

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования**

«Тамбовский государственный университет имени Г.Р. Державина»

Институт математики, физики и информационных технологий

Кафедра теоретической и экспериментальной физики

УТВЕРЖДАЮ

Директор института математики, физики
и информационных технологий

Королева Н.Л.

«22» сентября 2021 года



ПРОГРАММА ВСТУПИТЕЛЬНЫХ ИСПЫТАНИЙ

по направлению подготовки магистров

03.04.02 Физика

Тамбов

2021

1. ЦЕЛЬ, ЗАДАЧИ И ФОРМЫ ПРОВЕДЕНИЯ ВСТУПИТЕЛЬНЫХ ИСПЫТАНИЙ

Основной целью вступительных испытаний является тестирование знаний по основным разделам дисциплин направления подготовки 03.04.02 «Физика», умений и навыков самостоятельной (в том числе научно-исследовательской) работы, а также общекультурных и общепрофессиональных компетенций, приобретенных в ходе предшествующего обучения, абитуриентов (специалистов/бакалавров), поступающих в магистратуру, для осуществления выбора на конкурсной основе на более подготовленных к дальнейшему обучению.

Вступительные испытания при приеме для обучения по программам магистратуры проводятся в форме письменного экзамена (тестирования).

2. ТРЕБОВАНИЯ К ЗНАНИЯМ И УМЕНИЯМ АБИТУРИЕНТОВ

К основным требованиям, предъявляемым к знаниям и умениям абитуриентов относятся наличие у последних личностных качеств, которые позволят им осуществлять следующие виды профессиональной деятельности: научно-исследовательская, научно-инновационная, организационно-управленческая, педагогическая (в установленном порядке в соответствии с полученной дополнительной квалификацией) и просветительская, а также сформированных общекультурных (универсальных) и профессиональных (общепрофессиональных, научно-исследовательских, научно-инновационных, организационно-управленческих, педагогических и просветительских) компетенций.

Кроме того, для успешного освоения данной образовательной подготовки магистра абитуриент должен обладать соответствующими компетенциями в области физики, математики, и информатики в объеме государственных образовательных стандартов.

3. СОДЕРЖАНИЕ ПРОГРАММЫ (АННОТАЦИИ ТЕМ)

Модуль 1. Общепрофессиональные знания

Тема 1. ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ И ЗАКОНЫ МЕХАНИКИ

Основные понятия (материальная точка, пространство, время, сила и инерциальная система отсчета) и законы классической механики Ньютона. Связь геометрии механикой. Принцип относительности Галилея. Принцип механической причинности. Интегралы движения. Законы сохранения и свойства сил: силы центральные, потенциальные, гироскопические и диссипативные. Движение центра масс, законы сохранения и изменения импульса, кинетического момента и энергии относительно инерциальных систем отсчета. Связь законов сохранения с однородностью и изотропностью пространства и однородностью времени, с симметрией силовых полей. Положение системы отсчета и углы Эйлера (теорема Эйлера и бесконечно малый поворот; разложение произвольного движения системы отсчета на поступательное и изменение ориентации). Импульс, кинетический момент и кинетическая энергия твердого тела. Кинематическая формула Эйлера. Уравнения движения твердого тела. Тензор инерции (и его основные свойства); главные оси симметрии и материальная симметрия тела. Динамическое уравнение Эйлера. Свободный и тяжелый волчки. Понятие

о связях. Классификация связей. Действительные, возможные и виртуальные перемещения. Идеальные связи. Уравнения Лагранжа с реакциями связей и общее уравнение механики; принцип виртуальных перемещений. Число степеней свободы; обобщенные координаты, скорости, ускорения и силы. Уравнения Лагранжа в независимых координатах. Циклические координаты и симметрия силовых полей и связей. Функция Лагранжа. Обобщенный потенциал (сила Лоренца как обобщенно-потенциальная сила); диссипативная функция. Законы изменения и сохранения обобщенного импульса и обобщенной энергии.

Тема 2. МОЛЕКУЛЯРНО-КИНЕТИЧЕСКАЯ ВЕЩЕСТВА И ФЕНОМЕНОЛОГИЧЕСКАЯ ТЕРМОДИНАМИКА

Молекулярно-атомное строение вещества. Динамический, статический и термодинамический методы и описания вещества. Макроскопические параметры системы из большого числа частиц. Внешние и внутренние параметры. Понятие о функции состояния. Равновесное состояние макроскопической системы. Стационарное состояние. Макроскопическое и микроскопическое состояние системы. Основное уравнение молекулярно-кинетической теории. Понятие о температуре. Постоянная Больцмана. Температура как функция состояния системы. Шкала Кельвина. Уравнение состояния идеального газа. Универсальная газовая постоянная. Понятие о термодинамическом процессе. Квазистатические и нестатические процессы. Изопроецессы. Распределение скоростей молекул газа. Физический смысл функции распределения молекул по компонентам скорости. Распределение Максвелла и его физический смысл. Функция распределения по абсолютному значению скорости. Наиболее вероятная скорость молекул газа. Расчет средней квадратичной и средней арифметической скорости молекул идеального газа. Влияние температуры газа на распределение молекул по абсолютному значению скорости. Распределение Максвелла-Больцмана. Неидеальные реальные газы. Отклонение свойств газов от идеальности. Экспериментальные изотермы реальных газов. Критическая изотерма. Критическая точка. Критические температуры реальных газов. Области однофазного и двухфазного состояния. Экспериментальная зависимость давления насыщенного пара от температуры. Кривая фазового равновесия. Агрегатные состояния вещества. Уравнение состояния реального газа. Критические параметры газ а Ван-дер-Ваальса. Приведенное уравнение Ван-дер-Ваальса. Охлаждение газа при адиабатическом расширении. Дросселирование газа. Эффект Джоуля-Томсона. Уравнение Клапейрона-Клаузиуса. Диаграмма фазового равновесия жидкости и пара. Кристаллизация и сублимация. Диаграмма фазового равновесия кристалл-пар. Кристаллизация и плавление. Диаграмма фазового равновесия. Тройная точка. Давление насыщенного пара над кривой с поверхностью жидкости. Понятие о фазовых переходах первого рода. Изменение энтропии и удельного объема при фазовых переходах первого рода. Понятие о фазовых переходах второго рода. Основы газовой динамики. Термодинамические параметры движущегося газа. Уравнение Бернулли для газового потока. Скорость распространения упругих возмущений в жидкостях и газах. Ударные волны. Теплопроводность. Экспериментальный закон Фурье для теплопроводности. Коэффициент теплопроводности. Дифференциальное уравнение теплопроводности и его физический смысл. Коэффициент температуропроводности среды. Явления переноса в газах. Внутреннее трение в газах. Обоснование закона Ньютона для вязкого трения. Коэффициент вязкости газов. Теплопроводность газов. Теоретическое обоснование закона Фурье. Диффузия и самодиффузия в газах. Обоснование закона Фика. Коэффициент диффузии. Зависимость коэффициента диффузии от давления и температуры. Исходные

положения термодинамики. Общее начало термодинамики для изолированной системы. Температура как функция состояния системы. Понятие о внутренней энергии термодинамической системы. Работа и теплота как способы передачи энергии системы от внешних тел. Первое начало термодинамики. Внутренняя энергия как функция состояния термодинамической системы. Применение первого начала термодинамики к изопроцессам.

Физический смысл универсальной газовой постоянной. Понятие о политропном процессе. Уравнение политропного процесса. Классическая теория теплоемкости идеальных газов. Исходная формулировка второго начала термодинамики. Понятие об обратимых и необратимых процессах. Второе начало термодинамики для обратимых квазистатических процессов. Энтропия как функция состояния термодинамической системы и ее свойства. Неравенство Клаузиуса. Основное уравнение термодинамики для нестатических процессов. Закон возрастания энтропии для изолированных систем. Энтропия и вероятность состояния термодинамической системы. Статистический смысл второго начала термодинамики. Термодинамическая шкала температур. Метод термодинамических потенциалов. Внутренняя энергия как термодинамический потенциал. Первые и вторые производные от внутренней энергии. Свободная энергия и ее физический смысл. Первые и вторые производные от свободной энергии. Термодинамический потенциал Гиббса и его физический смысл. Энтальпия и ее физический смысл. Связь между термодинамическими потенциалами. Тепловая теорема Нернста. Третье начало термодинамики. Следствия из теоремы Нернста. Зависимость теплоемкости от температуры. Недостижимость абсолютного нуля. Температура как величина, определяющая распределение частиц по энергии. Отрицательная температура. Неравновесное состояние системы с отрицательной температурой. Реализация состояний с отрицательной температурой.

Тема 3. ЭЛЕКТРОДИНАМИКА

Электромагнитное взаимодействие в природе как одно из фундаментальных взаимодействий. Границы применимости классической электродинамики. Постоянное электрическое поле. Закон Кулона. Полевая трактовка. Обобщение на произвольное распределение зарядов. Потенциал электростатического поля. Работа и энергия поля. Потенциал дискретно и непрерывно распределенных зарядов. Связь потенциала с напряженностью. Теорема Гаусса в интегральной и дифференциальной формулировках. Применение к решению задач. Уравнение Пуассона. Электрическое поле в присутствии проводников. Поле вблизи поверхности проводника. Острия. Ионный проектор и туннельный микроскоп. Электрическое поле при наличии диэлектриков. Поляризация и ее молекулярно-атомные механизмы. Электрическое смещение. Граничные условия. Линейные и нелинейные диэлектрики. Свойства сегнето- и пьезоэлектриков. Сила тока и плотность тока. Электрическое поле при наличии постоянного тока. Закон Ома. Нелинейные проводники. Дифференциальное сопротивление. Сторонние движущие силы. Э.Д.С. Закон Джоуля-Ленца в интегральной и дифференциальной форме. Работа и мощность в цепях постоянного тока. Правила Кирхгофа. Токи в сплошной среде. Проводимость металлов. Классические эксперименты и теории электропроводности. Сверхпроводимость в металлах и керамиках. Проводимость полупроводников. Собственная и примесная проводимость. Доноры и акцепторы. Понятия о зонной теории. Контактные явления. Контактная разность потенциалов. Термо-ЭДС. Эффекты Пельтье и Томсона. p-n-переход в полупроводниках. Диод и транзистор. Планарная микроэлектроника. Проводимость электролитов. Законы электролиза. Электропроводность газов. Ионизация и рекомбинация. Лавины. Основные типы газовых разрядов. Плазма. УТС.

Термоэлектронная эмиссия. Вакуумные приборы. Взаимодействие элементов тока. Опыты Ампера. Закон Био-Савара-Лапласа. Полевая трактовка взаимодействия токов. Индукция магнитного поля. Релятивистская теория магнитного взаимодействия. Вихревой характер магнитного поля. Напряженность магнитного поля. Теорема о циркуляции. Граничные условия для векторов поля. Магнитные свойства веществ. Диа- и парамагнетизма. Природа диа- и парамагнетизма. Закон Кюри для парамагнетиков. Ферромагнетизм. Петля Гистерезиса. Домены. Другие типы магнитного упорядочения. Гиромангнитные эффекты. Энергия магнитного поля контура с током.

Плотность магнитной энергии. Индуктивность. Энергия магнетика во внешнем поле. Силы в магнитном поле. Обобщенная формула Лоренца. Движение заряженных частиц в магнитном и электрическом полях. Магнитогидродинамические явления. Закон электромагнитной индукции Фарадея в интегральной и дифференциальной формулировках. Правило Ленца. Цепи квазистационарного тока с активными и реактивными элементами. Векторные диаграммы. Метод комплексных амплитуд. Работа и мощность в цепях переменного тока. Электродвигатели. Резонансы. Трехфазные цепи. Трансформаторы и автотрансформаторы. Токи Фуко и их использование. Скин-эффект и его использование. Основные сведения о фильтрах низких и высоких частот. Ток смещения. Уравнения Максвелла в интегральной и дифференциальной форме. Их физический смысл. Закон сохранения энергии электромагнитного поля. Вектор Умова - Пойтинга. Опыты Герца. Излучение электромагнитных волн диполем. Плоские электромагнитные волны. Фазовая скорость. Применение электромагнитных волн. Преобразование электромагнитного поля при переходе от одной инерциальной системы координат к другой. Инвариантность уравнений Максвелла относительно преобразований Лоренца.

Тема 4. ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ ОПТИКИ

Волновая и квантовая теория света. Место оптики в физической науке и ее роль в научно-техническом прогрессе. Уравнения Максвелла. Волновое уравнение. Плоские и сферические электромагнитные волны. Уравнение плоской монохроматической бегущей волны. Суперпозиция электромагнитных волн. Линейно поляризованная волна. Неполаризованное естественное излучение. Превращение неполяризованного излучения в линейно поляризованное. Дихроичные поляризаторы. Закон Малюса. Полярные диаграммы линейно поляризованного, неполяризованного и частично поляризованного света. Сложение двух электромагнитных волн одинаковых частот с взаимно перпендикулярными линиями поляризации. Электромагнитные волны с эллиптическими и круговыми поляризациями. Линейно поляризованная волна как суперпозиция двух волн с круговыми поляризациями. Распространение света в изотропных диэлектриках. Понятие о дисперсии. Электронная теория дисперсии. Нормальная и аномальная дисперсия. Зависимость коэффициента поглощения от частоты света. Окраска тел. Граничные условия для электрического и магнитного полей. Законы отражения и преломления электромагнитных волн. Полное внутреннее отражения. Отражение и преломление р-волны и s-волны. Формулы Френеля. Коэффициенты отражения и преломления для р- и s-волн и их зависимость от угла падения. Явление Брюстера. Обоснование явления Брюстера электронной теорией. Понятие об интерференции света. Общие сведения об интерференции. Суперпозиция двух электромагнитных волн с одинаковым направлением электрических векторов: некогерентных и когерентных. Общие условия образования максимумов и минимумов интерференции при распространении когерентных волн в однородной и изотропной среде. Зависимость амплитуды и энергии результирующей

волны от разности фаз двух когерентных волн. Интерференция двух плоских электромагнитных волн, распространяющихся под малым углом друг к другу. Понятие о волноводах. Условия распространения волн в прямоугольном волноводе. Пространственная когерентность. Временная когерентность. Длина когерентности. Интерференция в тонких пластинках (пленках) в отраженном и проходящем свете. Интерференция при нормальном падении света. Просветление оптических приборов. Кольца Ньютона. Интерферометры Майкельсона, Жамена, Рождественского, Маха-Цендера. Понятие о разрешающей способности оптических приборов. Понятие о дифракции света. Волновой параметр и условия наблюдения дифракции. Принцип Гюйгенса-Френеля. Метод зон Френеля и прямолинейность распространения света. Дифракция Френеля на круглом отверстии и диске. Свойства центральной зоны Френеля. Фокусировка волн с точки зрения волновой теории. Дифракция Фраунгофера. Характер дифракционной картины и условия образования минимумов дифракции. Дифракционная решетка. Теория дифракции на одномерной решетке. Учет дифракции на щели и многолучевой интерференции вторичных волн. Разрешающая способность микроскопа. Метод темного поля. Метод фазового контраста. Дифракция на двумерных и трехмерных дифракционных решетках. Дифракция рентгеновского излучения. Теория дифракции Лауэ. Формула Вульфа-Бреггов. Методы рентгеноструктурного анализа: метод Лауэ, метод вращающегося кристалла, метод Дебая-Шеррера. Понятие о голографии. Кристаллооптика. Двойное лучепреломление. Поляризация света при прохождении через кристалл исландского шпата. Оптическая анизотропия кристаллов. Тензор диэлектрической проницаемости. Эллипсоид диэлектрической проницаемости для одноосного кристалла. Оптически положительные и отрицательные одноосные кристаллы. Оптические свойства анизотропной среды. Лучевая и нормальная скорость электромагнитных волн в одноосном кристалле. Построение Гюйгенса для различных случаев падения света на поверхность одноосного кристалла (четыре основных случая). Анализ поляризованного света. Интерференция поляризованных волн в одноосных кристаллах и сложение когерентных волн с ортогональными линиями поляризации. Общая формула интерференции поляризованных волн в анизотропных кристаллических пластинках и полярная диаграмма результирующей волны, выходящей из пластинки. Взаимодействие двух когерентных волн с произвольной линией ориентации их электрических векторов. Понятие об интерференции волн с эллиптическими и круговыми поляризациями. Искусственная анизотропия при механической деформации вещества. Рассеяние света. Природа рассеяния. Релеевское рассеяние и рассеяние Ми. Рассеяние света в атмосфере. Физическая сущность рассеяния. Рассеяние Мандельштама-Бриллюэна и комбинационное рассеяние.

Тема 5. ЗАКОНЫ ТЕПЛОВОГО ИЗЛУЧЕНИЯ, КВАНТОВАЯ И НЕЛИНЕЙНАЯ ОПТИКА

Тепловое излучение. Равновесное и неравновесное излучение. Излучательная и поглощательная способность тел. Закон Кирхгофа. Универсальная функция частоты и температуры. Абсолютно черное тело. Спектр излучения и распределение энергии в спектре абсолютно черного тела на основе экспериментальных данных. Интегральная излучательная способность. Закон Стефана-Больцмана и закон смещения Вина. Формула Релея-Джинса. Ультрафиолетовая "катастрофа". Гипотеза Планка. Энергия кванта света. Квантование энергии осциллятора. Формула Планка для распределения энергии в спектре абсолютно черного тела. Теоретическое обоснование законов Стефана-Больцмана и Вина. Фотоэлектрический эффект. Законы внешнего фотоэффекта. Определение постоянной

Планка. Внутренний фотоэффект. Масса и импульс фотона. Световое давление. Опыты Лебедева. Спонтанное и индуцированное излучение. Коэффициенты Эйнштейна. Равновесное излучение. Формула Планка для распределения энергии в спектре равновесного излучения. Отрицательное поглощения света. Оптические квантовые усилители. Условия усиления света. Воздействие светового потока на заселенность энергетических уровней. Создание инверсной заселенности уровней. Трехуровневая схема. Принципиальная схема оптического квантового генератора. Условия стационарной генерации. Непрерывные и импульсные лазеры. Лазерное излучение. Моды излучения. Аксиальные моды. Ширина линий излучения. Боковые моды. Синхронизация мод. Генерация сверх коротких импульсов. Лазерный дальномер. Характеристики некоторых типов лазеров: рубинового, гелий-неонового, CO₂-лазеров. Газодинамические лазеры. Лазеры с перестраиваемой частотой. Нелинейные явления в оптике. Источники нелинейной поляризованности. Квадратичная нелинейность и нелинейности более высокого порядков. Комбинационные частоты. Волны линейной и нелинейной поляризованности. Удвоение частоты света. Генерация суммарных и разностных частот. Параметрическое условие света. Самовоздействие света в нелинейной среде. Самофокусировка и самодефокусировка луча. Оптика движущихся сред. Эффект Доплера в оптике. Поперечный эффект Доплера. Эффект Саньяка. Принцип действия лазерного гироскопа. Красное смещение в спектрах галактик. Обобщенный эффект Доплера-Михельсона и его наблюдение в сантиметровом диапазоне электромагнитных волн.

Тема 6. ОСНОВЫ ФИЗИКИ АТОМНОГО ЯДРА, ЭЛЕМЕНТАРНЫХ ЧАСТИЦ И ФУНДАМЕНТАЛЬНЫХ ВЗАИМОДЕЙСТВИЙ

Состав атомного ядра. Характеристик и ядра: заряд, масса, энергия связи нуклонов. Радиоактивность. Виды и законы радиоактивного излучения. Ядерные реакции. Деление ядер. Синтез ядер. Детектирование ядерных излучений. Понятие о дозиметрии и защите. Спин и магнитный момент ядра. Свойства и обменный характер ядерных сил. Естественная и искусственная радиоактивность. Источники радиоактивных излучений. Радиоизотопный анализ. Законы сохранения в ядерных реакциях. Экспериментальные методы ядерной физики. Капельная, оболочечная и обобщенная модель ядра. Ускорители. Взаимодействие ядерных излучений с веществом. Фундаментальные взаимодействия и основные классы элементарных частиц. Частицы и античастицы. Лептоны и адроны. Кварки. Электрослабое взаимодействие. Стандартная модель элементарных частиц. Проблема объединения фундаментальных взаимодействий. Зарядовые мультиплеты и изотопический спин. Странные частицы. Закон сохранения комбинированной четности. Супермультиплеты. Первичное и вторичное излучение. Интенсивность, состав, энергетический спектр. Высотный ход интенсивности космических лучей. Взаимодействие первичного космического излучения с магнитным полем Земли. Широтный эффект. Радиационные пояса. Происхождение космических лучей. Классификация частиц. Фундаментальные взаимодействия и фундаментальные частицы. Классификация лептонов. Классификация адронов. Кванты физических полей как переносчики фундаментальных взаимодействий. Основные свойства частиц. Частицы и античастицы. Заряды и силы в электродинамике. Электромагнитное поле в классической и квантовой электродинамике. Основное состояние электромагнитного поля в квантовой электродинамике. Нулевые колебания вакуума. Возбужденные состояния электромагнитного поля. Электромагнитные волны и фотоны. Статистика фотонов. Взаимодействие зарядов за счет обмена виртуальных фотонов. Элементы нелинейной оптики. Взаимодействие фотонов. Взаимодействие фотонов с веществом. Оптические

фотоны. Всемирный (классический) закон тяготения. Квантовая гравитация. Планковская длина. Гравитоны. Проблема связи гравитационного и электромагнитного взаимодействия. Гравитационная неустойчивость и структура Вселенной. Скрытая масса Вселенной, четные дыры и нейтрино. Кварковая структура адронов. Глюоны переносчики сильного взаимодействия. Барионы и мезоны. Структура атомного ядра. Неустойчивость тяжелых ядер. Ядерные реакции. Теория α -распада. β -распад и К-захват. Неустойчивость нуклонов. Теория Ферми. β -распад. Промежуточные W-бозоны как переносчики слабого взаимодействия. Диаграммы Фейнмана. Виртуальные кванты физических полей. Проблема универсального фундаментального взаимодействия. Электрослабое взаимодействие. Модели происхождения Вселенной. Элементы теории Большого взрыва. Универсальное взаимодействие, преоны. Модели «распада» универсального взаимодействия на сильное, слабое, электромагнитное и гравитационное. Рождение частиц и античастиц. Расширение Вселенной. Реликтовое излучение. Красное смещение. Модели образования звезд и планет. Нейтронные звезды, черные дыры. Квантовая Лестница и структура Вселенной. Фундаментальные взаимодействия и физическая картина мира.

Модуль 2. Специализированные знания в области физики конденсированного состояния

Тема 1. КВАНТОВАЯ ТЕОРИЯ АТОМА И МЕЖАТОМНЕГО ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ

Собственные функции и собственные значения оператора квадрата углового момента и его проекции. Пространственное квантование углового момента. Закон сохранения углового момента. Радиальное уравнение Шредингера. Физический смысл угловой и радиальной составляющей состояния частицы в центральном поле. Атом водорода. Спектр энергии и волновые функции электрона. Основное состояние атома водорода. Учет конечности массы ядра. Изотопический сдвиг. Спектральные серии. Водородоподобные системы. Электронные слои и оболочки. Эффект экранирования. Орбитальный, спиновый и полный угловые моменты электрона. Правила Хунда. Термы атомов. Типы связей в атомах. Мультиплетное расщепление термов. Токи в атомах. Магнитный момент атома. Магнетон Бора. Связь магнитного и механического моментов. Гиромагнитное отношение. Опыты Штерна и Герлаха по пространственному квантованию атомных пучков. Спин электрона. Магнитомеханические эффекты. Классификация типов межатомных взаимодействий. Теория возмущений. Ковалентная связь. Молекулярный ион водорода. Молекула водорода. Структура молекул с ковалентной связью. Ионная связь. Водородная связь. Металлическая связь. Силы Ван-дер-Ваальса. Уравнение Ван-дер-Ваальса и межмолекулярное взаимодействие. Ориентационное взаимодействие. Индукционное взаимодействие. Дисперсионные силы. Силы Казимира-Польдера. Силы Лифшица. Сравнительная характеристика типов связей.

Тема 2. ТРАНСЛЯЦИОННАЯ СИММЕТРИЯ КРИСТАЛЛА И СВОЙСТВА ТВЕРДЫХ ТЕЛ

Строение кристаллов. Геометрия кристаллической решетки. Период трансляции. Вектор трансляции. Числа трансляций. Элементарная ячейка. Определение направлений в кристалле. Определение положения плоскости в кристалле. Миллеровские индексы. Дефекты в кристаллах. Точечные дефекты. Линейные дефекты. Дислокации. Влияние дефектов на физические свойства твердых тел. Предмет и метод физики конденсированного состояния. Трансляционная симметрия идеального кристалла. Вектор

решетки, параметры решетки. Кристаллические сингонии. Примитивные ячейки. Кубические и гексагональные плотноупакованные решетки. Дефекты кристалла. Дальний и ближний порядок. Монокристаллы, поликристаллы. Гармоническое и ангармоническое приближение. Колебания атомов одномерного кристалла с одним атомом в элементарной ячейке. Зоны Бриллюэна. Колебания атомов одномерного кристалла с двумя атомами в элементарной ячейке. Акустические и оптические колебания. Колебания атомов в трехмерном кристалле. Метод нормальных координат. Нормальные колебания и нормальные частоты кристалла. Фононы. Метод квазичастиц в физике конденсированного состояния вещества. Гармоническое приближение. Классическая и квантовая теории теплоемкости кристалла. Модель Дебая. Плотность состояний фононного спектра. Циклические граничные условия Борна-Кармана. Интерполяционная формула Дебая. Законы Дебая и Дюлонга-Пти. Физический смысл температуры Дебая. Ангармоническое приближение. Тепловое расширение кристаллов. Теплопроводность кристаллов при низких и высоких температурах. Теорема Блоха. Понятие квазиимпульса. Обратная решетка. Неоднозначность квазиимпульса. Приведение к первой зоне Бриллюэна. Количество состояний в зоне Бриллюэна.

ТЕМА 3. ЗОННАЯ ТЕОРИЯ, ЭЛЕКТРОННАЯ ТЕОРИЯ МЕТАЛЛОВ, ПОЛУПРОВОДНИКИ

Уравнение Шредингера для кристалла и проблема многих тел. Одночастичное приближение. Метод сильносвязанных электронов. Метод сильной связи без учета симметрии кристалла. Метод сильной связи с учетом симметрии кристалла. Метод слабосвязанных электронов. Классификация кристаллов на диэлектрики, полупроводники и металлы и ее связь с Периодической системой элементов. Основные недостатки классической теории металлов. Первая квантовая теория металлов. Уровень Ферми. Поверхность Ферми. Температура Ферми. Критерий вырождения ферми-газа. Электронная теплоемкость металла. Электрон-фононное взаимодействие и электропроводность металлов. Квазиклассическое уравнение движение электрона в кристалле. Эффективная масса электрона. Физический смысл длины свободного пробега электрона. Электропроводность нормальных металлов при высоких и низких температурах. Сверхпроводимость. Куперовские пары. Элементы теории Бардина-Купера- Шриффера. Носители заряда в полупроводниках. Законы дисперсии электронов и дырок. Статистика носителей заряда в полупроводниках. Равновесная концентрация электронов и дырок в собственных полупроводниках. Проводимость собственных полупроводников. Элементарная теория мелких центров. Донорные и акцепторные уровни. Электропроводность легированных полупроводников. Полупроводники n-типа и p-типа. Электропроводность сильнолегированных полупроводников. Прыжковая проводимость. Переход Андерсона. Перколяционные модели проводимости сильно легированных полупроводников. Полупроводники в сильных электрических полях. Пробой по примесным центрам. Зонный пробой Зинера. Гальваномагнитные методы и циклотронный резонанс. Эффект Холла. Движение электрона в магнитном поле. Циклотронный резонанс в металлах. Квантование энергии электрона в магнитном поле. Уровни Ландау. Квантовые осцилляционные эффекты.

4. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ПРОГРАММЫ

Во время подготовки к прохождению вступительных испытаний абитуриент повторяет материал, пройденный во время предшествующего обучения (бакалавриат/специалитет), изучает основную и дополнительную литературу, список которой представлен ниже, а также методические пособия, представленные в электронной библиотеке на сайте ТГУ имени Г.Р. Державина.

Основная литература

1. Детлаф А.А., Яворский Б.М. Курс физики. 2002. 718 с.
2. Трофимова Т.И. Курс физики. 2006. 560с.
3. Дмитриева В.Ф., Прокофьев В.Л. Основы физики. 2001. 527 с.
4. Исаков А.Я. Молекулярная физика и термодинамика. 2007. 343 с.
5. Исаков А.Я. Физические основы механики. 2007. 343 с.
6. Исаков А.Я., Исакова В.В. Электродинамика. 2008. 330 с.
7. Ландсберг Г.С. Оптика. 2003. 848 с.

Дополнительная литература

1. Сивухин Д.В. Общий курс физики. Том I. Механика. 2005. 560 с.
2. Сивухин Д.В. Общий курс физики. Том II. Термодинамика и молекулярная физика. 2005. 544.
3. Сивухин Д.В. бщий курс физики. Том III. Электричество. 2004. 656 с.
4. Сивухин Д.В. Общий курс физики. Том IV. Оптика. 2005. 792 с.
5. Сивухин Д.В. Общий курс физики. Том V. Атомная и ядерная физика. 2002. 784 с.
6. Яворский Б.М., Детлаф А.А., Лебедев А.К. Справочник по физике. 2008. 1056 с.

Критерии оценивания вступительного испытания

Вступительное испытание (экзамен) проводится в форме тестирования (компьютерного). Вступительное испытание оценивается по 50-балльной шкале.

Продолжительность вступительного испытания – 60 минут.

Тест содержит 40 вопросов:

- 30 вопросов с одним правильным ответом. Правильный ответ – 1 балл.
- 10 вопросов с двумя правильными ответами. Правильный ответ – 2 балла.

Интервал успешности: 15-50 баллов.