

Физика, 1й семестр

Стойко Елисей, 2025

Вопросы для подготовки к тестированию по теории I семестр

Содержание

1. Механика	2
2. Термодинамика	7

Github: [estoiko](#)

Telegram: [@yewik0](#)

Mail: stojko.ea@edu.spbstu.ru

2025, Санкт-Петербург, СПбПУ

1. Механика

- 1) Что такое материальная точка?

Материальная точка - тело, размерами которого можно пренебречь в условиях данной задачи

- 2) Формулы для определения векторов скорости и ускорения.

$$\vec{v} = \frac{d\vec{r}}{dt} \left[\frac{\text{м}}{\text{с}} \right]$$

$$\vec{a} = \frac{d\vec{v}}{dt} \left[\frac{\text{м}}{\text{с}^2} \right]$$

- 3) Формулы, определяющие тангенциальное и нормальное ускорения.

$$\vec{a} = \frac{dv}{dt}\vec{t} + \frac{v^2}{\rho}\vec{n}$$

$$a_\tau = \frac{dv}{dt}$$

$$a_n = \frac{v^2}{\rho}$$

- для окружности радиуса R :

$$a_\tau = \beta R$$

$$a_n = \omega^2 R = \frac{v^2}{R}$$

где ρ - радиус кривизны траектории в данной точке

- 4) Формулы для определения векторов угловой скорости и углового ускорения.

$$\vec{\omega} = \frac{d\vec{\varphi}}{dt} \left[\frac{\text{рад}}{\text{с}} \right]$$

$$\vec{\beta} = \frac{d\vec{\omega}}{dt}$$

- 5) Связь между векторами угловой и линейной скорости.

$$\vec{v} = [\vec{\omega}, \vec{r}]$$

$$v = \omega R \text{ (окр)}$$

- 6) Связь между угловым и линейным ускорением.

$$\vec{a} = a_\tau \vec{t} + a_n \vec{n} = [\vec{\beta}, \vec{r}] + [\vec{\omega}, \vec{v}] = \beta \rho \vec{t} + \omega^2 \rho \vec{n}$$

- 7) Что такое ИСО?

Инерциальная система отсчёта (ИСО) - такая система отсчёта, в которой тело будет двигаться равномерно и прямолинейно или покоиться, если на него не действуют другие тела или их действие скомпенсировано.

- 8) Три закона Ньютона.

I Закон Ньютона - ИСО существуют

II Закон Ньютона - $\sum \vec{F} = m\vec{a}$

III Закон Ньютона - силы, с которыми две материальные точки действуют друг на друга, всегда равны по модулю и направлены в противоположные стороны вдоль прямой, соединяющей эти точки.

- 9) Основное уравнение динамики.

$$\vec{F} = m \frac{d\vec{v}}{dt} = m\vec{a}$$

- 10) Импульс тела. Импульс силы.

$$\vec{p} = m\vec{v}$$

$$\Delta\vec{p} = \vec{p}_2 - \vec{p}_1 = \int_0^t \vec{F} dt$$

- 11) Закон сохранения импульса (когда выполняется)

Импульс замкнутой системы не меняется

$$\text{ЗСИ: } \sum \vec{F}_{\text{внешних}} = 0 \Rightarrow \vec{p}(\text{const})$$

$$\Delta\vec{p} = \int_0^t \vec{F}_{\text{внешних}} dt$$

Если сила не является бесконечно возрастающей (конечна), то:

- 1) ось $x \perp \vec{F}_{\text{внешних}} \Rightarrow \vec{p} = \text{const}$
 - 2) $\Delta t \rightarrow 0 \Rightarrow \vec{p} = \text{const}$ (за малое время действием силы можно пренебречь)
- 12) II закон Ньютона в импульсном представлении

$$\vec{F} = \frac{d\vec{p}}{dt}$$

- 13) Связь силы и потенциальной энергии.

$$\vec{F} = -\vec{\nabla}U = -\text{grad } U$$

$$\vec{\nabla} = \frac{\delta}{\delta x}\vec{i} + \frac{\delta}{\delta y}\vec{j} + \frac{\delta}{\delta z}\vec{k}$$

- 14) Консервативные силы - это...

Консервативные силы - это силы, работа которых не зависит от пути, а определяется начальным и конечным положениями тела.

- 15) Закон сохранения полной механической энергии (когда выполняется)

$$1. A_{\text{внешних}} = 0 \text{ (замкнутая)}$$

$$2. A_{\text{диссипативных}}^{\text{внутренних}} = 0 \text{ (их нет)}$$

$$\Delta E_{\text{системы}} = \Delta E_k + \Delta U_{\text{системы}} = \underbrace{A_{\text{диссипативных}}^{\text{внутренних}}}_{>0} + A_{\text{внешних}}$$

Энергия никогда не создаётся и не уничтожается, а может только переходить из одной формы в другую или обмениваться между отдельными частями материи.

- 16) Формула для определения работы произвольной силы.

$$\delta A = \vec{F} d\vec{r} = |\vec{F}| |d\vec{r}| \cos(\vec{F}, d\vec{r}) = F_S dS$$

$$A = \int \vec{F} d\vec{r} = \int F_S dS$$

17) Связь работы и кинетической энергии

$$\vec{F} = m\vec{a} = m \frac{d\vec{v}}{dt}$$

$$\delta A = m \frac{d\vec{v}}{dt} d\vec{r} = m\vec{v}d\vec{v}$$

$$A_{\text{всех сил}} = \int m\vec{v}d\vec{v} = \int_{v_1}^{v_2} mvdv = \frac{mv_2^2}{2} - \frac{mv_1^2}{2} = \Delta E_k$$

$$E_k = \frac{mv^2}{2}$$

18) Мгновенная мощность

$$P = \frac{\delta A}{dt} = \frac{\vec{F} d\vec{r}}{dt} = \vec{F} \vec{v} = Fv \cos(\vec{F}, \vec{v})$$

19) Средняя мощность.

$$P_{\text{ср}} = \frac{A}{t}$$

$$\delta A = Pdt$$

$$A = \int Pdt$$

20) Вектор момента силы относительно точки.

$$\vec{M} = [\vec{r}, \vec{F}]$$

$$M = rF \sin(\vec{r}, \vec{F})$$

21) Вектор момента импульса относительно точки.

$$\vec{L} = [\vec{r}, \vec{p}]$$

$$L = rp \sin(\vec{r}, \vec{p})$$

22) Единица измерения момента импульса в СИ

$$\left[\text{кг} \cdot \frac{\text{м}^2}{\text{с}} \right]$$

23) Что такое абсолютно твердое тело?

Абсолютно твёрдое тело - тело, расстояние между любыми точками которого не изменяется в процессе движения (*нет деформации*)

24) Момент инерции (определение и формула).

Момент инерции - это мера неподатливости тела к вращательному движению, т.е. момент инерции показывает насколько трудно заставить тело вращаться или остановиться (если уже вращается).

$$I = \int r^2 dm$$

$$I = \sum_{i=1}^n m_i r_i^2$$

25) Единица измерения момента инерции в СИ

$$[\text{кг} \cdot \text{м}^2]$$

26) Теорема Штейнера

Теорема Штейнера - момент инерции относительно произвольной оси равен моменту инерции относительно оси параллельной данной и проходящей через центр массы тела, плюс произведение массы тела на квадрат расстояния между осями.

$$I = I_c + ma^2,$$

где a - расстояние между осями

27) Момент импульса твердого тела.

$$\vec{L} = I\vec{\omega}$$

28) Основное уравнение динамики вращательного движения твердого тела.

$$\vec{M} = \frac{d\vec{L}}{dt}$$

$$\vec{L} = I\vec{\omega}$$

$$\vec{M} = I \frac{d\vec{\omega}}{dt} = I\vec{\beta}$$

29) Условия равновесия тел.

$$\sum \vec{F}_i = 0 \text{ (нет поступательного движения)}$$

$$\sum \vec{M}_i = 0 \text{ (нет вращательного движения)}$$

30) Уравнение моментов. Закон сохранения момента импульса (когда выполняется)

$$\Delta \vec{L} = \int \overrightarrow{M_{\text{внешних}}} dt$$

$$\text{ЗСМИ} : \sum \overrightarrow{M_{\text{внешних}}}^* = 0 \Rightarrow \vec{L}(\text{const}) \text{ *}_{\text{в замкнутой системе}}$$

31) Работа силы при вращении твёрдого тела вокруг неподвижной оси

$$A = \int \overrightarrow{M} d\vec{\varphi} = M_z d\varphi$$

32) Кинетическая энергия при плоском движении

$$E_k = \frac{mv_c^2}{2} + \frac{I\omega^2}{2}$$

33) Центральные силы

Центральные силы - силы, зависящие только от расстояния между взаимодействующими телами и направленные вдоль прямой проходящей через центры этих тел.

34) Уравнение гармонических колебаний.

$$x = A \cos(\omega_0 t + \alpha)$$

35) Частота и период гармонических колебаний.

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}} = \frac{2\pi}{\omega_0}$$
$$\nu = \frac{1}{T}$$

36) Потенциальная энергия гармонических колебаний

$$U = \frac{kx^2}{2} = \frac{k}{4}A^2(1 + \cos(2(\omega_0 t + \alpha)))$$

37) Математический маятник – это... Период колебаний математического маятника.

Математический маятник - система, которая состоит из невесомой, нерастяжимой нити и массы, которая сосредоточена в одной точке.

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g}}$$

38) Физический маятник- это... Период колебаний физического маятника.

Физический маятник - маятник, у которого масса не сосредоточена в одной точке.

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{I}{mgl}}$$

39) Вынужденные колебания.

Вынужденные колебания - колебания, при которых колебательная система подвергается действию внешней силы, изменяющейся по гармоническому закону:

$$F_x = F_0 \cos \omega t$$

40) Резонанс – это ...

Резонанс - это явление, при котором при некоторой частоте амплитуда колебания достигает максимального значения

2. Термодинамика

1) Что такое идеальный газ?

Идеальный газ - это модель,

- 1) размеры частиц бесконечно малы по сравнению с расстоянием свободного пробега
- 2) силы взаимодействия между частицами на расстоянии отсутствуют
- 3) сталкиваются по закону абсолютно упругого удара

2) Основное уравнение МКТ.

$$P = \frac{1}{3} m_0 \langle v^2 \rangle n$$

3) Концентрация молекул.

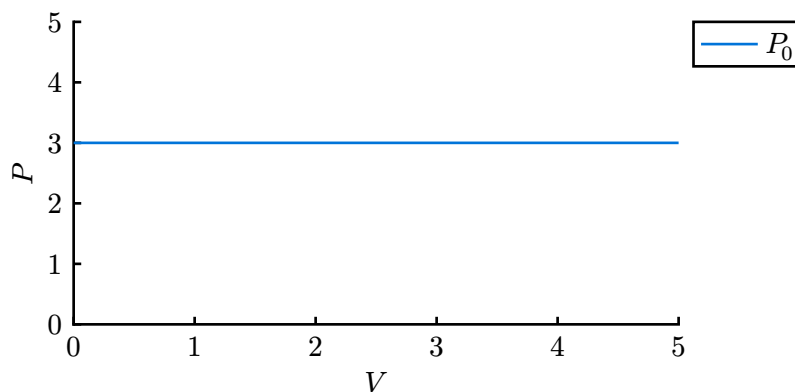
$$n = \frac{N}{V}$$
$$\left[\frac{1}{\text{м}^3} \right]$$

4) Уравнение Менделеева-Клапейрона

$$PV = \nu RT$$

5) Уравнение и график изобарного процесса в координатах (P,V).

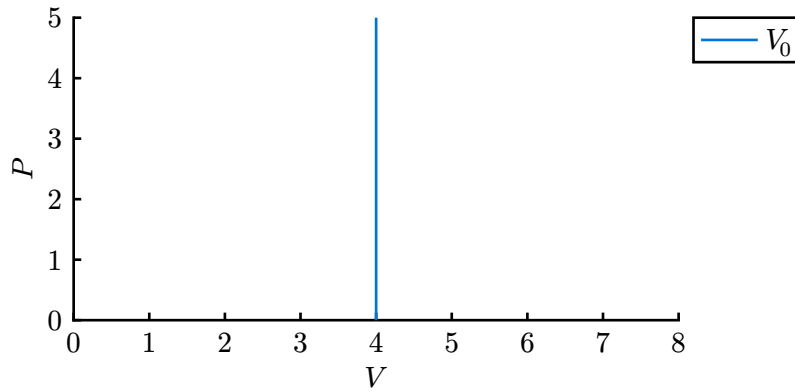
$$\frac{V}{T} = \text{const}$$
$$P = P_0 = \text{const}$$



- 6) Уравнение и график изохорного процесса в координатах (P,V).

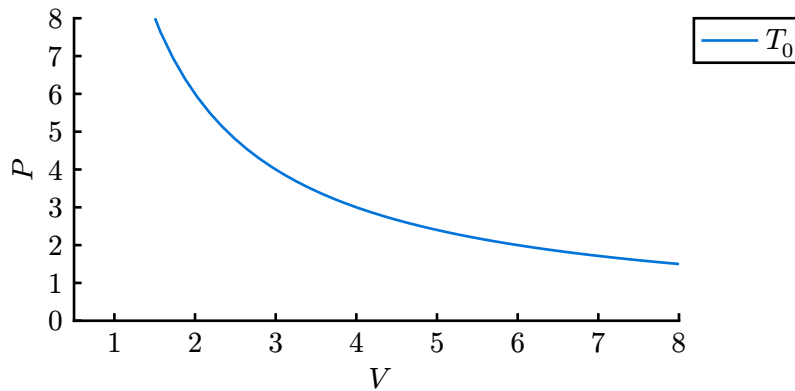
$$V = V_0 = \text{const}$$

$$\frac{P}{T} = \text{const}$$



- 7) Уравнение и график изотермического процесса в координатах (P,V).

$$PV = \text{const}$$



- 8) Барометрическая формула.

$$P = P_0 e^{-\frac{\mu g h}{RT}}$$

- 9) Уравнение Ван-дер-Ваальса.

$$\left(P + \frac{a}{V_m^2}\right)(V_m - b) = RT$$

- 10) Средняя кинетическая энергия молекул при тепловом движении.

$$\langle E_{\text{кин}} \rangle = \frac{3}{2}KT$$

- 11) Работа макросистемы.

$$A = \int_{V_1}^{V_2} P dV$$

12) Работа при изобарном процессе.

$$A = P(V_2 - V_1) = \nu R(T_2 - T_1)$$

13) Работа при изохорном процессе.

$$A = 0$$

14) Работа при изотермическом процессе.

$$A = \nu RT \ln\left(\frac{V_2}{V_1}\right)$$

15) Работа при адиабатном процессе.

$$A = \frac{\nu R(T_1 - T_2)}{\gamma - 1} = \nu C_v(T_1 - T_2)$$

16) Первое начало термодинамики.

$$Q = \Delta U + A$$

17) Теплоемкость тела - это ...

Теплоёмкость тела - величина равная количеству теплоты, необходимому, чтобы повысить температуру тела на 1 К.

18) Теплоёмкость при постоянном объеме.

$$C_V^{\text{проц}} = \nu C_V$$

19) Теплоёмкость при постоянном давлении.

$$C_P^{\text{проц}} = \nu C_P$$

20) Теплоёмкость при изотермическом процессе.

$$C_T \rightarrow \infty$$

21) Формула Майера.

$$C_p = C_v + R$$

22) Политропический процесс – это... Уравнение политропы.

Политропический процесс - процесс в ходе которого теплоёмкость не меняется.

$$n = \frac{C - C_p}{C - C_v}$$

23) Адиабатический процесс – это... Уравнение адиабаты.

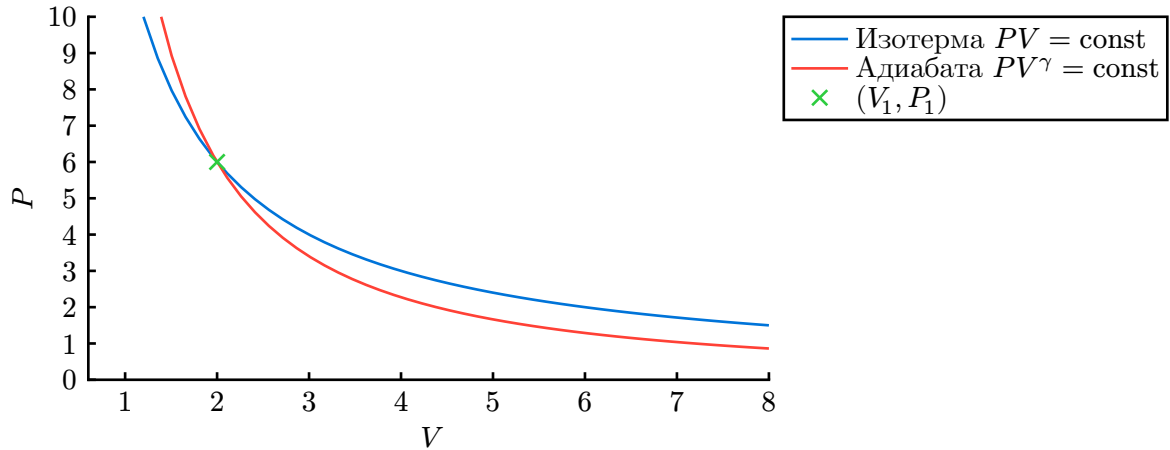
Адиабатический процесс - протекающий без теплообмена с окружающей средой.

$$PV^\gamma = \text{const}$$
$$TV^{\gamma-1} = \text{const}$$

24) Уравнение и график адиабатического процесса в координатах (P,V).

$$PV^\gamma = \text{const}$$

$$P(V) = \frac{k}{V^\gamma}$$



25) Внутренняя энергия идеального газа.

$$U = \frac{i}{2}\nu RT = \frac{i}{2}PV = \frac{i}{2}NKT$$

26) Формула для определения КПД циклических процессов.

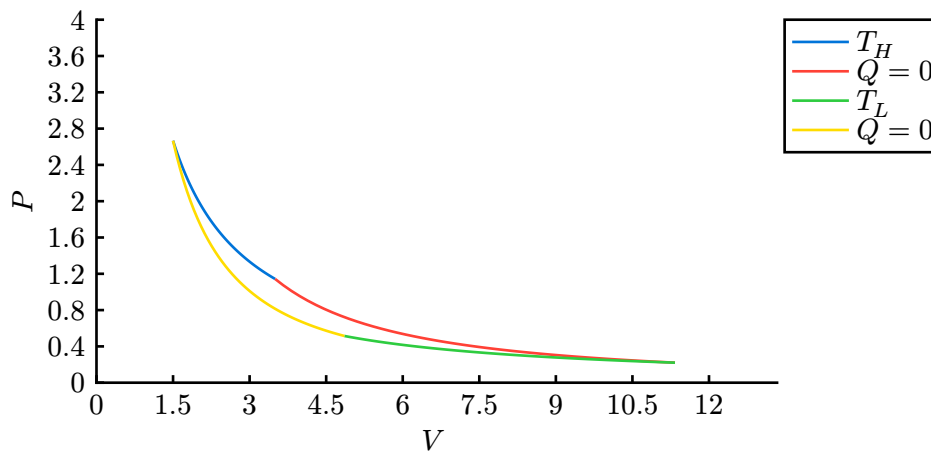
$$\eta = \frac{A}{Q_+} = \frac{Q_+ - Q_-}{Q_+} = 1 - \frac{Q_-}{Q_+}$$

27) Цикл Карно (определение, КПД).

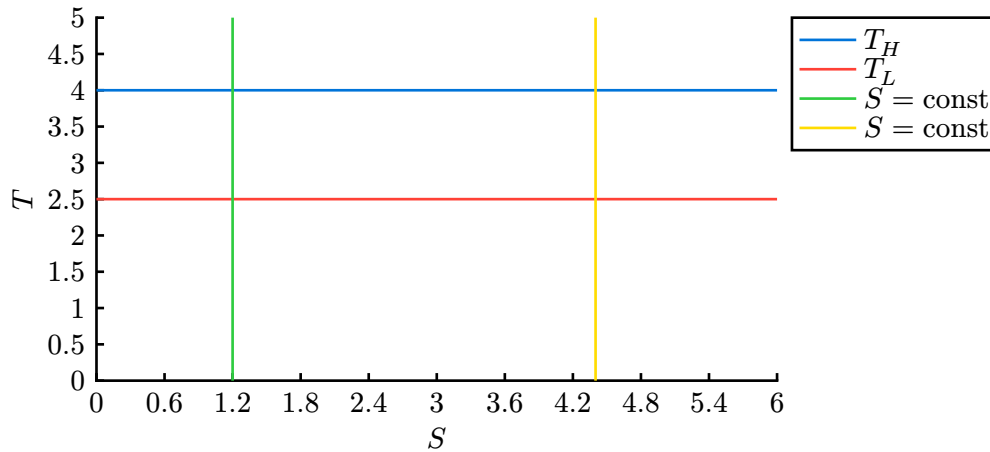
Цикл Карно - идеальный круговой процесс, состоящий из двух адиабат и двух изотерм.

$$\eta = 1 - \frac{T_x}{T_H} = \frac{T_H - T_x}{T_H}$$

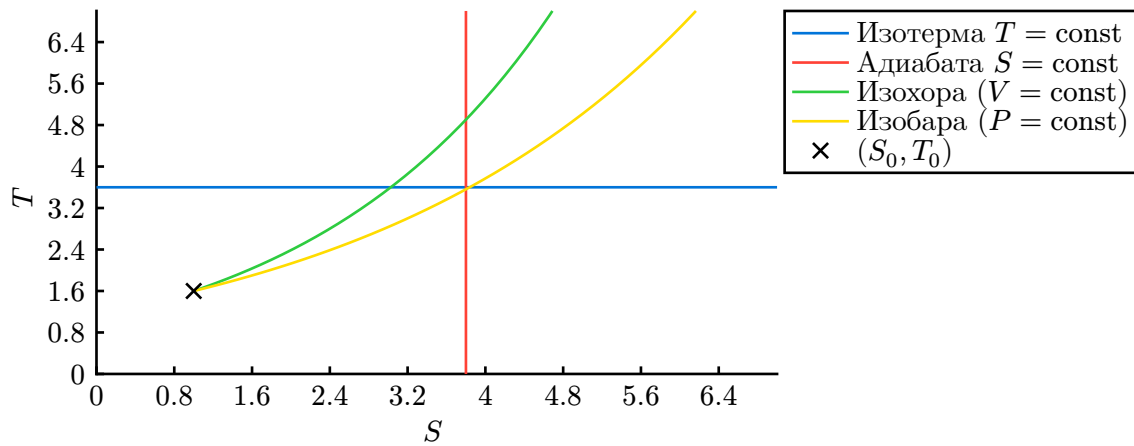
28) График цикла Карно в координатах (P,V).



29) График цикла Карно в координатах (Т,S).



30) Графики изопроцессов в координатах (Т,S).



31) Второе начало термодинамики.

$$\Delta S = S_2 - S_1 = \int \frac{\delta Q}{T}$$

32) Неравенство Клаузиуса.

$$dS \geq \frac{\delta Q}{T}$$

33) Приращение энтропии в обратимых и необратимых процессах.

1) в обратимых:

$$dS = \frac{\delta Q_{\text{rev}}}{T}$$

$$\delta Q_{\text{rev}} = 0 \Rightarrow dS = 0 \Rightarrow S = \text{const}$$

2) в необратимых:

$$dS \geq \frac{\delta Q}{T} \text{ (неравенство Клаузиуса)}$$

$$\delta Q = 0 \Rightarrow dS > 0$$

34) Термодинамическое определение энтропии.

$$dS = \frac{\delta Q}{T}$$

35) Статистический вес - это ...

Статистический вес - число различных макросостояний, которыми может быть реализовано данное макросостояние.

$$\Omega(n, N - n) = \frac{N!}{n!(N - n)!}$$

36) Статистическое определение энтропии.

$$S = K \ln \Omega$$

37) Распределение Максвелла молекул по модулю скорости.

$$F(v) = 4\pi v^2 \left(\frac{m_0}{2\pi KT} \right)^{\frac{3}{2}} e^{-\frac{m_0 v^2}{2KT}}$$

38) Наиболее вероятная скорость.

$$v_{\text{наиб. вер.}} = \sqrt{\frac{2KT}{m}}$$

39) Среднеквадратичная скорость.

Среднеквадратичная скорость - скорость соответствующая среднему значению кинетической энергии движения молекул.

$$v = \sqrt{\frac{3KT}{m_0}}$$

40) Распределение Больцмана.

$$n = n_0 e^{-\frac{U}{KT}}$$