

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования
«Астраханский государственный университет имени В. Н. Татищева»
(Астраханский государственный университет им. В. Н. Татищева)

СОГЛАСОВАНО

Руководитель ОПОП

_____ С.Б. Носачев

«04» апреля 2024 г.

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой химии

_____ Л.А. Джигола

«04» апреля 2024 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«КРИСТАЛЛОХИМИЯ»

Составитель(и)

Чабакова А.К., доцент, к.х.н., доцент

Согласовано с работодателями:

**Фидурова С.Н., заместитель начальника отдела
физико-химических исследований Инженерно-
технического центра «Газпром добыча
Астрахань», к.х.н.,
Лукин Н.В., директор МБОУ г. Астрахани
«Лицей №2»**

Направление подготовки /
специальность

**04.05.01 «Фундаментальная и прикладная
химия»**

Направленность (профиль) /
специализация ОПОП

Фундаментальная и прикладная химия

Квалификация (степень)

Химик. Преподаватель химии

Форма обучения

очная

Год приёма

2024

Курс

3

Семестр(ы)

6

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1. Цели освоения дисциплины «Кристаллохимия»: расширить знания студентов о свойствах твердых веществ и закономерностей их изменения, вскрыть связь между атомным строением кристаллов и их химическими, физическими и геометрическими свойствами.

1.2. Задачи освоения дисциплины «Кристаллохимия»: ознакомление с кристаллической структурой и способами ее моделирования; с основами рентгеноструктурного анализа; с группами симметрии и структурными классами; с основными понятиями кристаллохимия.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

2.1. Учебная дисциплина «Кристаллохимия» относится к обязательным дисциплинам Б1.Б.16. и осваивается в 6 семестре.

2.2. Для изучения данной учебной дисциплины (модуля) необходимы следующие знания, умения, навыки, формируемые предшествующими учебными дисциплинами (модулями):

- учебный курс логически связан с теоретическими основами общей химии и неорганической химии, аналитической, физикой, математикой (геометрией особенно).

Знания: место кристаллохимии в ряду других естественных дисциплин, ее значение в жизни современного общества, способы моделирования кристаллической структуры; с основами рентгеноструктурного анализа; группы симметрии и структурные классы; основными понятиями кристаллохимия; систематической кристаллохимии.

Умения: определять строение кристаллов, их симметрию, природу связей в кристаллах, прогнозировать их электрические, оптические магнитные и другие свойства. Осуществлять в лабораторных условиях выращивание кристаллов отдельных веществ и описывать их с точки зрения симметрии.

Навыки: техники безопасности при выполнении работ в лаборатории, регистрации и обработки результатов экспериментов, методами отбора материала для теоретических занятий и лабораторных работ.

2.3. Последующие учебные дисциплины (модули) и (или) практики, для которых необходимы знания, умения, навыки, формируемые данной учебной дисциплиной (модулем):

- физическая и коллоидная химия,
- физические методы анализа,
- фармацевтический анализ.

3. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Процесс освоения дисциплины (модуля) направлен на формирование элементов следующей(их) компетенции(ий) в соответствии с ФГОС ВО и ОПОП ВО по данному направлению подготовки / специальности:

общефессиональных (ОПК):

ОПК-1 «Способен анализировать, интерпретировать и обобщать результаты экспериментальных и расчетно-теоретических работ химической направленности»

Таблица 1. Декомпозиция результатов обучения

Код компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю)		
		Знать (1)	Уметь (2)	Владеть (3)
<i>ОПК-1</i>	ОПК-1.1 Систематизирует и анализирует результаты химических экспериментов, наблюдений, измерений, а также результаты расчетов свойств веществ и материалов	- свойства веществ и материалов	- систематизировать и анализировать результаты химических экспериментов, наблюдений, измерений, а также результаты расчетов свойств веществ и материалов	- навыками систематизации и анализа результатов химических экспериментов, наблюдений, измерений
	ОПК-1.2 Предлагает интерпретацию результатов собственных экспериментов и расчетно-теоретических работ с использованием теоретических основ традиционных и новых разделов химии	- методики к экспериментальным работам, теоретические основы традиционных и новых разделов химии	- предлагать интерпретацию результатов собственных экспериментов и расчетно-теоретических работ с использованием теоретических основ традиционных и новых разделов химии	- навыками работы с результатами собственных экспериментов и расчетно-теоретических работ с использованием теоретических основ традиционных и новых разделов химии
	ОПК-1.3 Формулирует заключения и выводы по результатам анализа литературных данных, собственных экспериментальных и расчетно-теоретических работ химической направленности	- результаты анализа литературных данных, собственных экспериментальных и расчетно-теоретических работ химической направленности	- формулировать заключения и выводы по результатам анализа литературных данных, собственных экспериментальных и расчетно-теоретических работ химической направленности	- навыками работы с результатами анализа литературных данных, собственных экспериментальных и расчетно-теоретических работ химической направленности
	ОПК-1.4 Владеет навыками проведения химического эксперимента, основными синтетическими и аналитическими методами получения и исследования химических веществ и реакций.	- основные синтетические и аналитические методы получения и исследования химических веществ и реакций.	- проводить химический эксперимент, использовать основные синтетические и аналитические методы получения и исследования химических веществ и реакций	- навыками проведения химического эксперимента, основными синтетическими и аналитическими методами получения и исследования химических веществ и реакций

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Общая трудоемкость дисциплины в соответствии с учебным планом составляет 5 зачетных единиц (180 часов).

Трудоемкость отдельных видов учебной работы студентов очной, очно-заочной и заочной форм обучения приведена в таблице 2.1.

Таблица 2.1. Трудоемкость отдельных видов учебной работы по формам обучения

Вид учебной и внеучебной работы	для очной формы обучения	для очно-заочной формы обучения	для заочной формы обучения
Объем дисциплины в зачетных единицах	5		
Объем дисциплины в академических часах	180		
Контактная работа обучающихся с преподавателем (всего), в том числе (час.):	65,25		
- занятия лекционного типа, в том числе:	32		
- практическая подготовка (если предусмотрена)			
- занятия семинарского типа (семинары, практические, лабораторные), в том числе:	32		
- практическая подготовка (если предусмотрена)			
- в ходе подготовки и защиты курсовой работы			
- консультация (предэкзаменационная)	1		
- промежуточная аттестация по дисциплине	0,25		
Самостоятельная работа обучающихся (час.)	114,75		
Форма промежуточной аттестации обучающегося (зачет/экзамен), семестр (ы)	экзамен – 6 семестр		

Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий и самостоятельной работы, для каждой формы обучения представлено в таблице 2.2.

Таблица 2.2. Структура и содержание дисциплины (модуля)

Раздел, тема дисциплины (модуля)	Контактная работа, час.						КР / КП	СР, час.	Итого часов	Форма текущего контроля успеваемости и, форма промежуточной аттестации [по семестрам]
	Л		ПЗ		ЛР					
	Л	в т.ч. ПП	ПЗ	в т.ч. ПП	ЛР	в т.ч. ПП				
Семестр 5.										
<i>Тема 1. Общие представления о кристаллах, кристаллическом веществе, свойствах кристаллических веществ</i>	4		4					13	21	Рейтинговая контрольная работа 1 Тестовый

Раздел, тема дисциплины (модуля)	Контактная работа, час.							СР, час.	Итого часов	Форма текущего контроля успеваемости и, форма промежуточ ной
	Л		ПЗ		ЛР		КР / КП			
	Л	в т.ч. ПП	ПЗ	в т.ч. ПП	ЛР	в т.ч. ПП				
										контроль Собеседован ие Практическа я работа 1
<i>Тема 2. Основные понятия кристаллохимии</i>	4		4					13	21	Контрольная работа 2 Тестовый контроль Собеседован ие Практическа я работа 2
<i>Тема 3. Факторы, определяющие структуру кристаллов</i>	4		4					13	21	Контрольная работа 2 Собеседован ие
<i>Тема 4. Типы химических связей в кристаллах</i>	4		4					13	21	Контрольная работа 2 Собеседован ие
<i>Тема 5. Зависимость физико- химических свойств кристаллов от их строения</i>	4		4					13	21	Контрольная работа 2 Собеседован ие
<i>Тема 6. Строение реального кристалла</i>	4		4					13	21	Собеседован ие Практическа я работа 3
<i>Тема 7. Кристаллохимические закономерности в периодической системе</i>	4		4					13	21	Собеседован ие
<i>Тема 8. Химия неорганических соединений</i>	2		2					12	16	Собеседован ие
<i>Тема 9. Кристаллохимия органических соединений</i>	2		2					11, 75	15, 75	Собеседован ие
Консультации									1	
Контроль промежуточной аттестации									0,25	Экзамен
ИТОГО за семестр:	32		32					114 ,75	180	
Итого за весь период	132		32					114 ,75	180	

Примечание: Л – лекция; ПЗ – практическое занятие, семинар; ЛР – лабораторная работа; ПП – практическая подготовка; КР / КП – курсовая работа / курсовой проект; СР – самостоятельная работа

Таблица 3. Матрица соотнесения разделов, тем учебной дисциплины (модуля) и формируемых компетенций

Раздел, тема дисциплины (модуля)	Кол-во часов	Код компетенции	Общее количество компетенций
		ОПК- 1	
<i>Тема 1. Общие представления о кристаллах, кристаллическом веществе, свойствах кристаллических веществ</i>	21	+	1
<i>Тема 2. Основные понятия кристаллохимии</i>	21	+	1
<i>Тема 3. Факторы, определяющие структуру кристаллов</i>	21	+	1
<i>Тема 4. Типы химических связей в кристаллах</i>	21	+	1
<i>Тема 5. Зависимость физико-химических свойств кристаллов от их строения</i>	21	+	1
<i>Тема 6. Строение реального кристалла</i>	21	+	1
<i>Тема 7. Кристаллохимические закономерности в периодической системе</i>	21	+	1
<i>Тема 8. Химия неорганических соединений</i>	16	+	1
<i>Тема 9. Кристаллохимия органических соединений</i>	15,75	+	1
Итого	178,75		

Краткое содержание учебной дисциплины.

Тема 1. Понятие о кристаллах и кристаллическом веществе

Установление законов внешней формы кристаллов. Закон граничных углов.

Свойства кристаллов: анизотропность, однородность, способность к самоограничению, наличие постоянной температуры плавления, симметрия. Симметрия кристаллов как их свойство и метод изучения. Понятие о симметрии, элементы симметрии, сложение элементов симметрии, вывод тридцати двух видов симметрии внешней формы кристаллов.

Форма кристаллических многогранников. Понятие простой формы. Простые формы кристаллов низшей, средней и кубической (высшей) сингонии. Возможные грани кристаллов. Двойники и закономерные сростки.

Закон целых чисел и аналитические методы описания кристаллических многогранников. Вывод закона целых чисел. Кристаллографические символы. Математическое определение символов грани. Установка кристаллов.

Понятие о монокристалле и его производстве. Связь кристаллохимии с другими науками.

Тема 2. Основные понятия кристаллохимии

Геометрическая теория структуры кристалла. Понятие кристаллической решетки. Кристаллический многогранник и решетка кристалла.

Трансляция как вид симметрии и симметрическое преобразование, ось трансляции, трансляционная группа (группа переносов или кристаллическая решетка). Плоские сетки решетки. 14 решеток Бравэ.

Понятие о кристаллическом анализе.

Теория структуры кристаллов Е. С. Федорова - Шенфлиса. Пространственные группы симметрии.

Элементы симметричности: плоскость скользящего отражения, винтовая ось. 230 видов симметрии, характеризующих внутреннюю симметрию кристаллов. Понятие о правильной системе точек. Федоровские группы симметрии.

Первые определения атомных структур кристаллов при помощи рентгеновских лучей. Вывод основной формулы рентгеноструктурного анализа. Определение межплоскостных расстояний в кристаллах и взаимное расположение в них атомов (структурных единиц).

Определение структуры чистых металлов: меди, α -железа, магния.

Число правильных систем точек в структуре. Структура кристалла и структурный тип. Структуры алмаза и графита. Простейшие структурные типы соединений AX: хлорида натрия, хлорида цезия, сфалерита (ZnS), вюрцита (ZnS), никелина (арсенида никеля NiS), борнитрида (BN).

Координационное число (к.ч.) и координационный многогранник (к.м.).

Простейшие структуры типа AX₂ и A₂X. Структурный тип флюорита (CaF₂), рутила (TiO₂), кристобалита (SiO₂), диоксида углерода, пирита (FeS₂). Определение КЧ и КМ в структурах разного типа.

Структуры с параметрами и без параметров. Вычисление межатомных расстояний и валентных углов в структурах.

Тема 3. Факторы, определяющие структуру кристалла

Гетеродесмические и гомодесмические структуры.

Эффективные радиусы ионов. Определение ионных и атомных радиусов. Метод изображения кристаллических структур шарами разных размеров (теория шаровых упаковок), геометрический характер структур, полиэдрическое изображение кристаллических структур.

Зависимость координационного числа от относительных размеров атомов и ионов. Геометрические пределы устойчивости структур с различными координационными числами.

Поляризация ионов. Зависимость размеров атомов и ионов от координационных чисел.

Структурный тип перовенита. Поляризация ионов в галоидных соединениях серебра. Зависимость межатомных расстояний от КЧ ионных кристаллов и металлов.

Влияние поляризационных свойств катиона и аниона на структуру соединений типа AX₂. Слоистые структуры. Структурные типы CdCl₂, CdJ₂, MoS₂, Mg(OH)₂, Mn(OH)₂, Ca(OH)₂.

Влияние поляризации на структуру кристаллов.

Правило Гольдшмидта.

Тема 4. Типы химических связей в кристаллах

Электронная структура атомов. Структура атомных ядер. Природа электрона.

Нормальное и возбужденное состояние атомов. Ионы. Понятие ионной связи. Строение ионных кристаллов. Энергия решетки ионных кристаллов. Формулы энергии решетки кристаллов. Экспериментальные методы проверки формул для расчета энергии решетки. Круговой процесс Борна – Габера. Понятие ковалентной связи, ее природа, свойства, разновидности, координационная связь как разновидность ковалентной связи.

Структура простых веществ с ковалентными связями, правило Юм - Розери, применение его для объяснения кристаллических структур кристаллических веществ с ковалентной связью. Кристаллические структуры бинарных и более сложных соединений. Правило Пирсона.

Система тетраэдрических ковалентных «радиусов». Остаточная связь (Ван - дер - Ваальса). Энергия решетки кристаллов с Ван - дер - Ваальсовой связью.

Металлическая связь. Природа и свойства металлической связи. Зонная теория кристаллов. Энергетический спектр электронов в кристаллах. Свойства металлов в свете зонной теории, применение ее для объяснения свойств других кристаллических веществ. Классификация кристаллов с точки зрения зонной теории. Изоляторы, полупроводники, проводники.

Энергия решетки металлического кристалла. Электронная эмиссия пограничного слоя металла с точки зрения зонной теории.

Промежуточные типы связей в кристаллах. Понятие о промежуточных типах связи.

Водородная связь. Ионно-ковалентные связи. Ковалентно-металлические связи. Полупроводники. Ионно-металлические связи. Интерметаллические соединения.

Тема 5. Зависимость физико-химических свойств кристаллов от их строения

Зависимость физико-химических свойств твердых веществ от типа химических связей в кристаллах. Электрические свойства металлов, гомеоплярных соединений, ионных кристаллов, кристаллов с дефектными структурами.

Оптические свойства ионных кристаллов, гомеоплярных веществ, молекулярных кристаллов. Ковкость металлов. Спайность. Понятие о спайности, природа спайности. Теория спайности Ю. В. Вульфа.

Коэффициенты механического сжатия и термического расширения. Зависимость коэффициентов механического сжатия и термического расширения от типа плотнейшей упаковки, межатомного расстояния в структуре, поля ризационных свойств катиона.

Твердость и температура плавления. Зависимость этих свойств от типа связи в кристаллах, типа структуры, межатомного расстояния, валентности катиона, его электронного строения.

Влияние водородной связи на физико-химические свойства кристаллических веществ.

Эффект ионного экранирования. Соединения закрытого и открытого типа. Электростатическая теория экранирования Косселя, Гольмшмидта – Ван – Археля. Влияние эффекта ионного экранирования на растворимость, температуру кипения и температуру плавления кристаллических веществ.

Растворимость кристаллических веществ. зависимость растворимости кристаллов от соотношения ионных радиусов в структуре, плотности решетки, эффекта экранирования, электронного строения ионов, поляризационных свойств катиона и аниона, а также типа структуры (координационная, слоистая, молекулярная). Магнитные свойства кристаллов.

Тема 6. Строение реального кристалла

Идеальный и реальный кристалл. кристаллическое и аморфное состояние. Отклонение внешней формы реальных кристаллов от идеальных геометрических законов.

Точечные дефекты в атомной структуре кристалла: в металлическом кристалле, в ионных кристаллах, в кристаллах с ковалентными и Ван-дер-Ваальсовыми связями; точечные дефекты, связанные с примесными атомами.

Дислокации: линейные, винтовые, образование и движение дислокаций.

Зависимость физико-химических свойств кристаллов от реальной структуры. Дислокации и прочность материалов. Методы обнаружения дефектов кристаллов. Зависимость электрических свойств полупроводниковых кристаллов от их реальной структуры. Оптические свойства ионных кристаллов, зависящие от дефектов кристалла.

Тема 7. Кристаллические закономерности в периодической системе

Кристаллические структуры истинных металлов. Наиболее распространенные типы структур металлов: гексагональная плотнейшая упаковка, кубическая плотнейшая упаковка, объемно-центрированная упаковка. Координационные числа металлов.

Особенности структур марганца, ртути, цинка, ромбоэдрических и гексагональных структур.

Кристаллические структуры элементов главных подгрупп IV –VII групп. Правило Юм – Розери и координационное число в этих структурах.

Кристаллические структуры благородных газов.

Особенности кристаллических структур главных подгрупп III и IV групп.

Распределение элементов по подгруппам периодической системы в соответствии с кристаллохимическими данными.

Классификация бинарных и более сложных соединений.

Тема 8. Кристаллохимия неорганических соединений

Классификация бинарных соединений. Тройные и более сложные соединения. Правила Полинга для структур ионных кристаллов. Особенности структур с преимущественно ковалентным типом связи. Кристаллохимия силикатов. Основные черты строения силикатов. Структурные формулы силикатов. Элементы, имитирующие кремний в силикатах. Важнейшие катионы и анионы в силикатах. Плотнейшие упаковки в силикатах. Изоморфизм в классе силикатов. Зависимость физических свойств силикатов от их структуры. Кристаллохимия боратов.

Тема 9. Кристаллохимия органических соединений.

Ковалентные и Ван-дер-Ваальсовы «радиусы» неметаллических элементов. Конфигурация молекул в газообразном и кристаллическом состоянии элементов-органогенов. Формы простейших молекул и комплексных ионов. Валентные углы. Классификация молекулярных структур. Применение принципа плотнейшей упаковки к молекулярным кристаллам. Строение углеводов. Строение более сложных органических соединений. Органические соединения с гетероатомами. Строение органических соединений с немолькулярными структурами. Ионные структуры соединений элементов-органогенов. Зависимость характера связи от межатомных расстояний. Пространственные затруднения в молекулах. Конформация.

5. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ПРЕПОДАВАНИЮ И ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

5.1. Указания для преподавателей по организации и проведению учебных занятий по дисциплине (модулю)

Лекционные занятия проводятся еженедельно в объеме 2 часов. Практические занятия проводятся еженедельно в объеме 2 часов.

Для реализации компетентного подхода рекомендуется использовать в учебном процессе активные и интерактивные формы проведения занятий.

Тема «Элементы симметрии, сложение элементов симметрии» Сформулировать–поделиться–создать – проверить

1. Мотивационный этап.

Создание ситуации, в которой возникает желание изучать новый материал. Этап заканчивается формулировкой нескольких вопросов, которые охватывают ключевые понятия темы (понятие ось симметрии, плоскость симметрии, ось симметрии; вид (класс) симметрии, сингония, категория, формы (простые и комбинации, открытые и закрытые) и выявляют возможное непонимание материала в при решение задач.

2. Содержание занятия.

Первый этап – сформулировать.

Студенты самостоятельно изучают лекционные записи и материал данный в учебниках, формулируют свои ответы на заданные вопросы.

Второй этап – поделиться.

Студенты объединяются в пары и по очереди представляют друг другу свои решения, определяя и обсуждая класс симметрии, форму, сингонию и категорию многогранника.

Третий этап – создать. Студенты вместе создают новое решение с учетом результатов обсуждения, которое включает в себя лучшие идеи.

Четвертый этап – проверить.

Работает вся группа. Несколько пар предоставляют свой отчет на заданные вопросы. Ошибки и спорные вопросы становятся началом коллективного обсуждения. Все студенты проверяют свои решения, вносят исправления, пояснения и дополнения.

3. Дидактические средства.

Модели многогранников, тестовые задания.

4. Контрольно-корректировочный этап.

Осуществить анализ собственного опыта. Проведение тестирования студентов.

Тема. «Зависимость физико-химических свойств кристаллов от их строения»

Проблемная лекция

1. Мотивационный этап.

Создание проблемной ситуации при рассмотрении закономерности изменения оптических свойств галогенидов, оксидов и сульфидов элементов IA и IIA групп в кристаллическом состоянии. Известно, что от состояния ионно-ковалентной связи зависят оптические свойства кристалла (коэффициент светопреломления, рефракция) и с увеличением порядкового номера элементов одной подгруппы возрастает степень ионности связи катион-анион и вместе с этим явлением уменьшается коэффициент светопреломления.

2. Разработка способа решения проблемы

Катионы IA группы обладающие достаточно большим радиусом в сочетании с одним электроном на внешнем уровне обладают типично металлическими свойствами степень которых возрастает с увеличением атомного радиуса, который возрастает сверху в низ по группе. В соединении с одним и тем же электроотрицательным элементом возникает ионно-ковалентная связь, степень ионности которой возрастает с увеличением порядкового номера металла, следовательно коэффициент светопреломления, рефракция и другие показатели оптических свойств этих кристаллов должны закономерно изменяться.

3. Реализация найденного решения.

В результате рассмотрения зависимости физико-химических свойств кристаллов от их строения будут сформированы представления о закономерности изменения оптических свойств ионных кристаллов не только в группах электронных аналогов, но и в периодах периодической системы.

4. Контрольно-корректировочный этап.

Подведение итогов работы со студентами

Тема «Строение реального кристалла»

Обучение в малых группах

1. Подготовительный этап.

Разбивка студентов на минигруппу (3-4 человека).

Разделение вопросов для обсуждения. Распределение ролей. Состав группы:

Докладчик представляет основной доклад по своему вопросу

1. теория структуры кристаллов Федорова
2. первое определение атомных структур кристаллов
3. три простейшие структуры чистых металлов
4. структурный тип простых веществ
5. структурный тип веществ типа AX, AX₂, A₂X

Докладчик обосновывает свою позицию.

Содокладчик отвечает на вопросы представителей других групп по представленному докладу, отстаивает позицию своей группы.

Оппонент кратко пересказывает позицию докладчика из другой группы, находит ее уязвимые, спорные места или ошибки, задает вопросы представителям других групп.

Эксперт оценивает работу каждого участника.

2. Организационный этап.

Напоминание правил преподавателем, установление регламента (в роли хронометриста преподаватель, представление и обсуждение докладов).

3. Рефлексивный этап.

Обсуждение результатов

5. Дидактические средства.

Ноутбук, интернет, демонстрационный эксперимент

Учебный проект: Определение оптимальных условий для выращивания кристаллов из водных растворов

1. Мотивационный этап.

Создание ситуации, в которой у студентов возникает потребность в изучении способов выращивания кристаллов в лабораторных условиях. Этап заканчивается формулировкой задачи – вырастить кристалл из водного раствора.

2. Содержание занятия.

Разбивка студентов на мини группы (2-3 человека). Формирование нового знания, связанного с решением студентами познавательной задачи по выбору оптимальных условий для выращивания кристаллов различных солей из водных растворов в лабораторных условиях.

3. Контрольно-корректировочный этап.

Защита учебного проекта. Оценивается объем выполненной работы, качество проведенного титрования и полученных результатов, умение четко выражать свои мысли, отстаивать свою точку зрения, отвечать на вопросы и т. д.

Подведение итогов и анализ работы со студентами.

4. Дидактические средства.

Компьютер, проектор, набор химических реактивов, химическая посуда и оборудование.

5.2. Указания для обучающихся по освоению дисциплины (модулю)

Таблица 4. Содержание самостоятельной работы обучающихся

для очной формы обучения

Вопросы, выносимые на самостоятельное изучение	Кол-во часов	Формы работы
Тема 1. Общие представления о кристаллах, кристаллическом веществе, свойствах кристаллических	13	Отчет по практической работе, собеседование,

<p>веществ</p> <p>Свойства кристаллов: анизотропность, однородность, способность к самоограничению, наличие постоянной температуры плавления, симметрия. Симметрия кристаллов как их свойство и метод изучения. Форма кристаллических многогранников. Понятие простой формы. Простые формы кристаллов низшей, средней и кубической (высшей) сингонии. Математическое определение символов грани. Установка кристаллов.</p> <p>Понятие о монокристалле и его производстве. Связь кристаллохимии с другими науками.</p>		тестовый контроль
<p>Тема 2. Основные понятия кристаллохимии</p> <p>Структуры алмаза и графита. Простейшие структурные типы соединений AX: хлорида натрия, хлорида цезия, сфалерита (ZnS), вюрцита (ZnS), никелина (арсенида никеля NiS), борнитрида (BN).</p>	13	Отчет по практической работе, собеседование, тестовый контроль
<p>Тема 3. Факторы, определяющие структуру кристаллов</p> <p>Геометрические пределы устойчивости структур с различными координационными числами. Поляризация ионов. Слоистые структуры. Влияние поляризации на структуру кристаллов.</p>	13	Собеседование,
<p>Тема 4. Типы химических связей в кристаллах</p> <p>Металлическая связь. Металлическая решетка. Ионноковалентная связь. Ковалентнометаллическая связь. Полупроводники. Монометаллическая связь.</p>	13	Собеседование,
<p>Тема 5. Зависимость физико-химических свойств кристаллов от их строения</p> <p>Влияние водородной связи на физико-химические свойства вещества. Эффект экранирования ионов. Зависимость физико-химических свойств кристалла от реальной структуры.</p>	13	Собеседование,
<p>Тема 6. Строение реального кристалла</p> <p>Идеальный и реальный кристалл. кристаллическое и аморфное состояние. Отклонение внешней формы реальных кристаллов от идеальных геометрических законов.</p>	13	Отчет по практической работе, собеседование,
<p>Тема 7. Кристаллохимические закономерности в периодической системе</p> <p>Классификация химических соединений. Классификация двойных (бинарных) и более сложных химических соединений. Кристаллохимическая систематика химических соединений.</p>	13	Собеседование,
<p>Тема 8. Химия неорганических соединений</p> <p>Кристаллохимия силикатов. Основные черты строения силикатов. Структурные формулы силикатов. Элементы, имитирующие кремний в силикатах. Важнейшие катионы и анионы в силикатах. Плотнейшие упаковки в силикатах. Изоморфизм в классе силикатов. Зависимость физических свойств силикатов от их структуры. Кристаллохимия</p>	12	Собеседование,

боратов.		
Тема 9. Кристаллохимия органических соединений Строение углеводов. Строение более сложных органических соединений. Органические соединения с гетероатомами. Строение органических соединений с немолекулярными структурами. Ионные структуры соединений элементов-органогенов. Зависимость характера связи от межатомных расстояний. Пространственные затруднения в молекулах. Конформация.	11,75	Собеседование,

5.3. Виды и формы письменных работ, предусмотренных при освоении дисциплины (модуля), выполняемые обучающимися самостоятельно.

Методические рекомендации к решению задач.

Задача 1. Определить вид симметрии, форму, сингонию и категорию куба.

Решение.

Куб имеет вид симметрии $3L_44L_36L_29PC$, форма простая закрытая, сингония кубическая, категория высшая.

Задача 2. С помощью двух перпендикулярных плоскостей получить простую форму и дать полную характеристику.

Решение.

Грань 1 отображаем относительно плоскости 1, получаем грань 2. Грани 1 и 2 отображаем относительно плоскости 2, получаем грани 3 и 4. Так как ромбическую призму получили из одной грани, следовательно, это простая форма. Ромбическая призма имеет вид симметрии L_22P , форма простая открытая, сингония ромбическая, категория низшая.

Задача 3. Доказать, что тригональная бипирамида является простой формой.

Решение.

Грань 1 поворачиваем вокруг L_3 на 120 градусов, получаем грань 2. Грань 2 поворачиваем вокруг L_3 на 120 градусов, получаем грань 3. Полученную фигуру поворачиваем вокруг L_2 на 180 градусов, получаем заданный многогранник. Так как тригональную бипирамиду получили из одной грани, следовательно, это простая форма.

6. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ И ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

В соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки / специальности «Химия» реализация компетентного подхода предусматривает использование в учебном процессе активных и интерактивных форм проведения занятий в сочетании с внеаудиторной работой с целью формирования и развития требуемых компетенций обучающихся.

6.1. Образовательные технологии

Таблица 5. Образовательные технологии, используемые при реализации учебных занятий

Раздел, тема дисциплины (модуля)	Форма учебного занятия		
	Лекция	Практическое занятие, семинар	Лабораторная работа
Тема 1. Общие представления о кристаллах, кристаллическом веществе, свойствах кристаллических веществ Свойства кристаллов: анизотропность, однородность, способность к самоограничению,	Обзорная лекция	Практическая работа 1 Рейтинговая контрольная работа 1 Тестовый контроль Собеседование	Не предусмотрено

<p>наличие постоянной температуры плавления, симметрия. Симметрия кристаллов как их свойство и метод изучения. Форма кристаллических многогранников. Понятие простой формы. Простые формы кристаллов низшей, средней и кубической (высшей) сингонии. Математическое определение символов грани. Установка кристаллов.</p> <p>Понятие о монокристалле и его производстве. Связь кристаллохимии с другими науками.</p>			
<p>Тема 2. Основные понятия кристаллохимии Структуры алмаза и графита. Простейшие структурные типы соединений AX: хлорида натрия, хлорида цезия, сфалерита (ZnS), вюрцита (ZnS), никелина (арсенида никеля NiS), борнитрида (BN).</p>	Лекция-диалог	Практическая работа 2 Контрольная работа 2 Тестовый контроль Собеседование	Не предусмотрено
<p>Тема 3. Факторы, определяющие структуру кристаллов Геометрические пределы устойчивости структур с различными координационными числами. Поляризация ионов. Слоистые структуры. Влияние поляризации на структуру кристаллов.</p>	Обзорная лекция	Контрольная работа 2 Собеседование	Не предусмотрено
<p>Тема 4. Типы химических связей в кристаллах Металлическая связь. Металлическая решетка. Ионоковалентная связь. Ковалентнометаллическая связь. Полупроводники. Монометаллическая связь.</p>	Обзорная лекция	Контрольная работа 2 Собеседование	Не предусмотрено
<p>Тема 5. Зависимость физико-химических свойств кристаллов от их строения Влияние водородной связи на физико-химические свойства вещества. Эффект экранирования ионов. Зависимость физико-химических свойств кристалла от реальной структуры.</p>	Проблемная лекция	Контрольная работа 2 Собеседование	Не предусмотрено
<p>Тема 6. Строение реального кристалла Идеальный и реальный кристалл. кристаллическое и аморфное состояние. Отклонение внешней формы реальных кристаллов от</p>	Обзорная лекция	Практическая работа 3 Собеседование	Не предусмотрено

<i>идеальных геометрических законов.</i>			
Тема 7. Кристаллохимические закономерности в периодической системе <i>Классификация химических соединений. Классификация двойных (бинарных) и более сложных химических соединений. Кристаллохимическая систематика химических соединений.</i>	Обзорная лекция	Собеседование	Не предусмотрено
Тема 8. Химия неорганических соединений <i>Кристаллохимия силикатов. Основные черты строения силикатов. Структурные формулы силикатов. Элементы, имитирующие кремний в силикатах. Важнейшие катионы и анионы в силикатах. Плотнейшие упаковки в силикатах. Изоморфизм в классе силикатов. Зависимость физических свойств силикатов от их структуры. Кристаллохимия боратов.</i>	Обзорная лекция	Собеседование	Не предусмотрено
Тема 9. Кристаллохимия органических соединений <i>Строение углеводородов. Строение более сложных органических соединений. Органические соединения с гетероатомами. Строение органических соединений с немолекулярными структурами. Ионные структуры соединений элементов-органогенов. Зависимость характера связи от межатомных расстояний. Пространственные затруднения в молекулах. Конформация.</i>	Обзорная лекция	Собеседование	Не предусмотрено

6.2. Информационные технологии

- использование возможностей интернета в учебном процессе (рассылка заданий, предоставление выполненных работ, ответы на вопросы, ознакомление обучающихся с оценками и т.д.);
- использование электронных учебников и различных сайтов (например, электронных библиотек, журналов и т.д.) как источников информации;
- использование возможностей электронной почты преподавателя;
- использование средств представления учебной информации (электронных учебных пособий и практикумов, применение новых технологий для проведения очных (традиционных) лекций и семинаров с использованием презентаций и т.д.);
- использование интегрированных образовательных сред, где главной составляющей являются не только применяемые технологии, но и содержательная часть, т.е.

информационные ресурсы (доступ к мировым информационным ресурсам, на базе которых строится учебный процесс);
использование виртуальной обучающей среды (LMS Moodle «Электронное образование»)

6.3. Программное обеспечение, современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы

6.3.1. Программное обеспечение

- Adobe Reader. Программа для просмотра электронных документов
- Платформа дистанционного обучения LMS Moodle. Виртуальная обучающая среда
- Mozilla FireFox. Браузер
- Microsoft Office 2013, Microsoft Office Project 2013, Microsoft Office Visio 2013. Пакет офисных программ
- 7-zip. Архиватор
- Microsoft Windows 7 Professional. Операционная система
- Kaspersky Endpoint Security. Средство антивирусной защиты
- Google Chrome. Браузер
- OpenOffice. Пакет офисных программ
- Opera. Браузер
- Paint .NET. Растровый графический редактор

6.3.2. Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы

1. Электронный каталог Научной библиотеки АГУ на базе MARK SQL НПО «Информ-систем». <https://library.asu.edu.ru>

2. Электронный каталог «Научные журналы АГУ»: <http://journal.asu.edu.ru/>

3. Универсальная справочно-информационная полнотекстовая база данных периодических изданий ООО "ИВИС". <http://dlib.eastview.com> Имя пользователя: AstrGU
Пароль: AstrGU

4. Корпоративный проект Ассоциации региональных библиотечных консорциумов (АРБИКОН) «Межрегиональная аналитическая роспись статей» (МАРС) - сводная база данных, содержащая полную аналитическую роспись 1800 названий журналов по разным отраслям знаний. Участники проекта предоставляют друг другу электронные копии отсканированных статей из книг, сборников, журналов, содержащихся в фондах их библиотек. <http://mars.arbicon.ru>

7. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)

7.1. Паспорт фонда оценочных средств.

При проведении текущего контроля и промежуточной аттестации по дисциплине (модулю) «Кристаллохимия» проверяется сформированность у обучающихся компетенций, указанных в разделе 3 настоящей программы. Этапность формирования данных компетенций в процессе освоения образовательной программы определяется последовательным освоением дисциплин (модулей) и прохождением практик, а в процессе освоения дисциплины (модуля) – последовательным достижением результатов освоения содержательно связанных между собой разделов, тем.

Таблица 6. Соответствие разделов, тем дисциплины (модуля), результатов обучения по дисциплине (модулю) и оценочных средств

Контролируемый раздел, тема дисциплины (модуля)	Код контролируемой компетенции-	Наименование оценочного средства
<i>Тема 1. Общие представления о кристаллах, кристаллическом веществе, свойствах кристаллических веществ</i>	ОПК-1	Рейтинговая контрольная работа 1 Тестовый контроль Собеседование Практическая работа 1
<i>Тема 2. Основные понятия кристаллохимии</i>	ОПК-1	Рейтинговая контрольная работа 2 Тестовый контроль Собеседование Практическая работа 2
<i>Тема 3. Факторы, определяющие структуру кристаллов</i>	ОПК-1	Рейтинговая контрольная работа 2 Собеседование
<i>Тема 4. Типы химических связей в кристаллах</i>	ОПК-1	Рейтинговая контрольная работа 2 Собеседование
<i>Тема 5. Зависимость физико-химических свойств кристаллов от их строения</i>	ОПК-1	Рейтинговая контрольная работа 2 Собеседование
<i>Тема 6. Строение реального кристалла</i>	ОПК-1	Собеседование Практическая работа 3
<i>Тема 7. Кристаллохимические закономерности в периодической системе</i>	ОПК-1	Собеседование
<i>Тема 8. Химия неорганических соединений</i>	ОПК-1	Собеседование
<i>Тема 9. Кристаллохимия органических соединений</i>	ОПК-1	Собеседование

7.2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций, описание шкал оценивания

Таблица 7. Показатели оценивания результатов обучения в виде знаний

Шкала оценивания	Критерии оценивания
------------------	---------------------

5 «отлично»	демонстрирует глубокое знание теоретического материала, умение обоснованно излагать свои мысли по обсуждаемым вопросам, способность полно, правильно и аргументировано отвечать на вопросы, приводить примеры
4 «хорошо»	демонстрирует знание теоретического материала, его последовательное изложение, способность приводить примеры, допускает единичные ошибки, исправляемые после замечания преподавателя
3 «удовлетворительно»	демонстрирует неполное, фрагментарное знание теоретического материала, требующее наводящих вопросов преподавателя, допускает существенные ошибки в его изложении, затрудняется в приведении примеров и формулировке выводов
2 «неудовлетворительно»	демонстрирует существенные пробелы в знании теоретического материала, не способен его изложить и ответить на наводящие вопросы преподавателя, не может привести примеры

Таблица 8. Показатели оценивания результатов обучения в виде умений и владений

Шкала оценивания	Критерии оценивания
5 «отлично»	демонстрирует способность применять знание теоретического материала при выполнении заданий, последовательно и правильно выполняет задания, умеет обоснованно излагать свои мысли и делать необходимые выводы
4 «хорошо»	демонстрирует способность применять знание теоретического материала при выполнении заданий, последовательно и правильно выполняет задания, умеет обоснованно излагать свои мысли и делать необходимые выводы, допускает единичные ошибки, исправляемые после замечания преподавателя
3 «удовлетворительно»	демонстрирует отдельные, несистематизированные навыки, испытывает затруднения и допускает ошибки при выполнении заданий, выполняет задание по подсказке преподавателя, затрудняется в формулировке выводов
2 «неудовлетворительно»	не способен правильно выполнить задание

7.3. Контрольные задания и иные материалы, необходимые для оценки результатов обучения по дисциплине (модулю)

Тема 1. Общие представления о кристаллах, кристаллическом веществе, свойствах кристаллических веществ

Вопросы для собеседования

1. Понятие о кристаллическом веществе.
2. Основные свойства кристалла.
3. Кристалл и кристаллическое вещество.
4. Кристаллография и связь с другими науками.
5. Закон постоянства двугранных углов.
 - 5.1. Установление закона.
 - 5.2. Методы измерения кристаллов.
 - 5.3. Методы вычисления кристаллов.
 - 5.4. Отклонения от закона о постоянстве граничных углов, их причины. Современная формулировка закона.

- 5.5. Современные методы измерения двугранных углов.
6. Понятие о симметрии. Элементы симметрии.
7. Сложение элементов симметрии.
- 7.1 1-я теорема.
- 7.2. 2-я теорема.
- 7.3. 3-я теорема
- 7.4. Вывод 27 видов симметрии.
8. 4-я теорема и вывод 5 видов симметрии.
9. Систематика видов симметрии. Категории. Сингонии.
10. Форма кристаллических многогранников.
- 10.1. Понятие простой формы (вывод, доказательство).
- 10.2. Простые формы низшей сингонии.
- 10.3. Простые формы средней сингонии.
- 10.4. Простые формы кубической сингонии.
- 10.5. Возможные грани. Двойники и закономерные сростки.
11. Закон целых чисел. Понятие об индексах символов граней.

Тестовый контроль
Вариант №1

1. Вид симметрии L_6L_27PC имеет

- 1) гексагональная бипирамида
- 2) комбинация гексагональной призмы с пинакоидом
- 3) гексагональная призма
- 4) гексагональная пирамида
- 5) комбинация тетрагональной призмы и бипирамиды

2. Вид симметрии L_4L_25PC имеет

- 1) тетрагональная бипирамида
- 2) комбинация тетрагональной призмы с пинакоидом
- 3) тетрагональная призма
- 4) тетрагональная пирамида
- 5) комбинация гексагональной призмы и бипирамиды

3. К низшей категории относится

- | | |
|----------------------------|--------------------------|
| 1) моноэдр | 2) пинакоид |
| 3) гексагональная пирамида | 4) гексагональная призма |

4. К высшей категории относится

- | | |
|----------------------------|--------------------------|
| 1) тетраэдр | 2) куб |
| 3) гексагональная пирамида | 4) гексагональная призма |

5. К средней категории относится

- | | |
|----------------------------|--------------------------|
| 1) гексагональная пирамида | 2) гексагональная призма |
| 3) тетраэдр | 4) куб |

6. К закрытым формам относится

- | | |
|----------------------------|--------------------------|
| 1) тетраэдр | 2) ромбоэдр |
| 3) гексагональная пирамида | 4) гексагональная призма |

7. К простым формам относится

- 1) ромбический додекаэдр
- 2) гексагональная пирамида
- 3) комбинация тетрагональной призмы с пинакоидом

4) комбинация гексагональной призмы с бипирамидой

8. К кубической сингонии относится

- | | |
|------------------------------|----------------------------|
| 1) тетраэдр | 2) гексагональная пирамида |
| 3) тетрагональная бипирамида | 4) ромбическая призма |

9. К гексагональной сингонии относится

- | | |
|------------------------------|------------------------|
| 1) гексагональная пирамида | 2) тетраэдр |
| 3) тетрагональная бипирамида | 4) тригональная призма |

10. К тетрагональной сингонии относится

- | | |
|------------------------------|--------------------------|
| 1) тетрагональная бипирамида | 2) тетраэдр |
| 3) гексагональная пирамида | 4) гексагональная призма |

11. Установите соответствие между видом симметрии и многогранником

1 L_4L_25PC А тригональная бипирамида

2 L_66L_27PC Б: ромбический додекаэдр

3 L_33L_24P В: тетрагональная бипирамида

4 $3L_44L_36L_29PC$ Г: гексагональная бипирамида

12. Точки решетки, соответствующие либо нейтральным атомам, либо заряженным ионам или группам атомов (молекулам) в кристалле, называются _____.

Вариант №2

1. Вид симметрии L_33L_24P имеет

- 1) комбинация тригональной призмы с пинакоидом
- 2) комбинация тригональной призмы и бипирамиды
- 3) тригональная призма
- 4) тригональная пирамида
- 5) тригональная бипирамида

2. Вид симметрии L_66P имеет

- 1) гексагональная призма
- 2) гексагональная пирамида
- 3) гексагональная бипирамида
- 4) комбинация гексагональной призмы с пинакоидом
- 5) комбинация гексагональной призмы и бипирамиды

3. К низшей категории относится

- | | |
|-------------------------|-------------|
| 1) ромбическая пирамида | 2) тетраэдр |
| 3) тригональная призма | 4) куб |

4. К высшей категории относится

- | | |
|----------------------------|--------------------------|
| 1) тетраэдр | 2) ромбический додекаэдр |
| 3) гексагональная пирамида | 4) гексагональная призма |

5. К средней категории относится

- | | |
|----------------------------|-------------|
| 1) гексагональная пирамида | 2) пинакоид |
| 3) диэдр | 4) куб |

6. К открытым формам относится

- | | |
|----------------------------|----------------------------|
| 1) гексагональная пирамида | 2) гексагональная призма |
| 3) тетраэдр | 4) тригональная бипирамида |

7. К закрытым формам относится

- | | |
|----------------------------|--------------------------|
| 1) ромбическая бипирамида | 2) тетрагональная призма |
| 3) гексагональная пирамида | 4) ромбическая призма |

8. К кубической сингонии относится

- 1) ромбический додекаэдр
- 2) гексагональная пирамида
- 3) гексагональная призма
- 4) ромбическая бипирамида

9. К тригональной сингонии относится

- 1) тригональная призма
- 2) тетраэдр
- 3) гексагональная пирамида
- 4) тетрагональная бипирамида

10. К ромбической сингонии относится

- 1) диэдр
- 2) тетраэдр
- 3) гексагональная пирамида
- 4) тригональная призма

11. Установите соответствие между сингонией и наличием осей симметрии

- | | |
|----------------------------|------------------|
| 1) гексагональная сингония | A L ₂ |
| 2) тетрагональная сингония | B L ₄ |
| 3) тригональная сингония | B L ₆ |
| 4) ромбическая сингония | Г L ₃ |

12. Наука – о кристаллах _____.

Практическая работа 1

Определение характеристики многогранников

В природной среде среди минералов преобладают минералы кристаллического строения. Многие минералы благодаря закономерному расположению атомов образуют хорошо выраженные природные многогранники – кристаллы.

Среди минералов кристаллического строения обнаруживается симметрия. В отличие от симметрии в живой природе она называется кристаллической симметрией.

Наиболее отчетливо симметрия кристаллов обнаруживается в их геометрической форме. Наличие симметрии в кристаллах легко заметить, если: 1) рассечь минерал плоскостью, 2) вращать его вокруг определенной оси, 3) сопоставить расположение элементов ограничения кристалла (граней, ребер, углов) относительно точки, лежащей в центре кристалла.

Данная разработка преследует цель научить студентов определять элементы симметрии кристаллов и по их совокупности – вид симметрии.

Работа с набором макетов кристаллов:

1. Определение на макете наличия или отсутствия центра симметрии кристалла и запись его обозначения – «С».

2. Определение осей симметрии и их порядка. Например, оси симметрии 2-го порядка обозначают L₂ и подсчитывают их количество. То же следует сделать в отношении осей симметрии 3-го, 4-го и 6-го порядков (L₃, L₄, L₆), например: L₆, 4L₃, 3L₂ и т. д.

3. Определение на макетах кристаллов плоскости симметрии. Плоскость симметрии обозначают заглавной буквой латинского алфавита «Р», подсчитывают их общее количество и записывают в тетрадь, например: 2Р, 9Р, 6Р и т. д.

После определения всех элементов симметрии в макетах кристаллов запись общей формулы кристалла, например: L₂2Р или 3L₂3РС.

4. Определение вида симметрии по таблице 1. Например, по формуле L₃3L₂3РС относят кристалл к 13-му виду симметрии, а при наличии формулы L₆6L₂7РС – к 25-му виду симметрии.

5. Определение простых форм кристаллов семи сингоний. (простая или комбинация; открытая или закрытая)

6. Определение сингонии и категории по таблицам 1 и 2

7. Заполнение таблицы

№	Название многогранника	Вид симметрии	Форма	Сингония	Категория
---	------------------------	---------------	-------	----------	-----------

--	--	--	--	--	--

Приложение:

Таблица 1. 32 вида симметрии

Категории	Сингонии	Виды симметрии											
		1	2	3	4	5	6	7	8				
Низшая	Триклинная	-	C										
	Моноклинная			P	L ²	L ² PC							
	Ромбическая			L ² 2P	3L ²	3L ² 3PC							
Средняя	Тригональная	9	10	11	12	13							
		L ³	L ³ C	L ³ 3P	L ³ 3L ²	L ³ 3L ² 3PC							
	Тетрагональная	14	15	16	17	18	19	20					
		L ⁴	L ⁴ PC	L ⁴ 4P	L ⁴ 4L ²	L ⁴ 4L ² 5PC	L _h =L ²	L _h (=L ²)2L ² 2P					
	Гексагональная	21	22	23	24	25	26	27					
		L ⁶	L ⁶ PC	L ⁶ 6P	L ⁶ 6L ²	L ⁶ 6L ² 7PC	L _k =L ³ P	L _k 3L ² 3P=L ³ 3L ² 4P					
Высшая	Кубическая	28	29	30	31	32							
		4L ³ 3L ²	4L ³ 3L ² 3PC	4L ³ 3L ² (3L _h)6P	3L ⁴ 4L ³ 6L ²	3L ⁴ 4L ³ 6L ² 9PC							

Таблица 2. Сравнительная характеристика сингоний

Количество элементов симметрии	Категории и сингонии						
	высшая категория	средняя категория			низшая категория		
	кубическая	гексагональная	тетрагональная	тригональная	ромбическая	моноклинная	триклинная
Минимум элементов симметрии, необходимый и достаточный для отнесения кристалла к данной сингонии	Более одной оси высшего наименования*	Только одна ось высшего наименования			Ни одной оси высшего наименования. Обязательно присутствуют:		
		L ⁶	L ⁴	L ³	более одной L ² или более одной P	L ² или P	нет элементов симметрии
Максимум элементов симметрии, возможный в каждой сингонии	3L ⁴ 4L ³ 6L ² 9PC	L ⁶ 6L ² 7PC	L ⁴ 4L ³ 5PC	L ⁶ 3L ² 3PC	3L ² 3PC	L ² PC	C

Практическое задание для групповой работы

Групповые практические задания:

(работа в парах)

Первый этап – сформулировать.

Студенты самостоятельно изучают лекционные записи и материал данный в учебниках, формулируют свои ответы на заданные вопросы.

Второй этап – поделиться.

Студенты объединяются в пары и по очереди представляют друг другу свои решения, определяя и обсуждая класс симметрии, форму, сингонию и категорию многогранника.

Третий этап – создать. Студенты вместе создают новое решение с учетом результатов обсуждения, которое включает в себя лучшие идеи.

Четвертый этап – проверить.

Работает вся группа. Несколько пар предоставляют свой отчет на заданные вопросы. Ошибки и спорные вопросы становятся началом коллективного обсуждения. Все студенты проверяют свои решения, вносят исправления, пояснения и дополнения.

Контрольная работа 1.

Вариант № 1

1. Определить вид (класс) симметрии, форму, сингонию, категорию тетраэдра.
2. Доказать, что тригональная бипирамида является простой формой.

3. С помощью L_2 получить простую форму, дать ей полную характеристику.
4. Доказать, что тетрагональная бипирамида и октаэдр относятся к разным категориям.
5. Какие формы можно получить, если даны L_6 и $6L_2L_6$.
6. Сложение элементов симметрии. 3-я теорема.
7. Возможные грани. Двойники и закономерные сростки.

Вариант № 2

1. Определить вид (класс) симметрии, формулу, сингонию, категорию комбинации гексагональной призмы с пинакоидом.
2. Доказать, что куб является простой формой.
3. С помощью L_4 получить простую форму, дать ей полную характеристику.
4. Доказать, что ромбододекаэдр и октаэдр относится к одной категории.
5. Какие формы можно получить, если даны L_3 и PL_3 .
6. Сложение элементов симметрии. 2-я теорема.
7. Закон целых чисел. Понятие об индексах символов граней.

Тема 2. Основные понятия кристаллохимии

Вопросы для собеседования

1. Геометрическая теория структуры кристалла.
2. Понятие кристаллической решетки.
3. Кристаллический многогранник и решетка кристалла.
4. Трансляция.
5. Плоские сетки решетки, их симметрия.
6. 14 решеток Бравэ.
7. Понятие о кристаллохимическом анализе.
8. Теория структуры кристаллов Федорова, Шенфли.
9. Первые определения атомных структур кристаллов. Определение межплоскостных расстояний в кристаллах
10. 3 простейшие структуры чистых металлов. Определение структуры кубического кристалла.
11. Число атомов, приходящихся на 1 ячейку.
12. Число правильных систем точек в структуре.
13. Структура кристалла и структурный тип.
14. Структура алмаза и графита.
15. Простейшие структуры соединений типа AX: NaCl, CsCl, сфалерит - ZnS, вюрцит - ZnS, NiAs, BN.
16. Координационное число и координационный многогранник.
17. Простейшие структуры соединений типа: AX_2 , A_2X : флюорит - CaF_2 , рутил – TiO_2 , крестобалит – SiO_2 , CO_2 , пирит- FeS_2 .
18. Классификация структур по КЧ.
19. Структуры с параметрами и без параметров. Вычисление межатомных расстояний и валентных углов в структурах.

Тестовый контроль

Вариант №1

1. Координационное число (6, 3) имеет

- | | |
|--------------------------|------------------------|
| 1) рутил TiO_2 | 2) крестоболит SiO_2 |
| 3) углекислый газ CO_2 | 4) пирит FeS_2 |

2. Координационный многогранник кубооктаэдр имеет

- | | | | |
|------------|----------|-------------|----------|
| 1) серебро | 2) алмаз | 3) сфалерит | 4) калий |
|------------|----------|-------------|----------|

3. Медь имеет ячейку Бравэ

- 1) примитивный куб
- 2) базоцентрированный куб
- 3) гранецентрированный куб
- 4) гексагональную

4. Две правильные системы точек эквивалентные друг другу имеет

- 1) графит
- 2) хлорид цезия
- 3) арсенид никеля
- 4) сфалерит

5. 4 атома на одну ячейку имеет

- 1) магний
- 2) платина
- 3) литий
- 4) алмаз

6. Формульную единицу равную 4 на одну ячейку имеет

- 1) хлорид натрия
- 2) хлорид цезия
- 3) нитрид бора
- 4) флюорит

7. Слоистую структуру имеет

- 1) сфалерит
- 2) графит
- 3) иодид кадмия
- 4) пирит

Вариант №2

1. Координационное число (4,2) имеет

- 1) рутил TiO_2
- 2) кристоболит SiO_2
- 3) углекислый газ CO_2
- 4) пирит FeS_2

2. Координационный многогранник гексагональный кубооктаэдр имеет

- 1) серебро
- 2) алмаз
- 3) магний
- 4) калий

3. α -железо имеет ячейку Бравэ

- 1) примитивный куб
- 2) базоцентрированный куб
- 3) гранецентрированный куб
- 4) гексагональную

4. Две правильные системы точек неэквивалентные друг другу имеет

- 1) графит
- 2) хлорид цезия
- 3) арсенид никеля
- 4) сфалерит

5. 6 атома на одну ячейку имеет

- 1) магний
- 2) платина
- 3) литий
- 4) алмаз

6. Формульную единицу равную 1 на одну ячейку имеет

- 1) хлорид натрия
- 2) хлорид цезия
- 3) нитрид бора
- 4) флюорит

7. Слоистую структуру имеет

- 1) сфалерит
- 2) нитрид бора
- 3) иодид кадмия
- 4) пирит

Практическое задание для групповой работы

Групповые практические задания:

(работа в группах по 3-4 человека)

Докладчики представляют основной доклад по своему вопросу:

1. теория структуры кристаллов Федорова
2. первое определение атомных структур кристаллов
3. три простейшие структуры чистых металлов
4. структурный тип простых веществ
5. структурный тип веществ типа A_2X , A_2X_2 , A_2X

Докладчик обосновывает свою позицию.

Содокладчик отвечает на вопросы представителей других групп по представленному докладу, отстаивает позицию своей группы.

Оппонент кратко пересказывает позицию докладчика из другой группы, находит ее уязвимые, спорные места или ошибки, задает вопросы представителям других групп.

Эксперт оценивает работу каждого участника.

Практическая работа 2

Определение структур простых и сложных веществ

Содержание работы.

1. Описать структуры простых веществ (тип решетки, число атомов на одну ячейку, количество правильных систем точек (их эквивалентность), КЧ, КМ, трансляция): медь, α -железо, магний, графит, алмаз.
2. Описать простейшие структуры соединений типа AX (тип решетки, число формульных единиц на одну ячейку, количество правильных систем точек (их эквивалентность), КЧ, КМ, трансляция): NaCl, CsCl, сфалерит - ZnS, вюрцит - ZnS, NiAs, BN.
3. Описать простейшие структуры соединений типа: AX₂, A₂X (тип решетки, число формульных единиц на одну ячейку, количество правильных систем точек (их эквивалентность), КЧ, КМ, трансляция): флюорит – CaF₂, рутил – TiO₂, кристобалит – SiO₂, CO₂, пирит- FeS₂
4. Описание оформить в виде таблицы

Тема 3. Факторы, определяющие структуру кристаллов

Вопросы для собеседования

1. Факторы, определяющие структуру кристаллов:
2. Эффективные радиусы ионов.
3. Определение ионных и атомных радиусов.
4. Закономерности в изменении ионных радиусов химических элементов в ПС.
5. Геометрические пределы устойчивости структур с различными КЧ.
6. Поляризация ионов, коэффициент деформируемости: закономерности в изменении поляризационной активности ионов в ПС, влияние поляризации на значение КЧ в кристаллах и их структуру.
7. Зависимость размеров атомов и ионов в кристаллах от КЧ, структурный тип перовскита.
8. Слоистые структуры.
9. Влияние поляризации на структуру кристаллов, правило Гольдшмита.

Тема 4. Типы химических связей в кристаллах

Вопросы для собеседования

1. Типы химических связей в кристаллах.
2. Ионная связь. Строение ионных кристаллов. Энергия решетки ионных кристаллов (Г. Новиков «Основы общей химии»).
3. Ковалентная связь:
4. Структура простых веществ с ковалентной связью. Правило Юм-Розери. Проявление характерных свойств ковалентной связи в кристаллах (насыщенность, направленность и т. д.).
5. Структура бинарных и более сложных соединений. Правило образования кристаллических структур сложного соединения с ковалентной связью (Пирсон, 1964).
6. Система тетраэдрических ковалентных радиусов. Закономерности в изменении ковалентных радиусов элементов в ПС. Понятие о Ван-дер-ваальсовой сфере. Остаточная (Ван-дер-ваальсовая) связь в кристаллах. Энергия решетки кристалла с Ван-дер-ваальсовой связью.
7. Металлическая связь. Её характерные свойства.
8. Зонная теория кристаллов с металлической связью. Энергетический спектр в Ме кристаллах.

9. Некоторые физические свойства Me в свете зонной теории.
10. Энергия решетки Me кристалла.
11. Электронная эмиссия пограничного слоя Me.
12. Промежуточные типы связей: водородная, ионно-ковалентная, ковалентно-металлическая, ионно-металлическая.
13. Полупроводники.
14. Геометрический характер структуры.
15. Гомодесмические и гетеродесмические структуры кристалла.
16. Структурные мотивы: координационный, островной, цепочечный, слоистый, каркасный.
17. Теория плотнейшей упаковки в кристалле.
18. Описание кристаллических структур, построенных по закону плотнейшей упаковки.

Тема 5. Зависимость физико-химических свойств кристаллов от их строения

Вопросы для собеседования

1. Как и почему будут изменяться оптические свойства (n , R_m , прозрачность) у кристаллических веществ NaF, NaCl, NaBr, NaI. Расположить в порядке убывания n , R_m .
2. Как и почему будут изменяться оптические свойства (n , R_m , прозрачность) у кристаллических веществ NaCl, MgCl, AlCl₃, SiCl₄. Расположить в порядке убывания n , R_m .
3. Как и почему будут изменяться оптические свойства (n , R_m , прозрачность) у кристаллических веществ K₂O, K₂S, K₂Se, K₂Te. Расположить в порядке убывания n , R_m .
4. Влияние коэффициента деформируемости на оптические свойства кристаллов.
5. Как и почему будут изменяться оптические свойства (n , R_m , прозрачность) у кристаллических веществ MgS, BaS, CaTe, CaO. Расположить в порядке убывания n , R_m .
6. Объясните наблюдаемую закономерность:

LiI	NaI	KI	RbI	CsI
11	10	7,6	6,5	1,7
растворимость →				

7. LiI, NaBr, NaI, LiCl отличаются достаточно большой растворимостью, объяснить этот факт с точки зрения предельных отношений радиусов иона, учитывая, что все они кристаллизуются в структурном типе NaCl.
8. KF, RbF, CsF кристаллизуются в структурном типе NaCl. Объяснить с точки зрения предельных отношений $r_a:r_x$ их повышенную растворимость.
9. Как объяснить такую закономерность в изменении растворимости:

NaF	AlCl ₃	TiCl ₄
1,0	6,0	хорошо растворим
10. Как объяснить закономерности в изменении растворимости сульфатов Ca, Sr, Ba?

CaSO ₄	SrSO ₄	BaSO ₄
изменение растворимости →		

Контрольная работа 2.

Вариант № 1

1. Рассчитать энергию кристаллической решетки (цикл Борна-Габера) CaCl₂.
2. Обосновать координационные числа Sn²⁺ и Sn⁴⁺ в их хлоридных комплексах в кристаллическом состоянии.
3. Проверить справедливость правила Пирсона для кристалла сфалерита ZnS.
4. Как объяснить закономерности в изменении растворимости сульфатов Ca, Sr, Ba?

CaSO₄ SrSO₄ BaSO₄
изменение растворимости →

5. Охарактеризовать структурный тип рутила

Вариант № 2

1. Рассчитать энергию кристаллической решетки, исходя из электростатической модели для кристаллов NaBr.
2. Обоснуйте координационные числа Hg²⁺ в бромидных комплексах в кристаллических соединениях
3. Проверить справедливость правила Пирсона для кристалла сфалерита FeS₂.
4. Как объяснить такую закономерность в изменении растворимости:
NaF AlCl₃ TiCl₄
1,0 6,0 хорошо растворим
5. Охарактеризовать структурный тип алмаза.

Тема 6. Строение реального кристалла

Вопросы для собеседования

1. Понятие о кристаллических и аморфных телах и о степени упорядоченности.
2. Отклонения внешней формы кристаллов от идеальных геометрических законов.
3. Точечные дефекты в металлических кристаллах.
4. Точечные дефекты в ионных кристаллах .
5. Точечные дефекты в кристаллах с ковалентными и ван-дер-ваальсовыми связями.
6. Точечные дефекты, связанные с присутствием примесных атомов.
7. Понятие о дислокации. Линейная дислокация, причины ее возникновения.
8. Дислокация винтовая (спиральная), причины ее возникновения. Криволинейная дислокация.
9. Движение дислокаций и причины этого явления.
10. Влияние дислокации на прочность материалов и методы обнаружения дефектов кристаллов.
11. Зависимость полупроводниковых свойств кристаллов от их реальной структуры.
12. Оптические свойства реальных кристаллов.
13. Анизотропия реальных кристаллов.

Групповой проект по теме «Строение реального кристалла»

«Определение оптимальных условий для выращивания кристаллов из водных растворов»

1. Изучение способов выращивания кристаллов в лабораторных условиях.
2. Разбивка студентов на мини-группы (2-3 человека). Формирование нового знания, связанного с решением студентами познавательной задачи по выбору оптимальных условий для выращивания кристаллов различных солей из водных растворов в лабораторных условиях.
3. Защита учебного проекта после проведения лабораторной работы.

Практическая работа 3

Выращивания кристаллов из водных растворах

1. По справочнику определить растворимость выбранной соли (при выбранной температуре, например 60 °С, согласно проекту).
2. Взвесить навеску для приготовления насыщенного раствора.

3. Растереть соль в ступке.
4. Приготовить насыщенный раствор.
5. Отфильтровать приготовленный раствор в емкость для выращивания кристалла.
6. Опустить затравку, выбранную согласно проекту.
7. Поставить емкость в условия соответствующие проекту для выращивания кристалла (температура окружающей среды, освещенность и т.д.).
8. Дать характеристику выращенному кристаллу. Теоретически обоснуйте отклонение внешней формы реальных кристаллов от идеальных геометрических законов.

Тема 7. Кристаллохимические закономерности в периодической системе

Вопросы для собеседования

1. Кристаллические структуры истинных металлов. Наиболее распространенные типы структур металлов.
2. Особенности структурных типов .
3. Кристаллические структуры элементов главных подгрупп IV-VII групп. Правило Юм-Розери и координационное число атомов в этих структурах.
4. Кристаллические структуры металлических элементов IIIA и IVA групп.
5. Кристаллические структуры благородных газов.
6. Как распределяются элементы по подгруппам в периодической системе с учетом их кристаллохимических свойств?
7. Каков принцип классификации бинарных и более сложных соединений с точки зрения кристаллохимии?

Тема 8. Химия неорганических соединений

Вопросы для собеседования

1. Рассмотреть возможные варианты (подходы) классификации бинарных соединений.
2. Как классифицируются тройные и более сложные неорганические соединения с точки зрения координационных чисел атомов, комплексов-радикалов, симметрии?
3. Правило Полинга для структур ионных кристаллов.
4. Кристаллохимические особенности структур с преимущественно ковалентным типом связи.
5. Особенности строения силикатов разного типа.
6. Важнейшие катионы и анионы в силикатах.
7. В чем суть явления изоморфизма в силикатах, причины его возникновения?
8. Зависимость физических свойств силикатов от их структуры.
9. Особенности кристаллических структур боратов. Кристаллохимическая классификация боратов.

Тема 9. Кристаллохимия органических соединений

Вопросы для собеседования

1. Ковалентные и Ван-дер-Ваальсовы радиусы неметаллических элементов.
2. Строение простейших молекул и комплексных ионов. Валентные углы.
3. Применение принципа плотнейших упаковок к молекулярным кристаллам. Симметрия молекулярных кристаллов.
4. Строение метана и парафиновых углеводородов.
5. Строение органических соединений с немoleкулярными структурами.

6. В чем особенность ионных структур соединений элементов органогеенов?
7. Зависимость характера связи в кристаллах органических соединений от межзатомных расстояний.
8. Конформации молекул и влияние конформационных искажений на геометрические и энергетические параметры сложных органических молекул и кристаллов.

Перечень вопросов и заданий, выносимых на экзамен

1. Определить вид (класс) симметрии, формулу, сингонию, категорию октаэдра.
2. Какие формы можно получить, если даны L_3 и PL_3 .
3. Доказать, что тетраэдр является простой формой.
4. Какие формы можно получить, если даны L_6 и PL_6 .
5. С помощью L_4 получить простую форму, дать ей полную характеристику.
6. Доказать, что ромбическая и тетрагональная призма относятся к разным категориям.
7. Доказать, что куб является простой формой.
8. Какие формы можно получить, если даны L_6 и $6L_2L_6$.
9. Определить вид (класс) симметрии, форму, сингонию, категорию ромбододекаэдра.
10. Доказать, что тригональная бипирамида является простой формой.
11. С помощью $2L_3$ получить простую форму, дать ей полную характеристику.
12. Доказать, что ромбододекаэдр и октаэдр относятся к одной категории.
13. Определить вид (класс) симметрии, форму, сингонию, категорию тетраэдра.
14. Доказать, что тригональная, тетрагональная и гексагональная пирамиды относятся к одной категории.
15. Доказать, что ромбическая призма является простой формой.
16. С помощью L_2 получить простую форму, дать ей полную характеристику.
17. Какие формы можно получить, если даны $2L_4$, перпендикулярные друг другу.
18. Доказать, что тетрагональная бипирамида и октаэдр относятся к разным категориям.
19. Определить вид (класс) симметрии, форму, сингонию, категорию гексагональной пирамиды.
20. Доказать, что ромбододекаэдр является простой формой.
21. С помощью L_2P получить простую форму, дать ей полную характеристику.
22. Доказать, что октаэдр, тетраэдр и куб относятся к одной категории.
23. Как и почему будут изменяться оптические свойства (n , R_m , прозрачность) у кристаллических веществ NaF , $NaCl$, $NaBr$, NaI . Расположить в порядке убывания n , R_m .
24. Как и почему будут изменяться оптические свойства (n , R_m , прозрачность) у кристаллических веществ $NaCl$, $MgCl$, $AlCl_3$, $SiCl_4$. Расположить в порядке убывания n , R_m .
25. Как и почему будут изменяться оптические свойства (n , R_m , прозрачность) у кристаллических веществ K_2O , K_2S , K_2Se , K_2Te . Расположить в порядке убывания n , R_m .
26. Влияние коэффициента деформируемости на оптические свойства кристаллов.
27. Как и почему будут изменяться оптические свойства (n , R_m , прозрачность) у кристаллических веществ MgS , BaS , $CaTe$, CaO . Расположить в порядке убывания n , R_m .
28. Объясните наблюдаемую закономерность:

<i>LiI</i>	<i>NaI</i>	<i>KI</i>	<i>RbI</i>	<i>CsI</i>
11	10	7,6	6,5	1,7
$\xrightarrow{\text{растворимость}}$				

29. LiI , $NaBr$, NaI , $LiCl$ отличаются достаточно большой растворимостью, объяснить этот факт с точки зрения предельных отношений радиусов иона, учитывая, что все они кристаллизуются в структурном типе $NaCl$.

30. KF, RbF, CsF кристаллизуются в структурном типе NaCl. Объяснить с точки зрения предельных отношений $ra:rx$ их повышенную растворимость.
31. Как объяснить такую закономерность в изменении растворимости:
- | | | |
|-----|-------------------|-------------------|
| NaF | AlCl ₃ | TiCl ₄ |
| 1,0 | 6,0 | хорошо растворим |
32. Как объяснить закономерности в изменении растворимости сульфатов Ca, Sr, Ba?
- | | | |
|--|-------------------|-------------------|
| CaSO ₄ | SrSO ₄ | BaSO ₄ |
| $\xrightarrow{\text{изменение растворимости}}$ | | |
33. Охарактеризовать структуры простых веществ с ковалентной связью.
34. Охарактеризовать структурный тип алмаза.
35. Охарактеризовать структурный тип рутила.
36. Какие координационные числа проявляет Ni в его аквакомплексах. Дать обоснование.
37. Обоснуйте координационные числа Hg²⁺ в бромидных комплексах в кристаллических соединениях.
38. Какова закономерность в изменении структурных типов, координационные числа и свойств флюорита, Ca(OH)₂, SiO₂ и CO₂. Чем она объясняется?
39. Обосновать координационные числа Sn²⁺ и Sn⁴⁺ в их хлоридных комплексах в кристаллическом состоянии.
40. Проверить справедливость правила Пирсона для кристалла сфалерита ZnS.
41. Охарактеризовать структурный тип флюорита.
42. Охарактеризовать структурный тип хлорида натрия.
43. Охарактеризовать структурный тип магнезия.
44. Охарактеризовать структурный тип никелина
45. Охарактеризовать структурный тип кристобалита
46. Энергия кристаллов с Ван-дер-Ваальсовой связью.
47. Влияние эффекта ионного экранирования на свойства веществ.
48. Факторы, влияющие на структуру кристалла. Правило Гольдшмидта.
49. Как объяснить с точки зрения правила Гольдшмидта структуру флюорита и веществ, имеющих аналогичную структуру.
50. Структуры бинарных и других соединений с ковалентной связью. Правило Пирсона.
51. Применить правило Пирсона для FeS₂.

Таблица 9. Примеры оценочных средств с ключами правильных ответов

№ п/п	Тип задания	Формулировка задания	Правильный ответ	Время выполнения (в минутах)
ПК-3. Способен готовить объекты исследования (вещества синтетического и природного происхождения, материалы и пр.) и проводить их изучение по заданным методикам				
1.	Задания закрытого типа	<i>Установите соответствие между сингонией и наличием осей симметрии</i> 1. гексагональная сингония 2. тетрагональная сингония 3. тригональная сингония 4. ромбическая сингония	1 – в 2 – б 3 – г 4 – а	3

№ п/п	Тип задания	Формулировка задания	Правильный ответ	Время выполнения (в минутах)
		А) L ₂ б) L ₄ в) L ₆ г) L ₃		
2.		Укажите правильную последовательность написания класса симметрии: а) плоскость б) ось низшего порядка в) центр симметрии г) ось высшего порядка	г б а в	2
3.		Наука – о кристаллах	кристаллохимия	1
4.		Какую простую форму можно получить с помощью 2х L ₄ 1) ромбический додекаэдр 2) тетраэдр 3) октаэдр	3	5
5.	Задание открытого типа	Решите задачу: Докажите, что тригональная бипирамида является простой формой.	Грань 1 поворачиваем вокруг L ₃ на 120 градусов, получаем грань 2. Грань 2 поворачиваем вокруг L ₃ на 120 градусов, получаем грань 3. Полученную фигуру поворачиваем вокруг L ₂ на 180 градусов, получаем заданный многогранник. Так как тригональную бипирамиду получили из одной грани, следовательно, это простая форма.	5
6.		Решите задачу: Определить вид симметрии, форму, сингонию и категорию куба.	Куб имеет вид симметрии 3L ₄ 4L ₃ 6L ₂ 9PC, форма простая закрытая, сингония кубическая, категория высшая.	2
7.		Решите задачу: С помощью двух перпендикулярных плоскостей получить простую форму и дать полную характеристику.	Грань 1 отображаем относительно плоскости 1, получаем грань 2. Грани 1 и 2 отображаем относительно плоскости 2, получаем грани 3 и 4. Так как ромбическую	5

№ п/п	Тип задания	Формулировка задания	Правильный ответ	Время выполнения (в минутах)
			призму получили из одной грани, следовательно, это простая форма. Ромбическая призма имеет вид симметрии L_22P , форма простая открытая, сингония ромбическая, категория низшая.	
8.		<i>Решите задачу: Проверить справедливость правила Пирсона для кристалла поваренной соли</i>		3
9.	Задания комбинированного типа	<i>Выберите несколько ответов. Вид симметрии L_33L_24P имеет 1) комбинация тригональной призмы с пинакоидом 2) комбинация тригональной призмы и бипирамиды 3) тригональная призма 4) тригональная пирамида 5) тригональная бипирамида Свой ответ обоснуйте.</i>	1,2 1. При повороте данного многогранника на 360 градусов мы видим повторение грани 3 раза. Следовательно имеется ось третьего порядка. 2. Перпендикулярно главной оси можно провести 3 оси второго порядка, которые пройдут через середину каждого ребра и центр противоположной грани. 3. Через каждое ребро призмы можно провести 3 плоскости симметрии. Еще одну плоскость можно провести параллельно пинакоидам, она разделит многогранник пополам.	8
10.		<i>Выберите один правильный ответ. Какая призма не относится к средней категории? 1)тетрагональная; 2)тригональная; 3)ромбическая;</i>	3 Тригональная, тетрагональная и гексагональная призмы имеют по одной оси высшего порядка, а ромбическая призма не имеет оси высшего	5

№ п/п	Тип задания	Формулировка задания	Правильный ответ	Время выполнения (в минутах)
		4)гексагональная. Ответ обоснуйте.	порядка	

7.4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания результатов обучения по дисциплине (модулю)

Таблица 10. Технологическая карта рейтинговых баллов по дисциплине (модулю)

№ п/п	Контролируемые мероприятия	Количество мероприятий / баллы	Максимальное количество баллов	Срок представления
Основной блок				
1.	Тесты	2	10	по расписанию
2.	Практические работы	3	9	по расписанию
3.	Контрольные работы	2	12	по расписанию
4.	Собеседования	9	9	по расписанию
Всего			40	-
Блок бонусов				
5.	<i>Посещение занятий</i>		2	по расписанию
6.	<i>Своевременное выполнение всех заданий</i>		5	по расписанию
7.	<i>Активность на занятиях</i>		3	по расписанию
Всего			10	-
Дополнительный блок**				
8.	<i>Экзамен</i>		50	по расписанию
Всего			50	-
ИТОГО			100	-

Таблица 11. Система штрафов (для одного занятия)

Показатель	Балл
<i>Опоздание на занятие</i>	1
<i>Нарушение учебной дисциплины</i>	5
<i>Неготовность к занятию</i>	2
<i>Пропуск занятия без уважительной причины</i>	2

Таблица 12. Шкала перевода рейтинговых баллов в итоговую оценку за семестр по дисциплине (модулю)

Сумма баллов	Оценка по 4-балльной шкале
90–100	5 (отлично)

Сумма баллов	Оценка по 4-балльной шкале	
85–89	4 (хорошо)	
75–84		
70–74		
65–69	3 (удовлетворительно)	
60–64		
Ниже 60	2 (неудовлетворительно)	

При реализации дисциплины (модуля) в зависимости от уровня подготовленности обучающихся могут быть использованы иные формы, методы контроля и оценочные средства, исходя из конкретной ситуации.

8. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

8.1. Основная литература

1. Основы современного материаловедения [Электронный ресурс] : учебное пособие для средних профессиональных и высших учебных заведений / С. А. Донских, В. Н. Сёмин; под общ. ред. С. А. Донских. - 2-е изд., перераб. и доп. - Москва ; Берлин : Директ-Медиа, 2020. Режим доступа: <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785449905246.html>
2. Анализ свойств кристаллов (исследовательское направление) [Электронный ресурс] : метод. указания / А. П. Козлова. - Москва : МИСиС, 2020. Режим доступа: <https://www.studentlibrary.ru/book/MISIS-2021080832.html>

8.2. Дополнительная литература

3. Егоров-Тисменко, Ю.К. Кристаллография и кристаллохимия: Доп. М-вом образования и науки РФ в качестве учеб. для студентов ВУЗов, обучающихся по специальности «Геология»/ Ю.К. Егоров-Тисменко; Под. ред. В.С. Урусова. – М.: КДУ, 2005. – 592 с. – ISBN 5-98227-095-4: 558-00:558-00 (23 экз.)
4. Кристаллография и кристаллохимия [Электронный ресурс]: учеб. пособие / Косенко Н.Ф. - Иваново : Иван. гос. хим.-технол. ун-т., 2017. - http://www.studentlibrary.ru/book/ghtu_038.html (ЭБС «Консультант студента»)

8.3. Интернет-ресурсы, необходимые для освоения дисциплины (модуля)

1. Электронная библиотека «Астраханский государственный университет» собственной генерации на платформе ЭБС «Электронный Читальный зал – БиблиоТех». <https://biblio.asu.edu.ru> *Учетная запись образовательного портала АГУ*
2. Электронно-библиотечная система (ЭБС) ООО «Политехресурс» «Консультант студента». Многопрофильный образовательный ресурс «Консультант студента» является электронной библиотечной системой, предоставляющей доступ через сеть Интернет к учебной литературе и дополнительным материалам, приобретенным на основании прямых договоров с правообладателями. Каталог в настоящее время содержит около 15000 наименований www.studentlibrary.ru. *Регистрация с компьютеров АГУ*
3. Электронная библиотечная система издательства ЮРАЙТ, раздел «Легендарные книги». www.biblio-online.ru
4. Электронно-библиотечная система ВООК.ru

9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Материально-техническое обеспечение учебной дисциплины включает в себя академическую и специально оборудованную аудитории (лабораторию), доски, проектор, плазменную панель, компьютер, штатив, вытяжной шкаф, плитки электрические, холодильник, набор химических реактивов, набор химической посуды, наглядные пособия (кристаллические решетки простых и сложных веществ, многогранники различных категорий и сингоний).

10. ОСОБЕННОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) ПРИ ОБУЧЕНИИ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ

Рабочая программа дисциплины (модуля) при необходимости может быть адаптирована для обучения (в том числе с применением дистанционных образовательных технологий) лиц с ограниченными возможностями здоровья, инвалидов. Для этого требуется заявление обучающихся, являющихся лицами с ограниченными возможностями здоровья, инвалидами, или их законных представителей и рекомендации психолого-медико-педагогической комиссии. При обучении лиц с ограниченными возможностями здоровья учитываются их индивидуальные психофизические особенности. Обучение инвалидов осуществляется также в соответствии с индивидуальной программой реабилитации инвалида (при наличии).

Для лиц с нарушением слуха возможно предоставление учебной информации в визуальной форме (краткий конспект лекций; тексты заданий, напечатанные увеличенным шрифтом), на аудиторных занятиях допускается присутствие ассистента, а также сурдопереводчиков и тифлосурдопереводчиков. Текущий контроль успеваемости осуществляется в письменной форме: обучающийся письменно отвечает на вопросы, письменно выполняет практические задания. Доклад (реферат) также может быть представлен в письменной форме, при этом требования к содержанию остаются теми же, а требования к качеству изложения материала (понятность, качество речи, взаимодействие с аудиторией и т. д.) заменяются на соответствующие требования, предъявляемые к письменным работам (качество оформления текста и списка литературы, грамотность, наличие иллюстрационных материалов и т. д.). Промежуточная аттестация для лиц с нарушениями слуха проводится в письменной форме, при этом используются общие критерии оценивания. При необходимости время подготовки к ответу может быть увеличено.

Для лиц с нарушением зрения допускается аудиальное предоставление информации, а также использование на аудиторных занятиях звукозаписывающих устройств (диктофонов и т. д.). Допускается присутствие на занятиях ассистента (помощника), оказывающего обучающимся необходимую техническую помощь. Текущий контроль успеваемости осуществляется в устной форме. При проведении промежуточной аттестации для лиц с нарушением зрения тестирование может быть заменено на устное собеседование по вопросам.

Для лиц с ограниченными возможностями здоровья, имеющих нарушения опорно-двигательного аппарата, на аудиторных занятиях, а также при проведении процедур текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации могут быть предоставлены необходимые технические средства (персональный компьютер, ноутбук или другой гаджет); допускается присутствие ассистента (ассистентов), оказывающего обучающимся необходимую техническую помощь (занять рабочее место, передвигаться по аудитории, прочитать задание, оформить ответ, общаться с преподавателем).