

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ, МОЛОДІ ТА СПОРТУ УКРАЇНИ

Харківський національний університет імені В.Н. Каразіна

Кафедра теоретичної фізики імені академіка І.М.Ліфшиця

## **РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ**

### **Функції Гріна у квантовій статистиці та кінетиці**

напряму підготовки 040203 – фізика

для спеціальності 8.04020301 – фізика

спеціальний курс

фізичного факультету

Кредитно-модульна система  
організації навчального процесу

Робоча програма навчальної дисципліни „Квантова статистика і кінетика” для студентів за напрямом підготовки 040203 – фізика, за спеціальністю 8.04020301 – фізика.

Розробники: **Єрмолаєв Олександр Михайлович, доктор фіз-мат. наук, професор**

Харків – 2012

## 1. Опис навчальної дисципліни

Найменування показників	Галузь знань, напрям підготовки, освітньо-кваліфікаційний рівень	Характеристика навчальної дисципліни
Кількість кредитів 3	Напрямок підготовки 040203 фізика	денна форма навчання
Модулів – Немає	Спеціальність 8.04020301 – фізика	Роки підготовки: V-й
Загальна кількість годин – 108		Семестри 9-й
Тижневих годин для денної форми навчання: аудиторних – 4 в 9-му семестрі самостійної роботи студента – 2 в 9-му семестрі	Освітньо-кваліфікаційний рівень: магістр.	Лекції 72 год.
		Практичні – не передбачені навчальним планом
		Самостійна робота 36 год.
		Вид контролю: екзамен

### Примітка.

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

для денної форми навчання – 2:1

## 2. Мета навчальної дисципліни

Мета: продемонструвати студентам використання методів функцій Гріна у квантовій статистиці і кінетиці з метою розрахунків термодинамічних величин та кінетичних коефіцієнтів конденсованих систем. Планується викласти на лекціях зі студентами сучасний теорфізичний формалізм, який використовується з метою розрахунків рівноважних та нерівноважних властивостей електронної рідини у конденсованих провідниках.

У результаті вивчення даного курсу студент повинен знати методи сучасної квантової статистики і кінетики і вміти застосовувати належним чином функції Гріна і функціональні методи, володіти методами теорії нерівноважних систем, вільно користуватись ними при розрахунках кінетичних коефіцієнтів електронів у провідниках.

### **3. Програма навчальної дисципліни**

#### **9-й семестр**

#### **1. Метод функцій Гріна в квантовій статистиці.**

- Тема 1. Хронологічний і нормальний добуток операторів. Згортка.
- Тема 2. Функції Гріна при нульовій температурі.
- Тема 3. Часова, загайна і випереджувальна функції Гріна при кінцевих температурах.
- Тема 4. Температурні функції Гріна.
- Тема 5. Спектральні представлення функцій Гріна.
- Тема 6. Співвідношення між функціями Гріна.
- Тема 7. Функції Гріна вільних частинок.
- Тема 8. Термодинамічні функції і функції Гріна.
- Тема 9. Температурний оператор розсіяння.
- Тема 10. Функції Гріна в представленні взаємодії.
- Тема 11. Ряд теорії збурень для функції Гріна.
- Тема 12. Теорема Віка.
- Тема 13. Діаграми Фейнмана (координатне представлення).
- Тема 14. Діаграмна техніка в імпульсному представленні.
- Тема 15. Симетризована діаграмна техніка.
- Тема 16. Власно-енергетична функція.
- Тема 17. Наближення Хартрі-Фока.
- Тема 18. Ефективна взаємодія.
- Тема 19. Поляризаційний оператор.
- Тема 20. Наближення випадкових фаз.
- Тема 21. Плазмони.
- Тема 22. Екранування в електронному газі.
- Тема 23. Рівняння руху для функцій Гріна.
- Тема 24. Двочастинкова функція Гріна.
- Тема 25. Вершинна функція.
- Тема 26. Зв'язок власно-енергетичної функції з вершинною функцією.
- Тема 27. Теорія фермі-рідини.

#### **2. Метод функцій Гріна в квантовій кінетиці.**

- Тема 28. Оператор густини струму в представленні вторинного квантування.
- Тема 29. Оператор спінової намагніченості електронів.
- Тема 30. Густина струму і функція Гріна.
- Тема 31. Теорія лінійної реакції. Формула Кубо.
- Тема 32. Зв'язок тензора провідності і спінової сприйнятливості з двочастинковою функцією Гріна електронів.
- Тема 33. Тензор високочастотної провідності електронного газу.

- Тема 34. Високочастотна провідність у магнітному полі.  
 Тема 35. Тензор діелектричної проникливості.  
 Тема 36. Зв'язок тензора діелектричної проникливості з тензором провідності. Повздожня і поперечна провідність.  
 Тема 37. Узагальнена сприйнятливість.  
 Тема 38. Принцип причинності і дисперсійні співвідношення Крамерса-Кроніга.  
 Тема 39. Флуктуаційно-дисипативна теорема.  
 Тема 40. Мацубарівська сприйнятливість.  
 Тема 41. Електронно-домішкова система в магнітному полі.

### 3. Метод Келдиша в квантовій кінетиці.

- Тема 42. Нерівноважні часові функції Гріна.  
 Тема 43. Контур Келдиша-Швінгера.  
 Тема 44. Рівняння Дайсона.  
 Тема 45. Діаграмна техніка для нерівноважних систем.  
 Тема 46. Власно-енергетичні функції нерівноважних систем.  
 Тема 47. Рівняння Каданова-Бейма. Кінетичне рівняння. Квантова кінетика з початковими кореляціями. Метод Келдиша і змінні Грассмана.

### 4. Структура навчальної дисципліни

Назви модулів і тем	Кількість годин					
	Денна форма					
	Усього	у тому числі				
л		п	лаб	інд	ср	
1	2	3	4	5	6	7
Тема 1	2	1				1
Тема 2	3	2				1
Тема 3	2	1				1
Тема 4	3	2				1
Тема 5	2	1				1
Тема 6	3	2				1
Тема 7	2	1				1
Тема 8	3	2				1
Тема 9	3	2				1
Тема 10	2	1				1
Тема 11	3	2				1
Тема 12	2	1				1
Тема 13	3	2				1
Тема 14	2	1				1
Тема 15	3	2				1
Тема 16	2	1				1
Тема 17	3	2				1
Тема 18	3	2				1
Тема 19	3	2				1

Тема 20	2	1			1
Тема 21	3	2			1
Тема 22	2	1			1
Тема 23	3	2			1
Тема 24	3	2			1
Тема 25	3	2			1
Тема 26	2	1			1
Тема 27	3	2			1
Тема 28	2	1			1
Тема 29	3	2			1
Тема 30	2	1			1
Тема 31	3	2			1
Тема 32	2	1			1
Тема 33	3	2			1
Тема 34	3	2			1
Тема 35	3	2			1
Тема 36	3	2			1
Тема 37	2	2			
Тема 38	2	2			
Тема 39	1	1			
Тема 40	2	2			
Тема 41	1	1			
Тема 42	1	1			
Тема 43	1	1			
Тема 44	1	1			
Тема 45	1	1			
Тема 46	1	1			
Тема 47	1	1			
<b>Усього годин</b>	<b>108</b>	<b>72</b>			<b>36</b>
<b>Екзамен</b>					

## 5. Теми практичних занять

Не передбачені навчальним планом.

## 6. Самостійна робота

Назва теми	Кількість годин
Тема 1. Температурні функції Гріна і континуальні інтеграли.	2
Тема 2. Канали частинка-дірка і частинка-частинка.	2
Тема 3. Твірний функціонал для функцій Гріна.	2
Тема 4. Теорія збурень і функціональні методи.	2
Тема 5. Електрон-електронна взаємодія і континуальні інтеграли.	2
Тема 6. Теорія збурень для температурної функції Гріна у випадку домішкового розсіяння електронів провідності.	2
Тема 7. Аппроксімація Друде-Лоренца.	2
Тема 8. Остаточна резистивність (метод Кубо та метод функцій Гріна)	2
Тема 9. Тотожність Уорда.	2
Тема 10. Функція Гріна густина-густина.	2

Тема 11. Нульовий звук.	2
Тема 12. Тензор динамічної спінової сприйнятливості електронного газу у магнітному полі.	2
Тема 13. Кінетичні коефіцієнти і кореляційні функції.	2
Тема 14. Матрична функція Гріна і континуальний інтеграл.	2
Тема 15. Температурні функції Гріна у моделі БКШ та функціональні методи.	2
Тема 16. Функції Гріна в теорії домішкових станів електронів у вироджених та невироджених провідниках.	2
Тема 17. Функції Гріна в теорії плазмових збуджень в карбонових та напівпровідникових нанотрубках.	2
Тема 18. Функції Гріна в теорії плазмових збуджень в карбонових та напівпровідникових нанотрубках з урахуванням поздовжньої надгратки.	2

## 7. Методи навчання

Лекції, самостійна робота.

## 8. Методи контролю

Екзамен.

## 9. Розподіл балів, які отримують студенти

### *Екзамен*

Підсумковий семестровий контроль (екзамен)	Сума
100	100

### Шкала оцінювання

Сума балів за всі види навчальної діяльності протягом семестру	Оцінка ECTS	Оцінка за національною шкалою
90 – 100	<b>A</b>	відмінно
80-89	<b>B</b>	добре
70-79	<b>C</b>	
60-69	<b>D</b>	
50-59	<b>E</b>	задовільно
1-49	<b>FX</b>	незадовільно

## 10. Методичне забезпечення

1. Робоча програма навчальної дисципліни.
2. Авторські навчальні посібники (див № 20,21,22 у п. 11 нижче)
3. Навчальні посібники, монографії, наукові статті.
4. Мультимедійні презентації лекцій.

## 11. Рекомендована література

1. Дирак П. Принципы квантовой механики.
2. Ландау Л.Д., Лифшиц Е.М. Квантовая механика.
3. Ландау Л.Д., Лифшиц Е.М. Статистическая физика, часть 1.
4. Лифшиц Е.М., Питаевский Л.П. Статистическая физика, часть 2.
5. Лифшиц Е.М., Питаевский Л.П. Физическая кинетика.
6. Абрикосов А.А., Горьков Л.П., Дзялошинский И.Е. Методы квантовой теории поля в статистической физике.
7. Маттук Р. Фейнмановские диаграммы в проблеме многих тел.
8. Реймс С. Теория многоэлектронных систем.
9. Киржниц Д.А. Полевые методы в теории многих частиц.
10. Барьяхтар В.Г., Криворучко В.Н., Яблонский Д.А. Функции Грина в теории магнетизма.
11. Мигдал А.Б. Теория конечных ферми-систем и свойства атомных ядер.
12. Каданов Л., Бейм Г. Квантовая статистическая механика.
13. Ульянов В.В. Методы квантовой кинетики.
14. Таулес Д. Квантовая механика систем многих частиц.
15. Хакен Х. Квантовополевая теория твердого тела.
16. Свідзинський А.В. Математичні методи теоретичної фізики.
17. Зубарев Д.Н., Морозов В.Г., Рёпке Г. Статистическая механика неравновесных процессов, т. 1, 2.
18. Єрмолаєв О.М. Функції Гріна в теорії твердого тіла.
19. Ж.-П. Блейзо, Ж. Рипка Квантовая теория конечных систем.
20. Ермолаев А.М., Рашба Г.И. Лекции по квантовой статистике и кинетике.
21. Єрмолаєв О.М., Рашба Г.І. Вступ до статистичної фізики та термодинаміки.
22. Єрмолаєв О.М. Функції Гріна в теорії твердого тіла.