

РЕЦЕНЗИЯ

от проф. дфн Любомир Йорданов Павлов -
професор в катедра Физика, ПМФ, ЮЗУниверситет "Н. Рилски", Благоевград

на дисертационния труд за присъждане на образователната и научва степен "доктор" по 4. `Природни науки, математика и информатика`; професионално направление 4.1. `Физически науки`; научна специалност 01.03.26. `Електрични, магнитни и оптични свойства на кондензираната материя`

Автор на дисертацията: Теодора Иванова Пашова; Тема: "Флуоресценция на среди в поле на високоенергетично лъчение"; Научен ръководител: проф. дфн Тинко Александров Ефтимов

1. Представени материали. Представената дисертация е на тема "Флуоресценция на среди в поле на високоенергетично лъчение" с автор Теодора Иванова Пашова. Т.Пашова е приложила копия от своите 6 авторски научни публикации, една от които е отпечатана в списание с Impact Factor, а общо 4 са в международни специализирани журналы. Представен ми е пълен комплект от материали и документи в съответствие със ЗРАС и Правилника за неговото прилагане.

2. Биографични данни за докторанта. Т.Пашова е родена през 1986 г. От 2005 до 2009 г. е студентка в ПУ и получава диплом за Бакалавър по Инженерна физика. Тя следва магистратура в ПУ от 2009 и през 2011 г. е присъдена квалификация "магистър по фотоника". От март 2012 г. Т.Пашова постъпва редовна докторантура в ПУ "П.Хилендарски" на основа на заповед Р33-398 /ПУ/ по специалност 01.03.26. "Електрични, магнитни и оптични свойства на кондензираната материя". От 1.03.2015 г. докторантката Т.Пашова е отчислена с право на защита. На 30.06.2016 г. се състоя предварително обсъждане на дисертацията на Т.Пашова пред разширен катедрен съвет на катедра "Експериментална физика", Физически факултет, ПУ, и в присъствие на предложени членове на Научното жури.

3. Актуалност на тематиката и целесъобразност на поставените цели и задачи.

Актуалността на научното направление в дисертацията е свързано с факта, че постигането на висока яркост на флуоресценция на стъклени и стъклено-керамични среди е приложимо в линейните ускорители, за диагностика и терапия в медицината. Намирането на оптимален режим на фотолуминесценция при въздействие с високоенергетични излъчватели се базира на използването и на оптично активни материали. Изследванията в дисертацията са съсредоточени върху оптичните свойства на многокомпонентни системи на основата на ZnO/ZnF_2 легирани със самарий / Sm /. Изследван е ефектът на оптично възбуждане в широк обхват на дължини на вълните, включително и рентгеново лъчение. Това е породено от възможността за внедряване на материали като енергийни преобразуватели, обладаващи необходимата прозрачност и хомогенност. С оглед нивото на актуалност и перспективност на тематиката, е целесъобразно решаването на следните конкретни задачи в дисертацията: а/ Да се характеризират и анализират оптичните свойства на модифицирани стъклени цинк-бор фосфатни материали; б/ Да се определи интензитета на

излъчване на изследваните образци, легирани със самарий, под въздействие на различни източници на лъчение от ултравиолетовата / УВ / до видима част на спектъра; в/ Да се изследва влиянието на стъклокерамичните материали върху интензитета на излъчване.

4.Познаване състоянието на проблема. На базата на 119 литературни източника, авторът съставя критически анализ на проблемите – до момента на започване на изследванията по дисертацията. Коректно е избран възможен подход за решаване с използване на стъклени матрици, които достигат интензивна яркост на флуоресценция при облъчване с високоенергетично електромагнитно лъчение. Подробно са изучени оптичните свойства на цинк-оксифлуоридни материали, които за първи път са получени по метода на високотемпературен синтез – с цел постигане на поставените задачи в дисертацията. Това дава основания за провеждане на изследвания в тази насока – с анализ на оптичните характеристики на нови функционални материали на основата на ZnSe добавен към многокомпонентната матрица, легирана с редкоземни елементи.

5.Методика на изследването. Разработена е методика за характеризиране на оптичните свойства на стъклени образци, като специално е оборудвана експериментална установка с възможности за ефективно снемане на емисионните спектри – включително за прахообразни материали. Конструираната измервателна система е съставена от три модула: 1/ възбуждащ източник ; 2/ позициониращ държател на пробния образец и 3/ детекторна система. Оптичните спектри на изследваните образци се регистрират посредством влакнесто-оптичен спектрометър Ava Spec – 2048 в спектрална област 200 – 1160 nm от ултравиолетовия до близкия инфрачервен диапазон.

Фотолуминесцентните спектри се измерват с висока разделителна способност до 1 nm. Като източници на възбуждане за фотолуминесцентните спектри се използват диодни лазери с дължина на вълната 405 – 625 nm, съответстващи на абсорбционните ивици на Sm йони. Високотемпературният твърдофазен синтез на многокомпонентните системи в стъклените образци – се извършва при температура 950 – 1100°C . След това, получените образци се темперират и охлаждат до стайна температура за премахване на структурните напрежения. Разработената методика на изследване позволява да се достигне формулираната цел в дисертацията, като се използват легирани материални структури.

6.Характеристика и оценка на дисертационния труд. Ще отбележа тук само най-

съществените моменти от дисертацията на Т.Пашова, като същевременно ще отправим критични бележки и въпроси при оценяване на получените в нея резултати.

В глава първа е представен анализ на взаимодействието на светлината с оптични материали. Разгледани са условията за постигане на оптимална флуоресценция при облъчване на стъклени образци с електромагнитно лъчение. Препоръчително е използването на диелектрични материали легирани с редкоземни елементи, като именно в този случай стъклените матрици обладават оптична активност.

В глава втора детайлно са разгледани основните функционални модули на експерименталната апаратура за анализ на оптичните свойства на стъклени материали в УВ и във видимата част на спектъра. Регистрирани са оптичните характеристики на матриците и след рентгеново третиране. Като измерителна система е приложена и Диференциално сканираща калориметрия /ДСК/ за оценяване на топлинни ефекти в изследваните материали. Измерванията са извършени с помощта на TR Instruments DSC Q100 при скорост на нагриване 10 K/min.

В глава трета се изследват оптичните свойства на цинк-борат-фосфатни материали легирани със Sm. В §3.1., гл. 3, се изследват Sm: ZnO-P₂O₅-B₂O₃ образци, като флуоресценцията зависи от състава на стъклата, и спектрите се проследяват при различно количествено съотношение – на P₂O₅ и B₂O₃ в матрицата. Зависимостта на моларния състав от съдържанието на борен оксид B₂O₃ показва увеличаване на плътността на матрицата, с което се стабилизира структурата и здравината на стъклените проби. Количественото съотношение на компонентите изграждащи матрицата влияе единствено върху амплитудата на резултантния спектър. Съставът на пробите влияе само върху интензитета на флуоресценцията. Най-ефективен източник за напompване на изследваните стъклени образци - е с дължина на вълната 395 nm.

В §3.2., гл. 3, се изследват спектрално цинк-борат-фосфатни материали с допълнително въвеждане количествено съдържание на Sm₂O₃ в матрицата. Установено е експериментално, че 0,75 mol% Sm₂O₃ е оптималната концентрация за стъклената матрица Sm: ZnO-P₂O₅-B₂O₃. Изследваната в §3.2. показват отместване на флуоресцентния пик на ZnO на дължина 490 nm.

В глава четвърта, § 4.1. са изследвани оксифлуоридни материали ZnO-ZnF₂-P₂O₅-B₂O₃-Sm₂O₃-SmF₃ с добавено съдържание на Sm₂O₃ и SmF₃. Интензитетът на флуоресцентния спектър на Zn-оксифлуоридните композитни материали

пряко зависи от съдържанието на Sm_2O_3 и SmF_3 . Установено е, че оптимална прозрачност е получена при съдържание 0,125 mol% за двете съединения самариев оксид и самариев флуорид. Най-интензивен е флуоресцентния спектър при възбуждане с дължина на вълната на светодиода 405 nm.

В §4.2., гл. 4, е изследвано влиянието на количеството ZnF_2 върху флуоресцентен спектър на цинк-оксифлуоридни материали. С повишаване вложеното количество на ZnF_2 се наблюдава спад в температурата на стъклообразуване. Установено е, че максимален интензитет на флуоресценция се получава при 30% ZnF_2 съдържание в стъклените проби.

В глава пета са изследвани оптичните свойства на проби в състав $\text{ZnO-SrCO}_3\text{-ZnF}_2\text{-SrF}_2\text{-P}_2\text{O}_5\text{-B}_2\text{O}_3\text{-Sm}_2\text{O}_3\text{-SmF}_3$, които се различават по количественото съдържание на стронциев карбонат / SrCO_3 / в матрицата. Оптимално оптично напомпване и максимален интензитет на флуоресценция на тестваните образци се получава при въвеждане на 7,5 mol% SrCO_3 в матриците. Изследваните стъкла са прозрачни и хомогенни в обема си, като температурата на стъклообразуване достига 530°C . С повишаване на дължината на вълната на възбуждане възниква и нов пик при 670 nm, който характеризира флуоресценцията на самариеви йони от втора валентност.

В глава шеста се изследва спектрално Zn-оксифлуоридни материали с включване на цинков селенид, като количествено се променя съдържанието на ZnSe в тестваните образци. Целта на спектралните измервания в настоящата гл. 6 е да се проследи състава на оксиселенидната структура, който води до получаване на максимална ефективност на възбуждане на матрицата. Установено е, че най-динамичната област на изследване е в диапазона 370-500 nm, където висока яркост на флуоресценцията се получава за проби със съдържание 6,5 mol% ZnSe .

Извършено е третиране на пробите с високоенергетично рентгеново лъчение, като флуоресцентните спектри на матриците показват наличие на тривалентен Sm^{3+} самариев йон.

7. Приноси и значимост на разработката за науката и практиката. Ще отбележа, че следва да бъде дадена висока оценка на дисертацията, поради съчетаване на предварително характеризирани оптичните свойства на материалите съобразно състава на стъклените проби, и в следствие – оптимизиране до максимален интензитет на флуоресценция на многокомпонентната стъклена матрица. Спектралният анализ на Zn-оксифлуоридни материали показва най-ефективна флуоресценция при количествено съотношение на състава $\text{P}_2\text{O}_5 : \text{B}_2\text{O}_3 = 1 : 2$. Считам, че особено трябва да наблегнем на

експерименталните изследвания в дисертацията. Ползвана е най-съвременна апаратура с влакнесто-оптичен спектрометър Ava Spec – 2048; Рентгено-дифракционен апарат TUR M62 ; Диференциално сканиращ калориметър DSK Q100. Ще обърнем внимание на прецизно обработените прозрачни модули на нови оригинални стъклени конфигурации с висока яркост на флуоресценция. Zn-оксифлуоридните материали с оптимизирани оптични свойства се съвместяват в композитни матрици – за първи път посредством високотемпературен твърдофазен синтез. Перспективни са възможностите за нови приложения в науката и техниката с разработване на сензорни елементи. По този начин, Т.Пашова доказва с нови средства съществени нови страни в научни проблеми, като предлага оригинални стъклени матрици легирани с редкоземни елементи и съдържащи Sr, ZnF₂. Матриците с оптимизиран състав имат висок интензитет на флуоресценция с приложение в линейните ускорители и в медицинска диагностика, което определя значимостта на приносите в дисертацията - за науката и практиката.

8. Преценка на публикациите по дисертационния труд.

Приложено Т.Пашова е представила своите авторски 6 научни публикации, публикувана в списание с Impact Factor, като общо 4 статии са в международни физически журналы. Статиите на Т.Пашова съдържат оригинални резултати и разработени стъклени матрици с интензивна флуоресценция, което определя тяхната научна значимост. Освен това, Т.Пашова има и 4 доклада на конференции, две от които са международни.

9. Лично участие на докторанта. В четири от публикуваните шест научни статии, Т.Пашова е първи съавтор. Имам мнението и на научния ръководител проф.дфн Т.Ефтимов – за основно участие на докторантката в изследванията, което обуславя и личния дял в получаване на резултатите. В дисертацията са отразени разработените оптични технологии по изготвяне на стъклени композитни матрици предназначени за въздействие в полето на високоенергетично лъчение. На тази база считаме, че дял има докторантката и в постигане на приносите в дисертацията.

10. Авторефератът отговаря по съдържание на дисертацията и отразява основните резултати в нея. Съставен е съгласно изискванията.

11. Критични забележки и препоръки.

Имам някои критични забележки и препоръки към проведените изследвания в дисертацията, свързани и с бъдещата научна дейност в това направление. Понастоящем в изследванията по дисертацията се прилага оптично възбуждане на стъклените проби в диапазон от ултравиолетовия до инфрачервения обхват.

Но в този случай е важно да се отбележи, че е необходимо високо ефективно напompване на матриците с – вакуумно ултравиолетово / ВУВ / излъчване за дължини на вълните под 180 nm, т.е. 100 – 180 nm . Именно ВУВ лъчение води до голяма яркост на флуоресцентния сигнал. ВУВ лъчение се получава с нелинейно-честотно преобразуване в кристал литиев флуорид / LiF / - хармоничните покриват диапазона 100 – 180 nm.

Основен резултат в изследването на Zn-оксифлуоридните материали е третирането на стъклените матрици с високоенергетично рентгеново лъчение. Наблюдавана е конверсия на самариеви / Sm / йони, която е обратим процес. С оглед на бъдещото използване на резултатите, изказвам препоръка за реализация на нови насоки в приложение на тестваните матрици – за разработка на детектори, на сензорни елементи с висока чувствителност.

12. Лични впечатления. Познавам Т.Пашова от моите няколко контакта с Физическия факултет на ПУ. Докторантката ползва придобития свой експериментален опит от работата си в ЕООД по “Производство на пластмасови изделия“. През 2014 г. е работила и в ЕООД по “Лицензиране на медицинска рентгенова техника“. Т.Пашова ползва модерни оптични технологии за изготвяне на флуоресциращи стъклени матрици с високо качество.

Докторантката влага много усилия за постигане на значими и приоритетни приноси в дисертацията.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Въпреки отправените от мен забележки и препоръки, оценката ми за настоящия дисертационен труд е определено положителна. Получени са редица важни резултати по създаване на нови оригинални стъклени матрици от цинк-оксифлуоридни материали с оптимизиран състав. Съвместяването на композитните проби се извършва за първи път – по метода на високотемпературен синтез.

Предлаганите от автора приоритетни матрици са с ново количествено съдържание на цинков селенид, стронциев флуорид и имат ефективна флуоресценция на стъклените образци. Наблюдавана е конверсия на самариеви йони при възбуждане с кохерентно лъчение с дължина на вълната 535 nm.

Считам, че Т.Пашова е положила много усилия в разработването на прецизни матрици, като качеството на резултатите е високо – поради използване на съвременна апаратура в научно-изследователската работа. Постигането на значими приноси е допринесло за придобиване на добра квалификация на автора, с което Т.Пашова допринася за създаване на интензивни флуоресцентни източници за медицинска диагностика и терапия.

Въз основа на изложените резултати и сериозните научни приноси, убедено

предлагам на членовете на Научното жури да дадат своя положителен вот за присъждане на Теодора Иванова Пашова на образователната и научна степен **ДОКТОР** по 4. "Природни науки, математика и информатика"; професионално направление 4.1. "Физически науки"; научна специалност 01.03.26. "Електрични, магнитни и оптични свойства на кондензираната материя".

РЕЦЕНЗЕНТ :

/проф.дфн Любомир Йорданов Павлов, катедра Физика, ПМФ, ЮЗУ /
28.10.2016 г.