

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Смирнов Сергей Николаевич
Должность: врио ректора
Дата подписания: 26.03.2025 10:10:57
Уникальный программный ключ:
69e375c64f7e975d4e8830e7b4fcc2ad1bf35f08

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
ФГБОУ ВО «Тверской государственный университет»



Утверждаю:

Проректор по ОДиМП


«2» сентября 2024 г.

Рабочая программа факультативной дисциплины (с аннотацией)

«ДИНАМИКА РЕШЕТКИ»

для обучающихся программы аспирантуры

1.3.8. Физика конденсированного состояния

Составитель:

Д.ф.-м.н., профессор Мальшкина О.В.

Тверь, 2024

I. Аннотация

1. Цель и задачи дисциплины

Цель дисциплины: Формирование у аспирантов фундаментальных знаний о колебательных процессах в кристаллических решетках, методах их исследования и практическом значении.

Задачи дисциплины:

- Изучение колебательных движений в кристаллических решетках и их связи с физическими свойствами материалов.
- Исследование методов экспериментального и теоретического анализа динамики решетки.
- Ознакомление с актуальными направлениями исследований в области колебательной спектроскопии.
- Анализ влияния фононных процессов на теплоемкость, теплопроводность и другие свойства твердых тел.

2. Место дисциплины в структуре ПА

Дисциплина является факультативной для подготовки аспирантов в области физики конденсированного состояния. Для её освоения необходимы знания по квантовой механике, статистической физике и теории твёрдого тела.

3. Объем дисциплины: 4 зачетных единицы, 144 академических часа, **в том числе:**

контактная аудиторная работа:

лекции – 6 часов, практические занятия – 6 часов;

самостоятельная работа:

132 часа

4. Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения программы аспирантуры

ПК-1 способность самостоятельно ставить научные задачи в области физики и решать их с использованием современного оборудования и новейшего отечественного и зарубежного опыта

УК-1 способностью к критическому анализу и оценке современных научных достижений, генерированию новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях

5. Форма промежуточной аттестации и семестр прохождения зачёт.

6. Язык преподавания русский.

II. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий

Учебная программа – наименование разделов и тем	Всего (час.)	Контактная работа (час.)		Самотельная работа (час.)
		Лекции	Практические (лабораторные) занятия	
Раздел 1. Основы динамики решетки	48	2	2	44
• Колебания атомов в кристаллах: классическая и квантовая теории				
• Фононы как квазичастицы				
• Спектры колебаний в простых и сложных кристаллических структурах				
Раздел 2. Экспериментальные методы исследования динамики решетки	48	2	2	44
• Инфракрасная и рамановская спектроскопия				
• Нейтронная спектроскопия фононов				
• Теплопроводность и взаимодействие фононов с электронами				
Раздел 3. Фононные процессы в современных материалах	48	2	2	44

<ul style="list-style-type: none"> Влияние динамики решетки на механические и тепловые свойства материалов 				
<ul style="list-style-type: none"> Фононные процессы в низко-размерных структурах 				
<ul style="list-style-type: none"> Применение знаний о динамике решетки в новых технологиях 				
ИТОГО	144	6	6	132

III. Образовательные технологии

Учебная программа – наименование разделов и тем	Вид занятия	Образовательные технологии
Раздел 1. Основы динамики решетки	Лекция, практическое	<p>Лекционные занятия с мультимедийными презентациями.</p> <p>Практические занятия с анализом спектральных данных и моделированием колебательных процессов.</p> <p>Выполнение самостоятельных исследовательских проектов по актуальным вопросам дисциплины.</p> <p>Обсуждение современных научных публикаций на семинарах.</p>
<ul style="list-style-type: none"> Колебания атомов в кристаллах: классическая и квантовая теории 		
<ul style="list-style-type: none"> Фононы как квазичастицы 		
<ul style="list-style-type: none"> Спектры колебаний в простых и сложных кристаллических структурах 		
Раздел 2. Экспериментальные методы исследования динамики решетки	Лекция, практическое	<p>Лекционные занятия с мультимедийными презентациями.</p> <p>Практические занятия с анализом</p>
<ul style="list-style-type: none"> Инфракрасная и рамановская спектроскопия 		
<ul style="list-style-type: none"> Нейтронная спектроскопия фононов 		

<ul style="list-style-type: none"> Теплопроводность и взаимодействие фононов с электронами 		<p>спектральных данных и моделированием колебательных процессов.</p> <p>Выполнение самостоятельных исследовательских проектов по актуальным вопросам дисциплины.</p> <p>Обсуждение современных научных публикаций на семинарах.</p>
<p>Раздел 3. Фононные процессы в современных материалах</p>	<p>Лекция, практическое</p>	<p>Лекционные занятия с мультимедийными презентациями.</p>
<ul style="list-style-type: none"> Влияние динамики решетки на механические и тепловые свойства материалов 		<p>Практические занятия с анализом спектральных данных и моделированием колебательных процессов.</p>
<ul style="list-style-type: none"> Фононные процессы в низкоразмерных структурах 		<p>Выполнение самостоятельных исследовательских проектов по актуальным вопросам дисциплины.</p>
<ul style="list-style-type: none"> Применение знаний о динамике решетки в новых технологиях 		<p>Обсуждение современных научных публикаций на семинарах.</p>

IV. Оценочные материалы для проведения текущей и промежуточной аттестации

- Контрольные вопросы:** тестирование по основным темам дисциплины.

- **Практические задания:** моделирование колебательных спектров и анализ данных.
- **Самостоятельные исследования:**
 1. Анализ экспериментальных данных по спектроскопии фононов.
 2. Подготовка обзора современных публикаций по взаимодействию фононов с электронами.
 3. Расчёт теплопроводности материалов на основе теории фононных спектров.
- **Проектная работа:** исследование влияния динамики решетки на свойства новых материалов.
- **Зачет:**
 - Теоретические вопросы по дисциплине.
 - Анализ экспериментальных данных.
 - Решение задач по динамике решетки.

V. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

1) Рекомендуемая литература

а) Основная литература

Байков, Ю. А. Физика конденсированного состояния : учебное пособие / Ю. А. Байков, В. М. Кузнецов. - 6-е изд. - Москва : Лаборатория знаний, 2024. - 296 с. - (Учебник для высшей школы). - ISBN 978-5-93208-863-0. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.ru/catalog/product/2148566> (дата обращения: 04.08.2024). – Режим доступа: по подписке.

б) Дополнительная литература

Физика конденсированного состояния. Дефекты строения в металлах : учебник / А. Н. Чуканов, Н. Н. Сергеев, А. Е. Гвоздев [и др.] ; под ред. д-ра техн. наук. А. Н. Чуканова. - Москва ; Вологда : Инфра-Инженерия, 2021. - 300 с. - ISBN 978-5-9729-0703-8. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1833140> (дата обращения: 04.08.2024). – Режим доступа: по подписке.

2) Программное обеспечение

Google Chrome – бесплатное ПО.

Яндекс Браузер – бесплатное ПО.

Kaspersky Endpoint Security 10 – УПД № ПК 657 от 29.12.2023.

Многофункциональный редактор ONLYOFFICE – бесплатное ПО.

ОС Linux Ubuntu – бесплатное ПО.

3) Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы

ЭБС Лань <https://e.lanbook.com/>

ЭБС Znanium.com <https://znanium.com/>

ЭБС Университетская библиотека online <https://biblioclub.ru>

ЭБС ЮРАЙТ <https://urait.ru/>

ЭБС IPR SMART <https://www.iprookshop.ru/>

ЭБС ТвГУ: <http://megapro.tversu.ru/megapro/Web>

Репозиторий ТвГУ: <http://eprints.tversu.ru>

VI. Методические материалы для обучающихся по освоению дисциплины

Методические указания по выполнению самостоятельных исследований.

Сборник задач по динамике решетки.

Рекомендации по работе с программными пакетами для моделирования спектров колебаний.

Научные статьи и монографии, доступные через электронные библиотеки университета.

VII. Материально-техническое обеспечение

Учебная аудитория (с классной доской и мелом, партами и стульями по количеству учащихся), канцелярские принадлежности, лабораторное оборудование.

VIII. Сведения об обновлении рабочей программы дисциплины

№п.п.	Обновленный раздел рабочей программы дисциплины	Описание внесенных изменений	Реквизиты документа, утвердившего изменения
1.			
2.			

