

Подробные вопросы к экзамену по физике.

Каждый вопрос данного перечня не является вопросом экзаменационного билета. Эти вопросы будут разделены на несколько частей, которые будут включены в билеты.

1. Кинематика материальной точки. Векторный и координатный способы описания движения (дать определения понятиям: радиус-вектор, траектория, перемещение, пройденный путь, мгновенная скорость, ускорение). Тангенциальное, нормальное и полное ускорения, радиус кривизны (получить выражения для тангенциального и нормального ускорений). Решение прямой и обратной задачи кинематики. Естественный способ описания движения.
2. Кинематика вращательного движения твёрдого тела. Дать определение: элементарного угла поворота $d\vec{\varphi}$, угловой скорости $\vec{\omega}$, углового ускорения $\vec{\varepsilon}$. Вывести формулы выражающие связи между **векторами** линейных и угловых кинематических величин ($d\vec{r}$ и $d\vec{\varphi}$; $\vec{\omega}$ и \vec{V} ; \vec{a}_n , \vec{a}_τ , \vec{a} и $\vec{\varepsilon}$, $\vec{\omega}$). Решение прямой и обратной задачи кинематики вращательного движения.
3. Первый закон Ньютона. Инерциальные и неинерциальные системы отсчета (привести примеры). Принцип относительности Галилея. Преобразования Галилея. Вывод классического закона сложения скоростей. Инварианты преобразований Галилея. Второй закон Ньютона. Масса как мера инертности тела при поступательном движении. Третий закон Ньютона.
4. Импульс материальной точки. Закон изменения импульса материальной точки. Импульс системы материальных точек. Закон изменения импульса для системы материальных точек (привести вывод). Условия выполнения закона сохранения импульса (примеры).
5. Движение тел с переменной массой. Вывод уравнения Мещерского. Получить формулу Циолковского.
6. Центр инерции (дать определение для дискретной системы частиц и для твёрдого тела). Свойства центра инерции. Вывести уравнение движения центра масс (привести примеры). Система центра инерции (СЦИ). Формулы перехода из СЦИ в ЛСО (рассмотреть пример абсолютно неупругого соударения двух шаров).
7. Работа силы (дать определение). Мощность. Вычислить работу постоянной силы. Центральные силы (определение, примеры, вычислить работу). Работа силы трения. Теорема о приращении кинетической энергии для одной частицы и для системы частиц (с доказательством). Теорема Кёнига (с доказательством).
8. Потенциальные силы (дать два определения, привести примеры). Вычислить потенциальную энергию частицы в гравитационном и электростатическом полях. Связь силы и потенциальной энергии (вывод формулы $\vec{F} = -\vec{\nabla}U$). Закон изменения полной механической энергии для частицы. Закон сохранения полной механической энергии для частицы (формулировка и условия выполнения). Применение закона сохранения для общего анализа движения (анализ движения по графику $U(x)$).

9. Потенциальная энергия системы частиц: энергия системы во внешнем силовом поле - $U_{\text{внешн.поле}}$ (пример) и потенциальная энергия взаимодействия $U_{\text{взаим.}}$ (пример). Вывод закона изменения полной механической энергии для системы частиц. Закон сохранения полной механической энергии (формулировка и условия выполнения).
10. Применение законов сохранения импульса и энергии к анализу центрального неупругого соударения (найти $\Delta E_{\text{внутр.}}$, определить условие при котором $\Delta E_{\text{внутр.}}$ - максимально, вычислить $\Delta E_{\text{внутр.МАХ}}$). Центральное абсолютно упругое соударение (рассмотреть процесс в СЦИ, а потом перейти в ЛСО). Импульсные диаграммы для абсолютно упругого соударения (и выводы из них).
11. Моменты импульса частицы и силы относительно точки. Вывод закона изменения момента импульса частицы (уравнение моментов для частицы). Моменты импульса частицы и силы относительно оси. Показать, что моменты относительно оси не зависят от выбора начала. Разобрать пример с баллистическим движением.
12. Момент импульса системы частиц. Вывод закона изменения момента импульса системы частиц. Закон изменения момента импульса системы частиц и условия его выполнения.
13. Момент импульса твердого тела, вращающегося вокруг фиксированной оси (вывести формулу $L_z = I\omega_z$). Уравнение динамики вращательного движения (вывод и пример с маятником Обербека). Закон сохранения момента импульса (примеры со скамьей Жуковского).
14. Момент инерции (определение для дискретной системы частиц и для твёрдого тела, физический смысл). Вычислить момент инерции тонкого обруча, диска и стержня. Теорема Штейнера (с доказательством). Кинетическая энергия тела, вращающегося вокруг фиксированной оси (вывод формулы). Работа сил приложенных к вращающемуся телу (вывод формулы).
15. Плоское движение твердого тела. Используя уравнения динамики, решить задачу о скатывании тела (I, m, R) с наклонной плоскости (α) без проскальзывания (найти $\varepsilon, \omega, a_C, F_{\text{тр.покоя}}$). При каких α тело будет двигаться со скольжением? Что будет при $\alpha = 0$? Применение закона сохранения энергии к этой задаче.
16. Произвольное движение твердого тела (вычислить $d\vec{r}_i, d\vec{V}_i$, разложение движения на поступательное и вращательное). Основные уравнения динамики твёрдого тела. Момент импульса твёрдого тела в общем случае (ввести орбитальный момент импульса и собственный момент импульса).
17. Вычисление собственного момента импульса. Тензор инерции твёрдого тела. Главные оси инерции. Кинетическая энергия твёрдого тела в общем случае. Кинетическая энергия в системе главных осей.
18. Гироскоп. Прецессия гироскопа. Угловая скорость прецессии гироскопа (вывод формулы). Уравновешенный гироскоп. Гироскопические силы (с примерами). Момент гироскопических сил.

19. Движение тел относительно неинерциальной системы отсчета. Получить уравнение движения частицы в НИСО. Силы инерции и примеры их проявления (любые, по одному на каждую силу).
20. Задача двух тел. Получить закон движения центра масс системы двух частиц. Рассмотреть относительное движение частиц, перейти в СЦИ и свести задачу двух тел к задаче одного тела (получить уравнение движения, механическую энергию и момент импульса для частицы с массой равной $\mu = \frac{m_1 \cdot m_2}{m_1 + m_2}$). Доказать, что механическая энергия и момент импульса системы двух тел сохраняется.
21. Переписать в полярных координатах энергию и момент импульса частицы. Провести, используя законы сохранения механической энергии и момента импульса, качественный анализ (с помощью графика $U_{\text{эфф}}(r)$) возможных орбит в задаче двух тел.
22. Получение уравнения траектории в задаче двух тел (в случае гравитационного взаимодействия). Рассмотреть возможные случаи траекторий для случая $m_1 = M \gg m_2 = m$. Получить законы Кеплера.
23. Специальная теория относительности. Постулаты СТО. Относительность одновременности (с примером). Доказать равенство продольных размеров. Релятивистское замедление времени (вывод соответствующей формулы). Сокращение продольных размеров (вывод соответствующей формулы). Вывод преобразований Лоренца. Вывод релятивистского закона сложения скоростей.
24. Пространство Минковского. Интервал между событиями. Доказать, что интервал является инвариантом. Классификация интервалов и их свойства. События на диаграмме $ct - x$. Четырехскаляры (определение и примеры) и четырехвекторы (определение). Скалярное произведение четырехвекторов. Четырехскорость. Четырехимпульс. Преобразование компонент четырехимпульса (энергии и импульса) при переходе из одной ИСО в другую.
25. Релятивистский импульс. Релятивистская кинетическая энергия (получить формулу). Полная энергия тела. Энергия покоя (частицы и системы частиц). Закон сохранения релятивистского импульса и энергии.
26. Термодинамический и статистический подходы. Основные положения молекулярно-кинетической теории. Идеальный газ. Получить основное уравнение МКТ. Физический смысл температуры. Теорема о равномерном распределении энергии по степеням свободы.
27. Вывод барометрической формулы для газа, находящегося в поле тяжести. Распределение Больцмана (с примерами).
28. Распределение Максвелла. Функция распределения. Свойства функции распределения. Ввести и объяснить смысл функций распределения молекул по: проекциям скоростей ($\varphi(V_x)$, $\varphi(V_y)$, $\varphi(V_z)$); по векторам скоростей ($f(v)$); по модулям скоростей ($F(v)$).

29. Составить функциональное уравнение и найти функцию распределения $f(v)$. Получить другие функции распределения: $\varphi(V_x)$ и $F(v)$. Использование распределения Максвелла: нахождение доли частиц со скоростями в заданном интервале, вычисление $\langle v_x \rangle$, $\langle v \rangle$, $\langle v^2 \rangle$, $v_{\text{нв}}$, $v_{\text{ср.кв.}}$. Распределение Максвелла при разных температурах и разных массах молекул. Условие выполнимости распределения Максвелла. Распределение Максвелла-Больцмана.
30. Термодинамика. Макросистема, параметры состояния макросистемы, термодинамический процесс (квазистационарный, равновесный и неравновесный). Первое начало термодинамики. Внутренняя энергия идеального газа. Вывод формулы для работы газа при изменении его объема. Количество теплоты.
31. Определение теплоемкости (полной, молярной и удельной). Вычислить теплоемкости газа в изохорном и изобарном процессах. Изопроцессы в рамках первого начала термодинамики. Адиабатический процесс, первое начало термодинамики для адиабатического процесса. Вывод уравнения адиабаты.
32. Циклы. Обратимые и необратимые процессы (примеры). Принцип работы тепловых двигателей и холодильных машин (с применением первого начала термодинамики). Цикл Карно. Теоремы Карно. Доказательство второй теоремы Карно. Получить КПД цикла Карно.
33. Второе начало термодинамики в формулировках Клаузиуса и Томсона. Равенство Клаузиуса для цикла Карно и его обобщение на случай произвольного обратимого процесса. Энтропия (ввести понятие, используя равенство Клаузиуса). Вычисление энтропии для идеального газа. Неравенство Клаузиуса. Энтропийная формулировка второго начала термодинамики (с доказательством). Рассмотреть пример про изменение энтропии в процессе теплообмена.