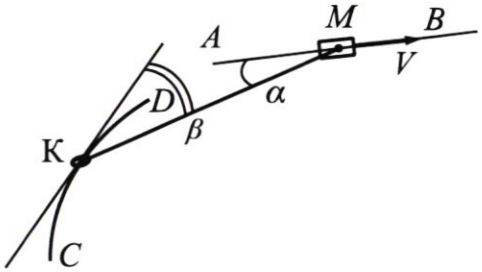
Олимпиада «Физтех» по физике, ф

Класс 11

Вариант 11-01

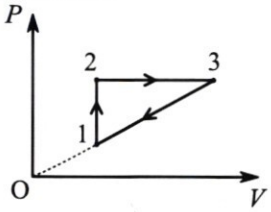
Бланк задания обязательно должен быть вложен в работу. Работы без вл

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 $\alpha (\cos\alpha = 15/17)$ с направлением движения муфты и угол $\beta (\cos\beta = 4/5)$ 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.



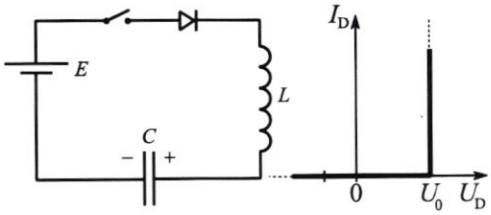
1) Найти отношение молярных теплоемкостей на тех участках цикла, где происходило повышение температуры газа.
2) Найти в изобарном процессе отношение количества теплоты, полученной газом, к работе газа.
3) Найти предельно возможное максимальное значение КПД такого цикла.

3. Обкладки конденсатора – круглые металлические сетки площадью S, расстояние между обкладками d $\left(d \ll \sqrt{S}\right)$. 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?

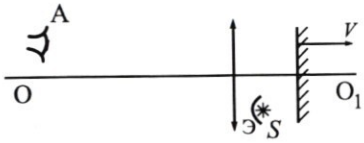
При движении частицы электрическое поле, созданное зарядами конденсатора, считать неизменным, а электрическое поле внутри конденсатора вблизи оси симметрии считать однородным.

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.

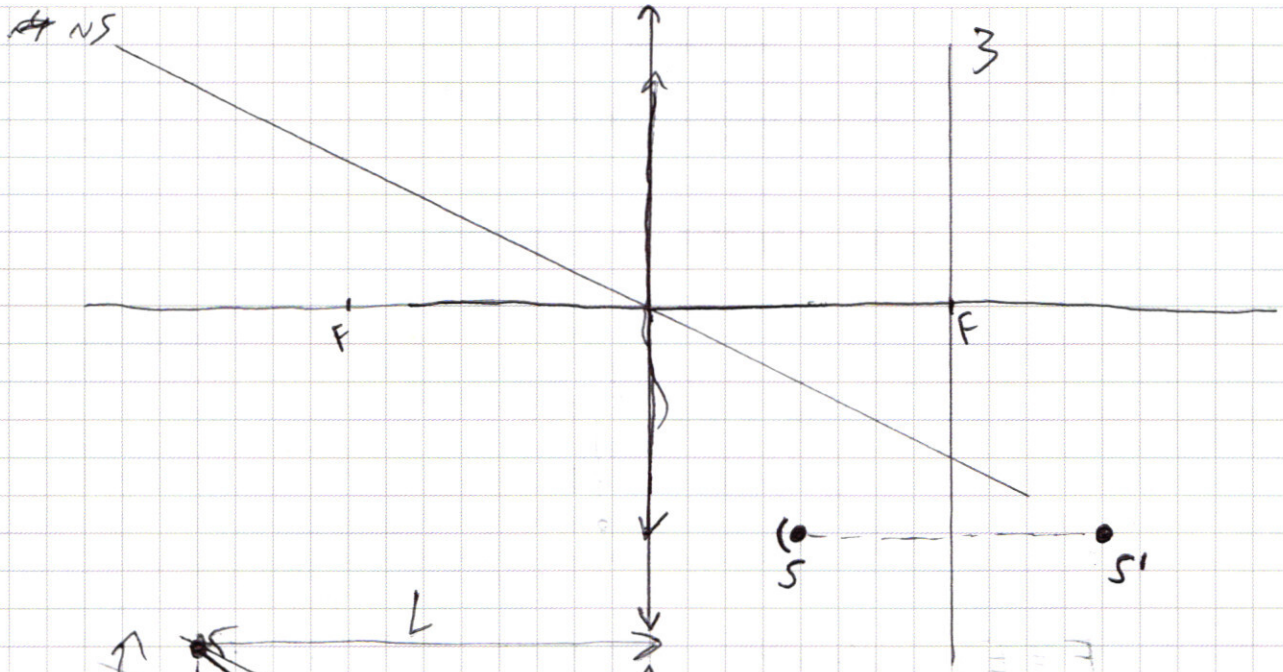


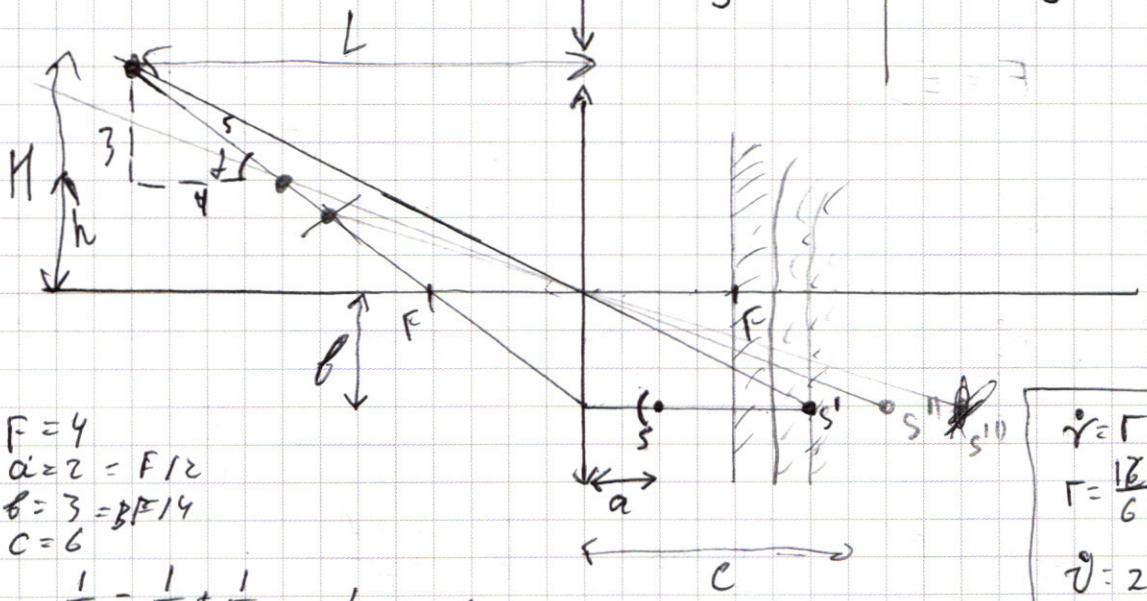
1) Найти скорость возрастания тока сразу после замыкания ключа.
2) Найти максимальный ток после замыкания ключа.
3) Найти установившееся напряжение U_2 на конденсаторе после замыкания ключа.

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.





$\frac{5}{4}F$

$F = 4$
$a = 2 = F/2$
$b = 3 = 3F/4$
$c = 6$

$\frac{1}{F} = \frac{1}{d} + \frac{1}{f}$, $d = c = 6$

$\frac{1}{f} = \frac{1}{F} - \frac{1}{d}$. $f = \frac{F \cdot d}{d - F} = \frac{6 \cdot 4}{2} = 12$ $L = 12$

Ответ: 12

$C = \frac{F}{2} + 2 \cdot (F - \frac{F}{2}) = \frac{F}{2} + 2F - F = \frac{3F}{2}$ $d = \frac{3F}{2}$

$f = \frac{F \cdot d}{d - F} = \frac{F \cdot \frac{3F}{2}}{\frac{3F}{2} - F} = \frac{\frac{3}{2}F^2}{\frac{1}{2}F^2} = 3F$

$\dot{v} = \Gamma v$

$\Gamma = \frac{12}{6} = 2$

$\dot{v} = 2v$

$\frac{3}{2}$

1 $C = \frac{F}{2} + 2(\frac{5}{4}F - \frac{F}{2}) = \frac{F}{2} + \frac{5}{2}F - F = \frac{5}{2}F - \frac{1}{2}F = 2F$

$f = \frac{F \cdot d}{d - F} = \frac{F \cdot 2F}{F} = 2F$

d - ?

~~$K = \frac{h}{H} = \frac{2v}{3F} = \frac{2}{3}$~~ $K_2 = \frac{c}{F} = \frac{\frac{3F}{2}}{3F} = \frac{1}{2} \Rightarrow H = \frac{3F}{2} \Rightarrow$

~~$= 2h =$~~ $K_1 = 1 \Rightarrow h = \frac{3F}{4}$

~~$\Delta h = \frac{6}{4}F - \frac{3}{4}F = \frac{1}{2}F$~~ $\frac{3}{4}F = \Delta h$ $tg\alpha = \frac{3}{4}$

~~$\dot{v} = \Gamma v =$~~ ~~$\Delta S' - S$~~ $S = 1$ $\dot{v} = \frac{v}{F} =$

☑ черновик ☐ чистовик Страница №__

(Поставьте галочку в нужном поле) (Нумеровать только чистовики)

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

«МОСКОВСКИЙ ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ (НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ)»

ШИФР

(заполняется секретарём)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

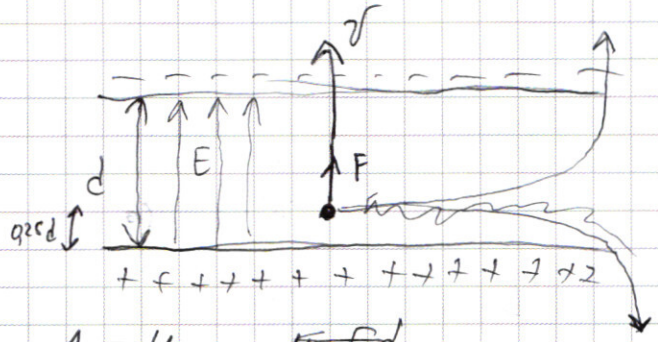
Дано:

S,

$d << \sqrt{S}$

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

$\sqrt{\ }$



$\cancel{F = Eq}$ $\cancel{A = eU}$ $\cancel{U = Ed}$

$\cancel{A = eEd = qE}$

$F = Eq$, $A = F \cdot 0{,}75d$

$A = Eq \cdot 0{,}75d = EqS$

$\frac{mv^2}{2} = EqS$

$\cancel{E = \frac{\varepsilon\varepsilon_0 S}{d}}$

$\cancel{v^2 = \frac{2EqS}{m} = 2\gamma ES = 2\gamma \frac{\varepsilon\varepsilon_0 S \cdot 0{,}75d}{d} = 2\gamma \varepsilon\varepsilon_0 S\, 0{,}75 = 1{,}5\gamma\varepsilon\varepsilon_0 S}$

1) $\boxed{v = \sqrt{1{,}5\gamma\varepsilon\varepsilon_0 S}}$

$E =$

$C = \frac{\varepsilon\varepsilon_0 S}{d}$

$0{,}75d = \frac{at^2}{2}$

$F = ma$

$\boxed{a = \frac{1{,}5d}{T^2}}$

$2aS = v^2$

$F = \frac{m \cdot 1{,}5d}{T^2}$

$FT = mv$

$\frac{m \cdot 1{,}5d}{T} = mv$

$v = \frac{1{,}5d}{T}$ 1

$\cancel{\frac{3d \cdot 0{,}75}{T^2}}$

2) $C = \frac{\varepsilon\varepsilon_0 S}{d}$

$\frac{2 \cdot 2 \cdot 0{,}75 \cdot 0{,}75d^2}{T^2} = v^2$

$\frac{1{,}5d}{T}$

$\cancel{A =}$

$\cancel{E =}$ $\cancel{U = Ed}$

$F = Eq$

$Eq = \frac{m \cdot 1{,}5d}{T^2}$

$\boxed{E = \frac{1{,}5d}{T^2\gamma}}$

$\cancel{A = U \cdot e}$

$U = Ed$

$C = \frac{q}{U}$

$A = E \cdot q \cdot 0{,}75d = U \cdot q$

$F \cdot 0{,}75d = U$

$U = \frac{1{,}5 \cdot 0{,}75d^2}{T^2\gamma}$

$Q = CU = \frac{\varepsilon\varepsilon_0 S \cdot 1{,}5 \cdot \cancel{0{,}75}\, d}{T^2\gamma}$ 2

☑ черновик ☐ чистовик

(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №__

(Нумеровать только чистовики)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

№4

Сразу после замыкания.

1) $\mathcal{E} = U_1 + U_0 + U_L$

$U_L = \mathcal{E} - U_1 - U_0 = 9 - 5 - 1 = 3$

$U_L = 3$ В $\quad U_L = \frac{L\Delta I}{\Delta t} = 3 \quad \frac{\Delta I}{\Delta t} = \frac{3}{L} = \frac{3}{0{,}1} = 30$ А/с.

$\cancel{U \quad \mathcal{E}q} \quad \frac{CU_1^2}{2} = \frac{CU^2}{2} + \frac{LI^2}{2} \to \mathcal{E}q$

$\frac{40\cdot10^{-6}\cdot 25}{2} = \frac{40\cdot10^{-6}\cdot U^2}{2} + \frac{0{,}1\, I^2}{2}$ Э.

3)

$\cancel{\mathcal{E} = U_0 +} \quad U = 0$

№2

1) $1 \to 2$ изохора $\quad$ 2-3 изобара

$Q = \frac{3}{2}\nu R(T_2 - T_1) \quad Q = \frac{3}{2}\nu R(T_3 - T_2) + p(V_3 - V_2) = \frac{3}{2}\nu R T_3 - \frac{3}{2}\nu R T_2 +$

$+ pV_3 - pV_2 =$

$= \frac{3}{2}p_3V_3 - \frac{3}{2}p_3V_2 + pV_3 - pV_2 =$

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

$\begin{cases} p_3 = \alpha V_3 \\ p_1 = \alpha V_1 \end{cases} \quad \cancel{\alpha = \frac{p_3}{V_3}, \alpha = \frac{p_1}{V_1}}$

$\frac{p_1V_1}{T_1} = \frac{p_3V_3}{T_3} \quad \frac{p_1V_1}{p_3V_3} = \frac{T_1}{T_3} = \left(\frac{p_1}{p_3}\right)^2$

$\cancel{C_M \quad Q = C_M\nu\Delta t}$

$Q = C_M m \Delta t$

$C_M = \frac{C}{M} \Rightarrow$

$\Rightarrow C_M \cdot mM$

$Q_1 = \frac{3}{2}\nu R(T_2 - T_1) = C_M m(T_2 - T_1)$

$\frac{3}{2}\nu R = C_{M_1} m \quad Q_2 = \frac{5}{2}\nu R(T_3 - T_2) = C_M m(T_3 - T_2) \quad C_M = \frac{Q}{\Delta t}$

$\frac{5}{2}\nu R = C_{M_2} m$

$\frac{C_{M_1} m}{C_{M_2} m} = \frac{\frac{3}{2}\nu R}{\frac{5}{2}\nu R} = \frac{3}{5}$

$\frac{3}{2} \cdot \frac{5}{2} =$

$= \frac{3}{2} \cdot \frac{2}{5}$

☐ черновик ☐ чистовик

(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №__

(Нумеровать только чистовики)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

№1

Дано:

$v = 68$ см/с

$m = 0{,}1$ кг

$R = 1{,}8$ м

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

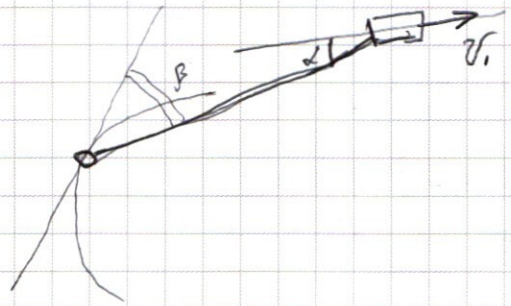
$\cos\alpha = \frac{15}{17}$

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

Найти: v_1

$v_{отн}, v$

Решение:



$$\frac{\frac{3}{2}+\frac{3}{2}}{\frac{3}{2}} = 1+\frac{3}{2\cdot 2} = \frac{5}{2}$$

№2

2) $2 \to 3$ изобара $P = const$ Найти: $\frac{Q}{A}$

$$Q = \Delta U + A_2 = \frac{3}{2}\nu R(T_3 - T_2) + P_2(V_3 - V_2) = \frac{3}{2}P_2(V_3 - V_2) + P_2(V_3 - V_2)$$

$$\frac{\frac{3}{2}P_2\Delta V + P_2\Delta V}{P_2\Delta V} = \frac{\frac{5}{2}P_2\Delta V}{P_2\Delta V} = \frac{5}{2}$$

3) $\eta = \frac{Q_н - Q_х}{Q_н} = 1 - \frac{Q_х}{Q_н}$

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

$$Q_х = \frac{3}{2}\nu R(T_1 - T_3) + \frac{P_3 + P_1}{2}\cdot(V_1 - V_3) =$$

$$\frac{1}{2}(P_3 + P_1)(V_1 - V_3) = \frac{1}{2}(-P_3V_3 + P_3V_1 + P_1V_1 - P_1V_3)$$

$$\cancel{Q_х = \frac{3}{2}\nu R T_1 - \frac{3}{2}\nu R T_3 + \frac{1}{2}}$$

$$Q_х = \frac{3}{2}\nu R(T_1 - T_3) + \frac{1}{2}\nu R(T_1 - T_3) + \frac{1}{2}P_3V_1 + \frac{1}{2}P_1V_3 = \frac{1}{2}(-\nu RT_3 + \nu RT_1 + P_3V_1 - P_1V_3) =$$

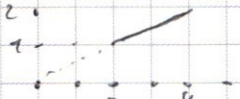
$$= 2\nu R(T_1 - T_3) + \frac{1}{2}(P_3V_1 - P_1V_3) = \qquad = \frac{1}{2}(\nu R(T_1 - T_3) + P_3V_1 - P_1V_3)$$

$$= 2\nu R(T_1 - T_3) + \frac{1}{2}(\alpha P_1V_1 - \alpha P_1V_1) = \qquad P_3 = \alpha P_1 \quad V_3 = \alpha V_1$$

$$= 2\nu R(T_1 - T_3)$$

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

$$\eta = \frac{4\alpha - 4\alpha^2}{5\alpha^2 - 2\alpha - 3}$$



$$Q_н = \frac{3}{2}\nu R(T_2 - T_1) + \frac{5}{2}\nu R(T_3 - T_2) = \frac{3}{2}\nu RT_2 - \frac{3}{2}\nu RT_1 + \frac{5}{2}\nu RT_3 - \frac{5}{2}\nu RT_2 =$$

$$= -\nu RT_2 + \frac{5}{2}\nu RT_3 - \frac{3}{2}\nu RT_1 = -P_2V_2 + \frac{5}{2}P_3V_3 - \frac{3}{2}P_1V_1 = \cancel{P_2V_2} =$$

$$= -P_3V_1 + \frac{5}{2}P_3V_3 - \frac{3}{2}P_1V_1 \quad \cancel{= -\alpha P_1V_1 + \frac{5}{2}\alpha^2 P_1V_1 - \frac{3}{2}P_1V_1 = P_1V_1(\frac{5}{2}\alpha^2 - \alpha - \frac{3}{2})}$$

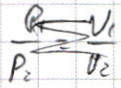
$$Q_х = 2\nu RT_1 - 2\nu RT_3 = 2P_1V_1 - 2P_3V_3 = 2P_1V_1 - 2\alpha^2 P_1V_1 = 2P_1V_1(\alpha - \alpha^2)$$

$$\eta = 1 - \frac{2\alpha - \alpha^2}{\frac{5}{2}\alpha^2 - \alpha - \frac{3}{2}}$$

$$\frac{4\gamma - 4\alpha^2}{5\alpha^2 - 2\alpha - 3}$$

$P_1 = V_1\alpha$

$P_2 = V_2\alpha$



$$2\nu R(T_1 - T_3) + \frac{1}{2}(P_3V_1 - P_1V_3) =$$

$$= \underline{2\nu R(T_1 - T_3)}$$

$P = \alpha V$

$$\begin{cases} P_1 = \alpha V_1 \\ P_3 = \alpha V_3 \end{cases}$$

$P_1\alpha V_3 = P_3\alpha V_1$

$P_1V_3 = P_3V_1$

$P_3 = \alpha V_3$

$P_1 = \alpha V_1$

$$Q_н = -P_3V_1 + \frac{5}{2}P_3V_3 - \frac{3}{2}P_1V_1 =$$

$$= -\alpha V_3V_1 + \frac{5}{2}\alpha V_3V_3 - \frac{3}{2}\alpha V_1^2 =$$

$$= \frac{5}{2}\alpha V_3^2 - \alpha V_3V_1 - \frac{3}{2}\alpha V_1^2$$

$$Q_x = 2\nu RT_1 - 2\nu RT_3 = 2P_1V_1 - 2P_3V_3 = \cancel{2P_1V_1 - 2P_1V_1\alpha^2} = 2P_1V_1 - 2\alpha V_3V_3 =$$

$$= 2\alpha V_1^2 - 2\alpha V_3^2$$

$$\frac{2\alpha V_1^2 - 2\alpha V_3^2}{\frac{5}{2}\alpha V_3^2 - \alpha V_3V_1 - \frac{3}{2}\alpha V_1^2} =$$

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

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

Пусть $V_3 = \gamma V_1$, $\gamma \in (1; +\infty)$, тогда $\frac{4V_1 + 4\gamma V_1}{5\gamma V_1 + 3V_1} = \frac{4 + 4\gamma}{5\gamma + 3}$ ~~Если~~ $\gamma = 1$, то

$$f'(\gamma) = \frac{4(5\gamma + 3) + 5(4 + 4\gamma)}{(5\gamma + 3)^2} = \frac{20\gamma + 12 + 20 + 20\gamma}{(5\gamma + 3)^2} = \frac{40\gamma + 32}{(5\gamma + 3)^2}$$

Нули: $\gamma \in (1; +\infty)$ нет точек, $\gamma \uparrow$ при $\gamma > 0$ $f'(x) > 0 \Rightarrow f(x)$ - мин при $\gamma = 1$

$\cancel{\frac{4+4}{5+3} = 1}$ Если $\gamma \to \infty$, то $f(x) =$

$\lim\limits_{\gamma \to \infty} f(x) = \frac{4}{5}$ ответ: 20%

$\gamma = 1$ $\frac{8}{8} = 1$

$$\frac{4V_1 + 4V_3}{5V_3 + 3V_1}$$

$\cancel{4V_1 + V}$

5V

$5V_3(V_3 - V_1) + 3V_1(V_3 - V_1)$

$(V_3 - V_1)(5V_3 + 3V_1)$

☑ черновик ☐ чистовик Страница №__

(Поставьте галочку в нужном поле) (Нумеровать только чистовики)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

№2

Дано:

$P_1 = \alpha V_1$

$P_3 = \alpha V_3$

Решение:

1) Температура возрастает на участках 1–2 и 2–3

1–2 изохора: $Q = \frac{3}{2}\nu R(T_2 - T_1)$

2–3 изобара: $Q = \frac{3}{2}\nu R(T_3 - T_2) + P(V_3 - V_2)$

~~$Q = Cm$~~ $C_M = \frac{C}{M}$, т.к. M - const, то $\frac{C_{M1}}{C_{M2}} = \frac{C_1}{C_2}$

$Q = Cm\Delta T$

$Q_1 = \frac{3}{2}\nu R(T_2 - T_1) = Cm(T_2 - T_1) \Rightarrow C_1 m = \frac{3}{2}\nu R$

$Q_2 = \frac{3}{2}\nu R(T_3 - T_2) + \nu R(T_3 - T_2) = \frac{5}{2}\nu R(T_3 - T_2) = C_2 m(T_3 - T_2) \Rightarrow$

$\Rightarrow C_2 m = \frac{5}{2}\nu R$, отсюда: $\frac{C_1 m}{C_2 m} = \frac{\frac{3}{2}\nu R}{\frac{5}{2}\nu R} = \frac{3}{5} = \frac{C_1}{C_2} = \frac{C_{M1}}{C_{M2}}$

Ответ: $\frac{C_{M1}}{C_{M2}} = \frac{3}{5}$

2) 2–3 изобара

$Q = \frac{3}{2}\nu R(T_3 - T_2) + P(V_3 - V_2)$ Надо найти: $\frac{Q}{A}$, где $A = P(V_3 - V_2)$

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

$\frac{Q}{A} = \frac{\frac{5}{2}\nu R(T_3 - T_2)}{\nu R(T_3 - T_2)} = \frac{5}{2}$

Ответ: $\frac{Q}{A} = \frac{5}{2}$

3) $\eta = \frac{Q_н - Q_х}{Q_н} = 1 - \frac{Q_х}{Q_н}$; $Q_н = Q_{12} + Q_{23}$; $Q_х = Q_{31}$

$Q_х = \frac{3}{2}\nu R(T_1 - T_3) + \frac{(P_3 + P_1)}{2}(V_1 - V_3) = \frac{3}{2}\nu R(T_1 - T_3) + \frac{1}{2}(P_3V_1 - P_3V_3 + P_1V_1 - P_1V_3) =$

$= \frac{3}{2}\nu R(T_1 - T_3) + \frac{1}{2}(\nu R(T_1 - T_3) + P_3V_1 - P_1V_3) = 2\nu R(T_1 - T_3) + \frac{1}{2}(P_3V_1 - P_1V_3)$

по условию $P_1 = \alpha V_1$, $P_3 = \alpha V_3 \Rightarrow \frac{P_1}{P_3} = \frac{V_1}{V_3} \Rightarrow P_1V_3 = P_3V_1$, отсюда

$Q_х = 2\nu R(T_1 - T_3)$

$Q_н = \frac{3}{2}\nu R(T_2 - T_1) + \frac{3}{2}\nu R(T_3 - T_2) + p(V_3 - V_2) = \frac{3}{2}\nu R(T_2 - T_1) + \frac{5}{2}\nu R(T_3 - T_2) =$

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

$= -P_2V_2 - \frac{3}{2}P_1V_1 + \frac{5}{2}P_3V_3$, заметим, что $P_2 = P_3$, а $V_2 = V_1$, тогда

$Q_н = -P_3V_1 - \frac{3}{2}P_1V_1 + \frac{5}{2}P_3V_3 = -\alpha V_3V_1 + \frac{5}{2}\alpha V_3^2 - \frac{3}{2}\alpha V_1^2$

$-Q_х = 2\nu R T_1 - 2\nu R T_3 = 2P_1V_1 - 2P_3V_3 = 2\alpha V_1^2 - 2\alpha V_3^2$

$\eta = 1 - \frac{Q_х}{Q_н}$ Надо, чтобы $\frac{Q_х}{Q_н}$ было минимальным.

$\frac{+Q_х}{Q_н} = \frac{-2(\alpha V_1^2 - \alpha V_3^2)}{-\alpha V_3V_1 + \frac{5}{2}V_3^2\alpha - \frac{3}{2}\alpha V_1^2} \Big| \cdot 2 = \frac{-4(\alpha V_1^2 - \alpha V_3^2)}{5V_3^2\alpha - 2\alpha V_3V_1 - 3\alpha V_1^2} =$

$= \cancel{4t} = \frac{-4\alpha(V_1^2 - V_3^2)}{\alpha(5V_3^2 - 5V_3V_1 + 3V_3V_1 - 3\alpha V_1^2)} = \frac{-4(V_1 - V_3)(V_1 + V_3)}{(V_3 - V_1)(5V_3 + 3V_1)} = \frac{4V_1 + 4V_3}{5V_3 + 3V_1}$

Пусть $V_3 = \gamma V_1$, ~~то~~ причём $\gamma \in (1; +\infty)$, тогда $\frac{Q_х}{Q_н} = \frac{4V_1 + 4\gamma V_1}{5\gamma V_3 + 3V_1} =$

$= \frac{4 + 4\gamma}{5\gamma + 3}$. Заметим, что это убывающая функция, тогда:

$\lim\limits_{\gamma \to +\infty}\left(\frac{4 + 4\gamma}{5\gamma + 3}\right) = \frac{4}{5}$, тогда $\eta_{max} = 1 - \frac{4}{5} = \frac{1}{5} = 0{,}2$

Ответ: $\eta_{max} = 20\%$.

№3

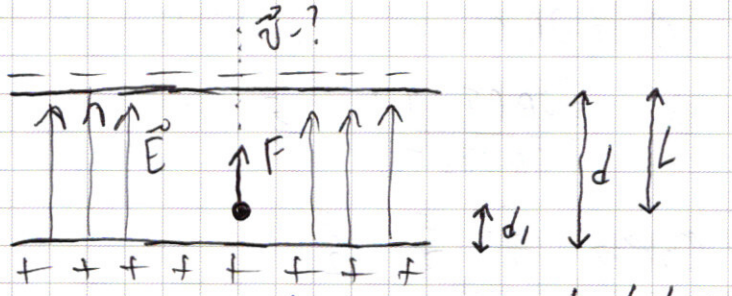
Дано:
S, d,
$d_1 = 0{,}25d$
T, $\gamma = \frac{q}{m}$

Решение:

1) $L = d - d_1 = 0{,}75d$

$L = \frac{aT^2}{2}$;

$a = \frac{2L}{T^2} = \frac{1{,}5d}{T^2}$; $v = aT = \frac{1{,}5d}{T}$



Ответ: $v = \frac{1{,}5d}{T}$

2) $C = \frac{\varepsilon\varepsilon_0 S}{d}$; $Q = CU$; $A = F \cdot L = Eq \cdot 0{,}75d\xi$ $F = ma = \frac{1{,}5dm}{T^2}$

$F = E \cdot q$ $E = \frac{F}{q} = \frac{1{,}5dm}{T^2 q} = \frac{1{,}5d}{\gamma T^2}$ $U = Ed = \frac{1{,}5d^2}{\gamma T^2}$

☐ черновик ☑ чистовик
(Поставьте галочку в нужном поле)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$$Q = CU = \frac{\varepsilon\varepsilon_0 S \cdot 1{,}5 d^2}{d\,\gamma T^2} = \frac{\varepsilon\varepsilon_0 S \cdot 1{,}5 d}{\gamma T^2}$$

Ответ: $Q = \frac{\varepsilon\varepsilon_0 S \cdot 1{,}5 d}{\gamma T^2}$

№5

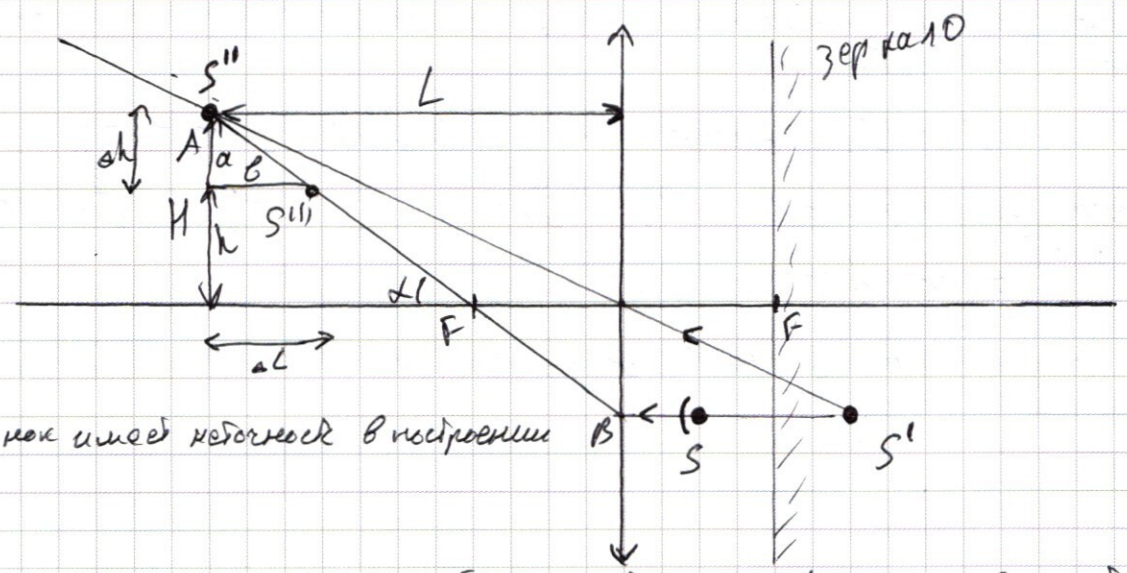


*Рисунок имеет неточность в построении

1)
На чертеже показан заданный момент, где L - искомое расстояние. Для того построения сначала нашли изображение источника S в зеркале S', а затем нашли изображение S' в линзе S''

~~Пусть рас~~ $d = \frac{F}{2} + 1\left(F - \frac{F}{2}\right) = \frac{F}{2} + 2F - F = \frac{3F}{2}$ - расстояние от линзы до S'.

$\frac{1}{F} = \frac{1}{d} + \frac{1}{f}$, отсюда $f = \frac{F \cdot d}{d - F} = \frac{3/2\, F^2}{\frac{1}{2}F} = 3F$

Ответ: $f = 3F$

2)
Т.к. при движении зеркала расстояние между главной оптической оси и S' одинаково, то все изображения S' в течение этого будут на прямой AB. Значит надо найти угол между AB и опт. осью

Пусть зеркало находится ~~в точке~~ на расст $= \frac{5}{4}F$, тогда

$d_2 = 2F$, а $f_2 = \cancel{F}\ 2F$ (считаем по простым формулам)

Пусть S''' - изображение при зеркале с расст $\frac{5}{4}F$

~~$H = \frac{3}{2}F$~~. ~~$H =$~~ $\Gamma_1 = \frac{C}{f} = \frac{\frac{3}{2}F}{3F} = \frac{1}{2} \Rightarrow H = \frac{3}{2}F$, $\Gamma_2 = \frac{C_2}{f_2} = 1 \Rightarrow h = \frac{5}{4}F$

$\Delta h = \frac{3}{4}F = H - h$ $\Delta l = f_1 - f_2 = \cancel{3F - 2F} = 3F - 2F = F$, отсюда

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

Ответ: $tg\alpha = \frac{3}{4}$

3) Скорости будут относится также как ~~как~~ $\frac{f}{c}$, т.е.

~~$\dot{v} \cdot F = v \quad \dot{v}\frac{f}{c} = v \quad \dot{v} =$~~

$\dot{v} = Fv \quad \cancel{\dot{v} = \frac{3}{2}F / 2F} \quad \dot{v} = \frac{3F}{\frac{3}{2}F} v = 2v$

Ответ: $\dot{v} = 2v$.

№ 4.

1) Т.к. ключ только замкнули и ток только побёг, то напряжение на диоде равно U_0, тогда

$\mathcal{E} = U_0 + U_1 + U_L$, отсюда $U_L = \mathcal{E} - U_0 - U_1 = 9 - 5 - 1 = 3$ В – напряжение на катушке $\quad U_L = \frac{L\Delta I}{\Delta t} \Rightarrow \frac{\Delta I}{\Delta t} = \frac{3}{L} = \frac{3}{0{,}1} = 30$ А/с

Ответ: $\frac{\Delta I}{\Delta t} = 30$ А/с

3) т.к. напряжение установилось, то ток не течёт, то U везде кроме конд $= 0$

☐ черновик ☑ чистовик
(Поставьте галочку в нужном поле)