

РЕЦЕНЗІЯ

Ознайомившись з текстом дисертаційного дослідження Вергелес Клари Олександрівни на тему «Оптичні і люмінесцентні властивості гетерогенних систем на основі напівпровідникових квантових точок і металевих наночастинок» прийшов до висновку:

дисертаційна робота Вергелес Клари Олександрівни «Оптичні і люмінесцентні властивості гетерогенних систем на основі напівпровідникових квантових точок і металевих наночастинок» є закінченим самостійним науковим дослідженням, яке присвячено отриманню та дослідженню люмінесцентних і оптичних властивостей не тільки напівпровідникових квантових точок (КТ) CdS, а і гетерофазних наносистем на їх основі.

Актуальність дисертації визначається тим, що проведено дослідження квантово-розмірних нанокристалів CdS, оптичні, електричні властивості яких з, одного боку, залежать від ширини забороненої зони напівпровідника, що зумовлено розміром нанокристалів (розмірний ефект), а з іншого - завдяки підвищенню співвідношенню поверхні до об'єму КТ CdS, суттєвими стають поверхневі явища. Встановлення механізмів фізико-хімічних процесів що відбуваються на поверхні напівпровідникових КТ CdS та гетерогенних наносистем на їх основі, які включають до себе не тільки барвники, а і наночастилки срібла є актуальним завданням наукового дослідження, яке визначає їх подальше практичне застосування.

Механізми процесів, що відбуваються при кімнатній температурі у таких наносистемах встановлюються завдяки люмінесцентним і оптичним методам.

Для отримання КТ CdS, та нанорозмірних частинок Ag_n проводили хімічні реакції подвійного обміну у зв'язуючому. Для більш досконалого вивчення процесів створення мікро та нано систем CdS було враховано вплив рН розчину на створення власних дефектів у CdS та розмір кристалів.

Завдяки узгодженню оптичних і люмінесцентних властивостей як КТ CdS так і інших компонент гібридної наноструктури (барвники, наночастилки срібла), встановлено закономірностей фотофізичних процесів, які забезпечують максимальну ефективність обміну збудженням між компонентами, що зумовлює появу нових властивостей гібридних асоціатів.

В ході дослідження були отримані та виносяться до захисту такі найбільш суттєві нові наукові результати:

1. При створенні НК CdS слід враховувати рН розчину (на НК CdS можливе утворення оболонки з гідроксидів Cd(OH)₂)

2. Встановлено природи смуг випромінювання КТ CdS:

а) в КТ з надлишком кадмію реєструється смуга ($\lambda_1 = 462 \div 493$ нм) яку можна зв'язати з кадмієм міжвузельним;

б) в КТ з надлишком сірки – реєструється випромінення природа якого пов'язана з вакансією сірки ($\lambda_2 = 660 \div 711$ нм);

в) в КТ, при стехіометрії розчинів іонів кадмію і сірки, реєструється світіння з ($\lambda_3 = 555 \div 598$ нм), яке пов'язано з вакансіями кадмію і сірки.

3. У композитах КТ CdS/барвник метиленовий блакитний (МБ), так як спектри поглинання складових різні (КТ CdS – $\lambda=450$ нм, а МБ - в області $\lambda=500-700$ нм). В роботі розглянуто механізм перепоглинання випромінювання КТ CdS у області 450-800 нм барвником МБ. При збільшенні концентрації барвника за рахунок появи асоціації молекул в димерну структуру інтенсивність випромінювання барвника зменшується.

4. Композити НК CdS – наночастинки (НЧ) Ag були створені з надлишком іонів кадмію у спектрі його поглинання привалює смуга поверхневого плазмонного резонансу срібла, за рахунок якого у системі КТ CdS – НЧ Ag спостерігається підсилення люмінесценції КТ CdS яке має концентраційну залежність.

Можливі області застосування основних результатів роботи:

Наукові дослідження гібридних наноструктур, побудованих з напівпровідникових колоїдних КТ, барвників та металевих наночастинок є сучасним напрямком у фізиці напівпровідників та гібридних структур на їх основі, що надає змогу використання цих систем у прикладних питаннях оптоелектроніки, біомедицини, фотокаталізу.

В роботі було обрано малотоксичний методом отримання напівпровідникових КТ CdS за золь-гель технологією синтезу, що може бути спрямовано на розробку нових люмінесцентних біомаркерів у яких ефекту переносу енергії фотозбудження відбувається до ДНК, пептидних груп, білкових рецепторів і т.п.

Гетерофазні мікросистем та наносистеми з барвниками застосовуються у фодинамічній терапії, а при використанні МБ і при лікуванні коронавірусу.

Так як розміри напівпровідникових гетерофазних систем впливають на їх оптичні, електричні та структурні властивості, то такі наноматеріали можуть застосовуватися у солярній енергетиці (комірки Гертцеля), світлодіодах, точкових транзисторах і світлофільтрах.

Слід зазначити високій науково-методичний рівень роботи Вергелес Клари Олександрівни, яка самостійно виготовляла і досліджувала сучасні напівпровідникові системи і гетеросистеми на їх основі. Запропоновувала моделі процесів, що відбуваються у напівпровідникових гетеросистемах та експериментально підтверджувала механізми їх оптичних і люмінесцентних властивостей.

Дисертація не позбавлена деяких недоліків, так треба зауважити що:

1. Стр. 68. «На рисунку 2.8 представлено розкладання спектрів на гаусові криві.»

З Рис.2.8.а,б незрозуміло, як були отримані гаусові криві, так як «хвіст» смуг люмінесценції не визначений.

У випадку рис. 2.8 краще було б розкласти у випадку нормованих спектрів рис. 2.7, бо це ті самі спектри що і на рис. 2.8.

Це ж зауваження стосується (Стр. 81 Табл 2.3, Стр.84 Рис. 2.17, Стр.84 Таб.2.4, Стр. 87. Таб.2.5).

По-перше, так як розкладання відбувається графічно, слід зауважити, що контури кривих вважаються симетричними, а тому, слід перебудувати спектри не в залежності від довжиною хвиль, а в залежності від частоти випромінювання.

По-друге, при графічному розкладанні слід визначати положення максимумів відносно яких спостерігається симетрія смуги люмінесценції. Саме це яскраво ілюструє Рис. 2.17 (Стр.84), в якому при розкладенні можливо розраховувати лише на довгохвильовий «хвіст» та заздалегідь задавати положення максимуму кривої Гауса.

2. Стр. 103 Рис.3.10.

На рис. для кривих 2 і 3 спостерігається перекриття декількох смуг, чи можливо барвника АЖ утворення димерів як у МБ?

3. Стр. 105 Рис.3.14.

При фотозбудженні НК CdS, та з підвищенням концентрації АЖ зміна інтенсивність люмінесценції барвника відбувається не монотонно (рис.3.14 порівняй криві 6 і 7).

4. Стр. 114. Рис.4.2

Чи було в роботі враховувано що, у розчині присутні іонні останки і можлива реакція з утворення Ag_2S ($2AgNO_3 + Na_2S = Ag_2S + 2NaNO_3$; $CdS + 2AgNO_3 = Ag_2S + Cd(NO_3)_2$) які мають саме такий насичений коричневий колір.

5. Стр.126 «У нашому випадку, люмінесценція НК CdS посилюється внаслідок збудження поверхневих плазмонів НЧ срібла і, як наслідок, за рахунок збільшення локального електромагнітного поля. Як свідчить експеримент, коефіцієнт посилення люмінесценції демонструє концентраційну залежність.»

На Ваш погляд, від чого залежить поява максимуму люмінесценції НК CdS від концентрації НЧ срібла, від довжини хвилі збудження, або від довжини хвилі люмінесценції НК CdS?

Зазначені зауваження не знижують якості отримані в роботі наукових результатів.

Висновок:

1. Основні результати та висновки дисертаційної роботи Вергелес Кларі Олександрівни відображені у публікаціях за темою дисертаційного

дослідження. Автором опубліковано 3 роботи у виданнях, що рекомендовані ВАК України та входять до переліку наукометричних баз даних. Випробування роботи відбувалось у доповідях на конференціях, що доповідалися автором особисто.

2. Слід зазначити, що дисертація Вергелес Клари Олександрівни на тему «Оптичні і люмінесцентні властивості гетерогенних систем на основі напівпровідникових квантових точок і металевих наночастинок» **відповідає профілю дисертаційної Ради та заявленій спеціальності 104 «фізика, астрономія»**

3. **Рекомендувати Раді прийняти до захисту дисертаційну роботу Вергелес Клари Олександрівни «Оптичні і люмінесцентні властивості гетерогенних систем на основі напівпровідникових квантових точок і металевих наночастинок» на здобуття наукового ступеня доктора філософії за спеціальністю 104 «фізика та астрономія».**

Завідувач лабораторії НДІ фізики
ОНУ імені І.І. Мечникова



д. фіз.-мат. наук Жуков С.О.



Підпис громад. С.О. Жуков
посада зав. каб.
ЗАВІРЯЮ:
Проректор ОНУ імені І. І. Мечникова
Запорожченко О. В.