

Документ подписан простой электронной подписью Информация о владельце: ФИО: Таскаев Сергей Валерьевич Должность: Ректор	МИНОБРНАУКИ РОССИИ Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ»)	
Дата подписания: 15.09.2025 10:48:01 Университетский портал (специальности) "Фундаментальная и прикладная химия" направленности (профилю) 04c19ed8bfb98f3b6cb77a486b9a8788b8321919	Фонд оценочных средств для промежуточной аттестации по дисциплине (модулю) "Кристаллохимия" по направлению подготовки (специальности) "Фундаментальная и прикладная химия" направленности (профилю) Химия материалов ФГБОУ ВО «ЧелГУ»	стр. 1

Фонд оценочных средств для промежуточной аттестации

по дисциплине (модулю)

Кристаллохимия

Направление подготовки (специальность)

04.05.01 Фундаментальная и прикладная химия

Направленность (профиль)

Химия материалов

Присваиваемая квалификация (степень)

Химик. Преподаватель химии

Форма обучения

очная

Челябинск 2025 г.



Содержание

1. Паспорт фонда оценочных средств
2. Перечень формируемых компетенций
 - 2.1 Компетенции, закрепленные за дисциплиной
3. Содержание оценочных средств
 - 3.1. Виды оценочных средств
 - 3.2. Содержание оценочных средств
4. Порядок проведения и критерии оценивания промежуточной аттестации
 - 4.1. Порядок проведения промежуточной аттестации
 - 4.2. Критерии оценивания промежуточной аттестации по видам оценочных средств
 - 4.3. Результаты промежуточной аттестации и уровни сформированности компетенций



1. ПАСПОРТ ФОНДА ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

Направление подготовки: 04.05.01 «Фундаментальная и прикладная химия»

Направленность: «Химия материалов»

Дисциплина: Кристаллохимия

Семестр изучения: 6

Форма промежуточной аттестации: экзамен

2. ПЕРЕЧЕНЬ ФОРМИРУЕМЫХ КОМПЕТЕНЦИЙ И ЭТАПЫ ИХ ФОРМИРОВАНИЯ

2.1. Компетенции, закреплённые за дисциплиной

Изучение дисциплины «Кристаллохимия» направлено на формирование следующих компетенций:

Коды компетенции согласно ФГОС (ОПОП ВО)	Содержание компетенций согласно ФГОС (ОПОП ВО)	Индикаторы достижения компетенции согласно ОПОП	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине
1	2	3	4
УК-4	Способен применять современные коммуникативные технологии, в том числе на иностранном(ых) языке(ах), для академического и профессионального взаимодействия	УК-4.2. Демонстрирует умение применять современные коммуникативные технологии для академического и профессионального взаимодействия в ситуации устной и письменной коммуникации, в том числе на иностранном (ых) языке(ах)	Знать: Основные законы и термины кристаллохимии Уметь: правильно использовать химическую терминологию в письменной и устной речи Владеть: навыками изложения в письменной и устной форме с использованием химической терминологии



ОПК-3	Способен применять расчетно-теоретические методы для изучения свойств веществ и процессов с их участием, используя современное программное обеспечение и базы данных профессионального назначения	ОПК-3-1. Знает теоретические основы химического и математического моделирования	Знать: основные принципы и закономерности кристаллического строения вещества. Уметь: правильно применять теоретические модели строения кристаллических твердых тел для описания их свойств. Владеть: элементарными навыками расчетов основных параметров кристаллов с использованием современной вычислительной техники.
-------	---	---	--

3. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

Виды оценочных средств

№ п/п	Код компетенции/ планируемые результаты обучения	Контролируемые темы/ разделы	Наименование оценочного средства для текущего контроля	Наименование оценочного средства на промежуточной аттестации
1	УК-4 Знать: Основные законы и термины кристаллохимии Уметь правильно использовать химическую терминологию в общении; Владеть: навыками изложения в	Раздел 1. Точечная симметрия молекул и кристаллов.	Контрольная работа	Экзамен
		Раздел 2. Симметрия кристаллической решетки	Контрольная работа	экзамен



	письменной и устной форме с использованием химической терминологии.	Раздел 3. Кристаллические структуры металлов	Контрольная работа	экзамен
	ОПК-3. Знать: основные принципы и закономерности кристаллического строения вещества. Уметь правильно применять теоретические модели строения кристаллических твердых тел для описания их свойств; Владеть элементарными навыками расчетов основных параметров кристаллов с использованием современной вычислительной техники.	Раздел 4. Кристаллические структуры неметаллических простых веществ	Контрольная работа	экзамен
	ОПК-3 Знать: Теоретические основы кристаллохимии; Источники и методы поиска информации о кристаллах и общих закономерностей, решать типовые учебные задачи по кристаллохимии;	Раздел 5. Кристаллические структуры бинарных и тройных соединений	Контрольная работа	экзамен



2	ОПК-3 Уметь: Описывать кристаллические структуры; Выполнять стандартные действия (классификация кристаллических структур.) с учетом основных понятий	Раздел 6. Строение кристаллов со смешанным типом связи.	Контрольная работа	экзамен
		Раздел 7. Структура молекулярных кристаллов	Контрольная работа	экзамен
3	ОПК-3 Уметь: Использовать уравнение Вульфа-Брэгга, Уравнения Лауэ	Раздел 8. Рентгенография кристаллов	Контрольная работа.	Экзамен

Типовые задания, критерии и показатели оценивания в рамках текущего контроля представлены в рабочей программе по дисциплине. Полные комплекты оценочных средств и контрольно-измерительных материалов хранятся на кафедре и являются учебно-методическими материалами ограниченного (конфиденциального) пользования.

Содержание оценочных средств

Типовые контрольные задания

Контрольная работа № 1

Тест №1

Вариант 1

1 Изобразить стереографическую проекцию, дать обозначение по Шенфлису и Герману - Могену групп симметрии молекул:

а) бензола

б) дихлорметана

2 Семейство неподвижного конуса: особенности, элементы симметрии

3 Какому симметрическому преобразованию соответствует матрица:



1 0 0)
(0 -1 0)

Типовые вопросы для экзамена

№ п/п	Формулировка вопроса	Основные пункты устного ответа
1	Точечная симметрия молекул и кристаллов	<p>1. Точечная симметрия молекул и кристаллов. Закрытые операции и элементы симметрии. Взаимодействие операций симметрии. Группа операций симметрии, порядок группы, подгруппа.</p> <p>Системы Шенфлиса и Германа-Могена, взаимосвязь порядков зеркально-поворотных и инверсионных осей.</p> <p>Категории и семейства точечных групп по Шенфлису и Герману-Могену. Точечные группы геометрических фигур и молекул.</p> <p>Орбита точечной группы, кратность орбиты и локальная симметрия ее точек.</p> <p>Предельные группы бесконечного порядка. Принципы Кюри и Неймана. Перечислите известные Вам предельные группы (группы Кюри). Дать название и обозначение по любой из систем.</p>
2	Симметрия кристаллической решетки	<p>Трансляционная симметрия и кристаллическая решетка, параметры элементарной ячейки. Кристаллографические и некристаллографические закрытые элементы симметрии.</p> <p>Сингонии, голоэдрические группы, кристаллографические классы. Примитивные и центрированные решетки; классы (решетки) Браве. Индексы направлений и плоскостей в решетке.</p> <p>Открытые кристаллографические элементы симметрии, их обозначение по Герману-Могену.</p> <p>Взаимодействие открытых элементов с закрытыми и между собой.</p> <p>Пространственные группы, их символы по Герману-Могену, связь с кристаллографическим классом. Симморфные и несимморфные группы. Системы эквивалентных позиций (орбиты) пространственных групп, кратность общей позиции.</p>
3	Кристаллические структуры металлов	<p>Межатомные взаимодействия в кристаллических металлах. Структуры металлов: плотные и плотнейшие шаровые упаковки на плоскости и в</p>



		пространстве (ПК, ПГ, ОЦК, ГПУ, ГЦК) с примерами металлов; виды и размеры пустот в этих упаковках. Полиморфные модификации (Fe),
4	Кристаллические структуры неметаллических простых веществ	Принципы строения простых веществ - неметаллов: ковалентные и ван-дер-ваальсовы взаимодействия, мотивы расположения атомов в кристалле (островной, цепочечный, трубчатый, слоистый, каркасный). Аллотропия, полиморфизм и изоморфизм, политипы в неметаллах. Структуры алмаза, лонсдейлита, а- и б-графита, фуллеренов, нанотрубок; Si, Ge, , кристаллических инертных газов
5	Кристаллические структуры бинарных и тройных соединений	Бинарные соединения, построенные по принципу плотной упаковки анионов с катионами в пустотах. Ионные кристаллохимические радиусы. Структурные типы AX CsCl, NaCl, ZnS (сфалерит, вюрцит), NiAs, Структурные типы AX ₂ : флюорит и антифлюорит, рутил, двухслойный CdI ₂ , CdCl ₂ и Cs ₂ O. "Корундовый" мотив из катионов и упаковка анионов в Al ₂ O ₃ и FeCl ₃ . 5.5 Полиморфные модификации BN, H ₂ O, SiO ₂ . 5.6 Принципы построения тройных соединений: CuFeS ₂ (халькопирит), (шпинели AB ₂ O ₄), (перовскиты ABO ₃).
6	Строение кристаллов со смешанным типом связи.	Влияние водородных связей на структуру и свойства кристаллов. Равномерное распределение лигандов в координационной сфере металла в комплексных и металлоорганических соединениях.
7	Раздел 7. Структура молекулярных кристаллов.	Ковалентные и ван-дер-ваальсовы радиусы основных элементов-органогенов: C, H, O, N, F, Cl, Br. Мотивы расположения молекул в кристаллических структурах метана, адамантана, n-алканов, бензола, нафталина, ферроцена.
8	Рентгенография кристаллов	Дифракция рентгеновского излучения на кристалле. Формула Вульфа-Брегга. Межплоскостные расстояния и индексы Миллера, понятие об обратной решетке. Связь индексов hkl с межплоскостными расстояниями для кристаллов орторомбической, тетрагональной и кубической



		сингоний. Рентгенофазовый анализ. Атомный фактор рассеяния. Интегральные интенсивности рефлексов и комплексные структурные амплитуды F_{hkl} . Понятие о проблеме фаз и методах расшифровки кристаллических структур.
--	--	---

4. Порядок проведения и критерии оценивания промежуточной аттестации

Порядок проведения промежуточной аттестации

Промежуточная аттестация по данной дисциплине представляет собой экзамен, . Экзамен проводится в письменном виде. Билет состоит из восьми вопросов, каждый из которых оценивается от нуля до трех баллов

Пример экзаменационного билета

1. Что обозначает символ S в символике Шенфлиса?
2. Дайте обозначение по Шенфлису и Герману Могену для группы, проекция которой приведена на рисунке.
3. Перечислите известные Вам предельные группы (группы Кюри). Дать название и обозначение по любой из систем.
4. При пересечении поворотной оси 6 с перпендикулярной ей плоскостью зеркального отражения появляется:
а) ось симметрии 2 , б) шесть осей симметрии 2 , в) центр инверсии, г) шесть плоскостей симметрии.
5. Винтовая ось: определение, обозначение.
6. К каким структурным типам НЕ применяют модель ПШУ.
а) алмаз, б) медь, в) альфа-железо, г) магний д) хлорид натрия
7. Какой тип координационного полиэдра у натрия в структуре $NaCl$.
8. Определите тип ячейки Бравэ (сингония. центровка) в пространственной группе $Fm\bar{m}2$:



3 балла ставится за полный, краткий и правильный ответ, материал изложен химически грамотным языком. Студент владеет терминологией и номенклатурой, имеет представление об особенностях кристаллического строения, умеет применять законы химии для объяснения конкретных явлений, умеет сравнивать,

2 балла. Ответ полный и правильный, но допущены несущественные ошибки в терминологии.

1 балл. Студент ответил на вопрос, но при этом допущена существенная ошибка или ответ не полный.

0 баллов. Студент ответил на вопрос, но не владеет химической терминологией и номенклатурой, допускает грубые ошибки в истолковании и употреблении химических понятий. Студент не ответил на вопрос, либо ответ полностью неверный.

Итоговая оценка ставится по сумме баллов:

"отлично" - 22-24 балла.

"хорошо" - 19- 21 балл

"удовлетворительно" - 15- 18 баллов

"неудовлетворительно" - менее 15 баллов.

Уровни сформированности компетенций определяется следующим образом:

1. Высокий уровень сформированности компетенций соответствует оценке **отлично:**

- предполагает формирование компетенций на высоком уровне, готовность к самостоятельной профессиональной деятельности: формируются навыки составления информационных обзоров по



кристаллохимии, навыки систематизации данных, необходимых для решения химических задач

- студент способен аргументировать собственную точку зрения по дискуссионным вопросам дисциплины, решать ситуационные задачи, критически оценивать информацию о состоянии и проблемах развития исследований в области неорганической химии, формулировать собственные выводы.

2. Средний уровень соответствует оценке хорошо:

- предполагает формирование компетенций на более высоком уровне: формируется комплексное знание особенностей применения и понимания химических законов, умение сбора, анализа и обработки данных, необходимых в дальнейшей профессиональной деятельности;
- студент способен давать развернутые ответы на теоретические вопросы дисциплины на уровне не ниже оценки «удовлетворительно».

3. Базовый уровень соответствует оценке удовлетворительно:

- предполагает формирование компетенций на начальном уровне: знание основных свойств неорганических материалов и их применение;
- студент способен отвечать на дополнительные вопросы по основным разделам курса.

4. Низкий уровень соответствует оценке неудовлетворительно.