

Документ подписан простой электронной подписью

Информация о владельце:

ФИО: Таскаев Сергей Валерьевич

Должность: Ректор

Дата подписания: 10.09.2026 10:01:04

Уникальный идентификатор средства

04cd19ed8b787878b6c677a486b7a8788b832252b

МИНОБРАЗОВАНИЯ РОССИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное

учреждение высшего образования

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

стр. 1

Фонд оценочных средств для промежуточной аттестации

по дисциплине (модулю)

К.М.01.06. Теоретические основы кристаллохимии
(научный семинар)

Направление подготовки (специальность)

04.05.01 Фундаментальная и прикладная химия

Направленность (профиль)

Фундаментальная и прикладная химия

Присваиваемая квалификация (степень)

Химик. Преподаватель химии

Форма обучения
очная

Челябинск 2026 г.

04.05.01/ Фундаментальная и прикладная химия/ Фундаментальная и прикладная химия/ Теоретические основы кристаллохимии (научный семинар)/ 2026 год набора/ очная форма обучения

Фонд оценочных средств дисциплины (модуля) одобрен и рекомендован:

Проректор по учебной работе

утверждено 27.02.26

А.А. Саламатов

Ученым советом химического факультета

Протокол заседания № 6 от 26.02.2026

Председатель Ученого совета
химического факультета

СОГЛАСОВАНО

В. А. Бурмистров

Заседанием кафедры химии твердого тела и нанопроцессов

Протокол заседания № 8 от 25.02.2026

Заведующий кафедрой

СОГЛАСОВАНО

Е.А. Белая

Автор (составитель)

Е.О. Макаркина

Структура фондов оценочных средств соответствует приказу ректора ФГБОУ ВО «ЧелГУ» от 27 сентября 2022 №573-1



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. ФОНДА ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

Направление подготовки: 04.05.01 «Фундаментальная и прикладная химия»

Направленность (профиль): Химия материалов

Дисциплина: Теоретические основы кристаллохимии (научный семинар)

Семестр изучения: один семестр, 6

Форма промежуточной аттестации: зачет.

2. ПЕРЕЧЕНЬ ФОРМИРУЕМЫХ КОМПЕТЕНЦИЙ

2.1. Компетенции, закреплённые за дисциплиной

Изучение дисциплины «Теоретические основы кристаллохимии (научный семинар)» направлено на формирование следующих компетенций:

Коды и наименование компетенции согласно ФГОС	Индикаторы достижения компетенции согласно ОПОП	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине
УК-1. Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий	УК-1.2. Использует критический анализ, систематизацию и обобщение информации для решения проблемной ситуации и построения обобщенной модели;	<i>Знать:</i> основные физические закономерности зависимости свойств вещества от структурных особенностей и особенностей строения и их проявление при внешнем воздействии; <i>Уметь:</i> анализировать информацию и выявлять корреляцию между свойствами и строением кристаллических веществ; <i>Владеть:</i> навыками анализа и интерпретации полученных результатов на основе законов влияния структуры кристалла на его свойства.
ОПК-1. Способен анализировать, интерпретировать и обобщать	ОПК-1-3. Имеет навыки интерпретации и обобщения результатов	<i>Знать:</i> основные принципы и закономерности кристаллического



результаты экспериментальных и расчетно-теоретических работ химической направленности	практических теоретических исследований.	и строения вещества; <i>Уметь:</i> правильно применять теоретические модели строения кристаллических твердых тел для описания их свойств; <i>Владеть:</i> элементарными навыками расчетов основных параметров кристаллов с использованием современной вычислительной техники.
---	--	---

3. СОДЕРЖАНИЕ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

3.1 Виды оценочных средств

Код, наименование компетенции согласно ФГОС	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине	Контролируемые темы/разделы	Семестр	Номер задания	Наименование оценочного средства
УК-1 Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач; ОПК-1 Способен анализировать, интерпретировать и обобщать результаты экспериментальных и расчетно-теоретических	1.1 Знать теоретические основы кристаллохимии.	Кристаллическое состояние вещества	6	1	Задания открытого типа с развёрнутым ответом
		Основы теории симметрии	6	3	Задания открытого типа с развёрнутым ответом
		Кристаллические структуры твердых веществ	6	5-7	Задания открытого типа с развёрнутым ответом
	1.2 Уметь сопоставлять данные о симметрии и физических свойствах кристаллов; решать типовые учебные задачи по кристаллохимии;	Кристаллическое состояние вещества	6	16	Задания открытого типа задача
		Основы теории	6	10-14	Задания открытого



работ химической направленности	выполнять стандартные действия (классификация кристаллических структур) с учетом основных понятий и общих закономерностей. 1.3 Владеть навыками описания кристаллического многогранника; навыками использования для описания кристаллических структур международных таблиц пространственных групп; методикой описания кристаллических структур.	симметрии			типа задача
		Кристаллические структуры твердых веществ	6	15	Задания открытого типа задача
		Кристаллическое состояние вещества	6	2	Задания открытого типа с развёрнутым ответом
		Основы теории симметрии	6	4	Задания открытого типа с развёрнутым ответом
		Кристаллические структуры твердых веществ	6	8-9	Задания открытого типа с развёрнутым ответом

3.2. Содержание оценочных средств

Часть 1. База заданий открытого типа с развёрнутым ответом и план ответа

Задание 1. Кристаллическая решетка (УК-1, ОПК-1).

План ответа: Трансляционная симметрия и кристаллическая решетка, параметры элементарной ячейки. Кристаллографические и некристаллографические закрытые элементы симметрии. Сингонии, голоэдрические группы, кристаллографические классы.

Задание 2. Прimitивные и центрированные решетки (УК-1, ОПК-1).

План ответа: Классы (решетки) Браве. Индексы направлений и плоскостей в решетке. Открытые кристаллографические элементы симметрии, их обозначение по Герману-Могену.

Задание 3. Взаимодействие открытых элементов с закрытыми и между собой (УК-1, ОПК-1).

План ответа: Пространственные группы, их символы по Герману-Могену, связь с кристаллографическим классом. Симморфные и несимморфные группы. Системы эквивалентных позиций (орбиты) пространственных групп, кратность общей позиции.

Задание 4. Межатомные взаимодействия в кристаллических металлах (УК-1, ОПК-1).

План ответа: Структуры металлов: плотные и плотнейшие шаровые упаковки на плоскости и в пространстве (ПК, ПГ, ОЦК, ГПУ, ГЦК) с примерами металлов; виды и размеры пустот в этих упаковках.



Задание 5. Структуры некоторых веществ (УК-1, ОПК-1).

План ответа: Структуры алмаза, лонсдейлита, графита, фуллеренов, нанотрубок; Структуры Si, Ge, α - и β -Sn, кристаллических инертных газов.

Задание 6. Бинарные соединения (УК-1, ОПК-1).

План ответа: Бинарные соединения, построенные по принципу плотной упаковки анионов с катионами в пустотах.

Задание 7. Структурные типы состава AX (УК-1, ОПК-1).

План ответа: CsCl, NaCl, ZnS (сфалерит, вюрцит), NiAs.

Задание 8. Структурные типы AX₂ (УК-1, ОПК-1).

План ответа: Флюорит и антифлюорит, рутил.

Задание 9. Структура перовскита (УК-1, ОПК-1).

План ответа: Строение CaTiO₃, BaTiO₃, ReO₃.

Часть 2. База вопросов открытого типа: задачи.

Задание 10. Изобразить стереографическую проекцию, дать обозначение по Шенфлису группы симметрии молекулы оксида серы (IV) (УК-1, ОПК-1).

Задание 11. Перевести из систематики Шёнфлиса в систематику Германа-Могена D_{3d} (УК-1, ОПК-1).

Задание 12. Найти частные по оси 2го порядка эквивалентные позиции группы D_{6h} (УК-1, ОПК-1).

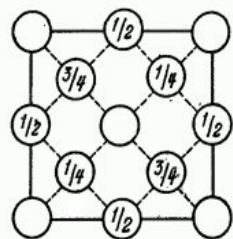
Задание 13. Представить графически действие следующих матриц преобразования (УК-1, ОПК-1).

$$\begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & -1 & 0 \\ 0 & 0 & -1 \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} -1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}$$

2x mx

Задание 14. Какое минимальное число атомов может входить в молекулу группы симметрии m? (УК-1, ОПК-1).

Задание 15. Проекция какого структурного типа приведена? Что означают цифры 1/2, 3/4? Почему не на всех шарах есть цифры? (УК-1, ОПК-1).



Задание 16. Плотность железа 7,8 г/см³, a = 2,87Å (кубическая решетка). Определить число атомов в элементарной ячейке железа (н.у.) (УК-1, ОПК-1).

4. Порядок проведения и критерии оценивания промежуточной аттестации



4.1. Порядок проведения промежуточной аттестации

Промежуточная аттестация по данной дисциплине представляет собой зачет, который проводится в письменной форме по билетам.

Критерии оценки ответа на зачете

Зачет проводится в письменном виде. Состоит из 2 частей.

1 часть – студент отвечает на два вопроса из списка вопросов.

Продолжительность – 30 минут.

Максимальное количество баллов за ответы – 8 баллов.

2 часть – студент решает три задачи из заданий открытого типа.

Продолжительность – 30 минут.

Максимальное количество баллов за выполнение заданий – 12 баллов.

Максимальный балл – 20 баллов.

Итоговая оценка ставится по сумме баллов:

"зачтено" - 11- 20 баллов;

"незачтено" – менее 11 баллов.

Дополнительные материалы и оборудование

При выполнении заданий промежуточной аттестации экзаменуемый имеет право пользоваться:

- ~ таблицей химических элементов Д.И. Менделеева,
- ~ таблицами с атомными и ионными радиусами элементов,
- ~ калькулятором,
- ~ таблицей растворимости,
- ~ справочниками физико-химических величин.

4.2. Критерии оценивания промежуточной аттестации по видам оценочных средств

Ответ на вопросы 1 части (заданий открытого типа с развёрнутым ответом) оценивается от одного до четырех баллов:

4 балла ставится за полный, краткий и правильный ответ, материал изложен химически грамотным языком. Студент владеет терминологией и номенклатурой, имеет представление об особенностях описания кристаллов с помощью элементов симметрии, умеет применять законы химии для объяснения конкретных явлений, умеет сравнивать, сопоставлять и обобщать факты.

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

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

1 балл. Студент ответил на вопрос, но не владеет химической терминологией и номенклатурой, допускает грубые ошибки в истолковании



и употреблении химических понятий.

0 баллов. Студент не ответил на вопрос, либо ответ полностью неверный.

Ответ на задания 2 части (задания открытого типа: задачи) оценивается от одного до четырех баллов:

4 балла ставится за верно решенную задачу. Студент показал верную последовательность действий при решении, указал единицы измерений и получил верный ответ.

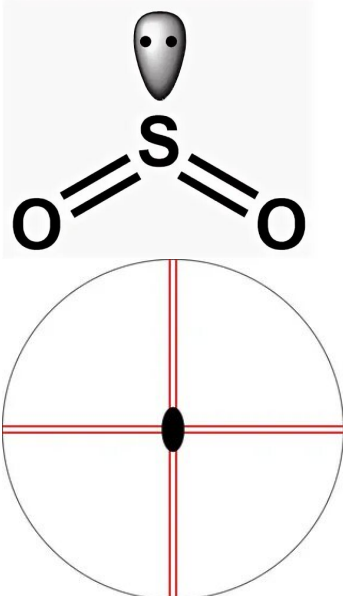
3 балла. Студент верно решил задачу, но пропустил при решении часть шагов, не указал единицы измерений величин.

2 балла. Студент неверно решил задачу, но при решении верно указал фундаментальные закономерности и законы.

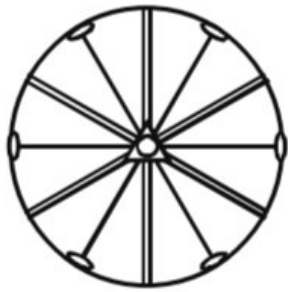
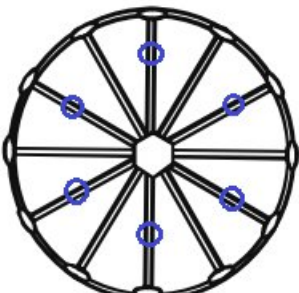
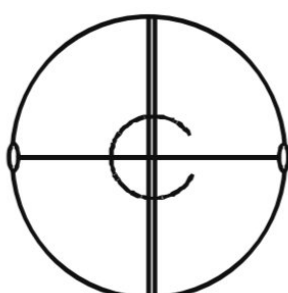
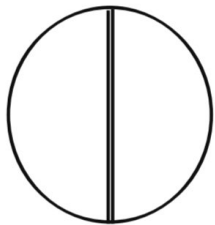
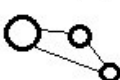
1 балл. Студент неверно решил задачу, но понимает, какую величину требуется найти. Не владеет необходимыми знаниями для решения задачи.

0 баллов. Студент не решил задачу, ответ полностью неверный.

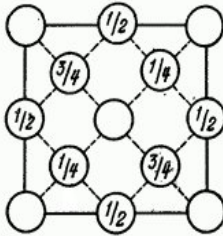
Ключи и критерии к оцениванию заданий открытого типа: задачи

№ задания	Верный ответ	Критерии
10	 C_{2v}	4 б – совпадение с верным ответом 3 б – допущены ошибки в названии точечной группы симметрии 2 б – при решении допущены грубые ошибки, например, неверно или не полностью найдены элементы симметрии 1 б – неверно определена точечная группа симметрии 0 б – ответ полностью неверный



11	 $\bar{3} m, (D_{3d})$	4 б – совпадение с верным ответом 3 б – допущены ошибки в графическом изображении точечной группы симметрии 2 б – при решении допущены грубые ошибки, например, в обозначении точечной группы симметрии указан не тот порядок оси 1 б – при решении не показана точечная группа симметрии 0 б – ответ полностью неверный
12	 6 частных позиций на оси 2 порядка	4 б – совпадение с верным ответом 3 б – допущены ошибки либо в графическом изображении, либо при определении количества позиций 2 б – при решении допущены грубые ошибки, например, частные позиции обозначены не полностью, обозначения не только на оси 2 порядка 1 б – при решении с ошибкой представлена проекция группы D_{6h} 0 б – ответ полностью неверный
13	$\begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & -1 & 0 \\ 0 & 0 & -1 \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} -1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} -1 & 0 & 0 \\ 0 & -1 & 0 \\ 0 & 0 & -1 \end{pmatrix}$  $2/m, (C_{2h})$	4 б – совпадение с верным ответом 3 б – допущены ошибки при перемножении матриц 2 б – при решении допущены грубые ошибки, например, не отмечен центр инверсии 1 б – при решении не найден элемент симметрии с помощью матричного представления 0 б – ответ полностью неверный
14	 $m, (C_s=C_{1h})$  Молекула состоит из 3 атомов разных сортов.	4 б – совпадение с верным ответом 3 б – допущены ошибки при построении точечной группы симметрии. 2 б – при решении допущены грубые ошибки, например, предложен вариант молекулы, у которой помимо m есть другие элементы симметрии. 1 б – определено неверное число атомов в молекуле, не использовано условие, что молекула группы m/C_s 0 б – ответ полностью неверный



15	 Проекция структурного типа алмаза $\frac{1}{4}$, $\frac{3}{4}$ - положение атомов углерода над плоскостью чертежа на высоте $\frac{1}{4}$, $\frac{3}{4}$ параметра с. Цифры не везде, потому что атомы находятся на разной высоте.	4 б – совпадение с верным ответом 3 б – допущены ошибки при определении значения $\frac{1}{4}$ и $\frac{3}{4}$ на проекции.. 2 б – при решении допущены грубые ошибки, например, с проекции убраны значения $\frac{1}{4}$ и $\frac{3}{4}$ с некоторых позиций 1 б – структурный тип не назван 0 б – ответ полностью неверный
16	Для кубической решётки: $V=a^3=(2,87 \times 10^{-8})^3=2,36 \times 10^{-23}$ см ³ . Выразим Z из формулы плотности $Z=\rho \cdot N_A \cdot a^3 M$. $Z=7,8 \cdot 6,022 \times 10^{23} \cdot 2,36 \times 10^{-23} 55,845$. $Z \approx 2,0$. Ответ: Число атомов в элементарной ячейке железа равно 2.	4 б – совпадение с верным ответом 3 б – допущены ошибки при расчетах 2 б – при решении допущены грубые ошибки, например, формула для нахождения z выведена неверно 1 б – при решении не использовали понятия элементарной ячейки 0 б – ответ полностью неверный

4.3. Результаты промежуточной аттестации и уровни сформированности компетенций

Уровни сформированности компетенций определяется следующим образом:

1. Высокий уровень сформированности компетенций соответствует оценке «зачтено»:
 - предполагает формирование компетенций на высоком уровне, готовность к самостоятельной профессиональной деятельности: формируются навыки составления информационных обзоров по кристаллохимии, навыки систематизации данных, необходимых для решения прикладных 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 кристаллохимии, формулировать собственные выводы.
2. Низкий уровень соответствует оценке «не зачтено».