

A22. Максимальная скорость груза массой 100 г, колеблющегося на пружине жесткостью 25 Н/м, при прохождении положения равновесия 20 см/с. Каково максимальное растяжение пружины?

$$\frac{kx_m^2}{2} = \frac{mv_m^2}{2}$$

$$x_m = v_m \sqrt{mk}.$$

$$x_m = 20 \cdot 10^{-2} \sqrt{\frac{0,1}{25}} \approx 13 \text{ мм.}$$

A23. Шарик массой 100 г, подвешенный на нити 50 см, равномерно вращается в вертикальной плоскости со скоростью 3 м/с. Каков вес шарика в нижней точке траектории?

запишем II закон Ньютона.

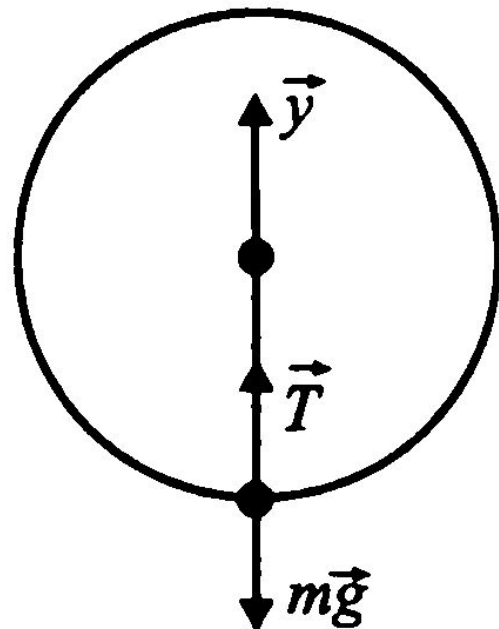
$$\vec{T} + m\vec{g} = m\vec{a},$$

$$OY: T - mg = ma,$$

где $a = \frac{v^2}{l}$, тогда

$$T - mg = \frac{mv^2}{l},$$

$$T = mg + \frac{mv^2}{l} = m\left(g + \frac{v^2}{l}\right).$$



$$\vec{P} = -\vec{T},$$

$$P = T,$$

$$P = m\left(g + \frac{v^2}{l}\right).$$

A25. По проводнику длиной 50 м течет ток силой 2 А. Каков суммарный импульс электронов в проводнике?

Импульс электрона

$$p_e = m_e v,$$

$$p = N p_e = N m_e v.$$

$$v = \frac{I l}{N e}$$

$$I = n e v \cdot S,$$

$$V = S \cdot l,$$

$$I = \frac{N e v}{l}.$$

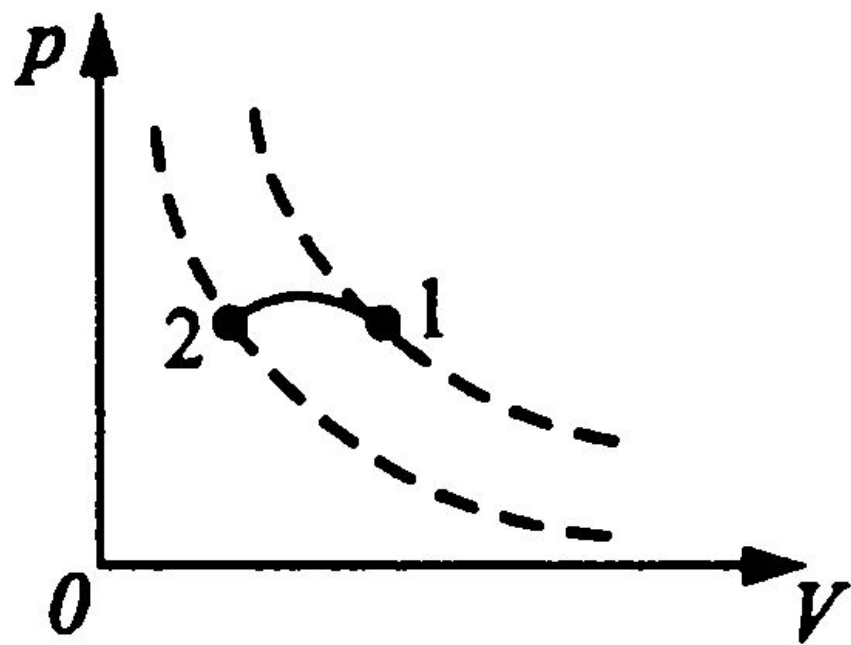
$$p = N m_e \frac{I l}{N e} = \frac{m_e I l}{e}.$$

$$p = \frac{9 \cdot 10^{-31} \cdot 2 \cdot 50}{1,6 \cdot 10^{-19}} \approx 5,6 \cdot 10^{-10} \text{ кг} \cdot \text{м/с}.$$

С1. На рисунке 27 изображен процесс, совершаемый с постоянной массой идеального газа. Получает или отдает газ теплоту в ходе данного процесса?

Решение. Согласно I началу термодинамики количество теплоты, полученное газом,

$$Q = \Delta U + A.$$



в процессе, будет отрицательной, т.к. совершают над газом работу.

определяется разностью конечной и начальной внутренней энергии. Для этого проведем через точки 1 и 2 касательные к изотермам. Точка 2 соответствует более низкой температуре, следовательно, энергии меньше нуля. Следовательно, газ тепло отдает.

С2. Аэростат начинает движение с поверхности Земли вертикально вверх без начальной скорости с постоянным ускорением $0,5 \text{ м/с}^2$. Спустя 10 с из аэростата выпадает камень массой 200 г . Найдите кинетическую энергию камня в момент его падения на Землю.

Найдем высоту, с которой выпал камень, $h_0 = \frac{at_0^2}{2}$.

Начальная скорость камня $v_0 = at_0$.

$$mgh_0 + \frac{mv_0^2}{2} = E_k,$$

$$mg \cdot \frac{at_0^2}{2} + \frac{m \cdot a^2 t_0^2}{2} = E_k,$$

$$E_k = \frac{mat_0^2}{2} (g + a).$$

С3. В алюминиевую кастрюлю массой 500 г, в которой находится 0,5 л воды и 200 г снега при 0°C , впускают 150 г водяного пара при температуре 120°C . Принимая теплоемкость пара равной $2 \text{ кДж}/(\text{кг}\cdot^{\circ}\text{C})$, найдите установившуюся в системе температуру.

$$Q_1 + Q_2 + Q_3 = Q_4$$

$$Q_1 = c_1 m_1 (t - t_1)$$

$$Q_2 = c_2 m_2 (t - t_1)$$

$$Q_2 = c_2 \rho V_2 (t - t_1),$$

$$Q_3 = \lambda m_3 + m_3 c_2 (t - t_1)$$

$$Q_4 = c_4 m_4 (t_4 - t_3) + L m_4 + m_4 c_2 (t_3 - t)$$

где $t_3 = 100^\circ\text{C}$ — температура конденсации водяного пара.

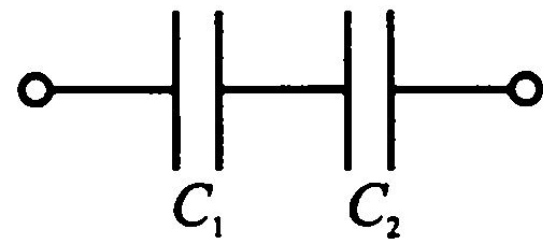
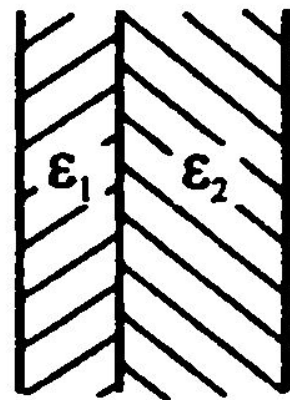
$$\begin{aligned} c_1 m_1 (t - t_1) + c_2 \rho V_2 (t - t_1) + \lambda m_3 + m_3 c_2 (t - t_1) &= \\ &= c_4 m_4 (t_4 - t_3) + L m_4 + m_4 c_2 (t_3 - t), \end{aligned}$$

С4. Расстояние между обкладками плоского конденсатора равно 5 мм, площадь обкладок 50 см². В зазор между обкладками вносят пластинку парафина толщиной 2 мм и пластинку слюды толщиной 3 мм. Определите ёмкость конденсатора с двухслойным диэлектриком.

$$C_1 = \frac{\epsilon_1 \epsilon_0 S}{d_1}, \quad C_2 = \frac{\epsilon_2 \epsilon_0 S}{d_2},$$

$$\frac{1}{C} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2}$$

$$C = \frac{C_1 C_2}{C_1 + C_2}$$



$$C = \frac{\varepsilon_1 \varepsilon_2 \varepsilon_0 S}{d_1 d_2 \left(\frac{\varepsilon_1}{d_1} + \frac{\varepsilon_2}{d_2} \right)} = \frac{\varepsilon_1 \varepsilon_2 \varepsilon_0 S}{\varepsilon_1 d_2 + \varepsilon_2 d_1}$$

$$C = \frac{2 \cdot 7 \cdot 8,85 \cdot 10^{-12} \cdot 50 \cdot 10^{-4}}{6 \cdot 10^{-3} + 14 \cdot 10^{-3}} = 31 \text{ нФ.}$$

С5. Определите длину соленоида без сердечника диаметром 2,5 см, который содержит 300 витков, если при скорости изменения силы тока 30 А/с в ней индуцируется средняя ЭДС 15 мВ.

ЭДС самоиндукции

$$\mathcal{E}_i = L \frac{dI}{dt},$$

$$\mathcal{E}_i = \mu_0 \frac{N^2 S}{l} \frac{\Delta I}{\Delta t},$$

средняя ЭДС

$$\mathcal{E}_i = L \frac{\Delta I}{\Delta t}.$$

$$S = \frac{\pi D^2}{4}$$

Индуктивность соленоида

$$L = \mu_0 \frac{N^2 S}{l},$$

$$\mathcal{E}_i = \mu_0 \frac{N^2 \pi D^2}{4l} \frac{\Delta I}{\Delta t}$$

$$l = \mu_0 \frac{N^2 \pi D^2}{4 \mathcal{E}_i} \frac{\Delta I}{\Delta t}.$$

$$l = 4 \cdot 3,14 \cdot 10^{-7} \frac{300^2 \cdot 3,14 \cdot 2,5^2 \cdot 10^{-4} \cdot 30}{4 \cdot 15 \cdot 10^{-3}} = 11 \text{ cm.}$$

С6. Определите длину волны де Бройля протона, кинетическая энергия которого равна 500 эВ.

Длина волны де Бройля $\lambda = \frac{h}{p}$.

Кинетическая энергия протона

$$E_k = \frac{mv^2}{2} = \frac{m^2v^2}{2m} = \frac{p^2}{2m},$$

$$p = \sqrt{2mE_k} \qquad \lambda = \frac{h}{\sqrt{2mE_k}}.$$

$$\lambda = \frac{6,62 \cdot 10^{-34}}{\sqrt{2 \cdot 1,67 \cdot 10^{-27} \cdot 8 \cdot 10^{-17}}} = 1,28 \cdot 10^{-12} \text{ м} = 1,28 \text{ пм}.$$