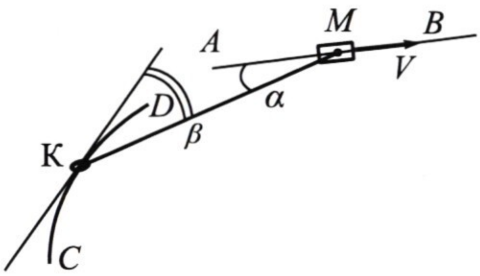
Олимпиада «Физтех» по физике, (

Класс 11

Вариант 11-04

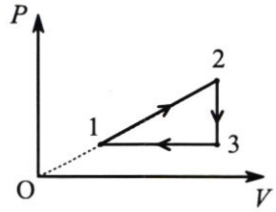
Бланк задания обязательно должен быть вложен в работу. Работы без вл

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.



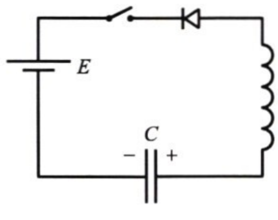
1) Найти отношение молярных теплоемкостей на тех участках цикла, где происходило понижение температуры газа.
2) Найти для процесса 1-2 отношение изменения внутренней энергии газа к работе газа.
3) Найти предельно возможное максимальное значение КПД такого цикла.

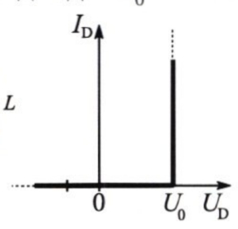
3. Обкладки конденсатора – квадратные металлические сетки, сторона квадрата во много раз больше расстояния d между обкладками. Напряжение на конденсаторе U. Отрицательно заряженная частица движется на большом расстоянии к конденсатору по оси симметрии, перпендикулярно обкладкам, влетает в него со скоростью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

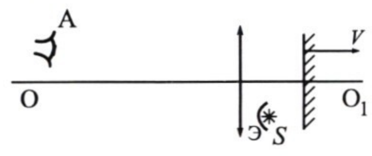
4. В цепи, схема которой показана на рисунке, ключ разомкнут, ЭДС идеального источника $E = 6$ В, конденсатор емкостью $C = 10$ мкФ заряжен до напряжения $U_1 = 9$ В, индуктивность идеальной катушки $L = 0,4$ Гн. Вольтамперная характеристика диода дана на рисунке, пороговое напряжение диода $U_0 = 1$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

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

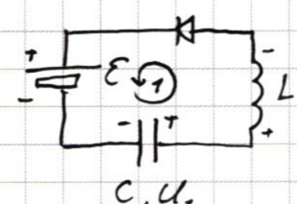
«МОСКОВСКИЙ ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ (НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ)»

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Задача 4.

1) Ток на катушке скачком не меняется $\Rightarrow I=0$, где I − ток в цепи (в нач. момент), ~~а $U_L = LI' \overset{=0}{} \Rightarrow U_L = 0$ (напр. на L~~).

Напряжение на C не меняется скачком $\Rightarrow$ в нач. момент напряжение на C − U_1;



ток не течет $\Rightarrow U_D = 0$ (напр. диода).

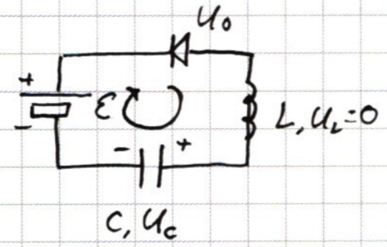
По 2-ому закону Кирхгофа: (1 обход)

$-\mathcal{E} = U_L - U_1 \Rightarrow U_L = U_1 - \mathcal{E}$; $U_L = LI' \Rightarrow LI' = U_1 - \mathcal{E}$

$\Rightarrow \boxed{I' = \frac{U_1 - \mathcal{E}}{L}}$ I' − скорость изменения тока.

$I' = \frac{9-6}{0,4} = \frac{3}{0,4} = 7,5\ \frac{A}{c}$.

2) $U_L = LI'$, если I − max, то $I' = 0 \Rightarrow U_L = 0$; если ток максимален, то он течет по направлению диода, т.к. в обратном напр. D ток не пустит $\Rightarrow$ из ВАХ получаю, что $U_D = U_0$.



По 2ЗК: $\mathcal{E} = -U_0 + U_c \Rightarrow U_c = \mathcal{E} + U_0$

Известно, что $A_\mathcal{E} = \Delta W + Q$, $Q = 0 \Rightarrow$

$A_\mathcal{E} = \Delta W$; $\Delta W_L = \frac{LI^2}{2} - 0$ (изм. энергии L, в начале $I = 0 \Rightarrow W_{1L} = \frac{C \cdot 0^2}{2} = 0$), I − макс. ток.

$\Delta W_c = \frac{C(\mathcal{E}+U_0)^2}{2} - \frac{CU_1^2}{2}$; $A_\mathcal{E} = \mathcal{E} \cdot \Delta q$, Δq − заряд, протекший через $\mathcal{E}$. Изначально на C был заряд $q_1 = CU_1$; стал $q_2 = C(U_0 + \mathcal{E})$, т.к. $U_1 = 9В > U_0 + \mathcal{E} = 6В$, то $q_1 > q_2 = A_\mathcal{E} < 0$. Тогда: (далее преобразов.)

$\mathcal{E}(q_2 - q_1) = \frac{C(\mathcal{E}+U_0^2)}{2} - \frac{CU_1^2}{2} + \frac{LI^2}{2} \Leftrightarrow LI^2 = 2\mathcal{E}(C(U_0+\mathcal{E}) - CU_1) + \frac{CU_1^2}{\cancel{2}\,1} - \frac{C(\mathcal{E}+U_0)^2}{1}$

$$I=\sqrt{\frac{2\varepsilon C(U_0+\varepsilon-U_1)+CU_1^2-C(\varepsilon+U_0)^2}{L}}=\sqrt{\frac{\cancel{\varepsilon}1}{L}\cdot \cancel{2\varepsilon CU_0}+\cancel{2}\varepsilon^2C-2\varepsilon CU_1+CU_1^2-\cancel{C\varepsilon^2}-CU_0^2-\cancel{2\varepsilon CU_0}}=$$

$$=\sqrt{\frac{\cancel{\varepsilon}}{L}(C\varepsilon^2-2\varepsilon U_1C+CU_1^2)-CU_0^2}=\sqrt{\frac{C}{L}\left[(\varepsilon-U_1)^2-U_0^2\right]}$$

Окончательно: $I=\sqrt{\frac{C}{L}\left[(\varepsilon-U_1)^2-U_0^2\right]}\approx\sqrt{\frac{10\cdot10^{-6}}{0{,}4}\left[(6-9)^2-1\right]}=\sqrt{25\cdot10^{-6}\cdot 8}$ $=\cancel{\sqrt{25\cdot3\cdot10^{-6}-1}}=\boxed{10\sqrt{2}\cdot10^{-3}}\,A.$

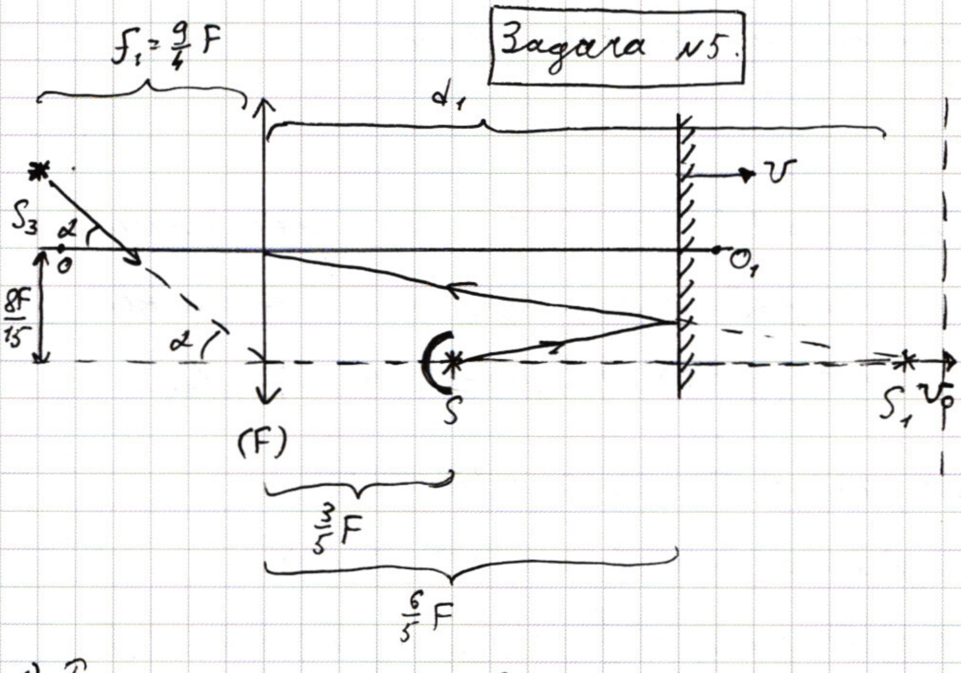
3) Если U_2 – уст. режим, то т.к. $I=CU_2'\overset{=0}{}=0\rightarrow I$ в цепи равно $0\Rightarrow$ $\Rightarrow U_L=LI'\overset{=0}{}=0$ и $U_D=0$ (из его ВАХ) $\Rightarrow$ по 2ЗК: $\boxed{U_2=\varepsilon}$.

Ответ: 1) $I'=\frac{U_1-\varepsilon}{L}\approx 7{,}5\ \frac{A}{c}$

2) $I=\sqrt{\frac{C}{L}\left[(\varepsilon-U_1)^2-U_0^2\right]}\approx 10\sqrt{2}\cdot10^{-3}\,A.$

3) $U_2=\varepsilon=6\,B.$

Задача №5.



Изображение будет находиться на том же расстоянии до зеркала, что и сам предмет.

1) Расстояние от предмета до зеркала из рисунка $\frac{6}{5}F-\frac{3}{5}F=\frac{3}{5}F$.
Тогда расстояние от изображения до линзы $d_1=\frac{6}{5}F+\frac{3}{5}F=\frac{9}{5}F$
По ходу лучей видно, что изображение для линзы – действ. предмет $\Rightarrow$ $\frac{1}{F}=\frac{1}{d_1}+\frac{1}{f_1}$, где f_1 – расст. от линзы до изображения.
$\frac{1}{F}=\frac{1}{\frac{9F}{5}}+\frac{1}{f_1}\Rightarrow\frac{1}{f_1}=\frac{9}{9F}-\frac{5}{9F}=\frac{1}{f_1}\Rightarrow\boxed{f_1=\frac{9}{4}F}$.

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

2) Скорость S отн. зеркала $v_{отн} = v \Rightarrow$ скорость изображения $v'_{отн} = v$ (отн. зеркала изобр. и предмет движутся с равной скоростью.

Тогда $v_0 = v'_{отн} + v_{отн} = 2v$ – скорость S_1 отн. земли $\Rightarrow$ относительно линзы.

S_1 будет двигаться от линзы, а продолжение скоростей изображения и S_3 будут сходиться в одной точке на линзе.

$\Gamma = \frac{f_1}{d_1} = \frac{\frac{9}{4}F}{\frac{9}{5}F} = \frac{9 \cdot 5}{4 \cdot 9} = \frac{5}{4} \Rightarrow$ высота от OO_1 до S_3 (h_1) отн. к высоте от OO_1 до S след. образом $\Gamma = \frac{h_1}{\frac{8}{15}F} \Rightarrow h_1 = \Gamma \cdot \frac{8}{15}F = \frac{5}{4} \cdot \frac{8}{15}F = \frac{2}{3}F$.

Замечу, что $tg\alpha = \frac{\frac{8}{15}F + \frac{2}{3}F}{\frac{9}{4}F} = \frac{(8+10) \cdot 4}{15 \cdot 9} = \boxed{\frac{8}{15}}$

3) Известно, что скорости вдоль OO_1 предмета и изобр. относятся как $u_x = \Gamma^2 \cdot v_0$, где u_x – скорость изображения.

Отсюда $u_x = \frac{25}{16} \cdot 2v = \boxed{\frac{25}{8} v}$ – ~~поперечная~~ скорость ~~u~~ изобр. вдоль OO_1.

Замечу по рисунку, что u (полная скорость изобр.) выражается как $u = \frac{u_x}{\cos\alpha}$; $tg^2\alpha = \frac{1}{\cos^2\alpha} - 1 \Rightarrow \frac{1}{\cos^2\alpha} = tg^2\alpha + 1 = \frac{64}{225} + \frac{225}{225} = \left(\frac{17}{15}\right)^2 \Rightarrow$

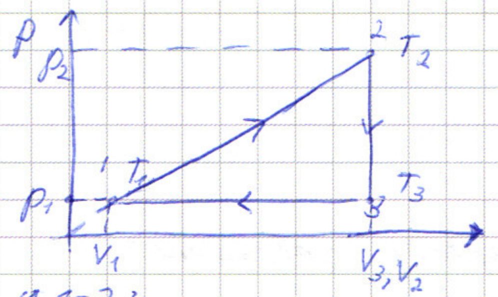
$\Rightarrow \cos\alpha = \frac{15}{17} \Rightarrow u = \frac{u_x}{15} \cdot 17 = \frac{25 \cdot 17}{15 \cdot 8} \cdot v = \boxed{\frac{85}{24} v}$

<u>Ответ:</u> 1) $f_1 = \frac{9}{4}F$

2) $tg\alpha = \frac{8}{15}$

3) $u = \frac{85}{24}v$

Задача №2.



1) Из формулы Менделеева-Клапейрона ясно, что T понижается на участке 2-3 и 1-3;

$Q_{23} = \nu C_{23}(T_3-T_2) = \frac{3}{2}\nu R(T_3-T_2) + A_г^{=0} \Rightarrow C_{23} = \frac{3}{2}R$;

$Q_{31} = \nu C_{31}(T_1-T_3) = \frac{3}{2}\nu R(T_1-T_3) + p_1(V_1-V_3) = \frac{3}{2}\nu R(T_1-T_3) + \nu R(T_1-T_3) =$

$= \frac{5}{2}\nu R(T_1-T_3) \Rightarrow C_{23} = \frac{5}{2}R$; $(p_1V_1=\nu RT_1;\ p_1V_3=\nu RT_3)$

Тогда $\frac{C_{31}}{C_{23}} = \frac{\frac{3}{2}R}{\frac{5}{2}R} = \boxed{\frac{3}{5}}$.

2) $\Delta U_{12} = \frac{3}{2}\nu R(T_2-T_1)$; $A_г = \frac{p_1+p_2}{2}(V_2-V_1)$ — площадь под графиком.

Кроме того, для этого процесса $p=\alpha V \Rightarrow \frac{p_1}{p_2} = \frac{\alpha V_1}{\alpha V_2} \Rightarrow p_1V_2 = p_2V_1$; $\Rightarrow$

$\Rightarrow A_г = \frac{1}{2}(p_1V_2 - p_1V_1 + p_2V_2 - p_2V_1) \Rightarrow A_г = \frac{1}{2}(p_2V_2 - p_1V_1) = \frac{1}{2}\nu R(T_2-T_1)$

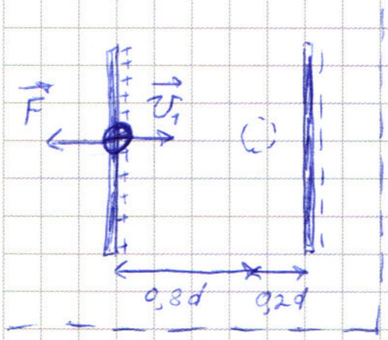
$(p_2V_2 = \nu RT_2;\ p_1V_1 = \nu RT_1)$.

Тогда $\frac{\Delta U_{12}}{A_г} = \frac{\frac{3}{2}\nu R\Delta T}{\frac{1}{2}\nu R\Delta T} = \boxed{3}$.

<u>Ответ:</u> 1) $\frac{C_{31}}{C_{23}} = \frac{3}{5}$

2) $\frac{\Delta U_{12}}{A_{12}} = 3$

Задача №3.



1) По условию на оси симметрии поле однородно $\Rightarrow E = \frac{U}{d}$ на протяжении всего пути заряда; $F = Eq = \frac{Uq}{d}$;

По 2ЗН: $F = ma$; $a = \frac{v_н^2 - v_к^2}{2S}$; $(v_н = v_1;\ v_к = 0)$

$a = \frac{v_1^2}{2S}$; $S = 0{,}8d \Rightarrow a = \frac{v_1^2}{1{,}6d} = \frac{5}{8}\cdot\frac{v_1^2}{d}$;

Из 2ЗН получаю: $\frac{Uq}{d} = m\cdot\frac{5}{8}\cdot\frac{v_1^2}{d} \Rightarrow \boxed{\frac{|q|}{m} = \frac{5}{8}\cdot\frac{v_1^2}{U}} = 8$

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

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

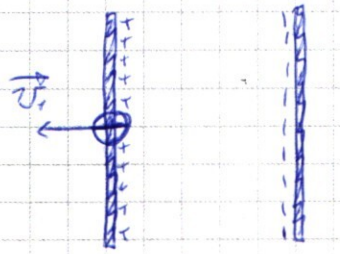
ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

2) Известно, что $v = v_0 + at$. Замечу, что движения до остановки и обратно симметричны $\Rightarrow T = 2t$, где t – время движения от начала до остановки.

$v_к = v_1 - at$; $v_к = 0$; $\Rightarrow v_1 = at$; $a = \frac{v_1^2}{2S} \Rightarrow t = \frac{v_1}{a} = \frac{v_1}{v_1^2}\cdot 2S =$
$= \frac{1}{v_1}\cdot 1{,}6d = \frac{8}{5}\cdot\frac{d}{v_1}$;

$T = 2t = \boxed{\frac{16}{5}\cdot\frac{d}{v_1}}$

3) Рассмотрю момент, когда заряд пересекает левую пластинку, двигаясь от правой:



Как я выяснил, движение симметричное $\Rightarrow$ $\Rightarrow$ частица вылетит с той же скоростью, с какой влетела.

В этом момент потенциальные энергии частицы: $W_1 = qE_\ominus \cancel{d}\, l_1 + qE_\oplus l_2$; $E_\ominus$ – напряженность от правой пластины ($-q$), а $E_\oplus$ – от левой (+); l_2 – расстояние от частицы до левой пластины, $l_2 = 0$; l_1 – до правой и $l_1 = d$;

тогда $W_1 = qE_\ominus d = q\frac{E}{2}d$ ($E = E_\ominus + E_\oplus$, а $E_\ominus = E_\oplus$ из ЗСЭ).

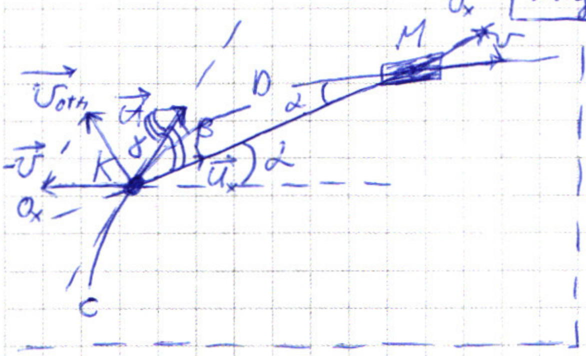
Тогда по ЗСЭ: $\frac{mv_1^2}{2} + q\frac{E}{2}d = \frac{mv_0^2}{2} + W_2$, а $W_2 = 0$, т.к. находится на бесконечности. $\frac{E}{2} = \frac{U}{2d} \Rightarrow q\frac{E}{2}d = q\frac{U}{2d}d = \frac{qU}{2}$

$mv_1^2 + qU = mv_0^2 \mid : m \Rightarrow v_1^2 + \frac{q}{m}U = v_0^2$, подставлю $\frac{q}{m} = \frac{5}{8}\cdot\frac{v_1^2}{U}$:

$v_1^2 + \frac{5}{8}\cdot\frac{v_1^2}{\cancel{U}}\cancel{U} = v_0^2 \Rightarrow v_0^2 = \frac{13}{8}v_1^2 \Rightarrow \boxed{v_0 = \sqrt{\frac{13}{8}}\cdot v_1}$

Ответ: 1) $\gamma = \frac{5}{8}\cdot\frac{v_1^2}{U}$; 2) $T = \frac{16}{5}\frac{d}{v_1}$; 3) $v_0 = \sqrt{\frac{13}{8}}\cdot v_1$.

Задача №1.



1) u – скорость K в этот момент.

В силу ~~нерастяжимости~~ постоянной длинны троса, проекции скоростей M и K на ось троса должны быть равны.

$\vec u$ направлена по касательной к дуге CD.

$$v_x = u_x \Leftrightarrow u\cdot\cos\beta = v\cdot\cos\alpha \Rightarrow u = \frac{v\cos\alpha}{\cos\beta} = v\cdot\frac{4\cdot17}{5\cdot\cancel{8}_2} = \boxed{1{,}7v} \approx 3{,}4\ \frac{м}{с}.$$

2) $\vec v_{отн} = \vec u + (-\vec v)$ – относительная скорость K (отн. M).

Замечу, что $\angle\gamma = \beta+\alpha$ (как накрестлежащие).

По теореме косинусов:

$$v_{отн}^2 = u^2 + v^2 - 2u\cdot v\cdot\cos\gamma = \left(\frac{17}{10}\right)^2 v^2 + v^2 - \frac{\cancel{34}^{17}}{\cancel{10}_5}v^2\cdot\cos(\alpha+\beta);$$

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

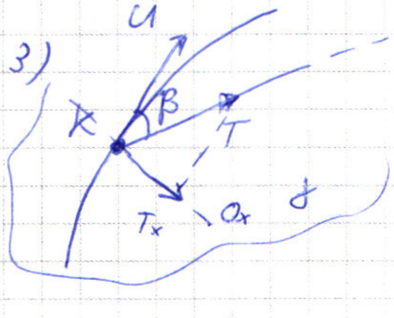
$$\sin\alpha = \sqrt{1-\cos^2\alpha} = \sqrt{\frac{25-16}{25}} = \frac{3}{5};\quad \sin\beta = \sqrt{\frac{289-64}{289}} = \frac{15}{17};$$

$$\cos(\alpha+\beta) = \frac{8}{17}\cdot\frac{4}{5} - \frac{15}{17}\cdot\frac{3}{5} = \frac{32-45}{85} = -\frac{13}{85} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow v_{отн}^2 = \frac{289+100}{100}v^2 + \frac{13}{\cancel{85}_5}\cdot\frac{\cancel{17}}{5}v^2 = \frac{389}{100}v^2 + \frac{4\cdot13}{100}v^2 = \frac{389+52}{100}v^2 = \frac{441}{100}v^2 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow v_{отн} = \sqrt{u^2+v^2-2uv\cos(\alpha+\beta)} = \frac{21}{10}v = \boxed{2{,}1v} \approx 4{,}2\ \frac{м}{с}$$

3)



На K в плоскости γ в проекции на O_x действует сила T_x, а по 2ЗН:

$$T_x = ma_ц;\quad a_ц = \frac{u^2}{R};\quad u = \frac{17}{10}v \Rightarrow u^2 = \frac{289}{100}v^2$$

$$T_x = \sin\beta\cdot T \Rightarrow T\cdot\sin\beta = \frac{mu^2}{R} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow T = \frac{mu^2}{R\sin\beta} = \frac{289}{100}\cdot\frac{mv^2}{R\sin\beta} \approx \frac{289}{\cancel{100}_{25}}\cdot\frac{\cancel{3{,}4}\cdot\cancel{4}\cdot17}{19\cdot15} = \frac{289\cdot68}{25\cdot15\cdot19}\ Н.$$

Ответ: 1) $u = 1{,}7v \approx 3{,}4\ \frac{м}{с}$

2) $v_{отн} = 2{,}1v \approx 4{,}2\ \frac{м}{с}$

3) $T = \frac{289}{100}\cdot\frac{mv^2}{R\cdot\sin\beta}$

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

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

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

№2. ~~69~~ ~~9+~~ 10

1)

$\frac{V}{T}$ и $\frac{P}{T}$

~~$\nu C \Delta T =$~~

2-3: V=const

$Q_{23} = \Delta U_{23} \Leftrightarrow \nu C_{23}(T_3 - T_2) = \frac{3}{2}\nu R(T_3 - T_2)$

3-1: p=const ; $Q_{31} = \Delta U + A_г$

$\nu C_{31}(T_1 - T_3) = \frac{3}{2}\nu R(T_1 - T_3) + p(V_3 - V_1) \Rightarrow \nu C_{31}(T_1 - T_3) = \frac{3}{2}\nu R(T_1 - T_3) + \nu R(T_1 - T_3)$

$\cancel{\nu} C_{31} \cancel{\Delta T} = \frac{5}{2}\cancel{\Delta T}\cancel{\nu}R \Rightarrow C_{31} = \frac{5}{2}R$; $C_{23} = \frac{3}{2}R$

~~$\frac{C_{31}}{C_{23}}$~~ $\frac{C_{23}}{C_{31}} = \frac{\frac{3}{2}}{\frac{5}{2}} = \boxed{\frac{3}{5}}$

2) $Q_{12} = \frac{3}{2}\nu R(T_2 - T_1) + \frac{p_1 + p_2}{2}(V_2 - V_1)$; ~~$\frac{p_1V_2 - p_1V_1 + p_2V_2 - p_2V_1}{2}$~~ $= \frac{1}{2}(p_2V_2 - p_1V_1)$

$\Delta U = \frac{3}{2}\nu R(T_2 - T_1)$; $A_г = \frac{1}{2}\nu R(T_2 - T_1) \Rightarrow \frac{\Delta U}{A_г} = \frac{\frac{3}{2}}{\frac{1}{2}} = \frac{3}{2}\cdot\frac{2}{1} = \boxed{3}$

3) $\eta = \frac{A_г}{Q_{12}}$; $Q_{12} = \frac{3}{2}\nu R(T_2 - T_1) + \frac{1}{2}\nu R(T_2 - T_1) = 2\nu R(T_2 - T_1)$.

$A_г = (p_2 - p_1)\cdot(V_3 - V_1)\cdot\frac{1}{2} = \frac{1}{2}(p_2V_3 - p_2V_1 - p_1V_3 + p_1V_1)\cdot\frac{1}{2}$.

$p_2V_3 = p_2V_2$

~~$p_1V_2 - p_2V_1$~~ $(p_2 - p_1)\cdot(V_2 - V_1)$

$(p_2V_2 - p_2V_1 - p_1V_2 + p_1V_1)\frac{1}{2}$

~~$\frac{p_1}{p_2} = \frac{V_1}{V_2}$~~ $A_{12} = \frac{1}{2}(p_2V_2 - p_1V_1) = \frac{1}{2}(T_2 - T_1)\nu R$.

$A_{31} = p_1(V_2 - V_1) = p_1V_2 - p_1V_1 = p_1V_2 - \nu RT_1$;

$\frac{p_1}{p_2} = \frac{V_1}{V_2} \Rightarrow V_2 = \frac{V_1 p_2}{p_1}$

$9\frac{5\cdot 7}{+\frac{1}{9}}$

$\frac{684}{5+\frac{1}{4}}\cdot 10$

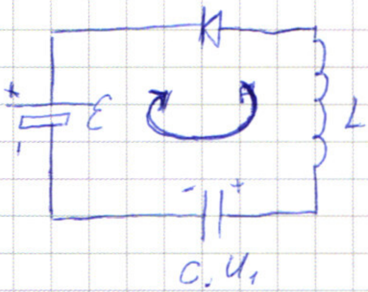
$-24+81-36 \cdot \frac{87}{6}\cdot 10^{-8} = 150\cdot 10^{-8}$;

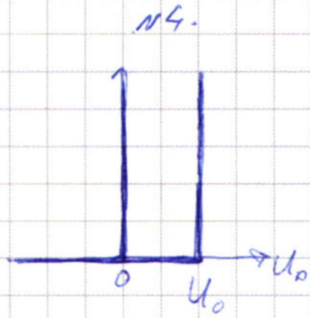
$12\cdot(-2)+87-36 \cdot \frac{10^{-4}}{10^{-5}}$

$2\cdot 6\cdot 10^{-2}(11+6\cdot 9)+\frac{1}{2}10^{-8}\cdot 87 - 10^{-2}\cdot 69$

№4.

$10\,\mu F$
$100\,\mu F$



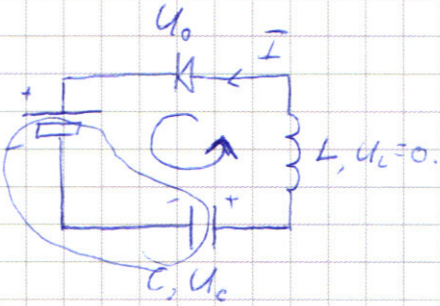


$U_L + U_1 = \mathcal{E}$

$LI' = \mathcal{E} - U_1$

$\boxed{I' = \frac{\mathcal{E} - U_1}{L}} = \frac{6-9}{0,4} = -\frac{3}{0,4} = -\frac{30}{4} = \boxed{-7,5\frac{A}{c}}$

$I_{max} \Rightarrow U_L = 0$; $\cancel{U_c}$ $I_c = CU_c'$



$U_L - U_1 = -\mathcal{E}$

$I_L' = \frac{U_1 - \mathcal{E}}{L} = \frac{9-6}{0,4} = \frac{30}{4} = \frac{15}{2} = 7,5\ \frac{A}{c}$.

$U_0 + U_c = -\mathcal{E} \Rightarrow U_c = U_0 + \mathcal{E}$ $\cancel{U_c = -\mathcal{E} - U_0}$

$U_{c\,max} \to I = 0$ $U_c = U_0 + \mathcal{E}$; $A_\mathcal{E} = q\mathcal{E} = \Delta W = W_2 - W_1 = W$

$q_1 = CU_1$; $q_2 = CU_c$; $U_c = 7В \Rightarrow q_2 < q_1$. $q_1 = 9C$; $q_2 = 7C$

$A_\mathcal{E} = -(q_1 - q_2)\mathcal{E} = \frac{CU_c^2}{2} - \frac{CU_1^2}{2} + \frac{I_{max}^2 L}{2} - 0$.

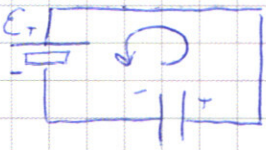
$\cancel{Q = W_1 - W_2}$ $A_\mathcal{E} = \mathcal{E}(q_2 - q_1) = \frac{C(U_0+\mathcal{E})^2}{2} - \frac{CU_1^2}{2} + \frac{L \cdot I^2}{2} = \mathcal{E}(CU_c - CU_1)$

$LI^2 = 2\mathcal{E}(CU_c - CU_1) + CU_1^2 - C(U_0+\mathcal{E})^2 = 2\mathcal{E}CU_c - 2\mathcal{E}CU_1 + CU_1^2 - CU_0^2 - \mathcal{E}^2 - 2CU_0\mathcal{E}$

3) $t_{уст} \to U_L = 0$; $I_L = 0$; $\cancel{U_c}$ $I_L = CU_c'$ $-24 + 32 = 0,2 \cdot 10^6 I^2$ $\frac{12}{0,2 \cdot 10^{-6}} = I^2$

$A_\mathcal{E} = \mathcal{E}\Delta q$; $q_1 = CU_1$; $q_2 = CU_2$ $U_1 = \frac{3}{2}\mathcal{E}$. $\frac{120}{2} \cdot 10^6 = I^2$

$60 \cdot 10^6 = I^2$



U_2, C

$+U_2 = -\mathcal{E} \Rightarrow U_2 = \mathcal{E}$. $-24 - 49 + 81 = 0,2 \cdot 10^6 I^2$

$q_2 = C\mathcal{E}$; $q_1 = C\frac{3}{2}\mathcal{E}$

$q_1 = \frac{3}{2}C\mathcal{E}$; $q_2 = C\mathcal{E}$, $A\mathcal{E} = (C\mathcal{E} - \frac{3}{2}C\mathcal{E})\mathcal{E} = -\frac{C\mathcal{E}^2}{2}$

$\cancel{A_\mathcal{E} = \Delta W = W_2 - W_1 = \frac{C\mathcal{E}^2}{2}}$ $\cancel{I_L' = 0}$ $U_L = LI'$; $\cancel{U_c = \mathcal{E}}$ $I_c = CU'$ $\Rightarrow I_c = 0 \Rightarrow U_L = 0$.

$\cancel{2\mathcal{E}CU_0} + 2C\mathcal{E}^2 - 2\mathcal{E}U_1C + CU_1^2 - C\mathcal{E}^2 - CU_0^2 - \cancel{2\mathcal{E}CU_0}$

$C\mathcal{E}^2 + CU_1^2 - CU_0^2 - 2C \cdot \mathcal{E}U_1 \Rightarrow C(\mathcal{E}^2 - 2\mathcal{E}U_1 + U_1)^2 - CU_0^2$

$\frac{C(\mathcal{E} - U_1)^2 - CU_0^2}{L}$ $-12\ \cancel{10^{-6}} = \frac{49}{2} - \frac{81}{2} + \frac{0,4}{2 \cdot 10^{-6}} I^2$

$\cancel{6(10^{-6}}$ $6 \cdot 10^{-6}(\cancel{4}1 + 6 - 9) = \frac{10^{-6} \cdot 49}{2} - \frac{10^{-6} \cdot 81}{2} + \frac{0,4}{2} \cdot I^2$

☑ черновик ☐ чистовик Страница №__
(Поставьте галочку в нужном поле) (Нумеровать только чистовики)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$\frac{10^{-5}}{0,4} \cdot \frac{2\cdot 6\cdot(-2)+81-49}{1} = \frac{-24+81-49}{0,4} \cdot 10^{-5}$ $\quad \frac{8}{0,4}\cdot 10^{-5} = \frac{80}{4}\cdot 10^{-5} = 20\cdot 10^{-5}$

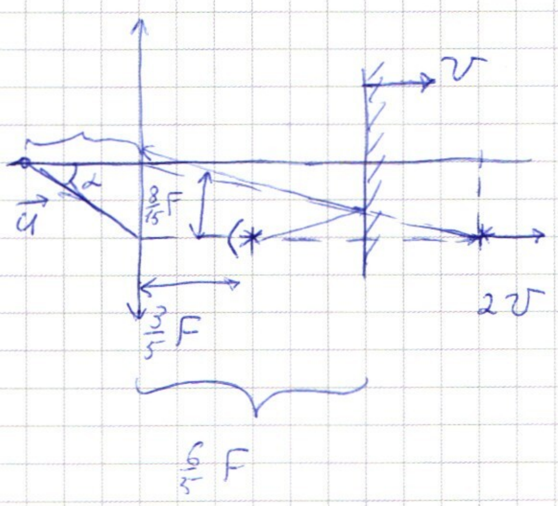
$\sqrt{200\cdot 10^{-6}} = 10\sqrt{2}\cdot 10^{-3}$

$2\cdot 6\cdot 10^{-5}(7-9) = 10^{-5}\cdot 49 - 10^{-5}\cdot 81 + 0,4\cdot I^2$

$-24-49+81 = \frac{0,4}{10^{-5}} I^2 \Rightarrow \frac{8}{0,4}\cdot 10^{-5} \cancel{= I^2 = 200\cdot 10^{-5}}$

№5.

$\begin{array}{r} \times 17 \\ 5 \\ \hline 85 \end{array}$



$\frac{6}{5}F - \frac{3}{5}F = \frac{3}{5}F = p$

$\left(\frac{6}{5}+\frac{3}{5}\right)F = \frac{9}{5}F$

$\frac{1}{F} = \frac{5}{9F} + \frac{1}{f_1} \Rightarrow \frac{1}{f_1} = \frac{4}{9F} \Rightarrow \boxed{f_1 = \frac{9}{4}F}$

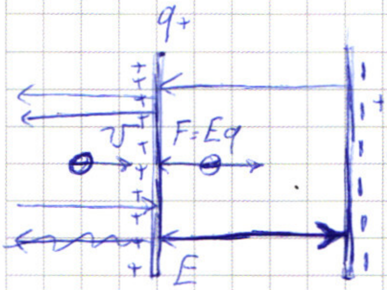
$tg^2\alpha = \frac{\sin^2\alpha}{\cos^2\alpha} \Rightarrow \frac{1}{tg^2\alpha} = \frac{1-\sin^2\alpha}{\sin^2\alpha} = \frac{1}{\sin^2\alpha} - 1$ $\quad tg^2\alpha = \frac{1}{\cos^2\alpha} - 1$

$\frac{225}{64} = \frac{1}{x^2} - 1 \Rightarrow \frac{1}{x^2} = \frac{289}{64} \Rightarrow x = \frac{8}{17}$ $\quad \frac{\cancel{64}}{\cancel{225}} = \frac{1}{\cos^2\alpha} + 1$

$\cancel{\frac{289}{225}}$ $\quad \frac{289-64}{289} = \frac{225}{289} = \frac{15}{17}$ $\quad \frac{289-64}{289} = \frac{15}{17}$

$tg^2\alpha = \frac{1}{\cos^2\alpha} - 1 \Rightarrow \frac{64}{225} = \frac{1}{\cos^2\alpha}$

№3.



$E_1 = \frac{U}{2d}$

$W_1 = q \cdot \frac{U}{2d} \cdot d$

$W_1 = q \cdot \frac{U}{2}$

$U,\ d,\ v_1$

$F = Eq$ $\quad U = Ed \Rightarrow E = \frac{U}{d}$

$F = \frac{Uq}{d}$ $\quad F = ma \Rightarrow ma = \frac{Uq}{d}$

$W_1 = qEd$

$W_1 = \frac{q^2 k}{d}$

$a = \frac{v_k^2 - v_н^2}{2S} = \frac{v_н^2}{2S}$; $S = d - 0{,}2d = 0{,}8d$ $\quad \frac{16}{10} = \frac{8}{5}$

$a = \frac{v_1^2}{1{,}6d}$; $\quad m\frac{v_1^2}{1{,}6\cancel{d}} = \frac{Uq}{\cancel{d}} \Rightarrow \frac{m}{q} \cdot \frac{v_1^2 \cdot 5}{8} = U$.

$\frac{mv_1^2}{2} + q\frac{U}{2} = \frac{mv_0^2}{2}$

$\frac{q}{m} = \frac{8}{5v_1^2} = \frac{1}{U} \Rightarrow \frac{q}{m} = \frac{5v_1^2}{8U}$ $\quad E = \frac{U}{d}$ $\quad F = \frac{Uq}{d}$

$m\frac{v_1^2}{\frac{8}{5}\cancel{d}} = \frac{Uq}{\cancel{d}} \Rightarrow \boxed{\frac{q}{m} = \frac{5v_1^2}{8U}}$

$mv_1^2 + qU = mv_0^2$

$v_1^2 + \frac{q}{m}U = v_0^2$

$\cancel{ma = \frac{Uq}{d}}$; $S = v_1 t - \frac{at^2}{2}$

$\cancel{v_0}$ $\frac{q}{m}U = \frac{5}{8}v_1^2$

$\frac{at^2}{2} = 0{,}8d$; $at^2 = 1{,}6d \Rightarrow t^2 = \frac{8d}{5a} \Rightarrow t = \sqrt{\frac{8d}{5a}}$;

$v_0^2 = v_1^2 + \frac{5}{8}v_1^2$

$\frac{\frac{\mu}{c}}{\frac{\mu}{c^2}} = \frac{c^2}{c} = c$

$a = \frac{v_1^2}{1{,}6d}$; $\quad v_k = v_1 - at \Rightarrow v_1 = at \Rightarrow t = \frac{v_1}{a}$

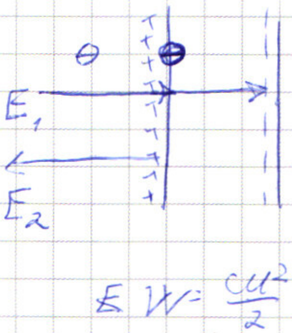
$t = \frac{v_1}{v_1^2} \cdot 1{,}6d = \frac{1{,}6d}{v_1} = \frac{8}{5}\frac{d}{v_1}$ $\quad \frac{\mu}{\frac{\mu}{c}}$

$v_0^2 = \frac{13}{8}v_1^2$

$\cancel{W = qEd}$ $\cancel{E_1}$ $\quad W = qEd$; $\quad W_1 = q\frac{E}{2}d$

$v_0^2 = 2v\sqrt{\frac{13}{2}}$

$\frac{mv_1^2}{2} + q\frac{E}{2}d = \frac{mv_0^2}{2}$



$W_1 = qEd = \frac{kq^2}{}$; $E_1 = \frac{U}{d}$;

$E = \frac{U}{2d}$; $W = qEd = q\frac{U}{2} = \frac{Uq}{2}$; $A = \frac{U}{q}$

$E_1 = \frac{q_1}{2\varepsilon_0 S}$; $E_2 = \frac{q_2}{2\varepsilon_0 S}$

$W = \frac{CU^2}{2}$ $\quad T\cos\beta = ma_t$

☐ черновик ☐ чистовик Страница №__

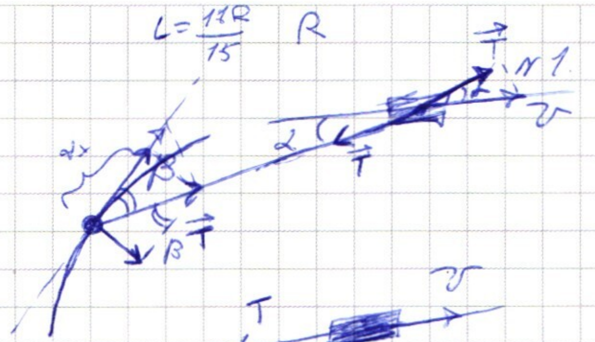
(Поставьте галочку в нужном поле) (Нумеровать только чистовики)

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

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

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

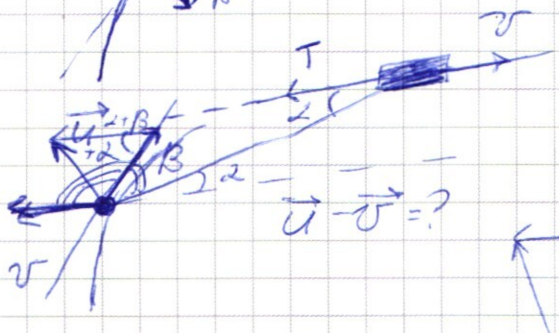
$L = \frac{11R}{15}$ R



$v \cdot \cos\alpha = u \cdot \cos\beta$

$u = v \cdot \frac{\cos\alpha}{\cos\beta} = \cancel{v \cdot \frac{28}{17} \cdot \frac{5}{4} = \frac{10}{17} v}$

$u = v \cdot \frac{4}{5} \cdot \frac{17}{8} = \frac{17}{10} = 1{,}7 v$



$\vec{u} - \vec{v} = ?$

$\boxed{\cancel{R} \to v} \to u$

$R \to v$

$\vec{u} + (-\vec{v})$

$68 \cdot 4 = 352$; $21 \cdot 21 = 441$; $389 - 352 = 37$; $34 \cdot 13 = 452$; $13 \cdot 4 = 52$; $389 + 52 = 441$

$u' = u^2 + v^2 - 2uv \cdot \cos\alpha = \frac{17^2}{100} \cdot v^2 + v^2 - 2 \cdot \frac{17}{10} \cdot v^2 \cdot \frac{4}{5}$

$u'^2 = \frac{289}{100} v^2 + v^2 - \frac{68}{25} v^2 = \frac{289 + 100 - 68 \cdot 4}{100} \cdot v^2 = \frac{37}{100} v^2$

$\cancel{u' = \frac{\sqrt{37}}{10} v}$. $\sin\alpha = \frac{3}{5}$; $\sin\beta = \sqrt{\frac{289-64}{289}} = \frac{15}{17}$

$u' = \sqrt{u^2 + v^2 - 2uv \cdot \cos(\alpha + \beta)}$; $\frac{289}{100} v^2 + \frac{100 v^2}{100} - \frac{34}{10} v^2 \cdot (\cos\alpha\cos\beta - \sin\alpha\sin\beta)$

$\frac{8}{17} \cdot \frac{4}{5} - \frac{15}{17} \cdot \frac{3}{5} = \frac{32}{85} - \frac{45}{85} = -\frac{13}{85}$ $85 = 5 \cdot 17$

$\frac{389}{100} v^2 + \frac{34}{10} \cdot \frac{13}{85} v^2 = \frac{389}{100} v^2 + \frac{13}{25} v^2 = \left(\frac{21}{10} v\right)^2 \Rightarrow \boxed{u = \frac{21}{10} v}$

$u =$

$L = \frac{17 \cdot 19}{15 \cdot 10}$

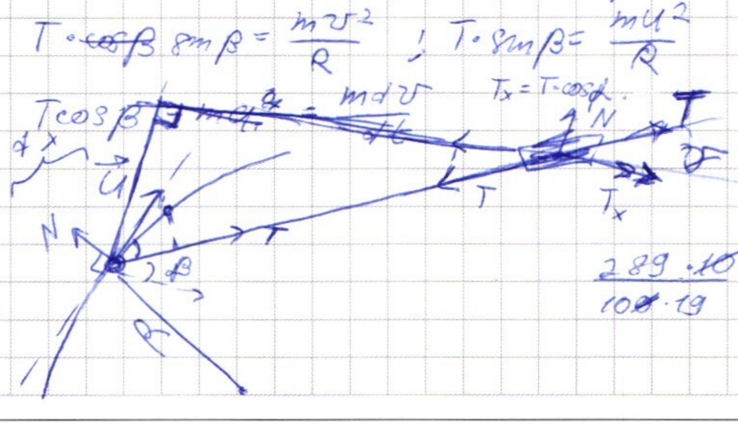
Сдвинем на dx:

$T = \cancel{9{,}4 \cdot 2}$

$\cancel{T\cos\beta \cdot dx}$ $L = \frac{dx}{\cos\beta}$; $T \cdot \frac{dx}{\cos\beta} =$

$T \cdot \cancel{\cos\beta} \sin\beta = \frac{mv^2}{R}$; $T \cdot \sin\beta = \frac{mu^2}{R}$

$\frac{mu^2}{R} = a_y$



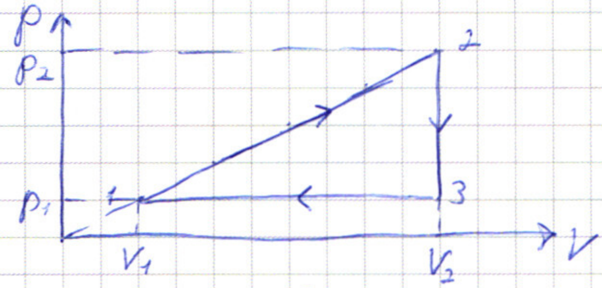
$T\sin\beta = \frac{mv^2}{R}$

$T = \frac{mu^2}{R\sin\beta} = \frac{\cancel{0{,}1} \cdot u \; 289 \cdot 2 \cdot 5}{100 \cdot 1{,}9 \cdot 5}$

$\frac{289 \cdot 10}{100 \cdot 19} = \frac{289}{190}$ Н

☑ черновик ☐ чистовик (Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №__ (Нумеровать только чистовики)



$$\eta = \frac{A_\Gamma}{Q_{12}}$$

$A_\Gamma = A_{12} + A_{13}$

$Q_{12} =$

$\cancel{\eta = \frac{Q_{12} - Q_{23} - Q_{31}}{Q_{12}}}$

$Q_{12} = \frac{3}{2}\nu R(T_2 - T_1) + \frac{1}{2}\nu R(T_2 - T_1) = 2\nu R(T_2 - T_1) = 2(p_2 V_2 - p_1 V_1)$

$A_\Gamma = A_{12} = \frac{1}{2}(p_2 V_2 - p_1 V_1) + p_1(V_2 - V_1).$

$Q_{31} = \frac{3}{2}\nu R(T_1 - T_3) = \cancel{\frac{3}{2}(p_1 V_2 - p_1 V_1 - p_1 V_3)} =$

$Q_{31} = \frac{3}{2}\nu R(T_1 - T_3) = \frac{3}{2}(\nu R T_1 - \nu R T_3) = \frac{3}{2}(p_1 V_1 - p_1 V_2).$

$\cancel{Q_{31}}\ Q_{31} = \frac{3}{2}\cancel{\nu R}(p_1 V_1 - p_1 V_2) + p_1(V_1 - V_2) = \frac{3}{2}p_1(V_1 - V_2) + p_1(V_1 - V_2) = \frac{5}{2}p_1(V_1 - V_2)$

$\cancel{Q_{23} = \frac{3}{2}(p_2 V_2 - p_1 V_2) = \frac{3}{2}V_2(p_2 - p_1)}$. $Q_{23} = \frac{3}{2}V_2(p_1 - p_2)$

$Q_{12} = \frac{3}{2}(p_2 V_2 - p_1 V_1) + \frac{1}{2}(p_2 V_2 - p_1 V_1) = 2(p_2 V_2 - p_1 V_1).$

$Q_{12} + Q_{23} + Q_{31} = A_\Gamma = \cancel{2p_2 V_2} - \cancel{2p_1 V_1} + \frac{3}{2}p_1 V_2 - \cancel{\frac{3}{2}p_2 V_2} + \cancel{\frac{5}{2}p_1 V_1} - \frac{5}{2}p_1 V_2 =$

$= \frac{1}{2}p_2 V_2 + \frac{1}{2}p_1 V_1 - p_1 V_2$

$Q_{12} = \frac{3}{2}(p_2 V_2 - p_1 V_1) + \frac{1}{2}(p_2 V_2 - p_1 V_1) = 2(p_2 V_2 - p_1 V_1).$

$\frac{p_1}{p_2} = \frac{V_1}{V_2} \Rightarrow V_2 = \frac{V_1 p_2}{p_1}$

$\frac{3}{2}(p_2 V_2 - p_1 V_1) + \frac{3}{2}(p_1 V_2 - p_2 V_2) + \frac{3}{2}(p_1 V_1 - p_1 V_2) = 0.$

$\cancel{p_2 V_2} - \cancel{p_1 V_1} + \cancel{p_1 V_2} - \cancel{p_2 V_2} + \cancel{p_1 V_1} - \cancel{p_1 V_2} = 0.$