

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ (НИ ТГУ)

Химический факультет

УТВЕРЖДЕНО:

И.о. декана

А. С. Князев

Оценочные материалы по дисциплине

**Химия твердого тела и химическое материаловедение**

по специальности

**04.05.01 Фундаментальная и прикладная химия**

Специализация:

**Фундаментальная и прикладная химия**

Форма обучения

**Очная**

Квалификация

**Химик / Химик-специалист. Преподаватель химии**

Год приема

**2024**

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель ОП

В.В. Шелковников

Председатель УМК

В.В. Шелковников

Томск – 2024

## **1. Компетенции и индикаторы их достижения, проверяемые данными оценочными материалами**

Целью освоения дисциплины является формирование следующих компетенций:

ОПК-1. Способен анализировать и интерпретировать результаты химических экспериментов, наблюдений и измерений в различных областях химии;

ОПК-2. Способен проводить синтез, анализ, изучение структуры и свойств веществ и материалов, исследовать процессы с их участием;

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;

ПК-1. Способен планировать работу и выбирать адекватные методы решения научно-исследовательских задач в выбранной области химии, химической технологии или смежных с химией науках.

Результатами освоения дисциплины являются следующие индикаторы достижения компетенций:

РООПК 1.1 Знает теоретические основы неорганической, органической, физической и аналитической химии, применяет их при решении профессиональных задач в других областях химии.

РООПК 1.2 Умеет систематизировать и интерпретировать результаты экспериментов и расчетно-теоретических работ с использованием теоретических основ традиционных и новых разделов химии

РООПК 1.3 Умеет грамотно формулировать заключения и выводы по результатам работы

РООПК 2.1 Знает стандартные приемы и операции, используемые при получении веществ неорганической и органической природы

РООПК 2.2 Знает теоретические основы методов изучения состава, структуры и свойств для грамотного выбора метода исследования

РООПК 2.3 Умеет проводить стандартные синтезы по готовым методикам, выполнять стандартные операции для определения химического и фазового состава веществ и материалов, а также использовать серийное научное оборудование для изучения их свойств

РООПК 3.2 Умеет решать расчетно-теоретические задачи химической направленности по разработанным методикам, использовать аппарат теоретической химии и физики для грамотной интерпретации полученных результатов

РОПК 1.2 Умеет выбирать экспериментальные и расчетно-теоретические методы решения поставленной задачи, используя достижения современной химической науки, и исходя из имеющихся, материальных, информационных и временных ресурсов.

## **2. Оценочные материалы текущего контроля и критерии оценивания**

Элементы текущего контроля:

- индивидуальное задание;
- практические задания после лекции;
- коллоквиум;
- реферат;
- отчеты по лабораторным работам

Таблица – Виды оценочных средств и индикаторы достижения

№	Контролируемые темы/разделы	Наименование оценочного средства для текущего контроля	Код индикатора достижения
1	Тема 1. Основные понятия и предмет ХТВ. Методология науки о твердофазном веществе. Природа твердофазного состояния вещества. Основные модели твердых веществ.	Индивидуальное задание 1	РООПК 1.1 РООПК 2.2
2	Тема 2. Кристаллохимические основы ХТВ. Кристаллическое и некристаллическое состояние вещества. Энергия кристаллической решетки. Реальные кристаллы. Дефекты в твердом теле. Квазихимические реакции.	Индивидуальное задание 2	РООПК 1.2 РООПК 2.2
3	Тема 3. Факторы, определяющие реакционную способность твердых веществ. Поверхность твердого тела кристаллохимия	Индивидуальное задание 3	РООПК 1.3 РООПК 2.2
4	Тема 4. Твердофазные реакции	Коллоквиум Отчеты	РООПК 1.1 РООПК 1.2 РООПК 1.3 РООПК 2.1 РООПК 2.2 РООПК 2.3 РОПК-3.2. РОПК 1.2
5	Тема 5. Фундаментальные физико-химические принципы создания материалов	Отчеты	РООПК 1.2 РООПК 1.3 РООПК 2.2 РООПК 2.3 РООПК-3.2. РОПК 1.2
6	Тема 6. Важнейшие современные материалы: целевые свойства и требования, потребности современных областей промышленности	Реферат	РОПК 1.2

### Индивидуальное задание 1

#### Вариант № 2

1. Параметры моноклинной ячейки галогенида меди:  $a = 6,85$ ;  $b = 6,70$  и  $c = 3,30$ ;  $\gamma = 121^\circ$ ,  $Z = 2$ . Плотность равна  $3,44 \text{ г/см}^3$ . Определите формулу галогенида.

2. Привести примеры кристаллических решеток оксидов. Рассмотрите структуру шпинели. Какие факторы оказывают влияние на распределение ионов металла по тетраэдрическим и октаэдрическим узлам. Есть ли различия нормальной, обращенной и промежуточной шпинели. Приведите примеры.

3. Объясните почему элементарная ячейка любого сложного кристалла должна содержать целое число формульных единиц.

4. В виде, каких наиболее стабильных форм существует в обычных условиях оксиды  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{MgO}$  и  $\text{ZrO}_2$ . Почему при изготовлении изделий из  $\text{ZrO}_2$ . Необходимо стабилизировать его кубическую структуру и как это можно осуществить.

5. Плотность кремния (структурный тип алмаза) = 2,23 г/см<sup>3</sup>. Найти ковалентный радиус атома кремния.

6. В чем заключается оптическая активность кристалла? Для каких кристаллов это характерно, приведите примеры.

7. Укажите, каким образом изменяется температура плавления в ряду соединений CdF<sub>2</sub> – CdCl<sub>2</sub> – CdBr<sub>2</sub> – CdI<sub>2</sub>, если это изменение обусловлено поляризационным эффектом:

Ион	значение ионных радиусов Å
F <sup>-</sup>	1,33
Cl <sup>-</sup>	1,81
Br <sup>-</sup>	1,96
I <sup>-</sup>	2,70

8. Используя табличные данные, изобразите зависимость ионного радиуса лантаноидов (III) от порядкового номера. Обоснуйте вид кривой.

9. Экспериментально найденное значение энергии решетки для NaCl = 183 ккал · моль<sup>-1</sup>. Используя величину сжимаемости  $K=3,3 \cdot 10^{-12}$  см<sup>2</sup> дин для кристаллической решетки  $a = 5,53$  Å;  $c = 2$  (геометрический фактор) рассчитайте энергию решетки и сравните с экспериментальными данными.

10. Какие факторы определяют цвет, электропроводность, твердость, тугоплавкость кристаллов. Приведите примеры соединений по группе, периоду подтверждающие закономерности в изменении этих свойств.

### Индивидуальное задание 2.

Вариант № 11

1. Что такое точечные дефекты в реальных кристаллах? Приведите примеры.
2. При отклонении состава кристалла от стехиометрического состава во многих случаях наблюдается увеличение электропроводности. С чем это связано?
3. Составьте квазихимические уравнения, выражающие образование дефекта по Шоттки в кристалле TiO<sub>2</sub>, NbF<sub>5</sub>, LiTaO<sub>3</sub>
4. Составьте квазихимическое уравнение, выражающее образование дефектов в кристалле шпинели MgAl<sub>2</sub>O<sub>4</sub>, содержащей избыток Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>.
5. Напишите квазихимическую реакцию образования соединений переменного состава с избытком металла и избытком неметалла  
KCl<sub>1-δ</sub>; Cu<sub>1-δ</sub>Br; Zn<sub>1+δ</sub>O.
6. Если кристаллы KCl нагревать в атмосфере хлора, то он, поглощая избыток хлора, приобретает желто-зеленую окраску. Запишите квазихимическую реакцию внедрения учитывая, что центрами окраски являются вакансии в металлической подрешетке.

### Индивидуальное задание № 3

Вариант №10

1. Какие принципы можно положить в основу классификации твердофазных реакций (ТФР).
2. Опишите последовательность расчета изменения энергии Гиббса при ТФР. Какие сведения можно получить из термодинамического анализа процесса твердофазного взаимодействия?
3. Какова цель кинетического анализа твердофазного взаимодействия.
4. При изучении кинетики бимолекулярной реакции были получены следующие данные:

T, K	292,0	299,2	332,4
k, см <sup>3</sup> /моль	6,9	84	2000

Рассчитайте E<sub>a</sub> и предэкспоненциальный множитель.

5. Нарисуйте термодинамический цикл Борна-Габера соответствующей реакции  $\text{MF}_4(\text{тв}) \rightarrow \text{MF}_3(\text{тв}) + \frac{1}{2} \text{F}_2(\text{г})$ . Напишите выражение для расчета  $\Delta G^0$

### Коллоквиум

Билет №6

1. Некристаллическое состояние вещества.
2. Ассоциация точечных дефектов. Природа взаимодействия и различные типы ассоциатов.
3. Факторы, определяющие реакционную способность твердых веществ.

Билет 1

1. Основные понятия и предмет химии твердых веществ. Твердое тело, твердое вещество, твердое агрегатное состояние, твердая фаза. Отличие.
2. Зонная модель описания образования твердого тела. Собственная и примесная электронная и ионная проводимость твердых тел. Примеры.
3. Термодинамика образования дефектов. Ассоциация точечных дефектов. Природа их образования. Примеры.

### План написания отчета:

- дата;
- название лабораторной работы;
- цель;
- приборы и реактивы;
- теоретическая часть;
- расчетная часть;
- практическая часть;
- выводы.

### Примерная тематика рефератов

1. Современные методы синтеза материалов (на примере химической сборки).
2. Современные методы синтеза материалов (на примере матричного синтеза)
3. Современные методы синтеза материалов (на примере самораспространяющегося высокотемпературного синтеза (СВС))
4. Современные методы синтеза материалов (на примере плазмохимического метода)
5. Современные методы синтеза материалов (на примере криохимического метода)

Оценочные материалы в полном объеме содержатся на странице электронного курса в системе Moodle: <https://moodle.tsu.ru/course/view.php?id=23446>

## 2.3 Методические рекомендации

### 2.3.1 Порядок проведения текущего контроля

Текущий контроль по дисциплине проводится путем контроля посещаемости, устного коллоквиума, включающего теоретические вопросы и практические задания по теме: «Кристаллохимические основы ХТВ. Реальные кристаллы»; выполнения лабораторных работ и написания отчетов по лабораторным работам, и фиксируется в форме контрольной точки не менее одного раза в семестр.

### 2.3.2 Критерии оценивания по видам оценочных средств

Индивидуальные задания 1-3

- задание выполнено на 55 % - зачет;
- задание выполнено менее чем на 55 % – незачет.

Написание отчета:

- отчет правильно оформлен и содержание отчета соответствует целям и выводам соответствующей темы лабораторной работы – зачет;
- отчет неправильно оформлен и содержание отчета не соответствует целям и выводам соответствующей темы лабораторной работы – незачет

Коллоквиум:

- студент имеет пробелы по отдельным теоретическим разделам и не владеет основными умениями и навыками – неудовлетворительно;
- студент имеет недостаточно глубокие знания по отдельным теоретическим разделам, показал не все основные умения и навыки – удовлетворительно;
- студент раскрыл все теоретические вопросы, показал основные умения и навыки – хорошо;
- студент раскрыл все теоретические вопросы, показал, что владеет материалом в совершенстве, привел свои примеры – отлично.

Реферат:

- реферат правильно оформлен и содержание реферата соответствует целям и выводам соответствующей темы – зачет;
- реферат неправильно оформлен и содержание реферата не соответствует целям и выводам соответствующей темы лабораторной работы – незачет

### **3. Оценочные материалы промежуточной аттестации и критерии оценивания**

#### **3.1 Порядок проведения экзамена**

Экзамен проводится в устной форме по билетам. Билет содержит два теоретических вопроса и 1 практическую задачу. Продолжительность подготовки ответа по билетам 45 минут, ответ 20 минут.

#### **3.2 Примеры экзаменационных билетов**

Экзаменационный билет № 1

1. Ионные, металлические, ковалентные, молекулярные кристаллы. Цикл Борна-Габера. Примеры.
2. Принцип периодичности. Примеры.
3. Составьте квазихимические уравнения, выражающие образование дефекта по Шоттки в кристалле  $\text{Cu}_2\text{O}$ ,  $\text{Bi}_2\text{O}_3$ .

Экзаменационный билет № 2

1. Реальные кристаллы. Точечные дефекты в твердом теле и их взаимодействие. Примеры.
2. Типы твердофазных реакций. Примеры. Геометрические модели твердофазных реакций.
3. Напишите квазихимическую реакцию образования соединения переменного состава  $\text{NaCl}_{1-\delta}$ .

Оценочные материалы для промежуточной аттестации в полном объеме содержатся на странице электронного курса в системе Moodle: <https://moodle.tsu.ru/course/view.php?id=23446>

#### **3.3. Критерии оценивания**

Результаты экзамена определяются оценками «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».

Отлично – студент самостоятельно, в логической последовательности и исчерпывающе отвечает на все вопросы билета, подчеркивая при этом самое существенное, умеет анализировать, сравнивать, классифицировать, обобщать, конкретизировать и

систематизировать изученный материал, выделять в нем главное: устанавливать причинно-следственные связи;

Хорошо – студент в логической последовательности и исчерпывающе отвечает на все вопросы билета с помощью наводящих вопросов экзаменатора, подчеркивая при этом самое существенное, умеет анализировать, сравнивать, классифицировать, обобщать, конкретизировать и систематизировать изученный материал, выделять в нем главное: устанавливать причинно-следственные связи;

Удовлетворительно – студент в логической последовательности и исчерпывающе отвечает на все вопросы билета с помощью наводящих вопросов экзаменатора, но допускает не более 3 ошибок, подчеркивая при этом самое существенное, умеет анализировать, сравнивать, классифицировать, обобщать, конкретизировать и систематизировать изученный материал, выделять в нем главное: устанавливать причинно-следственные связи;

Неудовлетворительно – студент не может в логической последовательности и исчерпывающе отвечать на все вопросы билета с помощью наводящих вопросов экзаменатора, не умеет анализировать, сравнивать, классифицировать, обобщать, конкретизировать и систематизировать изученный материал, выделять в нем главное, устанавливать причинно-следственные связи.

### **Информация о разработчиках**

Автор программы: Кузнецова Светлана Анатольевна, канд. хим. наук, доцент, кафедра неорганической химии Национального исследовательского Томского государственного университета, доцент.

Рецензент: Лютова Екатерина Сергеевна, канд. хим. наук, доцент кафедры неорганической химии Национального исследовательского Томского государственного университета, доцент