

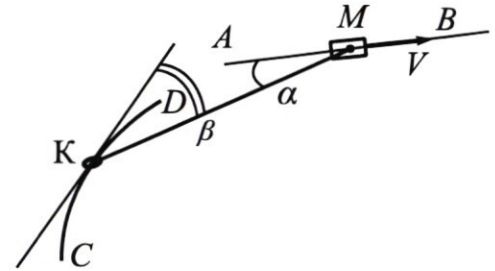
Олимпиада «Физтех» по физике, (

Класс 11

Вариант 11-01

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

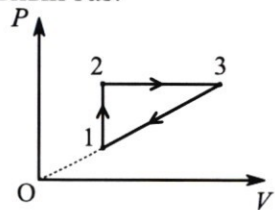
1. Муфту М двигают со скоростью $V = 68$ см/с по горизонтальной направляющей АВ (см. рис.). Кольцо К массой $m = 0,1$ кг может двигаться без трения по проволоке CD в виде дуги окружности радиусом $R = 1,9$ м. Кольцо и муфта связаны легкой нитью длиной $l = 5R/3$. Система находится в одной горизонтальной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



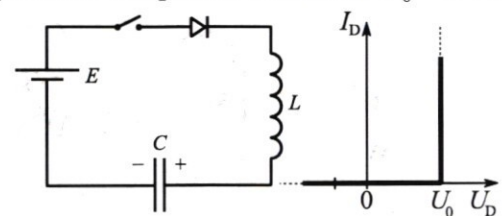
3. Обкладки конденсатора – круглые металлические сетки площадью S , расстояние между обкладками d ($d \ll \sqrt{S}$). Из точки, находящейся между обкладками на оси симметрии на расстоянии $0,25d$ от положительно заряженной обкладки, стартует с нулевой начальной скоростью положительно заряженная частица 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.

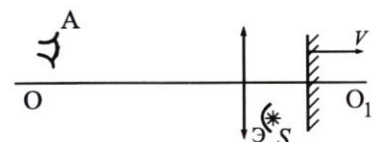
4. В цепи, схема которой показана на рисунке, ключ разомкнут, ЭДС идеального источника $E = 9$ В, конденсатор емкостью $C = 40$ мкФ заряжен до напряжения $U_1 = 5$ В, индуктивность идеальной катушки $L = 0,1$ Гн. Вольтамперная характеристика диода дана на рисунке, пороговое напряжение диода $U_0 = 1$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

№ 1.

Дано:

$$v = 68 \text{ м/с}$$

$$m = 0,1 \text{ кг}$$

$$R = 1,9 \text{ м}$$

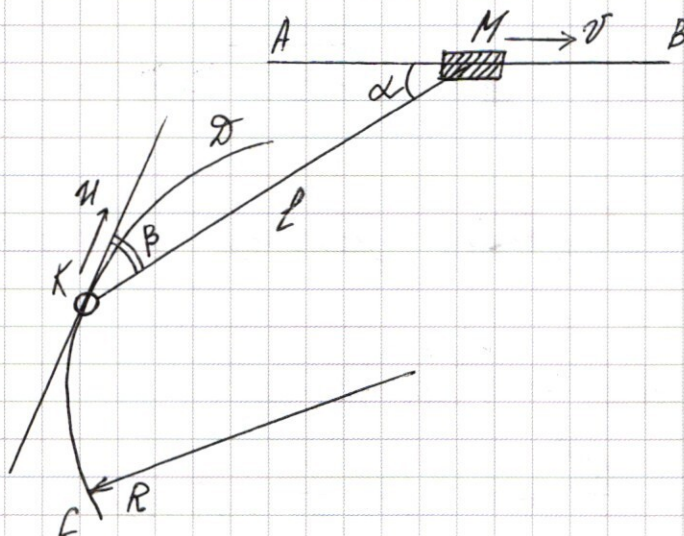
$$l = \frac{5}{3} R$$

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

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

Найти:

- 1) u
- 2) $u_{\text{отн}}$
- 3) T



1) Так как нить нерастяжима проекции скоростей кольца и муфты на неё должны быть равны:

$$u \cos \beta = v \cos \alpha \Rightarrow u = v \frac{\cos \alpha}{\cos \beta}$$

$$u = 68 \cdot \frac{15}{17} \cdot \frac{5}{4} = 4,75 = 300 \text{ (м/с)}.$$

$$2) \vec{u} = \vec{v} + \vec{u_{\text{отн}}}$$

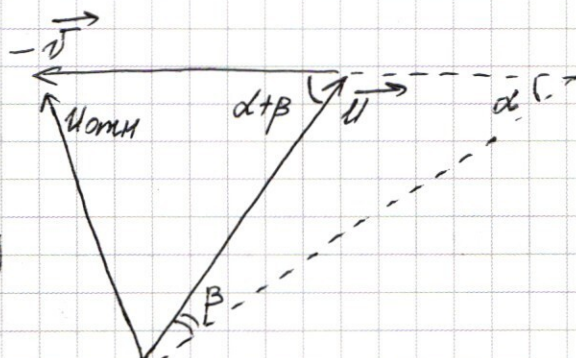
$$\vec{u_{\text{отн}}} = \vec{u} - \vec{v}$$

По th. косинусов:

$$u_{\text{отн}}^2 = u^2 + v^2 - 2uv \cos(\alpha + \beta)$$

$$\sin \alpha = \sqrt{1 - \frac{16}{25}} = \sqrt{\frac{9}{25}} = \frac{3}{5}$$

$$\sin \beta = \sqrt{1 - \frac{225}{289}} = \sqrt{\frac{64}{289}} = \frac{8}{17}$$



$$\begin{aligned}
 v_{\text{отн}}^2 &= 300^2 + 68^2 - 2 \cdot 300 \cdot 68 (\cos \alpha \cos \beta - \sin \alpha \sin \beta) = \\
 &= 90000 + 4624 - 40800 \left(\frac{15.4}{17.5} - \frac{8.3}{17.5} \right) = \\
 &= 94624 - 40800 \cdot \frac{36}{17.5} = 94624 - 480 \cdot 36 = \\
 &= 94624 - 17280 = 77344 = 2^5 \cdot 2417 \\
 v_{\text{отн}} &= 4\sqrt{4834} \text{ (см/с)}.
 \end{aligned}$$

3) По второму закону Ньютона для кольца:

$$m a_{\text{ц.с.}} = T \cos(90^\circ - \beta).$$

$$a_{\text{ц.с.}} = \frac{v^2}{R} \Rightarrow m \frac{v^2}{R} = T \sin \beta$$

$$\begin{aligned}
 T &= \frac{m v^2}{R \sin \beta} \\
 T &= \frac{0.1 \cdot 77344 \cdot 10^{-4}}{\frac{3}{5}} = \frac{5 \cdot 77344}{10 \cdot 3 \cdot 10^4} = \frac{38762}{3 \cdot 10^4} = \\
 &= 1292 \frac{2}{3} \cdot 10^{-4} \approx 1292.67 \cdot 10^{-4} \approx \\
 &\approx 0.13 \text{ (Н)}.
 \end{aligned}$$

Ответ: а)

$$\begin{aligned}
 T &= \frac{0.1 \cdot 3^2}{1.9 \cdot \frac{3}{5}} = \frac{9 \cdot 5}{19 \cdot 3} = \frac{5 \cdot 3}{19} = \frac{15}{19} \approx \\
 &\approx 0.789 \text{ (Н)}.
 \end{aligned}$$

Ответ: 1) 300 см/с; 2) $4\sqrt{4834}$ см/с;
3) 0,789 Н.

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Дано:

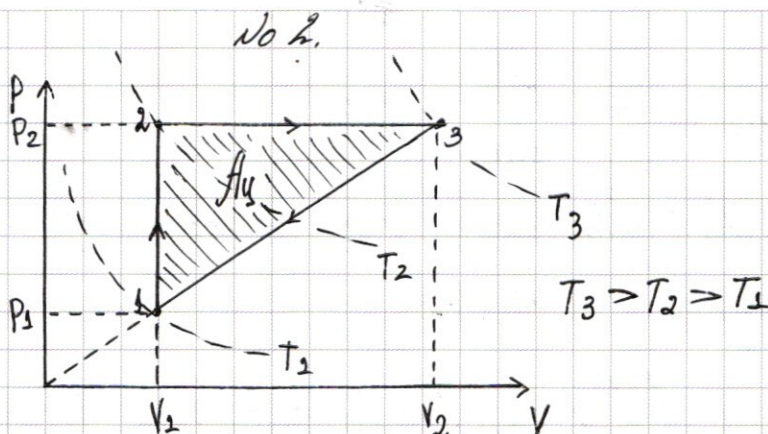
$$i = 3$$

Найти:

$$1) \frac{C_1}{C_2}$$

$$2) \frac{Q_{23}}{A_{23}}$$

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



1) Повышение температуры происходит в процессах 1-2; 2-3.

$$\left\{ \begin{array}{l} Q_{12} = A_{12} + \Delta U_{12} \\ Q_{23} = A_{23} + \Delta U_{23} \\ A_{12} = 0 \\ A_{23} = P_2(V_2 - V_1) \\ \Delta U_{12} = \frac{3}{2} \nu R(T_2 - T_1) \\ \Delta U_{23} = \frac{3}{2} \nu R(T_3 - T_2) \\ P_1 V_1 = \nu R T_1 \\ P_2 V_1 = \nu R T_2 \\ P_2 V_2 = \nu R T_3 \end{array} \right.$$

$$\left\{ \begin{array}{l} A_{23} = \nu R(T_3 - T_2) \\ Q_{12} = \frac{3}{2} \nu R(T_2 - T_1) \\ Q_{23} = \nu R(T_3 - T_2) + \frac{3}{2} \nu R(T_3 - T_2) \end{array} \right.$$

$$\left\{ \begin{array}{l} Q_{12} = \frac{3}{2} \nu R(T_2 - T_1) \\ Q_{23} = \frac{5}{2} \nu R(T_3 - T_2) \end{array} \right.$$

$$\left\{ \begin{array}{l} C_1 = \frac{Q_{12}}{\nu(T_2 - T_1)} = \frac{3}{2} R \\ C_2 = \frac{Q_{23}}{\nu(T_3 - T_2)} = \frac{5}{2} R \end{array} \right.$$

$$\frac{C_1}{C_2} = \frac{\frac{3}{2} R}{\frac{5}{2} R} = \frac{3}{5}$$

$$2) \text{ из } n(1): \begin{cases} Q_{23} = \frac{5}{2} \nu R (T_3 - T_2) \\ A_{23} = \nu R (T_3 - T_2) \end{cases} \Rightarrow$$

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

$$3) \begin{cases} \eta_{\max} = \frac{A_4}{Q_{\text{нов}}} \cdot 100\% \\ A_4 = \{ \text{мощность под флориком} \} \\ Q_{\text{нов}} = Q_{12} + Q_{23} \end{cases}$$

$$\begin{cases} A_4 = \frac{1}{2} (V_2 - V_1) (P_2 - P_1) = \frac{1}{2} (V_2 P_2 - V_2 P_1 - V_1 P_2 + V_1 P_1) \\ Q_{\text{нов}} = \frac{3}{2} \nu R (T_2 - T_1) + \frac{5}{2} \nu R (T_3 - T_2) \end{cases}$$

в процессе 3-1: $P = \alpha V \Rightarrow \begin{matrix} P_1 = \alpha V_1 \\ P_2 = \alpha V_2 \end{matrix} \Rightarrow P_1 V_2 = P_2 V_1$

~~нужно~~

$$\begin{cases} A_4 = \frac{1}{2} (\nu R T_3 + \nu R T_2 - 2 \nu R T_2) = \frac{1}{2} \nu R (T_3 + T_2 - 2 T_2) \\ Q_{\text{нов}} = \frac{3}{2} \nu R (T_2 - T_1) + \frac{5}{2} \nu R (T_3 - T_2) \end{cases}$$

$$\begin{aligned} Q_{\text{нов}} &= \frac{1}{2} \nu R (T_2 \cdot 3 - 3 T_1 + 5 T_3 - 5 T_2) = \\ &= \frac{1}{2} \nu R (5 T_3 - 2 T_2 - 3 T_1) \end{aligned}$$

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

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

$$\eta \rightarrow \max, \begin{cases} T_3 - T_1 \rightarrow \min \\ 5 T_3 - 3 T_1 - 2 T_2 \rightarrow \max \end{cases}$$

$$\left\{ \begin{array}{l} \frac{P_2}{T_2} = \frac{P_1}{T_1} \\ \frac{V_2}{T_3} = \frac{V_1}{T_2} \end{array} \right. \left\{ \begin{array}{l} \frac{T_1}{T_2} = \frac{P_1}{P_2} \\ \frac{T_3}{T_2} = \frac{V_2}{V_1} \end{array} \right. \quad \frac{T_1 T_3}{T_2^2} = \frac{P_1 V_2}{P_2 V_1} = 1$$

$$T_2 = \sqrt{T_1 T_3}$$

$$\left\{ \begin{array}{l} T_3 - T_1 \rightarrow \min \\ 5T_3 - 3T_1 - 2\sqrt{T_3 T_1} \rightarrow \max \end{array} \right.$$

$$\left\{ \begin{array}{l} T_3 - T_1 \rightarrow \min \\ T_3 T_1 \rightarrow \max \end{array} \right. \quad (T_3 - T_1)_{\min} = 0 \Rightarrow$$

или

$$\Rightarrow \eta_{\max} = 100\%$$

Ответ: 1) $\frac{3}{5}$; 2) $\frac{5}{2}$; 3) 100%

(продолжение на др. листах)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

№ 3.

Дано:

$d; S; T$

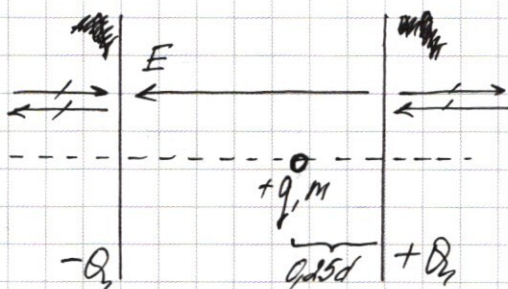
$$\frac{q}{m} = \gamma$$

Найти:

1) v_1

2) Q

3) v_2



$$0,25d = \frac{d}{4}$$

$$1) \begin{cases} ma = Eq \\ d - \frac{d}{4} = \frac{aT^2}{2} \\ v_1 = aT \end{cases} \quad \text{по второму закону Ньютона}$$

$$\begin{cases} a = E\gamma \\ \frac{3}{4}d = E\gamma \frac{T^2}{2} \\ v_1 = E\gamma T \end{cases}$$

$$\begin{cases} E = \frac{2 \cdot 3d}{4 \cdot \gamma T^2} = \frac{3d}{2\gamma T^2} \\ v_1 = \frac{3d}{2\gamma T^2} \cdot \gamma T = \frac{3d}{2T} \end{cases}$$

$$2) \begin{cases} E = 4\pi k \frac{Q}{S} & \text{по th. Гаусса} \\ E = \frac{3d}{2\gamma T^2} & \text{из п. (1)} \end{cases}$$

$$\frac{3d}{2\gamma T^2} = 4\pi k \frac{Q}{S} \Rightarrow Q = \frac{3dS}{8\pi k \gamma T^2}$$

3) т.к. вне конденсатора электрическое поле отсутствует, частица будет продолжать двигаться со скоростью v_1 .

$$v_2 = v_1 = \frac{3d}{2T}$$

Ответ: 1) $\frac{3d}{2T}$; 2) $\frac{3dS}{8\pi k \gamma T^2}$; 3) $\frac{3d}{2T}$

№ 4.

Дано:

$$\mathcal{E}_2 = 9 \text{ В};$$

$$L = 40 \text{ мкГн};$$

$$U_1 = 5 \text{ В};$$

$$L_0 = 0,1 \text{ Гн};$$

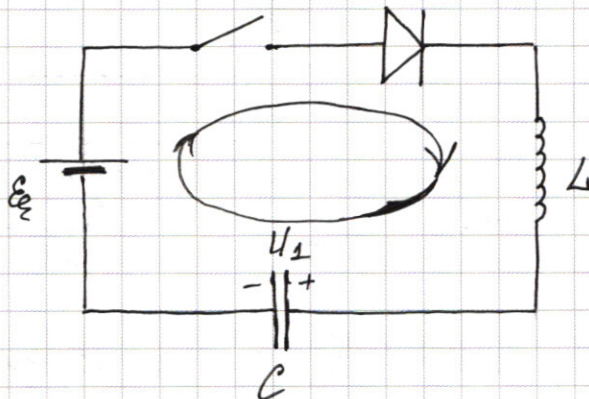
$$U_0 = 1 \text{ В}$$

Найти:

1) $\frac{dI}{dt}$

2) $I_{\max}$

3) U_2



1) В начальный момент времени:

$$\mathcal{E}_2 = U_0 + U_1 + L \frac{dI}{dt}$$

$$\frac{dI}{dt} = \frac{1}{L} (\mathcal{E}_2 - U_0 - U_1)$$

$$\frac{dI}{dt} = \frac{1}{0,1} (9 - 5 - 1) = 10 \cdot 3 = 30 \text{ (А/с)}.$$

2) $I \rightarrow \max \Rightarrow \frac{dI}{dt} \rightarrow 0.$

В момент, когда ток максимален:

$$\mathcal{E}_2 = U_0 + U_C + 0 \Rightarrow U_C = \mathcal{E}_2 - U_0$$

По закону сохранения энергии:

$$\frac{CU_1^2}{2} + A_{\text{ист}} = L \frac{U_C^2}{2} + L \frac{I_{\max}^2}{2}$$

$$L \frac{I_{\max}^2}{2} = \mathcal{E}_2 (U_C \cdot L - U_1 \cdot L) - L \frac{U_C^2}{2} + L \frac{U_1^2}{2}$$

$$I_{\max}^2 = \frac{2L}{L} \left(\mathcal{E}_2 U_C - \mathcal{E}_2 U_1 - \frac{U_C^2}{2} + \frac{U_1^2}{2} \right)$$

$$I_{\max}^2 = \frac{2L}{L} \left(\mathcal{E}_2 (\mathcal{E}_2 - U_0 - U_1) - \frac{(\mathcal{E}_2 - U_0)^2}{2} + \frac{U_1^2}{2} \right)$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$$I_{\max} = \frac{2 \cdot 40 \cdot 10^{-6}}{0,1} \left(9(9-1-5) - \frac{(9-1)^2}{2} + \frac{5^2}{2} \right)$$

$$= 800 \cdot 10^{-6} \left(9 \cdot 3 - \frac{64}{2} + \frac{25}{2} \right) = 8 \cdot 10^{-4} (27 - 32 + 12,5) =$$

$$= 8 \cdot 10^{-4} \cdot 7,5 = 50 \cdot 10^{-4} = 5 \cdot 10^{-3} = \frac{1}{100 \cdot 2}$$

$$I_{\max} = \frac{1}{10} \cdot \frac{1}{\sqrt{2}} \approx \frac{1}{10 \cdot 1,4} = \frac{1}{14} \approx 0,714 \text{ A}$$

3) По закону сохранения энергии:

$$L \frac{U_1^2}{2} + A_{\text{ист}} = L \frac{U_2^2}{2}$$

$$L \frac{U_1^2}{2} + \varepsilon_2 (CU_2 - CU_1) = L \frac{U_2^2}{2}$$

$$CU_2^2 - 2\varepsilon_2 CU_2 + \varepsilon_2^2 CU_1 - L \frac{U_1^2}{2} = 0$$

~~$$CU_2^2 - 2\varepsilon_2 CU_2 + \varepsilon_2^2 CU_1 - L \frac{U_1^2}{2} = 0$$~~

$$U_2^2 - 2\varepsilon_2 U_2 + 2\varepsilon_2 U_1 - U_1^2 = 0$$

$$U_2^2 - 18U_2 + 18 \cdot 5 - 25 = 0$$

$$U_2^2 - 18U_2 + 65 = 0$$

$$D/4 = 81 - 65 = 16$$

$$\begin{cases} U_2 = 18 - 16 = 2 \text{ (В)} & \text{не подходит, т.к. } \varepsilon_2 - U_2 > U_0 \\ U_2 = 18 + 16 = 34 \text{ (В)} & \text{подходит } (\varepsilon_2 - U_2 < U_0). \end{cases}$$

Ответ: 1) 30 А/с ; 2) 0,714 А ; 3) 34 В.

№ 5.

Дано:

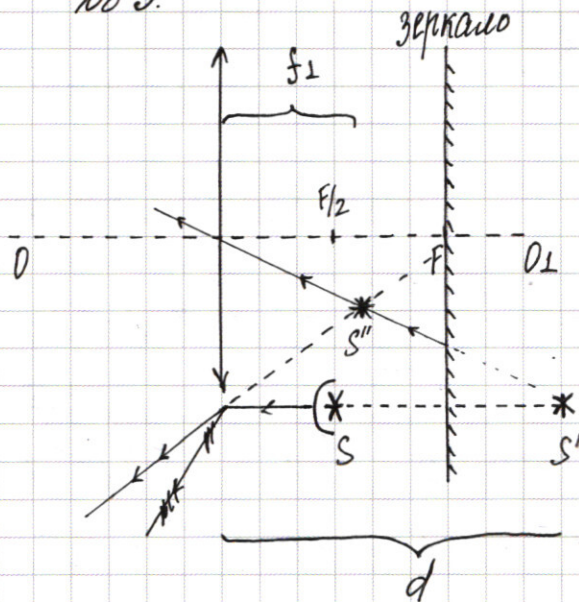
$F; v$

Найти:

1) f_1 ;

2) d

3) u



$$1) \begin{cases} \frac{1}{F} = -\frac{1}{d} + \frac{1}{f_1} \\ d = F + (F - \frac{F}{2}) = \frac{3}{2}F \end{cases}$$

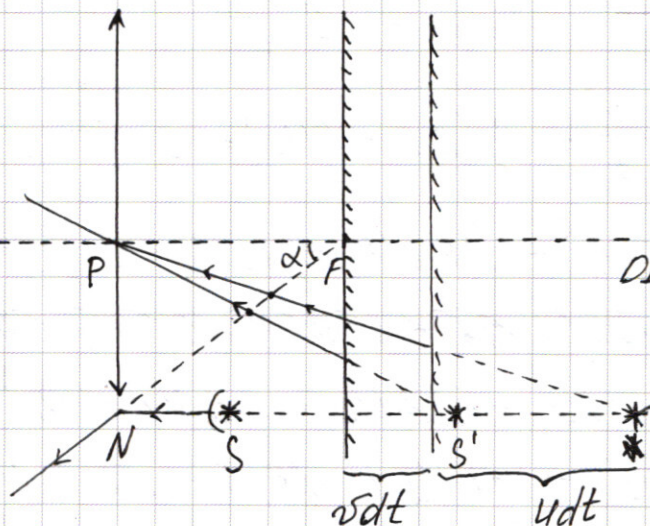
$$\frac{1}{f_1} = \frac{1}{F} + \frac{1}{d} = \frac{d+F}{Fd}$$

$$f_1 = \frac{Fd}{d+F}$$

2)

$$PN = \frac{3}{4}F \text{ (поус.)}$$

$$PF = F$$



П.к. зеркало движется вдоль оси OO_1 , изображение ~~не~~ движется ~~не~~ вдоль прямой, параллельной оси OO_1 , значит отрезок NF (на рисунке) будет сохранять свое положение на протяжении всего движения. ~~также~~ ~~также~~ ~~также~~ значит изображение будет двигаться постоянно вдоль него.

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

№ 3

$I \uparrow \Rightarrow \Phi \uparrow$
 $\varphi_A - \varphi_B \equiv U_0$
 $\varphi_B \uparrow$
 $\xi = U_C - L \frac{dI}{dt} + U_0$
 $L \frac{dI}{dt} = -\xi + U_C + U_0$
 $U_C = U_C + L \frac{dI}{dt}$
 $U_C = \delta B$
 $I_{\max} \Rightarrow \frac{dI}{dt} = 0$
 $\xi = U_C + U_0 = \delta B$
 $\frac{dI}{dt} = \frac{\xi - U_C - U_0}{L}$
 $\frac{dU_{\max}^2}{2} + \xi \Delta q = L \frac{I_{\max}^2}{2}$
 $\xi = U_C + L \frac{dI}{dt}$
 $W_L = L \frac{I^2}{2}$
 $P = LI \frac{dI}{dt} = I(\xi - U_C - U_0)$
 ~~$P_C = C U \frac{dU}{dt}$~~
 $A_{\text{ист}} = \frac{CU_{\max}^2}{2}$
 $\xi(CU_{\max} - CU_1) = \frac{CU_{\max}^2}{2}$
 $-\frac{CU^2}{2} + \xi(CU - CU_1) = L \frac{I_{\max}^2}{2}$

тогда $\operatorname{tg} \alpha = \frac{PN}{PF}$

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

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

№ 3.

Дано: S, d

$d \ll \sqrt{S}; T$

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

$$2|T - T_1| + \varepsilon$$

$$1) m\vec{a} = F_k = qE$$

$$a = \frac{qE}{m} = \gamma E$$

$$P_1 = dV_1, \quad \frac{dV_1}{dT_1} = \frac{dV_1}{V_1}$$

$$2) E = 4\pi k \frac{Q}{S} \Rightarrow Q = \frac{ES}{4\pi k}$$

3)

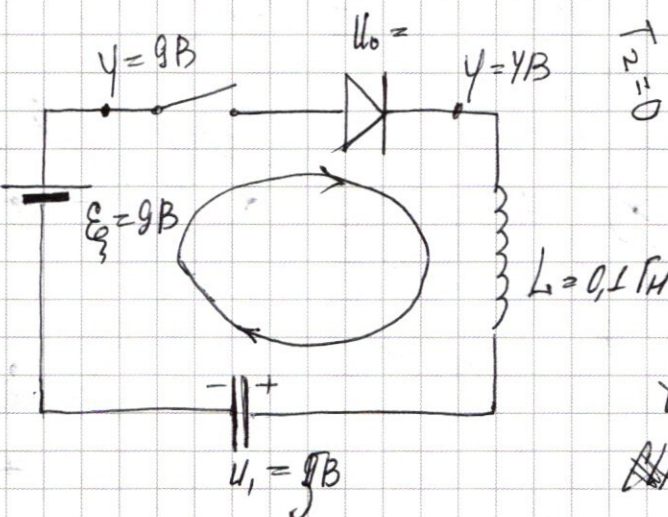
$$0 + Ed \frac{3}{4} = \frac{m v^2}{2}$$

$$v^2 = \frac{2}{m} \frac{3d}{4} \frac{3d}{T^2} \frac{3d}{4} \frac{3}{2} = \frac{3d^2}{T^2}$$

$$T_3 - T_1 \rightarrow \min, \quad T_3 - T_2 \rightarrow \max, \quad T_3 - T_1 \rightarrow \min$$

$$T_3 T_2 > T_1$$

№ 4.



$$(P_1 + P_2) \left(\frac{1}{V_2} - \frac{1}{V_1} \right) + \frac{3}{2} \frac{dV}{dT_3 - T_2}$$

$$\frac{Q_{out}}{Q_{in}} = \frac{1}{1 - \frac{U_1}{U_2}}$$

~~Вариант 10~~

$$\begin{array}{r} 40800/5 \\ 40 \quad 18160/17 \\ 8 \quad 68 \quad 1480 \\ 5 \quad 136 \quad 36 \\ 10 \quad 196 \quad 0 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 2 \\ 48 \\ 36 \\ 288 \\ 144 \\ 1728 \end{array}$$

$$\varepsilon = \eta_c + L \frac{dI}{dt}$$
$$\begin{array}{r} 2417/39 \\ 232 \quad 84 \\ 97 \quad 84 \end{array}$$
$$\frac{p}{f} = \frac{y}{H}$$

$$\frac{290^\circ}{29}$$

$$\frac{261}{17} \left(\frac{1}{f} + \frac{1}{f} \right) = \frac{1}{f} + \frac{1}{f}$$

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

$$h_2 - h_1 = \frac{1}{f} + \frac{1}{f}$$

$$\begin{array}{r} 2417/31 \\ 217 \quad 4 \end{array}$$

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

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

$$\begin{array}{r} 2417/34 \\ 247 \quad 17280 \\ 197 \quad 77344 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 2417/29 \\ 23 \quad 109 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 2417/11 \\ 22 \quad 219 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 2417/4 \\ 21 \quad 34 \end{array}$$

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

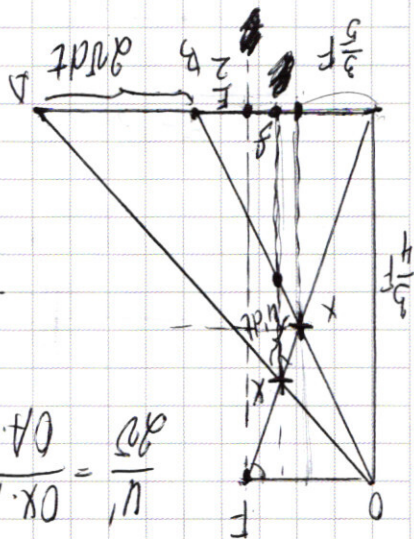
$$\frac{1}{f} = \frac{1}{f} + \frac{1}{f}$$

☒ черновик ☐ чистовик

(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №

(Нумеровать только чистовики)



ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Дано:

$v = 68 \text{ м/с}$

$m = 0,1 \text{ кг}$

$R = 1,9 \text{ м}$

$l = \frac{5}{3} R$

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

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

Найти:

- u
- Потн
- T

Решение:

1) u

2) Потн

3) T

2) $\vec{u} = \vec{v} + \vec{\text{Потн}}$
 $\vec{\text{Потн}} = \vec{u} - \vec{v}$

$\text{Потн}^2 = u^2 + v^2 - 2uv \cos \alpha + \beta$

$\text{Потн}^2 = 7225 + 4624 - 11560(\cos \alpha \cos \beta - \sin \alpha \sin \beta) =$

$= 11849 - 11560\left(\frac{15 \cdot 4}{17 \cdot 5} - \frac{8 \cdot 3}{17 \cdot 5}\right) =$

$= 11849 - 11560\left(\frac{36}{17 \cdot 5}\right) = 11849 - 4896 = 6953$

$\text{Потн} = \sqrt{6953} \approx 83,4 \text{ м/с}$

1) $v = u \cos \beta \Rightarrow u = \frac{v}{\cos \beta} = \frac{5}{4} v$

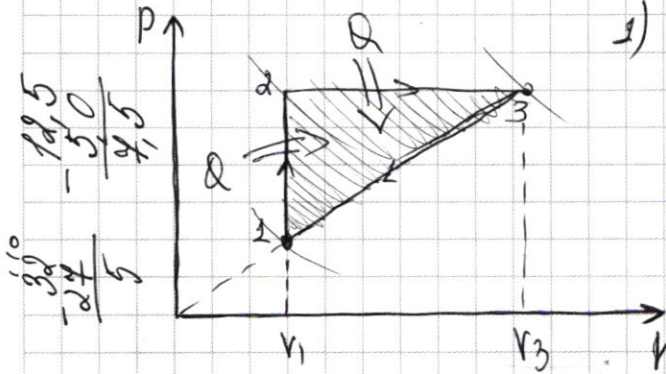
$u = \frac{5 \cdot 68}{4} = 85 \text{ м/с}$

3) T

$T = \frac{mv^2}{2R} = \frac{0,1 \cdot 68^2}{2 \cdot 1,9} = 120,5 \text{ Н}$

№ 2.

1) повышение T на 1-2 и 2-3.



$$Q_{12} = \Delta U + A_{12} = \Delta U = \frac{3}{2} R \Delta T_1$$

$$Q_{23} = \Delta U + A_{23} = \frac{5}{2} R \Delta T_2$$

$$C_{12} = \frac{3}{2} R \quad \left| \Rightarrow \quad \frac{C_{23}}{C_{12}} = \frac{5}{3}$$

$$2) Q_{23} = \frac{5}{2} R \Delta T$$

$$A_{23} = R \Delta T$$

$$\frac{Q_{23}}{A_{23}} = \frac{5}{2}$$

$$3) \eta = \frac{A}{Q_{\text{пол}}} = \frac{\text{полезная работа}}{Q_{\text{пол}}}$$

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

$$Q_{\text{пол}} = \frac{3}{2} R (T_2 - T_1) + \frac{5}{2} R (T_3 - T_2) + \frac{3}{2} R (T_1 - T_3) + \frac{1}{2} (P_1 + P_2) (V_3 - V_1) =$$

$$= \frac{3}{2} R T_2 - \frac{3}{2} R T_1 + \frac{5}{2} R T_3 - \frac{5}{2} R T_2 + \frac{3}{2} R T_1 - \frac{3}{2} R T_3 + \frac{1}{2} (P_1 V_3 - P_1 V_1 + P_2 V_3 - P_2 V_1) = R (T_3 - T_1) + \frac{1}{2} (P_1 V_3 - P_1 V_1 + P_2 V_3 - P_2 V_1) = \frac{3}{2} R (T_3 - T_2)$$

$$A = \frac{1}{2} (V_3 P_2 + V_2 P_1 - V_1 P_2 - V_2 P_1) = \frac{1}{2} (P_1 V_3 - P_1 V_1 + P_2 V_3 - P_2 V_1) = \frac{3}{2} R (T_3 - T_2)$$

$$\eta = \frac{T_3 - T_2}{\frac{3}{2} (T_3 - T_2)} \cdot 100\% = \frac{2}{3} = 67\%$$

$T_2 \rightarrow 0 \text{ K}$

$$\begin{aligned} \frac{d'Q_{\text{пол}}}{dt} &= \frac{3}{2} F \left(\frac{5}{2} F + \frac{5}{2} F \right) = \frac{3}{2} F \cdot 5 F = \frac{15}{2} F^2 \\ \frac{d'Q_{\text{пол}}}{dt} &= \frac{3}{2} F \cdot \frac{5}{2} F = \frac{15}{4} F^2 \end{aligned}$$