

Становище

относно дисертационния труд на **Тихомир Генчев Тенев**
на тема „**Спиново разцепване и релятивистки ефекти в квантови системи**“
за получаване на образователната и научна степен „доктор“
по професионално направление 4.1 Физически науки (Физика на атомите и молекулите)

от **проф. дфзн Николай Витанов Витанов**
СУ „Св. Климент Охридски“, Физически факултет
член на научното жури и научен ръководител на докторанта

Представеният дисертационен труд представлява изследване на някои квантови релятивистични ефекти и тяхното симулиране в йонни капани в контекста на квантовата информатика. Дисертацията е написана на английски, а авторефератът на български. Авторефератът отразява правилно съдържанието на дисертацията.

Първата глава е уводна и описва основните теоретични представи и методи, използвани в следващите глави.

Втора глава предлага схема за симулация на уравнението на Дирак, включващо електричен диполен момент в йонни капани. Разгледани са ефекти, свързани с поведението на електричния диполен момент в елестростатично поле, като снемането на спиновото израждане от елестростатично поле и прецесията на спина на релятивистичната частица около елестростатичното поле подобно на ефекта на прецесия на Лармор на спин в магнитно поле. Изследвани са релятивистичните свойства на двата ефекта и е показано как те могат да бъдат симулирани в йонни капани.

В трета глава е изследван модел на неутрални релятивистични частици, движещи се във външно електромагнитно поле, в рамките на едномерното уравнение на Дирак. Два съществени нови ефекта са предсказани теоретично. Първият е съществуването на горна граница на спиновото израждане и свързана с нея горна граница на честотата на прецесия на Лармор. Тази граница е свързана с две други фундаментални величини: (а) инвариантната маса на частицата и (б) Комптъновата дължина на вълната на частицата. Вторият е съществуването на ефект на редуциране на спиновото разцепване и прецесия на Лармор, зависеща от скоростта на частицата, което е подобно, но различно от релятивистичния ефект на Доплер. Предложени са няколко експеримента за тестване на теоретичните предсказания, например в линейна йонна уловка на Паул.

В четвърта глава е разгледано разширението на тези изследвания до три размерности. Решено е уравнението на Дирак в тримерно пространство и е изучено поведението на спиновото разцепване за неутрална или заредена частица в случай, в който външното поле не е по посока на движението на частицата (и следователно задачата не е едномерна). За спиновото разцепване на неутрална частица са получени два резултата. Първо, горната граница от едномерния случай се модифицира и зависи от напречния импулс. Спиновото израждане показва наличие на динамична горна граница. Зависимостта на спиновото разцепване от напречния импулс качествено показва ефект на синьо отместване. За заредена частица в магнитно поле е показано, че релятивистичният надлъжен ефект на червено отместване се проявява с малки модификации и в този случай. Намерен е ефект на намаляване на спиновото разцепване с увеличение на номера на нивата на Ландау.

В пета глава е изследван модел на неутрални релятивистични частици, движещи се във външно поле в рамките на едномерното уравнение на Дирак. Първо, намерено е, че при снемане на спиновото израждане вместо една честота на цитербвегунга за позицията и скоростта се появяват две честоти. Това

от своя страна води до биене между двете честоти, което евентуално би позволило наблюдаването на този ефект. Второ, установено е, че честотата на цитербевегунга за спина и орбиталния ъглов момент също се променят при снемането на израждането спрямо честотата при свободна частица. Показано е, че съществува неинвариантност на честотата на цитербевегунга спрямо Лоренцовите трансформации и точно, съществува ефект на синьо отместване, който е качествено точно обратен на ефекта на Доплер. Намерено е, че съществува една гранична (забранена) честота на спинови прецесии, която е специфична за всяка частица и която е равна на два пъти енергията на покой на частицата, разделена на редуцираната константа на Планк.

В *шеста глава* е разгледан модел на заредена частица без електричен диполен момент, движеща се във външно електрично поле. На базата на симетриен анализ и на комутационните свойства на операторите на обръщане на времето и инверсия на пространството с операторите на трансляциите и на спина е показано, че наличието на външно поле е достатъчно за снемане на спиновото израждане дори и при отсъствието на спин-орбитално взаимодействие. Този резултат рязко се различава от досегашните парадигми в тази област.

Резултатите в дисертацията са отразени в три публикации във *Physical Review A* и една в *Journal of Physics B*. Пета работа е изпратена за публикуване във *Physics Letters A*. Във всички работи дисертантът е първи автор и има водеща роля.

Като цяло дисертантът показва едно задълбочено познаване на материята и проблемите, сериозно отношение и 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. Всичко това ми дава основание да определя Тихомир Тенев като напълно завършен млад учен, извършващ научни изследвания на най-високо ниво.

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 Тихомир Генчев Тенев по научно направление 4.1 Физика (Физика на атомите и молекулите).

проф. дфзн Николай В. Витанов

София, 16.05.2013 г.