ВІДГУК

офіційного опонента на дисертаційну роботу

ГНАТЕНКО Христини Павлівни

"Одно- та багаточастинкові задачі у некомутативному просторі",

подану на здобуття наукового ступеня кандидата фізико-математичних наук за спеціальністю 01.04.02 – теоретична фізика

Ідея про квантованість простору на планківських масштабах належить Гайзенбергу і, маючи довгу історію, останнім часом привертає увагу багатьох дослідників. Це зумовило розвиток цілої області теоретичної фізики, присвяченої вивченню класичних і квантових систем у просторах із некомутативністю координат. Саме до цієї області належить дисертаційна робота Х. П. Гнатенко, в якій вирішено ряд цікавих і важливих фізичних задач.

Дисертація виконана у Львівському національному університеті імені Івана Франка згідно держбюджетної теми Фф-110Ф "Нові ефекти у квантових рідинах і газах та системах з деформованою алгеброю Гайзенберґа" (2012-2014 рр., номер держреєстрації 0112U001275), проекту ДФФД Ф64/41-2015 "Класичні та квантові системи за межами стандартних підходів" (2015 р., номер держреєстрації 0115U004838).

Дисертаційна робота Х. П. Гнатенко складається зі вступу, шести розділів та висновків і становить 129 сторінок тексту.

У невеликому за обсягом **першому розділі** подається огляд літератури і основних результатів попередніх авторів щодо фізичних систем у некомутативному просторі.

У **другому розділі** досліджується система декількох частинок у двовимірному просторі з канонічною некомутативною алгеброю координат. Фізичною реалізацією такої системи є, зокрема, система заряджених частинок, що рухається в площині, ортогональній до зовнішнього однорідного магнітного поля. Знайдені ефективні параметри некомутативності, що відповідають руху центра мас та відносному руху. Запропонована умова, за якої ефективний параметр некомутативності не залежить від композиції системи та визначається повною масою системи. Показано, що за цієї ж умови координати центра мас та відносного руху є незалежними. Знайдені оцінки верхньої межі для параметра некомутативності у випадку нуклонів, що суттєво виправляють існуючі в літературі.

Третій розділ присвячений вирішенню проблеми порушення принципу еквівалентності в просторі з канонічною некомутативною алгеброю координат. Розглядається рух макроскопічного тіла, складеного з окремих жорстко зв'язаних частинок у гравітаційному полі в некомутативному двовимірному просторі, і показано, що запропонована у минулому розділі умова забезпечує незалежність кінетичної енергії системи частинок від її композиції і виконання принципу еквівалентності. Також у цьому розділі отримані сильніші обмеження на параметр некомутативності з використанням даних 2012 року з лазерної далекометрії Місяця.

Четвертий розділ присвячений вирішенню проблеми порушення сферичної симетрії у тривимірному просторі з канонічною некомутативною алгеброю координат. Запропоновано два способи узагальнення тензора некомутативності, що дозволяють побудувати некомутативну алгебру, яка є сферично-симетричною і еквівалентною алгебрі канонічного типу.

У **п'ятому розділі** досліджується атом водню в некомутативному просторі у двох випадках побудови сферично-симетричної некомутативної алгебри, запропонованої у попередньому розділі. Знайдені поправки до енергетичних рівнів атома водню з точністю до другого порядку за параметром некомутативності; вирази для поправок співпадають у двох випадках. Окремо розглянуті поправки до ns енергетичних рівнів, що дозволило отримати сильніші обмеження на параметри некомутативності ніж відомі в літературі обмеження на основі даних щодо зсуву Лемба.

В **шостому розділі** розглядається рух частинки в однорідному полі в некомутативному просторі з відновленою сферичною симетрією. Показано, що некомутативність впливає на рух частинки в напрямках, ортогональних до поля, і призводить до анізотропії маси: виникає ефективна маса, залежна від параметра некомутативності, а маса в напрямку поля залишається незмінною. Зокрема, розглянуто рух у однорідному гравітаційному полі, і вирішена проблема порушення принципу еквівалентності в цьому випадку. Показано, що для відновлення принципу еквівалентності параметр некомутативності має бути обернено пропорційним до квадратного кореня від маси, а частота гармонічного осцилятора -- пропорційною до маси.

Оцінюючи дисертацію в цілому, можу сказати, що вона являє собою завершене наукове дослідження, присвячене актуальним проблемам сучасної теоретичної фізики, які інтенсивно вивчаються у багатьох світових наукових центрах. Незважаючи на конкуренцію автор отримала ряд цікавих результатів, які можуть бути використані для пояснення високоточних експериментальних даних і для покращення оцінки мінімальної довжини (кванта простору). Це свідчить про практичну значимсть дисертації. Особистий внесок здобувача чітко сформульований як в самій дисертації, так і авторефераті, та відповідає вимогам МОН України до кандидатських робіт.

В той же час вважаю необхідним зробити наступні зауваження:

1. У Розділі 2 автор виправляє результати з оцінки верхньої межі параметра некомутативності, отримані трьома групами авторів у 2003-2004 рр., і відповідно отримує три різні формули, (2.67)-(2.69), на сторінці 37. Але, оскільки оцінки зроблені на основі розгляду одного явища – зсуву перигелію планети Меркурій, то бажано критично проаналізувати роботи трьох груп авторів і прийти до виправленої оцінки у вигляді однієї формули.
2. На сторінці 64 наприкінці висновків до Розділу 4 зазначено, що додаткові осциляторні координати, котрі формують тензор некомутативності, можна трактувати як внутрішні координати частинки, квантові флуктуації яких зумовлюють її нелокальність. Хотілося би, щоб автор докладніше розкрив це твердження.

Але ці зауваження мають скоріше характер побажань, які слід врахувати у подальшій роботі, та не впливають на загальну позитивну оцінку дисертаційної роботи.

Основні результати дисертації опубліковані у провідних міжнародних наукових журналах, тобто ретельно перевірялися рецензентами, що підтверджує їх достовірність. Зміст автореферату ідентичний основним положенням дисертації. Стиль та оформлення дисертації відповідають вимогам МОН України.

Вважаю, що за актуальністю, науковим рівнем, науковою цінністю, новизною та об'ємом одержаних результатів дисертаційна робота Христини Павлівни Гнатенко "Одно- та багаточастинкові задачі у некомутативному просторі" повністю відповідає вимогам МОН України до кандидатських дисертацій, а її автор заслуговує присудження їй наукового ступеня кандидата фізико-математичних наук за спеціальністю 01.04.02 – теоретична фізика.

Офіційний опонент
доктор фізико-математичних наук Ю. О. Ситенко

6 жовтня 2016 р.

Підпис офіційного опонента доктора фізико-математичних наук Ю.О. Ситенка засвідчую

Вчений секретар Інституту теоретичної фізики ім. М.М. Боголюбова
Національної Академії наук України С.М. Перепелиця