрсетеді [8].

Кейбір зерттеушілер ZnTe нанобөлшектерін синтездеу үшін электродепозиция әдісі [9], химиялық синтез [4], термиялық булану [10], микротолқынды сәулелену, сублимация техникасы [11], спрей пиролизі [12], микротолқынды плазма [13], электр өткізгіштік, т.б. Біздің жұмыста ZnTe нанокристалдарының $a - SiO_2/Si - n$ трек үлгісіне шаблон синтезінің (химиялық тұндыру) нәтижелері келтірілген. SiO_2/Si құрылымдары 108 ион/см² флюменті 177 МэВ Хе иондарымен сәулелендірілді, содан кейін HF 4% сулы ерітіндісінде химиялық қышқылдану; еріткіш құрамына $m(Pd) = 0,025$ г, өсу уақыты 10 минут, өңдеу температурасы $t = 25^\circ C$. $a - SiO_2/Si - n$ шаблонна мырыш сульфидінің химиялық тұндыру (ХТ) бөлме температурасында ($25^\circ C$) және pH=1 кезінде жүргізілді.