

ВОПРОСЫ ДЛЯ ПОДГОТОВКИ К КОЛЛОКВИУМУ

по курсу механики
(первый семестр 2014 г., лекции Е. И. Бутикова)

1. Роль эксперимента и теории в физике. Границы применимости физических теорий и принцип соответствия. Границы применимости классической нерелятивистской механики.
2. Физические модели и примеры идеализированных объектов и абстракций, используемых в классической физике. Абсолютизация физического процесса (предположение о независимости от средств наблюдения) и предположение о возможности неограниченной детализации его описания.
3. Измерения в физике и требования к эталону физической величины. Измерения промежутков времени и пространственных расстояний. Современные эталоны времени и длины.
4. Классические (нерелятивистские) представления о пространстве и времени. Однородность времени. Однородность и изотропность пространства. Соотношение евклидовой геометрии и геометрии реального физического пространства.
5. Системы отсчета и системы координат. Декартовы, цилиндрические и сферические координаты. Единичные векторы (орты). Координатные линии и координатные поверхности. Связь цилиндрических и сферических координат с декартовыми.
6. Основные понятия нерелятивистской кинематики материальной точки. Радиус-вектор. Перемещение. Траектория. Путь. Средняя скорость. Скорость. Вектор скорости как производная радиус-вектора. Направление вектора скорости и траектория. Годограф вектора скорости. Ускорение.
7. Ускорение при криволинейном движении. Центр кривизны и радиус кривизны траектории. Разложение ускорения на нормальную и тангенциальную составляющие.
8. Движение при наложенных связях. Число степеней свободы механической системы. Обобщенные координаты.
9. Основы динамики материальной точки и логическая схема законов Ньютона. Первый закон Ньютона и его физическое содержание. Связь закона инерции с принципом относительности.
10. Второй закон Ньютона. Механическое движение и физическая сущность понятия силы в механике. Свойства силы и способы измерения сил разной физической природы.
11. Понятие инертной массы. Способы измерения и свойства массы. Взаимодействие тел и третий закон Ньютона.
12. Импульс материальной точки и закон его изменения. Импульс силы. Момент импульса материальной точки. Момент силы. Закон изменения момента импульса.
13. Понятие механического состояния. Прямая и обратная задачи динамики. Примеры прямой задачи (пространственный осциллятор, вывод закона всемирного тяготения из законов Кеплера).
14. Примеры интегрирования уравнений движения – движение частицы в постоянном и в зависящем от времени однородном поле.
15. Примеры интегрирования уравнений движения – движение в вязкой среде.
16. Примеры интегрирования уравнений движения – движение заряженной частицы в однородном магнитном поле и в скрещенных электрическом и магнитном полях.
17. Примеры интегрирования уравнений движения – движение частицы в центральном силовом поле на примере пространственного осциллятора.
18. Примеры интегрирования уравнений движения – движение частицы в центральном силовом поле на примере поля тяготения (без вывода). Законы Кеплера. Замкнутые и открытые орбиты.
19. Алгоритмы численного интегрирования уравнений движения.
20. Движение материальной точки при наличии связей. Число степеней свободы и обобщенные координаты. Силы реакции идеальных связей.

Вопросы для подготовки к коллоквиуму по курсу общей физики (1 семестр)

21. Момент импульса и момент силы. Сохранение момента импульса при движении в центральном поле. Геометрический смысл сохранения момента импульса (постоянство секториальной скорости).
22. Понятие работы силы в механике. Свойства работы как физической величины. Мощность силы. Кинетическая энергия частицы. Работа полной силы и изменение кинетической энергии частицы.
23. Потенциальное силовое поле и потенциальная энергия частицы. Однородное постоянное поле и центральное силовое поле.
24. Связь силы и потенциальной энергии. Выражение силы через градиент потенциальной энергии. Примеры потенциальных силовых полей (пространственный осциллятор и кулоново поле).
25. Механическая энергия материальной точки и закон ее изменения при движении частицы в потенциальном силовом поле.
26. Закон всемирного тяготения. Гравитационная масса. Поле тяготения сферической оболочки и сплошного шара. Гравитационное взаимодействие шарообразных тел. Экспериментальное определение гравитационной постоянной. Опыт Кавендиша.
27. Потенциальная энергия точки в гравитационном поле. Космические скорости. Круговая скорость. Скорость освобождения.
28. Движение в центральном поле тяготения. Законы движения планет, комет и искусственных спутников. Законы Кеплера. Годограф вектора скорости.
29. Применение законов сохранения энергии и момента импульса к исследованию движения в центральном поле тяготения (кеплерова движения). Круговая скорость и скорость освобождения.
30. Консервативные и диссипативные механические системы. Силы реакции идеальных связей.
31. Инерциальные системы отсчета и принцип относительности. Преобразования Галилея и преобразование скорости (закон сложения скоростей) в классической механике.
32. Ограниченность классических представлений о пространстве и времени. Универсальный характер скорости света в вакууме. Постулаты частной теории относительности и их физическое содержание.
33. Измерение промежутков времени и пространственных расстояний с точки зрения теории относительности. Понятие события. Относительность одновременности событий. Синхронизация часов.
34. Преобразование промежутков времени между событиями при переходе в другую систему отсчета. Собственное время.
35. Относительность пространственных расстояний между событиями. Собственная длина. Лоренцево сокращение как следствие постулатов теории относительности.
36. Релятивистский эффект Доплера.
37. Преобразования Лоренца. Кинематические следствия преобразований Лоренца. Интервал между событиями.
38. Геометрическая интерпретация преобразований Лоренца.
39. Релятивистский закон преобразования скорости при переходе в другую систему отсчета.
40. Относительная скорость и скорость сближения (разлета) частиц. Абберрация света.
41. Четырехмерное пространство-время Минковского. Световой конус. Мировые линии.
42. Времениподобные и пространственноподобные интервалы между событиями. Причинность и классификация интервалов.
43. Интерпретация относительности одновременности событий, относительности промежутков времени и расстояний с помощью диаграмм Минковского. Четырехвекторы в пространстве Минковского.
44. Системы единиц в механике. Основные и производные единицы. Эталоны. Размерность физической величины. Метод анализа размерностей и его применения в физических задачах.

Вопросы для подготовки к коллоквиуму по курсу общей физики (1 семестр)

Примечание: вопрос 44 должен изучаться самостоятельно (не будет излагаться на лекциях).