



УТВЕРЖДАЮ

Председатель приемной комиссии УдГУ  
Ректор Г.В. Мерзлякова  
«25» 2021 г.

**Программа и правила проведения вступительного испытания (собеседования) при приеме на обучение по направлению подготовки «Физика» (по программе магистратуры «Физика конденсированного состояния вещества»).**

**1. Правила проведения вступительного испытания:**

Вступительное испытание оценивается по 70-балльной шкале. Минимальное количество баллов, подтверждающее успешное прохождение вступительного испытания, составляет 30 баллов.

От 60 до 70 баллов абитуриент получает за полное, всестороннее изложение материала по вопросам, умение из общего объема знаний выделить необходимое для ответа именно на поставленные вопросы, грамотное, логичное изложение своих знаний;

От 45-59 баллов ставится за полное изложение вопросов при наличии отдельных неточностей, допущенных при определении понятий, изложении содержания материала;

От 30-44 баллов оценивается ответ, в котором абитуриент недостаточно полно раскрыл содержание вопроса, допустил ошибки при изложении материала.

Неудовлетворительная оценка (до 29 баллов) выставляется при отсутствии ответа хотя бы на один вопрос, а также в тех случаях, когда абитуриент не смог правильно ответить на содержание вопросов, допустил грубые ошибки при изложении материала.

**2. Программа вступительного испытания**

- Точечная симметрия кристаллов. Понятие симметрии кристаллов и преобразований. Элементы симметрии кристаллов. Элементы теории групп. 32 точечных кристаллографических класса (группы) симметрии и их обозначения.
- Пространственная решетка кристалла, основная особенность кристаллического состояния веществ. Однородность и дискретность кристаллического состояния вещества. Дискретность и непрерывность. Понятие пространственной решетки. Пространственная решетка и структура кристалла. Элементарная ячейка.
- Трансляционная симметрия кристаллов. Кристаллографические системы координат. 14 трансляционных решеток Бравэ. Кристаллографические символы узлов, узлового ряда, узловой (кристаллографической) плоскости. Трансляционные элементы симметрии.

- Обратная решетка и ее кристаллографическое применение. Геометрический смысл узлов обратной решетки, свойства векторов обратной решетки. Расчетные формулы структурной кристаллографии. Зона Бриллюэна. Ее вид для Ge.
- Кристаллографическая структура и ее основные характеристики. Плотнейшие упаковки. Структурный тип и изоструктурность. Изоморфизм и полиморфизм. Политипия. Примеры кристаллических структур.
- Дифракционные методы исследования кристаллов. Рассеяние рентгеновских лучей на кристаллах. 3 экспериментальных метода получения дифракции (метод порошка, Лауэ, вращения). Интенсивность дифракционных лучей, структурная амплитуда, ее связи с пространственной симметрией и атомной структурой кристалла. Основные принципы определения атомной структуры.
- Дефекты в кристаллах. Классификация дефектов. Тепловые, точечные дефекты. Равновесная концентрация точечных дефектов. Радиационные дефекты.
- Дислокации. Контур и вектор Бюргерса. Напряжения, необходимые для образования дислокаций в совершенном кристалле. Движение дислокаций. Дефекты упаковки и частичные дислокации. Границы зерен.
- Механические свойства твердых тел. Напряженное и деформированное состояние твердых тел. Тензор напряжения и тензор деформации. Обобщенный закон Гука. Модули упругости и упругие постоянные для кристаллов различных классов симметрии. Пластические свойства твердых тел. Вязкое разрушение. Хрупкое разрушение.
- Колебания атомов кристаллической решетки и тепловые свойства твердых тел. Упругие волны в кристаллах. Колебания одноатомной линейной цепочки. Колебания атомов трехмерной решетки. Спектр собственных частот. Акустические и оптические ветви. Нормальные колебания. Фононы. Рассеивание фононов. Локальные колебания в неидеальных кристаллах.
- Теплоемкость твердых тел. Теории Эйнштейна, Дебая. Тепловое расширение твердых тел. Диффузия в твердых телах.
- Основы зонной теории и электрические свойства. Классификация твердых тел по электропроводности. Модель свободных электронов в металлах. Уравнение Шредингера для электронов, движущихся в потенциальном периодическом поле кристаллической решетки. Одноэлектронное приближение.
- Волновые функции электрона в периодическом поле. Функции Блоха. Зона Бриллюэна. Движение электрона в кристалле, находящемся в постоянном электрическом поле. Эффективная масса электрона. Плотность состояний. Электроны и дырки как квазичастицы в кристаллах.

- Металлы, диэлектрики и полупроводники с точки зрения зонной теории твердого тела. Понятия о  $E_{gi}$ ,  $E_{gd}$ . Локализованные состояния, связанные с поверхностью. Зависимость электропроводности металлов и полупроводников от температуры.
- Физические свойства диэлектриков. Электропроводность диэлектриков. Поляризация диэлектриков. Механизмы поляризации. Связь между диэлектрической проводимостью и поляризуемостью. Частотная зависимость диэлектрической проницаемости. Некоторые особенности поляризации нецентросимметричных кристаллов. Пьезо, сегнето, пиро – электрики. Пробой диэлектриков.
- Оптические свойства твердых тел. Длинноволновой край поглощения. Виды взаимодействия света с твердым телом. Оптические константы. Поглощение света кристаллами. Рекомбинационное излучение в полупроводниках. Спонтанное и индуцированное излучения. Твердотельные лазеры.
- Магнитные свойства твердых тел. Классификация магнетиков. Диамагнетизм и парамагнетизм твердых тел. Обменное взаимодействие и его роль в возникновении ферромагнетизма.
- Антиферромагнетизм и ферримагнетизм. Ферромагнитные домены. Электронный парамагнитный резонанс. Свойства электронов в твердых телах в сильных магнитных полях. Уровни Ландау.
- Сверхпроводимость.

### **3. Перечень рекомендуемой литературы для подготовки к вступительному испытанию**

#### **Основная литература**

1. Ашкрофт Н., Мермин Н. Физика твердого тела. М., Мир, 1979.
2. Павлов П.В., Хохлов А.Ф. Физика твердого тела. М., ВШ., 1985.
3. Блейкмор Дж. Физика твердого тела. М., Мир, 1988.

#### **Дополнительная литература**

1. Киттель Ч. Введение в физику твердого тела. М., Наука, 1978.
2. Современная кристаллография, т.1.
3. Займан Дж. Принципы теории твердого тела. М., Мир, 1974, 472 с.
4. Борисова М.Э., Койков С.И. Физика диэлектриков. Изд. Лен. Ун-т, 1979.
5. Ансельм. Введение в физику полупроводников.