

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Кубанский государственный университет»
Факультет химии и высоких технологий



УТВЕРЖДАЮ:

Проректор по учебной работе,
качеству образования – первый
проректор

Иванов А.Г.

04

2015 г

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Б1.В.05 ХИМИЯ ТВЕРДОГО ТЕЛА

Направление подготовки – 04.03.01 Химия

Направленность/профиль – Неорганическая химия и химия
координационных соединений

Программа подготовки – академическая

Форма обучения – очная

Квалификация выпускника – бакалавр

Краснодар 2015

Рабочая программа дисциплины «Химия твердого тела» составлена в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования по направлению подготовки - 04.03.01 «Химия».

Программу составил (и)

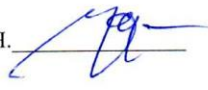
Н.Н. Петров, ст. преподаватель, кандидат химических наук _____

Рабочая программа дисциплины «Химия твердого тела» утверждена на заседании кафедры (выпускающей) общей, неорганической химии и ИВТ в химии протокол № «___» _____ 2015 г.


Заведующий кафедрой (разработчика) Буков Н.Н. _____ 

Рабочая программа дисциплины обсуждена на заседании кафедры (выпускающей) общей, неорганической химии и ИВТ в химии

протокол № «___» _____ 2015 г.

Заведующий кафедрой (выпускающей) Буков Н.Н. _____ 

Утверждена на заседании учебно-методической комиссии факультета Химии и высоких технологий _____ 2015г, протокол № _____ .

Председатель УМК факультета Стороженко Т.П. _____ 

Рецензенты:

Горохов Р.В. канд. хим. наук, зам. директора по науке ООО
«Современные технологии»

Исаев В.Г. д-р физ.-мат. наук ФГБОУ ВО «КубГУ»

1 Цели и задачи изучения дисциплины

1.1 Цель дисциплины

Химия твердого тела - один из разделов современного естествознания, представляет собой науку, изучающую взаимосвязь между структурой, составом и свойствами веществ с учетом особенностей твердого состояния. Целью изучения данной дисциплины является:

- освещение теоретических подходов к описанию свойств твердых тел;
- освещение основных методов получения твердых веществ и их химических свойств на различных типах реакций;
- формирование умений применения студентами полученных знаний для решения определенных материаловедческих задач.

1.2 Задачи дисциплины

- формирование системных представлений о особенностях строения и свойств твердых тел (фаз);
- формирование системных знаний, позволяющих четко определять методы получения твердых веществ в полидисперсном, микрокристаллическом состоянии и в виде эпитаксиальных пленок;
- формирование знаний по синтезу новых материалов с заданными свойствами и рассмотрение особенностей протекания реакций с участием твердых веществ.

1.3 Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Дисциплина «Химия твердого тела» относится к вариативной части Блока 1 учебного плана подготовки специалиста по профилю.

Для изучения дисциплины «Химия твердого тела» необходимо усвоение таких дисциплин как кристаллохимия, квантовая химия, неорганическая и органическая химия.

Курс необходим для выполнения научно-исследовательских работ в рамках учебного процесса при выполнении дипломных работ по теме «Неорганическая химия».

1.4 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Изучение данной учебной дисциплины направлено на формирование у обучающихся общепрофессиональных и профессиональных компетенций
(ОП К/ПК)

№ п.п.	Индекс компет енции	Содержание компетенции (или её части)	В результате изучения учебной дисциплины обучающиеся должны		
			знать	уметь	владеть

№ п.п.	Индекс компетенции	Содержание компетенции (или её части)	В результате изучения учебной дисциплины обучающиеся должны		
			знать	уметь	владеть
1	ОПК-1	способностью использовать полученные теоретические знания фундаментальных разделов химии при решении профессиональных задач	основные понятия о связи микроструктуры и функциональности материалов, ориентируется в классификации и свойствах различных типов твердых материалов	обоснованно классифицировать материал и условия его использования	общими вопросами описания микроструктуры твердого тела и методологией синтеза твердых соединений
2	ОПК-2	Владением навыками проведения химического эксперимента, основными синтетическими и аналитическими методами получения и исследования химических веществ и реакций	основные классы материалов и методы их получения	методически грамотно по известной методике синтезировать материал с заданными свойствами	современным и методами исследования и способами синтеза твердых веществ
3	ПК-4	способностью применять основные естественнонаучные законы и закономерности химической науки при анализе полученных результатов	общие вопросы триады «функция-структура-свойство»	ориентироваться в теоретической базе «структура-свойство»	общими вопросами экспериментальных и экспериментально-расчетных методов изучения функциональности твердых материалов
4	ПК-7	владением методами безопасного обращения с химическими материалами с учетом их физических и химических свойств	технику безопасности при работе с химическими материалами	проводить безопасную экспериментальную работу с учетом физических и химических свойств веществ	навыком оценки безопасности при планировании и эксперимента

2. Структура и содержание дисциплины.

2.1 Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ.

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 3 зач.ед. (108 часов), их распределение по видам работ представлено в таблице (для студентов ОФО).

Вид учебной работы		Всего часов	Семестры (часы)			
			8	—		
Контактная работа, в том числе:						
Аудиторные занятия (всего):		36	36			
Занятия лекционного типа		24	24	-	-	-
Лабораторные занятия		24	24	-	-	-
Занятия семинарского типа (семинары, практические занятия)		-	-	-	-	-
		-	-	-	-	-
Иная контактная работа:						
Контроль самостоятельной работы (КСР)		4	4			
Промежуточная аттестация (ИКР)		0,2	0,2			
Самостоятельная работа, в том числе:		55,8	55,8			
<i>Курсовая работа</i>		-	-	-	-	-
<i>Проработка учебного (теоретического) материала</i>		47,8	47,8	-	-	-
<i>Выполнение индивидуальных заданий (подготовка сообщений, презентаций)</i>		-	-	-	-	-
<i>Реферат</i>		-	-	-	-	-
Подготовка к текущему контролю		8	8	-	-	-
Контроль:						
Подготовка к экзамену		-	-			
Общая трудоемкость	час.	108	108	-	-	-
	в том числе контактная работа	52,2	52,2			
	зач. ед	3	3			

2.2 Структура дисциплины:

Распределение видов учебной работы и их трудоемкости по разделам дисциплины.

Разделы дисциплины, изучаемые в 8 семестре

№ раздела	Наименование разделов	Количество часов				
		Всего	Аудиторная работа			Самостоятельная работа
			Л	ПЗ	ЛР	
1	2	3	4	5	6	7
1.	Современные представления о строении твердых тел	36	8	-	8	20
2.	Методы получения и структурные превращения твердых тел	34	8	-	8	18

3.	Реакции в твердых телах	33,8	8	-	8	17,8
	<i>Итого по дисциплине:</i>		24,0	0,0	24,0	55,8

2.3 Содержание разделов дисциплины:

2.3.1 Занятия лекционного типа

№	Наименование раздела	Содержание раздела	Форма текущего контроля
1	2	3	4
1.	Современные представления о строении твердых тел	<p>Природа твердых тел: химическая связь в твердых телах, энергия решетки ионного кристалла, структура кристаллов, структура аморфных тел, твердые растворы.</p> <p>Электронное строение твердых тел: квантовомеханическое описание твердого тела, приближение модели свободных электронов, зонная теория, классификация твердых тел.</p> <p>Дефекты в твердом теле: электроны и дырки, атомные дефекты, образование вакансий при введении примесных атомов, ассоциированные дефекты, линейные и плоские дефекты, равновесие дефектов.</p> <p>Дефекты и физические свойства: электрические свойства, оптические свойства, магнитные свойства, тепловые свойства, механические свойства</p>	ЛР, К
2.	Методы получения и структурные превращения твердых тел	<p>Подвижность атомов: диффузия, ионный ток, реакции протекающие в диффузионной области.</p> <p>Взаимодействие дефектов: не прямое и прямое взаимодействие, ассоциация дефектов.</p> <p>Структурные превращения в твердых телах: классификация превращений, фазовые диаграммы, бездиффузионные превращения, фазовые превращения порядок-беспорядок, рост зерен, выделение новой фазы из твердого раствора, превращения при высоких давлениях, спекание, рост кристаллов</p>	ЛР, Т
3.	Реакции в твердых телах	<p>Поверхностные и структурные эффекты, реакции образования пленок, реакции разложения, межфазные реакции, реакции между твердыми веществами, реакции двойного обмена для веществ с преобладающей ионной подвижностью и</p>	ЛР, К

		преобладающей электронной подвижностью, факторы влияющие на реакционную способность.	
--	--	--	--

Формы **текущего контроля**: защита лабораторной работы (ЛР), написание реферата (Р), коллоквиум (К), тестирование (Т).

2.3.2. Лабораторные занятия

№	Наименование раздела	Наименование лабораторных работ	Форма текущего контроля
1	2	3	4
4.	Современные представления о строении твердых тел	Лабораторная работа №1 «Определение кристаллографической ориентации полупроводника и поверхностной плотности дефектов»	зачет
5.	Методы получения и структурные превращения твердых тел	Лабораторная работа №2 «Синтез силикагеля» Лабораторная работа №3 «Синтез аэросилогеля» Лабораторная работа №4 «Образование твердого кристалла из раствора»	зачет
6.	Реакции в твердых телах	Лабораторная работа № 5 «Получение люминофорного покрытия методом осаждения» Лабораторная работа №6 «Синтез полупроводниковой пленки» Лабораторная работа №7 «Получение нанокристаллических порошков методом химического осаждения и их исследование»	зачет

2.4 Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)

№	Наименование раздела	Перечень учебно-методического обеспечения дисциплины по выполнению самостоятельной работы
1	2	3
7.	Лекционный курс	Электронно-информационная система университета, библиотека университета, информационные электронные ресурсы сеи

		«Интернет»
8.	Лабораторные занятия	Лабораторные практикумы кафедры общей и неорганической химии и ИВТ

3. Образовательные технологии

Интерактивные презентации, используются при подаче обучающимся лекционного материала.

Решение проблемных задач в малых группах, используются для практического понимания обучающимися подаваемого теоретического материала.

4. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации

Оценка качества освоения дисциплины обучающимися включает промежуточный и текущий контроль усвоения знаний. Соответствующие оценочные средства отражены в ФОС дисциплины.

4.1 Фонд оценочных средств для проведения текущей аттестации

Фонд оценочных средств включает тестовые задания, контрольные работы, лабораторные работы позволяющие оценить знания, умения и уровень приобретенных компетенций.

Примерные вопросы для самопроверки и подготовки к написанию контрольных работ:

1. *В чем суть зонной модели твердого тела?*
2. *Что такое электронная концентрация?* 3. *Постройте фазовую диаграмму бинарной системы по следующим данным:*

в системе образуются три соединения A_2B , AB , AB_2 ; A_2B и AB_2 плавятся конгруэнтно, а AB – инконгруэнтно, образуя A_2B и жидкость; AB имеет также нижний температурный предел стабильного существования.
3. *Охарактеризуйте соединения постоянного и переменного состава.*
5. *Охарактеризуйте интерметаллические соединения, природу химической связи в них.*
6. *Охарактеризуйте термические, структурные, стехиометрические вакансии.*
7. *Охарактеризуйте нейтральные и заряженные дефекты, электронейтральность.*

8. Охарактеризуйте разупорядоченность в стехиометрических кристаллах химических соединений.

9. Приведите примеры взаимодействия дефектов.

10. Охарактеризуйте двумерные дефекты.

11. Охарактеризуйте методы наблюдения дислокаций.

12. Предельные эмпирические электронные концентрации для β -, γ - и ϵ -фаз латуни соответственно равны:

1) $21/13$, $3/2$, $7/4$,

2) $3/2$, $21/13$, $7/4$,

3) $3/2$, $25/13$, $9/4$.

13. По уравнению Капустинского можно рассчитать

1) энергию атомизации,

2) энергию сублимации, 3) энергию решетки ионных соединений.

14. К точечным дефектам относятся:

1) вакансии,

2) дислокации,

3) дефекты упаковки.

15. Равновесная концентрация дефектов в кристаллах при увеличении температуры:

1) увеличивается,

2) уменьшается,

3) проходит через максимум при определенной температуре,

4) проходит через минимум при определенной температуре.

4.2 Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации

Примерный перечень вопросов для подготовки к зачету:

1. Предмет и задачи химии и физики твердого тела. Химия и физика твердого тела - основа современного материаловедения.
2. Химическая связь в твердых телах. Межатомное взаимодействие. Основные типы связей в твердых телах. Силы Ван-дер-Ваальса, дисперсионное взаимодействие, ориентационное взаимодействие, индукционное взаимодействие. Ионная связь.
3. Химическая связь в твердых телах. Ковалентная связь. Металлическая связь. Водородная связь. Энергия связи.
4. Эффективные радиусы ионов, ковалентные и металлические радиусы атомов. Классификация твердых тел по характеру расположения атомов: идеальные монокристаллы; монокристаллы с дефектами решетки; поликристаллы; аморфные твердые тел.
5. Методы изучения механических свойств твердых тел. Микротвердость. Измерение твердости. Твердость по Бринеллю, Виккерсу и др.
6. Зонная теория твердого тела. Заполнение энергетических зон в диэлектриках, металлах и полупроводниках. Зона проводимости и валентная зона. Дырки - квазичастицы в твердых телах. Запрещенная зона.
7. Классификация твердых тел по электропроводности. Температурная зависимость удельной электропроводности для металлов, диэлектриков и полупроводников.
8. Магнитные свойства твердых фаз. Классификация магнетиков: диамагнетики, парамагнетики, ферромагнетики и антиферромагнетики. Природа парамагнетизма и диамагнетизма. Закон Кюри. Обменное взаимодействие и его роль в возникновении ферромагнетизма. Температура Кюри и температура Нееля.
9. Полупроводниковые материалы. Собственные полупроводники. Примесные полупроводники.
10. Диэлектрики. Общие закономерности прохождения электрического тока. Ионная проводимость неорганических диэлектриков.
11. Реальная структура твердых тел. Классификация дефектов по их размерности. Точечные (нульмерные) дефекты - вакансии, атомы в междоузлиях, химические примеси и изотопы, ди- и тривакансии и др.
12. Линейные (одномерные) дефекты - дислокации и микротрещины.

13. Поверхностные (двухмерные) дефекты - границы зерен и двойников, дефекты упаковки, стенки доменов, межфазные границы, поверхность кристалла. Объемные (трехмерные) дефекты - микропустоты и включения другой фазы.

14. Тепловые точечные дефекты. Дефекты по Френкелю. Дефекты по Шоттке. Равновесная концентрация точечных дефектов по Френкелю и Шоттке. 15. Тепловые дефекты в бинарных сплавах. Заряженные и незаряженные дефекты. Центры окраски (F, M, R - центры).

16. Растворы внедрения и растворы замещения.

17. Антиструктурная разупорядоченность. Нестехиометричность.

18. Краевые, винтовые и смешанные дислокации. Декорирование дислокации. Контур и вектор Бюгера. Движение дислокации. Источники дислокации.

19. Примеси в полупроводниках. Энергия ионизации примеси или дефекта. Акцепторные и донорные примеси.

20. Основные типы взаимодействия точечных дефектов. Взаимодействие дислокации с точечными дефектами.

21. Непосредственное наблюдение дефектов решетки: ионная и электронная спектроскопия; рентгеновские методы; метод избирательного травления; исследование поверхности кристалла.

22. Различные типы химических реакций твердых тел: реакции присоединения ($A+B = AB$); реакции двойного обмена ($AB+CD = AD+CB$); реакции разложения $A_{тв.} = B_{тв.} + C_{газ}$).

23. Факторы, влияющие на реакционную способность твердых тел: примеси, структурные дефекты, облучение.

5. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

Основная литература:

Основная:

1. Епифанов Г.И. Физика твердого тела [Электронный ресурс]: учебное пособие. – 4-е изд., стер. – СПб.: Издательство «Лань», 2011. – 288 с.: ил. – (Учебники для вузов. Специальная литература). – Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/2023#authors>.

Дополнительная:

1. Кнотько, А.В. Химия твердого тела [Текст] : учебное пособие для студентов / А. В. Кнотько, И. А. Пресняков, Ю. Д. Третьяков. - М. : Академия, 2006. - 302 с. : ил. - (Высшее профессиональное образование. Естественные науки). - Библиогр. в конце глав. - ISBN 5769522623

6. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины (модуля)

1. Электронная энциклопедия: <https://ru.wikipedia.org>
2. Ресурсы научной электронной библиотеки e-LIBRARY.RU: <http://elibrary.ru>.
3. Обучающие ресурсы Международного Союза по Кристаллографии: www.iucr.org
4. Электронные ресурсы издательства Springer: www.springerlink.com
5. Электронные ресурсы издательства Elsevier: www.sciencedirect.com

7. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

№	Наименование раздела	Содержание раздела (темы) для самостоятельной работы	Форма текущего контроля
1	2	3	4
1.	Современные представления о строении твердых тел	Методы изучения энергетического строения твердых тел; кластерный и зонный подходы; метод ячеек и вариационный метод. Колебания кристаллической решетки; акустические и оптические фононы; электрон-фононное взаимодействие в полярных кристаллах. Статистика электронов и дырок в равновесном состоянии. Уровень Ферми-Дирака и Бозе-Эйнштейна. Сегнетоэлектрические свойства кристаллов. Фазовые переходы в сегнетоэлектриках. Теория фазовых переходов Ландау. Классификация сегнетоэлектриков. Фазовый переход в титанате бария. Доменная структура. Пьезоэлектрики. Пироэлектрики. Решение теоретических задач.	К
2.	Методы получения и структурные превращения твердых тел	Представления о проблеме получения веществ в заданном структурном состоянии (порошки, пленки, монокристаллы, скелетные структуры, слоистые и пористые материалы, наночастицы и нановолокна). Использование физических и	К

		химических процессов при синтезе веществ заданного состава (систематика Ормонта). Представления о зарождении и росте кристаллов. Закономерности формирования и роста зародышей, роста кристаллов, осаждения порошков и пленок из растворов, расплавов и паровой фазы. Решение теоретических задач.	
3.	Реакции в твердых телах	Химические превращения твердофазных реагентов, возбуждаемые нетепловыми методами Химическое действие света и ионизирующего излучения на твердые тела. Законы поглощения электромагнитного излучения твердыми телами. Типы поглощения света: фундаментальное, экситонное, фононное, свободными носителями зарядов, примесное. Фундаментальное поглощение – прямые и не прямые оптические переходы. Экситоны Френкеля и Ванье-Мотта. Фотокаталитические реакции. Образование центров окраски в процессе фоторазложения ионных кристаллов. Особенности фотолиза солей серебра. Принципы формирования скрытого изображения и его проявления в фотографических слоях на основе галогенидов серебра; теория Герни-Мотта. Особенности разупорядочения структуры твердых тел под действием нейтронов. Представления о механохимических реакциях.	К

СР состоит, из подготовки темы по конспекту лекций, и поиска дополнительной информации по тематике лекционного задания, а также ответ на вопросы при проведениях коллоквиума.

Выполнений и отработки навыков расчета проводимых расчетных примеров во время лабораторных занятий.

8. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю) (при необходимости)

8.1 Перечень необходимого программного обеспечения

Microsoft Office Excel 2007, Microsoft Office PowerPoint 2007

9. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине

№	Наименование раздела	Перечень учебно-методического обеспечения дисциплины по выполнению самостоятельной работы
1	2	3
1.	Лекционный курс	Аудитория с мультимедийным оборудованием
2.	Лабораторные занятия	Учебно-научная лаборатория «Техносферная безопасность» (№435С) с комплектами реактивов и оборудования