

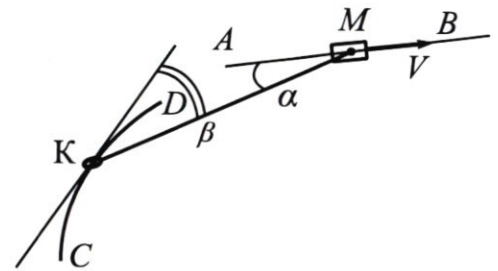
Олимпиада «Физтех» по физике, 11 класс

Вариант 11-03

Класс 11

Бланк задания обязательно должен быть вложен в работу. Работы без вложения бланка задания не принимаются.

1. Муфту M двигают со скоростью $V = 34$ см/с по горизонтальной направляющей AB (см. рис.). Кольцо K массой $m = 0,3$ кг может двигаться без трения по проволоке CD в виде дуги окружности радиусом $R = 0,53$ м. Кольцо и муфта связаны легкой нитью длиной $l = 5R/4$. Система находится в одной горизонтальной плоскости. В некоторый момент нить составляет угол α ($\cos \alpha = 15/17$) с направлением движения муфты и угол β ($\cos \beta = 3/5$) с направлением движения кольца.



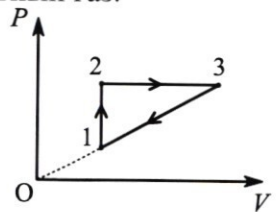
- 1) Найти скорость кольца в этот момент.
- 2) Найти скорость кольца относительно муфты в этот момент.
- 3) Найти силу натяжения нити в этот момент.

2. Тепловая машина работает по циклу, состоящему из изохоры, изобары и участка прямо пропорциональной зависимости давления P от объема V (см. рис.). Рабочее вещество – одноатомный идеальный газ.

1) Найти отношение молярных теплоемкостей на тех участках цикла, где происходило повышение температуры газа.

2) Найти в изобарном процессе отношение изменения внутренней энергии газа к работе газа.

3) Найти предельно возможное максимальное значение КПД такого цикла.



3. Обкладки конденсатора – круглые металлические сетки, радиус обкладок намного больше расстояния d между обкладками. Из точки, находящейся между обкладками на оси симметрии на расстоянии $0,3d$ от отрицательно заряженной обкладки стартует с нулевой начальной скоростью отрицательно заряженная частица и вылетает из конденсатора перпендикулярно обкладкам со

скоростью V_1 . Удельный заряд частицы $\frac{|q|}{m} = \gamma$.

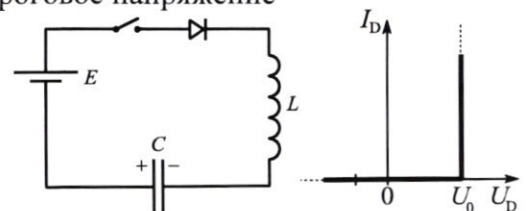
1) Через какое время T частица будет находиться на одинаковых расстояниях от обкладок?

2) Найдите величину Q заряда обкладок конденсатора.

3) С какой скоростью V_2 будет двигаться частица на бесконечно большом расстоянии от конденсатора?

При движении частицы электрическое поле, созданное зарядами конденсатора, считать неизменным, а электрическое поле внутри конденсатора вблизи оси симметрии считать однородным.

4. В цепи, схема которой показана на рисунке, ключ разомкнут, ЭДС идеального источника $E = 6$ В, конденсатор емкостью $C = 40$ мкФ заряжен до напряжения $U_1 = 2$ В, индуктивность идеальной катушки $L = 0,1$ Гн. Вольтамперная характеристика диода дана на рисунке, пороговое напряжение диода $U_0 = 1$ В. Ключ замыкают.



1) Найти скорость возрастания тока сразу после замыкания ключа.

2) Найти максимальный ток после замыкания ключа.

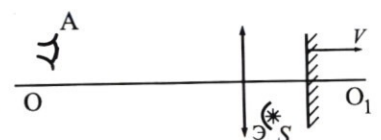
3) Найти установившееся напряжение U_2 на конденсаторе после замыкания ключа.

5. Оптическая система состоит из тонкой линзы с фокусным расстоянием F , плоского зеркала и небольшого экрана Э, расположенного так, что свет от источника S может попасть на линзу только после отражения от зеркала (см. рис.). Зеркало расположено перпендикулярно главной оптической оси OO_1 линзы. Источник S находится на расстоянии $3F/4$ от оси OO_1 и на расстоянии плоскости $F/4$ от линзы. Линза и источник неподвижны, а зеркало движется со скоростью V вдоль оси OO_1 . В некоторый момент зеркало оказалось на расстоянии $3F/4$ от линзы.

1) На каком расстоянии от плоскости линзы наблюдатель А сможет увидеть в этот момент изображение источника в системе?

2) Под каким углом α к оси OO_1 движется изображение в этот момент? (Найти значение любой тригонометрической функции угла.)

3) Найти скорость изображения в этот момент.



ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$$A_{31} = -S = -\frac{1}{2} \cdot (p_1 + p_2) (v_3 - v_1) = -\frac{1}{2} (p_1 v_3 + p_2 v_3 - p_1 v_1 - p_2 v_1)$$

$$A_{31} = \frac{3}{2} \nu R (T_2 - T_3) = \frac{3}{2} (p_1 v_1 - p_2 v_3) = -\frac{1}{2} (p_1 v_3 - p_2 v_1)$$

$$\begin{aligned} Q_{31} &= \frac{3}{2} p_1 v_1 - \frac{3}{2} p_2 v_3 - \frac{1}{2} (p_1 v_3 - p_1 v_1 + p_2 v_3 - p_2 v_1) = \\ &= \frac{3}{2} p_1 v_1 - \frac{3}{2} p_2 v_3 - \frac{1}{2} p_1 v_3 + \frac{1}{2} p_1 v_1 - \frac{1}{2} p_2 v_3 + \frac{1}{2} p_2 v_1 = \\ &= 2 p_1 v_1 - 2 p_2 v_3 + \frac{1}{2} (p_2 v_1 - p_1 v_3) = \\ &= 2 (p_1 v_1 - p_2 v_3) + \frac{1}{2} (p_2 v_1 - p_1 v_3) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \eta &= \frac{Q_+}{A_-} = \frac{Q_{12} + Q_{23}}{\frac{1}{2} (p_2 - p_1) (v_3 - v_1)} = \frac{\frac{3}{2} (p_2 v_1 - p_1 v_3) + \frac{5}{2} (p_2 v_3 - p_2 v_1)}{\frac{1}{2} (p_2 - p_1) (v_3 - v_1)} = \\ &= \frac{\frac{3}{2} (p_2 - p_1) v_1 + \frac{5}{2} p_2 (v_3 - v_1)}{\frac{1}{2} (p_2 - p_1) (v_3 - v_1)} = \frac{3 v_1}{v_3 - v_1} + \frac{5 p_2}{p_2 - p_1} \end{aligned}$$

$$\frac{p_1}{v_1} = \frac{p_2}{v_3}$$

$$p_1 v_3 = p_2 v_1$$

$$\frac{p_1 v_3}{p_3 v_3 - p_3 v_1} = \frac{p_1 p_3 v_1}{p_3^2 v_1 - p_1 p_3 v_1} = \frac{p_1}{p_3 - p_1}$$

$$\frac{p_2}{p_1} = \frac{T_2}{T_1}$$

$$\frac{3 p_1}{p_2 - p_1} + \frac{5 p_2}{p_2 - p_1} = \frac{3 p_1 + 5 p_2}{p_2 - p_1}$$

$$\frac{3 + 5 \frac{p_2}{p_1}}{\frac{p_2}{p_1} - 1} = \frac{3 + 5x}{x - 1}$$

$$Q_- = A_- = \frac{1}{2} (p_2 - p_1) (v_3 - v_1) = \eta' = \left(\frac{5x + 3}{x - 1} \right)' = \frac{5(x-1) - (5x+3) \cdot 1}{(x-1)^2} =$$

$$= \frac{1}{2} (p_2 v_3 - p_2 v_1 - p_1 v_3 + p_1 v_1) = \frac{5x - 5 - 5x - 3}{(x-1)^2} = \frac{-8}{(x-1)^2}$$

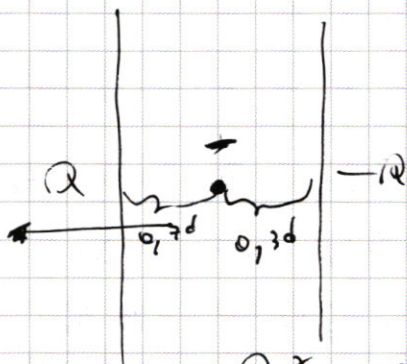
$$= \frac{1}{2} (2 p_1 v_1 - p_2 v_1 - p_1 v_3) = p_1 v_1 - p_2 v_1 = (p_1 - p_2) v_1$$

$$Q_+ = \frac{3}{2} \nu R (T_3 - T_2) + \frac{3}{2} \nu R (T_2 - T_1)$$

$$\frac{p_2}{p_1 v_3} = \frac{p_1}{v_1} \rightarrow p_2 v_1 = p_1 v_3$$

$$\begin{aligned} A_- &= \frac{1}{2} (p_1 v_1 + p_2 v_3 - 2 p_2 v_1) = \\ &= \frac{1}{2} (\nu R (T_1 + T_3 - 2 T_2)) \end{aligned}$$

$$\frac{\frac{5}{2}(T_3 - T_2) + \frac{3}{2}(T_2 - T_1)}{\frac{1}{2}T_1 + \frac{1}{2}T_3 - T_2} = \frac{\frac{5}{2}T_3 - \frac{5}{2}T_2 + \frac{3}{2}T_2 - \frac{3}{2}T_1}{\frac{1}{2}T_1 + \frac{1}{2}T_3 - T_2} = \frac{\frac{5}{2}T_3 - T_2 - \frac{3}{2}T_1}{\frac{1}{2}T_3 - T_2 + \frac{1}{2}T_1}$$



$$0,2d = \frac{Q\sigma}{2\epsilon_0\sigma} T^2$$

$$\sqrt{\frac{0,4d\epsilon_0\sigma}{Q\sigma}} = T$$

$$\sqrt{\frac{0,4d\epsilon_0\sigma}{V_1^2\epsilon_0\sigma}} = T$$

$$T = \frac{d}{V_1} \cdot \frac{1}{10} \cdot 2\sqrt{4}$$

$$F = \frac{Q}{S\epsilon_0}$$

$$F = \frac{Qq}{S\epsilon_0}$$

$$F = ma$$

$$a = \frac{Q\sigma}{\epsilon_0\sigma}$$

$$0,7d = \frac{V_1^2 \cdot \epsilon_0\sigma}{2Q\sigma}$$

$$1,4d \cdot Q \cdot \sigma = V_1^2 \epsilon_0 \sigma$$

$$Q = \frac{V_1^2 \epsilon_0 \sigma}{1,4d \sigma}$$

$$V_2 = aT$$

$$V_2 = \frac{\sqrt{4}}{10} \frac{d}{V_1} \frac{Q\sigma}{\epsilon_0\sigma} \frac{V_1^2}{1,4d} =$$

$$= \frac{\sqrt{4}}{7} V_1$$

$$\sqrt{\frac{2}{5}} V_1$$

$$3 < \sqrt{4} < 4$$

$$\varphi = 0,2Ed$$

$$W = q\varphi = \frac{0,2Qd\varphi}{\epsilon_0\sigma} =$$

$$\varphi = \frac{kQ}{R} - \frac{kQ}{r+d} = \frac{kQr + kQd - kRr}{(r+d)r} = \frac{kQd}{(r+d)r}$$

$$\Gamma = \frac{F}{d+2\sqrt{2}} - F \cdot \frac{3F}{4} = 8-2$$

$$\begin{array}{r} \times 3,5 \\ 3,5 \\ + 175 \\ \hline 105 \\ \hline 1225 \end{array}$$

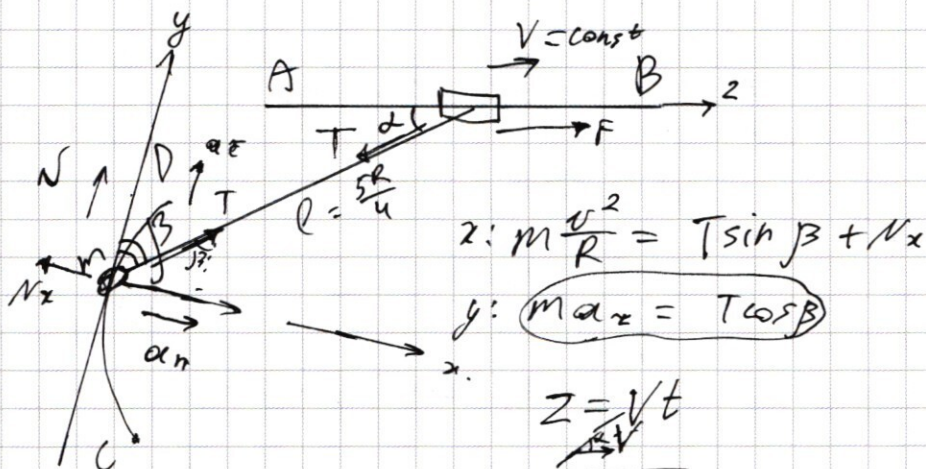
$$\begin{array}{r} \times 3,7 \\ 3,7 \\ + 259 \\ \hline 111 \\ \hline 1369 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} \times 3,8 \\ 3,8 \\ + 304 \\ \hline 714 \\ \hline 1444 \end{array}$$

$$\frac{3,75}{5} = \frac{7,5}{10} = 0,75$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

3. ВАКУУМ



$$x: m \frac{v^2}{R} = T \sin \beta + N_x$$

$$y: m a_z = T \cos \beta$$

$$z = Vt$$

$$\begin{array}{r} \times 56 \\ 56 \\ + 336 \\ \hline 280 \\ 3136 \end{array}$$

$$\begin{aligned} \cos\left(\frac{\pi}{4} + \frac{\pi}{2}\right) &= \\ &= \cos \frac{\pi}{4} \cos \frac{\pi}{2} - \sin \frac{\pi}{4} \sin \frac{\pi}{2} = \\ &= \frac{\sqrt{2}}{2} \cdot 0 - \frac{\sqrt{2}}{2} \cdot 1 = \\ &= -\frac{\sqrt{2}}{2} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} V \cos \alpha &= V \cos \beta \\ v &= V \frac{\cos \alpha}{\cos \beta} = V \frac{15 \cdot 5}{17 \cdot 3} = \\ &= \frac{25}{17} V = \frac{25}{17} \cdot 34 \frac{\text{cm}}{\text{s}} = \\ &= 50 \frac{\text{cm}}{\text{s}} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \cos(\alpha + \beta) &= \cos \alpha \cos \beta - \sin \alpha \sin \beta = \\ &= \frac{3}{17} \cdot \frac{3}{5} - \frac{8}{17} \cdot \frac{4}{5} = \frac{9}{17} - \frac{32}{17 \cdot 5} = \\ &= \frac{45 - 32}{17 \cdot 5} = \frac{13}{17 \cdot 5} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} v_{\text{отн}}^2 &= v^2 + V^2 - 2vV \cos(\alpha + \beta) \\ \sin \alpha &= \sqrt{1 - \frac{15^2}{17^2}} = \frac{8}{17} \\ \sin \beta &= \frac{4}{5} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} v_{\text{отн}}^2 &= 2500 + 1156 - 3400 \cdot \frac{13}{17 \cdot 5} = \\ &= 3656 - 520 = 3136 \end{aligned}$$

$$\frac{dv}{dt} = \frac{dV}{dt}$$

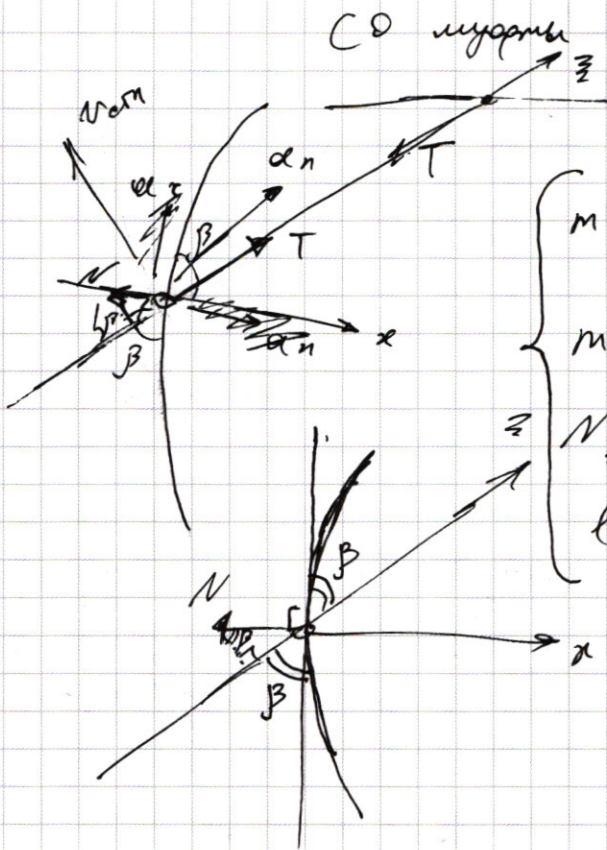
$$\frac{dv}{dt} = \frac{dV}{dt} \cos \alpha \quad v_{\text{отн}} = 56 \frac{\text{cm}}{\text{s}} \quad T = \frac{m a_z}{\cos \beta}$$

$$\frac{dv}{dt} = V \cdot \frac{d(\cos \alpha)}{dt}$$

$$\begin{aligned} v_{\text{отн}} &= v - V \cos(\alpha + \beta) = \\ &= 50 - 34 \cdot \frac{13}{17 \cdot 5} = \\ &= 44.8 \end{aligned}$$

$$\frac{dv_{\text{отн}}}{dt} = a_z = \frac{T \cos \beta}{m}$$

$$m \frac{v_{\text{отн}}^2}{R} = T \sin \beta + N_x$$



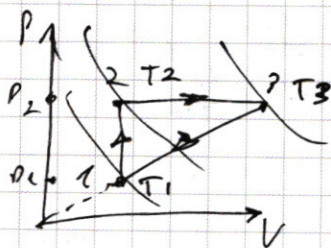
$$\begin{cases} m \frac{v_{\text{отн}}^2}{\rho} = T + N_{\Sigma} \\ m \frac{v^2}{R} = T \sin \beta + N_x \\ N_{\Sigma} = \frac{N_x}{\sin \beta} \\ \rho = \frac{5}{4} R \end{cases}$$

$$\begin{cases} m \frac{v_{\text{отн}}^2 \cdot 4}{5R} = T + N_x \sin \beta \\ m \frac{v^2}{R} = T \sin \beta = N_x \end{cases}$$

$$\frac{m v_{\text{отн}}^2}{R} \cdot \frac{4}{5} = T + \frac{m v^2}{R} \sin \beta - T \sin \beta$$

$$\frac{m v_{\text{отн}}^2}{R} \cdot \frac{4}{5} = \frac{m v^2}{R} \sin \beta + T \cos^2 \beta$$

$$T = \frac{0,53 \cdot 4}{3 \cdot 0,53} \cdot (56^2 - 50^2) \cdot 25 = \frac{2 \cdot 106}{3 \cdot 0,53} = \frac{400 \cdot 106}{5,3} = 8000 \text{ Н} = 0,8 \text{ кН}$$



$$Q = c \Delta T$$

$$c = \frac{Q}{\Delta T}$$

$$c_{12}, c_{23}$$

$$c_{12} = \frac{Q_{12}}{\Delta T_{12}}$$

$$Q_{12} = \left(\frac{3}{2} \right) R (T_2 - T_1)$$

$$Q_{\Sigma} = Q_{12} + Q_{23} + Q_{31}$$

$$Q_{+} = Q_{12} + Q_{23}$$

$$Q_{31} = \frac{3}{2} R (T_1 - T_3) = - \frac{p_1 v_1 - p_3 v_3}{2} (v_3 - v_1)$$

$$A_{31} = - \frac{1}{2} (p_1 v_3 - p_1 v_1 + p_2 v_3 - p_2 v_1) = - \frac{1}{2} (p_1 v_3 - R (T_1 + T_3))$$



ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО
ОБРАЗОВАНИЯ

«МОСКОВСКИЙ ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ
(НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ)»

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

☐ черновик ☐ чистовик
(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №__
(Нумеровать только чистовики)

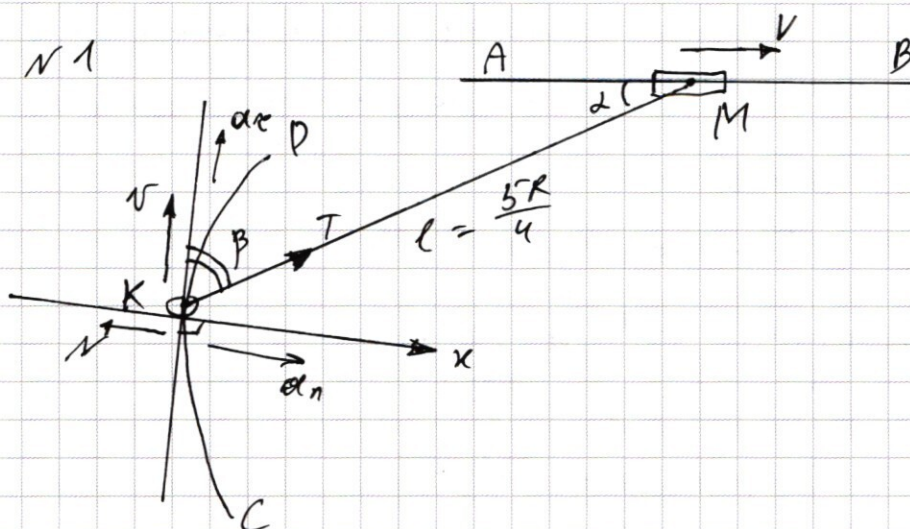
№ 3 (продолжение)

... сразу найдем энергию облучения и на основе.

Выходит, что $V_2 = \alpha T = \frac{V_1^2}{1,44} \cdot \frac{\pi \epsilon_0^2}{5} \frac{d}{V_1} = \frac{\pi \epsilon_0^2}{7} V_1 = \sqrt{\frac{2}{7}} V_1$

Ответ: 1) $T = \frac{\pi \epsilon_0^2 d}{5 V_1}$; 2) $Q = \frac{V_1^2 \epsilon_0^2}{1,44 \delta}$; 3) $V_2 = \sqrt{\frac{2}{7}} V_1$.

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА



Дано:

$$V = 34 \frac{\text{см}}{\text{с}}$$

$$m = 0,3 \text{ кг}$$

$$R = 0,53 \text{ м}$$

$$l = \frac{5R}{4}$$

$$\cos \alpha = \frac{15}{17}$$

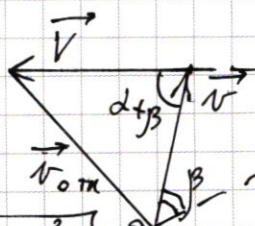
$$\cos \beta = \frac{3}{5}$$

Найти: 1) v
2) $v_{\text{отн}}$
3) T .

1) Нить не рвется $\Rightarrow$ проекции скоростей муфты и кольца на нить равны. ($V \cos \alpha = v \cos \beta$),
откуда находим $v = V \frac{\cos \alpha}{\cos \beta}$; $v = 34 \frac{\text{см}}{\text{с}} \cdot \frac{15}{17} \cdot \frac{5}{3} = 50 \frac{\text{см}}{\text{с}}$

2) По закону сложения скоростей $\vec{v}_{\text{отн}} = \vec{v} - \vec{V}$

По теореме косинусов из Δ скорост.



$$v_{\text{отн}}^2 = V^2 + v^2 - 2Vv \cos(\alpha + \beta)$$

$$\cos(\alpha + \beta) = \cos \alpha \cos \beta - \sin \alpha \sin \beta$$

$$\cos(\alpha + \beta) = \frac{15}{17} \cdot \frac{3}{5} - \frac{8}{17} \cdot \frac{4}{5} = \frac{13}{17 \cdot 5}$$

$$\sin \alpha = \sqrt{1 - \cos^2 \alpha} = \frac{8}{17}$$

$$\sin \beta = \sqrt{1 - \cos^2 \beta} = \frac{4}{5}$$

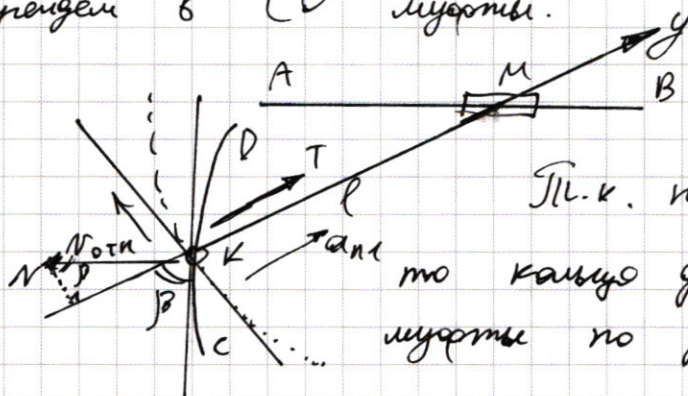
$$v_{\text{отн}} = \sqrt{34^2 + 50^2 - 2 \cdot 34 \cdot 50 \cdot \frac{13}{17 \cdot 5}} \quad \left(\frac{\text{см}}{\text{с}} \right)$$

$$v_{\text{отн}} = \sqrt{1156 + 2500 - 520} \quad \left(\frac{\text{см}}{\text{с}} \right)$$

$$v_{\text{отн}} = \sqrt{3136} = 56 \frac{\text{см}}{\text{с}}$$

3) трения нет в траконе CD $\Rightarrow$ силы реакции, действующие на кольцо, направлены перпендикулярно касательной для кольца: $23 \text{ кг} : x : T \sin \beta - N = m \frac{v^2}{R}$ (1)

Перенесём в CO муфты.



Пл.к. нить нерастяжима,

то кольцо движется относительно

муфты по дуге окружности радиуса l .

Проведём ось y вдоль нити,

для кольца: 23н: y : $T - N \sin \beta = m \frac{v_{отн}^2}{l}$ (2)

Затем систему уравнений (1) и (2):

$$\begin{cases} T \sin \beta - N = \frac{mv^2}{R} \\ T - N \sin \beta = \frac{mv_{отн}^2}{l} \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} N = T \sin \beta - \frac{mv^2}{R} \\ T - N \sin \beta = \frac{mv_{отн}^2}{l} \end{cases}$$

$$T - \left(T \sin \beta - \frac{mv^2}{R} \right) \sin \beta = \frac{mv_{отн}^2}{l}$$

$$T - T \sin^2 \beta + \frac{mv^2}{R} \sin \beta = \frac{mv_{отн}^2}{l}$$

$$T \cos^2 \beta = m \left(\frac{v_{отн}^2}{l} - \frac{v^2 \sin \beta}{R} \right)$$

$$T = \frac{m}{\cos^2 \beta} \left(\frac{v_{отн}^2}{l} - \frac{v^2 \sin \beta}{R} \right)$$

Проставим $\sin \beta = \frac{4}{5}$, $\cos \beta = \frac{3}{5}$ и $l = \frac{5R}{4}$

$$T = \frac{m \cdot 25}{9} \left(\frac{v_{отн}^2 \cdot 4}{5R} - \frac{v^2 \cdot 4}{5R} \right)$$

$$T = \frac{25m \cdot 4}{9 \cdot 5R} (v_{отн}^2 - v^2)$$

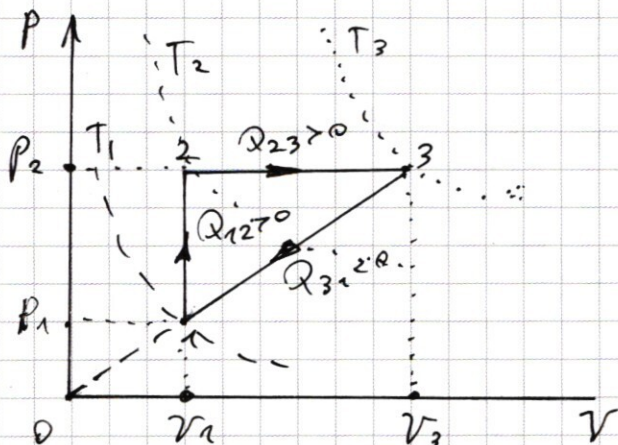
$$T = \frac{20m}{9R} (v_{отн}^2 - v^2); \quad v = 50 \frac{\text{см}}{\text{с}} = 0,5 \frac{\text{м}}{\text{с}}; \quad v_{отн} = 56 \frac{\text{см}}{\text{с}} = 0,56 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

$$T = \frac{20}{9} \cdot \frac{0,53^{0,1}}{0,53} \cdot (0,56^2 - 0,5^2) = \frac{200}{3 \cdot 53} \cdot 0,02 \cdot \frac{10^6}{10^6} = 0,08 \text{ Н}$$

Ответ: 1) $v = 50 \frac{\text{см}}{\text{с}}$; 2) $v_{отн} = 56 \frac{\text{см}}{\text{с}}$; 3) $T = \frac{20m}{9R} (v_{отн}^2 - v^2) = 0,08 \text{ Н}$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

№ 2



1) как видно из графика, температура повышается на участках 1-2 и 2-3.

процесс 1-2: $Q_{12} = \Delta U_{12} + A_{12} = \frac{3}{2} \nu R (T_2 - T_1)$

$$C_{12} = \frac{Q_{12}}{\nu (T_2 - T_1)} = \frac{3}{2} R$$

процесс 2-3: $Q_{23} = \Delta U_{23} + A_{23} = \frac{3}{2} \nu R (T_3 - T_2) + P_2 (V_3 - V_1)$

уравнение Менделеева-Клапейрона: $P_2 V_3 = \nu R T_3$; $P_2 V_1 = \nu R T_2$

$$Q_{23} = \frac{3}{2} \nu R (T_3 - T_2) + \nu R (T_3 - T_2) = \frac{5}{2} \nu R (T_3 - T_2)$$

$$C_{23} = \frac{Q_{23}}{\nu (T_3 - T_2)} = \frac{5}{2} R$$

$$\kappa = \frac{C_{23}}{C_{12}} = \frac{5R \cdot 2}{2 \cdot 3R} = \frac{5}{3}$$

2) процесс 2-3 изоботный.

$$\Delta U_{23} = \frac{3}{2} \nu R (T_3 - T_2), \quad A_{23} = \nu R (T_3 - T_2) \quad (\text{см. предположение из задачи})$$

$$\beta = \frac{\Delta U_{23}}{A_{23}} = \frac{\frac{3}{2} \nu R (T_3 - T_2)}{\nu R (T_3 - T_2)} = \frac{3}{2}$$

3) $\eta = \frac{A_{\Sigma}}{Q_{+}} = \frac{\frac{1}{2} (P_2 - P_1) (V_3 - V_1)}{Q_{12} + Q_{23}} = \frac{\frac{1}{2} (P_2 - P_1) (V_3 - V_1)}{\frac{3}{2} \nu R (T_2 - T_1) + \frac{5}{2} \nu R (T_3 - T_2)} =$

$$= \frac{\frac{1}{2}(P_2 - P_1)(V_3 - V_1)}{\frac{3}{2}P_2V_1 - \frac{3}{2}P_1V_1 + \frac{5}{2}P_2V_3 - \frac{5}{2}P_1V_3} = \frac{\frac{1}{2}(P_2 - P_1)(V_3 - V_1)}{\frac{3}{2}V_1(P_2 - P_1) + \frac{5}{2}P_2(V_3 - V_1)} =$$

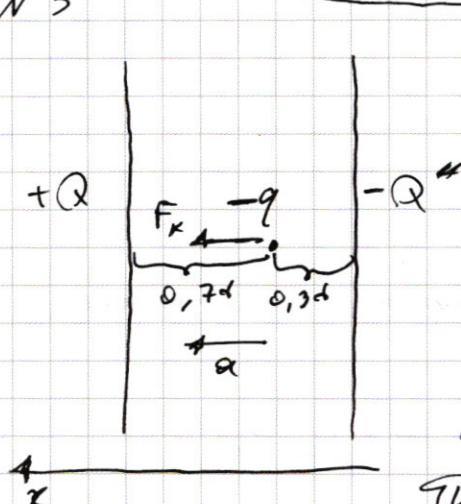
$$= \frac{(P_2 - P_1)(V_3 - V_1)}{3V_1(P_2 - P_1) + 5P_2(V_3 - V_1)} \quad \text{В процессе 3-1 } \frac{P}{V} = \text{const} \Rightarrow \frac{P_2}{P_1} = \frac{V_3}{V_1}$$

$$\eta = \frac{(P_2 - P_1)(V_3 - V_1)}{3P_1(V_3 - V_1) + 5P_2(V_3 - V_1)} = \frac{P_2 - P_1}{3P_1 + 5P_2} = \frac{\frac{P_2}{P_1} - 1}{3 + \frac{5P_2}{P_1}}$$

$$f(x) = \frac{x-1}{3+5x}, \quad f'(x) = \frac{8}{(5x+3)^2} \quad (\text{max. max min})$$

$$\text{при } \frac{P_2}{P_1} \rightarrow \infty \quad \eta \rightarrow 0,2$$

$$N3 \quad \text{Ответ: 1) } \alpha = \frac{C_{23}}{C_{12}} = \frac{5}{3}; \quad 2) \beta = \frac{A_{23}}{A_{22}} = \frac{3}{2}; \quad 3) \eta = \frac{\frac{P_2}{P_1} - 1}{3 + \frac{5P_2}{P_1}}; \quad \eta_{\text{max}} = 0,2.$$



$$o) \quad \vec{S} = \frac{v_k^2 - v_0^2}{2a}$$

$$x: \quad 0,7d = \frac{v_1^2 - 0^2}{2a}$$

$$\alpha = \frac{v_1^2}{1,4d}$$

$$23u: x: \quad \max = F_k, \quad \text{где } F_k = Eq, \quad \text{где } E = \frac{Q}{\epsilon_0 S}$$

$$\max = \frac{Q}{\epsilon_0 S} \cdot q \Rightarrow \alpha = \frac{Q}{\epsilon_0 S} \cdot \frac{q}{m_j} = \frac{Qq}{\epsilon_0 S}$$

Группировка выполнения для α :

$$\frac{v_1^2}{1,4d} = \frac{Qq}{\epsilon_0 S}$$

$$Q = \frac{v_1^2 \epsilon_0 S}{1,4d q}$$

$$1) \quad \vec{S} = \vec{v_0} t + \frac{\alpha t^2}{2}$$

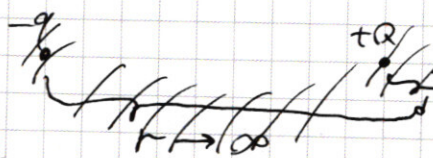
$$x: \quad 0,2d = \frac{a}{2} T^2; \quad T = \sqrt{\frac{0,4d}{a}}$$

$$T = \sqrt{\frac{0,4d \cdot 1,4d}{v_1^2}} = \frac{d}{v_1} \sqrt{0,56}$$

$$= \frac{d}{v_1} \cdot \frac{1}{10} \cdot 2\sqrt{14} = \frac{d}{5v_1} \sqrt{14} \approx \frac{3}{4} \frac{d}{v_1}$$

2) На бесконечно большой пластине конденсатора можно рассматривать как точечные заряды.

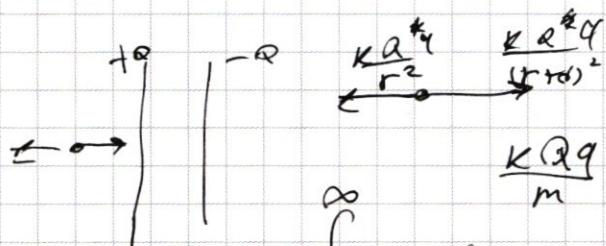
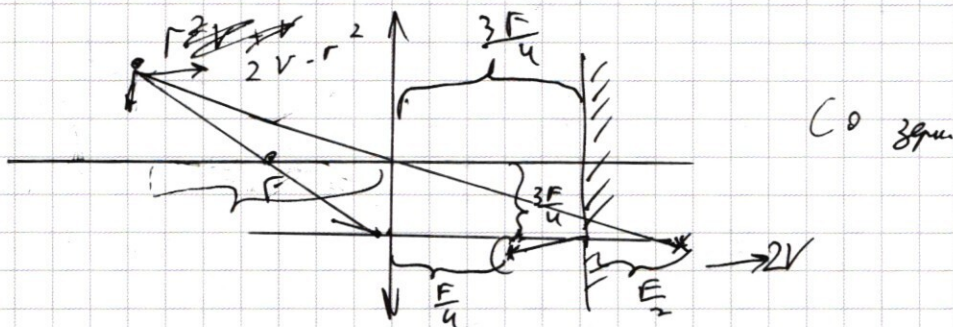
Такая механическая энергия частицы складывается из кинетической и энергии электростатического взаимодействия.



В точках на бесконечности и между обкладками на одностороннем расстоянии от них потенциал равен нулю $\Rightarrow$ потенциальная энергия равна нулю $\Rightarrow$ энергия электростатического взаимодействия также равна нулю.

Но тогда по 3-й равны и кинетическая энергия, а значит и скорости частицы. (продолжение на стр. 6)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА



$$\frac{kQq}{m} \left(\frac{1}{r^2} - \frac{1}{(r+d)^2} \right)$$

$$\int_0^{\infty} \frac{kQq}{m} \left(\frac{1}{r^2} - \frac{1}{(r+d)^2} \right) = -\frac{1}{r} + \frac{1}{r+d} \Big|_0^{\infty} =$$

$$= \left(-\frac{1}{\infty} + \frac{1}{\infty} \right) - \left(-\frac{1}{0} + \frac{1}{d} \right) =$$

$$= +\frac{1}{0} - \frac{1}{d}$$

$$\eta = \frac{Q+}{A_{\Sigma}} = \frac{\frac{3}{2}P_2V_1 - \frac{3}{2}P_1V_1 + \frac{5}{2}P_2V_3 - \frac{5}{2}P_2V_1}{\frac{1}{2}(P_2 - P_1)(V_3 - V_1)} =$$

$$= \frac{\frac{3}{2}V_1}{\frac{1}{2}(V_3 - V_1)} + \frac{\frac{5}{2}P_2}{\frac{1}{2}P_2 - P_1} = \frac{3V_1}{V_3 - V_1} + \frac{5P_2}{P_2 - P_1} = \frac{3}{\frac{P_2}{P_1} - 1} + \frac{5\frac{P_2}{P_1}}{\frac{P_2}{P_1} - 1} =$$

$$= \frac{5\frac{P_2}{P_1} + 3}{\frac{P_2}{P_1} - 1}$$

$$\eta = \frac{\frac{P_2}{P_1} - 1}{5\frac{P_2}{P_1} + 3}$$

$$\eta = \frac{x-1}{5x+3}$$

$$\eta' = \frac{(5x+3) - (x-1)5}{(5x+3)^2} =$$

$$= \frac{5x+3-5x+5}{(5x+3)^2} = \frac{8}{(5x+3)^2}$$

