

Теоретические вопросы экзаменационных билетов

по дисциплине **Физика. Механика. Термодинамика**

1. Кинематика точки

Знать:

- 1) Физические модели: материальная точка, система материальных точек, абсолютно твердое тело (определение)
- 2) Способы описания движения материальной точки (перечислить)
- 3) Перемещение, скорость, ускорение (определение).
- 4) Движение по окружности. Нормальное и касательное ускорения. (определение, формулы, рис).
- 5) Относительность движения, формулы преобразования скоростей и ускорений (формулы).

Уметь выводить формулы:

- 1) для нормального ускорения
- 2) для законов преобразования скоростей и ускорений при переходе из одной системы отсчета в другую

2. Кинематика твердого тела.

Знать:

- 1) Поступательное движение (определение).
- 2) Вращательное движение. Вектор угловой скорости (определение, формула). Угловое ускорение (определение, формула).
- 3) Связь между угловыми и линейными величинами (формулы).
- 4) Плоское движение твердого тела (определение, рис). Мгновенная ось вращения (определение, формула для вектора скорости, рис.)

Уметь выводить:

- 1) формулу $\vec{v} = [\vec{\omega}\vec{r}]$ для скорости точки при вращении твердого тела вокруг неподвижной оси
- 2) формулу $\vec{v} = \vec{v}_0 + [\vec{\omega}\vec{r}']$ для скорости точки при плоском движении твердого тела.

3. Динамика.

Знать:

- 1) Первый закон Ньютона (формулировка).
- 2) Масса (определение). Импульс (определение). Сила (определение).
- 3) Второй закон Ньютона (формулировка).
- 4) Третий закон Ньютона (формулировка).
- 5) Дальнодействие и близкодействие.
- 6) Силовое поле. Центральное поле (определение). Однородное поле (определение)
- 7) Силы в механике (перечислить, записать формулы, привести рисунки).
- 8) Принцип относительности Галилея (формулировка).

Уметь доказывать принцип относительности Галилея.

4. Импульс. Центр масс.

Знать:

- 1) Система материальных точек. Внутренние и внешние силы (определение).
- 2) Центр масс (определение, формула).
- 3) Система центра масс (определение).
- 4) Теорема об изменении импульса системы материальных точек (формулировка, формула).
- 5) Закон сохранения импульса (формулировка).
- 6) Теорема о движении центра масс (формулировка, формула).
- 7) Движение тела с переменной массой. Уравнение Мещерского (формула), формула Циолковского (формула).

Уметь:

- 1) доказывать теорему об изменении импульса системы материальных точек
- 2) доказывать теорему о движении центра масс
- 3) выводить уравнение Мещерского
- 4) выводить формулу Циолковского

5. Работа и кинетическая энергия

Знать:

- 1) Работа силы (определение, формула). Мощность (определение, формула).
- 2) Теорема о кинетической энергии (формулировка, формула).
- 3) Теорема Кёнига (формулировка, формула).

Уметь:

- 1) доказывать теорему о кинетической энергии
- 2) доказывать теорему Кенига

6. Закон сохранения механической энергии

Знать:

- 1) Консервативные силы (определение).
- 2) Потенциальная энергия (определение, формула).
- 3) Потенциальная энергия силы тяжести (формула), потенциальная энергия упруго деформированной пружины (формула).
- 4) Закон сохранения механической энергии (формулировка).
- 5) Связь силы с потенциальной энергией (формула).
- 6) Изменение механической энергии системы материальных точек (формула).

Уметь выводить:

- 1) формулу для потенциальной энергии силы тяжести
- 2) формулу для потенциальной энергии упруго деформированной пружины
- 3) закон сохранения механической энергии
- 4) формулу $\vec{F} = -\text{grad}(U)$

7. Столкновения

Знать:

- 1) Упругий удар (определение)
- 2) Неупругий удар (определение)
- 3) Центральные упругий удар двух одинаковых шаров (рис, формулы).
- 4) Центральное упругое столкновение двух шаров в системе центра масс (рис, формулы)
- 5) Нецентральные упругий удар одинаковых шаров (формулы)
- 6) Потери механической энергии при неупругих столкновениях (формулы)

Уметь записывать системы уравнений и выводить формулы для скоростей при упругих и неупругих столкновениях двух тел.

8. Неинерциальные системы отсчета.

Знать:

- 1) Сила инерции при поступательном ускоренном движении СО (формула).
- 2) Общие свойства сил инерции (перечислить).
- 3) Центробежная сила инерции (формула).
- 4) Сила Кориолиса (формула, рис, пример)

Уметь:

- 1) выводить формулу для силы инерции при поступательном движении СО
- 2) выводить формулу для центробежной силы инерции
- 3) выводить формулу для силы Кориолиса (для «отл»)

9. Уравнение моментов.

Знать:

- 1) Момент импульса (определение). Момент силы (определение).
- 2) Уравнение моментов для материальной точки (формула).
- 3) Уравнение моментов для системы материальных точек (формула).
- 4) Закон сохранения момента импульса (формулировка, формула).

Уметь:

- 1) выводить уравнение моментов для материальной точки
- 2) выводить уравнение моментов для системы материальных точек

10. Поле тяготения.

Знать:

- 1) Закон всемирного тяготения (формула, рис).
- 2) Первая космическая скорость (формула).
- 3) Вторая космическая скорость (формула).
- 4) Законы Кеплера (формулировка, рис, формулы).

Уметь:

- 1) выводить формулы для первой и второй космических скоростей
- 2) выводить второй закон Кеплера

11. Динамика твердого тела.

Знать:

- 1) Момент силы и момент импульса относительно оси (формулы, рис).
- 2) Момент инерции (определение, формула, рис).
- 3) Свойства момента инерции (перечислить).
- 4) Теорема Штейнера (формулировка, формула, пример).
- 5) Теорема о моменте инерции плоского тела относительно взаимно перпендикулярных осей (формула, рис).
- 6) Кинетическая энергия тела, вращающегося вокруг неподвижной оси (формула).
- 7) Виды движения твердого тела (перечислить). Гироскопы. Угловая скорость прецессии (формула).

Уметь:

- 1) выводить формулы для момента инерции кольца, диска, стержня.

- 2) доказывать теорему о моменте инерции плоского тела относительно взаимно перпендикулярных осей
- 3) выводить формулу для кинетической энергии тела, вращающегося вокруг неподвижной оси.
- 4) выводить формулы для ускорений при скатывании цилиндра или шара с наклонной плоскости.
- 5) Доказывать теорему Штейнера (для «отл»).

12. Специальная теория относительности. Кинематика

Знать:

- 1) Концепция эфира. Опыты по обнаружению эфирного ветра. Постулаты теории относительности (формулировка).
- 2) Преобразования Лоренца (формулы).
- 3) Относительность одновременности (пример).
- 4) Замедление времени (формула), собственное время (определение).
- 5) Парадокс близнецов.
- 6) Сокращение длины (формула), собственная длина (определение).
- 7) Преобразование скорости в СТО (формулы)

Уметь выводить:

- 1) преобразования Лоренца (для «отл»)
- 2) формулу, описывающую эффект замедления времени
- 3) формулу, описывающую эффект сокращения длины
- 4) формулы преобразований скорости в СТО.

13. Релятивистская динамика.

Знать:

- 1) Основное уравнение релятивистской динамики (формула).
- 2) Релятивистский импульс (формула).
- 3) Релятивистская энергия (формула), энергия покоя (формула), кинетическая энергия (формула).
- 4) Закон сохранения импульса-энергии (формулировка)
- 5) Релятивистский инвариант(формула).
- 6) Связь энергии и импульса безмассовой частицы (формула).
- 7) Неупругое столкновение двух релятивистских частиц (формулы)

Уметь:

- 1) рассчитывать зависимость скорости релятивистской частицы от времени при действии на частицу постоянной силы
- 2) выводить формулу для кинетической энергии в предельном случае малых скоростей.
- 3) решать задачу о неупругом столкновении двух одинаковых частиц.

14. Механические колебания.

Знать:

- 1) Гармонические колебания (определение, формула, график).
- 2) Скорость и ускорение точки при гармонических колебаниях (формулы).
- 3) Дифференциальное уравнение гармонических колебаний (формула) и его решение (формула).
- 4) Математический маятник (определение), период малых колебаний (формула).
- 5) Физический маятник (определение), период малых колебаний (формула).

Уметь:

- 1) выводить формулу для периода малых колебаний математического маятника
- 2) выводить формулу для периода малых колебаний физического маятника

15. Сложение колебаний.

Знать:

- 1) Сложение колебаний с одинаковыми частотами (описание метода векторных диаграмм, рис, формулы)
- 2) Биения (определение, формула, график), период биений (формула)
- 3) Сложение взаимно перпендикулярных гармонических колебаний. Траектории движения точки при одинаковых частотах взаимно перпендикулярных колебаний и фазовом сдвиге $0, \pi, \pi/2$ (рис, формулы).
- 4) Фигуры Лиссажу (определение, примеры)

Уметь:

- 1) обосновывать метод векторных диаграмм
- 2) складывать колебания с одинаковыми частотами
- 3) выводить формулу для периода биений

16. Затухающие колебания. Вынужденные колебания. Резонанс.

Знать:

- 1) Дифференциальное уравнение затухающих колебаний (формула) и его решение (формулы, график).
- 2) Амплитуда затухающих колебаний (формула, график). Коэффициент затухания.
- 3) Частота затухающих колебаний (формула).
- 4) Логарифмический коэффициент затухания (формула), добротность (формула)
- 5) Вынужденные колебания (определение).
- 6) Дифференциальное уравнение вынужденных колебаний (формула) и его стационарное решение (формула).
- 7) Зависимость амплитуды вынужденных колебаний от частоты (формула, график).
- 8) Резонанс (определение). Резонансная частота (формула)

Уметь:

- 1) выводить формулу для логарифмического декремента затухания $\lambda = \beta T$
- 2) выводить формулу для амплитуды вынужденных колебаний
- 3) выводить формулу для резонансной частоты

17. Основные представления молекулярно-кинетической теории

Знать:

- 1) Два подхода к изучению вещества. Основные представления молекулярно-кинетической теории (перечислить). Количество вещества. Моль (определение).
- 2) Общее начало термодинамики (формулировка). Температура.
- 3) Идеальный газ (определение). Основное уравнение молекулярно-кинетической теории газов (формула). Температура в молекулярно-кинетической теории (формула). Уравнение состояния идеального газа (формула).
- 4) Внутренняя энергия (определение). Гипотеза о равномерном распределении энергии по степеням свободы (формулировка, формулы).

Уметь выводить основное уравнение молекулярно-кинетической теории газов.

18. Первое начало термодинамики.

Знать:

- 1) Внутренняя энергия (определение). Работа, совершаемая макросистемой (формула). Количество теплоты (определение).

- 2) Первое начало термодинамики (формулировка, формула).
- 3) Теплоемкость идеального газа (определение). Удельная теплоемкость (определение, формула). Молярная теплоемкость (определение, формула) Уравнение Р. Майера (формула).
- 4) Адиабатический процесс (определение). Уравнение Пуассона (формула, График).
- 5) Политропический процесс (определение). Уравнение политропического процесса (формула), показатель политропы (формула), специальные случаи (формулы)

Уметь выводить:

- 1) уравнение Майера
- 2) уравнение Пуассона
- 3) уравнение политропического процесса.

19. Статистические распределения.

Знать:

- 1) Вероятность случайного события (определение). Плотность вероятности (определение, формула).
- 2) Функция распределения молекул по модулю скорости (определение, формула, график) Наиболее вероятная скорость (формула). Средняя скорость (формула). Среднеквадратичная скорость (формула).
- 3) Зависимость функции распределения Максвелла от температуры (формулы, график).
- 4) Функция распределения молекул по проекции скорости (определение, формула).

Уметь:

- 1) выводить формулу для наиболее вероятной скорости

20. Распределение Больцмана.

Знать:

- 1) Распределение Больцмана (формула).
- 2) Барометрическая формула (формула).

Уметь выводить:

- 1) формулу для распределения Больцмана
- 2) барометрическую формулу

21. Тепловые машины.

Знать:

- 1) Тепловая машина (определение). Циклические процессы (график). КПД цикла (определение, формула).
- 2) Цикл Карно (определение, график).
- 3) Теоремы Карно (формулировки).
- 4) Второе начало термодинамики: формулировка Кельвина, формулировка Клаузиуса.
- 5) Термодинамическое определение энтропии (формула). Закон необратимости энтропии (формулировка)

Уметь:

- 1) выводить формулу для КПД тепловой машины
- 2) доказывать теоремы Карно

22. Энтропия.

Знать:

- 1) Термодинамическое определение энтропии (формула). Свойства энтропии.
- 2) Приращение энтропии идеального газа (формула).
- 3) Приращение энтропии в необратимом процессе (пример).

- 4) Терма Нернста (формулировка, формула).
- 5) Микроскопические и макроскопические состояния (определение). Статистический вес (определение).
- 6) Статистический смысл энтропии. Формула Больцмана.
- 7) Тепловая смерть Вселенной.

Уметь:

- 1) выводить формулу для приращения энтропии идеального газа в квазистатическом процессе,
- 2) вычислять приращение энтропии при смешении газов,
- 3) выводить формулу Больцмана.

Лектор

И.Н. Горбатый