

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



Рабочая программа дисциплины

Б1.В.ОД.3 Выращивание 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:

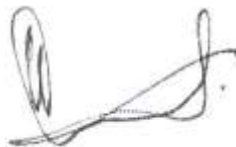
Зав. кафедрой



Н.М. Богатов

Декан

физико-технического факультета



Н.А. Яковенко

1. Цели и задачи освоения дисциплины

Учебная дисциплина «Выращивание кристаллов» ставит своей целью ознакомление с физическими принципами работы оптических элементов и особенностями конкретных технологий и установок, оборудования для роста кристаллов, варки стекол, технологического оборудования для получения кристаллических и аморфных соединений и элементарными навыками работы на них, а также работы стендов для исследования оптических свойств активных и нелинейных материалов. В задачу учебной дисциплины входит также ознакомление с основными принципами термодинамического и кристаллохимического методов исследования процессов кристаллизации и кристаллофизического изучения свойств монокристаллов.

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

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

«Выращивание кристаллов» является дисциплиной по выбору аспирантуры 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 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 выбирать, осваивать и совершенствовать методы выращивания и исследования кристаллов и растворов(ПК-1);
- способность планировать и решать задачи собственного профессионального и личностного развития (УК-5);

Теоретическое изложение материала сопровождается необходимыми практическими занятиями.

4. Содержание и структура дисциплины «Выращивание 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	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», ООО НПФ «Мезон»
2	Фазовые равновесия в двухкомпонентных системах	Диаграммы состояния систем без превращений в твердой фазе. Диаграммы состояния систем с кристаллизацией образующихся соединений. Диаграммы состояния систем с твердыми растворами	Коллоквиум	ООО «Гемофизика», ООО НПФ «Мезон»
3	Рост кристаллов и синтез стекол и кристаллов	Технологические методы получения кристаллов. Технологические методы	Коллоквиум	ООО «Гемофизика»,

		получения стекол и ситаллов		ООО НПФ «Мезон»
4	Элементы современной кристаллохимии	Решетки, как шаровые упаковки. Модель пересекающихся сфер. Координационное число. Атомный и ионный радиус. Методы стереоатомного анализа.	Коллоквиум	ООО «Гемофизика», ООО НПФ «Мезон»
5	Программный комплекс TOPOS	Работа с базами данных. Программа IsoCryst. Программа Dirichlet. Программа AutoCN. Программа IsoTest	Коллоквиум	ООО «Гемофизика», ООО НПФ «Мезон»
6	Кристаллофизика и современная кристаллохимия	Основные понятия кристаллофизики. Связь кристаллохимических, структурных и физических свойств кристаллов	Коллоквиум	ООО «Гемофизика», ООО НПФ «Мезон»

4.2 Структура дисциплины

Распределение трудоемкости

Вид работы	Трудоемкость, часов		
	1 семестр	2 семестр	Всего
Общая трудоемкость	108		108
Аудиторная работа:	54		54
<i>Лекции (Л)</i>	18		18
<i>Практические занятия (ПЗ)</i>	18	18	18
<i>Лабораторные работы (ЛР)</i>	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	Коллоквиум
6	Контрольная работа		

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	Фазовые равновесия в двухкомпонентных системах	Метод термодинамических потенциалов
2	Понятие о структурном типе. Рентгенно-фазовый анализ, Рентгено-структурный анализ, ориентировка кристаллов методом 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	Методы определения

	подпиткой, Киропулуса и Бриджмена-Стокбаргера	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-5.

ПЕРЕЧЕНЬ ВОПРОСОВ, ВЫНОСИМЫХ НА ЭКЗАМЕН

1. Фазы и компоненты. Условия равновесия и превращения фаз
2. Кристаллизация в однокомпонентной системе
3. Гомогенное зарождение капель жидкости, кристаллов.
4. Гетерогенное зарождение кристаллов. Влияние внешних воздействий на скорость зародышеобразования
5. Модели роста кристаллов. Рост идеального кристалла путем образования двумерных зародышей
6. Равновесная форма кристаллов. Вычисление удельной свободной поверхностной энергии.
7. Возможности реализации равновесной формы кристалла. Соотношение между равновесной формой и формой роста. Влияние температуры на равновесную структуру поверхности кристалла
8. Адсорбционный слой и поверхностная диффузия. Скорость перемещения ступени на грани кристалла. Рост грани кристалла путем образования двумерных зародышей. Эпитаксия
9. Затвердевание чистого расплава. Очистка вещества при кристаллизации расплава. Концентрационное переохлаждение расплава.
10. Тепло и массоперенос при росте кристаллов из раствора. Послойный рост.
11. Влияние примесей на рост кристаллов. Изменение состава и свойств кристаллообразующей среды в присутствии постороннего вещества
12. Включение раствора в кристалл. Секториальное и зональное строение кристаллов. Захват неструктурных примесей и кристаллизационное давление
13. Особенности массовой кристаллизации. Массовая кристаллизация из раствора. Твердофазный рост кристаллов.
14. Моделирование процессов роста кристаллов.
15. Интерференционные и рентгенографические методы исследования процессов роста кристаллов
16. Возможности ограничения роста кристаллов в некоторых направлениях
17. Образование и рост нитевидных кристаллов в растворе в присутствии примесей.

18. Технологические методы получения упорядоченных сред.
19. Метод Чохральского.
20. Метод Бриджмена-Стокбаргера.
21. Методы Киропулуса и Вернеля.
22. Методы роста кристаллов из газовой фазы
23. Аморфное и стеклообразное состояние. Технологические методы получения неупорядоченных систем.

На экзамене в процессе ответов на вопросы оцениваются компетенции ОПК-1, ПК-1, УК-5.

7. Учебно-методическое обеспечение дисциплины

7.1 Основная литература:

1. 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
2. Мерер, Хельмут Диффузия в твердых телах: /Х. Мерер ; пер. с англ. под ред. Е. Б. Якимова, В. В. Аристова -Долгопрудный: Интеллект , 2011
3. Петров, Юрий Васильевич Основы физики конденсированного состояния: [учебное пособие] /Ю. В. Петров -Долгопрудный: Интеллект, 2013
4. Исаев, В.А. Синтез, структурные и спектральные свойства активных кристаллических материалов: монография. /В.А. Исаев // Краснодар: Кубанский гос. ун - т, 2015. 173 с.
5. Дж. Хонеркамп. Статистические методы в физике и технике. М.: изд-во "Бином" 2009 г.

7.2. Дополнительная литература

1. Базаров И.П. Термодинамика. М.: Высшая школа,1976. 447 с.
2. Рябцев Н.Г. Материалы квантовой электроники. М.: Советское радио,1972. 384 с.
3. Г.Б. Бокий. Кристаллохимия. М.: Наука, 1971.-400с.
4. В.А. Исаев, В.А. Лебедев. Рост кристаллов. Фазовые равновесия. Учебное пособие. Краснодар. Кубан. Гос. ун-т, 2000. 56 с.
5. Кацуяма Т., Мацумура Х. Инфракрасные волоконные световоды. М.: Мир,1993. 272 с.
6. Коровин Н.В. Общая химия. Учебное пособие для технических направлений и спец. вузов. М.: Высш. шк., 2000.-558 с.
7. Современная кристаллография: в 4-х томах. М.: Наука, 1980.

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 «ТОPOS».

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.