

РЕЦЕНЗИЯ

на дисертационен труд

за придобиване на образователна и научна степен „доктор“ в професионално направление 4.1 Физически науки, по процедура за защитата във Физически факултет (ФзФ) на Софийския университет „Св. Климент Охридски“ (СУ)

Рецензията е подготвена от доц. дфзн. Петър Александров Иванов, СУ „Св. Климент Охридски“, Физически факултет, в качеството му на член на научното жури съгласно Заповед НРД38-321/06.07.2023г. на Ректора на Софийски университет.

Тема на дисертацията: „Разработване на композитни импулси за квантовите технологии“.

Автов на дисертацията: Hayk. L. Gevorgyan

Детайли за кандидата.

Hayk. L. Gevorgyan получава степен бакалавър (2016 г.) и магистър (2018 г.) в университета в Ереван, Армения. Също така през 2018 г. той получава интернационална магистърска степен в университета в Дижон, Франция. Hayk. L. Gevorgyan има награда за най-добър студент на Република Армения през 2015 и 2017. Също така той има спечелена Marie Sklodowska-Curie стипендия за периода 2018 г.-2021 г. Hayk. L. Gevorgyan става докторант в групата на акад. Николай Витанов в периода 2018 г.-2021 г.

Обща характеристика на научните постижения на кандидата.

Композитните импулси са мощна техника за квантов контрол с големи приложения в различни области на квантовите технологии. Първоначално те са разработени за целите на ядрения магнитен резонанс през 1980 г., но впоследствие намира широко приложение в обработването на квантовата информация. Композитните импулси представляват поредица от импулси с добре дефинирана относителна фаза между тях. Важен пример е ширококоловият композитен пи-импулс, който осигурява вероятност за преход

от 1 за широк интервал от стойности на площта на импулса. Друг пример е теснолентовите композитни импулси, които свиват профила на възбуждане.

Дистертацията на Hayk L. Gevorgyan е посветена на разработване на композитни импулси за реализиране на квантови гейтове с ултрависока прецизност. В дистертацията са разработени нови широколентови поляризационни четвърт-вълнови пластини, с потенциал да бъдат използвани в широколентови оптични изолатори.

Глава първа е въвеждаща глава, където са разгледани общи понятия за кохерентен контрол на квантови системи. Квантовият контрол на системи включва композитни адиабатни преходи и пряк път към адиабатичност. Квантовият контрол има за цел да изследва подходяща поредица от импулси, които минимизират времето на взаимодействие и правят квантовата система стабилна спрямо експериментални неточности. В първа глава са разгледани различни квантови гейтове, като гейт на въртене, гейт на Адамар, фазов гейт и др. В най-общият случай на система от две нива, оператора на унитарната еволюция може да се изрази чрез параметрите на Кейли-Клайн. За резонансно взаимодействие двата параметри зависят от площта на импулса и фазата на лазерното поле. Експериментална грешка в площта на импулса води до загуба на прецизност в реализацията на квантовите гейтове. В случая на резонансен импулс загубата на прецизност зависи линейно от грешката. Тук идва ключовата роля на композитните импулси. Поредица от лазерни импулси със строго определена площ и фазова разлика могат да повишат устойчивостта на квантовия гейт спрямо флуктуации на експерименталните параметри, като например лазерен интензитет и честотна разлика.

Във втора глава на дистертацията е посветена на композитни ротационни гейтове. Предложена е техника за свръх-прецизна реализация на едночастичен гейт на въртене чрез композитни импулси, която позволява компенсация на грешката в площта на импулса до осми ред. Ключов резултат е намирането на по-къса импулсна последователност, което редуцира времето на взаимодействие. Намерени са относителните фази на симетрична и антисиметрична поредица от композитни импулси, които компенсират грешката от първи, втори и по-висок порядък. Също така са

предложени композитни импулси за създаване на свръх-прецизен гейт на Адамар и произволен ротационен гейт.

Трета глава на дисертацията е посветена на композитни фазови гейтове. Квантовите фазови гейтове са ключов елемент във всяка квантова верига. Предложени са композитни импулси от четири, шест и осем импулса, които компенсират експерименталната грешка от първи до трети порядък. Изведени са числено композитните фази за компенсация от по-висок порядък.

Четвърта глава разгледани нови класове тяснолентови композитни импулси за постоянна ротация и такива с лента на пропускане. Такава последователност на импулси произвеждат тяснолентови и пропускателни ротационни еднокюбитни гейтове, като например – X, Адамар и произволни ротационни гейтове.

Пета глава се занимава с конструиране на композитни импулсни последователности, способни да генерират малка вероятност за преход, която е устойчива на вариации на експерименталните параметри. Съществуват приложения, където се изисква малка вероятност за преход. Пример за това е протокол за генериране на един фотон в ансамбъл от ултрастудени атоми, създаване на заплетени състояния на Дике, и постигане на свръхвисока прецизност на гейт. Композитните импулси са единствената техника за квантов контрол, способна да генерира малка вероятност за преход, устойчива спрямо вариации на експерименталните параметри. Предложени са специфични симетрични и асиметрични композитни последователности от 2, 3 и 4 импулса и са изведени аналитични изрази за композитните параметри. Накрая са разгледани последователности с повече импулси, които редуцират грешката до по-висок порядък.

Шеста глава дискутира квантово-класическа аналогия за намиране на последователности от полувълнови пластини за преобразуване на поляризационното състояние от хоризонтална във вертикална или от лява в дясна по ултрашироколентов и ултратяснолентов начин. Теоретично е проектиран ултрашироколентов поляризационен пи ротатор.

Седма глава предлага метод за конструиране на широколентови нерещипрочни поляризационни четвърт-вълнови пластини.

Осма глава са представени общи изводи и перспективи за бъдещо развитие.

Публикации и значимост на резултатите

Дисертацията се базира на 6 научни публикации, като две са публикувани и други две са приета за публикуване. В една статия дисертанта е единствен автор.

Характерът на начните трудове и техният брой напълно удовлетворяват изискванията на ФзФ на СУ „Св. Климент Охридски“ за получаване на научната степен „доктор“.

Критични забележки

Дисертацията е написана на много добър английски език и представянето на резултатите е ясно. Преди всяка глава има кратко въведение и накрая изводи и заключение. По същество нямам критични забележки към дисертацията.

Имам следните въпроси към дисертанта свързани с дисертацията:

1. Може ли да се разработи последователност от композитни импулси в случая когато експерименталната грешка не е систематична за всеки импулс?
2. Може ли последователност от композитни импулси да се използва за подтискане на дефазиращи процеси?
3. Има разработени композитни техники за дву-кюбитни гейтове?

Лични впечатления за кандидата

Познавам лично Наук. L. Gevorgyan. Личните ми впечатления са за един мотивиран млад учен, израснал в групата на проф. Николай Витанов.

Заклучение

След като се запознах с представените дисертационен труд, Автореферат и другите материали, **потвърждавам**, че научните постижения отговарят на изискванията на ЗРАСРБ и Правилника за приложението му и съответния Правилник на СУ „Св. Климент Охридски“ за придобиване на образователна и научна степен „доктор“. В частност кандидатът удовлетворява минималните национални изисквания в професионалното направление и не

е установено плагиатство в представените по конкурса дисертационен труд и Автореферат.

ОБЩО ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Въз основа на гореизложеното, **препоръчвам** на научното жури да присъди **образователната и начна степен доктор** в професионално направление 4.1 Физически науки; Физика на Атомите и Молекулите на **Наук. L. Gevorgyan**.

19.09.2023 г.

Изготвил рецензията:

доц. дфзн. Петър Иванов