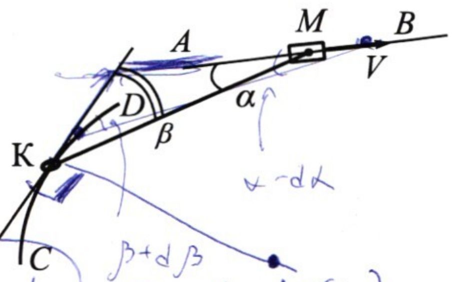
# Олимпиада «Физтех» по физике, фе

Класс 11

## Вариант 11-02

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

**1.** Муфту М двигают со скоростью $V = 40$ см/с по горизонтальной направляющей АВ (см. рис.). Кольцо К массой $m = 1$ кг может двигаться без трения по проволоке CD в виде дуги окружности радиусом $R = 1,7$ м. Кольцо и муфта связаны легким тросом длиной $l = 17R/15$. Система находится в одной горизонтальной плоскости. В некоторый момент трос составляет угол $\alpha (\cos\alpha = 3/5)$ с направлением движения муфты и угол $\beta (\cos\beta = 8/17)$ с направлением движения кольца.

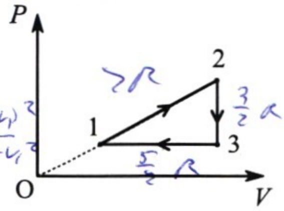



1) Найти скорость кольца в этот момент.
2) Найти скорость кольца относительно муфты в этот момент.
3) Найти силу натяжения троса в этот момент.

$\alpha - d\alpha$ $\quad \beta + d\beta$

$\frac{1}{x} + \frac{1}{a(t)} = \frac{1}{F}$

**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 понижение температуры газа.
2) Найти для процесса 1-2 отношение количества теплоты, полученной газом, к работе газа.
3) Найти предельно возможное максимальное значение КПД такого цикла.

**3.** Обкладки конденсатора – квадратные металлические сетки, сторона квадрата во много раз больше расстояния $d$ между обкладками. Положительно заряженная частица движется на большом расстоянии к конденсатору по оси симметрии, перпендикулярно обкладкам, влетает в него со скоростью $V_1$ и останавливается между обкладками на расстоянии $0,2d$ от положительно заряженной обкладки. Удельный заряд частицы $\frac{q}{m} = \gamma$.

$0,8U\gamma = \frac{V_1^2}{2}$; $U = \frac{V_1^2}{1,6\gamma}$

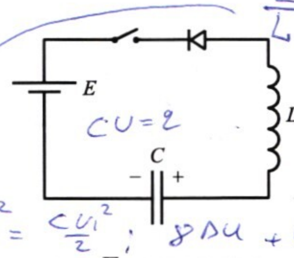
1) Найдите продолжительность $T$ движения частицы в конденсаторе до остановки.
2) Найдите напряжение $U$ на конденсаторе.
3) Найдите скорость $V_0$ частицы на бесконечно большом расстоянии от конденсатора.

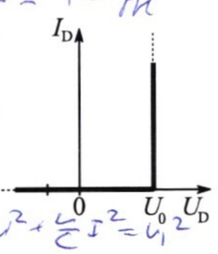
$\frac{V_1^2}{2} - \frac{V_0^2}{2} = 0,5U\gamma$; $V_0^2 = V_1^2 - \frac{V_1^2}{1,6}$; $V_0 = \sqrt{\frac{3}{8}}V_1$

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 $E = 3$ В, конденсатор емкостью $C = 20$ мкФ заряжен до напряжения $U_1 = 6$ В, индуктивность идеальной катушки $L = 0,2$ Гн. Вольтамперная характеристика диода дана на рисунке, пороговое напряжение диода $U_0 = 1$ В. Ключ замыкают.

$\frac{2}{L} = 10\ \frac{В}{Гн}$



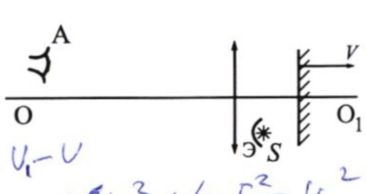




1) Найти скорость возрастания тока сразу после замыкания ключа.
2) Найти максимальный ток после замыкания ключа.
3) Найти установившееся напряжение $U_2$ на конденсаторе после замыкания ключа.

$CU = 2$

$\frac{CU^2}{2} + \frac{LI^2}{2} = \frac{CU_1^2}{2}$; $8\Delta U + U^2 + \frac{L}{C}I^2 = U_1^2$

**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 $8F/15$ от оси $OO_1$ и на расстоянии плоскости $F/3$ от 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 $\alpha$ к оси $OO_1$ движется изображение в этот момент? (Найти значение любой тригонометрической функции угла.)
3) Найти скорость изображения в этот момент.

$\Delta U = U_1 - U$

$8U_1 - 8U + 8U^2 + \frac{L}{C}I^2 = U_1^2$

$U(U-8) + \frac{L}{C}I^2 = U_1(U_1-8)$

$\frac{1}{F} = \frac{1}{\frac{1}{3}F + \frac{4}{3}F}$

$411 \mid 3$
$137 \mid$

$16 \times 16 = 96$, $256$

$17 \times 17 = 119$ $17$

$17 \cdot 3 = 51$

1) ~~[illegible]~~

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

$U_0$

$\frac{A}{C}$

$U(U-8) + \frac{L}{C} I^2 = 6 \cdot (-2) = -12$

$U^2 - 8u + 12 = 0$

$D_1 = 16 - 12$

$u = 4 \pm 2$

$\varepsilon$

$U_1$

$249$
$498$

$16 \cdot 16 = 256$

$25 \times 25 = 125$, $50$

2) ~~[illegible]~~

$\frac{L}{C} I^2 = -12 - u(u-8) = 4$

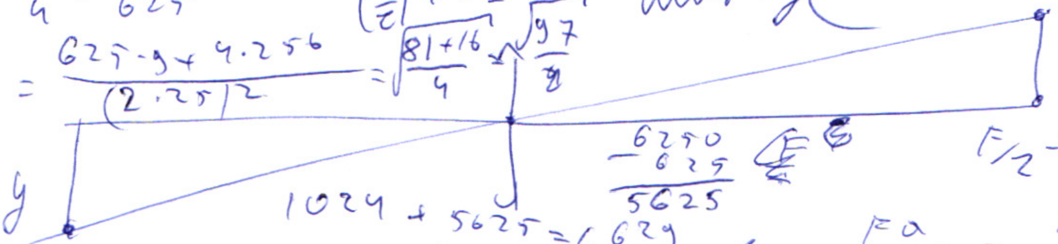
$I = 2\sqrt{\frac{C}{L}} = 2\sqrt{\frac{10 \cdot 10^{-6}}{1 \cdot 10^{-3}}} = 2 \cdot 10^{-2}$ A

$\Delta q = (U_1 - U)$

$\frac{9}{4} + \frac{256}{625} = \frac{625 \cdot 9 + 4 \cdot 256}{(2 \cdot 25)^2}$

$\sqrt{\left(\frac{9}{2}\right)^2 + 2^2} = \sqrt{\frac{81+16}{4}} = \frac{\sqrt{97}}{2}$

минус



$\frac{8}{15}F$

$F/2 + 2vt$

$y$

$\frac{6250 - 625}{5625}$

$1024 + 5625 = 6629$

$83 \cdot 83$, $249$, $664$, $6889$

~~$\frac{1}{F} - \frac{1}{80 \cdot 80}$~~

$b = \frac{Fa}{a-F} = \frac{F \cdot (F/3 + 2vt)}{2vt - \frac{2}{3}F} =$

$\boxed{= \frac{F(F + 6vt)}{6vt - 2F}} = \frac{7}{4}F$

$\dot{b} = \frac{F \cdot 6v(3vt - F) - 3v\,F(F + 6vt)}{2(3vt - F)^2} =$

$= \frac{12vF^2 - 21F^2 v}{2 \cdot 4F^2} = -\frac{9}{8}v$

$2 - \frac{2}{25} = ~~2 \cdot 0{,}0~~$

$2\left(1 - \frac{1}{25}\right)$

$y = b \cdot \frac{8/15\,F}{F/3 + 2vt}$ ; $\dot{y} = -\frac{9}{8} \cdot \frac{8/15}{1/3 + 2} v + b \cdot \frac{8}{5}F \frac{-6v}{(F + 6vt)^2} =$

$= -9 \cdot \frac{1/5}{1 \cdot 6} + -\frac{7 \cdot 2}{5} \cdot \frac{6}{7 \cdot 8} v = \frac{-21}{35} v = -\frac{3}{5} v$

$-C(U_1 - U)(\varepsilon - U_0) + \frac{LI^2}{2} + \frac{Cu^2}{2} = \frac{CU_1^2}{2}$

$24 + 36 = 60$

~~U конечное напряжение на конденсаторе~~

~~$C(U_1 - U)(\varepsilon - U_0)$~~ $+ \frac{92 \cdot 8}{...}$

$-2(\varepsilon - U_0)(U_1 - U) + \frac{L}{C} I^2 + U^2 = U_1^2$

$\frac{52}{84} =$

$= \frac{52}{21 + 98} =$

~~$-16(U_1 - U) + \frac{L}{C} I^2 + U^2 = U_1^2$~~

$\frac{9^2}{4} + 4 =$

$= \frac{1}{2}\sqrt{9^2 + 16} = \frac{1}{2}\sqrt{97}$

$U(U + 16) + \frac{L}{C} I^2 = U_1(U_1 + 16)$

$= \frac{52}{21} - \frac{52}{4 \cdot 6}$

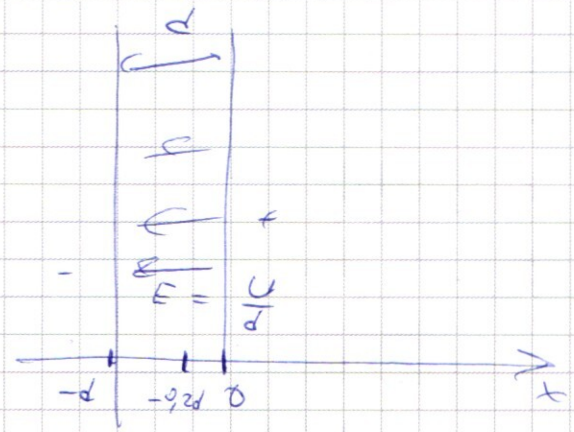
# ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

3)

$\dot{x}(0) = V_1$

$m\ddot{x} = -Eq$

$\ddot{x} = -\frac{U}{d}\gamma = a = const$




$e = V_1 T + \frac{aT^2}{2}$

$0 = V_1 + aT$

$e = 0{,}8d$

$a = -\frac{V_1}{T}$

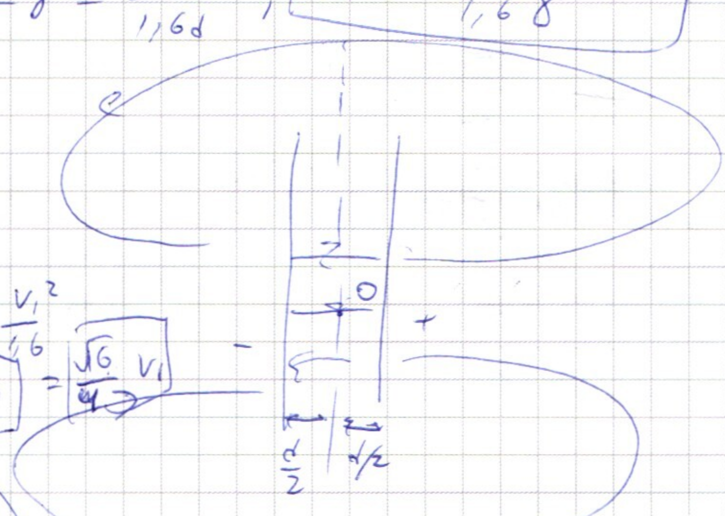
$~~0{,}8d = V_1 T~~$

$e = \frac{V_1}{2} T$ ; $\boxed{T = \frac{1{,}6d}{V_1}}$ ← 1

$a = -\frac{V_1^2}{1{,}6d}$ ; $\frac{U}{d}\gamma = \frac{V_1^2}{1{,}6d}$ ; $\boxed{U = \frac{V_1^2}{1{,}6\gamma}}$ ← 2

$U \cdot 0{,}8q = \frac{mV_1^2}{2}$

$\frac{mV_1^2}{2} - \frac{mV_0^2}{2} = U \cdot 0{,}5q$ ; $V_1^2 - V_0^2 = \frac{V_1^2}{1{,}6}$ ; $\boxed{V_0 = \sqrt{\frac{3}{8}}\, V_1} = \boxed{\frac{\sqrt{6}}{4} V_1}$




$\frac{V_0^2}{V_1^2} = \frac{5}{8}$

$~~\frac{V_0}{V_1} = \frac{1}{2}\sqrt{\frac{5}{2}}~~$

$~~V_0 = V_1 \cdot \frac{1}{2}\sqrt{\frac{5}{2}} = V_1 \cdot \frac{1}{4}\sqrt{9+1} \approx~~$

$~~\approx V_1 \cdot \frac{1}{4} 3\sqrt{1+\frac{1}{9}} \approx~~$

$~~\approx V_1 \cdot \frac{3}{4}\left(1 + \frac{1}{18}\right) =~~$

$~~= V_1 \cdot \frac{19}{4 \cdot 6} = \boxed{V_1 \cdot \frac{19}{24}}~~$

$\forall \vec{E} \perp Ox$ ← в силу симметрии здесь понекулон нет. $\vec{E}$

$(1+\alpha)^x \approx 1 + x\cdot\alpha ~~+ x(x-1)\alpha^2 + \ldots~~$

# Лист ответов.

1.1. 0,51 $\frac{м}{с}$

1.2. 0,77 $\frac{м}{с}$

1.3. 0,78 м

2.1 0,6

2.2. 3

2.3. 25%

3.1. $1{,}6 \cdot d/v_1 = T$

3.2. $\frac{5}{8} \cdot v_1^2/\gamma = U$

3.3. $v_0 = \frac{\sqrt{6}}{4} v_1$

4.1. $\dot{I} = 10\ \frac{А}{с}$

4.2. $I_{max} = 2 \cdot 10^{-2}$ А

4.3. $U_2 = 2$ В

5.1. $\frac{5}{2} F$

5.2. $tg\,\alpha = \frac{4}{9}$

5.3. $v_0 = \left(\frac{\sqrt{97}}{2} v\right) = 4{,}92v$

$\frac{\sqrt{97}}{2} = \frac{10\left(1 - \frac{3}{200}\right)}{2} =$ ~~5 − 0,0075 = 4,9985 ≈ 5~~ $= 4{,}92592…$

$5 - 0{,}075 \approx 4{,}925$

# ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

1) Дано:

$V = 0{,}4\ \frac{м}{с}$

$m = 1$ кг

$R = 1{,}7$ м

$\ell = 17R/15$

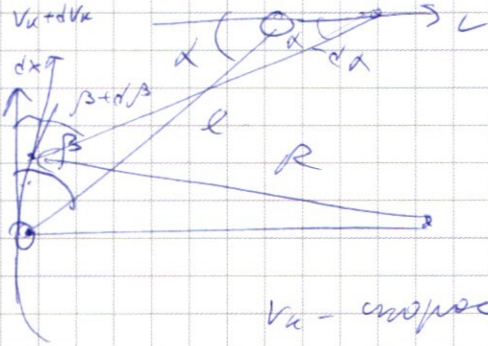
$\cos\alpha = \frac{3}{5}$

$\cos\beta = \frac{8}{17}$

$V_K$ - ?

$V_{отн}$ - ?

$T$ - ?




$V_K$ - скорость K

$V_K \cos\beta = V \cos\alpha$ (усл. неразрывности)

$$\boxed{V_K = V\frac{\cos\alpha}{\cos\beta}} = \frac{3\cdot 17}{5\cdot 8}\cdot 0{,}4\frac{м}{с} = \frac{51}{10}\cdot\frac{1}{10}\frac{м}{с} = \boxed{0{,}51\frac{м}{с}}$$

$V_{отн} = V_K \sin\beta + V\sin\alpha =$

$$= V\left(\frac{\cos\alpha}{\cos\beta}\sqrt{1-\cos^2\beta} + \sqrt{1-\cos^2\alpha}\right) = \boxed{0{,}77\frac{м}{с}}$$

$T\cos\beta\, dt = m\, dV_K$

$V\cos(\alpha - d\alpha) = (V_K + dV_K)\cos(\beta + d\beta)$

$dx + d\beta = d\alpha$ (т.к. $\Sigma$ углов в треуг $=$ const)

$\frac{V_K dt}{R} = dx$ ; $V(\cos(\alpha - d\alpha) - \cos\alpha) = V_K(\cos(\beta + d\beta) - \cos\beta) + dV_K\cos\beta$

$V(-(\cos\alpha)')\,d\alpha = V_K (\cos\beta)'\,d\beta + dV_K\cos\beta$

$V\sin\alpha \cdot d\alpha = -V_K \sin\beta\, d\beta + dV_K\cos\beta$

$\sin(\beta + d\beta + dx) = \frac{1}{\ell}(O_1 + V dt)$ ($O_1$ - изначальное разница по траектории на AB)

$\sin(\beta + d\beta + dx) - \sin\beta = \frac{1}{\ell} V dt$

$\cos\beta(d\beta + dx) = \frac{V}{\ell}dt$ ; $\quad d\alpha = \frac{V dt}{\ell\cos\beta}$

Аналогично $\cos\alpha \cdot d\alpha = \frac{V_K}{\ell}dt$

$V\sin\alpha\cdot\frac{V dt}{\ell\cos\beta} = -V_K\cdot\sin\beta\cdot\left(\frac{V dt}{\ell\cos\beta} - \frac{V_K dt}{R}\right) + dV_K\cos\beta$

$dV_K\cos\beta = \left(\frac{V^2}{\ell}\frac{\sin\alpha}{\cos\beta} + V_K\sin\beta\left(\frac{V}{\ell\cos\beta} - \frac{V_K}{R}\right)\right)dt$

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

[СИ]

$$\cancel{F =} \frac{T}{M} = 1 \cdot \frac{(0,4)^2}{1,7} \cdot \frac{15/17}{8^2/17^2}\left(1 - 2\cdot\left(\frac{3}{5}\right)^2 + 2\cdot\frac{3/5}{8/17}\cdot\frac{4}{5}\cdot\frac{15}{17}\right) =$$

$$= \frac{4^2}{10\cdot 17}\cdot\frac{15\cdot 17}{8^2}\left(1 - \frac{2\cdot 3^2}{5^2} + \frac{2\cdot 3\cdot 4\cdot 15}{5^2\cdot 8}\right) =$$

$$= \frac{1}{4}\cdot\frac{3}{2}\left(1 - \frac{2\cdot 3^2}{5^2} + \frac{3^2\cdot 5}{5^2}\right) =$$

$$= \frac{3}{8}\left(\frac{5^2 + 3^2\cdot 5 - 2\cdot 3^2}{5^2}\right) = \frac{3}{8}\cdot\frac{25 + \cancel{45-18}\ 27}{25} =$$

$$= \frac{3}{8}\cdot\frac{52}{25} = \frac{3}{4}\cdot\frac{26}{25} = \frac{3\cdot 13}{2\cdot 25} \boxed{= 0,78\ \cancel{м}}$$

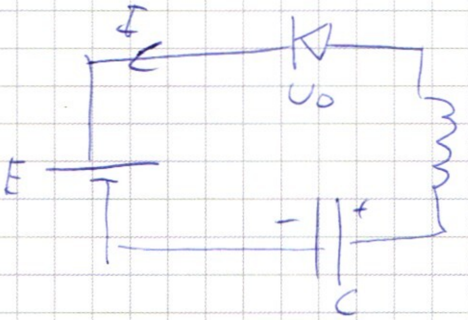
$T = 0,78$ м

☐ черновик ☑ чистовик

(Поставьте галочку в нужном поле)

# ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

1)




в $t=0$

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

$$\dot{I} = \frac{U_1 - U_0 - E}{L} = \frac{2\,В}{0{,}2\,Гн} = 10\,\frac{В}{Гн}\ \leftarrow (1)$$

~~энергия сохр.~~

энергия сохр. и от $I > 0$ $\forall t$

Изначально полярности конденсатора как на рисунке; ~~потом он разряжается и перезар. в другую полярность~~

при $U_к = U_0 + E$, $\dot{I} = 0$ => $I_{max}$ в этот момент

$$(U_0+E)\Delta q + \frac{LI^2}{2} + \frac{CU_к^2}{2} = \frac{CU_1^2}{2}$$

$\Delta q$ $q/C = U$; $\Delta U = \frac{\Delta q}{C}$;

$$2(U_0+E)(U_1-U_0-E)C + LI_{max}^2 + C(U_0+E)^2 = CU_1^2$$

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

$$= \frac{20\cdot 10^{-6}}{0{,}2}\left(6^2 - 4^2 - 2\cdot 4\cdot 2\right)A^2 = 10^{-4}(36-32)A^2 = 4\cdot 10^{-4}\,A^2$$

$$\boxed{I_{max} = 2\cdot 10^{-2}\,A} \leftarrow (2)$$

$$\frac{CU_1^2}{2} = \frac{CU_2^2}{2} + (U_0+E)\Delta q \quad ; \quad (U_1 - U_2)C = \Delta q$$

$$CU_1^2 = CU_2^2 + 2(U_0+E)(U_1-U_2)C$$

$$U_2^2 - 2(U_0+E)U_2 + 2(U_0+E)U_1 - U_1^2 = 0$$

$$U_2^2 - 2\cdot 4U_2 + 2\cdot 4\cdot 6 - 6^2 = 0$$

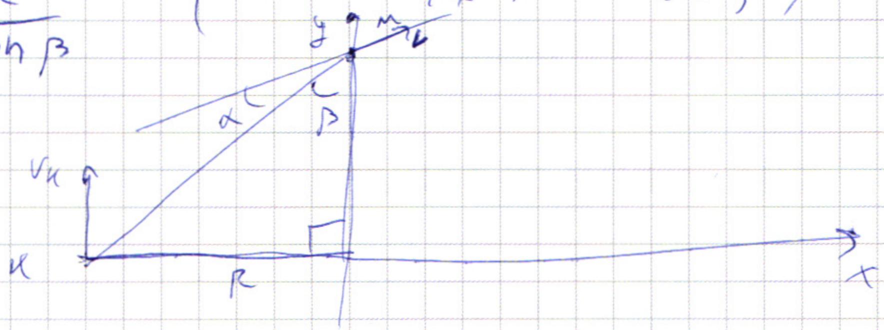
$$U_2^2 - 2\cdot 4U_2 В + (48-36)В^2 = 0 \quad ; \quad U_2^2 - 2\cdot 4U_2 В + 12\,В^2 = 0$$

$D_1 = 16 - 12 = 4$

$U_2 = (4 \pm 2)\,В$; $U_2 = U_1$ (полость нач. сост. — не решение)

$$\boxed{U_2 = 2\,В} \leftarrow (3)$$

$l = \frac{R}{\sin\beta}$ $\left( \sin\beta = \frac{15}{17} ;\ \sin\alpha = \frac{4}{5} \right)$




$K(-R;0)$ ; $m(0;\ R/tg\beta)$

$\vec V_K = \begin{pmatrix} 0 \\ V_K \end{pmatrix}$ ; $\vec v = \begin{pmatrix} v\sin(\alpha+\beta) \\ v\cos(\alpha+\beta) \end{pmatrix}$

$K(x;y)$ ; $x^2+y^2=R^2$ ; $\vec R_m(0) = \begin{pmatrix} 0 \\ R/tg\beta \end{pmatrix}$

$\cancel{\vec R_m + \vec v\,dt = \begin{pmatrix} v\sin(\alpha+\beta)\,dt \\ R\,ctg\beta + v\cos(\alpha+\beta)\,dt \end{pmatrix}}$

$\vec R_m = \begin{pmatrix} x_m \\ y_m \end{pmatrix}$ ; $\vec R_K = \begin{pmatrix} x \\ y \end{pmatrix}$ ; $l = \sqrt{(x-x_m)^2 + (y-y_m)^2}$

$R^2 = x^2 + y^2$

$l^2 = (x-x_m)^2 + (y-y_m)^2$

$2\dot x x + 2y\dot y = 0$

$\dot y = -\frac{x}{y}\dot x$

$(x-x_m)(\dot x - \dot x_m) + (y-y_m)(\dot y - \dot y_m) = 0$

$\cancel{\dot x_m / y_m}$ $\dot x_m / \dot y_m = tg(\alpha+\beta)$ ; $\dot y_m = ctg(\alpha+\beta)\,\dot x_m$

$(\dot x - \dot x_m)^2 + (x-x_m)(\ddot x - \ddot x_m) + (\dot y - \dot y_m)^2 + (y-y_m)(\ddot y - \ddot y_m) = 0$

0 0

в нач. мом. времени 0 $\dot x = 0$ ; $\dot y = V_K$

$\dot x_m = v\sin(\alpha+\beta)$

$\dot y_m = v\cos(\alpha+\beta)$

$\ddot x = \frac{V_K^2}{R}$ ; $x_m = 0$

$y_m = R\,ctg\beta$

$x = -R$

$y = 0$

$(0 - v\sin(\alpha+\beta))^2 + (-R-0)\frac{V_K^2}{R} + (V_K - v\cos(\alpha+\beta))^2 + (0 - R\,ctg\beta)\ddot y = 0$

$m\ddot y = T\cos\beta$

$v^2\sin^2(\alpha+\beta) - v^2\frac{\cos^2\alpha}{\cos^2\beta} + v^2\left(\frac{\cos\alpha}{\cos\beta} - \cos(\alpha+\beta)\right)^2 - R\,ctg\beta\,\ddot y = 0$

$\ddot y = \frac{v^2}{R} tg\beta \left( \sin^2(\alpha+\beta) - \frac{\cos^2\alpha}{\cos^2\beta} + \left(\frac{\cos\alpha}{\cos\beta} - \cos(\alpha+\beta)\right)^2 \right) =$

$= \frac{v^2}{R} tg\beta \left( \cancel{(\sin\alpha\cos\beta + \sin\beta\cos\alpha)^2} + 1 - 2\frac{\cos\alpha}{\cos\beta}\cos(\alpha+\beta) \right) =$

$= \frac{v^2}{R} tg\beta \left( 1 - 2\cos^2\alpha + 2\frac{\cos\alpha}{\cos\beta}\sin\alpha\sin\beta \right)$ ; $T = m\frac{v^2}{R}\frac{\sin\beta}{\cos^2\beta}\left( 1 - 2\cos^2\alpha + 2\frac{\cos\alpha}{\cos\beta}\sin\alpha\sin\beta \right)$

# ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

3/ $Q = PdV + \frac{C_V}{R}(PdV + VdP)$;

$PdV + VdP = \nu R dT$ ; $dT = \frac{PdV + VdP}{\nu R}$

$C = \frac{\frac{C_P}{R} PdV + \frac{C_V}{R} VdP}{PdV + VdP} R = \frac{C_P PdV + C_V VdP}{PdV + VdP} =$

$= \frac{C_P P + C_V V \frac{dP}{dV}}{P + V\frac{dP}{dV}}$ ; $\boxed{\frac{C_{23}}{C_{31}} = \frac{C_V}{C_P} = \frac{3}{5}} \leftarrow 1$

$P = kV$; $C_{12} = \frac{C_P \cdot kV + C_V V \cdot k}{kV + kV} = \frac{C_P + C_V}{2} = 2R$

$C_{12}dT - C_V dT = \frac{A}{\nu}$ ; $\boxed{\frac{U}{A} = \frac{C_V}{C_{12} - C_V} = \frac{\frac{3}{2}}{2 - \frac{3}{2}} = 3} \leftarrow 2$

$C_V dT = \frac{U}{\nu}$ ;

$A = (P_2 - P_1)(V_2 - V_1)\cdot\frac{1}{2}$ ; $Q_+ = \frac{C_{12}}{R}(P_2V_2 - P_1V_1)$

$P_2 = kV_2$ ; $P_1 = kV_1$

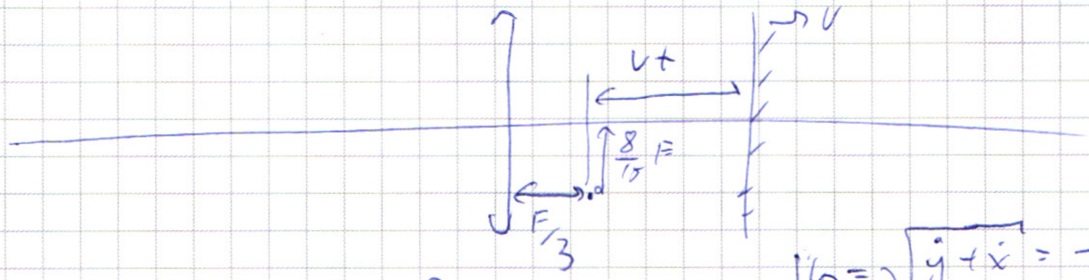
$\eta = \frac{A}{Q_+} = \frac{R}{C_{12}} \cdot \frac{\cancel{P_2 - P_1}\, k(V_2 - V_1)^2 \cdot \frac{1}{2}}{k(V_2^2 - V_1^2)}$

$\eta = \frac{R}{C_{12}} \frac{V_2 - V_1}{V_2 + V_1} \cdot \frac{1}{2}$ ; $V_2 = xV_1$

$\eta = \frac{R}{C_{12}} \frac{x-1}{x+1} \frac{1}{2}$ ; $\left(\frac{x-1}{x+1}\right)'_x = \frac{(x+1) - (x-1)}{(x+1)^2} = \frac{2}{(x+1)^2} > 0 \ \forall x$

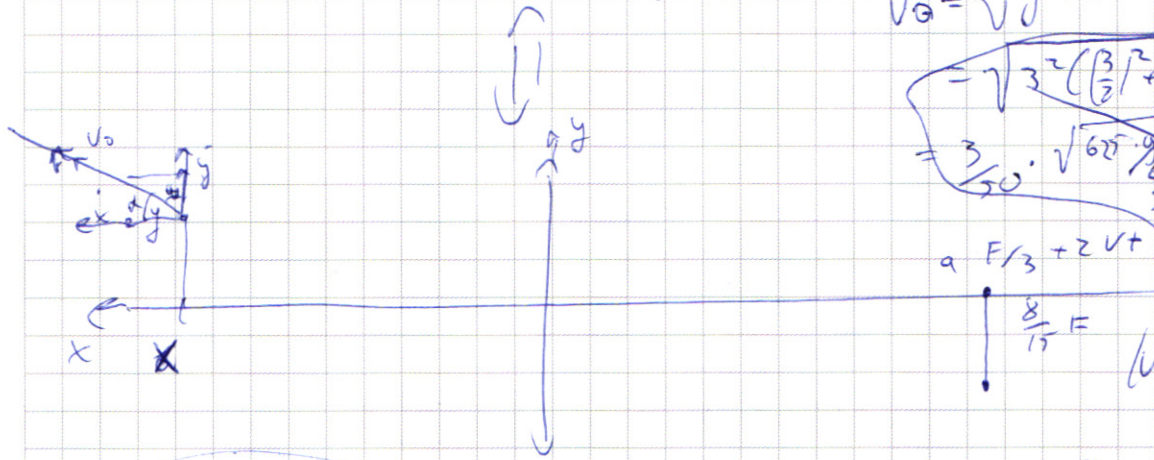
$\Rightarrow \boxed{\eta_{max} = \lim_{x\to\infty} \frac{R}{C_{12}} \frac{x-1}{x+1} \frac{1}{2} = \frac{1}{4}} \leftarrow 3$

5




$$V_a = \sqrt{\dot y + \dot x} = \frac{\sqrt{97}}{2} V$$

$$\cancel{= \sqrt{3^2\left(\left(\frac{3}{2}\right)^2 + \left(\frac{16}{25}\right)^2\right)} V = \frac{3}{50}\cdot\sqrt{625\cdot 9 + 4\cdot 256}\, V \approx \frac{3\cdot 83}{50}} = 4{,}98$$




$$\boxed{V_0 \approx 5V}$$

$$\frac{1}{a} + \frac{1}{x} = \frac{1}{F}; \qquad \frac{y}{x} = \frac{\frac{8}{15}F}{\frac{F}{3} + 2Vt}; \quad y = x\cdot\frac{\frac{8}{15}F}{\frac{F}{3} + 2Vt}$$

$$\frac{1}{x} = \frac{1}{F} - \frac{1}{a}; \qquad x = \frac{Fa}{a-F} = \frac{F\cdot\left(\frac{F}{3} + 2Vt\right)}{2Vt - \frac{2}{3}F}$$

$\cancel{x(t)}$ $4Vt = \frac{2F}{3}$

$$x\left(\frac{2F}{3V}\right) = \frac{F\cdot\left(\frac{F}{3} + \frac{4}{3}F\right)}{\frac{4}{3}F - \frac{2}{3}F} = F\left(\frac{\frac{5}{3}}{\frac{2}{3}}\right) = \boxed{\frac{5}{2}F}$$

1

$$x = \frac{F(F + 6Vt)}{(3Vt - F)2}$$

$$\dot x = \frac{1}{2}\left(\frac{F\cdot 6V(3Vt - F) - 3V\cdot F(F + 6Vt)}{(3Vt - F)^2}\right) =$$

$$= \frac{1}{2}\,\frac{6V\cdot F\cdot F - 3V\cdot 5F^2}{(F)^2} = -\frac{9}{2}V$$

$\cancel{\dot x = \frac{33}{8}V}$; $\cancel{\dot y = \dot x}$ $y = x\cdot\frac{8F}{5F + 30Vt}$ $\boxed{2V}$ $\boxed{\operatorname{tg}\alpha = \frac{4}{9}}$

$$\dot y = \dot x\cdot\frac{8}{25} + \frac{5}{2}F\cdot\frac{8F}{5}\cdot\frac{-6V}{5^2F^2} = -\frac{50}{25}V$$

$$\cancel{V_0 = -V\sqrt{\frac{9}{25} + \frac{81}{64}} = -3\sqrt{64 + 25\cdot 9}\,\frac{V}{40} = -\frac{3}{40}\cdot\sqrt{225 + 64} = -\frac{3}{40}\sqrt{289}\,V = -\frac{51}{40}V}$$

☐ черновик ☑ чистовик
(Поставьте галочку в нужном поле)

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

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

# ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$$\frac{dV_x}{dt} = \frac{V^2}{l}\frac{\sin\alpha}{\cos^2\beta} + V_x\frac{\sin\beta}{\cos\beta}\left(\frac{V}{l\cos\beta} - \frac{V\cos\alpha}{R\cos\beta}\right)$$

$$T = m\left(\frac{V^2}{l}\cdot\frac{\sin\alpha}{\cos^3\beta} + V\frac{\cos\alpha\sin\beta}{\cos^4\beta}\left(\frac{V}{l} - \frac{V\cos\alpha}{R}\right)\right) =$$

$$\boxed{= mV^2\left(\frac{\sin\alpha}{l\cos^3\beta} + \frac{\cos\alpha\sin\beta}{\cos^4\beta}\left(\frac{1}{l} - \frac{\cos\alpha}{R}\right)\right)}$$

$\sin\beta = \frac{15}{17}$ ; $\sin\alpha = \frac{4}{5}$

[СИ] $\cos\beta = \frac{8}{17}$ ; $\cos\alpha = \frac{3}{5}$

$m=1$ $\quad v = 0{,}4$ ; $R = 1{,}7$ , $l = 1{,}7\cdot\frac{17}{15} = \frac{1{,}7}{\sin\beta} = \frac{R}{\sin\beta}$

$$T = V^2\left(\frac{\sin\alpha\sin\beta}{R\cos^3\beta} + \frac{\cos\alpha\sin\beta}{\cos^4\beta}(\sin\beta - \cos\alpha)\frac{1}{R}\right) =$$

$$= \frac{V^2}{R}\left(\sin\alpha + \frac{\cos\alpha}{\cos\beta}(\sin\beta - \cos\alpha)\right)\frac{\sin\beta}{\cos^3\beta} \ominus$$

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

$$= \frac{4}{5} + \frac{3}{8\cdot 5}(75 - 51) = \frac{4}{5} + \frac{3}{8\cdot 5}(24) = \frac{4}{5} + \frac{3^2}{5} = \frac{13}{5}$$

$$\ominus \frac{V^2}{R}\cdot\frac{13}{5}\cdot\frac{15/17}{8^3/17^3} = \frac{(0{,}4)^2}{1{,}7}\frac{13}{5}\cdot\frac{15\cdot 17^2}{8^3} =$$

$$= \frac{16}{10}\cdot\frac{13}{5}\cdot\frac{15}{2^6} = \frac{13\cdot 15}{2^2\cdot 10\cdot 5} = \frac{13\cdot 3}{40} = \frac{39}{40}$$

$$\boxed{F = \frac{39}{40}\ H}$$

; $U_{отн} = 0{,}4\left(\frac{3/5}{8/17}\cdot\frac{15}{17} + \frac{4}{5}\right) =$

$= 0{,}4\left(\frac{9}{8} + \frac{4}{5}\right) = 0{,}4\,\frac{45+32}{40} = \frac{77}{100} = \boxed{0{,}77\ \frac{м}{с}}$

$$\boxed{\frac{1}{x(t)} + \frac{1}{a(t)} = \frac{1}{F(t)}}$$

$l$

$$\boxed{\frac{l}{a(t)} = \frac{y(t)}{x(t)}}$$

$$\boxed{\frac{\dot y(t)}{\dot x(t)} = tg\,\alpha}$$

☐ черновик ☑ чистовик Страница №__

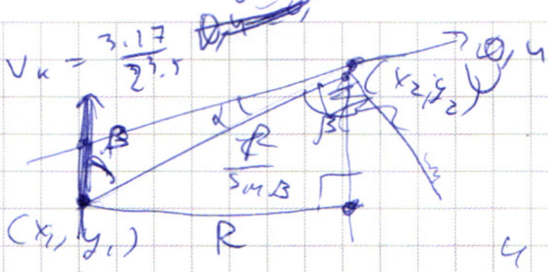
(Поставьте галочку в нужном поле) (Нумеровать только чистовики)

$\ell = \frac{R}{\sin\beta}$

$v_к \frac{8}{17} = v \frac{3}{5}$

$v_к = \frac{3\cdot17}{2^3\cdot5} v =$

$= \frac{2^2}{2\cdot5}\cdot\frac{3\cdot17}{2^3\cdot5} = \frac{51}{100} = 0{,}51 \frac{м}{с}$;




$\sin\beta = \frac{15}{17}$

$\sin\alpha = \frac{4}{5}$

$\frac{4}{5}\cdot 0{,}4 + 0{,}51\cdot\frac{15}{17} =$

$= \frac{8}{25} + \frac{3\cdot15}{100} =$

$= \frac{32+45}{100} = \frac{77}{100}$

$(x_1, y_1) = (-R, 0)$

$(x_2; y_2) = (0, R\,ctg\,\beta)$

$$\begin{cases} x_1^2 + y_1^2 = R^2 \\ (x_2-x_1)^2 + (y_2-y_1)^2 = \left(\frac{R}{\sin\beta}\right)^2; \end{cases}$$

$(x_2-x_1)(\dot x_2 - \dot x_1) + (y_2-y_1)(\dot y_2 - \dot y_1) = 0$

$(\dot x_2 - \dot x_1)^2 + (x_2-x_1)(\cancel{\ddot x_2} - \ddot x_1) + (\dot y_2 - \dot y_1)^2 + (y_2-y_1)(\ddot y_2 - \ddot y_1) = 0$

$(\dot x_1, \dot y_1) = (0; v_к)$; $(\dot x_2, \dot y_2) = (v\sin(\alpha+\beta), v\cos(\alpha+\beta))$

$(v\sin(\alpha+\beta))^2 + (0+R)\left(-\frac{v_к^2}{R}\right) + (v\cos(\alpha+\beta) - v_к)^2 +$

$+ R\,ctg\,\beta\,(-\ddot y_1) = 0$

$v^2\sin^2(\alpha+\beta) - \cancel{v_к^2} + v^2\cos^2(\alpha+\beta) + \cancel{v_к^2} - 2v\cos(\alpha+\beta)v_к +$

$+ R\,ctg\,\beta(-\ddot y_1) = 0$

$v^2 - 2vv_к\cos(\alpha+\beta) = \ddot y_1 R\,ctg\,\beta$

$\frac{v^2}{R}tg\beta\left(1 - 2\frac{\cos\alpha}{\cos\beta}\cos(\alpha+\beta)\right) = \ddot y_1$

$T\cos\beta = m\ddot y_1$; $T = m\cdot\frac{v^2}{R}\frac{\sin\beta}{\cos^2\beta}\left(1 - 2\cos^2\alpha + 2\frac{\cos\alpha}{\cos\beta}\sin\alpha\sin\beta\right) =$

$\frac{(0{,}4)^2}{1{,}7}\cdot\frac{15/17}{8^2/17^2}\left(1 - 2\cdot\frac{3^2}{5^2} + 2\frac{4/5\cdot3/5\cdot15}{8}\right) =$

$= \frac{3}{2}\,\frac{1}{2^2}\left(1 - 2\cdot\frac{3^2}{5^2} + \frac{3\cdot3^2\cdot5}{5^2}\right) = \frac{3}{8}\,\frac{27-25}{25} =$

$= \frac{3}{4}\,\frac{26}{25} = \cancel{\frac{3}{2}\frac{13}{25}} = 0{,}78Н$

~~$3\frac{L}{2}I^2 = U(U+16) - U(U+16)$~~

~~$U = -8$; $\frac{L}{C}I_m^2 = 5\cdot21 + 64$~~

~~$I_m = \sqrt{\frac{C}{L}(169)}$~~

~~3) п. 3. $I = 0$; $U^2 + 16U - 5\cdot21 = 0$, $D_1 = 64 + 5\cdot21 = 169$~~

~~$U = 8 \pm 13 = 21$ В (но это неточно.)~~

☑ черновик ~~☑~~ чистовик Страница №__

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