

Відгук

Офіційного опонента на дисертаційну роботу

Глуценка Антона В'ячеславовича

«Квантові стани та динамічні процеси в магнетиках зі спіном $S=1$ та $SU(3)$ симетрією обмінної взаємодії»,

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

Актуальність обраної теми. Представлена дисертаційна робота присвячена дослідженню багаточастинкових квантових систем з унітарною $SU(3)$ симетрією обмінної взаємодією, та структурні елементи яких мають спін $s=1$. Інтерес до таких об'єктів викликаний прагненням та надією отримання нових незвичайних магнітних станів і фізичних властивостей таких систем. Оригінальність та інноваційна новизна даної роботи полягає в акуратному і повному обліку унітарної симетрії магнетиків зі спіном $s=1$ в рамках строгих методів статистичної та гамільтонової механік.

Незважаючи на істотні успіхи у розумінні природи таких магнітних станів, для цих фізичних об'єктів залишилися невирішеними питання послідовного опису станів рівноваги, відсутня ясність у виборі необхідних додаткових макроскопічних параметрів стану, залишається невирішеною задача класифікації магнітних станів рівноваги з $SU(3)$ симетрією обмінної взаємодії в рамках мікроскопічної теорії. Відсутня феноменологічна теорія релаксаційної динаміки багатопіддраткових магнетиків. Зростання рівня розуміння фізики таких систем і нові експериментальні можливості роблять актуальними дослідження незвичайних фазових станів та динамічних властивостей магнетиків зі спіном $s=1$, яким присвячена ця дисертація.

Слід зазначити, що актуальність досліджень у дисертації А.В. Глуценка підтверджується також тим, що вони виконані в рамках наукових державних програм та проектів, які виконувались у Науково-виробничому комплексі “Відновлювані джерела енергії та ресурсозберігаючі технології” Національного наукового центру “Харківський фізико-технічний інститут” Національної академії наук України відповідно до тематичного плану за темами: Відомчого замовлення НАН України «Розробка наукових основ підвищення ефективності застосувань нових та альтернативних енергетичних установок, перспективних матеріалів та ресурсозберігаючих технологій.» Шифр теми III-1-11(НВК ВДЕРТ) №

держреєстрації 0111U009592, та «Розвиток наукових основ використання структурно складних функціональних матеріалів і середовищ у альтернативній енергетиці та ресурсозбереженні.» Шифр теми III-1-16(НВК ВДЕРТ) № держреєстрації 0116U005362

Наукова новизна отриманих результатів. Результати, що отримані автором, є новими й опубліковані в провідних спеціалізованих вітчизняних та закордонних виданнях. Як зазначено в дисертації та авторефераті, особистий внесок здобувача в отриманні результатів та положень дисертації, що підлягають захисту, є визначальним. Хотів би зазначити такі найбільш важливі результати:

1. Вирішена задача класифікації магнітних та надплинних параметрів порядку для магнетиків зі спіном $s=1$ та $SU(3)$ симетрію обмінної взаємодії в термінах параметрів генератора залишкової симетрії.
2. Розвинена гамільтонова механіка однопідґраткових та багатопідґраткових магнетиків зі спіном $s=1$. Враховано вплив релаксаційних процесів і встановлено структуру дисипативних потоків в термінах кінетичних коефіцієнтів теплопровідності, спінової дифузії та спінової в'язкості. Обчислені декременти згасання магнітних ступенів свободи.
3. Вперше обчислені низькочастотні асимптотики двочасових функцій Гріна для станів квадрупольного магнетика та спінового нематика. Показано, що при наближенні модуля хвильового вектора чи частоти до нуля, асимптотики функцій Гріна мають відповідні особливості та задовольняють відомій теоремі Боголюбова.

Наукове та практичне значення отриманих результатів. Результати дисертаційної роботи А.В. Глуценка мають фундаментальний характер і поширюють уявлення про унітарну $SU(3)$ симетрію обмінної взаємодії на магнетики зі спіном $s=1$. Використано як мікроскопічний, так і макроскопічний підходи до вивчення таких магнітних середовищ. Отримані результати будуть корисні для аналізу та вивчення нових фізичних станів магнітних матеріалів з високою унітарної симетрією обмінної взаємодії. В зв'язку зі швидким розвитком квантової інформатики виникає додатковий інтерес до цих фізичних об'єктів як наноматеріалу структурних елементів. Інше можливе застосування - це зберігання інформації з високою щільністю, в техніці магнітного охолодження.

Обґрунтованість і достовірність. Для розв'язку задачі класифікації квантових станів використовувалися добре відомі методи квантової статистичної механіки. Дослідження ґрунтується на підході Гіббса та його узагальненні на

вироджені стани рівноваги, яке виходить з концепції квазісередніх. Дослідження динаміки магнетиків зі спіном $s=1$ проведено в рамках гамільтонового формалізму. У дисертації, також, застосовані теоретико-групові методи для вивчення симетрії магнітних станів; диференційно-геометричні та алгебраїчні методи математики та математичної фізики для розв'язку систем диференціальних рівнянь динаміки високоспінових магнетиків. Усі отримані результати добре погоджуються між собою та з відповідними даними теоретичних робіт.

Повнота викладу матеріалу в опублікованих працях. Результати наукових досліджень опубліковані у 8 статтях в загальновідомих спеціалізованих періодичних наукових журналах, таких як «*Journal of Magnetism and Magnetic Materials*», «*Annals of physics*», «*Low Temperature Physics*», «*Теоретическая и математическая физика*» та 17 тезах доповідей у збірниках матеріалів міжнародних наукових конференцій.

Автореферат правильно і повно відбиває зміст дисертації. Список використаної літератури вказує на хорошу інформованість автора про сучасний стан розглянутих ним проблем.

До змісту дисертації та її оформленню є такі зауваження:

1. Не розглянуті динамічні процеси магнетиків зі спіном $s=1$ та $SU(3)$ симетрією обмінної взаємодії в мікроскопічному розгляді для одно- та багатопідґратковому випадків. Грунтуючись на феноменологічному підході, в третьому та четвертому розділах була розглянута динаміка таких систем. Для зв'язності структури викладення дисертації було б доцільно зробити порівняльний аналіз динамічних процесів для макроскопічного та мікроскопічного підходів.

2. Не достатньо повно досліджено вплив зовнішнього магнітного поля. Важливо дослідити його вплив на спектри колективних магнітних збуджень для квадрупольно упорядкування та стану спінового нематика.

Зазначені зауваження не носять принципового характеру і не впливають на загальну позитивну оцінку.

Таким чином, дисертація А.В. Глуценка є завершеною науковою працею, в якій отримані науково обґрунтовані результати, що в сукупності вирішують важливу задачу в області теоретичної фізики конденсованого стану речовини та фізики магнетизму, а саме, вирішена задача класифікації магнітних та надплинних параметрів порядку, а також побудована та досліджена динаміка в магнетиках зі спіном $S=1$ та $SU(3)$ симетрією обмінної взаємодії.

Вважаю; що за актуальністю вибраного напрямку роботи, обсягом виконаних досліджень, рівнем і кількістю наукових публікацій, новизною та практичною цінністю отриманих результатів дисертаційна робота А.В. Глуценка «Квантові стани та динамічні процеси в магнетиках зі спіном $S=1$ та $SU(3)$ симетрією обмінної взаємодії» повністю відповідає вимогам до кандидатських дисертацій та «Порядку присудження наукових ступенів і присвоєння вченого звання старшого наукового співробітника», затвердженого постановою Кабінету Міністрів України від 24.07.2013 № 567. А її автор, Глуценко Антон В'ячеславович, заслуговує на присудження наукового ступеня кандидата фізико-математичних наук за спеціальністю 01.04.02 - «теоретична фізика».

Офіційний опонент:

професор, доктор фізико-математичних наук,
завідувач кафедри теоретичної ядерної фізики
та вищої математики імені О.І. Ахієзера
Харківського національного університету
імені В.Н. Каразіна МОН України,

Ходусов В.Д.

Підпис *В.Д. Ходусов*
ЗАСВІДЧУЮ
Учений секретар Харківського національного університету імені В.Н.Каразіна

