Міністерство освіти і науки України

Харківський національний університет імені В.Н. Каразіна

Кафедра фізичної оптики

“**ЗАТВЕРДЖУЮ**”

Проректор з науково-педагогічної роботи

_____ А. В. Пантелеймонов

“_____”_____20__ р.

Робоча програма навчальної дисципліни

Кристалооптика

Рівень вищої освіти	**перший (бакалаврський)**
Галузь знань	**10 – природничі науки**
Спеціальність	**104 – фізика та астрономія**
Освітня програма	**фізика**
Спеціалізація	**фізика**
Вид дисципліни	**за вибором**
Факультет	**фізичний**

2018 / 2019 навчальний рік

Програму рекомендовано до затвердження вченою радою фізичного факультету 21.06.2018 року, протокол №7.

РОЗРОБНИКИ ПРОГРАМИ:

Лимар Валентин Іванович, старший викладач каф. фізичної оптики
Маковецький Євген Дмитрович, канд. фіз.-мат. наук, доцент каф. фізичної оптики

Програму схвалено на засіданні кафедри фізичної оптики від 18.06.2018 року, протокол №7.

В. о. завідувача кафедри фізичної оптики

_____ Галунов М. З.

Програму погоджено методичною комісією фізичного факультету 19.06.2018 року, протокол №6.

Голова методичної комісії

_____ Макаровський М. О.

ВСТУП

Програма навчальної дисципліни “Кристалооптика” складена відповідно до освітньо-наукової програми підготовки освітньо-кваліфікаційного рівня «бакалавр» спеціальності «104 – фізика та астрономія», спеціалізації «фізика».

1. Опис навчальної дисципліни

1.1. Мета викладання навчальної дисципліни – оволодіти основоположними уявленнями про оптичні властивості анізотропних середовищ, про експериментальні дослідження кристалооптичних ефектів та про їх фізичну природу.
1.2. Основні завдання вивчення дисципліни – вивчити матеріал щодо кристалоптичних ефектів в рамках робочої програми даного курсу та додаткового матеріалу, який рекомендовано вивчити самостійно.

1.3. Кількість кредитів – 3.

1.4. Загальна кількість годин – 90.

1.5. Характеристика навчальної дисципліни	
~~Нормативна~~ / за вибором	
Денна форма навчання	Заочна (дистанційна) форма навчання
Рік підготовки	
4-й	
Семестр	
7-й	
Лекції	
32 год.	
Практичні, семінарські заняття	
16 год.	
Лабораторні заняття	
не передбачено навчальним планом	
Самостійна робота	
42 год.	
Індивідуальні завдання	
курсова робота	

1.6. Заплановані результати навчання

У результаті вивчення даного курсу студент повинен
знати: основні положення теорії кристалооптичних ефектів, головні відомі експериментальні результати їх досліджень .
вміти: застосовувати здобуті знання для одержання, аналізу та пояснення експериментальних даних при дослідженнях кристалооптичних ефектів.

2. Тематичний план навчальної дисципліни

Розділ 1. Оптичні властивості анізотропних середовищ

Тема 1. Розв'язання рівнянь Максвела для електромагнітного поля у вакуумі, їх фізичний зміст. Узагальнення рівнянь Максвела для електромагнітного поля у речовині. Електрична і магнітна поляризація речовини, заряди і струми. Матеріальні рівняння.

Тема 2. Анізотропні середовища. Тензори діелектричної сприйнятливості та проникності (локальний відгук). Нелокальний відгук середовища. Функція відгуку.

Тема 3. Перетворення Фур'є для полів та функцій відгуку. Поняття про часову і просторову дисперсії. Співвідношення Крамерса-Кроніга.

Тема 4. Модель анізотропного гармонічного осцилятора. Властивість симетрії тензорів діелектричної сприйнятливості та проникності.

Тема 5. Закон збереження для енергії електромагнітного поля в речовині. Об'ємна густина енергії поля. Вектор Пойнтінга для густини потоку енергії поля.

Тема 6. Врахування комплексної форми зображення поля. Дійсність компонент тензорів сприйнятливості та проникності, як умова відсутності втрат енергії поля. Головні діелектричні осі.

Тема 7. Плоска хвиля в прозорому анізотропному середовищі: хвильове рівняння. Рівняння поверхні хвильових векторів, її загальна характеристика. Рівняння хвильових нормалей Френеля.

Тема 8. Оптичні осі. Структура плоскої хвилі в кристалі. Променева нормаль. Хвильове рівняння відносно вектора електричного зміщення. Рівняння променевих нормалей Френеля.

Тема 9. Енергетичний показник заломлення. Фазова швидкість, групова швидкість, швидкість переносу енергії в кристалі.

Розділ 2. Вплив структури кристалів на їх оптичні властивості

Тема 1. Оптична індикатриса. Тензор діелектричної непроникності. Вектор електричного зміщення, як власний вектор тензора поперечної непроникності. Поляризація оптичних мод у кристалі, їх показники заломлення.

Тема 2. Одно- та двоосні кристалі. Додатні та від'ємні одноосні кристалі. Звичайна та незвичайна хвилі в одноосних кристалах.

Тема 3. Оптичні хвилі у двоосних кристалах. Конічна рефракція.

Тема 4. Трансляційна та поворотна симетрія, як основні типи симетрії кристалічної ґратки. Ґратки Браве та кристалічні сингонії. Зв'язок оптичної симетрії з симетрією ґратки: принцип Неймана.

Розділ 3. Кристалооптичні ефекти та прилади

Тема 1. Отримання та аналіз поляризованого світла. Призми Ніколя, Волластона, Глана–Тейлора. Компенсатори Бабіне та Берека. Чвертьхвильова та напівхвильова пластинки. Інтерференція поляризованого світла.

Тема 2. Наведена анізотропія: електрооптичні ефекти Покельса та Керра. Фотопружність.

Тема 3. Природна оптична активність, як прояв просторової депресії середовища. Вектор гірації і тензор оптичної гіротропії. Ефект Фарадея.

3. 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. *Оптичні властивості анізотропних середовищ*												
Тема 1	4	2				2						
Тема 2	4	2				2						
Тема 3	4	2				2						
Тема 4	4	2				2						
Тема 5	4	2				2						
Тема 6	5	2				3						
Тема 7	7	2	2			3						
Тема 8	7	2	2			3						
Тема 9	4	2				2						
Разом за розділом 1	43	18	4			21						
Розділ 2. *Вплив структури кристалів на їх оптичні властивості*												
Тема 1	7	2	2			3						
Тема 2	7	2	2			3						
Тема 3	7	2	2			3						
Тема 4	7	2	2			3						
Разом за розділом 2	28	8	8			12						
Розділ 3. *Кристалооптичні ефекти та прилади*												
Тема 1	7	2	2			3						
Тема 2	7	2	2			3						
Тема 3	5	2				3						
Разом за розділом 3	19	6	4			9						
Усього годин	90	32	16			42						

4. Теми семінарських (практичних, лабораторних) занять

№ з/п	Теми	Кільк. годин
1	Побудова та аналіз поверхні хвильових нормалей Френеля у прозорому анізотропному середовищі	2
2	Побудова та аналіз поверхні променевих нормалей Френеля у прозорому анізотропному середовищі	2
3	Обчислення заломлення променів з використанням тензора діелектричної проникливості	2
4	Індикатриса нормалей та обчислення напрямів розповсюдження звичайної та незвичайної хвилі в одноосному кристалі	2
5	Індикатриса нормалей та обчислення напрямів розповсюдження звичайної та незвичайної хвилі у двохосному кристалі	2
6	Визначення кількості оптичних осей за групою симетрії кристала	2
7	Визначення поляризації світла з використанням чвертьхвильової та напівхвильової пластинок	2
8	Обчислення значень показників заломлення кристалів при електрооптичних ефектах Покельса та Керра	2
	Разом	16

5. Завдання для самостійної роботи

№ з/п	Види, зміст самостійної роботи	Кількість годин
1	Ознайомитись із математичним апаратом класичних електродинамічних обчислень розповсюдження світла в анізотропних середовищах	6
2	Ознайомитись із моделлю анізотропного гармонічного осцилятора та обчисленням потоку	7
3	Ознайомитись із обчисленням променевих та енергетичних характеристик розповсюдження хвиль в анізопропному середовищі	8
4	Ознайомитись із обчисленням та побудуванням оптичних індикатрис в одноосних та двохосних кристалах, із зв'язком симетрії ґратки та форми індикатрис	12
5	Ознайомитись з схемами та принципами роботи оптичних приладів, які використовують інтерференцію поляризованого світла, наведену анізотропію та оптичну активність	9
	Разом	42

6. Індивідуальні завдання

№ з/п	Теми курсових робіт
1	Побудова поверхні хвильових нормалей Френеля у прозорому анізотропному середовищі
2	Побудова поверхні променевих нормалей Френеля у прозорому анізотропному середовищі
3	Обчислення значень показників заломлення звичайного та незвичайного променів у додатному одноосному кристалі
4	Обчислення значень показників заломлення звичайного та незвичайного променів у від'ємному одноосному кристалі
5	Обчислення значень показників заломлення звичайного та незвичайного променів у двохосному кристалі
6	Зв'язок оптичної симетрії та симетрії кристалічної ґратки
7	Призма Ніколя
8	Призми Воластона
9	Призми Глана–Тейлора
10	Принцип дії та конструкція кристалооптичних компенсаторів
11	Методика визначення поляризації світла з використанням пластинок з двопроменезаломленням
12	Обчислення значень показників заломлення кристалів при лінійному електрооптичному ефекті
13	Обчислення значень показників заломлення кристалів при квадратичному електрооптичному ефекті
14	Ефект Фарадея

7. Методи контролю

1. Контрольна робота на протязі семестру.
2. Курсова робота.
2. Екзамен.

8. Схема нарахування балів

Поточний контроль, самостійна робота, індивідуальні завдання					Екзамен	Сума
Розділ 1	Розділ 2	Контрольна робота	Курсова робота	Разом		
		10	10	20	80	100

Шкала оцінювання

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

9. Рекомендована література

Основна література

1. Ярив А., Юх П. Оптические волны в кристаллах. М.: Мир, 1987, 616 с.
2. Борн М., Вольф Э. Основы оптики. М.: Наука, 1973, 719 с.
3. Ландау Л.Д., Лифшиц Е.М. Электродинамика сплошных сред М.: Наука, 1982 г. 621 с.
4. Современная кристаллография, Т.4, под ред. Шувалова Л. А. М.: наука, 1981, 495 с.
5. Ахманов С. А., Никитин С. Ю. Физическая оптика М.:МГУ, 1998, 655 с.
6. Бутиков Е. И. Оптика М.: Высшая школа, 1986, 512 с.

Допоміжна література

1. Сивухин Д. В. Общий курс физики. Оптика. М.: Наука, 1985, 752 с.
2. Виноградова М. Б., Руденко О. В., Сухоруков А. П. Теория волн М.: Наука, 1990 г. , 432 с.