

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

Основы физики 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-2.1 – 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:

– тест;

– семинары.

Тест (ИОПК-2.1, ИПК-1.1):

1. Верно ли утверждение: «Любое твердое тело является кристаллическим»:

Да/Нет

2. Верно ли утверждение: «Кристаллизация – это процесс затвердевания вещества, который может происходить в исключительно чистых жидкостях/расплавах»:

Да/Нет

3. Выберите правильные утверждения:

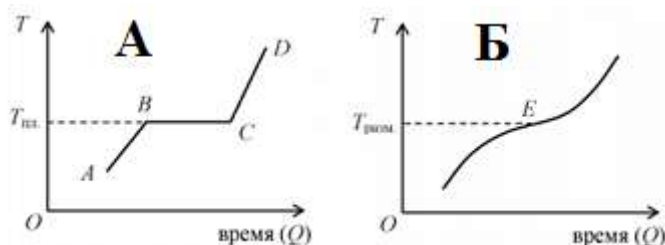
1) кристаллические тела обладают только дальним порядком

2) аморфные тела обладают как ближним, так и дальним порядком

3) кристаллические тела обладают как ближним, так и дальним порядком

г) аморфные тела обладают только дальним порядком.

4. Какой из приведенных ниже графиков описывает процесс, относящийся к аморфным, а какой – к кристаллическим телам?



1) А - описывает аморфное тело

2) А и Б - описывают кристаллическое тело

3) А - описывает кристаллическое тело

4) Б – описывает аморфное тело

5) А и Б - могут описывать как аморфное, так и кристаллическое тело.

5. Какие из перечисленных ниже понятий используются для описания кристаллических тел:

- 1) изотропия
- 2) кристаллическая решетка
- 3) дальний порядок
- 4) температура размягчения
- 5) базис

6. Верно ли утверждение: «Узлы кристаллической решетки образуют базис»:

Да/Нет

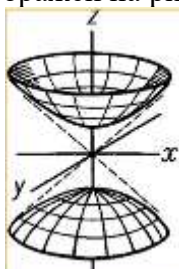
7. Что такое «Элементарная ячейка»?

- 1) это структурная комбинация наименьшего объема, имеющая наименьший комплекс атомов, позволяющая воспроизвести всю кристаллическую решетку.
- 2) это кратчайшее расстояние между одинаковыми точками/узлами в ряду.

8. Базисом ячейки называется:

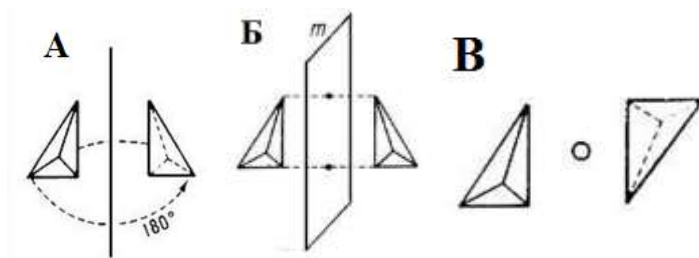
- 1) параллелограмм, вершинами которого являются узлы плоской сетки
- 2) это совокупность координат узлов, приходящихся на элементарную ячейку.

9. Какой вид симметрии кристалла изображен на рисунке?



- 1) трансляция
- 2) инверсия
- 3) отражение в плоскости.

10. Какой из рисунков отображает поворотную симметрию кристалла?



- 1) А
- 2) Б
- 3) В

11. Верно ли утверждение: «Трансляционная симметрия заключается в том, что при повороте кристалла на определенный угол, он полностью совместится сам с собой»

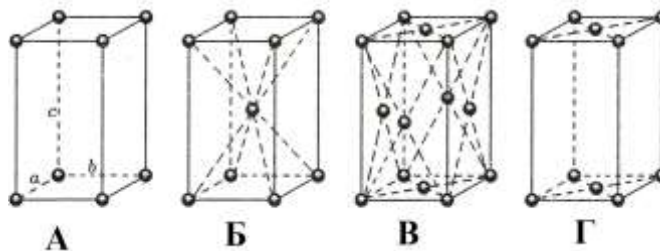
Да/Нет

12. Какие два вида симметрии совмещает в себе винтовая ось?



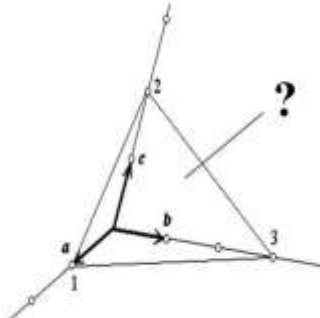
- 1) центр инверсии + параллельный перенос вдоль оси
- 2) отражение в плоскости + параллельный перенос вдоль оси
- 3) поворот около оси + параллельный перенос вдоль оси

13. На каком рисунке изображен базоцентрированный тип кристаллической решетки?



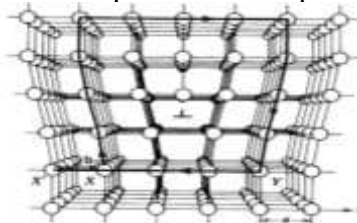
- а) Б
- б) Г
- в) В
- г) А

14. Определите индексы Миллера для указанной плоскости:



- а) $[6\ 2\ 3]$
- б) $(1\ 2\ 3)$
- в) $(6\ 2\ 3)$
- г) $[1\ 3\ 2]$

15. Какой вид дефекта кристаллической решетки изображен на рисунке?



- 1) атом внедрения
- 2) краевая дислокация
- 3) вакансия

Ключи: 1) нет; 2) нет; 3) 3; 4) 3, 4; 5) 1,2,3,5; 6) нет; 7) 1; 8) 2; 9) 2; 10) А; 11) нет; 12) 3; 13) б; 14) в; 15) 2.

Критерии оценивания: тест считается пройденным, если обучающий ответил правильно как минимум на 13 вопросов.

Семинары (ИОПК-2.1, ИПК-1.1)

Темы семинаров:

1. Кристаллические и аморфные тела. Кристаллическая решетка (КР) и ее описание. Элементы симметрии КР. Классификация КР. Индексы Миллера.
2. Дифракция в кристаллах. Обратная решетка.
3. Колебания кристаллической решетки.
4. Электроны в кристалле. Контактные явления.

По результатам семинарских занятий знания студентов оцениваются по следующим критериям: активность участия в обсуждении вопросов; демонстрация знаний по изученному теоретическому материалу; владение профессиональной терминологией; способность выстраивать логическую речь при ответах на поставленные вопросы.

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

Зачет в седьмом семестре проводится в устной форме по экзаменационным билетам. Билет содержит два теоретических вопроса из списка контрольных вопросов по курсу, проверяющих сформированность компетенции ОПК-2 и ПК-1 в соответствии с индикаторами ИОПК-2.1 и ИПК-1.1. Первый вопрос является «фундаментальным», ответ на него должен содержать логическую цепь рассуждений, как правило, включающую математические выкладки. Второй вопрос является «понятийным», то есть не требующим углубленного изложения. После ответа на билет студенту могут быть заданы уточняющие или дополнительные вопросы из открытого перечня вопросов экзаменационных билетов, направленные на проверку достижения ИОПК-2.1 и ИПК-1.1. Продолжительность зачета 1,5 часа.

1-й вопрос зачета («фундаментальный»)

1. Дать определения следующим понятиям: трансляция, узел, ячейка сетки, элементарная ячейка. Правила выбора элементарной ячейки. Как построить пространственную решетку.
2. Кристаллические и аморфные тела. Перечислить их основные отличия. Графически пояснить понятия «температура плавления» и «температура размягчения».
3. Симметрия кристаллов: что такое симметрия, симметрическое преобразование, группа симметрий; точечные группы симметрии; трансляционная симметрия; классификация кристаллических решеток (сингония, решетки Браве).
4. Обратная решетка: Правило построения обратной решетки. Вектор трансляции обратной решетки, два основных свойства вектора трансляции обратной решетки. Свойства базисных векторов обратной решетки.
5. Дифракция в кристаллах: Основные методы определения атомной структуры твердых тел. Закон Вульфа-Брега в прямом и обратном пространстве (пространстве волновых векторов). Уравнения Лауэ.
6. Построение Эвальда.
7. Колебание одномерной цепочки атомов с одним сортом атомов в цепочке. Дисперсионные кривые.
8. Колебания двухатомной одномерной цепочки атомов. Дисперсионные кривые.
9. Построение Эвальда. Зоны Бриллюэна.

10. Свойства контактов в системе металл-полупроводник в зависимости от возможных комбинаций работ выхода и типа полупроводника. Размер области обеднения носителями заряда барьеров Шоттки.

11. Контакт электронного и дырочного полупроводников. Вольтамперная характеристика в приближении диодной теории.

2-й вопрос зачета («понятийный»)

1. Типы химических связей в кристаллах и их особенности: насыщаемость, направленность, полярность.
2. Зоны Бриллюэна.
3. Ячейка Вигнера-Зейтца.
4. Количество ветвей колебаний в кристаллической решетке.
5. Электроны проводимости и дырки.
6. Диффузия и дрейф носителей заряда в полупроводнике. Общая формулировка системы уравнений. Состояние равновесия.
7. Правила определения индексов кристаллографического направления и кристаллографической плоскости.
8. Свойства вектора трансляции обратной решетки.
9. Дать определение для продольной и поперечной волны, акустические и оптические колебания.

Критерии оценивания:

1. При выставлении итоговой аттестации обучающегося используется система оценивания зачет/незачет. При этом зачет выставляется по величине суммарного балла, исходя из результатов ответов на зачете (60 баллов) и текущей аттестации в течение семестра (40 баллов). Отметка «зачет» выставляется при суммарном балле 80–100. В случае, если суммарный балл составляет менее 80, выставляется отметка «незачет».

2. К прохождению итогового контроля (промежуточной аттестации) допускаются студенты, получившие по результатам текущего контроля успеваемости в течение семестра не менее 35 баллов. Текущая аттестация включает: выполнение теста - 20 баллов и участие в семинарах – 20 баллов. При этом в течение семестра проводится четыре семинара. За участие в каждом из них студент получает по 5 баллов.

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

Теоретические вопросы (ИОПК-2.1 и ИПК-1.1):

1. Колебания одноатомной цепочки. Граничные условия.
Ответ должен содержать пояснение процессов, происходящих при колебании одноатомной цепочки, вывод выражения для граничных условий и графический рисунок.
2. Колебания двухатомной цепочки. Граничные условия.
Ответ должен содержать пояснение процессов, происходящих при колебании двухатомной цепочки, вывод выражения для граничных условий и графический рисунок.
3. Свойства координатных векторов обратной решетки.
Ответ должен содержать запись основных свойств координатных векторов о обратной решетки.
4. Свойства вектора трансляции обратной решетки.
Ответ должен содержать формулировки и запись свойств вектора трансляции обратной решетки, а также доказательство этих свойств.

5. Теплоемкость твердых тел. Решеточная теплоемкость. Электронная теплоемкость. Температурная зависимость решеточной и электронной теплоемкости.

Ответ должен включать объяснение природы возникновения данного свойства твердых тел, пояснять его сущность и сопровождаться записью необходимых формул/уравнений.

6. Дефекты в кристаллах.

Ответ должен содержать перечисление основных видов дефектов в кристаллах, возможных причин их возникновения. Должны даваться пояснения с использованием графических рисунков.

7. Заполнение энергетических зон электронами.

Ответ должен содержать объяснение образования энергетических зон из энергетических уровней атомов при образовании кристалла, сопровождаться графическими пояснениями.

Информация о разработчиках

Шипилова Анна Викторовна, кандидат технических наук, кафедра физики плазмы физического факультета ТГУ, доцент.