

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

Физический факультет

УТВЕРЖДЕНО:
Декан физического факультета
С.Н. Филимонов

Оценочные материалы по дисциплине

Теория твердого тела

по направлению подготовки

03.03.02 Физика

Направленность (профиль) подготовки:
«Фундаментальная и прикладная физика»

Форма обучения
Очная

Квалификация
Бакалавр

Год приема
2025

СОГЛАСОВАНО:
Руководитель ОП
С.Н. Филимонов

Председатель УМК
О.М. Сюсина

Томск – 2025

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

Целью освоения дисциплины является формирование следующих компетенций:

- ОПК-2 – способность проводить научные исследования физических объектов, систем и процессов, обрабатывать и представлять экспериментальные данные;
- ПК-1 – способность проводить научные исследования в выбранной области с использованием современных экспериментальных и теоретических методов, а также информационных технологий.

Результатами освоения дисциплины являются следующие индикаторы достижения компетенций:

ИОПК-2.2. Анализирует и интерпретирует экспериментальные и теоретические данные, полученные в ходе научного исследования, обобщает полученные результаты, формулирует научно обоснованные выводы по результатам исследования;

ИПК-1.1. Собирает и анализирует научно-техническую информацию по теме исследования, обобщает научные данные в соответствии с задачами исследования.

2. Оценочные материалы текущего контроля и критерии оценивания

Элементы текущего контроля:

- устный опрос;
- контрольная работа.

Устный опрос (ИОПК-2.2) предполагает ответы на вопросы по ранее изученному материалу.

Контрольная работа (ИОПК-2.2, ИПК-1.1) состоит из 2 теоретических вопросов и 1 задачи.

Перечень теоретических вопросов:

1. Эквивалентность формулировок Брэгга и Лауэ для дифракции рентгеновских лучей в кристаллах.
2. Дифракция рентгеновских лучей на монокристаллической и поликристаллической решетке. Атомный и геометрический структурный фактор.
3. Геометрия решеток Браве, примитивная и условная решетка. Примеры кристаллических структур.
4. Атомные плоскости и индексы Миллера.
5. Теория групп и ее применение к теории твердого тела на примере одномерного кристалла.
6. Трансляционная и точечная симметрия твердых тел. Примеры операций симметрии.
7. Классификация решеток Браве по симметрии.
8. Элементы симметрии и их свойства.
9. Кристаллические классы и их классификация по симметрии.
10. Симметричные и несимметричные пространственные группы.
11. Межатомные силы и классификация кристаллов по типу связи.
12. Атомные и ионные радиусы. Силы Ван-дер-Ваальса-Лондона.
13. Механизмы сил связи в ковалентных и ионных кристаллах.
14. Энергия Маделунга. Оценка равновесных параметров решетки и модуля всестороннего сжатия в ионных кристаллах.
15. Параметрические модели сил связи в кристаллах.
16. Вакансии и примеси в кристаллической решетке, их диффузия.
17. Линейные и плоские дефекты в твердом теле.

Примеры задачи:

Для трех соединений определить:

1. Вектора элементарной ячейки
2. Параметры решетки
3. Координаты атомов
4. Кристаллический класс

Примеры соединений:

- Ni_2MnGa
- ZrO_2
- KF
- ZnS
- Cu_3Au
- TiAl
- TiPd_3
- AlCo
- AuTi

Критерии оценивания:

Результаты контрольной работы определяются оценками «зачтено», «не зачтено».

Оценка «зачтено» выставляется, если даны правильные ответы практически на все теоретические вопросы и вопросы задачи.

Оценка «не зачтено» выставляется, если учащийся неправильно ответил на 2 и более теоретических вопроса или вопроса задачи.

3. Оценочные материалы итогового контроля (промежуточной аттестации) и критерии оценивания

Зачет в 5 семестре проводится в письменной форме по билетам.

Билет состоит из двух частей.

Первая часть представляет собой 3 теоретических вопроса, один из которых может являться задачей, проверяющих ИОПК-2.2. Ответы даются в развернутой форме.

Вторая часть содержит 1 дополнительный вопрос по курсу, проверяющий ИПК-1.1. Ответ на вопрос второй части дается в краткой форме, включающей интерпретацию полученных результатов.

Примерный перечень теоретических вопросов:

Вопрос 1. Перечислите кристаллические классы и дайте их краткую характеристику.

Вопрос 2. Объясните в чем отличие симморфной пространственной группы от несимморфной.

Вопрос 3. Задача. Докажите, что основные вектора обратной решетки удовлетворяют соотношению $b_1(b_2 \times b_3) = \frac{(2\pi)^3}{a_1(a_2 \times a_3)}$.

Примерный перечень дополнительных вопросов:

Вопрос 1. Объясните связь между кристаллическими классами и симметрией.

Вопрос 2. Что является физическим отражением границ первой зоны Бриллюэна?

Критерии оценивания:

Результаты контрольной работы определяются оценками «зачтено», «не зачтено».

Оценка «зачтено» выставляется, если даны правильные ответы на все теоретические вопросы, и приведены правильные рассуждения по дополнительному вопросу.

Оценка «не зачтено» выставляется, если учащийся неправильно ответил на 1 и более теоретических вопроса.

4. Оценочные материалы для проверки остаточных знаний (сформированности компетенций)

Тест

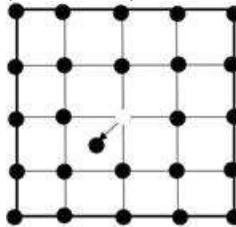
1. Укажите, в каких решетках два угла являются прямыми, а третий отличен от 90° (ИОПК-2.2)?

- а) гексагональной и моноклинной
- б) ромбической и моноклинной
- в) тригональной и ромбической
- г) тетрагональной и ромбической

2. Если какая-либо плоскость не пересекает ось X, то ее индекс Миллера по этой оси равен (ИОПК-2.2):

- а) бесконечности
- б) нулю
- в) единице
- г) не указывается

3. На рисунке изображен дефект (ИПК-1.1):



- а) примеси
- б) дислокации
- в) по Френкелю
- г) по Шотки

4. Энергия оптической ветви колебаний атомов в решетке, состоящей из атомов двух сортов (ИОПК-2.2):

- а) всегда меньше энергии акустических колебаний
- б) всегда больше энергии акустических колебаний
- в) может быть как больше, так и меньше энергии акустических колебаний
- г) больше или равна энергии акустических колебаний

5. Первый закон Фика формулируется следующим образом (ИПК-1.1):

- а) $J = -D(dc/dx)$;
- б) $J = D(dc/dx)$;
- в) $J = -D(dc/dt)$;
- г) $J = -D(dc/dt)$.

6. Фононы (ИПК-1.1):

- а) описываются статистикой Бозе-Эйнштейна;
- б) являются коллективными колебаниями кристаллической решетки;
- в) являются носителями энергии;
- г) являются носителями заряда.

7. Наиболее слабой является (ИОПК-2.2):

- а) ионная связь;
- б) ковалентная связь;

- в) молекулярная связь;
- г) металлическая связь.

8. Если вещество может существовать в разных кристаллических модификациях, то при этом (ИОПК-2.2):

- а) меняется плотность упаковки и координационное число;
- б) меняется плотность упаковки;
- в) меняется координационное число;
- г) ничего не меняется.

Ключи: 1 а), 2 б), 3 в), 4 б), 5 а), 6 а), 7 в), 8 а).

Задачи

Задача 1 (ИПК-1.1). Определите угол между связями в структуре алмаза.

Задача 2 (ИПК-1.1). Определите параметры обратной решетки для гексагональной решетки Браве.

Ответы:

Задача 1. $\arccos(-1/3)$.

Задача 2. $2\pi/c$, $4\pi/a\sqrt{3}$.

Информация о разработчиках

Кулькова Светлана Евгеньевна, доктор физико-математических наук, профессор, кафедра теоретической физики физического факультета ТГУ, профессор.