

**федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИЙ  
УНИВЕРСИТЕТ**

Кафедра высшей математики и физики

Фонд оценочных средств дисциплины

**Б1.О.02 Физические процессы в твердых телах**

Основная профессиональная образовательная программа  
высшего образования по направлению подготовки  
(сетевая форма реализации)

**03.04.01 Прикладные математика и физика**

Направленность (профиль):

**«Физические исследования инновационных материалов»**

Уровень

**Магистратура**

Форма обучения

**Очная**

Рассмотрена и утверждена на заседании кафедры

08.09.2022, протокол № 2

Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ Зайцева И.В.

Авторы-разработчики:

д.т.н., Дьяченко Н.В.,

к.т.н., Зубакин И.А.

**1. Паспорт Фонда оценочных средств по дисциплине**  
**«Физические процессы в твердых телах»**

**Таблица 1. Перечень оценочных средств текущего контроля**

№	Тема дисциплины	Формируемые компетенции	Наименование средств текущего контроля
<b>1 семестр</b>			
1	Кристаллическая решетка	ОПК-1.1; ОПК-1.2	Выполнение практической работы 1
2	Теория теплоемкости твердых тел.	ОПК-1.1; ОПК-1.2	Выполнение практической работы 2
	Текущий контроль успеваемости (ТКУ)	ОПК-1.1; ОПК-1.2	Тестирование
3	Статистика носителей заряда. Зонная теория твердых тел.	ОПК-1.1; ОПК-1.2	Выполнение практической работы 3
Формы промежуточной аттестации: 1 семестр - зачет с оценкой			
<b>2 семестр</b>			
4	Квазичастицы. Поглощение света кристаллами	ОПК-1.1; ОПК-1.2	Выполнение практической работы 4
5	Полупроводники	ОПК-1.1; ОПК-1.2	Выполнение практической работы 5
	Текущий контроль успеваемости (ТКУ)	ОПК-1.1; ОПК-1.2	Тестирование
6	Магнитные свойства вещества. Сверхпроводимость	ОПК-1.1; ОПК-1.2	Выполнение практической работы 6
Формы промежуточной аттестации: 2 семестр - экзамен			

**2. Перечень компетенций, с указанием этапов их формирования в процессе освоения дисциплины**

**Таблица 2. Перечень компетенций, формируемых в процессе освоения дисциплины**

Формируемые компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине, характеризующие этапы формирования компетенций	Виды оценочных средств
ОПК-1. Способен применять фундаментальные и прикладные знания в области физико-математических и	ОПК-1.1. Работает с объектами научного исследования, используя фундаментальные и прикладные знания в	Знать: <ul style="list-style-type: none"> <li>– основные явления и основные законы физики твердого тела и границы их применимости;</li> <li>– основные величины и</li> </ul>	Тестирование: Тестовые задания

Формируемые компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине, характеризующие этапы формирования компетенций	Виды оценочных средств
(или) естественных наук для решения профессиональных задач, в том числе в сфере педагогической деятельности	физике и математике.	<p>константы физики твердого тела, их определение, смысл, способы и единицы измерения;</p> <p>– фундаментальные опыты по физике твердого тела и их роль в развитии науки.</p>	
		<p>Уметь:</p> <p>— решать типовые задачи по физике твердого тела;</p> <p>— истолковывать смысл величин и понятий, используемых в физике твердого тела;</p> <p>— собирать необходимую научную информацию, структурировать и оформлять ее для представления слушателям.</p>	Тестирование: Тестовые задания
		<p>Владеть:</p> <p>– навыками проведения математических преобразований с физическими величинами для теоретического решения задач физики твердого тела;</p> <p>– основными подходами к решению задач в рамках физики твердого тела.</p>	Тестирование: Тестовые задания
	ОПК-1.2. Ведёт педагогическую деятельность в парадигме логико-исторического развития естественных наук.	<p>Знать:</p> <p>– основные взаимосвязи естественных наук;</p> <p>– фундаментальные законы естественных наук.</p>	Тестирование: Тестовые задания
		<p>Уметь:</p> <p>— решать типовые задачи по физике твердого тела;</p> <p>— истолковывать общие подходы и концепции в</p>	Тестирование: Тестовые задания

Формируемые компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине, характеризующие этапы формирования компетенций	Виды оценочных средств
		естественных науках.	
		Владеть: – навыками проведения математических преобразований с физическими величинами и подходами к решению задач для теоретического решения задач естественных наук.	Тестирование: Тестовые задания

### 3. Балльно-рейтинговая система оценивания

**Таблица 3. Распределение баллов по видам учебной работы – 1 и 2 семестры**

Вид учебной работы, за которую ставятся баллы	Баллы
Текущий контроль:	0-100
в том числе промежуточная аттестация	0-30
<b>ИТОГО</b>	<b>0-100</b>

**Таблица 3.1. Распределение баллов по текущему контролю**

1 семестр				
№	Вид работ	Min	Max	
1. Обязательная часть				
1.1	Текущий контроль успеваемости по проверке сформированности остаточных знаний:			
	Текущий контроль успеваемости (ТКУ). Тест	0	10	
1.2	Выполнение практических работ:			
1.2.1	Практическая работа №1. Решение задач на расчет кристаллических решеток, объем ячеек, коэффициент компактности.	6	10	
1.2.2	Практическая работа №2. Решение задач на расчет удельной теплоемкости, коэффициента теплопроводности, механических свойств твердых тел.	6	10	
1.2.3	Практическая работа №3. Нахождение концентраций носителей заряда, расчет энергии Ферми. Нахождение распределения электронов по скоростям, кинетических энергий и теплоемкости электронного газа в металлах.	8	10	
Итого баллов по обязательной части		20	40	
2. Вариативная часть				
2.1	Реферат по дисциплине «Физические процессы в твердых телах»	1	5	

2.2	Участие в НИРС	10	25
2.3	Участник клуба МиФ	1	10
2.4	Участие в олимпиаде (физика, математика)	5	10
2.4.1	участие	5	5
2.4.2	призер	10	10
2.5	Публикация в индексируемом журнале (совместно с преподавателем)	10	10
2.6	Акселерационная программа/ проект Росмолодежи	20	40
2.6.1	участие	20	20
2.6.2	грант	40	40
	Промежуточная аттестация по дисциплине	0	30
Итого баллов по вариативной части		40	60
Итого баллов по дисциплине			100

2 семестр			
№	Вид работ	Min	Max
1.	Обязательная часть		
1.1	Текущий контроль успеваемости по проверке сформированности остаточных знаний:		
	Текущий контроль успеваемости (ТКУ)	0	10
1.2	Выполнение практических работ:		
1.2.1	Расчет частот оптических и акустических фононов в кристаллической решетке на примере одномерного кристалла на основе теории Борна – Кармана.	6	10
1.2.2	Решение задач по расчету энергии образования электронно-дырочных пар, положений дна зон проводимости, концентраций носителей в полупроводниках Нахождение удельных проводимостей, сопротивлений полупроводников, подвижностей носителей.	6	10
1.2.3	Расчеты температуры фазового перехода при бозе – конденсации. Расчет теплоты фазового перехода в сверхпроводящее состояние в магнитном поле.	8	10
Итого баллов по обязательной части		20	40
2.	Вариативная часть		
2.1	Реферат «Физические процессы в твердых телах»	1	5
2.2	Участие в НИРС	10	25
2.3	Участник клуба МиФ	1	10
2.4	Участие в олимпиаде (физика, математика)	5	10
2.4.1	участие	5	5
2.4.2	призер	10	10
2.5	Публикация в индексируемом журнале (совместно с преподавателем)	10	10
2.6	Акселерационная программа/ проект Росмолодежи	20	40
2.6.1	участие	20	20
2.6.2	грант	40	40
	Промежуточная аттестация по дисциплине	0	30
Итого баллов по вариативной части		40	60
Итого баллов по дисциплине			100

Таблица 3.2. Конвертация баллов в итоговую оценку

Оценка	Баллы
--------	-------

Зачтено (отлично)	85-100
Зачтено (хорошо)	64-84
Зачтено (удовлетворительно)	40-63
Не зачтено (неудовлетворительно)	0-39

#### 4. Содержание оценочных средств текущего контроля. Критерии оценивания

Перечень учебно-методического и информационного обеспечения самостоятельной работы обучающихся по дисциплине, в том числе по подготовке к текущему контролю и промежуточной аттестации представлены в рабочих программах и методических рекомендациях для обучающихся по освоению дисциплины.

Перечень тестовых заданий, методика выполнения и критерии оценивания по темам дисциплины:

**Практическая работа №1.** Решение задач на расчет кристаллических решеток, объем ячеек, коэффициент компактности: расчет кристаллических решеток, объем ячеек, коэффициент компактности. Целью работы является формирование навыков применения фундаментальных знаний о строении вещества для решения количественных задач, связанных с расчетом параметров кристаллических решеток, таких как объем элементарной ячейки, координационное число и коэффициент заполнения пространства, что способствует пониманию взаимосвязи между микроскопическим строением и макроскопическими свойствами материалов.

Для решения задач по расчету кристаллических решеток, объема ячеек и коэффициента компактности необходимо: 1) определить тип решетки (ГЦК, ОЦК, ГПУ) по координационному числу и расположению частиц; 2) рассчитать параметр решетки ( $a$ ) и объем элементарной ячейки ( $V_{\text{ячейки}}$ ); 3) определить количество атомов в ячейке ( $n$ ) и их радиус ( $R$ ); 4) вычислить объем атомов в ячейке ( $V_{\text{атомов}}$ ); 5) рассчитать коэффициент компактности ( $K$ ), как отношение  $V_{\text{атомов}}$  к  $V_{\text{ячейки}}$ .

Письменный ответ по результатам выполнения практического задания.

**Практическая работа №2.** Решение задач на расчет удельной теплоемкости, коэффициента теплопроводности, механических свойств твердых тел: расчет удельной теплоемкости, коэффициента теплопроводности, механических свойств твердых тел. Письменный ответ по результатам выполнения практического задания.

Цель практической работы — научиться рассчитывать основные тепловые и механические характеристики твердых тел (удельную теплоемкость и коэффициент теплопроводности) путем решения практических задач, а также анализировать и формулировать выводы по результатам выполнения этих расчетов. По итогам выполнения задания необходимо составить письменный отчет, содержащий описание хода решения, полученные значения и их обсуждение.

Основные задачи работы:

Определение удельной теплоемкости: Расчет количества теплоты, необходимого для нагревания единицы массы вещества на один градус Цельсия (или Кельвина), используя соответствующие формулы и данные из таблиц.

Определение коэффициента теплопроводности: Вычисление показателя, характеризующего способность материала проводить теплоту, на основе заданных условий и формул теплопередачи.

Анализ механических свойств: Применение формул для расчета прочных характеристик твердых тел, таких как предел прочности или модуль упругости, на основе заданных нагрузок и размеров образцов.

Что должно быть в письменном ответе:

**Введение:** Краткое описание цели работы и теоретические основы расчета (формулы для удельной теплоемкости, теплопроводности и механических свойств).

**Ход решения:** Подробное описание решения каждой задачи с указанием используемых данных и формул.

**Расчетные значения:** Табличное или текстовое представление полученных числовых результатов (удельная теплоемкость, коэффициент теплопроводности, прочность и т. д.).

**Выводы:** Обобщение результатов расчетов, обсуждение их с точки зрения физических принципов и возможных погрешностей измерений.

Предоставить письменный ответ по результатам выполнения практического задания.

**Практическая работа №3.** Нахождение концентраций носителей заряда, расчет энергии Ферми. Нахождение распределения электронов по скоростям, кинетических энергий и теплоемкости электронного газа в металлах: расчет концентраций носителей заряда, расчет энергии Ферми, расчет распределения электронов по скоростям, кинетических энергий и теплоемкости электронного газа в металлах. Письменный ответ по результатам выполнения практического задания.

Целью данной практической работы является исследование свойств электронного газа в металлах путем нахождения концентраций носителей заряда, расчета энергии Ферми и определения распределения электронов по скоростям и кинетическим энергиям, а также вычисления теплоемкости электронного газа. По завершении работы необходимо представить письменный отчет с результатами всех расчетов и их анализом.

Этапы выполнения работы:

**Расчет концентраций носителей заряда:** Определить количество свободных электронов на единицу объема в исследуемом металле.

**Расчет энергии Ферми:** Вычислить энергию, которую имеют электроны при абсолютном нуле температуры, что является ключевым параметром электронного газа.

**Расчет распределения электронов по скоростям:** Определить, как электроны распределены по своим скоростям при заданных температурах, используя распределение Ферми-Дирака.

**Расчет распределения электронов по кинетическим энергиям:** На основе распределения по скоростям рассчитать распределение электронов по кинетическим энергиям, что покажет, сколько электронов имеют ту или иную энергию.

**Расчет теплоемкости электронного газа:** Вычислить теплоемкость, то есть количество теплоты, необходимое для изменения температуры электронного газа, учитывая его энергетическую структуру.

**Подготовка письменного отчета:** Представить в письменной форме все полученные расчетные значения, их анализ и выводы, сделанные по результатам исследования электронного газа в металлах.

Предоставить письменный ответ по результатам выполнения практического задания.

**Практическая работа №4.** Расчет частот оптических и акустических фононов в кристаллической решетке на примере одномерного кристалла на основе теории Борна – Кармана: расчет частот оптических и акустических фононов в кристаллической решетке на примере одномерного кристалла на основе теории Борна – Кармана.

Цель работы – теоретически рассчитать частоты акустических и оптических фононов в одномерной кристаллической решетке, используя модель Борна-Кармана, чтобы продемонстрировать, как дисперсионные соотношения для разных типов колебаний зависят от структуры кристалла и характеристик его атомов.

Основные задачи работы:

**Разработать математическую модель:** Построить модель одномерной кристаллической решетки, описывающую взаимодействие атомов через упругие связи (аналогичные пружинам).

**Описать движение атомов:** Использовать уравнения движения для атомов в решетке, учитывая как акустические (сдвиговые), так и оптические (внутренние) колебания.

Получить дисперсионные соотношения: Вывести математические зависимости частоты колебаний от волнового вектора ( $k$ ), которые и определяют свойства фононов.

Проанализировать результаты: Интерпретировать полученные дисперсионные соотношения для акустических и оптических мод, выявив особенности их поведения на основе теории Борна-Кармана.

Суть теории Борна-Кармана:

Атомы как точки: В этой модели атомы кристаллической решетки рассматриваются как точечные массы, а связи между ними – как упругие пружины.

Колебания: Атомы могут совершать колебания относительно своих равновесных положений, и эти колебания распространяются по кристаллу как волны – фононы.

Разделение на моды: Теория позволяет разделить все колебания решетки на два основных типа:

Акустические фононы: Атомы колеблются согласованно, как единое целое. На низких частотах их частота стремится к нулю, что соответствует звуковым волнам.

Оптические фононы: Атомы колеблются в противофазе относительно друг друга. Эти колебания возникают при наличии разных типов атомов в элементарной ячейке и связаны с оптическими свойствами кристалла.

Итоговая цель: Показать, как свойства одномерного кристалла, такие как масса атомов и сила межатомных связей, влияют на формирование акустических и оптических мод колебаний, и продемонстрировать применение математического аппарата теории Борна-Кармана для их расчета.

Предоставить письменный ответ по результатам выполнения практического задания.

**Практическая работа №5.** Решение задач по расчету энергии образования электронно-дырочных пар, положений дна зон проводимости, концентраций носителей в полупроводниках. Нахождение удельных проводимостей, сопротивлений полупроводников, подвижностей носителей: расчет удельных проводимостей, сопротивлений полупроводников, подвижностей носителей. Письменный ответ по результатам выполнения практического задания.

Цель практического задания — научить рассчитывать фундаментальные характеристики полупроводников: энергию образования электронно-дырочных пар, положение дна зоны проводимости и концентрации носителей заряда, а также удельные проводимости, сопротивления и подвижности носителей. Выполнение задания включает решение практических задач и подготовку письменного отчета с полученными результатами.

Задачи работы

Расчет энергии образования электронно-дырочных пар: определить минимальную энергию, необходимую для создания пары электрон-дырка.

Определение положения дна зоны проводимости: установить энергию, соответствующую нижнему уровню зоны проводимости полупроводника.

Расчет концентрации носителей заряда: найти количество электронов и дырок, участвующих в проводимости.

Нахождение удельных проводимостей и сопротивлений: определить способность материала проводить электрический ток и сопротивление образца.

Определение подвижностей носителей: рассчитать, насколько эффективно носители заряда перемещаются в полупроводнике под действием электрического поля.

Ключевые понятия

Электронно-дырочная пара: пара связанных заряженных носителей, образующихся при возбуждении электрона из валентной зоны в зону проводимости, оставляя после себя дырку.

Дно зоны проводимости: самая низкая по энергии точка в зоне проводимости, которая определяет минимальную энергию, необходимую для возбуждения электрона.



Удельная проводимость: свойство вещества проводить электрический ток, зависящее от концентрации и подвижности носителей.

Подвижность носителей: скорость, с которой носители заряда перемещаются в материале под действием электрического поля.

Результат выполнения задания

По результатам выполнения практического задания студент должен предоставить письменный отчет, который включает:

Решения конкретных задач.

Расчеты итоговых значений удельных проводимостей, сопротивлений и подвижностей носителей.

Анализ полученных данных и их сопоставление с теоретическими знаниями о полупроводниках.

Предоставить письменный ответ по результатам выполнения практического задания.

**Практическая работа №6.** Расчеты температуры фазового перехода при бозе – конденсации. Расчет теплоты фазового перехода в сверхпроводящее состояние в магнитном поле: расчеты температуры фазового перехода при бозе – конденсации, расчет теплоты фазового перехода в сверхпроводящее состояние в магнитном поле. Письменный ответ по результатам выполнения практического задания.

Цель работы – исследовать и рассчитать температуру фазового перехода при бозе-конденсации и определить теплоту фазового перехода в сверхпроводящее состояние под воздействием магнитного поля, а затем оформить результаты в виде письменного отчета.

#### 1. Цель работы

Расчет температуры бозе-конденсации: Определить критическую температуру, при которой происходит переход вещества в состояние бозе-конденсата, где большое число частиц находится в одном квантовом состоянии.

Расчет теплоты фазового перехода в сверхпроводящее состояние в магнитном поле: Вычислить энергию, выделяющуюся или поглощающуюся при переходе материала из нормального состояния в сверхпроводящее под действием внешнего магнитного поля.

#### 2. Методы и подходы

Для достижения поставленных целей могут быть использованы следующие методы:

Теоретический анализ: Применение принципов статистической физики и квантовой механики для вывода теоретических зависимостей температуры бозе-конденсации и теплоты фазового перехода.

Моделирование: Использование численных методов и компьютерного моделирования для решения уравнений и расчетов параметров фазовых переходов.

#### 3. Структура письменного отчета (пример)

Введение: Описание сути исследования, его актуальности и значимости для современной физики.

Теоретическая часть: Изложение физических принципов бозе-конденсации и сверхпроводимости, включая основные уравнения и модели.

Методика расчетов: Описание выбранных методов, алгоритмов и используемого программного обеспечения.

Результаты расчетов: Представление вычисленных значений температуры бозе-конденсации и теплоты фазового перехода, анализ их зависимости от внешних параметров (например, плотности частиц, напряженности магнитного поля).

Обсуждение результатов: Интерпретация полученных данных, сравнение с теоретическими предсказаниями и экспериментальными данными (при наличии).

Выводы: Обобщение результатов и формулирование заключений по проделанной работе.

#### 4. Важные моменты

В работе важно четко разграничить расчеты для бозе-конденсации (характерной для бозонов, например, атомов гелия при низких температурах) и для сверхпроводимости

(свойство электронов в некоторых материалах).

Уточнение конкретного материала или системы, для которой производятся расчеты, позволит выбрать наиболее подходящие физические модели и уравнения.

Предоставить письменный ответ по результатам выполнения практического задания.

**Таблица 4. Критерии оценивания практических заданий (1, 2, 4, 5)**

Критерий оценивания	Результат
Задания выполнены в полном объеме. Представлен письменный ответ Выявлены знания компетентности в рамках задания.	15 баллов
Задания выполнены частично. Представлен письменный ответ. Выявлены частичные знания компетентности в рамках задания.	6 баллов
Задания не выполнены. Не представлен письменный ответ. Знания компетентности в рамках задания не выявлены.	0 баллов

**Таблица 4.1. Критерии оценивания практических заданий (3, 6)**

Критерий оценивания	Результат
Задания выполнены в полном объеме. Представлен письменный ответ Выявлены знания компетентности в рамках задания.	10 балла
Задания выполнены частично. Представлен письменный ответ. Выявлены частичные знания компетентности в рамках задания.	8 балла
Задания не выполнены. Не представлен письменный ответ. Знания компетентности в рамках задания не выявлены.	0 баллов

**Таблица 4.2. Критерии оценивания заданий из вариативной части**

2.1	Реферат «Физические процессы в твердых телах»	1	5
2.2	Участие в НИРС	10	25
2.3	Участник клуба МиФ	1	10
2.4	Участие в олимпиаде (физика, математика)	5	10
2.4.1	участие	5	5
2.4.2	призер	10	10
2.5	Публикация в индексируемом журнале (совместно с преподавателем)	10	10
2.6	Акселерационная программа/ проект Росмолодежи	20	40
2.6.1	участие	20	20
2.6.2	грант	40	40
	Промежуточная аттестация по дисциплине	0	30
Итого баллов по вариативной части		40	60
Итого баллов по дисциплине			100

## **5. Содержание оценочных средств промежуточной аттестации. Критерии оценивания**

Форма проведения зачёта с оценкой: устный ответ на два вопроса в билете

### **Перечень вопросов для подготовки к зачету с оценкой**

#### **Компетенции: ОПК-1**

1. Структуру твердых тел (кристаллические и аморфные), механические свойства (упругость, пластичность), тепловые свойства (теплопроводность), электрические свойства (проводники, диэлектрики, полупроводники), магнитные свойства (ферромагнетизм, диамагнетизм) и оптические свойства (поглощение, отражение).
2. Взаимодействие частиц и возникновение деформаций под действием сил.
3. Структура и свойства твердых тел.
4. Кристаллическое и аморфное состояние: различие между упорядоченным расположением атомов в кристаллической решетке и хаотичным расположением в аморфных телах.
5. Связи между частицами: электрическая природа взаимодействия молекул в твердых телах.
6. Деформации: упругая (временное изменение формы) и неупругая (постоянное изменение формы) деформация.
7. Механические процессы.
8. Механические свойства: упругость, пластичность и хрупкость как способность тел сопротивляться изменению формы или восстанавливать ее.
9. Силы упругости: силы, возникающие в деформированных телах и препятствующие деформации.
10. Тепловые свойства.
11. Теплопроводность: процесс переноса теплоты в твердом теле за счет колебаний частиц.
12. Электрические свойства.
13. Проводники, диэлектрики и полупроводники: классификация материалов по их способности проводить электрический ток, а также понимание зонной теории для описания электронных свойств.
14. Магнитные свойства.
15. Ферромагнетизм, диамагнетизм, парамагнетизм: различные типы магнитной восприимчивости материалов.
16. Оптические свойства.
17. Поглощение, отражение, преломление: взаимодействие света с веществом, например, прозрачность, непрозрачность, цветность.

### **Перечень вопросов для подготовки к экзамену**

#### **Компетенции: ОПК-1**

Основные темы и вопросы:

18. Деформация и упругость.
19. Что такое деформация и какие типы деформаций существуют (упругая, пластическая)?
20. Каковы основные законы, описывающие упругость твердых тел (например, закон Гука)?
21. Каковы механические свойства, связанные с деформацией: прочность, пластичность, хрупкость?
22. Кристаллические и аморфные тела.

23. Чем отличаются кристаллические и аморфные твердые тела?
24. Что такое кристаллическая решетка и дальний порядок в расположении атомов?
25. Какая естественная форма у кристаллов?
26. Механические свойства твердых тел.
27. Определите и дайте характеристику свойствам: прочность, пластичность, хрупкость, твердость.
28. Как внешние нагрузки влияют на изменение формы и разрушение твердых тел?
29. Взаимодействие частиц в твердом теле.
30. Как располагаются частицы в твердом теле и какие силы между ними действуют?
31. Влияние сил взаимодействия на структуру твердого тела.

**Таблица 5. Критерии оценивания промежуточной аттестации в форме зачета с оценкой (экзамена)**

Критерий оценивания	Баллы
Обучающийся ответил на два вопроса в билете. Продemonстрировал знания по формируемым компетенциям в полном объеме (приводились доводы и объяснения). Знания освоения компетенций выявлены.	30 баллов
Обучающийся ответил частично на два вопроса в билете. Продemonстрировал знания по формируемым компетенциям частично. Постиг смысл изучаемого материала (может высказать вербально, четко и ясно, или конструировать новый смысл, новую позицию). Знания освоения компетенций выявлены частично.	15 баллов
Обучающийся не ответил на вопросы в билете. Не может согласовать свою позицию или действия относительно обсуждаемой тематике. Знания освоения компетенций не выявлены.	0 баллов

### Примерные тестовые задания

*Задание 1. Выберите правильный вариант ответа.*

Что такое кристаллы?

1. Любые твёрдые тела.
2. Твёрдые тела, в которых атомы (ионы, молекулы) расположены строго периодически, образуя геометрически закономерную структуру.
3. Тела, в которых частицы находятся на расстояниях, значительно превышающих их размеры.
4. Вещества, у которых вязкость быстро возрастает с понижением температуры, что затрудняет перемещение молекул.
5. Вещества, у которых существует только ближний порядок в расположении атомов.

Ответ: \_\_\_\_\_

*Задание 2. Выберите правильный вариант ответа.*

Что представляет собой поликристалл?

1. Отдельный кристалл, имеющий непрерывную кристаллическую решётку.
2. Твердое тело, в котором ближайшие (соседние) атомы расположены почти периодически

относительно некоторого произвольного атома, но на больших, по сравнению с межатомными, расстояниях дальний порядок исчезает.

3. Скопления беспорядочно ориентированных мелких кристалликов (зерен).

4. Тело, находящееся в твердом состоянии.

5. Полупроводниковые кристаллы кремния.

Ответ: \_\_\_\_\_

*Задание 3. Выберите правильный вариант ответа.*

Сколько точечных классов существует в кристаллографии?

1. 32.

2. 230.

3. 180.

4. 90.

5. 360.

Ответ: \_\_\_\_\_

*Задание 4. Выберите правильный вариант ответа.*

Оси симметрии каких порядков возможны в кристаллах?

1. Любых порядков.

2. 1, 2, 3, 4, 6 порядков.

3. 2, 3, 4, 5, 6 порядков.

4. 6, 7, и т.д. порядков.

5. 4, 5, 6 порядков.

Ответ: \_\_\_\_\_

*Задание 5. Выберите правильный вариант ответа.*

Сколько кристаллических систем (сингоний) существует в геометрической кристаллографии?

1. 14.

2. 3.

3. 7.

4. 5.

5. 1.

Ответ: \_\_\_\_\_

*Задание 6. Выберите правильный вариант ответа.*

Ближе всех к пониманию истинной структуры кристаллов подошёл:

1. Гуглиельмини.

2. Аюи.

3. Волластон.

4. Браве.

5. Дебай.

Ответ: \_\_\_\_\_

*Задание 7. Выберите правильный вариант ответа.*

Кто из учёных положил в основу строения кристаллов закон кристаллографии, утверждающий, что всякий кристалл состоит из параллелоэдров (многогранников, расположенных в параллельном положении друг к другу и соприкасающихся целыми гранями).

1. Браве.
2. Фёдоров.
3. Шёнфлис.
4. Кюри.
5. Дебай.

Ответ: \_\_\_\_\_

*Задание 8. Выберите правильный вариант ответа.*

Развитие представлений о природе кристаллов шло в следующей последовательности:

1. Браве, Фёдоров, Шёнфлис.
2. Фёдоров, Браве, Шёнфлис.
3. Браве, Фёдоров, Аюи.
4. Браве, Фёдоров, Волластон.
5. Планк, Фёдоров, Шёнфлис.

Ответ: \_\_\_\_\_

*Задание 9. Выберите правильный вариант ответа.*

Развитие представлений о тепловых свойствах твёрдых тел шло в следующей последовательности:

1. Теория Больцмана, закон Дюлонга и Пти, теория Эйнштейна, теория Дебая, теория Борна и Кармена.
2. Теория Больцмана, теория Эйнштейна, закон Дюлонга и Пти, теория Дебая, теория Борна и Кармена.
3. Теория Больцмана, теория Дебая, теория Эйнштейна, закон Дюлонга и Пти, теория Борна и Кармена.
4. Теория Борна и Кармена, теория Больцмана, закон Дюлонга и Пти, теория Эйнштейна, теория Дебая.
5. Теория Борна и Кармена, закон Дюлонга и Пти, теория Больцмана, теория Эйнштейна, теория Дебая.

Ответ: \_\_\_\_\_

*Задание 10. Выберите правильный вариант ответа.*

Теории Эйнштейна и Дебая теплоёмкости твёрдого тела опиралась на теорию

1. Планка.
2. Ньютона.
3. Борна и Кармена.
4. Дюлонга и Пти
5. Фарадея.

Ответ: \_\_\_\_\_

*Задание 11. Выберите правильный вариант ответа.*

Если какая-либо плоскость не пересекает ось  $Z$ , то её индекс Миллера по этой оси равен:

1. Нулю.
2. Бесконечности.
3. Единице.
4. Не указывается.
5. Является отрицательным числом.

Ответ: \_\_\_\_\_

*Задание 12. Выберите правильный вариант ответа.*

На грань кристаллической каменной соли падает параллельный пучок рентгеновского излучения с длиной волны 147 пм. Дифракционный максимум второго порядка наблюдается, когда излучение падает под углом  $31^{\circ}30'$  к поверхности кристалла. Чему равно расстояние между атомными плоскостями?

1. 0,28 нм.
2. 0,25 нм.
3. 0,31 нм.
4. 0,33 нм.
5. 0,35 нм.

Ответ: \_\_\_\_\_

*Задание 13. Выберите правильный вариант ответа.*

Какова длина волны монохроматического рентгеновского излучения, падающего на кристалл кальцита, если дифракционный максимум первого порядка наблюдается при угле между направлением падающего излучения и гранью кристалла  $3^{\circ}$ , а расстояние между атомными плоскостями равно 0,3 нм.

1. 29 пм.
2. 31 пм.
3. 33 пм.
4. 35 пм.
5. 37 пм.

Ответ: \_\_\_\_\_

*Задание 14. Выберите правильный вариант ответа.*

Параллельный пучок рентгеновского излучения падает на грань кристалла и под углом  $65^\circ$  к плоскости грани наблюдается максимум первого порядка. Чему равна длина волны рентгеновского излучения, если расстояние между атомными плоскостями кристалла 280 пм?

1. 500 пм.
2. 510 пм.
3. 520 пм.
4. 506 пм.
5. 550 пм.

Ответ: \_\_\_\_\_

*Задание 15. Выберите правильный вариант ответа.*

Отрезки, отсекаемые плоскостью на координатных осях, равны  $1/2$ ,  $2/3$ , 1. Чему равны индексы Миллера для этой плоскости?

1. (4 3 2).
2. (2 3 2).
3. (3 3 2).
4. (1 3 2).
5. (1 5 6).

Ответ: \_\_\_\_\_

*Задание 16. Выберите правильный вариант ответа.*

От модели гармонического осциллятора по классической механике пришлось отказаться, так как полученное по этой теории значение теплоёмкости кристалла

1. Постоянно при изменении температуры в широких пределах.
2. Резко уменьшается с уменьшением температуры.
3. Резко увеличивается с уменьшением температуры.
4. Резко уменьшается с увеличением температуры.
5. Резко увеличивается с увеличением температуры.

*Задание 17. Выберите правильный вариант ответа.*

Чему равна средняя энергия линейного одномерного квантового осциллятора при температуре, равной характеристической температуре Эйнштейна, равной 200 К.

1.  $7 \times 10^{-21}$  Дж.
2.  $6 \times 10^{-21}$  Дж.
3.  $5 \times 10^{-21}$  Дж.
4.  $4 \times 10^{-21}$  Дж.
5.  $3 \times 10^{-21}$  Дж.



*Задание 18. Выберите правильный вариант ответа.*

Чему равна частота колебаний атомов серебра по теории теплоёмкости Эйнштейна, если характеристическая температура Эйнштейна равна 165 К.

1. 1,43 ТГц.
2. 2,43 ТГц.
3. 3,43 ТГц.
4. 4,43 ТГц.
5. 5,43 ТГц.

Ответ: \_\_\_\_\_

*Задание 19. Выберите правильный вариант ответа.*

Чему равна молярная нулевая энергия кристалла меди по теории Дебая, если характеристическая температура Дебая для меди равна 320 К.

1. 1,99 кДж/моль.
2. 2,99 кДж/моль.
3. 3,99 кДж/моль.
4. 4,99 кДж/моль.
5. 5,99 кДж/моль.

Ответ: \_\_\_\_\_

*Задание 20. Выберите правильный вариант ответа.*

Чему равна максимальная частота собственных колебаний в кристалле золота по теории Дебая, если характеристическая температура Дебая для золота равна 180 К.

1.  $6,35 \times 10^{13} \text{ с}^{-1}$ .
2.  $5,35 \times 10^{13} \text{ с}^{-1}$ .
3.  $4,35 \times 10^{13} \text{ с}^{-1}$ .
4.  $3,35 \times 10^{13} \text{ с}^{-1}$ .
5.  $2,35 \times 10^{13} \text{ с}^{-1}$ .

Ответ: \_\_\_\_\_