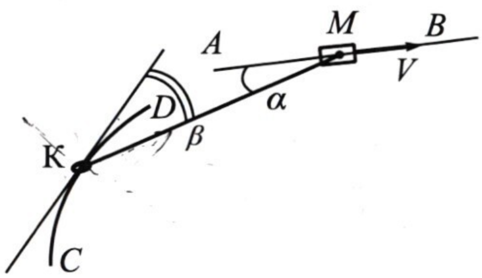
# Олимпиада «Физтех» по физике, ф

Класс 11

## Вариант 11-01

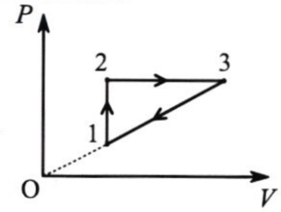
Бланк задания обязательно должен быть вложен в работу. Работы без вл

**1.** Муфту М двигают со скоростью $V = 68$ см/с по горизонтальной направляющей АВ (см. рис.). Кольцо К массой $m = 0{,}1$ кг может двигаться без трения по проволоке CD в виде дуги окружности радиусом $R = 1{,}9$ м. Кольцо и муфта связаны легкой нитью длиной $l = 5R/3$. Система находится в одной горизонтальной плоскости. В некоторый момент нить составляет угол $\alpha (\cos\alpha = 15/17)$ с направлением движения муфты и угол $\beta (\cos\beta = 4/5)$ с направлением движения кольца.




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

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




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

**3.** Обкладки конденсатора – круглые металлические сетки площадью $S$, расстояние между обкладками $d$ $\left(d << \sqrt{S}\right)$. 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 $\frac{q}{m} = \gamma$.

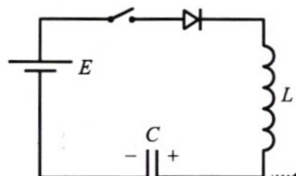
1) Найдите скорость $V_1$ частицы при вылете из конденсатора.

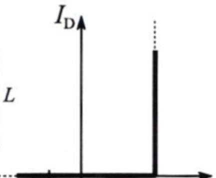
2) Найдите величину $Q$ заряда обкладок конденсатора.

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.

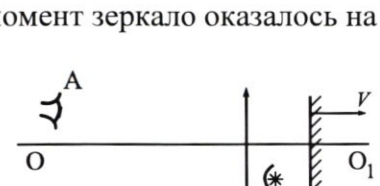
**4.** В цепи, схема которой показана на рисунке, ключ разомкнут, ЭДС идеального источника $E = 9$ В, конденсатор емкостью $C = 40$ мкФ заряжен до напряжения $U_1 = 5$ В, индуктивность идеальной катушки $L = 0{,}1$ Гн. Вольтамперная характеристика диода дана на рисунке, пороговое напряжение диода $U_0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

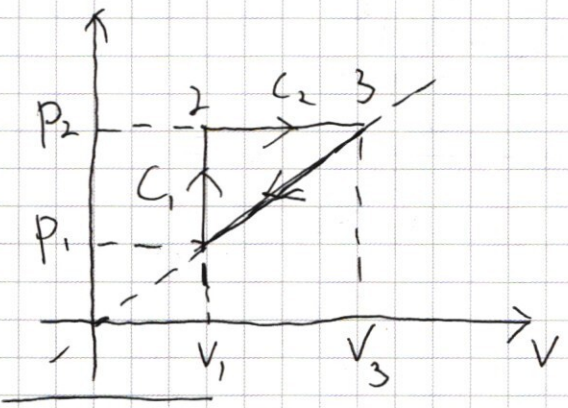



1) На каком расстоянии от плоскости линзы наблюдатель А сможет увидеть в этот момент изображение источника в системе?
2) Под каким углом $\alpha$ к оси $OO_1$ движется изображение в этот момент? (Найти значение любой тригонометрической функции угла.)
3) Найти скорость изображения в этот момент.

# ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

N2

Дано




1) $C_1/C_2$ – ?

2) $Q_{23}/A_{23}$

3) $\eta_{max}$ – ?

Решение

1. Обозначим давление в состояниях 2, 3 как $p_2$, в состояние 1 как $p_1$

2. Обозначим объемы в состояниях 1, 2 как $V_1$, в состояние 3 как $V_3$

3. Процесс 31 линеен тогда пусть $p_1 = \alpha V_1$, $p_2 = \alpha V_3$ $(p \sim V)$

4. $Q_{12} = \cancel{A_{12}}^{0} + \Delta U_{12} = \frac{3}{2}\nu R\Delta T = \nu C_1 \Delta T \Rightarrow$

$\Rightarrow C_1 = \frac{3}{2}R$

$Q_{23} = A_{23} + \Delta U_{23} = \underbrace{p_2V_3}_{\nu RT_3} - \underbrace{p_2V_1}_{\nu RT_1} + \frac{3}{2}\nu R\Delta T' =$

$= \nu R\Delta T' + \frac{3}{2}\nu R\Delta T' = \frac{5}{2}\nu R\Delta T' = \nu C_2\Delta T' \Rightarrow$

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

5. Из п. 4 $Q_{23} = \frac{5}{2}\nu R\Delta T'$, $A_{23} = \nu R\Delta T' \Rightarrow$

$\Rightarrow Q_{23}/A_{23} = \frac{5}{2}$

6. $Q_{123} = \frac{3}{2}\nu R\Delta T_0 + A_{23} = \frac{3}{2}(\underbrace{p_2V_3}_{\nu RT_3} - \underbrace{p_1V_1}_{\nu RT_1}) + p_2(V_3 - V_1) =$

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

$A_{123} = \cancel{A_{23}} = \frac{1}{2}(p_2 - p_1)(V_3 - V_1) = \frac{1}{2}(\alpha V_3 - \alpha V_1)(V_3 - V_1) =$

$= \frac{1}{2}\alpha(V_3 - V_1)^2 \Rightarrow \eta = \frac{\cancel{\alpha(V_3 - V_1)}^2 \frac{1}{2}}{\cancel{\alpha(V_3 - V_1)}\left(\frac{3}{2}(V_3 + V_1) + V_3\right)} =$

$= \frac{V_3 - V_1}{2\left(\frac{3}{2}V_3 + \frac{3}{2}V_1 + V_3\right)} = \frac{V_3 - V_1}{5V_3 + 3V_1}; \quad f(V_3) = \frac{V_3 - V_1}{5V_3 + 3V_1};$

$f'(V_3) = \frac{5V_3 + 3V_1 - 5(V_3 - V_1)}{(5V_3 + 3V_1)^2} = \frac{8V_1}{(5V_3 + 3V_1)^2} > 0 \Rightarrow$

$\Rightarrow \eta_{max} = \lim_{V_3 \to \infty} \frac{V_3 - V_1}{5V_3 + 3V_1} = \lim_{V_3 \to \infty} \frac{1 - \overbrace{\frac{V_1}{V_3}}^{\to 0}}{5 + 3\underbrace{\frac{V_1}{V_3}}_{\to 0}} = \frac{1}{5}$

Ответ: 1) $C_1 / C_2 = \frac{3}{5}$

2) $Q_{23} / A_{23} = \frac{5}{2}$

3) $\eta_{max} = \frac{1}{5}$ (20 %)

## N3

Дано

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

$\frac{1}{4}d, T$

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

1) $V_1$ - ?

2) $Q$ - ?

3) $V_2$ - ?

Решение

1. Вблизи оси симетрии эл. поле однородно $\Rightarrow ma_x = Eq \Rightarrow a_x = E\gamma$ (ось x направлена вдоль оси симметрии от положительной обкладки) $\Rightarrow$

$\Rightarrow (d - \frac{1}{4})d = \frac{a_x T^2}{2} \Rightarrow a_x T^2 = \frac{3}{2}d \Rightarrow$

$\Rightarrow E\gamma T^2 = \frac{3}{2}d \Rightarrow E = \frac{3}{2}\frac{d}{T^2\gamma};$

$A_{поля} = Eq\frac{3}{4}d = \frac{mV_1^2}{2} \Rightarrow \frac{3}{2}Eqd = mV_1^2 \Rightarrow$

$\Rightarrow \frac{3}{2}E\gamma d = V_1^2 \Rightarrow V_1 = \sqrt{\frac{3}{2}\,\frac{3d}{2T^2\gamma}\gamma d} = \frac{3}{2}\frac{d}{T}$

# ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

2. Поле внутри конденсатора $E = \frac{\sigma}{\varepsilon\varepsilon_0} =$
$= \frac{Q}{S\varepsilon\varepsilon_0} = \frac{3d}{2T^2\gamma} \Rightarrow Q = \frac{3dS\varepsilon\varepsilon_0}{2T^2\gamma}$

3. Так как поле создаваемое конденсатором однородно внутри, и отсутствует снаружи то на частицу не будут действовать электрические силы, следовательно $V_2 = V_1$

Ответ: 1) $V_1 = \frac{3}{2}\frac{d}{T}$

2) $Q = \frac{3dS\varepsilon\varepsilon_0}{2T^2\gamma}$

3) $V_2 = V_1$

## №4

Дано

$\mathcal{E}_c = 9В$
$C = 40$ мкФ
$U_0 = 1В$; $U_1 = 5В$
$L = 0{,}1$ Гн

1) $\frac{dI}{dt}(0)$ - ?
2) $I_{max}$ - ?

Решение.

1. В начальный момент времени:
II Закон Кер.: $\mathcal{E}_c - U_1 + \mathcal{E}_{си} = U_0 \Leftrightarrow$
$\Leftrightarrow -\mathcal{E}_{си} = \mathcal{E}_c - U_1 - U_0 \Rightarrow L\frac{dI}{dt}(0) =$
$= \mathcal{E}_c - U_1 - U_0 \Leftrightarrow \frac{dI}{dt}(0) = \frac{\mathcal{E}_c - U_1 - U_0}{L} =$
$= \frac{9В - 5В - 1В}{0{,}1Гн} = 30\ \frac{А}{с}$

3) $U_{2(уст)}$ - ?  2) Подставим вместо $U_1$ в формулу из п. 1 $\frac{q_1}{C}$: $L\frac{dI}{dt}(0) = \mathcal{E}_e - \frac{q_1}{C} - U_0$, в любой другой момент: $L\ddot{q} = \mathcal{E}_e - \frac{q}{C} - U_0 \Rightarrow$

$\ddot{q} = -\frac{q}{CL} + \frac{\mathcal{E}_e - U_0}{L}$ - ур-е колебаний со смещением

$q^* = q' + C(\mathcal{E}_e - U_0) \Rightarrow \ddot{q}' = \ddot{q}$; $-\frac{q}{CL} = -\frac{q'}{CL} - \frac{\mathcal{E}_e - U_0}{L}$

$\Rightarrow \ddot{q}' = -\frac{q'}{CL} \Rightarrow q' = A\sin(wt+\varphi)$, где $w = \sqrt{\frac{1}{CL}}$

$t=0$; $q - C(\mathcal{E}_e - U_0) = A\sin(\varphi)$ (a); $\dot{q}' = Aw\sin(wt+\varphi)$

$\dot{q}' = \dot{q} \Rightarrow I_{max} = Aw$; $\ddot{q}' = \ddot{q} = -Aw^2\cos(wt+\varphi)$

$\ddot{q}(0) = -Aw^2\cos(\varphi)$ (б)  (a)/(б) $\Rightarrow -\text{tg}\varphi\frac{1}{w^2} =$

$= \frac{q - C(\mathcal{E}_e - U_0)}{\ddot{q}(0)} \Rightarrow \text{tg}\varphi = \frac{w^2(C(\mathcal{E}_e - U_0) - q)}{\mathcal{E}_e - U_1 - U_0} = \frac{Lw^2(C(\mathcal{E}_e - U_0) - CU_1)}{\mathcal{E}_e - U_1 - U_0} =$

$= \frac{Lw^2C(\mathcal{E} - U_0 - U_1)}{\mathcal{E}_e - U_1 - U_0} = LCw^2 = 1 \Rightarrow \varphi = \frac{\pi}{4} + \pi k$,

$\left.\begin{array}{l} -Aw^2\cos(\varphi) > 0 \Rightarrow \\ q - C(\mathcal{E}_e - U_0) < 0 \Rightarrow \end{array}\right\} \varphi = \frac{5\pi}{4} \Rightarrow A = \frac{q - C(\mathcal{E}_e - U_0)}{\sin\left(\frac{5\pi}{4}\right)} =$

$= 4\frac{C(\mathcal{E}_e - U_1 - U_0)}{\sin\left(\frac{5\pi}{4}\right)}$; $\Rightarrow I_{max} = Aw = \frac{C(\mathcal{E}_e - U_1 - U_0)}{\sin\frac{\pi}{4}}\frac{1}{\sqrt{LC}} =$

$= \sqrt{\frac{C}{L}}\frac{\mathcal{E}_e - U_1 - U_0}{\sin\frac{\pi}{4}} = \sqrt{\frac{40\cdot 10^{-6}\,Ф}{10^{-1}\,Гн}}\frac{3В}{\frac{\sqrt{2}}{2}} = \sqrt{40\cdot 10^{-5}}\frac{6}{\sqrt{2}}А =$

$= \sqrt{2\cdot 10^{-4}}\cdot 6 = \frac{6\sqrt{2}}{100}А$

3. $\dot{q}(t) < 0$, это означает, что ток пошел в противоположную сторону, что не возможно

# ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

из-за наличия в цепи диода, из чего следует

$\mathcal{E}_c - U_2 + \cancel{\mathcal{E}_{си}}^{\to 0} = U_0 \Leftrightarrow U_2 = \mathcal{E}_c - U_0 = 9В - 1В = 8В$

Ответ: 1) $\frac{dI}{dt}(0) = 30 \frac{А}{с}$

2) $I_{max} = \frac{6\sqrt{2}}{100}$ А

3) $U_2 = 8$ В

№5

Дано:

$S\left(\frac{F}{2}, \frac{3F}{4}\right)$

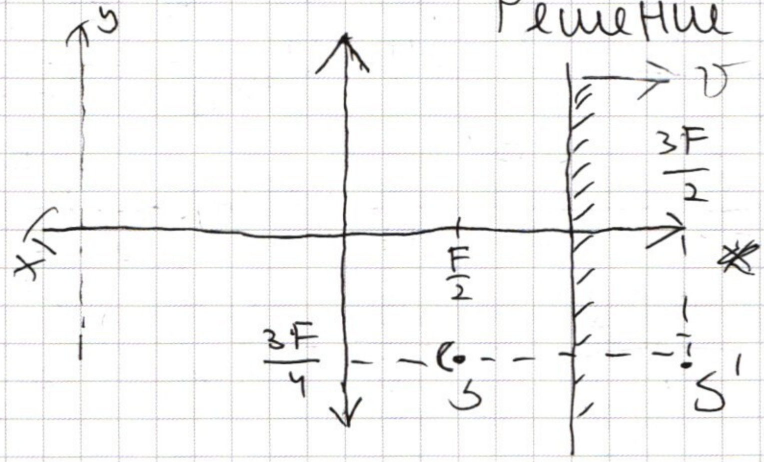
$F, v$

1) $t$ - ?

2) $\alpha$ - ?

3) $V$ - ?

Решение




1. Зеркало создает мнимое изображение источника на расстояние $\frac{3F}{2}$ от линзы, учитывая точечность источника, „меньшо" экрана можно пренебречь. Тогда формула собирающей линзы: $\frac{1}{f} + \frac{1}{d} = \frac{1}{F} \Leftrightarrow f = \frac{dF}{d-F} = \frac{\frac{3F}{2}F}{\frac{3}{2}F - F} = \underline{\underline{3F}}$

2) Пусть $f(d) = \frac{dF}{d-F}$; $f'(d) = \frac{F(d-F) - dF}{(d-F)^2} = \frac{-F^2}{(d-F)^2} < 0$

⇒ при удаление тела от линзы изображение приближается к линзе; если $H$ – расстояния до главной оптической оси от изображение, то $\frac{H}{h}=\frac{f}{d}=\frac{F}{d-F} \Leftrightarrow H(d)=\frac{F}{d-F}\cdot h \Rightarrow$

$\Rightarrow H'(d)=-\frac{Fh}{(d-F)^2}<0$, ⇒ при удаление тела от линзы, изображение приближается к главной оптической оси

3. Мнимое изображение $S'$ двигается со скоростью $2v \Rightarrow d=\frac{3}{2}F+2vt \Rightarrow$

$\Rightarrow f(t)=\frac{(\frac{3}{2}F+2vt)F}{(2vt+\frac{1}{2}F)} \Rightarrow \frac{df}{dt}=v_{изx}=\frac{2vF(2vt+\frac{1}{2}F)-2v(\frac{3}{2}F+2vt)F}{(2vt+\frac{1}{2}F)^2}$

$f'(0)=\frac{2vF(\frac{1}{2}F)-2v(\frac{3}{2}F)F}{\frac{1}{4}F^2}=\frac{v-3v}{\frac{1}{4}}=-8v$

$H(t)=\frac{F\cdot h}{(2vt+\frac{1}{2}F}$; $H'(t)=v_{изy}=-\frac{Fh\cdot 2v}{(2vt+\frac{1}{2}F)^2}=$

$=-\frac{F\cdot\frac{3}{4}F\cdot 2v}{(2vt+\frac{1}{2}F)^2}=-\frac{3F^2v}{2(2vt+\frac{1}{2}F)^2}$; $H'(0)=-\frac{3F^2v}{2\cdot\frac{1}{4}F^2}=-6v \Rightarrow$

$\Rightarrow \operatorname{tg}\alpha=\frac{|v_{изy}|}{|v_{изx}|}=\frac{6v}{8v}=\frac{3}{4}$; $v_{из}=\sqrt{v_{изx}^2+v_{изy}^2}=$

$=v\sqrt{8^2+6^2}=10v$

Ответ: 1) $3F$

2) $\alpha=\operatorname{arctg}\frac{3}{4}$

3) $10v$

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

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

(заполняе...

# ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

N1

Дано

$V = 68\ \frac{см}{с}$

$m = 0{,}1$ кг

$R = 1{,}9$ м

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

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

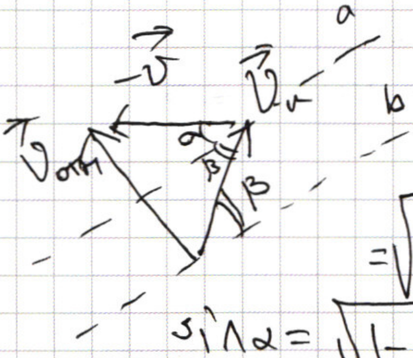
$\sin\beta = \frac{4}{5}$

---

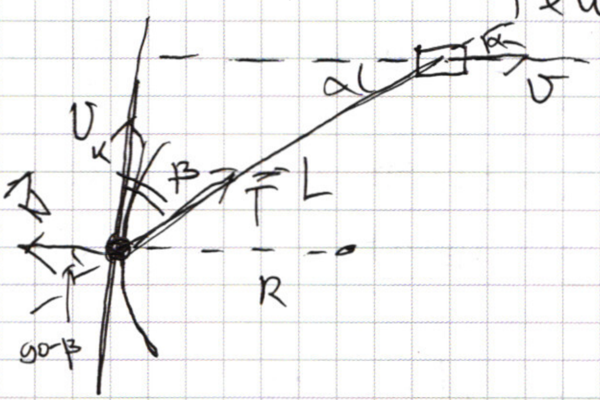
1) $V_к$ — ?

2) $V_{отн\ к}$ — ?

3) $T_н$ — ?




Решение




1.) Кинематическая связь:

$V_к \cos\beta = V\cos\alpha$ (пр-ия на нить) ⇒

$\Rightarrow V_к = V\frac{\cos\alpha}{\cos\beta} = V\frac{15\cdot 5}{17\cdot 4} = V\frac{75}{68} = 75\ \frac{см}{с}$

2) Отн. скорость $\vec V_{отн\ к} = \vec V_к - \vec V$

a || b || нити, из рисунка видно, что $V_{отн\ к} = \sqrt{V^2 + V_к^2 - 2VV_к\cos(\alpha+\beta)}$

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

$\sin\alpha = \sqrt{1-\cos^2\alpha} = \sqrt{1-\frac{225}{289}} = \sqrt{\frac{64}{289}} = \frac{8}{17}$

$\sin\beta = \sqrt{1-\cos\beta} = \sqrt{1-\frac{16}{25}} = \sqrt{\frac{9}{25}} = \frac{3}{5}$

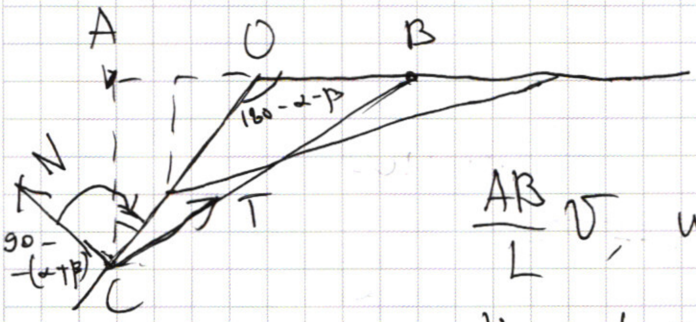
Подставим в выр. для $V_{отн\ к} = \sqrt{68^2 + 75^2 - 2\cdot 68\cdot 75\cdot\frac{36}{75}}\ \frac{см}{с}$ ⇒

$= \sqrt{5353}\ \frac{см}{с}$

☐ черновик ☑ чистовик (Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №7 (Нумеровать только чистовики)

3) За небольшое время муфта смещается на $Vdt$, можно считать, что за такой малый промежуток времени кольцо движется по прямой.




Пусть $AB = R$, тогда проекция на нить $V$ муфты $\frac{AB}{L}V$, изменение $AB \Rightarrow AB + Vdt -$ $- V_к \cos(\alpha+\beta)dt$, следовательно проекция $\frac{AB + Vdt - V_к\cos(\alpha+\beta)dt}{L}V$, $\Delta V$ - проекции,

$$\Delta V = V\frac{(V - V_к\cos(\alpha+\beta))dt}{L},$$

Из-за кинематической связи: $\Delta V = \frac{T - N\sin\beta}{m}dt$, но $T\sin\beta -$ $-N = m\frac{V_к^2}{R} \Leftrightarrow N = T\sin\beta - m\frac{V_к^2}{R} \Rightarrow$

$$V\frac{(V - V_к\cos(\alpha+\beta))}{L}\cancel{dt} = \frac{T - \left(T\sin\beta - m\frac{V_к^2}{R}\right)\sin\beta}{m}\cancel{dt} \Leftrightarrow$$

$$mV(V - V_к\cos(\alpha+\beta)) = L\left(T\cos^2\beta + m\frac{V_к^2}{R}\sin\beta\right) \Rightarrow$$

$$\Rightarrow T = \frac{m}{L}\frac{(V - V_к\cos(\alpha+\beta))V}{\cos^2\beta} - m\frac{V_к^2}{R}\frac{\sin\beta}{\cos^2\beta},$$

$$\cos(\alpha+\beta) = \frac{36}{75} \Rightarrow T = \frac{0,1\,м}{\frac{5}{3}1,9\,м}\frac{\left(0,68\,м/с - 0,75\frac{м}{с}\frac{36}{75}\right)0,68\frac{м}{с}}{\frac{16}{25}} -$$

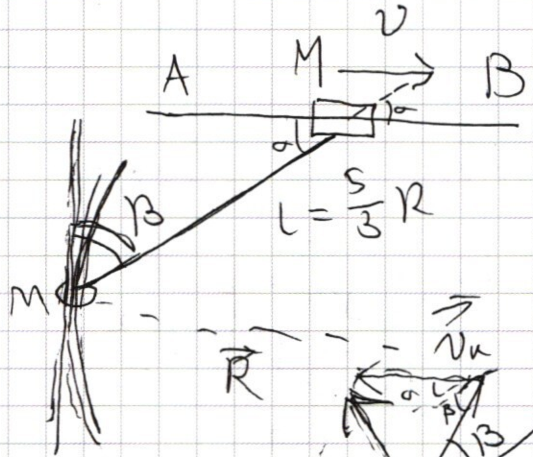
$$-0,1\frac{0,75^2\frac{м^2}{с^2}}{1,9\,м}\frac{3/5}{16/25} =$$

$$T = \frac{m}{L}\frac{(V - V_к\cos(\alpha+\beta))V}{\cos^2\beta} -$$

Ответ: 1) $75\frac{см}{с}$; 2) $\sqrt{5353}\ \frac{см}{с}$ 3) $-m\frac{V_к^2}{R}\frac{\sin\beta}{\cos^2\beta}$

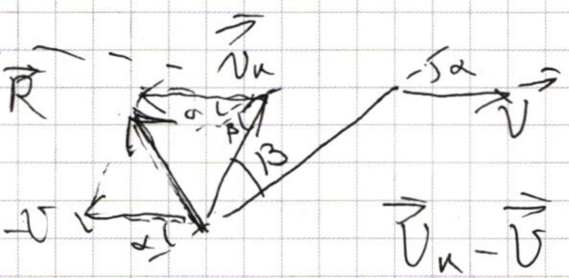
# ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

N1




$v\cos\alpha = v_к\cos\beta$

$v_к = v\frac{\cos\alpha}{\cos\beta} = v\frac{15/17}{4/5} = v\frac{15\cdot5}{4\cdot17}$

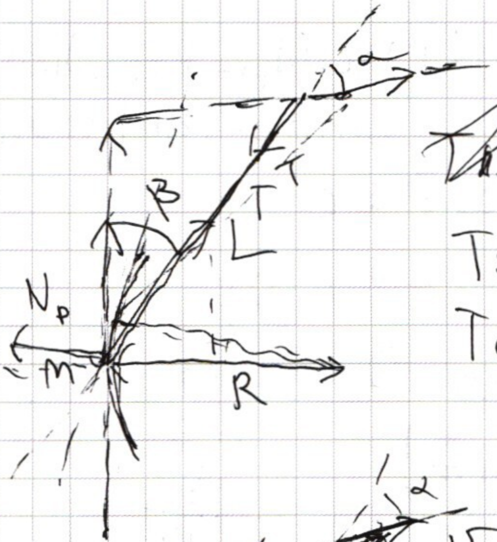



$\vec v_{абс} = \vec v_{пер} + \vec v_{отн}$

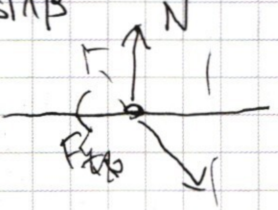
$\vec v_к = \vec v + \vec v_{отн к}$

$\vec v_к - \vec v = \vec v_{отн к}$

$v_{отн к} = \sqrt{v_к^2 + v^2 - 2v_к v_0\cos(\alpha+\beta)}$



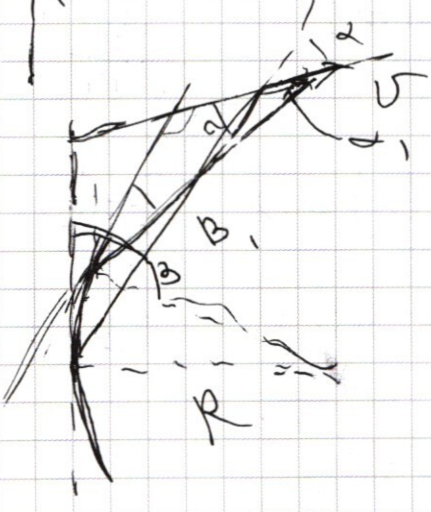

$\cancel{T\sin\beta = \frac{mv^2}{R}} \Rightarrow T = \frac{mv^2}{R\sin\beta}$

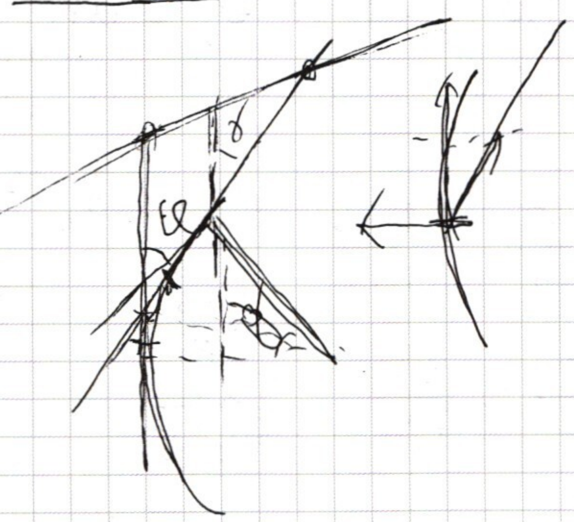


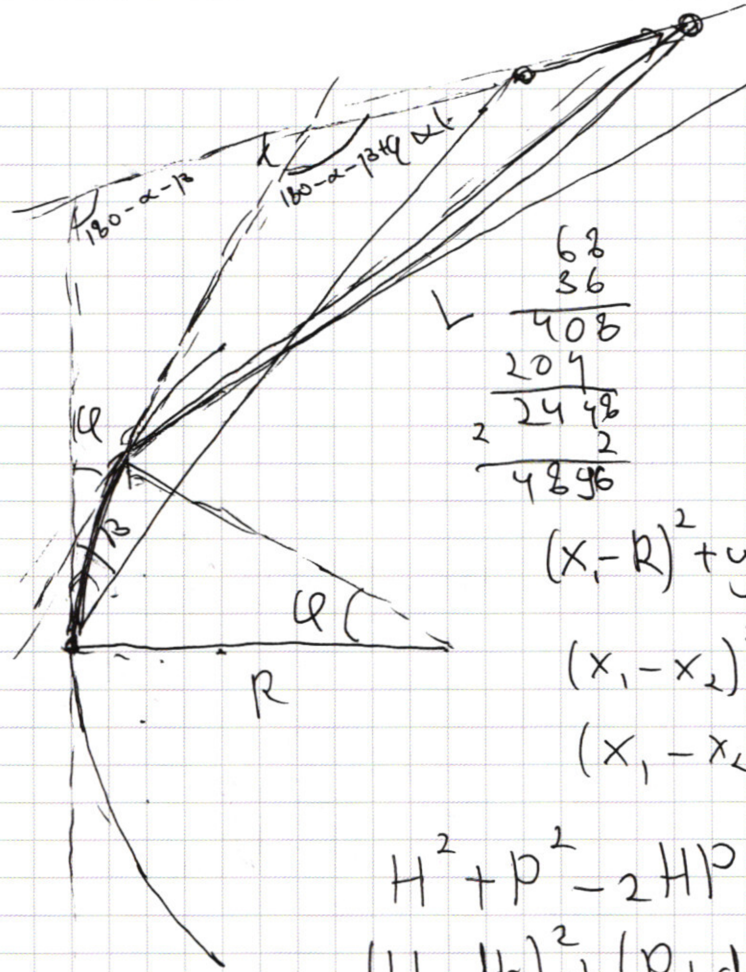

$T\sin\beta + N_n = \frac{mv^2}{R}$

$T\cos\beta + N_\tau = ma_\tau$

$v_к = v\,\underline{\cos(\alpha + d\alpha)}$

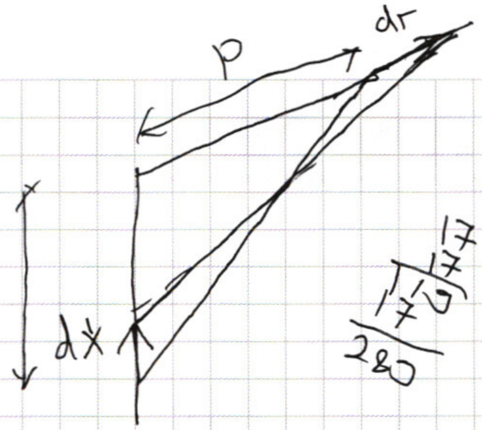





L

$$\begin{array}{r} 68 \\ \times\ 36 \\ \hline 408 \\ 204 \\ \hline 2448 \\ \times\ 2 \\ \hline 4896 \end{array}$$




$(x_1-R)^2+y_1^2=R^2$ , $y_2=kx_2+b$

$(x_1-x_2)^2+(y_1-y_2)^2=L^2$

$(x_1-x_2)^2+(y_1-(kx_2+b))^2=L^2$

$$H^2+P^2-2HP\cos\Theta=L^2$$

$$(H-dh)^2+(P+dp)^2-2(H-dh)(P+dp)\cos\Theta=L^2$$

$$H^2-2Hdh+P^2+2Pdp-$$

$$2(HP+Hdp-Pdh-dh\cdot dp)$$

$$\cancel{H^2+P^2-2HP\cos\Theta}-2Hdh+2Pdp-2(Hdp-Pdh)\cos\Theta=L^2$$

$$-2Hdh+2Pdp-2(Hdp-Pdh)\cos\Theta=0$$

$$\cancel{2}Pdp-\cancel{2}Hdh-\cancel{2}Hdp\cos\Theta+2Pdh\cos\Theta=0 \quad / \frac{1}{d^2t}$$

$$2Pdp-Hdp\cos\Theta=Hdh-Pdh\cos\Theta$$

$$dp(P-H\cos\Theta)=dh(H-P\cos\Theta)$$

$$v(P-H\cos\Theta)=v_k(H-P\cos\Theta)$$

$$a_k(H-P\cos\Theta)=0$$

$$\begin{array}{r} 68 \\ \times\ 68 \\ \hline 544 \\ 408 \\ \hline 4624 \\ +\ 5625 \\ \hline 10249 \\ -\ 4896 \\ \hline 5353 \end{array}$$

$$\frac{4}{5}\cdot\frac{15}{17}-\frac{8\cdot 3}{5\cdot 17}$$

$$\frac{60-24}{75}=\frac{36}{75}$$

$$\begin{array}{r} 75 \\ \times\ 75 \\ \hline 375 \\ 525 \\ \hline 5625 \end{array}$$

$2\cdot 68\cdot 36$

$$\begin{array}{r} 101 \\ \times\ 53 \\ \hline 303 \\ 505 \end{array}$$

$53\cdot 16$

☐ черновик ☐ чистовик
(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №__
(Нумеровать только чистовики)

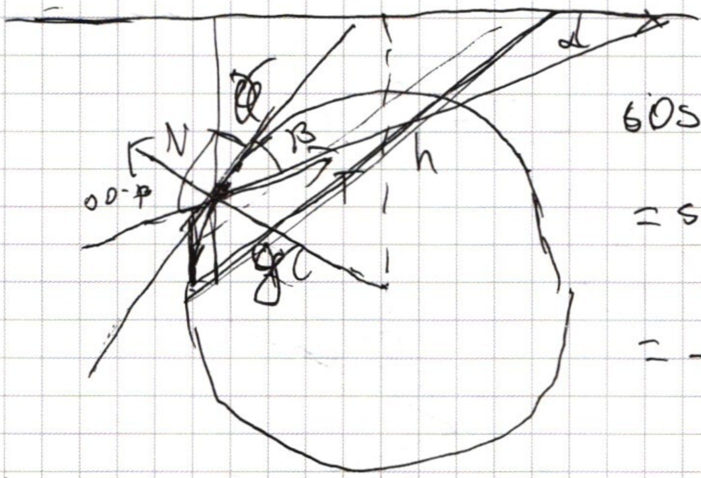
# ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$\frac{L\cos\alpha - Vdt}{L}$

$V\cos\alpha - \left(\cos\alpha - \frac{v}{L}dt\right)V$

$\cos\alpha = \frac{\sqrt{L^2 - [h - R(1-\sin\gamma)]^2}}{L}$

$\sin\alpha = \frac{h - R(1-\sin\gamma)}{L}$




$\frac{V^2}{L}dt$

$\cos\beta = \cos(\alpha+\gamma) =$

$= \sin\alpha\cos\gamma + \sin\gamma\cos\alpha =$

$= \frac{h - R(1-\sin\gamma)}{L}\cos\gamma + \frac{\sqrt{L^2 - (h - R(1-\sin\gamma))^2}}{L}\sin\gamma$

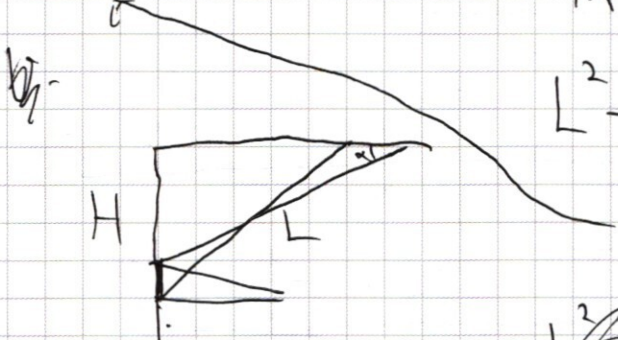
$d\gamma = \frac{V_n}{R}dt$;

$\frac{V(\cos(\alpha+d\alpha) - V\cos\alpha}{}$

$dV_2 = dV_r$

$T\sin\beta - N = \frac{mV^2}{2}$

$-V\sin\alpha\, d\alpha = \cancel{\#}\ \cancel{a_x}\ \cancel{T}\ \frac{T - N\sin\beta}{m}dt$

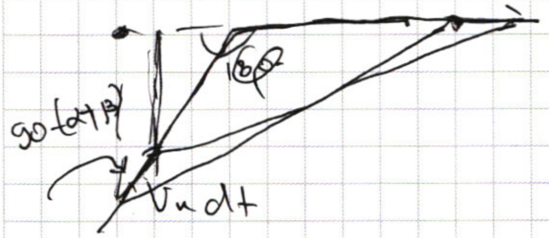



$L^2 - (H - V\cancel{t}\cdot dt)^2 =$

$\frac{\sqrt{L^2 - H^2 + 2HVdt} - \sqrt{L^2 - H^2}}{L}$

$V^2\frac{\cancel{L^2}-H^2+2HVdt}{L^2\cancel{dt}} = \frac{}{}$

$-V\sin\alpha\,\cancel{d\alpha}\,\frac{V_k}{R}\cancel{dt} = \frac{T - N\sin\beta}{m}$




$$\frac{R+V\cdot dt-V_k\cos(\alpha+\beta)dt}{L}$$

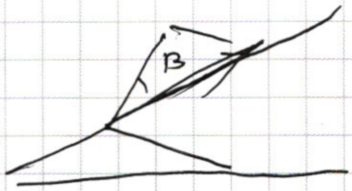
$0,68-0,36=0,32$

$$\frac{1}{19}\,\frac{25}{16}\cdot0,32\cdot0,68-\frac{1}{19}(0,75)^2\,\frac{15}{16}=$$

$$=\frac{1}{19\cdot16}\left(25\cdot0,32\cdot0,68-15\cdot(0,75)^2\right)=$$

$$\frac{5}{19\cdot16}\left(5\cdot0,32\cdot0,68-3\cdot0,75^2\right)$$

5,625




$T\sin\beta+N=m\frac{v_k^2}{R}$

$N=T\sin\beta-m\frac{v_k^2}{R}$

$$\frac{V}{L}\left(V-V_k\cos(\alpha+\beta)\right)dA=\frac{T-N\sin\beta}{m}$$

$$\frac{V}{L}\left(V-V\frac{\cos\alpha}{\cos\beta}\cos(\alpha+\beta)\right)=\frac{T-T\sin^2\beta+m\frac{v_k^2}{R}\sin\beta}{m}$$

$$\frac{v^2}{L}\left(\underbrace{\frac{\cos\beta-\cos\alpha\cos(\alpha+\beta)}{\cos\beta}}_{p}\right)=\frac{T\cos^2\beta+m\frac{v_k^2}{R}\sin\beta}{m}$$

$$\frac{mV^2}{L}p=T\cos^2\beta+m\frac{v_k^2}{R}\sin\beta \qquad \frac{mV^2}{L\cos^2\beta}p-m\frac{v_k^2}{R}\sin\beta$$

☐ черновик ☐ чистовик
(Поставьте галочку в нужном поле)

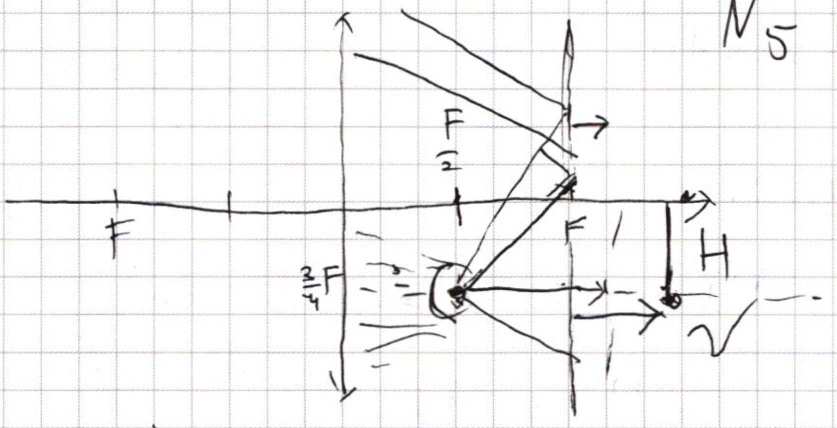
Страница №__
(Нумеровать только чистовики)

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

(заполняется сек...)

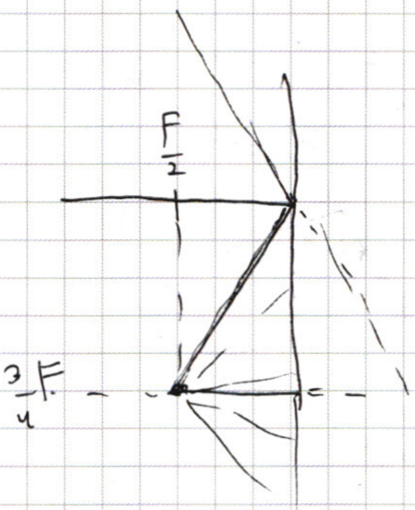
# ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

N 5




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

$$f=\frac{dF}{d-F}=\frac{\frac{3}{2}FF}{\frac{1}{2}F}=3F$$




$$\frac{H}{h}=\frac{f}{d}=\frac{F}{d-F}$$

$$H=h\frac{F}{d-F};\quad f=\frac{dF}{d-F}$$

$$\frac{F(d-F)-dF}{(d-F)^2}<0$$

$$\frac{\left(\frac{3}{2}F+vt\right)F}{vt+\frac{F}{2}};\quad \frac{df}{dt}=\frac{vF-v\left(\frac{3}{2}F+vt\right)F}{\left(vt+\frac{F}{2}\right)^2}$$

$4v$

$30$

$$\frac{3}{2}F^2+vtF$$

$$\frac{vF\left(vt+\frac{F}{2}\right)-v\left(\frac{3}{2}F^2+vtF\right)}{\left(vt+\frac{F}{2}\right)^2}$$

$\rightarrow$

$$\frac{vF\frac{F}{2}-v\frac{3}{2}F^2}{\left(\cancel{vt}+\frac{F}{2}\right)^2}=\frac{-vF^2}{\left(\frac{F}{2}\right)^2}= =-4v$$

$$H=h\frac{F}{vt+\frac{F}{2}}\Rightarrow$$

$$\frac{dH}{dt}=-\frac{hF}{\left(vt^2+\frac{F}{2}\right)}v=-\frac{\frac{3}{4}F\cancel{F^3}}{\frac{F^2}{4}}v=3v$$

☒ черновик ☐ чистовик
(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница № 5
(Нумеровать только чистовики)

$d\beta \cdot R \cdot T = mV dV$

$dV = \frac{d\beta RT}{mV}$ $\frac{m(V_n + dV)^2}{2} - \frac{mV_n^2}{2}$

$(V+dV)^2 - V^2 =$

$= dV \cdot 2V$

$\frac{2dVV \cdot m}{2}$

$(V + \cos dV)(\cos(\beta + d\beta))$

$\cos\beta \cos d\beta - \sin\beta d\beta$

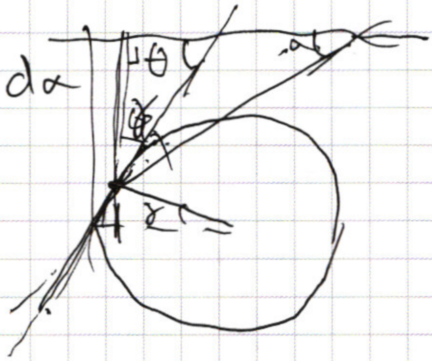
$(V + dV)(\cos\beta - \sin\beta d\beta)$

$\cancel{V_n \cos\beta} + V_n \sin\beta d\beta + dV_n \cos\beta = V(\cancel{\cos}\alpha - \sin\alpha d\alpha)$

$90 - \alpha - \gamma$

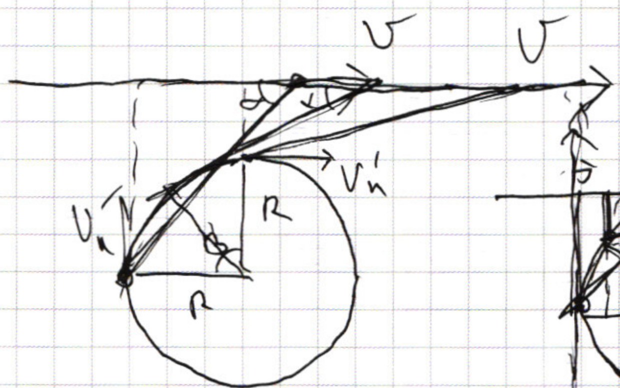
$V_n \sin\beta d\beta + dV_n \cos\beta = V \sin\alpha d\alpha$

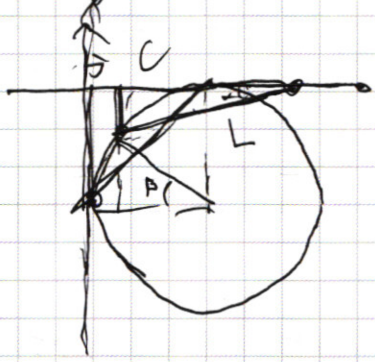
$V_n \sin\beta d\beta + \frac{d\beta RT}{mV} \cos\beta = V \sin\alpha d\alpha$




$R(1-\cos\beta)$

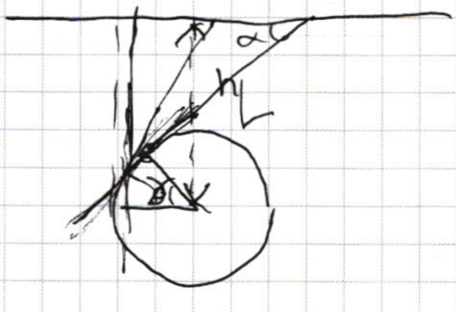
$h - R(1-\sin\beta)$




$\sqrt{L^2 - R^2(1-\sin\beta)^2}$

$\frac{\sqrt{L^2 - R^2(1-\sin^2\beta)}}{L}$




$\cos\alpha = \frac{\sqrt{L^2 - (h - R(1-\sin\gamma))^2}}{L}$

$\cos(90-\alpha-\gamma) = \sin(\alpha+\gamma) =$

$= \sin\alpha\cos\gamma - \sin\gamma\cos\alpha$

☐ черновик ☐ чистовик
(Поставьте галочку в нужном поле)

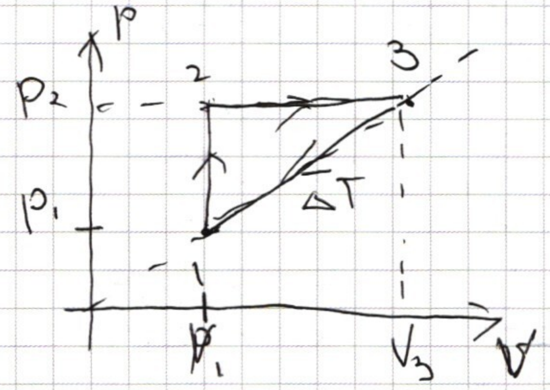
Страница №__
(Нумеровать только чистовики)

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

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

# ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

N2




$\Delta U = \frac{3}{2}(p_2V_1 - p_1V_1) = Q = \nu C \Delta T$

$\nu R \Delta T$

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

$C = \frac{3}{2}R$

$Q = \underbrace{\frac{3}{2}\nu R \Delta T} + p_2V_3 - p_2V_1 =$

$Q = \frac{5}{2}\nu R \Delta T =$

$= \nu C \Delta T \Rightarrow C = \frac{5}{2}R$

$\Delta U = \frac{3}{2}A \Rightarrow A = \frac{2}{3}\Delta U$

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

$A = \nu R \Delta T \Rightarrow \frac{Q}{A} = \frac{5}{2}$

$\frac{3}{2}\nu R \Delta T + p_2(V_3 - V_1) = Q$ ; $(p_2 - p_1)(V_3 - V_1)$

$\frac{3}{2}(p_2V_3 - p_1V_1) + p_2(V_3 - V_1)$ ; $p_2V_3 - p_2V_1 - p_1V_3 + p_1V_1$

$\frac{3}{2}(\alpha V_3^2 - \alpha V_1^2) + \alpha V_3(V_3 - V_1)$ ; $(\alpha V_3 - \alpha V_1)(V_3 - V_1)$

$$\frac{\frac{3}{2}\alpha\cancel{(V_3 - V_1)}\left[(V_3 + V_1) + V_3\right]}{\cancel{\alpha}\cancel{(V_3 - V_1)}(V_3 - V_1)} = \frac{3}{2}\,\frac{2V_3 + V_1}{V_3 - V_1} \Rightarrow$$

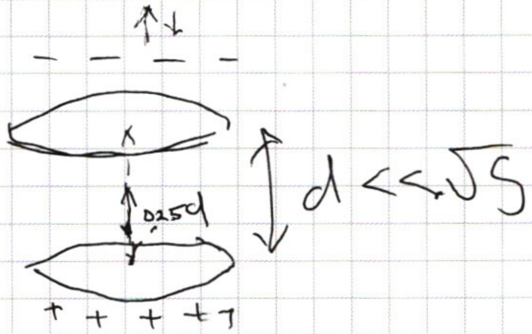
$\Rightarrow \frac{2}{3}\,\frac{V_3 - V_1}{2V_3 + V_1}$ $\quad V_3 \searrow$

$\frac{2}{3}\,\frac{x - V}{2x + V}$, $f'(x) = \frac{(2x+V) - 2(x - V)}{(2x+V)^2} = \frac{\cancel{2x} + V - \cancel{2x} + 2V}{(2x+V)^2}$

$\frac{2}{3}\,\frac{1 - \frac{V_1}{V_3} \to 0}{2 + \frac{V_1}{V_3} \to 0} = \frac{1}{3}$

☒ черновик ☐ чистовик (Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №__ (Нумеровать только чистовики)



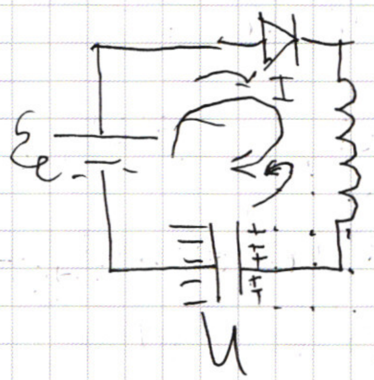

$$Eq\frac{3}{4}d = \frac{1}{2}mv^2 \Rightarrow v^2 = \frac{3}{2}Ed\gamma \Rightarrow v = \sqrt{\frac{3}{2}Ed\gamma}$$

$$E = \frac{\sigma}{\varepsilon_0}; \quad \frac{3}{4}d = \frac{aT^2}{2} \Rightarrow \frac{3}{2}d = \frac{EqT^2}{m} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \frac{3}{2}d = ET^2\gamma \Rightarrow \frac{\sigma}{\varepsilon_0} = \frac{3d}{2T^2\gamma} \Rightarrow Q = \frac{3dS\varepsilon_0}{2T^2\gamma}$$

$$\varphi = -\frac{x\sigma}{\varepsilon_0} \qquad V_2 = V_1 - ?$$

N4




$$q = A\sin(\omega t + \varphi)$$
$$q = A\cos(\omega t + \varphi)$$
$$\ddot{q} = -A\omega^2\sin(\omega t + \varphi)$$

$$\mathcal{E} - U + \mathcal{E}_{u} = U_0$$
$$\mathcal{E} - U - L\frac{dI}{dt} = U_0$$
$$L\frac{dI}{dt} = \mathcal{E} - U - U_0$$

$$J = \frac{dI}{dt} = (\mathcal{E}_0 - U - U_0)/L; \quad \frac{3}{0{,}1} = 30\frac{A}{c}$$

$$L\ddot{q} = \mathcal{E} - \frac{q}{C} - U_0$$

$$J = -A\omega^2\sin\varphi$$

$$q_{max}\cdot\omega = I_{max}$$

$$\ddot{q} = -\frac{q}{CL} + \mathcal{E} - U_0$$

$$q = A\sin\varphi$$

$$q = q' + CL(\mathcal{E} - U_0)$$

$$\ddot{q}' = -\frac{q' + CL(\mathcal{E} - U_0)}{CL} + \mathcal{E} - U_0 = -\frac{q'}{CL} - \cancel{(\mathcal{E} - U_0)} + \cancel{(\mathcal{E} - U_0)}$$

$$q' = A\sin(\omega t + \varphi)$$

☐ черновик ☐ чистовик
(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №__
(Нумеровать только чистовики)