

Державний вищий навчальний заклад
«Прикарпатський національний університет імені Василя Стефаника»



«ЗАТВЕРДЖУЮ»
проректор з навчальної роботи
С.В. Шарин
« » 2021 р.



РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Симетрія і теорія груп

Освітньо-наукова програма 104 «Фізика та астрономія»

Освітній рівень третій (освітньо-науковий)

Спеціальність 104 «Фізика та астрономія»

Галузь знань 10 «Природничі науки»

Робоча програма «Симетрія і теорія груп»
для аспірантів спеціальності Фізика та астрономія.

Розробник:

Салій Я.П. – професор кафедри фізики і хімії твердого тіла

Робочу програму схвалено на засіданні фізики і хімії твердого тіла

Протокол від 22 червня 2020 року № 11

Завідувач кафедри управління

Фізики і хімії твердого тіла _____ Прокопів В.В.

(підпис)

1. Опис навчальної дисципліни

Найменування показників	Галузь знань, напрям підготовки, освітньо-кваліфікаційний рівень	Характеристика навчальної дисципліни	
		денна форма навчання	заочна форма навчання
	Галузь знань Природничі науки Спеціальність 104 Фізика та астрономія	Нормативна	
Кількість кредитів – 3	Освітня програма Фізика та астрономія	Рік підготовки:	
Індивідуальне науково-дослідне завдання: –		2-й	
Загальна кількість годин - 90		Семестр	
		3-й	
Тижневих годин для денної форми навчання: аудиторних – 2 самостійної роботи студента – 4	Освітній рівень: третій (освітньо-науковий) PhD	20 год.	
		Практичні, семінарські	
		10 год.	.
		Лабораторні	
		год.	год.
		Самостійна робота	
		60 год.	
Індивідуальні завдання: __ год.			
Вид контролю: Екзамен			

2. Мета та завдання навчальної дисципліни

Основною особливістю кристалів є закономірність у розміщенні атомів, що охоплюється терміном симетрія. Вивчати та класифікувати властивості кристалів можна за допомогою теорії груп. Послідовні наукові дослідження і правильне трактування їх результатів передбачають симетричний аналіз електронного та коливного спектрів кристалів, що потребує використання теорії груп симетрії. Розглянуто основні поняття теорії груп симетрії її математичний апарат, основні поняття просторової симетрії кристалів. На конкретних прикладах розглянуто застосування апарату точкових груп.

Мета курсу: ознайомлення з основними поняттями симетрії і теорії груп для застосування у фізиці твердого тіла.

У результаті вивчення дисципліни аспіранти повинні:

знати: структуру кристалу, теореми поєднання елементів симетрії, теореми поєднання елементів симетрії структур, граничні групи симетрії, кристалографічні системи координат.

вміти: використовувати набуті знання для розрахунку параметрів кристалів, враховуючи їх особливості; розуміти фізичні принципи явищ; розраховувати та аналізувати, виходячи як з основних положень кристалографії, симетрію властивостей і ефектів, так і з емпіричних експериментальних даних; використовуючи для цього сучасне програмне забезпечення.

Компетентності:

- К. Здатність розв'язувати складні комплексні спеціалізовані задачі та практичні проблеми дослідницько-інноваційної діяльності у галузі фізики, що передбачає застосування теорій та методів фізики, математики та інженерії, проведення експериментальних і теоретичних досліджень, здійснення інновацій з метою переосмислення наявних та створення нових цілісних знань та практик.
- ЗК05. Здатність до формування системного наукового світогляду, професійної етики та загального культурного кругозору.
- ЗК07. Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу
- ЗК08. Здатність представляти наукові матеріали та аргументи у зручний та зрозумілий спосіб усно і письмово.
- ФК02. Здатність усно і письмово презентувати та обговорювати результати наукових досліджень державною та англійською мовами, глибоке розуміння англомовних наукових текстів за напрямом досліджень.

Результати навчання:

- ПРН03. Пропонувати і перевіряти гіпотези; використовувати для обґрунтування висновків належні докази, зокрема, результати теоретичного аналізу, експериментальних досліджень і математичного, фізичного та комп'ютерного моделювання, наявні літературні дані.
- ПРН08. Розуміти загальні принципи та методи природничих наук, а також методологію наукових досліджень, застосувати їх у власних фізичних дослідженнях та у викладацькій практиці.
- ПРН11. Розв'язувати наукові та науково-прикладні проблеми фізики, технології та матеріалознавства з дотриманням норм академічної етики і врахуванням соціальних, економічних, екологічних та правових аспектів.

3. Програма навчальної дисципліни

Тема 1. Симетрія кристалів. Анізотропія і симетрія зовнішньої форми, фізичних властивостей і структури кристалів. Структура кристалу і просторова гратка. Кристалографічні проекції: сферична, стереографічна, гномостереографічна і гномонічна. Елементи симетрії кристалічних багатогранників. Теореми поєднання елементів симетрії. Кристалографічні категорії, сингонії, класи. Прості форми кристалів. Символи симетричних граней простих форм. Перестановка індексів.

Тема 2. Симетрія структури кристалів. Гратки Браве. Елементи симетрії кристалічних структур. Теореми поєднання елементів симетрії структур. Обернена гратка. Основні формули структурної кристалографії.

Тема 3. Основні поняття теорії точкових груп. Означення групи симетрії. Математичний опис перетворення симетрії. Точкові групи симетрії. Елементи теорії абстрактних груп. Граничні групи симетрії. Основний принцип симетрії в кристалофізиці. Вказівна поверхня. Тензорний опис фізичних властивостей кристалів. Кристалофізичні системи координат. Матричне представлення перетворень симетрії. Скалярні і векторні фізичні властивості.

Тема 4. Фізичні властивості кристалів. Піроелектричний ефект. Діелектричні властивості. Фізичні властивості, що описуються тензором другого рангу. Магнітні властивості. Теплопровідність. Дослідження оптичних властивостей кристалів в поляризованому світлі. Напруги і деформації в кристалах. Теплове розширення. П'єзоелектричний ефект. Вказівна поверхня. Пружні властивості. Закон Гука. Фізичний зміст компонент тензора пружних постійних. Взаємозв'язок фізичних властивостей і явищ в кристалах.

4. Структура навчальної дисципліни

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин			
	денна форма		заочна форма	
	усьо	у тому числі	усьог	у тому числі

	го	л	п	лаб	інд	с.р.	о	л	п	лаб	інд	с.р.
1	2	3	4	5	6	7						
Тема 1. Симетрія кристалів.	18	4	2			12						
Тема 2. Симетрія структури кристалів.	18	4	2			12						
Тема 3. Основні поняття теорії точкових груп.	24	6	2			16						
Тема 4. Фізичні властивості кристалів.	30	6	4			20						
Усього годин	90	20	10			60						

5. Теми практичних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Структура кристалу і просторова ґратка.	2
2	Теорема поєднання елементів симетрії структур.	2
3	Точкові групи симетрії.	2
4	Фізичні властивості, що описуються тензором другого рангу.	2
5	Напруги і деформації в кристалах.	2
Разом		10

6. Теми лабораторних занять

Відповідно до робочої програми з дисципліни «Симетрія і теорія груп» лабораторні заняття не заплановані

7. Самостійна робота

Самостійна робота аспірантів – невід’ємна складова частина навчально-наукового процесу, яка відіграє важливу роль у процесі формування майбутнього спеціаліста.

Мета самостійної роботи – набуття навичок щодо вирішення конкретних практичних завдань і використання отриманих знань у подальшій практичній діяльності.

Самостійна робота при вивченні курсу складається з різних її видів:

- підготовка до аудиторних занять (лекцій, семінарів, практичних занять);
- завершення розпочатих на практичних заняттях завдань, передбачених робочою програмою курсу;
- самостійне опрацювання окремих тем навчальної дисципліни згідно з навчально-тематичним планом.

Підготовка до лекційного заняття передбачає обов’язкове вивчення матеріалу попередньої лекції і ознайомлення з матеріалами наступної лекції (підручники, посібники).

Підготовка до практичних занять передбачає обов’язкове вивчення отриманого теоретичного матеріалу з метою подальшого застосування знань на практичних заняттях, у наступній практичній діяльності. При підготовці до заняття відповідної теми необхідно детально вивчити конспект лекції, підручник (навчальний посібник) та коротко законспектувати засвоєний матеріал. Практичні заняття передбачають вивчення теоретичного матеріалу та виконання завдань. Аспірант самостійно завершує у позааудиторних умовах розпочаті в аудиторіях завдання і здає у час, який встановлює викладач.

Виконувати завдання необхідно в такій послідовності:

- ознайомитись із завданням і вивчити його умову;
- визначити методи (прийоми) розв’язання кожної конкретної ситуації;
- безпосередньо почати розв’язувати завдання;
- обґрунтувати висновки і пропозиції згідно з отриманими результатами;
- виконане завдання належно оформити;
- захистити завдання (якщо це встановлено робочою програмою дисципліни) відповідно до встановленого графіка самостійної роботи.

Якщо передбачений програмою обсяг завдань аспірант не виконав і не захистив, то до іспиту його не допускають.

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Кристалографічні проекції: сферична, стереографічна, гномостереографічна і гномонічна.	12
2	Теореми поєднання елементів симетрії структур.	12
3	Тензорний опис фізичних властивостей кристалів.	12
4	Дослідження оптичних властивостей кристалів в поляризованому світлі.	12
5	Фізичний зміст компонент тензора пружних постійних.	12
Разом		60

8. Індивідуальні завдання

Відповідно до робочої програми з дисципліни «Симетрія і теорія груп» індивідуальні завдання не заплановані.

9. Методи навчання

Словесні (навчальна лекція, пояснення, розповідь, бесіда, навчальна дискусія, диспут). Наочні (спостереження, демонстрування). Практичні (експериментальні навички). Проблемно-пошукові (розв'язання проблемних ситуацій і завдань, проблемне викладення). Методи за логікою руху змісту навчального матеріалу (індуктивні, дедуктивні).

За характером пізнавальної діяльності, при вивченні дисципліни «Симетрія і теорія груп» використовуються: пояснювально-наочний проблемний виклад; частково-пошуковий та дослідницький методи.

10. Методи контролю

Методами контролю з дисципліни «Симетрія і теорія груп» є поточний та підсумковий контроль.

Поточний контроль здійснюється під час проведення практичних занять і має на меті перевірку рівня підготовленості студента до виконання конкретної роботи. Формами проведення поточного контролю з дисципліни є:

- усні опитування на практичних заняттях;
- захисти підготовлених завдань (на лекційних та практичних заняттях);
- тестування тощо.

Підсумковий контроль проводиться з метою оцінки результатів навчання на освітньому рівні бакалавра. Підсумковий контроль з дисципліни «Симетрія і теорія груп» включає семестровий контроль у формі екзамену.

Критерії оцінювання рівня знань на практичних заняттях, при виконанні самостійних та індивідуальних завдань:

5 балів – коли аспірант дає обґрунтовані, теоретично і практично правильні відповіді на запитання, рішення завдань правильні, демонструє знання навчально-методичної літератури, наводить узагальнення і висновки, був присутній на лекціях і практичних заняттях;

4 бали – коли аспірант знає викладений матеріал на «відмінно», але ним допущені незначні помилки у формулюванні термінів, категорій, розрахунків, коли за допомогою

викладача швидко орієнтується і знаходить правильні відповіді. Присутність на лекціях і практичних заняттях обов'язкова;

3 бали – коли аспірант дає неправильну відповідь на одне запитання або на всі запитання дає малообґрунтовані, невичерпні відповіді, припускається грубих помилок у розрахунках і тільки за допомогою викладача може виправити допущені помилки;

2 бали – коли аспірант дає неправильні відповіді на 2-3 запитання, припускається грубих помилок у розрахунках і не може їх виправити, погано орієнтується в лекційному матеріалі;

1 бал – аспірант отримує за умови, якщо не зміг викласти зміст питання, погано орієнтується в матеріалі; відсутні логічна послідовність висловлювань та зміст відповіді; виконане завдання містить багато помилок, що заважають розумінню загального змісту;

0 балів – відповідь відсутня.

11. Оцінювання

Під час навчання студенти можуть отримати такі бали: Назва контролю	Мак кількість балів	Примітки
Практичні заняття	50	5 практичних занять (робота в групах в аудиторії)
Екзамен	50	Мін оцінка допуску – 25 Мак оцінка допуску – 50
Разом:	100	Відмінно!

Шкала оцінювання: національна та ECTS

Сума балів за всі види навчальної діяльності	Оцінка ECTS	Оцінка за національною шкалою	
		для екзамену, курсового проєкту (роботи), практики	для заліку
90 – 100	A	відмінно	зараховано
80 – 89	B	добре	
70 – 79	C		
60 – 69	D	задовільно	
50 – 59	E		
26 – 49	FX	незадовільно з можливістю повторного складання	не зараховано з можливістю повторного складання
0-25	F	незадовільно з обов'язковим повторним вивченням дисципліни	не зараховано з обов'язковим повторним вивченням дисципліни

12. Перелік питань, які виносяться на екзамен

1. Анізотропія і симетрія зовнішньої форми, фізичних властивостей і структури кристалів.
2. Структура кристалу і просторова гратка.
3. Кристалографічні проєкції: сферична, стереографічна, гномостереографічна і гномонічна.
4. Елементи симетрії кристалічних багатогранників. Теореми поєднання елементів симетрії.

5. Кристалографічні категорії, сингонії, класи. Прості форми кристалів.
6. Символи симетричних граней простих форм. Перестановка індексів.
7. Симетрія структури кристалів. Гратки Браве. Елементи симетрії кристалічних структур.
8. Теореми поєднання елементів симетрії структур. Обернена гратка.
9. Основні формули структурної кристалографії.
10. Означення групи симетрії. Математичний опис перетворення симетрії.
11. Точкові групи симетрії. Граничні групи симетрії.
12. Основний принцип симетрії в кристалофізиці.
13. Вказівна поверхня. Тензорний опис фізичних властивостей кристалів.
14. Кристалофізичні системи координат.
15. Матричне представлення перетворень симетрії.
16. Скалярні і векторні фізичні властивості.
17. Піроелектричний ефект.
18. Діелектричні властивості.
19. Фізичні властивості, що описуються тензором другого рангу.
20. Магнітні властивості.
21. Теплопровідність.
22. Дослідження оптичних властивостей кристалів в поляризованому світлі.
23. Напруги і деформації в кристалах.
24. Пружні властивості. Закон Гука. Фізичний зміст компонент тензора пружних постійних.
25. Взаємозв'язок фізичних властивостей і явищ в кристалах.

13. Рекомендована література

1. Киттель Ч. Введение в физику твердого тела. М.: Наука, 1978.
2. Лифшиц Е. М., Питаевский Л. П. Статистическая физика. Часть 2: Теория конденсированного состояния // Теоретическая физика. — М.: Физматлит, 2004. — Т. 9. 496 с.
3. Мельничук С.В. Теорія груп у фізиці молекул і кристалів. Київ.: ІЗМН, 1997. 304 с.
4. Шаскольская М.А. Кристаллография. М., Наука, 1989.
5. Най Дж. Физические свойства кристаллов. М., Мир, 1967.