

Программа по курсу «Концепции и модели физики» -2019

Физические основы механики

1. Предмет физики. Физика – фундаментальная наука о природе. Научный метод. Физика как культура моделирования. Физические величины, единицы измерений СИ и СГС, внесистемные единицы.
Движение – основное понятие механики. Свободно движущееся тело. Принцип относительности движения.
Кинематика материальной точки (частицы). Система отсчёта и система координат. Радиус-вектор, линейные и угловые скорости и ускорения. Нормальное, тангенциальное и полное ускорения. Преобразование координат Галилея. Закон сложения скоростей. Движение вдоль плоской кривой, радиус кривизны траектории. Равноускоренное движение частицы. Движение в однородном поле тяжести (свободное падение тела).
2. Динамика материальной точки. Состояние частицы в классической механике. Основная задача динамики. Инерциальные и неинерциальные системы отсчёта. Первый закон Ньютона. Импульс частицы. Масса частицы. Закон сохранения импульса. Сила как производная от импульса по времени. Второй закон Ньютона как уравнение движения частицы, роль начальных условий.
3. Динамика системы частиц. Закон сохранения импульса и третий закон Ньютона. Центр масс системы частиц. Теорема о движении центра масс.
Движение тел с переменной массой, реактивное движение. Уравнение Мещерского, формула Циолковского.
4. Работа и энергия. Мощность силы. Кинетическая энергия частицы. Консервативные и неконсервативные силы. Понятие силового поля. Потенциальная энергия, потенциальные поля. Закон сохранения энергии в механике. Общезначимый закон сохранения энергии. Границы движения.
Кинетическая энергия системы частиц. Теорема Кёнига. Задача двух тел. Приведённая масса.
Упругие и неупругие столкновения двух частиц. Векторные диаграммы. Пороговая энергия при неупругом столкновении частиц.
5. Момент импульса материальной точки относительно центра и оси. Связь момента импульса частицы с секториальной скоростью. Момент импульса системы материальных точек. Момент силы. Уравнение моментов. Закон сохранения момента импульса. Движение тел в центральном поле сил.
6. Закон всемирного тяготения. Теорема Гаусса и её применение для вычисления гравитационных полей. Потенциальная энергия в гравитационном поле. Законы Кеплера. Фinitные и инфинитные движения. Первая и вторая космические скорости. Связь параметров орбиты с полной энергией и моментом импульса спутников и планет.
7. Силы инерции.
Силы инерции в системах отсчёта, движущихся поступательно. Принцип эквивалентности. Вес тела, невесомость.
Силы инерции во вращающихся системах отсчёта: центробежная сила, сила Кориолиса. Второй закон Ньютона в неинерциальных системах отсчёта. Центробежный потенциал. Геофизические проявления сил инерции. Отклонение падающих тел от направления отвеса. Маятник Фуко.

8. Движение твёрдого тела
Поступательное движение твёрдого тела.
Вращение твёрдого тела вокруг неподвижной оси. Момент инерции. Кинетическая энергия вращающегося твёрдого тела. Теорема Гюйгенса-Штейнера. Уравнение движения твёрдого тела при вращении вокруг неподвижной оси.
Плоское движение твёрдого тела. Качение. Мгновенная ось вращения. Скатывание тел с наклонной плоскости. Маятник Максвелла.
Гирископы. Регулярная прецессия гироскопа. Применения гироскопов.
9. Элементы теории упругости. Закон Гука. Модуль Юнга, коэффициент Пуассона. Модули всестороннего и одностороннего сжатия. Модуль сдвига. Объёмная плотность энергии упругой деформации.
10. Гармонические колебания материальной точки. Пружинный и математический маятник. Частота, круговая частота, период колебаний. Роль начальных условий. Физический маятник. Приведённая длина, центр качания. Теорема Гюйгенса о физическом маятнике.
Свободные затухающие колебания. Добротность колебательной системы. Фазовая плоскость, фазовые траектории осциллятора.
Вынужденные колебания материальной точки под действием синусоидальной силы. Резонанс. Параметрический резонанс. Автоколебания.
11. Волны в упругой среде. Волновое уравнение. Скорость распространения продольных возмущений в упругой среде. Поперечные волны в струне. Бегущие и стоячие волны. Звук. Энергия звуковой волны.
12. Элементы гидродинамики.
Закон Паскаля. Основное уравнение гидростатики. Жидкость во вращающемся сосуде. Уравнение Бернулли. Формула Торричелли.
Вязкость. Формула Пуазейля. Ламинарное и турбулентное течение. Число Рейнольдса. Подъёмная сила крыла. Эффект Магнуса.

Литература

1. *Сивухин Д. В.* Общий курс физики Т. I. Механика. – М.: Физматлит, 2003
2. *Кириченко Н. А., Крымский К. М.* Общая физика. Механика: учебное пособие. – М.: МФТИ, 2013.
3. *Ландау Л. Д., Ахиезер А. И., Лифшиц Е. М.* Курс общей физики. Механика и молекулярная физика. – М.: Наука, 1969.
4. Сборник задач по общему курсу физики. Ч. 1./ под ред. В. А. Овчинкина. – М.: МФТИ, 2002
5. Избранные задачи курса общей физики: механика: учебно-методическое пособие по курсу Общая физика, - М.: МФТИ, 2011.
6. *Фейнман Р.*, Фейнмановские лекции по физике. – Вып. 1, 2. М.: Мир, 1977.