РІШЕННЯ СПЕЦІАЛІЗОВАНОЇ ВЧЕНОЇ РАДИ ПРО ПРИСУДЖЕННЯ СТУПЕНЯ ДОКТОРА ФІЛОСОФІЇ

Спеціалізована вчена рада **ДФ 35.051.090** Львівського національного університету імені Івана Франка Міністерства освіти і науки України, м. Львів, прийняла рішення про присудження ступеня доктора філософії з галузі знань 10 «Природничі науки» на підставі прилюдного захисту дисертації «Термодинамічні функції систем із дробовими статистиками» за спеціальністю 104 «Фізика та астрономія» 10 лютого 2023 року.

Собко Богдана Юріївна, 06.01.1995 року народження, громадянка України, освіта повна вища. У 2018 році закінчила Львівський національний університет імені Івана Франка і здобула ступінь магістра за спеціальністю «Фізика та астрономія» та отримала кваліфікацію магістра фізики, викладача фізики.

З 12.09.2018 по 12.09.2022 року навчалась в аспірантурі кафедри теоретичної фізики імені професора Івана Вакарчука Львівського національного університету імені Івана Франка Міністерства освіти і науки України, м. Львів (денна форма навчання).

Дисертацію виконано на кафедрі теоретичної фізики імені професора Івана Вакарчука Львівського національного університету імені Івана Франка Міністерства освіти і науки України, м. Львів.

Науковий керівник: **Ровенчак Андрій Адамович,** доктор фізико-математичних наук, професор, професор кафедри теоретичної фізики імені професора Івана Вакарчука Львівського національного університету імені Івана Франка, м. Львів.

Здобувачка має 11 наукових публікацій за темою дисертації, з них 1 стаття у періодичних наукових виданнях інших держав, 5 статей у наукових фахових виданнях України, 0 монографій.

1. Sobko B., Rovenchak A. Effective modeling of physical systems with fractional statistics // Fiz. Nyzk. Temp. — 2022. — Vol. 48, No. 8. — P. 702–709; Low Temp. Phys. — 2022. — Vol. 48, No. 8. — P. 621–627.
2. Sobko B. Relationship between the parameters of the second virial coefficient of non-Abelian anyons and the two-parametric fractional statistics // Ukr. J. Phys. — 2021. — Vol. 66, No. 7. — P. 595–600.
3. Rovenchak A., Sobko B. Fugacity versus chemical potential in nonadditive generalizations of the ideal Fermi-gas // Physica A. — 2019. — Vol. 534. — Art. 122098. — 11 p.

У дискусії взяли участь голова і члени спеціалізованої вченої ради та присутні на захисті фахівці:

1. Ваврух Маркіян Васильович, доктор фізико-математичних наук, професор, професор кафедри астрофізики Львівського національного університету імені Івана Франка МОН України, без зауважень.

2. Назаренко Андрій Володимирович, доктор фізико-математичних наук, провідний науковий співробітник відділу математичних методів в теоретичній фізиці Інституту теоретичної фізики ім. М. М. Боголюбова НАН України, надав позитивний відгук із зауваженнями:

1) Потребує пояснень застосовність рівноважного статистичного опису до моделі еніонів з Розділу 2, енергетичний спектр якої залежить явно від часу. Не вказано тип статистичного ансамблю, який використовується. Було б корисно проаналізувати ентропію для визначення найімовірні- шого напрямку еволюції системи зі зміною величини γ з формули (2.19).
2) До наведених способів уведення хімічного потенціалу наприкінці Розділу 3 варто було б додати і розглянути його термодинамічне означення – похідну від енергії за числом частинок.

3. Маркович Богдан Михайлович, доктор фізико-математичних наук, професор, завідувач кафедри прикладної математики Інституту прикладної математики та фундаментальних наук Національний університет «Львівська політехніка» МОН України, надав позитивний відгук із зауваженнями:

1) подекуди виклад дисертаційної роботи ведеться від першої особи множини, хоча, безсумнівно, що наукові результати отримані автором дисертації, тому варто було б писати в безособовій формі або використовувати особові форми: «автор дисертації» чи «здобувач наукового ступеня» тощо;

2) занадто лаконічно описані методики визначення поправок окрім порахованої поправки до магнітної сприйнятливості. Зважаючи на те, що термодинаміку будь-якої системи зазвичай описують декількома функціями для отримання загальної картини, то детальне обговорення цього питання в дисертації було б доцільним;

3) зважаючи на те, що одним з важливих завдань дисертаційної роботи був детальний опис термодинаміки для обох моделей модифікованого q-експонентою Цалліса фермі–газу, виникає питання стосовно питомої ізохорної теплоємності в границі низьких температур. Для повноти картини було б доцільно подати інформацію про інтерпретацію можливих від'ємних температур для поставленої задачі.

4. Григорчак Орест Іванович, кандидат фізико-математичних наук, доцент кафедри теоретичної фізики імені Івана Вакарчука Львівського національного

університету імені Івана Франка МОН України, надав позитивну рецензію із зауваженнями:

1) Використання неадитивних статистик для опису квантово-статистичних систем вимагає додаткового обговорення стосовно питання термодинамічності таких систем і, відповідно, правомірності застосування стандартних термодинамічних співвідношень та здійснення граничного термодинамічного переходу. Хоча у дисертаційній роботі ці речі згадані, однак, на мою думку, недостатньо обговорені та проаналізовані.

2) У третьому розділі дисертації подана питома ізохорна теплоємність досліджуваних модельних системи як функція температури за різних значень параметра q. При цьому кидається у вічі, що при певних значеннях цього параметра ми отримуємо або ненульову теплоємність при нульовій температурі або ця теплоємність не прямує до скінченної величини в границі високих температур. Така поведінка є нехарактерною для звичайних фізичних систем, а тому не вистачає обговорення отриманих результатів, а також сфери застосовності моделей, які до них приводять.

3) У четвертому розділі йдеться про математично простіше подання неабелевих еніонів за допомогою двопараметричних дробових статистик. Однак чіткого пояснення, в чому полягає це спрощення, і які його наслідки, не було наведено.

5. Пастухов Володимир Степанович, кандидат фізико-математичних наук, доцент кафедри теоретичної фізики імені Івана Вакарчука Львівського національного університету імені Івана Франка МОН України, надав позитивний відгук із зауваженнями:

При уважному прочитанні дисертації суттєвих зауважень до змісту і наповнення не виявлено. Проте, при оформленні дисертаційної роботи вартувало перенести більш технічні нюанси як аналітичних, так і чисельних розрахунків у додатки

Загальна оцінка роботи і висновок. Дисертаційне дослідження **Собко Богдани Юріївни** на тему «Термодинамічні функції систем із дробовими статистиками» є самостійною та ґрунтовною науковою працею, що виконана з дотриманням вимог академічної доброчесності. У ній досліджено термодинамічні функції еніонів, як абелевих (при перестановці двох частинок фаза хвильової функції змінюється на довільний множник, а не лише 0 чи π), так і неаблевих (при перестановці двох частинок хвильова функція змінюється повністю). Проаналізовано межі, коли дані частинки можуть описуватись дробовими статистиками. До того ж, врахування гіпотетичного магнітного заряду для абелевих еніонів сприяє побудові термодинаміки конденсованих низьковимірних систем в сильному магнітному полі, де ефективно з'являється як еніонна статистика, так і магнітні заряди.

Окремим питанням роботи було детальне дослідження впливу використання деформації до узагальнення розподілу Фермі з використанням неадитивної q-експоненти Цалліса замість звичайної у виразі для чисел заповнення. Цю модифікацію застосовано у двох моделях, які відрізняються між собою у плані вибору змінної у показнику експоненти.

Також розглянуто моделі дробових двопараметричних статистик, що дають наближений опис реальних фізичних систем. Опрацьовано приклад подання двовимірного фермі-газу з контактними взаємодіями через дробову неадитивну статистику Поліхронакоса.

За кількістю і рівнем публікацій, апробацією на наукових конференціях дисертація **«Термодинамічні функції систем із дробовими статистиками»** відповідає вимогам наказу МОН України № 40 від 12.01.2017 року «Про затвердження Вимог до оформлення дисертації» та «Порядку присудження ступеня доктора філософії та скасування рішення разової спеціалізованої вченої ради закладу вищої освіти, наукової установи про присудження ступеня доктора філософії» (Постанова Кабінету Міністрів України від 12 січня 2022 р. № 44), а її автор, **Собко Богдана Юріївна,** заслуговує присудження ступеня доктора філософії з галузі знань 10 «Природничі науки» за спеціальністю 104 «Фізика та астрономія».

Результати відкритого голосування:

«За» – 5 членів ради,

«Проти» – 0 членів ради.

На підставі результатів відкритого голосування спеціалізована вчена рада ДФ 35.051.090 Львівського національного університету імені Івана Франка Міністерства освіти і науки України, м. Львів, присуджує **Собко Богдані Юріївні** ступінь доктора філософії з галузі 10 «Природничі науки» за спеціальністю 104 «Фізика та астрономія».

Голова спеціалізованої
вченої ради
ДФ 35.051.090 проф. Маркіян ВАВРУХ