

O'ZBEKISTON RESPUBLIKASI  
OLIIY TA'LIM, FAN VA INNOVATSIYALAR VAZIRLIGI  
FARG'ONA DAVLAT UNIVERSITETI

**FarDU.  
ILMIY  
XABARLAR**

1995-yildan nashr etiladi  
Yilda 6 marta chiqadi

5-2024

**НАУЧНЫЙ  
ВЕСТНИК.  
ФерГУ**

Издаётся с 1995 года  
Выходит 6 раз в год

## FIZIKA– TEXNIKA

<b>G'.R.Rahmatov</b> Sabzavotlarni quritishda birlamchi ishlov berishdagi qurish kattaliklari tahlili.....	5
<b>M.B.Nabiyev, O.V.Tillaboyeva, D.D.G'ulomjonova</b> Yarimo'tkazgichli termoelektrik sovutgich (muzlat gich)lar asosidagi qurilmalarning qo'llanilishini o'rganish va uning tadbiri.....	10
<b>M.Kholdorov</b> Study of infrared light drying processes of fruits and vegetables .....	16

## KIMYO

<b>Q.M.Norboyev, X.Sh.Tashpulatov, A.M.Nasimov, D.T.Toshpulatov, Sh.N.Magdiyev, J.M.Xursandov, D.O.Sadikov</b> Xona haroratida ligandlar yordamida qayta cho'ktirish usulida CsPbBr <sub>3</sub> tarkibli perovskit kvant nuqtalar sintezi va spektral tahlili .....	20
<b>M.O.Rasulova, A.A.Ibragimov, T.Sh.Amirova</b> Oshlangan hayvon terilari tarkibidagi makro va mikroelementlar tahlili .....	26
<b>I.R.Asqarov, Sh.Sh.Abdullayev, S.A.Mamatqulova, O.Sh.Abdulloyev, Sh.X.Abdulloyev</b> Development of a methodology for determining the amount of water-soluble vitamins using the YSSX method (case study of Jujube).....	32
<b>A.A.Toshov, S.R.Razzoqova, I.Karimov, J.Jo'rayev, Sh.A.Kadirova, Sh.Sh.Turg'unboyev, Y.Ro'zimov</b> Синтез, строение и физико-химические свойства комплекса 2-метилтиобензоксазола с кобальтом .....	39
<b>S.X.Botirov, D.A.Eshkursunov, A.Inxonova D.J.Bekchanov M.G.Muxamediyev</b> AN-31 Anionitiga bixramat ionlarining sorbsiyasini eritma <i>ph</i> muhitiga bog'liqligini tadqiq qilish.....	48
<b>M.A.Yusupov, Sh.E.Satimova, I.R.Asqarov, M.M.Mo'minov</b> Determination of polyphenols and vitamins in artichoke ( <i>Cynara scolymus</i> L.) leaves .....	52
<b>S.X.Botirov, D.A.Eshkursunov, Y.S.Fayzullayev, D.J.Bekchanov, M.G.Muxamediyev</b> Sanoat anionitiga suniy eritmalardan Cr(VI) ionlarining sorbsiya kinetikasini tadqiq qilish.....	60
<b>M.M.Yadgarova, Sh.B.Hasanov, O.I.Xudoyberganov, Z.Sh.Abdullayeva</b> Ni(II) ionining salitsilamid bilan kompleks birikmasi sintezi va kristall tuzilishi .....	65
<b>O.K.Askarova, G.M.Ikromova, M.Y.Juraev, Э.Х.Ботиров</b> Химический состав эфирного масла из надземной части <i>Haplophyllum acutifolium</i> .....	73
<b>X.V.Isroilova, B.Y.Abdug'aniyev</b> Jundan tayyorlangan matolarning sifat va miqdoriy tarkibini fizik-kimyoviy uslublarda tadqiq qilish .....	78
<b>M.M.Yadgarova, Sh.B.Hasanov, O.I.Xudoyberganov, M.A.Ashirov</b> Cu(II) ionining, salitsilamid hamda trietanolamin bilan kompleks birikmasi sintezi va kristall tuzilishi.....	85
<b>N.T.Xo'jayeva, B.Y.Abdug'aniyev, V.U.Xo'jayev</b> <i>Fritillaria severzovii</i> o'simligi piyozi va uning suvli ekstraktini makro va mikroelementlar tahlili.....	93
<b>X.R.Kosimova, O.A.Bozorboyeva, N.K.Malikova, S.B.Raximov, A.E.Yangibayev, Sh.Sh.Turg'unboyev</b> Cu (II) ionini sorbsion-spektrofotometrik aniqlash .....	97
<b>O.P.Mansurov, B.З.Адизов, X.P.Латипов, Б.Б.Рахимов, М.Ю.Исмоилов</b> Метод производства добавок к бензину .....	103

## BIOLOGIYA

<b>Sh.X.Yusupov, I.I.Zokirov, K.H.G'aniyev, M.A.Masodiqova</b> Zararkunanda hasharotlar populyatsiyasining mavsumiy rivojlanish sur'atlari (no'xat agrotsenozi misolida).....	112
<b>A.K.Xusanov, A.A.Yaxyoyev, J.B.Nizomov, I.I.Zokirov, M.A.Abduvaliyeva</b> Mikroplastiklarni gidrobiontlar organizmiga ta'sirini o'rganilishini adabiyotlarda yoritilishi .....	118
<b>Z.A.Jabbarov, D.K.Begimova</b> Tuproqda B guruh vitaminlarining mikroorganizmlar tomonidan sintez qilinishi.....	123
<b>S.O.Khuzhzhiev</b> Biological wastewater treatment using higher aquatic plants.....	130



UO'K: 546,9

**XONA HARORATIDA LIGANGLAR YORDAMIDA QAYTA CHO'KTIRISH USULIDA CsPbBr<sub>3</sub> TARKIBLI PEROVSKIT KVANT NUQTALAR SINTEZI VA SPEKTRAL TAHLILI****СИНТЕЗ И СПЕКТРАЛЬНЫЙ АНАЛИЗ КВАНТОВЫХ ТОЧЕК НА ОСНОВЕ ПЕРОВСКИТА CsPbBr<sub>3</sub> С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МЕТОДА ПОВТОРНОГО ОСАЖДЕНИЯ С ЛИГАНДАМИ ПРИ КОМНАТНОЙ ТЕМПЕРАТУРЕ****SYNTHESIS AND SPECTRAL ANALYSIS OF CSPBBR<sub>3</sub>-BASED PEROVSKITE QUANTUM DOTS USING REPRECIPITATION METHOD WITH LIGANDS AT ROOM TEMPERATURE****Norboyev Qodirbek Mardonqul o'g'li<sup>1</sup>** <sup>1</sup>Sharof Rashidov nomidagi Samarqand davlat universiteti, tayanch doktorant**Tashpulatov Xurshid Shukurovich<sup>2</sup>** <sup>2</sup>Sharof Rashidov nomidagi Samarqand davlat universiteti, kimyo fanlari nomzodi, dotsent**Nasimov Abdullo Muradovich<sup>3</sup>** <sup>3</sup>Sharof Rashidov nomidagi Samarqand davlat universiteti texnika fanlari doktori, professor**Toshpulatov Doston Tolmas o'g'li<sup>4</sup>** <sup>4</sup>Sharof Rashidov nomidagi Samarqand davlat universiteti, assistent**Magdiyev Shuxrat Nuriddinovich<sup>5</sup>** <sup>5</sup>Sharof Rashidov nomidagi Samarqand davlat universiteti, tayanch doktorant**Xursandov Jasur Muhammad o'g'li<sup>6</sup>** <sup>6</sup>Sharof Rashidov nomidagi Samarqand davlat universiteti, magistrant**Sadikov Dilmurod Otamurodovich<sup>7</sup>** <sup>7</sup>Samarqand davlat veterinariya meditsinasi, chorvachilik va biotexnologiyalar universitetining akademik litseyi o'qituvchisi**Annotatsiya**

Ushbu ishda yorqin yashil kvant nuqtali CsPbBr<sub>3</sub> tarkibli perovskit material ligandlar yordamida qayta cho'ktirish (LARP) usulida sintez qilindi. Olingan yorqin yashil kvant nuqtali CsPbBr<sub>3</sub> tarkibli perovskitning turli antisolventlarda barqarorligi va spektral tahlili o'rganildi. Sintez davomida kvant nuqtalar hosil bo'lish jarayonida ligandlar sifatida ishlatiladigan moddalarning zarrachalar o'lchamiga ta'sir qilishi aniqlandi. CsPbBr<sub>3</sub> tarkibli perovskit kvant nuqtalarining yorqin yashil yoki ko'k sohada hosil bo'lishi prekursor konsentratsiyasiga, antisolvent tabiatiga hamda ligandlar tuzilishiga bog'liqligi aniqlandi. CsPbBr<sub>3</sub> tarkibli perovskit birikmaning barqarorligi va spektrlari orasidagi bog'liqlik tahlil qilindi. Sintez qilingan perovskit tuzilishli materiallardan yarimo'tgazgichlar, LED lampalar, fotokatalitik jarayonlarda va quyosh elementlari uchun ishlatish mumkin.

**Аннотация**

В данной работе синтезирован ярко-зеленый квантовый точечный материал на основе перовскита CsPbBr<sub>3</sub> с использованием метода повторного осаждения (LARP) с помощью лигандов. Изучена стабильность и спектральный анализ полученного ярко-зеленого квантового точечного перовскита CsPbBr<sub>3</sub> в различных антирастворителях. Установлено, что вещества, используемые в качестве лигандов в процессе синтеза, влияют на размер частиц квантовых точек. Формирование ярко-зеленых или синих квантовых точек на основе перовскита CsPbBr<sub>3</sub> зависит от концентрации прекурсора, природы антирастворителя и структуры лигандов. Проанализирована связь между стабильностью соединения на основе перовскита

## KIMYO

*CsPbBr<sub>3</sub> u ego spektrami. Sintezirovannyye materialy s perovskitnoy strukturoy moyut byt' ispol'zovany v poluprovodnikax, svetodiодах, fotokataliticheskix protsessax i solnechnyx elementax.*

**Abstract**

*This work synthesizes bright green quantum dot CsPbBr<sub>3</sub>-based perovskite material using the reprecipitation method (LARP) with the help of ligands. The stability and spectral analysis of the obtained bright green quantum dot CsPbBr<sub>3</sub>-based perovskite in various antisolvents were studied. It was determined that the substances used as ligands during the synthesis process affect the particle size of the quantum dots. The formation of bright green or blue quantum dots based on CsPbBr<sub>3</sub> perovskite is dependent on precursor concentration, the nature of the antisolvent, and the structure of the ligands. The relationship between the stability of the CsPbBr<sub>3</sub>-based perovskite compound and its spectra was analyzed. The synthesized perovskite-structured materials can be used in semiconductors, LED lamps, photocatalytic processes, and solar cells.*

**Kalit so'zlar:** LARP usuli, ligandlar, CsPbBr<sub>3</sub>, spektral tahlil, barqarorlik, antisolvent, LED, quyosh elementlari, yarimo'tgazgichlar, sintez.

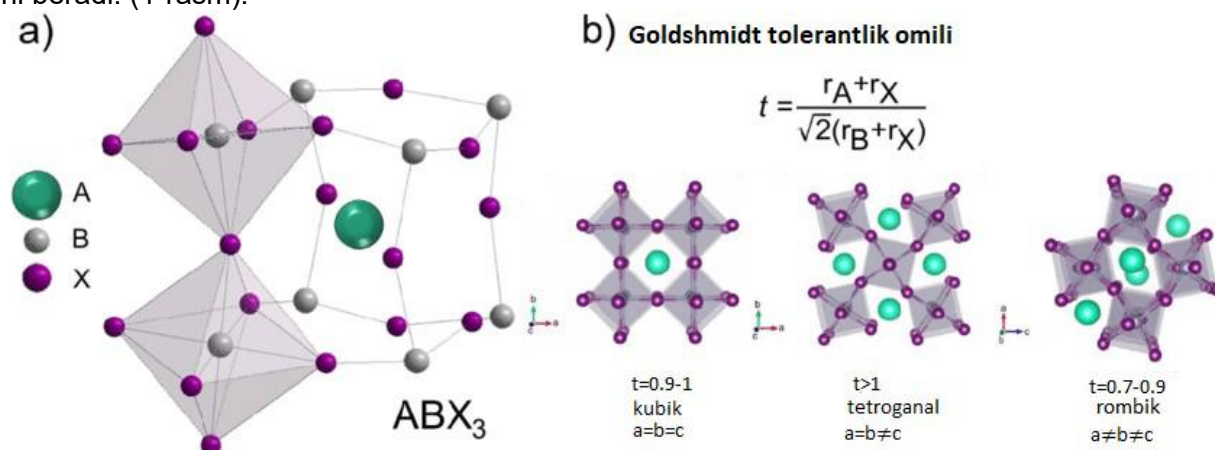
**Ключевые слова:** метод LARP, лиганды, CsPbBr<sub>3</sub>, спектральный анализ, стабильность, антисольвент, светодиоды, солнечные элементы, полупроводники, синтез.

**Key words:** LARP method, ligands, CsPbBr<sub>3</sub>, spectral analysis, stability, antisolvent, LED, solar cells, semiconductors, synthesis.

**KIRISH**

XXI asrga kelib iqtisodiyotning jadal rivojlanishi natijasida energiya istemoli oshishi quyosh elementlari asosida qayta tiklanadigan energiya olishga e'tiborni yanada kuchaytirmoqda. Quyosh elementlari uchun asosan o'ta toza kremniyga asoslangan quyosh elementlaridan foydalanilmoqda. Lekin kremniyga asoslangan quyosh elementlari yuqori assimilatsiya samaradorligi, ko'p material iste'mol va qimmatlik kabi kamchiliklarga ega. Shuning uchun so'ngi yillarda quyosh elementlari uchun perovskit tuzilishli materiallar ko'plab izlanuvchilarning e'tiborini tortmoqda.

Barcha galogen saqlagan perovskitlarning umumiy formulasi ABX<sub>3</sub> ko'rinishga ega bo'lib, bu yerda A anorganik va organik kationlar (CH<sub>3</sub>NH<sub>3</sub><sup>+</sup> (MA), CH(NH<sub>2</sub>)<sub>2</sub><sup>+</sup> (FA), Cs<sup>+</sup>, Rb<sup>+</sup> kabi kationlar), B ham metall kationlaridan (Pb<sup>2+</sup>, Sn<sup>2+</sup>) va X galogen anionlaridan (Cl<sup>-</sup>, Br<sup>-</sup>, I<sup>-</sup>) tashkil topgan [1]. ABX<sub>3</sub> tuzilishli perovskitlarni yuqorida ko'rsatilgan kationlar va anionlar hosil qilishi tolerantlik omiliga bog'liqligi tajribalarda asoslangan. Shu sababli Cs<sup>+</sup> kationi o'rniga Li<sup>+</sup> yoki Na<sup>+</sup> kabi ion radiusi kichik ishqoriy metallni qo'llash orqali ABX<sub>3</sub> tarkibga ega bo'lgan perovskit kvant nuqtalari sintez qilish yaxshi natija bermasligi kuzatilgan. Tolerantlik omili perovskitning kristall tuzilishining barqaror yoki metastabil ekanligini ko'rsatadi. Agar omil juda katta yoki kichik bo'lsa, tuzilma energetik jihatdan noqulay bo'lishi va buzilishga olib kelishi mumkin. Kationlar va anionlar o'lchamining mosligi materialning kubik, tetragonal yoki boshqa fazalarda bo'lishini oldindan bilish imkonini beradi. (1-rasm).



**1-rasm.** ABX<sub>3</sub> tuzilishli perovskitlar uchun tolerantlik omilining qiymatiga ko'ra turli xil shakllarni hosil qilishi.

**ADABIYOTLAR TAHLILI VA METODOLOGIYA**

So'ngi yillarda  $\text{CsPbX}_3$  tarkibli ( $X = \text{Cl}, \text{Br}, \text{I}$ ) kvant nuqtalar sintezida issiq in'yeksiya (Hot Injection-HI), xona haroratida ligandlar yordamida qayta kristallash (Ligand assisted reprecipitation-LARP) va ion almashinuvi (Ion Exchange-IE) kabi usullar keng qo'llanib kelinmoqda[1]. Tarkibida galogen saqlagan perovskitlarni issiq in'yeksiya usuli bo'yicha sintez qilish yuqori harorat hamda inert muhitda reaksiya amalga oshiriladi. Bu reaksiya davomida qutbli erituvchida  $\text{PbX}_2$ , olein kislotasi (OA), oleinamin (OAm) va oktadetsen (ODE) eritiladi. So'ngra oldindan tayyorlangan seziy oleat (Cs-oleat) prekursorini aralashtirib reaksiya harorati xona haroratiga qadar tez sovutilish orqali  $\text{CsPbX}_3$  tarkibli perovskit sintezi amalga oshiriladi. Issiq in'yeksiya usulida OA va OAm ligandlari qo'shiladi. Buning natijasida ligand modifikatsiyasini o'rganish imkoniyatini beradi. Bundan tashqari bu usul perovskit kristall panjarasiga ionlarning kiritilishini osonlashtiradi. Perovskit kvant nuqtalari materiallari ion kristallari bo'lganligidan eritmada ion migratsiyasi sodir bo'lishi mumkin. Turli xil fotoluminescent to'liq uzunligiga ega perovskit kvant nuqtalarini sintez qilishda issiq in'yeksiya va boshqa usullar bilan tayyorlangan perovskit kvant nuqtalari eritmasiga har xil galogen qo'shish orqali erishish mumkin[2]. Xona haroratida ligandlar yordamida qayta kristallash usul asosan turli xil eritmalardagi materiallarning eruvchanligi butunlay boshqacha bo'lishi asoslangan. Xona haroratida  $\text{PbX}_2$  va CsX dimetilformamidda (DMF) eritilib prekursor sifatida ishlatiladi. So'ngra toluol eritmasiga aniq miqdorda ligandli prekursor qo'shiladi. Bunda erituvchi juda to'yingan bo'lganligidan ko'p miqdordagi perovskit kristallari hosil bo'ladi. Bu jarayonda sirt nuqsonlarini (defektlarni) passivlashtirish va kvant nuqtali materiallarining barqarorligini oshirish uchun sirt ligand sifatida OA yoki OAm qo'llaniladi. Barcha sintez jarayonlari xona haroratida amalga oshirilganligi sababli tayyorlash usuli boshqa usullarga qaraganda oddiy va arzon hisoblanadi. Biroq bu usul bilan olingan perovskit kvant nuqtalarning gomogenligi juda yaxshi emas [3].

Boshqa bir tadqiqotlarda xona haroratida o'ta to'yingan qayta kristallanish jarayoni  $\text{CsPbX}_3$  tarkibli kvant nuqtalarini tayyorlashni qisqa fursat ichida yakunlanishi aniqlangan. Qutbli erituvchidan qutbsiz erituvchiga o'tish darhol yuqori darajada to'yingan holatni keltirib chiqaradi. So'ngra aralashmani kuchli aralashtirish tez qayta kristallanishga olib keladi. Buning sababi shundaki,  $\text{Cs}^+$  va  $\text{Pb}^{2+}$  ning qutbli va qutbsiz erituvchilarda eruvchanligi keskin farq qiladi. Kuchli va tezkor aralashtirish sababli  $\text{CsPbX}_3$  tarkibli kvant nuqtalarining o'sishini qat'iy kinetik nazorat qilish qiyinlashadi. Bu jarayon kvant nuqtalari shakli hamda hajmlarining shakllanishida qiyinchiliklarga olib keladi [4]. Sferik kvant nuqtalarini sintez qilish uchun qayta kristallash usuli prekursorlarning "yaxshi" erituvchidagi (masalan, N,N-dimetilformamid – DMF; tetragidrofuran – THF va dimetil sulfoksid – DMSO) eritmasi hona haroratida aralashtiriladi va "yomon" erituvchiga (masalan, toluol va geksan) qo'shilishi natijasida amalga oshiriladi [5].

To'liq noorganik qo'rg'oshin galogenidli perovskit kvant nuqtalari flouressent materiallar sohasida arzonligi, yuqori samaradorlikka ega bo'lsada, barqarorlik va qutubli erituvchilarda erib ketishi bunday materiallar kamchilligi hisoblanadi. Bunday kamchilliklarni oldini olish uchun perovskit kvant nuqtali materiallar sirtini qoplash va polimer birikmalarga birlashtirish orqali suv bug'lari va tashqi muhitga ta'sirini kamaytirish mumkin [6].

Ushbu tadqiqotning maqsadi xona haroratida ligandlar yordamida qayta cho'ktirish usuli yordamida intensivligi yuqori bo'lgan  $\text{CsPbBr}_3$  tarkibli perovskit kvant nuqtalari sintezi va kvant nuqtalar shakllanishida ligandlar va antisolventlarning ta'sirini o'rganishdir.

**TAJRIBAVIY QISM**

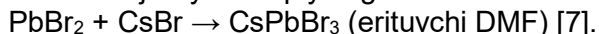
Perovskit sintezi uchun quyidagi reaktivlar ishlatildi: qo'rg'oshin (II) bromid ( $\text{PbBr}_2$  99.99%); seziy bromid ( $\text{CsBr}$  99.99%); dimetilformamid (DMF); oleilamin ( $\text{C}_{18}\text{H}_{36}\text{NH}_2$  99.99%); toluol.

**$\text{CsPbBr}_3$  tuzulishli perovskit kvant nuqtalari sintezi.**  $\text{CsBr}$  (0,1 mmol, 21,281 mg) va  $\text{PbBr}_2$  (0,1 mmol, 36,7 mg) tuzlari tegishli miqdordalarda olinib 2 ml DMF da magnitli aralashtirgich yordamida xona haroratida 5 soat davomida eritildi. 5 soatdan so'ng  $\text{CsPbBr}_3$  nanokristallarining o'lchamlarini nazorat qilish uchun ligandlar qo'shildi. Ligand sifatida 0,1 ml OA va 0,05 ml OAm dan foydalanildi. Prekursorga ligandlar qo'shilgandan so'ng magnitli aralashtirgichda jarayon yana 3 soat davomida aralashtirildi. Prekursor eritmasini tayyorlash davomida tuzlarning to'liq erishi inobatga olindi. 8 soatdan so'ng hosil bo'lgan prekursor eritmasidan 0,1 ml olindi va magnitli aralashtirgichda 1000 rpm/daqqa tezlikda 10 ml toluolga qo'shildi. Natijada yorqin yashil  $\text{CsPbBr}_3$  tuzulishli perovskit kvant nuqtalari olindi. Bu jarayonda

## KIMYO

toluol antisolvent (“yomon” erituvchi) sifatida ishlatildi. Olingan kvant nuqtali eritma 0,45 mikron o‘lchamdagi PTFE filtr orqali filtrlanib olindi va spektral tahlil uchun olib qo‘yildi.

CsPbBr<sub>3</sub> prekursori hosil bo‘lishi jarayonini quyidagicha tasvirlash mumkin:

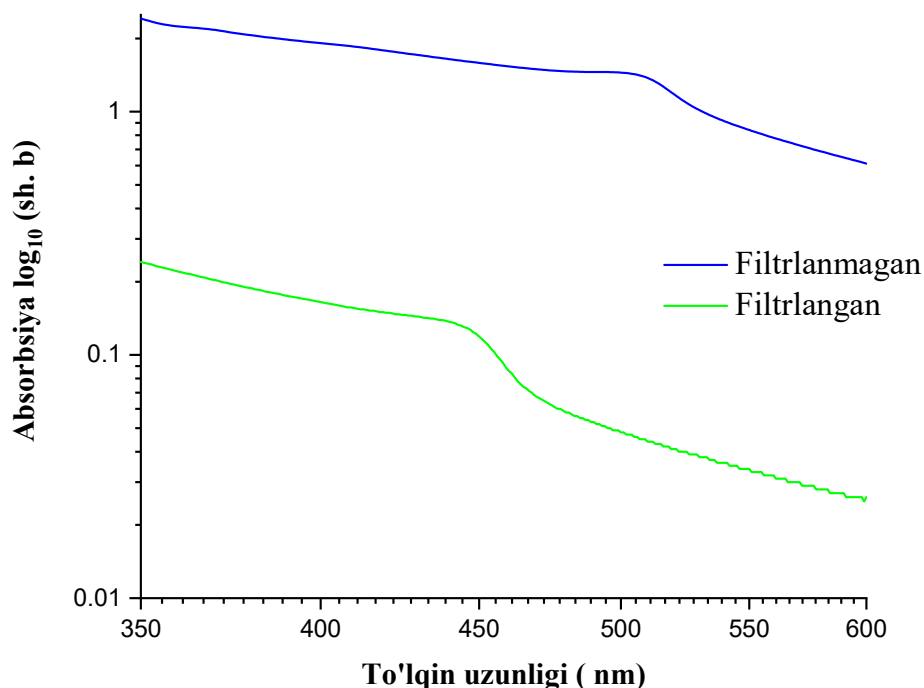


CsPbBr<sub>3</sub> perovskit kvant nuqtalari erituvchi sifatida DMSO ishlatgan holda ham sintez qilindi. Biroq olein kislotasi DMSO da yaxshi aralasha olmaganligi sababli zarrachalar o‘lchami nazorat qilinishida qiyinchilik tug‘ilishi aniqlandi. Bu jarayon natijasida kvant unumi past kvant nuqtalar hosil bo‘lishi kuzatildi.

Perovskit kvant nuqtalarining elektron yutilish spektri Shimadzu UV-2600i spektrofotometrida (Yaponiya), statsionar fluoressensiya tahlili Shimadzu RF-6000 (Yaponiya) spektrofluorometrida o‘rganildi.

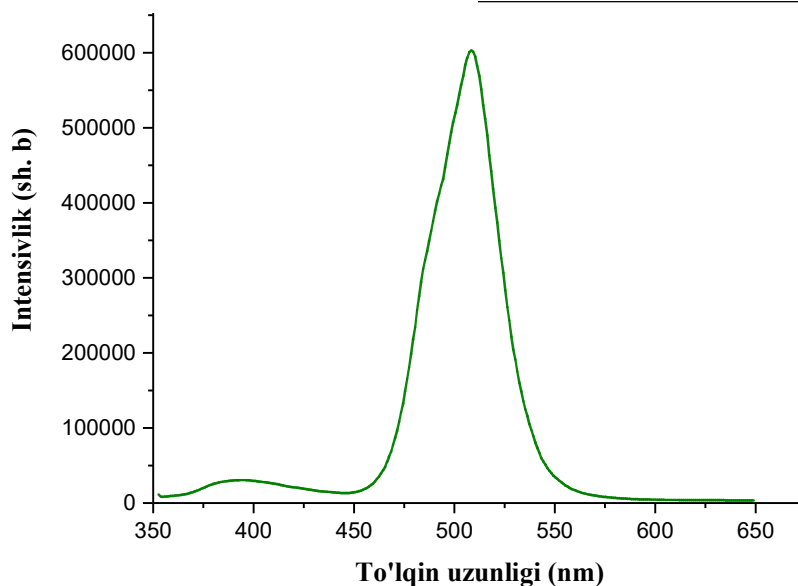
## NATIJARLAR VA MUHOKAMA

Ligandlar yordamida qayta kristallash usulida olingan yashil kvant nuqtali CsPbBr<sub>3</sub> tarkibli perovskit kvant nuqtalari elektron yutilish spektri 2-rasmda keltirilgan.



**2-rasm.** CsPbBr<sub>3</sub> perovskit kvant nuqtalarining filtrlashdan oldingi va filtrlashdan keyingi elektron yutilish spektrlari.

Sintez qilingan yorqin yashil rangli CsPbBr<sub>3</sub> tarkibli perovskit kvant nuqtalari elektron yutilish spektrlari 2-rasmda ko‘rsatilgan. CsPbBr<sub>3</sub> perovskit kvant nuqtalari filtrlanmagan holatda elektron yutilishi boshlanishi 506 nm da ko‘rinadi. Filtrlangandan so‘ng elektron yutilish spektri boshlanishida siljigan holatni kuzatish mumkin. Filtrlangandan so‘ng elektron yutilish spektri 445 nm ni qayd etilishi kuzatildi. Bunday siljishni filtrlangandan so‘ng yirik zarrachalar filtrda qolib, o‘lchami o‘xshash maydaroq kvant nuqtalari filtratda qolishi bilan izohlash mumkin.



**3- rasm.** CsPbBr<sub>3</sub> perovskit kvant nuqtalarining emission spektri.

Sintez qilingan CsPbBr<sub>3</sub> tarkibli perovskit kvant nuqtalarining emission spektri o'changanda emission maksimumi 509 nm da kuzatildi. Bundan tashqari oz miqdorda ko'k emissiyali 380 va 390 nm spektrli kvant nuqtalar hosil bo'lishi ham kuzatildi (asosiy spektrning chap tomonida). Antisolventlar, erituvchilar va ligandlarning to'g'ri tanlanishi kvant nuqta shakllanishida muhim o'rin tutishini ushbu spektrlardan ham kuzatish mumkin (3-rasm). Ligand sifatida faqat bir xil ligand ishlatilsa kvant nuqta yaxshi shakllanishi tajriba davomida kuzatildi. Lekin faqat olein kislota ishlatilganda kvant nuqta shakllanishi mumkinligi kuzatildi. Ya'ni faqatgina oleyilamin ligand bo'lganda, kubik perovskit kvant nuqtalari hosil bo'lmaydi.

Perovskit kvant nuqtalari sintezida prekursor va antisolvent miqdori ham kvant nuqta shakllanishida muhim omillardan hisoblanadi. Prekursorning kam miqdorda qo'shilishi (10 ml toluolga 0.03 ml prekursor) yorqin ko'k rangli kvant nuqtalar hosil qilishi kuzatildi (4-rasm).



**4-rasm.** Sintez qilingan ko'k rangli perovskit kvant nuqtalari.



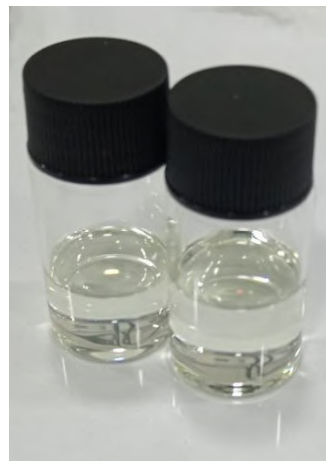
**5-rasm.** Antisolvent sifatida xloroformdan foydalanganda olingan namuna.

Kvant nuqtalarning shakllanishida antisolventni to'g'ri tanlash ham muhim omillardan biridir. Tajriba davomida toluol o'rniga xloroformdan foydalanganda intensivligi juda past kvant nuqtalar hosil bo'lishi aniqlandi (5-rasm).

## KIMYO



**6-rasm.** Sintez qilingan CsPbBr<sub>3</sub> tarkibli perovskit kvant nuqtalari eritmasining ultrabinafsha nurlar ostida ko'rinishi.



**7-rasm.** Sintez qilingan CsPbBr<sub>3</sub> tarkibli perovskit kvant nuqtalari eritmasining ko'rinishi.

6 va 7-rasmlarda sintez qilingan yorqin yashil CsPbBr<sub>3</sub> tarkibli perovskit kvant nuqtalarining ultrabinafsha nurlar ostidagi va oddiy holatdagi ko'rinishlari ifodalangan. Rasmlardan ko'rish mumkinki, sintez qilingan perovskit kvant nuqtalarining kvant unumi juda yuqori.

**XULOSA**

Xona haroratida yorqin yashil emissiyali CsPbBr<sub>3</sub> tarkibli perovskit kvant nuqtalari xona haroratida qayta kristallash (LARP) usulida sintez qilindi. Sintez davomida kvant nuqtalar hosil bo'lishida ligandlarning kvant nuqtalar shakliga ta'siri, antisolventga qo'shiladigan prekursor miqdori, antisolventlar turi va erituvchilar ta'siri o'rganildi. Tajriba davomida antisolvent sifatida toluolning ishlatilishi yorqin yashil yoki ko'k rangli kvant nuqtalar hosil bo'lishida yaxshi natijalarni ko'rsatishi aniqlandi.

**ADABIYOTLAR RO'YXATI**

1. Wu, Y., Jia, R., Xu, J., Song, L., Liu, Y., Zhang, Y., ... & Dai, J. (2022). Strategies of improving CsPbX<sub>3</sub> perovskite quantum dots optical performance. *Frontiers in Materials*, 9, 845977.
2. Protesescu, L., Yakunin, S., Bodnarchuk, M. I., Krieg, F., Caputo, R., Hendon, C. H., ... & Kovalenko, M. V. (2015). Nanocrystals of cesium lead halide perovskites (CsPbX<sub>3</sub>, X= Cl, Br, and I): novel optoelectronic materials showing bright emission with wide color gamut. *Nano letters*, 15(6), 3692-3696.
3. Pan, J., Quan, L. N., Zhao, Y., Peng, W., Murali, B., Sarmah, S. P., ... & Bakr, O. M. (2016). Highly efficient perovskite-quantum-dot light-emitting diodes by surface engineering. *Adv. Mater*, 28(39), 8718-8725.
4. Yang, D., Cao, M., Zhong, Q., Li, P., Zhang, X., & Zhang, Q. (2019). All-inorganic cesium lead halide perovskite nanocrystals: synthesis, surface engineering and applications. *Journal of Materials Chemistry C*, 7(4), 757-789.
5. Sun, S., Yuan, D., Xu, Y., Wang, A., & Deng, Z. (2016). Ligand-mediated synthesis of shape-controlled cesium lead halide perovskite nanocrystals via reprecipitation process at room temperature. *ACS nano*, 10(3), 3648-3657.
6. Gao, F., Yang, W., Liu, X., Li, Y., Liu, W., Xu, H., & Liu, Y. (2021). Highly stable and luminescent silica-coated perovskite quantum dots at nanoscale-particle level via nonpolar solvent synthesis. *Chemical Engineering Journal*, 407, 128001.
7. Norboyev Q. M., Samiev A.A., Tashpulatov X.Sh., Mirzayev Sh.E., Toshpulatov D.T., Nasimov A.M. (2024). Xona haroratida yorqin CsPbBr<sub>3</sub> perovskit kvant nuqtalari sintezi va spektral tadqiqi. *Issue 5 of 2023 (141/2)*, 5(144), 5-8.