

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Тамбовский государственный университет имени Г.Р. Державина»
Институт естествознания
Кафедра химии

УТВЕРЖДАЮ:
Директор института



Е. В. Скрипникова
«04» июля 2022 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

по дисциплине Б1.В.4 Кристаллохимия

Направление подготовки/специальность: 04.03.01 - Химия

Профиль/направленность/специализация: Химия твёрдого тела и химия материалов

Уровень высшего образования: бакалавриат

Квалификация: Бакалавр

год набора: 2022

Тамбов, 2022

Автор программы:

Кандидат химических наук, доцент Бердникова Галина Геннадьевна

Рабочая программа составлена в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 04.03.01 - Химия (уровень бакалавриата) (приказ Министерства образования и науки РФ от «17» июля 2017 г. № 671).

Рабочая программа принята на заседании Кафедры химии «28» июня 2022 г. Протокол № 2

Рассмотрена и одобрена на заседании Ученого совета Института естествознания, Протокол от «04» июля 2022 г. № 12.

СОДЕРЖАНИЕ

1. Цели и задачи дисциплины.....	4
2. Место дисциплины в структуре ОП бакалавра.....	5
3. Объем и содержание дисциплины.....	5
4. Контроль знаний обучающихся и типовые оценочные средства.....	10
5. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля).....	28
6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины.....	29
7. Материально-техническое обеспечение дисциплины, программное обеспечение, профессиональные базы данных и информационные справочные системы.....	30

1. Цели и задачи дисциплины

1.1 Цель дисциплины – формирование компетенций:

ПК-5 Способен проводить работы по обработке и анализу научно-технической информации и результатов исследований

1.2 Типы задач профессиональной деятельности, к которым готовятся обучающиеся в рамках освоения дисциплины:

- организационно-управленческий
- технологический

1.3 Дисциплина ориентирована на подготовку обучающихся к профессиональной деятельности в сферах: 26 Химическое, химико-технологическое производство (в сфере оптимизации существующих и разработки новых технологий, методов и методик получения и анализа продукции, в сфере контроля качества сырья, полуфабрикатов и готовой продукции, в сфере паспортизации и сертификации продукции), 40 Сквозные виды профессиональной деятельности в промышленности (в сфере научнотехнических, опытно-конструкторских разработок и внедрения химической продукции различного назначения, в сфере метрологии сертификации и технического контроля качества продукции)

1.4 В результате освоения дисциплины у обучающихся должны быть сформированы:

Обобщенные трудовые функции / трудовые функции / трудовые или профессиональные действия (при наличии профстандарта)	Код и наименование компетенции ФГОС ВО, необходимой для формирования трудового или профессионального действия	Индикаторы достижения компетенций
	ПК-5 Способен проводить работы по обработке и анализу научно-технической информации и результатов исследований	Применяет основы современных теорий кристаллохимии для решения теоретических и практических задач в любых областях химии

1.5 Согласование междисциплинарных связей дисциплин, обеспечивающих освоение компетенций:

ПК-5 Способен проводить работы по обработке и анализу научно-технической информации и результатов исследований

№ п/п	Наименование дисциплин, определяющих междисциплинарные связи	Форма обучения			
		Очная (семестр)			
		3	4	7	8
1	Актуальные направления современной химии	+			
2	Дисперсные системы			+	
3	Квантовая химия	+			
4	Коллоидно-химические методы защиты окружающей среды			+	
5	Методика преподавания химии			+	

6	Преддипломная практика				+
7	Строение вещества		+		

2. Место дисциплины в структуре ОП бакалавриата:

Дисциплина «Кристаллохимия» относится к части, формируемой участниками образовательных отношений, учебного плана ОП по направлению подготовки 04.03.01 - Химия.

Дисциплина «Кристаллохимия» изучается в 5 семестре.

3. Объем и содержание дисциплины

3.1. Объем дисциплины: 3 з.е.

Очная: 3 з.е.

Вид учебной работы	Очная (всего часов)
Общая трудоёмкость дисциплины	108
Контактная работа	80
Лекции (Лекции)	32
Практические (Практ. раб.)	48
Самостоятельная работа (СР)	28
Зачет	-

3.2. Содержание курса:

№ темы	Название раздела/темы	Вид учебной работы, час.			Формы текущего контроля
		Лек ции	Пра кт. раб.	СР	
		О	О	О	
5 семестр					
1	Основы рентгеноструктурн ого анализа	6	4	2	Тестирование
2	Особенности химического взаимодействия в кристаллах	6	4	2	Тестирование
3	Кристаллохимичес кие явления	6	4	2	Тестирование
4	Симметрия кристаллов. Систематика видов симметрии	-	6	2	Тестирование; самостоятельная работа
5	Формы кристаллических многогранников	-	4	2	Тестирование; самостоятельная работа
6	Проектирование кристаллов	-	6	2	самостоятельная работа; Тестирование; коллоквиум

7	Кристаллическая решетка. Атомная теория Федорова.	-	6	2	Тестирование
8	Теория плотнейших шаровых упаковок (ПШУ)	-	6	4	самостоятельная работа; Тестирование
9	Кристаллохимия неорганических соединений	-	4	2	самостоятельная работа; Тестирование
10	Зависимость физических свойств кристаллов от их структуры	8	4	4	Тестирование
11	Жидкие кристаллы	6	-	4	Тестирование; коллоквиум

Тема 1. Основы рентгеноструктурного анализа (ПК-5)

Лекция.

Первые определения структур кристаллов. Схема опытов Бреггов. Отражение рентгеновских лучей от серии плоских сеток кристалла. Уравнение Брегга-Вульфа. Межплоскостные расстояния для простой кубической решетки, ГЦК и ОЦК. Кристалл как дифракционная решетка. Условие отражения лучей от дифракционной решетки. Дифракция рентгеновских лучей атомным рядом. Дифракционные конусы, создаваемые атомным рядом. Дифракционная картина, создаваемая атомной сеткой. Уравнение Лауэ. Методика определения параметров и типа решетки. Метод вращения. Возникновение рентгенограммы вращения.

Практическое занятие.

Метод Лауэ. Методика определения пространственных групп симметрии и положения атомов в кристаллической решетке. Действие винтовых осей, вызывающих закономерное погасание отражений. Отражение рентгеновских лучей от плоскостей кристаллической решетки.

Задания для самостоятельной работы.

1. Развитие рентгено-структурного анализа.
2. Применение эмпирических правил к трактовке кристаллических структур простых веществ и бинарных соединений.

Тема 2. Особенности химического взаимодействия в кристаллах (ПК-5)

Лекция.

Метод изображения кристаллических структур шарами разных размеров. Гомо- и гетеродесмические структуры. Геометрические пределы устойчивости кристаллических структур. Определение предела устойчивости структур с координационным числом 6. Определение предела устойчивости структур с координационным числом 8. Энергия решетки ионного кристалла. Постоянная Маделунга. Формула Капустинского для расчета энергии решетки ионного кристалла. Структура простых веществ с ковалентными связями. Правило Юм-Розери.

Практическое занятие.

Кристаллические структуры бинарных и более сложных химических соединений с ковалентной связью. Правило Гримма — Зоммерфельда. Правило Пирсона. Энергия решетки кристаллов с Ван-дер-Ваальсовой связью. Водородная связь в кристаллах.

Задания для самостоятельной работы.

1. Металлы, полупроводники и изоляторы с точки зрения зонной теории.
2. Расщепление валентного энергетического уровня щелочного металла при разном числе взаимодействующих атомов.

3. Схема возникновения и перекрывания энергетических зон в кристалле натрия в зависимости от межатомного расстояния. Электро- и теплопроводность металлов.
4. Возникновение энергетических зон в кремнии и зонная структура кремния. Ши-рина запрещенной зоны. Особенности полупроводникового состояния вещества.
5. Энергия активации проводимости. Примесная и собственная проводимость. По-лупроводники р-типа и n-типа. Зависимость электропроводности полупроводников от температуры. Изoeлектронные ряды кремния.

Тема 3. Кристаллохимические явления (ПК-5)

Лекция.

Классификация структурных типов. Координационные, каркасные, островные, цепочечные, слоистые структуры. Примеры химических соединений. Изоморфизм, изоструктурность. Совершенный и несовершенный изоморфизм. Твердые растворы замещения. Условия образования твердых растворов I рода: соотношение атомных радиусов, сходство характера химической связи, повышение температуры. Примеры. Изоморфизм с заполнением пространства. Влияние изотопного состава вещества на кристаллическую структуру.

Практическое занятие.

Представления Вернадского, Ферсмана, Никитина и Хлопина. Морфотропия, предел изоморфной замещаемости. Общность и отличие изоморфизма, полиморфизма и морфотропии. Полиморфизм как фазовый переход I рода. Способы расчета энергии кристаллической решетки. Монотропные и энантиотропные переходы. Виды полиморфизма. Твердые растворы внедрения. Твердые растворы вычитания.

Задания для самостоятельной работы.

1. Рассмотреть различные виды полиморфизма. Перспективы применения различных полиморфных модификаций.
2. Изоморфизм. Явление изоморфизма в природных минералах.

Тема 4. Симметрия кристаллов. Систематика видов симметрии (ПК-5)

Лекция.

Не предусмотрена

Практическое занятие.

Цель: Нахождение элементов симметрии в моделях кристаллов, знакомство с сим-воликами видов симметрии (учебной и международной).

1. Симметрические операции и элементы симметрии.
2. Теоремы о сложении элементов симметрии.
3. Вывод 32 точечных групп симметрии.
4. Символика Бравэ и международная символика. 5. Решение задач.

Задания для самостоятельной работы.

1. Уметь определять наличие и число элементов симметрии в моделях кристаллов
2. Уметь пользоваться теоремами о сложении элементов симметрии.
3. Научится пользоваться символикой Бравэ и международной символикой обозначения точечных групп симметрии.
4. . Решать задачи по теме.

Тема 5. Формы кристаллических многогранников (ПК-5)

Лекция.

Не предусмотрена

Практическое занятие.

Цель: На моделях кристаллов знакомство с понятием простой формой кристалла как отражением внешней симметрии выпуклого многогранника.

1. Понятие простой формы как совокупности граней, связанных элементами симметрии.

2. Простые формы низшей, средней и высшей категории.
3. Установка кристаллов. Индексы Миллера.
4. Символы граней и символы простых форм. 5. Решение задач и оформление отчёта.

Задания для самостоятельной работы.

1. Научится правильно называть простые формы многогранников, определять их принадлежность к данной категории и сингонии.
2. Знать основные правила установки кристаллов в зависимости от сингонии, понимать, что означают символы граней и символы простых форм.

Тема 6. Проектирование кристаллов (ПК-5)

Лекция.

Не предусмотрена

Практическое занятие.

Цель: Знакомство с принципами построения проекций элементов симметрии и граней кристаллов на плоскости. Чтение проекций.

1. Понятие стереографической проекции и принципы её построения.
2. Понятие гномостереографической проекции и принципы её построения.
3. Решение практически задач и оформление отчёта.

Задания для самостоятельной работы.

1. Знать основные принципы построения стереографических проекций, уметь читать проекции элементов симметрии на плоскости.
2. Знать основные принципы построения гномостереографических проекций, уметь читать проекции граней на плоскости.

Тема 7. Кристаллическая решетка. Атомная теория Федорова. (ПК-5)

Лекция.

Не предусмотрена

Практическое занятие.

Цель: Знакомство с понятием кристаллического поля, решётками Браве и понятием пространственной группы кристаллов как отражением внутренней симметрии кристалла.

1. Ряд, плоская сетка, параллелепипеды повторяемости.
2. Элементы симметричности: винтовая ось и плоскость скользящего отражения.
3. Пространственные группы симметрии.

Задания для самостоятельной работы.

1. Знать основные принципы симметрических преобразований с помощью элементов симметричности (винтовая ось, плоскость скользящего отражения).
2. Уметь читать проекции пространственных групп симметрии.

Тема 8. Теория плотнейших шаровых упаковок (ПШУ) (ПК-5)

Лекция.

Не предусмотрена

Практическое занятие.

Цель: Описание строения кристаллов с помощью модели несжимаемых шаров в узлах кристаллических решёток.

1. ПШУ, координационные числа, координационные многогранники.
2. Пустоты ПШУ. Слойность ПШУ.
3. Структуры АхВу, описываемые в терминах ПШУ.
4. Структуры веществ, не описываемые в терминах ПШУ.
5. Решение практически задач.

Задания для самостоятельной работы.

1. Уметь записывать ПШУ различными способами, определять слоистость упаковки и её принадлежность к кубическому или гексагональному типу.
2. Уметь описывать бинарные структуры в терминах ПШУ
3. Решать задачи по теме.

Тема 9. Кристаллохимия неорганических соединений (ПК-5)

Лекция.

Не предусмотрена

Практическое занятие.

Цель: Знакомство с основными типами кристаллических структур простых веществ и неорганических соединений.

1. Структуры простых веществ.
2. Структуры бинарных соединений.
3. Структуры интерметаллидов.
4. Структурный тип перовскита.
5. Структурный тип шпинели.
6. Кристаллохимия силикатов.
7. Решение практически задач и оформление отчёта.

Задания для самостоятельной работы.

Уметь описывать структуры основных структурных типов неорганических соединений с позиции теории Фёдорова, в терминах ПШУ, уметь определять тип решётки Бравэ.

Тема 10. Зависимость физических свойств кристаллов от их структуры (ПК-5)

Лекция.

Четыре характеристические группы симметрии кристаллов. Прямой и обратный пьезо- и пьезоэлектрический эффекты. Механизм пьезоэлектрического эффекта. Применение пьезоэлектриков. Сегнетоэлектрики. Зависимость поляризации сегнетоэлектрика от направления электрического поля. Фазовые переходы титаната бария. Ориентация диполей вдоль полярной оси. Механизм сегнетоэлектрического эффекта. Оптические свойства кристаллов. Поляризация обыкновенного и необыкновенного луча во взаимно перпендикулярных плоскостях. Двойное лучепреломление. Поляризация света. Вращение плоскости поляризации света. Поверхностная энергия и плоскости спайности. Тепловое расширение кристаллов различных категорий. Принцип Неймана. Прочность, ковкость, пластичность, твердость кристаллов. Реальные кристаллы. Точечные дефекты. Точечные дефекты в металлических кристаллах. Точечные дефекты в ионных кристаллах. Дефекты Шоттки и Френкеля. Точечные дефекты в кристаллах с ковалентным и Ван-дер-Ваальсовским типом связей. Точечные дефекты, связанные с примесными атомами. Дислокации. Линейные дислокации. Винтовая дислокация. Криволинейная дислокация. Образование и движение дислокаций. Зависимость физико-химических свойств от реальной структуры. Зависимость электрических свойств полупроводниковых кристаллов от их реальной структуры. Оптические свойства дефектных ионных кристаллов. Механические свойства реальных кристаллов.

Практическое занятие.

Цель: Знакомство с основными характеристическими группами симметрии кристаллов.

1. Прямой и обратный пьезо- и пьезоэлектрический эффекты. Механизм пьезоэлектрического эффекта. Применение пьезоэлектриков.
2. Сегнетоэлектрики. Ориентация диполей вдоль полярной оси. Механизм сегнетоэлектрического эффекта.

3. Оптические свойства кристаллов. Поляризация обыкновенного и необыкновенного луча во взаимно перпендикулярных плоскостях. Двойное лучепреломление. Поляризация света. Вращение плоскость поляризации света.
4. Поверхностная энергия и плоскости спайности.
5. Тепловое расширение кристаллов различных категорий. Принцип Неймана.

Задания для самостоятельной работы.

1. Применение пиро- и пьезоэлектриков.
2. Сегнетоэлектрики, практическое применение. Оптические свойства кристаллов.
3. Использование оптических свойств кристаллов в технике.

Тема 11. Жидкие кристаллы (ПК-5)

Лекция.

Конденсированные фазы с различной степенью упорядоченности. Плавление жидких кристаллов. Строение нематических, смектических фаз и холестерических жидких кристаллов. Применение жидких кристаллов различного типа.

Практическое занятие.

Не предусмотрено

Задания для самостоятельной работы.

1. Знать основные особенности строения веществ, способных образовывать мезоморфные фазы.
2. Используя любые информационные источники найти области применения жидких кристаллов, указать принципы функционирования жидкокристаллических устройств.

4. Контроль знаний обучающихся и типовые оценочные средства

4.1. Распределение баллов:

5 семестр

- текущий контроль – 80 баллов
- контрольные срезы – 2 среза по 10 баллов каждый
- премиальные баллы – 10 баллов

Распределение баллов по заданиям:

№ темы	Название темы / вид учебной работы	Формы текущего контроля / срезы	Макс. кол-во баллов	Методика проведения занятия и оценки
1.	Основы рентгеноструктурного анализа	Тестирование	5	Тест состоит из 10 вопросов (0,5 балла за правильный ответ – всего 5 баллов).
2.	Особенности химического взаимодействия в кристаллах	Тестирование	5	Тест состоит из 10 вопросов (0,5 балла за правильный ответ – всего 5 баллов).
3.	Кристаллохимические явления	Тестирование	5	Тест состоит из 10 вопросов (0,5 балла за правильный ответ – всего 5 баллов).
4.	Симметрия кристаллов. Систематика видов симметрии	Тестирование	5	Тест состоит из 10 вопросов (0,5 балла за правильный ответ – всего 5 баллов).
		самостоятельная работа	5	Самостоятельная работа состоит в решении практической задачи, на решение отводится 10 минут. За самостоятельную работу максимально начисляется 3 балла.
5.	Формы кристаллические	Тестирование	5	Тест состоит из 10 вопросов (0,5 балла за правильный ответ – всего 5 баллов).

	их многограннико в	самостоят ельная работа	5	Самостоятельная работа состоит в решении практической задачи, на решение отводится 10 минут. За самостоятельную работу максимально начисляется 3 балла.
6.	Проектировани е кристаллов	самостоят ельная работа	5	Самостоятельная работа состоит в решении практической задачи, на решение отводится 10 минут. За самостоятельную работу максимально начисляется 3 балла.
		Тестиrow ание	5	Тест состоит из 10 вопросов (0,5 балла за правильный ответ – всего 5 баллов).
		коллоквиум(контрольный срез)	10	Коллоквиум сдается в устной форме по предварительно обозначенным теоретическим вопросам и максимально оценивается в 10 баллов: 9-10 баллов выставляется, если студент обнаружил всестороннее, систематическое и глубокое знание программного материала, умение свободно выполнять задания, предусмотренные программой, освоивший основную, и знакомый с дополнительной литературой. Ответ построен логично, материал излагается четко, ясно, хорошим языком, аргументировано, уместно используется информационный и иллюстративный материал (примеры из практики, таблицы, графики и т.д.). На вопросы отвечает кратко, аргументировано, уверенно, по существу. 8-7 баллов выставляется, если студент обнаружил достаточно глубокие знания программного материала, умение использовать ранее полученные знания с вновь приобретенными, применять их на практике. Ответ построен логично, материал излагается хорошим языком, привлекается информативный и иллюстрированный материал, но при ответе допускает некоторые погрешности. Вопросы, задаваемые преподавателем, не вызывают существенных затруднений 5-6 баллов: студент показывает не достаточный уровень знаний учебного и лекционного материала, не в полном объеме владеет практическими навыками, чувствует себя неуверенно при ответе на вопросы. В ответе не всегда присутствует логика, аргументы привлекаются недостаточно веские. На поставленные вопросы затрудняется с ответами, показывает недостаточно глубокие знания 0-4 баллов: студент показывает слабый уровень профессиональных знаний, затрудняется при анализе практических ситуаций. Не может привести примеры из реальной практики. Неуверенно и логически непоследовательно излагает материал. Неправильно отвечает на поставленные вопросы или затрудняется с ответом
7.	Кристаллическая решетка. Атомная теория Федорова.	Тестиrow ание	5	Тест состоит из 10 вопросов (0,5 балла за правильный ответ – всего 5 баллов).
8.	Теория плотнейших шаровых упаковок (ПШУ)	самостоят ельная работа	5	Самостоятельная работа состоит в решении практической задачи, на решение отводится 10 минут. За самостоятельную работу максимально начисляется 3 балла.
		Тестиrow ание	5	Тест состоит из 10 вопросов (0,5 балла за правильный ответ – всего 5 баллов).
9.	Кристаллохимия неорганических соединений	самостоят ельная работа	5	Самостоятельная работа состоит в решении практической задачи, на решение отводится 10 минут. За самостоятельную работу максимально начисляется 3 балла.
		Тестиrow ание	5	Тест состоит из 10 вопросов (0,5 балла за правильный ответ – всего 5 баллов).

10.	Зависимость физических свойств кристаллов от их структуры	Тестирование	5	Тест состоит из 10 вопросов. 2 балла – студент правильно отвечает на 60-100% вопросов в тесте 1 балла – студент правильно отвечает на 30-60% вопросов в тесте Менее 30% правильных ответов
11.	Жидкие кристаллы	Тестирование	5	Тест состоит из 10 вопросов (0,5 балла за правильный ответ – всего 5 баллов).
		коллоквиум(контрольный срез)	10	Коллоквиум сдается в устной форме по предварительно обозначенным теоретическим вопросам и максимально оценивается в 10 баллов: 9-10 баллов выставляется, если студент обнаружил всестороннее, систематическое и глубокое знание программного материала, умение свободно выполнять задания, предусмотренные программой, освоивший основную, и знакомый с дополнительной литературой. Ответ построен логично, материал излагается четко, ясно, хорошим языком, аргументировано, уместно используется информационный и иллюстративный материал (примеры из практики, таблицы, графики и т.д.). На вопросы отвечает кратко, аргументировано, уверенно, по существу. 8-7 баллов выставляется, если студент обнаружил достаточно глубокие знания программного материала, умение использовать ранее полученные знания с вновь приобретенными, применять их на практике. Ответ построен логично, материал излагается хорошим языком, привлекается информативный и иллюстрированный материал, но при ответе допускает некоторые погрешности. Вопросы, задаваемые преподавателем, не вызывают существенных затруднений 5-6 баллов: студент показывает не достаточный уровень знаний учебного и лекционного материала, не в полном объеме владеет практическими навыками, чувствует себя неуверенно при ответе на вопросы. В ответе не всегда присутствует логика, аргументы привлекаются недостаточно веские. На поставленные вопросы затрудняется с ответами, показывает недостаточно глубокие знания 0-4 баллов: студент показывает слабый уровень профессиональных знаний, затрудняется при анализе практических ситуаций. Не может привести примеры из реальной практики. Неуверенно и логически непоследовательно излагает материал. Неправильно отвечает на поставленные вопросы или затрудняется с ответом
12.	Премияльные баллы		10	начисляются за постоянную активность на практических занятиях
13.	Итого за семестр		100	

Итоговая оценка по зачету выставляется в 100-балльной шкале и в традиционной четырехбалльной шкале. Перевод 100-балльной рейтинговой оценки по дисциплине в традиционную четырехбалльную осуществляется следующим образом:

100-балльная система	Традиционная система
50 - 100 баллов	Зачтено
0 - 49 баллов	Не зачтено

4.2 Типовые оценочные средства текущего контроля

КОЛЛОКВИУМ

Тема 6. Проектирование кристаллов

1. Понятие о кристалле, кристаллическом веществе. Основные свойства кристалла.
2. Рентгеноструктурный анализ как метод кристаллохимии. Опыт Бреггов. Понятие о структурном типе.
3. Виды химических связей в кристаллах. Понятие о гетеродесмических и гомодесмических структурах.
4. Ионная связь. Ковалентная связь. Координационная связь. Металлическая связь. Остаточная связь. Свойства.
5. Понятие о промежуточных типах связи: водородная связь, ионно-ковалентная, ионно-металлическая, ковалентно-металлическая.
6. Понятие об изоморфизме. Совершенный и несовершенный изоморфизм. Условия, для проявления изоморфизма. Антизоморфизм.
7. Изовалентный и гетеровалентный изоморфизм. Закон диагональных рядов Ферсмана. Твердые растворы второго рода. Структуры внедрения. Твердые растворы вычитания.
8. Понятие о полиморфизме. Диаграмма состояния однокомпонентной системы на примере серы. Монокотропные и энантиотропные переходы. Классификация типов полиморфизма. Предел полиморфной замещаемости. Морфотропия и полиморфизм.
9. Элементы симметрии: ось, точка, плоскость. Симметрические преобразования. Обозначение элементом симметрии.
10. Сложение элементов симметрии. Теоремы о сложении.
11. Единичное и симметрично-равные направления. Понятие о точечной группе симметрии. Основные принципы вывода точечных групп.
12. Виды симметрии: примитивный, центральный, планальный, аксиальный, планаксиальный, инверсионно-примитивный, инверсионно-планальный. Понятие о категории и сингонии
13. Понятие простой формы. Открытые и закрытые простые формы. Простые формы низшей категории. Простые формы средней и высшей категории.
14. Основные принципы построения стереографических и гномостереографических проекций. Индексы Миллера. Символы граней.

Тема 11. Жидкие кристаллы

1. Реальные кристаллы. Точечные и протяженные дефекты в реальных кристаллах.
2. Понятие о пространственной решетке. Трансляция, виды трансляции. Кристаллы как пространственные решетки. Решетки Бравэ.
3. Теория плотнейших шаровых упаковок (ПШУ). Гексагональная и кубическая шаровые упаковки. Типы пустот в шаровых упаковках.
4. Многослойные упаковки. Способы обозначения плотнейших шаровых упаковок. Значение теории ПШУ для кристаллохимии. Описание структур AX, AX₂, A₂X с позиции метода ПШУ.
5. Теория пространственных групп симметрии Федорова. Элементы симметричности: винтовая ось, плоскости скользящего отражения.
6. Важнейшие структуры простых веществ (меди, α -железа, магния, алмаза, графита).
7. Важнейшие структуры бинарных соединений (NaCl, CsCl, сфалерита, вюрцита, флюорита).
8. Зависимость физических свойств кристалла от его симметрии. Характеристические группы кристаллов. Симметрия тепловых процессов. Принцип Неймана.
9. Электрические свойства. Пьезоэлектричество и пьезоэлектричество. Сегнетоэлектричество.
10. Оптические свойства. Двойное лучепреломление. Поляризация света. Вращение плоскости поляризации
11. Жидкие кристаллы. Разновидности (смектики, нематики, холестерики). Применение.

самостоятельная работа

Тема 4. Симметрия кристаллов. Систематика видов симметрии

Какие теоремы о сложении элементов симметрии можно использовать, чтобы достроить проекции следующих видов симметрии, дополнить их, обозначить полученный вид симметрии по символике Бравэ и международной символике. Указать категорию, вид, сингонию.

Тема 5. Формы кристаллических многогранников

Назовите простую форму (по указанию преподавателя), укажите категорию и сингонию, наличие единичного направления, является ли данная простая форма открытой или закрытой?

Тема 6. Проектирование кристаллов

Постройте гномостереографическую проекцию:

Вариант 1: тригональной призмы

Вариант 2: тетрагональной дипирамиды

Вариант 3: тетраэдра

Тема 8. Теория плотнейших шаровых упаковок (ПШУ)

Вариант 1: Что представляют собой F-решётки Бравэ? Рассчитайте кратность элементарной ячейки.

Вариант 2: Что означает запись $Iba2$? Какие элементы симметрии имеются в данной пространственной группе?

Вариант 3: Что означает запись $Ram21$? Какие элементы симметрии имеются в данной пространственной группе?

Тема 9. Кристаллохимия неорганических соединений

Вариант 1. К какой сингонии относится данная плотнейшая шаровая упаковка: к кубической или к гексагональной? Дайте аргументированный ответ....(BABACACA)...

Вариант 2.. В кристаллической структуре AB_2C_4 атомы С образуют плотнейшую упаковку.

Координационное число атомов А равно 4, а атомов В – 6. Каков тип занятых пустот? Какая часть пустот заполнена?

Вариант 3. Кристаллы $CsNiCl$ имеют следующую структуру: атомы С1 и Cs образуют совместно двухслойную шаровую упаковку, атомы Ni находятся в октаэдрических пустотах. Определить, какая часть октаэдрических пустот заполнена.

Тестирование

Тема 1. Основы рентгеноструктурного анализа

1. Каковы основные макроскопические признаки кристалла?

- a) симметрия, анизотропия и однородность;
- b) габитус, цвет и размеры;
- c) состав, структура и свойства;
- d) чистота и форма граней.

2. Почему для различных веществ и для разных граней кристалла одного вещества углы, при которых происходит отражение рентгеновских лучей различны?

- a) из-за различия межплоскостных расстояний;
- b) вследствие различий в химическом составе;
- c) из-за дефектов кристаллической решетки;
- d) ничего из перечисленного.

3. В чем состоят достоинства метода вращения?

- a) по рентгенограмме, пользуясь формулой $D = n\lambda = 2d \sin \alpha$, легко определить периоды идентичности кристалла, т.е. параметры его решетки;
- b) монохроматический рентгеновский луч;
- c) возможность исследования поликристаллических тел;

d) ничего из перечисленного.

4. Что такое анизотропия?

a) зависимость физико-химических свойств от направления в кристалле;

b) наиболее общая закономерность, присущая строению и свойствам кристаллического вещества;

c) если свойство вещества не изменяется в зависимости от направления или описание этого свойства не зависит от ориентации системы координат, то говорят, что вещество анизотропно в отношении этого свойства;

d) независимость скалярных физико-химических свойств кристалла от его ориентации.

5. Чем характеризуется кристаллическое состояние вещества?

a) ближним порядком;

b) дальним порядком;

c) текучестью;

d) беспорядочным движением частиц.

6. Укажите характерные черты жидкого состояния вещества?

a) ближний порядок;

b) дальний порядок;

c) хаотичное движение частиц.

d) ничего из перечисленного

7. Укажите одно из основных свойств кристалла?

a) пластичность

b) способность к самоогранке;

c) текучесть;

d) способность к возгонке.

8. Кристаллохимия изучает?

a) термодинамические свойства кристалла;

b) влияние внешних факторов на процесс кристаллизации;

c) связь симметрии кристалла и его физических свойств;

d) ничего из перечисленного.

9. Укажите характерные черты аморфного состояния вещества?

a) ближний порядок;

b) дальний порядок;

c) хаотичное движение частиц.

d) ничего из перечисленного

10. Что позволил установить рентгеноструктурный анализ?

a) взаимное расположение атомов в кристаллах

b) реальные размеры атомов в кристаллических структурах;

c) типы химических взаимодействий между частицами в кристалле;

d) ничего из перечисленного.

Тема 2. Особенности химического взаимодействия в кристаллах

1. Структуры кристаллов какого вещества являются гомодесмическими?

a) углекислого газа;

b) воды;

c) хлорида водорода;

d) хлорида натрия.

2. Как сообщить полупроводнику металлические свойства?

a) создать условия, обеспечивающие сближение атомов на меньшие расстояния, при которых валентная зона и зона проводимости перекрываются.

- b) создать условия, обеспечивающие удаление атомов на большие расстояния, при которых валентная зона и зона проводимости не перекрываются.
- c) понизить температуру.
- d) повысить температуру.
3. Как влияют примеси на электропроводность полупроводников?
- a) повышают проводимость;
- b) уменьшают проводимость;
- c) не изменяют проводимость;
- d) их влияние зависит от характера примеси.
4. Как сообщить полупроводнику металлические свойства?
- a) создать условия, обеспечивающие сближение атомов на меньшие расстояния, при которых валентная зона и зона проводимости перекрываются.
- b) создать условия, обеспечивающие удаление атомов на большие расстояния, при которых валентная зона и зона проводимости не перекрываются.
- c) понизить температуру.
- d) повысить температуру.
5. Какое простое по составу вещество, с точки зрения структурных представлений, является сложным?
- a) графит;
- b) алмаз;
- c) магний;
- d) медь.
6. Структуры кристаллов какого вещества являются гетеродесмическими?
- a) сульфида цинка;
- b) воды;
- c) хлорида водорода;
- d) алмаза.
7. В каком кристалле реализуется ионно-ковалентный тип химической связи?
- a) сульфида цинка;
- b) воды;
- c) хлорида натрия;
- d) алмаза.
8. Какой тип связи реализуется в сплавах натрия с медью?
- a) ионная;
- b) ионно-ковалентная;
- c) ковалентно-металлическая;
- d) ионно-металлическая.
9. Какой тип связи реализуется в полупроводниках?
- a) ионная;
- b) ионно-ковалентная;
- c) ковалентно-металлическая;
- d) ионно-металлическая.
10. Какие физические свойства определяются особенностью металлической связи?
- a) высокие теплоизолирующие свойства;
- b) электропроводность;
- c) хрупкость;
- d) твердость.

1. Что такое полиморфизм?

- a) свойство некоторых веществ существовать в виде нескольких кристаллических структур, отличающихся по симметрии, внутреннему строению и свойствам;
- b) равномерность;
- c) закономерное изменение структуры при закономерном изменении химического состава;
- d) ничего из перечисленного.

2. Что такое морфотропия?

- a) свойство некоторых веществ существовать в виде нескольких кристаллических структур, отличающихся по симметрии, внутреннему строению и свойствам;
- b) равномерность;
- c) закономерное изменение структуры при закономерном изменении химического состава;
- d) ничего из перечисленного.

3. Что такое изоморфизм?

- a) свойство некоторых веществ существовать в виде нескольких кристаллических структур, отличающихся по симметрии, внутреннему строению и свойствам;
- b) равномерность;
- c) закономерное изменение структуры при закономерном изменении химического состава;
- d) ничего из перечисленного.

4. Какие вещества изоморфны друг другу?

- a) оксид цинка и магний;
- b) алмаз и графит;
- c) моноклинная и ромбическая сера;
- d) черный и белый фосфор.

5. К какому типу полиморфизма относятся алмаз и графит?

- a) структура и координационное число одинаковы, а свойства веществ различны;
- b) структурные единицы располагаются под разными углами;
- c) неправильное положение молекул в узлах кристаллической решетки;
- d) в структурах координационное число различно.

6. К какому типу полиморфизма относятся α -Fe и β -Fe?

- a) структура и координационное число одинаковы, а свойства веществ различны;
- b) структурные единицы располагаются под разными углами;
- c) неправильное положение молекул в узлах кристаллической решетки;
- d) в структурах координационное число различно.

7. Какие вещества характеризуются одинаковым типом ПШУ?

- a) нормальные и обращенные шпинели;
- b) алмаз и графит;
- c) черный и белый фосфор;
- d) полиморфные модификации кварца.

8. Какое кристаллохимическое явление реализуется в сталях?

- a) полиморфизм;
- b) морфотропия;
- c) изоморфизм;
- d) образование твердых растворов II рода.

9. Примером какого кристаллохимического явления может служить переход моноклинной серы в ромбическую является?

- a) энантиотропный переход;
- b) монокотропный переход;
- c) морфотропия;
- d) изоморфизм.

10. Примером какого кристаллохимического явления может служить оловянная чума?

- a) монотропный переход;
- b) энантиотропный переход;
- c) морфотропия;
- d) изоморфизм.

Тема 4. Симметрия кристаллов. Систематика видов симметрии

1. К симметрическим преобразованиям не относится:

- a) поворот;
- b) отражение в плоскости;
- c) отражение в точке;
- d) отражение в субъективном воображении.

2. Элементарным углом поворота ($\square\square$) поворотной оси называется

- a) наименьший угол поворота, при котором происходит совмещение всех точек многогранника;
- b) наибольший угол поворота, при котором происходит совмещение всех точек многогранника;
- c) любой угол, при котором происходит симметрическое преобразование;
- d) угол отражения светового потока.

3. В кристаллах могут быть поворотные оси ...

- a) только нечетных порядков;
- b) только четных порядков;
- c) 2, 3, 4 и 6 порядков;
- d) всех порядков от 1 по 6.

4. Воображаемая прямая, при повороте вокруг которой на некоторый элементарный угол с последующим (или предыдущим) отражением в центре фигуры, последняя совместится сама с собой, называется...

- a) поворотной осью;
- b) инверсионной осью;
- c) плоскостью симметрии;
- d) центром инверсии.

5. Воображаемая точка внутри фигуры, которая характеризуется тем, что любая проведенная через нее прямая по обе стороны от нее на равных расстояниях встречает одинаковые (соответственные) точки фигуры называется...

- a) поворотной осью;
- b) инверсионной осью;
- c) плоскостью симметрии;
- d) центром инверсии.

6. Воображаемая плоскость, которая делит фигуру на 2 зеркально равные части, относящиеся друг к другу как предмет и его зеркальное отражение называется...

- a) плоскостью скользящего отражения;
- b) инверсионной осью;
- c) плоскостью симметрии;
- d) центром инверсии.

7. Воображаемая прямая, при повороте вокруг которой на некоторый угол, фигура совмещается сама с собой называется ...

- a) плоскостью скользящего отражения;
- b) инверсионной осью;
- c) плоскостью симметрии;
- d) поворотной осью.

8. Наличие в многограннике (кристалле) присутствие центра инверсии можно установить

- а) наличием в кристалле центра тяжести;
 - б) наличием хотя бы двух взаимопараллельных граней;
 - с) наличием граней в виде правильных треугольников;
 - д) попарной параллельностью всех его граней
9. Порядок оси симметрии определяется
- а) числом совмещений при повороте на 360° ;
 - б) числом совмещений при повороте на 180° ;
 - с) произвольным числом совмещений всех точек фигуры;
 - д) числом граней;
10. В кристаллах, содержащих инверсионные оси
- а) нет поворотных осей;
 - б) нет центра инверсии;
 - с) отсутствуют плоскости симметрии;
 - д) нет ограничений по набору элементов симметрии.

Тема 5. Формы кристаллических многогранников

1. Какая из нижеперечисленных простых форм является открытой?
 - а) Скаленоздр;
 - б) Тетрагональный тетраэдр
 - с) Дитетрагональная пирамида;
 - д) Тетрагональная дипирамида.
2. Какая из нижеперечисленных простых форм является закрытой?
 - а) Скаленоздр;
 - б) Тетрагональная призма;
 - с) Дитетрагональная пирамида;
 - д) Пинакоид.
3. Какая из нижеперечисленных простых форм не относится к средней категории?
 - а) Скаленоздр;
 - б) Тригонритетраэдр;
 - с) Дитетрагональная пирамида;
 - д) Тетрагональная дипирамида.
4. Какая из нижеперечисленных простых форм не относится к высшей категории?
 - а) Гексаэдр;
 - б) Ромбоэдр;
 - с) Ромбододекаэдр;
 - д) Пентагондододекаэдр.
5. Для какой из перечисленных простых форм характерно наличие единичного направления?
 - а) Диэдр;
 - б) Ромбоэдр;
 - с) Ромбододекаэдр;
 - д) Тригонтриоктаэдр.
6. Для какой из перечисленных простых форм характерно наличие симметрично-равных направлений?
 - а) Диэдр;
 - б) Ромбоэдр;
 - с) Тригональный трапецоэдр;
 - д) Тригонтриоктаэдр.
7. Укажите простую форму кристалла, в которой грани представлены правильными треугольниками.

- a) Диэдр;
 - b) Ромбоэдр;
 - c) Тетраэдр;
 - d) Тригонтриоктаэдр.
8. Укажите простую форму кристалла, в которой грани представлены правильными прямоугольниками?
- a) Диэдр;
 - b) Гексаэдр;
 - c) Тетрагексаэдр;
 - d) Тригонтриоктаэдр.
9. С понятием простая форма кристалла не связаны следующие понятия
- a) Полуприкрытая простая форма;
 - b) Комбинация;
 - c) Общая простая форма;
 - d) Частная простая форма;
10. Совокупность граней, связанных между собой элементами симметрии, называется
- a) Простой формой.
 - b) Комбинацией;
 - c) Организацией;
 - d) Ничего из перечисленного.

Тема 6. Проектирование кристаллов

1. Стереографические проекции
 - a) Дают точные представления о размерах кристалла;
 - b) Дают точные представления о расположении граней в кристаллах;
 - c) Дают точные представления об углах и элементах симметрии в кристаллах;
 - d) Представляют собой проекции нормалей к граням кристалла.
2. Гномостереографические проекции
 - a) Дают точные представления о размерах кристалла;
 - b) Не отличаются от стереографических проекций;
 - c) Дают точные представления об углах и элементах симметрии в кристаллах;
 - d) Представляют собой проекции нормалей к граням кристалла
3. Направление, перпендикулярное по отношению к кругу проекции, проектируется в виде
 - a) Дуги на круге проекции;
 - b) 2 точками, лежащими на окружности;
 - c) Точкой в центре круга;
 - d) Точки внутри круга проекции.
4. Проекция плоскости, параллельной плоскости круга проекции, совпадает...
 - a) С диаметром круга проекции;
 - b) С дугой на круге проекции;
 - c) С кругом проекции;
 - d) С 2 точками, лежащими на окружности.
5. В гномостереографических проекциях параллельная кругу проекции и лежащая над ним обозначается
 - a) Крестиком на плоскости круга проекции;
 - b) Кружочком на окружности;
 - c) Крестиком в центре круга проекции;
 - d) Кружочком в центре круга проекции.
6. Низшая категория объединяет...

- a) Все виды симметрии, имеющие единичное направление;
- b) Все виды симметрии, содержащие по одной оси высшего порядка, совпадающей с единичным направлением;
- c) Все виды симметрии, в которых нет осей порядка выше 2;
- d) Все виды симметрии с несколькими осями высшего порядка (обязательно присутствие 4L3), все направления в кристаллах этой категории – симметрично-равные.

7. Средняя категория объединяет...

- a) Все виды симметрии, имеющие единичное направление;
- b) Все виды симметрии, содержащие по одной оси высшего порядка, совпадающей с единичным направлением;
- c) Все виды симметрии, в которых нет осей порядка выше 2;
- d) Все виды симметрии с несколькими осями высшего порядка (обязательно присутствие 4L3), все направления в кристаллах этой категории – симметрично-равные.

8. Высшая категория объединяет...

- a) Все виды симметрии, имеющие единичное направление;
- b) Все виды симметрии, содержащие по одной оси высшего порядка, совпадающей с единичным направлением;
- c) Все виды симметрии, в которых нет осей порядка выше 2;
- d) Все виды симметрии с несколькими осями высшего порядка (обязательно присутствие 4L3), все направления в кристаллах этой категории – симметрично-равные.

9. Сингония – это ...

- a) Группа видов симметрии, образованная центром симметрии.
- b) Группа видов симметрии с одинаковым числом единичных направлений, обладающих одним или несколькими сходными элементами симметрии (предпочтение отдается осям высшего порядка).
- c) Группа видов симметрии, имеющих поворотные оси второго порядка;
- d) Группа видов симметрии, образованная плоскостями, проходящими вдоль поворотной оси высшего порядка.

10. В гномостереографических проекциях перпендикулярная грань кругу проекции обозначается

- e) Крестиком на плоскости круга проекции;
- f) Кружочком на окружности;
- g) Крестиком в центре круга проекции;
- h) Кружочком в центре круга проекции.

Тема 7. Кристаллическая решетка. Атомная теория Федорова.

1. Какое вещество имеет кристаллическую структуру, представленную гранецентрической кубической решёткой?

- a) алмаз;
- b) медь;
- c) магний;
- d) вюртцит.

2. Чему равно координационное число в структуре меди?

- a) 12; c) 8;
- b) 5; d) 6.

3. Чему равно координационное число в структуре вольфрама?

- a) 12; c) 8;
- b) 5; d) 6.

4. Как называется всесторонне-гранецентрованная решётка по Бравэ?

- a) А-решетка;
- b) С-решетка;
- c) Р-решетка;

- d) F-решетка.
5. Как называется объёмно-центрированная решётка по Бравэ?
- a) A-решетка;
b) I-решетка;
c) P-решетка;
d) F-решетка.
6. Как называется базоцентрированная вдоль оси ОУ решётка по Бравэ?
- a) A-решетка;
b) I-решетка;
c) B-решетка;
d) F-решетка.
7. Элементами симметрии являются...
- a) поворотная ось;
b) инверсионная ось;
c) винтовая ось;
d) центр инверсии.
8. Клиноплощадь – это...
- a) плоскость зеркального отражения;
b) плоскость скользящего отражения;
c) перпендикулярная плоскость;
d) плоскость, лежащая под углом 45 градусов.
9. Элементы симметрии включают обязательным составным элементом ...
- a) поворотную ось;
b) инверсионную ось;
c) трансляционный вектор;
d) центр инверсии.
10. Число пространственных групп симметрии кристаллов по Е. Федорову:
- a) 32;
b) 320;
c) 230;
d) бесконечно.

Тема 8. Теория плотнейших шаровых упаковок (ПШУ)

1. Какое вещество имеет кристаллическую структуру, представленную гранецентрической кубической решёткой?
- a) алмаз;
b) медь;
c) магний;
d) вюртцит.
2. Чему равно координационное число в структуре меди?
- a) 12; c) 8;
b) 5; d) 6.
3. Чему равно координационное число в структуре вольфрама?
- a) 12; c) 8;
b) 5; d) 6.
4. Как называется всесторонне-гранецентрированная решётка по Бравэ?
- a) A-решетка;
b) C-решетка;
c) P-решетка;

- d) F-решетка.
5. Как называется объёмно-центрированная решётка по Бравэ?
- A-решетка;
 - I-решетка;
 - P-решетка;
 - F-решетка.
6. Как называется базоцентрированная вдоль оси ОУ решётка по Бравэ?
- A-решетка;
 - I-решетка;
 - B-решетка;
 - F-решетка.
7. Элементами симметрии являются...
- поворотная ось;
 - инверсионная ось;
 - винтовая ось;
 - центр инверсии.
8. Клиноплощадь – это...
- плоскость зеркального отражения;
 - плоскость скользящего отражения;
 - перпендикулярная плоскость;
 - плоскость, лежащая под углом 45 градусов.
9. Элементы симметрии включают обязательным составным элементом ...
- поворотную ось;
 - инверсионную ось;
 - трансляционный вектор;
 - центр инверсии.
10. Число пространственных групп симметрии кристаллов по Е. Федорову:
- 32;
 - 320;
 - 230;
 - бесконечно.

Тема 9. Кристаллохимия неорганических соединений

1. Структуру, какого из перечисленных ниже веществ, нельзя интерпретировать в терминах ПШУ?
- графит;
 - медь;
 - магний;
 - вюртцит.
2. Почему структура алмаза не относится к ПШУ?
- в тетраэдрических пустотах располагаются атомы углерода, имеющие размер, не соответствующий размерам пустоты;
 - в октаэдрических пустотах располагаются атомы углерода, имеющие размер, не соответствующий размерам пустоты;
 - все тетраэдрические пустоты в ПШУ заняты атомами углерода;
 - все октаэдрические пустоты в ПШУ заняты атомами углерода
3. Чему равно координационное число атомов в КПШУ?
- 6;
 - 8;
 - 12;

- d) 5.
4. Сколько тетраэдрических пустот приходится на 1 шар в ГПШУ?
- a) 3;
b) 2;
c) 1;
d) 4.
5. Какова степень заполнения пространства в топазовой упаковке?
- a) 40%;
b) 90%;
c) 74%;
d) 88%.
6. В теории ПШУ бинарных соединений предполагается, что
- a) в пустотах располагаются катионы, а места шаров занимают анионы;
b) в пустотах располагаются анионы, а места шаров занимают катионы;
c) анионы занимают только тетраэдрические пустоты;
d) все октаэдрические пустоты в ПШУ заняты атомами катионами
7. На каждый шар в теории ПШУ приходится ...
- a) одна октаэдрическая пустота и две тетраэдрические;
b) две октаэдрические пустоты и одна тетраэдрическая;
c) число пустот зависит от типа ПШУ;
d) ничего из перечисленного.
8. Четырёхслойная плотнейшая шаровая упаковка получила название ...
- a) кубическая;
b) гексагональная;
c) алмазная;
d) топазовая.
9. Двухслойная плотнейшая шаровая упаковка получила название ...
- a) кубическая;
b) гексагональная;
c) алмазная;
d) топазовая
10. Трёхслойная плотнейшая шаровая упаковка получила название ...
- a) кубическая;
b) гексагональная;
c) алмазная;
d) топазовая

Тема 10. Зависимость физических свойств кристаллов от их структуры

1. Какое вещество относится к структурному типу перовскита?
- a) хлорид натрия.
b) сфалерит.
c) вюртцит.
d) титанат бария.
2. Какое вещество имеет координационную структуру?
- a) алмаз;
b) серый селен;
c) черный фосфор;
d) ромбическая сера.
3. Какое вещество имеет цепочечную структуру?

- a) пластическая сера;
 - b) серое олово;
 - c) красный фосфор;
 - d) графит.
4. Какое вещество имеет слоистую структуру?
- a) вольфрам;
 - b) серое олово;
 - c) красный фосфор;
 - d) графит.
5. Какое простое по составу вещество, с точки зрения структурных представлений, является сложным?
- a) графит;
 - b) алмаз;
 - c) магний;
 - d) медь.
6. Структуру, какого из перечисленных ниже веществ, нельзя интерпретировать в терминах ПШУ?
- a) алмаз;
 - b) шпинель;
 - c) магний;
 - d) вюртцит.
7. Какое из перечисленных бинарных веществ с кристаллохимической точки зрения является алмазоподобным?
- a) сфалерит;
 - b) вюртцит;
 - c) хлорид натрия;
 - d) хлорид цезия.
8. Чему равно координационное число в структуре хлорида натрия?
- a) 12;
 - b) 8;
 - c) 5;
 - d) 6.
7. В какой степени заполнены тетраэдрические пустоты в структуре хлорида натрия?
- a) полностью заняты катионами натрия;
 - b) полностью заняты анионами хлора;
 - c) полностью свободны;
 - d) заняты наполовину.
8. В какой степени заполнены октаэдрические пустоты в структуре вюртцита?
- a) полностью заняты катионами;
 - b) полностью заняты анионами;
 - c) полностью свободны;
 - d) заняты наполовину.
9. Какое из перечисленных веществ относится к структурному типу шпинели?
- a) $MgAl_2O_4$;
 - b) $MgCu_2$;
 - c) Nb_3Sn ;
 - d) $CuZn_3$.
10. Какое вещество имеет кристаллическую структуру, представленную ГПШУ?

- a) алмаз;
- b) медь;
- c) магний;
- d) вюртцит

Тема 11. Жидкие кристаллы

1. Почему сегнетоэлектрический эффект невозможен в случае центросимметричных кристаллов?
 - a) наличие центра симметрии в кристалле исключает присутствие полярной оси симметрии;
 - b) центр симметрии исключает присутствие плоскостей симметрии;
 - c) центр симметрии в кристалле обеспечивает возможность продолжительного существования индуцированных дипольных моментов;
 - d) центр симметрии способствует тому, что свойства кристалла в прямом и в обратном направлении различны.
3. Какова природа прямого пьезоэлектрического эффекта?
 - a) у ацентричных кристаллов - диэлектриков при воздействии механических напряжений наблюдается появление электрических зарядов на определенных гранях, лежащих на противоположных концах кристалла;
 - b) если к кристаллу приложить электрическое поле в концах полярной оси, то в кристалле возникают упругие деформации, исчезающие немедленно при снятии поля;
 - c) кристалл имеет полярную ось симметрии и обладает способностью к самопроизвольной поляризации в электрическом поле и - способностью при изменении направления поля на противоположное изменять направление поляризации вдоль главной оси;
 - d) в кристаллах средней сингонии скорость света зависит от направления.
4. Как проявляется прямой пьезоэлектрический эффект?
 - a) нагревание кристалла сопровождается появлением зарядов на гранях, расположенных в концах полярной оси;
 - b) если к кристаллу приложить электрическое поле в концах полярной оси, то в кристалле возникают упругие деформации, исчезающие немедленно при снятии поля;
 - c) кристалл имеет полярную ось симметрии и обладает способностью к самопроизвольной поляризации в электрическом поле и - способностью при изменении направления поля на противоположное изменять направление поляризации вдоль главной оси.
 - d) в кристаллах средней сингонии скорость света зависит от направления.
5. Почему оптическая активность характерна для кристаллов средней категории?
 - a) из-за единственной оси симметрии высшего порядка;
 - b) вследствие наличия трех осей симметрии 3-го порядка;
 - c) из-за отсутствия осей симметрии высшего порядка;
 - d) ничего из перечисленного.
6. Какое из нижеперечисленных веществ оптически активно?
 - a) алмаз;
 - b) хлорид натрия;
 - c) кальцит;
 - d) сфалерит.
7. Что представляют собой дефекты по Шоттки?
 - a) вакансии или незанятые узлы;
 - b) точечные дефекты внедрения;
 - c) линейные дислокации;
 - d) микрокаверны.
8. Что представляют собой дефекты Френкеля?
 - a) вакансии или незанятые узлы;
 - b) точечные дефекты внедрения;

с) линейные дислокации;

д) микрокаверны.

9. Что представляют собой дислокации?

а) вакансии или незанятые узлы;

б) точечные дефекты внедрения;

с) примеси.

д) область незавершенного сдвига в кристалле.

10. Как проявляется обратный пьезоэлектрический эффект?

а) нагревание кристалла сопровождается появлением зарядов на гранях, расположенных в концах полярной оси;

б) если к кристаллу приложить электрическое поле в концах полярной оси, то в кристалле возникают упругие деформации, исчезающие немедленно при снятии поля;

с) кристалл имеет полярную ось симметрии и обладает способностью к самопроизвольной поляризации в электрическом поле и - способностью при изменении направления поля на противоположное изменять направление поляризации вдоль главной оси.

д) в кристаллах средней сингонии скорость света зависит от направления

4.3 Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в форме зачета

Типовые вопросы зачета (ПК-5)

1 Кристаллохимия. Предмет, цели и задачи кристаллохимии. Связь кристаллохимии с другими науками. Методы кристаллохимии.

2 Понятие о кристалле, кристаллическом веществе. Основные свойства кристалла.

3 Виды химических связей в кристаллах. Понятие о гетеродесмических и гомодесмических структурах.

4 Рентгеноструктурный анализ как метод кристаллохимии. Опыт Бреггов. Понятие

о структурном типе.

Типовые задания для зачета (ПК-5)

1. На основании теорем о сложении элементов симметрии дополнить сочетание элементов симметрии $L23PC$. Записать эту точечную группу по правилам международной символики. Указать категорию, сингонию и вид симметрии. Построить стереографическую проекцию данной группы.

2. Записать в терминах «к» и «г» ПШУ

...ABCACBABCACB... и найти элементы симметрии.

4.4. Шкала оценивания промежуточной аттестации

Оценка	Компетенции	Дескрипторы (уровни) – основные признаки освоения (показатели достижения результата)
--------	-------------	--

«зачтено» (50 - 100 баллов)	ПК-5	Демонстрирует высокий уровень знания современных теорий строения твердого тела, об особенностях кристаллического состояния вещества, связи симметрии строения физических свойств кристаллов. Уверенно применяет основы современных теорий кристаллохимии для решения теоретических и практических задач в любых областях химии. Ответ построен логично, материал излагается четко, ясно, хорошим языком, аргументировано. На вопросы отвечает кратко, аргументировано, уверенно, по существу.
«не зачтено» (0 - 49 баллов)	ПК-5	Не знает основы современных теорий строения кристаллов. Не способен анализировать научно-техническую информацию для решения теоретических и практических задач. Неуверенно и логически непоследовательно излагает материал.

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

5.1 Методические указания по организации самостоятельной работы обучающихся:

Приступая к изучению дисциплины, в первую очередь обучающимся необходимо ознакомиться содержанием рабочей программы дисциплины (РПД), которая определяет содержание, объем, а также порядок изучения и преподавания учебной дисциплины, ее раздела, части.

Для самостоятельной работы важное значение имеют разделы «Объем и содержание дисциплины», «Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины» и «Материально-техническое обеспечение дисциплины, программное обеспечение, профессиональные базы данных и информационные справочные системы».

В разделе «Объем и содержание дисциплины» указываются все разделы и темы изучаемой дисциплины, а также виды занятий и планируемый объем в академических часах.

В разделе «Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины» указана рекомендуемая основная и дополнительная литература.

В разделе «Материально-техническое обеспечение дисциплины, программное обеспечение, профессиональные базы данных и информационные справочные системы» содержится перечень профессиональных баз данных и информационных справочных систем, необходимых для освоения дисциплины.

5.2 Рекомендации обучающимся по работе с теоретическими материалами по дисциплине

При изучении и проработке теоретического материала необходимо:

- просмотреть еще раз презентацию лекции в системе MOODLe, повторить законспектированный на лекционном занятии материал и дополнить его с учетом рекомендованной дополнительной литературы;
- при самостоятельном изучении теоретической темы сделать конспект, используя рекомендованные в РПД источники, профессиональные базы данных и информационные справочные системы;
- ответить на вопросы для самостоятельной работы, по теме представленные в пункте 3.2 РПД.
- при подготовке к текущему контролю использовать материалы фонда оценочных средств (ФОС).

5.3 Рекомендации по работе с научной и учебной литературой

Работа с основной и дополнительной литературой является главной формой самостоятельной работы и необходима при подготовке к устному опросу на семинарских занятиях, к дебатам, тестированию, экзамену. Она включает проработку лекционного материала и рекомендованных источников и литературы по тематике лекций.

Конспект лекции должен содержать реферативную запись основных вопросов лекции, в том числе с опорой на размещенные в системе MOODLe презентации, основных источников и литературы по темам, выводы по каждому вопросу. Конспект может быть выполнен в рамках распечатки выдачи презентаций лекций или в отдельной тетради по предмету. Он должен быть аккуратным, хорошо читаемым, не содержать не относящуюся к теме информацию или рисунки.

Конспекты научной литературы при самостоятельной подготовке к занятиям должны содержать ответы на каждый поставленный в теме вопрос, иметь ссылку на источник информации с обязательным указанием автора, названия и года издания используемой научной литературы. Конспект может быть опорным (содержать лишь основные ключевые позиции), но при этом позволяющим дать полный ответ по вопросу, может быть подробным. Объем конспекта определяется самим студентом.

В процессе работы с основной и дополнительной литературой студент может:

- делать записи по ходу чтения в виде простого или развернутого плана (создавать перечень основных вопросов, рассмотренных в источнике);
- составлять тезисы (цитирование наиболее важных мест статьи или монографии, короткое изложение основных мыслей автора);
- готовить аннотации (краткое обобщение основных вопросов работы);
- создавать конспекты (развернутые тезисы).

5.4. Рекомендации по подготовке к отдельным заданиям текущего контроля

Собеседование предполагает организацию беседы преподавателя со студентами по вопросам практического занятия с целью более обстоятельного выявления их знаний по определенному разделу, теме, проблеме и т.п. Все члены группы могут участвовать в обсуждении, добавлять информацию, дискутировать, задавать вопросы и т.д.

Устный опрос может применяться в различных формах: фронтальный, индивидуальный, комбинированный. Основные качества устного ответа подлежащего оценке:

- правильность ответа по содержанию;
- полнота и глубина ответа;
- сознательность ответа;
- логика изложения материала;
- рациональность использованных приемов и способов решения поставленной учебной задачи;
- своевременность и эффективность использования наглядных пособий и технических средств при ответе;
- использование дополнительного материала;
- рациональность использования времени, отведенного на задание.

Устный опрос может сопровождаться презентацией, которая подготавливается по одному из вопросов практического занятия. При выступлении с презентацией необходимо обращать внимание на такие моменты как:

- содержание презентации: актуальность темы, полнота ее раскрытия, смысловое содержание, соответствие заявленной темы содержанию, соответствие методическим требованиям (цели, ссылки на ресурсы, соответствие содержания и литературы), практическая направленность, соответствие содержания заявленной форме, адекватность использования технических средств учебным задачам, последовательность и логичность презентуемого материала;
- оформление презентации: объем (оптимальное количество), дизайн (читаемость, наличие и соответствие графики и анимации, звуковое оформление, структурирование информации, соответствие заявленным требованиям), оригинальность оформления, эстетика, использование возможности программной среды, соответствие стандартам оформления;
- личностные качества: ораторские способности, соблюдение регламента, эмоциональность, умение ответить на вопросы, систематизированные, глубокие и полные знания по всем разделам программы;
- содержание выступления: логичность изложения материала, раскрытие темы, доступность изложения, эффективность применения средств ИКТ, способы и условия достижения результативности и эффективности для выполнения задач своей профессиональной или учебной деятельности, доказательность принимаемых решений, умение аргументировать свои заключения, выводы.

6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

6.1 Основная литература:

1. Вигдорович В.И., Цыганкова Л.Е., Есина М.Н., Шель Н.В., Урядников А.А. Строение вещества : учеб. пособие. - Тамбов: Изд-во Першина Р.В., 2017. - 236 с.
2. Басалаев Ю. М. Кристаллофизика и кристаллохимия : учебное пособие. - Кемерово: Кемеровский государственный университет, 2014. - 403 с. - Текст : электронный // ЭБС «Университетская библиотека онлайн» [сайт]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=278304>
3. Урусов, В. С., Ерёмин, Н. Н. Кристаллохимия. Краткий курс : учебник. - 2020-09-18; Кристаллохимия. Краткий курс. - Москва: Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, 2010. - 256 с. - Текст : электронный // IPR BOOKS [сайт]. - URL: <http://www.iprbookshop.ru/13343.html>

6.2 Дополнительная литература:

1. Пугачев В. М. Кристаллохимия : учебное пособие. - Кемерово: Кемеровский государственный университет, 2013. - 104 с. - Текст : электронный // ЭБС «Университетская библиотека онлайн» [сайт]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=232461>
2. Камышов В.М., Мирошникова Е.Г., Татауров В.П. Строение вещества : учеб. пособие. - 2-е изд., испр. и доп.. - Москва, Санкт-Петербург, Краснодар: Лань, 2017. - 233 с.
3. Угай Я.А. Общая и неорганическая химия : учеб. для студентов вузов. - 5-е изд., стер.. - М.: Высш. шк., 2007. - 527 с.
4. Таныгина Е.Д., Бердникова Г.Г. Введение в кристаллохимию : Учеб. пособие для студ. хим. фак. ун-тов. - Тамбов: Изд-во ТГУ, 2001. - 76 с.
5. Бердникова, Тамб. гос. ун-т им. Г.Р. Державина Контрольные задания по кристаллохимии : Учеб. пособие для студ. хим. фак. ун-тов. - Тамбов: Изд-во ТГУ, 2002. - 28 с.

6.3 Иные источники:

1. Электронная версия «Социологического журнала», издаваемого Российской академией наук Институтом социологии РАН - www.nir.ru/socio/scipubl/socjour.htm
2. Электронная библиотека социологического факультета МГУ имени М.В. Ломоносова - <http://lib.socio.msu.ru/l/library>
3. Интернет-энциклопедии - <http://www.rubicon.com/>

7. Материально-техническое обеспечение дисциплины, программное обеспечение, профессиональные базы данных и информационные справочные системы

Для проведения занятий по дисциплине необходимо следующее материально-техническое обеспечение: учебные аудитории для проведения занятий лекционного и семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, помещения для самостоятельной работы.

Учебные аудитории и помещения для самостоятельной работы укомплектованы специализированной мебелью и техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории.

Помещения для самостоятельной работы укомплектованы компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду Университета.

Для проведения занятий лекционного типа используются наборы демонстрационного оборудования, обеспечивающие тематические иллюстрации (проектор, ноутбук, экран/ интерактивная доска).

Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:

Kaspersky Endpoint Security для бизнеса - Стандартный Russian Edition. 1500-2499 Node 1 year Educational Renewal Licence

Операционная система Microsoft Windows 10

Adobe Reader XI (11.0.08) - Russian Adobe Systems Incorporated 10.11.2014 187,00 MB 11.0.08

Microsoft Office Профессиональный плюс 2007

Профессиональные базы данных и информационные справочные системы:

1. Электронный каталог Фундаментальной библиотеки ТГУ. – URL:
<http://biblio.tsutmb.ru/elektronnyij-katalog>
2. Университетская библиотека онлайн: электронно-библиотечная система. – URL:
<https://biblioclub.ru>
3. Научная электронная библиотека Российской академии естествознания. – URL:
<https://www.monographies.ru>

Электронная информационно-образовательная среда

https://auth.tsutmb.ru/authorize?response_type=code&client_id=moodle&state=xyz

Взаимодействие преподавателя и студента в процессе обучения осуществляется посредством мультимедийных, гипертекстовых, сетевых, телекоммуникационных технологий, используемых в электронной информационно-образовательной среде университета.