

Согласовано
Советом
физико-технического факультета
наименование структурного подразделения

(протокол от « 01 » 09 2020 г. № 1)

Утверждаю
Председатель приемной комиссии
ФГБОУ ВО «ФФЭУ»



А.У.Огоев
2020 г.

ПРОГРАММА

вступительных испытаний при приеме на обучение по образовательной программе высшего образования – программе магистратуры в 2021 году на направление подготовки
03.04.02 ФИЗИКА

программа «Физика полупроводников. Микроэлектроника»

Составители: Тваури И. В., декан
физико-технического факультета,
доцент
Туаев Г.Э., ст. преподаватель

Содержание

Программа отражает вопросы физики, которые необходимо знать выпускнику университета со специализациями физического профиля, и которые являлись основными в программе государственного экзамена по физике. Все вопросы программы сосредоточены по разделам: механика, молекулярная физика, термодинамика и статистическая физика, электричество и магнетизм, электродинамика, оптика, физика атома и атомных явлений, квантовая механика, физика ядра и элементарных частиц.

Для ответа на поставленные вопросы поступающий в магистратуру должен продемонстрировать знания материала по разделам общей физики. Во время вступительного экзамена могут быть заданы вопросы по теме будущей магистерской диссертации.

Раздел 1. Механика

Кинематика материальной точки и твердого тела. Способы описания движения материальной точки. Степени свободы твердого тела. Описание движения твердого тела. Векторы угловой скорости, углового перемещения, углового ускорения. Мгновенная ось вращения.

Взаимодействия и силы в физике. Виды фундаментальных взаимодействий. Закон всемирного тяготения. Закон Кулона. Сила Лоренца. Силы Ван-дерВаальса. Силы в классической механике.

Законы Ньютона и принцип относительности Галилея. Первый закон Ньютона. Инерциальные системы отсчета. Принцип относительности Галилея.

Преобразования Галилея. Инвариантность преобразований величин. Сила, масса. Второй закон Ньютона. Импульс. Принцип независимости действия сил.

Третий закон Ньютона.

Динамика твердого тела и механические системы Теорема о движении центра масс. Дифференциальное уравнение поступательного движения твердого тела, вращательное движение вокруг неподвижной оси. Динамика плоского движения. Динамика вращательного движения твердого тела с неподвижной точкой. Тензор инерции, главные оси и главные моменты инерции. Вычисление момента инерции относительно оси. Теорема Штейнера-Гюйгенса.

Фундаментальные законы сохранения в классической механике. Закон сохранения энергии и его связь с однородностью времени. Закон сохранения импульса и его связь с однородностью пространства. Закон сохранения момента импульса и его связь с изотропностью пространства.

Движение в центральном силовом поле. Задача Кеплера. Определение центрально-симметричного поля. Свойства силы, действующей на частицу в центральном поле. Сохранение момента импульса и закон площадей. Нахождение закона движения из первых интегралов движения. Общие свойства траекторий в центральном поле. Законы Кеплера.

Линейные колебания механических систем. Нормальные координаты.

Свободные незатухающие колебания. Свободные незатухающие колебания системы с одной степенью свободы в гармоническом приближении. Частота, амплитуда и фаза колебания. Затухающие колебания при наличии трения. Вынужденные колебания при отсутствии трения. Резонанс.

Волны в упругой среде и элементы акустики. Продольные и поперечные волны. Волновое уравнение. Звук. Характеристики звука. Эффект Доплера.

Стоячие волны.

Уравнения динамики идеальной жидкости. Эйлеров и Лагранжев подходы к описанию движения сплошной среды. Уравнение непрерывности. Идеальная жидкость. Стационарное течение. Уравнение Бернулли. Вязкая жидкость.

Основы специальной теории относительности. Постулаты СТО. Преобразования Лоренца и их следствия. Уравнения релятивистской механики. 4вектор энергии-импульса.

Раздел 2. Молекулярная физика.

Термодинамика и статистическая физика Первое начало термодинамики. Работа. Теплота. Внутренняя энергия.

Физическое содержание первого начала. Функции состояния и полные дифференциалы.

Второе начало термодинамики. Циклические процессы. Работа цикла.

Коэффициент полезного действия тепловой машины. Цикл Карно. Теоремы Карно. Формулировки Клаузиуса и Кельвина второго начала термодинамики.

Энтропия. Энтропия идеального газа, ее физический смысл и расчет в процессах идеального газа. Вычисление к.п.д. с помощью энтропии. Формулировка второго начала термодинамики с помощью энтропии. Статистический характер второго начала. Изменение энтропии в необратимых процессах. Фазовые превращения. Переход из газообразного состояния в жидкое.

Уравнение Клапейрона-Клаузиуса. Фазовая диаграмма. Кристаллизация и плавление. Кристаллизация и сублимация. Фазовые диаграммы. Полиморфизм. Фазовые переходы первого и второго рода.

Статистические распределения (микроканоническое, каноническое, большое каноническое). Функция распределения, статистическая сумма. Вычисление средних физических величин. Распределение Больцмана. Термодинамические потенциалы. Преобразование производных термодинамических величин.

Системы с переменным числом частиц. Химический потенциал. Термодинамические неравенства.

Основы физической кинетики. Виды процессов переноса (теплопроводность, диффузия, вязкость). Уравнение процессов переноса. Процессы переноса в идеальном газе. Основные отличительные особенности явлений переноса в твердых телах и жидкостях в сравнении с явлениями переноса в газах. Броуновское движение.

Раздел 3. Электричество и магнетизм.

Электродинамика Электростатика. Закон Кулона. Электрическое поле. Напряженность электрического поля. Теорема Гаусса. Потенциальный характер электростатического поля. Разность потенциалов. Связь между напряженностью поля и потенциалом. Уравнение Пуассона. Электростатическая индукция. Поле при наличии проводников. Электрическая емкость. Конденсаторы. Поляризация диэлектриков. Поле при наличии диэлектриков. Вектор электрического смещения. Энергия системы точечных зарядов и системы заряженных проводников.

Электрический ток. Законы Ома и Джоуля - Ленца (дифференциальная и интегральная формы). Правила Кирхгофа. Электрические явления в контактах твердых тел одинакового типа проводимости. Электронно-дырочный переход.

Электронные полупроводниковые приборы. Электролитическая диссоциация.

Проводимость электролитов. Электролиз. Электродные потенциалы. Химические источники тока.

Магнитное поле. опыты Эрстеда и Ампера. Сила Лоренца. Индукция магнитного поля. Магнитное поле движущегося заряда. Магнитные поля прямолинейного и кругового токов. Закон Био - Савара - Ампера. Формула Ампера.

Вихревой характер магнитного поля. Намагничивание вещества. Намагниченность. Энергия магнитного поля. Магнитные свойства вещества (диамагнетизм, парамагнетизм, ферромагнетизм).

Электромагнитное поле. Явление электромагнитной индукции (закон Фарадея). Вихревое электрическое поле. Ток смещения. Уравнения Максвелла (трехмерная и четырехмерная форма записи) и их физический смысл. Уравнения электромагнитного поля в веществе как следствие усредненных микроуравнений Лоренца (векторы поляризации и намагничивания).

Электромагнитные волны. Электромагнитные волны как следствие уравнений Максвелла. Потенциал электромагнитного поля, калибровочные преобразования. Волновые уравнения и их решения (запаздывающие потенциалы).

Поляризация плоских монохроматических волн. Энергия и интенсивность электромагнитных волн.

Раздел 4. Оптика

Электромагнитная природа света. Структура и свойства плоских электромагнитных волн. Поляризация плоских монохроматических волн. Энергия и интенсивность электромагнитных волн. Законы отражения и преломления света на границах двух сред. Формулы Френеля. Поляризация при отражении и преломлении. Угол Брюстера. Полное внутреннее отражение.

Электронная теория дисперсии. Нормальная и аномальная дисперсия.

Интерференция. Интерференция монохроматического света. Интерференционные опыты с использованием деления волнового фронта. Схемы Юнга и Френеля. Интерференция квазимонохроматического света. Видимость интерференционной картины. Временная и пространственная когерентность. Применения интерференции.

Дифракция. Принцип Гюйгенса-Френеля. Метод зон Френеля. Дифракция света на круглом отверстии и круглом диске. Зонная пластинка. Приближение Френеля. Приближение Фраунгофера. Дифракция Фраунгофера. Дифракция Фраунгофера на щели. Дифракционные решетки и их характеристики (дисперсия, разрешающая способность). Физические основы голографии.

Распространение света в анизотропной среде. Двойное лучепреломление. Обыкновенная и необыкновенная волны и их поляризация. Одноосные кристаллы. Поляризационные призмы и поляроиды. Искусственная анизотропия вещества.

Плоские электромагнитные волны в веществе. Поглощение света. Закон Бугера.

Фотометрические величины и единицы их измерений (световой поток, сила света, светимость, яркость, освещенность).

Геометрическая оптика. Преломление света на сферической поверхности. Построение изображений в линзах и зеркалах. Формула тонкой линзы. Увеличение изображения. Центрированная оптическая система. Оптические приборы. Аберрации оптических систем.

Квантовая и нелинейная оптика. Законы теплового излучения (Кирхгофа, Вина, Стефана-Больцмана). Формула Планка. Квантовые свойства света.

Энергия и импульс фотона. Фотоэффект и его законы. Давление света. Эффект Комптона. Спонтанные и вынужденные переходы. Коэффициенты Эйнштейна.

Время жизни возбужденных состояний. Физические принципы работы лазеров.

Свойства лазерного излучения. Виды лазеров. Нелинейные оптические явления.

Нелинейные восприимчивости.

Раздел 5. Физика атома и атомных явлений.

Квантовая механика Старая квантовая теория и корпускулярно-волновой дуализм. Опыты Резерфорда. Постулаты Бора. Опыты Франка-Герца. Модель атома Бора. Волны де Бройля. Дифракция микрочастиц. Связь между корпускулярными и волновыми свойствами.

Основы квантовой механики. Стационарное и временное уравнения Шредингера. Решение задачи о движении частицы в одномерной бесконечно глубокой прямоугольной потенциальной яме. Квантовые состояния электрона в водородоподобном атоме. Квантование энергии, момента импульса и проекции момента импульса. Соотношения неопределенностей Гейзенберга.

Теория атомов и молекул. Магнитные свойства атома водорода. Магнетон Бора. Опыты Штерна и Герлаха. Спин электрона. Атомы щелочных металлов. Валентные электроны. Спин-орбитальное взаимодействие. Принцип Паули.

Электронные оболочки атомов и их заполнение. Физическое объяснение периодического закона Менделеева. Эффект Зеемана. Магнитный резонанс. Эффект Штарка. Природа химической связи. Виды движения в молекуле. Колебания и вращение двухатомных молекул. Молекулярные спектры.

Конденсированные среды. Колебания кристаллической решетки. Распределение Бозе - Эйнштейна. Бозонные конденсаты. Расщепление уровней энергии атомов в зоны при образовании кристалла. Распределение электронов в зонах по состояниям. Функция Ферми-Дирака. Электрические и магнитные свойства твердых тел. Различие между металлами, полупроводниками и диэлектриками в зонной модели. Природа сверхпроводимости и сверхтекучести.

Раздел 6. Физика ядра и элементарных частиц

Строение ядра. Состав и основные характеристики атомных ядер (размеры, заряд, масса, спин, магнитный момент). Энергия связи и устойчивость ядер.

Модели строения ядер. Капельная модель. Модель ядерных оболочек. Области их применения. Основные свойства ядерных сил. Феноменологический ядерный потенциал. Явление радиоактивности. Основной закон радиоактивного распада.

Энергетические условия и механизмы - и - распадов. Нарушение четности при

- распаде. Деление тяжелых ядер. Элементарная теория деления. Использование энергии деления (атомная энергетика). Синтез легких ядер. Проблемы и перспективы использования термоядерной энергии.

Физика высоких энергий. Законы сохранения и квантовые числа. Лептоны и адроны. Стабильные частицы и резонансы. Симметрия сильных взаимодействий. Кварки и глюоны. Основные принципы квантовой хромодинамики, конфайнмент и асимптотическая свобода. Объединенные теории фундаментальных взаимодействий. Локальная калибровочная инвариантность и спонтанное нарушение симметрии. Поколения лептонов и кварков. Масштабы Великого объединения. Распад протона.

I. Элементы содержания, проверяемые заданиями КИМ (письменной работой, экзаменационными билетами и др.)

В экзаменационном билете два теоретических вопроса и одна задача.

II. Список рекомендуемой литературы

1. Сивухин Д.В. Общий курс физики. В 5 т. М., 1974-2004.
2. Матвеев А.Н. Механика и теория относительности. — М.: ОНИКС 21 век: Мир и Образование, 2003.
3. Матвеев А.Н. Молекулярная физика. М.: Высшая школа, 1981.
4. Матвеев А.Н. Электричество и магнетизм. М.: Высшая школа, 1983.
5. Матвеев А.Н. Оптика. М.: Высшая школа, 1985.
6. Матвеев А.Н. Атомная физика. М.: Высшая школа, 1989.

III. Критерии оценки, включая

количество заданий, общее время выполнения работы, перечень предметов, разрешенных к использованию при выполнении заданий (например, линейка, непрограммируемый калькулятор, периодическая система химических элементов Д.И. Менделеева и др.)

Всего заданий в билете – 2

Максимальный балл за работу – 100 баллов

Максимальный балл за работу – 56 баллов

Общее время подготовки – 60 мин

При выполнении заданий разрешено использовать линейку, непрограммируемый калькулятор.

IV. Демонстрационный вариант

ФГБОУ ВО «Северо-Осетинский государственный университет

им. К.Л. Хетагурова»

Физико-технический факультет

Вступительный экзамен в магистратуру по направлению «Физика полупроводников.

Микроэлектроника»

2021 год

Билет 1

1. Особенности внутреннего строения вещества. Физическая природа

электропроводности металлов, полупроводников, диэлектриков. Физико-химические и электрические свойства полупроводниковых материалов, соединений и твердых растворов.

2. Классификация интегральных микросхем. Конструктивные особенности полупроводниковых и гибридных микросхем. Отличия и особенности аналоговых и цифровых микросхем.

Декан
физико-технического факультета

И.В. Тваури