

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«Кубанский государственный университет»
(ФГБОУ ВО «КубГУ»)



Рабочая программа дисциплины

Б1.В.ДВ.1 Строение и свойства кристаллов

для подготовки аспирантов

Направление
03.06.01 Физика и астрономия

Профиль 01.04.07 - Физика конденсированного состояния вещества

Очная форма обучения

Краснодар
2016

Программа составлена в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 03.06.01 Физика и астрономия, утвержденными 30 июля 2014 г. № 867, зарегистрированный в Министерстве юстиции Российской Федерации 25.08.2014 г. № 33836

Автор(ы):



В.А. Исаев, д-р физ.-мат. наук, профессор кафедры физики и информационных систем физико-технического факультета ФГБОУ ВО «КубГУ»

Рецензент(ы):



Тумаев Е.Н., д-р физ.-мат. наук, профессор, заведующий кафедрой теоретической физики и компьютерных систем физико-технического факультета ФГБОУ ВО «КубГУ»

Программа одобрена на заседании кафедры физики и информационных систем от «23» мая 2016 года, протокол № 17.

Одобрено на заседании учебно-методической комиссии физико-технического факультета «23» мая 2016 г., протокол № 5

Подписи:

Зав. кафедрой



Н.М. Богатов

Декан

физико-технического факультета



Н.А. Яковенко

1. Цели и задачи освоения дисциплины

Учебная дисциплина «Строение и свойства кристаллов» ставит своей целью изучение свойств кристаллических и аморфных тел, закономерностей, возникающих при фазовых переходах, знакомство с основными явлениями, сопровождающими фазовые переходы, причинами, вызывающими эти явления, параметрами, характеризующими фазовые переходы и моделями, применяемыми для их описания.

Задачи:

- получение систематизированного представления о связи физических свойств кристаллов с их внутренним строением;
- освоение математического описания анизотропных свойств и особенностей их измерения;
- знание закономерностей изменения свойств кристаллов под влиянием внешних воздействий;
- овладение навыками кристаллофизических расчетов.

Для успешного овладения материалом курса необходимы знания из термодинамики, оптики, кристаллографии.

2. Место дисциплины в структуре основной образовательной программы высшего профессионального образования

«Строение и свойства кристаллов» является дисциплиной по выбору магистратуры направления 03.06.01 – Физика и астрономия. Изучение дисциплины в физике конденсированного состояния базируется на знаниях аспирантов, полученных ранее при изучении дисциплин, входящих в цикл общей и теоретической физики.

3. Требования к результатам освоения содержания дисциплины

В результате изучения курса аспирант должен:

- знать основные принципы работы активных и нелинейных кристаллов;
- уметь под руководством исследователей работать на стендах для оптических исследований материалов;
- знать закономерности установления фазовых равновесий в гетерогенных системах;
- иметь четкие представления о современных научных концепциях современного материаловедения;
- знать основные законы, идеи и принципы строения и свойств кристаллических и аморфных тел, их становление и развитие в исторической

последовательности, их математическое описание, их экспериментальное исследование и практическое использование;

– уметь осмысливать и интерпретировать основные положения теории роста кристаллов, оценивать порядки физических величин, использовать полученные знания в различных областях физической науки и техники;

Формируемые компетенции:

– готовность выбирать, осваивать и совершенствовать методы выращивания и исследования кристаллов и растворов(ПК-1);

– владеть теоретическими и экспериментальными методами исследования природы кристаллических и аморфных веществ в твердом и жидком состояниях и изменения их свойств при различных внешних воздействиях (ПК-2).

4. Содержание и структура дисциплины «Строение и свойства кристаллов»

4.1. Содержание разделов дисциплины

№ раздела	Наименование раздела	Содержание раздела	Форма текущего контроля	Разработано с участием представителей работодателей
1	2	3	4	5
1	Основы теории кристаллического состояния	Введение. Кристаллические и аморфные тела. Моно- и поликристаллы. Идеальные и реальные кристаллы. Опытные законы кристаллографии. Пространственная решетка. Узел, одномерная, двумерная, пространственная решетка. Семейства прямых и плоскостей. Период идентичности. Межплоскостные расстояния. Элементарная ячейка.	Интерактивная форма	

		Параметры ячейки		
2	Геометрические свойства кристаллической решетки	Аналитическое описание геометрических элементов кристалла. Индексы точек, прямых, плоскостей. Континуум и дисконтинуум. Соотношения между индексами точек, прямых, плоскостей. Зоны. Вычисление периода идентичности, элементарного объема, углов между направлениями и плоскостями, межплоскостных расстояний.	Интерактивная форма	
3	Обратная решетка	Понятие об обратной решетке, соотношения между прямой и обратной решетками. Проективное изображение кристаллов. Кристаллографические проекции (сферическая, стереографическая, гномостереографическая	Интерактивная форма	
4	Точечная и трансляционная симметрия кристаллов	Элементы симметрии. Трансляция. Поворот. Отражение. Инверсия. Совместимость элементов симметрии. Обозначения, символика Шенфлиса и интернациональная. Составные элементы симметрии. Сингонии, преобразование координат. Элементарная и примитивная ячейки	Интерактивная форма	
5	Пространственные (федоровские) группы	Классы симметрии. Сложение элементов симметрии. Вывод классов симметрии. Симметрия	Интерактивная форма	

		дисконтинуума. Решетки Браве. Винтовые оси и плоскости скользящего отражения. Пространственные группы, номенклатура. Роль пространственной группы в описании и определении структур. Понятие об антисимметрии		
6	Элементы кристаллохимии	Элементы кристаллохимии. Решетки, как шаровые упаковки. Структуры элементов и соединений. Координационное число. Атомный и ионный радиус. Пустоты в плотнейших упаковках.	Интерактивная форма	
7	Структурный тип	Понятие о структурном типе. Структуры магнетиков. Железо, кобальт, никель. Редкоземельные металлы. Интерметаллиды. Ферриты. Кристаллическая и магнитная структура. Подрешетки. Методы определения структуры и ориентации монокристаллов	Интерактивная форма	
8	Неупорядоченные системы	Микроскопические и термодинамические аспекты классификации неупорядоченных систем. Виды неупорядоченных систем. Способы классификации неупорядоченных систем.	Интерактивная форма	
9	Технология получения аморфного	Аморфное и стеклообразное состояние. Технологические методы	Интерактивная форма	

	состояния тел	получения неупорядоченных полупроводников. Синтез стеклообразных полупроводников. Технологии получения аморфного гидрогенизированного кремния. Аморфизация кристаллических тел путем воздействия высокоэнергетических излучений		
10	Структура аморфного состояния	Атомная структура неупорядоченных систем. Понятие дальнего и среднего порядка. Методы исследования структуры. Результаты исследований конкретных неупорядоченных полупроводников	Интерактивная форма	
11	Электронные состояния аморфных сред	Электронные состояния, оптические свойства и транспорт носителей в неупорядоченных системах. Особенности структуры и модели энергетических зон	Интерактивная форма	
12	Электронный транспорт и оптические свойства аморфных сред	Электрофизические свойства неупорядоченных сред. Общие представления о механизмах проводимости. Оптические и фотоэлектрические свойства. Способы управления свойствами неупорядоченных сред. Проблемы легирования	Интерактивная форма	

4.2 Структура дисциплины

Распределение трудоемкости

Вид работы	Трудоемкость, часов		
	1 семестр	2 семестр	Всего
Общая трудоемкость	144		144
Аудиторная работа:	20		20
<i>Лекции (Л)</i>	8		8
<i>Практические занятия (ПЗ)</i>			
<i>Лабораторные работы (ЛР)</i>	12		12
Самостоятельная работа:	97		97
Реферат (Р)			
Самостоятельное изучение разделов			
Самоподготовка			
Подготовка и сдача экзамена			
Вид итогового контроля			

Разделы дисциплины, изучаемые на 2 курсе

№ раздела	Наименование разделов	Количество часов				
		Всего	Аудиторная работа			Самостоятельная работа
			Л	ПЗ	ЛР	
1	2	3	4	5	6	7
1	Основы теории кристаллического состояния		2		-	17
2	Геометрические свойства кристаллической решетки Обратная решетка Точечная и трансляционная симметрия кристаллов				4	18
3	Пространственные (федоровские) группы				4	10
4	Элементы		1		4	8

	кристаллохимии Структурный тип					
5	Неупорядоченные системы Технология получения аморфного состояния тел		1			8
6	Структура аморфного состояния		1		4	8
7	Электронные состояния аморфных сред		2		–	8
8	Электронный транспорт и оптические свойства аморфных сред		1		–	20
	<i>Итого:</i>		8		12	97
	<i>Всего:</i>	144				

4.3 Семинарские и практические занятия

№ ЛР	Наименование лабораторной Работы	Содержание лабораторной работы	Форма текущего контроля
1	Законы кристаллографии	Идеальные и реальные кристаллы. Опытные законы кристаллографии. Пространственная решетка. Узел, одномерная, двумерная, пространственная решетка. Семейства прямых и плоскостей. Период идентичности. Межплоскостные расстояния. Элементарная ячейка. Параметры ячейкиЭлементы симметрии. Трансляция. Поворот. Отражение.	Защита ЛР № 1

		Инверсия. Совместимость элементов симметрии. Обозначения, символика Шенфлиса и интернациональная. Составные элементы симметрии. Сингонии, преобразование координат. Элементарная и примитивная ячейки	
2	Элементы кристаллохимии Структурный тип	Элементы кристаллохимии. Решетки, как шаровые упаковки. Структуры элементов и соединений. Координационное число. Атомный и ионный радиус. Пустоты в плотнейших упаковках Понятие о структурном типе. Структуры магнетиков. Железо, кобальт, никель. Редкоземельные металлы. Интерметаллиды. Ферриты. Кристаллическая и магнитная структура. Подрешетки. Методы определения структуры и ориентации монокристаллов	Защита ЛР № 2
3	Структура аморфного состояния	Аморфное и стеклообразное состояние. Технологические методы получения неупорядоченных полупроводников и диэлектриков. Методы исследования структуры. Результаты исследований конкретных неупорядоченных полупроводников	Защита ЛР № 3

4.4 Самостоятельное изучение разделов дисциплины

Рекомендуется следующий график и календарный план самостоятельной работы аспирантов по учебным неделям (18 недель):

№ уч. недели	Темы учебной дисциплины, рекомендуемые для обязательного изучения	Темы учебной дисциплины, рекомендуемые для самостоятельного изучения
1	Моно- и поликристаллы. Идеальные и реальные кристаллы. Опытные законы кристаллографии.	Индексы точек, прямых, плоскостей. Вычисление элементарного объема, углов

	Пространственная решетка. Узел, одномерная, двумерная, пространственная решетка. Семейства прямых и плоскостей. Период идентичности. Межплоскостные расстояния. Элементарная ячейка. Параметры ячейки	между направлениями и плоскостями, межплоскостных расстояний.
2	Понятие об обратной решетке, соотношения между прямой и обратной решетками. Проективное изображение кристаллов. Кристаллографические проекции (сферическая, стереографическая, гномостереографическая).	Сетка Вульфа. Основные задачи на сетке Вульфа
3	Элементы симметрии. Трансляция. Поворот. Отражение. Инверсия. Совместимость элементов симметрии. Составные элементы симметрии. Сингонии, преобразование координат. Элементарная и примитивная ячейки	Обозначения элементов симметрии: символика Шенфлиса и интернациональная
5	Классы симметрии. Сложение элементов симметрии. Вывод классов симметрии. Симметрия дисконтинуума. Винтовые оси и плоскости скользящего отражения. Пространственные группы, номенклатура. Роль пространственной группы в описании и определении структур.	Понятие об антисимметрии
6	Элементы кристаллохимии. Решетки, как шаровые упаковки. Структуры элементов и соединений. Координационное число. Атомный и ионный радиус.	Пустоты в плотнейших упаковках
8	Структуры магнетиков. Железо, кобальт, никель. Редкоземельные металлы. Интерметаллиды. Ферриты. Кристаллическая и магнитная структура. Подрешетки.	Методы определения структуры и ориентации монокристаллов
9	Атомная структура неупорядоченных систем. Понятие	Электронные состояния, оптические свойства и

	дальнего и среднего порядка. Методы исследования структуры. Результаты исследований конкретных неупорядоченных полупроводников	транспорт носителей в неупорядоченных системах. Особенности структуры и модели энергетических зон
--	--	--

5. Образовательные технологии

При реализации учебной работы по освоению курса «Строение и свойства кристаллов» используются современные образовательные технологии:

- информационно-коммуникационные технологии;
- проектные методы обучения;
- исследовательские методы в обучении;
- проблемное обучение.

Успешное освоение материала курса предполагает большую самостоятельную работу аспирантов и руководство этой работой со стороны преподавателей.

В учебном процессе используются активные и интерактивные формы проведения занятий: метод проектов, метод поиска быстрых решений в группе, мозговой штурм.

Интерактивные технологии, используемые при изучении дисциплины

Семестр	Вид занятия (Л, ПР, ЛР)	Используемые интерактивные образовательные технологии	Количество часов
1	<i>Л</i>	дискуссия	4
	<i>ПР</i>	Не предусмотрены	
	<i>ЛР</i>	Метод поиска быстрых решений в группе, мозговой штурм	8
<i>Итого:</i>			12

6. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины

Текущий контроль:

- контрольные вопросы по разделам учебной программы.
- практические задания.

Промежуточный контроль:

- контрольные работы (4, во время самостоятельной работы, итоговая контрольная работа);

Итоговый контроль:

- экзамен.

В процессе подготовки выступлений и дискуссий формируются и оцениваются компетенции ПК-1, ПК-2.

ПЕРЕЧЕНЬ ВОПРОСОВ, ВЫНОСИМЫХ НА ЭКЗАМЕН

1. Пространственная решетка. Семейства прямых и плоскостей
2. Индексы точек, прямых, плоскостей.
3. Обратная решетка, соотношения между прямой и обратной решетками.
4. Точечная и трансляционная симметрия кристаллов.
5. Составные элементы симметрии. Сингонии.
6. Классы симметрии. Сложение элементов симметрии. Вывод классов симметрии.
7. Винтовые оси и плоскости скользящего отражения. Пространственные группы, номенклатура
8. Решетки, как шаровые упаковки. Структуры элементов и соединений.
9. Координационное число. Атомный и ионный радиус.
10. Понятие о структурном типе.
11. Кристаллическая и магнитная структура. Подрешетки.
12. Неупорядоченные системы, их виды.
13. Технология получения аморфного состояния тел.
14. Структура аморфного состояния.
15. Электронные состояния аморфных сред.
16. Оптические свойства аморфных сред.

На экзамене в процессе ответов на вопросы оцениваются компетенции ПК-1, ПК-2.

7. Учебно-методическое обеспечение дисциплины

7.1 Основная литература:

1. Мерер, Хельмут Диффузия в твердых телах: /Х. Мерер ; пер. с англ. под ред. Е. Б. Якимова, В. В. Аристова -Долгопрудный: Интеллект , 2011
2. Еремин, Вадим Владимирович, Борщевский, А. Я. Основы общей и физической химии: учебное пособие для студентов вузов /В. В. Еремин, А. Я. Борщевский -Долгопрудный: Интеллект, 2012
3. Петров, Юрий Васильевич Основы физики конденсированного состояния: [учебное пособие] /Ю. В. Петров -Долгопрудный: Интеллект, 2013
4. Гросберг, Александр Юльевич, Хохлов, А. Р. Полимеры и биополимеры с точки зрения физики: /А. Ю. Гросберг, А. Р. Хохлов ; пер. с англ. А. А. Аэрова -Долгопрудный: Интеллект, 2010
5. Готтштайн, Гюнтер Физико-химические основы материаловедения: [учебное пособие] /Г. Готтштайн ; пер. с англ. К. Н. Золотовой, Д. О. Чаркина под ред. В. П. Зломанова -М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2011
6. Синтез, структурные и спектральные свойства активных кристаллических материалов: монография. /В.А. Исаев // Краснодар: Кубанский гос. ун - т, 2015. 173 с.

7.2. Дополнительная литература

1. Г.Б. Бокий. Кристаллохимия. М.: Наука, 1971.-400с.
2. В.А. Исаев, В.А. Лебедев. Рост кристаллов. Фазовые равновесия. Учебное пособие. Краснодар. Кубан. Гос. ун-т, 2000. 56 с.

3. Кацуяма Т., Мацумура Х. Инфракрасные волоконные световоды. М.: Мир, 1993. 272 с.
4. Коровин Н.В. Общая химия. Учебное пособие для технических направлений и спец. вузов. М.: Высш. шк., 2000.-558 с.
5. Современная кристаллография: в 4-х томах. М.: Наука, 1980.
6. Г. Готтштайн. Физикохимические основы материаловедения. М.: изд-во "Бином" 2009 г.
7. Дж. Хонеркамп. Статистические методы в физике и технике. М.: изд-во "Бином" 2009 г.
8. Базаров И.П. Термодинамика. М.: Высшая школа, 1976. 447 с.
9. Рябцев Н.Г. Материалы квантовой электроники. М.: Советское радио, 1972. 384 с.
10. Г. Готтштайн. Физико-химические основы материаловедения. М.: изд-во "Бином" 2009 г.
11. Дж. Хонеркамп. Статистические методы в физике и технике. М.: изд-во "Бином" 2009 г.

7.3 Программное обеспечение

1. Программы статистической обработки данных.
2. Программы онлайн-контроля знаний аспирантов (в том числе программное обеспечение дистанционного обучения).

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Для проведения занятий имеется необходимая материально-техническая база, соответствующая действующим санитарным и противопожарным правилам и нормам:

- лекционная аудитория, оснащенная мультимедийными проекторами с возможностью подключения к Wi-Fi, документ-камерой, маркерными досками для демонстрации учебного материала;
- технологическое оборудование для синтеза и роста кристаллов, а также оптические стенды;
- специализированные компьютерные классы с подключенным к ним периферийным устройством и оборудованием;
- аппаратное и программное обеспечение (и соответствующие методические материалы) для проведения самостоятельной работы по дисциплине.