

## *Программа по физике для студентов ИЗО групп: ГИв, ГИп, ОПг.*

Предмет физики Связь физики с другими науками

### 1. ФИЗИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ МЕХАНИКИ

Механика и ее структура.

Глава 1. Элементы кинематики

Модели в механике. Кинематические уравнения движения материальной точки. Траектория, длина пути, вектор перемещения. Скорость. Ускорение и его составляющие. Угловая скорость. Угловое ускорение.

Глава 2. Динамика материальной точки и поступательное движение твердого тела

Первый закон Ньютона. Масса. Сила. Второй и третий законы Ньютона. Закон сохранения импульса. Закон движения центра масс. Силы трения.

Глава 3. Работа и энергия

Работа, энергия, мощность. Кинетическая и потенциальная энергия. Связь между консервативной силой и потенциальной энергией. Полная энергия. Закон сохранения энергии. Графическое представление энергии. Абсолютно упругий удар. Абсолютно неупругий удар

Глава 4. Механика твердого тела

Момент инерции. Теорема Штейнера. Момент силы. Кинетическая энергия вращения. Уравнение динамики вращательного движения твердого тела. Момент импульса и закон его сохранения. Деформации твердого тела. Закон Гука. Связь между деформацией и напряжением.

Глава 5. Тяготение. Элементы теории поля

Закон всемирного тяготения. Характеристики поля тяготения. Работа в поле тяготения. Связь между потенциалом поля тяготения и его напряженностью. Космические скорости. Силы инерции.

Глава 6. Элементы механики жидкостей

Давление в жидкости и газе. Уравнение неразрывности. Уравнение Бернулли. Некоторые применения уравнения Бернулли. Вязкость (внутреннее трение). Режимы течения жидкостей.

Глава 7. Элементы специальной теории относительности

Механический принцип относительности. Преобразования Галилея. Постулаты СТО. Преобразования Лоренца. Следствия из преобразований Лоренца (1). Следствия из преобразований Лоренца (2). Интервал между событиями. Основной закон релятивистской динамики. Энергия в релятивистской динамике.

### 2. ОСНОВЫ МОЛЕКУЛЯРНОЙ ФИЗИКИ И ТЕРМОДИНАМИКИ

Глава 8. Молекулярно-кинетическая теория идеальных газов

Разделы физики: молекулярная физика и термодинамика. Метод исследования термодинамики. Температурные шкалы. Идеальный газ. Законы Бойля-Мариотта, Авогадро, Дальтона. Закон Гей-Люссака. Уравнение Клапейрона-Ме-

нделеева. Основное уравнение молекулярно-кинетической теории. Закон Максвелла о распределении молекул идеального газа по скоростям. Барометрическая формула. Распределение Больцмана. Средняя длина свободного пробега молекул. Некоторые опыты, подтверждающие МКТ. Явления переноса (1). Явления переноса (2).

#### Глава 9. Основы термодинамики

Внутренняя энергия. Число степеней свободы. Закон о равномерном распределении энергии по степеням свободы молекул. Первое начало термодинамики. Работа газа при изменении его объема. Теплоемкость (1). Теплоемкость (2). Применение первого начала термодинамики к изопроцессам (1). Применение первого начала термодинамики к изопроцессам (2). Адиабатный процесс. Круговой процесс (цикл). Обратимые и необратимые процессы. Энтропия (1). Энтропия (2). Второе начало термодинамики. Тепловой двигатель. Теорема Карно. Холодильная машина. Цикл Карно.

#### Глава 10. Реальные газы, жидкости и твердые тела

Силы и потенциальная энергия межмолекулярного взаимодействия. Уравнение Ван-дер-Ваальса (уравнение состояния реальных газов). Изотермы Ван-дер-Ваальса и их анализ (1). Изотермы Ван-дер-Ваальса и их анализ (2). Внутренняя энергия реального газа. Жидкости и их описание. Поверхностное натяжение жидкостей. Смачивание. Капиллярные явления. Твердые тела: кристаллические и аморфные. Моно- и поликристаллы. Кристаллографический признак кристаллов. Типы кристаллов согласно физическому признаку. Дефекты в кристаллах. Испарение, сублимация, плавление и кристаллизация. Фазовые переходы. Диаграмма состояния. Тройная точка. Анализ экспериментальной диаграммы состояния.

### 3. ЭЛЕКТРИЧЕСТВО И ЭЛЕКТРОМАГНЕТИЗМ

#### Глава 11. Электростатика.

Электрический заряд и его свойства. Закон сохранения заряда. Закон Кулона. Напряженность электростатического поля. Линии напряженности электростатического поля. Поток вектора напряженности. Принцип суперпозиции. Поле диполя. Теорема Гаусса для электростатического поля в вакууме. Применение теоремы Гаусса к расчету полей в вакууме (1). Применение теоремы Гаусса к расчету полей в вакууме (2). Циркуляция вектора напряженности электростатического поля. Потенциал электростатического поля. Разность потенциалов. Принцип суперпозиции. Связь между напряженностью и потенциалом. Эквипотенциальные поверхности. Вычисление разности потенциалов по напряженности поля. Типы диэлектриков. Поляризация диэлектриков. Поляризованность. Напряженность поля в диэлектрике. Электрическое смещение. Теорема Гаусса для поля в диэлектрике. Условия на границе раздела двух диэлектрических сред. Проводники в электростатическом поле. Электроемкость. Плоский конденсатор. Соединение конденсаторов в батарее. Энергия системы зарядов и

уединенного проводника. Энергия заряженного конденсатора. Энергия электростатического поля.

#### Глава 12. Постоянный электрический ток

Электрический ток, сила и плотность тока. Сторонние силы. Электродвижущая сила (ЭДС). Напряжение. Сопротивление проводников. Закон Ома для однородного участка в замкнутой цепи. Работа и мощность тока. Закон Ома для неоднородного участка цепи (обобщенный закон Ома (ОЗО)). Правила Кирхгофа для разветвленных цепей.

#### Глава 13. Электрические токи в металлах, вакууме и газах

Природа носителей тока в металлах. Классическая теория электропроводности металлов (1). Классическая теория электропроводности металлов (2). Работа выхода электронов из металлов. Эмиссионные явления. Ионизация газов. Несамостоятельный газовый разряд. Самостоятельный газовый разряд.

#### Глава 14. Магнитное поле.

Описание магнитного поля. Основные характеристики магнитного поля. Линии магнитной индукции. Принцип суперпозиции. Закон Био-Савара-Лапласа и его применение. Закон Ампера. Взаимодействие параллельных токов. Магнитная постоянная. Единицы  $\mathbf{B}$  и  $\mathbf{H}$ . Магнитное поле движущегося заряда. Действие магнитного поля на движущийся заряд. Движение заряженных частиц в магнитном поле. Теорема о циркуляции вектора  $\mathbf{B}$ . Магнитное поле соленоида и тороида. Поток вектора магнитной индукции. Теорема Гаусса для поля  $\mathbf{B}$ . Работа по перемещению проводника и контура с током в магнитном поле.

#### Глава 15. Электромагнитная индукция

Опыты Фарадея и следствия из них. Закон Фарадея (закон электромагнитной индукции). Правило Ленца. ЭДС индукции в неподвижных проводниках. Вращение рамки в магнитном поле. Вихревые токи. Индуктивность контура. Самоиндукция. Токи при размыкании и замыкании цепи. Взаимная индукция. Трансформаторы. Энергия магнитного поля.

#### Глава 16. Магнитные свойства вещества.

Магнитный момент электронов. Диа - и парамагнетики. Намагниченность. Магнитное поле в веществе. Закон полного тока для магнитного поля в веществе (теорема о циркуляции вектора  $\mathbf{B}$ ). Теорема о циркуляции вектора  $\mathbf{H}$ . Условия на границе раздела двух магнетиков. Ферромагнетики и их свойства.

#### Глава 17. Основы теории Максвелла для электромагнитного поля.

Вихревое электрическое поле. Ток смещения (1). Ток смещения (2). Уравнения Максвелла для электромагнитного поля.

### 4. КОЛЕБАНИЯ И ВОЛНЫ.

#### Глава 18. Механические и электромагнитные колебания.

Колебания: свободные и гармонические. Период и частота колебаний. Метод вращающегося вектора амплитуды. Механические гармонические колебания. Гармонический осциллятор. Маятники: пружинный и математический. Физический маятник. Свободные колебания в идеализированном колебательном конту-

ре. Уравнение электромагнитных колебаний для идеализированного контура. Сложение гармонических колебаний одного направления и одинаковой частоты. Биения. Сложение взаимно перпендикулярных колебаний. Свободные затухающие колебания и их анализ. Свободные затухающие колебания пружинного маятника. Декремент затухания. Свободные затухающие колебания в электрическом колебательном контуре. Добротность колебательной системы. Вынужденные механические колебания. Вынужденные электромагнитные колебания. Переменный ток. Ток через резистор. Переменный ток, текущий через катушку индуктивностью  $L$ . Переменный ток, текущий через конденсатор емкостью  $C$ . Цепь переменного тока, содержащая последовательно включенные резистор, катушку индуктивности и конденсатор. Резонанс напряжений (последовательный резонанс). Резонанс токов (параллельный резонанс). Мощность, выделяемая в цепи переменного тока.

#### Глава 19. Упругие волны.

Волновой процесс. Продольные и поперечные волны. Гармоническая волна и ее описание. Уравнение бегущей волны. Фазовая скорость. Волновое уравнение. Принцип суперпозиции. Групповая скорость. Интерференция волн. Стоячие волны. Звуковые волны. Эффект Доплера в акустике. Получение электромагнитных волн. Шкала электромагнитных волн. Дифференциальное уравнение электромагнитных волн. Следствия теории Максвелла. Вектор плотности потока электромагнитной энергии (вектор Умова-Пойнтинга). Импульс электромагнитного поля.

### 5. ОПТИКА. КВАНТОВАЯ ПРИРОДА ИЗЛУЧЕНИЯ.

#### Глава 20. Элементы геометрической оптики.

Основные законы оптики. Полное отражение. Линзы, тонкие линзы, их характеристики. Формула тонкой линзы. Оптическая сила линзы. Построение изображений в линзах. Аберрации (погрешности) оптических систем. Энергетические величины в фотометрии. Световые величины в фотометрии.

#### Глава 21. Интерференция света.

Вывод законов отражения и преломления света на основе волновой теории. Когерентность и монохроматичность световых волн. Интерференция света. Некоторые методы наблюдения интерференции света. Расчет интерференционной двух источников. Полосы равного наклона (интерференция от плоскопараллельной пластинки). Полосы равной толщины (интерференция от пластинки переменной толщины). Кольца Ньютона. Некоторые применения интерференции (1). Некоторые применения интерференции (2).

#### Глава 22. Дифракция света.

Принцип Гюйгенса-Френеля. Метод зон Френеля (1). Метод зон Френеля (2). Дифракция Френеля на круглом отверстии и диске. Дифракция Фраунгофера на щели (1). Дифракция Фраунгофера на щели (2). Дифракция Фраунгофера на дифракционной решетке. Дифракция на пространственной решетке. Критерий Рэлея. Разрешающая способность спектрального прибора.

Глава 23. Взаимодействие электромагнитных волн с веществом.

Дисперсия света. Различия в дифракционном и призматическом спектрах. Нормальная и аномальная дисперсия. Элементарная электронная теория дисперсии. Поглощение (абсорбция) света. Эффект Доплера.

Глава 24. Поляризация света.

Естественный и поляризованный свет. Закон Малюса. Прохождение света через два поляризатора. Поляризация света при отражении и преломлении на границе двух диэлектриков. Двойное лучепреломление. Положительные и отрицательные кристаллы. Поляризационные призмы и поляроиды. Пластика в четверть волны. Анализ поляризованного света. Искусственная оптическая анизотропия. Вращение плоскости поляризации.

Глава 25. Квантовая природа излучения.

Тепловое излучение и его характеристики. Законы Кирхгофа, Стефана-Больцмана, Вина. Формулы Релея-Джинса и Планка. Получение из формулы Планка частных законов теплового излучения.

Температуры: радиационная, цветовая, яркостная. Вольтамперная характеристика фотоэффекта. Законы фотоэффекта. Уравнение Эйнштейна. Импульс фотона. Давление света. Эффект Комптона. Единство корпускулярных и волновых свойств электромагнитного излучения.

## 6. ЭЛЕМЕНТЫ КВАНТОВОЙ ФИЗИКИ АТОМОВ, МОЛЕКУЛ И ТВЕРДЫХ ТЕЛ.

Глава 26. Теория атома водорода по Бору.

Модели атома Томсона и Резерфорда. Линейный спектр атома водорода. Постулаты Бора. Опыты Франка и Герца. Спектр атома водорода по Бору.

Глава 27. Элементы квантовой механики.

Корпускулярно-волновой дуализм свойств вещества. Некоторые свойства волн де Бройля. Соотношение неопределенностей. Вероятностный подход к описанию микрочастиц. Описание микрочастиц с помощью волновой функции. Принцип суперпозиции. Общее уравнение Шредингера. Уравнение Шредингера для стационарных состояний. Движение свободной частицы. Частица в одномерной прямоугольной «потенциальной яме» с бесконечно высокими «стенками». Потенциальный барьер прямоугольной формы. Прохождение частицы сквозь потенциальный барьер. Туннельный эффект. Линейный гармонический осциллятор в квантовой механике.

Глава 28. Элементы современной физики атомов и молекул.

Водородоподобный атом в квантовой механике. Квантовые числа. Спектр атома водорода.  $1s$ -состояние электрона в атоме водорода. Спин электрона. Спиновое квантовое число. Принцип неразличимости тождественных частиц. Фермионы и бозоны. Принцип Паули. Распределение электронов в атоме по состояниям. Сплошной (тормозной) рентгеновский спектр. Характеристический рентгеновский спектр. Закон Мозли. Молекулы: химические связи, понятие об энергетических уровнях. Молекулярные спектры. Поглощение. Спонтанное и вынуж-

денное излучение. Активные среды. Типы лазеров. Принцип работы твердотельного лазера. Газовый лазер. Свойства лазерного излучения.

Глава 29. Элементы физики твердого тела.

Зонная теория твердых тел. Металлы, диэлектрики и полупроводники по зонной теории. Собственная проводимость полупроводников. Электронная примесная проводимость (проводимость n-типа). Донорная примесная проводимость (проводимость p-типа). Фотопроводимость полупроводников. Люминесценция твердых тел. Контакт электронного и дырочного полупроводников (p-n-переход). Проводимость p-n-перехода. Полупроводниковые диоды. Полупроводниковые триоды (транзисторы).

## 7. ЭЛЕМЕНТЫ ФИЗИКИ АТОМНОГО ЯДРА И ЭЛЕМЕНТАРНЫХ ЧАСТИЦ.

Глава 30. Элементы физики атомного ядра.

Атомные ядра и их описание. Дефект массы. Энергия связи ядра. Спин ядра и его магнитный момент. Ядерные силы. Модели ядра. Радиоактивное излучение и его виды. Закон радиоактивного распада. Правила смещения. Радиоактивные семейства.  $\alpha$ -Распад.  $\beta$ -Распад.  $\gamma$ -Излучение и его свойства. Приборы для регистрации радиоактивных излучений и частиц. Сцинтилляционный счетчик. Импульсная ионизационная камера. Газоразрядный счетчик. Полупроводниковый счетчик. Камера Вильсона. Диффузионная и пузырьковая камеры. Ядерные фотоэмульсии. Ядерные реакции и их классификация. Позитрон.  $\beta^+$ -Распад. Электронно-позитронные пары, их аннигиляция. Электронный захват. Ядерные реакции под действием нейтронов. Реакция деления ядра. Цепная реакция деления. Ядерные реакторы. Реакция синтеза атомных ядер.

Глава 31. Элементы физики элементарных частиц.

Космическое излучение. Мюоны и их свойства. Мезоны и их свойства. Типы взаимодействий элементарных частиц. Описание трех групп элементарных частиц. Частицы и античастицы. Нейтрино и антинейтрино, их типы. Гипероны. Странность и четность элементарных частиц. Характеристики лептонов и адронов. Классификация элементарных частиц. Кварки.