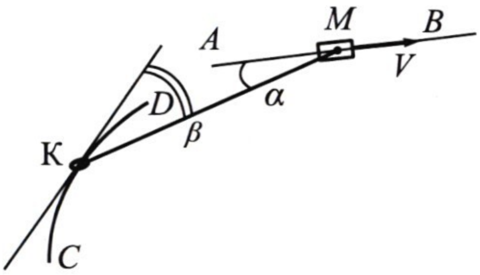
Олимпиада «Физтех» по физике, ф

Класс 11

Вариант 11-01

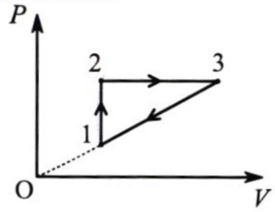
Бланк задания обязательно должен быть вложен в работу. Работы без вл

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



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

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



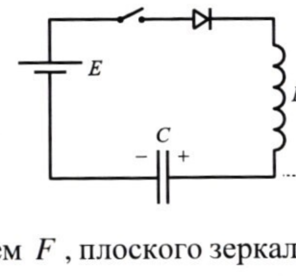
1) Найти отношение молярных теплоемкостей на тех участках цикла, где происходило повышение температуры газа.
2) Найти в изобарном процессе отношение количества теплоты, полученной газом, к работе газа.
3) Найти предельно возможное максимальное значение КПД такого цикла.

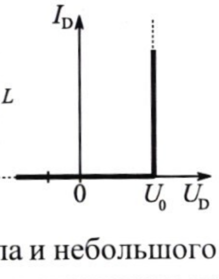
3. Обкладки конденсатора – круглые металлические сетки площадью S, расстояние между обкладками d $\left(d << \sqrt{S}\right)$. Из точки, находящейся между обкладками на оси симметрии на расстоянии $0{,}25d$ от положительно заряженной обкладки, стартует с нулевой начальной скоростью положительно заряженная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

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.

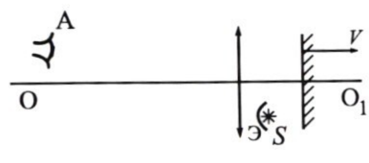
4. В цепи, схема которой показана на рисунке, ключ разомкнут, ЭДС идеального источника $E = 9$ В, конденсатор емкостью $C = 40$ мкФ заряжен до напряжения $U_1 = 5$ В, индуктивность идеальной катушки $L = 0{,}1$ Гн. Вольтамперная характеристика диода дана на рисунке, пороговое напряжение диода $U_0 =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

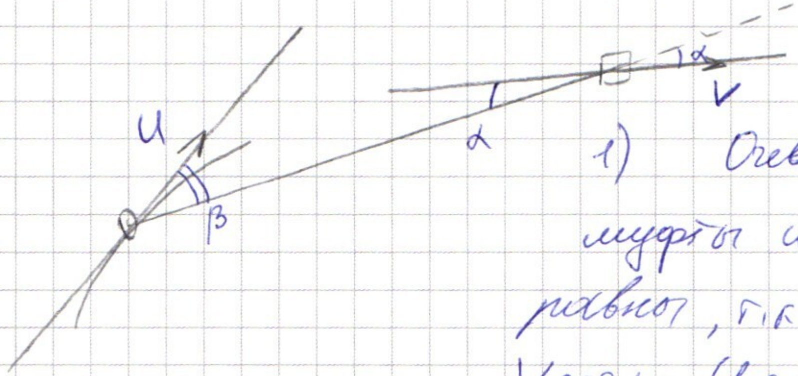
5. Оптическая система состоит из тонкой линзы с фокусным расстоянием F, плоского зеркала и небольшого экрана Э, расположенного так, что свет от источника S может попасть на линзу только после отражения от зеркала (см. рис.). Зеркало расположено перпендикулярно главной оптической оси OO_1 линзы. Источник 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 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



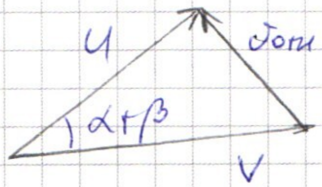
1) Очевидно, что скорости муфты и кольца вдоль нити равны, т.к. она не провисает.

$V\cos\alpha = U\cos\beta$;

$U = \frac{\cos\alpha}{\cos\beta} V$; $U = \frac{15\cdot5}{17\cdot4}\cdot 68 = 75\left(\frac{см}{с}\right)$

2) По закону сложения скоростей:

$\vec{\vartheta}_{абс} = \vec{\vartheta}_{отн} + \vec{\vartheta}_{пер}$; $\vec{\vartheta}_{отн} = \vec{\vartheta}_{абс} - \vec{\vartheta}_{пер} = \vec{U} - \vec{V}$



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

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

По т. косинусов:

$U^2 + V^2 - 2UV\cos(\alpha+\beta) = \vartheta_{отн}^2$;

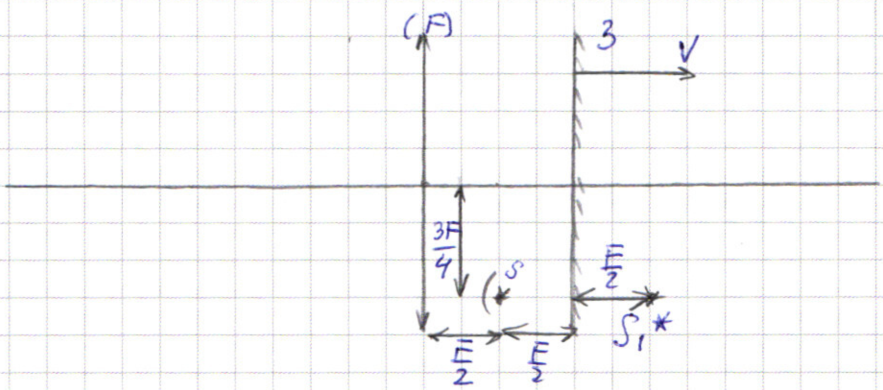
$\cos(\alpha+\beta) = \cos\alpha\cos\beta - \sin\alpha\sin\beta = \frac{4}{5}\cdot\frac{15}{17} - \frac{8}{17}\cdot\frac{3}{5} = \frac{36}{\cancel{75}85}$

$\vartheta_{отн} = \sqrt{68^2 + 75^2 - 2\cdot 68\cdot 75\cdot\frac{36}{85}} = 77\left(\frac{см}{с}\right)$

Ответ: 1) $U = 75\ \frac{см}{с}$

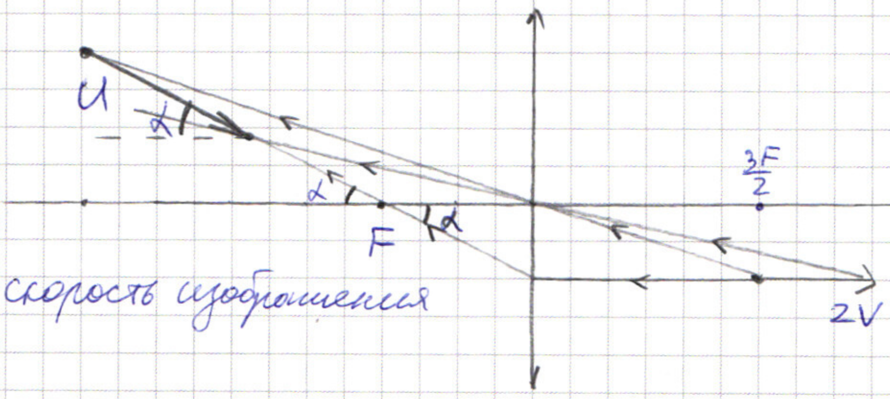
2) $\vartheta_{отн} = 77\ \frac{см}{с}$

№ 5



1) ~~Ис~~ Отражение источника S в зеркале — это S_1^*.
S_1^* становится действительным объектом для линзы.
Расстояние от S_1^* до зеркала равно $F-\frac{F}{2}=\frac{F}{2}$.
$d=F+\frac{F}{2}=\frac{3F}{2}$. Воспользуемся формулой тонкой линзы: $+\frac{1}{F}=+\frac{1}{f}+\frac{1}{d}$; $f=\frac{Fd}{d-F}=3F$; $\Gamma=\frac{3F}{\frac{3F}{2}}=2$.

2) В СО зеркала источник S двигается влево со скоростью V. Значит S_1^* движется вправо со скоростью V в СО зеркала. Значит в неподвижной СО S_1^* имеет скорость $V+V=2V$, которая направлена вправо.



$tg\alpha=\frac{\frac{3F}{4}}{F}=\frac{3}{4}$

$\cos\alpha=\frac{4}{5}$

U — скорость изображения

3) U' — продольная скорость U.

$U'=\Gamma^2\cdot 2V$; $U\cos\alpha=8V$; $U=\frac{8V}{\cos\alpha}=\frac{8V}{\frac{4}{5}}=10V$

Ответ: 1) $f=3F$
2) $tg\alpha=\frac{3}{4}$
3) $U=10V$

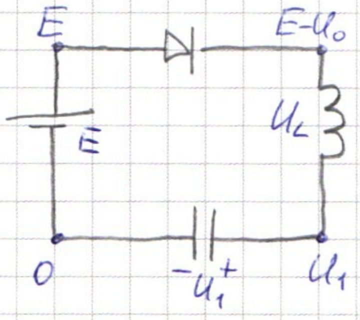
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

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

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

№4

1)

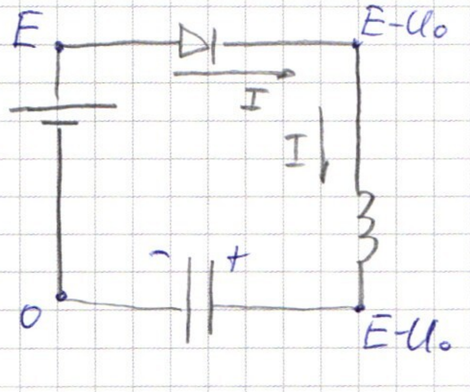


Воспользуемся методом узловых потенциалов. Сразу после замыкания ключа напряжение на конденсаторе U_C не меняется скачком, как и ток в катушке. $U_2(0)=U_1$

$I_L(0)=0$. $U_2 = E-U_0-U_1 = 9-1-5=3$ В

$U_L = L\cdot\dot{I}$; $\dot{I} = \frac{U_L}{L} = \frac{3В}{0,1Гн} = 30\,\frac{А}{с}$

2) Ток максимален, когда $\dot{I}=0$, т.е. $U_L=0$.



$U_C = E-U_0$

Рассмотрим отрицательную обкладку конденсатора.

− | было $q_1 = CU_1$
| стало $q_2 = C(E-U_0)$

q^* — заряд, прошедший через источник. $q^* = q_2 - q_1 = C(E-U_0-U_1)$, По ЗСЭ: $A_{ист} = \Delta W + Q$; $Q=0$.

$A_{ист} = q^*E$; $\Delta W = \left(\frac{LI^2}{2}-0\right)+\left(\frac{C(E-U_0)^2}{2}-\frac{CU_1^2}{2}\right)$ ⇒

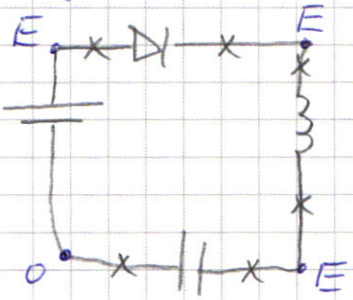
⇒ $EC(E-U_0-U_1) = \frac{LI^2}{2}+\frac{C(E-U_0)^2}{2}-\frac{CU_1^2}{2}$

$CE^2 - CEU_0 - CEU_1 = \frac{LI^2}{2}+\frac{CE^2}{2}+\frac{CU_0^2}{2}-CEU_0-\frac{CU_1^2}{2}$

$\frac{LI^2}{2} = \frac{C}{2}(E^2-U_0^2+U_1^2)-CEU_1 = \frac{C}{2}(E^2-U_0^2+U_1^2-2EU_1)$

$I = \sqrt{\frac{15В\cdot 40\cdot 10^{-6}Ф}{0,1}} = 0,02\sqrt{15}\,А \approx 0,76А$

3) в установившемся режиме $I_C = 0$; $U_L = 0$.



$U_2 = E - 0 = E = 9\ В$

Ответ: 1) $\dot{I} = 30\ \frac{A}{c}$

2) $I = 0{,}76\ A$

3) $U_2 = 9\ В$

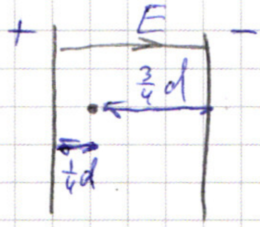
№3

1) $E = \frac{U}{d} = const$; По 2 ЗН: $qE = ma$

$a = \frac{qE}{m} = \gamma E$; $d - 0{,}25d = \frac{aT^2}{2}$; $a = \frac{3d}{2T^2} = \gamma E$

$E = \frac{3d}{2\gamma T^2}$; $V_1 = aT = \gamma \frac{3d}{2\gamma T^2} T = \frac{3d}{2T}$

2) $U = Ed = \frac{3d^2}{2\gamma T^2} = \cancel{\frac{\sigma}{\varepsilon_0}} \frac{Q}{C}$



$Q = \frac{3d^2}{2\gamma T^2} C = \frac{3d^2 \varepsilon_0 S}{2d\gamma T^2} = \frac{1{,}5\varepsilon_0 S d}{\gamma T^2}$

3) Вне конденсатора поле нет. Значит когда частица вылетит из конденсатора, она будет двигаться равномерно со скоростью $V_2 = V_1 = \frac{3d}{2T}$

Ответ: 1) $V_1 = \frac{3d}{2T}$

2) $Q = \frac{1{,}5\varepsilon_0 S d}{\gamma T^2}$

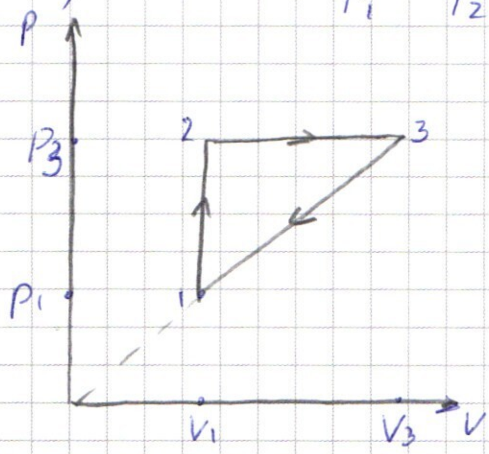
3) $V_2 = \frac{3d}{2T}$

☐ черновик ☑ чистовик
(Поставьте галочку в нужном поле)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

№2

1) 1-2: $\frac{p_1}{T_1} = \frac{p_3}{T_2}$; $T_2 = \frac{p_3}{p_1} T_1$; $T_2 > T_1$



2-3: $\frac{V_1}{T_2} = \frac{V_3}{T_3}$; $T_3 = \frac{V_3}{V_1} T_2$

$T_3 > T_2$

Повышение температуры происходило на участке 1-2 и 2-3.

1-2 – изохора: $C_V = \frac{i}{2}R = \frac{3}{2}R$; 2-3 – изобара: $C_p = \frac{i+2}{2}R = \frac{5}{2}R$

$\frac{C_p}{C_V} = \frac{5}{3}$

2) 2-3: $Q = \Delta U + A$; $\Delta U = \frac{3}{2}\nu R \Delta T_{23}$; $A = p_3 \Delta V = \nu R \Delta T_{23}$

$Q = \frac{5}{2}\nu R \Delta T_{23}$; $\frac{Q_{23}}{A_{23}} = \frac{\frac{5}{2}\nu R \Delta T_{23}}{\nu R \Delta T_{23}} = \frac{5}{2}$

3) $\eta = 1 + \frac{Q^-}{Q^+}$; $Q^- = Q_{31}$; 3-1: $\frac{p_1}{V_1} = \frac{p_3}{V_3}$; $p_1 V_3 = p_3 V_1$

$Q_{31} = \frac{3}{2}(p_1V_1 - p_3V_3) + \frac{(p_1+p_3)(V_3-V_1)}{2} = \frac{3}{2}(p_1V_1 - p_3V_3) +$

$+ \frac{1}{2}(p_1V_3 + p_3V_3 - p_1V_1 - p_3V_1) = 2(p_1V_1 - p_3V_3)$

$\eta = 1 + \frac{2(p_1V_1 - p_3V_3)}{\frac{5}{2}(p_3V_3 - p_3V_1) + \frac{3}{2}(\cancel{p}\,p_3V_1 - p_1V_1)}$

$A = \frac{(p_3 - p_1)(V_3 - V_1)}{2}$; $Q^+ = \frac{3}{2}V_1(p_3 - p_1) + \frac{5}{2}p_3(V_3 - V_1)$

$$\eta = \frac{\frac{(p_3-p_1)(V_3-V_1)}{2}}{\frac{3}{2}V_1(p_3-p_1)+\frac{5}{2}p_3(V_3-V_1)} = \frac{1}{5\frac{p_3}{p_3-p_1}+\frac{3V_1}{V_3-V_1}}$$

Рассмотрим знаменатель. Помним, что

$$\frac{p_1}{V_1} = \frac{p_3}{V_3}\ ; \quad \frac{p_1}{p_3} = \frac{V_1}{V_3} = x\ ; \quad \eta = \frac{1}{\frac{5}{1-\frac{p_1}{p_3}}+\frac{3}{\frac{V_3}{V_1}-1}}$$

$$f(x) = \frac{5}{1-x} + \frac{3}{\frac{1}{x}-1} = \frac{5(\frac{1}{x}-1)+3(1-x)}{(1-x)(\frac{1}{x}-1)} =$$

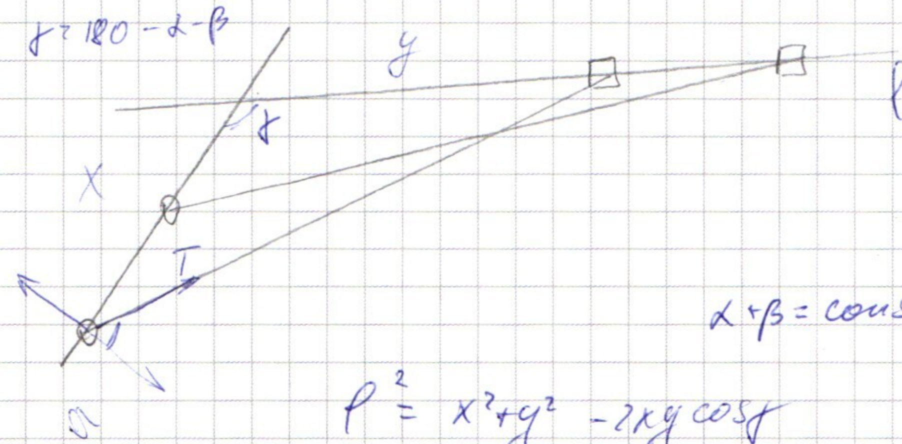
$$= \frac{\frac{5}{x}-5+3-3x}{\frac{1}{x}-1-1+x} = \frac{\frac{5}{x}-3x-2}{\frac{1}{x}+x-2}$$

$$\cancel{\eta' =} \quad f'(x) = +\frac{5}{(1-x)^2} \cancel{\cdot} + \frac{3}{(\frac{1}{x}-1)^2 x^2}$$

$\cancel{(1-x)^2}$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$\gamma = 180 - \alpha - \beta$



$\rho = const$

$\cos\gamma = (180 - \alpha - \beta) = -\cos(\alpha+\beta) = -\frac{36}{85}$.

$\alpha + \beta = const$.

$$\rho^2 = x^2 + y^2 - 2xy\cos\gamma$$

$$\rho^2 = (x - u_0 t)^2 + (y + v_0 t)^2 - 2(x - u_0 t)(y + v_0 t)\cos\gamma$$

$$\rho^2 = x^2 + \cancel{(u_0 t)^2} - 2x u_0 t + y^2 + \cancel{(v_0 t)^2} + 2y v_0 t - 2(xy - y u_0 t + x v_0 t - \cancel{v_0 t u_0 t})\cos\gamma =$$

$$= x^2 + y^2 - 2x u_0 t - 2x v_0 t$$

$$\frac{1}{\sin\gamma} = \frac{x}{\sin\alpha} = \frac{y}{\sin\beta} = \frac{x - v_0 t}{\sin\alpha_2} = \frac{y + v_0 t}{\sin\beta_2}$$

$$u = \frac{75}{68} V; \quad a_{1n} = \frac{75}{68} a_{2n}$$

$\boxed{№2}$

$$\eta = \frac{A}{Q^+} = \frac{(p_2 - p_1)(V_3 - V_1)}{2\left(\frac{3}{2}(V_1(p_2 - p_1) + \frac{5}{2} p_2 (V_3 - V_1)\right)} = p_2 V_3 - p_1 V_3 - p_2 V_1 + p_1 V_1$$

$$f = \frac{5p_3}{p_3 - p_1} + \frac{3V_1}{V_3 - V_1} = \frac{5}{1 - \frac{p_1}{p_3}} + \frac{3}{\frac{V_3}{V_1} - 1}$$

$$\frac{p_1}{V_1} = \frac{p_3}{V_3} \qquad \frac{p_1}{p_3} = \frac{V_1}{V_3} = x;$$

$$f' = -\frac{5}{(1-x)^2} + \frac{3}{\left(\frac{1}{x} - 1\right)^2} = 0; \quad \frac{5}{(1-x)^2} = \frac{3}{\left(\frac{1}{x} - 1\right)^2}$$

$$5\left(\frac{1}{x} - 1\right)^2 = 3(1-x)^2; \quad 5\left(\frac{1}{x^2} + 1 - \frac{1}{x}\right) = 3($$

$$\sqrt{5}\left(\frac{1}{x} - 1\right) = \sqrt{3}(1 - x)$$

1) $\gamma = \frac{5}{3}$.

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

3) $\eta = \frac{A}{Q^+} = 1 + \frac{Q^-}{Q^+}$; $Q^- = 2\nu R(T_1 - T_3)$

$Q^+ = \frac{3}{2}\nu R(T_2 - T_1) + \frac{5}{2}\nu R(T_3 - T_2)$

$$\eta = 1 + \frac{2\nu R(T_1 - T_3)}{\frac{3}{2}\nu R(T_2 - T_1) + \frac{5}{2}\nu R(T_3 - T_2)} = \frac{4(T_1 - T_3)}{3T_2 - 3T_1 + 5T_3 - 5T_2} =$$

$$= \frac{4(T_1 - T_3)}{5T_3 - 3T_1 - 2T_2} =$$

$p_{2\nu}$ $\frac{p_1}{T_1} = \frac{p_2}{T_2}$

$T_2 = \frac{p_2 T_1}{p_1}$

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

p_2 $\frac{V_1}{T_2} = \frac{V_3}{T_3}$

$\frac{p_1 V_1}{T_1} = \frac{p_2 V_3}{T_3}$;

$T_2 = \frac{V_1 T_3}{V_3}$

$\frac{V_1 T_3}{V_3} = \frac{p_2 T_1}{p_1}$

$$\eta = \frac{A}{Q^+} = \frac{\frac{2}{5}Q_{23} + \frac{1}{2}Q_{31}}{Q_{12} + Q_{23}}$$

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

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

$$A = \frac{(p_3 - p_1)(V_3 - V_1)}{2} =$$

$$Q^+ = \frac{3}{2}\left(V_1(p_3 - p_1)\right) + \frac{5}{2}\left(p_3(V_3 - V_1)\right)$$

$$\eta = \frac{1}{\frac{3V_1}{V_3 - V_1} + \frac{5p_3}{p_3 - p_1}}$$

☐ черновик ☐ чистовик

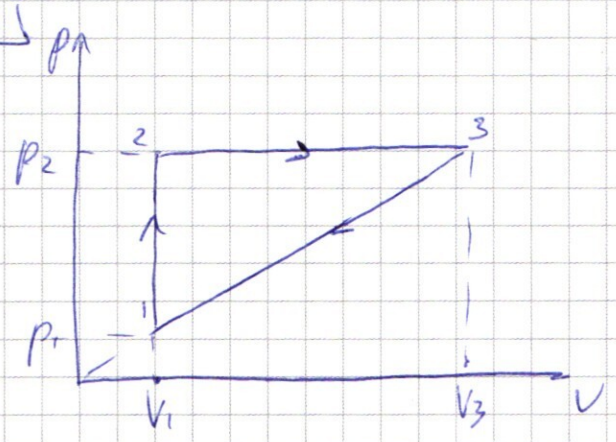
(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №__

(Нумеровать только чистовики)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

№2



$i = 3$

1) $\cancel{Q_{12} = \frac{3}{2}(p_2 - p_1)V_1 = 0}$

$Q_{12} = \frac{3}{2}\nu R \Delta T = C_V \nu \Delta T$

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

$Q_{23} = \frac{5}{2}\nu R \Delta T = C_p \nu \Delta T$

$C_p = \frac{5}{2}$

$\frac{C_p}{C_V} = \frac{5 \cdot 2}{2 \cdot 3} = \frac{5}{3}$

2) $Q_{23} = \frac{3}{2}\nu R \Delta T + \nu R \Delta T$; $\frac{Q_{23}}{A} = \frac{5}{2}$

3) $Q_{12} = \frac{3}{2}\nu R \Delta T$; $Q_{23} = \frac{5}{2}\nu R \Delta T$; $Q_{13} = 2\nu R \Delta T$

$= \frac{3}{2}\nu R (T_2 - T_1)$ $Q_{23} = \frac{3}{2}\nu R (T_3 - T_2)$ $Q_{31} = 2\nu R (T_1 - T_3)$

$\eta = \frac{A}{Q_+} = \frac{Q^+ + Q^-}{Q^+} = 1 + \frac{Q^-}{Q^+} = 1 + \frac{2\nu R (T_1 - T_3)}{\frac{3}{2}\nu R (T_2 - T_1) + \frac{5}{2}\nu R (T_3 - T_2)} =$

$\eta = \frac{T_H - T_X}{T_H}$, $\frac{p_1}{T_1} = \frac{p_2}{T_2}$; $T_2 = \frac{p_2}{p_1} T_1$; $T_2 > T_1$

$\frac{V_1}{T_2} = \frac{V_3}{T_3}$; $T_3 = \frac{V_3}{V_1} T_2$; $\cancel{\frac{T_3}{T_2}}$ $T_3 > T_2$. ; $T_3 = T_H$.

$T_1 = T_X$.

$\eta = \frac{T_3 - T_1}{T_3} = \frac{3(T_2 - T_1) + 5(T_3 - T_2) + 4(T_1 - T_3)}{3(T_2 - T_1) + 5(T_3 - T_2)} =$

$= \frac{3T_2 - 3T_1 + 5T_3 - 5T_2 + 4T_1 - 4T_3}{3T_2 - 3T_1 + 5T_3 - 5T_2} = \frac{-2T_2 + T_1 + T_3}{-2T_2 - 3T_1 \cancel{+5T_2} + 5T_3}$

$\eta = 1 - \frac{T_1}{T_3}$; $\frac{p_1}{V_1} = \frac{p_2}{V_3}$;

$p_2 V_3 = \vartheta R T_3$ $\qquad \frac{T_1}{T_3} = \frac{p_1 V_1}{p_2 V_3}$

$p_1 V_1 = \vartheta R T_1$

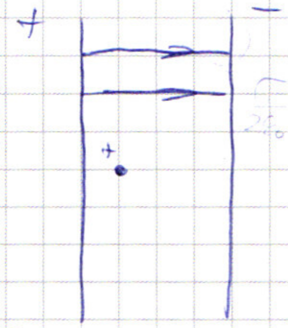
$\frac{p_1}{T_1} = \frac{p_2}{T_2}$; $T_2 = \frac{p_2 T_1}{p_1}$

$\frac{V_1}{T_2} = \frac{V_3}{T_3}$; $T_2 = \frac{V_1 T_3}{V_3} = \frac{p_2 T_1}{p_1}$

$\frac{T_1}{T_3} = \frac{p_1 V_1}{p_2 V_3}$

$T_2 - T_1 + T_3 - T_2 = T_3 - T_1$;

N3



$E = \frac{U}{d}$ =;

$E = \frac{\sigma}{\varepsilon_0} = \frac{q}{S\varepsilon_0} = \frac{CU}{S\varepsilon_0} = \frac{\varepsilon_0 S}{d \varepsilon_0 S} U = \frac{U}{d}$

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

$a = \frac{qE}{m} = \gamma E$; $\quad 0{,}75 d = \frac{\gamma E T^2}{2}$; $E = \frac{1{,}5 d}{\gamma T^2}$

1) $V_1 = aT = \cancel{\gamma} \frac{1{,}5 d}{\cancel{\gamma} T^{\cancel{2}}} \cancel{T} = \frac{3d}{2T}$

2) $E = \frac{U}{d}$; $U = \frac{1{,}5 d^2}{\gamma T^2} = \frac{Q}{C}$; $Q = \frac{1{,}5 C d^2}{\gamma T^2} =$

$= \frac{1{,}5 \varepsilon_0 S d^{\cancel{2}}}{\cancel{d} \gamma T^2} = \frac{1{,}5 \varepsilon_0 S d}{\gamma T^2}$.

3)

$\frac{kqQ}{(\frac{1}{4}d)^2} - \frac{kqQ}{(\frac{3}{4}d)^2} = \frac{mv^2}{2}$

$v = \sqrt{\frac{16 kqQ \cdot 2}{m d^2} - \frac{16 kqQ \cdot 2}{m \cdot 9 d^2}}$

$v = V_1$.

$W = q \, 0{,}75 Ed = \frac{3}{4} qEd$

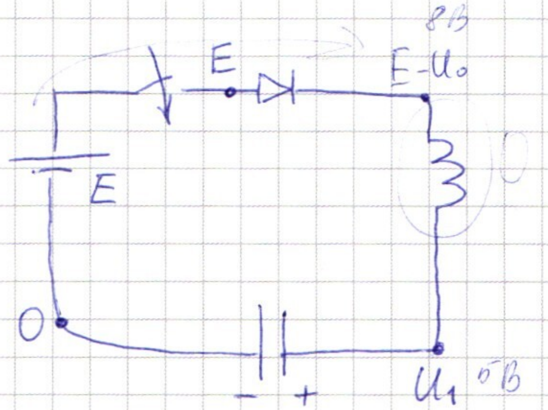
$\frac{3}{4} qEd =$

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

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

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

№4

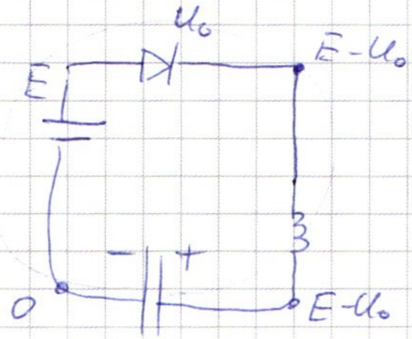
1) 

$U = L\dot{I}$; I не меняется мгновенно.

$E - U_0 - U_1 = L\dot{I}$

$\dot{I} = \frac{3В}{0{,}1Гн} = 30\frac{А}{с}$

2) Ток максимален, когда $\dot{I} = 0$, т.е $U_L = 0$



$U_C = E - U_0$;

$q_C = C(E - U_0)$

было $CU_1 = q_1$

стало $q_2 = C(E - U_0)$

$q^* = q_2 - q_1 = C(E - U_0 - U_1)$

$A_{ист} = \Delta W + Q^{=0}$, $Eq^* = \left(\frac{LI_м^2}{2}\right) + \left(\frac{C(E-U_0)^2}{2} - \frac{CU_1^2}{2}\right)$

$\frac{LI_м^2}{2} = CE(E - U_0 - U_1) - \frac{C(E-U_0)^2}{2} + \frac{CU_1^2}{2} =$

$= CE^2 - \cancel{CEU_0} - CEU_1 - \frac{CE^2}{2} - \frac{CU_0^2}{2} + \cancel{CEU_0} + \frac{CU_1^2}{2} =$

$= \frac{CE^2}{2} - CEU_1 - \frac{CU_0^2}{2} + \frac{CU_1^2}{2} = \frac{C}{2}\left(E^2 - U_0^2 + U_1^2\right) - CEU_1 =$

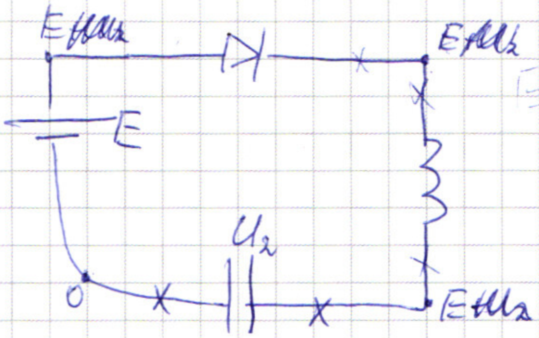
$= \frac{C}{2}(81 - 1 + 25) - C \cdot 9 \cdot 5 = \frac{105C}{2} - 45C = \frac{15}{2}C$

$I_м = \sqrt{\frac{15C}{L}} = \sqrt{\frac{15 \cdot 40 \cdot 10^{-6}}{10^{-1}}} = \sqrt{15 \cdot 10^{-4} \cdot 4} = \sqrt{60 \cdot 10^{-4}} = 10^{-2}\sqrt{60} =$

$= 0{,}02\sqrt{15}$

$81 - 1 + 25 - 2 \cdot 9 \cdot 5 =$
$= 105 - 90$

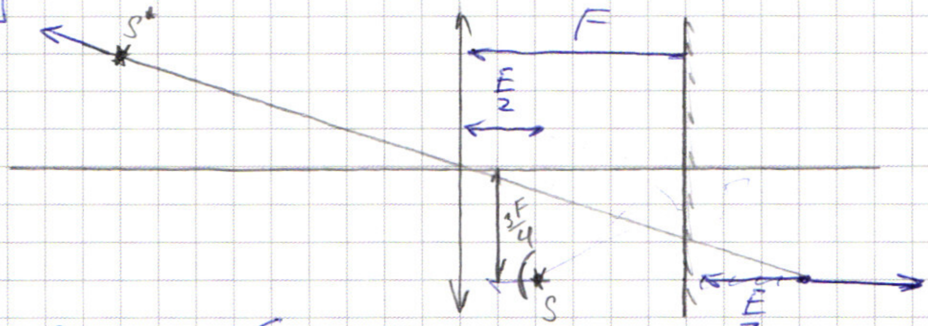
3) $I_C = 0$; $U_L = 0$.



~~$U_2 = 0$~~

$U_2 = 9$ В.

№5



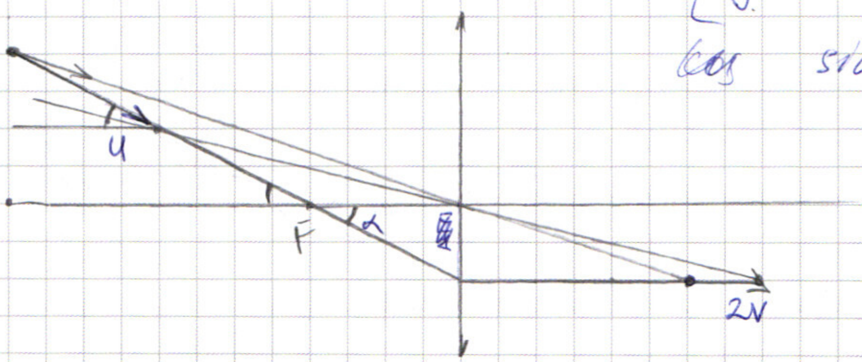
1) $\frac{1}{F} = \frac{2}{3F} + \frac{1}{f}$; $(f = 3F)$

$\Gamma = 2$.

2) $U_{прод} = \Gamma^2 V_{прод}$;

$\left(tg\alpha = \cancel{\frac{F}{2F}}\ \frac{3F}{4F} = \frac{3}{4}\right)$

~~cos~~ $\sin\alpha = \frac{3}{5}$; $\cos\alpha = \frac{4}{5}$.



3) $u\cos\alpha = 2V \cdot 4 = 8V$; $\left(u = \frac{8V \cdot 5}{4} = 10V = 10V\right)$

$17 + 12,5 = 39,5$

4) $27C = \frac{LI^2}{2} + 32C - \frac{25}{2}C$;

~~$\frac{LI^2}{2} = 52,5C - 32C = 20,5C = \frac{41}{2}C$~~ $\frac{LI^2}{2} = 7,5 = \frac{15}{2}$

~~$I = \sqrt{\frac{41 \cdot 40 \cdot 10^{-6}}{9 \cdot 1}}$~~ I $0,2 \cdot 3,8 \approx 0,076$ A

$(30+9)^2 = 900 + 81 + 540 = 1440 + 81 = 1581$

$(30+8)^2 = 900 + 64 + 480 = 1380 + 64 = 1444$

5'Е

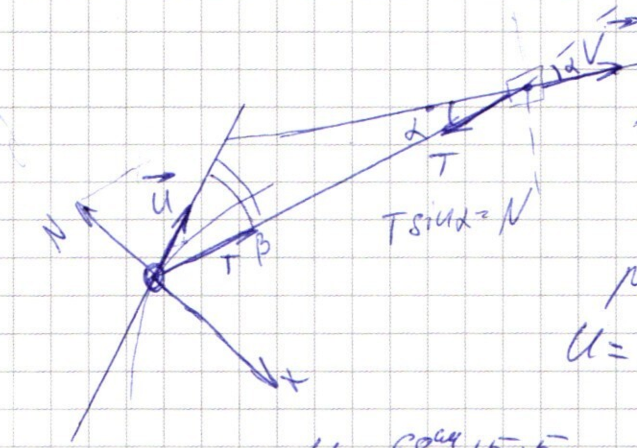
$= 5П$

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

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

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

№1



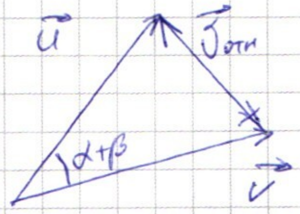
1) Очевидно, что скорости муфты и кольца вдоль нити равны; $V\cos\alpha = U\cos\beta$

$$U = V\frac{\cos\alpha}{\cos\beta} = V\cdot\frac{15\cdot5}{17\cdot4}$$

$$U = \frac{68\frac{см}{с}\cdot15\cdot5}{17\cdot4} = 75\ \frac{см}{с}.$$

2) По закону сложения скоростей:

$\vec{\vartheta}_{абс} = \vec{\vartheta}_{отн} + \vec{\vartheta}_{пер}$; $\quad \vec{\vartheta}_{отн} = \vec{\vartheta}_{абс} - \vec{\vartheta}_{пер} = \vec{U} - \vec{V}$



По т. косинусов:

$$U^2 + V^2 - 2UV\cos(\alpha+\beta) = \vartheta_{отн}^2$$

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

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

$$\sin\beta = \sqrt{1-\cos^2\beta} = \sqrt{1-\frac{16}{25}} = \frac{3}{5}.$$

$$\cos(\alpha+\beta) = \frac{4}{5}\cdot\frac{15}{17} - \frac{8}{17}\cdot\frac{3}{5} = \frac{12}{5\cdot17}(5-2) = \frac{36}{5\cdot17}$$

$$\vartheta_{отн} = \sqrt{\left(68\frac{см}{с}\right)^2 + \left(75\frac{см}{с}\right)^2 - 2\cdot \overset{4}{\cancel{68}}\frac{см}{с}\cdot\overset{15}{\cancel{75}}\frac{см}{с}\cdot\frac{36}{\cancel{5\cdot17}}} = \sqrt{68^2+75^2-120\cdot36}$$

$$68^2 = (60+8)^2 = 3600 + 64 + 960 = 4560 + 64 = 4624$$

$$75^2 = (70+5)^2 = 4900 + 25 + 700 = 5625$$

$$4624 + 5625 = 10249;$$

$$\begin{array}{r} 10249 \\ -\ 4320 \\ \hline 5929 \end{array}$$

$$120\cdot36 = 10(360+72) = 4320$$

$$10249 - 4320 = 5929,$$

$$77^2 = (70+7)^2 = 4900 + 49 + 980 = 5880 + 49 = 5929$$

☐ черновик ☐ чистовик
(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №__
(Нумеровать только чистовики)

$\upsilon_{отн} = 77 \frac{см}{с}$

3) ~~По 3-му закону Н~~ По 2-му закону Ньютона:

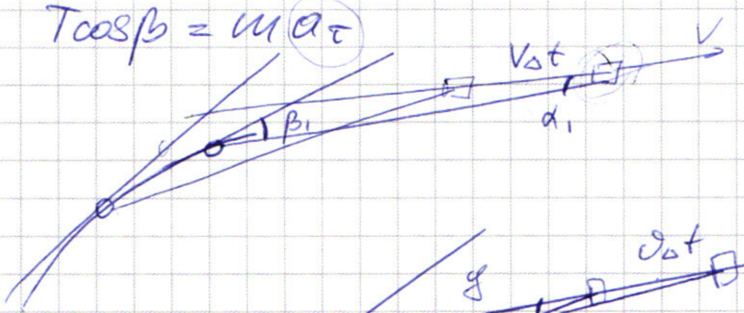
$\cancel{x: T\cos(90-\beta) = ma_n}$

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

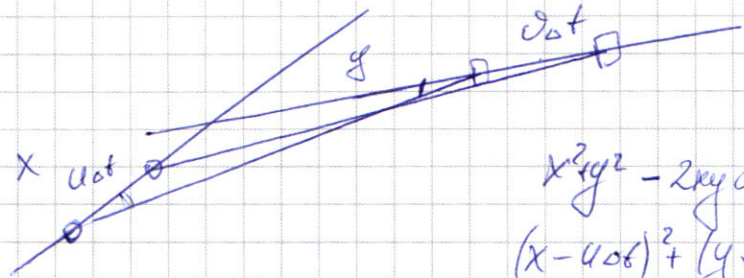
$\cancel{T = \frac{mu^2}{R\sin\beta}}$

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

$T\cos\beta = ma_\tau$



$u = V\frac{\cos\alpha}{\cos\beta}$;



$x^2 + y^2 - 2xy\cos(180-(\alpha+\beta)) = l^2$

$(x-u\Delta t)^2 + (y+V\Delta t)^2 - 2(x-u\Delta t)(y+V\Delta t)\cos$

$\frac{y}{\sin\beta} = \frac{l}{\sin(180-\alpha+\beta)}$; $\sin(180-\alpha-\beta) = \sin(\alpha+\beta)$

$y_1 = \frac{\sin\beta_1}{\sin(\alpha_1+\beta_1)} l$; $\frac{x}{\sin\alpha} = \frac{l}{\sin(\alpha+\beta)}$; $x = \frac{\sin\alpha\, l}{\sin(\alpha+\beta)}$

$y_2 = \frac{\sin\beta_2}{\sin(\alpha_2+\beta_2)} l$; $V\Delta t = l\left(\frac{\sin\beta_2}{\sin(\alpha_2+\beta_2)} - \frac{\sin\beta_1}{\sin(\alpha_1+\beta_1)}\right)$

$x_1 = \frac{\sin\alpha_1\, l}{\sin(\alpha_1+\beta_1)}$ $\quad u\Delta t = l\left(\frac{\sin\alpha_1}{\sin(\alpha_1+\beta_1)} - \frac{\sin\alpha_2}{\sin(\alpha_2+\beta_2)}\right)$

$x_2 = \frac{\sin\alpha_2\, l}{\sin(\alpha_2+\beta_2)}$ $\quad dS = \frac{d\upsilon^2}{2a_\tau}$

$a_\tau = \frac{d\upsilon^2}{2dS}$ $\quad u =$

☐ черновик ☐ чистовик
(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №__
(Нумеровать только чистовики)