ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ОРЛОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ имени И.С. ТУРГЕНЕВА»

ПРОГРАММА ВСТУПИТЕЛЬНОГО ИСПЫТАНИЯ

по образовательной программе высшего образования –
программе подготовки научных и научно-педагогических кадров
в аспирантуре
ФГБОУ ВО«Орловский государственный университет
имени И.С. Тургенева»

СПЕЦИАЛЬНАЯ ДИСЦИПЛИНА

Научная специальность 1.3.11. Физика полупроводников

2023

Содержание программы

1 Механика

1.1 Кинематика
Перемещение точки. Скорость. Равномерное движение. Ускорение. Прямолинейное равнопеременное движение. Ускорение при криволинейном движении. Кинематика вращательного движения.

1.2 Динамика материальной точки
Первый закон Ньютона. Инерциальные системы отсчета. Второй закон Ньютона. Единицы измерения и размерности физических величин. Третий закон Ньютона. Принцип относительности Галилея. Силы трения. Силы, действующие при криволинейном движении. Движение тела с переменной массой. Закон сохранения импульса. Неинерциальные системы отсчета. Силы инерции. Центробежные силы инерции. Силы Кориолиса.

1.3 Работа и энергия
Работа. Мощность. Потенциальное поле сил. Силы консервативные и неконсервативные. Энергия. Закон сохранения энергии. Связь между потенциальной энергией и силой. Условия равновесия механической системы.

1.4 Механика твердого тела
Движение твердого тела. Движение центра инерции твердого тела. Вращение твердого тела. Момент силы. Основное уравнение динамики вращательного движения. Момент инерции. Кинетическая энергия твердого тела. Момент импульса. Закон сохранения момента импульса. Упругие деформации твердого тела. Закон Гука.

1.5 Всемирное тяготение
Закон всемирного тяготения. Масса инертная и масса гравитационная. Законы Кеплера. Космические скорости.

1.6 Газо- и гидродинамика
Давление. Распределение давления в покоящихся жидкости и газе. Выталкивающая сила. Линии и трубки тока. Неразрывность струи. Уравнение Бернулли. Силы внутреннего трения. Ламинарное и турбулентное течение. Движение тел в жидкостях и газах. Подъемная сила и сила сопротивления.

2 Колебания и волны

2.1 Колебательное движение
Общие сведения о колебаниях. Гармонические колебания. Энергия гармонического колебания. Гармонический осциллятор. Малые колебания системы вблизи положения равновесия. Математический маятник. Физический маят-

ник. Сложение колебаний. Затухающие колебания. Автоколебания. Вынужденные колебания. Параметрический резонанс.

2.2 Волны
Распространение волны в упругой среде. Плоская и сферическая волны. Уравнение плоской волны. Энергия упругой волны. Интерференция и дифракция волн. Стоячие волны. Колебания струны. Звуковые волны. Ультразвук. Скорость звуковых волн в газах. Эффект Допплера.

3 Молекулярная физика и термодинамика

3.1 Молекулярно-кинетические представления
Масса и размеры молекул. Равновесные и неравновесные состояния системы. Температура. Уравнение состоянии идеального газа.

3.2 Основы термодинамики
Внутренняя энергия системы. Первое начало термодинамики. Работа, совершаемая телом при изменении его объема. Коэффициент полезного действия тепловой машины. Второе начало термодинамики. Цикл Карно. Термодинамическая шкала температур. Неравенство Клаузиуса. Энтропия. Свойства энтропии. Теорема Нернста. Энтропия и вероятность.

3.3 Кинетическая теория газов
Основное уравнение кинетической теории газов. Равномерное распределение энергии по степеням свободы. Внутренняя энергия и теплоёмкость идеального газа. Уравнение адиабаты идеального газа. Политропические процессы. Работа, совершаемая идеальным газом при различных процессах. Распределение молекул газа по скоростям. Экспериментальная проверка закона распределения Максвелла. Барометрическая формула. Распределение Больцмана.

3.4 Процессы переноса
Средняя длина свободного пробега. Явления переноса. Вязкость газа. Теплопроводность. Диффузия в газах.

3.5 Реальные газы
Отклонение газов от идеальности. Уравнение Ван-дер-Ваальса. Экспериментальные изотермы. Пересыщенный пар и перегретая жидкость. Внутренняя энергия реального газа. Эффект Джоуля-Томпсона.

4 Электричество и магнетизм

4.1 Электрическое поле в вакууме
Взаимодействие зарядов. Закон Кулона. Системы единиц. Электрическое поле. Напряженность поля. Суперпозиция полей. Поле диполя. Поток вектора

напряженности. Теорема Гаусса. Работа сил электростатического поля. Потенциал. Связь между напряженностью электрического поля и потенциалом.

4.3 Проводники в электрическом поле
Равновесие зарядов на проводнике. Проводник во внешнем электрическом поле. Электроемкость. Конденсаторы. Соединение конденсаторов.

4.4 Энергия электрического поля
Энергия системы зарядов. Энергия заряженного проводника. Энергия заряженного конденсатора. Энергия электрического поля.

4.5 Постоянный электрический ток
Электрический ток. Электродвижущая сила. Закон Ома. Сопротивление проводников. Закон Джоуля-Ленца. Закон Ома для неоднородного участка цепи. Разветвленные цепи. Правила Кирхгофа. Коэффициент полезного действия источника тока.

4.6 Магнитное поле в вакууме
Взаимодействие токов. Магнитное поле. Закон Био-Савара. Поле движущегося заряда. Поля прямого и кругового токов. Циркуляция вектора магнитной индукции. Поле соленоида.

4.7 Действие магнитного поля на токи и заряды
Сила, действующая на ток в магнитном поле. Закон Ампера. Сила Лоренца. Контур с током в магнитном поле. Работа, совершаемая при перемещении проводника с током в магнитном поле. Движение заряженной частицы в однородном магнитном поле. Отклонение движущихся заряженных частиц электрическими и магнитными полями. Масс-спектрографы. Циклотрон.

4.8 Электромагнитная индукция
Явление электромагнитной индукции. Электродвижущая сила индукции. Явление самоиндукции. Ток при замыкании и размыкании цепи. Энергия магнитного поля. Взаимная индукция.

4.9 Электрические колебания
Свободные колебания в контуре без активного сопротивления. Свободные затухающие колебания. Вынужденные электрические колебания.

4.10 Электромагнитное поле
Вихревое электрическое поле. Ток смещения. Электромагнитное поле. Описание свойств векторных полей. Уравнения Максвелла.

4.11 Электромагнитные волны
Электромагнитные волны. Волновое уравнение. Плоская электромагнитная волна. Экспериментальное исследование электромагнитных волн. Энергия

электромагнитного поля. Импульс и давление электромагнитного поля. Скин-эффект.

5 Оптика

5.1 Геометрическая оптика
Основные понятия и определения. Принцип Ферма. Преломление на сферической поверхности. Линза. Погрешности оптических форм. Оптические приборы. Световой поток. Фотометрические величины и их единицы. Фотометрия.

5.2 Интерференция света
Интерференция световых волн. Способы наблюдения интерференции света. Интерференция света при отражении от тонких пластинок. Применения интерференции света.

5.3 Дифракция света
Дифракция света. Принцип Гюйгенса-Френеля. Зоны Френеля. Дифракция Френеля от простейших преград. Дифракция Фраунгофера от щели. Дифракционная решетка. Дифракция рентгеновских лучей.

5.4 Поляризация света
Естественный и поляризованный свет. Поляризация при отражении и преломлении. Поляризация при двойном лучепреломлении. Интерференция поляризованных лучей. Вращение плоскости поляризации.

5.5 Элементы теории относительности
Опыт Майкельсона. Специальная теория относительности. Преобразования Лоренца. Следствия из преобразований Лоренца. Интервал. Сложение скоростей. Релятивистская динамика.

6 Атомная физика

6.1 Тепловое излучение
Тепловое излучение и люминесценция. Закон Кирхгофа. Закон Стефана-Больцмана. Закон Вина. Формула Релея-Джинса. Формула Планка.

6.2 Фотоны
Фотоэффект. Фотоны. Эффект Комптона. Тормозное рентгеновское излучение.

6.3 Боровская теория атома
Закономерности в атомных спектрах. Модель атома Томсона. Опыты по рассеянию частиц. Ядерная модель атома. Постулаты Бора. Опыт Франка и Герца. Элементарная боровская теория атома водорода.

6.4 Элементы квантовой механики.
Гипотеза де-Бройля. Волновые свойства вещества. Уравнение Шредингера. Квантово-механическое описание движения микрочастиц. Свойства волновой функции. Квантование. Квантово-механическая теория атома водорода.

6.5 Многоэлектронные атомы
Спектры щелочных металлов. Нормальный эффект Зеемана. Мультиплетность спектров и спин электрона. Момент количества движения в квантовой механике. Результирующий момент многоэлектронного атома. Распределение электронов в атоме по энергетическим уровням. Периодическая система элементов Менделеева. Рентгеновские спектры. Ширина спектральных линий.

7 Физика атомного ядра и элементарных частиц

7.1 Атомное ядро
Состав и характеристика атомного ядра. Масса и энергия связи ядра. Природа ядерных сил. Радиоактивность. Ядерные реакции. Деление ядер. Термоядерные реакции.

7.2 Элементарные частицы
Космические лучи. Методы наблюдения элементарных частиц. Классификация элементарных частиц и виды взаимодействий. Частицы и античастицы. Изотопический спин. Странные частицы. Несохранение четности в слабых взаимодействиях. Нейтрино. Систематика элементарных частиц.

8 Строение твердых тел. Фазовые переходы

8.1 Кристаллическое состояние
Отличительные черты кристаллического состояния. Типы кристаллических решеток. Тепловое движение в кристаллах. Теплоемкость кристаллов.

8.2 Жидкое состояние
Поверхностное натяжение. Давление под изогнутой поверхностью жидкости. Явления на границе жидкости и твердого тела. Капиллярные явления.

8.3 Фазовые равновесия и превращения
Испарение и конденсация. Плавление и кристаллизация. Уравнение Клапейрона. Тройная точка. Диаграмма состояния. Понятия о фазовых переходах второго рода.

9 Диэлектрики и магнетики

9.1 Электрическое поле в диэлектриках
Полярные и неполярные молекулы. Диполь в однородном и неоднородном электрических полях. Поляризация диэлектриков. Описание поля в диэлектриках. Сегнетоэлектрики. Прямой и обратный пьезоэлектрический эффект.

9.2 Магнетики
Описание поля в магнетиках. Классификация магнетиков. Магнитомеханические явления. Магнитные моменты атомов и молекул. Диамагнетизм. Парамагнетизм. Ферромагнетизм.

10 Электрический ток в металлах и полупроводниках. Газовый разряд

10.1 Электрический ток в металлах и полупроводниках
Природа носителей тока в металлах. Классическая теория металлов. Понятие о квантовой теории металлов. Полупроводники. Эффект Холла. Термоэлектронная эмиссия. Электронные лампы. Контактная разность потенциалов. Термоэлектрические явления. Полупроводниковые диоды и транзисторы.

10.2 Электрический ток в газах
Виды газового разряда. Несамостоятельный газовый разряд. Ионизационные камеры и счетчики. Газоразрядная плазма. Тлеющий, дуговой, искровой и коронный разряды.

10.3 Переменный ток
Переменный ток. Квазистационарные токи. Переменный ток, текущий через индуктивность. Переменный ток, текущий через емкость. Цепь переменного тока, содержащая емкость, индуктивность и сопротивление. Мощность, выделяемая в цепи переменного тока.

11 Взаимодействие электромагнитных волн и света с веществом

11.1 Взаимодействие электромагнитных волн с веществом
Дисперсия света. Групповая скорость. Элементарная теория дисперсии. Поглощение света. Рассеяние света. Эффект Вавилова-Черенкова.

11.2 Молекулы и кристаллы
Энергия молекулы. Молекулярные спектры. Комбинационное рассеяние света. Теплоемкость кристаллов. Эффект Мёссбауэра. Лазеры.

Рекомендуемая литература:

ОСНОВНАЯ:

1. Сивухин, Д.В. Общий курс физики. Механика. / Д.В. Сивухин. - М.: Изд-во АСТ, 2003. – 792 с.

2. Сивухин, Д.В. Общий курс физики. Термодинамика и молекулярная физика. / Д.В. Сивухин. - М.: Изд-во АСТ, 2005. – 544 с.

3. Сивухин, Д.В. Общий курс физики. Электричество. / Д.В. Сивухин. - М.: Изд-во АСТ, 2003. – 656 с.

4. Сивухин, Д.В. Общий курс физики. Оптика. / Д.В. Сивухин. - М.: Изд-во АСТ, 2005. – 792 с.

5. Сивухин, Д.В. Общий курс физики. Атомная и ядерная физика. В 2 ч. / Д.В. Сивухин. - М.: Изд-во АСТ, 2005. – 784 с.

6. Киттель, Ч. Введение в физику твердого тела / Ч. Киттель. - Москва «Наука», 1978. – 791 с.

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ:

1. Савельев, И. В. Курс общей физики. В 5 кн. Кн. 1. Механика : учебное пособие для втузов / И. В. Савельев . – Москва : Астрель : АСТ , 2008. - 336 с.

2. Савельев, И. В. Курс общей физики. В 5 кн. Кн. 2. Электричество и магнетизм : учебное пособие для втузов / И. В. Савельев . – Москва : Астрель : АСТ , 2008. - 336 с.

3. Савельев, И. В. Курс общей физики. В 5 кн. Кн. 3. Молекулярная физика и термодинамика : учебное пособие для втузов / И. В. Савельев. – Москва :Астрель : АСТ , 2007. - 208 с.

4. Савельев, И. В. Курс общей физики. В 5 кн. Кн. 4. Волны. Оптика : учебное пособие для втузов / И. В. Савельев . - Москва : АСТ :Астрель , 2008. - 256 с.

5. Савельев, И. В. Курс общей физики. В 5 кн. Кн. 5. Квантовая оптика. Атомная физика. Физика твердого тела. Физика атомного ядра и элементарных частиц / И. В. Савельев . - Москва : АСТ :Астрель , 2008. - 368 с.

6. Трофимова, Т. И. Курс физики : учебное пособие для вузов / Т. И. Трофимова. - Москва : Академия (Academia), 2008. - 557 с.

7. Детлаф, А. А. Курс физики : учебное пособие для вузов / А. А. Детлаф, Б. М. Яворский. – Москва : Академия (Academia), 2005. – 719 с.

8. Ашкрофт Н., Мермин Н. Физика твердого тела (в 2-х томах). / Н. Ашкрофт, Н. Мермин.- М.: Мир, 1979.

Критерии оценки знаний поступающих

Вступительное испытание проводится с использованием дистанционных технологий. В рамках вступительного испытания предусматриваются тестовые задания: 10 заданий закрытого типа с выбором одного ответа, 20 заданий на установление последовательности и (или) установление соответствия, 1 задание с развернутым ответом. Максимальная оценка – 100 баллов. При выставлении итоговой оценки набранные баллы суммируются.

Критерии оценивания и время на выполнение заданий представлены в таблице.

Таблица – Критерии оценки ответа поступающего и время на выполнение заданий вступительного испытания

Структура экзаменационных заданий	Количество заданий	Количество времени на выполнение задания, мин.	Количество баллов за выполнение задания
Тестовые задания с выбором одного ответа	10	2	2
Тестовые задания на установление последовательности и (или)установление соответствия	20	2	2
Тестовые задания с развернутым ответом	1	30	
Характеристика ответа			
Представлен полный, развернутый ответ на поставленный вопрос, показана совокупность осознанных знаний, проявляющаяся в свободном оперировании понятиями, умении выделить существенные и несущественные признаки, причинно-следственные связи. Знание демонстрируется на фоне понимания его в системе данного направления и междисциплинарных связей. Ответ формулируется в терминах науки, изложен литературным языком, логичен, доказателен, демонстрирует авторскую позицию. Могут быть допущены недочеты в определении понятий.			36-40
Представлен развернутый ответ на поставленный вопрос, доказательно раскрыты основные положения вопроса; в ответе прослеживается четкая структура, логическая последовательность, отражающая сущность раскрываемых понятий, теорий, явлений. Ответ изложен литературным языком в терминах науки. В ответе допущены недочеты. Отсутствует авторская позиция.			31-35
Представлен развернутый ответ на поставленный вопрос, показано умение выделить существенные и несущественные признаки, причинно-следственные связи. Ответ логичен, изложен в терминах науки, но нечетко структури-			26-30

рован. Допущены незначительные ошибки или недочеты.			
Представлен недостаточно последовательный ответ на поставленный вопрос, но при этом показано умение выделить существенные и несущественные признаки и причинно-следственные связи. Ответ логичен и изложен в терминах науки. Могут быть допущены 1-2 существенные ошибки в определении основных понятий.			21-25
Представлен недостаточно полный и недостаточно развернутый ответ. Логика и последовательность изложения имеют нарушения. Поступающий затрудняется выделить существенные и несущественные признаки и причинно-следственные связи, может конкретизировать обобщенные знания, доказав на примерах их основные положения.			16-20
Представлен неполный ответ, логика и последовательность изложения имеют существенные нарушения. Допущены грубые ошибки при определении сущности раскрываемых понятий, теорий, явлений, вследствие непонимания их существенных и несущественных признаков и связей. В ответе отсутствуют выводы. Умение раскрыть конкретные проявления обобщенных знаний не показано.			11-15
В ответе отсутствует логика изложения. Ответ представлен непоследовательно, сведения носят отрывочный, бессистемный характер. Не продемонстрировано владение понятийным аппаратом. Допущено некорректное использование научных терминов. Ответ представлен в виде набора понятий и отрывочного частичного перечисления признаков и связей. Ответ не соответствует заданию вступительного испытания.			0-10
Ответ отсутствует			0

Минимальное количество баллов, подтверждающее успешное прохождение вступительного испытания, составляет 51 балл.