ISNN:2181-1296



SHAROF RASHIDOV NOMIDAGI SAMARQAND DAVLAT UNIVERSITETI

САМАРКАНДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ ШАРОФА РАШИДОВА

SAMARKAND STATE UNIVERSITY NAMED AFTER SHAROF RASHIDOV

ILMIY AXBOROTNOMA

НАУЧНЫЙ ВЕСТНИК
SCIENTIFIC JOURNAL

ANIQ VA TABIIY FANLAR SERIYASI

Matematika, Mexanika, Informatika
Fizika, Kimyo, Biologiya, Geografiya

№ 5/1 (141)
2023

ISSN 2181-1296

ILMIY AXBOROTNOMA

НАУЧНЫЙ ВЕСТНИК **SCIENTIFIC JOURNAL**

2023-yil, 5-son (141) **ANIQ VA TABIY FANLAR SERIYASI**

Matematika, Mexanika, Informatika, Fizika, Kimyo, Biologiya, Geografiya

Samarqand viloyat matbuot boshqarmasida ro‘yxatdan o‘tish tartibi 09-25.
Jurnal 1999-yildan chop qilina boshlagan va OAK ro‘yxatiga kiritilgan.

BOSH MUHARRIR **R. I. XALMURADOV, t.f.d., professor**
BOSH MUHARRIR O‘RINBOSARLARI: **H.A. XUSHVAQTOV, f-m.f.d., dotsent**
A. M. NASIMOV, t.f.d., professor

TAHRIRIYAT KENGASHI:

ANIQ FANLAR

SH.A.ALIMOV - O‘zFA akademigi
S.N.LAKAYEV - O‘zFA akademigi (SamDU)
M.M.MIRSAIDOV - O‘zFA akademigi
A.S.SOLEEV - f.-m.f.d., professor (SamDU)
I.A.IKROMOV - f.-m.f.d., professor (SamDU)
B.X.XO‘JAYAROV - f.-m.f.d., professor (SamDU)
A.G.YAGOLA - f.-m.f .d., professor (Moskva davlat universiteti, Rossiya)
I.I.JUMANOV - f.-m.f .d., professor (SamDU)
X.X.XUDOYNAZAROV - t.f.d., professor (SamDU)
ALBERTO DEL BIMBO - Florensiya universiteti professori, Italiya
L.SABIROV - f.-m.f .d., professor (SamDU)
A.JUMABOYEV - f.-m.f .d., professor (SamDU)
N.N.NIZAMOV - f.-m.f.d., professor (SamDU)
O.Q.QUVONDIQOV - f.-m.f.d., professor (SamDU)
I.A.RAXMATULLAYEV - f.-m.f .d., professor
A.SH.YARMUXAMEDOV - f.-m.f.n., (SamDU)
X.S.XAYDAROV - f.-m.f.n., dotsent (SamDU)

TABIY FANLAR

M.X.ASHUROV - O‘zFA akademigi
N.B. FERAPONTOV - k.f .d., professor (Moskva davlat universiteti, Rossiya)
SH. M. TUGIZOV - professor, Koliforniya universiteti, AQSh
H. I. AKBAROV - k.f.d., professor (O'zMU)
E. A. ABDURAXMONOV - k.f.d., professor (SamDU)
N. K. MUXAMADIYEV - k.f.d., professor (SamDU)
L. A. BULAVIN - Kiev milliy universiteti professori, Ukraina
X. Q. XAYDAROV - b.f.d., professor (SamDU)
Z. I. IZZATULLAYEV - b.f.d., professor (SamDU)
Sh. T. XOLIQULOV - g.f.d., professor (SamDU)
S. B. ABBASOV - g.f.d., professor (SamDU)
Q. S. YARASHEV - g.f.d., professor (SamDU)
GUN-SIK PARK - Seul univeriteti professori, Koreya
D.B.XURSANOV - g.f.f.d., dotsent (SamDU)
M. S. QUZIYEV - b.f.f.d., dotsent (SamDU)

Obuna indeksi – yakka tartibdagi obunachilar uchun **- 5583,**
tashkilot, korxonalar uchun **- 5584**

MUNDARIJA

Икромов И.А, Баракаев А.М. *Об ограниченности максимальных операторов для выпуклых функций, не имеющих конечный линейный тип*…….....	3-10
Safarov A.N., Muzafarov A.M., To‘xtayev U.O‘., Tog‘ayev B.S., Salimov Sh.G‘., Esanov I.T. *Tabiiy suvlar tarkibidagi radionuklidlar miqdorini radiokimyoviy radiometriya usullari yordamida aniqlash metodikasi*……..	11-20
Ruziyev J.E., Abduraxmanov I.E., Suvonqulov Sh.B. *Analitik obyektlardagi bariy ionlarini ionometrik aniqlash*……..	21-25
O‘rozov S., Aslanov Q., Qo‘ldoshev O. *Oltingugurt qoplamali fosforli o‘g‘itlar olish*……..	26-30
Mamatov Sh., Omonov Sh. *Differensial tenglamalar misolida fanlararo bog‘lanish*……..	31-35
Ахмеджанов Ф.Р., Тугалов Ф.Б., Курбанов Ж.О. *$NaCl_xBr_{1-x}$ кристалларининг акустик хоссалари*……	36-40
Inxonova A., Eshtursunov D., Botirov S., Murtazaqulov M., Bekchanov D. *Oqava suvlarni biologik tozalashda pvc&pei asosida olingan mis polimer komlpleksining qo’llanilishi*……	41-48
Qurbonov P.R. *O‘zbekiston respublikasi urbanistik tarkibi rivojlanishining geografik jihatlari*.....	49-55
Ikromov I.A., Jo‘raqulov A.J. *Regulyarlashtirilgan o‘lchovning bahosi haqida*……	56-63
Байжуманов А.А., Бердимуродов М.А. *Метод решения систем нелинейных булевых уравнений на основе минимизации дизъюнкций сложных конъюнкций*……	64-70
Abdullayev J.U. *Uglevodorodlar asosida spirtlar sintezi*……	71-75
Boyqobilov D.B., Jumag‘ulov Sh.H., Ro‘zimuradov O.N. *Tartiblangan titan dioksid nanotrubkalarining shakllanishi*……	76-80
Ахмеджанов Ф.Р., Мустафаев Т.Ш., Эшниязов О.И., Нуждов Г.С., Авдиевич В.Н. *Лантан трифторид кристалларида ионларнинг харакатига эластик деформациянинг таъсири*……	81-85
Хайдаров И.К. *Моделирование переноса растворенного вещества в неоднородном пороупругом глинистом сланце*……	86-91
Urolov Sh.Z., Shaymardanov Z.Sh., Jalolov R.R., Rustamova B.N., Arziqulov E.U. *Rux oksidi nanostrukturalarining morfologik va kristallografik xossalarining sintez sharoitiga bog‘liqligi*……	92-99
Zufarov A.M., Sagdeyev D.O., Galyametdinov Yu.G., Muxamadiyev N.K. *Turli xil anion stabilizatorlar bilan stabillashgan* CdS *sintezi va uning fotokatalitik xossalari*……	100-108

UDK 544.52:620.3 **DOI: https://doi.org/10.59251/2181-1296.2023.v5.141.1.2354**

TURLI XIL ANION STABILIZATORLAR BILAN STABILLASHGAN CdS SINTEZI VA UNING FOTOKATALITIK XOSSALARI

A.M.Zufarov[1], D.O.Sagdeyev[2], Yu.G. Galyametdinov[2], N.K.Muxamadiyev[1]

[1]Sharof Rashidov nomidagi Samarqand davlat universiteti
[2]Qozon milliy tadqiqot texnologik universiteti, Qozon
E-mail: zufarovasliddin@samdu.uz

Annotatsiya. Ushbu ishda bir xil sharoitlarda kolloid usulda olingan kadmiy sulfid kvant nuqtalarining sintezi, optik va fotokatalitik xossalariga stabilizatorlarning turiga bog‘liqligi o‘rganildi. Kolloid usulda olingan CdS kvant nuqta turli xil anion stabilizatorlar bilan barqarorlashtirildi va ularning optik va fotokatalitik xossalari o‘rganildi. Sintez 30 daqiqa davomida yuqori haroratda amalga oshirildi. Tadqiqot uchun sulfid nanozarrachalari yuzasida adsorbsiyalanishi mumkin bo‘lgan va qarama-qarshi uchida gidrofil guruhga ega bo‘lgan 4 turdagi sirt faol moddalar tanlangan: merkaptoetanol, merkaptosirka kislota, merkaptopropion kislotasi, L-sistein, ularning adsorbsiyasi tiolda sodir bo‘ladi. Kvant nuqta sintezi suvli muhitda muhitning ishqoriy pH qiymatlarida o‘ta to‘yingan eritmadan kondensatsiya qilish yo‘li bilan amalga oshirildi. Yarimo‘tkazgichga asoslangan fotokatalizatorlarga kelsak, CdS ko‘rinadigan yorug‘lik reaktsiyasi uchun nisbatan tor tarmoqli oralig‘i va etarli darajada salbiy potentsial tufayli katta e’tiborni tortdi. Tadqiqotlar shuni ko‘rsatdiki, CdS asosidagi fotokatalizatorlar quyosh yoqilg‘isini ishlab chiqarish va atrof-muhitni tozalash nuqtai nazaridan mukammal fotokatalitik ko‘'rsatkichlarga ega.

Kalit so‘zlar: Kvant nuqtalari, kolloid sintez, kadmiy sulfid, fotokataliz, rodamin B.

Синтез CdS, стабилизированных различными анионовыми стабилизаторами, и его фотокаталитические свойства

Аннотация. В данной работе мы исследовали зависимость типа стабилизаторов от синтеза, оптических и фотокаталитических свойств коллоидно полученных квантовых точек сульфида кадмия в тех же условиях. Коллоидные квантовые точки CdS были стабилизированы с помощью различных анионных стабилизаторов, исследованы их оптические и фотокаталитические свойства. Синтез проводили при повышенной температуре в течение 30 мин. Для исследования были выбраны четыре типа ПАВ, которые могут адсорбироваться на поверхности сульфидных наночастиц и имеют гидрофильную группу на противоположном конце: меркаптоэтанол, меркаптоуксусная кислота, меркаптопропионовая кислота, L-цистеин, их адсорбция происходит на тиоле. Синтез квантовых точек осуществлялся путем конденсации из пересыщенного раствора в водной среде при щелочных значениях pH. Что касается фотокатализаторов на основе полупроводников, CdS привлек большое внимание из-за его относительно узкой запрещенной зоны и достаточно отрицательного потенциала для реакции с видимым светом. Исследования показали, что фотокатализаторы на основе CdS обладают превосходными фотокаталитическими характеристиками с точки зрения производства солнечного топлива и очистки окружающей среды.

Ключевые слова: квантовые точки, коллоидный синтез, сульфид кадмия, фотокатализ, родамин B.

Synthesis of CdS stabilized with different anion stabilizers and its photocatalytic properties

Abstract. In this work, we studied the dependence of the type of stabilizers on the synthesis, optical and photocatalytic properties of colloidally obtained cadmium sulfide quantum dots under the same conditions. Colloidal CdS quantum dots were stabilized using various anionic stabilizers, and their optical and photocatalytic properties were studied. The synthesis was carried out at elevated temperature for 30 min. Four types of surfactants that can be adsorbed on the surface of sulfide nanoparticles and have a hydrophilic group at the opposite end were selected for the study:

mercaptoethanol, mercaptoacetic acid, mercaptopropionic acid, L-cysteine, their adsorption occurs on thiol. The synthesis of quantum dots was carried out by condensation from a supersaturated solution in an aqueous medium at alkaline pH values. As for semiconductor-based photocatalysts, CdS has attracted much attention due to its relatively narrow band gap and sufficiently negative potential to react with visible light. Studies have shown that CdS-based photocatalysts have excellent photocatalytic performance in terms of solar fuel production and environmental cleanup.

Keywords: Quantum dots, colloid synthesis, cadmium sulfide, photocatalysis, rhodamine B.

Quyosh energiyasi va fotokatalizator yordamida suvdan fotokatalitik vodorod (H_2) hosil qilish energiya muammolarini hal qilishning yashil, barqaror usuli, shuningdek, suvni tozalash uchun qo‘llanilishi mumkin. Kolloid kvant nuqtalari sirt faol moddalar molekulalari tomonidan barqarorlashtirilgan yarimo‘tkazgichli nanokristallardir. Oddiy kvant nuqtalarining o‘lchamlari 1-10 nm, lekin bu chegaralar sezilarli darajada materialning tabiatiga va zarrachalar tuzilishining elektron xususiyatlariga bog‘liq. Hozirgi vaqtda fan va texnikaning rivojlanishi bilan oqava suvlar tarkibidagi ko‘p miqdordagi organik birikmalar kabi ekologik muammolar tobora global muammoga aylanib bormoqda va insoniyatning yashashi va rivojlanishiga jiddiy ta’sir ko‘rsatmoqda. Atrof-muhitni katta miqdordagi turli zaharli va kimyoviy ifloslantiruvchi moddalar bilan zararlamoqda. Energetik va ekologik inqirozlarni hal qilish uchun yangi va yashil texnologiyalarga zudlik bilan o‘tishni talab qilmoqda. Yuqoridagi global energiya muammolarni bartaraf etishda ilm-fan juda katta say harakatlarni amalga oshirilmoqda va barqaror toza energiya manbalarini yaratmoqda. Toza, qayta tiklanadigan va arzon energiya manbalarini ishlab chiqish, shuningdek, atrof-muhit ifloslanishini kamaytirish uchun yangi texnologiyalarni joriy qilish dolzarbdir [2,3].

"Yashil" energiyada muqobil yondashuv - bu zararli moddalar va issiqxona gazlarini chiqarmaydigan vodorod yonish energiyasidan foydalanish, shu bilan birga bu jarayonda sezilarli miqdorda issiqlik energiyasi chiqariladi [4]. Biroq, muammo vodorodning o‘zini ishlab chiqarish uchun ekologik neytral usullarni yaratishdir. Hozirgi vaqtda qo‘llaniladigan usullar, masalan, metanni degidrogenlash yoki uning pirolizi, o‘z-o‘zidan issiqxona gazlarini ishlab chiqaradi [5].

Har xil texnologiyalar orasida barqaror quyosh energiyasi bilan ishlaydigan fotokatalizga katta e’tibor berilgan [4,5]. Suvdan molekulyar vododrod olishning yana bir samarali usul- yorug‘lik kvantini yutishdan keyin sirt yuzasida sodir bo‘ladigan zaryadlarni tashqi muhitga o‘tkazishga ega yarim o‘tkazgich nanozarrachalar yordamida fotokatalitik bo‘linishga bo‘lgan qiziqish ortmoqda. Biroq, muammo suvning fotokatalitik parchalanish jarayonining past tezligidir. Fotokatalitik parchalanish jarayoni tezligining pastligiga sabab nanozarrachalarning yuzasida kristallarning to‘planishiga qarshilik qiladigan stabilizatorlarning mavjudligi va u bir vaqtning o‘zida sirtning bir qismini egallaydi va zaryad migratsiyasini oldini oladi. Ushbu ishning maqsadi turli tiol stabilizatorlari bilan qoplangan yarim o‘tkazgichli nanozarrachalar, CdS ning fotokatalitik qobiliyatiga bog‘liqligini aniqlash edi.

CdS nanozarrachani sintez qilishda kadmiy (II) asetat digidrat (99%, Sigma-Aldrich), natriy sulfid (I) nonagidrat (kimyoviy toza, TatChemProduct), merkaptosirka kislota, merkaptopropion kislotasi, L-sistein, merkaptoetanol, natriy gidroksid rodamin B kabi reaktivlardan foydanildi. Kadmiy sulfidning kvant nuqtalar kolloid sintez usulida suvli muhitda o‘ta to‘yingan eritmadan kondensatsiya usulida olingan. Sintez jarayoni bir necha bosqichlarni o‘z ichiga oladi. Dastlab kadmiy sulfid nanozarrachani sintez qilib olindi. Buning uchun 0,25 mmol (66,7 mg) kadmiy asetat digidratdan ($Cd(CH_3COO)_2 \cdot 2H_2O$) elektron o’lchov tarozida o‘lchab olindi. O‘lchab olingan 66,7 mg kadmiy asetat digidratni tubi yumaloq kolba solib, 10 ml distillangan suvda eritilib eritma hosil qilindi. Stakanda natriy sulfidning ($Na_2S \cdot 9H_2O$) (0,125 mmol) 30 milligrammini 3 ml distillangan suvda eritilib eritma hosil qilindi. Sintez jarayonida bir nechta stabilizatorlardan foydanilgani uchun ushbu bosqichdagi jarayon bir xil bo‘ladi. Glitserinli hammomni magnitli aralashtirgichga o‘rnatiladi, keyin dastlab tayyorlangan kadmiy asetat eritmasiga stabilizatorni tomchilatib kadmiyning kompleks birikmali cho‘kmasi hosil bo‘lgunicha qo‘shildi. Olingan cho‘kmaga natriy gidroksidning 2 mol/l konsentrasiyasli eritmasidan pH=12 bo‘lgunicha qo‘shildi va eritmani 85^0C haroratda qizdirildi. Reaksion aralashmaga ilgaridan tayyorlab qo‘yilgan natriy sulfid eritmasi qo‘shildi va natijada kvant nuqtalar hosil bo‘lishi kuzatildi. Reaksiya azot gazi atmosferasida 30 daqiqa davomida olib borildi. Reaksiya oxirida sistemaga loyqalanish hosil bo‘lguncha etanol qo‘shildi. Aralashma probirkalarga solinib, 10 daqiqa davomida daqiqasiga 6000 aylanish tezligida sentrifugalandi. Cho‘kma suvda qayta

eritildi. Sintez qilingan namunalarning yutilish spektrlari PerkinElmer LAMBDA 35 UV/VIS spektrofotometrida qayd etilgan.

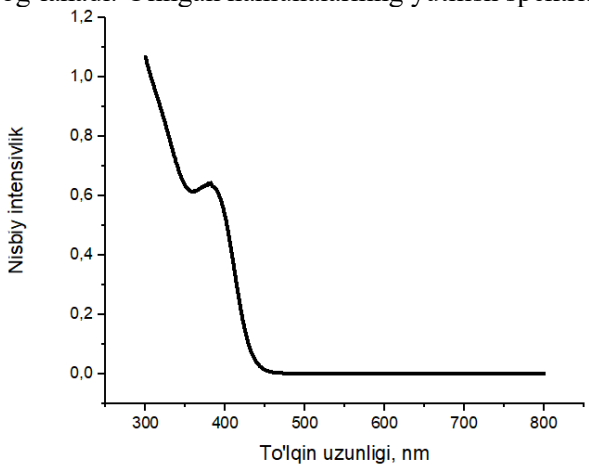
Luminesans spektrlari Varian Cary Eclipse spektroflorimetrida olingan. Fotokatalitik tadqiqotlar rodamin B ning namunaviy parchalanish reaktsiyasi yordamida amalga oshirildi, uning kontsentratsiyasi 554 nm yutilish cho‘qqisining intensivligini kamaytirish orqali spektrofotometrik usul bilan nazorat qilindi.

Reaksiyani amalga oshirish uchun fotoreaktorga $5*10^{-5}$ mol/l konsentratsiyali rodamin B eritmasi va massa konsentratsiyasi 0,25 g/l kvant nuqtalar yuklangan. Nurlanish ksenon chiroq yordamida amalga oshirildi. Reaktordagi harorat 27 ° C darajasida saqlangan.

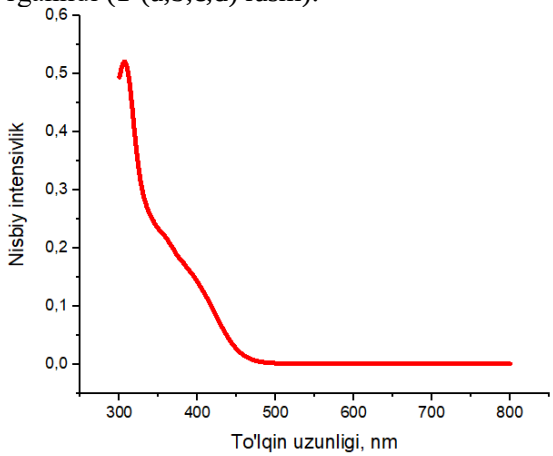
Reaksiya tezligi yarim soat davomida har 5 daqiqada namuna olish orqali kuzatildi.

III. Olingan natijalar va ularning tahlili.

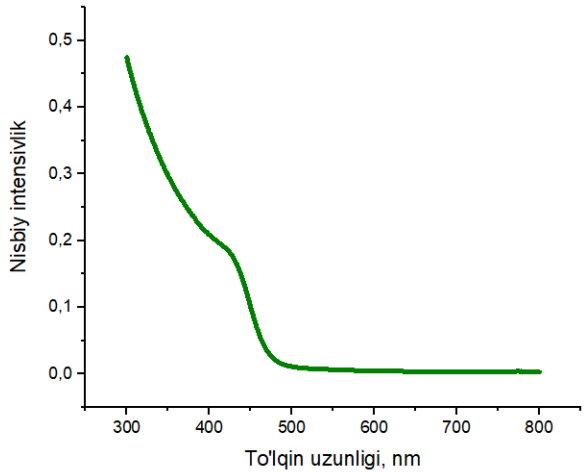
Kvant nuqtalarini sintez qilishning kolloid usuli suyuqliklarda eriydigan tor o‘lchamdagi taqsimotga ega bo‘lgan nanozarrachalarni olish imkonini beradi. Bu tajribada 4 xil turdagi anion saqlagan stabilizatorlar bilan qoplangan kvant nuqtalarning fotokatalitik xossalarini o‘rganildi. Bu stabilizatorlarni merkaptosirka kislota, merkaptopropion kislota, merkaptoetanol va L-sisteinlar misolida tajribalarda qo‘llanildi. Bu stabilizatorlarning barchasidagi tiol –SH guruhi kvant nuqta bilan bog‘lanadi. Olingan namunalarning yutilish spektrlari o‘rganildi (1-(a,b,c,d) rasm).



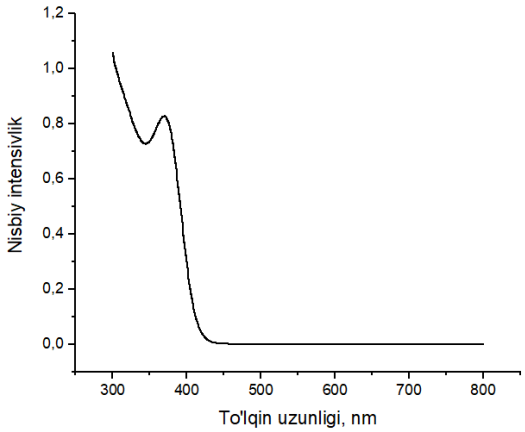
1.a-rasm. L-sistein bilan stabillashgan CdS nanozarrachasining yutilish spektri



1.b-rasm. Merkaptopropion kislota bilan stabillashgan CdS nanozarrachasining yutilish spektri

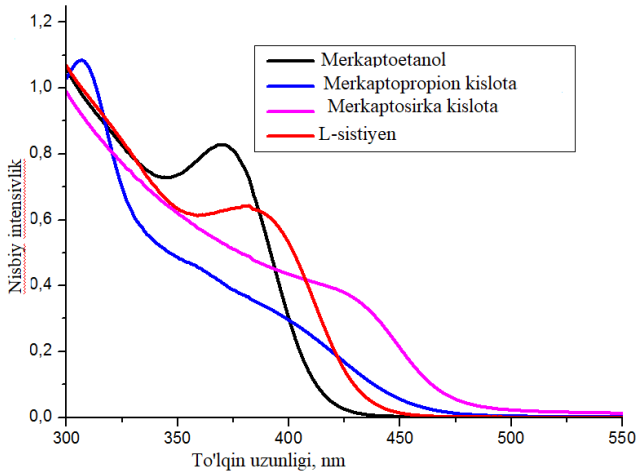


1.c-rasm. Merkaptosirka kislota bilan stabillashgan CdS nanozarrachasining yutilish spektri



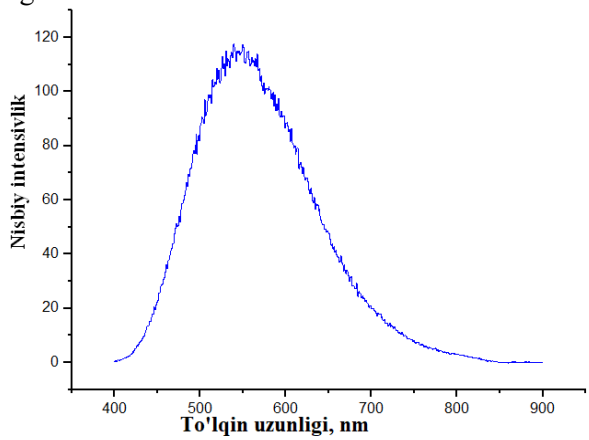
1.d-rasm. Merkaptoetanol bilan stabillashgan CdS nanozarrachasining yutilish spektri

Biroq, bu moddalarning adsorbsion xossalari farqlanadi, bu stabilizatorlar va reaktivlarning ekvimolyar nisbatlarida turli o‘lchamdagi nanozarrachalar hosil bo‘lishiga olib keladi, bu esa tarmoqli yutilish cho‘qqilarining holatida aks etadi (2-rasm).

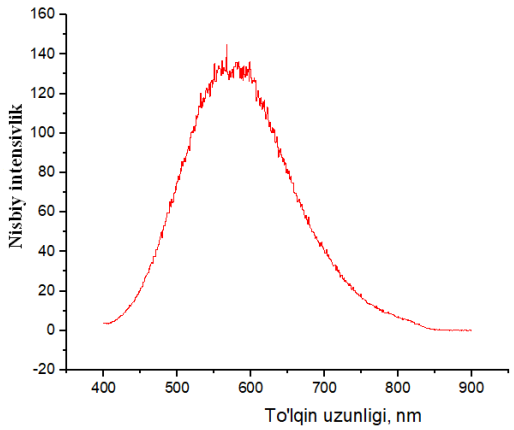


2-rasm. Turli stabilizatorlar bilan qoplangan CdS kvant nuqtalarining yutilish spektrlari

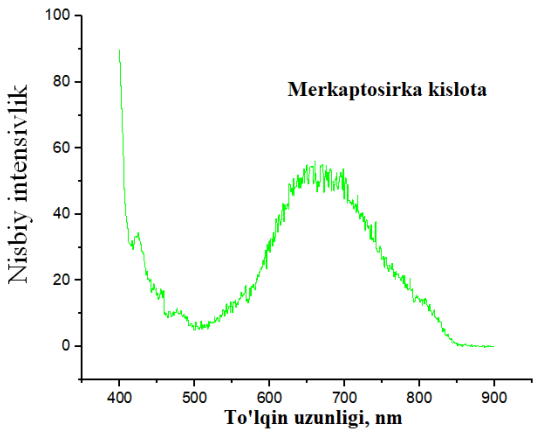
Tiol guruhlar bilan qoplangan CdS nanozarrachalarining lyuminessensiya spektrlari olindi va o‘rganildi.



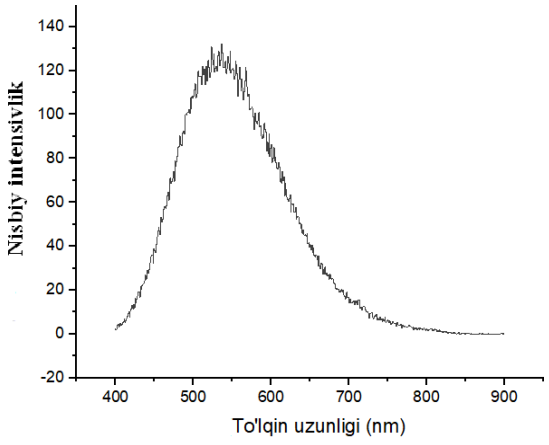
3-rasm. L-sistien bilan qoplangan CdS kvant nuqtalarining lyuminessensiya spektri



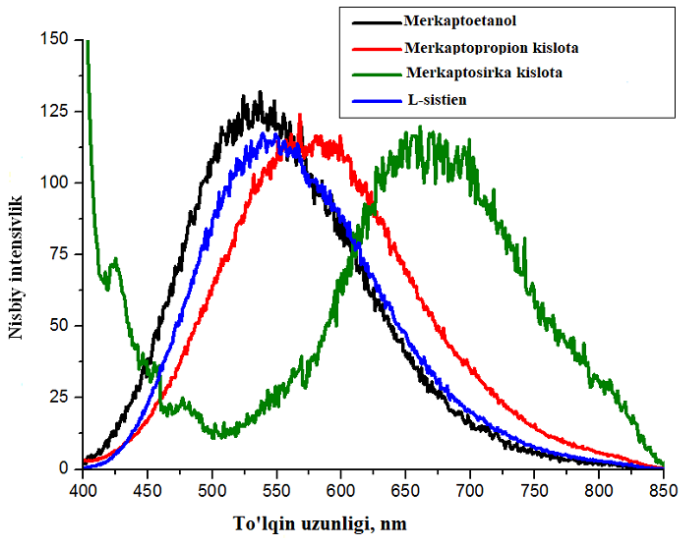
4-rasm. Merkaptopropion kislotasi bilan qoplangan CdS kvant nuqtalarining lyuminessensiya spektri



5-rasm. Merkaptosirka kislotasi bilan qoplangan CdS kvant nuqtasining lyuminessensiya spektri



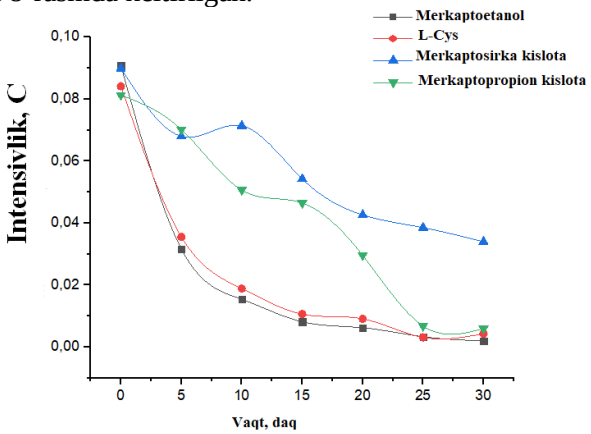
6-rasm. Merkaptoetanol bilan qoplangan CdS kvant nuqtasining lyuminessensiya spektri



7-rasm. Turli stabilizatorlar bilan qoplangan CdS kvant nuqtalarining lyuminessensiya spektrlari

Tiolnil guruhi saqlagan to‘rt xil stabilizatorlar bilan qoplangan CdS nanozarrachsining lyuminessensiya spektrlaridan olingan natijalar 7-rasmdan ko‘rinayaptiki, uyg‘otuvchi yorug‘lik to‘lqin uzunligining ortishiga qarab intensivlikning o‘zgarishini ko‘rish mumkin. Stabilizator turi nanozarrachalar lyuminessensiya tasmalarining holatiga ham ta’sir qiladi. Kvant nuqtalari kristall panjarasidagi sirt nuqsonlari bo‘lgan kristallarga xos bo‘lgan keng lyuminessensiya diapazonlariga ega (7-rasm), bu suvli muhitda sintezlangan nanozarrachalarga xosdir [15]. Merkaptoetanol bilan qoplangan CdS nanozarrachalarining afzalliklari yuqori fotokatalitik faollik, barqarorlik, oson sintez va moslashtirilgan sirt xususiyatlarini o‘z ichiga oladi. Merkaptoetanol bilan qoplangan CdS nanozarrachaning lyuminessensiya spektrining to‘lqin uzunligi sohasi 535 nm tashkil etdi. Bu esa qolgan tiol guruhi saqlagan stabilizatorlarga qaraganda ko‘rinadigan nur sohasiga to‘g‘ri keladi. Shuningdek merkaptoetanolning intensivligi ham boshqa tiol guruhi saqlagan stabilizatorlarga nisbatan yaxshiroq ekanligi 7-rasmdan ko‘rinadi. Ko‘rinadigan yorug‘lik hududining markazi taxminan 555 nm to‘lqin uzunligida bo‘lib, sariq-yashil rangga mos keladi. Bu rangning nuriga ko‘zning sezgirligi eng yuqori. Merkaptosirka kislota bilan qoplangan CdS nanozarrachasining ko‘rinadigan yorug‘lik hududining markazidan ancha katta sohada joylashgan.

Odatda yorug‘lik manbai sifatida simob, ksenon va boshqa xildagi lampalar ishlatiladi. Eksperimental ma'lumotlarga ko‘ra, ksenon chiroq bilan nurlanganda eng yuqori fotokatalitik faollik, spektrning ko‘rinadigan hududida past yutilish intensivligiga qaramay, merkaptoetanol bilan barqarorlashtirilgan kvant nuqtalari bilan namoyon bo‘ladi. Tiokarboksilik kislotalar bilan qoplangan kvant nuqtalar yordamida reaktsiyalar, aksincha, ancha sekinroq, lekin birinchi tartibda ham boradi. Kinetik reaksiya egri chiziqlari 8-rasmda keltirilgan.



8-rasm. Turli stabilizatorlar bilan qoplangan CdS kvant nuqtalar yordamida Rodamin B ning parchalanish reaktsiyasining kinetik egri chiziqlari

Fotokimyoviy reaksiyalarning tezlik konstantalarini aniqlash uchun turli tajriba usullaridan foydalanish mumkin. Masalan, spektrofotometriya, lyuminestsent spektroskopiya yoki vaqt rezolyutsiyasi spektroskopik usullari vaqt o‘tishi bilan reaksiyaning borishini kuzatish va reaksiya tezligining o‘zgarishini aniqlash uchun ishlatilishi mumkin. Ushbu ma’lumotlardan foydalanib, eksperimental natijalar asosida tezlik konstantasini hisoblash mumkin. Fotokatalitik kimyoviy reaktsiyalarning tezlik konstantasi - bu fotokatalizatorning (odatda yarim o‘tkazgich materiali) faolligini va reaktivlarning kontsentratsiyasini o‘z ichiga olgan atama. Fotokatalitik reaksiyalarning tezlik konstantasini aniqlashda eksperimental usullardan foydalanish mumkin.

Fotokatalitik reaksiya tezligi konstantasi fotokatalizator yuzasida sodir bo‘ladigan reaksiyalar tezligini ifodalaydi. Bu tezlik fotokatalizatorning reaksiya yuzasi maydoni, sirt reaktiv joylari soni, fotokatalizatorning optik xususiyatlari va reaktivlarning kontsentratsiyasi kabi omillarga bog‘liq bo‘lishi mumkin.

Tezlik konstantasini aniqlash uchun turli eksperimental usullardan foydalanish mumkin. Masalan, spektrofotometriya, xromatografiya yoki gazni tahlil qilish usullari reaksiya tezligini kuzatish va reaksiyaning borishini aniqlash uchun ishlatilishi mumkin. Ushbu ma’lumotlardan foydalanib, eksperimental natijalar asosida tezlik konstantasini hisoblash mumkin.

Fotokatalitik reaksiyalarning tezlik konstantasini odatda Arrenius tenglamasi yoki birinchi tartibli kinetik tenglama bilan ifodalash mumkin. Ushbu tenglamalar harorat yoki konsentratsiya kabi o‘zgaruvchilarga qarab reaktsiya tezligi qanday o‘zgarishini ko‘rsatadi. Eksperimental ma’lumotlardan foydalanib, reaktsiya tezligining ushbu o‘zgarishlarini tahlil qilib, tezlik konstantasini hisoblashingiz mumkin.

Biroq, fotokatalitik reaksiyalarning tezlik konstantasini aniq aniqlash qiyin bo‘lishi mumkin, chunki bu qiymatga ko‘plab omillar ta’sir qilishi mumkin. Bu omillarga yorug‘lik intensivligi, fotokatalizatorning xossalari, reaksiyaga kirishuvchi moddalar kontsentratsiyasi, eritma yoki muhit xossalari kiradi. Yorug‘lik ostida fotokatalitik reaktsiyada faqat sirtda mavjud bo‘lgan fotogeneratsiyalangan elektronlar yoki teshiklar ishtirok etishi mumkin. Biroq, sirt elektron tuzilishi ancha murakkab. Reaksiya tezligi konstantalari 1-jadvalda keltirilgan.

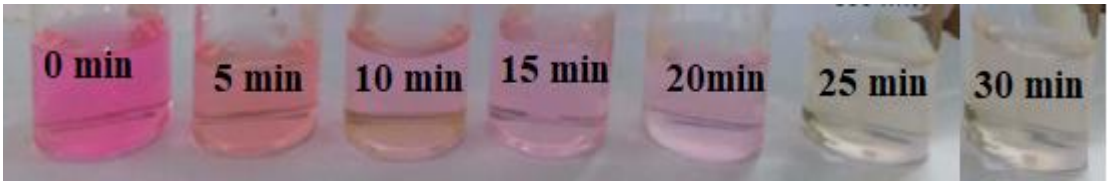
1-jadval

Turli stabilizatorlar bilan qoplangan CdS kvant nuqtalardan foydalangan holda fotokataliz paytida rodamin B ning parchalanish reaktsiyalarining tezligi konstantalari.

Stabilizatorlar	**k, min^{-1}**
Merkaptoetanol	0,14301
L-sistein	0,12281
Merkaptopropion kislota	0,06121
Merkaptosirka kislota	0,03003

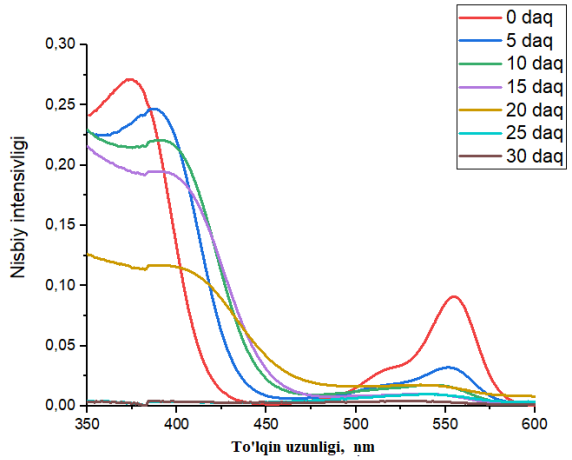
Tiol guruhi saqlagan turli xil stabilizatorlar bilan qoplangan kvant nuqtalar yordamida rodamin B ning fotodekompozitsiya reaktsiyasining tezligi, ular ko‘rinadigan soha diapazonini o‘zlashtirishiga qaramay, nanozarrachalarning o‘lchamlari tufayli kattaroq o‘ziga xos sirt maydoni bilan bog‘liq. Shuningdek, kadmiy sulfid nanozarrachalarini bir xil sharoitda tayyorlashda tiol guruhi saqlagan stabilizatorlar bilan barqarorlashtirilgan kvant nuqtalari eng yuqori fotokatalitik faollikni namoyon etishi ko‘rsatilgan. Merkaptoetanol kvant nuqtalar bilan qoplangan yordamida rodamin B ning fotodekompozitsiya reaktsiyasining yuqori tezligi, ular ko‘rinadigan nurlanishning kichikroq diapazonini o‘zlashtirishiga qaramay, nanozarrachalarning kichikroq o‘lchamlari tufayli kattaroq o‘ziga xos sirt maydoni bilan bog‘liq. 1-jadval keltirilgan qiymatlarni solishtirilganda eng yuqori fotokatalitik faollik Merkaptoetanol va L-sisteinda, merkaptopropion hamda merkaptosirka kislota bilan qoplangan CdS kvant nuqtalarda esa fotokatalitik faolligi kamligini ko‘rish mumkin. CdS kvant nuqtalarning fotokatalitik xossalari ko‘rinadigan yorug‘lik nur sohasining nurlanish ta’sirida (to‘lqin uzunligi 450-550 nm cho‘qqi bilan) suvli eritmada rodamin B parchalanishining namunaviy reaksiyasi yordamida o‘rganildi. Rodamin molekulalarining degradatsiyasi kvant nuqtalar tomonidan qo‘zg‘atilgan OH radikallari bilan aloqa qilish natijasida sodir bo‘ladi. Bu jarayon 9-rasmda olingan namunalarda kuzatildi. Shu bilan birga, L-sistein bilan barqarorlashtirilgan nanozarrachalar rodaminning parchalanishi merkaptoetanol bilan qoplangan nanozarrachalarga nisbatan fotokatalitik faolligi kamligi kuzatildi. Buning sababi L-sistein molekulalarining bir nechta funktsional guruhlarga

ega bo‘lishi va nanozarrachalar yuzasiga mahkamroq yopishishi va shu bilan aloqa yuzasini kamaytirishi mumkin.

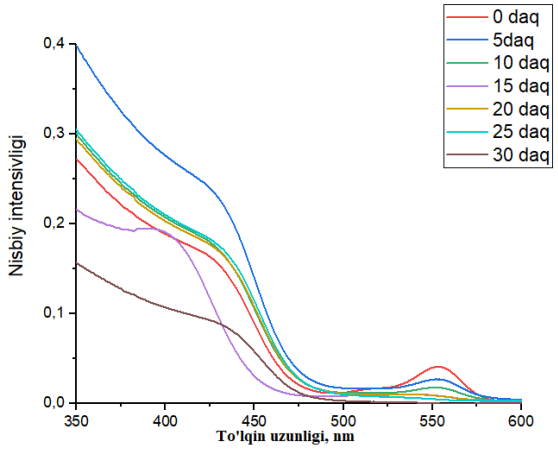


9-rasm. Turli stabilizatorlar bilan qoplangan CdS kvant nuqtalardan foydalangan holda fotokataliz paytida rodamin B ning parchalanish reaktsiyalarining har 5 daqiqa olingan namunalari (Merkaptoetanol misolida)

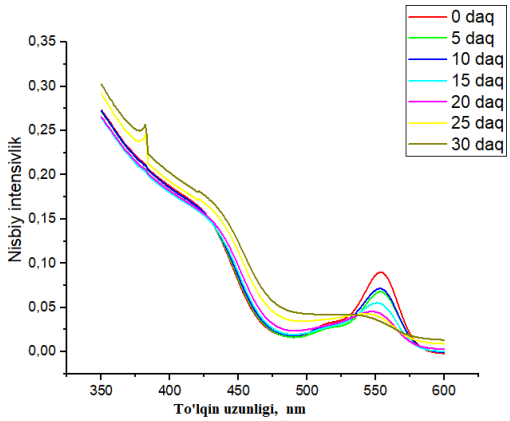
Olingan namunalar LAMBDA 35 UV/VIS spektrofotometrida berilgan tartibda o‘lchandi. Olingan natijalar asosida quyuda rasmlardagi grafiklar kelib chiqdi.



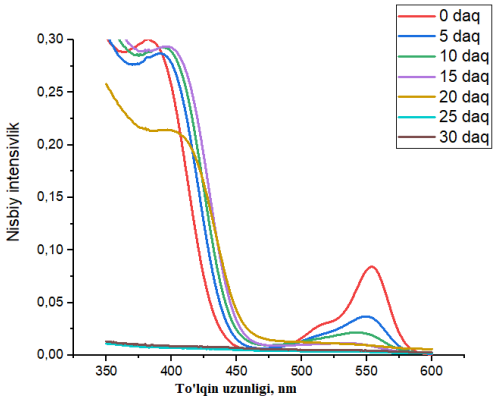
10-rasm. Merkaptoetanol bilan barqarorlashtirilgan CdS kvant nuqtalar yordamida rodamin B ning parchalanish reaktsiyasining kinetikasi



11-rasm. Merkaptopropion kislota bilan barqarorlashtirilgan CdS kvant nuqtalar yordamida rodamin B ning parchalanish reaktsiyasining kinetikasi



12-rasm. Merkaptosirka kislota bilan barqarorlashtirilgan CdS kvant nuqtalar yordamida rodamin B ning parchalanish reaktsiyasining kinetikasi



13-rasm. L-sistein bilan barqarorlashtirilgan CdS kvant nuqtalar yordamida rodamin B ning parchalanish reaktsiyasining kinetikasi

Fotokataliz jarayonida barcha to‘rt turdagi kvant nuqtalar stabilizatorlarining molekulalari ham yo'q qilinadi, bu esa nanozarrachalarning keyingi koagulyatsiyasiga olib keladi. Bunda kvant nuqtalarning cho‘"kishi qo‘zg‘alishning yutilish cho‘qqisining qizil mintaqaga sezilarli siljishi bilan birga keladi. Shunday qilib, merkaptoetanol bilan qoplangan kvant nuqtalar uchun eng yuqori siljish 371 dan 410 nm gacha bo‘ladi (10-rasm). Taxminlarga ko‘ra, bu nozik dispersli nanozarrachalarning katta reaktivligi bilan bog‘liq bo‘lib, ular qo‘pol bo‘lganlarga qaraganda erta koagulyatsiyalana boshlaydi, bu esa kolloid tizimdagi o‘rtacha zarracha hajmining oshishiga olib keladi.

1. CdS nanozarrachalarni 4 xil anion saqlagan stabilizatorlar bilan qoplangan fotokatalizatorlarni sintez qilishda 80^0 C harorat, pH=12 ga teng bo‘lgan ishqoriy muhitda kolloid usulda sintez qilindi. Olingan namunalar PerkinElmer LAMBDA 35 UV/VIS spektrofotometrida o‘lchandi. Luminesans spektrlari Varian Cary Eclipse spektroflorimetrida o‘lchandi.

2. Bir xil sharoitda kolloid sintez reaktsiyasini amalga oshirganda, merkaptoetanol bilan barqarorlashtirilgan CdS nanozarralari eng yuqori fotokatalitik faollikka ega, eng yomoni esa merkaptosirka kislotadir. Merkaptoetanol va L-sistein bilan qoplangan kvant nuqtalari merkaptosirka va merkaptopropion kislotalar bilan barqarorlashtirilgan kvant nuqtalarga qaraganda ko‘proq disperslikka ega va lyuminesensiya spektrlariga ko‘ra kamroq sirt nuqsonlariga ega.

3. Sirt kovaklarining holati radikallar hosil bo‘lishini modulyatsiya qilish uchun elektron yoki teshik kovaklari rolini o‘ynaydi va shu bilan rodamin B ning fotodegradatsiya jarayoniga ta’sir qiladi. Teshik kovaklari va sirt holatlarining elektron kovaklari rodamin B ning parchalanish mexanizmini aniqlaydigan turli xil gidroksil radikallarini yaratishga yordam berishi mumkin.

Adabiyotlar

1. Doumon N. Y., Yang L., Rosei F. Ternary organic solar cells: A review of the role of the third element //Nano Energy. – 2022. – V. 94. – P. 106915.
2. Wang A. He, M., Green, M. A., Sun, K., & Hao, X. A Critical Review on the Progress of Kesterite Solar Cells: Current Strategies and Insights //Advanced Energy Materials. – 2023. – V. 13. – №. 2. – P. 2203046.
3. Rehman S. , Alhems, L. M., Alam, M. M., Wang, L., & Toor, Z. A review of energy extraction from wind and ocean: Technologies, merits, efficiencies, and cost //Ocean Engineering. – 2023. – V. 267. – P. 113192.
4. McConnachie, M., Konarova, M., & Smart, S. (2023). Literature review of the catalytic pyrolysis of methane for hydrogen and carbon production. International Journal of Hydrogen Energy. -V. 48, (66) ,- 2023, -P.25660-25682
5. Kumar S. S., Lim H. An overview of water electrolysis technologies for green hydrogen production //Energy reports. – 2022. -V. 8. -P. 13793-13813.
6. Kumar, Y. A., Koyyada, G., Ramachandran, T., Kim, J. H., Hegazy, H. H., Singh, S., & Moniruzzama. Recent advancement in quantum dot-based materials for energy storage applications: a review. Dalton Transactions. Dalton Trans., -2023, № 25, -V 52,- P. 8580-8600
7. Козлова Е. А., Пармон В. Н. Гетерогенные полупроводниковые фотокатализаторы процессов получения водорода из водных растворов доноров электронов //Успехи химии. – 2017. – V. 86. – №. 9. – P. 870.
8. Rao, V. N., Reddy, N. L., Kumari, M. M., Cheralathan, K. K., Ravi, P., Sathish, M., & Shankar, M. Sustainable hydrogen production for the greener environment by quantum dots-based efficient photocatalysts: a review. Journal of environmental management, -2020. -V. 248, -P.109246.
9. Engge, Y., F. Maulana, and M. Nurhuda. "Literature review of the development of ZnO and TiO_2 as photocatalytic material in water splitting processes." IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. 2021. – V. 743. – №. 1. – P. 012068.
10. Lai, J., Qin, Y., Yu, L., & Zhang, C. (2016). GSH-assisted hydrothermal synthesis of MnxCd1− xS solid solution hollow spheres and their application in photocatalytic degradation. Materials Science in Semiconductor Processing, -2016. -V.52. -P. 82-90.

11. Samadi-Maybodi, A., & Shariati, M. R. (2018). Enhanced photocatalytic activity in the reverse type-I QD through the shell-oriented cascadal charge transfer. Journal of Photochemistry and Photobiology A: Chemistry,-2018. -V.365. -P.169-177.
12. Khosravi, A. A., Bigdeli, F. B., Yousefi, M., Abdikhani, M. S., & Taheri Otaqsara, S. M. (2014). Nickel and manganese doped CdS quantum dots: Optical study and photocatalytic activity on methylene blue. Environmental Progress & Sustainable Energy, -2014. -V.33(4). -P.1194-1200.
13. Cheng, L., Xiang, Q., Liao, Y., & Zhang, H. (2018). CdS-based photocatalysts. Energy & Environmental Science, -V.11(6), -P.1362-1391.
14. Сагдеев, Д. О., Шамилов, Р. Р., Воронкова, В. К., Суханов, А. А., & Галяметдинов, Ю. Г. (2020). Люминесценция и парамагнитные свойства квантовых точек CdS, легированных ионами лантаноидов. Известия Академии наук. Серия химическая, -2020. –V.9. -P.1749-1754.
15. Сагдеев Д.О., Шамилов Р. Р., Галяметдинов Ю. Г. ЖПС, -V.88, 3, -P.419-425 (2021).
16. Yu W. W., Qu L., Guo W., and Peng, X. (2003). Experimental determination of the extinction coefficient of CdTe, CdSe, and CdS nanocrystals. Chemistry of materials, -2003. -V.15(14), -P. 2854-2860.
17. Li, H., Wang, Z., He, Y., Meng, S., Xu, Y., Chen, S., & Fu, X. Rational synthesis of MnxCd1-xS for enhanced photocatalytic H_2 evolution: Effects of S precursors and the feed ratio of Mn/Cd on its structure and performance. Journal of colloid and interface science, -2019. -V. 535, -P. 469-480.
18. Galyametdinov Yu.G., Sagdeev D.O., Voronkova V.K., Sukhanov A.A., Shamilov R.R. // Materials Research Express. -2018. -V. 5 (7), -P. 075009.
19. Li, S., Meng, D., Hou, L., Wang, D., & Xie, T. The surface engineering of CdS nanocrystal for photocatalytic reaction: a strategy of modulating the trapping states and radicals generation towards RhB degradation. Applied Surface Science, -2016. -V. 371, -P.164-171.
20. Ishankulov A.F. Khalilov R.F., Shamilov R.R., Galyametdinov Y.G., Mukhamadiev N.R.. Sizeoptical characteristics of CdSe/ZnS quantum dots modified by thiol stabilizers //Journal of Sol-Gel Science and Technology. – 2023. – P. 1-6.
21. Xiang, X., Wang, L., Zhang, J., Cheng, B., Yu, J., & Macyk, W. (2022). Cadmium Chalcogenide (CdS, CdSe, CdTe) Quantum Dots for Solar to Fuel Conversion. Advanced Photonics Research, -2022. -V.3(11), -P. 2200065.
22. Cheng, L., Xiang, Q., Liao, Y., & Zhang, H. (2018). CdS-based photocatalysts. Energy & Environmental Science,-2018. -V. 11(6), -P. 1362-1391.
23. Samadi-Maybodi, A., & Sadeghi-Maleki, M. R. (2016). In-situ synthesis of high stable CdS quantum dots and their application for photocatalytic degradation of dyes. Spectrochimica Acta Part A: Molecular and Biomolecular Spectroscopy, -2016. -V.152, -P.156-164.
24. Шамилов Р. Р., Нуриахметов, Б. Д., Галяметдинов, Ю. Г. (2022). Синтез и исследование фотокаталитических свойств наночастиц cds. in достижения молодых ученых: химические науки -P. 264-265.
25. Yu W.W., Qu L., Guo W., Peng X., Experimental determination of the extinction coefficient of CdTe, CdSe, and CdS nanocrystals. Chem. Mater., – 2003. – V. 15.(14). –P. 2854-2860.
26. Chen, X., Shen, S., Guo, L., & Mao, S. S. (2010). Semiconductor-based photocatalytic hydrogen generation. Chemical reviews, -2010. –V.110(11). –P. 6503-6570.
27. Silva, L. A., Ryu, S. Y., Choi, J., Choi, W., & Hoffmann, M. R. (2008). Photocatalytic hydrogen production with visible light over Pt-interlinked hybrid composites of cubic-phase and hexagonal-phase CdS. The Journal of Physical Chemistry C, -2008. –V.112(32). –P. 12069-12073.