

РЕЦЕНЗИЯ

на дисертация за придобиване на образователната и научна степен “доктор” в професионално направление 4.1 “Физически науки“

Автор на дисертацията: Нено Димитров Тодоров

Тема на дисертацията: **“Фонони в оксиди със сложна кристална структура”**

Рецензент: проф. д-р Людмил Любомиров Константинов, ИМК – БАН

Нено Димитров Тодоров е роден 1985г., през 2009г. се дипломира като магистър по инженерна физика, специализация “Микроелектроника и информационни технологии“ в СУ „Св. Климент Охридски“, от март 2011г. работи отначало като физик, а от февруари 2013г. като асистент към катедра „Физика на кондензираната материя и физика на полупроводниците“ на Физическия факултет на СУ. В периода 2010–2013г. Н. Тодоров е бил редовен докторант по специалност 01.03.26 „Електрични, магнитни и оптични свойства на кондензираната материя (включително оптически свойства и спектроскопия на кондензираните среди)“, като в периодите март–юни 2012г. и март–август 2013г. докторантурата е била с двойно научно ръководство съвместно с Института по материали Жан Русел, Нант, Франция.

Дисертацията представя и обобщава резултатите на Н. Тодоров, получени при експериментални изследвания чрез Раманова спектроскопия и чрез пресмятания на динамиката на решетката на някои оксиди със перовското-подобна структура. Този клас материали включва съединения с разнообразни структурни, електрични и магнитни свойства и е обект на многобройни *систематични* изследвания, свързани с изясняване физиката и механизмите на магнитните, преносните и структурните фазови преходи от втори род и тези от типа метал–изолатор, високо-температурната свръхпроводимост, колосалното магнитно съпротивление и др. Така че проблематиката на дисертацията е в една съвременна високо-технологична област на физиката,

отговаряща както на научните, така и на приложните изследователски критерии. Познавайки много добре научните резултати на групата, в която е направена дисертацията (както тези на нейния научния ръководител проф. М. Абрашев, така и на невключените в нея публикации с участието на Н. Тодоров), мога да твърдя, че тя съставлява *самостоятелна част* от цялостната програма на групата в изследването на този обширен клас материали и показва траен интерес към темата. В такъв смисъл *заглавието* на работата не е достатъчно информативно и не показва ясно и еднозначно мястото на изследваните материали в програмата. (Примерно заглавие – виж в края на рецензията с получер шрифт)

Дисертацията е написана на 80 страници, съдържа 36 фигури, 19 таблици и библиография от 127 литературни източника, която обхваща основните и най-важни работи, необходими за изложението по темата на дисертацията. Авторът несъмнено познава добре съществуващите към момента резултати и творчески ги използва за постигане целите си, като библиографията включва и **5-те** оригинални авторски статии, на които дисертацията се основава – **3** във Phys. Rev. B и **по една** в J. Phys. Cond. Mat. и J. Phys. Conf. Ser. Всички публикации са в съавторство с научния ръководител и други автори (общо от 3 до 8), като в **4** от тях Н. Тодоров е *първи* автор. Авторският състав на статиите, подреждането на авторите, както и съдържанието и стила на дисертацията ми дават основание да твърдя, че участието на Н. Тодоров и неговият личен принос в написването им е първостепенен, а получените в тях резултати и приноси са до голяма степен негово дело. Нямам лични впечатления за работата му и деловите му качества.

Дисертацията се състои от увод, в който е направен кратък преглед на кристалната структура на идеалния перовскит и са разгледани особеностите на Рамановата спектроскопия, нейните предимства и недостатъци, детайлите на използваната експериментална установка, синтезът и характеризирането на изследваните в дисертацията материали и пресмятането на решетъчната динамика. Следват пет глави, представящи достатъчно информативно и ясно получените експериментални резултати (групирани по изследвани материали) и тяхното

тълкуване и анализ, списък на приносите и библиография. Прави впечатление, че авторът познава добре Рамановата спектроскопия като важен структурен метод и прилага някои нетрадиционни методи при интерпретацията на сложни по характер спектри с нееднозначно поведение на пиковете в различни поляризации и геометрии на разсейване, включително пресмятания използващи динамиката и симетриите на решетката. Декларираните от автора научни приноси на дисертацията отговарят доста точно на нейното съдържание и правилно отразяват публикациите на които тя се базира, а представената информация и доказателствен материал, както и тълкуването им, са убедителни и достоверността им не буди съмнение. По-важните от тях според мен са:

Синтезирани и характеризирани са керамики на двойния перовскит $R\text{BaCo}_2\text{O}_{5+x}$, $0 \leq x \leq 1$ ($R = \text{La}, \text{Nd}, \text{Gd}, \text{Ho}$ и Y) и за три от тях ($R = \text{Gd}, \text{Ho}$ и Y) са измерени поляризираните Раманови спектри и е анализиран произходът на спектралните линии (Глава 1).

Експериментално и чрез анализ на решетъчната динамика (LDC) са изследвани подредената (α) и не подредената (β) по В-позиция фази на феримагнитния шпинел LiFe_5O_8 (LFO), определен е произходът на линиите наблюдавани в поляризираните му Раманови спектри, а силното резонансно поведение на интензитета на някои от тях е описано чрез механизъм на възбуждане и затихване на електронен $d-d$ преход на Fe^{3+} (Глава 2).

Въз основа на прецизно сравняване на поляризираните Раманови спектри на кристали YCrO_3 и YMnO_3 , измерени при еднакви условия и различни енергии на възбуждащите фотони, е направено предположението, че докато различният интензитет на активираните модове може да се обясни с различната Ян-Телерова дисторсия на кислородните октаедри в двата материала, намаляването на интензитета на някои ниско-честотни линии в спектрите на YMnO_3 спрямо тези в YCrO_3 се дължи на фино двойникуване на манганитите (Глава 3).

Въз основа на структурни данни и Раманови спектри на голям брой $R^{3+}B^{3+}\text{O}_3$ перовскити (R –редкоземен елемент, B –преходен метал) е установено, че за всяко $R\text{BO}_3$ –“семејство“ с фиксиран B -атом, *честотата* на квази-мекия мод е *пропорционална* на съответстващия за семејството ъгъл на

наклона на октаедрите, като коефициентът на пропорционалност, зависещ от средното В-О разстояние в октаедрите, дава емпирична зависимост, позволяваща за даден вид В-атом предсказване с точност от около 6% на честотите на квази-меките модове за някои $R^{3+}B^{3+}O_3$ оксиди (Глава 4).

Измерени са поляризирани Раманови спектри и е извършен анализ на решетъчната динамика /LDC/ в модела на валентните обвивки на кристали Sc_3CrO_6 , като са наблюдавани *всички* Раманово разрешени фонони и са определени техните честоти и симетрия (Глава 5). (Забележка: Втората част на този принос: „...от високо-температурната зависимост на интензивността на линиите в Рамановите спектри *е предсказан структурен фазов преход* при около $1000^\circ C$...“ ми се струва силно надценена предвид *само* представените на Фиг. 5.6 данни и съответните аргументи.)

Съгласно казаното, научните приноси на дисертацията могат да се класифицират като получаване на нови и обогатяване на съществуващите данни и знания за решетъчната динамика и структурата на **смесени оксиди от вида преходен метал-редкоземен елемент с перовското-подобна структура**. Нямам принципи възражения към стила, техническото оформление и обема на дисертацията, нито към общата достоверност на изложените в нея резултати и направените заключения.

Заключение: Рецензираната дисертация представлява един оригинален изследователски труд, съдържащ както научни, така и потенциални научно-приложни аспекти. По качествата си тя *отговаря напълно* на изискванията към този тип трудове и с *убеденост препоръчвам* на Нено Димитров Тодоров да бъде присъдена образователната и научна степен “доктор”.

20. 02. 2014 г.