

# Вопросы к экзамену по курсу Общая физика

## Механика

1. Кинематика точки и системы материальных точек. Способы описания движения. Уравнение кинематической связи. Закон движения.
2. Законы динамики. Понятия массы, импульса и силы в механике Ньютона. Первый, второй и третий законы Ньютона. Уравнение движения и его решение. Роль начальных условий.
3. Законы, описывающие индивидуальные свойства сил. Закон всемирного тяготения. Закон Гука. Законы для сил сухого и вязкого трения. Явление застоя. Явление заноса.
4. Система материальных точек. Число степеней свободы системы. Изолированная и замкнутая системы материальных точек. Закон сохранения импульса. Центр масс. Теорема о движении центра масс.
5. Движение тел с переменной массой. Уравнение Мещерского. Формула Циолковского
6. Момент силы и момент импульса. Уравнение моментов. Закон сохранения момента импульса.
7. Работа силы. Кинетическая энергия. Теорема о кинетической энергии. Консервативные силы и консервативные системы. Потенциальная энергия. Связь консервативных сил с потенциальной энергией. Законы изменения и сохранения механической энергии.
8. Неинерциальные системы отсчета. Движение материальной точки относительно неинерциальной системы отсчета. Силы инерции. Переносная и кориолисова силы инерции. Центробежная сила инерции. Примеры проявления этих сил на Земле.
9. Основные понятия теории относительности. Пространство и время в релятивистской механике. Два постулата Эйнштейна. Синхронизация часов. Преобразования Лоренца. Инварианты преобразований Лоренца.
10. Преобразования Лоренца. Инварианты преобразований Лоренца. Собственная длина и собственное время. Лоренцево сокращение длины движущихся отрезков. Релятивистское замедление темпа хода движущихся часов.
11. Сложение скоростей в релятивистской механике. Релятивистский импульс. Релятивистское уравнение движения.
12. Событие в специальной теории относительности. Интервал между событиями. Инвариантность интервала. Свето-подобные, времени-подобные и пространственно-подобные интервалы. Относительность одновременности. Интервал между событиями. Причинно-следственная связь между событиями. Скорость света как максимальная скорость распространения сигналов.

13. Кинематика твердого тела. Поступательное и вращательное движение твердого тела. Плоское движение. Мгновенная ось вращения.
14. Уравнение моментов для вращательного движения твердого тела вокруг закрепленной оси. Момент инерции и приёмы его вычисления. Теорема Гюйгенса-Штейнера. Теорема Кёнига. Кинетическая энергия твердого тела при плоском движении.
15. Движение твердого тела с закрепленной точкой. Тензор инерции. Осевые и центробежные моменты инерции. Главные и центральные оси вращения. Силы и моменты сил, действующие на вращающееся твердое тело. Свободные оси вращения.
16. Основы механики деформируемых сред. Типы деформаций. Упругая и остаточная деформации. Деформации растяжения, сжатия, сдвига, кручения, изгиба. Количественные характеристики деформаций.
17. Закон Гука для различных видов деформаций. Модуль Юнга. Коэффициент Пуассона. Модуль сдвига. Связь между модулем Юнга и модулем сдвига.
18. Распределение давления в покоящейся жидкости (газе) в поле силы тяжести. Барометрическая формула. Закон Архимеда. Условия устойчивого плавания тел. Центр плавучести и метацентр.
19. Стационарное течение жидкости (газа). Линии тока. Трубки тока. Идеальная жидкость. Течение идеальной жидкости. Уравнение Бернулли, условия его применимости.
20. Сила вязкости. Закон Ньютона для вязкого трения. Число Рейнольдса. Течение вязкой жидкости по трубе. Формула Пуазейля.
21. Свободные колебания системы с одной степенью свободы. Уравнение гармонических колебаний. Его решение. Амплитуда колебаний. Частота и период колебаний. Фаза и начальная фаза. Начальные условия. Сложение гармонических колебаний. Биения. Частота биений. Фигуры Лиссажу.
22. Затухающие колебания. Уравнение затухающих колебаний, его решение. Показатель затухания. Логарифмический декремент затухания. Время релаксации. Добротность.
23. Вынужденные колебания. Уравнение вынужденных колебаний. Его решение. Процесс установления колебаний.
24. Вынужденные колебания. Резонанс. Амплитудная резонансная кривая. Ширина амплитудной резонансной кривой и добротность. Фазовая резонансная кривая. Работа внешней силы при вынужденных колебаниях.
25. Связанные колебательные системы. Нормальные колебания (моды) и парциальные колебания. Нормальные и парциальные частоты.
26. Волны. Распространение «импульса» в среде. Продольные и поперечные волны. Уравнение бегущей волны. Скорость волны и скорости «частиц». Волновое уравнение, его решение. Плоская гармоническая бегущая волна. Волны смещений, скоростей, деформаций.

27. Волны на струне, в стержне, в газовой среде. Связь скорости волны со свойствами среды. Отражение волн от границы раздела двух сред. Основные случаи граничных условий.
28. Стоячие волны. Распределение амплитуд смещений, скоростей и деформаций «частиц» в стоячей волне. Узлы и пучности. Нормальные колебания струны, стержня, столба газа.
29. Поток энергии в бегущей волне. Вектор Умова. Интенсивность волны.
30. Элементы акустики. Звуковые волны. Высота и тембр звука. Громкость звука. Классический эффект Доплера.

## Молекулярная физика

1. Основные положения молекулярно-кинетической теории. Статистический и термодинамический подход к описанию тепловых явлений. Основные законы (начала) равновесной термодинамики.
2. Равновесное состояние и равновесные процессы в термодинамической системе. Термодинамические параметры. Принцип аддитивности в термодинамике.
3. Биномиальное распределение (распределение Бернулли) и его предельные случаи (распределения Пуассона и Гаусса).
4. Идеальный газ в молекулярно-кинетической теории. Равновесное пространственное распределение частиц идеального газа. Флуктуации плотности идеального газа.
5. Распределение молекул газа по скоростям. Принцип детального равновесия. Распределение Максвелла для скоростей молекул и его характеристики. Эргодическая гипотеза
6. Распределение Максвелла для скоростей молекул. Вывод основного уравнения молекулярно-кинетической теории газов и уравнения Клапейрона-Менделеева из распределения Максвелла.
7. Теорема о равномерном распределении кинетической энергии теплового движения по степеням свободы и её применение в классической теории теплоёмкости газов и твердых тел. Поступательные, вращательные и колебательные степени свободы.
8. Идеальный газ во внешнем потенциальном поле. Распределение Больцмана. Барометрическая формула. Газ в центрифуге. Атмосфера планет.
9. Характер движения молекул в газах и в конденсированных средах. «Диффузионное» движение. Броуновское движение. Уравнение Ланжевена. Формула Эйнштейна.
10. Явления переноса. Диффузия, вязкость, теплопроводность и законы, их описывающие. Закон изменения температуры тела в термостате.
11. Частота ударов о стенку сосуда. Эффузия (истечение газа через малое отверстие).

12. Длина и время свободного пробега молекул газа. Связь между коэффициентами переноса для газов. Зависимость коэффициентов переноса от температуры и давления.
13. Состояние термодинамического равновесия. Нулевое начало термодинамики. Свойство транзитивности состояния термодинамического равновесия. Понятие о температуре в термодинамике и молекулярно-кинетической теории. Термометр. Эмпирические температурные шкалы. Термодинамический принцип аддитивности.
14. Основные термодинамические свойства идеального газа. Газовые законы.
15. Квазиравновесные процессы. Первое начало термодинамики. Теплопередача. Работа, количество теплоты, внутренняя энергия термодинамической системы. Термическое и калорическое уравнения состояния.
16. Теплоемкость термодинамической системы. Теплоёмкость идеального газа. Зависимость теплоёмкости от типа процесса. Теплоёмкости  $C_V$  и  $C_P$  и связь между ними. Уравнение Майера. Политропический процесс и его уравнение.
17. Циклы в идеальном газе. Работа и КПД цикла. Тепловые и холодильные машины. Цикл Карно.
18. Равенство Клаузиуса для цикла Карно. Термодинамическая температура. Теорема Клаузиуса для равновесных процессов.
19. Энтропия как функция состояния. Энтропия идеального газа. Термодинамическое тождество.
20. Обратимые и необратимые процессы. Второе начало термодинамики в формулировках Клаузиуса и лорда Кельвина. Их эквивалентность. Две теоремы Карно.
21. Неравенство Клаузиуса. Принцип максимального поглощения теплоты. Принцип максимальной работы. Неубывание энтропии в изолированной системе. Статистический смысл энтропии. Формула Больцмана.
22. Третье начало термодинамики. Тепловая теорема Нернста. Формулировка Планка. Связь энтропии с теплоёмкостью. Поведение теплоемкостей при низких температурах. Недостижимость абсолютного нуля температур.
23. Термодинамические потенциалы (внутренняя энергия, энтальпия, потенциалы Гиббса и Гельмгольца). Соотношения Максвелла. Формула Гиббса-Гельмгольца.
24. Фазы вещества. Условие равновесия фаз. Фазовые диаграммы. Тройная точка. Правило фаз Гиббса. Классификация фазовых переходов по Эренфесту. Фазовая диаграмма (на примере воды) и её особые точки.
25. Фазовые переходы первого рода. Примеры. Уравнение Клапейрона-Клаузиуса. Скрытая теплота перехода. Фазовый переход жидкость-газ. Правило рычага. Критическая точка. Сверхкритическое состояние вещества.
26. Реальные газы. Уравнение Ван-дер-Ваальса. Изотермы газа Ван-дер-Ваальса. Область двухфазных состояний. Метастабильные состояния. Термодинамические характеристики газа Ван-дер-Ваальса (внутренняя энергия, энтропия, коэффициенты  $\alpha_P$ ,  $\alpha_T$ ,  $\gamma_T$ ).

27. Описание фазового перехода жидкость-газ с помощью уравнения Ван-дер-Ваальса. Правило Максвелла. Критические объем, давление и температура. Закон соответственных состояний.
28. Силы межмолекулярного взаимодействия и их экспериментальные проявления. Потенциал Леннарда-Джонса.
29. Жидкости. Поверхностные явления. Формула Лапласа. Капиллярные явления. Поверхностное натяжение жидкости. Избыточное давление над искривленной поверхностью.
30. Реальные газы. Эффект Джоуля-Томсона. Дифференциальный и интегральный эффекты. Дифференциальный эффект Джоуля-Томсона для газа Ван-дер-Ваальса. Методы получения низких температур.