

Рецензия

на дисертационен труд
за получаване на образователна и научната степен „Доктор”

Автор на дисертационния труд: Мирослав Пламенов Георгиев от ИФТТ–БАН

Тема на дисертационния труд: „Квантови ефекти в наномагнитни спинови системи”

Рецензент: проф. дфн Тодор Михайлов Мишонов,
професор към катедра Теоретична физика,

Физически факултет, Софийски университет бул. Дж. Баучър 5, 1164 София

e-mail: mishonov@bgphysics.eu

1. Общи биографични данни на кандидата

Докторантът Мирослав Георгиев придобива образователна степен *бакалавър* по специалност „Физика” във Физическия Факултет на Пловдивски университет „Паисий Хилендарски“ през 2012 г. През 2014 г. придобива магистърска степен по специалност „Субатомна физика”.

През 2014 г. е зачислен като редовен докторант към Институт по физика на твърдото тяло „Акад. Г. Наджакон” при БАН, по направление с шифър 4.1 Физически науки, научна специалност „Физика на кондензираната материя”. Считано от 01.09.2017 г. е отчислен с право на защита. От същата дата до днес кандидатът заема научна длъжност „асистент” в направление „Теория“ на ИФТТ-БАН.

2. Дисертация

Дисертацията засяга актуални проблеми в сферата на молекулярният магнетизъм. Тези проблеми пряко касаят определянето на електронните състояния в молекулярните магнити, съответно и приносите на свързаните с тях електронни корелации към магнитните свойства на тези молекули. По конкретно, в нея се разглежда, как типа и броя атоми образувачи междуатомните връзки в молекулите влияят на магнито-обменните процеси в тях и как тази зависимост определя тяхното магнитно поведение. За определяне на тези зависимости е приложен вариационен метод, пост Хартри-Фок метод, като на негова основа е формулиран и ефективен спинов хамилтониан. Разработеният теоретичен подход надгражда конвенционалните формализми в тази област, но включва редица приближения, което на свой ред ограничава приложението и до наномагнитни системи в които всички електрони са във валентната зона.

За този клас наномагнитни системи, предложените метод и хамилтониан са разработени с цел да се обяснят експерименталните наблюдавания към техните магнитни свойства. В дисертацията с успех са анализирани две групи материали. Мед базираните слоеве $A_3Cu_3(PO_4)_4$, където ($A=Ca, Sr$ и Pb) и молекулярният магнит Ni_4Mo_{12} . Изчисленията на техните магнитни свойства се съгласуват добре с наличните експериментални данни.

Измежду резултатите на докторанта най-много ми харесаха ефективния хамилтониан обобщаващ модела на Хайзенберг.

2.1 Структура

Дисертацията включва 5 глави, 2 приложения (апендикса), 20 фигури, 3 таблици, 170 литературни източника и е събрана в 99 страници. Тя е написана на основата на 5 публикации, като съдържа и непубликувани резултати.

В първа глава е поместен литературен обзор на основни принципи, подходи и методи за оценка на магнитните свойства на наномангнитните системи. В нея читателя може да се запознае и с основните проблеми при изследването на наномангнетизма.

Втора глава съдържа обзор на неутронната спектроскопия, като метод за определяне на магнитните спектри на молекулярните магнити. Обяснен е механизма на нееластично разсейване на неутроните и е даден подробен извод за съответните вероятности.

Трета глава включва общата теория използвана за определяне магнитните свойства на изследваните материали. В нея са описани подробно приложените математични методи и модели. Посочени са приближенията в които се работи, предимствата и недостатъците на използвания подход. В рамките на опростен модел на магнитна молекула е демонстрирано приложението на предложените метод и хамилтониан.

В последните две глави, четвърта и пета, са поместени резултати от изчисленията на магнитните свойства съответно на съединенията $A_3Cu_3(PO_4)_4$ ($A=Ca, Sr$ и Pb) и молекулата Ni_4Mo_{12} . Теоретичните пресмятания са направени с помощта на разработените метод и модел. Същите са сравнени с експериментални данни предоставени от утвърдени изследователи в областта. Демонстрирана е задоволителната близост между теория и експеримент.

2.2 Научни приноси на дисертацията

Научните приноси могат да бъдат обобщени както следва:

- Формулиран е микроскопичен подход, включващ обобщен пост Хартри-Фок метод, за изучаване на магнито-обменните ефекти в молекулярни магнити, химичната структура на които включва сложни по строеж обменни мостове.
- Върху основата на разработения пост Хартри-Фок метод е разписан спиново подобен микроскопичен хамилтониан явяващ се обобщение на модела на Хайзенберг.
- Направено е точно описание на магнитните спектри на мед базирани съединения $A_3Cu_3(PO_4)_4$ при ($A=Ca, Sr$ и Pb).
- Постигнато е подробно описание на нетривиалните магнитни свойства на никел базирания молекулярен магнит Ni_4Mo_{12} . Обяснени са експерименталните резултати за магнитния спектър, намагнитването и магнитната възприемчивост.

3 Автореферат

Авторефератът удовлетворява всички изисквания, условия и правила приети от ИФТТ в допълнение към правилника за условията и реда за придобиване на научни степени в БАН, като ясно отразява приноса на дисертацията в научната област. Той включва 4 параграфа, 13 фигури, 69 литературни източника и е събран в 35 страници.

4. Активност на докторанта

Докторантът прилага 5 публикации, две от които с импакт-фактор. По темата на дисертацията, същият има десет доклада към общо девет национални и международни конференции и взема участие в три научни проекта.

5. Препоръка

В дисертацията са включени интересни, непубликувани резултати касаещи свойствата на молекулярният магнит Ni_4Mo_{12} . Те биха били посрещнати с интерес от изследователите в тази област. Препоръчвам публикуването им в международно списание с традиции в областта.

От гледна точка на успешно използваният метод и хамилтониан, бих препоръчал публикуването на допълнителни технически детайли, които да улеснят популяризирането им.

6. Лични впечатления

По темата на дисертацията авторът е поканен да изнесе едночасова популярна лекция озаглавена „Молекулярните магнити като квантови магнитни системи” на Юбилейната 25 лектория по природни науки в Деня на физиката 4 юли във физически факултет. Очаквам дисертантът успешно да покаже качествено разбиране на физиката от тази област, лекцията му да бъде добре посрещната и да предизвика въпроси. Като координатор на лекторията, за сравнение, умишлено насрочвам лекцията на докторанта веднага след лекцията на проф. А. Драйшу за Нобеловата премия по физика за 2018 г. Допълнителни лични впечатления за устното представяне както и за най-важните резултати от дисертацията ще изкажа на самата защита.

7. Критични забележки

Нека споменем и някои по-съществени типографски дефекти.

- Масата на електрона е физична величина, следователно трябва да се изписва в курсив (наклонен шрифт или *италик*) m_e .
- От друга страна, експонентата е математична функция и трябва да се изписва в изправен шрифт “exp”.
- Трябва да имаме уважение към нашите учители и затова изписваме имената им с първа главна буква – Coulomb.
- Ако използваните в долен индекс букви на физичните величини идват от езика, те трябва да бъдат в изправен шрифт, H_{ex} и H_{eff} .

Похвално е, че дисертантът е написал своя труд на английски език, обаче трябва да се постараете повече при неговата подготовка.

- На няколко места в текста има несъгласуване на единствено и/или множествено число между подлог и сказуемо, това е задължително за всички езици на които се описват научни резултати.
- На български език говорим и пишем „на фигура“, „в таблица“, докато на английски език предлогът е като правило „in“, “in figure”, “in table”. Научната литература на съвременната физика е на английски език, но родните български колеги явно нямат капацитета да съобразят тези неща.
- Няма думи в английския език като “ith”, “jth”, “kth”, авторът трябва да сложи тире “i-th”, “j-th”, “k-th”.

- Приложенията (appendix) се поставят в края на труда след списъка на използваната литература.
- Нелюбезно е в текста към фигурите (например 3.2, 3.3, 4.6, 5.1, 5.3, 5.8, 5.9, 5.11) да се указват цветове, а рецензентите да разполагат само с черно-бяла разпечатка. Това занулява ползата от самите фигури. Не може една дисертация да има дефекти, които биха предизвикали връщане на ръкопис от списание.
- В Станфорд, Калифорния дисертацията се пише след защитата и това има своя смисъл. Ние вече сме се американизирали до това ниво. Юридически погледнато научният ръководител е съавтор на дисертацията и е отговорен не само за евентуални фактически грешки, но и за типографското оформяне на дисертационния труд.
- Накратко препоръчвам професионално редактирания дисертационен труд след защитата да бъде публикуван на сървъра на библиотеката на Корнелския университет, и така да остане предмет на гордост и престиж и образец за ИФТТ; отбелязаните примери на технически грешки са само технология за постигане на краен успех; прилагам издрасканото копие от дисертацията.

8. Заключение

Свързаните с дисертацията научно-изследователска дейност и наукометрични данни покриват минималните критерии заложи в правилника за дейността на Центъра за обучение и Академичния съвет при БАН:

http://edu.bas.bg/documents/2018_12_14_pravilnik.pdf

В заключение без всякакво колебание препоръчвам на уважаемата комисия на ИФТТ-БАН да присъди на докторанта Мирослав Пламенов Георгиев научната степен доктор.

Тодор Мишонов

24 юни 2019 г.