Программа курса физики для групп МОз-2 курс (семестр 3, зима) (Механика. Термодинамика)

Тема 1: 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. Сложное и относительное движения.

Тема 2: 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: сжатия и растяжения, сдвига и кручения. Энергия упругого деформированного тела. Диаграмма напряжения для твердого тела.

Законы Ньютона и их физический смысл. Инерциальные и неинерциальные системы отсчёта. Силы инерции. Основной закон динамики для неинерциальных систем отсчёта.

Механический принцип относительности Галилея. Преобразование координат Галилея. Границы применимости классической механики.

Тема 3: Импульс, виды энергии, работа, мощность, КПД

Импульс материальной точки, импульс системы материальных точек. Импульс силы. Элементарная механической работа силы, работа постоянной и переменной силы. Мощность. КПД. Виды механической энергии: кинетическая, потенциальная, полная механическая. Потенциальная энергия поднятой над Землёй материальной точки и протяжённого тела, потенциальная энергия упругой деформации, потенциальная энергия гравитационного взаимодействия двух материальных точек. Консервативные и неконсервативные силы. Связь консервативной силы с её потенциальной энергией.

Тема 4: 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.

Тема 5: Законы изменения и сохранения в механике

Внешние и внутренние силы. Замкнутая механическая система. Законы изменения и сохранения импульса. Закон движения центра масс. Закон движения центра масс замкнутой механической системы. Законы изменения и сохранения момента импульса механической системы тел. Основное уравнение динамики вращательного движения твёрдого тела. Закон сохранения и превращения энергии. Законы изменения и сохранения полной механической энергии. Консервативные и диссипативные силы. Консервативные и диссипативные механические системы.

Законы изменения в неинерциальных системах отсчёта.

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.

Тема 6: 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.

Тема 7: Элементы специальной теории относительности (релятивистская механика)

Релятивистская механика. Постулаты Эйнштейна. Преобразования Лоренца. Следствия из релятивистской механики: сокращение продольных размеров тела, явление замедления времени в движущихся системах координат. Связь между массой и энергией.

Тема 8: Основные законы идеального газа

Основные положения МКТ. Силы взаимодействия между атомами и молекулами. Термодинамические параметры (объем, давление, температура). Идеальный газ. Основные уравнение молекулярно-кинетической теории. Средняя энергия молекулы. Степени свободы молекул. Распределение энергии по степеням свободы. Абсолютная температура. Молекулярно-кинетическое толкование температуры. Распределение Максвелла молекул по скоростям. Понятие о наиболее вероятной, средней арифметической и средней квадратичной скоростях теплового движения молекул идеального газа. Барометрическая формула. Распределение Больцмана для частиц в потенциальном поле.

Тема 9: Явления переноса

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

Тема 10: Первое начало термодинамики и его применение к изопроцессам.

Внутренняя энергия системы. Работа идеального газа. Количество теплоты. Способы передачи теплоты: тепловое излучение, конвекция, теплопроводность. Изопроцессы: изотермический, изобарический, изохорический, адиабатный, политропный. Уравнения состояния идеального газа: Менделеева - Клайперона, Клайперона, Бойля - Мариотта, Гей - Люссака, Шарля, Пуассона. Смесь идеальных газов. Закон Дальтона для смеси газов. Теплоёмкость и её виды. Первое начало термодинамики и его применение к различным изопроцессам. Работа, совершаемая газом в изопроцессах.

Тема 11: 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. Третье начало термодинамики.

Тема 12: Реальные газы, жидкости и твердые тела

Отступления от законов идеальных газов. Реальные газы. Уравнение Ван-дер-Ваальса и его анализ. Изотермы реального газа. Критическое состояние реального газа. Внутренняя энергия реального газа.

Свойства жидкости. Поверхностное натяжение. Смачивание. Капиллярные явления. Давление под искривленной поверхностью жидкости.

Основные формулы

1 Уравнения поступательного и вращательного движения. Связь линейных и угловых величин.
2 Силы в механике: закон Всемирного тяготения, сила тяжести, силы трения, сила упругости, сила Архимеда.
3 Закон Гука для основных видов деформации: сжатия и растяжения, сдвига и кручения. Энергия упругодеформированного тела.
4 Силы инерции.
4 Уравнение Бернулли. Формула Стокса. Уравнение неразрывности.
5 Преобразования Лоренца. Связь между массой и энергией.
6 Основные уравнение молекулярно-кинетической теории.
7 Уравнения состояния идеального газа. Закон Дальтона для смеси газов.
8 Внутренняя энергия идеального газа. Работа идеального газа при различных изопроцессах.
9 КПД тепловой машины.
10 Уравнение Ван-дер-Ваальса. Внутренняя энергия реального газа.

Основные законы

1 Три закона Ньютона.
2 Закон изменения импульса и закон сохранения импульса.
3 Закон сохранения и превращения энергии.
4 Закон изменения полной механической энергии и закон сохранения полной механической энергии.
5 Закон движения центра масс. Закон движения центра масс замкнутой механической системы.
6 Закон изменения момента импульса и закон сохранения момента импульса.
7 Теорема о потенциальной энергии и теорема о кинетической энергии. Теорема Кёнига.
8 Теорема Штейнера.
9 Первое, второе и третье начала термодинамики.
10 Законы Фика, Фурье и Ньютона для явлений переноса. Закон Ньютона для вязкого трения.

Для получения зачёта необходимо:

1. Составить конспект лекций по программе курса физики за 3 семестр.
2. Сделать контрольную работу № 1 (есть на сайте).
3. Выполнить и защитить все лабораторные работы, утверждённые графиком работ.