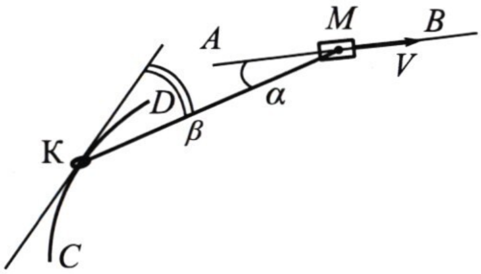
Олимпиада «Физтех» по физике, ф

Класс 11

Вариант 11-04

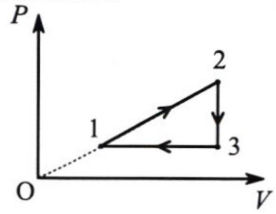
Бланк задания обязательно должен быть вложен в работу. Работы без вл

1. Муфту М двигают со скоростью $V = 2$ м/с по горизонтальной направляющей АВ (см. рис.). Кольцо К массой $m = 0,4$ кг может двигаться без трения по проволоке CD в виде дуги окружности радиусом $R = 1,9$ м. Кольцо и муфта связаны легким тросом длиной $l = 17R/15$. Система находится в одной горизонтальной плоскости. В некоторый момент трос составляет угол $\alpha(\cos\alpha = 4/5)$ 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.

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.



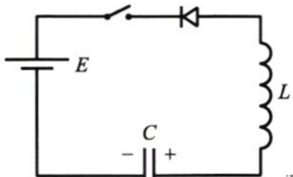
1) Найти отношение молярных теплоемкостей на тех участках цикла, где происходило понижение температуры газа.
2) Найти для процесса 1-2 отношение изменения внутренней энергии газа к работе газа.
3) Найти предельно возможное максимальное значение КПД такого цикла.

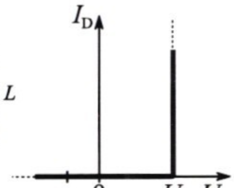
3. Обкладки конденсатора – квадратные металлические сетки, сторона квадрата во много раз больше расстояния d между обкладками. Напряжение на конденсаторе U. Отрицательно заряженная частица движется на большом расстоянии к конденсатору по оси симметрии, перпендикулярно обкладкам, влетает в него со скоростью V_1 и останавливается на расстоянии $0,2d$ от отрицательно заряженной обкладки.

1) Найдите удельный заряд частицы $\gamma = \dfrac{|q|}{m}$.
2) Через какое время T после влета в конденсатор частица вылетит из него?
3) Найдите скорость V_0 частицы 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.

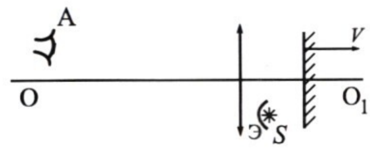
4. В цепи, схема которой показана на рисунке, ключ разомкнут, ЭДС идеального источника $E = 6$ В, конденсатор емкостью $C = 10$ мкФ заряжен до напряжения $U_1 = 9$ В, индуктивность идеальной катушки $L = 0,4$ Гн. Вольтамперная характеристика диода дана на рисунке, пороговое напряжение диода $U_0 = 1$ 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.

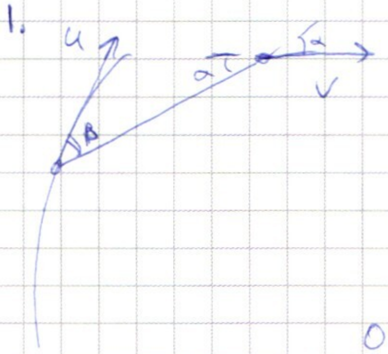
5. Оптическая система состоит из тонкой линзы с фокусным расстоянием F, плоского зеркала и небольшого экрана Э, расположенного так, что свет от источника S может попасть на линзу только после отражения от зеркала (см. рис.). Зеркало расположено перпендикулярно главной оптической оси OO_1 линзы. Источник S находится на расстоянии $8F/15$ от оси OO_1 и на расстоянии $3F/5$ от плоскости линзы. Линза и источник неподвижны, а зеркало движется со скоростью V вдоль оси OO_1. В некоторый момент зеркало оказалось на расстоянии $6F/5$ 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.

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

1.



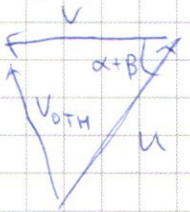
1) u - скорость кольца

т.к. ~~нить~~ трос нерастяжима, то проекции скоростей на нить должны быть равны

$$u\cos\beta = V\cos\alpha$$

Отсюда: $u = V\frac{\cos\alpha}{\cos\beta} = \boxed{1,7V}$

2)



перейдем в С.О. муфты и векторно вычтем скорость

Запишем теор. косинусов:

$$V_{отн}^2 = u^2 + V^2 - 2\cdot u\cdot V\cos(\alpha+\beta)$$

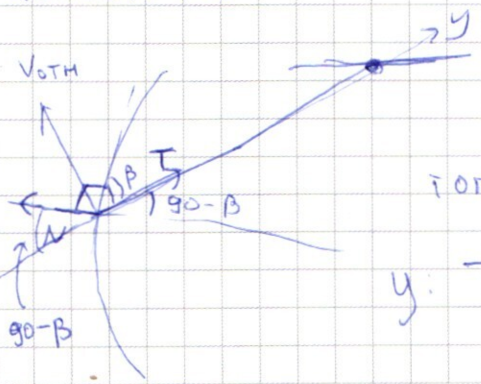
$$\cos(\alpha+\beta) = \cos\alpha\cos\beta - \sin\alpha\sin\beta = -\frac{13}{17\cdot 5}$$

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

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

$$V_{отн} = \sqrt{1+1,7^2+2\cdot 1,7\cdot\frac{13}{17\cdot 5}}\;V = \boxed{V\sqrt{4,41}}$$

3) Т.к. V=const, то если мы перейдем в СО муфты, силы не изменятся



T - сила нат. троса

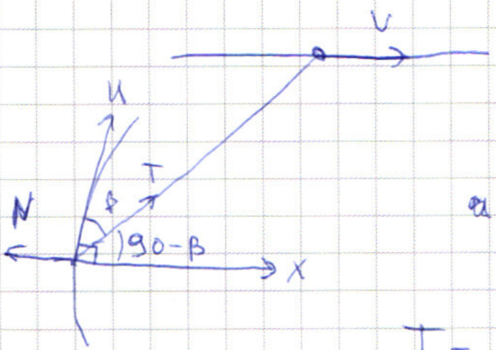
N - сила (нормальная) реакции опоры

муфта является мгновенным центром вращения

тогда:

$$y:\; T - N\sin\beta = \frac{mV_{отн}^2}{l}$$

Запишем теперь НЕ для С.О. муфты



$$x: T\sin\beta - N = \frac{mu^2}{R}$$

в итоге получим:

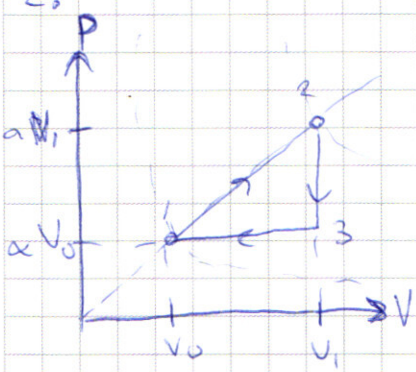
$$T = \left(\frac{mV_{отн}^2}{l} - \frac{mu^2}{R}\sin\beta\right)\frac{1}{\cos^2\beta} \quad т.к.\ l = \frac{R}{\sin\beta}$$

$$T = \frac{m}{R}\left(V_{отн}^2 - u^2\right)\frac{\sin\beta}{\cos^2\beta} \quad \text{подставим } V_{отн} \text{ и } u$$

$$T = \frac{m}{R}V^2\left(4{,}41 - 2{,}89\right)\frac{15}{17}\cdot\frac{17^2}{8^2} = \frac{mV^2}{R}\cdot\frac{15\cdot 17}{8^2}\cdot 1{,}52 = \left(\frac{94\cdot 4}{1{,}9}\,\frac{15\cdot 17}{8^2}1{,}59\right)H$$

$$= \boxed{0{,}51\ H}$$

2.



1) участки понижения темп. это 23 и 31

23 – $V = const$ P уменьшается => охлаждение

31 – $P = const$ V уменьшается => охлаждение

12 – P увелич. V увелич => нагревание

$(PV \sim T)$

$C_{23} = C_V$

$C_{31} = C_P$

$$\frac{C_V}{C_P} = \frac{\frac{3}{2}}{\frac{3}{2}+1} = \boxed{\frac{3}{5}}$$

2) пусть $P = \alpha V$ (то есть $\alpha = \frac{P}{V}$)

V_0 – объем в т. 1

V_1 – объем в т. 2 и 3

P_0

~~тогда $P_0 = \alpha V_0$~~

$$\Delta U_{12} = \nu C_V \Delta T = \frac{3}{2}\left(\alpha V_1^2 - \alpha V_0^2\right)$$

$$A_{12} = \int_{V_0}^{V_1} \alpha V\, dV = \frac{\alpha}{2}\left(V_1^2 - V_0^2\right)$$

$$\boxed{\frac{\Delta U}{A} = 3}$$

☐ черновик ☑ чистовик
(Поставьте галочку в нужном поле)

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

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

3) A – площадь "треугольника"

$$A = \alpha \frac{V_1^2 - V_0^2}{2} - \alpha V_0 (V_1 - V_0)$$

Q_+ – т.к. 23 и 31 тепло забирается, то это Q_{12}

$$dQ_{12} = \frac{3}{2} V dp + \frac{5}{2} p dV = 4\alpha V dV$$

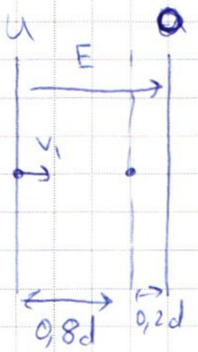
$$Q_{12} = 4\alpha \frac{V_1^2 - V_0^2}{2} = 2\alpha (V_1^2 - V_0^2)$$

$$\eta = \frac{A}{Q_+} = \frac{\alpha \frac{V_1^2 - V_0^2}{2} - \alpha V_0 (V_1 - V_0)}{2\alpha (V_1^2 - V_0^2)} = \frac{1}{4} - \frac{V_0 (V_1 - V_0)}{2(V_1^2 - V_0^2)} = \frac{1}{4} - \frac{V_0}{2(V_1 + V_0)}$$

при $V_1 \gg V_0$

$$\boxed{\eta = \frac{1}{4}}$$

3.



1) Запишем работу поля

$$-|\cancel{q}|E\, 0{,}8d = A_E$$

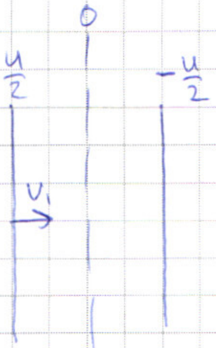
Запишем ЗСЭ

$$\frac{mV_1^2}{2} - |q|E\, 0{,}8d = 0$$ т.к. поле однородное, то $E = \frac{U}{d}$

$$\frac{mV_1^2}{2} = 0{,}8Uq \qquad \boxed{\gamma = \frac{V_1^2}{1{,}6U}}$$

2) $qE = \frac{m dV}{dt}$

$$\cancel{dV\Rightarrow}\ dt = \frac{m dV}{qE} \Rightarrow T = \frac{V_1}{\gamma E} = \frac{V_1 d}{\gamma U} = \frac{V_1 d}{V_1^2} 1{,}6 = \boxed{1{,}6 \frac{d}{V_1}}$$

3) 

можно представить конденсатор так

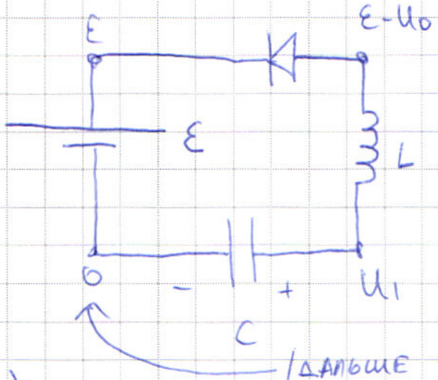
тогда V_0 будет скорость в середине конденсатора (в силу симметрии)

(также считаем что на бесконечном удалении $\varphi = 0$)

$$\frac{mV_1^2}{2} + q\frac{u}{2} = \frac{mV_0^2}{2} \qquad V_0 = \sqrt{V_1^2 - \gamma U} = \sqrt{V_1^2 - \frac{V_1^2}{1,6}} = V_1\sqrt{\frac{1,6-1}{1,6}}$$

$$= V_1\sqrt{\frac{0,6}{1,6}} = V_1\sqrt{\frac{3}{4}} = \boxed{V_1\frac{\sqrt{3}}{2}}$$

4.



1) $\cancel{L\dot{I} = 4В\ (\varepsilon - U_0)}$ (будем считать что течет бесконечно малый ток)

$$L\dot{I} = U_1 - \varepsilon + U_0 = 4В$$

$$\dot{I} = \frac{U_1 - \varepsilon + U_0}{L} = \frac{4В}{0,4Гн} = 10\,\frac{А}{с}$$

(дальше подразумевается, что потенциал здесь 0)

2) Запишем ~~уравнение~~ закон Кирхгофа:

$$\frac{q}{C} - (\varepsilon - U_0) = -L\ddot{q} \qquad (\dot{q} = -I)$$

q - заряд конденсатора

φ - фаза

$$A = \frac{q}{C} - (\varepsilon - U_0)$$

$$\ddot{A} = \frac{\ddot{q}}{C} \qquad \ddot{q} = C\ddot{A}$$

$A = -LC\ddot{A}$ – уравн. колебаний

$A = A_0\cos\left(\frac{t}{\sqrt{LC}} + \varphi\right)$ (подставим A)

$$\frac{q}{C} = (\varepsilon - U_0) + A_0\cos\left(\frac{t}{\sqrt{LC}} + \varphi\right)$$ | ~~при t=0 q=q~~ при $t=0$ $q=q_0$

$$-\frac{\dot{q}}{C} = \frac{1}{\sqrt{LC}}A_0\sin\left(\frac{t}{\sqrt{LC}} + \varphi\right)$$ | при $t=0$ $I=0$ => $\varphi = 0$ $A_0 = 4В$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

В итоге получим:

$$I_{max} = \sqrt{\frac{C}{L}}\, A_0 = \sqrt{\frac{10\ мкФ}{0{,}4\ Гн}} \cdot 4В = 20\ мА$$

3) Из уравн:

$$I = \sqrt{\frac{C}{L}}\, A_0 \sin\left(\frac{t}{\sqrt{LC}}\right)$$ $I=0$ при $t=0$ и при $t=\frac{T}{2}$

(где T − ~~период~~ $= 2\pi\sqrt{LC}$)

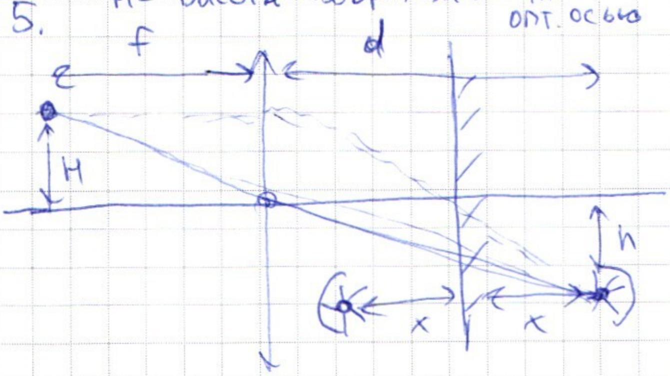
$t=0$ не интересует, значит $\frac{t}{\sqrt{LC}} = \pi$

Подставим:

$$\frac{q}{C} = (\varepsilon - U_0) + A_0 \cos\pi = \varepsilon - U_0 - A_0 = \boxed{1\,В} = U_2$$

Т.к. ток резко уйти не может, то на катушке будет поддерживаться ~~раз~~ такая разность потенциалов, чтобы диод не закрылся. По этому он закроется при $I=0$,

5. H − высота изображения над опт. осью $h = \frac{8}{15}F$



f − расстояние от линзы до ~~источника~~ изображения

d − расстояние от линзы до "источника" (изображения в зеркале)

1) $\frac{1}{f} + \frac{1}{d} = \frac{1}{F}$ − формула линзы x − расстояние от источника до линзы

$\left(d = \frac{9}{5}F\right)$

$$f = \frac{d \cdot F}{d - F} = \boxed{\frac{9}{4}F}$$ ← на таком расстоянии можно увидеть

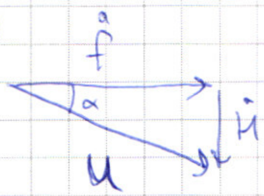
2) $\left(\frac{1}{f}\right)' + \left(\frac{1}{d}\right)' = \left(\frac{1}{F}\right)' = 0 \Rightarrow \dot{f} = -\frac{f^2}{d^2}\dot{d}$

$H = h\frac{f}{d}$ $\quad \dot{H} = -h\frac{f}{d^2}\left(\frac{f}{d}+1\right)\dot{d}$

(из луча проходящий через центр линзы)

$$\frac{\dot{H}}{\dot{f}} = tg\alpha = \frac{h\frac{f}{d^2}\left(\frac{f}{d}+1\right)\dot{d}}{\frac{f^2}{d^2}\dot{d}} = h\left(\frac{1}{d}+\frac{1}{f}\right) = \frac{h}{F} = \boxed{\frac{8}{15}}$$

3)



$u\cos\alpha = |\dot{f}|$ $\quad u = \frac{|\dot{f}|}{\cos\alpha}$ $\quad \cos\alpha = \frac{F}{\sqrt{F^2+h^2}}$

$$u = |\dot{f}|\frac{\sqrt{F^2+h^2}}{F} = \frac{f^2}{d^2}\dot{d} = \frac{85}{24}v$$

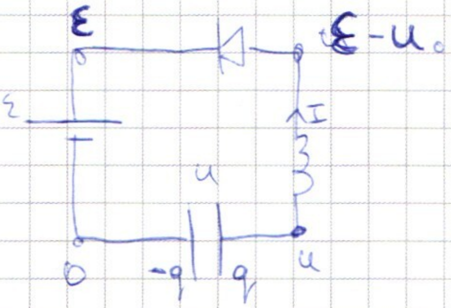
$\dot{d} = 2v$ (т.к. $d = \frac{3}{5}F + 2x$)

$$|\dot{f}| = \frac{f^2}{d^2}\dot{d} = \frac{\frac{9^2}{4^2}}{\frac{9^2}{5^2}}2v = \frac{5^2}{4^2}2v = \frac{25}{8}v$$

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

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

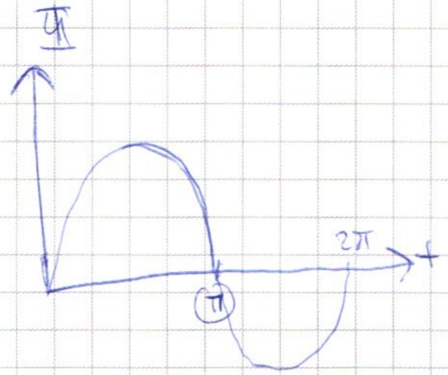
ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА



$$\underbrace{\frac{q}{C} - (\varepsilon - u_0)}_{A} = -L\ddot{q}$$

$$A = \frac{q}{C} - (\varepsilon - u_0)$$

$$\ddot{A} = \frac{\ddot{q}}{C} \quad \ddot{q} = C\ddot{A}$$

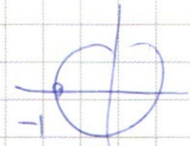


$$A = -LC\ddot{A} \qquad A_0 = 4В$$

$$A = A_0 \cos\left(\frac{t}{\sqrt{LC}}\right)$$

$$\frac{q_0}{C} = (\varepsilon - u_0) + A_0 \cos\frac{t}{\sqrt{LC}}$$

$$\dot{q} = \frac{A_0}{\sqrt{L}} \sin\frac{t}{\sqrt{LC}}$$



$$U_1 = (\varepsilon - u_0) + A_0 \cos\frac{t}{\sqrt{LC}}$$

$$\dot{q}_{max} = \sqrt{\frac{C}{L}} A_0$$

$$\frac{\dot{q}}{C} = \dot{U}_1 = -\frac{\dot{q}}{C} \frac{1}{\sqrt{}} A_0 \sin\frac{t}{\sqrt{LC}}$$

$$\sqrt{\frac{C}{L}}\, 4В$$

$$\frac{10}{\frac{4}{10}} = \sqrt{\frac{100}{4}} \cdot 4 = \frac{\sqrt{100}}{2} \cdot 4 = 20 мА$$

Омсф

$$\dot{U}_1 = -\frac{\dot{q}}{C} = \frac{1}{\sqrt{LC}} A_0 \sin\frac{t}{\sqrt{LC}}$$

$$U_1 = (\varepsilon - u_0) + A_0 \cos\frac{t}{\sqrt{LC}}$$

$$-\dot{q} = \sqrt{\frac{C}{L}} A_0 \sin\left(\frac{t}{\sqrt{LC}}\right)$$

$$-\frac{\ddot{q}}{C} = \frac{1}{LC} A_0 \cos\frac{t}{\sqrt{LC}}$$

$$-\ddot{q} = \sqrt{\frac{C}{L}} A_0 \frac{1}{\sqrt{LC}} \cos\frac{t}{\sqrt{LC}}$$

$$\ddot{q} = \frac{A_0}{L} \cos\frac{t}{\sqrt{LC}}$$

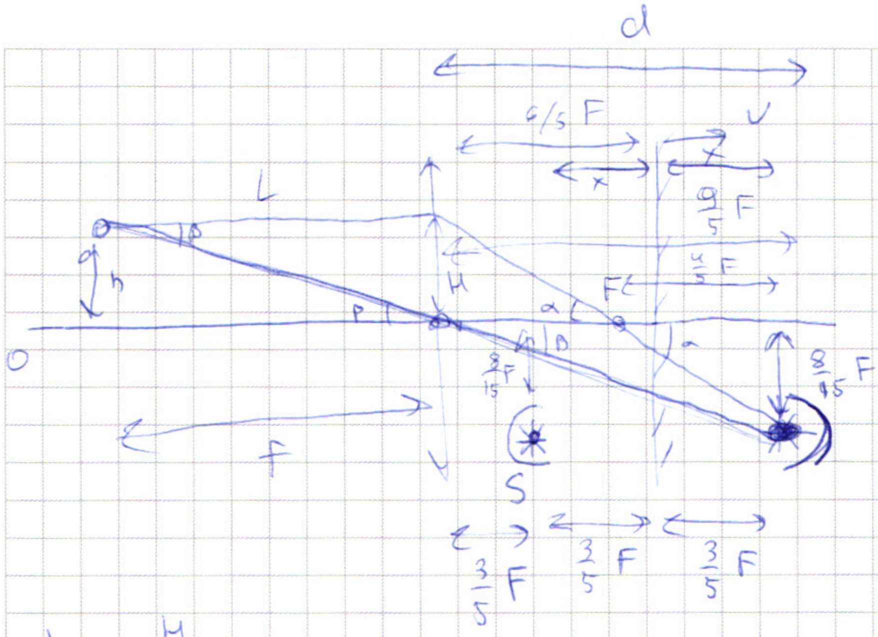
$$-\ddot{q} = \frac{A_0}{L} \cos\frac{t}{\sqrt{LC}}$$

$$\frac{q}{C} - L\ddot{q} = (\varepsilon - u_0) + A_0$$

$$\frac{q}{C} - L\ddot{q} = \frac{q}{C} = (\varepsilon - u_0) - A_0 = \boxed{U_2 = 1В}$$

☑ черновик ☐ чистовик (Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №__ (Нумеровать только чистовики)



$(\cos\beta+\sin\beta)' = -\sin\beta+\cos\beta = 0$

$\sin\beta = \cos\beta \quad \beta = 45$

$\sin\beta = \frac{1}{\sqrt{2}} \quad \cos\beta = \frac{1}{\sqrt{2}}$

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

$\frac{\frac{8}{15}}{\frac{9}{5}} = \frac{8\cdot 5}{9\cdot 15} = \frac{8}{9\cdot 3} =$

$tg\beta = \frac{H}{L}$

$tg\beta = \frac{\frac{8}{15}}{3\cdot\frac{3}{5}} = \frac{8}{15}\cdot\frac{5}{9}$

$L = \frac{H}{tg\beta} = \frac{\frac{8\cdot 5}{15\cdot 4}}{\frac{8\cdot 5}{15\cdot 9}} = \frac{9}{4}F$

$tg\alpha = \frac{H}{F} = \frac{\frac{8}{15}F}{\frac{4}{5}F} \quad H = \frac{8\cdot 5}{15\cdot 4}F$

$\frac{1}{L} + \frac{1}{\frac{9}{5}F} = \frac{1}{F}$

$\frac{1}{L} + \frac{5}{9}\frac{1}{F} = \frac{1}{F} \quad \frac{4}{9}\frac{1}{F} + \frac{5}{9}\frac{1}{F} = \frac{1}{F}$

2)

$tg\beta = \frac{H}{L} = \frac{\frac{8}{15}F}{\frac{3}{5}F+2x}$

$H = \frac{\frac{8}{15}}{\frac{3}{5}+2x-1}F \quad \dot{H} = -\frac{\frac{8}{15}F}{\left(\frac{3}{5}+2x-1\right)^2}2\dot{x}$

$\frac{H}{F} = \frac{\frac{8}{15}F}{\frac{3}{5}F+2x-F}$

$tg\beta = \frac{\frac{8}{15}F}{\frac{3}{5}F+2x}$

$\frac{1}{L} + \frac{1}{\frac{3}{5}F+2x} = \frac{1}{F}$

$\dot{H} = -\frac{\frac{8}{15}F}{\left(\frac{4}{5}\right)^2 F}\cdot 2V$

$-\frac{1}{L^2}L' - \frac{1}{\left(\frac{3}{5}F+2x\right)^2}2\dot{x} = 0$

$\dot{L} = -\frac{L^2}{\left(\frac{3}{5}F+2x\right)^2}\cdot 2\dot{x}$

$\frac{H}{L} = \frac{\frac{8}{15}F}{d}$

$H = \frac{L}{d}\frac{8}{15}F = \frac{\frac{9}{4}\cdot\frac{8}{15}F}{\frac{9}{5}F}F = \frac{8\cdot 5}{4\cdot 15}$

☑ черновик ☐ чистовик

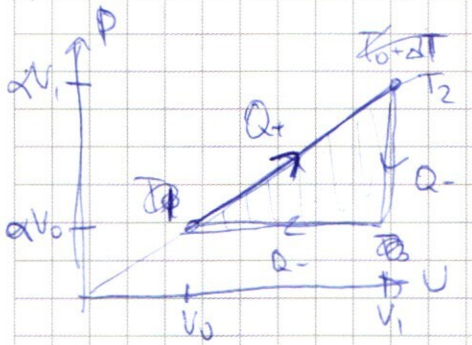
(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №__

(Нумеровать только чистовики)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

2.



$P = \alpha V$

$A = \frac{\alpha(V_1^2 - V_0^2)}{2}$

$\Delta U = \frac{3}{2}(\alpha V_1 V_1 - \alpha V_0 V_0) = \frac{3}{2}\alpha(V_1^2 - V_0^2)$

$\alpha = 3$

$\cancel{Q_+ = 2R(P_1V_1 - P_0V_0)}$

3+5 8

$V_1^2 - V_0^2 = (V_1 - V_0)(V_1 + V_0)$

$A = \frac{\alpha(V_1^2 - V_0^2)}{2}$

$\alpha V dV \quad \alpha V dV$

$dQ_+ = \cancel{\frac{3}{2} V dp + \frac{5}{2} p dV} = \frac{3}{2} V dp + \frac{5}{2} p dV = 4\alpha V dV$

$Q_+ = 2\alpha(V_1^2 - V_0^2)$

$\frac{A}{Q_+} = \frac{\frac{\alpha(V_1^2 - V_0^2)}{2} - \alpha(V_1 - V_0)V_0}{2\alpha(V_1^2 - V_0^2)} = \cancel{\frac{\alpha(V_1^2 - V_0^2)}{4}} = \frac{1}{4} - \frac{(V_1 - V_0)V_0}{2(V_1^2 - V_0^2)} =$

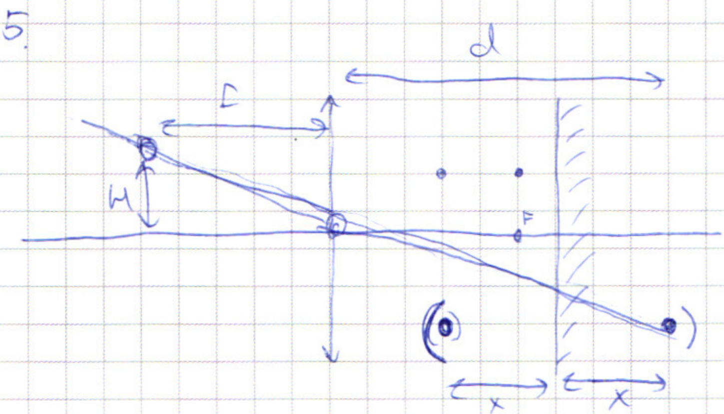
$= \frac{1}{4} - \frac{V_0}{2(V_1 + V_0)} \qquad V_1 >> V_0$

$\eta = \frac{1}{4}$

☑ черновик ☐ чистовик (Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №__ (Нумеровать только чистовики)

5.



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

$$f=\frac{d\cdot F}{d-F}=\frac{\frac{9}{5}}{\frac{9}{5}-1}\qquad \boxed{f=\frac{9}{4}F}$$

$$\left(\frac{1}{f}\right)'+\left(\frac{1}{d}\right)'=0 \qquad d=\frac{9}{5}F$$

$17\cdot 5=85$

$$-\frac{1}{f^2}\dot f-\frac{1}{d^2}\dot d=0 \qquad \dot f=-\frac{f^2}{d^2}\dot d \qquad \frac{\dot f d-f\dot d}{d^2}$$

$$\frac{H}{f}=\frac{h}{d} \qquad H=h\frac{f}{d} \qquad \dot H=h\left(\dot f\frac{1}{d}-f\frac{1}{d^2}\dot d\right)$$

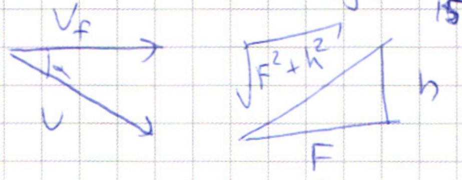
$17\cdot 17=289$

$$\dot H=-h\left(\frac{f^2}{d^2}\frac{1}{d}+\frac{f}{d^2}\right)\dot d=-h\frac{f}{d^2}\left(\frac{f}{d}+1\right)\dot d$$

$$\operatorname{tg}\alpha=\frac{\dot H}{\dot f}=\frac{h\frac{f}{d^2}\left(\frac{f}{d}+1\right)\dot d}{\frac{f^2}{d^2}\dot d}=\frac{h}{f}\left(\frac{f}{d}+1\right)=\frac{h}{d}+\frac{h}{f}=h\left(\frac{1}{d}+\frac{1}{f}\right)=\frac{h}{F}$$

$$\operatorname{tg}\alpha=\frac{8}{15}$$

$$V=\sqrt{\left(\frac{f^2}{d^2}\right)^2+\left(h\frac{f}{d^2}\left(\frac{f}{d}+1\right)\right)^2}\,\dot d \qquad \dot d=2v$$



$$\cos\alpha=\frac{F}{\sqrt{F^2+h^2}}$$

$$\cancel{V=\sqrt{\dot f+\dot H}} \quad 3)\ V=\frac{V_f}{\cos\alpha}=V_f\frac{\sqrt{F^2+h^2}}{F}$$

$15\cdot15=225$, $225+64=289$

$$V_f=\frac{f^2}{d^2}\dot d=\frac{\frac{9^2}{4^2}}{\frac{9^2}{5^2}}2v=\frac{5^2}{4^2}\cdot 2v=\frac{25}{16}\cdot 2v=\frac{50}{16}v=\frac{25}{8}v$$

$$V=\frac{25}{8}\cdot\sqrt{1+\frac{8^2}{15^2}}\,v=\frac{25}{8}\sqrt{\frac{15^2+8^2}{15^2}}=\frac{25}{15}\frac{\sqrt{15^2+8^2}}{8}=\frac{5}{3}\frac{\sqrt{15^2+8^2}}{8}=\frac{5\cdot17}{3\cdot8}=\frac{85}{24}v$$

$85 : 24 = 3,5$
-72
130
-120
10

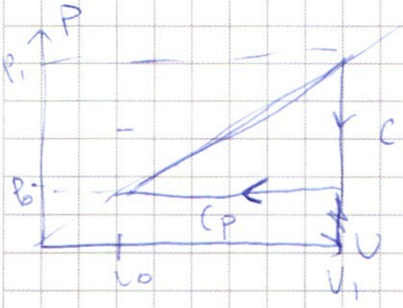
☑ черновик ☐ чистовик
(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №__
(Нумеровать только чистовики)

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

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

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА



$\frac{C_V}{C_P} = \frac{\frac{3}{2}}{\frac{5}{2}} = \frac{3}{5}$

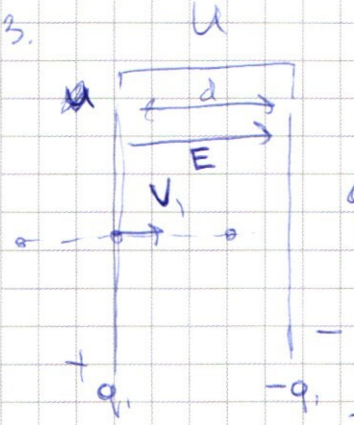
$A = \frac{p_1 + p_0}{2}(V_1 - V_0) = \frac{p_1 V_1}{2} - \frac{p_1 V_0}{2} + \frac{p_0 V_1}{2} - \frac{p_0 V_0}{2}$

$\Delta U = \frac{3}{2}(p_1 V_1 - p_0 V_0) = \frac{3}{2}\left(p_0 \frac{V_1^2}{V_0} - p_0 V_0\right) =$

$\frac{p_1}{V_1} = \frac{p_0}{V_0} \quad p_1 = p_0 \frac{V_1}{V_0} \quad = \frac{3}{2} p_0 \left(\frac{V_1^2}{V_0} - V_0\right)$

$\frac{1}{2}\left(p_0 \frac{V_1^2}{V_0} - p_0 \frac{V_1}{V_0} V_0 + p_0 V_1\right.$

3.



$\frac{mV_1^2}{2}$

$qE \cdot 0{,}8d = \frac{mV_1^2}{2}$

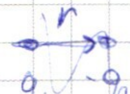
$q\frac{U}{d} 0{,}8d = \frac{mV_1^2}{2}$

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

$qE = m\frac{dV}{dt}$

$t = \frac{mV}{qE} = \frac{V}{\gamma E} = \frac{V}{\gamma \frac{U}{d}}$

$t = \frac{d \cdot V}{\gamma U}$



$\frac{m(V_1^2 - V_0^2)}{2} = q\frac{U}{2}$

$mV_0^2 = mV_1^2 - qU$

$\frac{m(V_1^2 - V_0^2)}{2} - q\frac{U}{2} = \frac{mV_0^2}{2}$

$\frac{mV_1^2}{2} - \frac{qU}{2} = \frac{mV_0^2}{2} \qquad V_0^2 = V_1^2 - \gamma U$

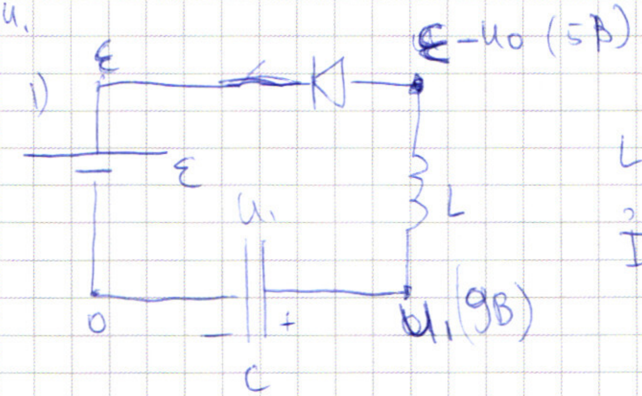
$\frac{6}{16} = \frac{3}{4}$

☑ черновик ☐ чистовик (Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №__ (Нумеровать только чистовики)

4.

1)



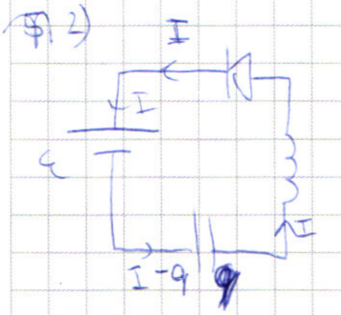
$$L\dot{I} = 4\,В$$

$$\dot{I} = \frac{4}{0{,}4}\frac{В}{Гн} = 10\,\frac{А}{с}$$

$q_0 = CU_1$

$q = CU$

2)



$$\cancel{\frac{C(U_0^2-U^2)}{2} - U_0(q-q_0) - \varepsilon(q_0-q) =}$$

$$\frac{C(U_1^2-U^2)}{2} - U_0(q_0-q_0) - \varepsilon(q_0-q) = \frac{LI^2}{2}$$

$$\frac{C(U_1^2-U^2)}{2} - CU_0(U_1-U) - C\varepsilon(U_1-U) = \frac{LI^2}{2} = \varepsilon_к$$

$$CU_1^2 - CU^2 - 2CU_0U_1 + 2CU_0U - 2C\varepsilon U_1 + 2C\varepsilon U = LI^2$$

$$-CU^2 + 2C(U_0+\varepsilon)U - 2C(U_0+\varepsilon)U_1 + CU_1^2 = LI^2$$

$$\frac{-2C(U_0+\varepsilon)}{-2C} > 0 \text{ ok}$$

$U_к\varepsilon$

$$-CU^2 + 2C(U_0+\varepsilon)U + \underbrace{CU_1^2 - 2C(U_0+\varepsilon)U_1 - LI^2}_{} = 0$$

$$D = 0 \quad (2C(U_0+\varepsilon))^2 + 4C(CU_1^2 - 2C(U_0+\varepsilon)U_1 - LI^2) = 0$$

$$\cancel{LI^2 =} (2C(U_0+\varepsilon))^2 + 4C^2U_1^2 - 8C^2(U_0+\varepsilon)U_1 - 4CLI^2 = 0$$

$$\cancel{4CLI^2 = 4C^2U_1^2}$$

$$4CLI^2 = (2C(U_0-\varepsilon))^2 + 4C^2U_1^2 - 8C^2(U_0+\varepsilon)U_1$$

$$I = \frac{4C^2(U_0-\varepsilon)^2 + 4C^2U_1^2 - 8C^2(U_0+\varepsilon)U_1}{4CL}$$

$\cancel{4^2 U^2 = 64 мкА}$

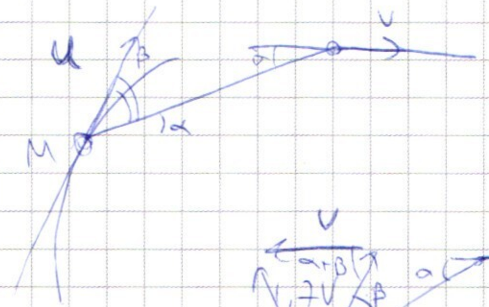
$\cancel{\frac{C}{L}\ 16\,В^2}$

$$I = \frac{C(U_0+\varepsilon)^2 + CU_1^2 - 2C(U_0+\varepsilon)U_1}{L} = \frac{C}{L}(U_0+\varepsilon)^2 = \frac{C}{L}(U_0+\varepsilon-U_1)^2$$

$$\frac{10}{\frac{4}{10}} = \frac{100}{4}\cdot 4^2 = 400$$

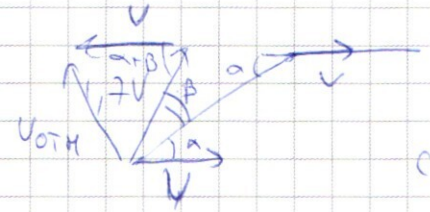
$$\frac{10}{\frac{10}{10}} = \frac{4^2}{4} = \boxed{400 мкА}$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА



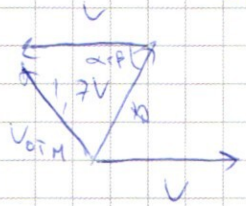
$u\cos\beta = V\cos\alpha$

$u = V\frac{\cos\alpha}{\cos\beta} = V\frac{\frac{4}{5}}{\frac{8}{17}} = 17\cdot\frac{4}{5\cdot 8} = \frac{17\cdot 4}{5\cdot 8\,2} = 1{,}7V$

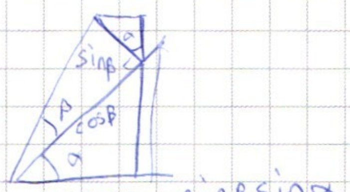


$V_{отн}^2 = V^2 + (1{,}7)^2V^2 - 2\cdot V\cdot 1{,}7\,V\cdot\cos(\alpha+\beta)$

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



$\frac{4}{5}\cdot\frac{8}{17} - \sqrt{1-\left(\frac{4}{5}\right)^2}\sqrt{1-\frac{8^2}{17^2}}$



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

$\frac{32}{5\cdot 17}$ $\sqrt{\frac{25-16}{25}}\sqrt{\frac{17^2-8^2}{17^2}}$

$17\times17 = 289$, $289-64 = 225$

$15\times15 = 225$

$\sqrt{\frac{9}{25}}\sqrt{\frac{15^2}{17^2}} = \frac{3}{5}\cdot\frac{15}{17} = \frac{9}{17}$

$\frac{4}{5}\cdot\frac{8}{17} - \frac{9}{17} =$

$32 - 45$

$\frac{32-9\cdot5}{17\cdot5} = \frac{32-45}{17\cdot5} = -\frac{45-32}{17\cdot5} = -\frac{13}{17\cdot5}$

$V_{отн}^2 = V^2 + 1{,}7^2 + 2\cdot1{,}7\cdot U^2\cdot\frac{13}{17\cdot5} = 1+1{,}7^2+\frac{2\cdot17\cdot13}{5\,10\cdot17\cdot5} = 1+1{,}7^2+\frac{13}{25}$

$(1{,}7)^2$ $1{,}7\times1{,}7 = 2{,}89$

$\sqrt{3{,}89+\frac{13}{25}}$

$\frac{389}{100}+\frac{13}{25} = \frac{389+13\cdot4}{100}$

$13\times4 = 52$

$389+52 = 441$

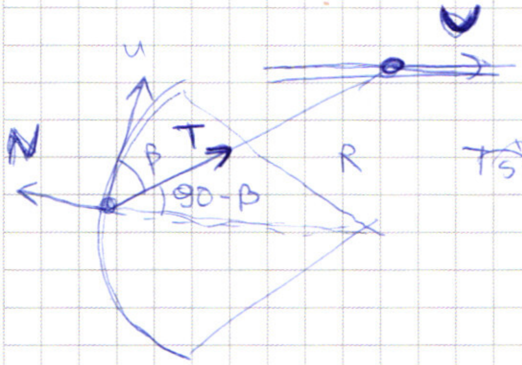
441

$130 : 25 = 0{,}52$

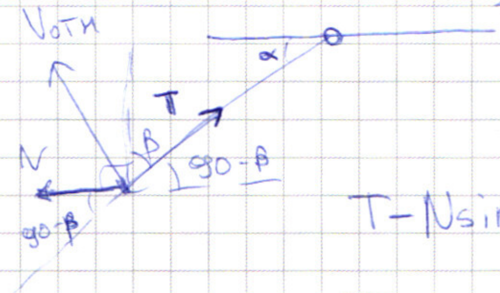
$4{,}41 - 2{,}89 = 1{,}52$

$V_{отн} = V\sqrt{4{,}41} =$

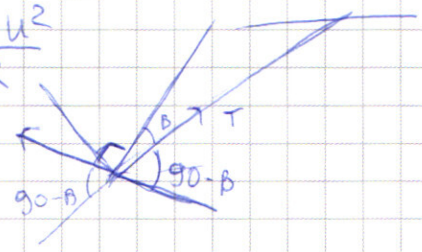
$tg\,\alpha = \frac{\sin\alpha}{\cos\alpha} = \frac{\sqrt{1-\cos^2\alpha}}{\cos\alpha} = \sqrt{\frac{1}{\cos^2\alpha}-1}$



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



$$\begin{cases} T - N\cancel{\cos(90-\beta)}^{\sin\beta} = \frac{mV_{отн}^2}{l} \\ T\sin\beta - N = \frac{mu^2}{R} \end{cases}$$



$$T - N\sin\beta = \frac{mV_{отн}^2}{l}$$

$$T\sin\beta - N = \frac{mu^2}{R} \qquad N = T\sin\beta - \frac{mu^2}{R}$$

$$T - T\sin^2\beta + \frac{mu^2}{R}\sin\beta = \frac{mV_{отн}^2}{l} \qquad \frac{8}{17}\sin\beta = \frac{15}{17}$$

$$T\cos^2\beta = \frac{mV_{отн}^2}{l} - \frac{mu^2}{R}\sin\beta \qquad \cos\beta = \frac{8}{17}$$

$$T = \left(\frac{mV_{отн}^2}{l} - \frac{mu^2}{R}\sin\beta\right)\frac{1}{\cos^2\beta}$$

$$T = \left(\frac{mV_{отн}^2}{R} - \frac{mu^2}{R}\right)\frac{\sin\beta}{\cos^2\beta} = \frac{m}{R}\frac{\sin\beta}{\cos^2\beta}\left(V_{отн}^2 - u^2\right) =$$

$$\begin{array}{r|l} 152 & 8 \\ -8 & 19 \\ 72 & \\ 72 & \end{array}$$

$$= \frac{m}{R}\frac{15}{\cancel{17}}\cdot\frac{17^{\cancel{2}}}{8^2}\left(4{,}41 - 1{,}7^2\right)V^2 = \frac{mV^2}{R}\frac{15\cdot17}{8^2}1{,}52 =$$

посчитать!

$$= \cancel{\frac{94\cdot4}{1{,}9}\cdot\frac{15\cdot17}{8\cdot8}\cdot1{,}52} \quad \frac{0{,}4\cdot4}{1{,}9}\cdot\frac{15\cdot17}{8^2}1{,}52$$

$$\frac{\cancel{1{,}6}^{0{,}2}}{19}\cdot\frac{15\cdot17}{\cancel{8\cdot8}}\cdot\frac{\cancel{152}^{19}}{100} = \frac{0{,}2\cdot15\cdot17\cdot\cancel{19}}{\cancel{19}\cdot100} = \frac{2\cdot15\cdot17}{1000}$$

$$\begin{array}{r} 15 \\ \times17 \\ \hline 105 \\ +15 \\ \hline 255 \\ \times2 \\ \hline 510 \end{array}$$

$$\frac{510}{1000}$$

☑ черновик ☐ чистовик

Страница №__

(Поставьте галочку в нужном поле)

(Нумеровать только чистовики)