

РЕЦЕНЗІЯ

на дисертаційну роботу Солохи-Климчак Мар'яни Дмитрівни “ДИНАМІКА ДВО - ТРИКЛАСТЕРНИХ ЯДЕРНИХ СИСТЕМ В МІКРОСКОПІЧНИХ МОДЕЛЯХ”

представлену до захисту на здобуття наукового ступеня доктора філософії
(напрям 10 – природничі науки, спеціальність 104 – фізика та астрономія)

В дисертаційній роботі Мар'яни Солохи-Климчак розглядається низка актуальних задач ядерної фізики. На перший погляд ці задачі є дещо різнорідними. Але об'єднуючим фактором тут виступає те, що при розв'язанні всіх робіт, представлених у дисертації, активно використовується один і той же метод досліджень – алгебраїчна версія метода резонуючих груп (АВ МРГ) та споріднені з нею підходи. АВ МРГ була запропонована в ІТФ ім. М. М. Боголюбова на початку восьмидесятих років минулого сторіччя Г. Ф. Філіпповим, коли вже існував «метод резонуючих груп». Але на відміну від останнього, де для пошуку хвильової функції відносного руху кластерів треба було розв'язувати складні інтегро-диференціальні рівняння, в АВ МРГ, завдяки розкладу функції відносного руху кластерів по осциляторному базису, задача зводиться до розв'язанням систем лінійних рівнянь, що значно спрощує всі розрахунки. Причому АВ МРГ може використовуватись не тільки для вивчення станів дискретного спектра, а й для вивчення станів неперервного спектра. Останнє визначається тим, що знайдено асимптотичний вираз для коефіцієнтів розкладу хвильової функції при великих значеннях головного квантового числа. На даний час АВ МРГ – це широко визнаний метод дослідження властивостей легких атомних ядер та реакцій, які протікають за їх участю.

Дисертація містить вступ, три розділи, список публікацій дисертантки за темою дисертації, відомості про апробацію результатів і додаток.

У **Вступі** дається загальна характеристика роботи та обґрунтування актуальності виконаних досліджень. Показано зв'язок роботи з науковими планами та темами. Сформульовано мету досліджень та задачі, які треба було розв'язувати для її досягнення. Показано, в чому полягає новизна та практичне значення отриманих результатів. Висвітлено особистий внесок здобувачки при отриманні результатів. Проілюстровано апробацію результатів.

В **першому розділі** розглядаються задачі, актуальні з точки зору подальшого розвитку АВ МРГ, де до певного часу не використовувався метод Т-матриці. Тому досліджувались питання особливостей використання Т-матриці при дослідженні станів дискретного та неперервного спектрів в рамках АВ МРГ. Для прикладу вибирались чотири

сферично-симетричних потенціали: гаусівський, експоненціальний, Юкави та потенціал у вигляді прямокутної ями. Це зроблено для того, щоб дослідити залежність результатів від форми потенціалу. Вивчалась залежність коефіцієнтів розкладу Т-матриці від осциляторного радіуса та числа базисних функцій, залучених до розрахунку. Розрахунок коефіцієнтів розкладу Т-матриці по осциляторних функціях проводився за допомогою отриманих в роботі систем лінійних рівнянь.

Другий розділ дисертаційної роботи присвячено демонстрації зв'язку між квантовим та класичним описом системи, що є однією з цікавих задач квантової фізики. Наочність цієї демонстрації забезпечується використанням фазових портретів. Для цього треба мати фазові розподіли у конфігураційному просторі для різних значень енергії. Щоб їх отримати, треба мати хвильову функцію системи у фазовому просторі, яка може бути визначена за допомогою інтегрального перетворення Фока-Баргмана функцій у координатному або імпульсному просторі. Ядром інтегрального перетворення виступає відома модифікована орбіталь Блоха-Брінка. У цьому розділі в якості прикладів розглядаються дві модельні задачі: рух вільної частинки та гармонічний осцилятор, а також реальна фізична задача, в якій досліджуються фазові портрети для зв'язаного основного стану 1^+ та першого високоезбудженого 1^+ стану атомного ядра ${}^6\text{Li}$.

В третьому розділі представлені результати дослідження властивостей зв'язаних станів 0^+ та 1^+ та станів неперервного спектра в каналі ${}^3\text{H}+\Lambda$. Розгляд проводився за допомогою двох трикластерних алгебраїчних моделей. В першій з них АМОБ – «Алгебраїчна модель; осциляторний базис» – для розкладу функції відносного руху кластерів використовувався осциляторний базис методу К-гармонік. А розрахунки проводились лише для одного дерева Якобі – $(D+n) + \Lambda$. В другій – АМГОБ – «Алгебраїчна модель; гаусівський, осциляторний базис», де гаусівський базис використовувався для опису поляризації бінарної підсистеми, а осциляторний – для опису руху третього кластера бінарної підсистеми. В цій моделі розрахунки проводились для всіх можливих дерев Якобі. Тобто для $(D+n) + \Lambda$, $(D+\Lambda)+n$ і $D+(n+\Lambda)$.

Серед отриманих результатів слід відмітити такі.

- 1) Отримано рівняння для коефіцієнтів розкладу Т-матриці по осциляторному базису у векторній та матричній формі.
- 2) Т-матриця в осциляторному представленні розглянута для чотирьох потенціалів і з різними значеннями осциляторного радіуса. Показано, що збіжність коефіцієнтів розкладу Т-матриці залежить більше від форми потенціалу та осциляторної довжини, ніж від енергії.

- 3) В якості модельних прикладів побудовано фазові портрети для задачі вільного руху квантової частинки та зв'язаного стану частинки в полі гаусівського потенціалу. В першому випадку отримано лише інфінітні траєкторії, а в другому – тільки фінітні. При розгляді реальної фізичної системи ${}^6\text{Li} = {}^4\text{He} + \text{D}$ для основного стану 1^+ теж отримано тільки фінітні траєкторії, в той час як фазові траєкторії для високоезбудженого стану 1^+ – тільки інфінітні, що дуже нагадує траєкторії вільного руху квантової частинки.
- 4) Показано, що з трьох можливих дерев Якобі основну роль відіграє дерево, яке відповідає кластеризації $(\text{D} + \text{n}) + \Lambda$. При цьому дуже важливу роль відіграє якість опису підсистеми ${}^3\text{H} = \text{D} + \text{n}$, яка багато в чому досягається за рахунок врахування кластерної поляризації цієї бінарної підсистеми.

Отже, з огляду на наведене вище, слід вважати, що представлена до захисту робота виконана на високому теоретичному рівні. Вона являє собою цілісну та завершену наукову роботу, яка стосується подальшого розвитку використаного методу досліджень та отримання нових цікавих результатів в області ядерної фізики. Достовірність та обґрунтованість проведених досліджень визначається використанням відповідних сучасних математичних методів та порівнянням отриманих результатів з експериментальними даними і результатами інших теоретичних робіт. Результати, наведені в дисертації, опубліковані в трьох статтях у провідному вітчизняному та зарубіжному наукових журналах. Якість та обсяг проведених досліджень, особистий внесок дисертантки не викликають сумніву.

В той же час можна відмітити певні зауваження щодо викладу дисертації.

1. В першому розділі, при розв'язанні модельних задач, розглядалися стани дискретного та неперервного спектрів. З тексту не зовсім зрозуміло, на якому етапі треба використовувати граничні умови при конкретних розрахунках у запропонованій схемі.
2. Метод фазових портретів дуже наочним чином ілюструє зв'язок між квантовою та класичною механікою. Певні ілюстрації наведені в дисертації. Але мені здається, що загальна картина була б більш повною, якби було розглянуто більше ядер і відповідно більше станів. Також цікаво подивитись на збіжність фазових траєкторій по мірі розширення базису.

3. Вважаю, що в дисертації треба було б навести таблиці параметрів потенціалів, використаних при розрахунках властивостей ${}^4_{\Lambda}\text{H}$. Звичайно більш цікавими є ΛN потенціали, оскільки потенціал Хасегави-Нагати досить добре відомий тим теоретикам, які займаються дослідженням властивостей легких атомних ядер.

Відмічу, що зроблені мною зауваження ніяким чином не стосуються достовірності результатів і не зменшують їх вагомість. Дисертація написана гарною науковою мовою, але в тексті подекуди зустрічаються друкарські помилки.

Як головний висновок, я стверджую, що актуальність та високий рівень проведених досліджень, а також значущість і достовірність отриманих результатів дає можливість говорити, що дисертація Мар'яни Дмитрівни Солохи-Климчак "Динаміка дво - трикластерних ядерних систем в мікроскопічних моделях" відповідає всім вимогам нормативних документів Міністерства науки і освіти України та Кабінету Міністрів України щодо дисертацій, поданих на здобуття ступеня доктор філософії, а сама Мар'яна Дмитрівна Солоха-Климчак заслуговує на присудження ступеня доктор філософії за спеціальністю 104 – фізика і астрономія.

Рецензент:

В. о. завідувача відділу
теорії ядра і квантової теорії поля
Інституту теоретичної фізики
ім. М.М. Боголюбова
кандидат фіз.-мат. наук



Борис ГРИНЧУК

Підпис Бориса ГРИНЧУКА засвідчую
вчений секретар
Інституту теоретичної фізики
ім. М.М. Боголюбова
доктор фіз.-мат. наук



Сергій ПЕРЕПЕЛИЦЯ