

Відгук
завідувача відділу теоретичної фізики
ФТІНТ ім. Б. І. Веркіна НАН України,
доктора фізико-математичних наук
СЛАВІНА Віктора Валерійовича
на дисертаційну роботу ІВАХНЕНКА Олега Володимировича
«Динаміка неадіабатичних переходів в квантових та класичних
дворівневих системах»,
представлену на здобуття наукового ступеня
доктора філософії за спеціальністю 104 – «Фізика і астрономія»
з галузі знань 10 – «Природничі науки»

Дисертаційна робота Івахненка О.В. присвячена вивченню впливу нестационарного зовнішнього потенціалу на динамічні властивості дворівневих систем. Основною метою є отримання аналітичних та чисельних результатів, що описують перехід у такій дворівневій системі з одного стану до іншого під дією даного потенціалу. Вивчено різні режими переходів (адіабатичний та неадіабатичний), а також широкий спектр потенціалів (як імпульсних, так і періодичних). Зауважу, що велика увага приділена порівнянню отриманих результатів із такими, отриманими в рамках існуючих моделей. З цієї причини достовірність одержаних результатів у мене не викликає сумнівів.

Основні результати дисертаційної роботи.

Незважаючи на те, що сама постановка даного завдання походить від робіт Ландау, Зінера, Штукельберга і Майорани, опублікованих у 30-х роках минулого століття, автором було отримано цілу низку нових ефектів, а також проведено детальний аналіз існуючих підходів; строго визначено їх межі застосування, у деяких випадках автором було доведено строгу еквівалентність результатів, отриманих у різних підходах.

Безперечною перевагою даної роботи є її пов'язаність. Усі глави об'єднані спільністю моделей, підходів та методів дослідження. У першому оригінальному розділі роботи детально вивчені переходи дворівневої квантової системи за т. н. одноразовому переході. Зовнішній потенціал у разі є неперіодичною функцією часу, а зближення енергетичних рівнів відбувається одноразово. Незважаючи на те, що цей випадок досить добре вивчений (власне, у роботах Ландау, Зінера, Штукельберга та Майорани якраз

і розглянутий цей випадок), авторам вдалося отримати низку нових результатів, як, наприклад, встановити умови, за яких заселеність станів зберігається.

У наступному розділі розглянуто випадок багаторазових переходів, тобто випадок багаторазового зближення енергетичних рівнів квантової дворівневої системи. Автором отримані формули для усередненої за часом заселеності верхнього рівня в адіабатичному базисі та більш точну формулу для неадіабатичного базису. Окремо розглянуто питання щодо поведінки цієї системи в періодичному потенціалі. Отримано вирази для Рабі-осциляцій, використовуючи теорему Флоке, отримано явні вирази для ймовірностей переходів у такій системі з одного стану в інший.

У наступних двох розділах розглянуто питання щодо застосування отриманих результатів до кубітів і квантових гейтів — тобто до основних елементів квантових комп'ютерів. Серед одержаних автором результатів хотілося б виділити два. Це використання розвинутого автором походу для створення однокубітових гейтів, а також запропонований новий протокол, що дозволяє ефективно маніпулювати властивостями поглинання дворівневого атома, забезпечуючи новий спосіб керування квантовими системами.

Наступний розділ присвячений порівнянню властивостей квантової дворівневої системи з класичною системою слабо пов'язаних осциляторів. Хоча це питання вивчено детально, автору вдалося отримати новий результат. Йому вдалося продемонструвати класичні аналоги ефектів, що нещодавно виявлені для кубітів. Окрім чистого наукового інтересу до таких динамічних явищ на межі класичної та квантової фізики можна розглянути також можливість моделювання деяких квантових явищ.

Заклучна глава дисертації присвячена дослідженню переходів у зігнутій графеновій мембрані до створення ємнісних елементів пам'яті обчислювальних систем. У цьому розділі було досліджено механічний відгук вигнутої графенової мембрани на зовнішній вплив. Така мембрана може бути в одному з двох стійких механічних станів і розглядається зараз як новий, перспективний елемент пам'яті — т.зв. мембранний конденсатор з пам'яттю. У роботі отримані вирази для порогових сил перемикання такої мембрани. Дані аналітичні результати підтверджуються результатами чисельного моделювання: розрахунками методами молекулярної динаміки та теорії функціоналу щільності.

Дисертаційна робота написана ясно та послідовно, автор приділив значну увагу точності формулювань, пов'язаності тексту. Саме тому у мене немає істотних зауважень до дисертаційної роботи.

Загальні висновки

У дисертаційній роботі Івахненка О.В. досліджено вплив нестационарного зовнішнього потенціалу на багаторазові переходи Ландау-Зінера. В роботі були отриманні аналітичні та чисельних результати, що описують такі переходи в моделі дворівневих систем. Були розглянуті різні режими для цих переходів, а також широкий спектр зовнішніх потенціалів. Такі результати свідчать про високий рівень володіння як аналітичними, так і чисельними методами сучасної теоретичної фізики. Можна констатувати, що О.В. Івахненко вже сформований науковий працівник.

Таким чином, дисертаційна робота Івахненка О.В. «Динаміка неадіабатичних переходів в квантових та класичних дворівневих системах» є оригінальною, завершеною науковою працею, що повністю відповідає спеціальності 104 – «Фізика і астрономія», а її автор, Івахненко Олег Володимирович, заслуговує на присудження наукового ступеня доктора філософії за спеціальністю 104 – «Фізика і астрономія» з галузі знань 10 – «Природничі науки».

Рецензент:

завідувач відділу теоретичної фізики
ФТІНТ ім. Б.І.Веркіна НАН України,
доктор фізико-математичних наук,
старший науковий співробітник



Віктор СЛАВІН

Особистий підпис **Віктора СЛАВІНА** засвідчую

Учений секретар ФТІНТ ім. Б.І. Веркіна НАН України
канд. фіз.-мат. наук



Олександр КАЛИНЕНКО