

**Программа по физике для проведения аттестации при восстановлении (перевode) на факультет фундаментальной физико-химической инженерии
МГУ имени М.В. Ломоносова
по специальности 03.03.01 «Прикладные математика и физика»**

При восстановлении (перевode) на 2-й курс экзаменационные билеты формируются из материалов разделов «Механика», «Молекулярная физика».

При восстановлении (перевode) на 3-й курс и выше экзаменационные билеты формируются из материалов разделов «Механика», «Молекулярная физика», «Электричество и магнетизм», «Оптика».

Механика

Способы описания движения материальной точки. Перемещение, скорость, ускорение в векторной и координатной формах. Произвольное криволинейное движение, кривизна траектории, радиус, центр кривизны. Разложение вектора полного ускорения на нормальную и тангенциальную составляющие. Движение точки по окружности, векторы угловой скорости и углового ускорения.

Инерциальные системы отсчета, первый закон Ньютона.

Силы и взаимодействия. Четыре типа взаимодействий. Второй закон Ньютона.

Масса как мера инертности. Третий закон Ньютона. Понятие импульса тела, импульса силы; момента импульса, момента силы. Уравнение моментов. Система материальных точек, ее импульс, момент импульса для системы материальных точек.

Работа силы. Кинетическая энергия. Связь силы с потенциальной энергией. Энергия взаимодействия.

Законы сохранения импульса, момента импульса и энергии в нерелятивистском и релятивистском случаях. Соотношение между массой и энергией и его экспериментальная проверка. Энергия связи.

Закон всемирного тяготения Ньютона; потенциальный характер сил тяготения. Движение в поле центральных сил, уравнение траектории движения.

Законы сохранения при столкновениях. Упругие столкновения, лобовой удар. Неупругие столкновения.

Движение тел переменной массы. Формула Циолковского.

Неинерциальные системы, движущиеся прямолинейно. Силы инерции. Невесомость. Неинерциальные вращающиеся системы. Кориолисово ускорение. Неинерциальная система координат, связанная с поверхностью Земли. Маятник Фуко.

Поступательное, вращательное движение твердого тела. Уравнение движения твердого тела. Понятие момента инерции относительно оси вращения. Вращение твердого тела относительно неподвижной точки. Понятие о тензоре инерции. Главные оси и главные моменты инерции. Кинетическая энергия движения твердого тела, кинетическая энергия вращения. Плоское движение. Гироскопы.

Гармонические колебания. Характеристики гармонических колебаний. Математический и физический маятники. Сложение гармонических колебаний.

Собственные и вынужденные колебания. Затухание колебаний. Кинематика колебаний со многими степенями свободы движений. Фигуры Лиссажу. Связанные системы.

Продольные, поперечные волны. Амплитуда, фаза и скорость распространения волны. Волновое уравнение. Уравнение бегущей волны. Стоячие волны. Звуковые волны. Энергия звуковой волны. Скорость звука. Ультразвук. Резонаторы. Эффект Доплера.

Понятие сплошной среды. Деформация сплошной среды. Упругая и пластическая деформации. Одноосные растяжения и сжатие, сдвиг, изгиб, кручение. Закон Гука, модуль Юнга, коэффициент Пуассона. Предел упругости. Прочность, хрупкость, остаточная деформация.

Молекулярная физика

Температура и ее измерение. Законы идеальных газов. Уравнение состояния вещества. Давление газа с точки зрения молекулярно-кинетической теории. Среднее число молекул, сталкивающихся со стенкой сосуда. Закон Дальтона.

Распределение Максвелла. Вычисление характерных скоростей: средней, среднеквадратичной, наиболее вероятной. Барометрическая формула. Распределение Больцмана.

Среднее число столкновений в единицу времени и средняя длина свободного пробега молекул. Эффективное сечение. Распределение молекул по длинам свободного пробега.

Теплопроводность газов. Вязкость газов (внутреннее трение). Соотношения между коэффициентами переноса. Зависимость коэффициентов диффузии, вязкости и теплопроводности от давления и температуры.

Внутренняя энергия, работа и количество теплоты. Первый закон термодинамики. Теплоемкость. Распределение энергии по степеням свободы (закон равнораспределения). Молекулярно-кинетическая теория теплоемкости. Уравнение Майера. Политропический процесс.

Обратимые и необратимые процессы. Второй и третий законы термодинамики. Цикл Карно и его коэффициент полезного действия. Понятие об энтропии. Связь энтропии с термодинамической вероятностью состояния.

Термодинамические функции (потенциалы). Термодинамическая теория эффекта Джоуля-Томсона.

Отклонение газов от идеальности. Уравнение Ван-дер-Ваальса состояния реальных газов. Изотермы газа Ван-дер-Ваальса. Критическое состояние. Природа сил молекулярного притяжения. Внутренняя энергия реального газа.

Фазы и фазовые превращения. Кривые фазового равновесия и уравнение Клапейрона — Клаузиуса. Метастабильные состояния. Фазовые переходы первого рода.

Электричество и магнетизм

Электромагнитное взаимодействие и его место среди других взаимодействий в природе. Электрический заряд и его свойства. Линейная, поверхностная и объёмная плотность заряда. Закон Кулона и его полевая трактовка. Системы единиц СИ и СГСЕ. Вектор напряжённости электрического поля. Принцип суперпозиции. Графическое изображение электрического поля. Силовые линии и их свойства.

Поток вектора напряжённости. Теорема Остроградского–Гаусса в интегральной форме. Теорема Гаусса в дифференциальной форме. Применение теоремы Гаусса. Поле равномерно заряженной плоскости. Поле заряженной сферы.

Потенциальный характер электрического поля. Потенциал и разность потенциалов. Потенциал точечного заряда. Связь напряжённости поля с градиентом потенциала. Теорема о циркуляции. Уравнение Пуассона.

Электрическое поле в веществе. Проводники в электрическом поле. Емкость проводника. Метод изображений.

Поляризация диэлектриков. Вектор поляризации. Свободные и связанные заряды. Теорема Гаусса при наличии диэлектриков (в интегральной и дифференциальной форме). Вектор электрической индукции. Диэлектрическая восприимчивость и диэлектрическая проницаемость. Виды диэлектриков. Сегнетоэлектрики. Пьезоэффект. Граничные условия на границе двух диэлектриков.

Электрическая емкость. Конденсаторы. Соединение конденсаторов. Энергия электрического поля и ее локализация в пространстве. Объёмная плотность энергии электрического поля.

Постоянный ток. Сила и плотность тока. Электродвижущая сила. Закон Ома в интегральной и дифференциальной формах. Работа и мощность постоянного тока. Закон Джоуля–Ленца в интегральной и дифференциальных формах. Сопротивление проводников. Последовательное и параллельное соединения проводников. RC- цепи. Правила Кирхгофа. Уравнение непрерывности и условие стационарности электрического тока.

Магнитное поле постоянных токов в вакууме. Законы Ампера и Био-Савара-Лапласа. Магнитное поле прямого проводника и кругового витка с током. Магнитный момент тока. Действие магнитного поля на рамку с током. Теоремы о циркуляции и потоке магнитной индукции для магнитного поля в вакууме в интегральной и дифференциальной формах. Магнитное поле объёмного тока.

Действие магнитного поля на электрический заряд. Сила Лоренца. Траектории движения частиц в однородном магнитном поле. Магнитные ловушки.

Магнитное поле в веществе. Магнитная индукция и напряжённость поля. Вектор намагниченности. Токи проводимости и молекулярные токи. Теорема о циркуляции для магнитного поля в веществе. Граничные условия на границе двух магнетиков. Магнитные свойства вещества. Парамагнетики, диамагнетики, магнитоупорядоченные вещества.

Явление электромагнитной индукция в движущихся и неподвижных проводниках. Закон электромагнитной индукции. Относительный характер электрического и магнитного полей. Правило Ленца. Коэффициенты само- и взаимной индукции. Установление тока в цепи, содержащей индуктивность. Магнитная энергия и её локализация в пространстве.

Система уравнений Максвелла. Объемная плотность энергии электромагнитного поля. Вектор Пойнтинга.

Колебательный контур. Свободные колебания в идеальном и реальном электрическом колебательном контуре. Логарифмический декремент затухания. Вынужденные колебания в контуре. Метод векторных диаграмм. Резонанс напряжений и токов. Добротность.

Переменный ток. Закон Ома для цепей переменного тока. Емкостное и индуктивное сопротивление. Полное сопротивление контура, содержащего резистор, индуктивность и емкость. Работа и мощность переменного тока. Активное и реактивное сопротивление. Генераторы переменного тока. Трансформаторы. Трехфазный ток.

Излучение электромагнитных волн. Волновое уравнение. Сферические и плоские волны. Монохроматические волны. Частотные диапазоны электромагнитных волн. Энергия, переносимая волной. Электромагнитные волны на границе двух диэлектриков.

Полупроводники. Эффект Холла. Сверхпроводимость. Скин-эффект

Оптика

Предмет изучения и разделы оптики. Оптическая сила сферической границы. Оптическая сила тонкой линзы. Фокальная плоскость тонкой линзы. Фокусное расстояние. Фокус. Построение изображений в тонкой линзе. Действительное и мнимое изображения. Сферическое зеркало и его фокусное расстояние. Глаз. Аккомодация глаза. Свет и цвет. Лупа. Увеличение лупы. Окуляр. Подзорная труба, телескоп, микроскоп. Рефракция. Миражи.

Электромагнитная теория света. Уравнения Максвелла и материальные уравнения. Волновое уравнение. Скорость света. Частные решения волнового уравнения. Бегущие электромагнитные волны. Плоские и сферические волны. Гармоническая волна и комплексная форма ее представления.

Энергия электромагнитной волны. Свойства плоских волн. Ориентация и взаимосвязь полевых векторов. Поляризация света. Линейная, круговая и эллиптическая поляризации. Поляроидные очки для стереокино. Фазовая и групповая скорости электромагнитной волны. Поток энергии электромагнитной волны. Вектор Умова-Пойнтинга. Давление электромагнитных волн. Интенсивность света. Излучение одиночного заряда. Дипольное излучение осциллятора. опыты Герца.

Интерференция света. Опыт Юнга. Двухволновая интерференция монохроматических волн. Уравнение интерференции и функция видности. Линейная и угловая ширины интерференционных полос. Спектральное описание, время и длина когерентности. Временное описание, функция временной корреляции. Степень пространственно-временной когерентности. Пространственная когерентность. Угол и радиус когерентности.

Модели интерферометров. Билинза Бийе. Зеркало Ллойда. Бипризма Френеля. Бизеркало Френеля. Интерферометр Рэлея. Интерферометр Жамена. Интерферометр Рождественского (Маха-Цендера). Звездный интерферометр Майкельсона. Функция пространственно-временной корреляции. Методы получения интерференционных картин - деление волнового фронта и деление амплитуды, реализации методов. Интерференция в тонких пленках. Кольца Ньютона. Полосы равной толщины и равного наклона. Интерференционные фильтры и зеркала.

Дифракция света. Принципы Гюйгенса и Гюйгенса-Френеля. Приближение Кирхгофа. Теорема обратимости Гельмгольца. Принцип дополнительности Бабинне. Метод зон Френеля. Радиус и площадь зоны Френеля. Число Френеля.

Простейшие дифракционные задачи. Дифракция на круглом отверстии и круглом экране, спираль Френеля. Пятно Пуассона. Дифракция на крае полубесконечных экрана и щели, спираль Корню. Ближняя и дальняя зоны дифракции. Дифракционная длина.

Дифракция Фраунгофера. Приближения Френеля и Фраунгофера. Дифракция Фраунгофера на пространственных структурах: прямоугольном отверстии, круглом отверстии и щели. Дифракционная решётка. Дисперсия дифракционной решётки. Амплитудные и фазовые дифракционные решетки. Распределение интенсивности в дифракционной картине.

Дисперсия света. Спектральный анализ световых полей. Спектроскопия. Типы спектров. Дисперсионные, дифракционные и интерференционные спектральные приборы. Основные характеристики приборов: аппаратная функция, угловая и линейная дисперсии, разрешающая способность и область дисперсии. Роль дифракции в приборах, формирующих изображение: линзе, телескопе и микроскопе.

Распространение света в веществе: микроскопическая картина. Уравнения гармонической электромагнитной волны в веществе. Комплексная диэлектрическая и магнитная проницаемости вещества. Поляризуемость среды и молекулы. Классификация сред распространения электромагнитных волн. Скин-эффект. Дисперсия электромагнитных волн. Теория нормальной дисперсии. Учет затухания лорентцевых осцилляторов. Теория аномальной дисперсии и поглощения электромагнитных волн. Поглощение света (закон Бугера). Зависимости показателя преломления и коэффициента поглощения от частоты. Дисперсионное расплывание волновых пакетов. Дисперсионная длина.

Поляризация. Экспериментальные исследования распространения электромагнитных волн Г. Герца. Коэффициенты отражения и прохождения электромагнитной волны через плоскую границу раздела двух сред. Отражение и прохождение электромагнитной волны через плоскую границу раздела двух сред с различными значениями их диэлектрических и магнитных проницаемостей. Оптические явления на границе раздела изотропных диэлектриков. Законы отражения и преломления света. Формулы Френеля. Эффект Брюстера и явление полного внутреннего отражения. Энергетические соотношения при преломлении и отражении света.

Анизотропия оптических свойств. Распространение света в анизотропных средах. Описание диэлектрических свойств анизотропных сред. Плоские электромагнитные волны в анизотропной среде. Структура световой волны, фазовая и лучевая скорости. Уравнения Френеля для фазовых и лучевых скоростей. Эллипсоид лучевых скоростей и лучевая поверхность. Одноосные и двуосные кристаллы.

Оптические свойства одноосных кристаллов. Обыкновенный и необыкновенный лучи. Построение Гюйгенса. Двойное лучепреломление и поляризация света. Поляризационные приборы, четвертьволновая и полуволновая пластинки. Анизотропия оптических свойств, наведенная механической деформацией, электрическим и магнитным полями.

Рассеяние света. Излучение элементарного рассеивателя. Поляризация рассеянного света и закон Рэлея. Элементы теории рассеяния, формулы Эйнштейна и Рэлея. Рассеяние света в мелкодисперсных и мутных средах.

Постулаты Бора. Квантовые свойства атомов. Основные представления квантовой теории излучения света атомами. Модель двухуровневой системы. Типы радиационных переходов. Коэффициенты Эйнштейна. Явление люминесценции: основные закономерности, спектральные и временные характеристики.

Тепловое излучение. Излучательная и поглощательная способности вещества и их соотношение. Взаимодействие при термодинамическом равновесии. Модель абсолютно черного тела. Формула Рэля-Джинса. Ограниченность классической теории излучения. Закон Стефана-Больцмана. Формула смещения Вина. Формула Планка. Квантовые свойства света: фотоэлектрический эффект и эффект Комптона.