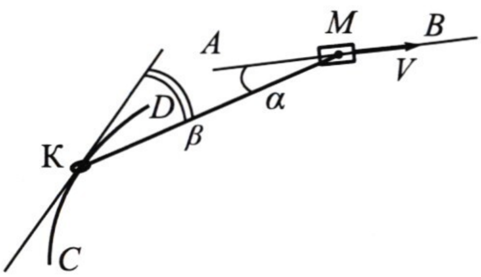
Олимпиада «Физтех» по физике,

Класс 11

Вариант 11-01

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

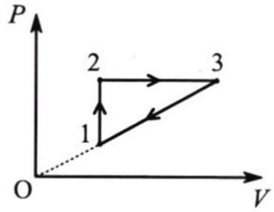
1. Муфту М двигают со скоростью $V = 68$ см/с по горизонтальной направляющей АВ (см. рис.). Кольцо К массой $m = 0{,}1$ кг может двигаться без трения по проволоке CD в виде дуги окружности радиусом $R = 1{,}9$ м. Кольцо и муфта связаны легкой нитью длиной $l = 5R/3$. Система находится в одной горизонтальной плоскости. В некоторый момент нить составляет угол $\alpha(\cos\alpha = 15/17)$ 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.



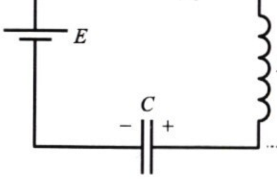
3. Обкладки конденсатора – круглые металлические сетки площадью S, расстояние между обкладками d $\left(d << \sqrt{S}\right)$. Из точки, находящейся между обкладками на оси симметрии на расстоянии $0{,}25d$ от положительно заряженной обкладки, стартует с нулевой начальной скоростью положительно заряженная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

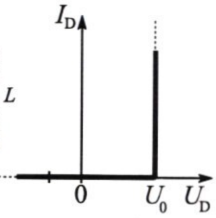
1) Найдите скорость V_1 частицы при вылете из конденсатора.
2) Найдите величину Q заряда обкладок конденсатора.
3) С какой скоростью V_2 будет двигаться частица на бесконечно большом расстоянии от конденсатора?

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.

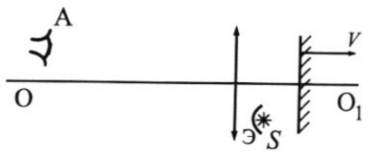
1) Найти скорость возрастания тока сразу после замыкания ключа.
2) Найти максимальный ток после замыкания ключа.
3) Найти установившееся напряжение U_2 на конденсаторе после замыкания ключа.





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.

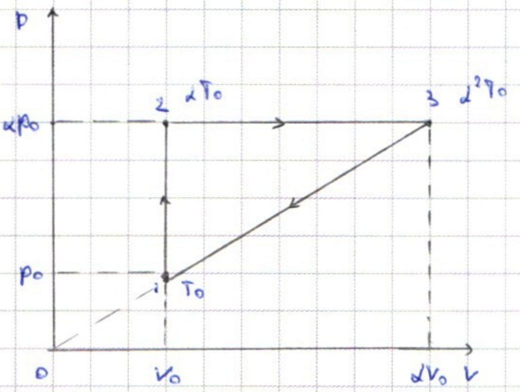


ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

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

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

(2)



Пусть в (·) 1 : p_0; V_0; T_0

Тогда в (·) 3 : αp_0; αV_0 и T_3 из прямой пропорциональности

$\frac{pV}{T} = const$ (з-н Клапейрона)

Для 1 и 3: $\frac{p_0V_0}{T_0} = \frac{\alpha p_0 \cdot \alpha V_0}{T_3} \Rightarrow T_1 = \alpha^2 T_0$

И тогда в (·) 2 : αp_0; V_0 и T_2

Для 1 и 2: $\frac{p_0V_0}{T_0} = \frac{\alpha p_0 \cdot V_0}{T_2} \Rightarrow T_2 = \alpha T_0$

Повышение температуры происходило в процессах 1→2 и 2→3 (видно из графика)

1→2 – изохорный процесс $C_V = \frac{z}{2}R$ $(z=3)$; $C_V = \frac{3}{2}R$

2→3 – изобарный процесс $C_p = \frac{z+2}{2}R$ $(z=3)$; $C_p = \frac{5}{2}R$

$\frac{C_V}{C_p} = \frac{\frac{3}{2}R}{\frac{5}{2}R} = \frac{3}{5}$

$Q = \Delta U + A$ (1-ое начало ТД)

Для изобары:

$A = (\alpha V_0 - V_0)\alpha \cdot p_0 = p_0V_0(\alpha-1)\cdot\alpha$

$\Delta U = \frac{3}{2}\nu R\Delta T = \frac{3}{2}\nu R(\alpha^2T_0 - \alpha T_0) = \frac{3}{2}\nu RT_0\alpha(\alpha-1) = \frac{3}{2}p_0V_0(\alpha-1)\alpha$

$Q = p_0V_0(\alpha-1)\alpha + \frac{3}{2}p_0V_0(\alpha-1)\alpha = \frac{5}{2}p_0V_0(\alpha-1)\alpha$

$\frac{Q}{A} = \frac{\frac{5}{2}p_0V_0(\alpha-1)\alpha}{p_0V_0(\alpha-1)\alpha} = \frac{5}{2}$

$КПД = \frac{A_\Sigma}{Q^+}\cdot 100\%$

$A_{\Sigma} = \frac{1}{2}(\alpha p_0 - p_0)\cdot(\alpha V_0 - V_0) = \frac{1}{2}p_0V_0(\alpha-1)^2$

$Q^+ = Q_{12} + Q_{23}$ (т.к. Q_{31} и $\Delta U<0$ и $A<0$)

☐ черновик ☑ чистовик
(Поставьте галочку в нужном поле)

$$Q_{12} = \Delta U = \frac{3}{2}\nu R\Delta T = \frac{3}{2}\nu R(\alpha T_0 - T_0) = \frac{3}{2}\nu R T_0(\alpha - 1) = \frac{3}{2}p_0V_0(\alpha - 1)$$

$$Q_{23} = \Delta U + A = \frac{3}{2}\nu R\Delta T + (\alpha V_0 - V_0)\cdot\alpha p_0 = \frac{3}{2}\nu R(\alpha^2 T_0 - \alpha T_0) + p_0V_0\cdot\alpha(\alpha - 1) =$$

$$= \frac{3}{2}\nu R T_0\cdot\alpha(\alpha - 1) + p_0V_0\cdot\alpha(\alpha-1) = \frac{3}{2}p_0V_0\cdot\alpha(\alpha-1) + p_0V_0\cdot\alpha(\alpha-1) =$$

$$= \frac{5}{2}p_0V_0\cdot\alpha(\alpha-1)$$

$$КПД = \frac{\frac{1}{2}p_0V_0(\alpha-1)^2}{\frac{3}{2}p_0V_0(\alpha-1) + \frac{5}{2}p_0V_0\alpha(\alpha-1)}\cdot 100\% = \frac{\frac{1}{2}(\alpha-1)^2}{\frac{3}{2}(\alpha-1) + \frac{5}{2}\alpha(\alpha-1)}\cdot 100\% = \frac{(\alpha-1)^2}{3(\alpha-1)+5\alpha(\alpha-1)}\cdot 100\% = \frac{\alpha-1}{3+5\alpha}\cdot 100\% =$$

$$= \frac{\alpha + \frac{3}{5} - \frac{8}{5}}{5\alpha+3}\cdot 100\% = \left(\frac{\frac{1}{5}(5\alpha+3)}{5\alpha+3} - \frac{8}{5(5\alpha+3)}\right)\cdot 100\% = \left(\frac{1}{5} - \frac{8}{5(5\alpha+3)}\right)\cdot 100\% = \frac{1}{5}\cdot 100\% =$$

т.к. КПД – max, $\frac{8}{5(5\alpha+3)} \to 0$

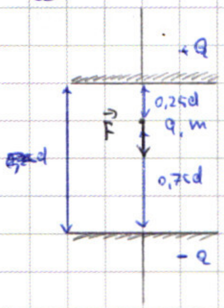
$= 20\%$

Ответ: 1) $\frac{3}{5}$

2) $\frac{5}{2}$

3) 20%

(3)



$\vec{F}_э = m\vec{a}$ (II з. Н.)

$$\left.\begin{aligned} &qE = ma \\ &E = \frac{U}{d} \\ &U = \frac{Q}{C} \\ &C = \frac{\varepsilon\varepsilon_0 S}{d} = \frac{\varepsilon_0 S}{d} \end{aligned}\right\} \Rightarrow \begin{cases} q\frac{U}{d} = ma \\ U = \frac{Qd}{\varepsilon_0 S} \end{cases} \Rightarrow ma = \frac{qQd}{\varepsilon_0 S d} = \frac{qQ}{\varepsilon_0 S} \Rightarrow a = \frac{qQ}{m\varepsilon_0 S} = \frac{\gamma Q}{\varepsilon_0 S}$$

$$\left.\begin{aligned} &\vec{\Delta x} = \vec{V_0}t + \frac{\vec{a}t^2}{2} \\ &\vec{V} = \vec{V_0} + \vec{a}t \end{aligned}\right\} \Rightarrow \begin{cases} \Delta x = \frac{at^2}{2} \\ V = at \end{cases} \Rightarrow \left.\begin{cases} 0{,}75d = \frac{V_1 T}{2} \\ V_1 = aT \end{cases}\right\} \Rightarrow \begin{cases} V_1 = \frac{1{,}5d}{T} \\ V_1 = \frac{\gamma Q}{\varepsilon_0 S}T \end{cases} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \begin{cases} V_1 = \frac{1{,}5d}{T} \\ \frac{3d}{2T} = \frac{\gamma Q}{\varepsilon_0 S}T \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} V_1 = \frac{3d}{2T} \\ Q = \frac{3d\varepsilon_0 S}{2T\cdot T\cdot\gamma} \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} V_1 = \frac{3d}{2T} \\ Q = \frac{3d\varepsilon_0 S}{2\gamma T^2} \end{cases}$$

$$\cancel{\left.\begin{aligned} &W_н + A = W_к \ (З.С.Э.) \\ &W_н = 0 \\ &A = q(\varphi_1 - \varphi_2) \\ &W_к = \frac{mV_2^2}{2} \end{aligned}\right\} \Rightarrow \frac{mV_2^2}{2} = q(\varphi_1 - \varphi_2)}$$

~~$\varphi_2 = 0$ (т.к. бесконечность)~~

~~$\varphi_1 = E\cdot$~~

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

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

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

~~Вне проводни~~ Вне конденсатора поля нет, поэтому работа поля была только до его вылета, значит $V_2 = V_1$ (из закона сохранения энергии: $W_н + A = W_к + Q$, но $A = 0$; $Q = 0 \Rightarrow W_н = W_к \Rightarrow V_2 = V_1$).

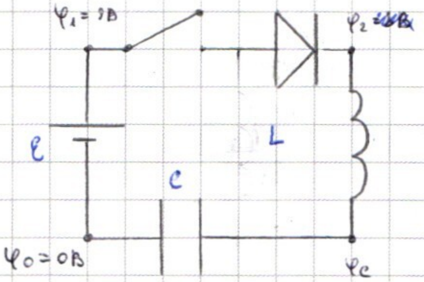
т.е. $V_2 = \frac{3d}{2T}$

Ответ: 1) $V_1 = \frac{3d}{2T}$

2) $Q = \frac{2d\varepsilon_0 S}{2jT^2}$

3) $V_2 = \frac{3d}{2T}$

(4)



После замыкания ключа ток сразу не пойдёт.

Запишем Кирхгофа: $\mathcal{E} = U_L + U_C \Rightarrow$

$U_L = \mathcal{E} - U_1 \Rightarrow L \cdot \dot{I} = \mathcal{E} - U_1 \Rightarrow \dot{I} = \frac{\mathcal{E} - U_1}{L}$

$\dot{I} = \frac{9В - 5В}{0,1 Гн} = \frac{4}{0,1} \frac{В}{Гн} = 40 \frac{В}{Гн}$

Получается: $\mathcal{E} = L\ddot{q} + \frac{q}{C} \Rightarrow \ddot{q} + \frac{1}{LC} q = \frac{\mathcal{E}}{L}$ (*)

~~Но ток будет идти до тех пор, пока напряжение на диоде не будет равна U_0. т.е. условие замыкание диода: $\mathcal{E} - U_0 = L\ddot{q} + \frac{q}{C} \Rightarrow \ddot{q} + \frac{1}{LC} q = \frac{\mathcal{E} - U_0}{L}$ $|\varphi_2 - \varphi_1| \le U_0$. т.е. в установившемся режиме $\varphi_2 = \mathcal{E} - U_0$. Это произойдёт, когда ток через катушку 0, т.е. тока в цепи не будет. Это и будет означать, что $U_C = \mathcal{E} - U_0 = 9В - 1В = 8В$~~

Решив это (*) уравнение получим $q = (U_1 C - \mathcal{E}C)\cos\left(\frac{1}{\sqrt{LC}} t\right) + \mathcal{E}C$

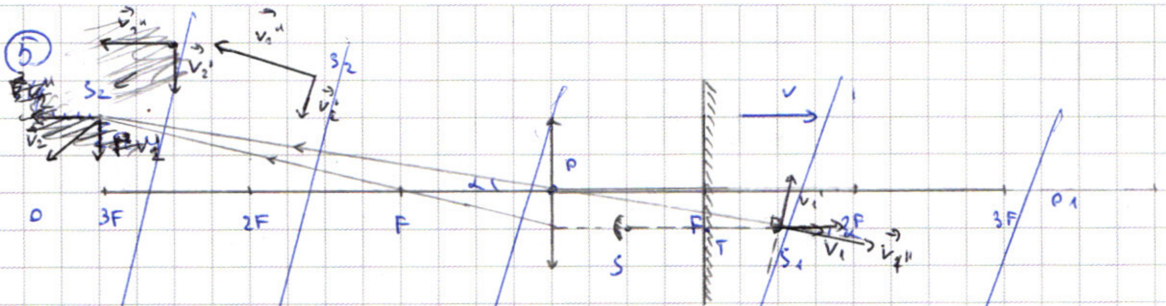
т.е. $I = \frac{C(U_1 - \mathcal{E})}{\sqrt{LC}} \sin\left(\frac{1}{\sqrt{LC}} t\right) \Rightarrow I_{max} = \left|\frac{C(U_1 - \mathcal{E})}{\sqrt{LC}}\right| = \left|\frac{40 \cdot 10^{-6} Ф (5В - 9В)}{\sqrt{0,1 Гн \cdot 40 \cdot 10^{-6} Ф}}\right| = \frac{160 \cdot 10^{-6}}{2 \cdot 10^{-3}} A =$

$= 80 \cdot 10^{-3}$ A $= 80$ мА

(см. лист 6)

Теперь нужно проверить, когда это происходит. Через время

5



т.к. S на $\frac{F}{2}$ от ~~зеркала~~ линзы, а зеркало на F, то S_1 на $\frac{3F}{2}$ от линзы

$\frac{1}{d}+\frac{1}{f}=\frac{1}{F}$ (формула тонкой линзы)

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

~~Изображение S_1 движется со скоростью $V_1=2V$, т.к. $|SF|=|FS_1|$~~

~~Тогда поперечно изображение S_2 движется со скоростью $V_{2y}=\Gamma\cdot V_1$~~

~~А продольно со скоростью $V_{2x}=\Gamma^2\cdot V_1$~~

Изображение S_1 движется со скоростью $V_1=2V$, т.к. $|SF|=|FS_1|$

Рассмотрим „вращение" относительно (·) P:

~~$V_1\cdot\frac{3F}{4}$ (из условия) =~~

$V_1'\cdot|S_1P| = V_2''\cdot|S_2P| \Rightarrow V_1'=\Gamma\cdot V_2'$

$V_1''=V_2''$

$\Rightarrow \begin{cases} V_1\sin\alpha=\Gamma\cdot V_2' \\ V_1\cos\alpha=V_2'' \end{cases} \Rightarrow \sqrt{V_2'^2+V_2''^2}=V_1^2$

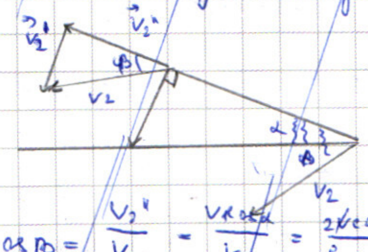
~~$\sin\alpha=$~~ $tg\,\alpha=\frac{\frac{3F}{4}\cdot 2}{3F}=\frac{\frac{3F}{2}}{3F}=\frac{1}{2} \Rightarrow \begin{cases}\sin\alpha=\frac{1}{\sqrt5}\\ \cos\alpha=\frac{2}{\sqrt5}\end{cases}$

Тогда $V_2=\sqrt{V_2'^2+V_2''^2}=\sqrt{\left(\frac{V_1\sin\alpha}{\Gamma}\right)^2+\left(V_1\cos\alpha\right)^2} \Rightarrow V_2=V_1\sqrt{\frac{1}{5\cdot 2}+\frac{4}{5}}=\sqrt{\frac{9}{10}}=\frac{3}{\sqrt{10}}$

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

т.е. $V_2=2V\cdot\frac{3}{\sqrt{10}}=\frac{6}{\sqrt{10}}V$

Для нахождения угла:



Искомый угол $\beta-\alpha$: $\cos(\beta-\alpha)=$
$=\cos\beta\cdot\cos\alpha+\sin\beta\cdot\sin\alpha=\frac{2\sqrt2}{3}\cdot\frac{2}{\sqrt5}+\frac{1}{\sqrt5}\cdot\frac{1}{3}=\frac{4\sqrt2}{3\sqrt5}+\frac{1}{3\sqrt5}=$
$=\frac{4\sqrt2+1}{3\sqrt5}$

$\cos\beta=\frac{V_2''}{V_2}=\frac{V_1\cos\alpha}{V_2}=\frac{2V\cos\alpha}{\frac{6}{\sqrt{10}}V}=\frac{2\sqrt{10}\cos\alpha}{6}=$
$=\frac{2\sqrt{10}\cdot\frac{2}{\sqrt5}}{6}=\frac{4\sqrt2}{6}=\frac{2\sqrt2}{3}$

$\sin\beta=\sqrt{1-\left(\frac{2\sqrt2}{3}\right)^2}=\frac{1}{3}$

Искомый угол: $\arccos\left(\frac{4\sqrt2+1}{3\sqrt5}\right)$

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

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

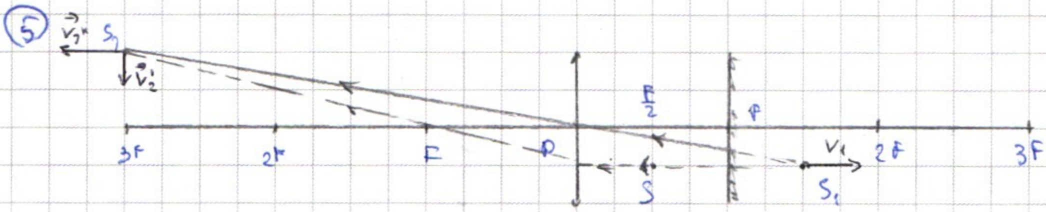
ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

~~Ответ: 1) 3F~~

~~2) $\arccos\left(\frac{4\sqrt{2}+1}{3\sqrt{5}}\right)$~~

~~3) $\frac{3\sqrt{10}}{5}V$~~

5



т.к. S на $\frac{F}{2}$ от линзы, а зеркало на F, то S_1 на $\frac{3F}{2}$ от линзы.

тогда $\frac{1}{d}+\frac{1}{f}=\frac{1}{F}$ (формула тонкой линзы)

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

Изображение движется со скоростью $V_1 = 2V$, т.к. $|SF|=|FS_1|$

Продольная скорость $V_2'' = \Gamma^2 V_1 = 2\Gamma^2 V$

Поперечная скорость $V_2' = \Gamma \cdot V_1 = 2\Gamma V$

т.е. $V_2 = \sqrt{V_2'^2 + V_2''^2} = \sqrt{4\Gamma^4 V^2 + 4\Gamma^2 V^2} = 2V\Gamma\sqrt{\Gamma^2+1}$

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

т.е. $V_2 = 4\sqrt{5}V$

~~A cos α =~~ A $\alpha = \operatorname{arctg}\frac{V_2'}{V_2''} = \operatorname{arctg}\frac{2\Gamma V}{2\Gamma^2 V} = \operatorname{arctg}\frac{1}{\Gamma} = \operatorname{arctg}\frac{1}{2}$

Ответ: 1) 3F

2) $\operatorname{arctg}\frac{1}{2}$

3) $4\sqrt{5}V \approx 8{,}8V$

☐ черновик ☑ чистовик
(Поставьте галочку в нужном поле)

~~$\tau=\sqrt{LC}$ $\frac{1}{\sqrt{LC}}t=\frac{\pi}{2}\Rightarrow t=\frac{\pi}{2}\sqrt{LC}$~~. т.е. колебания в момент закрытия

т.е заряд на конденсаторе станет: $q=(Uc-\mathcal{E}C)\cos(\frac{\pi}{2})+\mathcal{E}C=\mathcal{E}C$. ~~Но такого быть не может, потому что~~ ~~конденсатор~~ диод ~~к этому времени уже закроется. Т.е. максимальный ток в момент закрытия~~. Т.е. $U_0=U_C+U_L\Rightarrow U_0=\frac{q}{C}+L\cdot\ddot q\Rightarrow\ddot q+\frac{1}{LC}q=\frac{U_0}{L}$

Значит ~~$q=$~~ $U_L+U_C=L\ddot q+\frac{q}{C}=\frac{Uc-\mathcal{E}c}{Lc}\cos(\frac{1}{\sqrt{LC}}t)+\frac{Uc-\mathcal{E}c}{C}\cdot\cos(\frac{1}{\sqrt{LC}}t)+\frac{\mathcal{E}C}{C}=$

$=\frac{U-\mathcal{E}}{L}\cos(\frac{1}{\sqrt{LC}}t)+(U-\mathcal{E})\cos(\frac{1}{\sqrt{LC}}t)+\frac{\mathcal{E}C}{C}$. ~~При $t=\frac{\pi}{2}\sqrt{LC}$~~

И это $=U_0\Rightarrow\frac{U_0-\mathcal{E}}{U_1-\mathcal{E}}=\cos(\frac{1}{\sqrt{LC}}t)(\frac{1}{L}+1)$; т.е. $\frac{3}{4}=\cos(\frac{1}{\sqrt{0,1\cdot160\cdot10^{-6}}}t)\cdot 11$

$\frac{2}{11}=\cos(\frac{1}{4\cdot10^{-3}}t)\Rightarrow t=\arccos(\frac{2}{11})\cdot4\cdot10^{-3}$ (с).

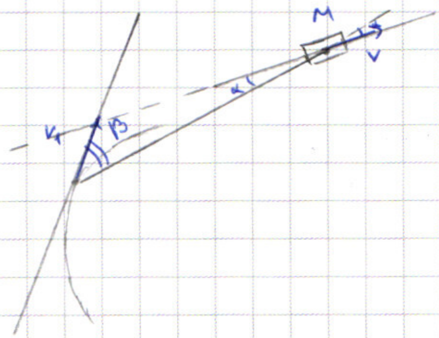
$U_2=(U-\mathcal{E})\cos(\frac{1}{\sqrt{LC}}t)+\mathcal{E}=(U-\mathcal{E})\cos(\arccos\frac{2}{11})+\mathcal{E}=\frac{2(U_1-\mathcal{E})}{11}+\mathcal{E}=$

$=\frac{2(5В-9В)}{11}+9В=\frac{-8}{11}В+9В=8В+\frac{3}{11}В\approx8,25В$

$I_{max}=80мА\cdot\sin(\arccos\frac{2}{11})=80мА\cdot\frac{\sqrt{121-4}}{11}\approx80мА.$

Ответ: 1) $\dot{I}=40\frac{В}{Гн}$; 2) $I_{max}\approx80мА$; 3) $U_2\approx8,25В$.

(1)



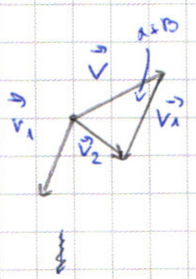
1) В проекции на нить, т.к. она не растяжима они должны двигаться одинаково. Т.е.

$V\cos\alpha=V_1\cos\beta\Rightarrow V_1=\frac{\cos\alpha}{\cos\beta}V=\frac{15}{17}\cdot\frac{5}{4}\cdot68см/с=$

$=75см/с$

2) Переходим в систему отсчёта муфты.

получим:



По теореме косинусов: $V_2=\sqrt{V^2+V_1^2-2VV_1\cos(\alpha+\beta)}=$

$=\sqrt{V^2+V_1^2-2VV_1\cdot(\cos\alpha\cdot\cos\beta-\sin\alpha\cdot\sin\beta)}=$

$=\sqrt{(68см/с)^2+(75см/с)^2-2\cdot68см/с\cdot75см/с\cdot(\frac{15}{17}\cdot\frac{4}{5}-\frac{8}{17}\cdot\frac{3}{5})}=$

$=\sqrt{(68см/с)^2+(75см/с)^2-2\cdot68\cdot75(см/с)^2\cdot\frac{60-24}{85}}=$

$=\sqrt{4624+5625-2\cdot4\cdot15\cdot36}\,см/с=\sqrt{10249-4320}\,см/с=\sqrt{6249-320}\,см/с=\sqrt{6000-71}\,см/с=$

$=\sqrt{5929}\,см/с=\sqrt{49\cdot121}\,см/с=7\cdot11\,см/с=77см/с.$

☐ черновик ☑ чистовик

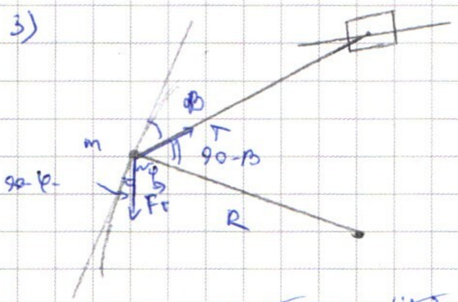
(Поставьте галочку в нужном поле)

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

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

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

3)



$\vec{F}_{\Sigma} = m\vec{a}$ (II з. Н.)

$$\cancel{\left.\begin{array}{l} T\sin\beta = m\dfrac{v^2}{R} \\ V = v_1\cos\beta \end{array}\right\} \Rightarrow T\sin\beta = m\dfrac{v_1^2\cos^2\beta}{R}}$$

$$\cancel{\text{т.е. } T = \frac{m v_1^2\cos^2\beta}{R\sin\beta} =}$$

$$\cancel{= \frac{0{,}1\text{кг}\cdot(0{,}75\,\text{м/с})^2\cdot\left(\frac{4}{5}\right)^2}{1{,}9\,\text{м}\cdot\frac{3}{5}} = \frac{0{,}1\cdot 4^2\cdot\left(\frac{3}{4}\right)^2}{3\cdot 1{,}9\cdot 5}\,H = \frac{0{,}1\cdot 3^2}{3\cdot 1{,}9\cdot 5}\,H = \frac{1}{19\cdot 5}\,H = \frac{1}{95}\,H}$$

$$\begin{cases} T\cos\beta = mg\sin\varphi \\ T\sin\beta + mg\cos\varphi = m\dfrac{v_1^2}{R} \end{cases}$$

$$\begin{cases} T\cdot\frac{4}{5} = 10\cdot 0{,}1\sin\varphi \\ T\cdot\frac{3}{5} + 10\cdot 0{,}1\cos\varphi = 0{,}1\cdot\dfrac{(0{,}75)^2}{1{,}9} \end{cases} \qquad \begin{cases} T = \frac{5}{4}\sin\varphi \\ T\cdot\frac{3}{5} + \cos\varphi = \dfrac{\left(\frac{3}{4}\right)^2}{19} \end{cases}$$

$$\begin{cases} T = \frac{5}{4}\sin\varphi \\ T\cdot\frac{3}{5} + \cos\varphi = \dfrac{9}{16\cdot 19} \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} \sin\varphi = \frac{4}{5}T \\ \cos\varphi = \dfrac{9}{16\cdot 19} - \dfrac{3T}{5} \end{cases} \Rightarrow \frac{16}{25}T^2 + \left(\frac{9}{16\cdot 19} - \frac{3T}{5}\right)^2 = 1$$

$$\frac{16}{25}T^2 + \frac{9T^2}{25} - 2\cdot\frac{9}{16\cdot 19}\cdot\frac{3}{5}T + \left(\frac{9}{16\cdot 19}\right)^2 - 1 = 0$$

$$T^2 - \underbrace{\frac{27}{16\cdot 19\cdot 5}}_{\approx 0}T + \underbrace{\frac{81}{(16\cdot 19)^2}}_{\approx 0} - 1 = 0$$

$$T^2 = 1 \Rightarrow T \approx 1(H)$$

Ответ: 1) $v_1 = 75$ см/с

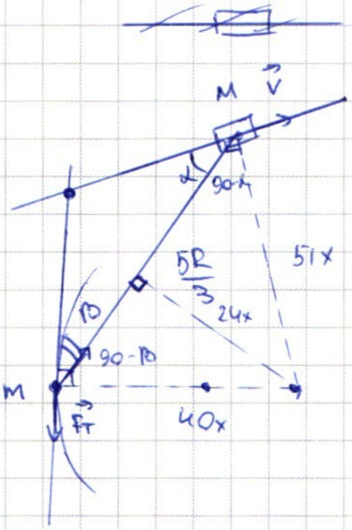
2) $v_2 = 27$ см/с

3) $T \approx 1$ Н

☐ черновик ☑ чистовик
(Поставьте галочку в нужном поле)

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«МОСКОВСКИЙ ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ (НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ)»

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА



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

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

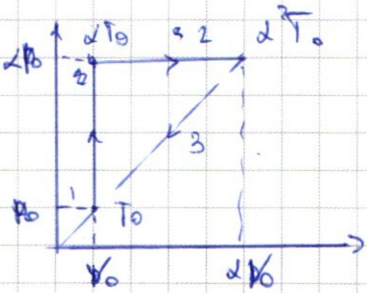
$\sin\alpha = \frac{8}{17}$

$\sin\beta = \frac{3}{5}$

$\omega^2 R = \frac{v^2}{R} \Rightarrow V = \omega R$

$\omega = \frac{V}{R}$

$\frac{V}{51x} = \frac{V'}{40x} \Rightarrow V' = \frac{40}{51}\cdot V = \frac{40}{51}\cdot 68 = \frac{40}{3\cdot 17}\cdot 4\cdot 17 = \frac{160}{3}$ см/с



$\frac{pV}{T} = const$

$\alpha^2 pV$

$Q = \frac{3}{2}\nu R\Delta T + A =$

$Q_{12} = \frac{3}{2}\nu R\Delta T = \frac{3}{2}\nu R T_0(\alpha-1)$

$= \frac{3}{2}\nu R T_0\alpha(\alpha-1) + \frac{1}{2}(\alpha p_0\cdot\alpha V_0 - p_0V_0) =$

$= \frac{3}{2}\nu R T_0(\alpha-1) + \frac{1}{2}p_0V_0(\alpha^2-1) =$

$= \frac{3}{2}\nu R T_0(\alpha-1) + \frac{1}{2}\nu R T_0(\alpha^2-1) =$

$= \frac{1}{2}\nu R T_0(3\alpha - 3 + \alpha^2 - 1) = \alpha^2 + 3\alpha - 4$

$\frac{c_p}{c_V} = \frac{\frac{5}{2}R}{\frac{3}{2}R} = \frac{5R}{3R} = \frac{5}{3}$

$A = \alpha p_0(\alpha V_0 - V_0) = p_0V_0\alpha(\alpha-1)$

$Q = \frac{3}{2}\nu R\Delta T = \frac{3}{2}\nu R T_0(\alpha-1)\alpha = \frac{3}{2}p_0V_0\alpha(\alpha-1)$

$\frac{\frac{3}{2}p_0V_0\alpha(\alpha-1)}{p_0V_0\alpha(\alpha-1)} = \frac{3}{2}$

$\frac{\alpha-1}{5\alpha+3} = \frac{\alpha+\frac{3}{5}-\frac{8}{5}}{5\alpha+3} =$

$A = \frac{1}{2}p_0(\alpha-1)\cdot V_0(\alpha-1) = \frac{1}{2}p_0V_0(\alpha-1)^2$

$Q^+ = \frac{3}{2}\nu R\Delta T_1 + \frac{5}{2}\nu R\Delta T_2 = \frac{3}{2}\nu R T_0(\alpha-1) + \frac{5}{2}\nu R T_0\alpha(\alpha-1) = \frac{3}{2}p_0V_0(\alpha-1) + \frac{5}{2}p_0V_0(\alpha-1)\alpha =$

$= \frac{1}{2}p_0V_0(\alpha-1)(3+5\alpha)$

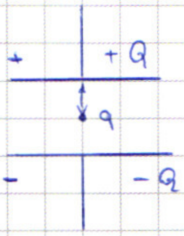
$= \frac{1}{5} - \frac{8}{5(5\alpha+3)} =$

$\eta = \frac{A}{Q^+} = \frac{\frac{1}{2}p_0V_0(\alpha-1)^2}{\frac{1}{2}p_0V_0(\alpha-1)(3+5\alpha)} = \frac{\alpha-1}{3+5\alpha} = \frac{\alpha-1}{5\alpha+3} = \frac{1}{5}\cdot\frac{5\alpha-5}{5\alpha+3}$

$\frac{1}{5} = 20\%$

☑ черновик ☐ чистовик
(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №__
(Нумеровать только чистовики)



$E = E_1 + E_2 = \frac{Q}{2\varepsilon_0}$ $\frac{B}{M} = \frac{B}{M} \cdot M$

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

$E = Ud$

$E = \frac{U}{d} = \frac{Q}{Cd} = \frac{Q}{\frac{\varepsilon_0 S}{d} d} = \frac{Qd}{\varepsilon_0 S d}$

$\frac{Qd}{2\varepsilon\varepsilon_0}$

$F = \frac{qQd}{\varepsilon_0 S} = ma \Rightarrow a = \frac{\gamma Q d}{\varepsilon_0 S}$

$V_1 = aT \Rightarrow V_1 = \frac{\gamma Q d}{\varepsilon_0 S} T$ $\quad \varphi = \quad \varphi_1 = \quad \frac{B}{M} \cdot M$

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

$A = q(\varphi_1 - \varphi_2) = q\varphi_1 = \frac{mV_2^2}{2} \Rightarrow V_2 = \sqrt{\frac{2q\varphi_1}{m}} = \sqrt{\frac{2q \cdot Qd}{2\varepsilon_0}} =$

$\frac{2q \cdot 3d\varepsilon_0 S\, d}{8\gamma T^2 \cdot 2\varepsilon_0 m} = \sqrt{\frac{q d^2}{\gamma T^2}} = \frac{d}{T}\sqrt{\frac{q}{\gamma m}} = \gamma \frac{d}{T}$ $\quad \frac{U}{C}$

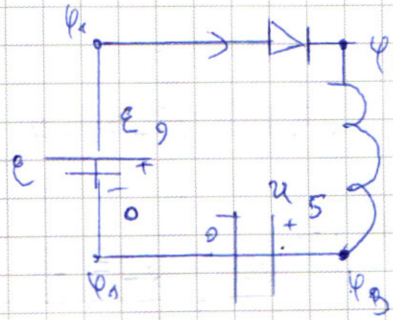
$U = \frac{Q}{C} = \frac{Q}{\frac{\varepsilon\varepsilon_0 S}{d}} = \frac{Qd}{\varepsilon_0 S}$ $\quad Ed$

$\cancel{\varphi_2 =}$ E

$+\varphi$ $\quad \cancel{Ed}$ $\quad \varphi_2 =$

$-\varphi$

$qEd = \frac{mV_2^2}{2} = \frac{q\,2Q\,\frac{3}{4}d}{\varepsilon_0 S} = mV_2^2 \Rightarrow V_2 = \sqrt{\frac{2\gamma Q}{\varepsilon_0 S}} = \sqrt{\frac{2\gamma \cdot 3d\varepsilon_0 S \cdot \frac{3}{4}d}{2\gamma T^2 \cdot \varepsilon_0 S}} = \frac{3}{2}\frac{d}{T}$



$\mathcal{E} = \cancel{U_1} + U_2 + U$

$\mathcal{E} = U_2 + U$

$9 - 5 = L \cdot \dot{I}$

$\dot{I} = \frac{4}{0{,}1} = 40 \frac{B}{\text{Гн}}$

$\mathcal{E} = \frac{q}{C} + L\dot{I}$

$\frac{\mathcal{E}}{L} = \frac{q}{CL} + \ddot{q}$

$\ddot{q} + \sqrt{\frac{1}{LC}}\, q = \frac{\mathcal{E}}{L}$

$\omega^2 \quad \frac{\mathcal{E}}{\cancel{L}} = \frac{1}{\cancel{L}C} x_1 \Rightarrow x_1 = \mathcal{E}C$

$\cancel{q = q_m}$

$q = \cancel{+\mathcal{E}C}\cos(\omega t) + \mathcal{E}C$

$I = -\mathcal{E}C \cdot \sin(\omega t) \cancel{\omega\mathcal{E}C}$

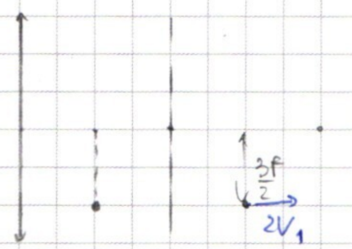
☑ черновик ☐ чистовик Страница №__

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

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«МОСКОВСКИЙ ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ (НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ)»

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

εC

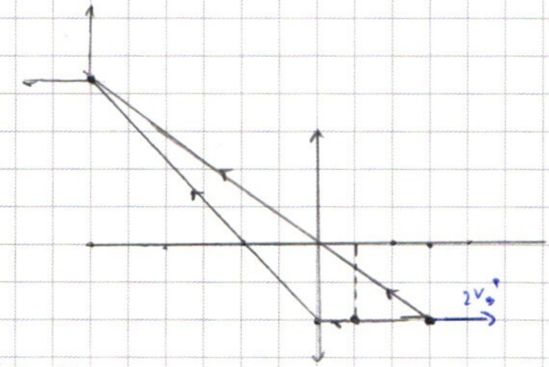


$$\frac{1}{\frac{3}{2}F} + \frac{1}{f} = \frac{1}{F}$$

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

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{3F} \to f = 3F$$

$\Gamma^2 \quad v = \Gamma^2$



$$\omega^2 x_1 = \frac{2\varepsilon_0}{L}$$

$$x_1 = \frac{2\varepsilon_0}{\varkappa} \cdot LC$$

$~~Uc~~ =$

$\cancel{x = \varepsilon c}$ $\quad \varepsilon C + x = UC$

$\cancel{x =}$ $\quad x = U_C - \varepsilon C$

5929 | 49
49 | 121
102
98
49
49

68
×68
544
408
4624

$2 \cdot 4 \cdot 15 \cdot 36 = 120 \cdot 36$

~~36 × 120~~

120
×36
72
36
4320

75
×75
375
525
5625

☑ черновик ☐ чистовик Страница №__

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