

## Становище

от чл. кор. проф. дфзн Николай Витанов Витанов

СУ „Св. Климент Охридски“, Физически факултет, катедра „Теоретична физика“

член на научното жури и научен ръководител на докторанта

относно дисертационния труд на **Христина Стефанова Христова**

на тема **„Квантово-оптични подходи в класическата оптика и неутринната физика“**

за получаване на образователната и научна степен „доктор“

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

Представеният дисертационен труд представлява теоретично изследване на някои аналози на добре известни техники от квантовата оптика в класическата оптика и в неутринната физика. Дисертацията е написана на английски на 87 страници и включва 26 фигури и 71 литературни заглавия. Авторефератът е написан на български и отразява правилно съдържанието на дисертацията.

Дисертацията обхваща много разнообразна тематика – от квантовата оптика до класическата вълноводна оптика и нелинейната оптика, а също така и неутринната физика. Това е много нетрадиционен подход за една докторантура, но потенциално много плодотворен, понеже методите на квантовата оптика са до голяма степен непознати в различните области на класическата физика поради силната специализация в съвременната наука. Общото между разглежданите ефекти е в използваните теоретични методи и модели, което прави пренасянето им от една област в друга възможно. От друга страна, навлизането в тематиката, проблемите и терминологията на тези четири коренно различни области от физиката изисква значително повече усилия от кандидата. Например, ограниченията, наложени от експеримента, в различните типове задачи имат принципиално различен характер и изискват различни гледни точки.

Дисертацията е оформена в 6 глави.

- *Първата глава* излага основната теория на разпространението на електромагнитна вълна във вълноводни структури и нелинейното преобразуване на честоти. Като интересен избор отчитам това, че в уводната част не са представени уравненията и моделите от квантовата оптика, които служат за база на сравненията и аналозиите. Вместо това те са представени в приложение в края на дисертацията. Следващите 4 глави от втора до пета представят оригиналните приноси на кандидата.
- В *глава 2* е представен метод за пълен пренос и за разделяне на светлина между три вълновода, използвайки аналогия с bow-tie модела от квантовата оптика, използващ пресичане на нивата. Понеже методът се основава на адиабатна еволюция, той е устойчив на промени в дължината на вълната и геометрията на вълноводите. За три вълновода са използвани аналитичните формули от модела на Хю и Керъл, а за 4 и 5 вълновода са представени числени симулации.
- В *глава 3* е предложен метод за контролирано адиабатно разпределяне на светлина между три вълновода, вкл. пълен пренос, размяна и пермутация на основата на обобщение на процеса СТИРАП от квантовата оптика. При това обаче се използват всички собствени състояния на системата, а не само тъмното състояние, както при СТИРАП. Това дава по-голяма гъвкавост и повече възможности.
- В *глава 4* е предложена нова техника за честотно преобразуване в нелинеен кристал по аналогия с подобно предложение в квантовата оптика. Тя се основава на скокообразна смяна на знака на коефициента на нелинейност  $\chi(2)$  и адиабатна

еволюция. Предложена е експериментална реализация с два слепени нелинейни кристала с обратен знак на коефициента  $\chi(2)$  и са представени числени симулации с реалистични стойности на параметрите. Предимствата на метода са в неговата устойчивост към температурни флуктуации, както и към параметрите на кристала.

- В *глава 5* е представен пък модел, който позволява намирането на аналитични изрази за вероятностите за преходи между две активни и едно стерилно неутринно състояние. Използван е модел с пресичане на енергиите на три състояния в квантовата физика. Предсказани са осцилации във вероятностите за конверсия на неутрината (осцилации в осцилациите!) вследствие интерференция между два възможни пътя на еволюция в някои конкретни случаи. Резултатите могат да се използват, например, при търсене на стерилно неутрино.
- *Глава 6* представя заключенията.

Резултатите в дисертацията са отразени в три публикации във *Physical Review A* и една публикация в подготовка за изпращане. Във всички работи дисертантката е първи автор и има водеща роля.

Като цяло дисертантката показва задълбочено познаване на материята и проблемите, сериозно отношение и силна мотивация. Темата на дисертацията беше избрана след дълъг и задълбочен разговор между дисертантката, научния консултант доц. д-р Андон Рангелов и мен. Задачите в тази дисертация бяха в голяма степен избрани, дефинирани и решени от самата дисертантка, като моята роля в качеството ми на научен ръководител беше такава на консултант и съветник. Статиите бяха написани в голямата си част от дисертантката, която пое и основната част от работата по изпращането на ръкописите, дискусиите с рецензентите и проверката на коректурите. Следва да отбележа, че научната работа в дисертацията включва не само теоретичната част, но и предложения за физични реализации в конкретни физични системи, което придава сериозен приложен привкус на дисертацията. Разнообразието на тематиката и моделите пък позволи на дисертантката да получи една сериозна широта на знанията си. Всичко това ми дава основание да определя Христина Христова като напълно завършен млад учен, извършващ научни изследвания на най-високо ниво.

Следва да отбележа, че прави добро впечатление, че в дисертацията и в автореферата има незначителен брой граматически и технически грешки. Като цяло техническото изпълнение и оформянето на дисертацията са на много добро ниво.

В заключение, 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 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 Христина Стефанова Христова по научно направление 4.1 Физика (Физика на атомите и молекулите).

чл. кор. проф. дфзн Николай В. Витанов

София, 07.03.2017 г.