

Документ подписан простой электронной подписью

Информация о владельце:

ФИО: Таскаев Сергей Валерьевич

Должность: Ректор

Дата подписания: 15.09.2026 09:38:11

Уникальный идентификатор средства

04c19e68b0707506cb77448807ab78808322023

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное

учреждение высшего образования

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

Фонд оценочных средств для промежуточной аттестации по дисциплине (модулю) «Теоретические основы кристаллохимии (научный семинар)» по направлению подготовки (специальности) "Химия" направленности (профиль) Химия 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)

04.03.01 Химия

Направленность (профиль)

Аналитическая химия и химическая экспертиза

Присваиваемая квалификация (степень)

Бакалавр

Форма обучения

очная

Челябинск 2026 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 (профиль): Аналитическая химия и химическая экспертиза

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 поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач	УК-1.1. Критически анализирует проблемную ситуацию с целью выработки стратегии действий, аргументировано формулирует собственные суждения и оценки	<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 результаты экспериментальных и расчетно-теоретических работ химической направленности	ОПК-1-3. Имеет навыки интерпретации и обобщения результатов	<i>Знать:</i> основные принципы и закономерности кристаллического строения вещества; <i>Уметь:</i> правильно



	практических и теоретических исследований.	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 работ химической направленности	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; выполнять стандартные действия (классификация кристаллических	Кристаллическое состояние вещества	6	16	Задания открытого типа задача
		Основы теории симметрии	6	10-14	Задания открытого типа задача
		Кристаллические	6	15	Задания открытого



	структур) с учетом основных понятий и общих закономерностей.	структуры твердых веществ			типа задача
	1.3 Владеть навыками описания кристаллического многогранника; навыками использования для описания кристаллических структур международных таблиц пространственных групп; методикой описания кристаллических структур.	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).

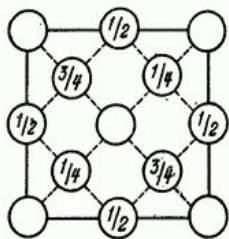
Задание 13. Представить графически действие следующих матриц преобразования (УК-1, ОПК-1).

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

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.

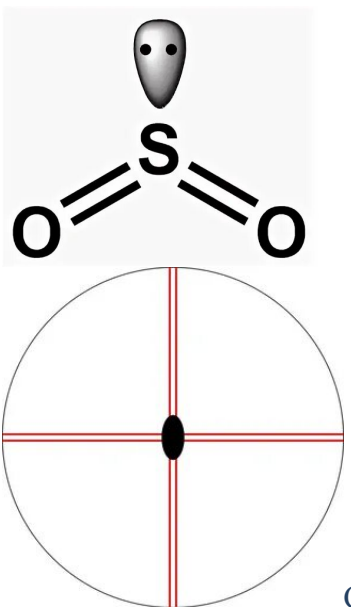
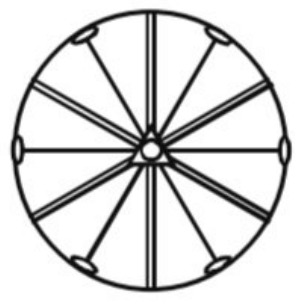
3 балла. Студент верно решил задачу, но пропустил при решении часть шагов, не указал единицы измерений величин.

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

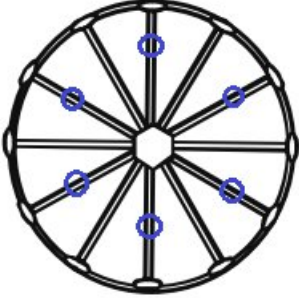
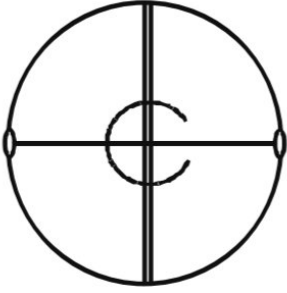
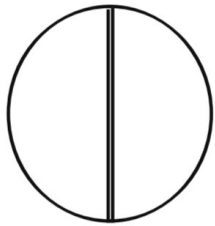
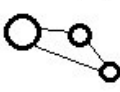
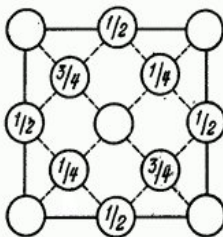
1 балл. Студент неверно решил задачу, но понимает, какую величину требуется найти. Не владеет необходимыми знаниями для решения задачи.

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/ 0 б – ответ полностью неверный
15	 Проекция структурного типа алмаза $1/4, 3/4$ - положение атомов углерода над плоскостью чертежа на высоте $1/4, 3/4$ параметра c. Цифры не везде, потому что атомы находятся на разной высоте.	4 б – совпадение с верным ответом 3 б – допущены ошибки при определении значения $1/4$ и $3/4$ на проекции.. 2 б – при решении допущены грубые ошибки, например, с проекции убраны значения $1/4$ и $3/4$ с некоторых позиций 1 б – структурный тип не назван 0 б – ответ полностью неверный



16	Для кубической решётки: $V=a^3=(2,87 \times 10^{-8})^3=2,36 \times 10^{-23} \text{ см}^3$. 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».

04.03.01/ Химия/ 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