

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

**Теорія кристалічної решітки**

(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:

**Богдан Михайло Михайлович, доктор фіз.-мат. наук, с. н. с.**

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 ” \_\_\_\_\_ серпня \_\_\_\_\_ 2016 року № 6

Голова методичної комісії \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_ Макаровський М.О.

(підпис)

(прізвище та ініціали)

## ВСТУП

Програма навчальної дисципліни “**Теорія кристалічної решітки**” складена відповідно до освітньо-професійної (освітньо-наукової) програми підготовки другого рівню вищої освіти – магістр  
напряму підготовки 6.040203 – фізика  
спеціальності

### 1. Опис навчальної дисципліни

1.1. Мета та завдання навчальної дисципліни  
є формування уявлень студентів про квантові явища в кристалічних ґратках та особливості динаміки неідеальних кристалів з дефектами.

1.2. Основними завданнями вивчення дисципліни «Теорія кристалів» є навчити студентів

- основам квантової механіки кристалічної решітки
- квазічастинковому підходу для опису в термінах фононів квантовомеханічних властивостей і термодинаміки кристалів,
- розрахунку процесів непружного розсіювання нейтронів кристалами та відновлення законів дисперсії їхніх коливань,
- досліджувати процеси локалізації коливань у кристалах з дефектами і розрахувати частоти таких коливань,
- користуючись навчальною та довідковою літературою, обирати адекватні методи розв’язку задач квантової механіки кристалів та теорії дефектів в кристалах.

1.3. Кількість кредитів 2.

1.4. Загальна кількість годин 72.

1.5. Характеристика навчальної дисципліни
За вибором
Денна форма навчання
Рік підготовки
3-й
Семестр
6-й
Лекції
28 год.
Практичні, семінарські заняття
Не передбачені навчальним планом
Лабораторні заняття
Не передбачені навчальним планом
Самостійна робота
44 год.
Індивідуальні завдання
Не передбачені навчальним планом

### 1.6. Заплановані результати навчання

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

**знати:** методи дослідження квантових моделей кристалів та основні підходи в теорії дефектів

**вміти:** досліджувати квантовомеханічні ефекти в кристалічних ґратках та спектри локальних мод у неідеальних кристалах.

## 2. тематичний план навчальної дисципліни

### Розділ 1. Квантова механіка кристалла

Тема 1. Квантування малих коливань кристала.

Тема 2. Представлення чисел заповнення.

Тема 3. Основний стан кристала. Фонони.

Тема 4. Квантові кристали.

Тема 5. Ангармонізм коливань кристала і взаємодія фононів.

Тема 6. Ефективний гамільтоніан взаємодії фононів і процеси розпаду.

Тема 7. Квантово-механічне визначення функцій Гріна.

Тема 8. Парний корелятор зсувів.

Тема 9. Середній квадрат зміщення атома.

Тема 10. Непружна дифракція на кристалі.

Тема 11. Відновлення закону дисперсії коливань.

Тема 12. Квазікласичне квантування самолокалізованих коливань в ангармонічному ланцюжку атомів.

Тема 13. Зв'язаний стан фононів в ангармонічному ланцюжку атомів.

### Розділ 2. Дефекти кристалічної решітки

Тема 14. Моделі точкових дефектів кристалічної решітки.

Тема 15. Локалізація коливань поблизу ізольованого ізотоп-дефекту.

Тема 16. Функція Гріна для кристала з точковими дефектами.

Тема 17. Локальні коливання при наявності двомірного (плоского) дефекту.

Тема 18. Дислокації і дисклінації.

## 3. 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
<b>8 семестр</b>						
<b>Розділ 1. Квантова механіка кристалла</b>						
Тема 1	5	2				3
Тема 2	5	2				3
Тема 3	3	1				2
Тема 4	3	1				2
Тема 5	3	1				2
Тема 6	4	2				2
Тема 7	3	1				2
Тема 8	3	1				2

Тема 9	3	1			2
Тема 10	4	2			2
Тема 11	4	2			2
Тема 12	4	2			2
Тема 13	4	2			2
Разом за розділом	48	20			28
<b>Розділ 2. Дефекти кристалічної решітки</b>					
Тема 14	5	1			4
Тема 15	4	1			3
Тема 16	5	2			3
Тема 17	5	2			3
Тема 18	5	2			3
Разом за розділом	24	8			16
<b>Усього годин</b>	<b>72</b>	<b>28</b>			<b>44</b>

### 5. Теми семінарських (практичних, лабораторних) занять

Практичні заняття учбовим планом не передбачені.

### 6. Самостійна робота

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Квантова механіка кристалів.	3
2	Квантування коливань кристала.	3
3	Представлення чисел заповнення.	2
4	Фонони.	2
5	Оператори знищення і породження фононів.	2
6	Квантово-механічне визначення функції Гріна.	2
7	Процеси розсіювання фононів.	2
8	Взаємодія фононів.	2
9	Ефективний гамільтоніан взаємодії фононів.	2
10	Квантові кристали та рідини.	2
11	Квазікласичне квантування самолокалізованих коливань у ангармонічному ланцюжку атомів.	2
12	Зв'язаний стан фононів у ангармонічному ланцюжку атомів.	2
13.	Моделі точкових дефектів кристалічної решітки.	2
14	Локалізація коливань поблизу ізольованого ізотоп-дефекту.	4
15	Поле зміщень поблизу ізотоп-дефекту.	3
16	Функція Гріна для кристалу с точковими дефектами.	3
17	Локальні коливання при наявності двовимірного дефекту.	3
18	Дислокації і дисклінації.	3
	<b>Разом</b>	<b>44</b>

### 6. Індивідуальні завдання

Навчальним планом не передбачені.

## 7. Методи контролю

Поточне опитування, контрольна робота за основними розділами, перевірка домашніх завдань, екзамен.

## 8. Схема нарахування балів

Поточний контроль, самостійна робота, індивідуальні завдання					Екзамен	Сума
Розділ 1	Розділ 2	Контрольна робота, передбачена навчальним планом	Індивідуальне завдання	Разом		
T1-T13	T13-T18					
20	20	20	-	60	40	100

1. T1, T2, ..., T17 – теми розділів.

## 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

2.

## 9. Рекомендована література

### Основна література

1. Косевич А.М. Теория кристаллической решетки (1988); Основы механики кристаллической решетки (1972)
2. Займан Дж. Принципы теории твердого тела
3. Давыдов А.С. Теория твердого тела
4. Киттель Ч. Введение в физику твердого тела.
5. Лифшиц Е.М., Питаевский Л.П. Статистическая физика ч. 2. т. IX
6. Киттель Ч. Квантовая теория твердых тел (1967) и Введение в физику твердого тела (1978)
7. Ашкрофт Н., Мермин Н. Физика твердого тела. В 2-х томах (1979)

### Допоміжна література

1. Косевич А.М. Введение в нелинейную физическую механику / А.М.Косевич, А.С. Ковалев – Киев: Наукова думка, 1989. – 300 с.
2. Захаров В.Е. Теория солитонов (метод обратной задачи) / В.Е. Захаров, С.В.Манаков, С.П.Новиков, Л.П. Питаевский – Москва: Наука, 1980. – 319 с.

3. Абловиц М. Солитоны и метод обратной задачи / М. Абловиц, Х.Сигур; [пер. с англ. А.В. Михайлова, под ред. В.Е.Захарова] – Москва: Мир, 1987. – 479 с.

**10. Посилання на інформаційні ресурси в Інтернеті, відео-лекції, інше методичне забезпечення**

**Сайт кафедри теоретичної фізики:**

[http://kaf-theor-phys.univer.kharkov.ua/ukrainian/for%20students\\_study\\_ukr.html](http://kaf-theor-phys.univer.kharkov.ua/ukrainian/for%20students_study_ukr.html)

[http://kaf-theor-phys.univer.kharkov.ua/ukrainian/for%20students\\_ref\\_ukr.html](http://kaf-theor-phys.univer.kharkov.ua/ukrainian/for%20students_ref_ukr.html)

З освітніх матеріалів МФТІ:

<http://lectoriy.mipt.ru/course/viewall/>