

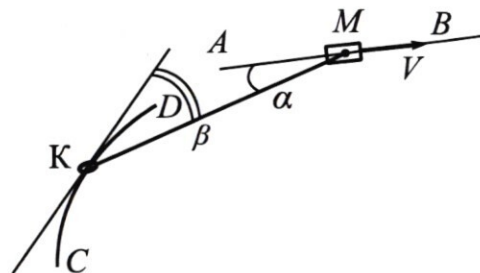
Олимпиада «Физтех» по физике, ф

Вариант 11-03

Класс 11

Бланк задания обязательно должен быть вложен в работу. Работы без влс

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.



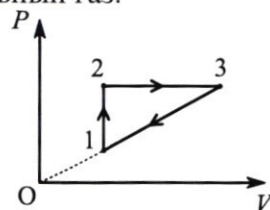
- 1) Найти скорость кольца в этот момент.
- 2) Найти скорость кольца относительно муфты в этот момент.
- 3) Найти силу натяжения нити в этот момент.

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.



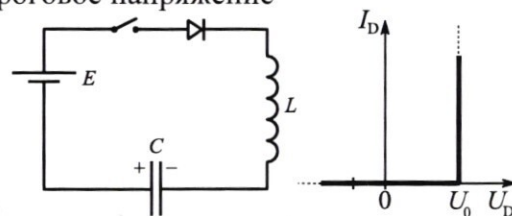
3. Обкладки конденсатора – круглые металлические сетки, радиус обкладок намного больше расстояния d между обкладками. Из точки, находящейся между обкладками на оси симметрии на расстоянии $0,3d$ от отрицательно заряженной обкладки стартует с нулевой начальной скоростью отрицательно заряженная частица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

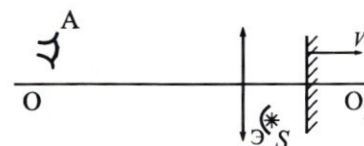
При движении частицы электрическое поле, созданное зарядами конденсатора, считать неизменным, а электрическое поле внутри конденсатора вблизи оси симметрии считать однородным.

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

N1

1) Если нить катюшката, то проекции скоростей муфты и кольца на ось, ~~то есть параллельно~~ продолжению вдеи нити равны. Скорости кольца направл. по касат. к окружн.

$V \cos \alpha = v \cos \beta$, где v - скорость кольца

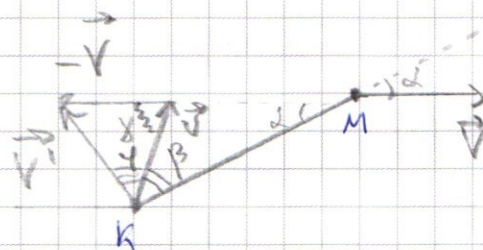
$$v = V \frac{\cos \alpha}{\cos \beta} = 34 \cdot \frac{15}{17} \cdot \frac{5}{3} = \frac{2 \cdot 15 \cdot 5}{3} = 50 \frac{\text{см}}{\text{с}}$$

2) $\vec{V}' = \vec{v} - \vec{V}$, где $\vec{V}'$ - скорости

кольца относ. муфты.

Построим треугольник

скоростей $\vec{V}'$, $\vec{v}$, $\vec{V}$ (см. рис.)



$$\gamma = \alpha + \beta, \quad V'^2 = V^2 + v^2 - 2Vv \cos \gamma \quad (7. \text{ косинусов})$$

$$V'^2 = V^2 + v^2 - 2Vv \cos(\alpha + \beta)$$

$$\cos(\alpha + \beta) = \cos \alpha \cos \beta - \sin \alpha \sin \beta = \left(1 - \frac{9}{25}\right) \cdot \frac{3}{5} - \frac{4}{5} \cdot \frac{3}{5} = \frac{15}{17} \cdot \frac{3}{5} - \frac{12}{25} = \frac{9}{17} - \frac{12}{25} = \frac{225 - 208}{425} = \frac{17}{425}$$

$$V'^2 = 34^2 + 50^2 - 2 \cdot 34 \cdot 50 \cdot \frac{17}{425} = 34^2 + 50^2 - 40 \cdot 13 = 4(17^2 + 25^2 - 130) = 4(289 + 625 - 130) = 4(159 + 625) = 4 \cdot 784 = 4 \cdot 4 \cdot 196$$

$$V' = 2 \cdot 2 \cdot 14 = 56 \frac{\text{см}}{\text{с}}$$

3) Рассмотрим силы, действующие на кольцо в данной

координатными m-mu.

$$\vec{N} + \vec{T} = m\vec{a}$$

$$ay: T \sin \beta - N = m ay$$

$$ay = \frac{v^2}{R}$$

$$Ox: T \cos \beta = m ax$$

$$\Delta KOM: OM^2 = OK^2 + KM^2 - 2 \cdot OK \cdot KM \cdot \cos(90^\circ - \beta)$$

$$OM^2 = R^2 + l^2 - 2 R l \sin \beta = R^2 \left(1 + \frac{25}{16} - 2 \cdot \frac{5}{4} \cdot \frac{4}{5} \right) = \frac{9}{16} R^2, OM = \frac{3}{4} R$$

Ищем малое перемещение:

$$d(OM)^2 = d(R^2 + l^2 - 2 R l \sin \beta)$$

$$R = \text{const}, l = \text{const}$$

$$2 \cdot OM \cdot d(OM) =$$

$$= -2 R l \cos \beta \cdot d\beta$$

$$d OM = MN \cdot \sin \alpha$$

$$d\beta = - \frac{OM \cdot MN \sin \alpha}{R l \cos \beta}$$

$$MN = V dt$$

$$d\beta = - \frac{3}{4} \cdot \frac{R \cdot V \sin \alpha}{R \cdot \frac{5}{4} R \cos \beta} dt = - \frac{3}{5} \cdot \frac{V \sin \alpha}{R \cos \beta} dt$$

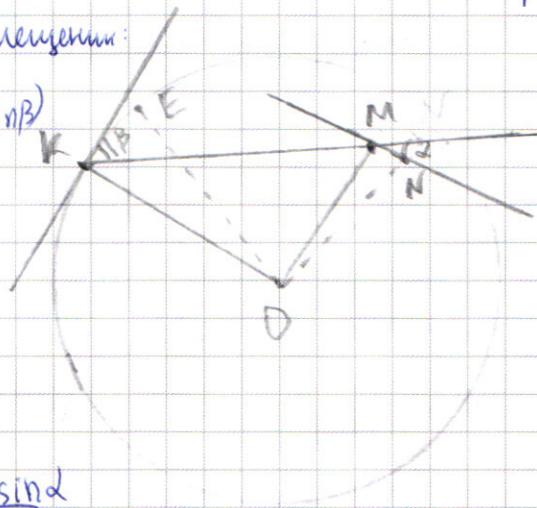
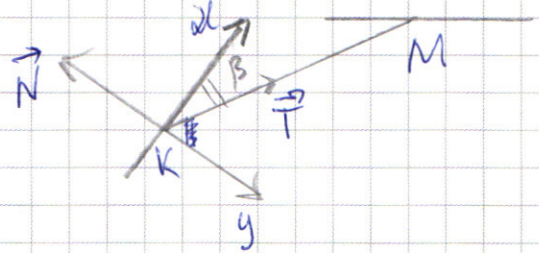
$$\int \cos(\beta + d\beta) = V \cos(\alpha + d\alpha)$$

$$\int \cos \beta + \int \sin \beta d\beta = V \cos \alpha + - V \sin \alpha d\alpha$$

$$\int \cos \beta = V \cos \alpha =$$

$$\int \sin \beta d\beta = V \sin \alpha d\alpha$$

$$T \cdot \int dt = B \text{ c.o. } \text{мыслим каково значение}$$



ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

поперечное Увеличение мнимы: $\Gamma = \frac{b}{a}$

Расстояние A от оси: $H = \Gamma \cdot \frac{3}{4} F = \frac{3}{4} \cdot \frac{b}{a} F =$
 $= \frac{3}{4} \cdot \frac{F^2}{a-F}$

$$V_{\perp} = \dot{H} = \frac{3F^2}{4} \cdot \left(\frac{1}{a-F} \right) = \frac{3F^2}{4} \cdot \frac{-a}{(a-F)^2} = -\frac{3}{4} a \left(\frac{F}{a-F} \right)^2$$

$= -\frac{3}{4} \cdot 2V \cdot 16 = -24V$ — скорость изображения вдоль мнимы.
 (знак означает, что H уменьшается.)

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{V_{\perp}}{V_{\parallel}} = \frac{24}{32} = \frac{3}{4}$$

3) $V_n^2 = V_{\perp}^2 + V_{\parallel}^2$

$$V_n = V \sqrt{24^2 + 32^2} = 8V \sqrt{3^2 + 4^2} = 20V \cdot 40V$$

Ответ: 1) $b = 5F$; 2) $\operatorname{tg} \alpha = \frac{3}{4}$; 3) $V_n = 20V \cdot 40V$

В с.о. муфта качается по окружности радиуса l

$$\varphi + \beta = 90^\circ$$

$$\frac{V'^2}{l} = a_y$$

2-й з.и Нютона в проекции на нить:

$$T - N \sin \beta = m \frac{V'^2}{l}$$

в проекции на радиус R :

$$m \cdot \frac{V^2}{R} = T \sin \beta - N \Rightarrow N = T \sin \beta - m \frac{V^2}{R}$$

$$T - T \sin^2 \beta + m \frac{V^2}{R} \sin \beta = m \frac{V'^2}{l}$$

$$T (1 - \sin^2 \beta) = m \left(\frac{V'^2}{l} - \frac{V^2 \sin \beta}{R} \right) = \frac{m}{R} \left(\frac{4}{5} V'^2 - \frac{4}{5} V^2 \right)$$
$$= \frac{4m}{5R} (V'^2 - V^2)$$

$$T = \frac{4m}{5R} \frac{V'^2 - V^2}{1 - \sin^2 \beta} = \frac{4m}{5R} \cdot \frac{25}{9} \cdot \left(\frac{V'^2 - V^2}{0,56^2 - 0,5^2} \right) =$$
$$= \frac{20m}{9R} (V'^2 - V^2) = \frac{20 \cdot 0,3}{9 \cdot 0,53} (0,56 - 0,5)(0,56 + 0,5) =$$
$$= \frac{2}{3 \cdot 0,53} \cdot 0,06 \cdot 1,06 = \frac{2 \cdot 0,06 \cdot 2}{3} = 4 \cdot 0,02 = 0,08 \text{ Н}$$

Ответ: 1) $V = 50 \frac{\text{см}}{\text{с}}$; 2) $V' = 56 \frac{\text{см}}{\text{с}}$; 3) $T = 0,08 \text{ Н}$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

№2.

1) Температура повышается как 12 и 23.

$$C_{12} = C_V = \frac{3}{2} R, \quad C_{23} = C_P = \frac{5}{2} R$$

$$\frac{C_{12}}{C_{23}} = \frac{3}{5}$$

$$2) \quad Q_{23} = C_{23} (T_3 - T_2) = \frac{5}{2} \nu R (T_3 - T_2) + p_2 (V_3 - V_2) =$$

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

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

$$A_{23} = p_2 (V_3 - V_2) = p_2 V_3 - p_2 V_2 = \nu R (T_3 - T_2)$$

$$(p_2 = p_3)$$

$$\frac{\Delta U_{23}}{A_{23}} = \frac{3}{2}$$

3) $A = \frac{1}{2} (p_2 - p_1) (V_3 - V_2)$ - работа в цикле.

Пусть на 12: $p = \alpha V$, тогда $p_2 = p_3 = \alpha V_3$, $p_1 = \alpha V_1$.

$$A = \frac{1}{2} (\alpha V_3 - \alpha V_1) (V_3 - V_1) \quad (V_2 = V_1)$$

$$A = \frac{1}{2} \alpha (V_3 - V_1)^2$$

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

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

$$= \frac{5}{2} \nu R T_3 - \nu R T_2 - \frac{3}{2} \nu R T_1 = \frac{5}{2} p_3 V_3 - p_2 V_2 - \frac{3}{2} p_1 V_1 =$$

$$= \frac{5}{2} \alpha V_3^2 - \alpha V_3 V_2 - \frac{3}{2} \alpha V_1^2$$

Пусть $\frac{p_3}{p_1} = \frac{V_3}{V_1} = \alpha$, тогда $A = \frac{1}{2} (\alpha p_1 - p_1) (\alpha V_1 - V_1)$

$$(p_2 = p_3, V_1 = V_2), \quad A = \frac{1}{2} p_1 V_1 (\alpha - 1)^2; \quad Q_H = Q_{12} + Q_{23}$$

$$Q_H = \frac{3}{2} pR(T_2 - T_1) + \frac{5}{2} pR(T_3 - T_2) = \frac{1}{2} pR(3T_2) - \frac{3}{2} p_2 V_2 - \frac{3}{2} p_1 V_1 + \frac{5}{2} p_3 V_3 - \frac{5}{2} p_2 V_2 = \frac{5}{2} p_3 V_3 - p_2 V_2 - \frac{3}{2} p_1 V_1 =$$

$$= \frac{5}{2} d^2 p_1 V_1 - d p_1 V_1 - \frac{3}{2} p_1 V_1 = \frac{1}{2} p_1 V_1 (5d^2 - 2d - 3)$$

(н-во мемории, найгр. ом кузр.)

$$\eta = \frac{A}{Q_H} = \frac{\frac{1}{2} p_1 V_1 (d-1)^2}{\frac{1}{2} p_1 V_1 (5d^2 - 2d - 3)} = \frac{(d-1)^2}{5d^2 - 2d - 3} = \frac{d^2 - 2d + 1}{5(d^2 - 2d + 1) + 9d - 8}$$

$$= \frac{d^2 - 2d - 1}{5d^2 - d - 3} = \frac{\frac{1}{5}(5d^2 - 2d - 3) - \frac{8}{5}d + \frac{3}{5} - 1}{5d^2 - d - 3} =$$

$$= \frac{1}{5} - \frac{1}{5} \frac{8d + 2}{5d^2 - d - 3} = \frac{1}{5} \left(1 - \frac{8d + 2}{5d^2 - d - 3} \right)$$

Найдем максимум $f(d) = \frac{9d + 2}{5d^2 - d - 3}$: $f' = \frac{9(5d^2 - d - 3) - (9d + 2)(5d - 1)}{(5d^2 - d - 3)^2}$

$$f' = \frac{45d^2 - 9d + 27 - 45d^2 - d + 2}{(5d^2 - d - 3)^2} = \frac{-10d + 29}{(5d^2 - d - 3)^2}$$

если $d < 2,9$, то $f' > 0$; $d > 2,9$, $f' < 0$ ⇒

функция имеет максимум

$$5d^2 - 2d - 3 = (d-1)(5d+3)$$

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

$$f(d) = \frac{d-1}{5d+3}, \quad f' = \frac{1 \cdot (5d+3) - 5(d-1)}{(5d+3)^2} = \frac{8}{(5d+3)^2}$$

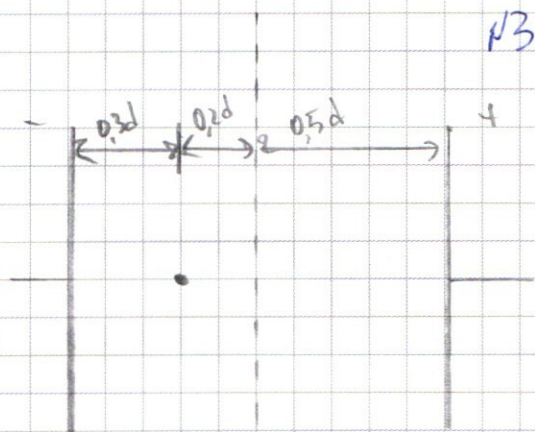
$$f(d) = \frac{1}{5} - \frac{1}{5} \frac{(5d+3) - \frac{3}{5} - 1}{5d+3} = \frac{1}{5} - \frac{8}{5(5d+3)}$$

при $d \rightarrow \infty$ $5d+3 > 0$ и максим. значение $f_{\max} = \frac{1}{5}$

$\eta_{\max} = 20\%$ ($5d+3$ — растет с ростом d)

Ответ: 1) $\frac{c_{12}}{c_{23}} = \frac{3}{5}$; 2) $\frac{A_{123}}{A_{23}} = \frac{3}{2}$; 3) $\eta_{\max} = 20\%$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА



Пусть $\vec{E}$ - поле внутри конденса-
тора, тогда: $F = E|q|$ - сила, действо-
вавшая на заряд.

$$\frac{mV_1^2}{2} = q|q|\varphi = |q|E \cdot 0,2d$$

$$E = \frac{mV_1^2}{1,4|q|d} = \frac{V_1^2}{1,4\gamma d}$$

$a = \frac{F}{m} = E \frac{|q|}{m} = E\gamma$ - ускорение частицы

$$1) \frac{aV_1^2}{2} = 0,2d \quad T = \sqrt{\frac{2 \cdot 0,2d}{a}} = 2\sqrt{\frac{0,1d}{E\gamma}} = 2\sqrt{\frac{0,1d \cdot 1,4\gamma d}{V_1^2}} = \frac{d}{V_1} \cdot 2\sqrt{14}$$

2) $E = \frac{\sigma}{\epsilon_0}$, где σ - поверхн-ть заряда на обкладках.

$\sigma = \frac{Q}{\pi R^2}$, где R - радиус обкладки; $\pi R^2 = S$

$\frac{Q}{\pi R^2} = \epsilon_0 E$, $Q = \pi \epsilon_0 R^2 \cdot \frac{V_1^2}{1,4\gamma d} = \epsilon_0 S \frac{V_1^2}{1,4\gamma d}$

3) Пусть на оси симметрии $\varphi = 0$, тогда на
бесконечности $\varphi = 0$, у левой обкладки $\varphi_- = -\frac{Ed}{2}$,
у правой: $\varphi_+ = \frac{Ed}{2}$

В точке старта: $\varphi_0 = -E \cdot 0,2d$

$$\frac{mV_2^2}{2} = q(\varphi_0 - \varphi) = -qE \cdot 0,2d = \frac{0,2|q|d \cdot V_1^2}{1,4\gamma d}$$

$$V_2^2 = \frac{2^2}{7} \cdot \frac{|q|}{\gamma m} \quad V_2^2 = \frac{2^2}{7} V_1^2, \quad V_2 = V_1 \sqrt{\frac{2^2}{7}} = \frac{2\sqrt{7}}{7} V_1$$

Ответ: 1) $T = \frac{d}{V_1} \cdot 2\sqrt{14}$; 2) $Q = \epsilon_0 S \frac{V_1^2}{1,4\gamma d}$; 3) $V_2 = \frac{2\sqrt{7}}{7} V_1$

N4.

1) сразу после замыкания:

$$\mathcal{E} + U_1 = L \dot{I}(0) + U_0 \quad (\text{так в цепи } I(0) = 0)$$

$$\dot{I}(0) = \frac{\mathcal{E} + U_1 - U_0}{L} = \frac{7}{0,1} = 70 \frac{\text{A}}{\text{с}}$$

2) когда ток в цепи максимален $\dot{I} = 0$, $L \dot{I} = 0$,
 $\mathcal{E} + \frac{q}{C} = U_0$ (q - заряд левой обкладки конденсатора)

$$q = (U_0 - \mathcal{E}) \cdot C$$

$A = \mathcal{E} \cdot (q_0 - q)$ - работа источника, q_0 - начальный заряд конденсатора, $q_0 = C U_1$.

$$A = \Delta E_C + \Delta E_L = \left(-\frac{C U_1^2}{2} + \frac{q^2}{2C} \right) + \frac{L I^2}{2}, \quad I - \text{ток в цепи.}$$

$$\mathcal{E} (C U_1 - q) = \frac{q^2}{2C} - \frac{C U_1^2}{2} + \frac{L I^2}{2}$$

$$\mathcal{E} (C(U_1 - U_0) + C \mathcal{E}) = \frac{C(U_0 - \mathcal{E})^2}{2} - \frac{C U_1^2}{2} + \frac{L I^2}{2}$$

$$L I^2 = 2 C \mathcal{E} (U_1 - U_0 + \mathcal{E}) - C (U_0 - \mathcal{E})^2 + C U_1^2$$

$$L I^2 = C (2 \cdot 6 (2 - 1 + 6) - (1 - 6)^2 + 2^2) =$$

$$= C (60 - 25 + 4) = C \cdot 39$$

$$I = \sqrt{\frac{40 \cdot 10^{-6}}{0,1} \cdot 39}$$

$A = \mathcal{E} (C U_1 - q)$ - работа источника

$A = \Delta E_C + \Delta E_L + Q$, где Q - тепло, выделившееся в

резисторе; $dQ = U_0 I dt = U_0 dq$; $Q = U_0 \Delta q = U_0 (C U_1 - q)$

$$\mathcal{E} (C U_1 - q) = U_0 (C U_1 - q) + \frac{q^2}{2C} - \frac{C U_1^2}{2} + \frac{L I^2}{2}, \quad I - \text{ток в цепи.}$$

$$C(\mathcal{E} - U_0)(U_1 - U_0 + \mathcal{E}) = \frac{C(U_0 - \mathcal{E})^2}{2} - \frac{C U_1^2}{2} + \frac{L I^2}{2}$$

$$2C(\mathcal{E} - U_0)(U_1 - U_0 + \mathcal{E}) - C(U_0 - \mathcal{E})^2 + C U_1^2 = L I^2$$

$$C(2 \cdot 5 \cdot 7 - 25 + 4) = L I^2 = C \cdot 49 \Rightarrow I = \sqrt{\frac{40 \cdot 10^{-6} \cdot 49}{0,1}}$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$$I = \sqrt{400 \cdot 10^{-6} \cdot 49} = 20 \cdot 10^{-3} \cdot 7 = 0,14 \text{ A}$$

3) Тогда напряжение на конденсаторе установится: тока нет, напряжение на диоде U_0 .

$$U_2 + U_0 = \mathcal{E}$$

$$U_2 = \mathcal{E} - U_0 = 5 \text{ B.}$$

Ответ: 1) $I(0) = 70 \frac{\text{A}}{\text{C}}$; 2) $I = 0,14 \text{ A}$; 3) $U_2 = 5 \text{ B.}$

1) S' -изображение S в

зеркале.

$$a = \frac{1}{4}F + 2 \cdot \left(\frac{3}{4}F - \frac{1}{4}F \right) = \frac{5}{4}F$$

$$\frac{1}{a} + \frac{1}{b} = \frac{1}{F} \quad b = \frac{aF}{a-F}$$

$$\frac{1}{b} = \frac{1}{\frac{5}{4}F} \left(1 - \frac{4}{5} \right) = \frac{1}{5F}$$

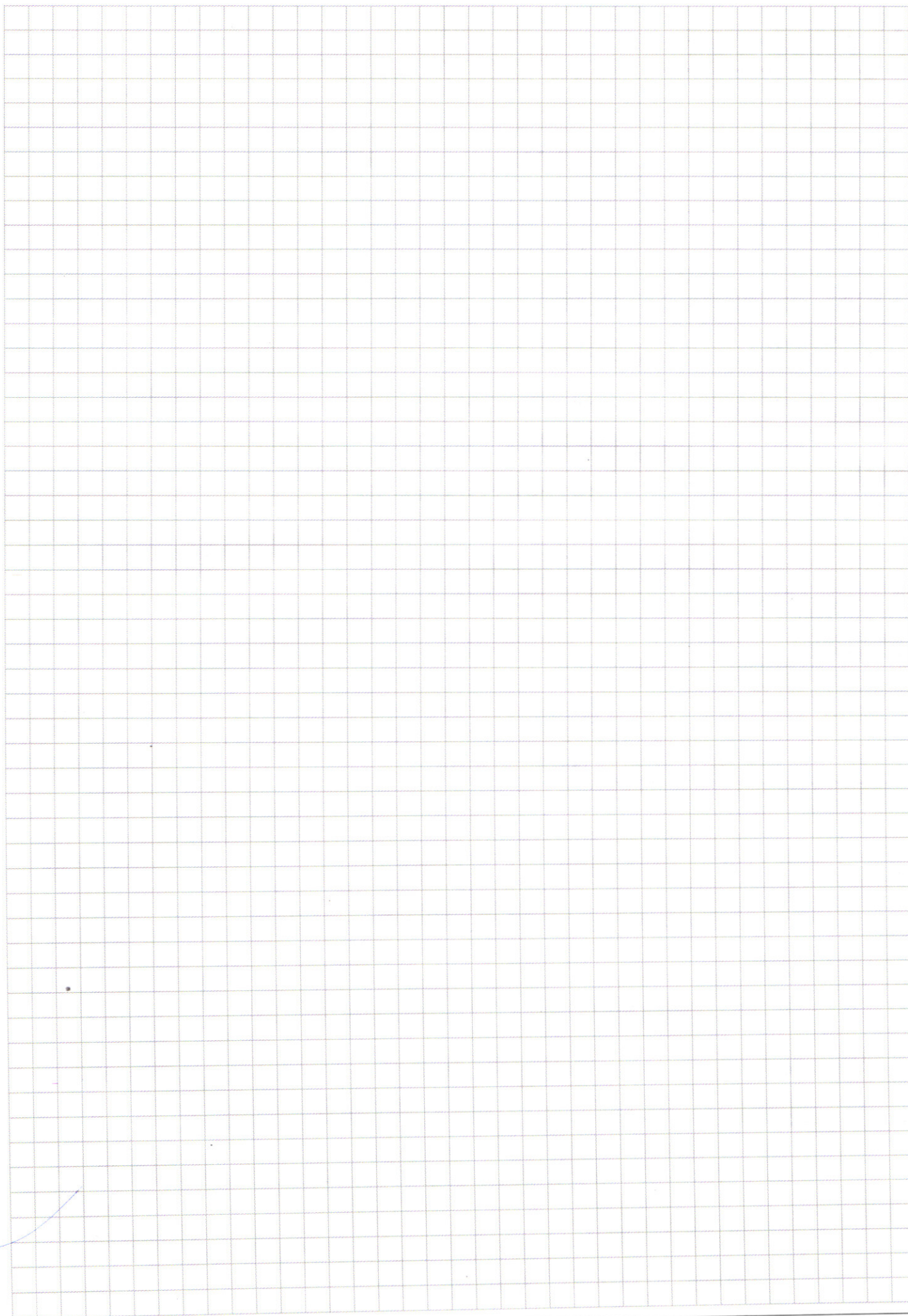
$b = 5F$ - искомое расстояние. $b = 5F$

$b_2 =$

2) С с.о. зеркала S и S' движутся с одинаковой скоростью в разных направлениях. В лаб. системе S' движется со скоростью $V_1 V = 2V$ вправо, $\dot{a} = 2V$.

$$V_{11} = \dot{b} = \frac{\dot{a}F(a-F)}{(a-F)^2} = -\dot{a} \left(\frac{F}{a-F} \right)^2 = -2V \left(\frac{F}{a-F} \right)^2$$

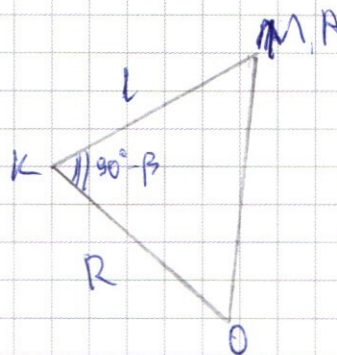
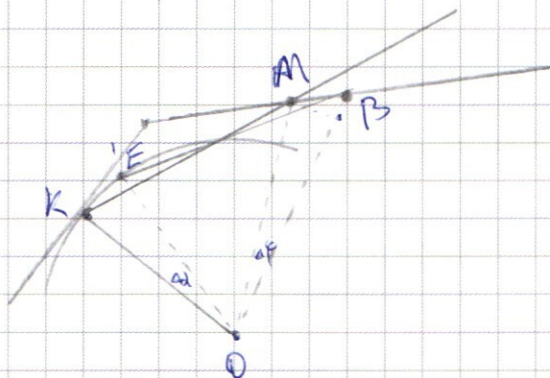
$V_{11} = -4^2 \cdot V \cdot 2 = -32V$ - скорость изображения вдоль оси OO_1 .
(- знак, что b уменьшается)



☐ черновик ☐ чистовик
(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №__
(Нумеровать только чистовики)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА



$$T \cos \beta \cdot R \Delta \alpha = T \cos \alpha \cdot AB = F \cdot AB$$

$$T \cos \beta R \Delta \alpha = m \Delta v$$

$$\text{OB} \quad OA^2 = R^2 + l^2 - 2Rl \sin \beta$$

$$2 \cdot OA \cdot \Delta(OA) = -2Rl \cos \beta \cdot \Delta \beta$$

$$OA \cdot AB \sin \beta \Delta \alpha = -\cos \beta \Delta \beta Rl$$

$$\Delta \beta = -\frac{OA \cdot V \Delta t \sin \alpha}{Rl \cos \beta}$$

$$V \cos \alpha = (v + \Delta v) \cos(\beta + \Delta \beta)$$

$$\Delta v = a_x \Delta t$$

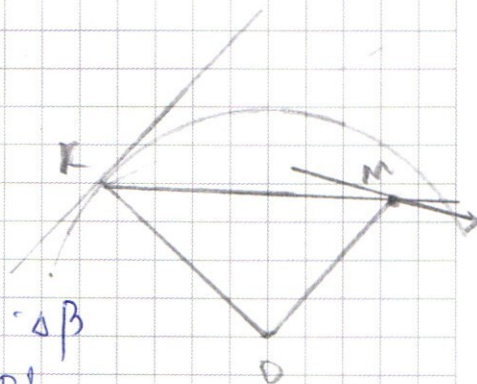
$$V \cos \alpha = v \cos \beta + \Delta v \cos \beta - v \sin \beta \Delta \beta$$

$$a_x \cos \beta \Delta t = -v \sin \beta \cdot \frac{OA V \sin \alpha}{Rl \cos \beta} \Delta t$$

$$\frac{T}{m} \cos^3 \beta = -\frac{v V OA}{Rl} \cos \beta \sin \beta \sin \alpha$$

$$p_3 = p_2 = d p_1, \quad V_3 = d V_1$$

$$A = \frac{1}{2} p_1 V_1 (d-1)(d-1) = \frac{1}{2} p_1 V_1 (d-1)^2$$



$$\underline{\mathcal{E} + V_0} \quad \mathcal{E} = V_0 + L\dot{I} + V_c$$

$$(\mathcal{E} + \Delta V) + L\dot{I} + V_0 = \mathcal{E}$$

$$V_0 = \mathcal{E} - \Delta V - L\dot{I} = -L\dot{I} - \Delta V$$