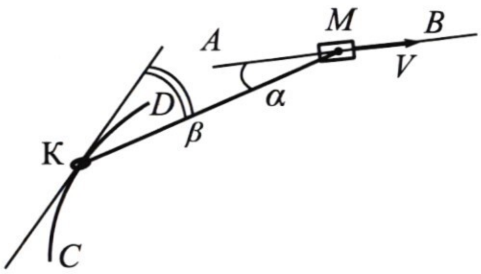
# Олимпиада «Физтех» по физике, (

Класс 11

## Вариант 11-01

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

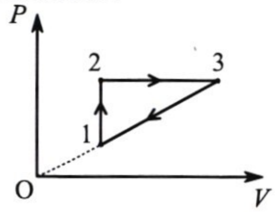
**1.** Муфту М двигают со скоростью $V = 68$ см/с по горизонтальной направляющей АВ (см. рис.). Кольцо К массой $m = 0{,}1$ кг может двигаться без трения по проволоке CD в виде дуги окружности радиусом $R = 1{,}9$ м. Кольцо и муфта связаны легкой нитью длиной $l = 5R/3$. Система находится в одной горизонтальной 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.



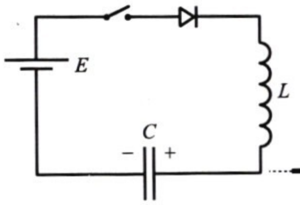

**3.** Обкладки конденсатора – круглые металлические сетки площадью $S$, расстояние между обкладками $d \quad \left(d << \sqrt{S}\right)$. Из точки, находящейся между обкладками на оси симметрии на расстоянии $0{,}25d$ от положительно заряженной обкладки, стартует с нулевой начальной скоростью положительно заряженная частица и через время $T$ вылетает из конденсатора перпендикулярно обкладкам. Удельный заряд частицы $\dfrac{q}{m} = \gamma$.

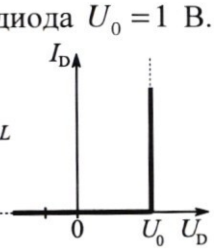
1) Найдите скорость $V_1$ частицы при вылете из конденсатора.
2) Найдите величину $Q$ заряда обкладок конденсатора.
3) С какой скоростью $V_2$ будет двигаться частица на бесконечно большом расстоянии от конденсатора?

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.

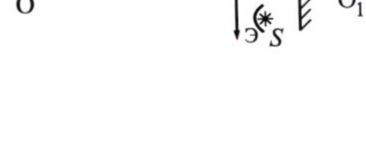
1) Найти скорость возрастания тока сразу после замыкания ключа.
2) Найти максимальный ток после замыкания ключа.
3) Найти установившееся напряжение $U_2$ на конденсаторе после замыкания ключа.




**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

р2

① Пов-е температуры — на участках 12 и 23. В первом случае $C = C_V = \frac{3}{2}R$, во втором — $C_p = \frac{3+2}{2}R = \frac{5}{2}R \Rightarrow$ отн.-е $\frac{3}{5}$ (или $\frac{5}{3}$).

② $A_{23} = p_{23}(V_3 - V_2)$; $\Delta U_{23} = \frac{3}{2}p_{23}(V_3 - V_2)$;

$Q_{23} = A_{23} + \Delta U_{23} \Rightarrow$ искомое отн-е: ~~$A_{23}$~~ $\frac{Q_{23}}{A_{23}} =$

$= 1 + \frac{\Delta U_{23}}{A_{23}} = 1 + \frac{\frac{3}{2}}{1} = \frac{5}{2}$.

③

$$\eta = 1 - \frac{Q_{13}}{Q_{12} + Q_{23}} = 1 - \frac{C_{13}(\Delta T_{12} + \Delta T_{23})}{C_{12}\Delta T_{12} + C_{23}\Delta T_{23}};$$

Найдём $C_{13}$: $C_{13} = \frac{Q_{23}}{\Delta T_{23}} = \frac{\frac{1}{2}(p_3V_3 - p_1V_1) + \Delta U_{23}}{\frac{2}{3} \cdot \frac{\Delta U_{23}}{R}} =$

$= \cancel{\frac{\frac{1}{2}(p_3V_3 - p_1V_1)}{p_3V_3 - p_1V_1}R} = \frac{\frac{1}{2}(p_3V_3 - p_1V_1) + \frac{3}{2}(p_3V_3 - p_1V_1)}{p_3V_3 - p_1V_1}R =$

$= 2R$.

Теперь пусть $\frac{\Delta T_{12}}{\Delta T_{23}} = k$. Тогда $1 - \frac{2k+2}{\frac{3}{2}k + \frac{5}{2}} = \max \Rightarrow$

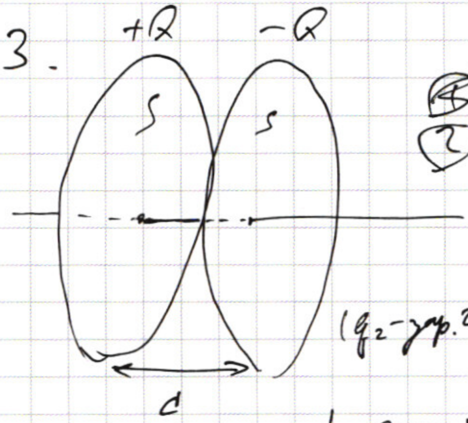
$\Rightarrow \frac{4k+4}{3k+5} = \min \Rightarrow \frac{4 \cdot \frac{1}{3} \cdot 3k + 5 \cdot \frac{4}{3} - 5 \cdot \frac{4}{3} + 4}{3k+5} = \min \Rightarrow$

$\Rightarrow \frac{4}{3} - \frac{\frac{8}{3}}{3k+5} = \min \Rightarrow k \to 0 \Rightarrow \eta_{max} = 1 - \frac{4}{3} + \frac{8}{15} =$
$(k > 0)$

$= \frac{8}{15} - \frac{5}{15} = 0{,}2$.

Ответ: $\frac{3}{5}$ $(\frac{5}{3})$; $\frac{5}{2}$; $20\%$.

№3.




(2) Поле внутри вдали от торцов конденсатора считаем однородным: $E=\frac{\sigma}{\varepsilon_0}=\frac{Q}{S\varepsilon_0}$. Тогда ускорение частицы

($q_2$ – зар. частицы)

$$a=\frac{q_2 E}{m}=\gamma E=\frac{\gamma Q}{S\varepsilon_0};$$

$$d-0{,}25d=\frac{aT^2}{2}\Rightarrow \frac{3}{4}d=\frac{\gamma Q}{S\varepsilon_0}\cdot\frac{T^2}{2}\Rightarrow$$

$$\Rightarrow Q=\frac{3dS\varepsilon_0}{2\gamma T^2}.$$

(1) $$v_1=aT=\frac{\gamma\cdot\frac{3dS\varepsilon_0}{2\gamma T^2}}{S\varepsilon_0}\cdot T=\frac{3d}{2T}=\frac{3}{2}\cdot\frac{d}{T}.$$

(3) Поскольку вдали от конденсатора поле уже неоднородно, будем искать потенциал частицы в начале и в конце, когда она бесконечно далеко.

Для начала посчитаем потенциал в центре круглой пластины (на всякий случай):


$\lambda$ – пов. плотность заряда, $R$ – радиус. Тогда заряд на кольце шириной $dr$ и расстоянии $r$ равен $dq=\lambda\cdot 2\pi r\,dr$.

Потенциал отн.-но этого заряда: $d\varphi=\frac{k\,dq}{r}=$
$=2\pi k\lambda\,dr\Rightarrow\varphi=2\pi R\cdot k\lambda=2\sqrt{\pi S}\cdot k\lambda=2k\cdot\frac{q}{S}\cdot\sqrt{\pi S}=$
$=2kq\cdot\sqrt{\frac{\pi}{S}}$.

В нашем случае частица была смещена отн.-но центра на $\frac{d}{4}$, а значит, помимо учёта её потенциала отн.-но пластин ещё учтём изменение потенциала в однородном поле: $\varphi_{ч.}=\left(\varphi_{ц.+}-E\cdot\frac{d}{4}\right)+\left(\varphi_{ц.-}+E\cdot\frac{3d}{4}\right)=\varphi_{ц.+}+\varphi_{ц.-}+E\frac{d}{2}$, где $\varphi_{3+}$ и $\varphi_{3-}$ — потенциалы в центрах обкладок.

Поскольку заряды противоположные, они сократятся и потенциал частицы в начале равен $\frac{3d}{2\gamma T^2}\cdot\frac{d}{2}=\frac{3d^2}{4\gamma T^2}$.

В конце же он 0. Значит, $\Delta E_к=\frac{m v_2^2}{2}=\Delta\varphi_2 \cdot q_2$.

$\Rightarrow v_2^2=\frac{3d^2}{2T^2}\Rightarrow v_2=\frac{d}{T}\sqrt{\frac{3}{2}}$.

Ответ: $v_1=\frac{d}{T}\cdot\frac{3}{2}$; $v_2=\frac{d}{T}\cdot\sqrt{\frac{3}{2}}$;

$|Q|=\frac{3dS\varepsilon_0}{2\gamma T^2}$.

№4. ① Сразу после з.-я ключа диод открыт, напряжение на конд. $=U_1\Rightarrow E=U_0+U_1+L\frac{dI}{dt}\Rightarrow$

$\Rightarrow \dot{I}=\frac{E-U_0-U_1}{L}=\frac{9-5-1}{0,1}=30\ (А\cdot с^{-1})$

② Ток максимален, когда $\dot{I}=0\Rightarrow \mathcal{E}_i=0$ (ЭДС инд.-ции) $\Rightarrow$

$\Rightarrow U_c=E-U_0$ — напр.-е на конд.

~~Бесконечных токов не было $\Rightarrow$ ЗСЭ: $E\Delta q=$~~

~~$=\frac{C\cdot U_c^2}{2}+\frac{LI^2}{2}$; $\Delta q=(U_c-U_1)C\Rightarrow\frac{LI^2}{2}=E(U_c-U_1)C-$~~

~~$-\frac{C\cdot(E-U_0)^2}{2}\Rightarrow I^2=\frac{2E(U_c-U_1)C-C(E-U_0)^2}{L}\Rightarrow$~~

~~$\Rightarrow I=\sqrt{\frac{2E(U_c-U_1)-(E-U_0)^2}{L}C}=\sqrt{\frac{2\cdot9\cdot3-8^2}{0,1}\cdot4\cdot10^{-5}}=$~~

~~$=2\cdot10^{-2}\cdot\sqrt{54-8}=2\cdot2\sqrt{46}$.~~ $\Rightarrow$ применим ЗСЭ:

$\Delta W_C = \frac{C}{2}(U_C^2 - U_1^2) = \frac{C}{2}\cdot\left((E-U_0)^2 - U_1^2\right) = \cancel{2\cdot10^{-5}(8^2-5^2)} =$

$\cancel{= 2\cdot3\cdot13\cdot10^{-5}}$

$\Delta q_C = (U_C - U_1)C = (E - U_0 - U_1)C = \cancel{3\cdot4\cdot10^{-5}}$

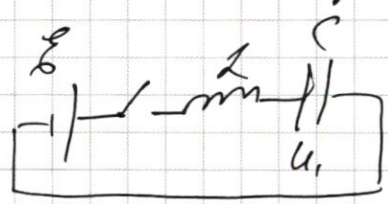
$2E\Delta q_C = LI^2 + 2\Delta W_C \Rightarrow LI^2 = 2E\cdot\Delta q_C - 2\Delta W_C \Rightarrow$

$\Rightarrow I = \sqrt{\frac{2\cdot E\cdot\Delta q_C - 2\Delta W_C}{L}} = \cancel{\sqrt{\frac{2\cdot9\cdot3\cdot4 - 2\cdot3\cdot13}{0,1}\cdot10^{-5}}} =$

$\cancel{= 10^{-2}\sqrt{2(9\cdot12-3\cdot13)} = 10^{-2}\sqrt{6(36-13)} = 10^{-2}\sqrt{23\cdot6} \approx 0,12\,(A)}$

$= \sqrt{4\cdot10^{-4}\cdot3\cdot3} = 0,06\,(A)$

③ По сути, диод и источник ЭДС, пока идёт ток, работают вместе, как эквивалентный источник с ЭДС $\mathcal{E} = E - U_0$, а затем, когда конденсатор зарядится и ток прекратится, система перейдёт в установившийся режим.



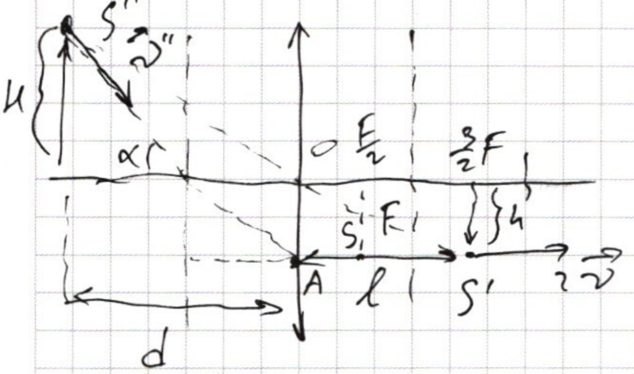

При замыкании ключа наблюдаем гармонические колебания со смещённым равновесием (за счёт того, что есть источник и начальный заряд у конденсатора), однако этот факт не влияет на природу происходящих явлений. За счёт инертности катушка перезарядит конденсатор, и на нём наберётся заряда столько, чтобы придать дополнительное напряжение, равное удвоенному амплитудному. Т. е. ситуация эквивалентна тому, как если бы у нас был заряженный конденсатор с напряжением $U_1 - \mathcal{E}$. Тогда после перезарядки напряжение изменится на $2(\mathcal{E} - U_1) = 8$ В, а значит, станет $U_1 + \Delta U_C =$
$= 15$ В.

☐ черновик ☑ чистовик
(Поставьте галочку в нужном поле)

# ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

№4 (продолжение): Ответ: 30 А/с, ~~...~~, 15 В; 0,06 А.

№5. ① Изображение источника в зеркале находится на расстоянии $F+\frac{F}{2}=\frac{3}{2}F$ от пл.-ти линзы и движется со скоростью $2v$.




$$\frac{1}{d}+\frac{1}{l}=\frac{1}{F}$$ ($l$ - расстояние до нового ист.-ка, $d$ - до изобр.-я)

$$\frac{2}{3F}+\frac{1}{d}=\frac{1}{F} \Rightarrow \frac{1}{d}=\frac{1}{3F} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow d=3F.$$

② Чтобы найти угол, воспользуемся известным фактом о том, что прямая при линзировании переходит в прямую. $S'$ движется вдоль прямой $AS'$, а значит, его траектория содержит т. $A$. Но траектория его из.-я $S''$ также имеет точку $A$, т.к. $A$ находится в пл.-ти линзы, и переходит сама в себя (т. е. является своим изобр.-ем). Тогда $S''$ движется вдоль $S''A$.

Найдём $H$: $\frac{H}{d}=\frac{h}{l} \Rightarrow H=\frac{d}{l}h=2h=2F\cdot\frac{3}{4}=\frac{3}{2}F$

($h$ - расстояние от $OO_1$ до $S'$). Значит, $tg\,\alpha=\frac{H}{d-F}=\frac{\frac{3}{2}F}{2F}=\frac{3}{4}$.

③ Продифференцировав по времени формулу тонкой линзы, найдём связь для проекций скоростей точек $S'$ и $S''$ на $OO_1$:

$$\frac{1}{-d_{OO_1}}+\frac{1}{l_{OO_1}}=\frac{1}{F} \Rightarrow -\frac{v''_{OO_1}}{d^2_{OO_1}}+\frac{2v}{l^2_{OO_1}}=0$$ ($-d$ – проекция)

$v''_{\text{отн}} = 2\frac{d^2}{l^2} v = 2 \cdot 4 \cdot v = 8v.$

Но $v''_{\text{отн}} = v'' \cos\alpha$; $\cos\alpha = \sqrt{\frac{1}{tg^2\alpha + 1}} = \frac{4}{5} \Rightarrow v'' = \frac{5}{4} v''_{\text{отн}} =$

$= 10v.$

Ответ: $d = 3F$; $tg\alpha = \frac{3}{4}$; $v'' =$

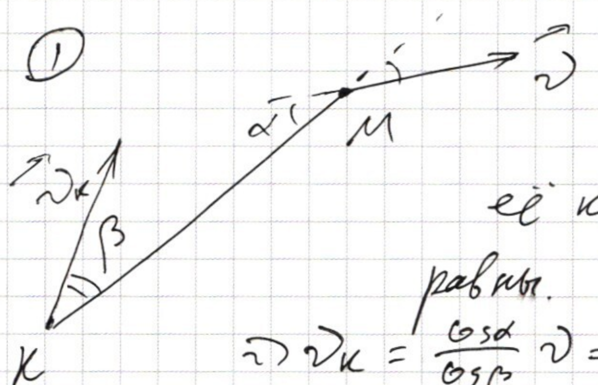
$= 10v.$

☐ черновик ☑ чистовик
(Поставьте галочку в нужном поле)

# ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

№1

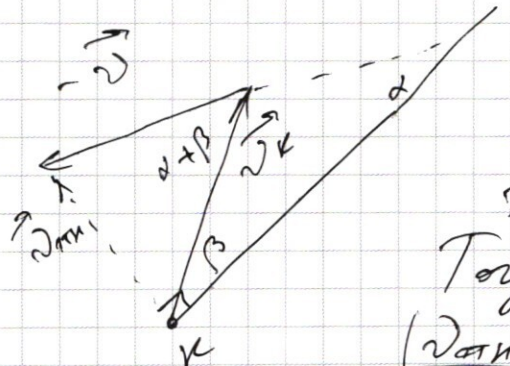
①




Если нить натянута, то проекции скоростей её концов (М и К) на МК равны. Тогда $v\cos\alpha = v_K\cos\beta \Rightarrow$

$\Rightarrow v_K = \frac{\cos\alpha}{\cos\beta}v = \frac{\frac{15}{17}}{\frac{4}{5}}\cdot 68 = 75\left(\frac{см}{с}\right)$

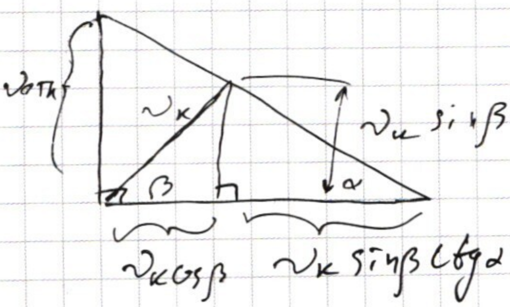
②




В ~~а~~ с.о. муфты скорость $\vec v_{отн}$ кольца $\perp$ мк, ~~как~~ т.к. нить натянута. ~~Её модуль найдём по т. косинусов: $v_{отн}^2 = v^2 + v_K^2 - 2vv_K\cos(\alpha+\beta)$~~

Тогда, из подобия п/к-ных треугольников:

$\left(\frac{v_{отн}}{v_K\sin\beta}\right)^{-1} = \frac{v_K\sin\beta\cdot ctg\alpha}{v_K\sin\beta\cdot ctg\alpha + v_K\cos\beta} \Rightarrow$




$\cancel{\Rightarrow v_{отн} = \left(\frac{\sin^2\beta\, ctg\alpha}{\sin\beta\, ctg\alpha + \cos\beta}\right)^{-1} v_K = \frac{77}{27}v_K = \frac{77\cdot 25}{9}\,см/с}$ $\Rightarrow v_{отн} = \frac{\sin^2\beta\, ctg\alpha + \sin\beta\cos\beta}{\sin\beta\, ctg\alpha} v_K =$

$= \frac{\sin\beta\, ctg\alpha + \cos\beta}{ctg\alpha} v_K = 77\left(\frac{см}{с}\right)$

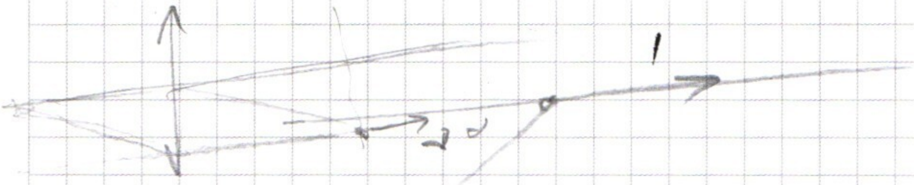
③ В с.о. муфты $T$ выполняет роль центростремительной силы, а значит, равна $\frac{v_{отн}^2}{l}\cdot m = 31\cdot\frac{77^2\cdot 3}{255\cdot 1,9} =$

$= \frac{77^2\cdot 3}{5\cdot 19} \approx 16,17$ ($10^{-4}$ Н) Ответ: $75\frac{см}{с}$; $77\frac{см}{с}$; $T \approx 1,62$ мН.

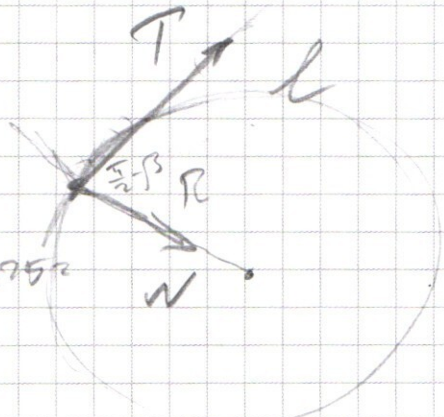
☐ черновик ☐ чистовик
(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №__
(Нумеровать только чистовики)

# ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

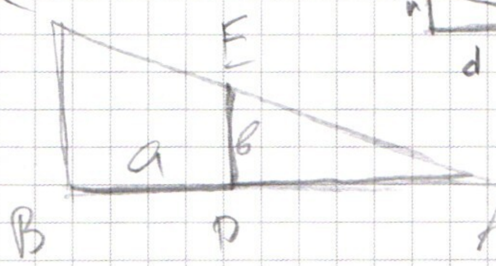


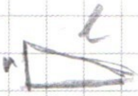

$l = (d^2 + r^2)^{\frac{1}{2}} = r\left(1 + \frac{d^2}{2r^2}\right) = r + \frac{d^2}{2r}$




$T\sin\beta$

$289 - 225 = 64$




$\sin\beta = \frac{3}{5}$, $\frac{9}{25}$

$\sin\alpha = \frac{8}{17}$

$ctg\,\alpha = \frac{15}{8}$

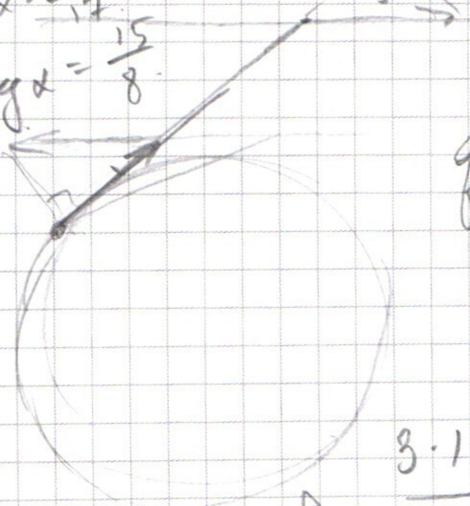
$\frac{\frac{3}{25}\cdot\frac{15}{8} + \frac{4}{5}}{1 + \frac{3}{25}\cdot\frac{15}{8}}$

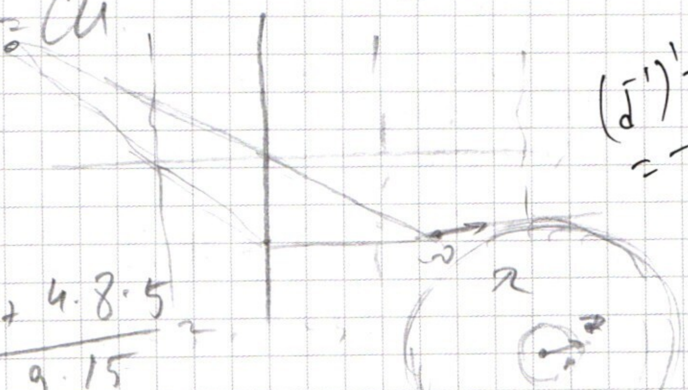
$\frac{9}{16} + 1$, $\frac{16}{25}$

$\frac{AD}{AD + a} = \frac{b}{CB}$

$E - U_0 - U_1$

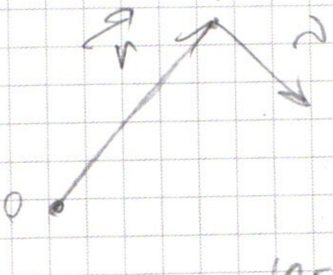
$q = CU$





$(d^{-1})' = \frac{d'}{} = -\frac{d'}{d^2}$

$\frac{3\cdot 15 + 4\cdot 8\cdot 5}{9\cdot 15} =$




$2\pi k \lambda R$

$\varphi = \frac{k\lambda \cdot 2\pi r\,dr}{r} = k\lambda \cdot 2\pi\,dr$

☑ черновик ☐ чистовик
(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №__
(Нумеровать только чистовики)

$$\left(\frac{\sin^2\beta \,\text{ctg}\,\alpha}{\sin\beta\,\text{ctg}\,\alpha+\cos\beta}\right)^{-1}.$$

$$\cancel{\frac{3}{25}}\quad \frac{\frac{3}{5}\cdot\frac{15}{8}+\frac{4}{5}}{\frac{9}{25}\cdot\frac{15}{8}} =$$

$$= \frac{3\cdot 15\cdot 5+4\cdot 8\cdot 5}{9\cdot 15} = \frac{225+160}{135} = \frac{385}{135} = \frac{77\cdot 5}{9\cdot 15} = \frac{77}{9\cdot 3}$$

$33\cdot 49 = \frac{3300}{2}-33 = 1650-33 = 1617.$

$\sin\beta = \frac{3}{5}.$

$\cancel{\cos}\sin\alpha = \frac{8}{17}.$

$$\frac{\frac{3}{5}\cdot\frac{15}{8}+\frac{4}{5}}{\frac{15}{8}} =$$

$$\frac{11\cdot 49\cdot 3}{5\cdot 19}$$

$$\frac{v_\kappa \sin\beta}{3}$$

$$= \frac{9+\frac{4\cdot 8}{5}}{15} = \frac{45+32}{5\cdot 15} = \frac{77}{75}$$

$$\frac{v_{отн}}{v_\kappa\sin\beta} = \frac{v_\kappa(\sin\beta\,\text{ctg}\,\alpha+\cos\beta)}{v_\kappa\sin\beta\,\text{ctg}\,\alpha} \Rightarrow$$

$$\frac{77}{9\cdot 3}\cdot 3\cdot 25$$

$v_\kappa$

$\Rightarrow v_{отн} = \sin^2\beta\ \cancel{\theta}$

$\cancel{120}\ 69\cdot 2 = 120+18 = 138.$

$$\sin\beta+\frac{\cos\beta}{\text{ctg}\,\alpha} = \frac{3}{5}+\frac{\frac{4}{5}}{\frac{15}{8}} = \frac{3}{5}+\frac{4\cdot 8}{5\cdot 15} = \frac{45+4\cdot 8}{\cancel{5\cdot 15}} = 45+32 = 77.$$

$8^2-5^2 = 3\cdot 13.$

$3\cdot 4\cdot 10^{-5}.$

$\cancel{\cos\alpha\,\text{tg}\beta}$

$v_\kappa\sin\beta + v\sin\alpha =$

$2\cdot 9\cdot 3\cdot 4\cdot 10^{-5} = 0{,}1\,x^2+3\cdot 2\cdot 13\cdot 10^{-5}.$

$\cancel{v_\kappa\cos\beta}$ $75\cdot\frac{3}{5}+68\cdot\frac{8}{17} = \cancel{77}.$

$10^4 x^2 = 2\cdot 9\cdot 3\cdot 4 - 2\cdot 3\cdot 13$

$6\,(9\cdot 4-13)$

$\Delta q = 3C;$

$15\cdot 3^2 \quad 45 \quad \cancel{68}\cdot\frac{4}{17}\cdot 4\cdot 8$

$\Delta W = \frac{3\cdot 13}{2}C.$

$69.$

$2\cdot 27-\frac{3\cdot 13}{2} =$

$E\Delta q = 27C.$

$= 54-\frac{39}{2} = 54-19{,}5 = 34{,}5.$

$\cancel{48}\ 34{,}5\cdot 4\cdot 10^{-4} = \cancel{0{,}1}\cdot x^2.$

☑ 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

№2 ① Повышение температуры происходило на участках 12 и 23. В первом случае $C_v = \frac{3}{2}R$, во втором $C_p = \frac{3+2}{2}R = \frac{5}{2}R \Rightarrow$ отношение $\frac{C_v}{C_p} = \frac{3}{5}$.

② $A_{23} = p_{23}(V_3 - V_2)$; $\Delta U_{23} = \frac{3}{2}p_{23}(V_3 - V_2)$;

$Q_{23} = A_{23} + \Delta U_{23} \Rightarrow$ искомое отношение $\frac{Q_{23}}{A_{23}} = \frac{\frac{5}{2}}{1} = \frac{5}{2}$.

③ $A_{12} = 0$; $\Delta U_{12} = \frac{3}{2}V_{12}(p_{23} - p_1) \Rightarrow Q_{12} = \frac{3}{2}(p_{23} - p_1)V_{12}$.

$|Q_{13}| = |A_{13}| + |\Delta U_{13}| = \frac{1}{2}(p_{23}V_3 - p_{1}V_{12}) + \frac{3}{2}(p_{23}V_3 - p_1V_{12}) = 2p_{23}V_3 - 2p_1V_{12}$; $Q_{23} = \frac{5}{2}(p_{23}V_3 - p_{23}V_2)$

$$\eta = 1 - \left|\frac{Q_{12} + Q_{23}}{Q_{13}}\right| = 1 - \frac{5(p_{23}V_3 - p_{23}V_2) + 3(p_{23}V_{12} - p_1V_{12})}{4}$$

$$\eta = 1 - \left|\frac{Q_{12} + Q_{23}}{Q_{13}}\right| = 1 - \frac{C_{12}\Delta T_{12} + C_{23}\Delta T_{23}}{C_{13}\Delta T_{13}}; \Delta T_{13} =$$

$= \Delta T_{12} + \Delta T_{23}$; $\frac{\Delta T_{12}}{\Delta T_{23}} = K \Rightarrow \eta = 1 - \frac{C_{12}K + C_{23}}{C_{13}K + C_{13}} = \max \Rightarrow$

$\Rightarrow \frac{C_{12}K + C_{23}}{C_{13}K + C_{13}} = \min \Rightarrow$ ~~разность числителя и зна~~

$\Rightarrow \frac{\frac{C_{12}}{C_{13}} \cdot C_{13}K + \frac{C_{12}}{C_{13}} \cdot C_{13} + C_{23} - C_{12}}{C_{13}K + C_{13}} = \min \Rightarrow$

$\Rightarrow \frac{C_{12}}{C_{13}} + \frac{C_{23} - C_{12}}{C_{13}K + C_{13}} = \min \Rightarrow$

☑ черновик ☐ чистовик (Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №__ (Нумеровать только чистовики)

~~Ответ~~:

$$E\Delta q = \frac{LI^2}{2} + \frac{CU_c^2}{2} - \frac{CU_1^2}{2}.$$

$\Delta q = C(U_c - U_1)$

$$EC(U_c - U_1) - \frac{C}{2}(U_c - U_1)(U_c + U_1) = \frac{L}{2}I^2.$$

$$C\underbrace{(U_c - U_1)}_{3}\underbrace{(2E - U_c - U_1)}_{18} = LI^2.$$

$2E - (E - U_0) - U_1 =$

$= E - U_0 - U_1 = 3.$

$$\frac{15 \cdot 5}{4 \cdot 17} \cdot 68 = 75.$$

☑ черновик ~~☑~~ чистовик
(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №__
(Нумеровать только чистовики)