

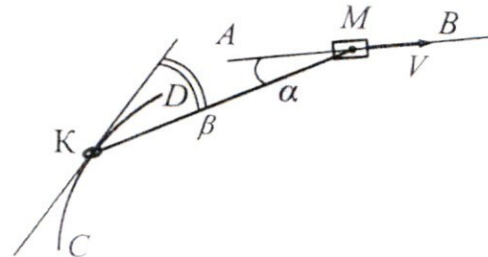
Олимпиада «Физтех» по физике, ф

Вариант 11-03

Класс 11

Бланк задания обязательно должен быть вложен в работу. Работы без вложенного задания не проверяются.

1. Муфту М двигают со скоростью $V = 34$ см/с по горизонтальной направляющей АВ (см. рис.). Кольцо К 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.



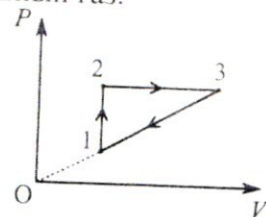
- 1) Найти скорость кольца в этот момент.
- 2) Найти скорость кольца относительно муфты в этот момент.
- 3) Найти силу натяжения нити в этот момент.

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.



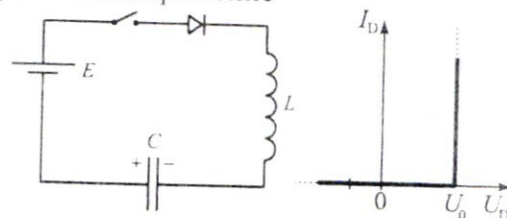
3. Обкладки конденсатора – круглые металлические сетки, радиус обкладок намного больше расстояния d между обкладками. Из точки, находящейся между обкладками на оси симметрии на расстоянии $0,3d$ от отрицательно заряженной обкладки стартует с нулевой начальной скоростью отрицательно заряженная частица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

Дано: Решение:

$$V = 34 \frac{\text{см}}{\text{с}}$$

$$m = 0,3 \text{ кг}$$

$$R = 0,53 \text{ м}$$

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

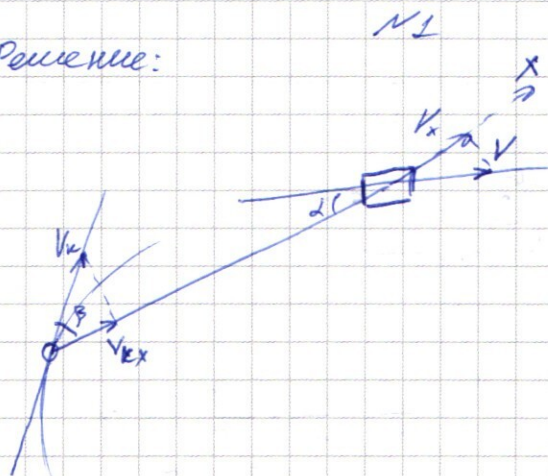
$$\cos \alpha = \frac{15}{17}$$

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

$$V_k = ?$$

$$V_0 = ?$$

$$T = ?$$

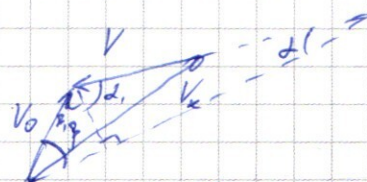


1) По Ох:

$$V \cdot \cos \alpha = V_k \cdot \cos \beta$$

$$V_k = \frac{V \cos \alpha}{\cos \beta} = \frac{15}{\frac{3}{5}} \cdot \frac{5}{17} = 50 \frac{\text{см}}{\text{с}}$$

2) НСО-мудрота:



$$\alpha_1 = 90 - \alpha; \beta_1 = 90 - \beta; \gamma = \alpha_1 - \beta_1;$$

$$\gamma = 180 - (\alpha + \beta)$$

$$\cos \gamma = -\cos(\alpha + \beta) = -\frac{13}{85}$$

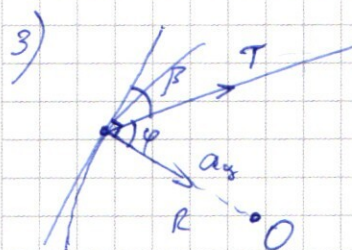
$$V_k^2 = V^2 + V_0^2 + 2V \cdot V_0 \cdot \frac{13}{85}$$

$$85V_0^2 + 26V \cdot V_0 - V^2 - V_k^2 = 0$$

$$85V_0^2 + 884V_0 - 3656 = 0$$

$$D = 2024496$$

$$V_0 = \frac{-884 + 1483}{170} \approx 3,17 \frac{\text{см}}{\text{с}}$$



$$\varphi = 90 - \beta;$$

$$a_y = \frac{T \cdot \cos \varphi}{m} = \frac{T \cdot \sin \beta}{m};$$

$$a_y = \frac{V_k^2}{R};$$

$$\sin \beta = \sqrt{1 - \frac{9}{25}} = \frac{4}{5}$$

$$\frac{4T}{5m} = \frac{V_k^2}{R}$$

$$T = \frac{5mV_k^2}{4R} = \frac{5 \cdot 0,3 \cdot 0,25}{4 \cdot 0,53} = 0,172 \text{ Н}$$

Ответ: $V_k = 50 \frac{\text{см}}{\text{с}}$; $V_0 = 3,17 \frac{\text{см}}{\text{с}}$; $T = 0,172 \text{ Н}$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

3) $V_2 = V_1$, т.к. после вылета из конденсатора на частицу не будет действовать никакая сила.

№ 4

Дано:

$$\mathcal{E} = 6 \text{ В}$$

$$C = 40 \text{ нФ}$$

$$U_1 = 2 \text{ В}$$

$$L = 0,1 \text{ Гн}$$

$$U_0 = 1 \text{ В}$$

$$\frac{dI}{dt} = ?$$

$$I_m = ?$$

$$U_2 = ?$$

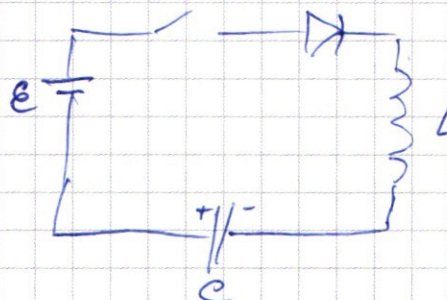
Решение:

$$1) \mathcal{E} = U_0 + U_L - U_2$$

$$U_L = \mathcal{E} - U_0 + U_2 = 7 \text{ В}$$

$$U_L = L \cdot \frac{dI}{dt}$$

$$\frac{dI}{dt} = \frac{U_L}{L} = \frac{7}{0,1} = 70 \frac{\text{А}}{\text{с}}$$



$$2) A_{\text{ист}} = W_2 - W_1$$

$$W_2 = \frac{LI_m^2}{2}$$

$$A_{\text{ист}} = \mathcal{E} \cdot q_{\text{ист}} = \mathcal{E} \cdot C \cdot U_1$$

$$W_1 = \frac{CU_1^2}{2}$$

$$\mathcal{E}CU_1 = \frac{LI_m^2}{2} - \frac{CU_1^2}{2}$$

$$2\mathcal{E}CU_1 + CU_1^2 = LI_m^2$$

$$I_m^2 = \frac{CU_1(2\mathcal{E} + U_1)}{L} = \frac{40 \cdot 10^{-6} (2 \cdot 6 + 2)}{0,1} = 4 \cdot 10^{-4} \cdot 14 = 56 \cdot 10^{-4}$$

$$I_m = \sqrt{56 \cdot 10^{-4}} = 2 \cdot 10^{-2} \sqrt{14} = 0,02 \sqrt{14} \text{ А}$$

$$3) \frac{LI_m^2}{2} = \frac{CU_2^2}{2}$$

$$U_2^2 = \frac{LI_m^2}{C} = \frac{0,1 \cdot 56 \cdot 10^{-4}}{40 \cdot 10^{-6}} = \frac{56}{4} \cdot \frac{10^{-1} \cdot 10^{-4}}{10^{-5}} = 14$$

$$U_2 = \sqrt{14} \text{ В}$$

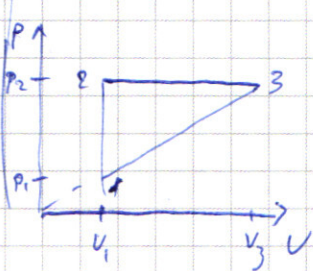
Ответ: $\frac{dI}{dt} = 70 \frac{\text{А}}{\text{с}}$; $I_m = 0,02 \sqrt{14} \text{ А}$; $U_2 = \sqrt{14} \text{ В}$

Дано: Решение:

$$\frac{C_{12}}{C_{23}} = ?$$

$$\frac{\Delta U_{23}}{A_{23}} = ?$$

$$\eta = ?$$



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

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

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

$$Q_{23} = A_{23} + \Delta U_{23} = p_2(V_3 - V_1) + \frac{3}{2} \nu R(T_3 - T_2) = \frac{5}{2} \nu R(T_3 - T_2)$$

$$p_1 V_1 = \nu R T_1$$

$$p_2 V_1 = \nu R T_2$$

$$p_2 V_3 = \nu R T_3$$

$$\frac{p_1}{p_2} = \frac{V_1}{V_3}$$

$$Q_{31} = \frac{(p_1 + p_2)}{2} (V_3 - V_1) + \frac{3}{2} \nu R(T_3 - T_1) =$$

$$= \frac{p_1 V_3 + p_2 V_3 - p_1 V_1 - p_2 V_1}{2} + \frac{3}{2} \nu R(T_3 - T_1) =$$

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

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

$$4T_3 - 4T_1 = 3T_2 - 3T_1 + 5T_3 - 5T_2$$

$$T_2 = \frac{T_3 + T_1}{2}$$

$$C_{12} = \frac{3}{2} R \left(\frac{T_3 + T_1}{2} - T_1 \right) = \frac{3}{4} R(T_3 - T_1)$$

$$C_{23} = \frac{5}{2} R \left(T_3 - \frac{T_3 + T_1}{2} \right) = \frac{5}{4} R(T_3 - T_1)$$

$$\frac{C_{12}}{C_{23}} = \frac{\frac{3}{4} R(T_3 - T_1)}{\frac{5}{4} R(T_3 - T_1)} = \frac{3}{5}$$

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

$$3) \eta = \frac{A_{12}}{Q_{12}} = \frac{Q_{12} - Q_{31}}{Q_{12}} = \frac{\frac{\nu R}{2} (3T_2 - 3T_1 + 5T_3 - 5T_2) - 2\nu R(T_3 - T_1)}{\frac{\nu R}{2} (3T_2 - 3T_1 + 5T_3 - 5T_2)} = \frac{\frac{\nu R}{2} (3T_2 - 3T_1 + 5T_3 - 5T_2 - 4T_3 + 4T_1)}{\frac{\nu R}{2} (5T_2 - 2T_2 - 3T_1)} =$$

$$= \frac{T_3 - 2T_2 + T_1}{5T_2 - 2T_2 - 3T_1} = 0$$

$$\text{Ответ: } \frac{C_{12}}{C_{23}} = \frac{3}{5}; \quad \frac{\Delta U_{23}}{A_{23}} = \frac{3}{2}; \quad \eta = 0$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

2)

По Ox :
 $V \cdot \cos \alpha = V_x$
 По Oy :
 $V \cdot \sin \alpha = V_y$

ИСО-луча:
 $V_0 = \sqrt{V_x^2 + V_y^2}$
 $\alpha_1 = 90^\circ - \alpha$; $\beta_1 = 90^\circ - \beta$
 $\gamma = \alpha_1 + \beta_1 = 180^\circ - (\alpha + \beta)$
 $\cos(180^\circ - (\alpha + \beta)) = -\cos(\alpha + \beta)$

3)

$A_{\text{ог}} = \frac{T \cdot \cos(90^\circ - \beta)}{m} = \frac{V_k^2}{R}$
 $\frac{T \cdot \sin \beta}{m} = \frac{V_k^2}{R}$
 $T = \frac{m V_k^2}{R \sin \beta} = \frac{0,3 \cdot 0,5^2 \cdot 5}{0,53 \cdot 4} = \frac{3 \cdot 10^{-1} \cdot 25 \cdot 10^8 \cdot 5}{53 \cdot 10^8 \cdot 4} = \frac{375 \cdot 10^7}{212} = 1,7688$
 $T = 1,77 \cdot 10^{-1} \text{ В} = 0,177 \text{ В}$
 $V_k^2 = V_x^2 + V_y^2 + 2V_x V_y \cos(\alpha + \beta)$
 $\cos(\alpha + \beta) = \cos \alpha \cos \beta - \sin \alpha \sin \beta = \frac{3}{5} \cdot \frac{15}{17} - \frac{8}{17} \cdot \frac{4}{5} = \frac{45 - 32}{85} = \frac{13}{85}$
 $V_0^2 + 2V \cdot \frac{13}{85} V_0 - V^2 - V_k^2 = 0$

Handwritten calculations:

$$\begin{array}{r} \times 175 \\ 5 \\ \hline 375 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} \times 53 \\ 4 \\ \hline 212 \end{array}$$

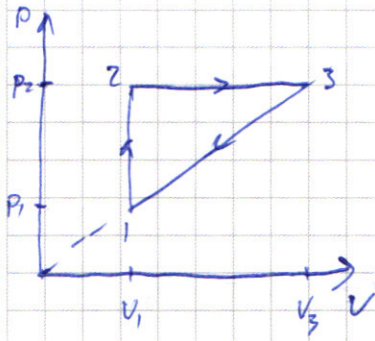
$$\begin{array}{r} 375 \overline{) 212} \\ 212 \quad 1,7688 \\ \hline 1030 \\ 1030 \\ \hline 1000 \\ 1000 \\ \hline 1000 \\ 1000 \\ \hline 1000 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} \times 375 \\ 5 \\ \hline 1875 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} \times 175 \\ 5 \\ \hline 375 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} \times 53 \\ 4 \\ \hline 212 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 375 \overline{) 212} \\ 212 \quad 1,7688 \\ \hline 1030 \\ 1030 \\ \hline 1000 \\ 1000 \\ \hline 1000 \\ 1000 \\ \hline 1000 \end{array}$$



$$\frac{P_1 V_1}{P_2 V_1} = \frac{JRT_1}{JRT_2} \Rightarrow \frac{P_1}{P_2} = \frac{T_1}{T_2}$$

$$\frac{P_1 V_1}{P_2 V_3} = \frac{T_1}{T_3} = \frac{V_1^2 P_1}{P_2 V_3^2} = \left(\frac{V_1}{V_3}\right)^2$$

$$\left(\frac{P_1}{P_2}\right)^2 = \frac{T_1}{T_3} = \frac{T_1^2}{T_2^2} \Rightarrow T_2^2 = T_1 \cdot T_3$$

$$C_1 = \frac{3}{2} R (\sqrt{T_1 T_3} - T_1)$$

$$C_2 = \frac{5}{2} R (T_3 - \sqrt{T_1 T_3})$$

$$C_1 = \frac{3}{2} R \left(\frac{V_3}{V_1} T_1 - T_1 \right)$$

$$C_2 = \frac{5}{2} R \left(T_3 - T_3 \frac{V_1}{V_3} \right)$$

$$C_2 = \frac{5}{2} R \left(\frac{V_3}{V_1} \right)^2 T_1 \left(1 - \frac{V_1}{V_3} \right) = \frac{5}{2} R T_1 \frac{V_3^2}{V_1^2} \cdot \frac{V_3 - V_1}{V_3} = \frac{5}{2} R T_1 \frac{V_3 (V_3 - V_1)}{V_1^2}$$

$$C_1 = \frac{3}{2} R T_1 \left(\frac{V_3}{V_1} - 1 \right) = \frac{3}{2} R T_1 \cdot \frac{V_3 - V_1}{V_1} \quad A_{12} =$$

$$\frac{C_2}{C_1} = \frac{\frac{5}{2} R T_1 \frac{V_3 (V_3 - V_1)}{V_1^2}}{\frac{3}{2} R T_1 \frac{V_3 - V_1}{V_1}} = \frac{5 V_3}{3 V_1} = \frac{5 T_3}{3 T_1} = \frac{5 \cdot T_1^2}{3 T_1 T_1} = \frac{5 T_1}{3 T_1}$$

$$Q_{12} = A_{12} + \Delta U_{12} = \frac{P_1 + P_2}{2} (V_3 - V_1) + \frac{3}{2} J R (T_3 - T_1) = \frac{P_1 V_3 + P_2 V_3 - P_1 V_1 - P_2 V_1}{2} + \frac{3}{2} J R (T_3 - T_1) =$$

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

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

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

$$T_2 = \frac{T_3}{2} + \frac{T_1}{2}; \quad C_1 = \frac{3}{2} R \left(\frac{T_3}{2} + \frac{T_1}{2} - T_1 \right) = \frac{3}{2} R \left(\frac{T_3 - T_1}{2} \right);$$

$$\frac{C_2}{C_1} = \frac{5 R (T_3 - T_1)}{4} \cdot \frac{4}{3 R (T_3 - T_1)} = \frac{5}{3}$$

$$Q_{12} = \Delta U_{12} = \frac{3}{2} J R \Delta T_{12} = \frac{3}{2} J R (T_2 - T_1)$$

$$Q_{23} = A_{23} + \Delta U_{23} = P_2 (V_3 - V_1) + \frac{3}{2} J R (T_3 - T_2) = \frac{5}{2} J R (T_3 - T_2)$$

$$P_1 V_1 = J R T_1$$

$$Q_{12} = C_1 \Delta T = \frac{3}{2} J R (T_2 - T_1)$$

$$P_2 V_2 = J R T_2$$

$$C_1 = \frac{3}{2} R (T_2 - T_1)$$

$$P_2 V_3 = J R T_3$$

$$Q_{23} = C_2 \Delta T = \frac{5}{2} J R (T_3 - T_2)$$

$$P_1 = 2 V_1$$

$$P_2 = 2 V_3$$

$$P_1 V_3 = P_2 V_1$$

$$\frac{P_1}{P_2} = \frac{V_1}{V_3}$$

$$\frac{P_1 V_1}{P_2 V_3} = \frac{T_1}{T_3}$$

$$\frac{V_1}{V_3} = \frac{T_1}{T_3}$$

$$T_1 \cdot T_3 = \frac{V_1^2 T_3^2}{V_3^2}$$

$$\frac{T_1}{T_2} = \frac{P_1 V_1}{P_2 V_3} \cdot \frac{T_1}{T_3} = \frac{P_1 V_1}{P_2 V_3} \cdot \frac{V_1^2}{V_3^2} \quad T_1 = \frac{V_1^2}{V_3^2} T_3 = T_1$$

$$T_1 = \frac{V_1}{V_3} T_2; \quad T_1 = \frac{V_1^2}{V_3^2} T_3 \quad T_3 = \left(\frac{V_3}{V_1} \right)^2 T_1; \quad T_2 = \frac{V_3}{V_1} T_1$$

$$T_2 = T_3 \cdot \frac{V_1}{V_3}$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$$2) A_{23} = p_2(V_3 - V_1) = \cancel{2R(T_3 - T_1)} = 2R(T_3 - T_2) = 2R(T_3 - T_1)$$

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

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

$$3) \eta = \frac{Q_H - Q_K}{Q_H}$$

$$Q_H = Q_2 + Q_{23} = \frac{3}{2} 2R(T_2 - T_1) + \frac{5}{2} 2R(T_3 - T_2)$$

$$A_{23} = (p_2 - p_1)(V_3 - V_1) = \frac{p_2 V_3 - p_1 V_3 - p_1 V_1 + p_2 V_1}{2} = \frac{2R(T_3 - 2T_2 + T_1)}{2} = 0$$

$$Q_K = Q_1 = 2R(T_3 - T_1)$$

$$Q_H = Q_2 + Q_{23} = \frac{3}{2} 2R(T_2 - T_1) + \frac{5}{2} 2R(T_3 - T_2)$$

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

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

$$85V_0^2 + 26V_0 V_6 - V_0^2 - V_6^2 = 0$$

$$85V_0^2 + 884V_0 - 1156 - 2500 = 0$$

$$85V_0^2 + 884V_0 - 3656 = 0$$

$$D = 884^2 - 4 \cdot 85 \cdot 3656 = 781456 + 1243040 = 2024496$$

$$\sqrt{D} \approx 1423$$

$$V_{01} = \frac{-884 + 1423}{170} = \frac{539}{170} = 3,17 \frac{cm}{s}$$

$$\begin{array}{r} 1500 \\ \times 1450 \\ \hline 225000 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 1450 \\ \times 1450 \\ \hline 2102500 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 1430 \\ \times 1430 \\ \hline 2044900 \end{array}$$

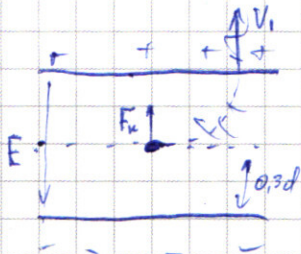
$$\begin{array}{r} 1420 \\ \times 1420 \\ \hline 2016400 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 1424 \\ \times 1424 \\ \hline 2027576 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 1423 \\ \times 1423 \\ \hline 2024496 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 539 \overline{) 170} \\ 510 \\ \hline 290 \\ 280 \\ \hline 100 \\ 100 \\ \hline 0 \end{array}$$

N3



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

$$U = Ed$$

$$\frac{Q}{\epsilon} = Ed$$

~~$$\frac{qQ}{\epsilon_0 S} = Ed$$~~

~~$$F_k = \frac{qQ}{4\pi\epsilon_0 d^2} = \frac{qQ}{\epsilon_0 S} d$$~~

~~$$\frac{qQ}{4\pi\epsilon_0 S \cdot 0.49d^2} = \frac{k}{0.49d^2} = \frac{d}{\epsilon_0 S}$$~~

$$x = 0.5d - 0.3d = 0.2d$$

$$Q = \frac{F_k}{\frac{1}{m} T} = \frac{qEd}{m}$$

$$x = \frac{aT^2}{2} \quad 0.2d = \frac{qEd}{m} \frac{T^2}{2}$$

$$0.4m = qET^2 \Rightarrow T = \sqrt{\frac{0.4m}{qE}}$$

$$V_1 = aT$$

$$V_1 = \frac{qEd}{m} T \quad T = \frac{mV_1}{qEd}$$

$$\frac{0.4m}{qE} = \frac{m^2 V_1^2}{q^2 E^2 d^2} \quad 0.4 = \frac{mV_1^2}{qEd^2}$$

$$E = \frac{mV_1^2}{0.4qd^2}$$

н4

$$T = \frac{mV_1}{qE} \cdot \frac{0.4qd^2}{mV_1^2} = \frac{0.4d}{V_1}$$

н5

~~$$E = U_0 + U_1 + U_2$$~~

~~$$U_1 = E \cdot U_0 + U_1 = 6 \cdot 1 + 2 = 8 \text{ В}$$~~

~~$$U_2 = E \cdot U_1 = 6 \cdot 2 = 12 \text{ В}$$~~

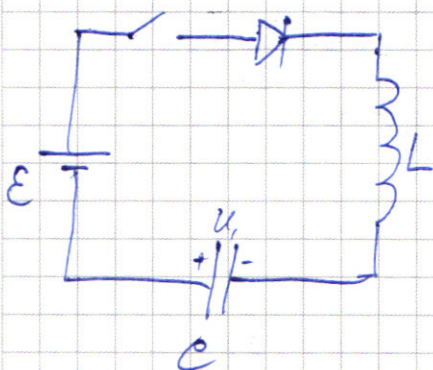
$$T = \frac{V_1}{a} = \frac{mV_1}{qEd}$$

$$C = \frac{\epsilon_0 S}{d}$$

$$2) \frac{Q}{\epsilon_0 S} = \frac{mV_1^2}{qd^2 \cdot 0.4}$$

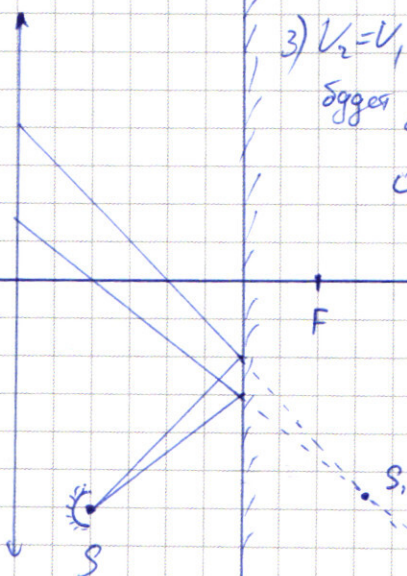
3) $V_2 = V_1$, т.к. на него не будет действовать никакая сила

$$Q = CU = \frac{\epsilon_0 S}{d} \cdot Ed = E\epsilon_0 S$$

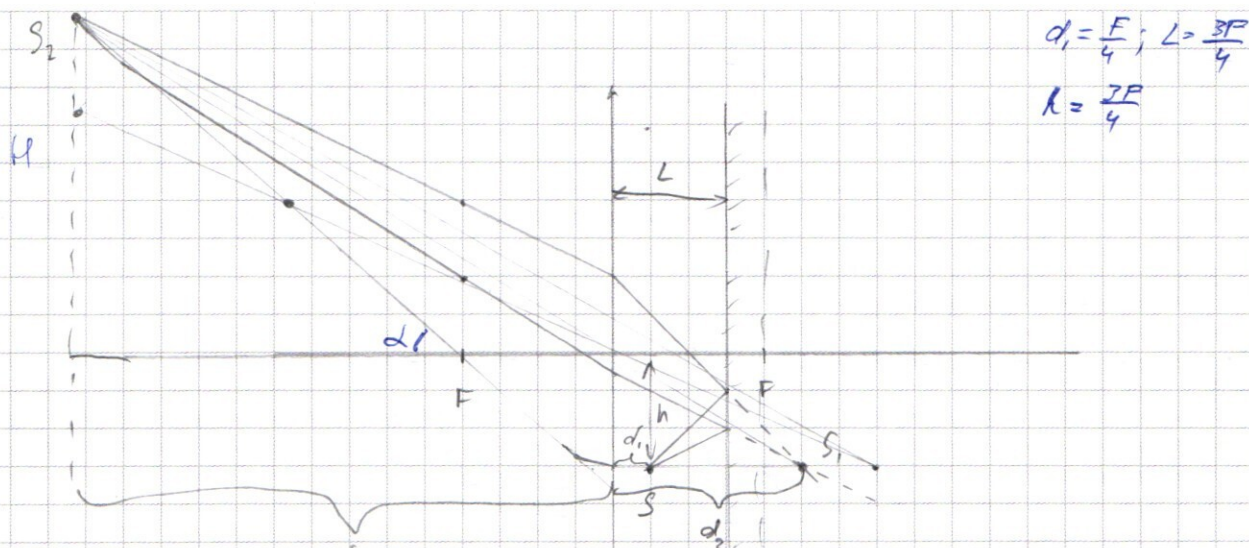


$$\frac{0.4d}{V_1} = \frac{mV_1}{qEd}$$

NS



ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА



$$d_1 = \frac{F}{4}; L = \frac{3F}{4}$$

$$h = \frac{2F}{4}$$

$$1) d_2 = d_1 + 2 \cdot (L - d_1) = d_1 + 2L - 2d_1 = 2L - d_1 = \frac{3F}{2} - \frac{F}{4} = \frac{5F}{4}$$

$$\frac{1}{d_2} + \frac{1}{f_1} = \frac{1}{F}$$

$$d_3 = \frac{9F}{4}$$

$$\frac{1}{f_2} = \frac{1}{F} - \frac{1}{d_2} = \frac{d_2 - F}{d_2 F}$$

$$f_3 = \frac{9FF}{4(\frac{5F}{4} - F)} = \frac{4F^2}{3F} = \frac{4}{3}F$$

$$f_2 = \frac{d_2 F}{d_2 - F} = \frac{5F \cdot F}{\frac{5F}{4} - F} = \frac{5F^2}{F} = 5F$$

$$x = f_2 - f_3 = \left(\frac{15}{3} - \frac{4}{3}\right)F = \frac{11}{3}F$$

$$2) \Gamma = \frac{f_2}{d_2} = \frac{h}{h} = \frac{5F}{5F} = 1$$

$$H = 4h = 4 \cdot \frac{2F}{4} = 2F$$

$$\tan \alpha = \frac{H}{f_2 - F} = \frac{2F}{5F - F} = \frac{1}{2}$$

$$\Gamma_2 = \frac{f_3}{d_3} = \frac{\frac{4}{3}F}{\frac{9F}{4}} = \frac{16}{27}$$

$$V_x = \frac{x}{t}; V_y = \frac{y}{t}$$

$$V_2 = \frac{4}{3}h = \frac{4}{3} \cdot \frac{2F}{4} = \frac{2}{3}F$$

$$y = H - H_2 = 2F - F = F$$

$$V_x = \frac{8F}{3t}; V_y = \frac{2F}{t}$$

$$V_n = 2V_1 = \frac{2d_1}{t} = \frac{F}{2t}$$

$$V_u = \sqrt{V_x^2 + V_y^2} = \sqrt{\frac{64F^2}{9t^2} + \frac{4F^2}{t^2}} = \sqrt{\frac{64 + 36}{9} \frac{F^2}{t^2}} = \sqrt{\frac{100}{9} \frac{F^2}{t^2}} = \frac{10F}{3t}$$

$$= \sqrt{\frac{100F^2}{9t^2}} = \frac{10F}{3t}$$

$$\frac{V_u}{V_n} = \frac{10F}{3t} \cdot \frac{2t}{F} = \frac{20}{3}$$

$$V_u = 2V \cdot \frac{20}{3} = \frac{40V}{3}$$

$$3) V_u = V_F - V_4 \quad V_u = V_n \cdot \Gamma_2 = 2V \cdot \frac{16}{27} = \frac{32V}{27}$$

$$V_n = 2V$$

$$N_4$$

$$1) \mathcal{E} = U_0 + U_L - U_4$$

$$U_L = \mathcal{E} - U_0 + U_4 = 7V$$

$$L \frac{dI}{dt} = U_L \Rightarrow \frac{dI}{dt} = \frac{U_L}{L} = \frac{7}{0.1} = 70 \frac{A}{s}$$

$$2) I_m \text{ при } q_c = 0$$

$$W_1 = W_2 \quad A_{\text{ист}} = W_1 - W_2$$

$$W_1 = \frac{CU_1^2}{2}; W_2 = \frac{L I_m^2}{2}$$

$$A_{\text{ист}} = \mathcal{E} q_{\text{ист}} = \mathcal{E} \cdot \frac{1}{k} C U_1$$

$$Q_{12} = \Delta U_{12} = \frac{3}{2} \nu R (T_2 - T_1) = \frac{3}{2} p_2 V_1 - \frac{3}{2} p_1 V_1 = \frac{3}{2} V_1 (p_2 - p_1)$$

$$Q_{23} = p_2 (V_3 - V_1) + \frac{3}{2} \nu R (T_3 - T_1) = \nu R T_3 - \nu R T_1 + \frac{3}{2} \nu R (T_3 - T_2) = \frac{5}{2} \nu R (T_3 - T_2)$$

$$\frac{V_1}{V_3} = \frac{T_1}{T_3}$$

$$T_1 \frac{p_2}{T_3} = \frac{p_1}{T_3}$$

$$\frac{5}{2} p_2 V_3 - \frac{5}{2} p_2 V_1 = \frac{5}{2} p_2 (V_3 - V_1)$$

$$\frac{p_1}{p_2} = \frac{T_2}{T_3} = \frac{V_1}{V_3}$$

$$\frac{p_1 (V_3 - V_1)}{2} = Q_{11} + Q_{23} - Q_{31} = \frac{3}{2} \nu R (T_2 - T_1) + \frac{5}{2} \nu R (T_3 - T_2)$$

$$\frac{T_1}{T_2} = \frac{T_2}{T_3} \quad T_2^2 = T_1 T_3$$

$$\frac{p_2 V_3 - p_2 V_1 - p_1 V_3 + p_1 V_1}{2} = 3 \nu R T_2 - 3 \nu R T_1 + 5 \nu R T_3 - 5 \nu R T_2 - 4 \nu R T_3 + 4 \nu R T_1$$

$$\nu R T_3 - \nu R T_2 - \nu R T_2 + \nu R T_1 =$$

$$T_3 - 2T_2 + T_1 = 3T_2 - 3T_1 + 5T_3 - 5T_2 - 4T_3 + 4T_1$$

$$\frac{Q_1}{Q_2} = \frac{\frac{3}{2} \nu R (T_2 - T_1)}{\frac{5}{2} \nu R (T_3 - T_2)} \Rightarrow \frac{Q_1}{Q_2} = \frac{3R (T_2 - T_1)}{5R (T_3 - T_2)} = \frac{3T_2 - 3T_1}{5T_3 - 5T_2}$$

$$\Delta U_1 = \nu R T_2$$

$$\Delta U_1 = \nu R T_1$$

$$\Delta U_3 = \nu R T_3$$

$$\left(\frac{V_1}{V_3}\right)^2 = \frac{T_2}{T_3}$$

$$A_{12} = \frac{T_3 - 2T_2 + T_1}{2}$$

$$Q_4 = \frac{3T_2 - 3T_1 + 5T_3 - 5T_2}{2}$$

$$\eta = \frac{T_3 - 2T_2 + T_1}{5T_3 - 5T_2 - 3T_1}$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$$\frac{E U_1}{2} = \frac{C U_1^2}{2} - \frac{L I_m^2}{2}$$

$$2 E U_1 = C U_1^2 - C I_m^2$$

$$I_m^2 = \frac{C U_1^2 - 2 E U_1}{C} = \frac{40 \cdot 10^{-6} \cdot 2 - 4 \cdot 2}{40 \cdot 10^{-6}}$$

$$E C U_1 = \frac{C U_1^2}{2} - \frac{L I_m^2}{2}$$

$$E C U_1 = \frac{L I_m^2}{2} - \frac{C U_1^2}{2}$$

$$2 E C U_1 = L I_m^2 - C U_1^2$$

$$2 E C U_1 = -C U_1^2 + L I_m^2$$

$$I_m^2 = \frac{C U_1^2 - 2 E C U_1}{L} = \frac{C U_1 (U_1 - 2 E)}{L} = \frac{40 \cdot 10^{-6} \cdot 2 (2 - 12)}{40 \cdot 10^{-6}}$$

$$I_m^2 = \frac{C U_1 (E + U_1)}{L} = \frac{40 \cdot 10^{-6} \cdot 2 (12 + 2)}{40 \cdot 10^{-6}} = 4 \cdot 10^{-4} \cdot 28 =$$

$$I_m = \sqrt{4 \cdot 4 \cdot 10^{-4}} = 4 \cdot 10^{-2} \sqrt{7} = 0,04 \sqrt{7} \text{ A} \approx 0,104 \text{ A}$$

$$\approx 0,1 \text{ A}$$

$$\begin{array}{r} \times 28 \\ 0,04 \\ \hline 0,104 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} \times 28 \\ 28 \\ \hline 112 \\ \hline 224 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} \times 28 \\ 28 \\ \hline 112 \\ \hline 224 \end{array}$$

$$A_{\text{акт}} = \frac{C U_2^2}{2} = E C (U_2 - U_1)$$

$$\frac{C U_2^2}{2} = E C U_2$$

$$U_2^2 = 2 E (U_2 - U_1)$$

$$U_2 = 2 E = 12 \text{ В}$$

$$U_2 = \sqrt{2 E (U_2 - U_1)} = \sqrt{2 \cdot 6}$$

$$U_2^2 - 2 E U_2 + 2 E U_1 = 0$$

$$U_2^2 - 12 U_2 + 24 = 0$$

$$D = 144 - 96 = 48$$

$$U_2 = \frac{12 \pm \sqrt{48}}{2} = \frac{19}{2} = 9,5 \text{ В}$$

$$U_2 = \frac{12 - 2}{2} = 5 \text{ В}$$

$$Q = \frac{mV_1^2}{\epsilon_0 S \cdot 0,49d}$$

$$Q = \frac{mV_1^2}{0,49d} \cdot \epsilon_0 S = \frac{mV_1^2 \epsilon_0}{0,49d} = \frac{mV_1^2 \epsilon_0}{0,49d}$$

$$Q = \frac{V_1^2 \epsilon_0 S}{0,49d}$$

$$F_x = E|q|, \quad E = \frac{U}{d} = \frac{Q}{\epsilon_0 S}$$

$$a = \frac{F|q|}{m}$$

$$x = \frac{V_1^2}{2a} = \frac{V_1^2 m}{2E|q|}$$

$$x = \frac{E|q|}{m} \frac{T^2}{2} = \frac{V_1^2 m}{2E|q|}$$

$$T^2 =$$

$$\frac{V_1^2 m^2}{q^2 E^2} = \frac{0,4md}{qE}$$

$$qE \cdot 0,4d = V_1^2 m$$

$$E = \frac{mV_1^2}{0,4dq}$$

$$T = \frac{V_1 m}{qd} \cdot \frac{0,4dq}{mV_1^2} = \frac{0,4}{V_1}$$

$$\frac{Q^2}{2} = \frac{mV_2^2}{2}$$

$$Q^2 = mV_2^2$$

$$\frac{Q^2}{C} = mV_2^2$$

$$\frac{Q^2 d}{\epsilon_0 S} = mV_2^2$$

$$\frac{mV_2^2}{2} = \frac{Q^2}{2C} = \frac{Q^2}{2} \cdot \frac{1}{C}$$

$$mV_2^2 = Q^2$$

$$E = \frac{U}{d} = \frac{Q}{\epsilon_0 S}$$

$$C = \frac{Q}{U}$$

$$E = \frac{kQ}{d^2} = \frac{kq^2}{d^2}$$

$$\frac{kQ \cdot mV_1^2}{d \cdot 0,4dq}$$

$$Q = \frac{mV_1^2}{0,4gk} = \frac{5V_1^2}{2gk}$$