

Рецензия

за дисертацията за научна степен „доктор на науките“ на тема „Характеризиране на материали чрез вибрационна спектроскопия“

Автор: доц. д-р Виктор Генчев Иванов

Рецензент: проф. д-р на физ. н. Иван Йотов Лалов, Физически факултет на Софийски университет „Св. Климент Охридски“

Представената дисертация е посветена на структурата и свойствата, предимно оптични, на модерни и интересни кристални материали и йонноимплантирани полимери по техните вибрационни спектри. Не смятам, че темата „Характеризиране на материали...“ съвсем точно изразява фундаменталния, а не приложен характер на изследванията. Дисертацията се основава на 20 статии в международни списания, повечето с висок импакт-фактор и една глава от книга (общ импакт-фактор около 48). Статиите са публикувани за период от около 20 години, като значителна част са резултат от изследванията през последните 10 години. И статиите, и самата дисертация показват сериозен и ефективен изследователски труд на авторски колективи, в които В. Иванов има съществен и важен принос. Веднага бих изразил отличното си впечатление от прецизното отразяване в дисертацията на приноса на всеки автор в публикациите, и специално, приноса на самия дисертант (което не се среща в повечето дисертации).

Дисертацията съдържа 211 страници и е разделена на пет глави. Първите две по-скоро въвеждат в теорията и експерименталната техника на Рамановата спектроскопия, а оригиналните научни резултатаи са тематично обединени в три глави. Всяка от тези части започва с излагане на същността на научната проблематика, на научните резултати към момента на изследванията и на мотивацията на авторските колективи да се насочат към такава тематика. Тази толкова необходима начална информация е представена компетентно и с разбиране на проблемите, които трябва да достигнат до читателя. Литературата съдържа 297 заглавия и като подбор и връзка с тематиката тя демонстрира отличната информираност на автора.

Рецензентът, както и В. Иванов, са убедени в актуалността на тематиката – изследване на шпинели в гл. 3, на силно корелирани кристални системи в гл. 5 и на йонноимплантиран полимер РММА в гл. 4. Избраната методика – Раманова спектроскопия, инфрачервена спектроскопия на отражение, теоретичните изследвания на динамиката на решетката – позволява да се получи съществено нова информация за структурата, за оптичните, електрични и магнитни свойства на изследваните системи, както и да се състави по-пълна картина на явленията в тях.

Характеристика на изследванията в дисертацията

В глава 3-та са изследвани оптични свойства и подреждането в шпинели като резултатите са публикувани в 4 статии от 2010 -11 год. във Phys. Rev. B. Направен е симетриен анализ, пресметнати са фононни честоти и отнасянията на съответните линии към отмествания на определени атоми в три типа феромагнитни шпинели – CuCr_2Se_4 (прав), NiFe_2O_4 (инверсен), LiFe_5O_8 (инверсен). Измерени са поляризационни Раманови спектри, а за последния клас – и инфрачервени спектри на отражение. При интерпретацията на спектрите е получена важна информация за техните различия и еволюция във високосиметричните неподредени фази и нискосиметричните подредени фази.

Дисертантът отбелязва своя принос, изразяващ се в извършване на симетриен анализ и пресмятане на честоти в сравнително сложни модели на решетките, в сравняването на експерименталните и получените теоретични резултати и, очевидно, в оформянето на публикациите.

С оглед на мои изследвания впечатлен съм от установеното резонансно поведение на двуфононен континуум в LiFe_5O_8 , което съвпада с резонансното поведение на основната честота 714 cm^{-1} и се обяснява с възбуждането на вибронна прогресия при електронен преход между д-нивата на Fe^{3+} йон (както следва да се очаква, трептението с такава честота е пълно симетрично и с негово участие може да възникне вибронна прогресия).

В гл. 4 са изследвани Раманови инфрачервени и фотолуминисцентни спектри на полимера РММА, неимплантирани и имплантирани със силициеви йони. Резултатите са отразени в 8 статии в международни списания, като дисертантът особено оценява своя принос в три от тях, публикувани в първокласни списания. Научните задачи в тази част се усложняват от комплексното действие на имплантираните йони по дълбочина на образеца и по характера на причинените от тях промени в структурата. В. Иванов участва в измерванията и анализира промените на вибрационните спектри на имплантираните образци, като свързва особеностите на спектрите с размера на клъстерите, тяхната ориентация по посока на йонния трек, а също – с електричните и оптични свойства на образците. Изследвани са поляризационни Раманови спектри на имплантирани полимери при различни дължини на вълната на падащата светлина. Основателни са авторските претенции за разработване на оптични спектроскопични методи, а при интерпретацията на резултатите от Раманова, инфрачервена и луминисцентна спектроскопия се получава важна информация за структурата и химичните промени в йонно-модифицирания слой.

В най-обширната и впечатляваща гл. 5 се изследват фононни спектри и техните прояви в Раманово разсейване на силно корелирани системи,

каквито са високотемпературните свръхпроводници, органичен свръхпроводник и манганови оксиди. Тази част се основава на 7 публикации, повечето от които в Phys. Rev. В и други престижни списания. Приносът на дисертанта е, според собствената му оценка, в измерване на нискотемпературни Раманови спектри и в разработване на теоретични модели, които да свържат експерименталните данни с развитието на изследванията в тази област.

В широкоизследвания високотемпературен свръхпроводник YBaCuO са измерени раманови линии в широк температурен интервал (под и над свръхпроводящия преход), като особено внимание се обръща на две линии. Техните особености са обяснени чрез т. нар. двуфононен Фано-резонанс, т.е. взаимодействието на техните осцилатори с електронен континуум. Разработен е теоретичен модел, който води до много добро съвпадение с наблюдаваните спектри. Рамановият спектър на органичен свръхпроводник (с $T_c = 10,4$ К) е измерен и анализиран, като е получена информация за механизма на свръхпроводимостта. Изследвани са рамановите спектри на манганити с колосално магнитно съпротивление, като отбелязвам установяването на характера на Ян-Телеровите модове, тяхното температурно поведение и връзка с поляронен механизъм на проводимостта.

В последната част на гл. 5 са направени изследвания на фононни спектри на манганови оксиди от типа перовскити и шпинели (CaMn_2O_4). Експериментите се отнасят до голям брой материали, а в последния случай са наблюдавани впечатляващите 40 (от 42) Раман-активни фонони с техните честоти, симетрия, а за много трептения – температурно поведение. Съществуващи теоретични модели са обобщени и приложени за обяснение на наблюдаваните особености на спектрите и за извличане на информация за структурата и магнитните свойства.

Основни научни приноси:

- Направен е анализ и интерпретация на Раманови и инфрачервени спектри на шпинели и са получени данни за структурата и особеностите на преходите високотемпературна – нискотемпературна фаза на шпинелите (вкл. феромагнитен преход порядък – безпорядък);

-Изследвани са Раманови, инфрачервени и фотолуминисцентни спектри на полимера PMMA при имплантация на Si^+ йони. При интерпретацията на данните е получена информация за структурата, електричните свойства (вкл. зависимостта на ширината на забранената зона от йонния поток) и химичните връзки в имплантирания слой. За първи път са изследвани поляризационни Раманови спектри в имплантирани полимери;

- Разработен е теоретичен модел на двуфононен резонанс на Фано, който след съответното фитиране дава отлично описание на Рамановите спектри в свръхпроводника YBaCuO;

- Изучени са и са анализирани фононните аномалии в органичен слръхпроводник, оценен с енергетичния праг и по неговата връзка с температурата на прехода е направен извод за класически механизъм на свръхпроводимостта;

- Установени са Ян- Телеровите моди в Рамановите спектри на $\text{La}_{0,7}\text{Ca}_{0,3}\text{MnO}_3$ и $\text{La}_{0,98}\text{Mn}_{0,96}\text{O}_3$ и е изследвано тяхното поведение във връзка с разработения теоретичен модел на проводимост, обусловена от полярони с малък радиус;

- Изследвани са раманови спектри на манганови оксиди от типа перовскити и шпинели. Модели на спин – фононно взаимодействие и на димерни молекулни орбитали са разработени допълнително и приложени към спектрите на манганови оксиди.

Според информацията на В. Иванов, основана на сведения от наукометрични мрежи, 20^{-те} публикации по дисертацията са цитирани от други автори около 500 (600) пъти. Това показва, че тези приноси са част от общото развитие на изследванията по съответната тематика, а тяхната стойност е оценена високо от международната научна общност.

Бележки по оформянето на дисертацията

Дисертацията е написана професионално, на разбираем за специалисти стил и език, поради което се чете сравнително леко. Вече отбелязах значението на въвеждащите параграфи към всяка глава, на мотивацията за изследванията и на очертаването на приноса на дисертанта при различните изследвания. Нямам съществени бележки по оформянето, освен многобройните грешки при набирането.

За мене при четенето възникнаха въпроси във връзка с две фигури:

- 1) от фиг. 4.16 (в автореферата 4.11) не се забелязва потискане на $\text{C}=\text{O}$ трептение при йонната имплантация. Какви са съображенията на автора?
- 2) Защо фитът на фиг. 5.5 се смята за неубедителен (в кои детайли)?

Заклучение

Направеното кратко описание на научното съдържание на дисертацията и на основните научни приноси в нея дават убедителни аргументи за актуалността и високите качества на извършените изследвания, а и на самата дисертация. Тематиката е свързана с основни насоки на интересите на учените във физика на кондензираната материя, приложени са актуални експериментални и теоретични методики и са получени важни знания за структурата и свойствата на изследваните материали. Публикациите по дисертацията и самата дисертация показват, че В. Иванов е квалифициран и уважаван участник в научните изследвания.

Сравняването на научната продукция в дисертацията с препоръчителните изисквания за степента „доктор на науките“ във Физическия факултет, показва: наличие на степента „доктор“, значително

по-голям от изисквания цитирания (500 при 60 в изискванията) и h-индекс (10-11 при изискван 6). Дисертацията се основава на 21 статии и 7 устни и постерни доклада. Това е по-малко от изискваните 30 публикации (което аз смятам за максималистично) Това несъвпадение не ме убеждава във високата стойност на публикациите, всичките в престижни специализирани списания, нито в нивото на получените научни резултати, цитирани многократно от други автори. Трудно ми е да преценя дали В. Иванов има водеща роля в поне 12 публикации. Той е поставен на първо място сред съавторите в 6 статии. Очевидно негови са теоретичните приноси, които оценявам като много добри, и сравняването на теоретичните изводи с експерименталните резултати.

Като имам предвид научните приноси, публикациите по дисертацията и качествата на самата дисертация, предлагам на почитаемото научно жури да присъди на доц. Виктор Иванов научната степен „доктор на науките“ по професионално направление 4.1 Физически науки (електрични, магнитни и оптични свойства на кондензираната материя).

2.05.2017 год.,
София

Рецензент:
проф. д-р на физ. н. Иван Лалов