

# ИНСТИТУТ ЕСТЕСТВЕННЫХ НАУК И ЭКОЛОГИИ

ПРОГРАММА по курсу:

## МЕХАНИКА

для студентов 1 курса (I семестр)

Автор: к.ф.-м.н. Романов Сергей Викторович

### 1. МЕХАНИКА МАТЕРИАЛЬНОЙ ТОЧКИ

1. Система отсчета. Радиус-вектор частицы. Декартова, цилиндрическая и сферическая системы координат.
2. Основные понятия кинематики материальной точки: траектория, перемещение, мгновенная скорость и ускорение. Годограф скорости. Средний вектор и средний модуль скорости.
3. Описание плоского движения в полярной системе координат. Дуговая координата. Разложение ускорения на тангенциальную и нормальную составляющие.
4. Закон сложения скоростей и ускорений. Законы Ньютона. Принцип относительности Галилея. Преобразования Галилея.
5. Импульс частицы и закон его изменения. Импульс силы.
6. Момент импульса частицы и закон его изменения. Момент силы. Импульс момента силы.
7. Работа и мощность силы. Кинетическая энергия частицы и закон ее изменения. Потенциальное поле сил. Потенциальная энергия частицы. Полная энергия частицы в потенциальном поле и закон ее изменения. Закон сохранения энергии.
8. Потенциальная энергия частицы в центральном поле. Применение к гравитационному и кулоновскому полям. Потенциальная энергия частицы в поле упругой силы и в поле силы тяжести. Определение силы по виду потенциальной энергии. Линии поля и эквипотенциальные поверхности.
9. Общие свойства одномерного движения частицы в потенциальном поле: финитное и инфинитное движения, классически разрешенные и запрещенные области, точки поворота, положения равновесия. Устойчивость положений равновесия. Период колебаний при финитном движении.
10. Движение зарядов в постоянных и однородных электрическом и магнитом полях. Движение в скрещенных полях.
11. Одномерные гармонические колебания: уравнение движения, общее решение, начальные условия. Амплитуда, фаза, частота и период колебаний.
12. Элементы общей теории математического маятника: формулы, определяющие зависимость дуговой координаты от времени и период колебаний.
13. Круговой маятник. Выражение периода колебаний через эллиптический интеграл первого рода. Разложение в ряд Тейлора по параметру  $\sin(\varphi/2)$ , где  $\varphi$  - амплитуда колебаний. Поведение при  $\varphi \rightarrow \pi$ .
14. Изохронный (циклоидальный) маятник.
15. Задача Абеля (восстановление траектории маятника по заданной зависимости периода колебаний от амплитуды).
16. Задача о брахистохроне.
17. Затухающие одномерные колебания в вязкой среде: уравнение движения, общее решение, начальные условия. Аперидическое движение.
18. Затухающие одномерные колебания в случае сухого трения.

19. Вынужденные одномерные колебания в вязкой среде под действием синусоидальной внешней силы: уравнение движения, общее решение, начальные условия. Установившийся режим. Резонанс. Случай отсутствия сил сопротивления. Биения.
20. Вынужденные одномерные колебания при произвольной зависимости внешней силы от времени. Построение общего решения методом вариации произвольных постоянных. Дельта-функция. Резонанс при ударной нагрузке.
21. Неинерциальные системы отсчета. Силы инерции, возникающие при поступательном движении системы отсчета и при вращении. Потенциальная энергия частицы в поле центробежной силы инерции.
22. Отклонение падающих тел от направления отвеса. Эксперимент Холла.
23. Маятник Фуко.
24. Движение точки с переменной массой. Уравнение Мещерского. Формула Циолковского.

## 2. МЕХАНИКА СИСТЕМ ЧАСТИЦ

1. Центр инерции системы частиц. Уравнение движения центра инерции. Система центра инерции. Полный импульс системы частиц.
2. Момент импульса системы частиц и закон его изменения. Момент импульса в системе центра инерции.
3. Полная механическая энергия системы частиц и закон ее изменения. Теорема Кенига.
4. Задача двух тел: выделение движения центра инерции, уравнение относительного движения, приведенная масса. Полная энергия, момент импульса и импульсы частиц в системе центра инерции.
5. Задача двух тел с центральным взаимодействием. Описание относительного движения на основе законов сохранения энергии и момента импульса. Теорема площадей (второй закон Кеплера). Общие формулы, определяющие форму траектории и зависимость координат от времени.
6. Задача Кеплера. Уравнение траектории и зависимость координат от времени для финитного и инфинитного движений. Третий закон Кеплера.
7. Упругое столкновение двух частиц. Диаграмма импульсов. Связь углов рассеяния в лабораторной системе и в системе центра инерции. Неупругое столкновение частиц. Порог эндонергетического процесса.
8. Сечение упругого рассеяния частиц. Функция отклонения. Рассеяние частиц, отталкивающихся по закону Кулона. Формула Резерфорда.
9. Кинематика вращения твердого тела вокруг неподвижной оси. Угловая скорость и ускорение. Связь между угловыми и линейными скоростями и ускорениями. Плоское движение твердого тела. Мгновенная ось вращения. Сложение угловых скоростей.
10. Момент импульса твердого тела относительно неподвижной оси. Момент инерции. Теорема Штейнера. Основное уравнение динамики вращательного движения твердого тела вокруг неподвижной оси. Кинетическая энергия твердого тела при вращении вокруг неподвижной оси и при плоском движении. Физический маятник.
11. Связь между моментом импульса твердого тела и угловой скоростью вращения в общем случае. Тензор инерции. Главные оси инерции. Гироскоп. Элементарная теория прецессии гироскопа.

## ЛИТЕРАТУРА

### ОСНОВНАЯ:

1. Д.В.Сивухин, Общий курс физики, т.1, Механика, М., Наука, 1974 (1-е изд.), 1979 (2-е изд.), 1989 (3-е изд.); т.3 (в 2-х ч.), Электричество, М., Наука, 1996 (3-е изд.); т.4, Оптика, М., Наука, 1980.
2. И.Е.Иродов, Основные законы механики, М., Высшая школа, 1975 (1-е изд.), 1980 (2-е изд.), 1985 (3-е изд.).
3. Ч.Киттель, У.Найт, М.Рудерман, Механика (Берклеевский курс физики, т.1), М., Наука, 1971 (1-е изд.), 1975 (2-е изд.).
4. Р.Фейнман, Р.Лейтон, М.Сэндс, Фейнмановские лекции по физике, т.1, вып.1 (Современная наука о природе. Законы механики); т.1, вып.2 (Пространство, время, движение.).
5. И.Е.Иродов, Задачи по общей физике, 3-е изд., М., НТЦ ВЛАДИС, 1997.
6. Сборник задач по общему курсу физики (в 3-х частях). Часть 1. Механика, термодинамика и молекулярная физика. Под редакцией В.А.Овчинкина, М., МФТИ, 1998.

### ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ:

1. Э.В.Шпольский, Атомная физика, т.1, 6-е изд., М., Наука, 1974.
2. Л.Д.Ландау, Е.М.Лифшиц, Механика, 3-е изд., М., Наука, 1973.