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.
«02» июня 2026 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Б1.О.19 КРИСТАЛЛОГРАФИЯ

Специальность	04.05.01 Фундаментальная и прикладная химия
Направленность (профиль)	Органическая и медицинская химия
Форма обучения	очная
Квалификация	химик

Краснодар 2026

Рабочая программа дисциплины «Кристаллохимия» составлена в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки 04.05.01 – Фундаментальная и прикладная химия.

Программу составила

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

Рабочая программа дисциплины «Кристаллохимия» утверждена на заседании кафедры общей, неорганической химии и информационно-вычислительных технологий в химии
протокол №10 «27» апреля 2026 г.

Заведующий кафедрой
к.х.н., доцент Волынкин В.А. _____

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

протокол №7 «29» апреля 2026 г.

Председатель УМК факультета Беспалов А. В. _____

Рецензенты:

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

В.В. Доценко, заведующий кафедрой органической химии и технологий КубГУ, доктор химических 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, структурной химии 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 «Кристаллохимия» относится к обязательной части Блока 1 «Дисциплины (модули)» учебного плана направления подготовки 04.03.01 Химия. Для успешного освоения дисциплины необходимы знания, умения, опыт деятельности, предусмотренные такими дисциплинами Блока 1, как «Математика», «Физика», «Неорганическая химия», «Введение в термодинамику». Кристаллохимия важна для последующего изучения дисциплин «Строение вещества», «Химия твердого тела».

Дисциплина «Кристаллохимия» относится к обязательной части Блока 1 «Дисциплины (модули)» учебного плана. В соответствии с учебным планом дисциплина изучается на 2 курсе. Вид промежуточной аттестации: экзамен.

Для успешного освоения структурной неорганической химии необходимы знания, умения, опыт деятельности, предусмотренные такими дисциплинами Блока 1, как математика, физика, неорганическая химия, введение в термодинамику. Знания и навыки, полученные в результате освоения данной дисциплины важны для последующего изучения таких дисциплин, как строение вещества, химия твердого тела, в научно-исследовательской работе студентов.

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

Изучение данной учебной дисциплины направлено на формирование у обучающихся следующих компетенций:

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Результаты обучения по дисциплине
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	
ИОПК-2.1. Работает с химическими веществами с соблюдением норм техники безопасности	Знает свойства и особенности структуры кристаллических соединений, обеспечивающих их широкое применение; достижения науки и перспективы создания новых материалов путём модифицирования кристаллических структур соединений
	Умеет формулировать определения основных понятий кристаллографии, объяснять их сущность; объяснять основные законы и теории кристаллографии; проводить синтез кристаллических веществ и изучать их симметрию и свойства с соблюдением норм техники безопасности; моделировать структуры соединений на основе анализа их состава и свойств
	Владеет навыками целенаправленного планирования и осуществления эксперимента для синтеза кристаллических веществ, изучения их структуры и свойств, исследования процессов с их участием; методами описания кристаллических структур веществ на основе а) геометрической теории кристаллических решеток; б) теории точечной и пространственной симметрии кристаллов; в) теории плотнейших упаковок
ОПК-6 Способен представлять результаты своей работы в устной и письменной форме в соответствии с нормами и правилами, принятыми в профессиональном сообществе	
ИОПК-6.1. Способен представлять результаты работы в виде отчета по стандартной форме на русском языке	Знает методы представления полученных результатов, структуру и требования к оформлению отчетов и презентаций
	Умеет обрабатывать, осмысливать, интерпретировать результаты экспериментальной деятельности, формулировать выводы; оформлять отчеты в соответствии с принятыми нормами
	Владеет методами обработки результатов экспериментов; профессиональными основами речевой коммуникации на примере описания кристаллических структур в рамках изученных теорий
ИОПК-6.3. Готовит презентацию по теме работы и представляет ее на русском языке	Знает инструментарий подготовки, получения, обработки и передачи научной и научно-технической информации
	Умеет осуществлять поиск информации; преобразовывать информацию из одной формы представления в другие; интерпретировать информацию из разных источников в соответствии с целью работы
	Владеет научным стилем изложения текста, навыками форматирования материала в текстовых редакторах и редакторах презентаций.

Результаты обучения по дисциплине достигаются в рамках осуществления всех видов контактной и самостоятельной работы обучающихся в соответствии с утвержденным учебным планом.

Индикаторы достижения компетенций считаются сформированными при достижении соответствующих им результатов обучения.

2. Структура и содержание дисциплины

2.1 Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ

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

Вид учебной работы		Всего часов	Семестры (часы)			
			3			
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)		2	2			
Промежуточная аттестация (ИКР)		0,2	0,2			
Самостоятельная работа, в том числе:		**37.8**	**37.8**			
Проработка учебного (теоретического) материала, самостоятельное изучение разделов		10	10	-	-	-
Выполнение индивидуальных заданий (подготовка сообщений, докладов, презентаций, моделей, расчетных и расчетно-графических заданий)		7.8	7.8	-	-	-
Реферат		10	10	-	-	-
Подготовка к лабораторным занятиям и текущему контролю		10	10	-	-	-
Общая трудоемкость	**час.**	**108**	**108**	**-**	**-**	**-**
	в том числе контактная работа	**70,2**	**70,2**			
	зач. ед	**3**	**3**			

2.2 Содержание дисциплины:

Распределение видов учебной работы и их трудоемкости по разделам дисциплины.

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

№ раздела	Наименование разделов	Количество часов				
		Всего	Аудиторная работа			Внеаудиторная работа
			Л	ПЗ	ЛР	СРС
1	2	3	4	5	6	7
1	Введение	2	2	-		-
2	Геометрия кристаллического пространства	16	6	-	4	6
3	Точечная симметрия кристаллов	16	6	-	4	6
4	Орбиты точечных групп симметрии	14	4	-	4	6
5	Пространственная симмет-	14	4	-	4	6

	рия кристаллических структур					
6	Методы исследования внутреннего строения кристаллов	10	4	-	-	6
7	Описание и систематика кристаллических структур	18	4	-	8	6
8	Структуры конкретных кристаллов	15.8	4	-	10	1.8
	ИТОГО по разделам дисциплины	70	**34**	**-**	**34**	**37.8**
	Контроль самостоятельной работы(КСР)	2				
	Промежуточная аттестация(ИКР)	0,2				
	Общая трудоемкость по дисциплине	108				

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 структурной неорганической химии. 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 Браве. 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. Рентгенофазовый анализ. Области применения рентгенографических исследований. Дифракция электронов и нейтронов. Электронная микроскопия.	РГЗ
7.	Описание и сис-	Число формульных единиц и рентгенов-	

	тематика кристаллических структур	ская 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. Кристаллохимия органических веществ. Кристаллические структуры полимеров и биополимеров.	Реферат. Работа с базами данных

2.3.2 Занятия семинарского типа (практические/ семинарские занятия/ лабораторные работы)

№	Наименование раздела	Тематика 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 внешнего вида. Размножение грани, заданной сферическими координатами в конкретном классе симметрии, и характеристика полученной простой формы)	Защита ЛР Доклады, презентации, РГЗ,Т
5	Пространственная симметрия кристал-	**Симметрия кристаллических структур** (Описание симметрии кри-	РГЗ

	лических структур	сталлических 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)	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, Р

Защита лабораторной работы (ЛР), расчетно-графические задания (РГЗ), тестирование (Т), написание реферата (Р).

При изучении дисциплины могут применяться электронное обучение, дистанционные образовательные технологии в соответствии с ФГОС ВО.

2.3.3 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. Мюллер У. Структурная неорганическая химия. – Долгопрудный: Издательский дом «Интеллект», 2010.

		3. Методические указания по организации самостоятельной работы по дисциплине «Структурная неорганическая химия», утвержденные кафедрой общей, неорганической химии и ИВТ в химии, протокол № 13 от 16.06. 2025 г.
2	Подготовка к ЛР	1. Стороженко Т.П. Методические указания к лабораторным работам по структурной неорганической химии, утвержденные кафедрой, протокол №13 от 16.06. 2025 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 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.

Компетентностный подход в рамках преподавания дисциплины реализуется в использовании интерактивных технологий и активных методов в сочетании с внеаудиторной работой.

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

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

4. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестациии

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

Оценочные средства включают контрольные материалы для проведения **текущего контроля** 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 презентаций, решения кейс-задач и **промежуточной аттестации -** в форме вопросов и заданий к экзамену.

Структура оценочных средств для текущей и промежуточной аттестации

№ п/п	Код и наименование индикатора (в соответствии с п. 1.4)	Результаты обучения (в соответствии с п. 1.4)	Наименование оценочного средства	
			Текущий контроль	Промежуточная аттестация
1	ИОПК-2.1. Работает с химическими веществами с соблюдением норм техники безопасности	Знает свойства и особенности структуры кристаллических соединений, обеспечивающих их широкое применение; достижения науки и перспективы создания новых материалов путём модифицирования кристаллических структур соединений	Опрос Задачи для решения в аудитории Письменная домашняя работа №1	Вопрос на зачете 1-2, 41-46
		Умеет формулировать определения основных понятий кристаллографии, объяснять их сущность; объяснять основные законы и теории кристаллографии; проводить синтез кристаллических веществ и изучать их симметрию и свойства с соблюдением норм техники безопасности; моделировать структуры соединений на основе анализа их состава и свойств	Лабораторная работа РГЗ Работа с моделями кристаллических структур Тест Письменная домашняя работа №2	Вопрос на зачете 3-16,47, задачи
		Владеет навыками целенаправленного планирования и осуществления	Лабораторная работа Тест	Вопрос на зачете

		эксперимента для синтеза кристаллических веществ, изучения их структуры и свойств, исследования процессов с их участием; методами описания кристаллических структур веществ на основе а) геометрической теории кристаллических решеток; б) теории точечной и пространственной симметрии кристаллов; в) теории плотнейших упаковок	Письменная домашняя работа №3 РГЗ Контрольная работа	17-40 задачи
2	ИОПК-6.1. Способен представлять результаты работы в виде отчета по стандартной форме на русском языке	Знает методы представления полученных результатов, структуру и требования к оформлению отчетов и презентаций	Лабораторные работы Рабочие тетради Опрос	
		Умеет обрабатывать, осмысливать, интерпретировать результаты экспериментальной деятельности, формулировать выводы; оформлять отчеты в соответствии с принятыми нормами	Лабораторные работы Рабочие тетради Отчеты в устной и письменной формах Опрос	
		Владеет методами обработки результатов экспериментов; профессиональными основами речевой коммуникации на примере описания кристаллических структур в рамках изученных теорий	Лабораторные работы Рабочие тетради Отчеты в устной и письменной формах Работа с моделями кристаллических структур	
3	ИОПК-6.3. Готовит презентацию по теме работы и представляет ее на русском языке	Знает инструментарий подготовки, получения, обработки и передачи научной и научно-технической информации	Конференция по теме «Рост кристаллов» (поиск и обработка информации, доклады)	
		Умеет осуществлять поиск информации; преобразовывать информацию из одной формы представления в другие; интерпретировать информацию из разных источников в соответствии с целью работы	Реферат Кейс	
		Владеет научным стилем изложения текста, навыками форматирования материала в текстовых редакторах и редакторах презентаций	Устный опрос, доклад, сообщение, презентация	

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

Контрольная работа

Вариант1

1. Опишите, как построить плоскость (123).

2. Запишите символ точечной группы минимального порядка, включающей элементы симметрии: а) две взаимно перпендикулярные оси 2; б) две зеркальные плоскости, пересекающиеся под углом 60^{o}.

3. К классу симметрии 4mm добавлен центр симметрии. Определите полный набор элементов симметрии, общую и частные простые формы. Укажите, какие простые формы могут образовать огранку кристалла самостоятельно.

Тест

Проверяемое тестом содержание дисциплины: Решетки Браве. 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.

Методические указания к тесту:

- заранее проработать теоретический материал, используя учебники и конспекты лекций;
- тест содержит задания из каждой темы;
- пользоваться книгами, учебниками, конспектами и др. источниками информации не разрешается;
- приготовить средства для выполнения рисунков и построения чертежей (циркули, линейки и пр.);
- ответы должны быть краткими и четко сформулированными;
- рисунки сопровождать краткими пояснениями, использовать общепринятую в кристаллографии систему координат (ось Z при построении проекций перпендикулярна плоскости чертежа);
- в ответе на вопрос «Приведите примеры ….» требуется привести хотя бы 2 или лучше 3 примера;
- на выполнение задания отводится 90 минут .

Вариант1

Сформулируйте определение:

1.Решетка Браве

2.Пространственная группа симметрии

3.Правильная система точек

4.Открытые элементы симметрии

5.Трансляция

6..Плоскость скользящего отражения

7. Винтовая ось

Решетки Браве:

8.Приведите алгоритм характеристики решетки Браве

9.Трансляции гранецентрированной ячейки

10. Базис объёмноцентрированной ячейки

11. Число узлов, принадлежащих базоцентрированной ячейке типа С

Элементы симметрии кристаллических структур.

Покажите преобразование (рисунки) указанным элементом симметрии:

12. a 13. c 14. d 15. n 16. 4_1 17. 3_2 18. 6_1

Умножение операций пространственной симметрии кристаллических структур.

Найдите элементы симметрии, которые возникают при взаимодействии указанных элементов симметрии (ответ иллюстрируйте рисунками, приведите формулировку использованной теоремы):

19. Две плоскости типа c, пересекающиеся под углом 90^o

20. Плоскость типа a и перпендикулярная ей трансляция

21. Ось 2_1 и перпендикулярная ей трансляция

22. Плоскости m и c, пересекающиеся под углом 45°

Пространственные группы симметрии

Расшифруйте символ пространственной группы симметрии (укажите трансляционную группу, взаимное расположение элементов симметрии, сингонию, точечную группу симметрии)

23. $P4_2/nbc$ 24. Fd3m 25. $I4_1$ 26. Pnnm

Правильные системы точек

Рассмотрите правильные системы точек пространственных групп: проекция элементарной ячейки с изображением элементов симметрии, общая правильная система точек (международная система изображения), частные правильные системы точек; для каждой правильной системы точек укажите кратность и координаты точек.

27. P2/m
28. Cc

Опишите симметрию ячейки

29. Меди
30. Хлорида натрия

Самостоятельная (домашняя) работа

1. Привести примеры фигур, обладающих
   а) центром симметрии,
   б) поворотной осью симметрии шестого порядка,
   в) инверсионной осью четвёртого порядка.

2. Докажите, что инверсионная ось третьего порядка эквивалентна зеркально-поворотной оси шестого порядка.
3. Найдите элементы симметрии, которые возникают при сочетании плоскостей зеркального отражения, пересекающихся под углом: а) 45°, б) 60°, в) 90°.
4. В кристалле имеется одна поворотная ось четвёртого порядка и плоскости зеркального отражения параллельные и перпендикулярные этой оси. Определите полный набор элементов симметрии кристалла и покажите их взаимное расположение с помощью стереографической проекции.
5. Используя матричные представления операций симметрии, найдите такую операцию симметрии, действие которой давало бы тот же результат, что и действие двух поворотных осей второго порядка, пересекающихся под углом 90°.
6. Пользуясь матричным представлением операций симметрии, докажите справедливость теоремы Эйлера на примере точечной группы 222.
7. Укажите взаимное расположение элементов симметрии в кристалле (стереографическая проекция), если его формула симметрии:
   $4L_3 3L_2 3PC$, L_4PC, $L_{4i}2L_2 2P$, $L_6 6L_2 7PC$.
8. Какие координаты получит точка с координатами $\underline{xyz}$ после проведения следующих симметрических операций (показать на графике):
   а) поворот вокруг оси 2_z и отражение в зеркальной плоскости симметрии (m_z), перпендикулярной этой оси;
   б) один поворот вокруг оси 3_z против часовой стрелки и отражение в центре инверсии, расположенном на этой оси;
   в) поворот вокруг оси 2_x и затем вокруг оси 2_z;
   г) один поворот вокруг оси 4_{zi} против часовой стрелки и отражение в горизонтальной плоскости m_z.

9. Запишите международные символы и формулы симметрии классов симметрии:
   D_2, C_{2v}, S_4, D_{6h}, T_h, T_d, O_h.
   Укажите сингонию каждого класса.
10. Известно, что в кристалле имеются три взаимно перпендикулярные плоскости. Определите полный набор элементов симметрии, сингонию, класс симметрии, общую и частные простые формы (гномостереографические проекции простых форм).

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

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.

Реферат

Тематика рефератов

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, александрит, 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.

Зачетно-экзаменационные материалы для промежуточной аттестации (экзамен / зачет)

Вопросы для подготовки к зачету по дисциплине «Структурная неорганическая химия».

»

1. Предмет и задачидисциплины. 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.

Критерии оценивания результатов обучения

Зачет является формой контроля не только усвоения студентом теоретического материала по дисциплине, но и выполнения лабораторных, контрольных, реферативных работ, методических проектов и разработок.

Результат сдачи зачета по прослушанному курсу оценивается как итог всей деятельности студента в семестре, а именно - по посещаемости лекций, результатам работы на лабораторных занятиях, выполнения самостоятельной работы (портфолио студента). При этом допускается пропуск не более 20% занятий, с обязательной отработкой пропущенных лабораторных занятий. Студенты у которых количество пропусков, превышает установленную норму, не выполнившие все виды работ и неудовлетворительно работавшие в течение семестра, проходят собеседование с преподавателем, который опрашивает студента на предмет выявления знания основных положений дисциплины и приобретенных профессиональных умений.

«Зачет» заслуживает студент, обнаруживший знание основного программного материала в объёме, необходимом для дальнейшей учёбы и предстоящей работы по профессии, справляющийся с выполнением заданий, предусмотренных программой.

«Незачет» выставляется студенту, обнаружившему значительные пробелы в знаниях основного программного материала, допустившему принципиальные ошибки в выполнении предусмотренных программой заданий. Как правило, оценка «незачет» ставится студентам, которые не могут продолжить обучение или приступить к профессиональной деятельности по окончании вуза без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине.

Оценка	Критерии оценивания по экзамену
Высокий уровень «5» (отлично)	оценку «отлично» заслуживает студент, освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал без пробелов; выполнивший все задания, предусмотренные учебным планом на высоком качественном уровне; практические навыки профессионального применения освоенных знаний сформированы.
Средний уровень «4» (хорошо)	оценку «хорошо» заслуживает студент, практически полностью освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, учебные задания не оценены максимальным числом баллов, в основном сформировал практические навыки.
Пороговый уровень «3»	оценку «удовлетворительно» заслуживает студент, частично с пробелами освоивший знания, умения, компетенции и теоретический

(удовлетвори-тельно)	материал, многие учебные задания либо не выполнил, либо они оценены числом баллов близким к минимальному, некоторые практические навыки не сформированы.
Минимальный уровень «2» (неудовлетво-рительно)	оценку «неудовлетворительно» заслуживает студент, не освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, учебные задания не выполнил, практические навыки не сформированы.

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

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

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

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

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

Для лиц с нарушениями зрения:

– в печатной форме увеличенным шрифтом,

– в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями слуха:

– в печатной форме,

– в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

– в печатной форме,

– в форме электронного документа.

Данный перечень может быть конкретизирован в зависимости от контингента обучающихся.

5. Перечень учебной литературы, информационных ресурсов и технологий

5.1 Учебная литература:

1. Чупрунов Е.В., Хохлов А.Ф., Фаддеев М.А. Основы кристаллографии: Учебник для вузов. – М.: Издательство Физико-математической литературы, 2004. – 500 с.
2. Егоров-Тисменко Ю.К. Кристаллография и кристаллохимия.– М.:КДУ, 2014.– 592 с.
3. Батти Х., Принг А. Минералогия для студентов. – М.: Мир, 2001.- 429 с.
4. Мюллер У. Структурная неорганическая химия. – Долгопрудный: Издательский дом «Интеллект», 2010.

5.2 Периодическая литература

Научно-методические журналы:

- Кристаллография
- Неорганические материалы
- Журнал неорганической химии

- Журнал структурной химии

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

Электронно-библиотечные системы (ЭБС):

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

Профессиональные базы данных:

1. Web of Science (WoS) http://webofscience.com/
2. Scopus http://www.scopus.com/
3. ScienceDirect www.sciencedirect.com
4. Научная электронная библиотека (НЭБ) http://www.elibrary.ru/
5. Электронная коллекция Оксфордского Российского Фонда https://ebookcentral.proquest.com/lib/kubanstate/home.action
7. "Лекториум ТВ" http://www.lektorium.tv/
8. Университетская информационная система РОССИЯ http://uisrussia.msu.ru

Информационные справочные системы:

1. Консультант Плюс - справочная правовая система (доступ по локальной сети с компьютеров библиотеки)

Ресурсы свободного доступа:

1. Федеральный портал "Российское образование" http://www.edu.ru/;
2. Информационная система "Единое окно доступа к образовательным ресурсам" http://window.edu.ru/;
3. Единая коллекция цифровых образовательных ресурсов http://school-collection.edu.ru/ .
4. Федеральный центр информационно-образовательных ресурсов (http://fcior.edu.ru/);
5. Образовательный портал "Учеба" http://www.ucheba.com/;

Собственные электронные образовательные и информационные ресурсы КубГУ:

1. Среда модульного динамического обучения http://moodle.kubsu.ru
2. База учебных планов, учебно-методических комплексов, публикаций и конференций http://mschool.kubsu.ru/
3. Библиотека информационных ресурсов кафедры информационных образовательных технологий http://mschool.kubsu.ru;
4. Электронный архив документов КубГУ http://docspace.kubsu.ru/
5. Электронные образовательные ресурсы кафедры информационных систем и технологий в образовании КубГУ и научно-методического журнала "ШКОЛЬНЫЕ ГОДЫ" http://icdau.kubsu.ru/

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

По дисциплине «Структурная неорганическая химия» 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 и перспективы их применения»	9-12	Индивидуальные расчетно-графические задания. Доклады, презентации
	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	Работа с учебной литературой. Прогнозирование структур	14-15	Отчёты по РГЗ

	внутреннего строения кристаллов	веществ на основании справочных данных (r, z). Решение задач и упражнений		
	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	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. Материально-техническое обеспечение по дисциплине (модулю)

Наименование специальных помещений	Оснащенность специальных помещений	Перечень лицензионного программного обеспечения
Учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа	Мебель: учебная мебель Технические средства обучения: интерактивная доска SMART Board, короткофокусный интерактивный проектор, ноутбук, меловая доска (ауд 322С).	Microsoft Windows, Microsoft PowerPoint
Учебная аудитория для проведении занятий лекционного, семинарского и лабораторного типов, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, оснащенная необходимой мебелью, оборудованием, реактивами, презентационной техникой	Мебель: учебная мебель Технические средства обучения: интерактивная доска SMART Board, короткофокусный интерактивный проектор, ноутбук, меловая доска. Оборудование, предназначенное для синтеза и изучения физико-химических свойств веществ (весы, нагревательные приборы, термометры, микроскопы, химическая посуда и т.д. (ауд. 422С).	Microsoft Windows, Microsoft PowerPoint Microsoft Office (Word, Excel, PowerPoint), ACD Labs Chemsketch freeware, Free Pascal

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

Наименование помещений для самостоятельной работы обучающихся	Оснащенность помещений для самостоятельной работы обучающихся	Перечень лицензионного программного обеспечения

Помещение для самостоятельной работы обучающихся (читальный зал Научной библиотеки)	Мебель: учебная мебель Комплект специализированной мебели: компьютерные столы Оборудование: компьютерная техника с подключением к информационно-коммуникационной сети «Интернет» и доступом в электронную информационно-образовательную среду образовательной организации, вебкамеры, коммуникационное оборудование, обеспечивающее доступ к сети интернет (проводное соединение и беспроводное соединение по технологии Wi-Fi)	Microsoft Windows, Microsoft Office (Word, Excel, PowerPoint),
Помещение для самостоятельной работы обучающихся (ауд.431С)	Мебель: учебная мебель Комплект специализированной мебели: компьютерные столы Оборудование: компьютерная техника с подключением к информационно-коммуникационной сети «Интернет» и доступом в электронную информационно-образовательную среду образовательной организации, коммуникационное оборудование, обеспечивающее доступ к сети интернет	Microsoft Windows, Microsoft Office (Word, Excel, PowerPoint),

Аннотация к рабочей программе дисциплины

Б1.О.19 «Кристаллография»

Объём трудоёмкости: 3 зачетных единицы

Цель дисциплины: формирование современных представлений об общих принципах строения кристаллов и классификации кристаллических структур, раскрытие причинно-следственных связей между составом, строением, свойствами и применением кристаллических веществ.

Задачи дисциплины: раскрытие роли кристаллографии в современной теоретической и прикладной химии и обеспечении жизни общества; освоение и применение важнейших методов описания 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.

Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Кристаллография» относится к обязательной части Блока 1 «Дисциплины (модули)» учебного плана. В соответствии с учебным планом дисциплина изучается на 2 курсе. Вид промежуточной аттестации: экзамен.

Для успешного освоения кристаллографии необходимы знания, умения, опыт деятельности, предусмотренные такими дисциплинами Блока 1, как математика, физика, неорганическая химия, введение в термодинамику. Знания и навыки, полученные в результате освоения данной дисциплины важны для последующего изучения таких дисциплин, как строение вещества, химия твердого тела, в научно-исследовательской работе студентов.

Требования к уровню освоения дисциплины

Изучение данной учебной дисциплины направлено на формирование компетенций у обучающихся следующих компетенций:

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Результаты обучения по дисциплине
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	
ИОПК-2.1. Работает с химическими веществами с соблюдением норм техники безопасности	Знает свойства и особенности структуры кристаллических соединений, обеспечивающих их широкое применение; достижения науки и перспективы создания новых материалов путём модифицирования кристаллических структур соединений.
	Умеет формулировать определения основных понятий кристаллографии, объяснять их сущность; объяснять основные законы и теории кристаллографии; проводить синтез кристаллических веществ и изучать их симметрию и свойства с соблюдением норм техники безопасности; моделировать структуры соединений на основе анализа их состава и свойств.
	Владеет навыками целенаправленного планирования и осуществления эксперимента для синтеза кристаллических веществ, изучения их структуры и свойств, исследования процессов с их участием;

	методами описания кристаллических структур веществ на основе а) геометрической теории кристаллических решеток; б) теории точечной и пространственной симметрии кристаллов; в) теории плотнейших упаковок.
ОПК-6 Способен представлять результаты своей работы в устной и письменной форме в соответствии с нормами и правилами, принятыми в профессиональном сообществе	
ИОПК-6.1. Способен представлять результаты работы в виде отчета по стандартной форме на русском языке	Знает методы представления полученных результатов, структуру и требования к оформлению отчетов и презентаций
	Умеет обрабатывать, осмысливать, интерпретировать результаты экспериментальной деятельности, формулировать выводы; оформлять отчеты в соответствии с принятыми нормами.
	Владеет методами обработки результатов экспериментов; профессиональными основами речевой коммуникации на примере описания кристаллических структур в рамках изученных теорий.
ИОПК-6.3. Готовит презентацию по теме работы и представляет ее на русском языке	Знает инструментарий подготовки, получения, обработки и передачи научной и научно-технической информации.
	Умеет осуществлять поиск информации; преобразовывать информацию из одной формы представления в другие; интерпретировать информацию из разных источников в соответствии с целью работы.
	Владеет научным стилем изложения текста, навыками форматирования материала в текстовых редакторах и редакторах презентаций.

Содержание дисциплины:

Распределение видов учебной работы и их трудоемкости по разделам дисциплины

Разделы дисциплины, изучаемые в 3 семестре *(очная форма обучения)*

№ раздела	Наименование разделов	Количество часов				
		Всего	Аудиторная работа			Внеаудиторная работа
			Л	ПЗ	ЛР	СРС
1	Введение	4	2	-		
2	Геометрия кристаллического пространства	20	6	-	4	
3	Точечная симметрия кристаллов	22	6	-	4	
4	Орбиты точечных групп симметрии	16	4	-	4	
5	Пространственная симметрия кристаллических структур	18	4	-	4	
6	Методы исследования внутреннего строения кристаллов	12	4	-	-	
7	Описание и систематика кристаллических структур	27	4	-	8	2
8	Структуры конкретных кристаллов	28	4	-	10	
	ИТОГО по разделам дисциплины	70	**34**	-	**34**	**2**
	Контроль самостоятельной работы(КСР)	2				

	Промежуточная аттестация(ИКР)	0,3				
	Подготовка к текущему контролю	35.7				
	Общая трудоемкость по дисциплине	108				

Курсовая работа: *не предусмотрена*.
Форма проведения аттестации по дисциплине: *экзамен.*

Автор: канд. хим. наук, доц. Стороженко Т.П.