

МИНИСТЕРСТВО ПРОСВЕЩЕНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ПЕДАГОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
им. А. И. ГЕРЦЕНА

Программа вступительного испытания
по специальной дисциплине
«Физика конденсированного состояния»

**для поступления на программу подготовки научных и
научно-педагогических кадров в аспирантуре**

по научной специальности
1.3.8 Физика конденсированного состояния

Санкт-Петербург
2025

СТРУКТУРА ВСТУПИТЕЛЬНОГО ИСПЫТАНИЯ

Пояснительная записка

Цель и задачи вступительного испытания

Цель вступительного экзамена – определение широты и глубины научного кругозора в области физики, поступающего в аспирантуру, установление уровня теоретической и практической подготовленности к выполнению исследовательской деятельности в области физики, решению профессиональных исследовательских задач по специальности «Физика конденсированного состояния».

В аспирантуру при РГПУ им. А. И. Герцена по физике конденсированного состояния могут поступать выпускники вузов физического, физико-математического, физико-технического, физико-естественно-научного, физико-педагогического профилей, у которых физика была профилирующей наукой, или одной из профилирующих наук. При этом даже успешные выпускники могли не специализироваться в области физики конденсированного состояния во время обучения в вузе. Поэтому в основу программы вступительного экзамена в аспирантуру по физике конденсированного состояния положена программа государственного экзамена по профилирующему вузовскому курсу физики.

Задачи:

1. Диагностировать уровень сформированности базовых знаний в области физики в объеме программы государственного экзамена по профилирующей дисциплине – физике.
2. Осуществить оценку способности поступающих в аспирантуру вести научные исследования, научные дискуссии, делать обобщения и формулировать научные выводы в области физики конденсированного состояния и смежных областях.

Форма и порядок проведения вступительного испытания

Экзамен проводится в устной форме. Процедура экзамена предусматривает ответы на 2 вопроса билета. Ответ и беседа по первому вопросу направлены, в основном, на выявление общей эрудиции поступающего в области физики. Второй вопрос направлен на выявление готовности поступающего к исследовательской работе, включая направление физики конденсированного состояния.

Ответы на устные вопросы должны отражать полное понимание физической сущности рассматриваемых явлений и закономерностей, знание законов и теорий, умение подтвердить их конкретными примерами, представления о простых способах измерения наиболее распространенных на практике физических величин.

Основные требования к уровню подготовки абитуриента

Поступающие в аспирантуру по данной специальности должны иметь диплом специалиста или магистра государственного образца о высшем образовании в области физико-математических, технических наук или соответствующего педагогического образования. При этом желателен опыт подготовки научных публикаций и выпускной квалификационной работы в области физики конденсированного состояния.

Лица, имеющие высшее образование, принимаются в аспирантуру по результатам сдачи вступительных экзаменов на конкурсной основе.

Программа вступительного испытания (основное содержание)

Основные вопросы

Кинематика материальной точки и твердого тела

Предмет кинематики. Способы описания движения материальной точки. Кинематические характеристики движения материальной точки при различных способах описания движения. Кинематика вращательного движения твердого тела. Связь характеристик движения отдельных материальных точек с движением всего твердого тела. Сложение

движений.

Динамика материальной точки

Представления классической физики о пространстве и времени. Первый закон Ньютона. Инерциальные системы отсчета. Преобразования Галилея. Второй и третий законы Ньютона. Принцип относительности Галилея. Импульс материальной точки. Второй закон Ньютона как закон изменения импульса. Неинерциальные системы отсчета. Силы инерции при поступательном и вращательном движении систем отсчета. Проявление сил инерции в системе координат, связанной с Землей.

Динамика системы материальных точек и основы динамики твердого тела

Импульс системы материальных точек, закон его изменения и сохранения. Центр масс. Теорема о движении центра масс. Момент импульса системы материальных точек, закон его изменения и сохранения. Законы сохранения импульса и момента импульса, их связь со свойствами симметрии пространства. Основное уравнение динамики твердого тела. Момент инерции. Вращение твердого тела относительно неподвижной оси. Момент импульса твердого тела, закон его изменения и сохранения.

Закон сохранения энергии в механике

Работа силы при перемещении материальной точки. Закон изменения кинетической энергии материальной точки, системы материальных точек и твердого тела. Консервативные силы. Работа консервативных сил. Потенциальная энергия. Закон сохранения механической энергии консервативной системы. Закон сохранения энергии и однородность времени. Диссипативные силы. Закон изменения механической энергии. Закон всемирного тяготения Ньютона. Движение в поле гравитационных сил. Космические скорости.

Основные положения релятивистской физики

Экспериментальные основы специальной теории относительности. Постулаты специальной теории относительности. Относительность одновременности. Преобразования Лоренца. Преобразования временных и пространственных интервалов. Релятивистский закон сложения скоростей. Эффект Доплера в оптике. Основы релятивистской динамики материальной точки: уравнение движения, импульс, энергия, связь энергии с импульсом, соотношения энергии и массы. Закон сохранения энергии–импульса в релятивистской механике. Энергия и масса системы частиц, дефект массы.

Колебания

Механические и электрические колебания, условия их возникновения. Гармонические колебания, их основные характеристики. Сложение колебаний. Энергия при гармонических колебаниях. Затухающие колебания, логарифмический декремент затухания, добротность. Колебательный контур. Вынужденные колебания. Резонанс. Генерация незатухающих колебаний. Нелинейные колебания, автоколебания. Колебания в связанных системах. Неустойчивости колебательных систем.

Упругие волны

Упругость, пластичность и прочность твердых тел. Распространение колебаний в упругой среде. Продольные и поперечные волны. Уравнение плоской гармонической бегущей волны. Волновое уравнение. Скорость распространения упругих волн. Перенос энергии в волне, вектор Умова. Стоячие волны, колебания струны. Эффект Доплера. Звук, характеристики звука. Ультразвук и инфразвук. Нелинейные волны, ударные волны, солитоны.

Первое начало термодинамики

Термодинамические системы. Равновесные и неравновесные состояния. Параметры состояния, уравнения состояния. Обратимые (квазистатические) процессы. Внутренняя энергия термодинамической системы. Работа и теплопередача, количество теплоты. Закон сохранения и превращения энергии термодинамической системы (первое начало термодинамики). Теплоемкость системы, зависимость ее от типа процесса. Удельная и молярная теплоемкость. Теплоемкость идеального газа при изохорическом и изобарическом процессах. Представления о квантовой теории теплоемкости газов. Экспериментальное определение теплоемкости газа.

Второе начало термодинамики

Качественное различие процессов совершения механической работы и теплопередачи. Тепловые машины. Формулировки Томсона и Клаузиуса второго начала термодинамики и их эквивалентность. Цикл Карно и теоремы Карно. Термодинамическая шкала температуры и эмпирические шкалы температур. Термодинамическое определение энтропии. Необратимые процессы. Неравенство Клаузиуса. Второе начало термодинамики как закон возрастания энтропии при необратимых процессах в теплоизолированной системе. Статистический характер необратимости реальных макроскопических процессов. Второе начало термодинамики в применении к неравновесным процессам. Кинетические фазовые переходы. Процессы самоорганизации в условиях, далеких от термодинамического равновесия.

Явления переноса

Хаотическое движение молекул. Средняя длина свободного пробега и среднее время свободного пробега молекул газа. Равновесная функция распределения молекул по длинам свободного пробега. Диффузия, внутреннее трение и теплопроводность газов. Основы молекулярно-кинетической теории явлений переноса в газах в линейном приближении, связь между коэффициентами переноса. Диффузия молекул и дрейф в силовом поле, понятие о подвижности молекул. Связь между коэффициентом диффузии и подвижностью, формула Эйнштейна. Нестационарные явления переноса в газах. Время установления стационарного (равновесного) состояния в газах.

Основные положения статистической физики

Статистическое описание систем из большого числа частиц. Функция распределения вероятности и средние значения физических величин. Элементарный вывод основного уравнения кинетической теории газов. Средняя энергия молекул и температура. Идеальный газ. Распределение молекул по скоростям, опыт Штерна. Барометрическая формула. Ансамбли Гиббса. Каноническое и большое каноническое распределения Гиббса. Распределения Бозе-Эйнштейна, Ферми-Дирака.

Идеальные и реальные газы. Жидкости. Фазовые переходы

Идеальный газ, уравнение состояния идеального газа. Изопроцессы в идеальном газе. Реальные газы, уравнение Ван-дер-Ваальса. Изотермы Ван-дер-Ваальса и Эндрюса, метастабильные состояния. Критическое состояние. Эффект Джоуля-Томсона, сжижение газов. Разделение системы на фазы. Равновесие фаз. Диаграмма состояния. Тройная точка. Жидкости. Особенности структуры, хаотического движения и явлений переноса в жидкостях. Поверхностное натяжение. Фазовые переходы жидкость-твердое тело.

Электрическое поле в вакууме

Электрические заряды. Закон Кулона. Напряженность электрического поля и единицы ее измерения. Суперпозиция электрических полей. Теорема Гаусса. Дифференциальная форма теоремы Гаусса. Независимость работы электростатических сил от пути. Потенциал. Уравнение Пуассона. Методы измерения разности потенциалов. Поле диполя, заряженной плоскости, равномерно заряженной сферы.

Проводники в электрическом поле

Различие между проводниками и изоляторами. Избыточные заряды в проводниках, условия их равновесия. Проводники во внешнем электростатическом поле. Распределение зарядов по поверхности проводника и электрическое поле вблизи его поверхности. Емкость проводника. Конденсаторы, плоский конденсатор. Соединения конденсаторов. Методы измерения емкости. Энергия заряженного конденсатора. Энергия и плотность энергии электрического поля.

Диэлектрики в электрическом поле

Диэлектрик во внешнем электрическом поле. Поляризация диэлектрика. Связанные поверхностные заряды. Вектор электрической поляризации. Напряженность электрического поля и вектор электрической индукции в диэлектриках. Теорема Гаусса для вектора электрической индукции в интегральной и дифференциальной формах. Граничные условия для векторов напряженности и индукции электростатического поля в диэлектриках. Механизмы поляризации диэлектриков. Пьезоэффект и пьезоэффект. Сегнетоэлектрики.

Электреты.

Электрический ток

Ток проводимости, конвекционный ток и ток смещения. Вектор плотности тока проводимости и тока смещения, сила тока. Линии тока, их замкнутость. Электрический ток в сверхпроводнике. Условия поддержания постоянного тока в цепи с сопротивлением. Закон Ома в интегральной форме для пассивного и активного участков цепи и замкнутой цепи. Электродвижущая сила и напряжение. Закон Ома в дифференциальной форме. Разветвленные цепи, правила Кирхгофа. Превращение энергии в цепи постоянного тока, закон Джоуля–Ленца.

Природа электрического тока в электролитах, газах и вакууме

Электрическая диссоциация ионных молекул в растворах. Проводимость электролитов. Закон Ома. Электролиз, законы Фарадея. Гальванические элементы и аккумуляторы. Ионизация газов. Несамостоятельный газовый разряд. Условия возникновения самостоятельного газового разряда. Вольтамперная характеристика газового разряда низкого давления. Виды разрядов, условия их осуществления. Плазменное состояние вещества (примеры в природе и технике). Условия создания тока в вакууме. Термоэлектронная эмиссия. Законы Богуславского–Ленгмюра и Ричардсона–Дешмана. Электронные лампы. Автоэлектронная эмиссия.

Магнитное поле стационарного тока

Взаимодействие движущихся зарядов, взаимодействие токов. Релятивистская природа магнитного взаимодействия. Вектор магнитной индукции и вектор напряженности магнитного поля. Закон Био–Савара–Лапласа. Магнитное поле прямолинейного, кругового и соленоидального токов. Закон полного тока. Вихревой характер магнитного поля. Векторный потенциал магнитного поля. Действие магнитного поля на проводник с током, закон Ампера. Определение единицы силы тока. Момент сил, действующих на замкнутый ток. Магнитный момент. Работа и превращения энергии при перемещении проводника с током в магнитном поле, применение в технике.

Движение заряженных частиц в электрических и магнитных полях

Сила Лоренца. Движение заряженной частицы в однородных электрическом и магнитном полях, движение в скрещенных и параллельных электрическом и магнитном полях. Методы определения удельного заряда электрона. Определение массы атомов, масс–спектрометр. Ускорители заряженных частиц. Электронно–лучевые приборы: осциллограф, электронный микроскоп.

Электромагнитная индукция

Явление электромагнитной индукции. Закон электромагнитной индукции Фарадея, правило Ленца. Принцип относительности в применении к явлению электромагнитной индукции. Теория Максвелла для явления электромагнитной индукции. Бетатрон. Самоиндукция и взаимоиנדукция. Индуктивность. Экстратоки. Токи Фуко. Скин–эффект. Энергия и плотность энергии магнитного поля. Практическое использование явления электромагнитной индукции.

Получение и свойства квазистационарного переменного тока

Принцип получения квазистационарного переменного тока и его практическое осуществление в генераторах. ЭДС генератора. Требование к синусоидальности. Эффективные значения переменного тока и напряжения. Векторные диаграммы. Полное сопротивление цепи переменного тока. Мощность в цепи переменного тока. Коэффициент мощности. Трехфазный ток. Включение звездой и треугольником. Фазовые и линейные характеристики, их измерение. Колебательный контур. Резонанс напряжений и токов в цепи переменного тока. Связанные контуры.

Электромагнитные волны

Уравнения Максвелла для электромагнитного поля в вакууме. Волновое уравнение. Решение волнового уравнения в виде плоских линейно поляризованных волн. Поперечность электромагнитных волн в вакууме. Волновое поле колеблющегося диполя. Электромагнитные волны в среде, скорость распространения и показатель преломления. Плотность энергии и

импульса электромагнитной волны, вектор Пойнтинга. Фазовая и групповая скорости. Шкала электромагнитных волн. Методы получения и обнаружения, практическое использование электромагнитных волн различных диапазонов.

Основные представления лучевой (геометрической) оптики

Отражение и преломление света при переходе через границу раздела двух сред. Формулы Френеля. Явление Брюстера. Полное внутреннее отражение. Приближение лучевой (геометрической) оптики. Закономерности преломления света при прохождении через сферическую границу раздела двух сред. Закономерности формирования изображения при прохождении гомоцентрического пучка через сферическую границу двух сред. Тонкие линзы. Сферические зеркала. Изображения в сферических зеркалах и тонких линзах. Оптические системы. Аберрации оптических систем. Оптические приборы, их характеристики и роль в познании закономерностей окружающего мира.

Интерференция волн

Принцип суперпозиции. Условия наблюдения устойчивой картины интерференции. Временная и пространственная когерентность. Реализация когерентных источников в оптике. Интерферометры, их применение в измерительной технике и в физических исследованиях. Многолучевая интерференция. Просветляющие и высокоотражающие диэлектрические покрытия, интерференционные светофильтры.

Дифракция волн

Принцип Гюйгенса–Френеля. Связь между явлениями дифракции и интерференции. Метод зон Френеля. Дифракция Френеля от простейших преград. Дифракция Фраунгофера. Дифракционная решетка и ее применение в спектроскопии. Дифракция рентгеновских лучей и рентгеноструктурный анализ. Влияние дифракции на разрешающую способность оптических приборов, теория Аббе. Понятие о голографии.

Равновесное (тепловое) и неравновесное (люминесценция, лазеры) излучения

Закон Кирхгофа. Черные, серые и окрашенные тела. Законы Стефана–Больцмана и Вина. Закон излучения Планка. Равновесное распределение фотонов. Оптическая пирометрия. Неравновесные излучения. Виды, механизм и свойства люминесценции. Применение люминесценции (люминофоры, люминесцентный анализ, источники света). Вынужденное излучение. Инверсия населенностей ("отрицательная температура") и методы ее получения. Лазеры и их применение.

Взаимодействие света с веществом

Потери света при прохождении через вещество. Отражение света. Поляризация света при отражении. Рассеяние света (рэлеевское и комбинационное). Поглощение света. Сплошные и линейчатые спектры поглощения. Дисперсия света. Связь между дисперсией и поглощением. Простейшая электронная теория дисперсии. Нормальная и аномальная дисперсия. Двойное лучепреломление. Вращение плоскости поляризации. Нелинейные оптические явления.

Квантовые свойства электромагнитного излучения

Квантовый характер процессов излучения и поглощения света. Излучение газов, плазмы и твердых тел, механизмы его возбуждения. Линейчатые (атомные и молекулярные) и сплошные спектры. Внешний и внутренний фотоэффект. Уравнение Эйнштейна. Фотоэлектрические приемники излучения, электронно–оптические преобразователи. Рентгеновские лучи. Тормозное и характеристическое рентгеновское излучение. Эффект Комптона.

Волновые свойства микрообъектов

Гипотеза де Бройля. Опыты по дифракции электронов и других микрочастиц. Корпускулярно–волновой дуализм. Соотношения неопределенностей Гейзенберга. Волновая функция. Уравнение Шредингера. Стационарные состояния. Электрон в прямоугольной потенциальной яме. Взаимодействие микрообъектов с потенциальным барьером, туннельный эффект. Квантовый гармонический осциллятор, квантовый ротатор. Квантование физических величин. Квантовые числа.

Квантовые представления о строении атома. Водородоподобные атомы

Опыты Резерфорда. Планетарная модель атома. Теория Бора. Стационарные состояния водородоподобных атомов: уравнение Шредингера, волновые функции, квантование энергии и момента импульса, квантовые числа n , l , m . Классификация стационарных состояний. Правила отбора при квантовых оптических переходах в атоме. Спектры испускания и поглощения атомарного водорода, спектральные серии.

Многоэлектронные атомы. Таблица Менделеева

Принцип тождественности микрообъектов в квантовой механике. Спин. Фермионы и бозоны. Принцип Паули. Атом гелия. Структура и заполнение электронных оболочек в атомах, периодическая система элементов Менделеева. Орбитальный, спиновый и полный момент атома. Спектральные термы. Электронные состояния и оптические спектры многоэлектронных атомов. Характеристические рентгеновские спектры, закон Мозли и его применение для установления атомного номера элемента.

Основные свойства атомных ядер

Строение ядра. Нуклоны и их свойства. Сильное, ядерное, взаимодействие и его особенности. Энергия связи ядер, дефект массы. Капельная модель ядра. Формула Вайцзеккера для энергии связи ядер. Магические ядра и оболочечная модель ядра. Обобщенная модель и модель Ферми–Газа для тяжелых ядер. Диаграмма стабильных ядер.

Распад ядра. Ядерные реакции

Радиоактивность и закономерности радиоактивного распада. Правила смещения и радиоактивные семейства. Дозиметрия. Закономерности альфа–распада, туннельный эффект. Виды и закономерности бета–распада. Возбужденное состояние ядер и гамма–излучение. Эффект Мессбауэра. Искусственная радиоактивность. Ядерные реакции и их виды. Конкретные примеры расчета баланса энергии при ядерных реакциях. Трансурановые элементы. Деление тяжелых ядер. Роль нейтронов. Реакции синтеза легких ядер. Ядерная энергетика.

Элементарные частицы

Источники потоков элементарных частиц. Методы регистрации и измерения параметров элементарных частиц. Элементарные частицы и фундаментальные взаимодействия. Стабильные и нестабильные частицы. Частицы и античастицы. Современные подходы к классификации элементарных частиц. Квантовые числа (зарядовые и спиновые) и роль симметрии в классификации частиц. Лептоны и адроны (мезоны, барионы). Кварковая структура адронов. Понятие о квантовой хромодинамике. Кварк–лептонная структура материальных объектов. Проявление закономерностей элементарных частиц в структуре и эволюции Вселенной.

Основные представления о строении и эволюции Вселенной

Основные методы исследования Вселенной. Иерархия масштабов и структурных образований во Вселенной. Закон Хаббла разбегания галактик. Реликтовое излучение. Стандартная модель Вселенной. Нестационарность Вселенной, модель Большого Взрыва. Закономерности эволюции звезд. Основные представления о происхождении и эволюции Солнца и Солнечной планетной системы. Роль физических закономерностей в формировании представлений о строении и эволюции планеты Земля, зарождении и эволюции жизни на Земле.

Рекомендуемая литература

Основная литература

1. Сивухин, Д. В. Общий курс физики: учебное пособие: в 5 томах / Д. В. Сивухин. — 6-е изд., стереот. — Москва: ФИЗМАТЛИТ, 2020 — Том 1: Механика — 2020. — 560 с. — ISBN 978-5-9221-1512-4. — Текст: электронный// Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/185713> (дата обращения: 17.05.2023). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
2. Сивухин, Д. В. Общий курс физики: учебное пособие: в 5 томах / Д. В. Сивухин. — 6-е изд., стереот. — Москва ФИЗМАТЛИТ, 2021 — Том 2: Термодинамика и молекулярная физика —

2021. — 544 с. — ISBN 978-5-9221-1514-8. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/185719> (дата обращения: 17.05.2023). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
3. Сивухин, Д. В. Общий курс физики: учебное пособие: в 5 томах / Д. В. Сивухин. — 6-е изд., стереот. — Москва: ФИЗМАТЛИТ, 2020 — Том 3: Электричество — 2020. — 565 с. — ISBN 978-5-9221-1643-5. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/185725> (дата обращения: 17.05.2023). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
4. Сивухин, Д. В. Общий курс физики: учебное пособие: в 5 томах / Д. В. Сивухин. — 3-е изд., стереот. — Москва: ФИЗМАТЛИТ, 2020 — Том 5 : Атомная и ядерная физика — 2020. — 784 с. — ISBN 978-5-9221-0645-0. — Текст: электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/185730> (дата обращения: 17.05.2023). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
5. Ансельм, А. И. Введение в теорию полупроводников: учебное пособие / А. И. Ансельм. — 4-е изд., стер. — Санкт-Петербург: Лань, 2022. — 624 с. — ISBN 978-5-8114-0762-0. — Текст: электронный// Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/212255> (дата обращения: 17.05.2023). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
6. Епифанов, Г. И. Физика твердого тела: учебное пособие / Г. И. Епифанов. — 4-е изд., стер. — Санкт-Петербург: Лань, 2022. — 288 с. — ISBN 978-5-8114-1001-9. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/210671> (дата обращения: 17.05.2023). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

Дополнительная литература

1. Савельев, И. В. Курс общей физики: учебное пособие для вузов : в 5 томах / И. В. Савельев. — 7-е изд., стер. — Санкт-Петербург: Лань, 2022 — Том 1 : Механика — 2022. — 340 с. — ISBN 978-5-8114-9196-4. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/187811> (дата обращения: 17.05.2023). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
2. Савельев, И. В. Курс общей физики. В 5 т. Том 2. Электричество и магнетизм: учебное пособие для вузов / И. В. Савельев. — 6-е изд., стер. — Санкт-Петербург: Лань, 2022. — 344 с. — ISBN 978-5-8114-9248-0. — Текст: электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/189298> (дата обращения: 17.05.2023). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
3. Савельев, И. В. Курс общей физики: учебное пособие для вузов: в 5 томах / И. В. Савельев. — 6-е изд., стер. — Санкт-Петербург Лань, 2022 — Том 3: Молекулярная физика и термодинамика — 2022. — 212 с. — ISBN 978-5-8114-9197-1. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/187739> (дата обращения: 17.05.2023). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
4. Савельев, И. В. Курс общей физики: учебное пособие для вузов: в 5 томах / И. В. Савельев. — 6-е изд., стер. — Санкт-Петербург: Лань, 2022 — Том 4: Волны. Оптика — 2022. — 252 с. — ISBN 978-5-8114-9198-8. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/187737> (дата обращения: 17.05.2023). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
5. Савельев, И. В. Курс общей физики: учебное пособие: в 5 томах / И. В. Савельев. — 5-е изд. — Санкт-Петербург: Лань, 2022 — Том 5: Квантовая оптика. Атомная физика. Физика твердого тела. Физика атомного ядра и элементарных частиц — 2022. — 384 с. — ISBN 978-5-8114-1211-2. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/210611> (дата обращения: 17.05.2023). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
6. Иродов, И. Е. Квантовая физика. Основные законы: учебное пособие / И. Е. Иродов; художник Н. А. Лозинская, Н. А. Новак. — 8-е изд. — Москва: Лаборатория знаний, 2021. — 261 с. — ISBN 978-5-93208-517-2. — Текст: электронный // Лань : электронно-библиотечная

- система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/172249> (дата обращения: 18.05.2023). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
7. Иродов, И. Е. Физика макросистем. Основные законы: учебное пособие / И. Е. Иродов. — 8-е изд. — Москва: Лаборатория знаний, 2020. — 210 с. — ISBN 978-5-00101-826-1. — Текст: электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/135536> (дата обращения: 18.05.2023). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
8. Иродов, И. Е. Волновые процессы. Основные законы: учебное пособие / И. Е. Иродов. — 8-е изд. — Москва: Лаборатория знаний, 2020. — 266 с. — ISBN 978-5-00101-673-1. — Текст: электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/135487> (дата обращения: 18.05.2023). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
9. Иродов, И. Е. Механика. Основные законы: учебное пособие / И. Е. Иродов; художник Н. А. Лозинская. — 15-е изд. — Москва: Лаборатория знаний, 2021. — 312 с. — ISBN 978-5-93208-519-6. — Текст: электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/172250> (дата обращения: 18.05.2023). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
10. Иродов, И. Е. Электромагнетизм. Основные законы: учебное пособие / И. Е. Иродов; художник Н. А. Лозинская. — 12-е изд. — Москва: Лаборатория знаний, 2021. — 322 с. — ISBN 978-5-93208-520-2. — Текст: электронный / Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/172251> (дата обращения: 18.05.2023). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
11. Винтайкин, Б. Е. Физика твердого тела: учебное пособие / Б. Е. Винтайкин. — 2-е изд. — Москва : МГТУ им. Баумана, 2006. — 360 с. — ISBN 5-7038-2459-1. — Текст: электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/106609> (дата обращения: 18.05.2023). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

Критерии оценивания ответа

Ответ абитуриента оценивается по 10-балльной шкале, где максимальный балл – 10, минимальный проходной балл – 3.

Шкала		Критерии
Отлично	10 баллов	<p>Поступающий</p> <ul style="list-style-type: none"> свободно владеет теоретическим материалом, дает полный развернутый ответ на все вопросы билета; демонстрирует высокий уровень владения терминологическим аппаратом; не допускает фактических ошибок; правильно называет и определяет все необходимые для обоснования признаки, элементы, основания, классификации; указывает основные точки зрения, принятые в научной литературе по рассматриваемому вопросу; проводит самостоятельный анализ излагаемых фактов;
	9 баллов	<ul style="list-style-type: none"> демонстрирует глубокое и прочное усвоение знаний материала по предмету, уметь излагать материал исчерпывающе, грамотно и логически стройно, увязывая теорию с практикой; демонстрирует знание основных фундаментальных физических опытов и их роли в развитии науки и общества; указывает основные точки зрения, принятые в научной литературе по рассматриваемому вопросу.

Хорошо	8 баллов	<ul style="list-style-type: none"> • владеет основными положениями излагаемого материала; • полно, правильно, последовательно и доказательно излагает содержание вопросов билета; • называет все необходимые для обоснования признаки, элементы, классификации; • грамотно использует научную терминологию, но при этом допускает единичные ошибки или незначительные терминологические неточности в определениях, понятиях, которые не носят существенного характера; • может выстроить систему выводов на основе анализа материала, но при этом имеются недостатки в аргументации; • допускает отдельные неточности в изложении фактов, не нарушающие общей системы изложения материала; • способен свободно размышлять по теме раскрываемого вопроса.
	7 баллов	<ul style="list-style-type: none"> • владеет основными положениями излагаемого материала; • хорошо и последовательно излагает содержание вопросов билета; • грамотно использует научную терминологию, но при этом допускает 1-2 ошибки в определениях, понятиях; • может выстроить систему выводов на основе анализа материала, но при этом имеются недостатки в аргументации; • допускает отдельные неточности в изложении фактов, не нарушающие общей системы изложения материала.
Удовлетворительно	6 баллов	<ul style="list-style-type: none"> • обнаруживает знание и понимание основных положений материала, но допускает существенные неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушения последовательности; • называет лишь некоторые основания, признаки, характеристики рассматриваемого явления; • затрудняется с выводами по изложенному материалу, не всегда приводит необходимые примеры.
	5 баллов	<ul style="list-style-type: none"> • обнаруживает знание и понимание основных положений материала; • дает правильный ответ хотя бы на один вопрос из предложенного тематического раздела или излагает материал, допуская ряд существенных терминологических неточностей и ошибок.
	4 балла	<ul style="list-style-type: none"> • обучающийся демонстрирует слабое знание теоретических подходов к решению профессиональных задач; при изложении материала допускает больше трех ошибок; не владеет научной терминологией; • некорректно представлять физические утверждения, доказательства, результатов физических исследований.
	3 балла	<ul style="list-style-type: none"> • отсутствие правильной формулировки ответа на вопрос даже с помощью преподавателя. • при изложении материала допускает больше трех грубых ошибок, много неточностей, знания несистематические.

Неудовлетворительно	2 балла	<ul style="list-style-type: none"> • обнаруживает незнание большей части материала, дает неправильный ответ на предложенные вопросы из тематических разделов, отмечается отсутствие знания терминологии, научных оснований; • приводит неверные примеры, затрудняется делать выводы; • не представлена собственная точка зрения по излагаемому вопросу; • не отвечает на уточняющие и дополнительные вопросы экзаменатора.
	1 балл	<ul style="list-style-type: none"> • нет понимания предмета
	0 баллов	<ul style="list-style-type: none"> • нет ответа

Разработчики:

профессор кафедры общей и экспериментальной физики, доктор физ.-мат. наук
В.М. Грабов

доцент кафедры общей и экспериментальной физики, кандидат физ.-мат. наук
Д.Э. Темнов