МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«КУБАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Факультет химии и высоких технологий

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебной работе, качеству образования - первый проректор
_____ Хагуров Т.А.
подпись
«31» _____ 2019 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Б1.О.18 КРИСТАЛЛОГРАФИЯ

Направление подготовки - 04. 03.01 Химия

Направленность (профиль) - неорганическая химия и химия координационных соединений

Форма обучения - очная

Квалификация - бакалавр

Краснодар 2019

Рабочая программа дисциплины КРИСТАЛЛОГРАФИЯ составлена в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки 04.03.01 – Химия

Программу составила

Т.П. Стороженко, доцент кафедры общей, неорганической химии и информационно-вычислительных технологий в химии, к.х.н. _____

Рабочая программа дисциплины «Кристаллография» обсуждена на заседании кафедры (разработчика) общей, неорганической химии и информационно-вычислительных технологий в химии
протокол № 13 «14» 05 2019 г.
Заведующий кафедрой (разработчика)
д.х.н., профессор Буков Н.Н. _____

Рабочая программа утверждена на заседании кафедры общей, неорганической химии и информационно-вычислительных технологий в химии (выпускающей)
протокол № 13 «14» 05 2019 г.
Заведующий кафедрой (выпускающей)
д.х.н., профессор Буков Н.Н. _____

Утверждена на заседании учебно-методической комиссии факультета химии и высоких технологий

протокол № 6 «16» 05 2019 г.

Председатель УМК факультета Стороженко Т.П. _____

Рецензенты:

Соколов М.Ю., доцент кафедры радиофизики и нанотехнологий КубГУ, руководитель НОЦ «Диагностика структуры и свойств наноматериалов» - ЦКП, канд. хим. наук

Петров Н.Н., генеральный директор ООО «Интеллектуальные композиционные решения», канд. хим. наук

1 Цели и задачи изучения дисциплины (модуля)

1.1 Цель освоения дисциплины.

Формирование готовности к профессиональной деятельности, связанной с получением, исследованием свойств и прогнозированием областей применения кристаллических соединений и материалов на их основе.

1.2 Задачи дисциплины:

- Раскрытие роли кристаллографии в современной теоретической и прикладной химии и обеспечении жизни общества.
- Освоение и применение важнейших методов проведения химического эксперимента, описания и представления пространственного строения химических веществ.
- Рассмотрение основных закономерностей строения кристаллов и конкретных сведений о кристаллических структурах важнейших классов химических соединений.
- Формирование умений самостоятельно применять, пополнять и систематизировать полученные знания, моделировать структуры кристаллов, интерпретировать и предсказывать общие закономерности строения классов веществ, устанавливать качественные и количественные зависимости свойств кристаллических веществ от их строения.
- Развитие мыслительных и творческих способностей студентов, формирование ориентировочной основы деятельности при получении, исследовании и описании кристаллических структур.
- Формирование умений представлять результаты своей работы в устной и письменной форме в соответствии с нормами и правилами, принятыми в профессиональном сообществе

1.3 Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Кристаллография» относится к обязательной части Блока 1 «Дисциплины (модули)» учебного плана направления подготовки 04.03.01 Химия. Для успешного освоения кристаллографии необходимы знания, умения, опыт деятельности, предусмотренные такими дисциплинами Блока 1, как «Математика», «Физика», «Неорганическая химия», «Введение в термодинамику». «Кристаллография» важна для последующего изучения дисциплин «Строение вещества», «Химия твердого тела» .

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

Изучение учебной дисциплины «Кристаллография» направлено на формирование у обучающихся общепрофессиональных компетенций ОПК-2, ОПК-6.

№ п.п.	Код и наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенций		
		знать	**уметь**	**владеть**
1	ОПК-2 Способен проводить с соблюдением норм техники безопасности химический эксперимент включая синтез, анализ, изучение структуры и свойств веществ и	- свойства и особенности структуры кристаллических соединений, обеспечивающих их широкое применение; -достижения	- формулировать определения основных понятий кристаллографии, объяснять их сущность; -формулировать и объяснять основные законы и теории	- навыками целенаправленного планирования и осуществления эксперимента для синтеза кристаллических веществ, изучения их структуры и свойств,

	материалов, исследование процессов с их участием	науки и перспективы создания новых материалов путём модифицирования кристаллических структур соединений;	кристаллографии; - проводить синтез кристаллических веществ и изучать их структуру и свойства с соблюдением норм техники безопасности; -моделировать структуры соединений на основе анализа их состава и свойств; -исследовать процессы с участием кристаллических веществ	исследования процессов с их участием; -методами описания кристаллических структур на основе а) геометрической теории кристаллических решеток; б) теории точечной и пространственной симметрии кристаллов; в) теории плотнейших упаковок;
2	ОПК-6 Способен представлять результаты своей работы в устной и письменной форме в соответствии с нормами и правилами, принятыми в профессиональном сообществе	-инструментарий подготовки, получения, обработки и передачи учебной, научной и научно-технической информации ; -методы представления полученных результатов; -структуру и требования к оформлению отчетов и презентаций	-осуществлять поиск информации; -преобразовывать информацию из одной формы представления в другие; интерпретировать информацию из разных источников в соответствии с целью работы; -формулировать обоснованные выводы на основе анализа информации; -применять лабораторные методы выращивания кристаллов и изучения их свойств -объяснять причины и условия образования кристаллов, механизмы их роста; -обрабатывать, осмысливать, интерпретировать результаты деятельности, формулировать выводы; -оформлять отчеты в соответствии с принятыми нормами	-оптимальными способами поиска и средствами поиска и обработки научной и научно-технической информации; -навыками критического восприятия информации, её хранения и передачи; -методами обработки результатов экспериментов; -профессиональными основами речевой коммуникации на примере описания кристаллических структур в рамках изученных теорий; - владеть научным стилем изложения текста, навыками форматирования материала в текстовых редакторах и редакторах презентаций.

2. Структура и содержание дисциплины

2.1 Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 5 зач.ед. (180 часов), их распределение по видам работ представлено в таблице *(для студентов ОФО)*.

Вид учебной работы		Всего часов	Семестры (часы)			
			2			
Контактная работа, в том числе:						
Аудиторные занятия (всего):		**68**	**68**			
Занятия лекционного типа		34	34	-	-	-
Лабораторные занятия		34	34	-	-	-
Занятия семинарского типа (семинары, практические занятия)		-	-	-	-	-
Иная контактная работа:						
Контроль самостоятельной работы (КСР)		6	6			
Промежуточная аттестация (ИКР)		0,3	0,3			
Самостоятельная работа, в том числе:						
Курсовая работа		-	-	-	-	-
Проработка учебного (теоретического) материала, самостоятельное изучение разделов		20	20	-	-	-
Выполнение индивидуальных заданий (подготовка сообщений, докладов, презентаций, моделей, расчетных и расчетно-графических заданий)		33	33	-	-	-
Реферат		8	8	-	-	-
Подготовка к лабораторным занятиям и текущему контролю		18	18	-	-	-
Контроль:						
Подготовка к экзамену		26,7	26,7			
Общая трудоемкость	**час.**	**180**	**180**	**-**	**-**	**-**
	в том числе контактная работа	**74,3**	**74,3**			
	зач. ед	**5**	**5**			

2.2 Структура дисциплины:

Распределение видов учебной работы и их трудоемкости по разделам дисциплины.

Разделы дисциплины, изучаемые в 2 семестре *(очная форма)*

№ раздела	Наименование разделов	Количество часов				
		Всего	Аудиторная работа			Самостоятельная работа
			Л	ПЗ	ЛР	
1	2	3	4	5	6	7
1	Введение	4	2	-		2
2	Геометрия кристаллического пространства	22	6	-	4	10
3	Точечная симметрия кристаллов	20	6	-	4	12
4	Орбиты точечных групп симметрии	16	4	-	4	10
5	Пространственная	18	4	-	4	12

	симметрия кристаллических структур					
6	Методы исследования внутреннего строения кристаллов	12	4	-	-	6
7	Описание и систематика кристаллических структур	27	4	-	8	15
8	Структуры конкретных кристаллов	28	4	-	10	14
	Итого по дисциплине		**34**	**-**	**34**	**79**
	Контроль самостоятельной работы(КСР)	6				
	Промежуточная аттестация(ИКР)	0,3				
	Подготовка к текущему контролю	18				
	Общая трудоемкость по дисциплине	180				

Примечание: Л – лекции, ПЗ – практические занятия / семинары, ЛР – лабораторные занятия,СРС– самостоятельная работа студента

2.3 Содержание разделов (тем) дисциплины:
2.3.1 Занятия лекционного типа

№	Наименование раздела	Содержание раздела	Форма текущего контроля
1	2	3	4
1.	Введение	Предмет и задачи кристаллографии. Место кристаллографии в системе естественных наук. Достижения мировой науки в области кристаллографии и роль русских ученых в её развитии. Перспективы создания новых материалов путем модифицирования кристаллических структур соединений. Кристаллы и кристаллическое пространство. Различные способы моделирования кристаллических структур. Основные свойства кристаллов.	Устный контроль, проверка выполнения письменных заданий
2.	Геометрия кристаллического пространства	Структура кристалла и пространственная решетка. Группы трансляций. Кристаллографическое индицирование.Законы кристаллографии. Кристаллографические проекции. Сетка Вульфа.	РГЗ

3.	Точечная симметрия кристаллов	Понятие о симметрии. Операции симметрии: инверсия, отражение в плоскости, повороты на углы 180, 120, 90, 60 градусов, зеркальные повороты, инверсионные повороты. Матричный метод описания операций симметрии. Элементы симметрии. Умножение операций точечной симметрии. Кристаллографические точечные группы симметрии. Кристаллографические категории и сингонии. Формулы симметрии, международные обозначения точечных групп, символика Шенфлиса. Кристаллографические системы координат. Правила установки кристаллов.	РГЗ Тест
4.	Орбиты точечных групп симметрии	Орбиты кристаллографических групп. Системы эквивалентных позиций, частные и общие системы позиций. Простые формы (изоэдры). Общие принципы вывода простых форм, Анизотропия скоростей роста граней. Габитус кристалла и факторы его определяющие. Физическая неоднородность форм кристаллов. Закономерные сростки и двойники. Эпитаксия. Методы выращивания кристаллов.	РГЗ Изготовление и описание моделей простых форм кристаллов
5.	Пространственная симметрия кристаллических структур	Решетки Бравэ. Трансляционные группы элементарной ячейки. Открытые операции и элементы симметрии: зеркальные и скользящие отражения, обычные и винтовые повороты, инверсионные и зеркальные повороты. Умножение операций пространственной симметрии кристаллических структур. Пространственные (Федоровские) группы симметрии кристаллических структур. Правила записи символов пространственных групп.	РГЗ Тест
6.	Методы исследования внутреннего строения кристаллов	Общая характеристика дифракционных и спектроскопических методов исследования структуры кристаллов. Дифракционные методы исследования вещества. Рентгеновские методы. Уравнение Вульфа-Брэгга. Общая характеристика методов рентгенографии: метод Лауэ, метод вращения, метод порошка.	РГЗ

		Рентгенофазовый анализ. Области применения рентгенографических исследований. Дифракция электронов и нейтронов. Электронная микроскопия.	
7.	Описание и систематика кристаллических структур	Число формульных единиц и рентгеновская плотность. Межатомные расстояния, валентные и торсионные углы. Координационное число и координационный полиэдр. Число атомов в ячейке. Определение стехиометрической формулы соединения. Собственная симметрия координационных полиэдров, молекул и сложных ионов. Системы кристаллохимических радиусов. Химические связи в кристаллах. Систематика кристаллических структур по типу связи. Энергия кристаллических структур. Пределы устойчивости структур. Расчет оптимальной структуры кристалла. Теория плотнейших шаровых упаковок. Полиэдрический метод описания кристаллических структур Изоморфизм и полиморфизм. Структурные типы и изоструктурность Структурные типы кристаллов простых веществ. Структурные типы соединений AX, A_2X, AX_2, $A_X B_y$ и др. Структурные классы	РГЗ Тест Доклады Контрольные задания
8.	Структуры конкретных кристаллов	Основные структурные типы металлов (медь, магний, вольфрам). Аномальные металлические структуры. Структуры простых веществ-неметаллов. Координация атомов. Кристаллические структуры аллотропных модификаций углерода. Фуллерены, фуллериты, фуллериды. Углеродные нанотрубки. Структуры бинарных соединений Структуры интерметаллических соединений. Семейства меди, магния, а-вольфрама..Структуры соединений неметаллов. Тройные соединения (перовскит, шпинель). Островные структуры солей кислородных кислот. Особенности координации переходных и непереходных металлов. Кластеры. Кристаллические структуры комплексных и металлоорганических соединений. Кристаллохимия силикатов.	Реферат. Работа с базами данных

		Кристаллохимия органических веществ. Кристаллические структуры полимеров и биополимеров.	

2.3.2 Занятия семинарского типа

Занятия семинарского типа - не предусмотрены

2.3.3 Лабораторные занятия

№	Наименование раздела	Наименование лабораторных работ	Форма текущего контроля
1	2	3	4
2	Геометрия кристаллического пространства	**Работа с реальными кристаллами** (подтверждение закона постоянства углов между гранями кристаллов одного и того же вещества, иллюстрация изменения формы и видимой симметрии кристаллов в зависимости от условий образования. Знакомство с наиболее распространенными двойниками кристаллов минералов).	Защита ЛР
3	Точечная симметрия кристаллов	**Работа с моделями кристаллов** (Определение симметрии кристаллических многогранников - класса симметрии, категории, сингонии. Проецирование кристаллов - построение стереограмм. Выбор кристаллографических координатных осей и единичной грани в кристаллах разных сингоний. Кристаллографическое индицирование). Применение теорем взаимодействия операций и элементов симметрии для вывода классов симметрии	Защита ЛР РГЗ, Т Контрольная работа
4	Орбиты точечных групп	**Рост и изучение кристаллов (**Способы искусственного получения кристаллов. Влияние симметрии среды на форму растущего кристалла. Влияние примесей на скорость роста граней кристаллов. Растворение и регенерация кристаллов. Методы кристаллизации из паровой фазы, раствора, расплава. Определение класса симметрии простых форм и их характеристика. Решение графических и расчетных задач. Построение стереограммы кристаллов по гониометрическим данным, определение их симметрии и	Защита ЛР Доклады, презентации, РГЗ,Т

		внешнего вида. Размножение грани, заданной сферическими координатами в конкретном классе симметрии, и характеристика полученной простой формы)	
5	Пространственная симметрия кристаллических структур	**Симметрия кристаллических структур** (Описание симметрии кристаллических структур по их пространственным моделям (шаростержневым и полиэдрическим) и по простейшим проекциям, выбор элементарной ячейки (ячейки Браве), подсчет ее материального содержания (числа формульных единиц), определение типа решетки Браве, определение координационных чисел и многогранников, геометрического характера структуры, описание структуры кристалла в терминах теории плотнейших упаковок)	РГЗ Контрольная работа
6	Методы исследования внутреннего строения кристаллов	**Моделирование структур кристаллов,** расчет оптимальной структуры кристалла	РГЗ
7	Описание и систематика кристаллических структур	**Структуры и свойства простых веществ (**Изучение явлений изоморфизма и полиморфизма, энергия кристаллических структур, систематика структур по типу связи, работа с моделями структур металлов и неметаллов)	Защита ЛР РГЗ
8	Структуры конкретных кристаллов	**Структуры и свойства соединений (**Моделирование и кристаллографическое описание структур бинарных, тройных, комплексных, металлоорганических соединенй. Установление связи между структурой и некоторыми физико-химическими свойствами кристаллов)	Защита ЛР Защита рефератов

2.3.4 Примерная тематика курсовых работ (проектов)

Курсовые работы (проекты) учебным планом не предусмотрены

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

№	Вид СРС	Перечень учебно-методического обеспечения дисциплины по выполнению самостоятельной работы

1	2	3
1	Теоретическая самоподготовка	1. Егоров-Тисменко Ю.К. Кристаллография и кристаллохимия.– М.: КДУ, 2014.– 592 с. 2. Методические указания по организации самостоятельной работы по дисциплине «Кристаллография», утвержденные кафедрой общей, неорганической химии и ИВТ в химии протокол № 13 от 14.05. 2019 г.
2	Подготовка к ЛР	1. Стороженко Т.П. Методические указания к лабораторным работам по кристаллографии, утвержденные кафедрой, протокол №13 от 14.05. 2019 г.
3	Реферат	1. Батти Х., Принг А. Минералогия для студентов. – М.: Мир, 2001. 2. Методические рекомендации по написанию рефератов, утвержденные кафедрой, протокол №13 от 14.05.2019 г.
4	РГЗ	1. Егоров-Тисменко Ю.К. Кристаллография и кристаллохимия.– М.: КДУ, 2014.– 592 с. 2. Мюллер У. Структурная неорганическая химия. – Долгопрудный: Издательский дом «Интеллект», 2010. 3 Зоркий П.М. Задачник по кристаллохимии и кристаллографии. – М.: Изд-во Моск. ун-та, 1981. – 40 с. 4.Стороженко Т.П. Контрольные и проверочные работы по кристаллографии, утвержденные кафедрой, протокол №13 от 14.05.2019 г.
5	Доклады, презентации	Интернет сайты ведущих государственных ВУЗов и научных организаций РФ: МГУ, СПбГУ, РХТУ, НГУ, КубГУ, РАН РФ и др.

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

Для лиц с нарушениями зрения:

–в печатной форме увеличенным шрифтом,

– в форме электронного документа,

Для лиц с нарушениями слуха:

– в печатной форме,

– в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

– в печатной форме,

– в форме электронного документа,

Данный перечень может быть конкретизирован в зависимости от контингента обучающихся.

3. Образовательные технологии

Организация изучения материала курса осуществляется на основе системно-деятельностного подхода и рекомендаций теории поэтапного формирования умственных действий. Лекции носят мотивационно-познавательный характер, дают установки к формированию определенных действий (выявление элементов симметрии, анализ кристаллохимических закономерностей, предсказание структур и т.д.) Этим требованиям отвечает отбор изучаемого материала, учет его значимости для практической деятельности

специалиста-химика, формирование четкого представления о месте кристаллохимии в системе других естественных наук. Лабораторные занятия призваны формировать действия в материализованном виде и в речи обучаемых. Для повышения их эффективности используются как традиционные и давно оправдавшие себя приемы работы с моделями кристаллов, таблицами, рисунками, так и нетрадиционные методы: деловые тренинги, занятие - конференция, экспресс-тестирование, коллективная самостоятельная работа, метод малых групп. На заключительном этапе обучения студентам предлагается выполнение самостоятельных работ исследовательского характера, решение практических задач, кейсов, требующих творческого преобразования усвоенных знаний.

Для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья используются образовательные технологии, позволяющие полностью индивидуализировать содержание, методы и темпы учебной деятельности, предусмотрена организация консультаций с использованием электронной почты.

4. Оценочные и методические материалы

Текущий контроль осуществляется в устной и письменной форме в процессе выполнения лабораторных работ в виде тестов и контрольных работ, отчетов по выполнению индивидуальных и групповых расчетно-графических заданий, участию в обсуждении докладов и решения кейс-задач. Промежуточный контроль осуществляется приемом экзамена во 2 семестре.

4.1 Оценочные средства для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации

Структура фонда оценочных средств для текущей и промежуточной аттестации

№ п/п	Контролируемые разделы (темы) дисциплины*	Код контролируемой компетенции (или ее части)	Наименование оценочного средства	
			Текущий контроль	Промежуточная аттестация
1	Введение	*ОПК-2 ОПК-6*	*Вопросы для устного опроса, РГЗ*	*Вопрос на экзамене 1,29*
2	Геометрия кристаллического пространства	*ОПК-2 ОПК-6*	*Вопросы для устного опроса по теме, РГЗ, отчет по ЛР*	*Вопрос на экзамене 2-5*
3	*Точечная симметрия кристаллов*	*ОПК-2*	*Тест по теме, РГЗ, отчеты по ЛР*	*Вопрос на экзамене 6-12*
4	*Орбиты точечных групп симметрии*	*ОПК-2 ОПК-6*	*Тест по теме, отчет по ЛР*	*Вопрос на экзамене 13-16, 47*
5	*Пространственная симметрия кристаллических структур*	ОПК-2	*Письменная домашняя работа, тест, отчет по ЛР*	*Вопрос на экзамене 17-26*

6	*Методы исследования внутреннего строения кристаллов*	*ОПК-2*	*Опрос, РГЗ*	*Вопрос на экзамене 38-39*
7	*Описание и систематика кристаллических структур*	*ОПК-2 ОПК-6*	*РГЗ, реферат, доклад, сообщение*	*Вопрос на экзамене 27-37, 40*
8	*Структуры конкретных кристаллов*	*ОПК-2 ОПК-6*	*реферат, доклад, сообщение*	*Вопрос на экзамене 41-46*

Показатели, критерии и шкала оценки сформированных компетенций

Код и наименование компетенций	**Соответствие уровней освоения компетенции планируемым результатам обучения и критериям их оценивания**		
	пороговый	**базовый**	**продвинутый**
	Оценка		
	Удовлетворительно /зачтено	Хорошо/зачтено	Отлично /зачтено
ОПК-2 Способен проводить с соблюдением норм техники безопасности химический эксперимент, включая синтез, анализ, изучение структуры и свойств веществ и материалов, исследование процессов с их участием	Знает - свойства и особенности структуры кристаллических соединений, обеспечивающих их широкое применение; -достижения науки и перспективы создания новых материалов путём модифицирования кристаллических структур соединений; Знания не достаточно полные, точные и системные	Знает - свойства и особенности структуры кристаллических соединений, обеспечивающих их широкое применение; -достижения науки и перспективы создания новых материалов путем модифицирования кристаллических структур соединений Знания полные, точные, системные, действенные	Знает -свойства и особенности структуры кристаллических соединений, обеспечивающих их широкое применение; -достижения науки и техники в области получения, применения и исследования кристаллов; -перспективы создания новых материалов путём модифицирования кристаллических структур соединений. Знания студента отличаются критичностью, прогностичностью, способностью их применения в новых ситуациях
	Умеет воспроизводить и интерпретировать изученный материал,	Умеет воспроизводить и интерпретировать изученный материал,	Умеет - применять основные методы выращивания кристаллов;

	применять основные методы выращивания кристаллов; - проводить по инструкции синтез кристаллических веществ и изучать их свойства с соблюдением норм техники безопасности; -исследовать процессы с участием кристаллических веществ	применять основные методы выращивания кристаллов; -объяснять механизмы их роста; - планировать и проводить синтез кристаллических веществ и изучать их структуру и свойства с соблюдением норм техники безопасности; -моделировать структуры соединений на основе анализа их состава и свойств; -исследовать процессы с участием кристаллических веществ	-объяснять причины и условия образования кристаллов, механизмы их роста; - планировать и проводить синтез кристаллических веществ и изучать их структуру и свойства с соблюдением норм техники безопасности; -моделировать структуры соединений на основе анализа их состава и свойств; -исследовать процессы с участием кристаллических веществ -прогнозировать свойства кристаллов, имеющих различную симметрию, возможность изоморфизма и полиморфизма
	Владеет частично навыками осуществления эксперимента для синтеза кристаллических веществ, изучения их структуры и свойств, исследования процессов с их участием; -методами описания кристаллических структур на основе теорий и законов кристаллографии	Владеет навыками планирования и осуществления эксперимента для синтеза кристаллических веществ, изучения их структуры и свойств, исследования процессов с их участием; -методами описания кристаллических структур на основе теорий и законов кристаллографии	Владеет навыками целенаправленного планирования и осуществления эксперимента для синтеза кристаллических веществ, изучения их структуры и свойств, исследования процессов с их участием; -методами описания и прогнозирования свойств кристаллических структур на основе теорий и законов кристаллографии
ОПК-6 Способен представлять результаты своей работы в устной и письменной форме в соответствии с нормами и правилами, принятыми в профессиональном сообществе	Знает - инструментарий получения и обработки учебной, научной и научно-технической информации; -методы представления полученных результатов, структуру и требования к оформлению отчетов и презентаций и на практике не всегда им следует	Знает - инструментарий подготовки, получения, обработки учебной, научной и научно-технической информации; - методы представления полученных результатов, структуру и требования к оформлению отчетов и презентаций, однако при оформлении отчетов и презентаций	Знает - инструментарий подготовки, получения, обработки учебной, научной и научно-технической информации; - методы представления полученных результатов; -структуру и требования к оформлению отчетов и презентаций; - проявляет творческие способности в представлении полученных результатов

		допускает незначительные погрешности	
	Умеет - осуществлять поиск информации; -интерпретировать информацию из разных источников в соответствии с целью работы; -делать выводы на основе анализа информации; -использовать кристаллографическую символику, правила кристаллографического проецирования и индицирования, применять различные способы представления симметрических операций, оформлять отчеты в соответствии с принятыми нормами, испытывая при этом затруднения и допуская ошибки	Умеет - осуществлять поиск информации; -преобразовывать информацию из одной формы представления в другие; -интерпретировать информацию из разных источников в соответствии с целью работы; -давать обоснованные выводы на основе анализа информации; -ставить вопросы для выделения главных признаков или свойств; -использовать кристаллографическую символику, правила кристаллографического проецирования и индицирования; применять различные способы представления симметрических операций; оформлять отчеты в соответствии с принятыми нормами; пользоваться современными техническими средствами оформления отчетов, допуская несущественные недочеты	Умеет - осуществлять поиск информации; -преобразовывать информацию из одной формы представления в другие; -интерпретировать информацию из разных источников в соответствии с целью работы; -объяснять обнаруженные противоречия в информации из разных источников; -формулировать систему аргументов, доводов на основе анализа информации из различных источников; -давать обоснованные выводы на основе анализа информации; -ставить вопросы для выделения главных признаков или свойств; -использовать кристаллографическую символику, правила кристаллографического проецирования и индицирования; применять различные способы представления симметрических операций; оформлять отчеты в соответствии с принятыми нормами; пользоваться современными техническими средствами оформления отчетов, проявляя самостоятельность и не допуская ошибок
	Владеет частично способностью представлять результаты своей работы в устной и письменной форме в соответствии с	Владеет - способами и средствами поиска, обработки научной и научно-технической информации; - способностью представлять	Владеет - оптимальными способами и средствами поиска и обработки научной и научно-технической информации; -навыками критического

	нормами и правилами, принятыми в профессиональном сообществе на основе усвоенных алгоритмов	результаты своей работы в устной и письменной форме в соответствии с нормами и правилами, принятыми в профессиональном сообществе; - основами Интернет-технологий для подготовки рефератов, докладов и презентаций	восприятия информации, её хранения и представления в устной и письменной форме в соответствии с нормами и правилами, принятыми в профессиональном сообществе; -основами Интернет-технологий для подготовки рефератов, докладов презентаций, выполнения творческих заданий

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

4.1.1 Примеры заданий, задач, рассматриваемых на занятиях

Перечень компетенций, проверяемых оценочным средством:ОПК-2

1. Рассмотрите диаграммы состояния углерода, серы, воды [2] и определите условия существования этих веществ в кристаллическом состоянии.
2. Какие вещества относятся к жидким кристаллам? Перечислите свойства жидких кристаллов, обуславливающие их промежуточное положение между жидкостями и кристаллами.
3. Приведите возможно больше примеров анизотропии свойств кристаллов.
4. Какие свойства некоторой порции вещества и одной молекулы совпадают?
5. В чем отличие стекла от кварца?
6. Рассмотрите узор обоев в вашей квартире и представьте плоскую сетку, соответствующую данному узору.
7. Каким условиям должен подчиняться выбор
а) плоской сетки, б) пространственной решетки?
8. В двух сосудах находятся газообразные HCl и NaCl. По мере постепенного охлаждения сосудов при достижении некоторых определенных температур начинается конденсация веществ и выделяются кристаллы HCl и NaCl. Опишите различия процессов образования кристаллических HCl и NaCl и свойства этих кристаллов.
9. Оксид магния и фторид натрия имеют одинаковые кристаллические структуры. Кристалл MgO почти в два раза тверже NaF. Температуры их плавления 2830^0C и 992^0C соответственно. Объясните причины столь сильного различия свойств этих веществ.
10. Почему молекулы галогенов образуют молекулярные кристаллы?
11. Чем объясняется высокая твердость неметаллических ковалентных кристаллов?
12. Перечислите все типы связей в структуре графита.
13. Если в структуре диоксида кремния заменить кремний на углерод, исходная кристаллическая структура не сохраняется. Почему?
14. Как определить символ грани, основываясь на записи целых чисел?
15. Найдите символы плоскости, отсекающей на осях координат отрезки 4a, 3в, 2c.
16. Определите символ направления, проходящего через начало координат O и точку с координатами a/8, 3в/8, 5c/8.

17. Определите символ направления, проходящего через точки А (О, в/2, с/2) и В(а/2, О, с/2).
18. Запишите символы узлов гранецентрированной кубической ячейки.
19.Приведите примеры фигур, обладающих центром симметрии.
20. Какое направление в многограннике называется полярным?
21. Найдите элементы симметрии и изобразите проекции граней и элементов симметрии следующих многогранников: октаэдр, куб, прямоугольный параллелепипед, тетрагональная дипирамида, тригональная призма, тетраэдр.
22. Какая фигура может обладать
    а) шестерной поворотной осью симметрии;
    б) шестерной инверсионной осью симметрии.
23. Докажите, что при n-нечетном справедливо равенство $\bar{n} = Л_{2n}$, т.е. инверсионные оси эквивалентны зеркально-поворотным осям удвоенного порядка
24. Найдите элементы симметрии, которые возникают при сочетании плоскостей, пересекающихся под углом: 1) 45° 2) 60°

4.1.2 Расчетно-графические задания

Перечень компетенций, проверяемых оценочным средством:ОПК-2

1. Определите число узлов и символы узлов:
   1.1. Элементарная ячейка структуры меди
   1.2. Элементарная ячейка структуры сфалерита
   1.3. Элементарная ячейка структуры флюорита
   1.4. Элементарная ячейка структуры алмаза.
2. Для указанной пространственной группы покажите на проекции расположение элементов симметрии:
   2.1. P2/c 2.2 P2/m 2.3 Pcc2 2.4 Cc.

Нанесите на этот рисунок точки, представляющие собой общую систему эквивалентных позиций и запишите их координаты. Сделайте тоже самое для возможных частных позиций.

3. В кристаллической структуре, содержащей атомы элементов А и В, атом А располагается в начале координат. Известен тип решетки и координаты некоторых атомов В. Размножив атомы действием трансляций, изобразите проекцию ячейки, найдите координационные числа и координационные многогранники всех атомов. Параметры ячейки в пределах ограничений, налагаемых типом решетки, выберите произвольно.

Тип ячейки	Координаты атома В
Кубическая гранецентрированная	¼ ¼ ¼
Ромбическая объемно-центрированная	0 ½ ½
Тетрагональная примитивная	½ 0 0; 0 ½ 0
Кубическая примитивная	½ ½ 0; ½ 0 ½ ; 0 ½ ½ .

4. Определите координационные числа и координационные многогранники для пространственной решетки:
   4.1. Хлорида натрия 4.2. Хлорида цезия 4.3. Флюорита 4.4. Меди
5. Определите набор элементов симметрии и правильные системы точек при наличии примитивной решетки Бравэ и оси 4_3, совпадающей с направлением OZ.
6. Определите все элементы симметрии, возникающие в примитивной ячейке в результате взаимодействия винтовой оси 2_1, совпадающей с осью OY , и плоскости симметрии m, проходящей перпендикулярно 2_1 на высоте y=1/4. Укажите, как

расположены элементы симметрии и каковы координаты точек общей правильной системы.

7. Пространственная группа $P2_1/c$ содержит, как видно из её обозначения, винтовую ось 2_1 и плоскость скользящего отражения с. Определите: а) какие возникают дополнительные элементы симметрии; в) удобный выбор начала координат; с) какие возможны правильные системы точек.

8. Минерал бирюза содержит (в % по массе) 2,3% H, 14,2% P, 24,8% A1, 58,7% O и примесь меди (определяющую окраску). Выведите простейшую формулу соединения. Запишите формулу минерала в виде формул возможных его составляющих компонентов (соль, оксид, гидроксид, вода).

9. Медь образует два природных основных карбоната азурит $2Cu\ CO_3Cu\ (OH)_2$ и малахит $Cu\ CO_3\ Cu\ (OH)_2$. Исследуется один из этих карбонатов. Для этого прокалили 1,84 г карбоната и получили 13,26 г CuO, 3,67 г CO_2 и 1,50 г H_2O. При действии избытка хлороводородной кислоты на 0,463 г того же карбоната выделилось 238 мл CO_2 при 295 К и 99480 Па. Полученный раствор подвергли электролизу и выделили 0,266 г меди. Какой карбонат изучался?

10. Рентгеновские исследования показали, что силил калия $KSiH_3$ имеет кубическую структуру типа хлорида натрия с атомами калия в положениях 000, ½ ½ 0, 0 ½ ½ , ½ 0 ½ и атомами кремния в положениях 00 ½ , ½ 00, 0 ½ 0 , ½ ½ ½ . Ребро элементарной ячейки равно 7,15 А. Все атомы водорода находятся в виде силил-аниона SiH_3^- и не создают напряжения в решетке.
    1) Представьте на эскизе элементарную ячейку, показывающую относительные положения атомов калия и кремния.
    2) Покажите расположение ионов на проекции.
    3) Рассчитайте расстояние (А) между ближайшими атомами калия и кремния.
    4) Вычислите плотность кристалла.

11. Боргидрид натрия $NaBH_4$ имеет гранецентрированную кубическую структуру, в которой четыре атома натрия занимают положения 000, 0 ½ ½ , ½ 0 ½ , ½ ½ 0 и четыре атома бора - ½ ½ ½ , ½ 00, 0 ½ 0, 00 ½ . Ребро элементарной ячейки a_0 =6,15 А. На эскизе элементарной ячейки укажите относительное расположение атомов натрия и бора. Рассчитайте плотность кристалла.
12. Рассчитайте плотность серебра, если известно, что металл кристаллизуется в гранецентрированной кубической форме, а расстояние между ближайшими соседними атомами равно 2,87 А.
13. Комплексное соединение перхлората серебра и бензола $AgClO_4\ C_6H_6$ (М =285 г/моль) имеет ромбическую структуру с размерами элементарной ячейки а=7,96 А, в=8,34 А, с=11,7 А. На каждую элементарную ячейку приходится четыре формульные единицы. Определите плотность кристаллов.

4.1.3 Задания для подготовки к тестовому контролю

Перечень компетенций, проверяемых оценочным средством:ОПК-2, ОПК-6

1. Дайте определение следующему понятию:

Пространственная решетка. Плоскость зеркального отражения. Полиморфизм. Кристаллическая структура. Поворотная ось симметрии. Изоморфизм.
Точечная группа симметрии. Габитус. Решетка Браве. Класс симметрии. Анизотропия. Сингония. Пространственная группа симметрии. Гониометрия. Инверсионная ось симметрии. Симметрия. Координационный полиэдр. Элементарная ячейка. Плоскость

зеркального отражения. Кристаллическая структура. Винтовая ось симметрии. Базис ячейки.

2. Для каждого из перечисленных ниже веществ укажите тип кристаллической решетки:

2.1. Нафталин, оксид магния, графит.
2.2. Глюкоза, сульфат натрия, сера.
2.3. Иодид цезия, медь, лед.
2.4. Алмаз, оксид углерода (1У), вольфрам.
2.5. Хлорид натрия, водород, железо.
2.6. Оксид алюминия, золото, сахар.
2.7. Кислород, парафин, фторид кальция.
2.8. Сфалерит (сульфид цинка), оксид кремния, магний.

3. Свойства кристаллических веществ с различным типом химической связи значительно различаются. Этими свойствами могут быть следующие:

а) низкая температура плавления, склонность к сублимации, хрупкость, отсутствие электрической проводимости;
б) высокая температура плавления, хрупкость, электрическая проводимость в расплавленном состоянии;
в) высокая температура плавления, электроизоляционные свойства;
г) умеренно высокая температура плавления, высокая электрическая проводимость, пластичность.

Укажите для каждого представленного ниже типа кристаллической решетки соответствующие характерные свойства веществ:

Тип решетки	Свойства вещества
1. Ионная	_____
2.Молекулярная	
3.Атомная	
4.Металлическая	

4. Изобразите элементы симметрии с помощью стереографической проекции:

4.1. mm2 4.2. 6/mmm 4.3. 422 4.4. m3m

4.5. m3 4.6. 43m 4.7. 23 4.8. 4mm

5. Покажите преобразование:

Центром симметрии
Плоскостью зеркального отражения
Инверсионной осью 4
Инверсионной осью 3
Зеркально-поворотной осью 4
Шестерной осью
Четверной осью
Осью третьего порядка

6. Определите класс симметрии:

6.1. куба; 6.2. октаэдра; 6.3. тетраэдра; 6.4. тетрагональной дипирамиды;
6.5. прямоугольного параллелепипеда; 6.6. тригональной пирамиды;
6.7. гексагональной призмы; 6.8. косоугольного параллелепипеда.

7. Определите символы узлов и число узлов:

Элементарная ячейка алмаза
Элементарная ячейка флюорита
Гранецентрированная ячейка
Объёмно-центрированная ячейка
Элементарная ячейка меди
Элементарная ячейка сфалерита
Базоцентрированная ячейка
Элементарная ячейка каменной соли

8. Правила кристаллографической установки кристаллов:

8.1 Тетрагональной сингонии 8.2. Моноклинной сингонии
8.3. Триклинной сингонии 8.4. Гексагональной сингонии 8.5. Ромбической сингонии 8.6. Кубической сингонии
8.7. Тригональной сингонии 8.8. Тетрагональной сингонии

9. Стереографическая проекция элементов симметрии точечной группы:

9.1. mmm 9.2. 6/mmm 9.3. 42m 9.4. m3m

9.5. mm2 9.6. 222 9.7. 4m 9.8. 23

10. Гномостереографическая проекция:

10.1. куба; 10.2. тетрагональной бипирамиды ;
10.3. гексагональной призмы; 10.4. дитетрагональной призмы ; 10.5. ромбоэдра ; 10.6. тригонального трапецоэдра
10.7. тетрагонального скаленоэдра 10.8. дитригональной бипирамиды

11. Покажите трансляции:

11.1. Объёмноцентрированной ячейки 11.2. Гранецентрированной ячейки
11.3. Примитивной ячейки 11.4. Базоцентрированной C
11.5. Базоцентрированной A 11.6. Базоцентрированной B
11.7. Кубической гранецентрированной ячейки
11.8.Ромбической объёмноцентрированной ячейки

12. Покажите преобразование:

12.1 d 12.2 n 12.3 c 12.4 a

12.5 2_1 12.6 4_1 12.7 6_2 12.8 4_3

13. Определите сингонию и класс симметрии, соответствующие указанным пространственным группам:

13.1. Fd3m 13.2. $P6_3/mcm$ 13.3. $P4_322$ 13.4 Pn3n

13.5. Ccc2 13.6 Pbca 13.7. $Pmn2_1$ 13.8. $I2_12_12_1$

14. Покажите на проекции элементарной ячейки расположение элементов симметрии в пространственных группах:

14.1 Cc 14.2 P2/m 14.3 P1 14.4 $P2_1$

14.5 Pm 14.6 C2 14.7 $P2_1/m$ 14.8 C2/m

15. Опишите общую правильную систему точек:

15.1 P1 15.2 C2 15.3 Pm 15.4 Pc

15.5 Cc 15.6 P2/m 15.7 P2 15.8 $P2_1$

16. Определите число формульных единиц в ячейке:

16.1 Хлорида натрия 16.2 Хлорида цезия 16.3 Флюорита
16.4 Алмаза 16.5 Сфалерита 16.6 Меди 16.7 Вольфрама
16.8Магния

17. Нарисуйте структуру по её словесному описанию. Выделив ячейку Браве, дайте её полную характеристику: тип решетки Браве, число формульных единиц Z, координационные числа и координационные многогранники. Назовите структурный тип.

№	Формула	Описание структуры
1	A_2X	Атомы X образуют кубическую плотнейшую упаковку, атомы A заселяют все пустоты одного типа
2	AX	Атомы X образуют гексагональную плотнейшую упаковку, атомы A заселяют пустоты одного типа
3	AX_2	Атомы X образуют гексагональную плотнейшую упаковку, атомы A заселяют половину пустот одного типа перпендикулярно главной оси упаковки, при этом слои занятых пустот чередуются со слоями незанятых

4.1.4 Моделирование: изготовление моделей простых форм кристаллов и описание их симметрии в рамках теории точечных групп симметрии

Перечень компетенций, проверяемых оценочным средством:ОПК-2,ОПК-6

Простые формы: октаэдр, тетраэдр. куб, ромбоэдр, тетрагональный трапецоэдр, тетрагональный тетраэдр, тригональный скаленоэдр, тетрагональный скаленоэдр, тригональный трапецоэдр, гексагональный трапецоэдр, левый и правый ромбические тетраэдры, икосаэдр, дитригональная дипирамида, дитетрагональная дипирамида, ромбододекаэдр, тетрагексаэдр, гексоктаэдр и др.

План описания моделей кристаллов

1. Определить симметрию кристалла:
- категорию, сингонию (дать характеристику угловых величин между координатными направлениями).

2. Записать класс (группу) симметрии в символах Браве, Шенфлиса, в международной символике.

3. Начертить стереографическую проекцию класса симметрии и обозначить на ней направления выбранных координатных осей X, Y, Z.

4. На стереографическую проекцию класса симметрии нанести гномостереографические проекции граней кристалла.

5. Дать характеристику простой формы кристалла: количество граней, частная или общая простая форма, закрытая или открытая простая форма.

6. Проиндицировать грани простой формы (определить индексы h,k,l)

7. Привести название каждой простой формы, участвующей в огранке кристалла.

8. Назвать класс симметрии (по общей простой форме).

План описания моделей кристаллических структур

1. Выделить в модели кристаллической структуры ячейку Браве.

2. Определить сингонию и записать константы элементарной ячейки: параметры a, b, c и угловые характеристики.

3. Определить тип решетки Браве.

4. Сосчитать, сколько атомов различных типов приходится на одну элементарную ячейку. Определить (или подтвердить) тип формулы соединения.

5. Рассчитать число формульных единиц в ячейке.

6. Определить координационные числа атомов каждого сорта. Проверить формулу соединения по взаимной координации атомов.

7. Назвать координационные многогранники (координационные полиэдры).

8. Привести словесное описание структуры; если возможно, то описание дать в терминах плотнейших упаковок (указать слойность упаковки и мотив заполнения в ней тех или иных пустот).

9. Выделив координационные многогранники вокруг атомов, указать характер их сочленения.

10. По приведенному описанию нарисовать кристаллическую структуру в плане, выделив контуры элементарной ячейки и обозначив высоты (координаты z) всех атомов.

Примерные темы рефератов

Перечень компетенций, проверяемых оценочным средством:ОПК-2, ОПК-6

Системное описание кристаллического объекта (по выбору студента):

Медь, серебро, платина, золото, магний, железо, графит, алмаз, борнитрид, сфалерит, вюрцит, галит, хлорид цезия, галенит, флюорит, рутил, кальцит, пирит, куприт, перовскит, лед, шпинель, оливин, гранат, циркон, тальк, кварц, тридимит, ортоклаз, мрамор, алексадрит, нафталин, антрацен, фуллериты и т.д.

Описание рекомендуется выполнить по следующему плану:

1. Состав соединения (методы установления состава, стехиометрическая формула, возможные примеси, дефекты, изоморфизм и атомные замещения, полиморфные превращения).

2. Кристаллогенезис (сведения об образовании кристаллов, образование кристаллов в природе, получение искусственных кристаллов, механизмы роста кристаллов, формы кристаллов).

3. Структура кристаллов (типы химической связи в кристаллах, модели структуры в рамках теории плотнейших шаровых упаковок или моделирование структуры с помощью координационных полиэдров, простые формы кристаллов: рисунки, проекции с указанием символов граней и ребер, особенности морфологии кристаллов, симметрия внешней формы кристаллов, симметрия кристаллической структуры: ячейка Браве, пространственная группа симметрии, системы эквивалентных позиций).

4. Энергетика кристаллических структур (пределы устойчивости, термодинамические свойства, энергия кристаллической решетки).

5. Физические и химические свойства.
6. Области применения.

4.2 Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

Перечень компетенций, проверяемых оценочным средством:ОПК-2, ОПК-6

Вопросы для подготовки к экзамену по дисциплине «Кристаллография»

1. Предмет и задачи кристаллографии. Основные свойства кристаллов.
2. Структура кристалла и пространственная решетка. Группы трансляций. Элементарная ячейка.
3. Законы кристаллографии: закон постоянства углов кристаллов; закон целых чисел.
4. Кристаллографическое индицирование. Символы узлов, рядов (рёбер), плоскостей (граней).
5. Кристаллографические проекции. Принципы построения. Стереографические проекции элементов симметрии кристаллических многогранников. Гномостереографические проекции и их применение для изображения кристаллических многогранников.
6. Операции и элементы точечной симметрии кристаллов. Способы представления симметрических операций: модельный метод, координатный метод, представление симметрических операций путем преобразования координатной системы.
7. Матричные представления операций симметрии.
8. Взаимодействие симметрических операций (элементов симметрии).
9. Кристаллографические координатные системы.
10. Кристаллографические категории, сингонии. Правила кристаллографической установки.
11. Вывод и описание точечных групп симметрии (классов симметрии). Примитивные, планальные, аксиальные, центральные, планаксиальные, инверсионно-примитивные и инверсионно-планальные классы симметрии.
12. Международные обозначения классов симметрии. Формулы симметрии. Символы Шенфлиса.
13. Орбиты точечных групп симметрии.
14. Простые формы кристаллов. Общие и частные простые формы. Гномостереографические проекции простых форм.
15. Вывод простых форм кристаллов в классах низшей и средней категорий.
16. Вывод простых форм кристаллов кубической сингонии.
17. Симметрия кристаллических структур.
18. Решетки Браве. Условия выбора решеток Браве в плоской сетке и в трёхмерном кристаллическом пространстве.
19. Характеристика ячеек Браве.
20. Трансляционные элементы симметрии: винтовые оси, плоскости скользящего отражения.
21. Элементы симметрии кристаллических структур.
22. Взаимодействие элементов симметрии кристаллических структур.
23. Пространственные группы симметрии. В чем различие между точечными и пространственными группами?
24. Правила записи символа пространственной группы
25. Вывод пространственных групп симметрии триклинной и моноклинной сингоний.
26. Характеристика правильных систем точек (систем эквивалентных позиций) пространственных групп триклинной и моноклинной сингоний.
27. Описание и систематика кристаллических структур.
28. Координационные числа, координационные полиэдры, число формульных единиц в ячейке.

29. Типы химической связи в кристаллах. Систематика кристаллических структур по типу связи.
30. Межплоскостные расстояния, валентные углы в кристаллах.
31. Кристаллохимические радиусы. Расчет параметров решётки по радиусам атомов или ионов и плотности кристалла.
32. Рентгеновская и ретикулярная плотности кристаллических структур. Расчет плотности по межплоскостным и межатомным расстояниям.
33. Химическая связь и энергия кристаллической решетки.
34. Геометрические пределы устойчивости кристаллических структур. Расчет оптимальной структуры кристалла.
35. Плотнейшие шаровые упаковки в кристаллах. Симметрия шаровых упаковок и пустот. Расчет коэффициента плотности упаковки.
36. Полиэдрический метод изображения кристаллических структур.
37. Изоморфизм и полиморфизм. Типы изоморфизма и полиморфизма. Механизмы полиморфных превращений.
38. Методы исследования внутреннего строения кристаллов.
39. Рентгеновские методы исследования веществ. Дифракция рентгеновских лучей на кристаллах. Уравнение Вульфа-Брэгга.
40. Понятие о структурном типе. Характеристика структурного типа.
41. Кристаллические структуры аллотропных модификаций углерода.
42. Структуры металлов (структурные типы меди, магния, вольфрама). Особенности физических и химических свойств металлов различных структурных типов.
43. Структуры соединений типа AB: структурные типы каменной соли, хлорида цезия, нитрида бора, сфалерита, вюртцита.
44. Структурные типы соединений типа A_2X и AX_2. (Плавиковый шпат, флюорит, рутил, куприт, пирит, модификации оксида кремния). Слоистые, цепные, ленточные структуры соединений AB_2. Молекулярные структуры AB_2.
45. Тройные соединения. Структуры перовскита и шпинели. Островные структуры солей кислородных кислот.
46. Классификация структур силикатов. Зависимость свойств силикатов от их строения. Изовалентный и гетеровалентный изоморфизм в силикатах. Природные и синтетические цеолиты. Их структура и применение.
47. Механизмы роста кристаллов. Методы выращивания кристаллов.

Примеры экзаменационных билетов

по дисциплине «Кристаллография»

направление подготовки – 04.03.01 Химия

БИЛЕТ № 1

1. . Операции и элементы симметрии внешней формы кристаллов.
2. Характеристика структурного типа W. Особенности физических и химических свойств кристаллов данного типа.
3. Практические задания:

   - Выведите простые формы для класса симметрии 4/mmm.

   - Изобразите на проекции расположение элементов симметрии в пространственной группе P2/c. Нанесите на рисунок точки представляющие собой систему (общую) эквивалентных позиций, сделайте то же самое для возможных частных позиций.

   - Бромид цезия кристаллизуется в кубической системе. В центре его элементарной ячейки находится ион цезия, бромид-ионы находятся в вершинах ячейки. Плотность бромида цезия равна 4,44 г/см^3. Определите

   а) ребро элементарной ячейки; б) расстояние d_{200}.

БИЛЕТ № 2

1. Кристаллографические категории и сингонии.
2. Теоремы о сочетании элементов симметрии кристаллических структур.
3. Практические задания:
   - Получите простую форму размножением грани, заданной в произвольной ориентации операциями симметрии 6/m. Изобразите на проекции расположение элементов симметрии полученной простой формы.
   - Рассмотрите правильные системы точек пространственной группы Cm.
   - Опишите симметрию тетраэдра.

Критерии оценки:

Критерии	Оценка	Уровень
Ответ полный, правильный, самостоятельный, материал изложен в определенной логической последовательности демонстрируется многосторонность подходов, многоаспектность обсуждения проблемы, умение аргументировать собственную точку зрения, находить пути решения познавательных задач, устанавливать причинно-следственные связи между строением, свойствами и применением веществ, в логическом рассуждении, решении задачи, графических построениях нет ошибок, задача решена рациональным способом	«отлично»	повышенный (продвинутый) уровень
Дан полный, правильный, самостоятельный ответ на основе изученных понятий, концепций, закономерностей, но допускаются несущественные ошибки в решении задач.	«хорошо»	базовый уровень
Дан полный ответ, но при этом есть существенные ошибки указывающие на неумение использовать теоретические знания и умения при решении поставленных задач. Данные пробелы в знаниях не препятствуют дальнейшему обучению.	«удовлетворительно»	пороговый уровень
Ответ обнаруживает незнание основного (порогового) содержания учебного материала	«неудовлетворительно»	менее 50%, уровень не сформирован

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

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

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

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

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

Для лиц с нарушениями зрения:

– в печатной форме увеличенным шрифтом,

– в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями слуха:

– в печатной форме,

– в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

– в печатной форме,

– в форме электронного документа.

Данный перечень может быть конкретизирован в зависимости от контингента обучающихся.

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

5.1 Основная литература:

1. Чупрунов Е.В., Хохлов А.Ф., Фаддеев М.А. Основы кристаллографии. – М.: Издательство Физико-математической литературы, 2004. – 500 с.

Для освоения дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья используются специальные сервисы в электронно-библиотечных системах (ЭБС), доступ к которым организует научная библиотека КубГУ.

5.2. Дополнительная литература

1. Батти Х., Принг А. Минералогия для студентов. – М.: Мир, 2001.– 429 с.
2.. Егоров-Тисменко Ю.К. Кристаллография и кристаллохимия.– М.: КДУ, 2014.– 592 с.
3.. Шаскольская М.П. Кристаллография. – М.: Высшая школа, 1976. – 391 с.

5.3 Периодические издания

Научно-методические журналы:

- Кристаллография
- Неорганические материалы
- Журнал неорганической химии
- Журнал структурной химии

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

По дисциплине «Кристаллография» предусмотрено проведение аудиторных занятий в форме лекций и лабораторных работ. Лекция предполагает передачу в структурированной форме систематизированной информации большого объёма. Посещение и конспектирование лекции студентами обязательно, так как способствует формированию общих подходов и принципов усвоения содержания данной дисциплины, содействует активизации мышления, нацеливает на дальнейшую самостоятельную познавательную деятельность. Выполнению лабораторной работы предшествует беседа,

краткий опрос студентов, обсуждение дискуссионных вопросов изучаемой темы. В процессе выполнения лабораторной работы углубляются научно-теоретические знания, вырабатываются практические умения (планирование и проведение эксперимента с использованием специального оборудования и приборов, вычисления, расчеты, использование таблиц и справочной литературы). Применяются различные технологии проведения лабораторных занятий, сочетающие индивидуальную, групповую и коллективную формы деятельности и обсуждения полученных результатов.

Важнейшим этапом освоения дисциплины является самостоятельная работа. Информация по формам самостоятельной работы, сроках выполнения и формах отчетности представлена в таблице.

Организация процесса самостоятельной работы

№	Наименование раздела	Формы самостоятельной работы	Сроки выполнения (неделя)	Форма отчетности
	Введение	Актуализация содержания тем курсов неорганической химии, химической термодинамики, овладение методическим аппаратом изучения дисциплины	1-3	Письменная домашняя работа
	Геометрия кристаллического пространства	Упражнения в кристаллографическом индицировании. Изготовление моделей многогранников. Индивидуальные задания по проецированию	2-4	Модели внешней формы кристаллов и их кристаллографическое описание
	Точечная симметрия кристаллов	Упражнения в выявлении элементов симметрии различных предметов. Работа с моделями многогранников. Решение задач, составление задач по теоремам сочетания элементов симметрии (возможен тестовый вариант)	4-8	Письменный отчет-описание модели многогранника, симметрии отдельных молекул, Система задач по теме
	Орбиты точечных групп симметрии	Графическое построение проекций простых форм для указанной группы симметрии; выявление систем эквивалентных позиций конечных структур; подготовка к участию в конференции «Современные методы выращивания кристаллов	9-12	Индивидуальные расчетно-графические задания. Доклады, презентации

		и перспективы их применения»		
	Пространственная симметрия кристаллических структур	Выполнение упражнений. Конструирование ячеек Бравэ и описание их симметрии. Упражнения в построении правильных систем точек и определении их кратности.	12-14	Отчеты по РГЗ
	Методы исследования внутреннего строения кристаллов	Работа с учебной литературой. Прогнозирование структур веществ на основании справочных данных (r, z). Решение задач и упражнений	14-15	Отчёты по РГЗ
	Описание и систематика кристаллических структур	Составление алгоритма описания кристаллического объекта. Начало работы по написанию реферата (индивидуальные задания по описанию кристаллических объектов). Решение задач	15-16	Отчеты по индивидуальным и групповым заданиям
	Структуры конкретных кристаллов	Работа с учебной литературой, базами данных в сети Internet. Составление опорных конспектов. Завершение работы над рефератом. Подготовка (выступлений) докладов по темам рефератов.	17-18	Рефераты, доклады

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

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

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

7.1 Перечень информационно-коммуникационных технологий

В качестве информационно-коммуникационных технологий в соответствии с рекомендациями ИИТО-2012 используются:

1. Базы данных сети «Интернет»

2. Электронные таблицы
3. Презентации
4. Электронная документация

7.2 Перечень лицензионного программного обеспечения:

- MicrosoftOffice:
- Excel;
- PowerPoint;
- Word.

7.3 Перечень современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем

1. Справочно-правовая система «КонсультантПлюс» (http//www.consultant.ru)
2. Федеральный центр информационно-образовательных ресурсов. URL: http://fcior.edu.ru/.
3. Российский образовательный портал. URL: http://www.school.edu.ru/

4. Электронная библиотечная система eLIBRARY.RU (http://www.elibrary.ru)/
5. Интернет сайты ведущих государственных ВУЗов и научных организаций РФ: МГУ, СПбГУ, РХТУ, НГУ, КубГУ, РАН РФ и др.
6. Химический редактор ChemSktch:http://www.acdlabs.com

8. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)

№	Вид работ	Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля) и оснащенность
1.	Лекционные занятия	Лекционная аудитория, оснащенная мебелью, презентационной техникой (проектор, экран, компьютер/ноутбук) и соответствующим программным обеспечением (ПО) ауд 322 с
2.	Лабораторные занятия	Аудитория (№422 с) для проведении занятий лекционного, семинарского и лабораторного типов, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, оснащенная необходимой мебелью, оборудованием, реактивами, презентационной техникой
3.	Групповые (индивидуальные) консультации	Аудитория (№422 с) для проведении занятий лекционного, семинарского и лабораторного типов, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации
4.	Текущий контроль, промежуточная аттестация	Аудитория (№422 с) для проведении занятий лекционного, семинарского и лабораторного типов, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации
5.	Самостоятельная работа	1.Читальный зал 2.Зал периодических изданий 3. Зал доступа к электронным ресурсам каталогам библиотеки ФГБОУ ВО "КубГУ".. Аудитория для самостоятельной работы обучающихся №4321с