

## **Физика**

### **Аннотация**

**Цель освоения дисциплины** является изучение наиболее общих свойств и законов существования материи, форм ее движения и обеспечение фундаментальной физической подготовки, позволяющей будущим бакалаврам ориентироваться в научно-технической информации, использовать физические принципы и законы в своей трудовой деятельности. Физика знакомит студентов с основами знаний о природе, которые не могут меняться под влиянием текущего момента и политических условий. В результате изучения физики и других естественных дисциплин у студентов в конечном итоге должна сложиться единая непротиворечивая картина мира. Изучение дисциплины должно способствовать формированию у студентов основ научного мышления, в том числе: пониманию границ применимости физических понятий и теорий; умению оценивать степень достоверности результатов теоретических и экспериментальных исследований; умению планировать физический и технический эксперимент и обрабатывать его результаты с использованием методов теории размерности, теории подобия и математической статистики. Именно физика создает основу фундаментальной теоретической и практической подготовки современного бакалавра, позволяющую правильно понимать разнообразные конкретные явления и закономерности, изучаемые большинством общепрофессиональных и специальных дисциплин.

На лабораторных и практических занятиях студенты будут знакомиться с методикой выполнения физического эксперимента, научатся работать с научной аппаратурой, научатся постановке и выбору алгоритмов решения конкретных задач из различных областей физики, приобретут начальные навыки для самостоятельного овладения новыми методами и теориями, необходимыми в практической деятельности современного бакалавра. На практических занятиях студенты закрепляют и конкретизируют полученные теоретические знания путем решения качественных и количественных задач.

Современный бакалавр должен глубоко разбираться в основных явлениях природы, чтобы творчески применять физические закономерности в своей практической деятельности, ибо только в этом случае он сможет удовлетворительно решать проблемы непрерывно развивающихся науки и техники.

Изучаемые в курсе «Физика» разделы являются базой для изучения других предметов, таких, например, как теоретическая механика, электротехника и электроника, термодинамика и теплопередача, теория тепло- и массообмена и т.д.

**Общая трудоемкость дисциплины** составляет 6 зачетных единиц, 216 часов.

#### **Содержание дисциплины**

**Элементы кинематики.** Материальная точка. Механическая система. Система отсчёта. Перемещение, путь, скорость, средняя путевая и средняя скорость по перемещению, ускорение, тангенциальная и нормальная составляющие ускорения, полное ускорение тела. Угол поворота. Угловая скорость и угловое ускорение. Связь между векторами линейных и угловых

скоростей и ускорений. Период и частота обращения. Уравнения поступательного и вращательного движения.

**Динамика материальной точки и поступательного движения твёрдого тела.** Сила как мера механического взаимодействия. Явление инерции тела, масса. Закон сохранения массы. Виды фундаментальных взаимодействий (гравитационное, электромагнитное, слабое и сильное) и их характеристика. Силы в механике: сила гравитационного взаимодействия, сила тяжести, силы трения, сила упругости, сила Архимеда. Деформация твёрдого тела и его виды: упругая и неупругая деформации. Законы Гука для основных видов деформации. Законы Ньютона и их физический смысл.

**Импульс. Виды энергии. Работа, мощность, КПД.** Виды механической энергии: кинетическая, потенциальная, полная механическая. Консервативные и неконсервативные силы. Связь консервативной силы с её потенциальной энергией. Импульс материальной точки, импульс системы материальных точек. Импульс силы. Элементарная механическая работа силы, работа постоянной и переменной силы. Мощность. КПД. Внешние и внутренние силы. Замкнутая механическая система. Законы изменения и сохранения импульса. Закон движения центра масс. Закон движения центра масс замкнутой механической системы. Закон сохранения и превращения энергии. Законы изменения и сохранения полной механической энергии. Удар, виды ударов: упругий и неупругий удары, абсолютно упругий и абсолютно неупругий удары. Запись законов сохранения импульса и энергии для абсолютно упругого и абсолютно неупругого ударов.

**Механика твёрдого тела.** Абсолютно твёрдое тело. Поступательное и вращательное движение твёрдого тела. Момент силы. Условие равновесия твёрдого тела. Центр масс (центр инерции). Центр тяжести. Импульс тела, импульс механической системы тел. Момент импульса. Момент инерции тела. Кинетическая энергия тела, вращающегося вокруг неподвижной оси. Собственные оси и собственные моменты инерции твёрдого тела. Теорема Штейнера. Собственные моменты инерции некоторых однородных тел. Работа и мощность силы при вращательном движении тела. Теорема Кёнига. Законы изменения и сохранения момента импульса механической системы тел. Основное уравнение динамики вращательного движения твёрдого тела.

**Элементы механики жидкости.** Идеальная жидкость. Давление в неподвижных жидкостях и газах. Закон сообщающихся сосудов. Закон Паскаля. Давление жидкости на дно и стенки сосуда. Гидростатический парадокс. Закон Архимеда. Условия плавания тел. Уравнение неразрывности для несжимаемой жидкости. Уравнение Бернулли. Вязкость жидкости и газа. Ламинарный и турбулентный режимы течения. Движение тел в жидкости и газах: закон Ньютона для вязкого трения, формула Стокса.

**Элементы специальной теории относительности.** Релятивистская механика. Постулаты Эйнштейна. Преобразования Лоренца. Следствия из преобразований Лоренца: сокращение продольных размеров тела, явление замедления времени в движущихся системах координат. Связь между массой и энергией.

**Основные законы идеального газа.** Основные положения МКТ. Термодинамические параметры (объем, давление, температура). Идеальный газ. Основные уравнения молекулярно-кинетической теории. Средняя энергия

молекулы. Степени свободы молекул. Распределение энергии по степеням свободы. Максвелловское распределение молекул по скоростям. Барометрическая формула. Больцмановское распределение частиц в потенциальном поле. Идеальный газ. Изопроцессы: изотермический, изобарический, изохорический, адиабатный, политропный. Уравнения состояния идеального газа. Смесь идеальных газов. Закон Дальтона для смеси газов.

**Явления переноса.** Эффективный диаметр молекулы. Число столкновений и средняя длина свободного пробега молекул. Явление переноса в газах: диффузия, теплопроводность, вязкость. Законы Фика, Фурье и Ньютона

**Первое начало термодинамики и его применение к изопроцессам.** Внутренняя энергия системы. Работа идеального газа. Количество теплоты. Теплоёмкость и её виды. Первое начало термодинамики и его применение к различным изопроцессам. Работа, совершаемая газом в изопроцессах.

**Второе и третье начала термодинамики. Тепловые машины.** Круговые, необратимые и обратимые процессы. Прямой и обратный термодинамический цикл. Принцип действия тепловой машин. КПД тепловой машины. Идеальная тепловая машина Карно и её КПД. Энтропия. Неравенство Клаузиуса. Второе начало термодинамики и его статистический смысл. Теорема Нернста.

**Реальные газы, жидкости и твердые тела.** Отступления от законов идеальных газов. Реальные газы. Уравнение Ван-дер-Ваальса и его анализ. Критическое состояние. Внутренняя энергия реального газа.

**Электрическое поле в вакууме и в веществе.** Электрическое поле, его основные свойства. Электростатическое поле и его характеристики. Графическое изображение электростатического поля. Точечный электрический заряд. Закон Кулона. Принцип суперпозиции для электростатических полей. Потенциальная энергия электростатического взаимодействия двух точечных зарядов, системы точечных зарядов. Работа электростатического поля по перемещению точечного заряда. Циркуляция вектора  $E$  электростатического поля. Поток вектора  $E$ . Теорема Гаусса для электростатического поля неподвижных зарядов в вакууме. Электрический диполь. Напряженность и потенциал точечного диполя.

**Постоянный электрический ток.** Электрический ток, виды электрического тока и его основные характеристики. Напряжение, ЭДС. Сопротивление и удельное сопротивление. Зависимость сопротивления металлического проводника от его геометрических размеров и температуры. Явление сверхпроводимости. Виды соединения проводников: последовательное и параллельное. Законы Ома и Джоуля-Ленца. Работа и мощность электрического тока. Правила Кирхгофа для расчета электрических цепей постоянного тока. Конденсаторы. Виды соединения конденсаторов. Энергия электрического поля заряженного конденсатора.

**Электрические токи в металлах, вакууме и газах.** Электрический ток в металлах. Основные положения классической электронной теории проводимости металлов. Работа выхода электронов из металла. Эмиссионные явления. Отличие токов проводимости в металлических проводниках, газах и электролитах. Электрический ток в вакууме. Электрический ток в газах. Вольтамперная характеристика газоразрядной трубки. Самостоятельный и несамостоятельный разряды. Типы самостоятельных разрядов. Токи в жидкостях. Законы Фарадея для тока в электролитах.

**Магнитное поле. Явление электромагнитной индукции.** Магнитное поле, его основные свойства и характеристики. Графическое изображение магнитного поля. Поток вектора магнитной индукции. Закон Бю-Савара-Лапласа. Принцип суперпозиции для магнитных полей. Силы Ампера и Лоренца. Магнитное поле равномерно движущегося заряда. Взаимодействие двух параллельных проводников с током. Магнитный механический момент контура с током в магнитном поле. Потенциальная энергия контура с током в магнитном поле. Циркуляция вектора  $\mathbf{H}$ . Закон полного тока для магнитного поля в вакууме. Поток вектора  $\mathbf{H}$ . Работа магнитного поля по перемещению проводника и контура с током.

Опыты Фарадея. Явление электромагнитной индукции. Закон Фарадея для электромагнитной индукции. Правило Ленца. Явление самоиндукции и взаимной индукции. Индуктивность контура и соленоида. Энергия магнитного поля контура с током и соленоида

**Магнитные свойства вещества.** Магнитные моменты атомов и молекул. Атом в магнитном поле. Намагниченность. Вектор напряжённости магнитного поля. Закон полного тока для магнитного поля в веществе. Виды магнетиков: диамагнетики, парамагнетики и ферромагнетики. Их особенности и основные характеристики.

**Основы теории Максвелла для электромагнитного поля.** Ток смещения. Уравнения Максвелла. Их физический смысл.

Курс первый. Семестр № 2

**Механические и электромагнитные колебания.** Колебания, виды колебаний. Затухающие и незатухающие колебания. Периодические колебания. Свободные и вынужденные колебания. Автоколебания.

Гармонические колебания. Дифференциальное уравнение гармонических колебаний и его решение. График гармонических колебаний. Понятие об амплитуде, частоте, фазе, периоде. Дифференциальное уравнение свободных затухающих колебаний и его решение. График затухающих колебаний. Понятие о коэффициенте затухания, декременте и логарифмическом декременте затухания, времени релаксации и добротности колебательной системы. Дифференциальное уравнение вынужденных колебаний и его решение. Понятие о резонансе. Понятие о маятниках: математический, физический, оборотный и пружинный маятники. Периоды малых колебаний для этих маятников. Сложение гармонических колебаний одного направления. Метод векторных диаграмм. Биения. Сложение двух взаимно перпендикулярных гармонических колебания. Фигуры Лиссажу.

**Упругие волны.** Волна. Механическая волна. Поперечные и продольные волны. Фронт волны, волновая поверхность, понятие о бегущей и стоячей волне. Плоские и сферические волны. Длина волны, период и частота волны. Волновое число. Дифференциальное уравнение волны (волновое уравнение). Уравнения плоской бегущей незатухающей гармонической волны. Уравнения сферической бегущей гармонической волны. Уравнение стоячей волны. Понятие о пучностях и узлах стоячей волны. Понятие о групповой и фазовой скорости волн. Дисперсия волн. Скорости распространения волн в различных средах. Звуковые волны. Ультразвук и инфразвук. Характеристики звука: высота, громкость, тембр.

**Электромагнитные волны.** Электромагнитные волны и их свойства. Интенсивность ЭМВ, вектор Умова – Пойнтинга. Видимый свет. Современные

представления о природе света. Фотон. Корпускулярно-волновой дуализм света. Масса, импульс и энергия фотона. Шкала ЭМВ.

**Элементы геометрической оптики.** Законы геометрической оптики. Явление полного внутреннего отражения.

**Интерференция света.** Волновая оптика. Явление интерференции света. Монохроматические и когерентные световые волны. Оптическая длина пути светового луча. Условия максимума и минимума при интерференции света. Способы получения когерентного света. Опыт Юнга. Интерференция света в тонких плёнках: полосы равного наклона и равной толщины. Кольца Ньютона.

**Дифракция света.** Явление дифракции света. Дифракция Френеля и Фраунгофера. Принцип Гюйгенса - Френеля. Метод зон Френеля. Дифракция Френеля на небольшом круглом отверстии и диске. Дифракция Фраунгофера на одной и многих щелях. Дифракционная решетка и её основные характеристики: период ДР, угловая дисперсия и разрешающая способность ДР. Виды дифракционных решеток: пропускающая и отражающая. Формулы дифракционной решетки.

**Взаимодействие электромагнитных волн с веществом.** Взаимодействие света с веществом: явления рассеяния и поглощения света, дисперсия света, нормальная и аномальная дисперсия света, давление света. Эффект Доплера для световых волн, явление Вавилова-Черенкова, эффект Комптона.

**Поляризация света.** Явление поляризации света. Естественный и поляризованный свет. Виды поляризации. Степень поляризации. Способы получения линейно поляризованного света: при отражении от границы двух диэлектриков, явление двойного лучепреломления, явление линейного дихроизма. Закон Малюса. Оптически активные вещества. Формулы для определения угла поворота плоскости поляризации в оптически активных веществах.

**Квантовая природа излучения.** Тепловое излучение. Основные характеристики теплового излучения. Модель абсолютно черного тела. Кривые теплового излучения абсолютно черного тела. Законы теплового излучения: Кирхгофа, Стефана-Больцмана, Вина, Рэлея-Джинса, Планка. Явление фотоэффекта и его виды. Законы внешнего фотоэффекта. Уравнение Эйнштейна для фотоэффекта. Понятие о работе выхода и красной границе фотоэффекта.

**Теория атома водорода по Бору.** Модели атома Томсона и Резерфорда. Постулаты Бора. Современные представления о строении атома.

**Элементы квантовой механики.** Корпускулярно-волновой дуализм свойств вещества. Волны де Бройля. Соотношения неопределенностей Гейзенберга. Волновая функция и ее статистический смысл. Временное и стационарное уравнения Шредингера.

**Элементы современной физики атомов и молекул.** Спин электрона. Принцип неразличимости тождественных частиц. Фермионы и бозоны. Принцип Паули. Молекулы: типы химических связей.

**Элементы квантовой статистики.** Квантовая статистика Бозе - Эйнштейна и Ферми- Дирака. Выводы квантовой теории электропроводности металлов.

**Элементы физики твердого тела.** Зонная теория твердых тел. Металлы, диэлектрики, полупроводники по зонной теории твёрдого тела. Виды полупроводников. p-n- переход и его основные свойства. Полупроводниковый

диод.

**Элементы атомного ядра. Явление радиоактивности.** Атомное ядро, его состав и основные характеристики. Дефект массы и энергия связи ядра. Свойства ядерных силы. Модели строения ядра. Радиоактивное излучение и его виды. Законы радиоактивного распада. Ядерные реакции и их основные типы. Реакция синтеза атомных ядер.

**Основы элементарных частиц.** Космическое излучение, его основные свойства и характеристики. Классификация элементарных частиц и их свойства. Кварки. Частицы и античастицы. Типы взаимодействий элементарных частиц

#### **Основная литература:**

1. Детлаф А. А., Яворский Б. М. «Курс физики» Учебное пособие по физике для вузов, М: Издательский центр «Академия», 2003, 720 с
2. Савельев И.В «Курс общей физики» т.1, 2, 3., Учебное пособие по физике для вузов, М: Физматлит, 2003
3. Трофимова Т. И.. «Курс физики» Учебное пособие по физике для вузов, М: Высшая школа, 2006, 352 с
4. Чертов А. Г., Воробьев А. А. «Задачник по физике» М.: Высшая школа, 2004.

#### **Дополнительная литература:**

1. Иродов И. Е. «Механика. Основные законы»; ФИЗМАТЛИТ, М-СПб, 2001
2. Иродов И. Е. «Физика макросистем. Основные законы», ФИЗМАТЛИТ, М-СПб, 2001
3. Иродов И. Е. «Электромагнетизм. Основные законы», ФИЗМАТЛИТ, М-СПб, 2001
4. Иродов И. Е. «Волновые процессы. Основные законы» И. Е. Иродов, ФИЗМАТЛИТ, М-СПб, 2001
5. Иродов И. Е. «Квантовая физика. Основные законы», учебное пособие для вузов М: Лаборатория базовых знаний, 2002 г., 272 с

#### **Справочная и нормативная литература:**

1. Трофимова Т.И., Фирсов А.А. «Курс физики. Задачи и решения» Учебное пособие по физике для вузов, М: Издательский центр «Академия», 2004, 592 с
2. Трофимова Т.И. Справочник по физике для студентов и абитуриентов/ Т.И. Трофимова.- М.: ООО «Издательство Астрель»: ООО «Издательство АСТ», 2001.- 399,; ил.
2. Иродов И. Е. «Задачи по общей физике» ФИЗМАТЛИТ, М-СПб, 2001
4. Яворский Б.М., Детлаф А.А., Лебедев А.К. Справочник по физике для инженеров и студентов вузов.- 8 изд. , перераб. и испр. – М. : ООО «Издательство Оникс»: ООО «издательство «Мир и Образование», 2006.- 1056 с.: ил.

#### **Интернет-ресурсы:**

1. Персональный учебно–методический сайт доцента кафедры физики В.Н. Виноглядова:

<http://vinoglyadov.ucoz.ru>;

2. Сайт методических указаний к лабораторным занятиям:  
<http://www.fizik.bstu.ru>

3. Сайт кафедры физики БГТУ им. В.Г. Шухова <http://po.bstu.ru>

4. <http://www.univertv.ru/video/fizika>

5. <http://www.alleng.ru>

6. Сайт лекций по механике:  
<http://fn.bmstu.ru/phys/bib/physbook/tom1/content.htm>

7. Сайт лекций по термодинамике:  
<http://fn.bmstu.ru/phys/bib/physbook/tom2/content.htm>

6. Сайт лекций по электродинамике:  
<http://fn.bmstu.ru/phys/bib/physbook/tom3/content.htm>

8. Сайт лекций по электромаг. волнам:  
<http://fn.bmstu.ru/phys/bib/physbook/tom4/content.htm>