

Вопросы для подготовки к экзамену по физике (2011 г.)

Гр. 1538, 1539 1 курса факультета компьютерных технологий и программирования (лекции Е.И. Бутикова)

1. Границы применимости физических теорий и принцип соответствия. Границы применимости классической нерелятивистской механики.
2. Система отсчета и система координат. Декартовы, цилиндрические и сферические координаты. Координатные линии и координатные поверхности.
3. Классические (нерелятивистские) представления о пространстве и времени. Однородность времени. Однородность и изотропность пространства. Соотношение евклидовой геометрии и геометрии реального физического пространства.
4. Основные понятия кинематики материальной точки. Радиус-вектор. Перемещение. Траектория. Путь. Средняя скорость. Скорость.
5. Вектор скорости как производная радиус-вектора. Направление вектора скорости и траектория. Годограф вектора скорости. Ускорение.
6. Ускорение при криволинейном движении. Центр кривизны и радиус кривизны траектории. Разложение ускорения на нормальную и тангенциальную составляющие.
7. Основы динамики материальной точки. Первый закон Ньютона и его физическое содержание. Принцип относительности. Связь закона инерции с принципом относительности.
8. Второй закон Ньютона. Механическое движение и физическая сущность понятия силы в механике. Свойства силы и способы измерения сил разной физической природы. Понятие инертной массы. Способы измерения массы. Взаимодействие тел и третий закон Ньютона.
9. Импульс материальной точки и закон его изменения. Импульс силы. Момент импульса материальной точки. Момент силы. Закон изменения момента импульса.
10. Понятие механического состояния. Примеры прямой и обратной задач динамики. Пример интегрирования уравнений движения – движение частицы в постоянном однородном силовом поле.
11. Пример интегрирования уравнений движения – движение частицы в зависящем от времени однородном поле (синусоидальная зависимость от времени).
12. Пример интегрирования уравнений движения – движение в вязкой среде.
13. Пример интегрирования уравнений движения – движение заряженной частицы в однородном магнитном поле.

14. Движение материальной точки при наличии связей. Силы реакции идеальных связей (примеры).
15. Простейшие алгоритмы численного интегрирования уравнений движения.
16. Момент импульса и момент силы. Сохранение момента импульса при движении в центральном поле. Геометрический смысл сохранения момента импульса (второй закон Кеплера и постоянство секториальной скорости).
17. Инерциальные системы отсчета и принцип относительности. Преобразования Галилея и преобразование скорости (закон сложения скоростей) в классической механике.
18. Ограниченность классических представлений о пространстве и времени. Универсальный характер скорости света в вакууме. Постулаты частной теории относительности и их физическое содержание.
19. Измерение промежутков времени и пространственных расстояний с точки зрения теории относительности. Понятие события. Относительность одновременности событий. Синхронизация часов.
20. Преобразование промежутков времени между событиями при переходе в другую систему отсчета. Собственное время.
21. Относительность пространственных расстояний между событиями. Собственная длина. Лоренцево сокращение как следствие постулатов теории относительности.
22. Преобразования Лоренца. Кинематические следствия преобразований Лоренца (преобразование промежутков времени между событиями и пространственных расстояний). Интервал между событиями.
23. Релятивистский закон преобразования скорости при переходе в другую систему отсчета. Относительная скорость и скорость сближения. Аберрация света.
24. Четырехмерное пространство-время Минковского. Световой конус. Мировые линии. Времениподобные и пространственноподобные интервалы между событиями. Причинность и классификация интервалов.
25. Интерпретация относительности одновременности событий, относительности пространственных расстояний с помощью диаграмм Минковского. Четырехвекторы в пространстве Минковского.
26. Понятие работы силы в механике. Свойства работы как физической величины. Мощность силы. Кинетическая энергия частицы. Работа полной силы и изменение кинетической энергии частицы.
27. Потенциальное силовое поле и потенциальная энергия частицы. Примеры потенциальных силовых полей.

28. Механическая энергия материальной точки и ее изменение при движении частицы в потенциальном силовом поле. Диссипативные и консервативные механические системы. Силы реакции идеальных связей.
29. Динамика системы материальных точек. Центр масс системы. Импульс системы частиц. Связь импульса системы со скоростью центра масс. Внешние и внутренние силы. Закон изменения полного импульса системы. Закон движения центра масс.
30. Неупругие столкновения. Превращения энергии при неупругих столкновениях. Кинетическая энергия относительного движения.
31. Законы движения планет, комет и искусственных спутников. Законы Кеплера. Первая и вторая космические скорости.
32. Число степеней свободы твердого тела. Параллельный перенос и поворот. Частные виды движения твердого тела (поступательное движение, вращение вокруг фиксированной оси, плоское движение).
33. Динамика вращения твердого тела вокруг фиксированной оси. Момент инерции. Моменты инерции однородных тел (стержня, диска, шара, конуса, бруска и т.п.).
34. Моменты инерции относительно параллельных осей (теорема Гюйгенса – Штейнера).
35. Кинетическая энергия вращающегося твердого тела.
36. Физический маятник. Приведенная длина и центр качаний. Свойство обратимости.
37. Динамика плоского движения твердого тела (на примере скатывания цилиндра с наклонной плоскости). Силы реакции.
38. Момент импульса абсолютно твердого тела и его связь с вектором угловой скорости. Главные оси инерции. Свободное вращение вокруг главных осей инерции. Устойчивость свободного вращения вокруг главных осей инерции.
39. Свободное вращение симметричного волчка. Регулярная прецессия оси волчка (нутация). Геометрическая интерпретация свободной прецессии. Траектории разных точек волчка.
40. Влияние внешних сил на вращающееся твердое тело. Приближенная теория вынужденной прецессии гироскопа.
41. Термодинамическое равновесие. Эмпирические газовые законы. Уравнение состояния идеального газа (уравнение Клапейрона–Менделеева).
42. Равновесное распределение молекул газа по проекции скорости (распределение Максвелла). Свойства функции распределения. Характеристические скорости молекул газа.
43. Статистический вывод уравнения состояния идеального газа (основного уравнения кинетической теории газов) с помощью функции распределения молекул газа по скоростям.

44. Истечение молекул газа в вакуум из отверстия в стенке сосуда (зависимость давления от времени) – вывод с помощью функции распределения молекул газа по скоростям.
45. Распределение молекул газа по абсолютной величине скорости. Свойства максвелловского распределения по абсолютной величине скорости и характеристические скорости молекул (наивероятнейшая, средняя, среднеквадратичная).
46. Газ во внешнем силовом поле. Барометрическая формула и распределение Больцмана.
47. Теорема о равномерном распределении кинетической энергии по степеням свободы. Классическая теория теплоемкости двухатомного газа.

Литература

1. Д. В. Сивухин. Общий курс физики, т. 1. Механика. М., «Наука», 1989.
2. И. В. Савельев. Курс общей физики, т. 1. М., «Наука», 1977.
3. Л. Д. Ландау, А. И. Ахиезер, Е. М. Лифшиц. Курс общей физики. М., «Наука», 1969.
4. А. Г. Аленицын, Е. И. Бутиков, А. С. Кондратьев. Краткий физико-математический справочник. М., «Наука», 1990.
5. Д. В. Сивухин. Общий курс физики, т. 2. Молекулярная физика и термодинамика. М., «Наука», 1989.
6. Е. И. Бутиков. [Релятивистские представления в курсе общей физики](#). СПбГУ, 2006.
7. Е. И. Бутиков. [Динамика вращения твердого тела](#). СПбГУ, 2007.