

Міністерство освіти і науки України

Харківський національний університет імені В.Н. Каразіна

Кафедра теоретичної фізики імені академіка І.М.Ліфшиця

“ЗАТВЕРДЖУЮ”

Перший проректор

“ _____ ” _____ 20__ р.

Робоча програма навчальної дисципліни

Локалізація і мезоскопічні ефекти в металах при низьких температурах

(назва навчальної дисципліни)

спеціальність (напрямок) _____ 6.040203 - фізика _____

спеціалізація _____

факультет _____ фізичний _____

2016 / 2017 навчальний рік

Програму рекомендовано до затвердження Вченою радою факультету (інституту, центру)

“ 29 ” _____ серпня _____ 2016 року, протокол № 9

РОЗРОБНИКИ ПРОГРАМИ:

Шкловський Валерій Олександрович , докт. ф.-м. наук, професор

Програму схвалено на засіданні кафедри

_____ теоретичної фізики імені академіка. М. Ліфшиця _____

Протокол від “ 2 ” _____ липня _____ 2016 року протокол № 7

Завідувач кафедри теоретичної фізики академіка. М. Ліфшиця _____

_____ (Рашба Г.І.)
(підпис) (прізвище та ініціали)

Програму погоджено методичною комісією

_____ фізичного факультету _____
назва факультету, для здобувачів вищої освіти якого викладається навчальна дисципліна

Протокол від “ 29 ” _____ вересня _____ 2016 року № 6

Голова методичної комісії _____

_____ Макаровський М.О.
(підпис) (прізвище та ініціали)

ВСТУП

Програма навчальної дисципліни “**Локалізація і мезоскопічні ефекти в металах при низьких температурах**” складена відповідно до освітньо-професійної (освітньо-наукової) програми підготовки бакалавр

напряму 6.040203 – фізика
спеціальності

Предметом вивчення навчальної дисципліни є нові аспекти фізики низькотемпературної електропровідності металів, які сформувались за останні 25 років.

Програма навчальної дисципліни складається з таких розділів:

Розділ 1. дисципліни “**Локалізація і мезоскопічні ефекти в металах при низьких температурах**”

1. Мета та завдання навчальної дисципліни

1.1. Метою викладання навчальної дисципліни «Локалізація і мезоскопічні ефекти в металах при низьких температурах» є отримання теоретичних знань в галузі вивчення резистивних електронних властивостей металів мезоскопічних розмірів при низьких температурах.

1.2. Основними завданнями вивчення дисципліни «Локалізація і мезоскопічні ефекти в металах при низьких температурах» є формування у студентів фізичних уявлень про основні квантово-механічні закони, які обумовлюють існування локалізації і мезоскопічних ефектів у металевих зразках малого розміру при низьких температурах, а також розглянути основні експериментальні факти, які підтвердили теоретичні ідеї у цій галузі квантової фізики металів. Ознайомити студентів з практичним використанням вказаних ефектів у мікро- і наноелектроніці.

1.3. Згідно з вимогами освітньо-професійної (освітньо-наукової) програми студенти повинні досягти таких результатів навчання:

знати: статистичні особливості, термодинамічні і кінетичні властивості металів при низьких температурах обумовлені вільними електронами, зокрема: електро- і теплопровідність, теплоємність металів і їх температурні залежності, основні механізми пружного та непружного розсіяння електронів та мати уявлення про типові значення енергії, імпульсу, швидкості та маси електронів провідності,

вміти: вести та самостійно доповнювати конспекти лекцій, опрацьовувати як навчальну так і спеціальну фахову у тому рахунку і періодичну наукову літературу, здійснювати самоконтроль якості засвоєння теоретичних знань з використанням тестів.

2. Опис навчальної дисципліни

Найменування показника	Галузь знань (предметна область), напрям, спеціальність, рівень вищої освіти / освітньо-кваліфікаційний рівень	Характеристика навчальної дисципліни
		денна форма навчання
Кількість кредитів – 2	Галузь знань (предметна область) 0402 «Фізико-математичні науки»	за вибором студента
		Рік підготовки 4-й
Індивідуальне завдання (назва)	Напрямок: 6.040203 - фізика	Семестр
Загальна кількість годин 72		8-й
Тижневих годин для денної форми навчання: аудиторних – 2 самостійної роботи студента – 2,8	Спеціальність: Рівень вищої освіти (освітньо-кваліфікаційний рівень) бакалавр	Лекції
		30 год.
		Практичні, семінарські
		немає
		Лабораторні
		немає
		Самостійна робота
		42 год.
		Індивідуальні завдання:
		год.
Вид контролю:		
екзамен		

Співвідношення кількості годин аудиторних занять до самостійної і індивідуальної роботи становить (%):

для денної форми навчання – 70%

3. Виклад змісту навчальної дисципліни

Тема 1. Загальна характеристика предмета курсу.

Тема 2. Проблема неупорядкованості в електропровідності невзаємодіючих електронів.

Тема 3. Класичні результати для електропровідності при низьких температурах: формула Друде і правило Магіссена, дифузія електрона у полі домішок.

Тема 4. Природа квантових поправок до класичної дифузії електронів. Уявлення про збій фази квантового електрона. Обчислення квантових поправок до провідності для невзаємодіючих електронів.

Тема 5. Вплив магнітного поля на квантову інтерференційну поправку до провідності.

Тема 6. Ефекти квантового підсилення електрон-електронної взаємодії у неупорядкованих металах і обчислення їх впливу на щільність електронних станів та квантову поправку до провідності.

Тема 7. Андерсонівська локалізація: сильна неупорядкованість та її наслідки у способі опису поведінки електронів,

Тема 8. Модель Андерсона та її фізичний аналіз – спочатку на прикладі двошляхового потенціалу, а далі на основі машинних обчислювань.

Тема 9. Скейлінгова теорія андерсонівської локалізації.

Тема 10. Стрибкова провідність неупорядкованого (андерсонівського) ізолятора у випадках сильної та слабкої локалізації. Стрибкова провідність із змінною довжиною стрибка.

Тема 11. Перколяційна електропровідність макронеоднорідних середовищ (дисперсних композитів). Критичні індекси і фрактальний підхід в теорії перколяції.

Тема 12. Мезоскопічні флуктуації у широкому і вузькому смислі слова. Універсальність мезоскопічних флуктуацій 5ікерний5су у зразках малих розмірів при низьких температурах.

Тема 13. Практичні наслідки наявності універсальних флуктуацій 5ікерний5су для мікро- і наноелектроніки.

Тема 14. Вплив магнітного поля на мезоскопічні флуктуації 5ікерний5су. Флуктуації вольт-амперної характеристики мезоскопічного зразка. Можливості появи мезоскопічних флуктуацій при переміщенні домішок у металічних зразках.

Тема 15. Універсальні флуктуації 5ікерний5су і низькочастотний (5ікерний) шум у металевих зразках.

4. Структура навчальної дисципліни

Назви розділів і тем	Кількість годин											
	денна форма						заочна форма					
	усього	у тому числі					усього	у тому числі				
л		п	лаб.	Інд.	С. р.	л		п	лаб.	Інд.	С. р.	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Розділ 1.												
Тема 1.		2										
Тема 2.		2				6						
Тема 3.		2										
Тема 4.		2				6						
Тема 5.		2										
Тема 6.		2				6						
Тема 7 .		2										
Тема 8.		2				6						
Тема 9.		2										
Тема 10.		2				6						
Тема 11.		2										
Тема 12.		2				6						
Тема 13.		2										
Тема 14.		2				6						
Тема 15.		2										
Разом за розділом		30				42						
Усього годин		30				42						

5. Теми семінарських (практичних, лабораторних) занять

6. Самостійна робота

№ з/п	Назва теми	Кількість годин	Форма контролю
1	2	3	4
1	Класична теорія електропровідності	6	опитування
2	Квазічастинки у магнітному полі	6	опитування
3	Перехід метал – діелектрик	6	опитування
4	Стрибкова провідність.	6	опитування
5	Неупорядкованість і електропровідність.	6	опитування

6	Електропровідність композитів	6	опитування
7	Шуми у провідниках	6	опитування
	Разом	42	

7. Індивідуальні завдання

8. Методи навчання : лекції, самостійна робота

9. Методи контролю: поточне опитування, консультації . контрольні роботи, екзамен

Екзамен

Підсумковий семестровий контроль (екзамен)	Сума
100	100

10. Розподіл балів, які отримують студенти Шкала оцінювання

Сума балів за всі види навчальної діяльності протягом семестру	Оцінка за національною шкалою	
	для екзамену	для заліку
90 – 100	відмінно	зараховано
70-89	добре	
50-69	задовільно	
1-49	незадовільно	не зараховано

11. Рекомендоване методичне забезпечення

1. Робоча програма навчальної дисципліни.
2. Навчальні посібники, монографії, наукові статті.
3. Мультимедійні презентації деяких лекцій.

Базова література

1. А.А.Абрикосов. Основы теории металлов. - М.: Наука, 1987 г.
2. Б.И.Шкловский, А.Л.Эфрос. Электронные свойства легированных полупроводников. - М.: Наука, 1979 г.
3. Н.Мотт, Э.Девис. Электронные процессы в некристаллических веществах, т. 1. - М.: Мир, 1974 г.
4. Эфрос А.Л. Физика и геометрия беспорядка / А.Л. Эфрос- М.: Наука, 1982.-175 с.

Допоміжна література

1. В.А.Шкловский, В.И. Белецкий. Локализация и мезоскопические эффекты в металлах при низких температурах. Харків: ХНУ імені В.Н. Каразіна. - 2012. –70 с.

Інформаційні ресурси

1. https://ru.wikipedia.org/wiki/Мезоскопическая_физика[Translate this page](#)
... слабая *локализация*, универсальные флуктуации проводимости, эффект ... Следует заметить, что согласно этому определению к *мезоскопической* ...
2. www.pnn.unn.ru/studies/.../condensed_matter_additio...[Translate this page](#)
Интерференционная поправка к проводимости. Интерференционные эффекты в магнитном поле. Эффект Ааронова-Бома. *Локализация. Мезоскопика.*
3. tudopedia.org/9-45915.html[Translate this page](#)
Feb 18, 2015 - Основная особенность *мезоскопических* проводников состоит в ... особенности транспорта – так называемая слабая *локализация* и ...