

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ 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



[Signature] Хагуров Т. А.

дпись

28 » *[Signature]* 2023 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
Б1.В.07. ХИМИЯ ТВЕРДОГО ТЕЛА**

Направление подготовки	04.03.01 Химия
Направленность (профиль)	неорганическая химия и химия координационных соединений
Форма обучения	очная
Квалификация	бакалавр

Краснодар 2023

Рабочая программа дисциплины ХИМИЯ ТВЕРДОГО ТЕЛА составлена в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки 04.03.01 Химия (уровень бакалавриата)

Программу составил:
Петров Н.Н., канд. хим. наук



Рабочая программа дисциплины ХИМИЯ ТВЕРДОГО ТЕЛА утверждена на заседании кафедры общей и неорганической химии и ИВТ в химии протокол № 7 от "4" апреля 2023 г.

Заведующий кафедрой Волынкин В.А.



Утверждена на заседании учебно-методической комиссии факультета химии и высоких технологий протокол №11 от "18" апреля 2023 г.

Председатель УМК факультета Беспалов А.В.



Рецензенты:

Горохов Р.В., канд. хим. наук, ведущий специалист
ООО «Газпром инвест»

Шельдешов Н.В., д-р хим. наук, профессор кафедры
физической химии ФГБОУ ВО «КубГУ»

1 Цели и задачи изучения дисциплины (модуля)

1.1 Цель освоения 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 части, формируемой участниками образовательных отношений, Блока 1 «Дисциплины (модули)» учебного плана и является дисциплиной по выбору. 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 направлению «Неорганическая химия и химия координационных соединений».

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 следующих компетенций:

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Результаты обучения по дисциплине
ПК-3. Способен использовать современные теоретические представления химической науки для анализа экспериментальных данных	
ИПК-3.1. Использует современные теоретические представления химической науки в своей профессиональной деятельности	Знает основные понятия в описании микроструктуры и характеристик твердых материалов, ориентируется в классификации и свойствах различных типов твердых материалов
	Умеет предлагать адекватные методы получения при дизайне материалов с заданными функциональными характеристиками
	Владеет общими вопросами экспериментальных и экспериментально-расчетных методов изучения функциональности твердых материалов и методологией синтеза твердых соединений
ИПК-3.2. Интерпретирует результаты химического эксперимента на основе современных теоретических представлений	знает особенности протекания процессов при синтезе твердофазных материалов
	умеет осуществлять анализ взаимосвязи структуры твердофазных материалов с получаемыми

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Результаты обучения по дисциплине
	характеристиками материалов на их основе владеет навыками подбора наиболее успешного пути синтеза целевых твердофазных соединений или материалов на их основе
ПК-5. Способен осуществлять поиск и первичную обработку научной и научно-технической информации по предложенной теме	
ИПК-5.1. Осуществляет поиск научной и научно-технической информации по предложенной теме	Знает общие закономерности в изменении функциональных характеристик при варьировании структуры и состава веществ и материалов из них
	Умеет проводить качественную оценку данных по структуре и свойствам твердофазных материалов
	Владеет пониманием современных тенденций в области исследований твердофазных материалов, и границами применения воззрений в области твердого тела
ИПК-5.2. Осуществляет выбор и обработку научной и научно-технической информации по предложенной теме	Знает общие вопросы триады «функция-структура-свойство»
	Умеет ориентироваться в терминологии при описании взаимосвязи «структура-свойство»
	Владеет методологией первичной оценки данных

2. Структура и содержание дисциплины

2.1 Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 4 зачетных единиц (144 часов), их распределение по видам работ представлено в таблице

Виды работ	Всего часов	Форма обучения
		очная
		8 семестр (часы)
Контактная работа, в том числе:		
Аудиторные занятия (всего):	60	60
занятия лекционного типа	20	20
лабораторные занятия	40	40
практические занятия		
семинарские занятия		
Иная контактная работа:		
Контроль самостоятельной работы (КСР)	4	4
Промежуточная аттестация (ИКР)	0.2	0.2
Самостоятельная работа, в том числе:	79,8	79,8
Оформление лабораторных работ	24	24
Самостоятельное изучение теоретического материала	24	24
Самостоятельное решение задач	10	10
Подготовка к текущему контролю	29,8	29,8
Контроль:		
Подготовка к экзамену	-	-
Общая трудоемкость	час.	144
	в том числе контактная работа	64,2
	зач. ед	4

2.2 Содержание дисциплины

Распределение видов учебной работы и их трудоемкости по разделам дисциплины.
Разделы (темы) дисциплины, изучаемые в 8 семестре (очная форма обучения)

№	Наименование разделов (тем)	Количество часов				
		Всего	Аудиторная работа			Внеаудиторная работа
			Л	ПЗ	ЛР	
1.	Современные представления о строении твердых тел. Взаимосвязь строения и свойств.	46	10	-	12	24
2.	Методы получения и структурные превращения твердых тел	32	6	-	16	10
3.	Реакции в твердых телах	38	4	-	12	22
	<i>ИТОГО по разделам дисциплины</i>		20		40	59
	Контроль самостоятельной работы (КСР)	4	-	-	-	-
	Промежуточная аттестация (ИКР)	0.2	-	-	-	-
	Подготовка к текущему контролю	29,8	-	-	-	-
	Общая трудоемкость по дисциплине	144	-	-	-	-

2.3 Содержание разделов (тем) дисциплины

2.3.1 Занятия лекционного типа

№	Наименование раздела (темы)	Содержание раздела (темы)	Форма текущего контроля
1. 2. 3. 4. 5.	Современные представления о строении твердых тел. Взаимосвязь строения и свойств.	Природа твердых тел: химическая связь в твердых телах, энергия решетки ионного кристалла, структура кристаллов, структура аморфных тел, твердые растворы. Электронное строение твердых тел: квантово-механическое описание твердого тела, приближение модели свободных электронов, зонная теория, классификация твердых тел. Дефекты в твердом теле: электроны и дырки, атомные дефекты, образование вакансий при введении примесных атомов, ассоциированные дефекты, линейные и плоские дефекты, равновесие дефектов. Дефекты и физические свойства: электрические свойства, оптические свойства, магнитные свойства, тепловые свойства, механические свойства	Эссе ЛР1-3 Контрольные вопросы
6. 7. 8.	Методы получения и структурные превращения твердых тел	Подвижность атомов: диффузия, ионный ток, реакции, протекающие в диффузионной области. Взаимодействие дефектов: не прямое и прямое взаимодействие, ассоциация дефектов. 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	ЛР4-6, Контрольные вопросы
9. 10.	Реакции в твердых телах	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 преобладающей электронной подвижностью, факторы, влияющие на реакционную способность.	ЛР7,8, Контрольные вопросы

2.3.2 Занятия семинарского типа (практические / семинарские занятия/

лабораторные работы)

№	Наименование раздела (темы)	Тематика занятий/работ	Форма текущего контроля
1.	Современные представления о строении твердых тел. Взаимосвязь строения и свойств.	ЛР №1 «Определение кристаллографической ориентации полупроводника и поверхностной плотности дефектов» ЛР №2 «Характеризация поверхности силикагеля методом индикаторов» ЛР №3 «Определение удельной поверхности силикагеля»	Отчет о ЛР
2.	Методы получения и структурные превращения твердых тел	ЛР №4 «Получение терморасширенного графита» ЛР №5 «Получение силикагеля» ЛР №6 «Изучение влияния условий синтеза на характеристики получаемого силикагеля»	Отчет о ЛР
3.	Реакции в твердых телах	ЛР №7 «Изучение барьерного эффекта наполненных полимеров» ЛР №8 «Получение нанокристаллических порошков методом химического осаждения и их исследование»	Отчет о ЛР
4.	Защита результатов ЛР	Защита студентами экспериментальных результатов по оценочным критериям	ЛР1-8, зачет

Защита лабораторной работы (ЛР), контрольная работа (КР).

2.3.3 Примерная тематика курсовых работ

Курсовая работа не предусмотрена учебным планом.

2.3.3 Примерная тематика курсовых работ

Курсовая работа не предусмотрена учебным планом.

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

№	Вид СРС	Перечень учебно-методического обеспечения дисциплины по выполнению самостоятельной работы
1	Оформление лабораторных работ	Лабораторные практикумы кафедры общей и неорганической химии и ИВТ, виртуальные лабораторные работы
2	Самостоятельное изучение теоретического материала	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 Электронно-информационная система университета, библиотека университета, информационные электронные ресурсы сети «Интернет»
3	Самостоятельное решение задач	Электронно-информационная система университета, библиотека университета, информационные электронные ресурсы сети «Интернет»
4	Подготовка к текущему контролю	Методические рекомендации к организации аудиторной и внеаудиторной (самостоятельной) работы студентов: методические указания / сост. Т.П. Стороженко, Т.Б. Починок, А.В. Беспалов, Н.В. Лоза. – Краснодар: Кубанский гос. ун-т, 2018. - 89 с.

Учебно-методические материалы для самостоятельной работы обучающихся из числа инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья (ОВЗ) предоставляются в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

Для лиц с нарушениями зрения:

- в печатной форме увеличенным шрифтом,
- в форме электронного документа,
- в форме аудиофайла,
- в печатной форме на языке Брайля.

Для лиц с нарушениями слуха:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа,
- в форме аудиофайла.

Данный перечень может быть конкретизирован в зависимости от контингента обучающихся.

3. Образовательные технологии, применяемые при освоении дисциплины (модуля)

В ходе изучения дисциплины предусмотрено использование следующих образовательных технологий: лекции, лабораторные занятия, самостоятельная работа студентов.

В соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению «Химия» реализация компетентностного подхода предусматривает широкое использование в учебном процессе активных и интерактивных форм проведения занятий.

Неотъемлемой составной частью видов учебных занятий и одной из важнейших при подготовке студентов является лабораторный практикум. Именно лабораторный практикум позволяет реализовать воедино понятия «знать», «уметь», «владеть навыками» при проведении экспериментальных исследований. При применении проблемного подхода к работе студентов становится возможным решение следующего комплекса задач:

- формирование у студентов знания и понимания физической сущности изучаемых процессов и явлений;
- развитие способностей к творческой исследовательской работе;
- умение применять в практике научных исследований различные экспериментальные методики;
- знание основ постановки экспериментов с применением различного исследовательского оборудования.

Для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья устанавливается особый порядок освоения указанной дисциплины. В образовательном процессе используются социально-активные и рефлексивные методы обучения, технологии социокультурной реабилитации с целью оказания помощи в установлении полноценных межличностных отношений с другими студентами, создании комфортного психологического климата в студенческой группе. Вышеозначенные образовательные технологии дают наиболее эффективные результаты освоения дисциплины с позиций актуализации содержания темы занятия, выработки продуктивного мышления, терминологической грамотности и компетентности обучаемого в аспекте социально-направленной позиции будущего специалиста, и мотивации к инициативному и творческому освоению учебного материала.

Информационные технологии, применяемые при изучении дисциплины: использование информационных ресурсов, доступных в информационно-телекоммуникационной сети Интернет.

Адаптивные образовательные технологии, применяемые при изучении дисциплины – для лиц с ограниченными возможностями здоровья предусмотрена организация консультаций с использованием электронной почты.

4. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации

Оценочные средства предназначены для контроля и оценки образовательных достижений обучающихся, освоивших программу учебной дисциплины «Химия твердого тела».

Оценочные средства включает контрольные материалы для проведения **текущего контроля** в форме заданий для самостоятельного решения, задач для решения в аудитории, контрольных работ, контрольных вопросов к лабораторным работам, и **промежуточной аттестации** в форме вопросов и задач к экзамену.

Структура оценочных средств для текущей и промежуточной аттестации

№ п/п	Код и наименование индикатора (в соответствии с п. 1.4)	Результаты обучения (в соответствии с п. 1.4)	Наименование оценочного средства	
			Текущий контроль	Промежуточная аттестация
1	ИПК-3.1. Использует современные теоретические представления химической науки в своей профессиональной деятельности	Знает основные понятия в описании микроструктуры и характеристик твердых материалов, ориентируется в классификации и свойствах различных типов твердых материалов	Защита лабораторных работ Задачи для решения в аудитории	Вопрос на зачете
		Умеет предлагать адекватные методы получения при дизайне материалов с заданными функциональными характеристиками	Защита лабораторных работ	Вопрос на зачете
		Владеет общими вопросами экспериментальных и экспериментально-расчетных методов изучения функциональности твердых материалов и методологией синтеза твердых соединений	Защита лабораторных работ	
2	ИПК-3.2. Интерпретирует результаты химического эксперимента на основе современных теоретических представлений	знает особенности протекания процессов при синтезе твердофазных материалов	Защита лабораторных работ	
		умеет осуществлять анализ взаимосвязи структуры твердофазных материалов с получаемыми характеристиками материалов на их основе	Задачи для решения в аудитории; Защита лабораторных работ, Эссе	
		владеет навыками подбора наиболее успешного пути синтеза целевых твердофазных соединений или материалов на их основе	Защита лабораторных работ	Вопрос на зачете
3	ИПК-5.1. Осуществляет поиск научной и научно-технической информации по	Знает общие закономерности в изменении функциональных характеристик при	Защита лабораторных работ	Вопрос на зачете

	предложенной теме	варьировании структуры и состава веществ и материалов из них		
		Умеет проводить качественную оценку данных по структуре и свойствам твердофазных материалов	Задачи для решения в аудитории	
		Владеет пониманием современных тенденций в области исследований твердофазных материалов, и границами применения воззрений в области твердого тела	Защита лабораторных работ, Контрольные вопросы	
4	ИПК-5.2. Осуществляет выбор и обработку научной и научно-технической информации по предложенной теме	Знает общие вопросы триады «функция-структура-свойство»	Защита лабораторных работ	
		Умеет ориентироваться в терминологии при описании взаимосвязи «структура-свойство»	Защита лабораторных работ, Задания для самостоятельного решения	Вопрос на зачете
		Владеет методологией первичной оценки данных	Эссе, Защита лабораторных работ	

Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы

Примерные темы для написания Эссе

1. Проблемы взаимосвязывания структуры(состава) и функциональности материала.
2. Влияние ограниченности современного знания на функции получаемого объекта.
3. Иерархия структуры вещества. Влияние на детерминированность функций материала.

Примерные контрольные вопросы для самопроверки по теме «Дефекты в твердом теле»:

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

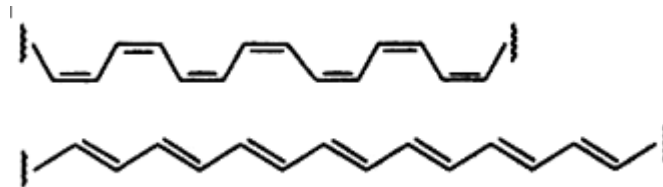
в системе образуются три соединения A₂B, AB, AB₂; A₂B и AB₂ плавятся конгруэнтно, а AB – инконгруэнтно, образуя A₂B и жидкость; AB имеет также нижний температурный предел стабильного существования.
3. Охарактеризуйте соединения постоянного и переменного состава.
5. Охарактеризуйте интерметаллические 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.

Примерные задачи для самостоятельного решения и решения в аудитории

Опишите возможные функциональные свойства материала на основе соединения приведенного ниже:

1.



2.

Ni(Co)-Ренея

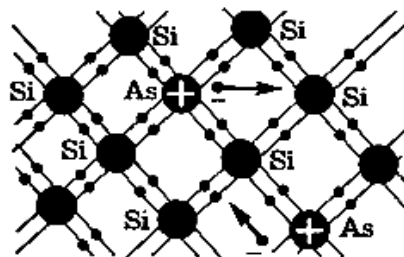
3.

$\text{Al}_2\text{O}_3\text{-SiO}_2$

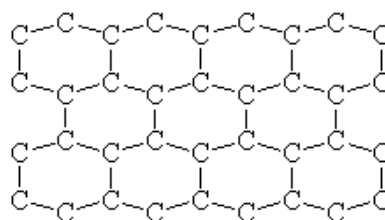
4.

$\text{CaO-NiO-Cr}_2\text{O}_3\text{-P}_2\text{O}_5$

5.



6.



Критерии оценки при защите лабораторных работ

№ п/п	Критерий оценивания	Максимальное количество баллов по критерию	Полученное количество баллов	К, %
1	Планирование деятельности, ресурсов	10		
2	Критическое осмысление информации	15		
3	Проведение наблюдения, эксперимента, исследования или моделирования	25		
4	Оформление результатов, выводов	20		
5	Соответствие требованиям оформления письменного текста (письменная коммуникация)	10		
6	Ответы на вопросы	20		

Шкала перевода значений коэффициента успешности в традиционную аттестационную оценку

Значения коэффициента успешности	Традиционная аттестационная оценка
91 – 100	«отлично» / «зачтено»
74 – 90	«хорошо» / «зачтено»
61 – 73	«удовлетворительно» / «зачтено»
0,00 – 0,60	«неудовлетворительно» / «незачтено»

Лабораторные работы считаются успешно выполненными в случае предоставления отчета (журнала), включающего тему, цель, ход работы, соответствующие таблицы, графики и ответа на теоретические вопросы по теме работы, а также аргументированность и научность выводов и результатов при их дискуссионной защите.

Шкала оценивания - «зачтено/ не зачтено» (запись в лабораторном журнале студента). «Зачтено» за лабораторную работу ставится в случае, если она выполнена в полном объеме с соблюдением необходимой последовательности действий и правил техники безопасности. Правильно и аккуратно выполнены все записи, таблицы, рисунки, графики, вычисления, правильно проанализированы ошибки. При этом обучающимся показано свободное владение материалом по дисциплине. «Не зачтено» ставится в случае, если допущены более двух грубых ошибок в ходе выполнения и оформления работы, которые обучающиеся не могут исправить даже по требованию преподавателя или работа не выполнена полностью, тогда она возвращается на доработку и затем вновь сдаётся на проверку преподавателю.

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, иондукционное 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.

Критерии оценивания результатов обучения

Оценка	Критерии оценивания по экзамену
«Зачтено» Высокий уровень «5» (отлично)	выставляется студенту, если ответ полный, правильный, самостоятельный, материал изложен в определенной логической последовательности демонстрируется многосторонность подходов, многоаспектность обсуждения проблемы, умение аргументировать собственную точку зрения, находить пути решения познавательных задач, устанавливать причинно-следственные связи между строением, свойствами и применением веществ, в логическом рассуждении и решении задачи нет ошибок, задача решена рациональным способом
«Зачтено» Средний уровень «4» (хорошо)	выставляется студенту, если ответ полный и правильный на основе изученных теорий, материал изложен в определённой логической последовательности, при этом допускаются несущественные ошибки в ответах на теоретические вопросы или в решении задачи, которые студент может исправить по указанию преподавателя
«Зачтено» Пороговый уровень «3» (удовлетворительно)	выставляется студенту, если ответ полный, но при этом допущена существенная ошибка или ответ неполный, несвязный, не проявляются умения применять теоретические знания при решении практических проблем; - знание предмета с заметными пробелами, неточностями, но такими, которые не служат препятствием для дальнейшего обучения
«Не зачтено» Минимальный уровень «2» (неудовлетворительно)	выставляется, если ответ обнаруживает незнание основного содержания учебного материала. Студент не способен решить экзаменационную задачу даже с помощью преподавателя и плохо владеет теоретическим материалом (наблюдаются существенные ошибки при обсуждении базовых понятий предмета).

Оценочные средства для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья выбираются с учетом их индивидуальных психофизических особенностей.

– при необходимости инвалидам и лицам с ограниченными возможностями здоровья предоставляется дополнительное время для подготовки ответа на экзамене;

– при проведении процедуры оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья предусматривается использование технических средств, необходимых им в связи с их индивидуальными особенностями;

– при необходимости для обучающихся с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов процедура оценивания результатов обучения по дисциплине может проводиться в несколько этапов.

Процедура оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья по дисциплине (модулю) предусматривает предоставление информации в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

Для лиц с нарушениями зрения:

- в печатной форме увеличенным шрифтом,
- в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями слуха:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа.

Данный перечень может быть конкретизирован в зависимости от контингента обучающихся.

5. Перечень учебной литературы, информационных ресурсов и технологий

Основная литература:

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>.
2. 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
3. Цирельсон, В.Г. Квантовая химия. Молекулы, молекулярные системы и твердые тела [Электронный ресурс] : учебное пособие для студентов вузов / В. Г. Цирельсон. – 4-е изд. (эл.) – М. : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2017. - 522 с. - (Учебник для высшей школы). – Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/94104#book_name

5.2. Периодическая литература

1. Журнал прикладной химии - российский научный журнал журналом широкого профиля в области прикладной химии, ЖПХ публикует результаты исследований в различных областях химии и химической технологии в виде статей и обзоров с четко выраженным прикладным характером.

2. Журнал «Химическая технология»

- российский научный рецензируемый производственный, научно-технический, информационно-аналитический и учебно-методический журнал для работников промышленности, научно-исследовательских и проектно-конструкторских институтов, учащихся средних и высших учебных заведений.

3. Журнал «Территории Нефтегаз»
– ведущее отраслевое издание по оборудованию и технологиям включая защиту материалов и повышение долговечности в нефтегазовом комплексе.

5.3. Интернет-ресурсы, в том числе современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы

Электронно-библиотечные системы (ЭБС):

1. ЭБС «ЮРАЙТ» <https://urait.ru/>
2. ЭБС «УНИВЕРСИТЕТСКАЯ БИБЛИОТЕКА ОНЛАЙН»
www.biblioclub.ru
3. ЭБС «BOOK.ru» <https://www.book.ru>
4. ЭБС «ZNANIUM.COM» www.znanium.com
5. ЭБС «ЛАНЬ» <https://e.lanbook.com>

Профессиональные базы данных:

1. Scopus <http://www.scopus.com/>
2. ScienceDirect www.sciencedirect.com
3. Журналы издательства Wiley <https://onlinelibrary.wiley.com/>
4. Научная электронная библиотека (НЭБ) <http://www.elibrary.ru/>
5. Полнотекстовые архивы ведущих западных научных журналов на Российской платформе научных журналов НЭИКОН <http://archive.neicon.ru>
6. Национальная электронная библиотека (доступ к Электронной библиотеке диссертаций Российской государственной библиотеки (РГБ) <https://rusneb.ru/>
7. Nature Journals <https://www.nature.com/siteindex/index.html>
8. Springer Nature Protocols and Methods
<https://experiments.springernature.com/sources/springer-protocols>
9. Springer Materials <http://materials.springer.com/>
10. Springer Journals Archive: <https://link.springer.com/>

Ресурсы свободного доступа:

1. Американская патентная база данных <http://www.uspto.gov/patft/>
2. КиберЛенинка (<http://cyberleninka.ru/>);
3. Информационная система "Единое окно доступа к образовательным ресурсам"
<http://window.edu.ru/>;
4. Единая коллекция цифровых образовательных ресурсов <http://school-collection.edu.ru/> .

Собственные электронные образовательные и информационные ресурсы КубГУ:

1. Среда модульного динамического обучения <http://moodle.kubsu.ru>
2. База учебных планов, учебно-методических комплексов, публикаций и конференций <http://mschool.kubsu.ru/>
3. Библиотека информационных ресурсов кафедры информационных образовательных технологий <http://mschool.kubsu.ru>;
4. Электронный архив документов КубГУ <http://docspace.kubsu.ru/>

6. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)

Успешное изучение дисциплины «Химическая технология» требует от студентов регулярного посещения лекций, а также активной работы на практических занятиях,

выполнения тестовых проверочных работ, выполнения и защиты лабораторных работ, ознакомления с основной и дополнительной рекомендуемой литературой.

При подготовке к лекционному занятию студентам рекомендуется:

- 1) просмотреть записи предыдущей лекции и восстановить в памяти ранее изученный материал;
- 2) бегло просмотреть материал предстоящей лекции, с целью лучшего усвоения нового материала;
- 3) самостоятельно проработать отдельные фрагменты темы прошлой лекции, если это необходимо.

При конспектировании лекционного материала студентам нужно стремиться кратко, схематично, последовательно и логично фиксировать основные положения, выводы, обобщения и формулировки, не пытаясь записать весь преподаваемый материал слово в слово.

При подготовке к лабораторному занятию рекомендуется:

- 1) внимательно изучить материал предстоящей работы и составить план ее выполнения;
- 2) уделить повышенное внимание экспериментальным особенностям предстоящей работы (используемым реактивам и оборудованию, а также технике работы с ними);

Выполнять лабораторную работу необходимо аккуратно и последовательно, отражая все ее основные этапы в лабораторном журнале. Для успешной защиты лабораторной работы необходимо тщательно изучить лекционный и, если это необходимо, дополнительный теоретический материал по теме работы, а также правильно заполнить лабораторный журнал, сделав все необходимые расчеты и сформулировав выводы по проделанной работе.

При подготовке задания преподавателя рекомендуется:

- 1) ознакомиться с темой, которой посвящено задание для выяснения обсуждаемого круга вопросов;
- 2) поработать с конспектом лекции по теме, а также ознакомиться с рекомендуемой литературой и (при необходимости) дополнительными источниками информации в виде периодических изданий и Интернет-ресурсов.

При выполнении практической работы студентам необходимо отмечать те вопросы и разделы, которые вызывают у них затруднения, с целью последующей консультации у преподавателя. Каждый студент должен стремиться активно работать на практических занятиях и успешно выполнять тестовые проверочные работы.

Самостоятельная работа студентов является одним из эффективных средств развития и активизации творческой деятельности студентов. Ее можно рассматривать как главный резерв повышения качества подготовки специалистов. Методологическую основу самостоятельной работы студентов составляет деятельностный подход, который состоит в том, что цели обучения ориентированы на формирование умений решать типовые и нетиповые задачи, т. е. на реальные ситуации, где студентам надо проявить знание конкретной дисциплины.

В современной литературе выделяют два уровня самостоятельной работы - управляемая преподавателем самостоятельная работа студентов и собственно самостоятельная работа.

Именно первый уровень наиболее значим, т.к. он предполагает наличие специальных методических указаний преподавателя, следуя которым студент приобретает и совершенствует знания, умения и навыки, накапливает опыт практической деятельности.

В зависимости от этого различают три уровня самостоятельной работы:

- репродуктивный (тренировочный);
- реконструктивный;
- творческий.

Самостоятельные тренировочные работы выполняются по образцу: решение задач, заполнение таблиц, схем и т. д. Познавательная деятельность студента проявляется в узнавании, осмыслении, запоминании. Цель такого рода работ – закрепление знаний, формирование умений, навыков.

В ходе самостоятельных реконструктивных работ происходит перестройка решений, составление плана, тезисов, на этом уровне могут изучаться первоисточники, выполняться типовые и нетиповые расчетные задания. Цель этого вида работ – научить студентов основам самостоятельного планирования.

Самостоятельная творческая работа требует анализа проблемной ситуации, получения новой информации. Студент должен самостоятельно произвести выбор средств и методов решения. Цель данного вида работ – обучение основам творчества, перспективного планирования, в соответствии с логикой организации научного исследования.

В освоении дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья большое значение имеет индивидуальная учебная работа (консультации) – дополнительное разъяснение учебного материала.

Индивидуальные консультации по предмету являются важным фактором, способствующим индивидуализации обучения и установлению воспитательного контакта между преподавателем и обучающимся инвалидом или лицом с ограниченными возможностями здоровья.

7. Материально-техническое обеспечение по дисциплине (модулю)

Наименование специальных помещений	Оснащенность специальных помещений	Перечень лицензионного программного обеспечения
Учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа	Мебель: учебная мебель Технические средства обучения: экран, проектор, компьютер	Microsoft Windows; Microsoft Office
Учебные аудитории для проведения занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации	Мебель: учебная мебель Технические средства обучения: экран, проектор, компьютер	Microsoft Windows; Microsoft Office
Учебные аудитории для проведения лабораторных работ. Лаборатория химической технологии (ауд. 435С)	Мебель: учебная мебель Технические средства обучения: переносное мультимедийное оборудование (ноутбук, проектор) Оборудование: специализированная лабораторная мебель (столы, стулья, шкафы для реактивов и оборудования, вытяжные шкафы), средства пожарной безопасности и оказания первой медицинской помощи,	Microsoft Windows; Microsoft Office

	химическая посуда и оборудование, весы аналитические и технические, электрические нагревательные плитки, рН метр «Эксперт-001-1», муфельная печь, сушильный шкаф, центрифуга лабораторная ЦЕН-16, микроскоп металлографический «Альтами», химические реактивы.	
Учебные аудитории для курсового проектирования (выполнения курсовых работ)	Курсовая работа не предусмотрена учебным планом.	

Для самостоятельной работы обучающихся предусмотрены помещения, укомплектованные специализированной мебелью, оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду университета.

Наименование помещений для самостоятельной работы обучающихся	Оснащенность помещений для самостоятельной работы обучающихся	Перечень лицензионного программного обеспечения
Помещение для самостоятельной работы обучающихся (читальный зал Научной библиотеки)	<p>Мебель: учебная мебель</p> <p>Комплект специализированной мебели: компьютерные столы</p> <p>Оборудование: компьютерная техника с подключением к информационно-коммуникационной сети «Интернет» и доступом в электронную информационно-образовательную среду образовательной организации, веб-камеры, коммуникационное оборудование, обеспечивающее доступ к сети интернет (проводное соединение и беспроводное соединение по технологии Wi-Fi)</p>	<p>Microsoft Windows;</p> <p>Microsoft Office</p>
Помещение для самостоятельной работы обучающихся (ауд. 431С)	<p>Мебель: учебная мебель</p> <p>Комплект специализированной мебели: компьютерные столы</p> <p>Оборудование: компьютерная техника с подключением к информационно-коммуникационной сети «Интернет» и доступом в электронную информационно-</p>	<p>Microsoft Windows;</p> <p>Microsoft Office</p>

	образовательную среду образовательной организации, веб-камеры, коммуникационное оборудование, обеспечивающее доступ к сети интернет (проводное соединение и беспроводное соединение по технологии Wi-Fi)	
--	--	--