

Облікова картка дисертації

I. Загальні відомості

Державний обліковий номер: 0825U004016

Особливі позначки: відкрита

Дата реєстрації: 04-11-2025

Статус: Наказ про видачу диплома

Реквізити наказу МОН / наказу закладу: НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ НАУК
УКРАЇНИ ІНСТИТУТ ТЕОРЕТИЧНОЇ ФІЗИКИ ім. М.М. БОГОЛЮБОВА НАКАЗ 15.01.2026 р.
№ 01/01-2 Київ



II. Відомості про здобувача

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Карпенко Владислав Олександрович

2. Vladyslav O. Karpenko

Кваліфікація:

Ідентифікатор ORCID ID: Не застосовується

Вид дисертації: доктор філософії

Аспірантура/Докторантура: так

Шифр наукової спеціальності: 104

Назва наукової спеціальності: Фізика та астрономія

Галузь / галузі знань: природничі науки

Освітньо-наукова програма зі спеціальності: Фізика та астрономія

Дата захисту: 22-12-2025

Спеціальність за освітою: Фізика та астрономія

Місце роботи здобувача:

Код за ЄДРПОУ:

Місцезнаходження:

Форма власності:

Сфера управління:

Ідентифікатор ROR: Не застосовується

III. Відомості про організацію, де відбувся захист

Шифр спеціалізованої вченої ради (разової спеціалізованої вченої ради): PhD 11128

Повне найменування юридичної особи: Інститут теоретичної фізики ім. М. М. Боголюбова
Національної академії наук України

Код за ЄДРПОУ: 05417124

Місцезнаходження: вул. Метрологічна, Київ, 03143, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Національна академія наук України

Ідентифікатор ROR:

IV. Відомості про підприємство, установу, організацію, в якій було виконано дисертацію

Повне найменування юридичної особи: Київський національний університет імені Тараса Шевченка

Код за ЄДРПОУ: 02070944

Місцезнаходження: вул. Володимирська, Київ, 01033, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR:

V. Відомості про дисертацію

Мова дисертації: Українська

Коди тематичних рубрик: 29.15, 29.05

Тема дисертації:

1. Фазові переходи у щільних системах взаємодіючих бозе-частинок
2. Phase transitions in dense systems of interacting Bose particles

Реферат:

1. Дисертаційна робота присвячена дослідженню фазових переходів і термодинамічних властивостей систем взаємодіючих бозонів, що складаються з частинок і античастинок за ненульових ізоспінових густин. У центрі уваги – мезонні системи, які виступають природною моделлю для вивчення сильно взаємодіючої матерії при високих густинах і температурах, характерних для процесів у ранньому Всесвіті, нейтронних зірках і релятивістських зіткненнях важких іонів. Актуальність теми зумовлена потребою у глибшому розумінні фазової структури адронної матерії, зокрема поведінки мезонних систем при скінченних температурах та ізоспінових густинах. Піони, як найлегші адрони з ненульовим ізотопічним зарядом, є ідеальними об'єктами для вивчення явищ бозе-айнштайнівської конденсації в умовах сильної взаємодії. Теоретичні та експериментальні дослідження вказують, що за певних умов мезони можуть формувати бозе-конденсат, який потенційно впливає на еволюцію густої адронної матерії. Метою роботи є побудова узгодженої

термодинамічної моделі, здатної описати поведінку багатокомпонентної системи бозонів у широкому діапазоні температур і густин, з урахуванням відштовхувальних і притягальних взаємодій між частинками. Основними результатами роботи є наступні: • Розроблено самоузгоджену термодинамічну модель середнього поля для системи взаємодіючих π -мезонів з урахуванням відштовхування та притягання, придатну для опису як бозе-конденсації, так і фазових переходів типу “рідина-газ”. • Розділено режими “слабкого” і “сильного” притягання між піонами, які визначають тип наявних фазових переходів: другий рід при слабкій взаємодії і перший рід при сильній. • Показано наявність в модельній системі з комбінації різного виду піонів наявність фазових переходів, які можуть зачіпати лише одну з компонент. • Описано “віртуальний” фазовий перехід другого роду без утворення параметра порядку. • Показано можливість утворення подвійного конденсату, і що подвійний конденсат частинок та античастинок існує за нульового хімічного потенціалу. • Побудовано узагальнені правила Максвелла і фазові діаграми системи, які враховують наявність конденсату та фазового переходу типу “рідина-газ”. • Обговорено межі застосовності канонічного і великого канонічного ансамблів, показано, що останній некоректний у фазі конденсату. • Запропоновано модифікацію моделі через додавання електричної взаємодії, оцінено вплив електричної взаємодії на термодинамічні характеристики системи. Хоча дослідження має теоретичний характер, його результати можуть бути застосовані для: • моделювання гарячої та густої адронної матерії у зіткненнях важких іонів (LHC, RHIC); • аналізу станів речовини в нейтронних зорях; • побудови космологічних моделей раннього Всесвіту; • подальшого розвитку ефективних теорій сильної взаємодії (QCD) на низьких енергіях. Робота сформувала послідовну теоретичну картину фазових переходів у системах взаємодіючих бозонів при ненульових ізоспінних густинах. Виявлені ефекти (подвійний конденсат, віртуальний перехід і специфіка поведінки ансамблів) становлять важливий внесок у статистичну фізику та теорію сильно взаємодіючої матерії. Розроблена модель може слугувати базою для подальших досліджень багатокомпонентних бозонних систем та їх застосувань у фізиці високих енергій і астрофізиці.

2. The dissertation is devoted to the study of phase transitions and thermodynamic properties of interacting boson systems consisting of particles and antiparticles at nonzero isospin densities. The focus is on π -meson systems, which serve as a natural model for studying strongly interacting matter at high densities and temperatures characteristic of processes in the early universe, neutron stars, and relativistic heavy ion collisions. The relevance of the topic is determined by the need for a deeper understanding of the phase structure of hadronic matter, in particular the behavior of meson systems at finite temperatures and isospin densities. Pions, as the lightest hadrons with nonzero isotopic charge, are ideal objects for studying Bose-Einstein condensation phenomena under conditions of strong interaction. Theoretical and experimental studies indicate that under certain conditions, π -mesons can form a Bose condensate, which potentially affects the evolution of dense hadronic matter. The aim of this work is to construct a consistent thermodynamic model capable of describing the behavior of a multicomponent boson system over a wide range of temperatures and densities, taking into account repulsive and attractive interactions between particles. The main results of the work are as follows: • A self-consistent thermodynamic model of the mean field for a system of interacting π -mesons has been developed, taking into account repulsion and attraction, suitable for describing both Bose condensation and liquid-gas phase transitions. • The modes of “weak” and “strong” attraction between pions, which determine the type of phase transitions present, have been separated: second order for weak interaction and first order for strong interaction. • The presence of phase transitions in a model system consisting of a combination of different types of pions, which can affect only one of the components, is shown. • A “virtual” second-order phase transition without the formation of an order parameter is described. • The possibility of double condensate formation is shown, and that the double condensate of particles and antiparticles exists at zero chemical potential. • Generalized Maxwell rules and phase diagrams of the system are constructed, which take into account the presence of condensate and a “liquid-gas” phase transition. • The limits of applicability of the canonical and grand canonical ensembles are discussed, and it is shown that the latter is incorrect in the condensate phase. • A modification of the model by adding electrical interaction is proposed, and the influence of electrical interaction on the thermodynamic characteristics of the system is evaluated. Although the research is theoretical in nature, its results can be applied to: • modeling hot and

dense hadronic matter in heavy ion collisions (LHC, RHIC); • analyzing the states of matter in neutron stars; • constructing cosmological models of the early universe; • further developing effective theories of strong interaction (QCD) at low energies. The work has formed a consistent theoretical picture of phase transitions in systems of interacting bosons at nonzero isospin densities. The effects identified (double condensate, virtual transition, and specific behavior of ensembles) constitute an important contribution to statistical physics and the theory of strongly interacting matter. The developed model can serve as a basis for further research on multicomponent boson systems and their applications in high-energy physics and astrophysics.

Державний реєстраційний номер ДіР: 19БФ051-01 №0119U100183

Пріоритетний напрям розвитку науки і техніки: Фундаментальні наукові дослідження з найбільш важливих проблем розвитку науково-технічного, соціально-економічного, суспільно-політичного, людського потенціалу для забезпечення конкурентоспроможності України у світі та сталого розвитку суспільства і держави

Стратегічний пріоритетний напрям інноваційної діяльності: Не застосовується

Підсумки дослідження: Теоретичне узагальнення і вирішення важливої наукової проблеми

Публікації:

- D. Zhuravel, D. Anchyshkin, V. Gnatovskyy, V. Karpenko, Selfinteracting Particle-Antiparticle System of Bosons: the Bose-Einstein Condensation as a Second-Order Phase Transition, Bogolyubov Institute for Theoretical Physics, Kyiv, February 16, 2021.
- D. Zhuravel, D. Anchyshkin, V. Gnatovskyy, V. Karpenko, "Self-interacting relativistic system of bosonic particles and antiparticles", Bogolyubov Institute for Theoretical Physics, Kyiv, October 17, 2022.
- D. Anchyshkin, V. Gnatovskyy, D. Zhuravel, V. Karpenko, Phase transitions in relativistic meson systems, 22nd Zimanyi School - Winter Workshop on Heavy Ion Physics, Budapest, Hungary, December 5-9, 2022.
- D. Anchyshkin, V. Gnatovskyy, D. Zhuravel, V. Karpenko, "Phase transitions in a system of self-interacting particle-antiparticle", XIII Conference of Young Scientists "Problems of Theoretical Physics Bogolyubov Institute for Theoretical Physics, Kyiv, Ukraine, December 21, 2022.
- D. Anchyshkin, I. Mishustin, H. Stöcker, L. Satarov, V. Gnatovskii, D. Zhuravel, V. Karpenko, "A scalar model of an interacting boson system at high temperatures", Conference in memory of Petro Fomin, Bogolyubov Institute for Theoretical Physics, Kyiv, July 4, 2023.
- V. Karpenko, D. Anchyshkin, D. Zhuravel, V. Gnatovskyy, "A question concerning phase transitions in a pion system of particles and antiparticles", XV Conference of Young Scientists "Problems of Theoretical Physics Bogolyubov Institute for Theoretical Physics, Kyiv, Ukraine, June 10, 2025.

Наукова (науково-технічна) продукція: методи, теорії, гіпотези

Соціально-економічна спрямованість:

Охоронні документи на ОПІВ:

Впровадження результатів дисертації: Впровадження не планується

Зв'язок з науковими темами: 19БФ051-01 №0119U100183

VI. Відомості про наукового керівника/керівників (консультанта)

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Анчишкін Дмитро Владленович

2. Dmytro V. Anchyskin

Кваліфікація: д.ф.-м.н., старший науковий співробітник, 01.04.02

Ідентифікатор ORCID ID: Не застосовується

Додаткова інформація: Google Scholar ID: 2mcQ0qIAAAAJ

Повне найменування юридичної особи: Інститут теоретичної фізики ім. М. М. Боголюбова
Національної академії наук України

Код за ЄДРПОУ: 05417124

Місцезнаходження: вул. Метрологічна, Київ, 03143, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Національна академія наук України

Ідентифікатор ROR:

VII. Відомості про офіційних опонентів та рецензентів

Офіційні опоненти

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Кириллін Ігор Володимирович

2. Ihor V. Kyryllin

Кваліфікація: д. ф.-м. н., с.д., член-кор. НАН України, 01.04.02

Ідентифікатор ORCID ID: 0000-0003-3625-7521

Додаткова інформація:

Повне найменування юридичної особи: Національний науковий центр "Харківський фізико-технічний інститут" Національної академії наук України

Код за ЄДРПОУ: 14312223

Місцезнаходження: вул. Академічна, Харків, Харківський р-н., 61108, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Національна академія наук України

Ідентифікатор ROR:

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Горкавенко Володимир Миколайович

2. Volodymyr M. Gorkavenko

Кваліфікація: д. ф.-м. н., доц., 01.04.02

Ідентифікатор ORCID ID: 0000-0002-9468-5105

Додаткова інформація: Scopus Author ID: 6603652300

Повне найменування юридичної особи: Київський національний університет імені Тараса Шевченка

Код за ЄДРПОУ: 02070944

Місцезнаходження: вул. Володимирська, Київ, 01033, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR:

Рецензенти

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Гусинін Валерій Павлович

2. Valery P. Gusynin

Кваліфікація: д. ф.-м. н., професор, академік НАН України, 01.04.02

Ідентифікатор ORCID ID: 0000-0003-2378-3821

Додаткова інформація:

Повне найменування юридичної особи: Інститут теоретичної фізики ім. М. М. Боголюбова
Національної академії наук України

Код за ЄДРПОУ: 05417124

Місцезнаходження: вул. Метрологічна, Київ, 03143, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Національна академія наук України

Ідентифікатор ROR:

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Лев Богдан Іванович

2. Bohdan I. Lev

Кваліфікація: д. ф.-м. н., професор, академік НАН України, 01.04.02

Ідентифікатор ORCID ID: 0000-0003-3905-2070

Додаткова інформація:

Повне найменування юридичної особи: Інститут теоретичної фізики ім. М. М. Боголюбова
Національної академії наук України

Код за ЄДРПОУ: 05417124

Місцезнаходження: вул. Метрологічна, Київ, 03143, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Національна академія наук України

Ідентифікатор ROR:

VIII. **Заключні відомості**

**Власне Прізвище Ім'я По-батькові
голови ради**

Брижик Лариса Свиридівна

**Власне Прізвище Ім'я По-батькові
головуючого на засіданні**

Брижик Лариса Свиридівна

**Відповідальний за підготовку
облікових документів**

Карпенко Владислав Олександрович

Реєстратор

Юрченко Тетяна Анатоліївна

**Керівник відділу УкрІНТЕІ, що є
відповідальним за реєстрацію наукової
діяльності**



Юрченко Тетяна Анатоліївна