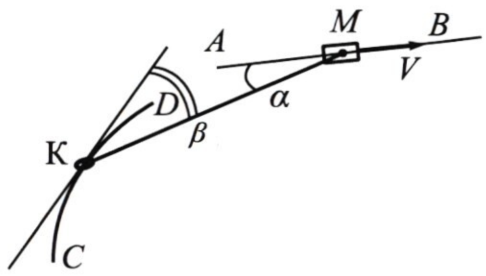
Олимпиада «Физтех» по физике, ф

Класс 11

Вариант 11-01

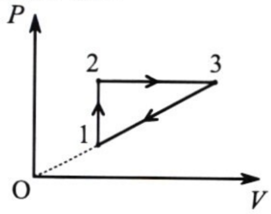
Бланк задания обязательно должен быть вложен в работу. Работы без вл

1. Муфту М двигают со скоростью $V = 68$ см/с по горизонтальной направляющей AB (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.



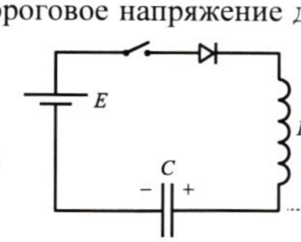
1) Найти отношение молярных теплоемкостей на тех участках цикла, где происходило повышение температуры газа.
2) Найти в изобарном процессе отношение количества теплоты, полученной газом, к работе газа.
3) Найти предельно возможное максимальное значение КПД такого цикла.

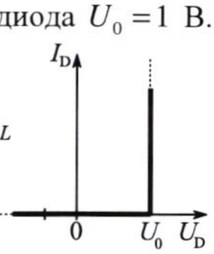
3. Обкладки конденсатора – круглые металлические сетки площадью S, расстояние между обкладками d $\left(d << \sqrt{S}\right)$. Из точки, находящейся между обкладками на оси симметрии на расстоянии $0{,}25d$ от положительно заряженной обкладки, стартует с нулевой начальной скоростью положительно заряженная частица и через время T вылетает из конденсатора перпендикулярно обкладкам. Удельный заряд частицы $\dfrac{q}{m} = \gamma$.

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.

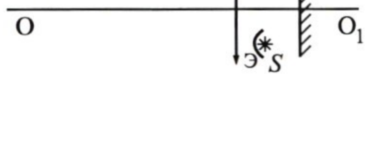
4. В цепи, схема которой показана на рисунке, ключ разомкнут, ЭДС идеального источника $E = 9$ В, конденсатор емкостью $C = 40$ мкФ заряжен до напряжения $U_1 = 5$ В, индуктивность идеальной катушки $L = 0{,}1$ Гн. Вольтамперная характеристика диода дана на рисунке, пороговое напряжение диода $U_0 =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

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

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

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Задача №1

Дано:

$\vartheta = 68\,\frac{см}{с} = 68 \cdot 10^{-2}\,\frac{м}{с}$;

$m_к = 0{,}1$ кг; $R = 1{,}9$ м;

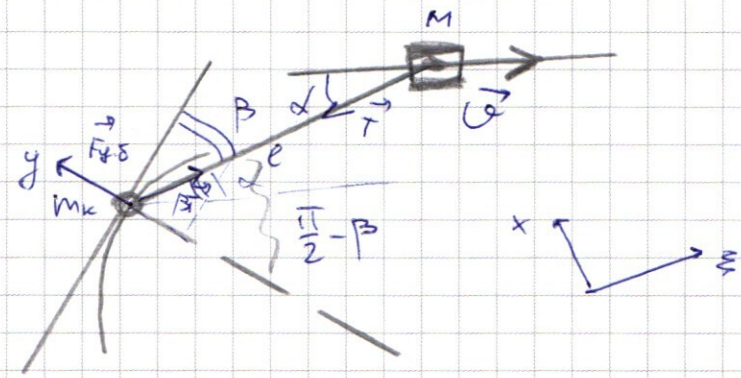
$l = \frac{5}{3}R$; $\cos\alpha = \frac{15}{17}$;

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

Найти:

$\vartheta_к$; $\vartheta_{к\,отн}$; T.

Решение:



в НИСО кольца: Oy: $F_{у.б.} = T\sin\beta$;

$F_{у.б} = m\frac{\vartheta_к^2}{R}$; $\frac{m\vartheta_к^2}{R} = T\sin\beta \Rightarrow$

$$\Rightarrow \underbrace{T = \frac{m\vartheta_к^2}{R\sin\beta}}$$

~~в этот момент~~: в момент α и β:

$\vartheta_\xi = \vartheta\cos\alpha$; $\vartheta_к = \frac{\vartheta_\xi}{\cos(\alpha+\beta)} = \frac{\vartheta}{\cos(\alpha+\beta)}$;

$\sin\beta = \frac{3}{5}$; $\sin\alpha = \frac{\sqrt{(17-15)\cdot(17+15)}}{17} = \frac{8}{17}$;

$\cos(\alpha+\beta) = \cos\alpha\cos\beta - \sin\alpha\sin\beta = \frac{15\cdot 4}{5\cdot 17} - \frac{8\cdot 3}{5\cdot 17} =$

$= \frac{60-24}{85} = \frac{36}{85}$; $\vartheta_к = \frac{\vartheta}{\cos(\alpha+\beta)} = \frac{68\,\frac{см}{с}}{\frac{36}{85}} =$

$17\cdot 4\,\frac{см}{с}$

$=$

Ответ: $\underbrace{T = \frac{m\vartheta_к^2}{R\cdot\sin\beta}}$

☐ черновик ☑ чистовик (Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №7 (Нумеровать только чистовики)

☐ черновик ☐ чистовик

(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №__

(Нумеровать только чистовики)

$$\eta = \frac{A}{Q_{получ}}; \quad A = \frac{(p_3-p_1)\cdot(V_3-V_1)}{2} = \frac{\alpha(V_3-V_1)^2}{2}.$$

$Q_{получ} = Q_{12} + Q_{23}$; $\quad Q_{31} < 0$, т.к. $T_1 < T_3$.

$$Q_{получ} = \frac{5}{2}\alpha V_3(V_3-V_1) + \frac{3}{2}\nu R(T_2-T_1) =$$

$$= \frac{5}{2}\alpha V_3(V_3-V_1) + \frac{3}{2}(p_3V_1 - p_1V_1) =$$

$$= \frac{5}{2}\alpha V_3(V_3-V_1) + \frac{3}{2}\alpha(V_3V_1 - V_1V_1) =$$

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

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

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

$\eta = \frac{V_3-V_1}{V_3+\frac{3}{5}V_1} = \frac{5V_3-5V_1}{5V_3+3V_1}$; функция $\left(\frac{V_3-V_1}{V_3+\frac{3}{5}V_1}\right)$ не имеет производную равную нулю.

$\eta = max$ при $V_1 = min$, ~~$V_1 \to 0$~~; $V_1 \to 0$

$$\eta_{max} \approx \frac{V_3 - 0}{V_3 + 0} \approx 100\%;$$

$$\boxed{\text{Ответ: } k_1 = \frac{C_{23}}{C_{12}} = \frac{5}{3};\ k_2 = \frac{Q_{23}}{A_{23}} = \frac{5}{2};\quad \eta = \frac{V_3-V_1}{V_3+\frac{3}{5}V_1};\ \eta_{max} \to \infty}$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Задача №2.

Дано:

$i=3$; $p_{31}=\alpha V_{31}$;

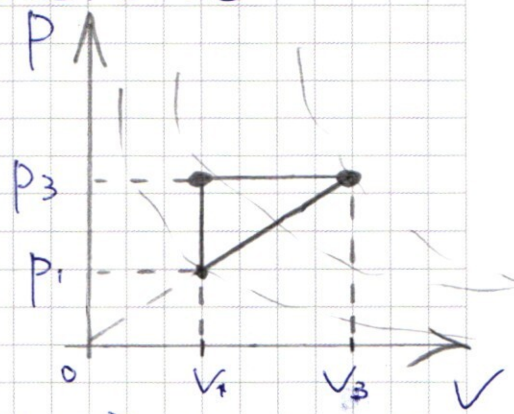
Найти:

$k_1=\frac{C_{23}}{C_{13}}$;

$k_2=\frac{Q_{23}}{A_{23}}$;

η_{max}.

Решение:



$Q=A+\Delta U$; $pV=\nu RT$;

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

$A_{23}=p_3(V_3-V_1)$;

$\Delta U_{23}=\frac{i}{2}(\nu RT_3-\nu RT_2)$;

$\nu RT_2=p_3V_1$; $\nu RT_3=p_3V_3$; $\Rightarrow$

$\Rightarrow \Delta U_{23}=\frac{3}{2}(p_3V_3-p_3V_1)$

$Q_{23}=p_3(V_3-V_1)+\frac{3}{2}(p_3V_3-p_3V_1)$; $p_3=\alpha V_3$;

$Q_{23}=\frac{2}{2}\alpha V_3(V_3-V_1)+\frac{3}{2}\alpha V_3\cdot(V_3-V_1)=\frac{5}{2}\alpha V_3(V_3-V_1)$;

$A_{23}=\alpha V_3(V_3-V_1) \Rightarrow$ $\underbrace{k_2=\frac{Q_{23}}{A_{23}}=\frac{\frac{5}{2}\cancel{\alpha V_3(V_3-V_1)}}{\cancel{\alpha V_3(V_3-V_1)}}=\frac{5}{2}}$.

$Q_{12}=A_{12}+\Delta U_{12}$; $A_{12}=\int p\,dV=0$, т.к. $\Delta V_{12}=0$;

$\Delta U_{12}=\frac{3}{2}\nu R(T_2-T_1) \Rightarrow Q_{12}=\frac{3}{2}\nu R(T_2-T_1)$;

$Q_{23}=\frac{5}{2}\alpha V_3(V_3-V_1)$; $Q_{12}=C_{12}\cdot\nu\cdot\Delta T_{12}$;

$Q_{23}=C_{23}\cdot\nu\cdot\Delta T_{23}$;

$C_{12}=\frac{Q_{12}}{\nu\cdot\Delta T_{12}}=\frac{\frac{3}{2}\cancel{\nu}R\cancel{(T_2-T_1)}}{\cancel{\nu}\cancel{(T_2-T_1)}}=\frac{3}{2}R$;

$C_{23}=\frac{Q_{23}}{\nu\Delta T_{23}}=\frac{\frac{5}{2}\alpha V_3(V_3-V_1)}{\nu(T_3-T_2)}=\frac{\frac{5}{2}p_3(V_3-V_1)}{\nu(T_3-T_2)}=\frac{\frac{5}{2}(p_3V_3-p_3V_1)}{\nu(T_3-T_2)}=$

$=\frac{\frac{5}{2}\cancel{\nu}R\cancel{(T_3-T_2)}}{\cancel{\nu}\cancel{(T_3-T_2)}}=\frac{5}{2}R$; $\underbrace{k_1=\frac{C_{23}}{C_{12}}=\frac{\frac{5}{2}\cancel{R}}{\frac{3}{2}\cancel{R}}=\frac{5}{3}}$

$B + C(\mathcal{E} - U_0) = CU_1 \Rightarrow B = C(U_1 + U_0 - E) = -C(E - U_1 - U_0)$.

$q(t) = -C(E - U_1 - U_0)\cos wt + C(E - U_0)$

$\frac{dq}{dt}(t) = CW(E - U_1 - U_0)\sin wt = I$

d $I = max$, когда $\sin wt = 1$:

$I_{max} = CW(E - U_1 - U_0) = \frac{C}{\sqrt{LC}}(E - U_1 - U_0) =$

$= \sqrt{\frac{C}{L}}(E - U_1 - U_0) = \sqrt{\frac{40 \cdot 10^{-6} Ф}{0{,}1 Гн}} \cdot (9В - 1В - 5В) =$

$= 3В \cdot \sqrt{400 \cdot 10^{-6} \frac{Ф}{Гн}} = 3 \cdot 20 \cdot 10^{-3} A = \underline{60 \cdot 10^{-3} A = I_{max}}$.

$t \to \infty$:

$E + \underset{\overset{\shortparallel}{0}}{\mathcal{E}_i} = U_D + U_{2C}$; $\Rightarrow$

$\Rightarrow U_{2C} = E - U_D = 9В - 1В = 8В$.

$\boxed{\text{Ответ: } U_{2C} = 8В;\ I_{max} = 60 \cdot 10^{-3} A;\ \frac{dI}{dt}(t=0) = 30 \frac{A}{c}}$

☐ черновик ☑ чистовик (Поставьте галочку в нужном поле)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Задача №4.

Дано:

$E = 9В$;

$C = 40мкФ = 40 \cdot 10^{-6} Ф$;

$U_1 = 5В$; $L = 0{,}1Гн$;

$U_0 = 1В$;

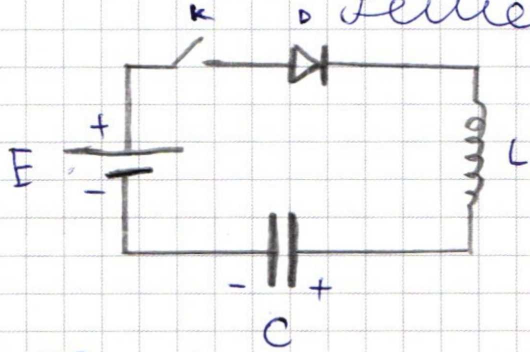
Найти:

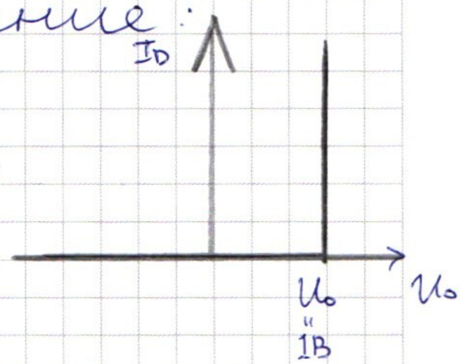
$\frac{dI}{dt}(t=0)$;

I_{max};

$U_2 = U_{C\,сдвиг}$.

Решение:





$\sum \mathcal{E} = \sum U$ – II Закон Кирхгоффа.

$\mathcal{E} + \mathcal{E}_i = U_D + U_C$, $\mathcal{E}_i = -L\dot{I}$, $\mathcal{E} = E$.

$t=0$: $E - L\dot{I} = U_0 + U_1 \Rightarrow$

$\Rightarrow L\dot{I} = E - U_0 - U_1 \Rightarrow$

$\Rightarrow \dot{I} = \frac{(E - U_0 - U_1)}{L}$;

$$\frac{dI}{dt}(t=0) = \frac{9В - 1В - 5В}{0{,}1Гн} = \frac{3В}{0{,}1Гн} = 30\frac{В}{Гн}.$$

$\dot{I} = \ddot{q}$; $\mathcal{E} - L\ddot{q} = U_0 + \frac{q}{C} \Rightarrow L\ddot{q} + \frac{q}{C} = \mathcal{E} - U_0$

(2): $\ddot{q} + \frac{q}{LC} = \frac{(\mathcal{E} - U_0)}{L}$ - ~~ур-ие диффер~~ аналогично дифференциальному ур-ию: $\ddot{q} + w^2 q = w^2 \underset{const.}{q_1}$

$q(t) = A\sin wt + B\cos wt + q_1$; $w = \frac{1}{\sqrt{LC}}$; $A = 0$;

$w^2 q_1 = \frac{(\mathcal{E} - U_0)}{L}$; $\frac{q_1}{\cancel{L}C} = \frac{(\mathcal{E} - U_0)}{\cancel{L}} \Rightarrow q_1 = C(\mathcal{E} - U_0)$;

$q(0) = A\underset{0}{\sin 0} + B\underset{1}{\cos 0} + q_1 = CU_1$;

Задача №3.

Дано:

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

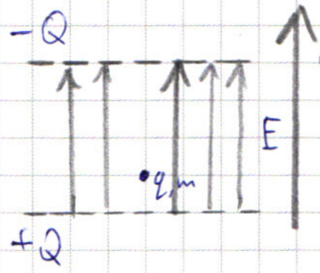
$y_0 = \frac{d}{4}; \upsilon_0 = 0;$

$q > 0; T; \frac{q}{m} = \gamma;$

Найти:

$\upsilon_1; Q; \upsilon_2.$

Решение:



(1): $y = y_0 + \upsilon_{0y} t + \frac{a_y t^2}{2}$;

C; $y_0 = \frac{d}{4}$; $y = d$; $\upsilon_{0y} = 0$;

~~Oy:~~ $\sum \vec{F} = m\vec{a}$;

$qE = F_{эл} = ma = const \Rightarrow a_y = const \Rightarrow$

$\Rightarrow a_y = \frac{\Delta \upsilon_y}{\Delta t} = const$;

(1): $d = \frac{d}{4} + 0 + \frac{\frac{\Delta\upsilon}{\cancel{\Delta t}}\cdot \Delta t^2}{2}$;

$\frac{3d}{\cancel{4}\,2} = \frac{\Delta\upsilon \cdot T}{\cancel{4}} \Rightarrow \Delta\upsilon = \underline{\frac{3d}{2T}} = \upsilon_1$ (т.к. $\upsilon_0 = 0$).

По Th Гаусса внутри C: $E = \frac{Q}{2\varepsilon\varepsilon_0 S} + \frac{Q}{2\varepsilon\varepsilon_0 S} =$

$= \frac{Q}{\varepsilon\varepsilon_0 S}$; $\sum \vec{F} = m\frac{d\upsilon}{dt}$, $qE = m\frac{\Delta\upsilon}{\Delta t} \Rightarrow$

$\Rightarrow q\cdot\frac{Q}{\varepsilon\varepsilon_0 S} = m\frac{\upsilon_1}{T} \Rightarrow Q = \frac{\varepsilon\varepsilon_0 S\cdot m\upsilon_1}{qT} =$

$= \frac{\varepsilon\varepsilon_0 S\cdot\frac{3d}{2T}}{\frac{q}{m}\cdot T} = \underline{\frac{3\varepsilon\varepsilon_0 S d}{2\gamma T^2} = Q}$

$\frac{m\upsilon_1^2}{2} + E_п = \frac{m\upsilon_2^2}{2}$; когда частица вылетает из пластины; $E_п = 0 \Rightarrow \upsilon_2 = \upsilon_1 = \frac{3d}{2T}$

$\boxed{\text{Ответ: } \upsilon_1 = \frac{3d}{2T};\ Q = \frac{3\varepsilon\varepsilon_0 S d}{2\gamma T^2};\ \upsilon_2 = \frac{3d}{2T}}$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

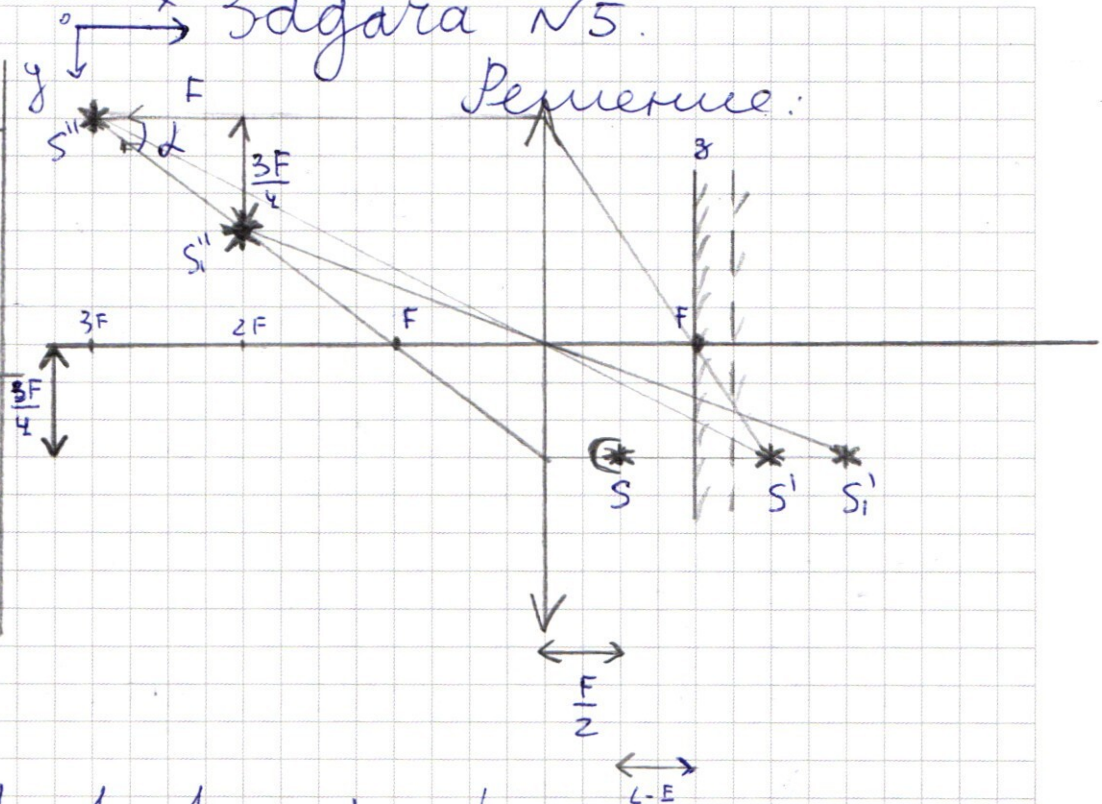
Задача №5.

Дано:

F; $l_{01} = \frac{3F}{4}$; $l_{02} = \frac{F}{2}$; $\vartheta = \vartheta_З$; $L_0 = F$;

Найти: f_0; α; u.

Решение:



(1): $\frac{1}{F} = \frac{1}{d} + \frac{1}{f}$; $d_0 = \frac{F}{2} + L - \frac{F}{2} + L - \frac{F}{2} = 2L - \frac{F}{2} = 2F - \frac{F}{2} = \frac{3F}{2}$; из (1) $\Rightarrow$ $f_0 = \frac{Fd_0}{d_0 - F} = \frac{F \cdot \frac{3F}{2}}{\frac{3F}{2} - F} = \frac{\frac{3F}{2} \cdot F}{\frac{F}{2}} = 3F$.

$\underline{f_0 = 3F}$; найду α из геометрии: $\operatorname{tg}\alpha = \frac{l_{01}}{F} = \frac{\frac{3F}{4}}{F} = \frac{3}{4} \Rightarrow \underline{\sin\alpha = \frac{3}{5}} \Rightarrow \cos\alpha = \frac{4}{5}$;

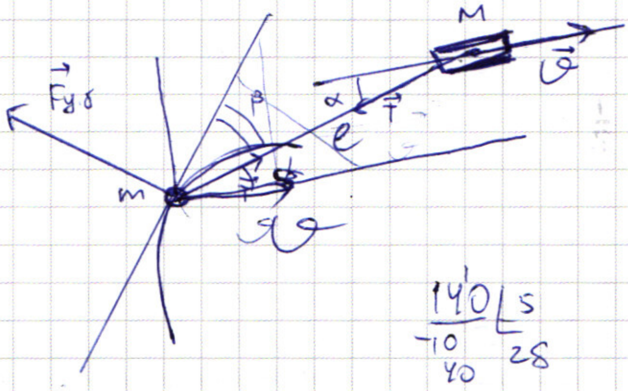
$u^2 = u_x^2 + u_y^2$ или $u = \frac{u_x}{\cos\alpha}$; $u_x = \Gamma^2 \vartheta_d$;

$\vartheta_d = \frac{d(d)}{dt} = \frac{d\left(2L - \frac{F}{2}\right)}{dt} = 2\frac{dL}{dt} = 2\vartheta$; $\Gamma = \frac{f_0}{d_0} = \frac{3F}{\frac{3F}{2}} = 4 \Rightarrow$ $u_x = 2^2 \cdot 2\vartheta = 8\vartheta \Rightarrow u = \frac{8\vartheta}{\frac{4}{5}} = \frac{8\vartheta \cdot 5}{4} = 10\vartheta$.

$\boxed{\text{Ответ: } f_0 = 3F;\ \sin\alpha = \frac{3}{5};\ \operatorname{tg}\alpha = \frac{3}{4};\ u = 10\vartheta}$

☐ черновик ☑ чистовик
(Поставьте галочку в нужном поле)

$$\begin{array}{r} \overset{2}{1}7 \\ \times\ 4 \\ \hline 68 \end{array}$$



$140 : 5 = 28$

$\frac{m\vartheta^2}{R} = T\sin\beta.$

$17\cdot 4$

$\cancel{68}\,\frac{см}{с} \cdot \frac{36}{\cancel{85}} = \frac{4\cdot 36}{5} =$ $\cancel{17}\cdot 5$

$= \frac{144}{5}\,\frac{см}{с} = \boxed{28{,}8\ \frac{см}{с}};\ = \vartheta_к$

$\frac{\vartheta_к}{\vartheta} = \cos(\alpha+\beta) \Rightarrow$

$\Rightarrow \vartheta_к = \vartheta\cos(\alpha+\beta).$

$\cos\alpha\cos\beta - \sin\alpha\sin\beta =$

$\sin\alpha = \sqrt{\frac{17^2}{17^2} - \frac{15^2}{17^2}} = \frac{\sqrt{(17-15)(17+15)}}{17} = \frac{\sqrt{2\cdot 32}}{17} = \frac{8}{17};$

$\sin\beta = \sqrt{\frac{25-16}{25}} = \frac{3}{5}$

$\frac{15\cdot 4}{17\cdot 5} - \frac{8\cdot 3}{17\cdot 5} = \frac{60-24}{17\cdot 5} = \frac{36}{85}$

$\cancel{\vartheta_к}$ $\vec{\vartheta}_{абс} = \vec{\vartheta}_{отн} + \vec{\vartheta}_{пер}$

$T = \frac{m\cdot \frac{144^2}{25}}{1{,}9\cdot\frac{3}{5}}$

$\cancel{5\beta}\ \cancel{5\beta - 5}$

$\left(\left(5\beta-5\right)\cdot\left(5\beta+3\right)^{-1}\right)' = \frac{5}{\cancel{(5\beta+3)}} - \frac{5(5\beta-5)}{(5\beta+3)^2} = 0$

$\neq\ \cancel{5} = \frac{\cancel{5}(5\beta-5)}{5\beta+3}$

$V_3 = -\frac{3}{5}V_1$

$\frac{9}{5} + 2\cdot\frac{3}{5} - \cancel{\frac{3}{8}}\ \frac{3}{5}$

$(V_3 - V_1)\cdot\left(V_3 + \frac{3}{5}V_1\right)$

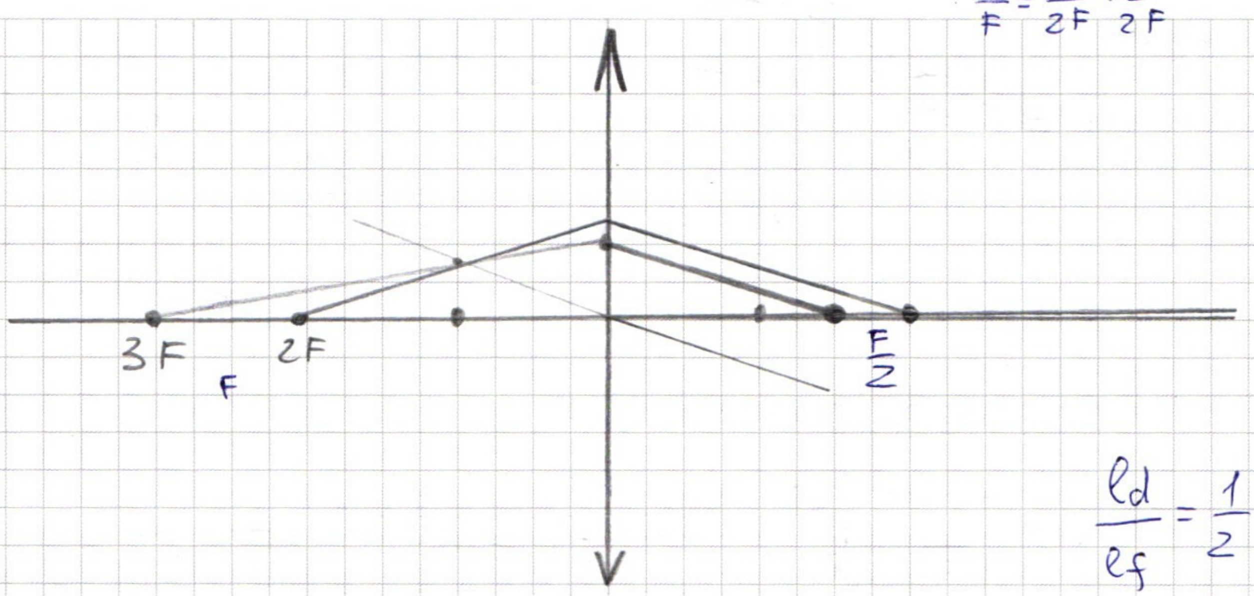
☑ черновик ☑ чистовик Страница № 5
(Поставьте галочку в нужном поле) (Нумеровать только чистовики)

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

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

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$$\frac{1}{F} = \frac{1}{2F} + \frac{1}{2F}$$



$$\frac{\ell d}{\ell f} = \frac{1}{2} \Rightarrow \frac{\vartheta}{u} = \frac{1}{2} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow u = 2\vartheta.$$

$$\Gamma_1 = \frac{f}{d} = \frac{3F}{\frac{3F}{2}} = 2 \ ;$$

$$\Gamma_2 = \frac{f}{d} = \frac{2F}{2F} = 1 \ ; \quad \Gamma \neq const \Rightarrow$$

$$\Rightarrow u \neq const.$$

☑ черновик ☐ чистовик

(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №__

(Нумеровать только чистовики)

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

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

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$$\ddot{q} + \frac{1}{LC} q = \frac{(\mathcal{E} - U_D)}{L};$$

$$\ddot{q} + w^2 q = w^2 q_1 \Rightarrow \left(\frac{\mathcal{E} - U_D}{L}\right) = w^2 q_1 = \frac{1}{LC} q_1 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow q_1 = C(\mathcal{E} - U_D);$$

$$q(t) = A \sin wt + B \cos wt + q_1;$$

$$q(0) = CU_1 = C \cdot 5B = A \underline{\sin wt} + B \cos wt + C \cdot 8B.$$

$$C \cdot 5B = C \cdot 8B + B \cancel{\cos wt} \Rightarrow \underline{B = -C \cdot 3B}.$$

$$\cancel{q(t) = -C}$$

$$q(0) = B + C(\mathcal{E} - U_D) = CU_1 \Rightarrow B = CU_1 + CU_D - \cancel{C}\mathcal{E} =$$

$$= C \cdot (U_1 + U_D - \mathcal{E}) = -C \cdot (\mathcal{E} - U_1 - D_D);$$

$$q(t) = B \cos wt + q_1 = -C(\mathcal{E} - U_1 - U_0) \cdot \cos wt + C(\mathcal{E} - U_D);$$

$$\frac{dq}{dt} = C(\mathcal{E} - U_1 - U_0) \sin wt \cdot w; \quad \frac{dq}{dt}_{max} = Cw(\mathcal{E} - U_1 - U_0) =$$

$$= \frac{\cancel{C}}{L\cancel{C}}(\mathcal{E} - U_1 - U_0) = \boxed{\frac{\mathcal{E} - U_1 - U_0}{L} = I_{max}}$$

$$\frac{C}{\sqrt{LC}}(\mathcal{E} - U_1 - U_0) = \boxed{\sqrt{\frac{C}{L}}(\mathcal{E} - U_1 - U_0) = I_{max}}$$

$$\frac{5\beta - 5}{5\beta + 3}$$

$$\cancel{\left((5(\beta-1))' \cdot (5\beta+3)^{-1}\right)'} = \frac{5}{(5\beta+3)^{-1}}.$$

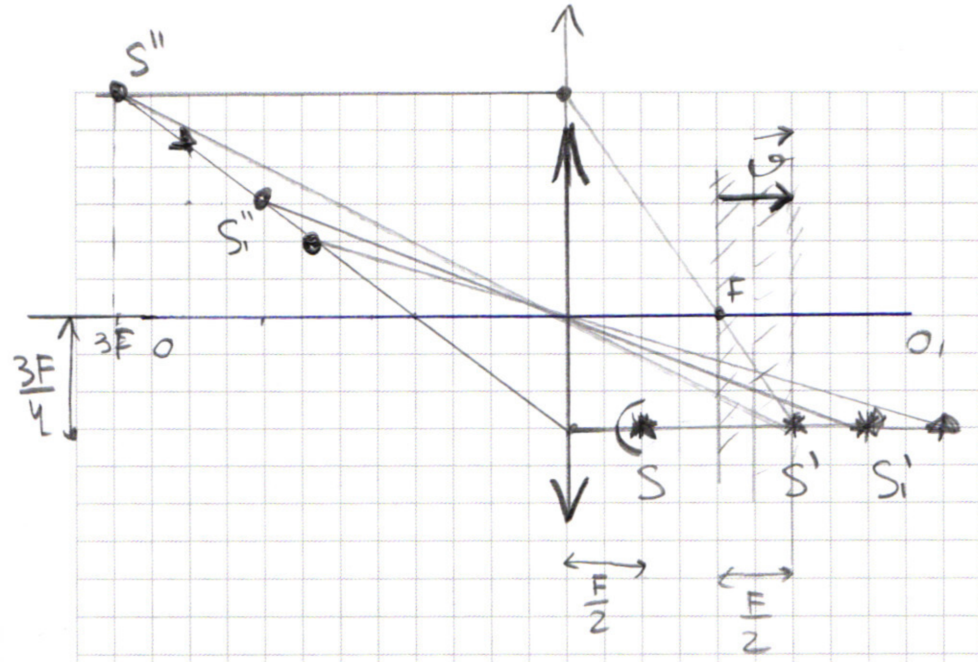
$$\left(\frac{\beta - 1}{\beta + \frac{3}{5}}\right)' = \frac{1}{\beta + \frac{3}{5}} + \frac{(\beta - 1)\cdot(-1)}{(\beta + \frac{3}{5})^2} = 0 \Rightarrow \quad \beta - 1 = \beta + \frac{3}{5};$$

☑ черновик ☐ чистовик

(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №__

(Нумеровать только чистовики)



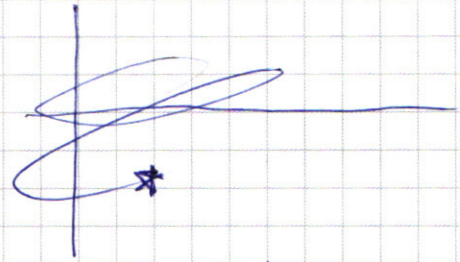
$$\frac{1}{F}=\frac{1}{d}+\frac{1}{f};$$

$$\frac{1}{F}=\frac{1}{\frac{3F}{2}}+\frac{1}{f}\Rightarrow$$

$$\Rightarrow \frac{1}{f}=\frac{1}{F}-\frac{1}{d}\Rightarrow$$

$$\Rightarrow f=\frac{Fd}{d-F}=$$

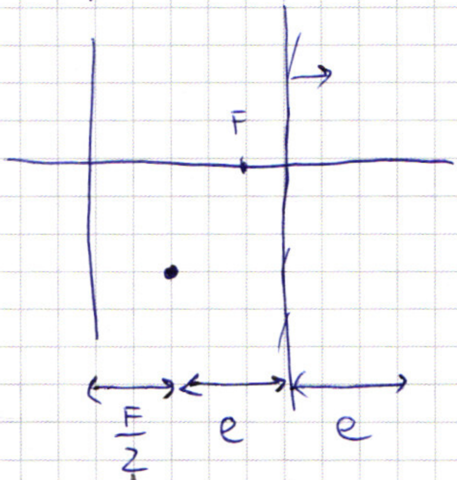
$$=\frac{F\cdot\frac{3F}{2}}{\frac{3F}{2}-F}=\frac{\frac{3F\cdot \cancel{F}}{\cancel{2}}}{\frac{\cancel{F}}{\cancel{2}}}=3F=f$$



$$\Gamma=\frac{f}{d}=\frac{3F}{\frac{3F}{2}}=2;$$

$$\Gamma^2=4$$

$$u=\Gamma^2\cdot 2\upsilon=4\cdot 2\upsilon=8\upsilon$$



$$d=\frac{F}{2}+e+e=\frac{F}{2}+2e$$

$$\frac{d(d)}{dt}=2\frac{de}{dt}=2\upsilon.$$

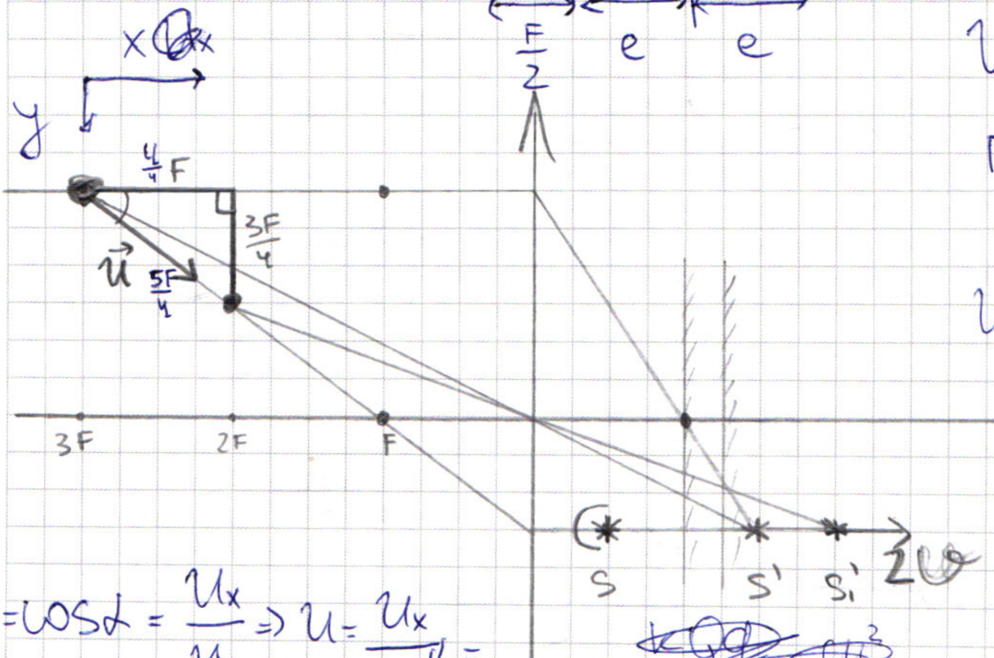
$$tg\,\alpha=\frac{\frac{3}{4}F}{\frac{4}{4}F}=\frac{3}{4}$$

$$u_x=\Gamma^2\cdot 2\upsilon;\qquad \frac{3}{1{,}5}=2.$$

$$\cancel{\Gamma=\frac{f}{d}=\frac{3F}{F}=3}$$

$$\cancel{\Gamma^2=9}$$

$$\cancel{u_x=9\cdot 2\upsilon=18\upsilon}$$



$$u=\Gamma^2 2\upsilon;$$

$$\Gamma=\frac{3F}{\frac{3F}{2}}=2.$$

$$u_x=2^2\cdot 2\upsilon=8\upsilon$$

$$\frac{4}{5}=\cos\alpha=\frac{u_x}{u}\Rightarrow u=\frac{u_x}{\cos\alpha}=$$

$$=\frac{8\upsilon}{\frac{4}{5}}=\frac{5\cdot 8\upsilon}{4}=10\upsilon$$

☑ черновик ☐ чистовик

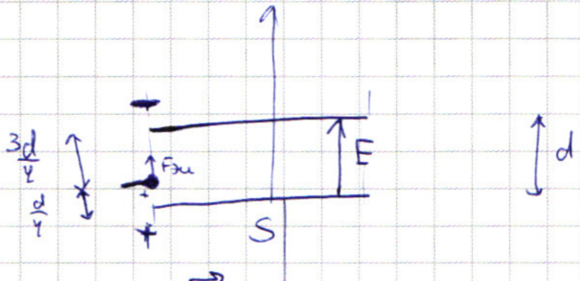
(Поставьте галочку в нужном поле)

∞

№3

$S;\ d;\ d \ll \sqrt{S};$
$0{,}25d;\ \frac{q}{m} = \gamma;\ T;$

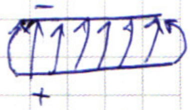
$\vartheta_1;\ Q;\ \vartheta_2$



$U = Ed;\quad \sum \vec{F} = ma.$

$\cancel{E}\ C = \frac{\varepsilon\varepsilon_0 S}{d} = \frac{q}{U} \Rightarrow U = \frac{q\,d}{\varepsilon\varepsilon_0 S} = Ed;\quad E = \frac{q}{\varepsilon\varepsilon_0 S} = \frac{\sigma}{\varepsilon\varepsilon_0};$

$F_{эл} = qE = qE \mp m\frac{d\vartheta}{dt};$



$y = y_0 + \vartheta_{0y}t + \frac{a_y t^2}{2};\quad d = \frac{d}{4} + 0 + \frac{\frac{\Delta\vartheta}{\Delta t}\cdot t^2}{2}$

$\frac{3d}{4_2} = \frac{\Delta\vartheta\cdot T}{\cancel{T}} \Rightarrow \Delta\vartheta = \boxed{\frac{3d}{2T} = \vartheta_1}$

$q\cdot\frac{Q}{\varepsilon\varepsilon_0 S} = m\frac{\Delta\vartheta}{\Delta t};\quad \frac{qQ}{\varepsilon\varepsilon_0 S} = \frac{m\vartheta_1}{T};$

$\frac{qQ}{\varepsilon\varepsilon_0 S} = \frac{m\cdot\frac{3d}{2T}}{T} \Rightarrow Q = \frac{\varepsilon\varepsilon_0 S\cdot \cancel{m}\,3d}{2T^2\frac{q}{m}} = \boxed{\frac{3\varepsilon\varepsilon_0 S d}{2\gamma T^2} = Q}$

$\frac{m\vartheta_1^2}{2} + E_п = \frac{m\vartheta_2^2}{2};\quad \boxed{\vartheta_2 = \vartheta_1 = \frac{3d}{2T}}$

☑ черновик ☐ чистовик
(Поставьте галочку в нужном поле)

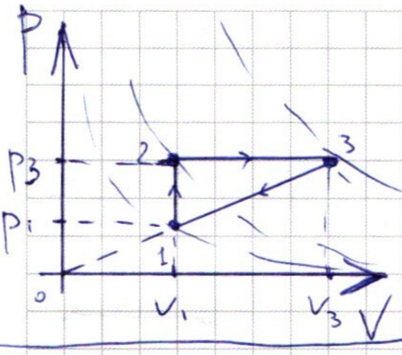
Страница №__
(Нумеровать только чистовики)

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

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

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$Q_{12} = \frac{3}{2} V_1 (\alpha V_3 - \alpha V_1) = \frac{3}{2}\alpha(V_3V_1 - V_1^2)$



$i = 3$; $Q = A + \Delta U$; $p_1V_1 = \nu RT_1$; $p_1V_1 = \nu RT_1$;

$Q_{12} = A_{12} + \Delta U_{12} =$ $\quad p_2V_2 = \nu RT_2$; $p_2V_1 = \nu RT_2$;

$p_3V_3 = \nu RT_3$; $p_2V_3 = \nu RT_3$;

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

$= \frac{3}{2}(\nu RT_2 - \nu RT_1) = \frac{3}{2}(p_2V_1 - p_1V_1) = \frac{3}{2}V_1(p_2 - p_1)$.

$\boxed{k_1 = \frac{C_{23}}{C_{12}};\ k_2 = \frac{Q_{23}}{A_{23}};\ \eta}$

$Q_{23} = A_{23} + \Delta U_{23} = p_2(V_3 - V_1) + \frac{3}{2}(\nu RT_3 - \nu RT_2) =$

$= p_2(V_3 - V_1) + \frac{3}{2}(p_2V_3 - p_2V_1) =$

$= \frac{2}{2}p_2(V_3 - V_1) + \frac{3}{2}p_2(V_3 - V_1) = \frac{5}{2}p_3(V_3 - V_1) = \frac{5}{2}\alpha V_3(V_3 - V_1) =$

$= \frac{5}{2}\alpha(V_3^2 - V_1V_3)$

$p_{31} = \alpha V_{31}$; $p_3 = \alpha V_3$; $p_1 = \alpha V_1$;

$Q_{31} = A_{31} + \Delta U_{31} = \frac{(p_3 + p_1)}{2}\cdot(V_3 - V_1) +$

$+ \frac{3}{2}\nu R(T_1 - T_3) = \frac{\alpha(V_3 + V_1)(V_3 - V_1)}{2} + \frac{3}{2}(p_1V_1 - p_3V_3) =$

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

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

$Q_{12} = C_{12}\nu\Delta T_{12}$; $\frac{3}{2}\alpha(V_3V_1 - V_1^2) = \frac{3}{2}\alpha V_1(V_3 - V_1)$

$Q_{23} = C_{23}\nu\Delta T_{23}$; $\frac{5}{2}\alpha(V_3^2 - V_1V_3) = \frac{5}{2}\alpha V_3(V_3 - V_1)$

$Q_{31} = C_{31}\nu\Delta T_{31}$;

$A_{23} = p_3(V_3 - V_1) = \alpha V_3(V_3 - V_1)$;

$k_2 = \frac{Q_{23}}{A_{23}} = \frac{\frac{5}{2}\cancel{\alpha V_3(V_3 - V_1)}}{\cancel{\alpha V_3(V_3 - V_1)}} = \boxed{\frac{5}{2} = k_2}$.

☑ черновик ☐ чистовик
(Поставьте галочку в нужном поле)

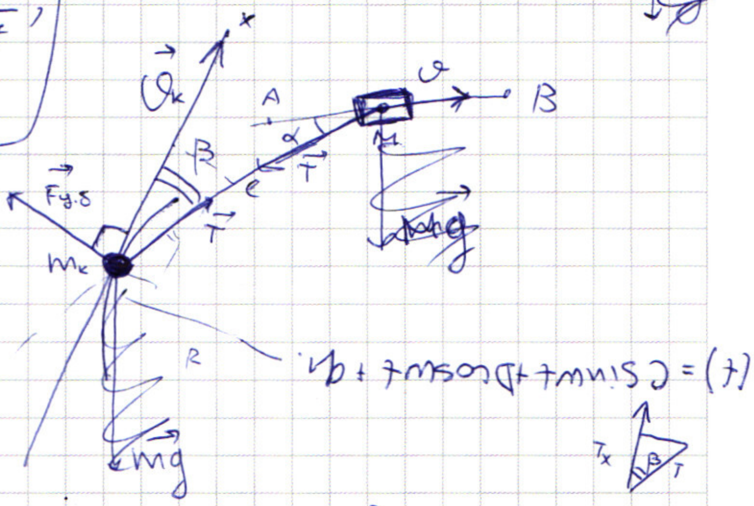
$\vec{\vartheta}_{абс} = \vec{\vartheta}_{отн} + \vec{\vartheta}_{пер}$.

$\vartheta = 68\ \frac{см}{с}$; $m = 0{,}1\ кг$; $F_{трк} = 0$;

$R = 1{,}9\ м$; $l = \frac{5R}{3}$; $\cos\alpha = \frac{15}{17}$;

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

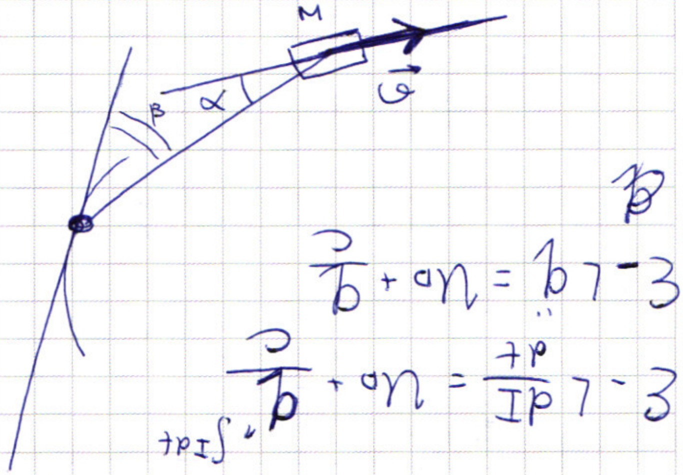
$\vartheta_к$; $\vartheta_{к\ отн\ м}$; T



$\sum \vec{F} = m\vec{a}$;

$m a_x = T\cos\beta$

$F_{у.б\,y} = T\sin\beta = m\frac{\vartheta_к^2}{R} \Rightarrow \operatorname{tg}\beta = \frac{\vartheta_к^2 / R}{a_x}$;



$E - L\ddot{q} = U_D + \frac{q}{C}$

$E - L\frac{dI}{dt} = U_D + \frac{q}{C}$

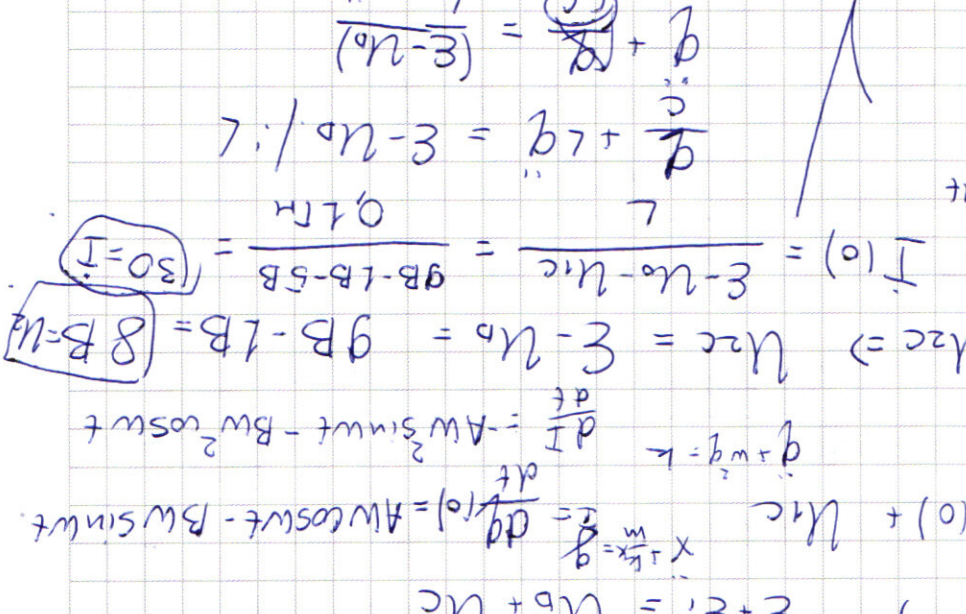
$\frac{q}{C} + L\ddot{q} = E - U_D \ |: L$

$t\to\infty$: $E = U_D + U_{2C} \Rightarrow U_{2C} = E - U_D = 9В - 1В = \boxed{8В = U_2}$

$LI' = E - U_0 - U_{1C} \Rightarrow I'(0) = \frac{E - U_0 - U_{1C}}{L} = \frac{9В - 1В - 5В}{0{,}1Гн} = 30 = I'$

$t = 0$: $E - L\frac{dI}{dt} = U_D(0) + U_{1C}$

$E + E_i = U_D + U_C$; $3E = 3U$;



E; C; U_1; L; U_0;

$\frac{dI}{dt}(0)$; I_{max}; $U_{2C\,max}$

9В; 40мкФ; 5В; 0,1Гн; 1В

☑ 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)»

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$$\eta = \frac{A}{Q_{пол}} = \frac{A}{Q_{12}+Q_{23}} ; \quad A = \frac{(V_3-V_2)\cdot(p_2-p_1)}{2} = \frac{(V_3-V_1)\cdot\alpha(V_3-V_1)}{2} = \frac{\alpha}{2}(V_3-V_1)^2.$$

$$Q_{12} = \cancel{p\Delta V} + \frac{3}{2}(\nu RT_2 - \nu RT_1) = \frac{3}{2}(p_3V_1 - p_1V_1) = \frac{3}{2}(\alpha V_3V_1 - \alpha V_1V_1) = \frac{3}{2}\alpha V_1(V_3-V_1)$$

$$Q_{23} = p_3(V_3-V_1) + \frac{3}{2}(\nu RT_3 - \nu RT_2) = \alpha V_3(V_3-V_1) + \frac{3}{2}(p_3V_3 - p_3V_1) = \frac{2}{2}\alpha V_3(V_3-V_1) + \frac{3}{2}(\alpha V_3^2 - \alpha V_3V_1) = \frac{2}{2}\alpha V_3(V_3-V_1) + \frac{3}{2}\alpha V_3(V_3-V_1) = \frac{5}{2}\alpha V_3(V_3-V_1)$$

$$Q = \frac{3}{2}\alpha V_1(V_3-V_1) + \frac{5}{2}\alpha V_3(V_3-V_1) = \frac{\alpha}{2}(V_3-V_1)\cdot(3V_1+5V_3)$$

$$\eta = \frac{\frac{\alpha}{2}(V_3-V_1)^2}{\frac{\alpha}{2}\cancel{(V_3-V_1)}\cdot(3V_1+5V_3)} = \frac{V_3-V_1}{5V_3+3V_1}$$

пусть $V_3 = \beta V_1$: $\frac{\beta V_1 - V_1}{5\beta V_1 + 3V_1} = \frac{\cancel{V_1}(\beta-1)}{\cancel{V_1}(5\beta+3)} = \frac{\beta-1}{5\beta+3}$;

$\frac{d\eta}{d\beta} = 0$, когда $\beta = \beta_{кр}$ $\quad ((\beta-1)\cdot(5\beta+3)^{-1})' = 0$

$$(\beta-1)'\cdot(5\beta+3)^{-1} + (\beta-1)\cdot\cancel{(-1)}((5\beta+3)^{-1})' = (5\beta+3)^{-1} + (\beta-1)\cdot(-1)\cdot(5\beta+3)^{-2}\cdot 5 =$$

$$= \frac{1}{(5\beta+3)} - \frac{5(\beta-1)}{(5\beta+3)^2} = 0 \Rightarrow \frac{5(\beta-1)}{(5\beta+3)^{\cancel{2}}} = \frac{1}{\cancel{(5\beta+3)}} \Rightarrow 5\beta - 5 = 5\beta + 3.$$

$$\cancel{5\beta} \quad \left(\frac{\beta-1}{5\beta+3}\right)' = (\beta-1)'\cdot(5\beta+3)^{-1} + (\beta-1)\cdot((5\beta+3)^{-1})' = \frac{1}{5\beta+3} + \frac{-1(\beta-1)\cdot 5}{(5\beta+3)^2}.$$

☐ черновик ☐ чистовик

(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №__

(Нумеровать только чистовики)