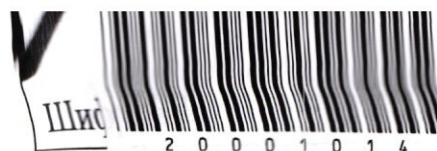


Олимпиада «Физтех» по физике

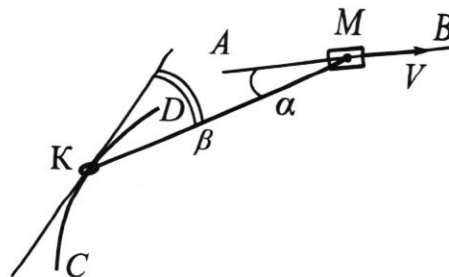
Класс 11

Вариант 11-03



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 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.



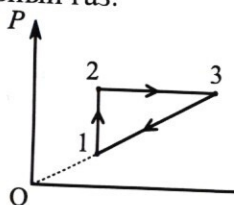
- 1) Найти скорость кольца в этот момент.
- 2) Найти скорость кольца относительно муфты в этот момент.
- 3) Найти силу натяжения нити в этот момент.

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 $\frac{|q|}{m} = \gamma$.

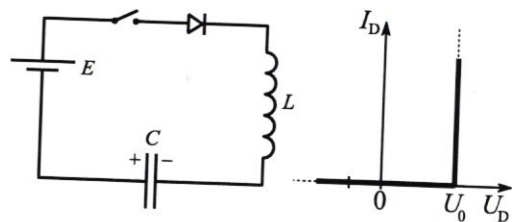
1) Через какое время T частица будет находиться на одинаковых расстояниях от обкладок?

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, 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.



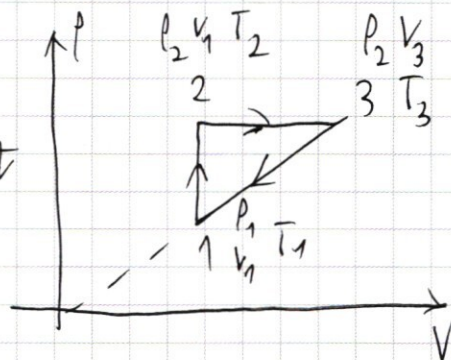
- 1) Найти скорость возрастания тока сразу после замыкания ключа.
- 2) Найти максимальный ток после замыкания ключа.
- 3) Найти установившееся напряжение U_2 на конденсаторе после замыкания ключа.

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 изображение источника?

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$$= \frac{Q_{23}}{T_3 - T_2} : \frac{Q_{12}}{T_2 - T_1} = \frac{\frac{5}{2} K V_3 (V_3 - V_1)}{T_3 - T_2}$$



$$Q_{23} =$$

$$\begin{array}{r|l} V_3 - V_1 & 5V_3 + 3V_1 \\ \hline V_3 + \frac{3}{5}V_1 & \frac{1}{5} \\ \hline -\frac{8}{5}V_1 & \end{array}$$

$$P_2 = K V_3$$

$$P_1 = K V_1$$

$$K =$$

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

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

$$\frac{1}{5}$$

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

$$\frac{1}{2} \frac{(V_3 - V_1)^2}{V_1} : \left(\frac{3}{2} V_3 - \frac{3}{2} V_1 + \frac{5}{2} \frac{V_3^2}{V_1} - \frac{5}{2} \frac{V_1^2}{V_1} \right) = \frac{P_1 V_3}{V_1} \cdot V_1 - P_1 V_3$$

$$\frac{(V_3 - V_1)^2}{V_1 \left(\frac{3}{2} V_3 - \frac{3}{2} V_1 + \frac{5}{2} \frac{V_3^2}{V_1} - \frac{5}{2} \frac{V_1^2}{V_1} \right)} = \frac{3}{2} \frac{P_1 V_3}{V_1}$$

$$-2V_3 V_1 - 3V_1^2 + 5V_3^2$$

$$S = \frac{1}{2} P_1 \frac{(V_3 - V_1)^2}{V_1}$$

$$\frac{5}{2}$$

$$S = \frac{1}{2} \left(\frac{P_1 V_3}{V_1} - P_1 \right) (V_3 - V_1)$$

$$Q_{12} + Q_{23} = \frac{3}{2} JR (P_1 V_3 - P_1 V_1) + \frac{5}{2} \left(\frac{P_2 V_3}{V_1} - P_1 V_3 \right)$$

$$\varepsilon + u_c - u_0 - L\dot{I} = 0$$

$$\varepsilon + \frac{q}{C} - u_0 - L\dot{I} = 0$$

$$\varepsilon + \frac{q}{C} - u_0 + L\ddot{q} = 0$$

$$\ddot{q} + \frac{1}{LC}q + \varepsilon - u_0 = 0$$

$$\ddot{q} + \frac{1}{LC}(q + \varepsilon LC - u_0 LC) = 0$$

Q

$$\sin \varphi_0 = 1$$

$$Q = A \sin(\omega t + \varphi_0) = A \cos(\omega t)$$

$$q = A \cos(\omega t) + u_0 LC - \varepsilon LC$$

$$I \dot{q} = -\omega A \sin(\omega t)$$

$$I_{\max} = \omega A = \sqrt{\frac{1}{LC}} \cdot (Cu_1 + \varepsilon LC - u_0 LC)$$

$$A_{123} = \frac{1}{2} \left(\frac{P_1 V_3^2}{V_1} - P_1 V_3 + P_1 V_1 - P_1 V_3 \right) = \frac{1}{2} P_1 \left(\frac{V_3^2 - V_1^2}{V_1} \right)$$

$$\frac{1}{2} P_1 \left(\frac{V_3^2 - 2V_3 V_1 + V_1^2}{V_1} \right) = \frac{(V_3 - V_1)^2 P_1}{2V_1}$$

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

$$Q_{12} + Q_{23} = P_1 \left(\frac{3}{2} V_3 - \frac{3}{2} V_1 + \frac{5}{2} \frac{V_3^2}{V_1} - \frac{5}{2} V_3 \right) =$$

$$= \frac{P_1 (5V_3^2 - 2V_3 V_1 - 3V_1^2)}{2V_1}$$

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

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

N3

$$\epsilon = \frac{G}{2\epsilon_0} = \frac{q}{25\epsilon_0}$$

$$2 \cdot 10^{-2} - 2,5$$

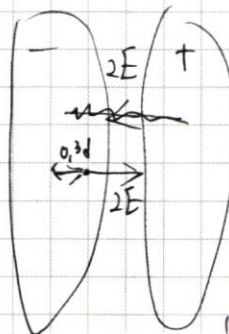
$$0,05$$

$$\frac{13}{250}$$

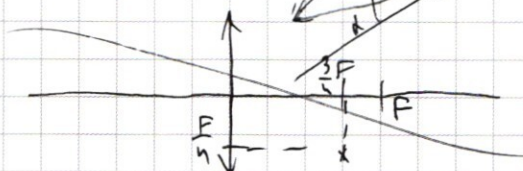
$$\begin{array}{r} 1300 \text{ } 13 \\ \hline 1250 \\ \hline 500 \end{array} \quad \begin{array}{r} 250 \\ \hline 0,052 \end{array}$$

50

60



N5



$$\begin{array}{r} 13 \\ \times 0,02 \\ \hline 026 \\ \hline \end{array}$$

$$3136$$

$$\begin{array}{r} 3 \\ \times 56 \\ \hline 168 \end{array}$$

$$336$$

$$\begin{array}{r} 2 \quad 5 \\ \times 15 \quad 5 \\ \hline 17 \cdot 8 \end{array}$$

$$36$$

N1

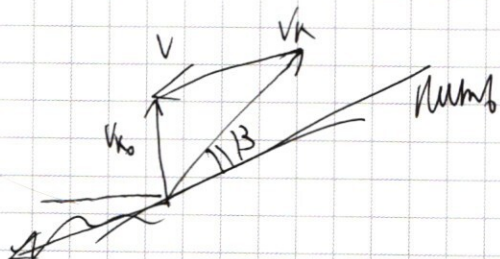
$$\frac{12}{5}$$

$$\frac{2E_1}{\epsilon_0} = \frac{2E_1}{\epsilon_0} + \frac{0,025}{0,3656}$$

$$\begin{array}{r} 1 \\ \times 34 \\ \hline 136 \\ \hline 102 \\ \times 15 \\ \hline 015 \\ \hline 010 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 0,3656 \\ - 0,0520 \\ \hline 0,3136 \end{array}$$

$$\vec{V}_k = \vec{V}_{k0} + \vec{V}_{km}$$



$$\begin{array}{r}
 0,3136 \\
 \times 1,24 \\
 \hline
 12584 \\
 6272 \\
 \hline
 75304 \quad | \quad 53 \\
 - 1,1 \\
 \hline
 53 \quad | \quad 0,1420 \\
 \hline
 223 \\
 - 212 \\
 \hline
 110 \\
 - 106 \\
 \hline
 44
 \end{array}$$

$$\sqrt{\frac{740 \cdot 10^{-6}}{0,1} \cdot 9} = \sqrt[6 \cdot 10^{-3}]{\frac{10 \cdot 71}{0,1}} = 6 \cdot 10^{-3} \sqrt{700}$$

$$24 \cdot 0,56$$

$$\begin{array}{r}
 24 \\
 \times 0,56 \\
 \hline
 144 \\
 1224 \\
 \hline
 1344
 \end{array}$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

№2.

Ка углы 31 давление пропорционально $V \Rightarrow$ для него справедливо

$$P = KV \Rightarrow P_3 = KV_3; P_1 = KV_1. \quad 12 -$$

изохора $\Rightarrow V_2 = V_1; 23 -$ изобара $\Rightarrow P_3 = P_2.$

Известные температуры происходят по 12 и 23 (из рисунка!)

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

$$Q_{23} = \int C_{23} \cdot (T_3 - T_2) = A_{23} + \Delta U_{23}$$

$$Q_{12} = \int C_{12} (T_2 - T_1) = A_{12} + \Delta U_{12}$$

$$A_{23} = P_2 (V_3 - V_2) = P_2 (V_3 - V_1)$$

$$\Rightarrow Q_{23} = \frac{5}{2} P_2 \cdot (V_3 - V_1)$$

$$\Delta U_{23} = \frac{3}{2} \int R (T_3 - T_2) = \frac{3}{2} (P_3 V_3 - P_2 V_2) = \frac{3}{2} P_2 (V_3 - V_1)$$

$$A_{12} = 0 \text{ (изохора)}$$

$$\Delta U_{12} = \frac{3}{2} \int R (T_2 - T_1) = \frac{3}{2} (P_2 V_2 - P_1 V_1) = \frac{3}{2} V_1 (P_2 - P_1) \Rightarrow Q_{12} = \frac{3}{2} V_1 (P_2 - P_1)$$

~~или $P_2 = P_3 = KV_3 \Rightarrow Q_{23} = \frac{5}{2} KV_3 (V_3 - V_1); Q_{12} = \frac{3}{2} V_1 (P_2 - KV_1)$~~

$$\frac{C_{23}}{C_{12}} = \frac{Q_{23}}{\int (T_3 - T_2)} : \frac{Q_{12}}{\int (T_2 - T_1)} = \frac{Q_{23} (T_2 - T_1)}{Q_{12} (T_3 - T_2)} = \frac{\frac{5}{2} (P_2 V_3 - P_2 V_1) (T_2 - T_1)}{\frac{3}{2} (P_2 V_1 - P_1 V_1) (T_3 - T_2)}$$

$$\frac{5}{3}$$

из уравнения Менделеева-Клапейрона:

$$P_2 V_3 = \nu R T_3$$

$$P_2 V_1 = \nu R T_2$$

$$P_1 V_1 = \nu R T_1$$

$$\Rightarrow \frac{C_{p23}}{C_{p12}} = \frac{5(\nu R T_3 - \nu R T_2)(T_2 - T_1)}{3(\nu R T_2 - \nu R T_1)(T_3 - T_2)} = \left(\frac{5}{3}\right)$$

$$\frac{A_{23}}{Q_{23}} = ? = \frac{\frac{3}{2} P_2 (V_3 - V_1)}{P_2 (V_3 - V_1)} = \left(\frac{3}{2}\right)$$

$$\eta = ? = \frac{A_{\text{г.}}}{Q^+} = \frac{A_{2123}}{Q_{12} + Q_{23}}$$

$$\begin{cases} \Delta U_{12} = 0 \\ A_{12} = 0 \end{cases} \quad \begin{cases} \Delta U_{23} = 0 \\ A_{23} > 0 \end{cases}$$

$$A_{23} = S_{\Delta 123} = \frac{1}{2} (P_2 - P_1) \cdot (V_3 - V_1)$$

$$\cdot (V_3 - V_1) =$$

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

$$\Rightarrow \frac{1}{2} (\nu R T_3 - K \cdot V_3 \cdot V_1 + \nu R T_1 - K V_1 V_3)$$

$$Q_{12} + Q_{23} = \frac{3}{2} \frac{1}{2} (P_2 V_1 - P_1 V_1) + \frac{5}{2} (P_2 V_3 - P_2 V_1) =$$

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

$$P_1 = K V_1; P_2 = K V_3 \Rightarrow P_2 = \frac{P_1 V_3}{V_1} \text{ Подставим}$$

$$Q_{12} + Q_{23} = \frac{1}{2} P_1 (-2V_3 - 3V_1 + 5 \frac{V_3^2}{V_1}) = \frac{P_1 (5V_3^2 - 2V_1 V_3 - 3V_1^2)}{2V_1} = \frac{P_1 (V_3 - V_1) (5V_3 + 3V_1)}{2V_1}$$

$$A_{23} = \frac{1}{2} P_1 \left(\frac{V_3^2 - 2V_3 V_1 + V_1^2}{V_1} \right) = \frac{(V_3 - V_1)^2 P_1}{2V_1}$$

$$\eta = \frac{A_{23}}{Q_{12} + Q_{23}} = \frac{V_3 - V_1}{5V_3 + 3V_1} = \frac{1}{5} \cdot \frac{8V_1}{5(5V_3 + 3V_1)}, \text{ где } V_1 = 0.$$

Второе слагаемое $\rightarrow$ максимум ($V_1 \geq 0$) $\Rightarrow \eta = \max =$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

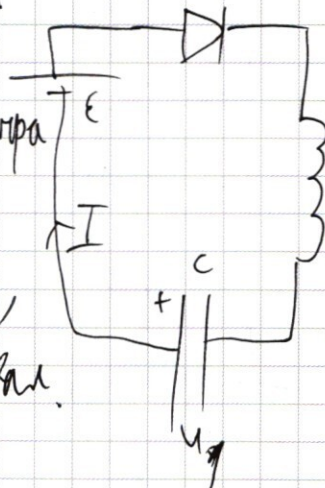
$\neq 0,2$

Ответ: $\frac{5}{3}$; $\frac{3}{2}$; $0,2$.

н.ч.

$$\mathcal{E} + U_1 - U_0 - L \dot{I} = 0 \quad - \text{ в начальном}$$

$$\dot{I} = \frac{\mathcal{E} + U_1 - U_0}{L} = 70 \frac{\text{А}}{\text{с}} \quad \text{правило Кирхгофа}$$



Ток будет максимальным, если $\dot{I} = 0$,
т.к. иначе ток бы возрастал или убывал.

$$\mathcal{E} + U_c - U_0 = 0 \quad - \text{ в момент, когда ток} = \max$$

$$\cancel{\mathcal{E} + \frac{q}{C} = U_0} \quad U_c = U_0 - \mathcal{E} = -5 \text{ В} \Rightarrow \text{конденсатор заряжен отрицательно}$$

$$\text{ЗЗ: } A_{\text{ист}} = \Delta W_c + \Delta W_L + A_D \quad (\mathcal{E} - U_0) q = \frac{L I_{\max}^2}{2} + \frac{C U_c^2}{2} - \frac{C U_1^2}{2}$$

$\Delta W_L = 0$, т.к. в начальном моменте $I = 0$ из-за индуктивности катушки

$$q = U_c \cdot C - U_1 \cdot C = C(U_c - U_1)$$

$$C(\mathcal{E} - U_0)(U_c - U_1) = \frac{L I_{\max}^2}{2} + \frac{C U_c^2}{2} - \frac{C U_1^2}{2} \Rightarrow \frac{L I_{\max}^2}{2} =$$

Программный расчет по т

$$I(t) = -u A \sin(\omega t) \Rightarrow I_{\max} = u A = u \sqrt{\frac{1}{L C}} = 154$$
$$A = (u_1 + \varepsilon L C - u_0 L C) = 0.054$$
$$q(t) = A \cos(\omega t) + u_0 L C - \varepsilon L C$$
$$q + \varepsilon L C - u_0 L C = A \cos(\omega t)$$
$$q(0) = (u_1 + \varepsilon L C - u_0 L C) = 154$$

$$q(t) = A \cos(\omega t)$$
$$q(0) = A \sin(\omega t + \varphi_0)$$
$$q(0) = \max = A \quad (m.k. \text{ норм. константа})$$
$$\sin(\omega \cdot 0 + \varphi_0) = 1$$
$$\varphi_0 = \frac{\pi}{2}$$

$$q + \frac{1}{L C} q = 0 \quad \text{— уравнение колебаний, } u = \sqrt{\frac{1}{L C}}$$

$$q'' + \frac{1}{L C} (q + \varepsilon L C - u_0 L C) = 0$$
$$q'' + \frac{1}{L C} q = 0 \Rightarrow q = q$$

II 3-й вариант в натуральном масштабе:

$$q + u_c - u_0 - L \ddot{q} = 0, \quad q - \text{заряд резонансного контура}$$
$$L \ddot{q} + u_0 + L \dot{q} = 0, \quad m.k. \quad \dot{q} = -I \quad (I \text{ — ток, } q \text{ — заряд)}$$

$$I_{\max} = \sqrt{\frac{2 C (\varepsilon - u_0 / (u_c - u_1))}{L} + \frac{L}{C} (u_1 - u_c)} = \sqrt{\frac{2 \cdot 10^{-3} \cdot 5 \cdot (1 - 1)}{0.1} + \frac{0.1}{2 \cdot 10^{-3}}} = 154$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

В установившемся режиме все процессы прекратились $\Rightarrow$ ток
не $I=0$; $\dot{I}=0$ (иначе заряд перетекал с одной пластины на
другую)

В конце: $\varphi - \varphi_0 + \varphi = 0 \quad \varphi = \varphi_0 - \varphi$

Конденсатор окончательно перезарядился ($q(t) = \min$) по обрат-
но разряжаться он не может, т.к. диод не пропускает ток
в обратном направлении. $\Rightarrow \varphi_2$ - в момент, когда $q(t) = \min$.

в режиме установившегося $\Downarrow$ вынужденная. $\downarrow$ на левой обкладке

$q(t) = \min$, если $\cos(\omega t) = -1$

$\Downarrow$
 $q(t) = -A + U_0 LC - \varepsilon LC = -C\varphi_1 - 2\varepsilon LC + 2U_0 LC$

$\varphi_2 = \frac{q(t)}{C} = \frac{2U_0 LC - 2\varepsilon LC - C\varphi_1}{C} = 2U_0 L - 2\varepsilon L - \varphi_1 = 0,2 - 1,2 - 2 =$

$= (-3) \quad |\varphi_2| = 3\text{В}$

Ответ: $70 \frac{\text{А}}{\text{с}}$; $2,5 \text{А}$; 3В .
 $0,05 \text{А}$

$d \leftarrow R \Rightarrow E_{\text{обкладки}} = \frac{Q}{2\varepsilon_0} = \frac{qQ}{2\varepsilon_0 S}$ N3.
 $E_{\text{конд.}} = 2E_{\text{обкл.}} = \frac{qQ}{\varepsilon_0 S}$
 $F_k = E|q| = \frac{Q|q|}{\varepsilon_0 S}$ $ma = F_k \Rightarrow m \frac{(v-0)}{t} = \frac{Q|q|}{\varepsilon_0 S}$, $a = \frac{Q|q|}{\varepsilon_0 S m}$

$$S = \frac{at^2}{2}$$

$$0,5d - 0,3d = \frac{at^2}{2}$$

м.к. частица ^{была} равноускорена
от обкладки на $p = 0,5d$.

$$0,4d = at^2 = \frac{F_k T^2}{m} = \frac{Q|q|T^2}{\epsilon_0 S m} = \frac{Q \cancel{\gamma} T^2}{\epsilon_0 S}$$

$$T = \sqrt{\frac{0,4d\epsilon_0 S}{Q \cancel{\gamma}}} =$$

ма $d - 0,3d = \frac{at_{\pi}^2}{2}$ ^{время нахождения в конденсаторе}

$$at_{\pi} = v_1 - 0 = v_1 \Rightarrow t_{\pi} = \frac{v_1}{a}$$

$$d - 0,3d = \frac{v_1^2 - 0^2}{2a} = 0,7d = \frac{v_1^2}{2a}$$

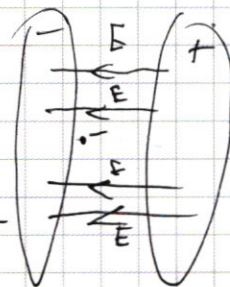
$$= \sqrt{\frac{0,4d\epsilon_0 S \cdot 1,4d\cancel{\gamma}}{v_1^2 \epsilon_0 S}} =$$

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

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

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

Забыв написать раньше, что частица движется
в сторону положительной обкладки, т.к. E направ-
лена к отрицательной, а частица имеет отри-
цательный заряд $\Rightarrow \vec{F}_k \uparrow \vec{E}$.



наружу конденсатора $|E^+| = |E^-|$; $\vec{E}^+ \uparrow \vec{E}^- \Rightarrow a = 0 \Rightarrow$
_{наружу}

$$V_2 = V_1$$

Ответ: $\frac{d}{v_1} \cdot \sqrt{0,56}$; $\frac{v_1^2 \epsilon_0 S}{1,4 d \cancel{\gamma}}$; v_1 .

~~##~~

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

№5.

Для линзы предметом является изображение
источника S в зеркале (S').

Оно в данный момент находится на $\frac{3F}{4}$ от

OO_1 и на $\frac{F}{4} + 2 \cdot (\frac{3F}{4} - \frac{F}{4}) = \frac{5F}{4}$ от линзы.

Луч, проходящий через оптический центр линзы не преломляется,
луч, проходящий параллельно OO_1 , пересечёт OO_1 в F .

По формуле
тонкой линзы

$$\frac{1}{F} = \frac{1}{f} + \frac{1}{d}$$

$$d = \frac{5F}{4}$$

$$\frac{1}{F} = \frac{1}{f} - \frac{4}{5F} = \frac{1}{5F} \Rightarrow f = 5F$$

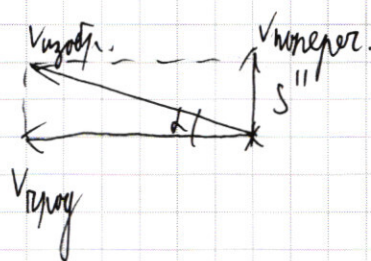
Скорость изображения складывается из двух скоростей: продольной
(вдоль OO_1) и поперечной (перпендикулярно OO_1).

$\Gamma = \frac{f}{d} = \frac{5F}{5F} = 4$. Продольная скорость изображения в Γ^2 раз
больше $v_{предмета}$. Поперечная скорость в Γ раз больше $v_{предмета}$.

цз 2

из преобразования скоростей найдем

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{v_{\text{попер.}}}{v_{\text{прод.}}} = \frac{\Gamma \cdot v_{s'}}{\Gamma^2 v_{s'}} = \frac{1}{\Gamma} = \frac{1}{\gamma}$$



//

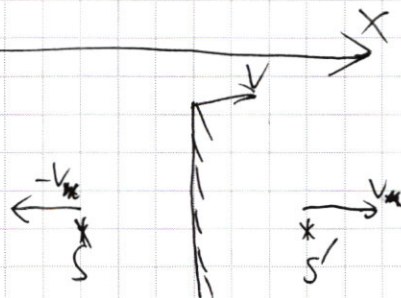
$$L = \alpha \operatorname{tg} \left(\frac{1}{\gamma} \right)$$

$v_{s'} = 2V$, т.к. если мы перейдем в СО, связанную с зеркалом, то в пр-вом на ось x S будет дви-

ваться со скоростью $-V \Rightarrow S'$ будет двигаться со скоростью V в силу симметрии относительно зеркала.

При переходе обратно в СО Земли S' будет двигаться со скоростью

$$V + V = 2V.$$



$$v_{\text{изобр}} = \sqrt{v_{\text{прод}}^2 + v_{\text{попер.}}^2} = \sqrt{(\Gamma^2 \cdot 2V)^2 + (\Gamma \cdot 2V)^2} = \sqrt{4\Gamma^4 V^2 + 4\Gamma^2 V^2} =$$

$$= 2\Gamma V \sqrt{\Gamma^2 + 1} = 8V \sqrt{17}$$

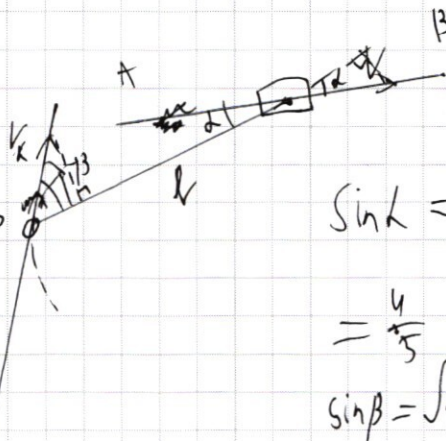
Ответ: 5 F; $\alpha \operatorname{tg} \left(\frac{1}{\gamma} \right)$; $8\sqrt{17} V$.

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

N1.

Скорость движения калыва направлена
по касательной к ~~окруж~~ дуге CD.

Вить переставили и не проводили $\Rightarrow$
проекции скоростей муфта и калыва
на ось нити равны (иначе нить бы
провисала или растягивалась)



$$\sin \alpha = \sqrt{1 - \frac{9}{25}} =$$

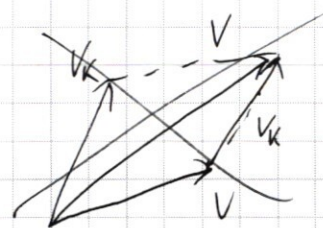
$$= \frac{4}{5}$$

$$\sin \beta = \sqrt{1 - \frac{225}{289}} =$$

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

$$V_k \cos \beta = V \cos \alpha \Rightarrow V_k = V \cdot \frac{\cos \alpha}{\cos \beta} = \frac{0,34 \cdot 15 \cdot 5}{17 \cdot 8} = 0,5 \text{ м/с}$$

$$\vec{V}_{\text{ком.}} = \vec{V}_k - \vec{V}$$



Из правила параллелограмма (рис.) получаем
по т. косинусов:

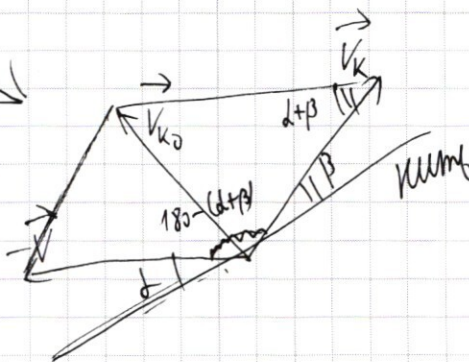
$$(-\vec{V})^2 + (\vec{V}_k)^2 - 2(-V) \cdot |V_k| \cdot \cos(\alpha + \beta) = V_{k0}^2$$

$$V^2 + V_k^2 - 2 \cdot V \cdot V_k (\cos \alpha \cdot \cos \beta + \sin \alpha \sin \beta) = V_{k0}^2$$

$$0,34^2 + 0,5^2 - 2 \cdot 0,34 \cdot 0,5 \cdot \left(\frac{45}{17} \cdot \frac{3}{8} + \frac{4}{5} \cdot \frac{8}{17} \right) = V_{k0}^2$$

$$0,3656 - 0,34 \cdot \left(\frac{45}{85} - \frac{32}{85} \right) = 0,3656 - 0,34 \cdot \frac{13}{85} = 0,3656 - 0,02 \cdot \frac{13}{5} =$$

$$= 0,3136 = V_{k0}^2 \Rightarrow V_{k0} = 0,56 \text{ м/с}$$



Перейдем в СО, связанную с муфтой. В ней кольцо в данный момент движется со скоростью $V_{k0} = 0,56 \text{ м/с}$ по окружности радиусом $L = \frac{5R}{4}$

$$T = \frac{m V_{k0}^2}{L} = m_{\text{у.с.}} \Rightarrow T = \frac{4m V_{k0}^2}{5R} = \frac{4 \cdot 0,3 \cdot 0,3136}{5 \cdot 0,53} =$$

$$= \frac{6 \cdot 0,3136}{25 \cdot 0,53} = \frac{24 \cdot 0,3136}{53} \approx 0,24 \cdot 0,56$$

Ответ: ~~0,5~~ м/с; 0,56 м/с; 0,14 Н