

ВІДГУК

офіційного опонента на дисертаційну роботу

Лебединського Сергія Олександровича

«Польова електронна емісія з врахуванням впливу зовнішнього магнітного поля та релятивістських ефектів», що подана на здобуття наукового ступеня кандидата фізико-математичних наук за спеціальністю 01.04.02 - теоретична фізика

Актуальність обраної теми

Дисертаційна робота Лебединського С. О. присвячена теоретичному дослідженню впливу зовнішнього магнітного поля на польову емісію електронів з металів та врахуванню релятивістських ефектів, що можуть проявлятися при прикладенні високих напруг. Основна увага приділена розвитку існуючих теоретичних підходів для вирішення такої задачі, а також аналізу та інтерпретації нових експериментальних даних, отриманих під час дослідження впливу магнітного поля на високовакуумний пробій. Важливість задачі, що розглядається в дисертаційному дослідженні, пов'язана з проблемою високовакуумного високоградієнтного пробію, який виникає на макетних установках майбутнього лінійного прискорювача CLIC (Compact Linear Collider). Саме польова емісія вважається першим етапом виникнення пробію. Тому задача, що розглядається у дисертації, є важливою та актуальною.

На сьогодні існують теорії, що описують процес польової емісії у випадку відсутності магнітного поля та колінеарності електричного і магнітного полів. Однак, у рамках цих теорій не можна врахувати вплив зовнішнього магнітного поля, перпендикулярного до електричного. Виникає задача, знаходження виразу для польової емісії у такій конфігурації полів. Це дає змогу знаходити оптимальні параметри електричного та магнітного полів задля збільшення напруги пробію. Також у дисертації вперше досліджено вплив релятивістських ефектів, які виникають у міжелектродному проміжку зі зростанням прискорюючих напруг. Вони можуть також проявлятися у польовій емісії з полярної області замагнічених полярних зірок. Розв'язку таких задач і присвячена дисертаційна робота Лебединського С. О.

Актуальність тематики проведених досліджень у дисертації підтверджується тим, що вона є складовою частиною ряду держбюджетних науково-дослідних робіт, які виконувалися Інститутом прикладної фізики НАН України.

Основні положення та висновки роботи, їх новизна, обґрунтованість та достовірність

Обґрунтованість наукових результатів, отриманих у дисертаційній роботі Лебединського С. О., базується: на застосуванні добре апробованих методів розрахунків на основі квантової механіки та квантової електродинаміки; на

узгодженні у граничних випадках частини результатів дисертаційної роботи з результатами, отриманими іншими авторами. Усе це дає підставу вважати результати, які отримані у дисертаційній роботі, є достовірними.

До найбільш важливих та нових результатів слід віднести такі:

1) Уперше виконано узагальнення теорії Фаулера-Нордгейма на релятивістський випадок і передбачено ефект релятивістського стиснення ширини потенціального бар'єру на межі метал-вакуум, який призводить до збільшення величини коефіцієнта проходження потенціального бар'єру.

2) Уперше зроблено узагальнення теорії польової емісії на випадок присутності зовнішнього магнітного поля, перпендикулярного електричному, коли електромагнітне поле є полем електричного типу ($E > cB$).

Пояснено зменшення напруги пробою, що спостерігалось в експериментах ПФ НАН України та ЦЕРН, як наслідок зростання темного струму через подовження траєкторій електронів, утворених в міжелектродному проміжку за присутності магнітного поля, паралельного поверхні електродів.

Значущість роботи для науки і практики

Розвинута в роботі теорія та отримані результати можуть бути застосовані для розроблення рекомендацій щодо проектування лінійних прискорювачів, що дасть змогу отримувати більші прискорювальні градієнти та більші енергії зіткнень частинок.

Зауваження щодо змісту дисертації

1) У підрозділі 3.4 досліджується вплив магнітного поля на коефіцієнт проходження потенціального бар'єру. Здобувач обмежився випадком, коли магнітне поле паралельне до поверхні металу. Доцільно було б розглянути довільний кут.

2) У підрозділі 4.4 знайдено вплив магнітного поля на густину струму польової емісії шляхом запису густину струму в коваріантній 4-вимірній формі та використання Лоренц-інваріанта. Проте здобувач не обґрунтовує даний підхід, не використовує коефіцієнт прозорості потенціального бар'єру, отриманого ним у підрозділі 3.4.

3) У підрозділі 3.2 робота виходу електронів з металу у формулах (3.58-3.59) та на рисунку 3.1 позначена як ϕ , а у формулі (3.60) як A_B . Варто було б використовувати однакове позначення даної фізичної величини.

Відповідність встановленим вимогам до кандидатських дисертацій

Перераховані недоліки не торкаються основних положень та результатів, що виносяться на захист. Результати дисертації викладені у 15 наукових працях, з них 6 статей опубліковані у фахових вітчизняних та іноземних наукових журналах. Аналіз публікацій дає підставу стверджувати, що всі основні

положення дисертації є у повній мірі опублікованими й апробованими на вітчизняних і міжнародних конференціях. Зміст автореферату повністю відображає дисертаційну роботу. Структура дисертації та автореферату в повній мірі відповідають вимогам, яким повинні задовольняти кандидатські дисертаційні роботи.

На підставі викладеного вище можна стверджувати, що робота Лебединського Сергія Олександровича «Польова електронна емісія з врахуванням впливу зовнішнього магнітного поля та релятивістських ефектів» за актуальністю, ступенем новизни, значимістю для науки і практики, а також за структурою і об'ємом відповідає вимогам щодо кандидатських дисертацій, а її автор заслуговує присудження йому наукового ступеня кандидата фізико-математичних наук за спеціальністю 01.04.02 - теоретична фізика.

Завідувач кафедри прикладної математики
та моделювання складних систем
Сумського державного університету,
доктор фізико-математичних наук, професор

О. В. Лисенко

