

Олимпиада «Физтех» по физике, ф

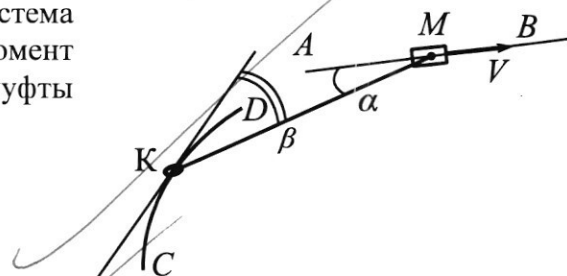
Класс 11

Вариант 11-01

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

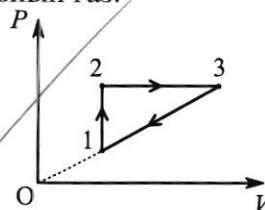
1. Муфту М двигают со скоростью $V = 68$ см/с по горизонтальной направляющей АВ (см. рис.). Кольцо К массой $m = 0,1$ кг может двигаться без трения по проволоке CD в виде дуги окружности радиусом $R = 1,9$ м. Кольцо и муфта связаны легкой нитью длиной $l = 5R/3$. Система находится в одной горизонтальной 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

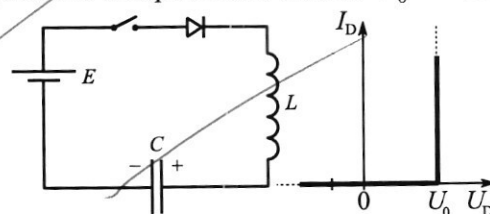
$$\frac{q}{m} = \gamma.$$

- 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.

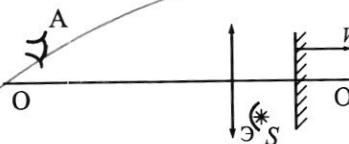
4. В цепи, схема которой показана на рисунке, ключ разомкнут, ЭДС идеального источника $E = 9$ В, конденсатор емкостью $C = 40$ мкФ заряжен до напряжения $U_1 = 5$ В, индуктивность идеальной катушки $L = 0,1$ Гн. Вольтамперная характеристика диода дана на рисунке, пороговое напряжение диода $U_0 = 1$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



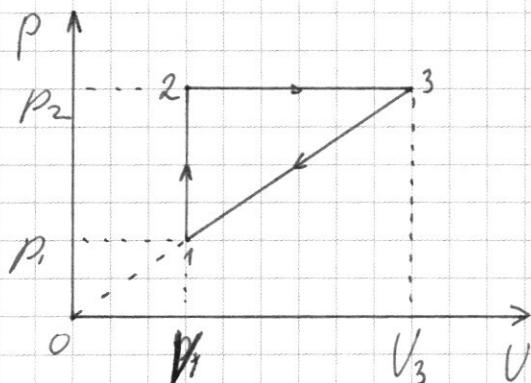
5. Оптическая система состоит из тонкой линзы с фокусным расстоянием F , плоского зеркала и небольшого экрана Э, расположенного так, что свет от источника S может попасть на линзу только после отражения от зеркала (см. рис.). Зеркало расположено перпендикулярно главной оптической оси OO_1 линзы. Источник 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.



Дано:

$$V_1 = V_2; \quad P_2 = P_3;$$

$$\frac{P_1}{V_1} = \frac{P_3}{V_3}$$

1) Повышение температуры произошло на участке: 1-2; 2-3. Покажем это:

$$\begin{cases} \frac{P_1 V_1}{T_1} = \frac{P_2 V_2}{T_2} \\ V_1 = V_2; \quad P_2 > P_1 \end{cases} \Rightarrow T_2 > T_1$$

$$\begin{cases} \frac{P_2 V_2}{T_2} = \frac{P_3 V_3}{T_3} \\ P_2 = P_3; \quad V_3 > V_2 \end{cases} \Rightarrow T_3 > T_2$$

На участке 3-1 T газа понижалась, т.е.:

$$T_3 > T_2 > T_1 \Rightarrow T_3 > T_1$$

Найти молярные теплоёмкости c_{12} и c_{23} :

$$\bullet \begin{cases} Q_{12} = \Delta U_{12} + A_{12} \\ Q_{12} = C_{12} \Delta(T_2 - T_1) \end{cases}$$

$$\Delta U_{12} = C_{12} \Delta(T_2 - T_1)$$

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

$$\underline{C_{12} = \frac{3}{2} R}$$

$$\bullet \begin{cases} Q_{23} = \Delta U_{23} + A'_{23} \\ Q_{23} = C_{23} \Delta(T_3 - T_2) \end{cases}$$

$$\Delta U_{23} + A'_{23} = C_{23} \Delta(T_3 - T_2)$$

$$\frac{3}{2} \Delta R(T_3 - T_2) + p_2(V_3 - V_2) = C_{23} \Delta(T_3 - T_2)$$

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

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

$$C_{23} = \frac{5}{2} R$$

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

$$\text{Отв.: } \frac{5}{3}$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

2) $\frac{Q_{23}}{A'_{23}} = ?$

$$\begin{aligned} \frac{Q_{23}}{A'_{23}} &= \frac{\Delta U_{23} + A'_{23}}{A'_{23}} = \frac{\Delta U_{23}}{A'_{23}} + 1 = \frac{\frac{3}{2} R (T_3 - T_2)}{p_2 (V_3 - V_2)} + 1 = \\ &= 1 + \frac{\frac{3}{2} (p_3 V_3 - p_2 V_2)}{p_2 (V_3 - V_2)} = 1 + \frac{\frac{3}{2} p_2 (V_3 - V_2)}{p_2 (V_3 - V_2)} = \frac{3}{2} + 1 = \\ &= \frac{5}{2} \end{aligned}$$

Ответ: $\frac{5}{2}$

3) $\eta_{max} = ?$

$$\begin{aligned} \eta &= \frac{A'}{Q_{12}} = \frac{A'}{Q_{12} + Q_{23}} = \frac{\frac{1}{2} (p_2 - p_1) (V_3 - V_2)}{\Delta U_{12} + \Delta U_{23} + A'_{23}} = \\ &= \frac{\frac{1}{2} (p_2 V_3 - p_2 V_2 - p_1 V_3 + p_1 V_2)}{\frac{3}{2} R (T_2 - T_1) + \frac{3}{2} R (T_3 - T_2) + p_2 (V_3 - V_1)} = \\ &= \frac{\frac{1}{2} (p_2 V_3 - p_2 V_2 - p_1 V_3 + p_1 V_2)}{\frac{3}{2} R (T_3 - T_1) + p_2 V_3 - p_2 V_1} \end{aligned}$$

$$= \frac{1}{2} (p_2 V_3 - p_2 V_1 - p_1 V_3 + p_1 V_1)$$

$$= \frac{3}{2} p_2 V_3 - \frac{3}{2} p_1 V_1 + p_2 V_3 - p_2 V_1$$

$$\eta = \frac{Q_2}{Q_4} = \frac{Q_{31}}{Q_{12} + Q_{23}} =$$

$$\eta = \frac{A'}{Q_4} = \frac{A'}{Q_{12} + Q_{23}} =$$

$$= \frac{\frac{1}{2} (p_2 - p_1) (V_3 - V_1)}{\frac{3}{2} R D (T_2 - T_1) + \frac{5}{2} R D (T_3 - T_2)} = \frac{\frac{1}{2} (p_2 - p_1) (V_3 - V_1)}{\frac{1}{2} (3 D R (T_2 - T_1) + 5 D R (T_3 - T_2))} =$$

$$= \frac{(p_2 - p_1) (V_1 \frac{p_2}{p_1} - V_1)}{3 p_2 V_1 - 3 p_1 V_1 + 5 p_2 V_3 - 5 p_2 V_1} =$$

$$= \frac{V_1 (p_2 - p_1) \frac{p_2 - p_1}{p_1}}{3 p_2 V_1 - 3 p_1 V_1 + 5 p_2 V_3 - 5 p_2 V_1} =$$

$$= \frac{1}{p_1} (V_1 p_2^2 - p_1 V_1)$$

3) $\eta_{\max} = ?$

$$\eta = \frac{|Q_2|}{Q_4} = \frac{|Q_{31}|}{Q_{12} + Q_{23}} = \frac{|p_2 V_{31} - p_1 V_{11}|}{C_{12} D T_{12} + C_{23} D T_{23}} =$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$$\begin{aligned}
 &= \frac{\left| \frac{3}{2} \nu R (T_1 - T_3) - \frac{p_1 + p_3}{2} (V_3 - V_1) \right|}{\frac{3}{2} \nu R (T_2 - T_1) + \frac{5}{2} \nu R (T_3 - T_2)} = \\
 &= \frac{\frac{3}{2} \nu R (T_3 - T_1) + \frac{1}{2} (p_1 + p_3) (V_3 - V_1)}{\frac{3}{2} \nu R (T_2 - T_1) + \frac{5}{2} \nu R (T_3 - T_2)} = \\
 &= \frac{3 \nu R (T_3 - T_1) + p_1 V_3 - p_1 V_1 + p_3 V_3 - p_3 V_1}{\nu R (3 T_2 - 5 T_1 + 5 T_3 - 5 T_2)} = \\
 &= \frac{3 \nu R (T_3 - T_1) + \nu R T_3 - \nu R T_1}{\nu R (5 T_3 - 2 T_2 - 3 T_1)} = \frac{4 (T_3 - T_1)}{5 T_3 - 2 T_2 - 3 T_1} = \frac{4 T_1 \left(\frac{V_3^2 - V_1^2}{V_1^2} \right)}{5 T_1 \frac{V_3^2}{V_1^2} - 2 T_1 \frac{V_2}{V_1} - 3 T_1}
 \end{aligned}$$

$\frac{p_3}{V_3} = \frac{p_1}{V_1}$
 $\Downarrow$
 $p_3 V_1 = p_1 V_3$

$$= \frac{4(V_3^2 - V_1^2)}{5V_3^2 - 2V_3V_1 - 3V_1^2} \approx$$

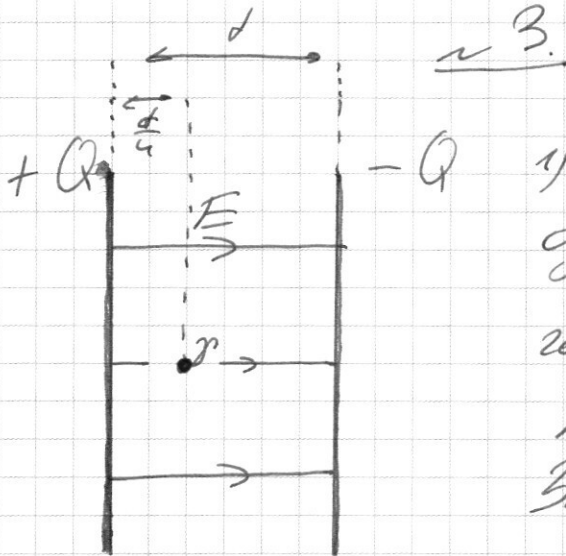
~~Вот так~~

$\eta_{\max}$ получается при $V_3 \gg V_1$,
тогда $V_3^2 - V_1^2 \approx V_3^2$

$$\eta_{\max} = \frac{4V_3^2}{5V_3^2} = \frac{4}{5}$$

Ответ: $\frac{4}{5}$ или 80%

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА



1) Поле в конденсаторе
однородное, поэтому на
частицу действует
постоянная сила $F = qE$.
Значит, ~~по~~ ~~го~~ вылет

~~частица~~
~~связанная~~
~~равноускор.~~
~~но!~~

1) $V_1 = qT$
 $ma = F$
 $F = qE$
 $E = \frac{Q}{\epsilon \cdot S}$

$V_1 = T \cdot \frac{qE}{m} = TqE$
 $E = \frac{Q}{\epsilon \cdot S}$
 $V_1 = Tq \cdot \frac{Q}{\epsilon \cdot S} = \frac{TQq}{\epsilon \cdot S}$

$V_1 = Ta$
 $\frac{qT^2}{2} = d - \frac{d}{4}$

$\frac{qT^2}{2} = \frac{3}{4}d$
 $V_1 = qT$

$q = \frac{3d}{2T^2}$
 $V_1 = qT$

$V_1 = \frac{3d}{2T^2} \cdot T = \frac{3d}{2T}$
Ответ: $\frac{3d}{2T}$

$$2) \begin{cases} \frac{mV_1^2}{2} = A \\ A = F \cdot \frac{3}{4} d \\ F = qE \\ E = \frac{Q}{\epsilon S} \end{cases}$$

$$\frac{mV_1^2}{2} = q \cdot \frac{Q}{\epsilon S} \cdot \frac{3}{4} d$$

$$\frac{mV_1^2}{2} = \frac{3qQd}{4\epsilon S}$$

$$Q = \frac{mV_1^2}{2} \cdot \frac{4\epsilon S}{3qd}$$

$$Q = \frac{m}{q} \cdot \frac{2V_1^2 \epsilon S}{3d}$$

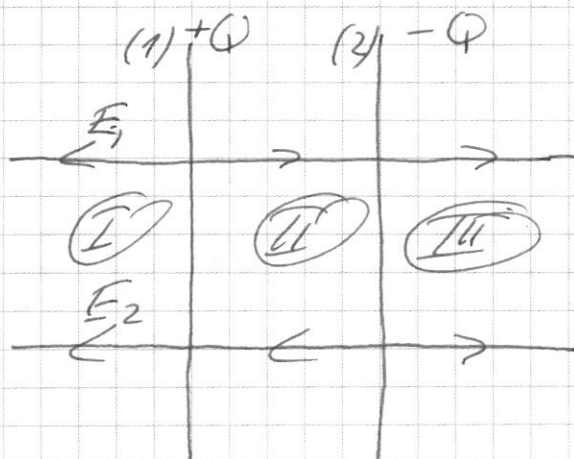
$$Q = \frac{1}{q} \cdot \frac{2 \cdot \frac{9d^2}{4\pi^2} \cdot \epsilon_0 \cdot S}{3d} =$$

$$= \frac{2 \cdot \frac{9d^2}{4\pi^2} \cdot \epsilon_0 \cdot S}{2 \cdot 4\pi^2 \cdot q \cdot 3d} = \frac{3}{2} \cdot \frac{d\epsilon_0 S}{\pi^2}$$

$$\text{Ответ: } \frac{3}{2} \cdot \frac{d\epsilon_0 S}{\pi^2}$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

3) Докажите, что электр. поле вне конденсатора равно 0:



$$\begin{aligned} \bullet E_{II} &= E_1 - E_2 = \frac{Q}{2\epsilon_0 S} - \left(-\frac{Q}{2\epsilon_0 S}\right) = \\ &= \frac{Q}{\epsilon_0 S} \end{aligned}$$

$$\bullet \text{ Вне II} \\ E_{II} = E_{III} = E_1 + E_2 = \frac{Q}{2\epsilon_0 S} - \frac{Q}{2\epsilon_0 S} = 0.$$

Таким образом, на частицы не будут действовать силы: $U_L = U_1 = \frac{3L}{2T}$

Ответ: $\frac{3L}{2T}$

$$\begin{cases} \frac{g_2}{C} = \varepsilon - u_0 \Rightarrow g_2 = C(\varepsilon - u_0) \\ g_1 = C u_1 \\ \frac{C u_1^2}{2} + \frac{L I_{max}^2}{2} = \frac{g_2^2}{2C} - (\varepsilon - u_0)(g_2 - g_1) \end{cases}$$

$$\frac{L I_{max}^2}{2} = \frac{C^2 (\varepsilon - u_0)^2}{2C} - (\varepsilon - u_0)(C(\varepsilon - u_0) - C u_1) - \frac{C u_1^2}{2}$$

$$L I_{max}^2 = C(\varepsilon - u_0)^2 - 2(\varepsilon - u_0) \cdot C(\varepsilon - u_0 - u_1) - C u_1^2$$

$$L I_{max}^2 = C(\varepsilon^2 - 2\varepsilon u_0 + u_0^2 - 2(\varepsilon - u_0)(\varepsilon - u_0 - u_1) - u_1^2)$$

$$L I_{max}^2 = C(\varepsilon^2 - 2\varepsilon u_0 + u_0^2 - 2\varepsilon^2 + 2\varepsilon u_0 + 2\varepsilon u_1 + 2\varepsilon u_0 - 2u_0 u_1 - 2u_0^2)$$

$$L I_{max}^2 = C(-\varepsilon^2 - u_0^2 + 4\varepsilon u_0 + 2\varepsilon u_1 + 2\varepsilon u_0 - 2u_0 u_1 - 2u_0^2)$$

$$I_{max} = \sqrt{\frac{C(-\varepsilon^2 - u_0^2 + 4\varepsilon u_0 + 2\varepsilon u_1 + 2\varepsilon u_0 - 2u_0 u_1 - 2u_0^2)}{L}}$$

$$= \sqrt{\frac{40 \cdot 10^{-6}(-81 - 1 + 90 + 18 - 10 - 2)}{9,1}} =$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$$3) \quad \frac{1}{J} + \frac{1}{J'} = \frac{1}{F}$$

$$\left(\frac{1}{J} + \frac{1}{J'}\right)' = \left(\frac{1}{F}\right)'$$

~~$$\frac{2V}{J^2} - \frac{V \cdot \cos \alpha}{J'^2} = 0$$~~

$$-\frac{2V}{J^2} - \frac{V \cdot \cos \alpha}{J'^2} = 0$$

$$-\frac{2V}{\left(\frac{3F}{2}\right)^2} - \frac{V \cdot \cos \alpha}{(3F)^2} = 0$$

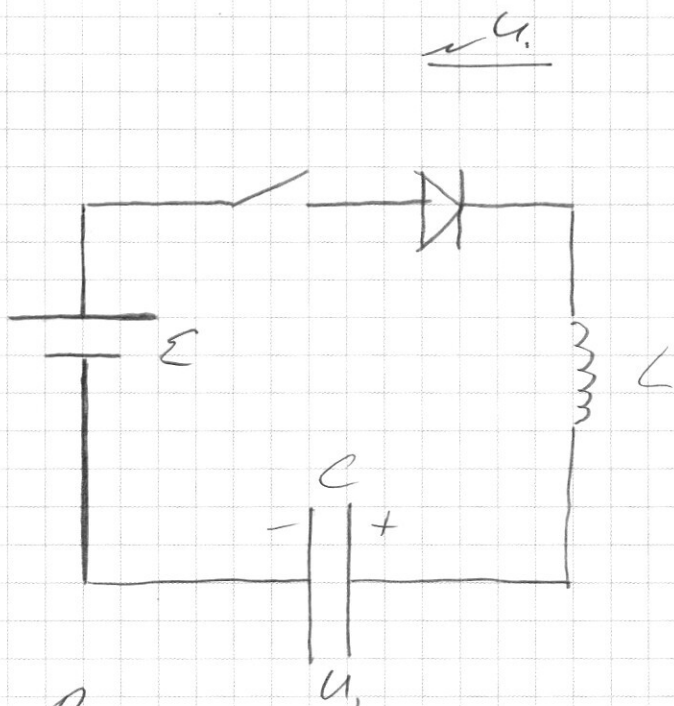
$$\frac{V \cdot \cos \alpha}{9F^2} = -\frac{2V}{\frac{9F^2}{4}}$$

$$\frac{V \cdot \cos \alpha}{9F^2} = -\frac{8V}{9F^2}$$

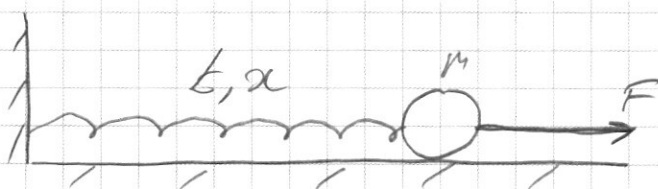
~~$$V$$~~
$$V = -V \cdot \frac{8}{\cos \alpha} \quad (\text{направлено к центру})$$

$$|V| = \frac{8V}{\cos \alpha}$$

$$\text{Ответ: } \frac{8V}{\cos \alpha}$$



Воспользуемся механическим аналогом:



$$1) \quad ma = F - kx$$

$$L \frac{dI}{dt} = \varepsilon - U_0 - U_1$$

$$\frac{dI}{dt} = \frac{\varepsilon - U_0 - U_1}{L} = \frac{9 - 1 - 5}{0,1} = 30 \frac{A}{s}$$

$$\text{Ответ: } \frac{\varepsilon - U_0 - U_1}{L}; \quad 30 \frac{A}{s}$$

$$2) \quad \int kx_2 = F$$

$$\left(\frac{kx_2^2}{2} + \frac{mv_m^2}{2} \right) = \frac{kx_2^2}{2} = F(x_2 - x_1)$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$$= \sqrt{40 \cdot 10^{-5} \cdot 14} = 23,8 \text{ A}$$

$$= \sqrt{56 \cdot 10^{-6}} = \sqrt{56 \cdot 10^{-7}} \approx 23,8 \cdot 10^{-2} =$$

$$= 0,238 \text{ A}$$

Отв. 1: 0,238 A.

$$3) \frac{U_1^2}{2} + (E - U_0)(q_2 - q_1) = \frac{U_2^2}{2}$$

$$\begin{cases} \omega_0 A = v_m \\ \omega_0 = \sqrt{\frac{k}{m}} \\ q_3 = A + q_2 \end{cases}$$

$$q = F_{\text{max}} \cdot RC$$

$$q_3 = q_1 + q_2$$

$$q_3 = C(E - U_0) + q_2 \cdot \sqrt{\frac{C(E(-E + 2U_1 + 2U_0) - U_0(U_0 + 2U_1))}{k}}$$

$$q_3 = C(E - U_0 + \sqrt{E(2U_1 + 2U_0 - E) - U_0(U_0 + 2U_1)})$$

$$U_2 = \frac{P_3}{C} = \Sigma U_0 + \sqrt{\Sigma(2U_0 + 2U_1 - \varepsilon) - U_0(3U_0 + 2U_1)} =$$

$$= 9 - 1 + \sqrt{9(2 + 10 - 9) - (3 + 10)} =$$

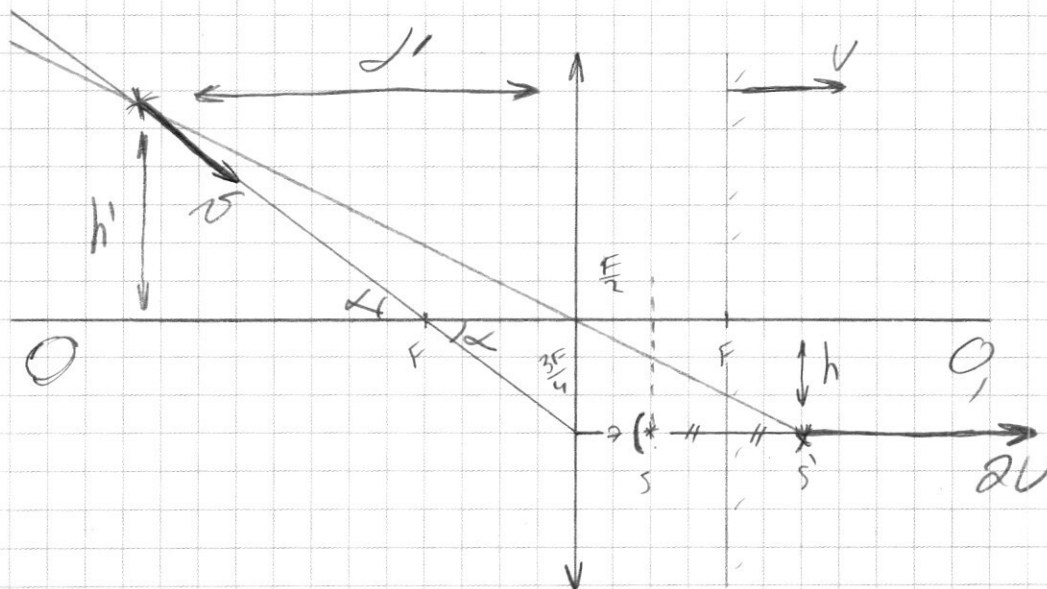
$$= 8 + \sqrt{27 - 13} = 8 + \sqrt{14} \approx 8,3,8 =$$

$$= 11,8 \text{ В}$$

Ответ: 11,8 В

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

~ 5.



1) Заметим, что расстояние от источника
до изображения в зеркале равно
свойству расстоянию от источника
до зеркала, т.е. F . Тогда изображение
в зеркале находится на расстоянии
 $\frac{3F}{2}$ от линзы.

$$\frac{1}{\frac{3F}{2}} + \frac{1}{s'} = \frac{1}{F}$$

$$\frac{2}{3F} + \frac{1}{s'} = \frac{1}{F}$$

$$\frac{1}{s'} = \frac{3F}{3F} - \frac{2}{3F} = \frac{1}{3F} \Rightarrow s' = 3F$$

Ответ: $3F$

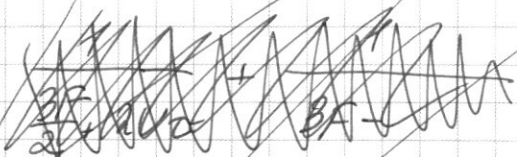
- 2) Изображение в зеркале совпадает с ~~тем~~ увеличенной скоростью зеркала параллельно OO_1 . Тогда его изображение в линзе совпадает по лучу, параллельному OO_1 , и проходящему через F .

Тогда (из рисунка)

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

Ответ: $\tan \alpha = \frac{3}{4}$

- 3) Рассмотрим малое время τ :



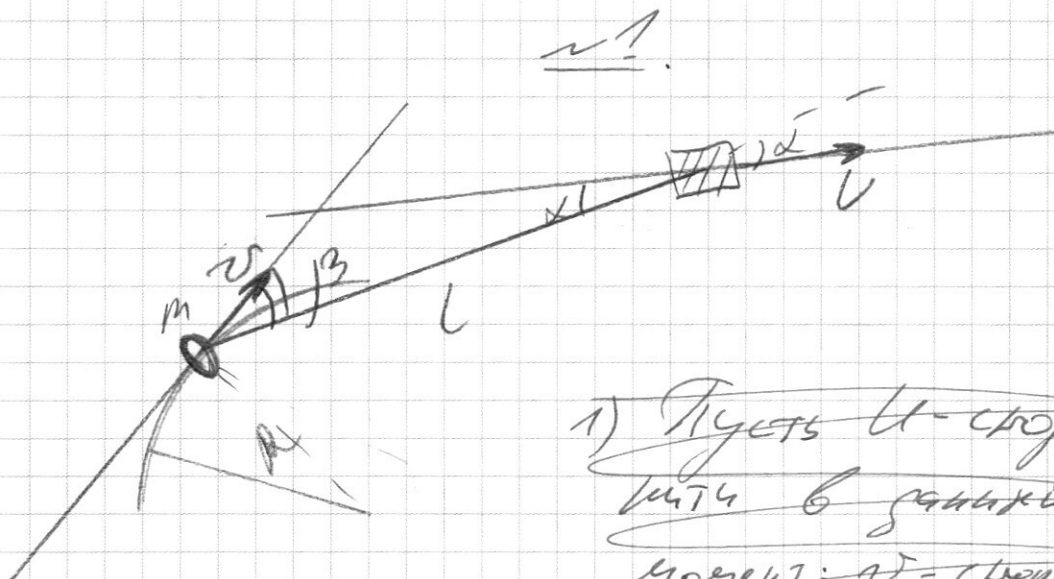
$$\frac{h}{h' - v \cdot \sin \alpha \cdot \tau} = \frac{\frac{3F}{2} + 2v \cdot \tau}{\cancel{3F} - v \cdot \cos \alpha \cdot \tau}$$

$$\frac{h'}{h} = \frac{3F}{\frac{3F}{2}} = 2 \Rightarrow h' = 2h = \frac{3F}{2}$$

$$h = \frac{3F}{4}$$

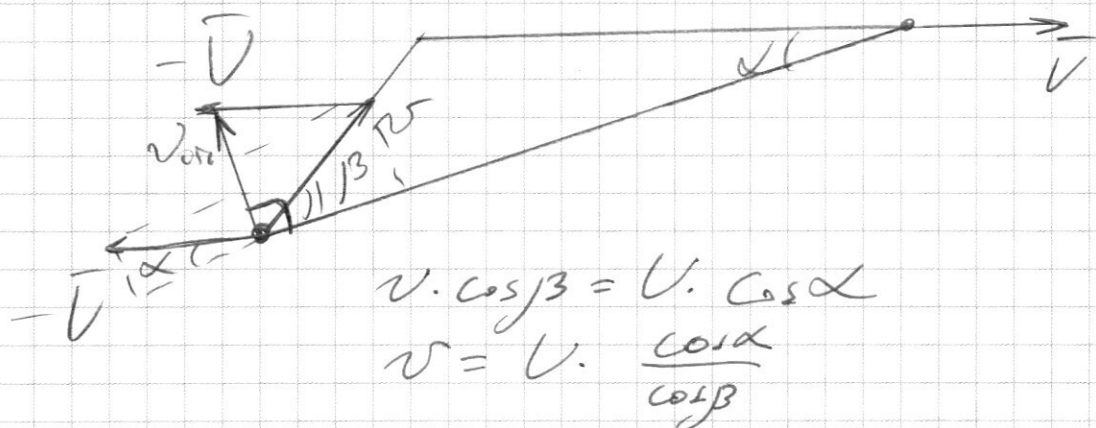
$$\frac{\frac{3F}{4}}{\frac{3F}{2} - v \cdot \sin \alpha \cdot \tau} = \frac{\frac{3F}{2} + 2v \cdot \tau}{3F - v \cdot \cos \alpha \cdot \tau}$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА



1) Найти u -скорость
матч в данный
момент; v -скорость хокке.
 $u = v \cdot \cos \beta$
 $\alpha =$

1) Найти перемещение,
т.е. скорость
хоккея относ. матча
направлена перпендикулярно матчу:



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

$$v = V \cdot \frac{\cos \alpha}{\cos \beta}$$

Ответ: 28 м/с. $v = V \cdot \frac{75}{77} \cdot \frac{5}{4} = 68 \cdot \frac{25}{68} = 25 \text{ м/с}$

$$2) V_{отн} = v \cdot \sin \beta + V \cdot \sin \alpha =$$

$$= v \cdot \sqrt{1 - \frac{18}{25}} + V \cdot \sqrt{1 - \frac{225}{289}} =$$

$$= v \cdot \frac{3}{5} + V \cdot \frac{8}{17} = \frac{15}{25} \cdot \frac{3}{5} + 68 \cdot \frac{8}{17} =$$

$$= 45 + 32 = 77 \text{ м/с.}$$

Ответ: 77 м/с.

$$3) \frac{v^2}{R} \cdot m = T \cdot \cos\left(\frac{\pi}{2} - \beta\right)$$

$$T = \frac{mv^2}{R \cdot \sin \beta} = \frac{mv^2}{R \cdot \frac{3}{5}} =$$

$$= \frac{mv^2}{R \cdot \frac{3}{5}} = \frac{5m \cdot 0,25^2}{3R}$$

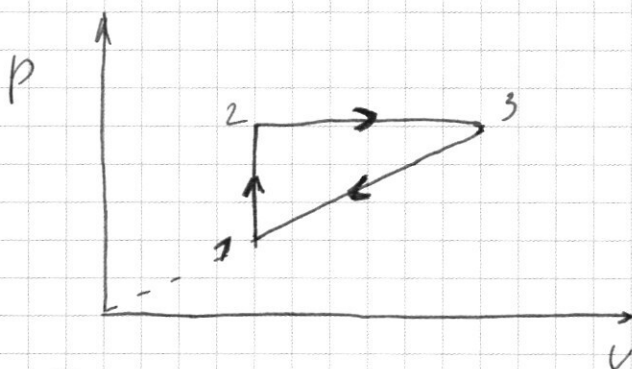
$$= \frac{m \cdot 0,25^2}{R \cdot \frac{3}{5}} = \frac{5m \cdot 0,5415}{3R} \approx$$

$$\approx \frac{5 \cdot 0,1 \cdot 0,54}{1,9} \approx \frac{5 \cdot 0,1}{9,3} = \frac{5}{3} \text{ м.}$$

Ответ: $\frac{5}{3}$ м.

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

2.



одноат., идеал.

1) Повышение температуры: 1-2; 2-3

$$\bullet \frac{p_1 V_1}{T_1} = \frac{p_2 V_2}{T_2}; V_1 = V_2; p_2 > p_1 \Rightarrow T_2 > T_1$$

$$\frac{p_2 V_2}{T_2} = \frac{p_3 V_3}{T_3}; p_2 = p_3; V_3 > V_2 \Rightarrow T_3 > T_2$$

$$\frac{p_3 V_3}{T_1} = \frac{p_1 V_1}{T_1}; \frac{p_3}{V_3} = \frac{p_1}{V_1} \Rightarrow p_3 V_3 = p_1 \frac{V_3^2}{V_1}$$

$$Q_{12} = \Delta U_{12} + A_{12}; Q_{23} = \Delta U_{23} + A_{23}$$

$$Q_{12} = C_{12} \Delta T; Q_{23} = C_{23} \Delta T$$

$$C_{12} \Delta T = \frac{3}{2} \nu R \Delta T$$

$$C_{12} = \frac{3}{2} R$$

$$C_{23} \Delta T = \frac{5}{2} \nu R \Delta T + p_2 V$$

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

$$C_{23} = \frac{5}{2} R$$

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

$$2) \eta = \frac{Q_{12}}{A'_{12}} = \frac{C_D T_{23}}{p_1 V} = \frac{\frac{5}{2} R D_a T}{2 R D_a T} = \left(\frac{5}{2} \right)$$

$$3) \eta = \frac{A'}{Q_{12}} = \frac{\frac{1}{2} (p_2 - p_1) (V_3 - V_1)}{Q_{12} + Q_{23}} = \frac{1}{2} \cdot \frac{p_2 V_3 - p_2 V_1 - p_1 V_3 + p_1 V_1}{Q_{12} + Q_{23} + p_1 V_1}$$

$$= \frac{1}{2} \cdot \frac{p_3 V_3 - \overset{(1)}{p_2 V_2} - \overset{(2)}{p_1 V_3} + p_1 V_1}{\frac{3}{2} R D (T_2 - T_1) + \frac{5}{2} R D (T_3 - T_2)} = \frac{1}{2}$$

$$\frac{p_3}{V_3} = \frac{p_1}{V_1} \Rightarrow \underbrace{p_3 V_1 = p_1 V_3}_{p_2 V_2} \Rightarrow p_2 V_2 = p_1 V_3$$

$$p_2 V_1 = p_1 V_3$$

$$\frac{p_3}{V_3} = \frac{p_1}{V_1} \Rightarrow \underbrace{p_2 V_1 = p_1 V_3}_{p_2 V_2 = p_1 V_3} \quad \frac{p_3 V_1}{T_3} = \frac{p_1 V_1}{T_1}$$

$$\frac{A'}{Q_{12} + Q_{23}} = \frac{\frac{1}{2} (p_2 - p_1) (V_3 - V_1)}{\frac{3}{2} R D (T_2 - T_1) + \frac{5}{2} R D (T_3 - T_2)} = \frac{\frac{p_3}{T_3} V_1 - \frac{p_1}{T_1} V_1}{\frac{p_1 V_3}{T_3} - \frac{p_1 V_1}{T_1}} = \frac{p_1 V_3 - p_1 V_1}{p_1 V_3 - p_1 V_1}$$

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

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

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$$\frac{p_1 V_1}{T_1} = \frac{p_2 V_2}{T_2} \Rightarrow T_2 = T_1 \frac{p_2}{p_1}$$

$$\frac{p_2}{V_2} = \frac{p_1}{V_1} \Rightarrow \frac{p_1 V_1}{T_1} = \frac{p_3 V_3}{T_3}$$

$$\frac{p_2}{C} = \varepsilon - u_0 \Rightarrow q_2 = C(\varepsilon - u_0) \quad \frac{p_1 V_1}{T_1} = \frac{p_3 V_3}{T_3}$$

$$\frac{C u_1^2}{2} + \frac{L I_{max}^2}{2} = \frac{q_2^2}{2C} + (\varepsilon - u_0)(q_2 - q_1) \quad T_3 = T_1 \left(\frac{V_3}{V_1}\right)^2$$

$$C = \frac{q_1}{u_1} \Rightarrow q_1 = C u_1$$

$$\frac{L I_{max}^2}{2} = \frac{C(\varepsilon - u_0)^2}{2} + (\varepsilon - u_0)(C(\varepsilon - u_0) - C u_1) - \frac{C u_1^2}{2}$$

$$\frac{L I_{max}^2}{2} = \frac{C(\varepsilon - u_0)^2}{2} + C(\varepsilon - u_0)(\varepsilon - u_0 - u_1) - \frac{C u_1^2}{2}$$

$$I_{max} = \sqrt{\frac{C(\varepsilon - u_0)^2 + 2C(\varepsilon - u_0)(\varepsilon - u_0 - u_1) - C u_1^2}{L}}$$

$$= \sqrt{\frac{C(\varepsilon^2 - 2\varepsilon u_0 + u_0^2 + 2\varepsilon^2 - 2\varepsilon u_0 - 2\varepsilon u_1 - 2\varepsilon u_0 + 2u_0^2 + 2u_1^2 - u_1^2)}{L}}$$

$$= \sqrt{\frac{C(3\varepsilon^2 - 6\varepsilon u_0 + 3u_0^2 - 2\varepsilon u_1 + 2u_0 u_1 - u_1^2)}{L}} =$$

$$= \sqrt{\frac{C((\varepsilon\sqrt{3} - u_0\sqrt{3})^2 - u_1^2 - 2\varepsilon u_1 + 2u_0 u_1)}{L}} =$$

$$= \sqrt{\frac{40 \cdot 10^{-6} (3 \cdot 9 - 6 \cdot 9 + 3 - 2 \cdot 45 + 2 \cdot 5 - 1)}{0,1}} =$$

$$= \sqrt{40 \cdot 10^{-6} \cdot (243 - 54 + 3 - 90 + 10 - 1) \cdot 10} =$$

$$= \sqrt{40 \cdot 10^{-5} \cdot 111} = \sqrt{4440 \cdot 10^{-5}} = \sqrt{4444} \approx$$

$$\approx 0,22 \text{ A.}$$

Ответ: 0,22 A.

$$\begin{array}{r} 14 \\ \times 40 \\ \hline 560 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 3) \\ 29 \\ \times 29 \\ \hline 261 \\ + 58 \\ \hline 841 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 2 \\ 25 \\ \times 25 \\ \hline 125 \\ + 50 \\ \hline 625 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 1 \\ 24 \\ \times 24 \\ \hline 96 \\ + 48 \\ \hline 576 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 1 \\ 23 \\ \times 23 \\ \hline 69 \\ + 46 \\ \hline 529 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 3 \\ 25 \\ \times 25 \\ \hline 125 \\ + 50 \\ \hline 625 \end{array}$$

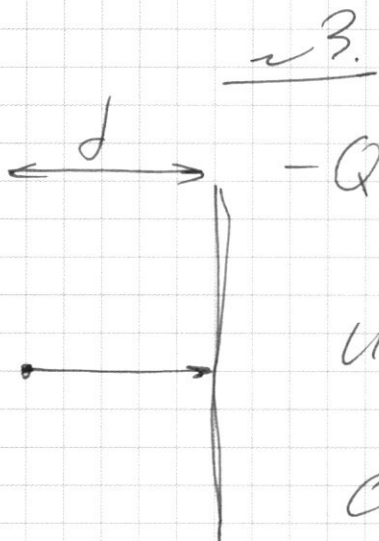
ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$$\frac{U_3}{U_1} =$$

$$\frac{P_3}{P_1} = \frac{P_3}{P_1} + Q$$

$$\frac{U_3}{U_1} = \frac{P_3}{P_1}$$

$$\frac{U_3}{U_1} = \frac{P_3}{P_1}$$



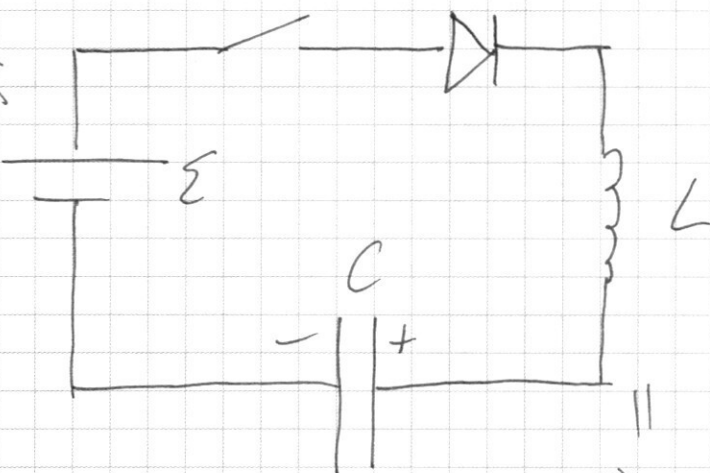
$$U = E \cdot d = \frac{Q \cdot d}{\epsilon \cdot S} = \frac{Q}{C}$$

$$C = \frac{\epsilon \cdot S}{d}$$

$$C = \frac{\epsilon \cdot S}{d}$$

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

$$\frac{U_2}{U_1} = \frac{P_2}{P_1}$$



$$Q = 1 - \frac{Q_1}{Q_2} = 1 - \frac{C_{12}}{C_{12} + C_{23}} =$$

$$= 1 - \frac{C_{12}}{C_{12} + C_{23}} =$$

$$= 1 - \frac{C_{12}}{C_{12} + C_{23}} =$$

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

$$\frac{U_2}{U_1} = \frac{P_2}{P_1}$$

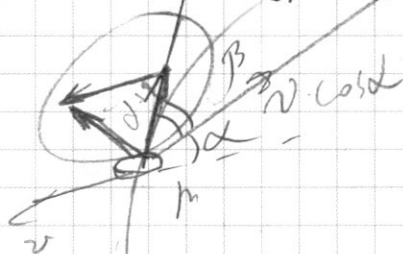
$$\frac{U_3}{U_1} = \frac{P_3}{P_1}$$

$$\frac{U_3}{U_1} = \frac{P_3}{P_1}$$

$$\frac{1}{\frac{3F}{2} + 2V\tau} + \frac{1}{3F - V \cdot \cos \alpha \cdot \tau} = \frac{1}{F}$$

$$\frac{1}{3F - V \cdot \cos \alpha \cdot \tau} = \frac{1}{F} - \frac{1}{\frac{3F}{2} + 2V\tau}$$

$$\frac{1}{3F - V \cdot \cos \alpha \cdot \tau} = \frac{3F + 2V\tau - F}{3F^2 + 2V\tau \cdot F}$$



$$V \cos \alpha$$

$$1) V \cdot \cos \alpha \cdot \cos \beta$$

$$2) V \sin \alpha \cos \beta$$

$$3F - V \cdot \cos \alpha \cdot \tau = R \quad \frac{F(3F + 2V\tau)}{2F + 2V\tau}$$

$$V \cdot \cos \alpha \cdot \tau = 3F - \frac{F(3F + 2V\tau)}{2F + 2V\tau}$$

$$V \cdot \cos \alpha \cdot \tau = \frac{3F(2F + 2V\tau) - F(3F + 2V\tau)}{2F + 2V\tau}$$

$$V \cdot \cos \alpha \cdot \tau = \frac{3F(2F + 2V\tau) - F(3F + 2V\tau)}{2F + 2V\tau}$$

$$V \cdot \cos \alpha \cdot \tau =$$

$$\frac{6F^2 + 6FV\tau - 3F^2 - 2FV\tau}{2F + 2V\tau}$$

$$V \cdot \cos \alpha \cdot \tau =$$

$$\frac{3F^2 + 4FV\tau}{2F + 2V\tau}$$

189; 192; 102; 112; 111.

4444. 70-5 90444 92

$$\begin{array}{r} 22 \\ - 22 \\ \hline 44 \\ + 44 \\ \hline 88 \end{array}$$