

ВІДГУК

офіційного опонента на дисертаційну роботу

Рубця Сергія Петровича

**«Гомогенізація та фазове розшарування
концентрованих твердих розчинів ^3He - ^4He »,**

подану на здобуття наукового ступеня кандидата фізико-математичних наук
за спеціальністю 01.04.09 – фізика низьких температур

Дисертаційна робота С. П. Рубця присвячена експериментальному дослідженню кінетики фазових переходів першого роду у твердих розчинах ізотопів гелію при наднизьких температурах.

Вибір теми, її актуальність і новизна. Тверді розчини ізотопів гелію являють собою унікальну систему, фазові переходи в якій відбуваються при настільки низьких температурах, що з'являється принципова можливість виявити флуктуаційний внесок у термодинаміку при наближенні до температури фазового переходу, причому цей внесок не буде замаскований тепловими збудженнями. Оскільки кінетика фазового розшарування й зворотного переходу в однорідний стан – гомогенізація – визначається дифузійними процесами, відкривається можливість одержати інформацію про коефіцієнт масової дифузії домішок у твердих розчинах гелію. Це тим більш актуально, що, відповідно до теоретичних уявлень, у концентрованих розчинах ^3He - ^4He повинна відбуватися локалізація атомів ^3He , але в той же час фазовий перехід розвивається протягом розумного часу – порядку часу експерименту.

Про актуальність представленої дисертації свідчить і значна кількість тематичних наукових конференцій, у програму яких були включені доповіді дисертанта за даною тематикою. Важливість і актуальність розглянутих у дисертації проблем підтверджується так само й тим, що роботи, що становлять основу дисертації, були виконані відповідно до наукових планів ФТІНТ ім. Б. І. Веркіна НАН України за темами: «Неоднорідні та низьковимірні системи в рідкому та твердому гелії» (номер державної реєстрації 0103U000331, термін виконання 2003 – 2005 рр.), «Нові ефекти у

квантових рідинах та кристалах при низьких та наднизьких температурах» (номер державної реєстрації 0106U002557, термін виконання 2006 – 2010 рр.), «Об'ємні й поверхневі наносистеми у квантових рідинах та кристалах» (номер державної реєстрації 0110U007894, термін виконання 2011 – 2015 рр.). Робота також частково проводилася в рамках проектів Українського науково-технологічного центру (УНТЦ): «Нейтральні та заряджені наноструктури в рідкому та твердому гелії» (номер 3718, термін виконання 2008 – 2010 рр.) та «Пошук та моделювання нових наносистем у конденсованому гелії» (номер 5211, термін виконання 2010 – 2012 рр.).

Відповідність обраній спеціальності. У дисертаційній роботі С. П. Рубця дослідження кінетики фазових переходів у твердих розчинах ізотопів гелію проводилося при наднизьких температурах, саме в цій області температур були отримані усі найбільш визначні результати роботи. Безумовно, дисертація повністю відповідає спеціальності 01.04.09 – фізика низьких температур.

Техніка експерименту й достовірність результатів. Проведення фізичних експериментів в області наднизьких температур є надзвичайно складним завданням. Метод високоточного виміру тиску для дослідження фазових переходів у твердих розчинах гелію, успішно застосований С. П. Рубцем, дозволив впевнено реєструвати всі тонкі зміни структури зразків, обумовлені фазовими переходами. Висока точність вимірів, ретельна обробка отриманих в експериментах результатів і їхня відтворюваність вселяють впевненість у достовірності результатів дисертаційної роботи.

Наукова новизна отриманих результатів. Всі результати, отримані автором у процесі виконання даної дисертаційної роботи, безумовно, є новими. Особистий внесок С. П. Рубця в роботи, що складають основу дисертації, є визначальним.

Найбільше враження на мене зробили експерименти, що дозволили вперше впевнено виявити флуктуаційний внесок у тиск при наближенні до температури фазового розшарування твердих розчинів гелію різної ізотопної

сполуки. Оскільки фазовий перехід відбувається при низьких температурах, внеском вакансій можна знехтувати, внесок фононів незначний і легко враховується, і тому флуктуаційні явища проявляються в чистому виді. Заслуговує уваги і експериментальне визначення значних розмірів флуктуаційних кластерів, що складаються із сотень атомів домішки. Особливо варто відзначити прекрасну згоду отриманих експериментальних даних з результатами робіт у яких ці явища розглянуті на підґрунті теорії флуктуацій.

Повнота висвітлення результатів дисертації в роботах дисертанта. Основні результати дисертації повністю відображені у 8 опублікованих статтях у провідних наукових журналах, а також у тезах 23 доповідей на наукових конференціях.

Робота написана ясно й добре оформлена. Текст автореферату повністю відображає зміст дисертації.

Після ознайомлення з дисертацією у мене з'явилися наступні **зауваження** до роботи:

1. При аналізі дифузійних процесів вельми коротко описується, яким чином лімітується нижня межа вимірів коефіцієнта дифузії методом ЯМР у той час, як можливість суттєво знизити цю межу є суттєвою перевагою баричного метода, який використаний автором;

2. Недостатньо повно, на мій погляд, пояснена ситуація: у яких випадках спінова дифузія може збігатися з масовою.

Зазначені вище зауваження не мають принципового характеру і не впливають на загальну позитивну оцінку роботи. Високий науковий і методичний рівень досліджень, які обговорюються в дисертації, дозволив отримати результати, які не викликають жодних сумнівів щодо їх достовірності, а висновки дисертації є обґрунтованими.

Дисертація С. П. Рубця є завершеною науковою працею, що містить нові **фундаментальні** знання про кінетику фазових переходів у квантових кристалах гелію при наднизьких температурах. **Практична** цінність

розглянутої роботи насамперед полягає у тому, що отримані результати можуть бути використані при дослідженнях фазових переходів і в інших, класичних твердих тілах.

На основі викладеного вище вважаю, що дисертаційна робота С. П. Рубця «Гомогенізація та фазове розшарування концентрованих твердих розчинів ${}^3\text{He}$ - ${}^4\text{He}$ » відповідає всім вимогам МОН України до кандидатських дисертацій, зокрема пунктам 9, 11, 12 «Порядку присудження наукових ступенів», а її автор, **Сергій Петрович Рубець**, безумовно, заслуговує присудження йому наукового ступеня кандидата фізико-математичних наук за фахом 01.04.09 – фізика низьких температур.

Офіційний опонент,

доцент кафедри фізики низьких температур
Харківського національного університету
імені В.Н. Каразіна, кандидат
фізико-математичних наук



В.І. Білецький

Підпис доцента Білецького В.І. завідаючої
Вчений секретар Харківського національного
університету імені В.Н.Каразіна



Н.А.Віннікова