

**ВІДГУК**

на дисертаційну роботу

**КОНСТАНТИНОВА ОЛЕКСАНДРА МИХАЙЛОВИЧА****«Термополяризаційні ефекти у надплинних бозе-системах»**

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

Дисертаційна робота О. М. Константинова присвячена теоретичному дослідженню процесів поляризації та механізмів термополяризації надплинних систем, а саме, газів лужних металів і рідкого гелію II.

Проблема електричної активності надплинного гелію виникла у зв'язку з результатами експериментів, у яких спостерігалась електрична активність He II при розповсюдженні другого звуку. Було запропоновано низку теоретичних моделей, які описують такі ефекти, але передбачені у цих теоріях величини поляризації і виникаючих електричних полів занадто малі у порівнянні з експериментальними даними. Це стимулює подальший пошук нових механізмів виникнення поляризації у надплинних бозе-системах і формування більш широкого погляду на існуючу проблему. Електричну активність гелію, що виникає при поширенні в ньому другого звуку, можна пов'язувати з поляризацією гелію стінками, які його обмежують. Оскільки роль приповерхневих поляризованих шарів особливо велика в тонких надплинних плівках, видається цікавим розглянути поляризацію плівки гелію при поширенні в ній третього звуку. Специфіка надплинних систем також полягає в тому, що в них теплові потоки супроводжуються макроскопічними потоками частинок. Тому слід очікувати, що стаціонарні і нестаціонарні потоки тепла у надплинних системах, які знаходяться у магнітному полі, здатні привести до термомагнітного ефекту. Вищеописане коло невирішених важливих питань визначає **актуальність** даної дисертаційної роботи.

Теоретичні дослідження, які лягли в основу дисертації, були виконані в рамках тематичного плану ФТНТ ім. Б.І. Веркіна НАН України за відомчими тематиками: «Теоретичні дослідження нелінійних та квантових явищ в наноструктурах і нових матеріалах» (2012 – 2016 рр.) і «Теоретичні дослідження колективних явищ у квантових конденсованих структурах та наноматеріалах» (2017 – 2021 рр.).

Предметом досліджень дисертаційної роботи О. М. Константинова є процеси поляризації та механізми термополяризації надплинних бозе-систем а її метою - теоретичний опис таких процесів.

Дисертація О. М. Константинова **повністю відповідає** спеціальності 01.04.02 – теоретична фізика.

Дисертація робота складається з вступу, чотирьох розділів, висновків, списку використаних джерел і додатків. В **першому розділі** надано огляд літератури, присвяченої дослідженню електричної активності надплинних систем. Обговорюються можливі

механізми їх поляризації, а саме, поляризації при прискореному русі, поляризації, яка викликана неоднорідністю, а також поляризації за рахунок ван-дер-ваальсової взаємодії атомів системи з атомами стінок. В **другому розділі** з використанням підходу, в якому враховуються внутрішні ступені свободи, пов'язані з рухом електронів відносно ядер, розв'язується задача про електричну активність надплинних систем (появу в них макроскопічної поляризації за відсутності зовнішніх електромагнітних полів) при наявності потоків. В **третьому розділі** досліджується електрична активність тонких надплинних плівок гелію  $^4\text{He}$ . Зокрема, розглянуті поляризаційні ефекти, що виникають при поширенні в плівці третього звуку. В **четвертому розділі** досліджується термомагнітний ефект в надплинних діелектричних системах.

**Наукову новизну** дослідження визначають насамперед наступні результати:

- знайдено явний вираз для поляризаційного заряду неоднорідної надплинної бозе-системи через двочастинковий параметр порядку і показано, що поляризаційний заряд є пропорційним лапласіану, а поляризація – градієнту густини системи;

- встановлено, що у надплинних бозе-системах квантований вихор набуває електричного дипольного моменту, який є пропорційним швидкості відносного руху нормальної і надплинної компонент;

- передбачено нестационарний термоелектричний ефект у тонкій плівці надплинного гелію в умовах поширення у плівці третього звуку і встановлено, що коливання температури на краях плівки, яке викликає коливання товщини плівки, приводить до появи в навколишньому просторі змінного за часом і в просторі електричного поля, доступного спостереженню сучасними експериментальними методами;

- передбачено термомагнітний ефект у надплинній системі, а саме, виявлено, що в надплинному гелії, який розміщено в магнітному полі, потік тепла під дією градієнта температури приводить до появи електричного поля в навколишньому просторі.

Результати досліджень, що викладені в дисертації, є **обґрунтованими та достовірними**, оскільки вони базуються на сучасних теоретичних підходах і уявленнях, добре узгоджуються між собою та у відповідних граничних випадках співпадають з результатами інших авторів.

Матеріали дисертації О. М. Константинова **повністю висвітлено** в 5 статтях, які вже цитувались більше 20 разів (згідно з Google Scholar), результати роботи пройшли **апробацію** на 15 профільних, переважно, міжнародних наукових конференціях, тези доповідей було опубліковано у відповідних збірниках цих конференцій. Текст **автореферату** повністю та вірно викладає зміст дисертації.

До змісту дисертації є такі **зауваження**:

1. В розділі 2 введено дві константи  $C_0$  і  $C_1$ , через які виражено поляризацію. Було б доцільним розглянути один чи кілька модельних потенціалів і оцінити порядок величини введених констант.

2. В розділі 3, де передбачений найбільш, на мою думку, інтересний ефект -

індукування електричного поля третім звуком в плівці гелію, було б корисним більш детально обговорити питання постановки відповідних експериментів, зокрема, розглянути геометрію пласкої плівки і навести відповідну оцінку величини ефекту. Це зауваження слід розглядати як побажання на майбутнє.

3. В розділі 4, підрозділі 4.1, проведено аналіз загальних граничних умов для швидкості нормальної компоненти, але в подальшому використовується звичайна гранична умова рівності нулю тангенціальної компоненти. Такий аналіз для розглянутого в розділі ефекту здається надлишковим.

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

Таким чином, дисертація О. М. Константинова є **завершеною науковою працею**, що містить нові результати, та в якій вирішено важливу задачу в області теоретичної фізики конденсованого стану, а саме, теоретично описано процеси поляризації та механізми термополяризації надплинних бозе-систем.

Вважаю, що за актуальністю вибраного напрямку роботи, обсягом виконаних досліджень, рівнем і кількістю наукових публікацій, новизною та практичною цінністю отриманих результатів дисертаційна робота «Термополяризаційні ефекти у надплинних бозе-системах» задовольняє всім вимогам, які ставляться МОН України до кандидатських дисертацій, зокрема пп. 9, 11, 12 «Порядку присудження наукових ступенів» а її автор, Константинов Олександр Михайлович, заслуговує на присудження йому наукового ступеня кандидата фізико-математичних наук за спеціальністю 01.04.02 – теоретична фізика.

Офіційний опонент,  
доктор фізико-математичних наук,  
старший науковий співробітник,  
провідний науковий співробітник  
відділу теорії конденсованого стану речовини  
Інституту монокристалів НАН України



Філь Дмитро Вячеславович

Підпис д.ф.-м.н. Д.В.Філя засвідчую,  
заступник директору  
Інституту монокристалів НАН України



Верещак Олександр Іванович