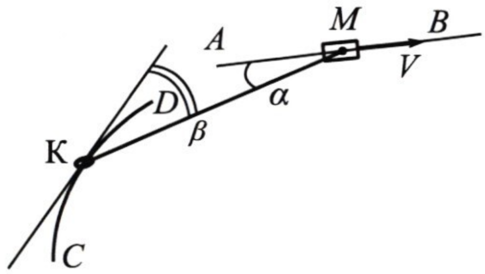
Олимпиада «Физтех» по физике, (

Класс 11

Вариант 11-04

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

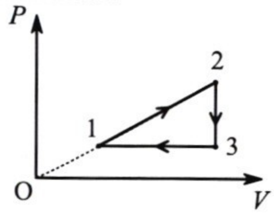
1. Муфту М двигают со скоростью $V = 2$ м/с по горизонтальной направляющей АВ (см. рис.). Кольцо К массой $m = 0,4$ кг может двигаться без трения по проволоке CD в виде дуги окружности радиусом $R = 1,9$ м. Кольцо и муфта связаны легким тросом длиной $l = 17R/15$. Система находится в одной горизонтальной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



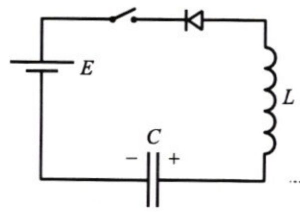
3. Обкладки конденсатора – квадратные металлические сетки, сторона квадрата во много раз больше расстояния d между обкладками. Напряжение на конденсаторе U. Отрицательно заряженная частица движется на большом расстоянии к конденсатору по оси симметрии, перпендикулярно обкладкам, влетает в него со скоростью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

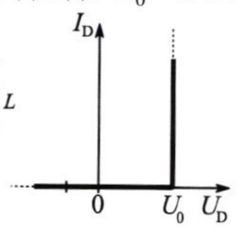
1) Найдите удельный заряд частицы $\gamma = \dfrac{|q|}{m}$.
2) Через какое время T после влета в конденсатор частица вылетит из него?
3) Найдите скорость V_0 частицы на бесконечно большом расстоянии от конденсатора.

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.

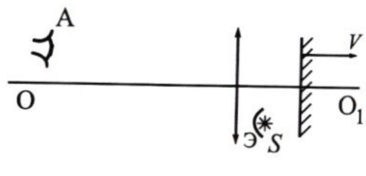
1) Найти скорость возрастания тока сразу после замыкания ключа.
2) Найти максимальный ток после замыкания ключа.
3) Найти установившееся напряжение U_2 на конденсаторе после замыкания ключа.





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.

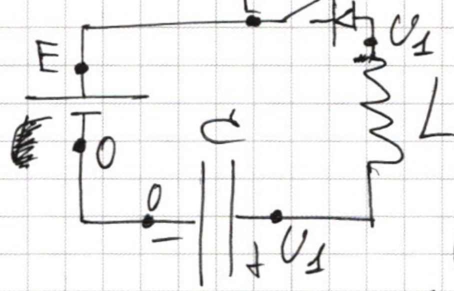
1) На каком расстоянии от плоскости линзы наблюдатель А сможет увидеть в этот момент изображение источника в системе?
2) Под каким углом α к оси OO_1 движется изображение в этот момент? (Найти значение любой тригонометрической функции угла.)
3) Найти скорость изображения в этот момент.



ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

ЗАДАЧА 4

$E = 6В$
$C = 10мкФ$
$U_1 = 9В$
$L = 0,4Гн$
$U_0 = 1В$.

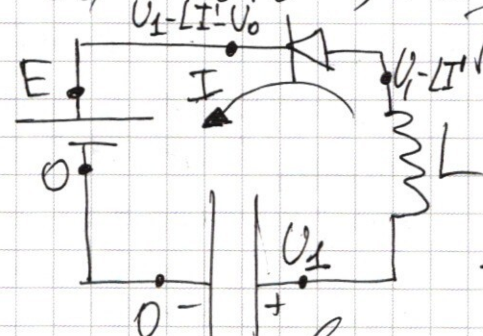


Отметим, какие потенциалы были в ~~точках~~ разных точках до замыкания ключа.

~~Отдельно как ...~~

(Точки на рисунке и значения рядом с ними — это их потенциалы).

1) $I'(0)$-? — скорость возрастания тока сразу после замык. ключа
2) I_m-? (макс. ток)
3) U_2 — установ. напряж. на конденсаторе



Ток идёт от большего потенциала к меньшему ⇒ его направление — против часовой стрелки.

Отметим потенциалы после замыкания ключа.

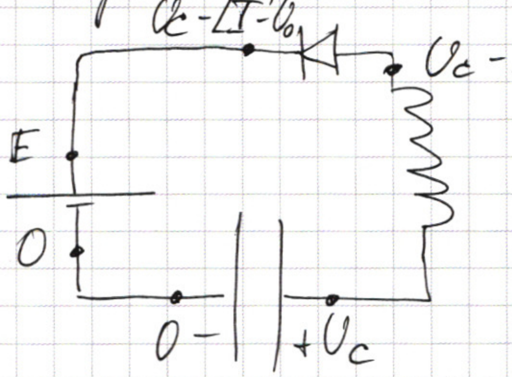
Таким образом, $E = U_1 - LI'(0) - U_0$.

(Напряжение на конденсаторе меняется не скачкообразно. Сразу после замыкания ключа на нём всё ещё U_1)

$$\boxed{I'(0) = \frac{U_1 - E - U_0}{L}} = \frac{9В - 6В - 1В}{0,4Гн} = \frac{2}{0,4} \cdot \frac{В}{\frac{В}{А/с}} =$$

$$= \frac{2}{\frac{4}{10}} \frac{А}{с} = \frac{20}{4} \frac{А}{с} = 5 \frac{А}{с}$$ — ~~Ответ~~ ответ на 1ый вопрос.

В произвольный момент времени:



$E = U_C - LI'(t) - U_0$.

U_C – напряжение на конденсаторе.

При максимальном токе $I'(t) = 0$.

$\Downarrow$

$E = U_C - U_0 \Rightarrow U_C = E + U_0$. Заряд на конденсаторе CU_C.

Запишем закон сохранения энергии:

$W_C(0) + W_L(0) + A_{БАТ} = W_C + W_L$ (1).

$W_C(0), W_L(0)$ – энергия конденсатора и катушки сразу после замыкания ключа.

W_C, W_L – энергия конденсатора и катушки в момент когда ток максимален.

$A_{БАТ}$ – работа батарейки.

(1): $\frac{CU_1^2}{2} + 0 + A_{БАТ} = \frac{CU_C^2}{2} + \frac{LI_m^2}{2}$

(I_m – максимальный ток).

($W_L(0) = 0$ т.к. сразу после замыкания ток через катушку ещё не идёт).

$A_{БАТ} = (CU_1 - CU_C) \cdot \cancel{E} \cdot (-E)$.

~~т~~ Заряд конденсатора изменился с CU_1 на $CU_C \Rightarrow$ ~~т~~ через ЭДС прошёл заряд $(CU_1 - CU_C)$, заряд прошёл с „+" на „–" $\Rightarrow A_{БАТ} < 0$.

$LI_m^2 = CU_1^2 + 2 \cdot (-E \cdot (CU_1 - CU_C)) - CU_C^2$

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

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

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Задача 4 (продолж.)

$$LI_m^2 = CU_1^2 - 2EC(U_1 - U_C) - CU_C^2 =$$
$$= C(U_1 - U_C)(U_1 + U_C) - 2EC(U_1 - U_C) =$$
$$= C(U_1 - U_C)(U_1 + U_C - 2E)$$

$$\boxed{I_m = \sqrt{\frac{C}{L}(U_1 - U_C)(U_1 + U_C - 2E)}} =$$

$$= \sqrt{\frac{C}{L}\cdot(U_1 - E - U_0)(U_1 + E + U_0 - 2E)} =$$

$$= \sqrt{\frac{C}{L}\cdot(U_1 - E - U_0)(U_1 + U_0 - E)} =$$

$$= \sqrt{\frac{10\cdot10^{-6}\,Ф}{0{,}4\,Гн}\cdot\underbrace{(9-6-1)}_{2}В\cdot\underbrace{(9+1-6)}_{4}В} = \sqrt{\frac{10^{-5}}{\frac{4}{10}}\cdot2\cdot4\cdot\frac{Ф}{Гн}\cdot В^2} =$$

$$= \sqrt{\frac{10^{-4}}{1}\cdot2\cdot\frac{Ф}{Гн}\cdot В^2} = \sqrt{2}\cdot10^{-2}\,А \simeq 1{,}4\cdot10^{-2}\,А$$

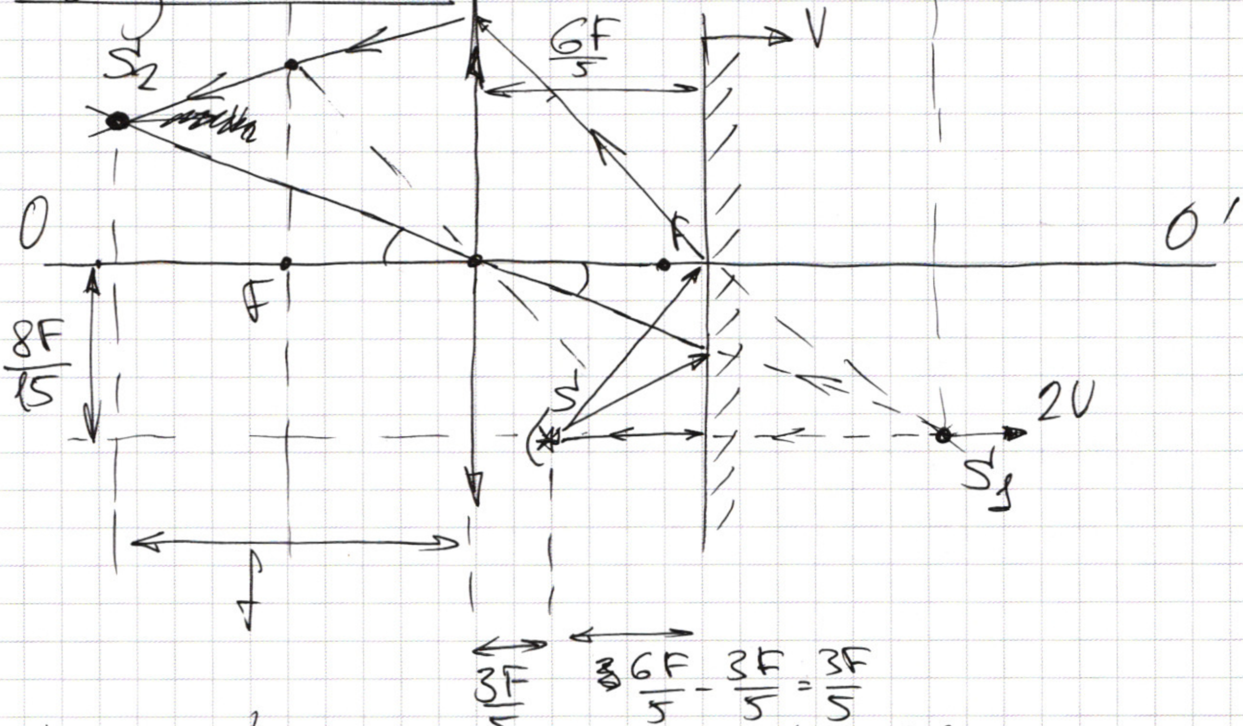
Ответ на 2ой вопрос.

Далее напряжение на конденсаторе $< U_0 \Rightarrow$ ток не идёт $\Rightarrow$

$$\Rightarrow U_2 = U_C = E + U_0 = 6 + 1 = 7\,В$$

Отв.

ЗАДАЧА № 5



S'_1 - изображение S' в зеркале.

От S до зеркала — $\frac{6F}{5} - \frac{3F}{5} = \frac{3F}{5} \Rightarrow$ от зеркала до S_1 тоже $\frac{3F}{5}$.

S_1 - является действительным ~~источником~~ предметом для линзы

$d = \frac{6F}{5} + \frac{3F}{5} = \frac{9F}{5}$ - расстояние от S_1 до линзы.

$d > F$, линза собирающая $\Rightarrow \frac{1}{d} + \frac{1}{f} = \frac{1}{F}$,

f - расстояние от линзы до изображения S'_2.

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{F} - \frac{1}{d} = \frac{d-F}{Fd} \Rightarrow f = \frac{Fd}{d-F} =$$

$$= \frac{F \cdot 9F}{5 \cdot \left(\frac{9F}{5} - \frac{5F}{5}\right)} = \frac{F \cdot 9F}{9F - 5F} = \frac{F \cdot 9\cancel{F}}{4\cancel{F}} = \frac{9}{4}F.$$

~~[illegible]~~ S_2 - изображение S в системе

Ответ на 1).

Когда зеркало проходит $V\Delta t$, изобр. S_1 перемещается на $2V\Delta t \Rightarrow$ скорость S_1 - $2V$ направлено перпендикулярно зеркалу.

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

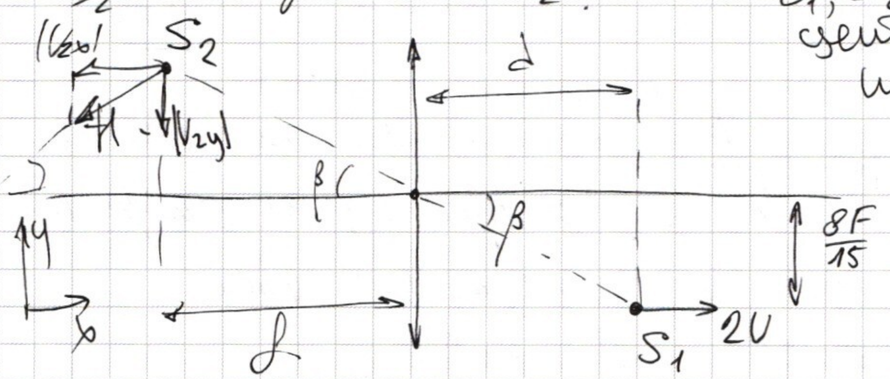
ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Задача №5 (продолж.)

~~S_1 движется $\parallel OO' \Rightarrow S_2$ тоже движется параллельно $OO' \Rightarrow \alpha = 0° \Rightarrow$ $\Rightarrow \sin\alpha = 0$.~~ ← ~~Ответ на 2)~~.

V_2 – скорость S_2.

S_1, S_2 и оптический центр находятся на одной прямой.



$$tg\,\beta = \frac{8F}{15\cdot d} = \frac{H}{f}.$$

$$f = \frac{Fd}{d-F}$$

$$\frac{8F}{15d} = \frac{H(d-F)}{Fd} \Rightarrow 8F^2 = 15Hd - 15HF.$$

Продифференцируем это выражение.

$$(8F^2)' = 0 = (15Hd - 15HF)' = 15\cdot V_{2y}d + 15H\cdot 2V - 15FV_{2y}$$

$$(H' = V_{2y};\ d' = 2V)$$

$$V_{2y}\cdot d + H\cdot 2V - F\cdot V_{2y} = 0.$$

$$V_{2y}(d-F) + 2HV = 0. \qquad V_{2y} = -\frac{2HV}{d-F}$$

В момент когда $d = \frac{9F}{5}$:

$$\frac{H}{f} = \frac{\frac{8F}{15}}{d} \Rightarrow H = \frac{8F}{15}\cdot\frac{f}{d} = \frac{8F}{15}\cdot\frac{9F\cdot 5}{4\cdot 9F} = \frac{2\cancel{8}F}{3\cancel{15}}\cdot\frac{5}{\cancel{4}} = \frac{2}{3}F$$

$$V_{2y} = -\frac{2\cdot\frac{2}{3}F\cdot V}{\frac{9F}{5} - \frac{5F}{5}} = \frac{-\cancel{4F}V\cdot 5}{3\cdot\cancel{4F}} = -\frac{5}{3}V$$ – проекция скорости на ось OY.

$\frac{1}{d}+\frac{1}{f}=\frac{1}{F} \Rightarrow f=\frac{Fd}{d-F}$ $\quad d-F=\frac{4F}{5}$

$f' = v_{2x} = F\cdot\frac{d'(d-F)-d(d-F)'}{(d-F)^2} = F\cdot\frac{2v\cdot(d-F)-d\cdot 2v}{(d-F)^2}=$

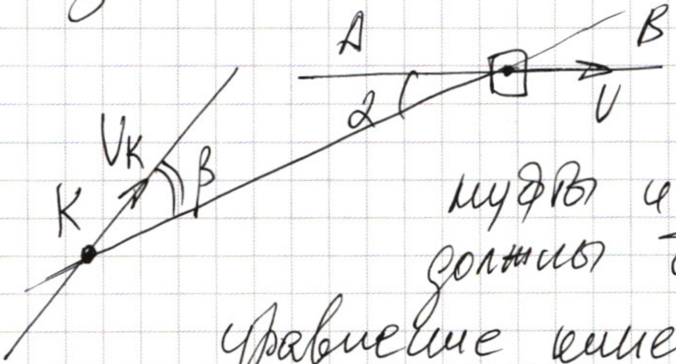
$=F\cdot\frac{2v\cdot\frac{4F}{5}-\frac{9F}{5}\cdot 2v}{16F^2}\cdot 25 = \frac{25}{8\cdot 16F}\cdot\frac{4F}{5}\cdot 2v(4-9)=$

$=\frac{5}{8}v\cdot(-5)=-\frac{25}{8}v.$

$\alpha = arctg\left(\frac{v_{2y}}{v_{2x}}\right) = arctg\left(\frac{-\frac{5}{3}v}{-\frac{25v}{8}}\right) = arctg\left(\frac{8}{15}\right)$

$v_2=\sqrt{v_{2x}^2+v_{2y}^2}=\sqrt{\left(\frac{25}{8}\right)^2+\left(\frac{25}{9}\right)}\,v = 5v\sqrt{\frac{25}{64}+\frac{1}{9}}$ ← Отв.

Задача N 1



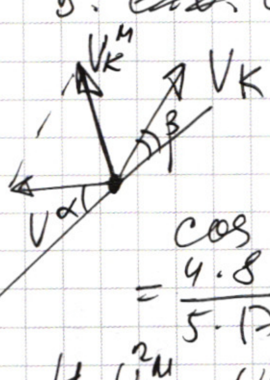
Длина троса остаётся постоянной ⇒ проекции скоростей муфты и кольца на трос должны быть равны.

Уравнение кинематической связи:

$$v\cos\alpha = v_K\cos\beta$$

$$v_K = v\frac{\cos\alpha}{\cos\beta} = 2\cdot\frac{4}{5}\cdot\frac{17}{8} = 3{,}4\ \frac{м}{с}$$ ← Отв. 1)

В ~~со~~ системе отсчёта муфты:



v_K^M – скорость кольца относительно муфты.

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

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

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

$v_K^{M\,2}=v^2+v_K^2+2vv_K\cos(180^\circ-(\alpha+\beta))=$

$=v^2+v_K^2-2vv_K\cos(\alpha+\beta)$.

$v_K^M=\sqrt{v^2+v_K^2-2vv_K\cos(\alpha+\beta)}=$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

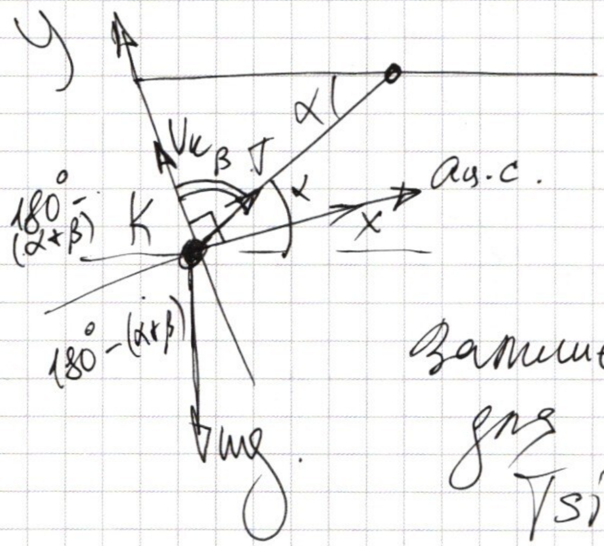
Задача №1 (Продолжение).

$$= \sqrt{V^2\left(1+\frac{\cos^2\alpha}{\cos^2\beta}+2\cdot\frac{\cos\alpha}{\cos\beta}\cdot\cos(\alpha+\beta)\right)} =$$

$$= 2\cdot\sqrt{1+\frac{16\cdot 289}{25\cdot 64}+2\cdot\frac{13}{5\cdot 17}\cdot\frac{17\cdot 4}{8\cdot 5}} =$$

$$= \cancel{2}\cdot\sqrt{\frac{100+289+52}{25\cdot\cancel{4}}} = \sqrt{\frac{441}{25}} = \frac{21}{5} = 4{,}2\,\frac{м}{с}$$

Отв.(2).



Трос лёгкий $\Rightarrow$ в любой точке сила натяжения одинаковая

Запишем 2ой закон Ньютона для оси Oy:

$$T\sin\beta - mg\cos(180^\circ-(\alpha+\beta)) = ma_{ц.с.}$$

$$m\cdot\frac{V_к^2}{R}$$

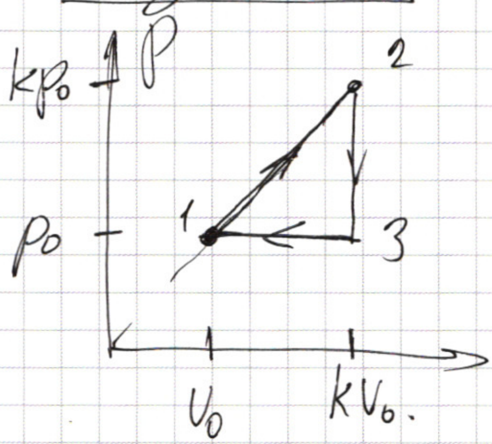
$$T = m\left(\frac{V_к^2}{R} - g\cos(\alpha+\beta)\right)\frac{1}{\sin\beta} =$$

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

$$= \frac{17\cdot 0{,}4\,кг}{15}\cdot\left(\frac{\cancel{4}\cdot\cancel{4}\cdot 16\cdot 289}{1{,}9\cdot 25\cdot\cancel{64}} + 10\cdot\frac{13}{5\cdot 17}\right) =$$

$$1{,}9 = \frac{19}{10}$$

Задача 2



$\alpha = \frac{p_1}{V_1} = \frac{p_2}{V_2}$ — прямо пропорцион. зависимость

Пусть $p_1 = p_0$ — давление в точке 1

Тогда $\frac{p_1}{p_2} = \frac{V_1}{V_2} = \frac{1}{k} \Rightarrow$

$\Rightarrow p_2 = p_1 \cdot k = kp_0$

Аналогично $V_3 = kV_0 = V_2$

Уравнения состояния газа:

$p_0V_0 = \nu R T_1$

$k^2 p_0 V_0 = \nu R T_2$

$kp_0V_0 = \nu R T_3$.

$k > 1 \Rightarrow$ $T_2 > T_1$

$\frac{k^2 p_0 V_0}{p_0V_0} = \frac{\nu R T_2}{\nu R T_1} \Rightarrow$

$\frac{k^2 p_0 V_0}{kp_0V_0} = \frac{\nu R T_2}{\nu R T_3} \Rightarrow T_2 > T_3$.

$\frac{kp_0V_0}{p_0V_0} = \frac{\nu R T_3}{\nu R T_1} \Rightarrow T_3 > T_1$

Понижение температуры: процессы 23 и 31

I начало термодинамики: $Q = \Delta U + A'$

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

$A'_{23} = 0$ т.к. $V = const$ $\qquad C_{23} = \frac{3}{2}R$.

$Q_{31} = A'_{31} + \Delta U_{31} = p_0(V_0 - kV_0) + \frac{3}{2}\nu R(T_1 - T_3) =$

$= \nu R(T_1 - T_3) + \frac{3}{2}\nu R(T_1 - T_3) =$

$= \nu R(T_1 - T_3)\left(1 + \frac{3}{2}\right) = \frac{5}{2}\nu R(T_1 - T_3) = \nu C_{31}(T_1 - T_3)$

$\Rightarrow C_{31} = \frac{5}{2}R$

Ответ: 1) $C_{23} = \frac{3}{2}R$.
$C_{31} = \frac{5}{2}R$.

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

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

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Задача №2 (Продолжение)

2) $\Delta U_{12} = \frac{3}{2}\nu R(T_2 - T_1) = \frac{3}{2}(k^2-1)p_0V_0$

$A'_{12} = \frac{p_1+p_2}{2}(V_3 - V_1) = \frac{p_0+kp_0}{2}\cdot(kV_0 - V_0) =$

$= \frac{p_0V_0}{2}(k^2-1)$

$$\frac{\Delta U_{12}}{A'_{12}} = \frac{\frac{3}{2}\cancel{(k^2-1)p_0V_0}}{\frac{1}{2}\cancel{(k^2-1)p_0V_0}} = 3.$$

Ответ: 2) 3.

3) $\eta = \frac{A'}{Q_H}$

Q_H – тепло, переданное от нагревателя

A' – работа газа в цикле

$Q_{12} = A'_{12} + \Delta U_{12} > 0$

$Q_{23} = \Delta U_{23} < 0$

$Q_{31} = A'_{31} + \Delta U_{31} < 0$

$\Rightarrow Q_H = Q_{12} = A'_{12} + \Delta U_{12} = 4A'_{12}$

$A' = A'_{12} + \underset{=0}{A'_{23}} + A'_{31} = A'_{12}\left(1 - 2\cdot\frac{1}{k+1}\right).$

$A'_{31} = p_0V_0(1-k)$

$A'_{12} = \frac{1}{2}p_0V_0(k^2-1)$

$\frac{A'_{31}}{A'_{12}} = \cancel{\frac{\frac{1}{2}p_0V_0(k^2-1)}{p_0V}} = \frac{p_0V_0(1-k)}{\frac{1}{2}p_0V_0(k^2-1)} =$

$= -2\cdot\frac{1}{k+1}$

$$\boxed{\eta = \frac{A'}{Q_н} = \frac{A'_{12}\left(1-\frac{2}{k+1}\right)}{4A'_{12}} = \frac{1}{4} - \frac{1}{2(k+1)}}$$

при $k \to \infty \Rightarrow \frac{1}{2(k+1)} \to 0 \Rightarrow \eta \to \eta_{max}$

$\eta \to \frac{1}{4} \Rightarrow \eta_{max} = \frac{1}{4}.$

Ответ: 1) $C_{23} = \frac{3}{2}R$, $C_{31} = \frac{5}{2}R$

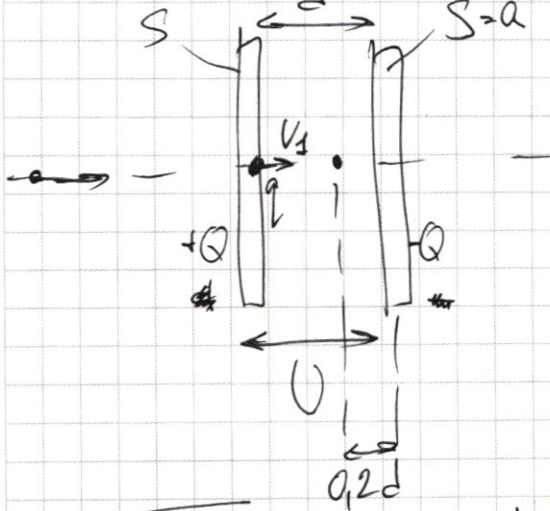
2) $\frac{\Delta U_{12}}{A'_{12}} = 3$

3) $\eta_{max} = \frac{1}{4}$.

В задаче 2:
если в индексе ~~одна~~ одна ~~ц~~ цифра — значение ~~в точке~~ на графике в точке с таким же номером.
если 2 цифры — значение для процесса между этими цифрами

задача 3

$C = \frac{\varepsilon_0 S}{d}$ $\quad Q = CU = \frac{\varepsilon_0 S}{d} U$ — заряд конденсатора



закон сохр. энергии

$$\cancel{\frac{mv_1^2}{2} + \frac{kqQ}{d} = kq}$$

$$\frac{mv_1^2}{2} - \frac{kq(-Q)}{d} = -\frac{kq(-Q)}{0{,}2d}$$

$$\frac{mv_1^2}{2} = \frac{-kq(-Q)}{d}\left(1 - \frac{5}{1}\right) = \frac{4kqQ}{d}.$$

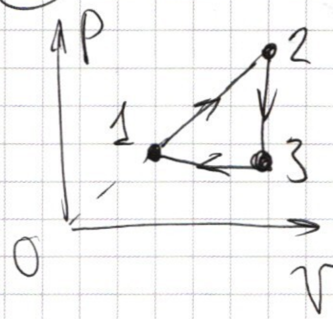
$$\boxed{\gamma = \frac{|q|}{m} = \frac{v_1^2}{2}\cdot\frac{d}{4kQ} = \frac{v_1^2 d^2}{8k\varepsilon_0 S U}} \quad S = a^2$$

← Отв. 1)

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

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

2) $i=3$.



$p_1V_1 = \nu RT_1$
$p_2V_2 = \nu RT_2$
$p_3V_3 = \nu RT_3$

$p_1 = p_3$, $V_3 > V_1$.
$V\downarrow$ $p = const. \Rightarrow T\downarrow$.
$V_2 = V_3$ $p\downarrow \Rightarrow T\downarrow$.
$\Downarrow$
$T_2 > T_3 > T_1$.

$$\boxed{\frac{p_1}{V_1} = \frac{p_2}{V_2} \Rightarrow p_1V_2 = p_2V_1}$$

понин. T — 23 и 31.

$Q = \Delta U + A'$

$\Delta U = Q + A = Q - A' \Rightarrow Q = \Delta U + A'$.

$Q_{23} = \frac{i}{2}\nu R(T_3 - T_2) + \cancel{A_{23}}^{\to 0} = \nu C_{23}(T_3 - T_2)$.

$C_{23} = \frac{3}{2}R$.

$Q_{31} = \frac{i}{2}\nu R(T_1 - T_3) + \underbrace{(p_1\cdot(V_1 - V_3))}_{} = \nu C_{31}(T_1 - T_3)$.

$p_1V_1 - p_1V_3 = \nu RT_1 - \nu RT_3 = \nu R(T_1 - T_3)$.

$\cancel{\nu}R\cancel{(T_1 - T_3)}\left(\frac{i}{2} + 1\right) = \cancel{\nu}C_{31}\cancel{(T_1 - T_3)}$

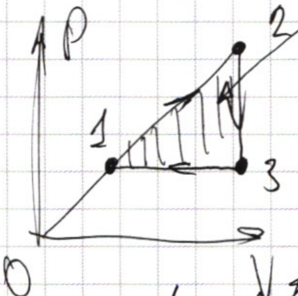
$\frac{3}{2} + 1 = \frac{5}{2}$

$\frac{5}{2}R = C_{31}$.

2) $\frac{\Delta U_{12}}{A'_{12}} = \frac{\frac{i}{2}\nu R(T_2 - T_1)}{\frac{(p_2 + p_1)}{2}\cdot(V_2 - V_1)} = \frac{3\nu R(T_2 - T_1)}{p_2V_2 + \cancel{p_1V_2} - \cancel{p_2V_1} - p_1V_1} =$

$= \frac{3\cancel{\nu R(T_2 - T_1)}}{\cancel{\nu R(T_2 - T_1)}} = 3$.

$\eta = \frac{A'}{Q_H}$



$A' = A'_{12} + \cancel{A'_{23}} + A'_{31} = \frac{(p_2 - p_3)\cdot(V_3 - V_1)}{2} =$

$= \frac{1}{2}\cdot(p_2V_3 - p_3V_3 - p_2V_1 + p_3V_1).$

$Q_H = Q_{12} = A_{12} + \Delta U_{12} = 4A'_{12}.$

$Q_{12} = A'_{12} + \Delta U_{12} > 0$

$Q_{23} = \cancel{A'_{23}} + \Delta U_{23} < 0$

$Q_{31} = A'_{31} + \Delta U_{31} < 0.$

$A' = A'_{12} + A'_{31} =$

$\frac{p_2}{V_2} = \frac{p_1}{V_1} = \frac{p_3}{V_1} = \frac{p_2}{V_3}.$

$A'_{12} = (p_2 + p_1)(V_3 - V_1)\cdot\frac{1}{2} =$

$= \frac{1}{2}(p_2V_3 + p_1V_3 - p_2V_1 - p_1V_1) =$

$A'_{31} = p_1\cdot(V_1 - V_3) = p_1V_1(1-k).$

$= \frac{1}{2}(p_2(V_3 - V_1) + p_1(V_3 - V_1))$

$= \frac{1}{2}(p_1V_1k^2 - \cancel{p_1V_3} + \cancel{p_1V_3} - p_1V_1)$

$p_2V_1 = p_1V_3.$

$\frac{p_2}{p_1} = \frac{V_2}{V_1} = \frac{V_3}{V_1}.$

$p_2V_3 = p_2V_2 = p_1V_1\cdot k^2.$

$p_1V_3 = p_1V_1k.$

$\frac{A'_{31}}{A'_{12}} = \frac{p_1V_1(1-k)}{\frac{1}{2}p_1V_1(k^2-1)} = \frac{-2}{1+k}.$

$\eta = \frac{A'_{12}(1 - \frac{2}{1+k})}{4A'_{12}} = \frac{(1 - \frac{2}{1+k})}{4} = \frac{1}{4} - \frac{2}{4(1+k)} = \frac{1}{4} - \frac{1}{2(1+k)}.$

$k \to \infty;\ \eta \to \frac{1}{4}.$

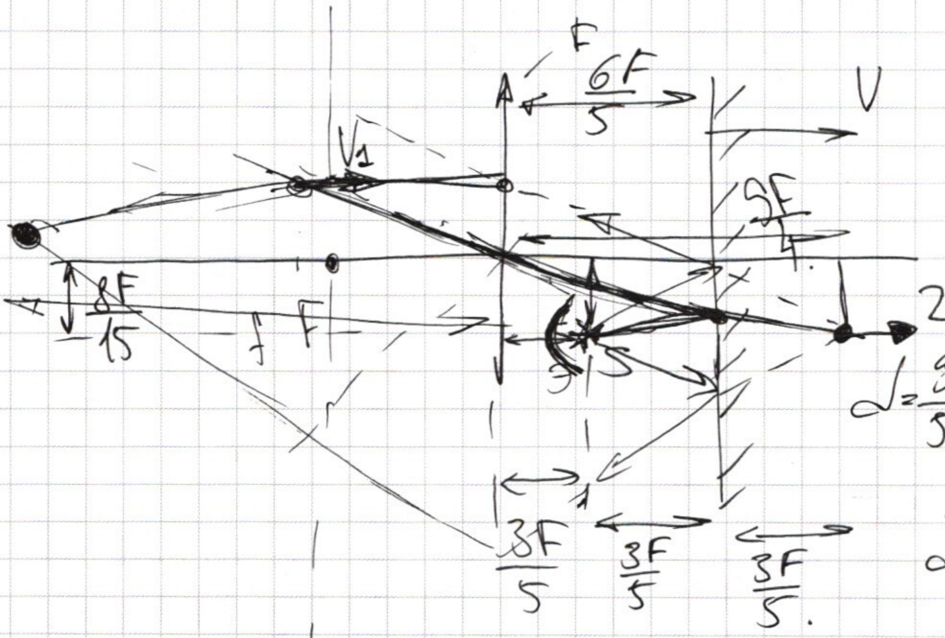
☑ черновик ☐ чистовик
(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №__
(Нумеровать только чистовики)

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

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

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА



$d=\frac{9F}{5}>F$

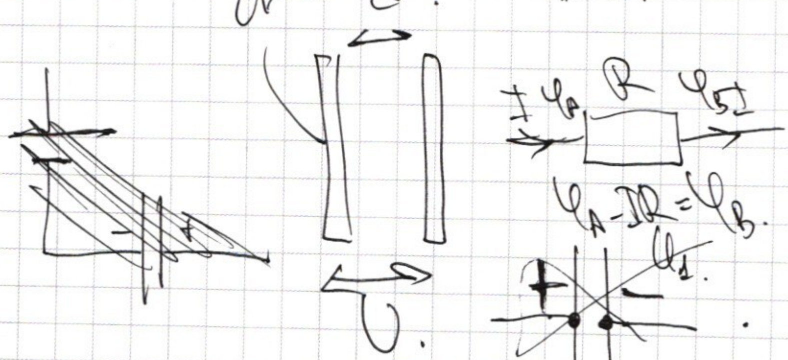
$\frac{1}{d}+\frac{1}{f}=\frac{1}{F}$

$\frac{1}{\frac{9F}{5}d}+\frac{1}{f}=\frac{1}{F} \Rightarrow \frac{1}{f}=\frac{1}{F}-\frac{1}{d}=\frac{d-F}{Fd} \Rightarrow f=\frac{Fd}{d-F}=$

$=\frac{F\cdot\frac{9F}{5}}{\frac{9F}{5}-\frac{5F}{5}}=\frac{F\cdot 9F}{4F}=\frac{9}{4}F.$ 0°.

$\frac{V_1}{2V}=\frac{f}{d}$

a×a d. a>>d. $V_1=2V\cdot\frac{f}{d}=2V\cdot\frac{\frac{9}{4}F}{\frac{9F}{5}}=2V\frac{5}{4}=2{,}5V.$



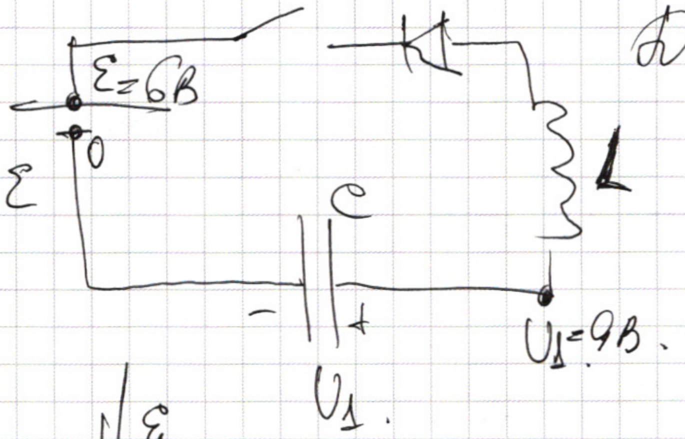
$I\ \varphi_A\ R\ \varphi_B$ $\varphi_A-\varphi_B=IR.$

$\varphi_A-IR=\varphi_B.$

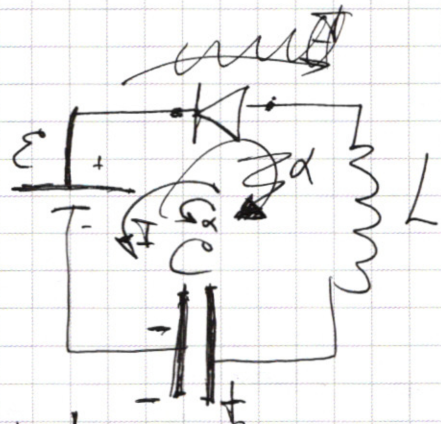
$\varphi_1.$

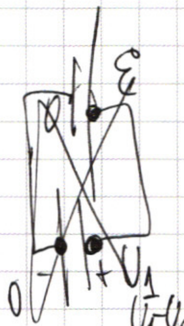
☑ черновик ☐ чистовик
(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №__
(Нумеровать только чистовики)



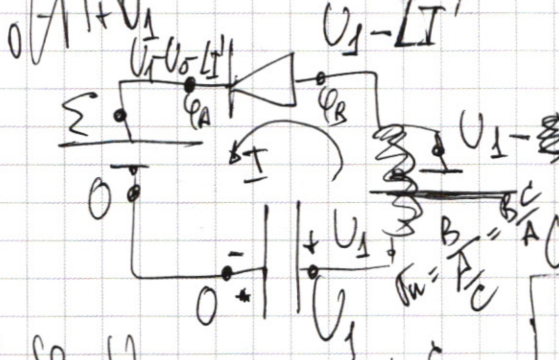
Дано: ε, C, U_1.





$\alpha: -\varepsilon - LI' = -\dfrac{q}{C}$, $\dfrac{q}{C} = U_1$

$\varepsilon + LI' = U_1$. $\quad I' = \dfrac{U_1 - \varepsilon}{L}$



$U_1 - U_0 - LI' = \varepsilon$

$\boxed{\varepsilon + LI' = U_1 - U_0.}$

$U_1 = \varepsilon + LI' + U_0 = 9\text{В}$

$U_2 = \varepsilon + U_0 = 7\text{В}$.

$Q_0 = CU_1$

$\varphi_B - \varphi_A = U_0$

$\varphi_A = \varphi_B - U_0$

$\dfrac{A\cdot C\cdot A}{B\cdot BC} = \dfrac{A^2}{B^2}$ $\quad \Phi = \dfrac{Кл}{В} = \dfrac{A\cdot C}{B}$.

$\boxed{I' = \dfrac{U_1 - U_0 - \varepsilon}{L}}$ $\quad q(t) = Q_0 - \int I\,dt$.

$\varepsilon + LI' = \dfrac{q(t)}{C} - U_0 = U_C - U_0$.

$q_1 = CU_2$.

~~$I = \max \Rightarrow I' = 0. \quad \varepsilon = \dfrac{q(t)}{C} - U_0.$~~

$U_2 = \varepsilon + U_0$.

$I_{max} \Rightarrow I' = 0$. $\quad \varepsilon = \dfrac{q_1}{C} - U_0$. $\quad$ ~~$q_1 = (\varepsilon + U_0)C$~~ .

$W_C(0)$. $\quad A_{БАТ} = W_C - W_C(0) + W_L - W_L(0) = -(Q_0 - q_1)\varepsilon$.

$\dfrac{CU_2^2}{2} - \dfrac{CU_1^2}{2} + \dfrac{LI_m^2}{2} - 0 = -(CU_1 - CU_2)\varepsilon$.

$W_C(0) + \cancel{W_L(0)} + A_{БАТ} = W_C + W_L = \dfrac{CU_2^2}{2} + \dfrac{LI_m^2}{2}$.

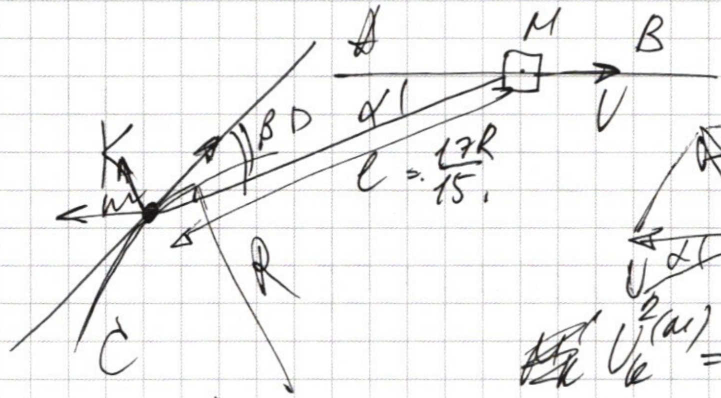
$\dfrac{CU_1^2}{2} - 2C\varepsilon(U_1 - U_2) = \dfrac{CU_2^2}{2} + \dfrac{LI_m^2}{2}$. $\quad LI_m^2 = C(U_1^2 - U_2^2) - 2C\varepsilon(U_1 - U_2) =$

$= C(U_1 - U_2)(U_1 + U_2 - 2\varepsilon)$ ⊕. чст. U_2.

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

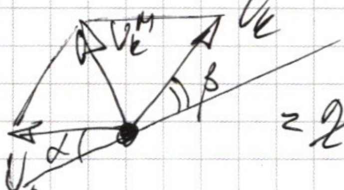
«МОСКОВСКИЙ ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ (НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ)»

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА



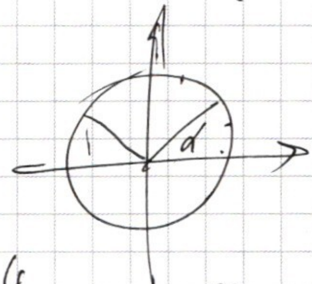
$V\cos\alpha = V_K \cos\beta.$

$V_K = \frac{\cos\alpha}{\cos\beta} V = 2\cdot\frac{4\cdot 17}{5\cdot 8} = 3{,}4\ \frac{м}{с}.$



$V_k^{2(м)} = V^2 + V_k^2 + 2V\cdot V_k\cdot\cos(180^\circ-(\alpha+\beta)) =$

$= V^2 + V_k^2 - 2V\cdot V_k\cdot\cos(\alpha+\beta)$



$\cos\alpha = \frac{4}{5} \qquad \sin\alpha = \frac{3}{5}$

$\cos\beta = \frac{8}{17} \qquad \sin\beta = \frac{15}{17}.$

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

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

$17\cdot 17 = 289 \qquad 289 - 64 = 225 \qquad 45 - 32 = 13$

$V_k^{2(м)} = V^2 + V_k^2 + 2\cdot\frac{13}{5\cdot 17} V\cdot V_k.$

$V_k^{(м)} = \sqrt{V^2 + V^2\frac{\cos^2\alpha}{\cos^2\beta} + 2\cdot\frac{13}{5\cdot 17}\cdot V^2\cdot\frac{\cos\alpha}{\cos\beta}} =$

$= V\sqrt{1 + \frac{\cos^2\alpha}{\cos^2\beta} + 2\cdot\frac{13}{5\cdot 17}\cdot\frac{\cos\alpha}{\cos\beta}} =$

$= 2\cdot\sqrt{1 + \frac{16\cdot 289}{25\cdot 64} + 2\cdot\frac{13}{5\cdot 17}\cdot\frac{17\cdot 4}{8\cdot 5}} = 2\cdot\sqrt{\frac{100 + 289 + 13\cdot 4}{25\cdot 4}} =$

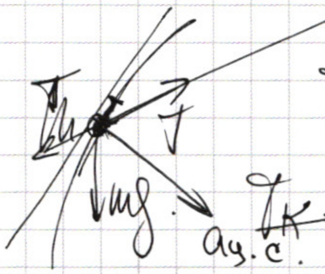
$= 2\cdot\sqrt{\frac{100+289+52}{25\cdot 4}} = 2\cdot\sqrt{\frac{441}{25\cdot 4}} = 2\cdot\frac{21}{5\cdot 2} = \frac{21}{5} = 4{,}2\ \frac{м}{с}.$

$389 + 52 = 441 \qquad 21\cdot 21 = 441$

☑ черновик ☐ чистовик (Поставьте галочку в нужном поле)

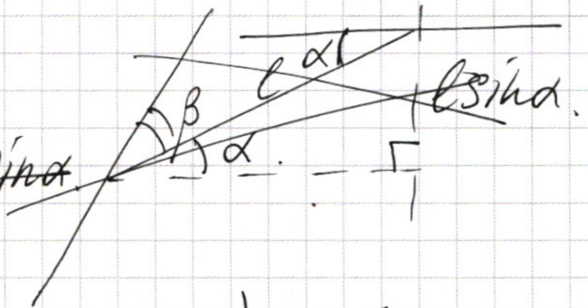
Страница №__ (Нумеровать только чистовики)

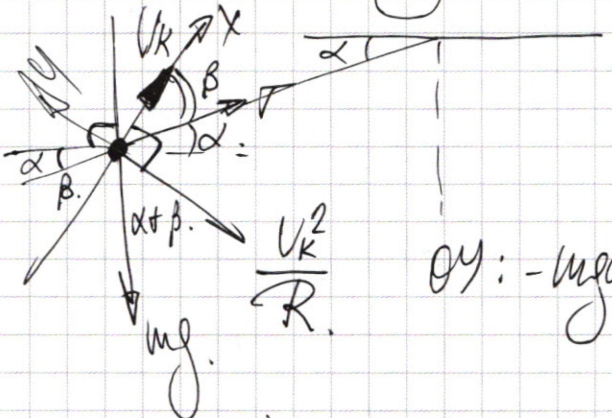
МВА.

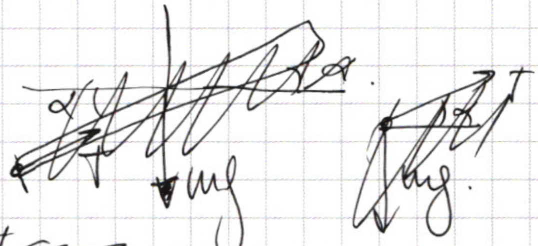


$\cancel{T_k \Delta x = \frac{m}{\ell} g \Delta x \cdot \ell \sin\alpha}$

$\cancel{T_k = mg\sin\alpha}$

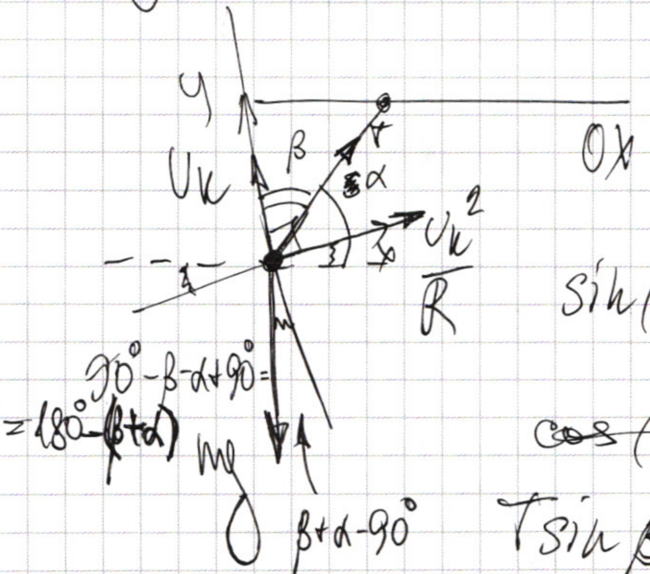






$\cancel{T\cos\alpha = mg}$

$\frac{U_k^2}{R}$ OY: $-mg\cos(\alpha+\beta)$



OX: $T\,\overset{\sin\beta}{\cancel{\cos(\beta+\alpha-90^\circ)}} - mg\sin(\beta+\alpha-90^\circ) = \frac{U_k^2}{R}m$

$\sin(\beta+\alpha-90^\circ) = \cos(180^\circ-(\beta+\alpha)) =$
$= -\cos(\beta+\alpha)$.

$\cancel{\cos(\beta+\alpha-90^\circ) = \sin(}$

$T\sin\beta + mg\cos(\beta+\alpha) = \frac{U_k^2}{R}m.$

$T = \left(\frac{U_k^2 m}{R} - mg\cos(\alpha+\beta)\right)\frac{1}{\sin\beta}.$

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