

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



Рабочая программа дисциплины

Б1.В.ОД.2 Кристаллография и кристаллофизика

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

Цель курса - краткое изложение основ кристаллографии и кристаллофизики- раскрытие кристаллической сущности минералов и искусственных кристаллов вытекающих из этого особенностей физических свойств, условий образования, создания синтетических материалов с нужными физическими свойствами; обучение аспирантов практическим навыкам работы с кристаллами, овладение приемами грамотного описания внешней формы и внутреннего (атомного) строения кристаллов, необходимых для правильной интерпретации результатов самостоятельной научной работы и понимания специальной литературы; знакомство с методами исследования кристаллического вещества.

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

«Кристаллография и кристаллофизика» 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;
- способность самостоятельно осуществлять научно-исследовательскую деятельность в соответствующей профессиональной области с использованием современных методов исследования и информационно-коммуникационных технологий (ОПК-1);
- готовность осваивать и совершенствовать методы выращивания кристаллов и исследования кристаллов, синтеза твердых и жидких растворов (ПК-1);
- способностью проектировать и осуществлять комплексные исследования, в том числе междисциплинарные, на основе целостного системного научного мировоззрения с использованием знаний в области истории и философии науки (УК-2);

Теоретическое изложение материала сопровождается необходимыми практическими занятиями.

4. Содержание и структура дисциплины «Кристаллография и кристаллофизика»

4.1. Содержание разделов дисциплины

№ раздела	Наименование раздела	Содержание раздела	Форма текущего контроля	Разработано с участием представителей работодателей
1	2	3	4	5
1	Введение в учение о фазовых равновесиях и рост кристаллов	Фазовые равновесия. Основные типы диаграмм состояния двухкомпонентных систем. Основные методы роста кристаллов и синтеза стекол.	Коллоквиум	ООО «Гемофизика»
2	Фазовые	Диаграммы состояния	Коллоквиум	ООО

	равновесия в двухкомпонентных системах	систем без превращений в твердой фазе. Диаграммы состояния систем с кристаллизацией образующихся соединений. Диаграммы состояния систем с твердыми растворами	виум	«Гемофизика»
3	Рост кристаллов и синтез стекол и ситаллов	Технологические методы получения кристаллов. Технологические методы получения стекол и ситаллов	Коллоквиум	ООО «Гемофизика»
4	Элементы современной кристаллохимии	Решетки, как шаровые упаковки. Модель пересекающихся сфер. Координационное число. Атомный и ионный радиус. Методы стереоатомного анализа.	Коллоквиум	ООО «Гемофизика»
5	Программный комплекс TOPOS	Работа с базами данных. Программа IsoCryst. Программа Dirichlet Программа AutoCN Программа IsoTest	Коллоквиум	ООО «Гемофизика»
6	Кристаллофизика и современная кристаллохимия	Основные понятия кристаллофизики. Связь кристаллохимических, структурных и физических свойств кристаллов	Коллоквиум	ООО «Гемофизика»

4.2 Структура дисциплины

Распределение трудоемкости

Вид работы	Трудоемкость, часов		
	1 семестр	2 семестр	Всего

Общая трудоемкость	108		108
Аудиторная работа:	54		54
Лекции (Л)	18		18
Практические занятия (ПЗ)	18	18	18
Лабораторные работы (ЛР)	18		18
Самостоятельная работа:	54		54
Реферат (Р)			
Самостоятельное изучение разделов			
Самоподготовка			
Подготовка и сдача экзамена			
Вид итогового контроля			

Разделы дисциплины, изучаемые в 1 семестре

№ раздела	Наименование разделов	Количество часов				
		Всего	Аудиторная работа			Самостоятельная работа
			Л	ПЗ	ЛР	
1	2	3	4	5	6	7
1	Введение в учение о фазовых равновесиях и рост кристаллов	4	2	2		4
2	Фазовые равновесия в двухкомпонентных системах	8	4	4		8
3	Рост кристаллов и синтез стекол и ситаллов	20	4	4	12	20
4	Элементы современной кристаллохимии	4	2	2		4
5	Программный комплекс ТОPOS	14	4	4	6	14
6	Кристаллофизика и современная кристаллохимия	4	2	2		4
	<i>Итого:</i>	54	18	18	18	54

4.3 Семинарские и практические занятия

№ ЛР	Наименование лабораторной Работы	Содержание лабораторной работы	Форма текущего контроля
------	----------------------------------	--------------------------------	-------------------------

1	Фазовые равновесия в двухкомпонентных системах	Теоретическое построение всех типов диаграмм состояния на основе метода термодинамического потенциала Гиббса	Защита лабораторной работы № 1
2	Рост кристаллов и синтез стекол и ситаллов	Методы роста кристаллов. Метод Чохральского и его модификации. Подготовка к росту кристаллов. Рост кристаллов. Обработка кристаллов. Определение оптического качества кристаллов	Защита лабораторной работы № 2
3	Элементы современной кристаллохимии	Элементы кристаллохимии. Решетки, как шаровые упаковки. Структуры элементов и соединений. Координационное число. Атомный и ионный радиус. Пустоты в плотнейших упаковках. Понятие о структурном типе. Методы определения структуры и ориентации монокристаллов	Защита лабораторной работы № 3
4	Программный комплекс TOPOS	Работа с базами данных Программа IsoCryst. Программа Dirichlet Программа AutoCN Программа IsoTest	Защита лабораторной работы № 4
5	Кристаллофизика и современная кристаллохимия	Основные понятия кристаллофизики. Связь кристаллохимических, структурных и физических свойств кристаллов на примере титогаллатов и твердых растворов на их основе, силикатов редких земель, кристаллов со структурой шеелита	Защита лабораторной работы № 5
6	Контрольная работа		

4.4 Самостоятельное изучение разделов дисциплины

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

№ уч.	Темы учебной дисциплины,	Темы учебной дисциплины,
-------	--------------------------	--------------------------

недели	рекомендуемые для обязательного изучения	рекомендуемые для самостоятельного изучения
1	Фазовые равновесия в двухкомпонентных системах	Метод термодинамических потенциалов
2	Понятие о структурном типе. Рентгенно-фазовый анализ, Рентгено-структурный анализ, ориентировка кристаллов метом рентгеновской дифракции.	Элементы кристаллохимии. Решетки, как шаровые упаковки. Структуры элементов и соединений. Координационное число. Атомный и ионный радиус. Пустоты в плотнейших упаковках
3	Методы роста кристаллов с подпиткой, Киропулуса и Бриджмена-Стокбаргера	Методы определения структуры и ориентации монокристаллов
4	Выполнение практических заданий, тестов и контрольных работ	
5	Программный комплекс TOPOS	Сравнение проблемы классической и современной кристаллографии
6	Работа с базами данных Программа IsoCryst. Программа Dirichlet	Программа AutoCN Программа IsoTest
7	Выполнение практических заданий, тестов и контрольных работ	
8	Кристаллофизика и современная кристаллохимия	Тензорный и матричный подходы.
9	Первичная обработка экспериментальных данных. Ошибки, возникающие при первичной обработке экспериментальных данных, и их причины. Методы усреднения экспериментальных данных.	Проблемы точности, верхняя и нижняя границы ошибок эксперимента. Косвенный характер экспериментальных данных, их обработка и интерпретация
10	Выполнение практических заданий, тестов и контрольных работ	

5. Образовательные технологии

При реализации учебной работы по освоению курса «Выращивание 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	10
<i>Итого:</i>			14

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 ОПК-1, ПК-1, УК-2.

ПЕРЕЧЕНЬ ВОПРОСОВ, ВЫНОСИМЫХ НА ЭКЗАМЕН

1. Решетки, как шаровые упаковки. Структуры элементов и соединений.
2. Координационное число. Атомный и ионный радиус.
3. Пустоты в плотнейших упаковках. Понятие о структурном типе.
4. Методы определения структуры и ориентации монокристаллов.
5. Технологические методы получения упорядоченных сред.
6. Метод Чохральского.
7. Метод Бриджмена-Стокбаргера.
8. Методы Киропулуса и Вернеля.
9. Методы роста кристаллов из газовой фазы
10. Аморфное и стеклообразное состояние. Технологические методы получения неупорядоченных систем.
11. Предмет и задачи кристаллохимии. Основы термодинамики. Термодинамические потенциалы.
12. Условия фазовых равновесий, условия стеклообразования.

13. Диаграммы состояния систем без превращений в твердой фазе.
14. Термодинамический вывод диаграмм состояния с простой эвтектикой, с полиморфными превращениями, с конгруэнтно и инконгруэнтно плавящимися соединениями. Построение диаграмм состояния по экспериментальным точкам, треугольник Таммана.
15. Диаграммы состояния систем с твердыми растворами. Вывод пяти типов диаграмм состояния по Розебому.
16. Типы химической связи.
17. Зависимость физико-химических свойств твердых веществ от их строения.
18. Условия устойчивости структурных типов ионных и ковалентных кристаллов.
19. Расчет рентгеновской и ретикулярной плотностей кристаллических структур.
20. Расчет параметров кристаллических структур по их кристаллохимическим данным.
21. Описание кристаллических структур при помощи теории плотнейших шаровых упаковок.
22. Матричное и тензорное описание свойств кристаллов.
23. Скалярные и векторные свойства.
25. Тензорные свойства кристаллов.
26. Интерпретация наблюдений – понятие модели, класс модели, выбор модели. Методы сопоставления модели с экспериментальными данными, критерии сопоставления.
27. Методы усреднения экспериментальных данных. Проблемы точности, верхняя и нижняя границы ошибок эксперимента
28. Учет априорных данных и информационных оценок при выборе коэффициента регуляризации и определении нижней границы возможной ошибки.
29. Методы современной кристаллохимии и стереоатомный анализ.
30. Метод пересекающихся сфер.
31. Определение оптической однородности материалов.
32. Определение лучевой стойкости оптических материалов.
33. Определение коэффициента усиления лазерного излучения.
34. Определение генерационных характеристик лазерных материалов.

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

7. Учебно-методическое обеспечение дисциплины

7.1 Основная литература:

1. Петров, Юрий Васильевич Основы физики конденсированного состояния: [учебное пособие] /Ю. В. Петров -Долгопрудный: Интеллект, 2013
2. 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
3. Морозов, Александр Игоревич Элементы современной физики твердого тела: [учебное пособие] /А. И. Морозов -Долгопрудный: Интеллект, 2015
 4. Кристаллохимия в примерах и задачах : практикум / А. Г. Аванесов, В. А. Исаев, В. А. Лебедев, Е. В. Строганова ; М-во образования и науки Рос. Федерации, Кубанский гос. ун-т. - Краснодар : [Кубанский государственный университет], 2007. - 34 с. : ил. - Библиогр.: с. 34.
 5. Егоров-Тисменко, Юрий Клавдиевич. Кристаллография и кристаллохимия : учебник для студентов вузов / Егоров-Тисменко, Юрий Клавдиевич ; Ю. К. Егоров-Тисменко ; [под ред. В. С. Урусова]. - М. : Книжный дом "Университет", 2005. - 587 с.
 6. Чупрунов, Евгений Владимирович. Основы кристаллографии : : учебник для студентов вузов / / Чупрунов, Евгений Владимирович., А. Ф. Хохлов, М. А. Фаддеев ; Е. В. Чупрунов, А. Ф. Хохлов, М. А. Фаддеев. - М. : Физматлит , 2006. - 500 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. Коровин Н.В. Общая химия. Учебное пособие для технических направлений и спец. вузов. М.: Высш. шк., 2000.-558 с.
4. Современная кристаллография: в 4-х томах. М.: Наука, 1980.
5. Базаров И.П. Термодинамика. М.: Высшая школа, 1976. 447 с.
6. Рябцев Н.Г. Материалы квантовой электроники. М.: Советское радио, 1972. 384 с.
7. Г. Готтштайн. Физико-химические основы материаловедения. М.: изд-во "Бином" 2009 г.
8. 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).
3. Программный комплекс «ТОПОС».

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.