

Становище

относно дисертационния труд на **Лъчезар Славчев Симеонов**

на тема **„Приложения на формализма на кохерентно и некохерентно атомно-фотонно взаимодействие: от квантова логика в йонни уловки до стационарна светлина във фотонно кристално влакно“**

за получаване на образователната и научна степен „доктор“

по професионално направление 4.1 Физически науки (Физика на атомите и молекулите)

от чл. кор. проф. дфзн **Николай Витанов Витанов**

СУ „Св. Климент Охридски“, Физически факултет

член на научното жури и научен ръководител на докторанта

Представеният дисертационен труд представлява теоретично изследване на различни аспекти на взаимодействието на атоми със светлина в няколко физични системи. Дисертацията е написана на английски на 166 страници и включва 15 фигури и 160 литературни заглавия. Авторефератът е написан на български и отразява правилно съдържанието на дисертацията.

Дисертацията обхваща разнообразна тематика – от йонни капани до студени атоми във фотонно кристално влакно. Общият знаменател е теоретичната база, която позволява подобни методи да се използват за различни физични ситуации. От друга страна, това изисква повече усилия от кандидата, за да навлезе в съответната тематика, проблематика и терминология.

Дисертацията е оформена в 11 глави.

- *Първите 6 глави* излагат основната теория на взаимодействието между електромагнитно поле и атом, която се използва в следващите глави. Представено е квантуването на електромагнитното поле, матрицата на плътността, уравнението на Лиувил, уравненията на Блох, описанието на некохерентни процеси, процеса електромагнитно-индуцирана прозрачност, бавна и стационарна светлина и др. Следващите 4 глави 7-10 представят оригиналните приноси на кандидата.
- В *глава 7* е представено ново точно аналитично решение на система с две нива, в което Раби честотата има форма на хиперболичен тангенс. Решението е изразено с присъединени функции на Лъожандр и са намерени различни по-прости приближения към него в гранични случаи. Този модел позволява да се намерят поправките към модела на Раби вследствие на крайното време за включване на полето. Това ново решение се присъединява към съществуващите около 10 такива за система с две нива. Доколкото тази система е фундаментална в квантовата механика, всяко ново точно решение има своето значение.
- В *глава 8* са намерени динамичните инварианти на псевдо-ермитов хамилтониан. Концепцията за псевдо-ермитовост е на по-малко от 20 години и все още не е напълно развита. Динамичните инварианти са измежду най-съществените свойства на един хамилтониан и затова намирането им от дисертанта, за пръв път в литературата, има принципна важност. Дадени са конкретни примери за системи с две и три нива, вкл. аналози на вектора на Блох и уравнението на Блох. Разгледани са физични приложения във вълноводите, както и при разпространение на светлина в нелинейна среда.
- В *глава 9* е предложена нова реализация на двукубитен фазов гейт с йони в линеен капан на Паул. Този гейт е от фундаментално значение за квантовата информатика. Реализацията използва две двойки от припокриващи се бихроматични импулси и е значително по-бърз

както от популярния гейт на Съоренсен-Мьолмер, така и по-малко известния (но най-бързия досега) гейт на Милбърн, Шнайдер и Джеймс.

- В *глава 10* е демонстрирано теоретично и експериментално, в сътрудничество с групата на проф. Томас Халфман в Техническият университет в Дармщат, Германия, създаването на стационарни светлинни импулси и оптична памет, използвайки EIT в ултразвучени атоми във фотонно кристално влакно. Голямата оптична дълбочина, която е постигната в този експеримент, позволява извършването на много следващи експерименти, изискващи силни взаимодействия между светлина и материя. Неслучайно тази работа е номинирана от редактора на *Physical Review A* в категорията „Editors' suggestion“ - признание, което получават само 1% от статиите в това списание.
- *Глава 11* е техническо приложение, в което са представени детайлите на някои извещения.

Резултатите в дисертацията са отразени в четири публикации във *Physical Review A*. В три работи дисертантът е първи автор и има водеща роля.

Като цяло дисертантът показва задълбочено познаване на материята и проблемите, сериозно отношение и много силна мотивация. Темата на дисертацията беше избрана след дълъг и задълбочен разговор между мен и дисертанта. Задачите в тази дисертация бяха в голяма степен избрани, дефинирани и решени от самия него, като моята роля в качеството ми на научен ръководител беше такава на консултант и съветник. Статиите бяха написани в голямата си част от дисертанта, който пое и основната част от работата по изпращането на ръкописите, дискусиите с рецензентите и проверката на коректурите. Следва да отбележа, че научната работа на дисертанта включва не само математичната част, но и предложения за физични реализации в конкретни физични системи, което изисква по-широк поглед и познания от традиционните представи в България за един теоретик. Особено впечатлява работата в глава 10, която включва експериментална реализация в сътрудничество с немски учени. Всичко това ми дава основание да определя Лъчезар Симеонов като напълно завършен млад учен, извършващ научни изследвания на най-високо ниво.

Следва да отбележа, че в дисертацията и в автореферата има немалък брой граматически и технически грешки. Кандидатът оставя впечатлението, че не е прегледал внимателно написания от самия него текст. Като цяло техническото изпълнение и оформянето на дисертацията са под нивото на резултатите, описани в нея.

Дисертацията удовлетворява изискванията на Закона за развитие на академичния състав в Република България, Правилника към Закона, Правилника за условията и реда за придобиване на научни степени и заемане на академични длъжности в СУ "Св. Климент Охридски", както и допълнителните Препоръчителни изисквания и условия към кандидатите за придобиване на научните степени и заемане на академичните длъжности във Физическия факултет на СУ „Св. Климент Охридски“, които изискват две публикации в списания с импакт-фактор, в поне една от които дисертантът да има водещ принос. Въз основа на това оценката ми за представената дисертация е положителна и препоръчвам на уважаемото жури да присъди образователната и научна степен „доктор“ на Лъчезар Славчев Симеонов по научно направление 4.1 Физика (Физика на атомите и молекулите).

чл. кор. проф. дфзн Николай В. Витанов

София, 16.11.2013 г.