

Документ подписан простой электронной подписью

Информация о владельце:

ФИО: Тасухев Сергей Валерьевич

Должность: Ректор

Дата подписания: 15.09.2025 10:37:41

Уникальный идентификатор средства

04c19e001981500010448098970803022519

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное

учреждение высшего образования

«Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ»)

Фонд оценочных средств для промежуточной аттестации по дисциплине (модулю) "Кристаллохимия" по направлению подготовки (специальности) "Химия" направленности (профилю) Аналитическая химия и химическая экспертиза ФГБОУ ВО «ЧелГУ»

стр. 1

## **Фонд оценочных средств для промежуточной аттестации**

по дисциплине (модулю)

Кристаллохимия

Направление подготовки (специальность)

04.03.01 Химия

Направленность (профиль)

Аналитическая химия и химическая экспертиза

Присваиваемая квалификация (степень)

Бакалавр

Форма обучения

очная

Год набора 2025

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: 04.03.01 «Химия»

Направленность: «Аналитическая химия и химическая экспертиза»

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 осуществлять деловую коммуникацию в устной и письменной формах на государственном языке Российской Федерации и иностранных языках.	УК-4.2 Демонстрирует умение осуществлять деловую коммуникацию в устной и письменной формах, использовать методы и навыки делового общения	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 с использованием современной вычислительной техники	ОПК–3-1. Знает базовые 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	<b>Точечная симметрия молекул и кристаллов</b>	<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	<b>Симметрия кристаллической решетки</b>	<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. 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	<b>Кристаллические структуры металлов</b>	<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	<b>Кристаллические структуры неметаллических простых веществ</b>	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, полиморфы в неметаллах. Структуры алмаза, лонсдейлита, а- и б-графита, фуллеренов, нанотрубок; Si, Ge, , кристаллических инертных газов
5	<b>Кристаллические структуры бинарных и тройных соединений</b>	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 <sub>2</sub> : флюорит и антифлюорит, рутил, двухслойный CdI <sub>2</sub> , CdCl <sub>2</sub> и Cs <sub>2</sub> O. "Корундовый" мотив из катионов и упаковка анионов в $\square$ -Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> и FeCl <sub>3</sub> . 5.5 Полиморфные модификации BN, H <sub>2</sub> O, SiO <sub>2</sub> . 5.6 Принципы построения тройных соединений: CuFeS <sub>2</sub> (халькопирит), (шпинели AB <sub>2</sub> O <sub>4</sub> ), (перовскиты ABO <sub>3</sub> ).
6	<b>Строение кристаллов со смешанным типом связи.</b>	Влияние водородных связей на структуру и свойства кристаллов. Равномерное распределение лигандов в координационной сфере металла в комплексных и металлоорганических соединениях.
7	<b>Раздел 7. Структура молекулярных кристаллов.</b>	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	<b>Рентгенография кристаллов</b>	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  $Fmm2$ :



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.**