



Программа экзамена Механика (лекционный курс)

Специальность "Физика",
дневное отделение
1 курс, 1 семестр

Введение

Общие физические понятия. Физика теоретическая и экспериментальная, фундаментальная и прикладная. Роль опыта в физическом исследовании. Точность измерения. Физические законы и область их применимости. Эмпирические (феноменологические) закономерности. Модель.

Пространство. Время. Движение. Система отсчета. Ньютоновская концепция абсолютности пространства и времени и ее ограниченность. Шкала размеров. Макроскопические и микроскопические физические явления. Классический и квантовый характер движения. Шкала скоростей. Релятивистское и нерелятивистское движение. Геометрия мирового пространства.

Кинематика

Задача кинематики.

Векторный способ описания движения материальной точки. Радиус-вектор. Перемещение. Скорость. Ускорение. Кинематические уравнения в векторной форме.

Координатный способ описания движения. Декартовы координаты. Кинематические уравнения в координатной форме. Полярные координаты. Описание движения точки на плоскости в полярных координатах.

Естественный способ описания движения. Дуговая координата. Скорость. Центр кривизны и радиус кривизны траектории. Нормальная и тангенциальная составляющие ускорения.

Движение точки по окружности. Угловая скорость. Угловое ускорение.

Преобразование радиус-вектора, скорости и ускорения частицы при смене системы отсчета.

Динамика

Причины изменения состояния тела. Взаимодействие тел. Примеры. Сила взаимодействия.

Прямая и обратная задачи динамики.

Первый закон Ньютона. Инерциальные системы отсчета. Масса. Второй закон Ньютона. Третий закон Ньютона. Принцип дальнего действия в классической механике.

Виды взаимодействий и силы в природе. Фундаментальные взаимодействия: гравитационное, слабое, электромагнитное и сильное.

Закон всемирного тяготения. Закон Кулона. Сила Лоренца. Пример: движение заряженной частицы в однородном переменном электрическом поле. Межатомные и межмолекулярные силы. Сила упругости. Сила реакции опоры. Силы трения.

Движение частиц со связями. Силы реакции связей. Примеры.

Неинерциальные системы отсчета

Неинерциальные системы отсчета, движущиеся поступательно относительно инерциальных систем отсчета. Сила инерции, обусловленная ускорением поступательного движения системы отсчета. Примеры.

Неинерциальная система отсчета, которая движется поступательно и вращается с постоянной угловой скоростью относительно инерциальной системы отсчета. Общее уравнение динамики материальной точки в неинерциальной системе отсчета. Центробежная и Кориолисова силы инерции. Примеры:

- a) зависимость веса тела от географической широты местности;
- b) действие силы Кориолиса на поверхности Земли;
- c) маятник Фуко.

Законы сохранения

Закон сохранения импульса. Импульс частицы. Импульс системы частиц. Внешние и внутренние силы в системе частиц. Изолированные и неизолированные системы частиц. Закон изменения полного импульса системы частиц. Закон сохранения импульса.

Центр масс системы частиц. Закон движения центра масс.

Движение тела с переменной массой. Уравнение Мещерского.

Закон сохранения энергии. Работа постоянной силы. Работа переменной силы. Графическое представление работы. Примеры:

- a) работа упругой силы;
- b) работа гравитационной или кулоновской силы;
- c) работа однородной силы тяжести.

Мощность.

Кинетическая энергия. Теорема об изменении кинетической энергии.

Потенциальное поле сил. Потенциальная энергия. Взаимосвязь работы потенциальной силы с изменением потенциальной энергии. Примеры. Определение силы через потенциальную энергию. Эквипотенциальные поверхности.

Полная механическая энергия частицы. Работа диссипативных сил и ее связь с изменением полной механической энергии частицы. Закон сохранения механической энергии частицы во внешнем потенциальном поле.

Потенциальные кривые. Границы движения частицы в потенциальном поле. Устойчивое и неустойчивое равновесие.

Полная механическая энергия системы частиц. Работа диссипативных сил и изменение полной механической энергии системы частиц. Закон сохранения энергии изолированной системы частиц.

Универсальный закон сохранения энергии.

Закон сохранения момента импульса. Момент импульса частицы. Момент силы. Уравнение моментов. Зависимость моментов от выбора начала отсчета. Центральные силы. Закон сохранения момента импульса частицы.

Полный момент импульса системы частиц и закон его изменения. Закон сохранения момента импульса системы частиц. Собственный момент импульса системы и закон его сохранения.

Движение планет в поле тяготения Земли. Законы Кеплера.

Механика абсолютно твердого тела

Кинематика абсолютно твёрдого тела (АТТ). Число степеней свободы АТТ. Поступательное движение АТТ.

Вращение АТТ вокруг неподвижной оси. Вектор элементарного углового перемещения. Вектор угловой скорости. Угловое ускорение. Связь между линейными и угловыми величинами.

Плоское движение АТТ. Представление плоского движения как суммы поступательного движения и вращения вокруг неподвижной оси. Мгновенная ось вращения.

Динамика абсолютно твердого тела. Система уравнений движения АТТ. Собственный момент импульса. Тензор инерции. Главные оси инерции. Осевые моменты инерции.

Вращение АТТ вокруг закрепленной оси. Кинетическая энергия вращающегося АТТ (ось вращения неподвижна). Работа внешних сил при вращении АТТ вокруг неподвижной оси.

Плоское движение АТТ. Кинетическая энергия плоского движения.

Теорема Штейнера.

Движение АТТ с одной закрепленной точкой. Уравнения Эйлера.

Движение тяжелого симметричного волчка с неподвижной нижней точкой. Прецессия. Нутация.

Быстрый волчок. Гироскоп.

Специальная теория относительности

Равноправие инерциальных систем отсчета в механике. Преобразования Галилея. Принцип относительности Галилея. Классический закон сложения скоростей. Ускорение в различных инерциальных системах отсчета.

Классический закон сложения скоростей — проявление ограниченности механики медленных движений. Опыты Майкельсона и Морли.

Принцип относительности Эйнштейна. Постулат о постоянстве скорости света.

Относительность одновременности.

Преобразования Лоренца. Принцип соответствия: преобразования Галилея как предельный случай преобразований Лоренца.

Сокращение длины движущегося тела. Собственная длина.

Замедление хода движущихся часов. Собственное время.

4-мерное пространство-время.

Релятивистские формулы сложения (преобразования) скоростей. Принцип соответствия.

Уравнение движения частицы в релятивистской динамике. Релятивистский импульс. Предельная скорость.

Релятивистская энергия. Взаимосвязь массы и энергии.

Простые задачи релятивистской динамики:

- a) ускорение заряженной частицы постоянным продольным электрическим полем;
- b) заряженная частица в магнитном поле.

Деформации и напряжения в твердых телах

Деформации сплошных сред. Упругие и пластичные деформации. Тензор напряжений. Закон Гука. Модуль всестороннего сжатия. Модуль сдвига. Модуль Юнга. Коэффициент Пуассона. Диаграмма растяжений. Остаточная деформация. Пластичность. Прочность. Хрупкость. Энергия упругой деформации.

Механика жидкостей и газов. Гидро- и аэродинамика

Характеристики течения. Поле скоростей. Линии и трубки тока. Уравнение неразрывности потока. Основной закон динамики для идеальной жидкости. Уравнение Эйлера. Уравнение Бернулли для стационарного течения несжимаемой жидкости.

Вязкость. Уравнение Навье-Стокса для несжимаемой жидкости. Турбулентное течение в трубе, число Рейнольдса. Движение тела в жидкости, число Рейнольдса. Критерий подобия.

Механические колебания и волны

Одномерный гармонический осциллятор. Уравнения кинематики и динамики для гармонических колебаний. Принцип суперпозиции колебаний. Роль начальных условий. Описание гармонических колебаний с помощью комплексных чисел. Примеры осцилляторов:

- a) движение частицы под действием силы упругости;
- b) математический маятник;
- c) физический маятник.

Кинетическая и потенциальная энергии гармонического осциллятора, их среднее значение за период. Полная энергия осциллятора.

Одномерный осциллятор с трением. Затухающие колебания. Уравнение динамики для затухающих колебаний и его решение. Коэффициент затухания. Добротность.

Вынужденные колебания. Уравнение динамики для вынужденных колебаний под действием внешней гармонической силы и его решение. Резонанс.

Колебания в системах с несколькими степенями свободы. Частотный спектр. Примеры.

Волны в сплошной среде. Характеристики волнового движения: продольные и поперечные волны, амплитуда, фаза, скорость распространения волны, волновой вектор. Стоячие волны.

Звук. Характеристики акустических волн. Энергия звуковой волны. Плотность потока энергии. Сила звука. Акустическое давление. Кавитация. Источники звука: колеблющиеся струны и столбы воздуха.

Литература

1. Сивухин Д.В. Общий курс физики т.1. Механика. М.: Наука, 1986.
2. Матвеев А.Н. Механика и теория относительности. М.: Высшая школа, 1991.
3. Стрелков С.П. Механика. М.: Наука, 1975 .
4. Хайкин С.П. Физические основы механики. М.: Наука, 1971.
5. Киттель Ч., Найт У., Рудерман М. Механика. М.: Наука, 1977.
6. Фейнман Р, Лейтон Р., Сэндс М. Фейнмановские лекции по физике. т.1-2, М.: Мир, 1969.
7. Иродов И.Е. Задачи по общей физике. М.: 1998.
8. Воробьева Э.Н., Семчинова И.Н. Задачи по общей физике.
9. Методические рекомендации для студентов первого курса. Самара: Изд-во СамГУ, 1993.
10. Фейнмановские лекции по физике. Задачи и упражнения. М.: Мир, 1969.
11. Козел М., Рашба Э.И., Славатинский С.А. Сборник задач по физике. М.: Наука, 1987.
12. Яковлев И. А.(ред.). Сборник задач по общему курсу физики. Механика. М.: Наука, 1977.

Составитель Цирова И.С.

Программа курса лекций составлена на основе "**Рабочей программы по общей физике (механике)**", разработанной в соответствии с государственным образовательным стандартом высшего профессионального образования, авт.-сост. Бирюков А.А., Семчинова И.Н.