

Структура курса

«Общая физика (механика и теория относительности)»

Введение. Предмет физики. Материя, вещество и поле. Место эксперимента в физике. Классическая, релятивистская и квантовая физика.

1. Кинематика материальной точки.

- 1.1. *Механическое движение.* Предмет механики. Математические модели: материальная точка, абсолютно твёрдое тело, сплошная среда. Задачи кинематики, динамики, статики. Абсолютность и относительность в механике. Система отсчёта. Траектория. Путь. Перемещение. Векторное представление. Свойства векторов (скалярное и векторное произведения, модуль, орт и т. д.).
- 1.2. *Скорость.* Скорость равномерного движения. Средняя скорость неравномерного движения. Понятие функции и её производной. Свойства производной функции. Геометрический смысл производной. Мгновенная скорость. Механический смысл производной. Связь пути и скорости. Понятие определённого интеграла функции. Свойства определённого интеграла. Первообразная функции. Формула Ньютона—Лейбница. Геометрический смысл определённого интеграла. Интегральное понятие среднего значения. Среднее значение скорости и модуля скорости.
- 1.3. *Ускорение.* Понятие ускорения. Случай прямолинейного движения. Тангенциальное ускорение. Случай движения по окружности. Нормальное ускорение. Криволинейная траектория. Радиус кривизны и кривизна (случай параметрически заданной и явной функций).
- 1.4. *Поступательное движение твёрдого тела.* Определение и свойства поступательного движения. Сведение задачи к случаю материальной точки.

2. Динамика материальной точки.

- 2.1. *Инерциальные системы отсчёта. Закон инерции.* Инерциальная система отсчёта. Свойства. Примеры. Первый закон Ньютона.
- 2.2. *Сила и масса.* Интенсивность воздействия. Понятие силы. Инертность. Масса тела. Эталонная масса. Импульс.
- 2.3. *Второй закон Ньютона.* Уравнение движения. Равномерное прямолинейное движение. Уравнение движения в проекциях. Форма записи закона в другой системе единиц.
- 2.4. *Единицы и размерности физических величин.* Классический процесс измерения. Основные и производные единицы измерения. Интерпретация физических законов и формул. Системы единиц. Международная система СИ. 7 основных единиц в СИ. Определение метра, килограмма и секунды. Дольные единицы. Единица силы. Размерность. Показатели размерности. Безразмерные величины.
- 2.5. *Третий закон Ньютона.* Воздействие и взаимодействие.
- 2.6. *Силы.* Силы в механике. Природа сил.
- 2.7. *Сила тяжести и вес.* Ускорение свободного падения. Сила тяжести. Гравитационные силы. Реакция. Вес. Невесомость. Сравнение масс путём взвешивания.

- 2.8. *Упругие силы.* Деформированное состояние. Упругая и пластичная деформации. Предел упругости. Случай пружины. Закон Гука. Жёсткость пружины. Случай стержня. Модуль Юнга. Единица напряжения и давления. Случай бруска. Сдвиг. Модуль сдвига.
- 2.9. *Силы трения.* Внутреннее и внешнее трение. Сухое и вязкое трение. Трение скольжения, качения и покоя. Коэффициенты трения покоя и трения скольжения. Эффект прилипания. Вязкое трение. Сила сопротивления среды. Связь силы трения со скоростью движения.

3. Законы сохранения.

- 3.1. *Закон сохранения импульса.* Система частиц. Внешние и внутренние силы. Понятие замкнутой системы. Однородность пространства. Центр масс и его свойства. Система центра масс и лабораторная система.
- 3.2. *Энергия и работа.* Понятие энергии. Скалярное произведение векторов. Свойства скалярного произведения. Кинетическая энергия частицы. Работа силы. МеСвязь с кинетической энергией. Единица работы и энергии. Принцип суперпозиции. Работа при растяжении (сжатии) пружины. Мощность. Единица мощности.
- 3.3. *Консервативные силы.* Силовое поле. Понятие консервативных сил. Однородное поле. Стационарное поле. Работа сил тяжести. Центральные силы. Пример гравитационных и кулоновских сил.
- 3.4. *Потенциальная энергия материальной точки во внешнем силовом поле.* Потенциальная энергия материальной точки. Связь с работой. Потенциальная энергия поля сил тяжести. Закон сохранения полной механической энергии. Связь с силой. Понятие градиента функции и производной по направлению.
- 3.5. *Потенциальная энергия взаимодействия.* Работа внутренних сил. Взаимная потенциальная энергия. Потенциальная энергия гравитационных и кулоновских сил. Потенциальная энергия деформированной пружины.
- 3.6. *Закон сохранения энергии.* Сохранение полной механической энергии. Однородность времени. Примеры неконсервативных сил. Диссипация энергии. Комментарии.
- 3.7. *Соударение тел.* Понятие абсолютно упругого и абсолютно неупругого ударов. Неупругое и упругое столкновение двух шаров. Применение законов сохранения. Пример.
- 3.8. *Момент силы.* Плечо силы. Векторное произведение и его свойства. Момент силы. Случай пары сил. Моменты внутренних сил.
- 3.9. *Закон сохранения момента импульса.* Момент импульса. Случаи прямолинейного движения и движения по окружности. Изменение момента импульса во времени. Сохранение момента импульса. Изотропность пространства.

4. Механика твёрдого тела.

- 4.1. *Кинематика вращательного движения.* Угловая скорость. Угловое ускорение. Псевдовекторы. Связь с линейными скоростью и ускорением.
- 4.2. *Плоское движение твёрдого тела.* Представления плоского движения. Замечание об угловой скорости.

- 4.3. *Движение центра масс.* Распределение массы. Понятие линейной, поверхностной и объёмной плотностей массы. Механический смысл определённого интеграла. Интегрирование по многообразию. Криволинейный, поверхностный и тройной интегралы. Уравнение движения центра масс.
- 4.4. *Движение вокруг оси.* Момент импульса тела. Момент импульса относительно оси. Момент инерции. Уравнение динамики вращательного движения.
- 4.5. *Вычисление момента инерции.* Случай однородного цилиндра и диска. Теорема Штейнера. Случай однородного стержня. Случай однородного шара.
- 4.6. *Вращение твёрдого тела вокруг оси.* Кинетическая энергия вращения. Работа силы при вращении и её мощность. Аналогии между формулами поступательного и вращательного движения.
- 4.7. *Кинетическая энергия при плоском движении.* Разделение на поступательное и вращательное движение. Интегрирование кинетической энергии. Случай центра масс.
- 4.8. *Гироскопы.* Гироскопический эффект. Прецессионное движение. Угловая скорость прецессии.
- 5. Неинерциальные системы отсчёта.**
- 5.1. *Силы инерции.* Системы отсчёта, движущиеся относительно инерциальных с ускорением. Понятие силы инерции. Аналогия с тяготением.
- 5.2. *Центробежная сила инерции.* Вращающаяся система отсчёта, случай покоя. Центробежная сила. Примеры. Влияние на силу тяжести.
- 5.3. *Сила Кориолиса.* Вращающаяся система отсчёта, случай движения. Вывод выражения для силы Кориолиса. Следствия и свойства. Система отсчёта, связанная с Землёй. Пример с маятником Фуко.
- 6. Элементы небесной механики.**
- 6.1. *Гравитация.* Закон всемирного тяготения. Гравитационная постоянная. Случай протяжённых тел. Эксперимент Кавендиша.
- 6.2. *Гравитационное поле.* Ускорение свободного падения. Первая, вторая и третья космические скорости.
- 6.3. *Законы Кеплера.* Обобщение наблюдений Браге. Постоянная Кеплера. Движение в полярных координатах. Секториальная скорость. Уравнение конического сечения. Финитное и инфинитное движения.
- 7. Элементы теории упругости.**
- 7.1. *Закон Гука.* Деформации. Примеры. Объёмная упругость и упругость формы. Относительная деформация. Внутренние упругие силы. Напряжение и давление. Закон Гука и модуль упругости. Пределы пропорциональности, упругости, текучести и прочности. Работа при деформации тела. Потенциальная энергия деформированного тела.
- 7.2. *Сжимаемость.* Модуль всесторонней объёмной упругости. Сжимаемость. Связь с изменением линейных размеров.
- 7.3. *Характеристики деформированного состояния.* Модуль Юнга. Интерпретация и примеры. Упругое последствие. Поперечное сжатие при удлинении. Коэффициент Пуассона. Примеры. Сдвиговые деформации. Угол сдвига.

Модуль сдвига. Связь с растяжением и сжатием. Связь модулей Юнга, сдвига, всесторонней объёмной упругости и коэффициента Пуассона.

- 7.4. *Характеристики механических свойств твёрдого тела.* Диаграмма растяжения. Нагрузка и разгрузка. Наклёп. Отжиг. Сопротивление скольжению и отрыву. Пластичность и хрупкость. Твёрдость.

8. Механика жидкостей и газов.

- 8.1. *Гидростатика и аэростатика.* Давление. Поверхностные силы. Закон Паскаля. Пример с гидравлическим прессом. Ситуация равновесия. Гидростатическое давление. Прибор Паскаля. Примеры с давлением. Сообщающиеся сосуды.
- 8.2. *Закон Архимеда.* Тело погруженное в жидкость. Сила Архимеда. Следствие. Условие плавания тел. Условие устойчивого плавания. Метацентр. Гидростатическое взвешивание.
- 8.3. *Атмосфера.* Насосы. Опыт Торричелли. Опыт фон Герике. Измерение атмосферного давления.
- 8.4. *Описание движения жидкостей.* Сплошная среда. Поле вектора скоростей. Линии тока. Стационарное течение. Трубка тока. Несжимаемая жидкость. Неразрывность струи.
- 8.5. *Уравнение Бернулли.* Идеальная жидкость. Закон Бернулли. Трубки Пито и Прандтля. Статическое и динамическое давление.
- 8.6. *Истечение жидкости из отверстия.* Формула Торричелли. Импульс вытекающей жидкости или газа. Реактивное движение.
- 8.7. *Течение в трубах.* Вязкость. Ламинарное течение. Коэффициент вязкости. Профиль скорости. Формула Пуазейля. Турбулентное течение. Число Рейнольдса. Кинематическая и динамическая вязкость.
- 8.8. *Обтекание тел.* Движение тел в жидкости или газе и их обтекание. Парадокс д'Аламбера. Лобовое сопротивление. Подъёмная сила. Сила сопротивления. Принцип подобия. Эффект Магнуса.

9. Элементы теории относительности.

- 9.1. *Специальная теория относительности.* Принцип относительности Галилея. Постулаты Эйнштейна. Скорость передачи взаимодействия и скорость света. Инварианты. Понятие одновременности. Единое пространство-время. Синхронизация часов. Мировая точка. Мировая линия.
- 9.2. *Преобразования Лоренца.* Преобразования Галилея. Следствие из однородности пространства и времени. Преобразование координат и времени при переходе из одной инерциальной системы отсчёта в другую. Принцип соответствия Бора.
- 9.3. *Следствие из преобразований Лоренца.* Одновременность событий. Причинность. Лоренцево сокращение. Промежуток времени между событиями. Собственное время. Пример.
- 9.4. *Интервал.* Псевдоевклидова метрика. Интервал и его инвариантность. Связь с собственным временем. Времениподобные и пространственноподобные интервалы. Связь с причинностью.
- 9.5. *Преобразование и сложение скоростей.* Следствие из преобразований Лоренца. Пример с инвариантностью скорости света.

- 9.6. *Релятивистское выражения для импульса.* Пример абсолютно неупругого соударения шаров. Вывод выражения для релятивистского импульса (сохранение импульса). Релятивистская масса. Уравнение динамики релятивистской частицы.
- 9.7. *Релятивистское выражения для энергии.* Релятивистская кинетическая энергия. Предельное выражение. Энергия покоя. Полная энергия в специальной теории относительности. Связь энергии и импульса. Инварианты и их следствия.
- 9.8. *Преобразование импульса и энергии.* Связь с преобразованиями Лоренца. Частицы с нулевой массой. Случай фотона.

Обязательная литература.

1. И. Е. Иродов. Задачи по общей физике. — Издательство: Бинوم. Лаборатория знаний, 2012. 432 с.
2. И. Е. Иродов. Основные законы механики. — Издательство: Бинوم. Лаборатория знаний, 2009. — 312 с.
3. И. В. Савельев. Курс общей физики. Том 1. Механика. Молекулярная физика. — Издательство: Лань, 2007. — 432 с.

Дополнительная литература.

1. Ч. Киттель, У. Найт, М. Рудерман. Берклевский курс физики. Том 1. Механика. — Издательство: Лань, 2005. — 480 с.
2. Д. В. Сивухин. Общий курс физики. Том 1. Механика. — Издательство: ФИЗМАТЛИТ, МФТИ, 2010. — 560 с.
3. А. Г. Чертов, А. А. Воробьёв. Задачник по физике. Издательство: ФИЗМАТЛИТ, 2009. 640 с.
4. Элементарный учебник физики. Том 1. Механика. Теплота. Молекулярная физика — Под ред. Г. С. Ландсберга. Т. 1. — Издательство: ФИЗМАТЛИТ, 2010. — 612 с.