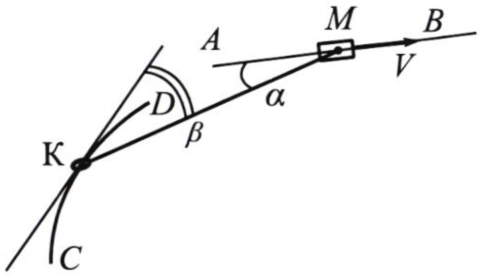
Олимпиада «Физтех» по физике, фе

Класс 11

Вариант 11-03

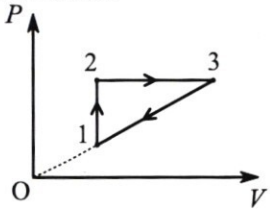
Бланк задания обязательно должен быть вложен в работу. Работы без влож

1. Муфту М двигают со скоростью $V = 34$ см/с по горизонтальной направляющей АВ (см. рис.). Кольцо К массой $m = 0,3$ кг может двигаться без трения по проволоке CD в виде дуги окружности радиусом $R = 0,53$ м. Кольцо и муфта связаны легкой нитью длиной $l = 5R/4$. Система находится в одной горизонтальной плоскости. В некоторый момент нить составляет угол $\alpha (\cos\alpha = 15/17)$ с направлением движения муфты и угол $\beta (\cos\beta = 3/5)$ с направлением движения кольца.



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

2. Тепловая машина работает по циклу, состоящему из изохоры, изобары и участка прямо пропорциональной зависимости давления P от объема V (см. рис.). Рабочее вещество – одноатомный идеальный газ.



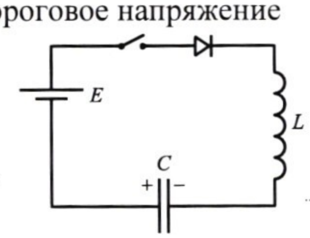
1) Найти отношение молярных теплоемкостей на тех участках цикла, где происходило повышение температуры газа.
2) Найти в изобарном процессе отношение изменения внутренней энергии газа к работе газа.
3) Найти предельно возможное максимальное значение КПД такого цикла.

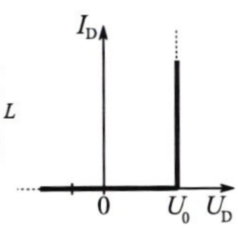
3. Обкладки конденсатора – круглые металлические сетки, радиус обкладок намного больше расстояния d между обкладками. Из точки, находящейся между обкладками на оси симметрии на расстоянии $0,3d$ от отрицательно заряженной обкладки стартует с нулевой начальной скоростью отрицательно заряженная частица и вылетает из конденсатора перпендикулярно обкладкам со скоростью V_1. Удельный заряд частицы $\frac{|q|}{m} = \gamma$.

1) Через какое время T частица будет находиться на одинаковых расстояниях от обкладок?
2) Найдите величину Q заряда обкладок конденсатора.
3) С какой скоростью V_2 будет двигаться частица на бесконечно большом расстоянии от конденсатора?

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

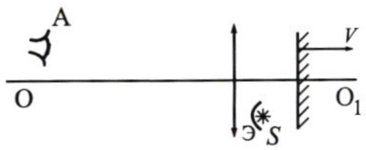
4. В цепи, схема которой показана на рисунке, ключ разомкнут, ЭДС идеального источника $E = 6$ В, конденсатор емкостью $C = 40$ мкФ заряжен до напряжения $U_1 = 2$ В, индуктивность идеальной катушки $L = 0,1$ Гн. Вольтамперная характеристика диода дана на рисунке, пороговое напряжение диода $U_0 = 1$ В. Ключ замыкают.





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

5. Оптическая система состоит из тонкой линзы с фокусным расстоянием F, плоского зеркала и небольшого экрана Э, расположенного так, что свет от источника S может попасть на линзу только после отражения от зеркала (см. рис.). Зеркало расположено перпендикулярно главной оптической оси OO_1 линзы. Источник S находится на расстоянии $3F/4$ от оси OO_1 и на расстоянии плоскости $F/4$ от линзы. Линза и источник неподвижны, а зеркало движется со скоростью V вдоль оси OO_1. В некоторый момент зеркало оказалось на расстоянии $3F/4$ от линзы.



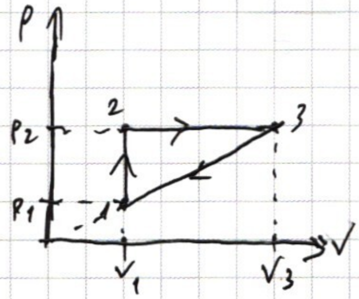
1) На каком расстоянии от плоскости линзы наблюдатель А сможет увидеть в этот момент изображение источника в системе?
2) Под каким углом α к оси OO_1 движется изображение в этот момент? (Найти значение любой тригонометрической функции угла.)
3) Найти скорость изображения в этот момент.

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

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

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

№2.



$$\begin{cases} p_1 V_1 = \nu R T_1 \\ p_2 V_1 = \nu R T_2 \\ p_2 V_3 = \nu R T_3 \\ Q_{1-2} = \Delta U_{1-2} + \cancel{A_{1-2}}^{0} \\ Q_{2-3} = \Delta U_{2-3} + A_{2-3} \\ Q_{3-1} = \Delta U_{3-1} + A_{3-1} \end{cases}$$

так как $V = Const.$

$$\begin{cases} \frac{p_2}{p_1} = \frac{T_2}{T_1} \Rightarrow T_2 > T_1 \\ \frac{V_1}{V_3} = \frac{T_2}{T_3} \Rightarrow T_3 > T_2 \end{cases}$$

$\Downarrow$

$T_3 > T_1.$

$Q_{1-2} > 0$

$Q_{2-3} > 0$

$Q_{3-1} < 0.$

$\Delta U_{1-2} = \frac{3}{2}\nu R(T_2 - T_1) > 0$

$\Delta U_{2-3} = \frac{3}{2}\nu R(T_3 - T_2) > 0$

$\Delta U_{3-1} = \frac{3}{2}\nu R(T_1 - T_3) < 0$

На участке 1-3 $p = \alpha V$

$\Downarrow$

$$\begin{cases} p_1 = \alpha V_1 \\ p_2 = \alpha V_3. \end{cases}$$

$\frac{p_1}{p_2} = \frac{V_1}{V_3}$ $\quad p_1 = \frac{V_1 p_2}{V_3}.$

$A_{2-3} = p_2(V_3 - V_1) = \nu R(T_3 - T_2) > 0$

$A_{3-1} = \frac{p_1 + p_2}{2} \cdot (V_1 - V_3) =$

$= \frac{\frac{V_1 p_2}{V_3} + p_2}{2}(V_1 - V_3) = \frac{-p_2 (V_1 + V_3)(V_3 - V_1)}{2 V_3} < 0$

$C_1 = \frac{Q_{1-2}}{\nu(T_2 - T_1)} = \frac{\Delta U_{1-2}}{\nu(T_2 - T_1)} = \frac{\frac{3}{2}\cancel{\nu} R\cancel{(T_2 - T_1)}}{\cancel{\nu}\cancel{(T_2 - T_1)}} = \frac{3}{2}R.$

$C_2 = \frac{Q_{2-3}}{\nu(T_3 - T_2)} = \frac{\Delta U_{2-3} + A_{2-3}}{\nu(T_3 - T_2)} = \frac{\frac{3}{2}\cancel{\nu} R\cancel{(T_3 - T_2)} + \cancel{\nu} R\cancel{(T_3 - T_2)}}{\cancel{\nu}\cancel{(T_3 - T_2)}} = \frac{3}{2}R + R = \frac{5}{2}R$

$\frac{C_2}{C_1} = \frac{\frac{5}{2}R}{\frac{3}{2}R} = \boxed{\frac{5}{3}}$ $\qquad \frac{\Delta U_{2-3}}{A_{2-3}} = \frac{\frac{3}{2}\nu R\cancel{(T_3 - T_2)}}{\nu R\cancel{(T_3 - T_2)}} = \boxed{\frac{3}{2}}$

$\eta = \frac{\cancel{A_{1-2}}^{0} + A_{2-3} + A_{3-1}}{Q_{1-2} + Q_{2-3}} = \frac{p_2(V_3 - V_1) - \frac{p_2}{2V_3}(V_3 - V_1)(V_3 + V_1)}{\cancel{\frac{3}{2}\nu R T_2} - \frac{3}{2}R\nu T_1 + \frac{3}{2}\nu R T_3 - \cancel{\frac{3}{2}\nu R T_2} + p_2(V_3 - V_1)} =$

☐ черновик ☑ чистовик
(Поставьте галочку в нужном поле)

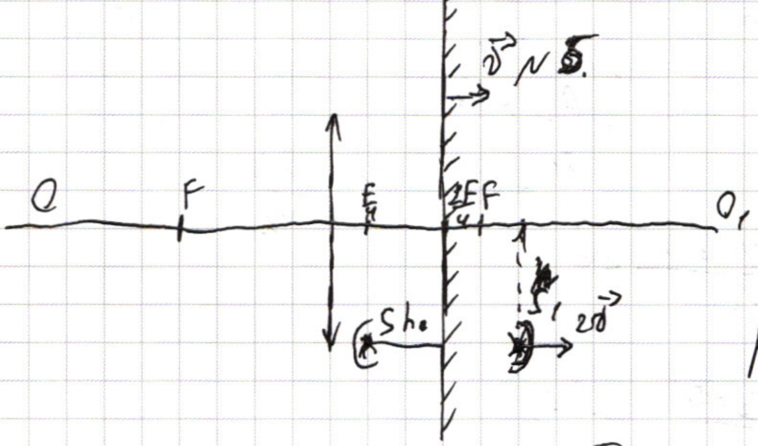
$$= \frac{p_2(V_3-V_1) - \frac{p_2}{2V_3}(V_3-V_1)(V_3+V_1)}{\frac{3}{2}\nu R(T_3-T_1) + p_2(V_3-V_1)} = \frac{p_2(V_3-V_1) - \frac{p_2(V_3-V_1)(V_3+V_1)}{2V_3}}{\frac{3}{2}p_2(V_3-V_1) + p_2(V_3-V_1)} =$$

$$= \frac{1 - \frac{V_3+V_1}{2V_3}}{\frac{3}{2}+1} = \frac{2V_3 - V_3 + V_1}{5V_3} = \frac{V_3 - V_1}{5V_3} = \frac{1 - \frac{V_1}{V_3}}{5}$$

$$\eta = \frac{1 - \frac{V_1}{V_3}}{5}$$

$$\lim_{\frac{V_1}{V_3}\to 0} \eta = \frac{1-0}{5} = \frac{1}{5} = 0{,}2$$

Ответ: $\frac{C_2}{C_1} = \frac{5}{3}$; $\frac{\Delta U_{2-3}}{A_{2-3}} = \frac{3}{2}$; $\eta_{max} = \frac{1}{5}$.



h – расстояние от источника S до зеркала

$h = h_0 + vt$

Расстояние от источника S до изображения S_1 равно $2h = 2h_0 + 2vt$

Так как S неподвижен, скорость S_1 относительно S равна скорости относительно земли и равна $2v$.

расстояние от S_1 до линзы. $d_0 = \frac{F}{4} + 2h_0 = \frac{F}{4} + 2\left(\frac{3F}{4} - \frac{F}{4}\right) = \frac{F}{4} + F = \frac{5F}{4}$.

Изображение S_2 в линзе будет на расстоянии f_0 $\frac{1}{f_0} + \frac{1}{d_0} = \frac{1}{F}$

$$\frac{1}{f_0} = \frac{1}{F} - \frac{1}{d_0} = \frac{d_0 - F}{F d_0} \qquad f_0 = \frac{F d_0}{d_0 - F} = \frac{F \cdot \frac{5F}{4}}{\frac{5F}{4} - F} = \boxed{5F}$$

☐ черновик ☑ чистовик (Поставьте галочку в нужном поле)

Расстояние от S_1 до линзы в любой момент времени равно $d = d_0 + 2vt$

расстояние от S_2 до линзы в любой момент времени равно f

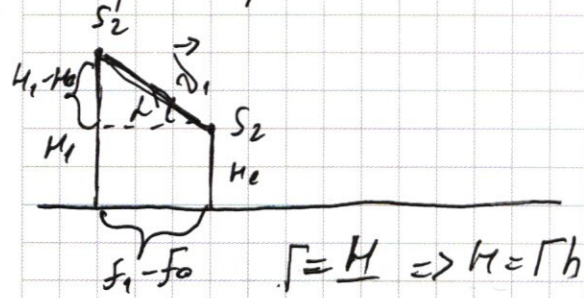
$$\frac{1}{f} + \frac{1}{d} = \frac{1}{F} \qquad f = \frac{Fd}{d-F} \qquad f = \frac{F(d_0 + 2vt)}{d_0 - F + 2vt}$$

$$f = \frac{F\left(\frac{5F}{4} + 2vt\right)}{\frac{5F}{4} - F + 2vt} = \frac{F\left(\frac{5F}{4} + 2vt\right)}{\frac{F}{4} + 2vt} \cdot 4 = \frac{F(5F + 8vt)}{F + 8vt}$$

Увеличение в любой момент времени равно $\Gamma = \frac{H}{h} = \frac{f}{d}$

$$\Gamma = \frac{F\cancel{(5F+8vt)} \cdot 4}{(F+8vt)\cancel{(5F+8vt)}} = \frac{4F}{F+8vt}$$

рассмотрим положение изображения S_2 в момент $t=0$ и произвольный момент t.



$$tg\,\alpha = \frac{H_1 - H_0}{f_1 - f_0} = \frac{h(\Gamma_1 - \Gamma_0)}{f_1 - f_0} = \frac{h\left(\frac{4F}{F+8vt} - \frac{4F}{F+0}\right)}{\frac{F(5F+8vt)}{F+8vt} - \frac{F(5F+0)}{F+0}}$$

$$\Gamma = \frac{H}{h} \Rightarrow H = \Gamma h$$

$h = \frac{3F}{4}$ – расстояние от S до OO_1

$$tg\,\alpha = \frac{\frac{3F}{4}\left(\frac{4F}{F+8vt} - 4\right)}{\frac{F(5F+8vt)}{F+8vt} - 5F} =$$

$$= \frac{3\cancel{F}(\cancel{F} - \cancel{F} - 8vt)}{\cancel{F}(\cancel{F}+8vt)(\cancel{5F} + 8vt - \cancel{5F} - 40vt)} = \frac{+24\,v\cancel{t}}{+32\,v\cancel{t}} = \frac{3 \cdot 8}{4 \cdot 8} = \boxed{tg\,\alpha = \frac{3}{4}}$$

Перемещение, пройденное изображением S_2 равно $S(t)=\sqrt{(H_1-H_0)^2+(f_1-f_0)^2}$

$$H_1-H_0=h(\Gamma_1-\Gamma_0)=h\left(\frac{4F}{F+8\vartheta t}-4\right)=\frac{3F}{\cancel{4}}\left(\frac{4F}{F+8\vartheta t}-4\right)=\frac{3F(\cancel{F}-\cancel{F}-8\vartheta t)}{F+8\vartheta t}$$

$$H_1-H_0=\frac{-24F\vartheta t}{F+8\vartheta t}$$

$$f_1-f_0=\frac{F(5F+8\vartheta t)}{F+8\vartheta t}-5F=\frac{F(\cancel{5F}+8\vartheta t-\cancel{5F}-40\vartheta t)}{F+8\vartheta t}=\frac{-32F\vartheta t}{F+8\vartheta t}$$

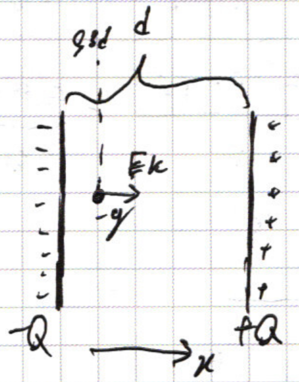
$$S(t)=\sqrt{\frac{24^2F^2\vartheta^2t^2}{(F+8\vartheta t)^2}+\frac{32^2F^2\vartheta^2t^2}{(F+8\vartheta t)^2}}=\frac{F\vartheta t}{(F+8\vartheta t)}\cdot\sqrt{24^2+32^2}=\frac{40F\vartheta t}{F+8\vartheta t}$$

$$\vartheta(t)=S'(t)=40F\vartheta\left(\frac{t}{F+8\vartheta t}\right)'=40F\vartheta\left(\frac{t'(F+8\vartheta t)-t(F+8\vartheta t)'}{(F+8\vartheta t)^2}\right)=$$

$$=\frac{40F\vartheta}{(F+8\vartheta t)^2}(F+\cancel{8\vartheta t}-\cancel{8\vartheta t})=\frac{40F^2\vartheta}{(F+8\vartheta t)^2}$$

в момент времени $t=0$ $\vartheta(0)=\frac{40F^2\vartheta}{(F+0)^2}=\boxed{40\vartheta}$

Ответ: $f_0=5F$; $tg\alpha=\frac{3}{4}$; $\vartheta_0=40\vartheta$;



№ 3

S – площадь пластин.

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

ОЗ: $F_к=ma$.

$|q|E=ma$

$a=\frac{|q|E}{m}=E\gamma$

$S_1=0,5d-0,3d=0,2d$

$S_1=v_0\cancel{t}^0+\frac{at^2}{2}$

$$T=\sqrt{\frac{0,4d}{a}}=\sqrt{\frac{0,4d}{E\gamma}}$$

$S_2=d-0,3d=0,7d$

$S_2=\frac{v_1^2-\cancel{v_0}^0}{2a}$ $\quad 0,7d=\frac{v_1^2}{2a}$

☐ черновик ☑ чистовик
(Поставьте галочку в нужном поле)

$$0{,}7d = \frac{v_1^2}{2E\gamma} \Rightarrow E = \frac{v_1^2}{1{,}4\gamma d}$$

$$T = \sqrt{\frac{0{,}4d}{\gamma v_1^2}\cdot 1{,}4\gamma d} = \frac{d}{v_1}\sqrt{4\cdot 0{,}14} = \frac{2d\sqrt{14}}{5\cdot 2 v_1} = \frac{d\sqrt{14}}{5v_1}$$

Каждая пластина конденсатора будет создавать однородное электрическое поле с напряжённостью $|\vec{E_0}| = \frac{2\pi k|Q|}{S}$

Так как пластины заряжены разноимёнными зарядами, между ними вектора напряжённостей будут сонаправлены и общий вектор равен $|\vec{E}| = 2|\vec{E_0}| \Rightarrow$

$$\begin{cases} |\vec{E}| = \frac{4\pi k|Q|}{S} = \frac{|Q|}{\varepsilon_0 S} \\ E = \frac{v_1^2}{1{,}4\gamma d} \end{cases} \qquad \frac{|Q|}{\varepsilon_0 S} = \frac{v_1^2}{1{,}4\gamma d}$$

$$|Q| = \frac{v_1^2\varepsilon_0 S}{1{,}4\gamma d}$$

~~Так как пластины конденсатора заряжены~~

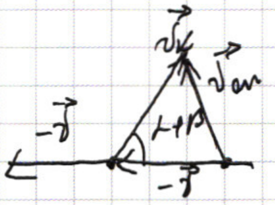
Так как пластины конденсатора заряжены равными по модулю зарядами, вне конденсатора электрическое поле будет отсутствовать. Следовательно $v_2 = v_1$.

Ответ: $T = \frac{d\sqrt{14}}{5v_1}$; $|Q| = \frac{v_1^2\varepsilon_0 S}{1{,}4\gamma d}$; $v_2 = v_1$.

№1

Будем считать нить нерастяжимой и невесомой.

Так как нить не растяжима проекции скоростей муфты и клюва на ~~ось~~ ось, параллельную данной нити равны по модулю.



$$\begin{cases} |v\cos\alpha| = |v_k \cos\beta| \\ v > 0 \\ v_k > 0 \end{cases}$$

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

$$\vec{v}_{от} + \vec{v}_м = \vec{v}_к$$

$$\vec{v}_{от} = \vec{v}_к - \vec{v}_м = \vec{v}_к - \vec{v}$$

$$|\vec{v}_{от}| = \sqrt{v_k^2 + v^2 - 2 v_k v \cos(\alpha+\beta)}$$

$$\cos(\alpha+\beta) = \cos\alpha\cos\beta - \sin\alpha\sin\beta$$

$$\sin\alpha = \sqrt{1-\cos^2\alpha} = \sqrt{1-\frac{15^2}{17^2}} = \frac{\sqrt{2\cdot 32}}{17} = \frac{8}{17}$$

$$\sin\beta = \sqrt{1-\cos^2\beta} = \sqrt{1-\frac{3^2}{5^2}} = \frac{4}{5}$$

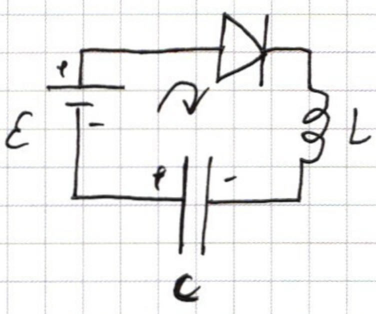
$$\cos(\alpha+\beta) = \frac{3}{5}\cdot\frac{15}{17} - \frac{8}{17}\cdot\frac{4}{5} = \frac{45-32}{5\cdot 17} = \frac{13}{5\cdot 17}$$

$$|\vec{v}_{от}| = \sqrt{50^2 + 34^2 - \frac{2\cdot 50\cdot 34\cdot 13}{5\cdot 17}} = \sqrt{2500 + 1156 - 520} = \sqrt{3136} = \boxed{56 \text{ см/с}}$$

Ответ: $v_k = 50$ см/с, $v_{от} = 56$ см/с.

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

№ 4



1) в момент замыкания цепи сила тока в катушке остаётся неизменной.

По второму правилу Кирхгофа в момент замыкания ключа

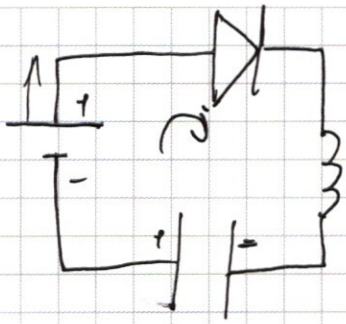
$$\mathcal{E} + \mathcal{E}_{инд} + U_1 = 0$$

$$\mathcal{E} + U_1 = L\, I'(t)$$

$$I'(t) = \frac{\mathcal{E} + U_1}{L} = \frac{6+2}{0{,}1} = \boxed{80\ \frac{A}{c}}$$

Ответ: Скорость возрастания тока в момент замыкания ключа равна $80\frac{A}{c}$.

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА



$\mathcal{E} + L I'(t) + u(t) = 0$

$u(t) = \frac{q(t)}{C}$

$\mathcal{E} + L q''(t) + \frac{q(t)}{C} = 0$

$\mathcal{E} + L q''(t) + \frac{q(t)}{C} = 0$

$\frac{q(t)}{C} = -L q''(t) - \mathcal{E}$

$q(t) = -CL q''(t) - \mathcal{E} C$

$q(t) = q_0 \sin(\omega t) + A$

$q_0 \sin(\omega t) + A = q_0 CL \omega^2 \sin(\omega t) - \mathcal{E} C$

$A = -\mathcal{E} C$

$q_0 = CL\omega^2 \cdot q_0$

$\omega = \frac{1}{\sqrt{CL}}$

$\frac{q(0)}{C} = u_1$

$\frac{q_0 - \mathcal{E}C}{C} = u_1$

$q_0 - \mathcal{E} C = u_1 C$

$q_0 = \mathcal{E} C + u_1 C$

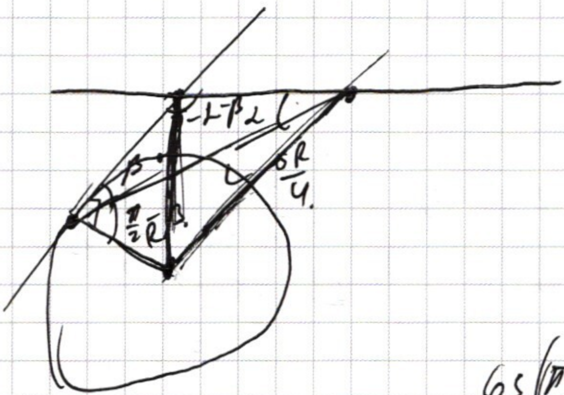
$q_0 = C(\mathcal{E} + u_1)$

$q(t) = C(\mathcal{E} + u_1) \sin\left(\frac{t}{\sqrt{CL}}\right) - \mathcal{E} C$

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

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

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА



$\cos\beta = \frac{3}{5}$ $\quad \sin\beta = \sqrt{1-\frac{9}{25}} = \frac{4}{5}$

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

$\sin(\frac{\pi}{2}-\beta) = \frac{3}{5}$ $\quad \sin\alpha = \frac{\sqrt{17^2-15^2}}{17} = \frac{8}{17}$

$\cos(\pi-(\alpha-\beta)) = \sin(\pi-\alpha)\sin\beta + \cos(\pi-\alpha)\cos\beta =$

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

$\sqrt{(17-15)(17+15)} = \sqrt{2\cdot 32} = \sqrt{4\cdot 16} = 2\cdot 4 = 8$

$= \frac{32-45}{5\cdot 17} = -\frac{13}{5\cdot 17}$

$\sin((\pi-(\alpha-\beta)) = \sin(\pi-\alpha)\cos\beta - \sin\beta\cos(\pi-\alpha) =$

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

$= \frac{24+45}{5\cdot 17} = \frac{69}{5\cdot 17}$

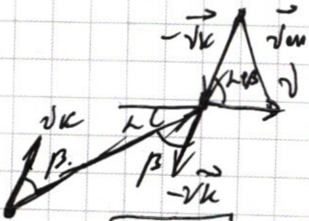
$N - T\sin\beta = ma_n$

$T\cos\beta = ma_\tau$

$$\begin{array}{r} 2500 \\ 3520 \\ \hline 1980 \\ 1156 \\ \hline 3136 \end{array} \quad \begin{array}{r} 17 \\ \times 17 \\ \hline 119 \\ 17 \\ \hline 289 \\ \times 4 \\ \hline 1156 \end{array} \quad \begin{array}{r} 13 \\ \times 40 \\ \hline 520 \end{array}$$

$v\cos\alpha = v_k\cos\beta$

$v_k = \frac{v\cos\alpha}{\cos\beta} = \frac{34\cdot 15}{17}\cdot\frac{5}{3} = 50$ см/с.



$v_{отн} = \sqrt{v^2+v_k^2-2v_kv\cos(\alpha+\beta)} = \sqrt{34^2+50^2-2\cdot\frac{13}{5\cdot 17}\cdot 34\cdot 50} =$

$\sqrt{4\cdot 17^2+2500-40\cdot 13} = \sqrt{1156+2500-520}$

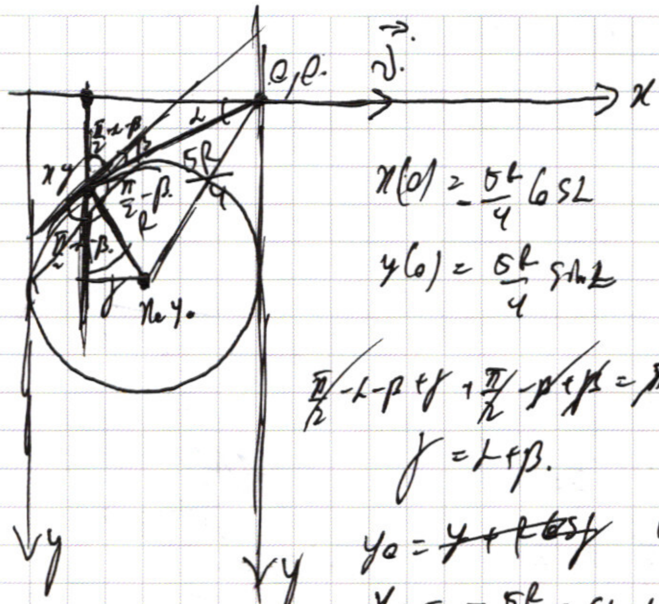
$v_{отн} = \sqrt{3136}$

☑ черновик ☐ чистовик

(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №__

(Нумеровать только чистовики)



$$x(0) = -\frac{5l}{4}\cos\alpha$$

$$y(0) = \frac{5l}{4}\sin\alpha$$

$$\cancel{\frac{\pi}{2} - \alpha - \beta + \gamma + \frac{\pi}{2} - \beta + \beta = \pi}.$$

$$\gamma = \alpha + \beta.$$

$$y_0 = \cancel{y + R\cos\gamma}\ \frac{5l}{4}\sin\alpha + R\cos\gamma = \frac{5l}{4}\cdot\frac{8}{17} + \frac{R\,13}{5\cdot 17} =$$

$$x_0 = -\frac{5R}{4}\cos\alpha + R\sin\gamma = -\frac{5l}{4}\cdot\frac{15}{17} + \frac{R\,69}{5\cdot 17} =$$

$$y_0 = \frac{40R}{17\cdot 4} + \frac{13R}{5\cdot 17} = \frac{200R + 52R}{20\cdot 17} = \frac{252R}{20\cdot 17} = \frac{252R}{340}$$

$$x_0 = \frac{69R}{5\cdot 17} - \frac{75R}{4\cdot 17} = \frac{69\cdot 4R - 75\cdot 5R}{20\cdot 17} = \frac{276R - 375R}{340} = -\frac{99R}{340}$$

$$\begin{array}{r} 375 \\ -276 \\ \hline 99 \end{array}$$

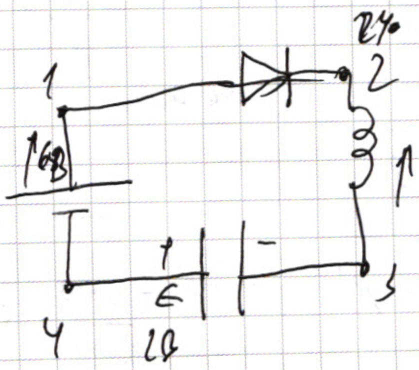
~~$x(t) + y(t$~~

$$\begin{cases} (x(t) - x_0)^2 + (y(t) - y_0)^2 = R^2 \\ (x(t) - vt)^2 + y^2(t) = \frac{25R^2}{16} \end{cases}$$

$$(x(t) - x_0)^2 - (x(t) - vt)^2 + \cancel{y(t)^2} + y_0^2 - 2y_0 y(t) - \cancel{y^2(t)} = R^2 - \frac{25R^2}{16}.$$

$$2y_0 y(t) = (x(t) - x_0 + x(t) - vt)(\cancel{x(t)} - x_0 - \cancel{x(t)} + vt) + y_0^2 + \frac{9}{16}R^2$$

$$y(t) = \frac{(2x(t) + x_0 - vt)(vt - x_0)}{2y_0} + \frac{y_0}{2} + \frac{9R^2}{32y_0}$$



~~$\varphi_4 - \varphi_1 =$~~

$\varphi_1 - \varphi_2 = U_n$

$\uparrow L I'(t)$ $\varphi_4 - \varphi_1 = \mathcal{E}.$

$\varphi_3 - \varphi_2 = -\mathcal{E}_{инд}.$

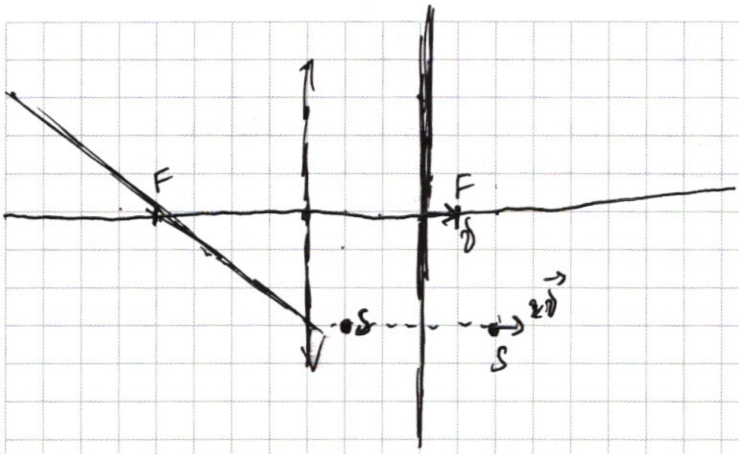
$\varphi_3 - \varphi_4 = U_1$

$8B \quad I'(t) = \frac{8}{L} = 80\ А/с$

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

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

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА



$d = \frac{5F}{4}$

$F = F$

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

$\frac{1}{f} + \frac{4}{5F} = \frac{1}{F}$

$\frac{1}{f} = \frac{1}{F} - \frac{4}{5F}$

$\frac{1}{f} = \frac{1}{5F}$

$\boxed{f = 5F}$

$d_1 = \frac{5F}{4}$

$d_2 = \frac{5F}{4} + 2v\Delta t = \frac{5F + 8vt}{4}$

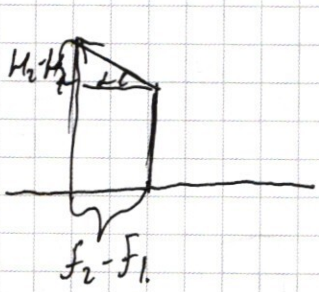
$\frac{1}{f_2} = -\frac{1}{d_2} + \frac{1}{F}$

$\frac{1}{f_2} = \frac{1}{F} - \frac{1}{d_2} = \frac{d_2 - F}{Fd_2}$

$f_2 = \frac{Fd_2}{d_2 - F} = \frac{\left(\frac{5F}{4} + 2v\Delta t\right)F}{\frac{5F}{4} + 2v\Delta t - F} = \frac{\frac{5F^2}{4} + 2vF\Delta t}{\frac{F}{4} + 2v\Delta t} = \frac{F(5F + 8vt)}{F + 8vt}$

$\Gamma_1 = \frac{f_1}{d_1} = \frac{5F}{5F} \cdot 4 = 4$

$\Gamma_2 = \frac{f_2}{d_2} = \frac{\cancel{(5F^2 + 8vF t)}\, 4\, F}{(F + 8vt)\cancel{(5F + 8vt)}}$



$h_1 = h_2 = \frac{3F}{4} = h$

$H_2 - H_1 = h(\Gamma_2 - \Gamma_1)$

$tg\,\alpha = \frac{h(\Gamma_2 - \Gamma_1)}{f_2 - f_1} = \frac{\frac{3F}{4}\left(\cancel{\frac{(5F^2 + 8vFt)\,4}{(F + 8vt)(5F + 8vt)}}\ \frac{4F}{F + 8vt} - 4\right)}{\frac{F(5F + 8vt)}{F + 8vt} - 5F}$

☑ черновик ☐ чистовик (Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №__ (Нумеровать только чистовики)

$$tg\alpha = \frac{3\left(\frac{F}{F+8\nu t}-1\right)}{\frac{6F+8\nu t}{F+8\nu t}-5} = \frac{3(\cancel{F}-\cancel{F}-8\nu t)\cancel{(F+8\nu t)}}{\cancel{(F+8\nu t)}(\cancel{6F}+8\nu t-\cancel{5F}-40\nu t)} =$$

$$= \frac{+24\nu t}{+32\nu t} = \frac{24}{32} = \frac{3\cdot 8}{4\cdot 8} = \frac{3}{4}$$

$$h\left(\frac{4F}{F+8\nu t}-4\right) = \frac{h(\cancel{4F}-\cancel{4F}-32\nu t)}{F+8\nu t} = \frac{3F}{4}\cdot\frac{-32\nu t}{F+8\nu t} =$$

$$= \frac{-24F\nu t}{F+8\nu t}$$

$$\frac{F(6F+8\nu t)}{F+8\nu t} - 6F = \frac{F(\cancel{6F}+8\nu t-\cancel{6F}-48\nu t)}{F+8\nu t} = \frac{-32F\nu t}{F+8\nu t}$$

$$\sqrt{\frac{24^2F^2\nu^2t^2}{(F+8\nu t)^2}+\frac{32^2F^2\nu^2t^2}{(F+8\nu t)^2}} = \frac{F\nu t}{F+8\nu t}\cdot\sqrt{24^2+32^2} = \frac{40F\nu t}{F+8\nu t}$$

$$\sqrt{3^2\cdot 8^2+4^2\cdot 8^2} = 8\sqrt{9+16} = 40$$

$$\left(\frac{40F\nu t}{F+8\nu t}\right)' = 40F\nu\left(\frac{\cancel{F+8\nu t}-\cancel{t(8\nu)}}{(F+8\nu t)^2}\right) = \frac{40F\nu\,F}{(F+8\nu t)^2} = \frac{40F^2\nu}{(F+8\nu t)^2}$$

$$\frac{40F^2\nu}{F^2} = \boxed{40\nu}$$

3136 | 86.
30 | 52
13
12
16

3136 | 4
28 | 784 | 4
33 | 4 | 196
32 | 38
16 | 36
16 | 24
0 | 24
0

14 × 14 = 56 + 14 = 196

$3136 = 16\cdot 196$

$\sqrt{3136} = 4\cdot 14 = 56$

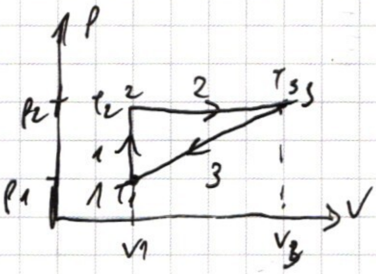
☑ черновик ☐ чистовик Страница №__

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

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

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

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА



№2.

$p_1 V_1 = \nu R T_1$

$p_2 V_1 = \nu R T_2$

$p_2 V_3 = \nu R T_3$

$\frac{T_1}{T_2} = \frac{p_1}{p_2}$

$\frac{V_1}{V_2} = \frac{T_2}{T_3}$

$p_1 = \alpha V_1$ $\quad V_1 = \frac{p_1}{\alpha}$

$p_2 = \alpha V_3$ $\quad V_3 = \frac{p_2}{\alpha}$

$\frac{V_1}{V_3} = \frac{p_1}{\alpha} \cdot \frac{\alpha}{p_2} = \frac{T_2}{T_3}$

$\frac{p_1}{p_2} = \frac{T_2}{T_3}$

$\frac{T_1}{T_2} = \frac{T_2}{T_3}$ $\quad \underline{T_2^2 = T_1 T_3}$

$C_1 = \frac{Q_1}{\nu \Delta T} = \frac{\Delta U_1 + \cancel{A_1}^{0}}{\nu \Delta T} = \frac{\frac{3}{2}\cancel{\nu R \Delta T}}{\cancel{\nu \Delta T}} = \frac{3}{2}R.$

$C_2 = \frac{Q_2}{\nu \Delta T} = \frac{\Delta U_2 + A_2}{\nu \Delta T} = \frac{\frac{3}{2}\nu R \Delta T + p_2 \Delta V}{\nu \Delta T} =$

$p_2 \Delta V = p_2 V_3 - p_2 V_1 = \nu R (T_3 - T_2).$

$= \frac{\frac{3}{2}\cancel{\nu R \Delta T} + \cancel{\nu R \Delta T}}{\cancel{\nu \Delta T}} = \frac{3}{2}R + R = \frac{5}{2}R.$

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

$\frac{\Delta U_2}{A_2} = \frac{\frac{3}{2}\cancel{\nu R \Delta T}}{\cancel{\nu R \Delta T}} = \frac{3}{2}$

$Q_1 = \Delta U_1 + \cancel{A_1}^{0} = \frac{3}{2}\nu R(T_2 - T_1).$

$Q_2 = \Delta U_2 + A_2 = \frac{3}{2}\nu R(T_3 - T_2) + \nu R(T_3 - T_2)$

$Q_3 = \Delta U_3 + A_3 = \frac{3}{2}\nu R(T_1 - T_3) + \left(\frac{p_2 + p_1}{2}\right)(V_1 - V_3) < 0$

$\eta = \frac{A_{об}}{Q_{нагр}} = \frac{\nu R(T_3 - T_2) + \left(\frac{p_2 + p_1}{2}\right)(V_1 - V_3)}{\frac{3}{2}\nu R(T_2 - T_1) + \frac{3}{2}\nu R(T_3 - T_2) + \nu R(T_3 - T_2)} = \frac{p_2(V_3 - V_1) + \frac{\alpha}{2}(V_1^2 - V_3^2)}{\frac{3}{2}p_2(V_3 - V_1) + p_2(V_3 - V_1)}.$

$p_2 = \alpha V_3$ $\quad \frac{p_1}{p_2} = \frac{V_1}{V_3}.$ $\quad p_1 = \frac{p_2 V_1}{V_3}$

$p_1 = \alpha V_1$

☑ черновик ☐ чистовик
(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №__
(Нумеровать только чистовики)

$$\eta = \frac{p_2(V_3-V_1) + \left(\frac{p_2 + \frac{p_2 V_1}{V_3}}{2}\right)(V_1-V_3)}{\frac{5}{2}p_2(V_3-V_1)} =$$

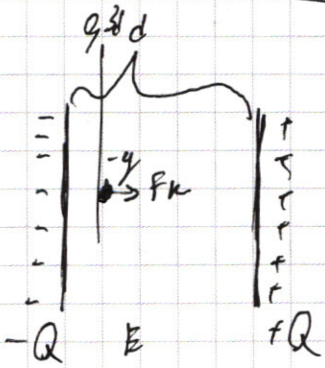
$$= \frac{\cancel{p_2(V_3-V_1)} + p_2\left(\frac{(V_3+V_1)\cancel{(V_3-V_1)}}{2V_3}\right.}{\frac{5}{2}\cancel{p_2(V_3-V_1)}} = \frac{1-\frac{V_3+V_1}{2V_3}}{\frac{5}{2}} =$$

$$= \frac{2V_3 - V_3 + V_1}{5V_3} = \frac{V_3+V_1}{5V_3} = \frac{1+\frac{V_1}{V_3}}{5.} = \frac{2}{5}$$

$V_1 \Rightarrow V_3$

$p_2 = LV_3$

$p_1 = LV_1$



№ 3.

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

$$|q|E = ma.$$

$$\frac{|q|}{m}E = a.$$

$$a = E\gamma$$

$$S = \frac{4\pi k Q}{E} = \frac{Q}{E\varepsilon_0}$$

$$S = 0{,}5d - 0{,}3d = 0{,}2d$$

$$S = v_0 \Delta t^0 + \frac{a\Delta t^2}{2}$$

$$Q = \frac{Q\varepsilon_0 v_1^2}{1{,}4 d\gamma E\varepsilon_0}$$

$$v_1^2 = 1{,}4 d\gamma E$$

$$E = 4\pi k \gamma \sigma$$

$$\Delta t = \sqrt{\frac{0{,}4d}{E\gamma}} = 2\sqrt{\frac{d}{10E\gamma}} = 2\sqrt{\frac{d\,1{,}4 k d}{10 \cdot v_1^2 k}} = \frac{d}{v_1}\sqrt{0{,}28}$$

$$S = \frac{v_1^2 - v_0^2}{2a} = 0{,}2d = \frac{v_1^2}{2E\gamma}$$

$$E = \frac{v_1^2}{1{,}4\gamma d}$$

$$\Delta t = \frac{d\sqrt{28}}{10 v_1}$$

$$0{,}7dF = |q| \cdot U$$

$$d \cdot F = |q|U.$$

$$d|q|E = |q|U$$

$$U = \frac{E}{\gamma}d. \qquad U = \frac{v_1^2}{1{,}4\gamma}$$

$$Q = CU = \frac{\varepsilon_0 S v_1^2}{1{,}4 d \gamma}$$

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