

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

Фізика твердих тіл

напряму підготовки 6.040203 - фізика

спеціальний курс кафедри теоретичної фізики
імені академіка І.М.Ліфшиця
фізичного факультету

Кредитно-модульна система
організації навчального процесу

Розробник: **Єзерська Олена Володимирівна, канд. фіз-мат. наук, доцент**

Харків – 2012

1. Опис навчальної дисципліни

Найменування показників	Галузь знань, напрям підготовки, освітньо-кваліфікаційний рівень	Характеристика навчальної дисципліни
Кількість кредитів 1,5	Напрямок підготовки 6.040203 - фізика	денна форма навчання
Модулів немає		Цикл дисциплін професійної та практичної підготовки
Загальна кількість годин - 54		Рік підготовки: IV–й Семестр 7–й
		Лекції 36 год.
		Практичних занять немає
Тижневих годин для денної форми навчання: аудиторних – 2 самостійної роботи студента – 1	Освітньо-кваліфікаційний рівень: бакалавр	Самостійна робота 18 год.
		Вид контролю: залік

Примітка.

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

для денної форми навчання – 1:1

2. Мета та завдання навчальної дисципліни

Мета: сформувати уявлення студентів про теоретичні методи дослідження властивостей твердих тіл.

У результаті вивчення даного курсу студент повинен

знати: принципи і методи фізики твердого тіла.

вміти: застосовувати методи фізики твердого тіла для дослідження термодинамічних та кінетичних характеристик твердих тіл.

3. Програма навчальної дисципліни

Тема 1. Вступ. Кристалічний стан макроскопічної речовини. Адіабатичне наближення в теорії твердого тіла.

Тема 2. Геометрія кристалічної решітки. Трансляційна симетрія. Вектор трансляції. Елементарна комірка. Проста і складна решітка. Решітка Браве. Осередок Вігнера-Зейтца. Обернена решітка. Зони Бріллюена.

Тема 3. Власні функції та власні значення оператора трансляції. Поняття квазіімпульса. Хвильова функція електрона в періодичному полі. Теорема Блоха.

Тема 4. Циклічні граничні умови (граничні умови Борна-Кармана). Підрахунок числа станів. Густина станів. Рівень Фермі. Енергія Фермі.

Тема 5. Методи розрахунку енергетичного спектру електрона, що рухається в періодичному полі: модель вільних електронів; модель майже вільних електронів (теорія слабого зв'язку); модель сильно зв'язаних електронів; модель Кроніга-Пенні (рішення методом трансфер-матриці); метод ортогоналізованих плоских хвиль та метод псевдопотенціалу;

Тема 6. Типи твердих тіл. Зонна картина: метали, напівметали, напівпровідники, діелектрики.

Тема 7. Типи твердих тіл. Картина зв'язків. Енергія хімічного зв'язку. Молекулярні кристали. Ван-дер-ваальсових зв'язок. Потенціал Ленарда-Джонса. Іонні кристали. Іонний зв'язок. Ковалентні кристали. Ковалентний зв'язок на прикладі молекули водню. Обмінна взаємодія. Метали. Металева зв'язок. Водневий зв'язок.

Тема 8. Статистична механіка електронів провідності. Електронна теплоємність.

Тема 9. Статичні магнітні властивості електронного газу: парамагнетизм Паулі; діаманетизм Ландау;

Тема 10. Класична механіка частинки з довільним законом дисперсії. Рух в постійному електричному полі та в постійному магнітному полі зарядженої частинки з періодичним законом дисперсії.

Тема 11. Квазікласичне квантування рівнів енергії електрона з довільним законом дисперсії в магнітному полі.

Тема 12. Ефект де Гааза-ван-Альфена: кількісний та якісний розгляд для тривимірного металу простий висновок для двовимірного металу

Тема 13. Магнітний пробій.

Тема 14. Квантова механіка частинки з довільним законом дисперсії.

Тема 15. Класична теорія електропровідності Друде-Лоренца. Висновок закону Ома і закону Відемана-Франца. Труднощі класичної теорії.

Тема 16. Кінетичне рівняння Больцмана. Питома електропровідність. Закон Ома. Теплопровідність. Закон Відемана-Франца.

Тема 17. Гальваномагнітні явища. Ефект Холла.

Тема 18.. Нормальний скін-ефект та аномальний скін-ефект.

Тема 19. Циклотронний резонанс.

Тема 20. Ефект Яна-Теллера.

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
7 семестр						
Тема 1	1,5	1				0,5
Тема 2	1,5	1				0,5
Тема 3	2	1				1
Тема 4	2	1				1

1	2	3	4	5	6	7
Тема 5	3	2				1
Тема 6	3	2				1
Тема 7	3	2				1
Тема 8	3	2				1
Тема 9	3	2				1
Тема 10	3	2				1
Тема 11	3	2				1
Тема 12	4	3				1
Тема 13	3	2				1
Тема 14	3	2				1
Тема 15	3	2				1
Тема 16	3	2				1
Тема 17	3	2				1
Тема 18	3	2				1
Тема 19	2,5	2				0,5
Тема 20	1,5	1				0,5
Усього годин	54	36				18
Залік						

5. Теми практичних занять

Практичні заняття учбовим планом не передбачені.

6. Самостійна робота

Назва теми	Кількість годин
1	2
Тема 1. Кристали в природі. Обґрунтування та межі застосування адіабатичного наближення в теорії твердого тіла.	0,5
Тема 2. Основні визначення в геометрії кристалічних решіток. Класи та типи двовимірних та тривимірних решіток Браве.	0,5
Тема 3. Властивості унітарних операторів. Власні функції та власні значення оператора трансляції. Поняття квазіімпульса та квазіхвильового вектора. Одноелектронне наближення та хвильова функція електрона в періодичному полі. Доведення теореми Блоха.	1
Тема 4. Знаходження спектру можливих значень квазіхвильового вектора для випадку періодичних (циклічних) граничних умов. Підрахунок числа станів. Густина станів. Рівень Фермі та енергія Фермі. Підрахунок енергії Фермі для квадратичного закону дисперсії електронів.	1
Тема 5. Деякі методи розрахунку енергетичного спектру електрона, що рухається в періодичному полі: модель вільних електронів; модель майже вільних електронів (теорія збурень); модель сильно зв'язаних електронів (метод функцій Ваньє); модель Кроніга-Пенні (рішення методом трансфер-матриці); метод ортогоналізованих плоских хвиль (варіційний принцип), метод псевдо потенціалу.	1
Тема 6. Класифікація твердих тіл за зонною картиною. Особливий випадок одновимірних кристалів - обов'язкове існування заборонених зон. Можливість перекриття дозволених зон у двовимірних та тривимірних кристалах.	1
Тема 7. Поняття енергії хімічного зв'язку. Класифікація твердих тіл за типом зв'язків.	1

1	2
Тема 8. Ідеальний фермі газ електронів в металі. Підрахунок електронної теплоємності у газовому наближенні.	1
Тема 9. Підрахунок магнітної сприйнятливості електронного газу. Знаходження спектру вільного електрону в постійному магнітному полі (рівні Ландау)Парамагнітний (парамагнетизм Паулі) та діамагнітний (діамагнетизм Ландау) вклади в магнітну сприйнятливість.	1
Тема 10. Особливості руху в постійному електричному полі та в постійному магнітному полі зарядженої частинки з довільним періодичним законом дисперсії.	1
Тема 11. Квазікласичне квантування рівнів енергії електрона з довільним законом дисперсії в магнітному полі.	1
Тема 12. Ефект де Гааза-ван-Альфена: якісний аналіз для тривимірного металу. кількісний розгляд для двовимірного металу.	1
Тема 13. Міжзонний та внутризонний магнітний пробій. Знаходження ширини забороненої зони для між зонного пробою.	1
Тема 14. Квантова механіка частинки з довільним законом дисперсії.	1
Тема 15. Кінетичні явища. Побудова класичної теорії електропровідності Друде-Лоренца. Час релаксації електронів. Закон Ома і закон Відемана-Франца. Труднощі класичної теорії та обґрунтування необхідності квантового підходу.	1
Тема 16. Одночастинкова функція розподілу. Кінетичне рівняння Больцмана. Інтеграл зіткнень. Підрахунок питомої електропровідності, за допомогою кінетичного рівняння (закон Ома). Підрахунок коефіцієнту теплопровідності. Закон Відемана-Франца.	1
Тема 17. Ефект Холла.	1
Тема 18.Скін-ефект. Формули для нормального та аномального скін-ефектів.	1
Тема 19. Циклотронний резонанс. Якісний розгляд.	0,5
Тема 20. Виродження орбітальні стани. Теорема Яна-Теллера про зняття орбітального виродження кристалічним полем. Динамічний та статичний ефекти Яна-Теллера.	0,5

7. Методи навчання

Лекції, самостійна робота.

8. Методи контролю

Залік.

9. Розподіл балів, які отримують студенти

Залік

Підсумковий семестровий контроль (залік)	Сума
100	100

Шкала оцінювання

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

10. Методичне забезпечення

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

11. Рекомендована література

Базова

1. Абрикосов А.А. Введение в теорию нормальных металлов (1972)
2. Абрикосов А.А. Основы теории металлов (1987)
3. Займан Дж. Принципы теории твердого тела (1974)
4. Киттель Ч. Введение в физику твердого тела (1978)
5. Киттель Ч. Квантовая теория твердых тел (1967)
6. Лифшиц И.М., Азбель М.Я., Каганов М.И. Электронная теория металлов (1971)
7. Лифшиц Е.М., Питаевский Л.П. Статистическая физика ч. 2. т. IX
8. Давыдов А.С. Теория твердого тела (1976)

Допоміжна

1. Ашкрофт Н., Мермин Н. Физика твердого тела. В 2-х томах (1979).
2. Вонсовский С.В., Кацнельсон М.И. Квантовая физика твердого тела (1983).
3. Слэтер Дж. Диэлектрики. Полупроводники. Металлы. (1969)
4. Задачи по физике твердого тела. // Под ред. Г.Дж.Голдсмида (1976).
5. Каганов М.И., Слуцкий А.А. Магнитный пробой. Физика: подписная научная серия. № 9 (1985).
6. Кугель К.И., Хомский Д.И. Эффект Яна-Теллера и магнетизм: соединения переходных металлов. – Успехи физических наук. – Т. 136, вып. 4. – С. 621-664.