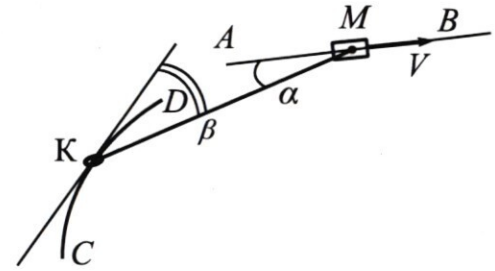


Олимпиада «Физтех» по физике, Вариант 11-01

Класс 11

Бланк задания обязательно должен быть вложен в работу. Работы без

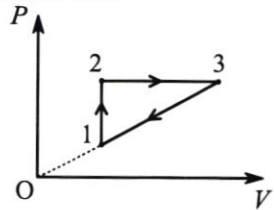
1. Муфту М двигают со скоростью $V = 68$ см/с по горизонтальной направляющей АВ (см. рис.). Кольцо К массой $m = 0,1$ кг может двигаться без трения по проволоке CD в виде дуги окружности радиусом $R = 1,9$ м. Кольцо и муфта связаны легкой нитью длиной $l = 5R/3$. Система находится в одной горизонтальной плоскости. В некоторый момент нить составляет угол α ($\cos \alpha = 15/17$) с направлением движения муфты и угол β ($\cos \beta = 4/5$) 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 количества теплоты, полученной газом, к работе газа.
- 3) Найти предельно возможное максимальное значение КПД такого цикла.



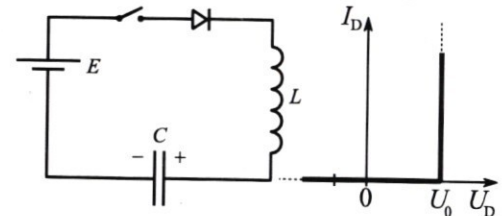
3. Обкладки конденсатора – круглые металлические сетки площадью S , расстояние между обкладками d ($d \ll \sqrt{S}$). Из точки, находящейся между обкладками на оси симметрии на расстоянии $0,25d$ от положительно заряженной обкладки, стартует с нулевой начальной скоростью положительно заряженная частица и через время T вылетает из конденсатора перпендикулярно обкладкам. Удельный заряд частицы $\frac{q}{m} = \gamma$.

- 1) Найдите скорость V_1 частицы при вылете из конденсатора.
- 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.

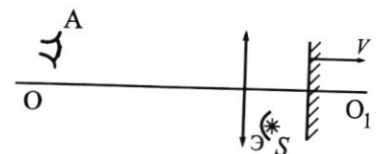
4. В цепи, схема которой показана на рисунке, ключ разомкнут, ЭДС идеального источника $E = 9$ В, конденсатор емкостью $C = 40$ мкФ заряжен до напряжения $U_1 = 5$ В, индуктивность идеальной катушки $L = 0,1$ Гн. Вольтамперная характеристика диода дана на рисунке, пороговое напряжение диода $U_0 = 1$ 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.



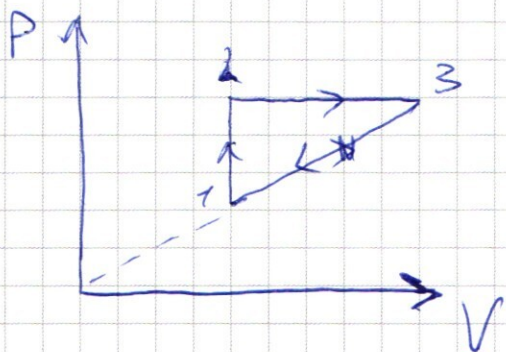
5. Оптическая система состоит из тонкой линзы с фокусным расстоянием F , плоского зеркала и небольшого экрана Э, расположенного так, что свет от источника S может попасть на линзу только после отражения от зеркала (см. рис.). Зеркало расположено перпендикулярно главной оптической оси OO_1 линзы. Источник S находится на расстоянии $3F/4$ от оси OO_1 и на расстоянии $F/2$ от плоскости линзы. Линза и источник неподвижны, а зеркало движется со скоростью V вдоль оси OO_1 . В некоторый момент зеркало оказалось на расстоянии F 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

№ 2.



Повышение температуры происходило на участках $1 \rightarrow 2$ и $2 \rightarrow 3$. На участке $3 \rightarrow 1$ температура понижалась.

$$Q_{12} = \frac{3}{2} \nu R (T_2 - T_1) + 0$$

$$Q_{23} = \frac{3}{2} \nu R (T_3 - T_2) + p_{23} \cdot \Delta V_{23}$$

$$\begin{cases} p_1 \cdot V_1 = \nu R T_1 \\ p_2 \cdot V_1 = \nu R T_2 \end{cases} \Rightarrow \nu R (T_2 - T_1) = V_1 (p_2 - p_1)$$

$$A_{23} = p_{23} \cdot \Delta V_{23} = p_{23} (V_2 - V_1)$$

$$p_1 = k \cdot V_1$$

$$p_3 = k V_3$$

$$Q_{12} = c_{12} \cdot (T_2 - T_1)$$

$$Q_{23} = c_{23} (T_3 - T_2)$$

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

$$c_{23} (T_3 - T_2) = \frac{3}{2} \nu R (T_3 - T_2) + p_{23} \Delta V_{23}$$

$$\begin{cases} p_{23} \cdot V_2 = \nu R T_2 \\ p_{23} \cdot V_3 = \nu R T_3 \end{cases} \Rightarrow p_{23} (V_3 - V_2) = \nu R (T_3 - T_2)$$

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

$$C_{23} = \frac{3}{2} \nu R + \nu R = \frac{5}{2} \nu R$$

~~$$\frac{C_{12}}{C_{23}} = \frac{\frac{3}{2} \nu R}{\frac{5}{2} \nu R} = \frac{3}{5}$$~~

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

$$A_{23} = \nu R (T_3 - T_2)$$

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

$$\eta = \frac{A_{\Sigma}}{Q^+}; \quad K - \text{коэф. пропорциональности}$$

~~$$A_{\Sigma} = A_{12} + A_{23} + A_{31}, \quad A_{12} = 0 - \text{т.к. это изохора}$$~~

~~$$A_{23} = \nu R (T_3 - T_2)$$~~

~~$$\delta A_{31} = p dV = K \cdot V dV \Rightarrow A_{31} = \frac{K}{2} (V_2^2 - V_1^2) - \text{после инте-}$$~~

~~грирования~~

~~$$\begin{cases} K V_2^2 = \nu R T_3 \\ K V_1^2 = \nu R T_1 \end{cases} \Rightarrow K (V_2^2 - V_1^2) = \nu R (T_3 - T_1)$$~~

~~$$Q^+ = Q_{12} + Q_{23} = \frac{3}{2} \nu R (T_2 - T_1) + \frac{5}{2} \nu R (T_3 - T_2) \neq$$~~

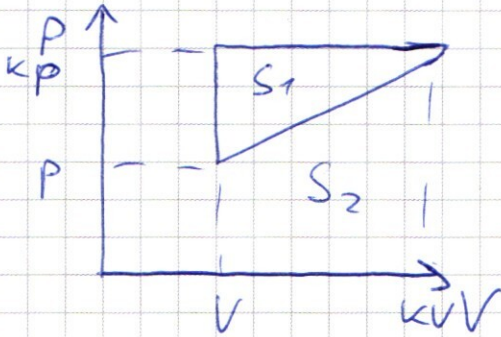
~~$$\neq A_{\Sigma} = A_{23} + A_{31} = \nu R (T_3 - T_2) + \frac{1}{2} \nu R (T_3 - T_1)$$~~

~~$$\begin{cases} p_1 \cdot V_1 = \nu R T_1 \\ p_2 \cdot V_1 = \nu R T_2 \end{cases} \Rightarrow \frac{T_1}{T_2} = \frac{p_1}{p_2}$$~~

~~Максимально возможный КПД можно
рассчитать по ф-ле для цикла Карно:~~

~~$$\eta = 1 - \frac{Q_{\text{от}}}{Q_{\text{пр}}}$$~~

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА



$$S_1 = \frac{1}{2} (kP - P)(kV - V) = \frac{1}{2} PV(k-1)^2$$

$$S_2 = kP \cdot (kV - V) = k^2 PV$$

S_1 численно равно $Q_{\text{полезн.}}$
 S_2 численно равно $Q_{\text{затр.}}$

$$\eta = \frac{S_1}{S_2}$$

~~$$\eta = \frac{\frac{1}{2} PV(k-1)^2}{k^2 PV(k-1)} = \frac{1}{2} \left(\frac{k-1}{k} \right)^2 = \frac{1}{2} \left(1 - \frac{1}{k} \right)^2 =$$~~

~~$$\eta = \frac{1}{2} - \frac{1}{k} + k^{-2}$$~~

~~$$\eta = \eta(k)$$~~

~~$$\eta'(k) = -2 \cdot k^{-3} + k^{-2}$$~~

~~$$\eta'(k) = 0 \Rightarrow k = \frac{1}{2}$$~~

~~$$\eta\left(\frac{1}{2}\right) = \frac{1}{2} \left(1 - \frac{1}{\frac{1}{2}} \right)^2 = \frac{1}{2} (-1)^2 = \frac{1}{2}; \eta_{\text{max}} = \frac{1}{2}$$~~

~~$$\text{ОТВЕТ: } \frac{C_{12}}{C_{23}} = \frac{3}{5}; \quad \frac{Q_{23}}{A_{23}} = \frac{5}{2}; \quad \eta_{\text{max}} = \frac{1}{2}.$$~~

$$\eta = \frac{\frac{1}{2} pV(k-1)^2}{k pV(k-1)} = \frac{\frac{1}{2}(k-1)}{k} = \frac{k-1}{2k} = \frac{1}{2} - \frac{1}{2k}$$

$$\eta = \eta(k) = \frac{1}{2} - \frac{1}{2k}$$

$$\eta'(k) =$$

$$\eta = \eta(k) = \frac{1}{2} - k^{-1} + k^{-2}$$

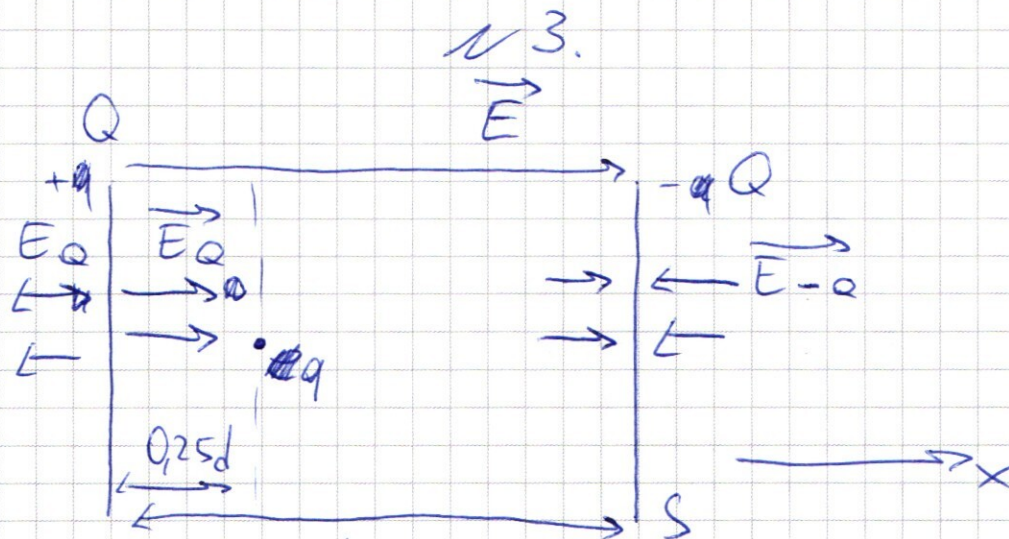
$$\eta(k) = \frac{1}{2} - k^{-1} + k^{-2} \quad \eta'(k) = -2k^{-3} + k^{-2}$$

$$\eta'(k) = 0 \Rightarrow k = \frac{1}{2}$$

$$\eta\left(\frac{1}{2}\right) = \frac{1}{2} ; \eta_{\max} = \frac{1}{2}$$

$$\text{ОТВЕТ: } \frac{c_{12}}{c_{23}} = \frac{3}{5} ; \frac{Q_{23}}{A_{13}} = \frac{5}{2} ; \eta_{\max} = \frac{1}{2}.$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА



$$2 \cdot S \cdot E = \frac{Q}{\epsilon_0} \Rightarrow E = \frac{Q}{2S\epsilon_0} \text{ — по т. Гаусса}$$

$$E \cdot q = ma \Rightarrow a = \frac{Eq}{m} = E \cdot \gamma = \text{const}$$

$$0,75d = \frac{aT^2}{2}; \quad \frac{3}{4}d = \frac{aT^2}{2}; \quad \frac{3}{2}d = aT^2 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow a = \frac{3d}{2T^2}$$

$$v_1 = aT = \frac{3d}{2T^2} T = \frac{3d}{2T}$$

$$a = E \cdot \gamma \Rightarrow E = \frac{1}{\gamma} \cdot a = \frac{1}{\gamma} \cdot \frac{3d}{2T^2} = \frac{3d}{2\gamma T^2}$$

$$Q = E \cdot 2S\epsilon_0 = \frac{3d}{2\gamma T^2} \cdot 2S\epsilon_0 = \frac{3dS\epsilon_0}{\gamma T^2}$$

~~$$\frac{mv_1^2}{2} + \varphi_1 \cdot q = \frac{mv_2^2}{2}, \text{ т.к. на велич. Большом}$$~~
~~расстоянии $\varphi = 0$~~
 ~~$d\varphi_1 \neq$~~

Электрическое поле вне конденсатора отсутствует:

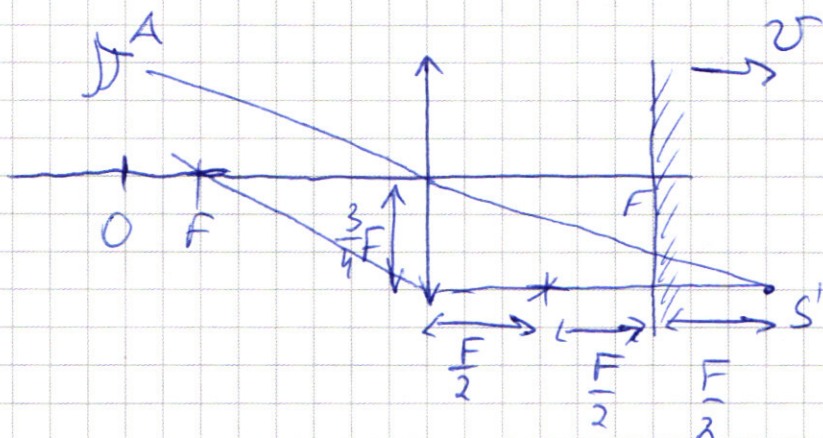
$$E_{-0} + E_0 = -\frac{Q}{2S\epsilon_0} + \frac{Q}{2S\epsilon_0} = 0$$

Тогда из 3-го сохранения энергии:

$$\frac{mv_1^2}{2} = \frac{mv_2^2}{2} \Rightarrow v_1 = v_2$$

ОТВЕТ: $v_1 = \frac{3d}{2T^2}$; $Q = \frac{3dS\epsilon_0}{4T^2}$; $v_1 = v_2$.

✓ 1.5.



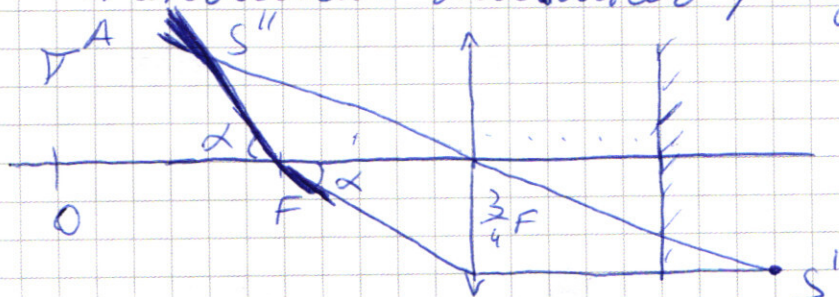
источник находится от зеркала на расстоянии $\frac{F}{2} \Rightarrow$ изображение предмета в зеркале находится на расстоянии $\frac{3}{2}F$ от линзы; $\frac{3}{2}F > F$

Тогда для линзы: Тогда ф-ла тонкой линзы:

$$\frac{1}{F} = \frac{1}{\frac{3F}{2}} + \frac{1}{f} \Rightarrow f = 3F$$

$$\Gamma = \frac{f}{d} = \frac{3F}{3/2F} = 2$$

Уменьшим масштаб рисунка:



$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{3F}{4F} = \frac{3}{4}$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Тогда $\cos \alpha = \frac{4}{5}$

$$\Gamma^2 = \frac{u_x}{v_x}$$

v_x от н-но лнхзы равно $2v$, т.к. движется

$$u_x = u \cos \alpha \Rightarrow u = \frac{\Gamma^2}{v_x \cos \alpha}$$

и зеркало, и изображение S'

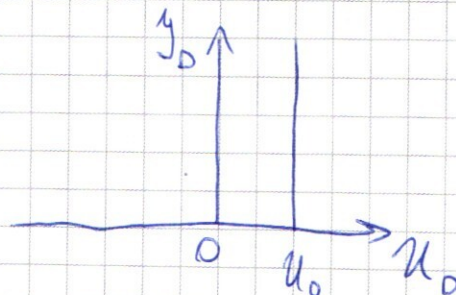
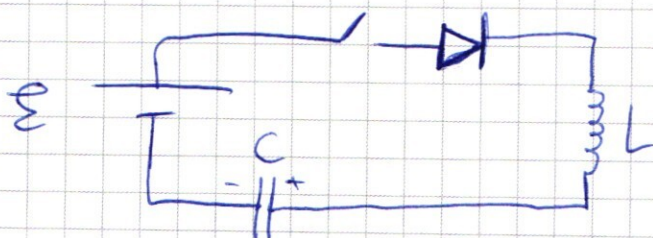
$$u_x = u \cos \alpha \Rightarrow u = \frac{\Gamma^2}{v_x \cos \alpha} = \frac{4}{2v \cdot \frac{4}{5}} = \frac{5}{v}$$

$$u = \Gamma^2 \cdot v_x / \cos \alpha$$

$$u = \frac{\Gamma^2 \cdot v_x}{\cos \alpha} = \frac{4 \cdot 2v}{4/5} = 10v$$

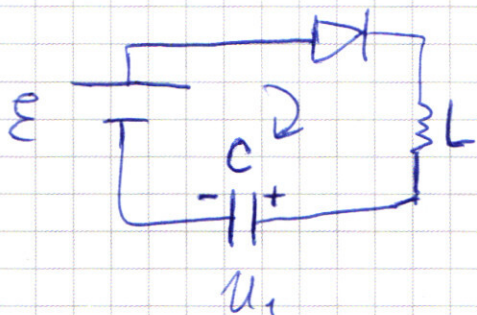
ОТВЕТ: $f = 3F$; $\tan \alpha = \frac{3}{4}$; $u = 10v$.

нч.



Из графика видно, что диод идеальный.

Напряжение на конденсаторе мгновенно не изменится сразу после замыкания ключа. Ток через катушку тоже мгновенно не изменится сразу после зам. ключа.



$\mathcal{E} = U_c + U_L + U_D$
 $U_D = U_0$ в момент, когда он
открывается и ток пойдёт через
катушку. Вытаем, что это

происходит мгновенно.

$$U_L = \mathcal{E} - U_{D1} - U_0 = 9 - 5 - 1 = 3$$

$$U_L = L \cdot \dot{y} \Rightarrow \dot{y} = \frac{U_L}{L} = \frac{3}{0,1} = 30 \frac{\text{В}}{\text{Гн}}$$

В момент, когда $y = y_{\text{max}}$ $U_L = 0$

$$\mathcal{E} = U_0 + U_c \Rightarrow U_c = \mathcal{E} - U_0 = 9 - 1 = 8 (\text{В})$$

$$A_B = \Delta W_c + \Delta W_L$$

$$\Delta W_L = W_2 - W_1 = W_2 - 0 = W_2 = \frac{L y_m^2}{2}$$

$$\Delta W_c = W_2 - W_1 = \frac{C U_0^2}{2} - \frac{C U_1^2}{2} = \frac{C}{2} (U_0^2 - U_1^2)$$

$A_B = -\mathcal{E} \cdot \Delta q$ - т.к. заряд шёл через "линии" источника

$$\Delta q = q_2 - q_1 = -C U_c - (-C U_1) = C U_1 - C U_c = C (U_1 - U_c)$$

$$A_B = -\mathcal{E} C (U_1 - U_c)$$

$$\Delta W_c = 78 \cdot 10^{-5} (\text{Дж})$$

$$A_B = 108 \cdot 10^{-5} (\text{Дж})$$

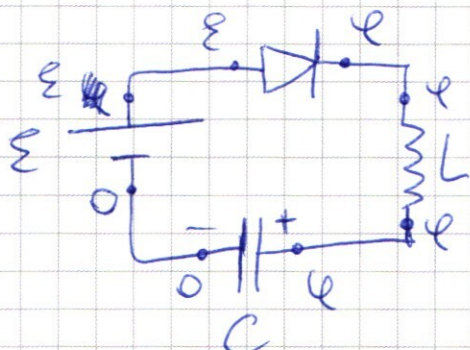
$$\frac{L y_m^2}{2} = A_B - \Delta W_c = 10^{-5} (108 - 78) = 3 \cdot 10^{-4} (\text{Дж})$$

$$y_m = \sqrt{\frac{2}{L} (A_B - \Delta W_c)} = 2 \cdot 30 \cdot \sqrt{6 \cdot 10^{-3}} (\text{А})$$

В уст. режиме тока не будет.

$$\frac{dy}{dt} = 0 \Rightarrow U_L = 0$$

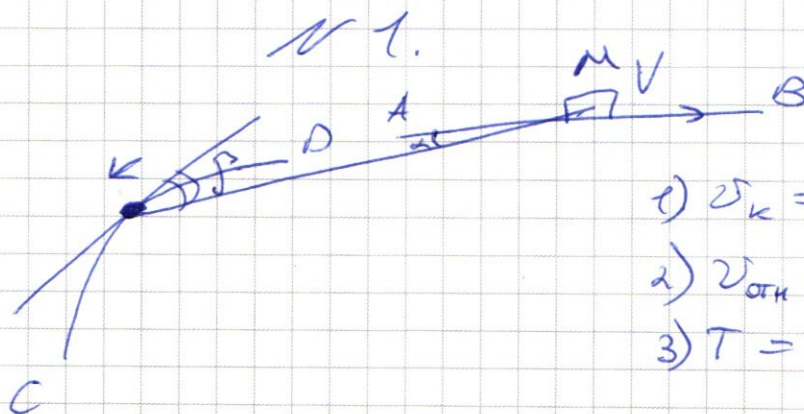
ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА



Воспользуемся методом
узловых потенциалов:
Поскольку ток не идет, то
 $U_C = 0 \Rightarrow E - \varphi = 0 \Rightarrow \varphi = E$

Тогда $U_{C2} = \varphi - 0 = E - 0 = E = 9 \text{ В}$

ОТВЕТ: $i = 30 \frac{\text{В}}{\Omega} ; i_m = \sqrt{6 \cdot 10^{-3}} \text{ А} ; U_C = E = 9 \text{ В}$

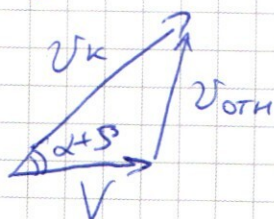


- 1) $V_k = ?$
- 2) $V_{отн} = ?$
- 3) $T = ?$

По т. о проекциях скоростей:

$V_k \cos \beta = V \cos \alpha$ - в проекции на ось KM

$$V_k = V \cdot \frac{\cos \alpha}{\cos \beta} = 75 \text{ (см/с)}$$



$$\cos(\alpha + \beta) = \frac{36}{85}$$

Тогда по т. косинусов:

$$V_{отн}^2 = V_k^2 + V^2 - 2V_k V \cos(\alpha + \beta)$$

$$V_{отн}^2 = 5929 = 77^2 \Rightarrow V_{отн} = 77 \text{ см/с}$$

$ma_y = T \cdot \cos(90^\circ - \beta)$ — на ay , направленную к
центру окружности

$$a_y = \frac{v_{отн}^2}{l}$$

$$m \cdot \frac{v_{отн}^2}{l} = T \cdot \sin \beta \Rightarrow T = \frac{m}{\sin \beta} \cdot \frac{v_{отн}^2}{\frac{5}{3}R}$$

$$\sin \beta = \frac{3}{5}$$
$$T = m \cdot \frac{5}{3} \cdot \frac{v_{отн}^2}{\frac{5}{3}R} = \frac{mv_{отн}^2}{R} \approx 296,5 \text{ Н}$$

ОТВЕТ: $v_k = 75 \frac{\text{см}}{\text{с}}$; $v_{отн} = 77 \frac{\text{см}}{\text{с}}$; $T \approx 296,5 \text{ Н}$.

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$$\eta = 1 - \frac{Q_x}{Q_H}$$

$$Q_x = Q_{31} = \Delta U_{31} + A_{31}$$

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

$$Q_{x \Delta U_{31}} = \frac{3}{2} \nu R (T_3 - T_1) + \frac{\nu R}{2} (T_3 - T_1) = 2 \nu R (T_3 - T_1)$$

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

$$p_1 = k V_1; p_1 V_1 = \nu R T_1; k V_1^2 = \nu R T_1$$

$$p_2 V_2 = \nu R T_2$$

$$p_3 V_3 = \nu R T_3$$

$$p_3 k V_3^2 = \nu R T_3$$

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

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

$$\left(\frac{T_3}{T_2} \right)^2 = \frac{T_3}{T_1}$$

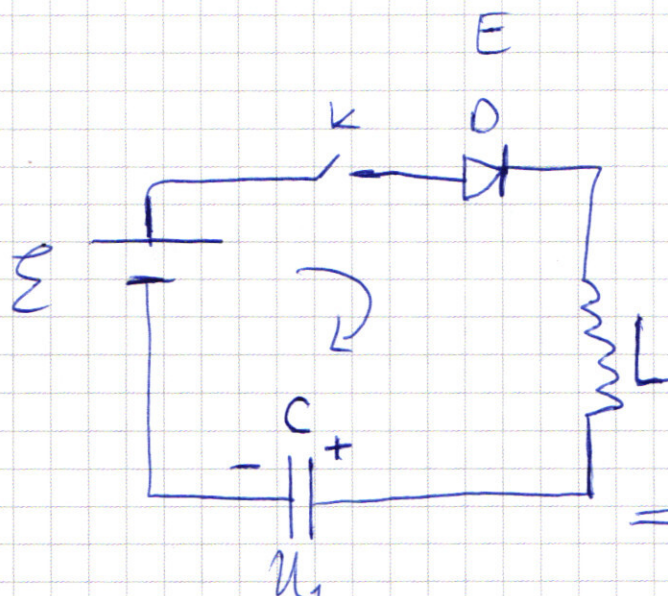
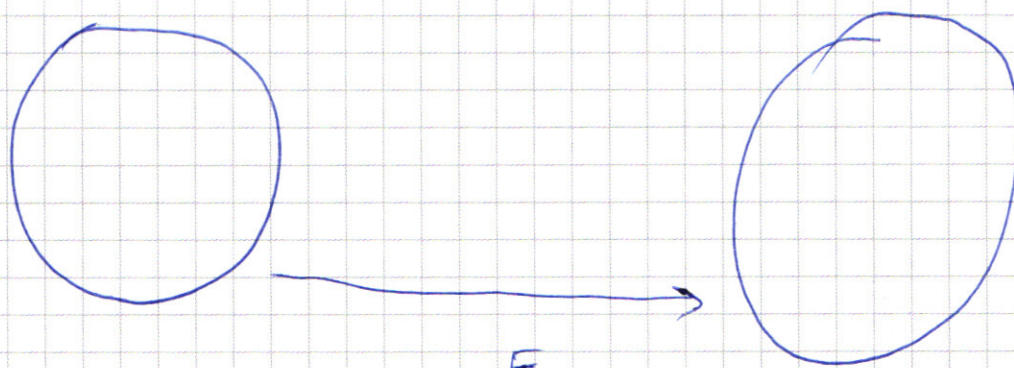
$$\frac{T_3}{T_2^2} = \frac{1}{T_1}; T_3 = \frac{T_2^2}{T_1}$$

$$A = (U_1 - U_2) q$$

E

$$F = E \cdot q; F dx = E q dx$$

$$E = \frac{Q}{4\pi\epsilon_0 r^2}$$



$$\mathcal{E} = U_D$$

$$U_L = 0$$

$$\Delta q = q_2 - q_1 =$$

$$= \boxed{-CU_2 + CU_1}$$

$$U_L = 0; U_L = L \dot{y}; 0 = L \cdot \dot{y} \Rightarrow \dot{y} = 0$$

$$\mathcal{E} = U_D + U_L + U_C$$

Если $y = y_{\max}$, то $U_L = 0$

$$\mathcal{E} = U_D + U_C \Rightarrow U_{C_2} = \mathcal{E} - U_D = 9 - 1 = 8 \text{ В}$$

$$A_{\text{б}} = \Delta W_L + \Delta W_C$$

$$\Delta W_L = \frac{L y_m^2}{2}$$

$$\Delta W_C = W_{C_2} - W_{C_1} = \frac{C U_2^2}{2} - \frac{C U_1^2}{2} = \frac{C}{2} (U_2^2 - U_1^2) =$$

$$= \frac{C}{2} (64 - 25) = \frac{39C}{2} = \frac{39 \cdot 20 \cdot 10^{-6}}{2} = 39 \cdot 20 \cdot 10^{-6}$$

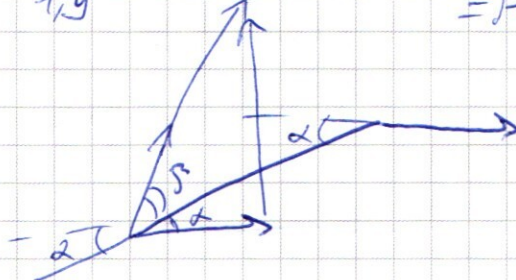
$$A_{\text{б}} = -\mathcal{E} \Delta q$$

$$\Delta q = q_2 - q_1 = C \cdot (U_2 - U_1) = 4C$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$$0,1 \cdot 5929 = \frac{592,9}{1,9} \approx \frac{593}{2}$$

$$\begin{array}{r} 593 \overline{) 2} \\ -4 \\ \hline 19 \\ -18 \\ \hline 13 \\ -12 \\ \hline \end{array}$$



$$\sin \alpha = \sqrt{1 - \left(\frac{15}{17}\right)^2} =$$

$$= \sqrt{1 - \frac{225}{289}} = \sqrt{\frac{64}{289}} =$$

$$= \frac{8}{17}$$

$$\begin{array}{r} 77 \overline{) 19} \end{array}$$

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

$$= \cos \alpha \cos \beta - \sin \alpha \sin \beta =$$

$$= \frac{15}{17} \cdot \frac{4}{5} - \frac{8}{17} \cdot \frac{3}{5} =$$

$$\sqrt{5929} =$$

$$= 77$$

$$= \frac{1}{17 \cdot 5} \left(\frac{15 \cdot 4}{60} - \frac{8 \cdot 3}{24} \right) = \frac{36}{85}$$

$$\begin{array}{r} 77 \\ \times 77 \\ \hline 539 \\ + 539 \\ \hline 5929 \end{array}$$

$$5625 + 4624 - 2 \cdot 75 \cdot 88 \cdot \frac{36}{85}$$

$$\frac{36 \cdot 8 \cdot 15}{120}$$

$$\begin{array}{r} 120 \cdot \\ \times 36 \\ \hline 720 \\ 360 \\ \hline 4320 \end{array}$$

$$4624 - 4320 =$$

$$= 304$$

$$5625 + 304 =$$

$$= 5929$$

$$\eta = 1 - \frac{Q_H}{Q_X}$$

$$\frac{1}{2} p(k+1) \cdot \cancel{V(k-k(V-1))}$$

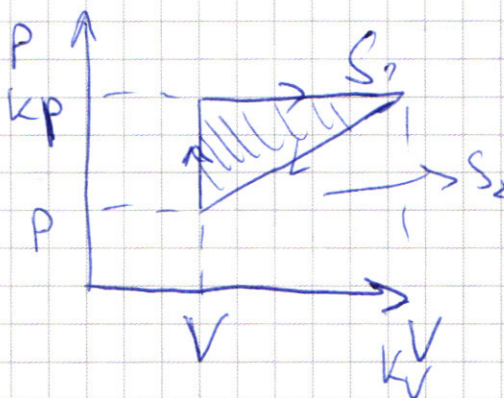
$$\frac{1}{2} p(k+1) \cdot V(k-1) =$$

$$= \frac{1}{2} pV(k^2-1)$$

$$\frac{\frac{1}{2} pV(k-1)^2}{\frac{1}{2} pV(k^2+1)}$$

$$\frac{k-1}{k+1}$$

ψ



$$S_1 = \frac{1}{2} (kp - p) \cdot (kV - V) =$$

$$= \frac{1}{2} pV(k-1)^2$$

$$S_2 = kp \cdot kV = k^2 pV$$

$$\eta = \frac{\frac{1}{2} pV(k-1)^2}{k^2 pV} = \frac{1}{2} \left(\frac{k-1}{k} \right)^2 =$$

$$= \frac{1}{2} \left(1 - \frac{1}{k} \right)^2 =$$

$$= \frac{1}{2} \left(1 - \frac{2}{k} + \frac{1}{k^2} \right) = \frac{1}{2} - \frac{1}{k} + \frac{1}{2k^2}$$

$$\left(\frac{1}{2} \left(1 - \frac{2}{k} + \frac{1}{k^2} \right) \right)' = \eta' = -2 \cdot k^{-3} + k^{-2} = 0$$

$$-2k + 1 = 0$$

$$k = \frac{1}{2}$$

$$\eta\left(\frac{1}{2}\right) =$$

$$= \frac{1}{2} \left(\frac{\frac{1}{2} - 1}{\frac{1}{2}} \right)^2 =$$

$$= \frac{1}{2} \cdot \left(-\frac{\frac{1}{2}}{\frac{1}{2}} \right)^2 = \frac{1}{2}$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$$y = x - 1$$

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

$$\eta = 1 - \frac{Q_x}{Q_H}$$

$$Q_x = Q_{31}$$

$$Q_{11} = Q_{12} + Q_{23}$$

$$Q_{31} = \frac{3}{2} \dot{V} R (T_3 - T_1) + \frac{7}{2} \dot{V} R (T_3 - T_1) = 5 \dot{V} R (T_3 - T_1)$$

1-2:

$2 \rightarrow 3!$

$$\frac{P_2}{P_1} = \frac{T_2}{T_1}$$

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

$$K V_1^2 = \int R T_1$$

$$K V_2^2 = \int R T_3$$

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

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

$$\frac{2(T_2 - T_1)}{\frac{5}{2}T_3 - \frac{5}{2}T_2 + \frac{3}{2}T_2 - \frac{3}{2}T_1} = \frac{2(T_3 - T_1)}{\frac{1}{2}(5T_3 - T_2 - 3T_1)} = \frac{4(T_3 - T_1)}{5T_3 - T_2 - 3T_1}$$

$$\frac{4900 - 2800}{4900 - 800} = \frac{4 \times 70}{280}$$

$$75^2 = 5625$$

$$m a_y = T \cdot \cos(90^\circ - \beta)$$

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

$$a_y = \frac{V^2}{R} = \frac{75^2}{5} \cdot 3$$

$$\frac{5}{3} \cdot m \cdot \frac{V^2}{R} = T$$

$$m \cdot \frac{V^2}{R} = \frac{25}{200}$$

~~800~~

~~75~~

$$\vec{v}_k = \vec{v}_{отн} + \vec{V}$$

$$\vec{v}_{отн} = \vec{v}_k - \vec{V}$$

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

$$v = V \cdot \frac{\cos \alpha}{\cos \beta} = 68 \cdot \frac{15/17}{4/5} =$$

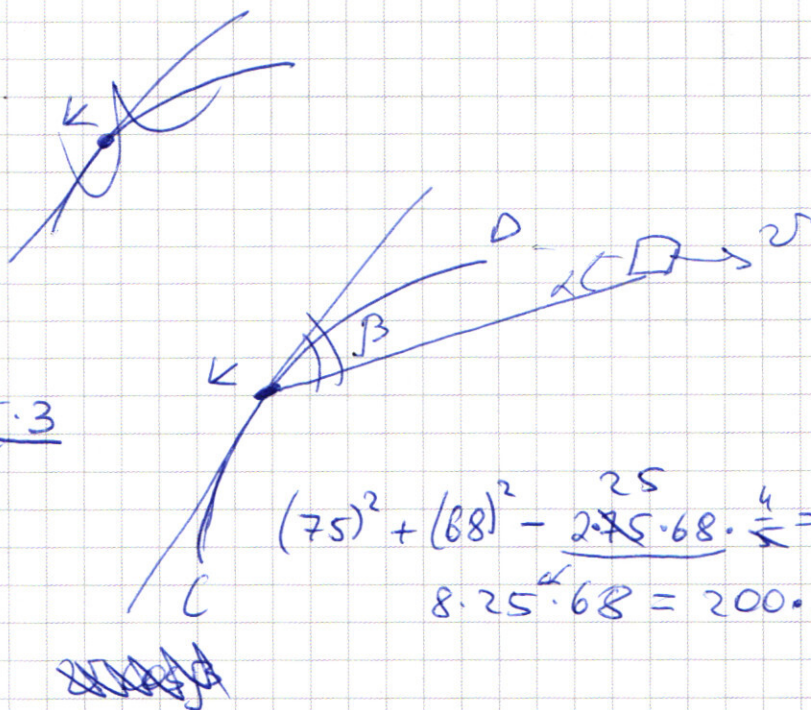
$$= 68 \cdot \frac{5 \cdot 15}{4 \cdot 17} = 75$$

$$\begin{array}{r} 75 \\ \times 75 \\ \hline 375 \\ + 525 \\ \hline 5625 \end{array}$$

$$= (40 - 1)^2 = 40^2 - 2 \cdot 80 + 1$$

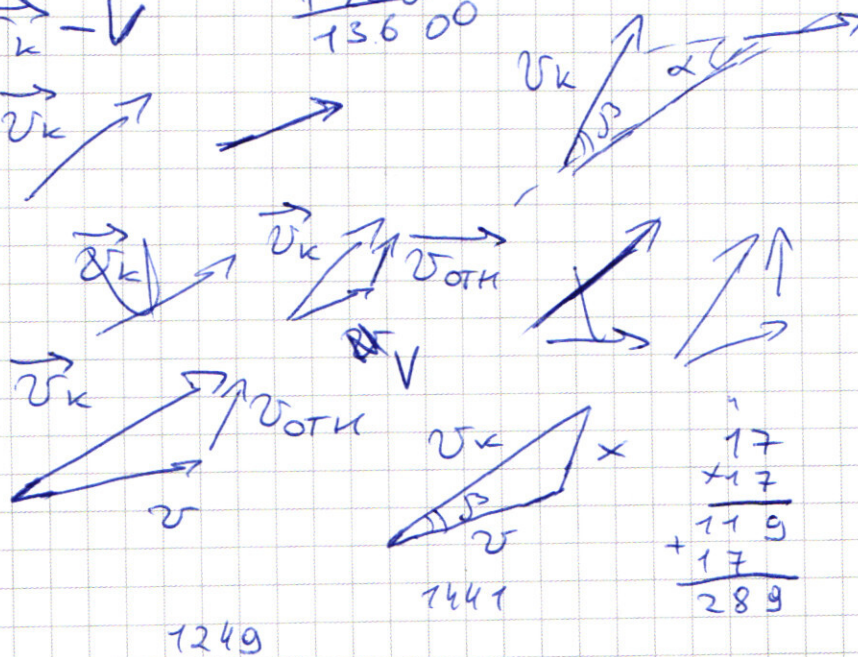
$$\begin{array}{r} 37 \\ \times 37 \\ \hline 259 \\ + 81 \\ \hline 1069 \end{array}$$

$$1600 - 160 = 1500 - 60 = 1440$$



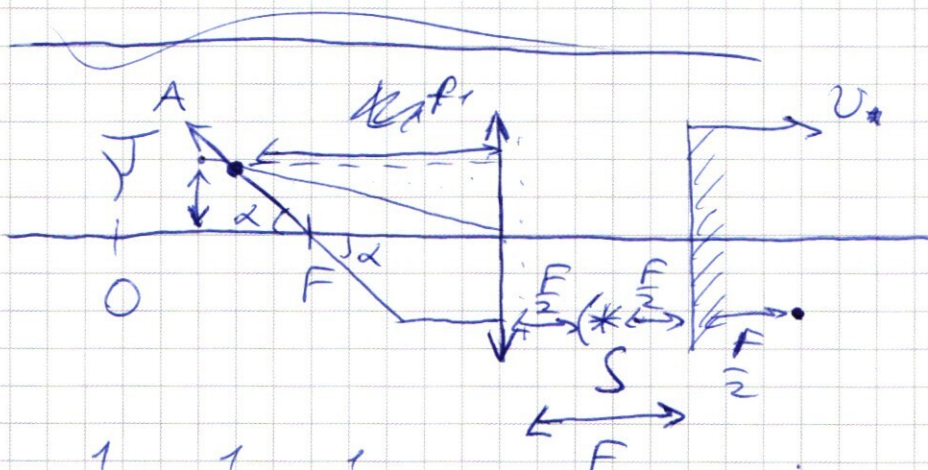
$$(75)^2 + (68)^2 - 2 \cdot 75 \cdot 68 \cdot \frac{4}{5} = x^2$$

$$8 \cdot 25 \cdot 68 = 200 \cdot 68$$



$$\begin{array}{r} 17 \\ \times 17 \\ \hline 119 \\ + 17 \\ \hline 289 \end{array}$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА



$$\frac{1}{\frac{3}{2}F} + \frac{1}{f_1} = \frac{1}{F}$$

$$\frac{1}{f_1} = \frac{1}{F} - \frac{2}{3F} ; \frac{1}{F} \left(1 - \frac{2}{3} \right) = \frac{1}{3F}$$

$$f_1 = 3F \quad ; \quad r = \frac{f}{d} = \frac{3F}{1.5F} = 2$$

$$r^2 = \frac{u_x}{v} \Rightarrow u_x = 4v$$

$$\tan \alpha = \frac{3F/4}{F} = \frac{3}{4}$$

$$1 + \tan^2 \alpha = \frac{1}{\cos^2 \alpha}; \quad 1 + \frac{9}{16} = \frac{1}{\cos^2 \alpha}$$

$$\frac{25}{16} = \frac{1}{\cos^2 \alpha}; \cos^2 \alpha = \frac{16}{25} = \frac{4}{5}$$

$$u_x = u \cdot \cos \alpha$$

$$u \cdot \cos \alpha = 42 \Rightarrow u = \frac{42}{\cos \alpha} = \frac{42}{4/5} = 52.5$$

$$\Delta W_C = \frac{C}{2} (u_c^2 - u_c^2) = 20 \cdot 10^{-6} \cdot (64 - 25) = 20 \cdot 39 \cdot 10^{-6}$$

$$20 \quad 39 \cdot 20 = 40 \cdot 20 - 20 = 800 - 20 = 780$$

$$780 \cdot 10^{-6} = 78 \cdot 10^{-5}$$

$$A_5 = -9 \cdot 40 \cdot 10^{-6} (5 - 8) = 9 \cdot 3 \cdot 40 \cdot 10^{-6}$$

$$27 \cdot 40$$

$$\begin{array}{r} 27 \\ + 40 \\ \hline 1080 \end{array}$$

$$40 \cdot 30 - 40 \cdot 3 = 1200 - 120 = 1100 - 20 = 1080$$

$$A_5 = 1080 \cdot 10^{-6} = 108 \cdot 10^{-5}$$

$$A_5 - \Delta W_C = 3 \cdot 10^{-4}$$

В уст. реж.
 $y = 0$

$$\sqrt{\frac{2}{0,1} \cdot 3 \cdot 10^{-4}} =$$

$$= \sqrt{6 \cdot 10^{-3}}$$

$$\sqrt{\frac{6}{1000}} = \sqrt{\frac{3}{500}}$$

$$\frac{dy}{dt} = 0 \Rightarrow u_L = 0$$

$$\varphi \neq \varphi - 0 = u_c$$

Если ток через диод не идёт,
 то $u_D = 0$

$$\xi = u_c$$

