

Міністерство освіти і науки України
Харківський національний університет імені В.Н. Каразіна
Кафедра фізики кристалів

“ЗАТВЕРДЖУЮ”
Проректор
з науково-педагогічної роботи

“ _____ ” _____ 2020 р.

Робоча програма навчальної дисципліни

Спецкурс “Методи дослідження структури кристалів і рідкі кристали”

(шифр і назва навчальної дисципліни)

рівень вищої освіти другий (магістр)
галузь знань 10 – природничі науки
(шифр і назва)
спеціальність 104 – фізика та астрономія
(шифр і назва)
освітня програма освітньо-наукова - фізика
(шифр і назва)
спеціалізація _____
(шифр і назва)
вид дисципліни за вибором
(обов'язкова / за вибором)
факультет фізичний

2020/2021 навчальний рік

Програму рекомендовано до затвердження Вченою радою фізичного факультету
“21” червня 2020 року, протокол № 6

Розробники програми:

Мацокін Дмитро Вадимович, канд. фіз.-мат. наук, доцент кафедри фізики кристалів

Самойлов Олександр Миколайович, асистент кафедри фізики кристалів

Програму схвалено на засіданні кафедри фізики кристалів

Протокол № 7 від “20” червня 2020 р.

Завідувач кафедрою кафедри фізики кристалів

_____ (Гриньов Б.В.)
(підпис) (прізвище та ініціали)

Програму погоджено методичною комісією фізичного факультету

Протокол № 6 від. “20” червня 2020 р.

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

Вступ

Програма спецпрактикуму “Методи дослідження структури кристалів” складена відповідно до освітньо-професійної (освітньо-наукової) програми підготовки магістра

спеціальності 104 – фізика та астрономія

Предметом вивчення навчальної дисципліни є структура моно- та полікристалічних твердих тіл; також механічні, діелектричні, теплові та оптичні властивості рідких кристалів.

1. Опис навчальної дисципліни

Метою викладання навчальної дисципліни є: ознайомлення студентів з основними ідеями, та експериментальними методами рентгеноструктурного аналізу кристалічних твердих тіл, формування практичних навичок роботи зі стандартними дифракційними картинами.

Основними завданнями вивчення дисципліни є: формування у студентів уявлень про сучасні методи рентгеноструктурного аналізу, здобуття практичних навичок роботи на сучасному аналітичному обладнанні, оволодіти експериментальними методами дослідження структури кристалічних матеріалів.

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

знати: фізику рентгенівських променів, методи їх отримання та детектування, основи кінематичної теорії розсіювання рентгенівських променів кристалічною решіткою, теорію експериментальних методів рентгеноструктурного аналізу кристалів.

вміти: застосовувати отримані знання при визначенні структури кристалів, їх фазового складу та структурних змін під впливом зовнішніх чинників; отримувати рентгенограми від моно- та полікристалів при різній геометрії з'йомки; працювати із рентгенівським дифрактометром.

Кількість кредитів – 6.

Загальна кількість годин – 180.

Характеристика навчальної дисципліни	
Денна форма навчання	Заочна (дистанційна) форма навчання
Рік підготовки	
6-й	-й
Семестр	
11-й	-й
Лекції	
24 год.	год.
Практичні, семінарські заняття	
год.	год.
Лабораторні заняття	
72 год.	год.
Самостійна робота	
84 год.	год.
Індивідуальні завдання	
курсова робота	

Форма контролю – екзамен.

2. Тематичний план навчальної дисципліни

Розділ 1. Загальні відомості про рідкі кристали.

Тема 1. Молекулярні кристали, форма молекул та їх властивості.

Тема 2. Міжмолекулярна взаємодія.

Тема 3. Рідкокристалічний стан речовини.

Тема 4. Молекулярна структура рідких кристалів.

Тема 5. Параметри орієнтаційного порядку.

Розділ 2. Фізичні властивості рідких кристалів.

Тема 6. Пружні властивості рідких кристалів: тензор пружності, пружність нематиків та холестериків, варіаційна проблема і обертальний момент.

Тема 7. В'язкість та поверхневий натяг рідких кристалів.

Тема 8. Теплові властивості рідких кристалів.

Тема 9. Діелектричні властивості.

Тема 10. Електропровідність та магнітні властивості рідких кристалів.

Тема 11. Оптичні властивості рідких кристалів.

Тема 12. Орієнтаційні електрооптичні ефекти в нематиках: електрооптичні ефекти в рідких кристалах, перехід Фредерікса, подвійне променезаломлення, твіст-ефект, флексоелектричний ефект.

Тема 13. Електрогідродинамічні ефекти в нематиках: аномальне орієнтування нематиків електричним полем, домени Капустіна-Вільямса, Ефект динамічного розсіювання світла.

Тема 14. Холестеричні рідкі кристали: Спіральна закрученість холестеричних рідких кристалів, Крок холестеричної спіралі, Оптичні властивості холестериків, Електрооптика холестериків, Блакитна фаза.

Тема 15. Сметичні рідкі кристали: Загальна характеристика сметичних рідких кристалів, Класифікація сметичних мезофаз, Властивості сметиків, Сметичні сегнетоелектрики,

Розділ 3. Дослідження структури монокристалів.

Тема 16. Метод Лауе.

Тема 17. Визначення орієнтації монокристала за допомогою епіграм.

Тема 18. Метод обертання.

Тема 19. Рентгенотопографічні методи дослідження структури монокристалів.

Тема 20. Метод Шульца.

Тема 21. Метод Фудживара.

Розділ 4. Дослідження структури полікристалів.

Тема 22. Метод Дебая-Шеррера.

Тема 23. Дослідження полікристалів за допомогою рентгенівського дифрактометра.

Тема 24. Визначення лінійного коефіцієнта розширення полікристалів.

Тема 25. Визначення концентраційної залежності коефіцієнта дифузії за методом Матано.

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	ср		л	п	лаб	інд	ср
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Розділ 1. Загальні відомості про рідкі кристали.												
Тема 1	1	1										

Тема 2	2	2										
Тема 3	2	2										
Тема 4	2	2										
Тема 5	2	2										
Разом за розділом 1	9	9										
Розділ 2. Фізичні властивості рідких кристалів.												
Тема 6	2	2										
Тема 7	2	2										
Тема 8	1	1										
Тема 9	2	2										
Тема 10	1	1										
Тема 11	9	1				8						
Тема 12	13	1				12						
Тема 13	8	2			6	6						
Тема 14	9	1				8						
Тема 15	6	2				4						
Разом за розділом 2	53	15				38						
Розділ 3. Дослідження структури монокристалів.												
Тема 16.	14			8		6						
Тема 17	12			10		2						
Тема 18	16			12		4						
Тема 19	8			6		2						
Тема 20	12			10		2						
Тема 21	10			6		4						
Разом за розділом 3	72			52		20						
Розділ 4. Дослідження структури полікристалів												
Тема 22	12			4		8						
Тема 23	12			6		6						
Тема 24	10			6		4						
Тема 25	12			4		8						
Разом за розділом 4	46			20		26						
Усього годин 180	24		72		84							

5. Завдання для самостійної роботи

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Ліотропні рідкі кристали, основні властивості.	8
2	Двокомпонентних ліотропних рідких кристалів.	8
3	Ліотропні рідкі кристали як електрооптичні матеріали.	6
4	Властивості полімерних рідких кристалів.	8
5	Принципи організації рідкокристалічного мезоморфізму у полімерах.	4
6	Надмолекулярна впорядкованість полімерних рідких кристалів.	4
7	Флексоелектрична поляризація та зворотній флексоелектричний ефект.	6
8	Кольорова термографія у медичній діагностиці.	2
9	Кристаліграфічні проєкції.	6
10	Поправки на поглинання променів.	4
11	Індиціювання рентгенограм у випадках відомої та невідомої ґратки.	2
12	Аналіз профілю рентгенівської лінії. Методи визначення ширини лінії.	8
13	Динамічна теорія Дарвіна	6
14	Методи кількісного фазового аналізу	4
15	Рентгенографічне визначення напружень	8
	Разом	84

7. Методи контролю

Письмові відповіді на запитання залікового завдання

Приклади завдань:

Завдання 1.

1. Мезофаза.
2. Домени Капустина-Вільямса.
3. Практичне застосування холестеричних рідких кристалів.

Завдання 2.

1. Орієнтування рідких кристалів
2. Спиральне закручування холестериків.
3. Текстури нематичних рідких кристалів

Завдання 3.

1. Типи деформації в нематіку.
2. Електрооптичний перехід Фредерикса.
3. Сметичні рідкі кристали.

Завдання 4.

1. Подвійне лучезаломлення в рідких кристалах.
2. Твіст-ефект.
3. Практичне застосування нематичних рідких кристалів.

8. Схема нарахування балів

Поточний контроль та самостійна робота				Підсумковий контроль (залік)	Сума
Розділ 1	Розділ 2	Розділ 3	Розділ 4		
20	20	20	20	20	100

Шкала оцінювання

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

Рекомендована література

Базова

1. Блинов Л.М. Жидкие кристаллы: Структура и свойства. М.: Книжный дом. «ЛИБРОКОМ», 2013. 480 с.
2. де Жен П.-Ж. Физика жидких кристаллов. М.: Мир, 1977. 400 с.
3. Пикин С.А., Блинов Л.М. Жидкие кристаллы. М.: Наука, 1982. 208 с.
4. Гриценко М.І. Фізика рідких кристалів. М.: Академія, 2012. 272 с.
5. Чандрасекар С. Жидкие кристаллы. М.: Мир, 1980. 344 с.
6. Анисимов М. А. Критические явления в жидкостях и жидких кристаллах. М.: Наука, 1987. 272 с.
7. Клеман М., Лаврентович О. Д. Основы физики частично упорядоченных сред. М.: ФИЗМАТЛИТ, 2007. 680 с.

8. Лисецкий Л.Н. Жидкие кристаллы как сенсорные и биоэквивалентные материалы. М.: ИСМА, 2009. 243 с.
9. Русаков А.А. Рентгенография металлов. М.: Атомиздат, 1972.
10. Пинес Б.Я. Лекции по структурному анализу. Харьков, ХГУ, 1967.
11. Гинье А. Рентгенография кристаллов., М.: Металлургия, 1961.
12. Уманский Я.С. Рентгенография металлов. М.: Металлургия, 1967.
13. Блохин А.И. Физика рентгеновских лучей. М. ФМЛ, 1953.
14. Лонсдейл К Кристаллы и рентгеновские лучи. М.: ФМЛ, 1959.
15. Тейлор А Рентгеновская кристаллография. М.: Металлургия, 1965.
16. Уманский Я.С. Рентгенография металлов и полупроводников. М.: Металлургия, 1969.
17. H.Lipson, H.Steeple. Interpretation of X-ray powder diffraction patterns. McMillan-London, St.Martin's press-N.Y. 1970. 479p.
18. С.С.Горелик и др. Рентгенографический и электронно-оптический анализ. М., МИСИС, 1994. 328с.

Допоміжна

1. Беляков В.А. Оптика холестерических жидких кристаллов. М.: Наука, 1981, 360 с.
2. Сонин А.С. Введение в физику жидких кристаллов. М.: Наука, 183, 320 с.
3. Чандрасекхар С. Жидкие кристаллы. М.: Мир, 1980, 344 с.
4. Миркин Л.И. Справочник по рентгеноструктурному анализу поликристаллов. М. Физматгиз.- 1961. 863 с.
5. Современная кристаллография. Т. 1. М.: Наука, 1978.