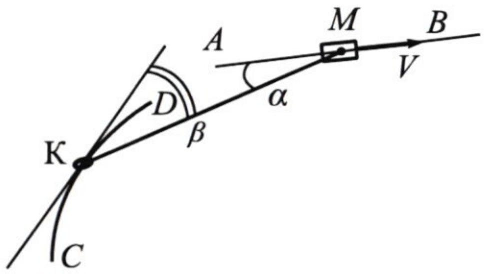
Олимпиада «Физтех» по физике,

Класс 11

Вариант 11-01

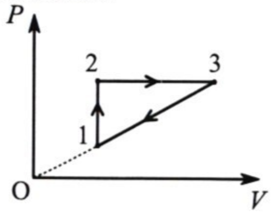
Бланк задания обязательно должен быть вложен в работу. Работы без в.

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.



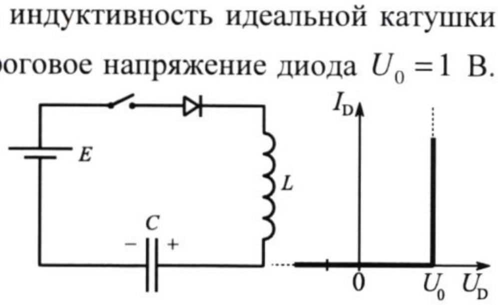
1) Найти отношение молярных теплоемкостей на тех участках цикла, где происходило повышение температуры газа.
2) Найти в изобарном процессе отношение количества теплоты, полученной газом, к работе газа.
3) Найти предельно возможное максимальное значение КПД такого цикла.

3. Обкладки конденсатора – круглые металлические сетки площадью S, расстояние между обкладками d $\left(d \ll \sqrt{S}\right)$. 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?

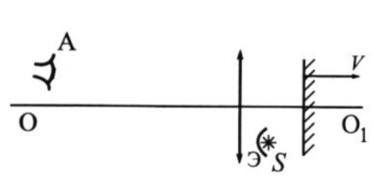
При движении частицы электрическое поле, созданное зарядами конденсатора, считать неизменным, а электрическое поле внутри конденсатора вблизи оси симметрии считать однородным.

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

N1

$V = 68\ \frac{см}{с}$

$m = 0,1$ кг

$R = 1,9$ м

$l = \frac{5R}{3}$

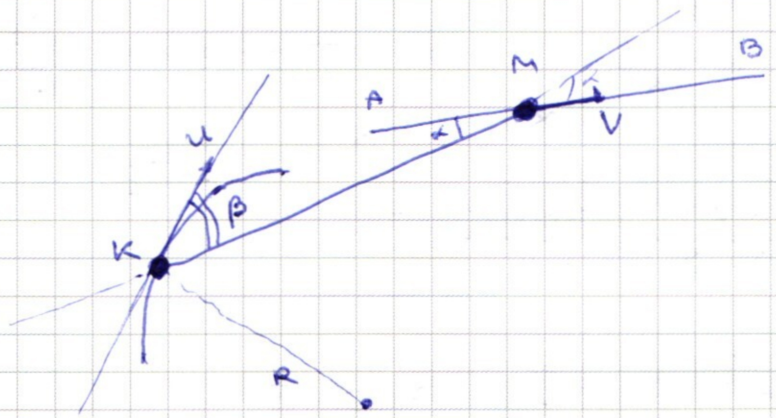
$\cos\alpha = \frac{15}{17}$

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

1) $u = ?$

2) $u_{отн} = ?$

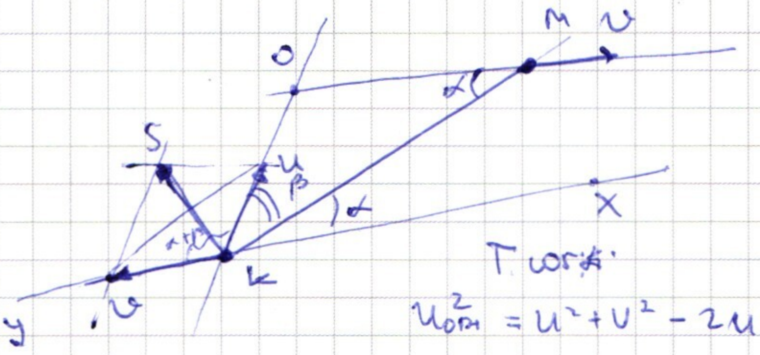
3) $T = ?$



1) Рассмотрим участок нити KM. Нить нерастяжима, поэтому в этом случае для нее справедлив „Закон: постоянной" проекции скорости K и M на KM равны:

$$u\cdot\cos\beta = v\cdot\cos\alpha \Rightarrow u = v\cdot\frac{\cos\alpha}{\cos\beta} = 68\cdot\frac{15}{17}\cdot\frac{5}{4} = \boxed{75\ \frac{см}{с}}$$

2) $u_{отн}$: Перейдем в СО муфты (для этого вычтем вектор $\vec{v}$)



1) Проведем $KX \parallel MO \Rightarrow$

$\Rightarrow \angle MKX = \alpha$ (~~...~~ накрест леж.)

$\vec{u}_{отн} = \vec{u} + (-\vec{v})$ (вектор KS)

$\angle OKY = \alpha + \beta$

Т. cos:

$$u_{отн}^2 = u^2 + v^2 - 2uv\cos(\alpha+\beta);$$

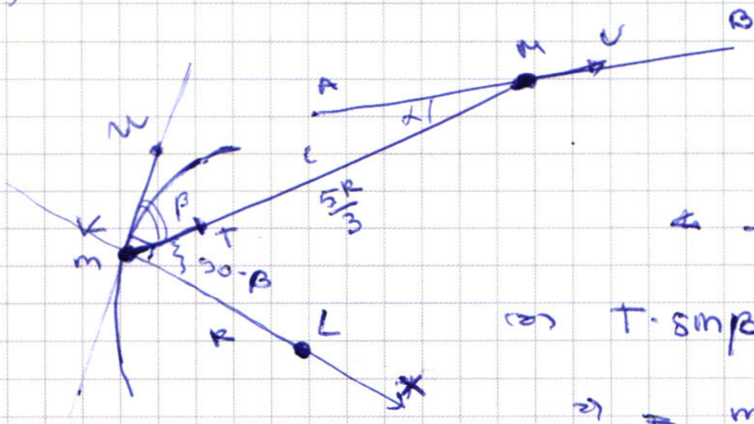
$$\cos(\alpha+\beta) = \cos\alpha\cos\beta - \sin\alpha\sin\beta = \frac{15}{17}\cdot\frac{4}{5} - \frac{8}{17}\cdot\frac{3}{5} = \frac{36}{17\cdot 5}$$

$$u_{отн}^2 = 75^2 + 68^2 - 2\cdot 75\cdot 68\cdot\frac{36}{17\cdot 5} = 75^2 + 68^2 - 4320 = 5929\ \left(\frac{см^2}{с^2}\right)$$

$\Rightarrow u_{отн} = \sqrt{5929\ \frac{см^2}{с^2}} = 77\ \frac{см}{с}$;

$$\boxed{u_{отн} = 77\ \frac{см}{с}}$$

3) $T = ?$



Запишем 2 З.Н. на OX (относительно Земли – И.С.О.)

$\Leftarrow \ T \cdot \cos(90-\beta) = m a_{ц.с.} \ ; \Rightarrow$

$\Rightarrow \ T \cdot \sin\beta = m \cdot \frac{u^2}{R} \Rightarrow$

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

$T = \frac{0,1 \cdot (0,75)^2}{1,8 \cdot \frac{3}{5}} = \frac{5 \cdot (0,75)^2}{18 \cdot 3} = 5 \cdot ($

Ответ: $u = 75 \frac{см}{с}$, $u_{отн} = 77 \frac{см}{с}$ $T =$

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

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

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

№2

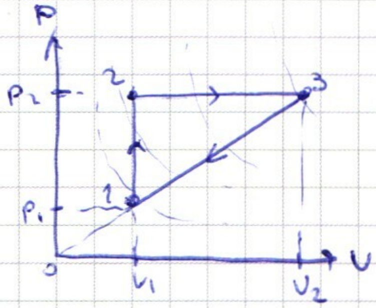
$p(V)$

$i=3$

1) $\frac{C_{12}}{C_{23}} = ?$

2) $\frac{Q_{23}}{A_{23}} = ?$

3) $\eta_{max} = ?$



1) $T\uparrow$ в процессе 1-2 и 2-3 (т.к. изотерма становится все дальше от точки 0)

$Q_{12} = \cancel{A_{12}} + \Delta U_{12} \Rightarrow T_2 > T_1$ ($Q_{12} > 0$, $\Delta U_{12} > 0$)

$Q_{23} = A_{23} + \Delta U_{23}$ (изотерма „правее") $\Rightarrow T_3 > T_2$.

$\frac{C_{12}}{C_{23}} = ?$

~~C_{12} - изохо~~ C_{12} - теплоемкость изохорного процесса

C_{23} - теплоемкость изобарного процесса

$C_{12} = \frac{i}{2}R = \frac{3}{2}R$

$C_{23} = \frac{i+2}{2}R = \frac{5}{2}R$

(формула Майера: $C_p = R + C_V$) $\Rightarrow$

$\Rightarrow \frac{C_{12}}{C_{23}} = \frac{\frac{3}{2}R}{\frac{5}{2}R} = \boxed{\frac{3}{5}}$

2) $\frac{Q_{23}}{A_{23}} = ?$ $\quad Q_{23} = A_{23} + \Delta U_{23} \Rightarrow \frac{Q_{23}}{A_{23}} = 1 + \frac{\Delta U_{23}}{A_{23}} = 1 + \frac{\frac{3}{2}\nu R\Delta T_{23}}{A_{23}}$,

$\nu R \Delta T_{23} = p_2(V_2 - V_1)$; $A_{23} = p_2(V_2 - V_1) \Rightarrow \frac{Q_{23}}{A_{23}} = 1 + \frac{\frac{3}{2}p_2(V_2-V_1)}{p_2(V_2-V_1)} = \boxed{\frac{5}{2}}$

3) $\eta_{max} = ?$

A - работа за цикл, $Q_н$ - теплота при нагревании

$\eta = \frac{A}{Q_н}$, ~~где~~ $\cancel{\frac{Q_н - |Q_x|}{Q_н} = 1 - \frac{|Q_x|}{Q_н}}$; $\eta = \cancel{\frac{1}{2}\Delta V(p_2 - p_1)}$ ...

$A = p_2\Delta V + \frac{p_1+p_2}{2}(-\Delta V) = \Delta V \cdot \frac{p_2 - p_1}{2}$ $\rightarrow$ $\eta = \frac{A}{Q_{12}+Q_{23}} = \frac{1}{3\frac{V_1}{V_2-V_1} + 5\frac{p_2}{p_2-p_1}}$;

$Q_{12} = \underbrace{\frac{3}{2}\nu R}_{C_V}(T_2 - T_1) = \frac{3}{2}V_1(p_2 - p_1)$

$Q_{23} = \underbrace{\frac{5}{2}R}_{C_p}\nu(T_3 - T_2) = \frac{5}{2}p_2\Delta V$

$p_2 = \alpha V_2$, $p_1 = \alpha V_1 \Rightarrow V_2 = V_1 \cdot \frac{p_2}{p_1}$ $\Rightarrow$

$\Rightarrow \eta = \frac{1}{3\frac{V_1}{V_1(\frac{p_2}{p_1}-1)} + 5\frac{p_2}{p_2-p_1}} = \cancel{\frac{1}{3\frac{p_2-p_1}{p_1} + 5\frac{p_2}{p_2-p_1}}} = \cancel{\frac{p_1(p_2-p_1)}{3(p_2-p_1)^2 + 5p_1p_2}} = \cancel{\frac{p_1p_2 - p_1^2}{3p_2^2 + 3p_1^2 - p_1p_2 + p_1^2}}$ $|:p_1^2$ $\ominus$

$\gamma = \frac{p_2}{p_1}$; $\cancel{\ominus\ \eta = \frac{\gamma - 1}{3\gamma^2 + 3 - \gamma} \rightarrow max \rightarrow \eta' = 0}$ $\quad (\gamma-1)'\cdot(3+5\gamma) - (\gamma-1)(3+5\gamma)' = 0$

$3 + 5\gamma - 5\gamma + 5 = 0$

$\eta = \frac{1}{3\cdot\frac{p_1}{p_2-p_1} + \frac{5p_2}{p_2-p_1}} = \frac{p_2 - p_1}{3p_1 + 5p_2}$ $|:p_1$ $= \frac{\gamma - 1}{3 + 5\gamma} \rightarrow max \Rightarrow \eta' = 0 \Rightarrow$ Получим $\eta = f(\gamma)$ и макс.

$\gamma = \frac{p_2}{p_1}$

Ответ: $\frac{C_{12}}{C_{23}} = \frac{3}{5}$, $\frac{Q_{23}}{A_{23}} = \frac{5}{2}$, $\eta_{max} = \frac{\gamma - 1}{3 + \gamma 5}$

☐ черновик ☑ чистовик
(Поставьте галочку в нужном поле)

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

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

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

N4

$E = 9В$

$C = 40 мкФ = 40\cdot10^{-6} Ф$

$U_1 = 5В$

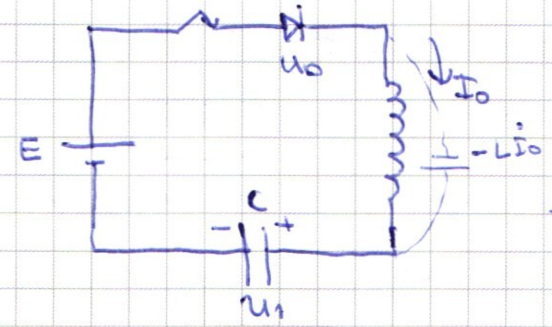
$L = 0,1 Гн$

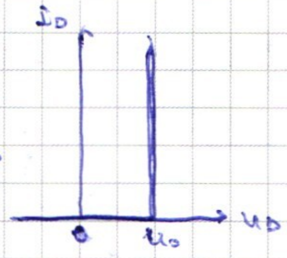
$U_0 = 1В$

① $\dot{I}_0(t) = ?$

② $I_{max} = ?$

③ $U_2(C) = ?$





① 1) Замыкаем ключ. Рассмотрим полож. напр. на диоде

2-е пр. Кирхгофа $E = U_{D_0} + U_1 \Rightarrow U_{D_0} = E - U_1 = 9В - 5В = 4В > U_0 = 1В \Rightarrow$

$\Rightarrow$ ток по нему идти может. $\Rightarrow U_{0\,полож.} = U_0$

2) Пустим ток I_0; Тогда $\mathcal{E}_L = -L\dot{I}_0$ (катушка индукт.) (производная I по времени)

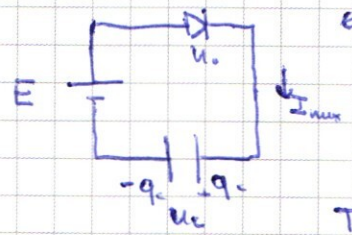
2-е пр. Кирхгофа: $E - L\dot{I}_0 = U_0 + U_1$ (напряжение на конденсаторе моментально изменить не может)

$L\dot{I}_0 = E - U_0 - U_1 \Rightarrow \dot{I}_0 = \frac{E - U_0 - U_1}{L}$

$\dot{I}_0 = \frac{E - U_0 - U_1}{L} = \frac{9В - 1В - 5В}{0,1 Гн} = \frac{3В}{0,1 Гн} = \boxed{30\ \frac{А}{с}}$

② $I_{max} = ?$ $I \to max \Rightarrow \dot{I} = 0 \Rightarrow U_L = -L\dot{I} = 0 \Leftrightarrow$ перерисуем схему:

← исходная схема в этот момент времени равносильна этой.



Поскольку I_{max} есть $\Rightarrow$ диод открыт $\Rightarrow U_D = U_0$;
Пусть в этот момент времени $U_{конденс.} = U_c$;

Тогда: $E = U_0 + U_c \Rightarrow U_c = E - U_0 = 9В - 1В = 8В$

$q_c = U_c \cdot C$; $W_L = \frac{LI^2}{2}$, $W_c = \frac{CU_c^2}{2}$ – энергия в этот момент катушки и конд. $(t = T)$

$W_0 = W_{c0} = \frac{CU_1^2}{2}$ ← после того как замкнули K, энергия была только у конд. $t = 0$

Запишем ЗИЭ (закон изм. энерг.) для $t = 0$ и $t = T$:

$W_0 + A_{ист} = W_T + Q_D$; где $A_{ист}$ – работа источника, Q_D – теплота (на диоде)

$A_{ист} = E\cdot(\underbrace{q_c - q_{0c}}_{\Delta q})$, $Q_D = U_0\cdot(\underbrace{q_c - q_{0c}}_{\Delta q})$

Тогда: $\frac{CU_1^2}{2} + E(q_c - q_{0c}) = \frac{LI_{max}^2}{2} + \frac{CU_c^2}{2} + U_0(q_c - q_{0c})$

☐ черновик ☑ чистовик
(Поставьте галочку в нужном поле)

$$\frac{CU_1^2}{2} + \cancel{E}\cdot(q_c - q_{0c})\cdot(E-U_0) = \frac{LI_{max}^2}{2} + \frac{CU_c^2}{2} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow LI_{max}^2 = C(U_1^2-U_c^2) + 2(E-U_0)\cdot\underbrace{(q_c-q_{0c})}_{C\cdot(U_c-U_4)}$$

$$LI_{max}^2 = C(U_1^2-U_c^2)+2C(E-U_0)\cdot(U_c-U_4)$$, где $U_c = E-U_0 = 8B$

$$I_{max}^2 = \frac{C}{L}\left(U_1^2-U_c^2+2(E-U_0)(U_c-U_4)\right)$$

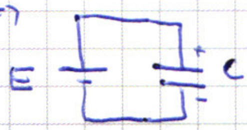
$$I_{max}^2 = \frac{40\cdot10^{-6}}{0,1}\cdot\left(5^2-8^2+2\cdot(9-1)(8-5)\right) = 40\cdot10^{-5}\cdot 9 = 360\cdot10^{-5} = 36\cdot10^{-4} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow I_{max} = \sqrt{36\cdot10^{-4}} = 6\cdot10^{-2} = 0,06\,A = \boxed{60\,mA}$$

3) $U_2 = ?$ U_2 установившееся $\Rightarrow$ заряд на конд. ~~на~~ постоянен $\Rightarrow I = 0 \Rightarrow$

$\Rightarrow U_D = 0$ (т.к. ток не течёт.) $\Leftrightarrow$

$\Leftrightarrow$



$\Leftrightarrow E = U_{C\,уст.} \Rightarrow \boxed{U_2=E}$

Ответ: 1) $\dot{I}_0 = 30\frac{A}{c}$, 2) $I_{max}=60\,mA$, 3) $U_2=E$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

N3

S, d

$\frac{1}{4}d$

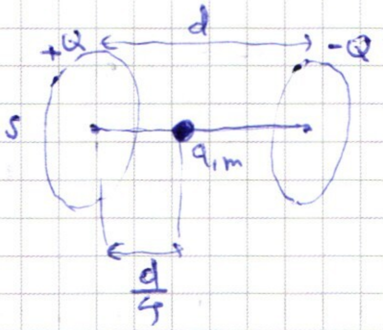
T

$\frac{q}{m} = \gamma$; $q > 0$

1) $V_1 = ?$

2) $Q = ?$

3) $V_2 = ?$

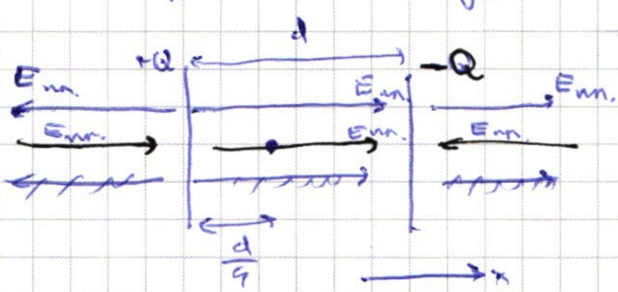


(1)

1) Поскольку вдоль оси симметрии поле внутри однородно и неизменно, это равносильно тому, что у нас есть плоский конденсатор. (круги ⇔ пластины)

$\Rightarrow E_{пластины} = \frac{\sigma}{2\varepsilon_0} = \frac{Q}{2S\varepsilon_0}$;

2) Рассмотрим поле внутри: (вид сбоку): [уголок вблизи оси симметрии!]



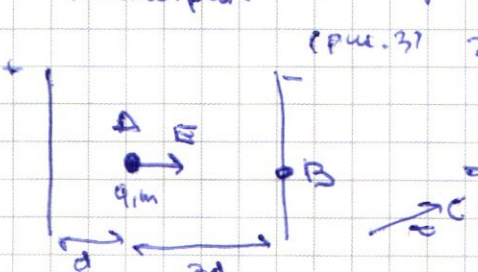
• Тогда суммарное поле внутри $E = 2E_{пл} = \frac{2Q}{2S\varepsilon_0} = \frac{Q}{S\varepsilon_0}$ (направлено от „+" к „−")

• Снаружи конденсатора $E_{снаружи} = 0$ (справа и слева: $E_{пл} - E_{пл} = 0$)

3) ~~Тогда на~~ Рассмотрим частицу:

(рис.3) 2ЗН (на OX):

~~$F_{эл} = ma$~~ $F_{эл} = m \cdot a$; $F_{эл} = E \cdot q \Rightarrow$



$\Rightarrow E \cdot q = m \cdot a \Rightarrow \gamma \cdot E = a \Rightarrow$ ~~$a = \frac{E}{\gamma}$~~ $\Rightarrow a = \gamma E$

$\Rightarrow$ частица вблизи оси движется равноускоренно.

4) За время T частица прошла: $d - \frac{d}{4} = \frac{3d}{4} \Rightarrow$

$\Rightarrow \frac{3d}{4} = \cancel{v_0 T} + \frac{aT^2}{2} \Rightarrow a = \frac{3d}{2T^2}$; ~~$a = \frac{E}{\gamma} = \frac{Q}{\gamma S\varepsilon_0}$~~

$a = \gamma \cdot E = \frac{\gamma Q}{S\varepsilon_0}$

$\Rightarrow$ ~~$\frac{Q}{\gamma S\varepsilon_0} = \frac{3d}{2T^2} \Rightarrow Q = \frac{3d\gamma S\varepsilon_0}{2T^2}$~~ $\frac{\gamma Q}{S\varepsilon_0} = \frac{3d}{2T^2} \Rightarrow \boxed{Q = \frac{3dS\varepsilon_0}{2\gamma T^2}}$

$$Q = \frac{3dS\varepsilon_0}{2\gamma T^2} \Rightarrow a = \gamma \cdot E = \gamma \cdot \frac{Q}{S\varepsilon_0} = \frac{\gamma}{S\varepsilon_0} \cdot \frac{3dS\varepsilon_0}{2\gamma T^2} = \frac{3d}{2T^2}$$

1) $v_1 = ?$ $\quad v_1 = \cancel{v_0} + aT = \frac{3d}{2T^2} \cdot T = \boxed{\frac{3d}{2T}}$

3) $v_2 = ?$ на бесконечно большом расстоянии

ЗСЭ: $E_{п_0} + W_{c_0} + E_{к_0} + \underset{=0}{A} = W_{c\,кон.} + E_{к\,кон.} + \cancel{Q} + \cancel{E_{п\,кон.}}$

поле снаружи поле (Энергии взаимодействия с конденсатором

$W_{c_0} = W_{c\,конечн.}$
(т.к. с конд. ничего не происходит)

$E_{п_0} + \frac{mv_1^2}{2} = E_{к\,кон.} = \frac{mv_2^2}{2}$; $E_{п_0}$ – потенциальная энергия в начале взаимодействия

Поскольку поле совершало работу только тогда, когда переносило частицу из т. A в т. B, то, записывая ЗСЭ в т. B и на бесконечности (т. C), (см. рис. 3) то потенциальной энергии взаим. с конд. нет (поле снаружи $\vec{0}$)

$$\Rightarrow \frac{mv_1^2}{2} = \frac{mv_2^2}{2} \Rightarrow v_2 = v_1 = \frac{3d}{2T}$$

Ответ: 1) $v_1 = \frac{3d}{2T}$

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

3) $v_2 = v_1 = \frac{3d}{2T}$

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

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

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

№5

F

$d = \frac{3F}{4}$

$\frac{F}{2}$

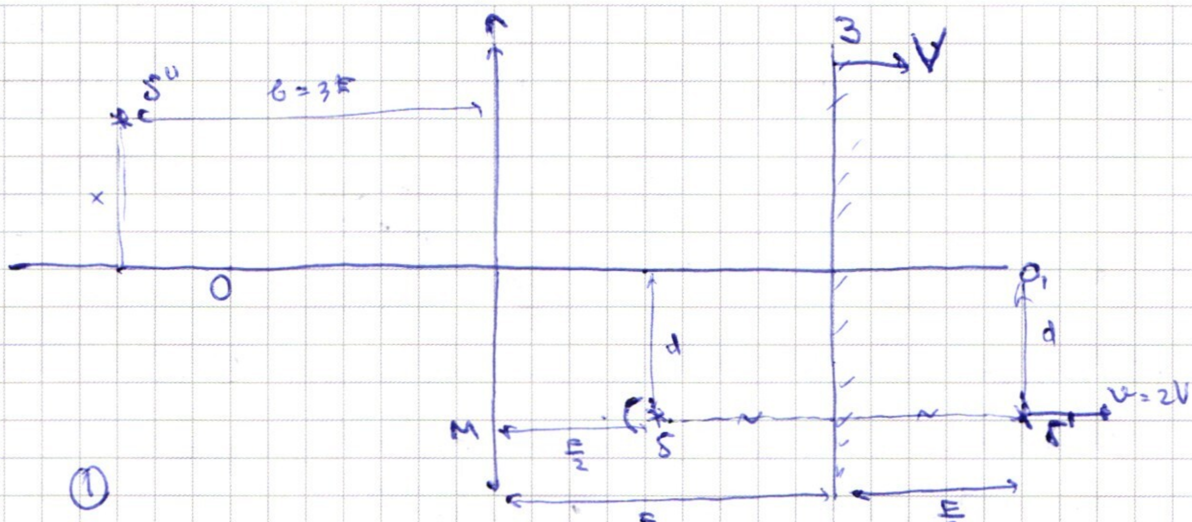
V

F

① $\ell = ?$

② $L = ?$

③ $u = ?$



①

1) Рассмотрим изображение S в зеркале (далее З) (S'): для этого отразим S относительно прямой З ($S \to S'$)

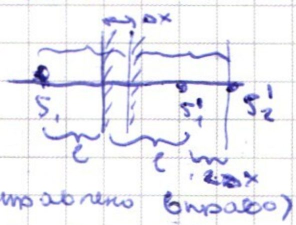
2) S' – источник для линзы Λ. $a = MS' = F + \frac{F}{2} = \frac{3F}{2}$

Запишем формулу тонкой линзы:

$\frac{1}{a} + \frac{1}{b} = \frac{1}{F}$ (т.к. собирающая) $\Rightarrow \frac{1}{b} = \frac{1}{F} - \frac{1}{a} = \frac{1}{F} - \frac{2}{3F} = \frac{1}{3F} \Rightarrow \boxed{\ell = 3F} \Rightarrow$

$\Rightarrow$ ~~изобр.~~ S'' (после прохожд. линзы) на $b = 3F$ слева от линзы. $\boxed{b = 3F}$

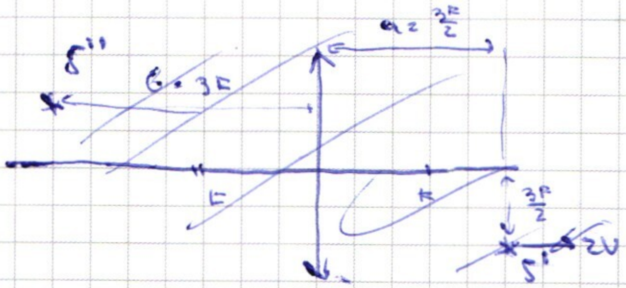
3) ② 1) Рассмотрим скорость v изобр. S':



Пока З сдвинется за Δt на $V\Delta t$,

S' сдвинется на $2V\Delta t \Rightarrow v = 2V$ (и направлено вправо)

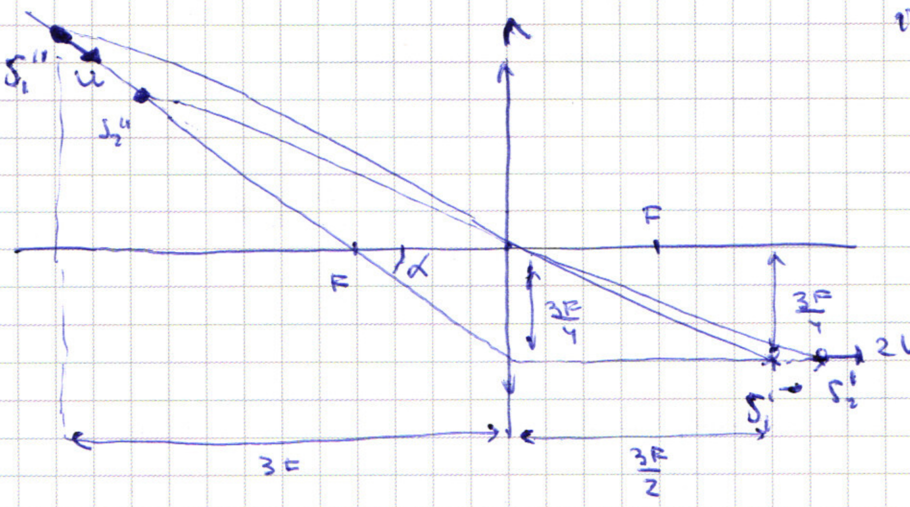
2) Теперь из оптической системы можем убрать зеркало:



☐ черновик ☑ чистовик

(Поставьте галочку в нужном поле)

2) Теперь мысли убрал зеркало:



Построим изобр S_1':
1) Пустим ∥ ГОО → через F проходит.
2) Через центр Л ⇒ не преломл.
⇓ точка S_1''
⇓ сдвинем S' на dx → S_2' ⇒ аналогичные построения ⇒ → S_2''

3) Заметим, что все изобр. лежат на прямой $S_1''S_2''$ ⇒ скорость направлена к линзе под углом α (см. рисунок).

$$tg\alpha = \frac{d}{F} = \frac{\frac{3F}{4}}{F} = \frac{3}{4} \Rightarrow \boxed{\alpha = arctg\frac{3}{4}}$$

③ $u = ?$

Заметим, что $u_x = V_x \cdot \gamma = V_x \cdot \Gamma^2$, где γ – продольное ув.
Γ – поперечное ув.
(формула выводится из дифференцир-вания ф-лы тонкой линзы)
($\gamma = \Gamma^2$ для точки)

$u_x = u \cdot \cos\alpha$, $V_x = 2V$ ⇒

⇒ $\cancel{u_x = \Gamma^2}$ $u\cos\alpha = 2V \cdot \Gamma^2$; $\Gamma = \frac{b}{a} = \frac{3F}{\frac{3F}{2}} = 2$ ⇒

⇒ $u = \frac{2V\Gamma^2}{\cos\alpha} = \frac{2 \cdot 2^2}{\cos\alpha} \cdot V = \frac{8}{\cos\alpha} \cdot V$;

$tg\alpha = \frac{3}{4}$ ⇒ $\cancel{\sin\alpha}$ $\frac{\sin\alpha}{\cos\alpha} = \frac{3}{4}$ ⇒ $\sin\alpha = \frac{3}{5}$, $\cos\alpha = \frac{4}{5}$ ⇒

⇒ $u = \frac{8}{\frac{4}{5}} \cdot V = \frac{5 \cdot \cancel{8}^2}{\cancel{4}} V = \boxed{10V}$

Ответ: 1) $b = 3F$
2) $\alpha = arctg\frac{3}{4}$
3) $u = 10V$

☐ черновик ☑ чистовик
(Поставьте галочку в нужном поле)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

№4

$E = 9$ В

$C = 40$ мкФ

$U_1 = 5$ В

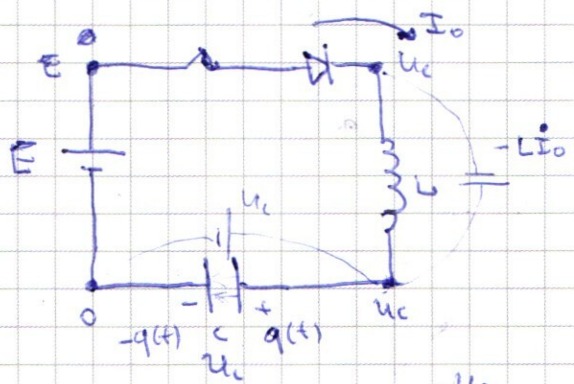
$L = 0{,}1$ Гн

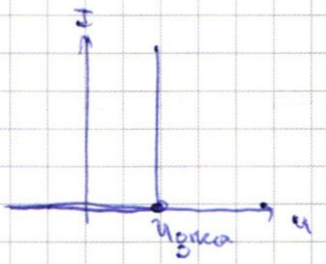
$U_0 = 1$ В

1) $\dot{I}_0' = ?$

2) $I_{max} = ?$

3) $U_2(C) = ?$





① 1) $U_D = \mathcal{E} - U_C = 9 - 5 = 4$ В $> U_0$ ⇒ диод открыт

$\mathcal{E} = U_0 + U_C$ ⇒

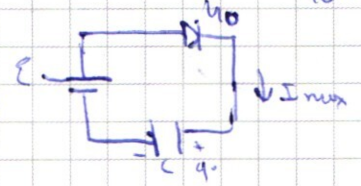
2) $E - L\dot{I}_0 - U_C = U_D$ ⇒ $L\dot{I}_0 = E - U_C - U_D$ ⇒ $\dot{I}_0 = \frac{E - U_C - U_D}{L}$

$\dot{I}_0 = \frac{E - U_C - U_0}{L} = \frac{9-5-1}{0{,}1} = \frac{3 В}{\frac{1}{10} Гн} = \boxed{30 \frac{A}{c}}$

$Гн = \frac{Ф}{A}$; $B = \frac{\dot{I}}{\frac{A}{c}} \cdot Гн$ ⇒ $Гн = \frac{B \cdot c}{A}$

② $I_{max} = ?$

$I - max$ ⇒ $\dot{I} = 0$ ⇒ $U_L = 0$ ⇒



$W_0 = \frac{CU_1^2}{2}$;

$W_0 + A = W_K + Q$ $\mathcal{E} = U_0 + U_C$ ⇒ $\frac{q_0}{C} = \mathcal{E} - U_0$ ⇒ $q_K = C(\mathcal{E} - U_0)$

$W_0 + A_{ист} = W_K + Q_g$

$\frac{CU_0^2}{2}$ $E(q - q_0) = \frac{LI_{max}^2}{2} + \frac{q^2}{2C}$ $U_0(q - q_0)$

$q_K = C(\mathcal{E} - U_0)$

$\frac{q_0^2}{2C} + E(q - q_0) = \frac{LI_{max}^2}{2} + \frac{q_K^2}{2C} + U_0(q - q_0)$;

$\frac{CU_1^2}{2} + E(E - U_0)(CE - CU_0 - CU_1) = \frac{LI_{max}^2}{2} + \frac{C^2(\mathcal{E} - U_0)^2}{2C}$ → I_{max}

$3 \cdot 8 \cdot 2 = 48$

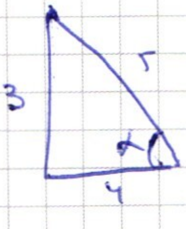
$25 - 64 =$

$\frac{64}{25}$

39

$U_2 = ?$ $I_L = 0$

$U_2 = E$



$25 - 64 = -39 + 48 = 9$

$+\frac{39}{25}$, 64

N5

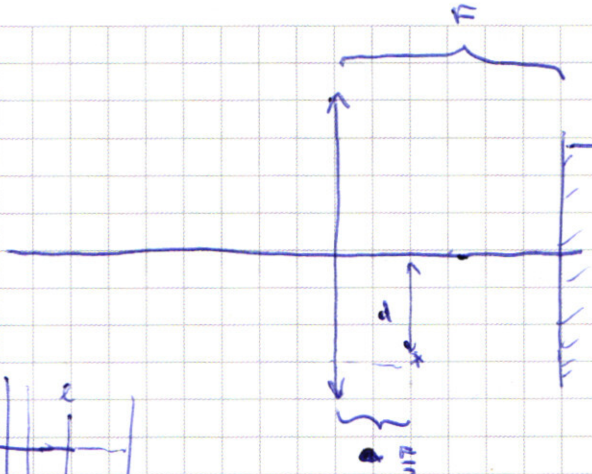
F

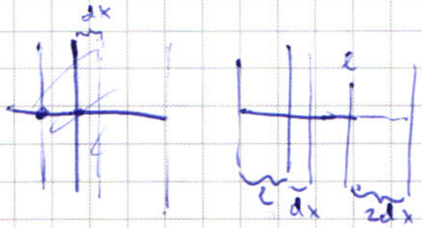
$d = \frac{3F}{4}$

$a = \frac{F}{2}$

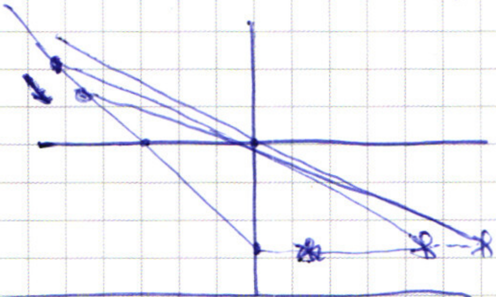
F

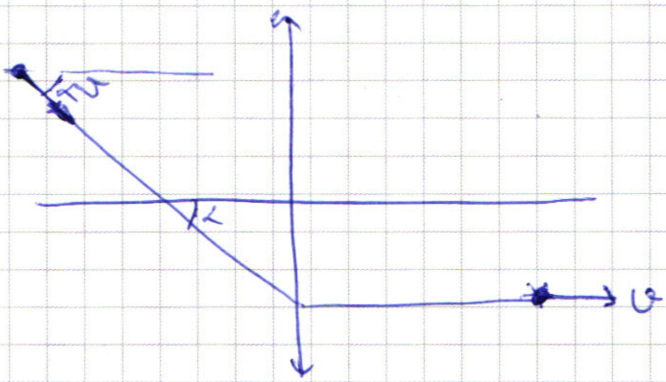
2)



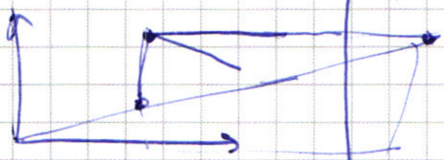


$\to U_2 = 2U$





$\eta = A$



$\frac{1}{a} + \frac{1}{b} = \frac{1}{F}$

$-\frac{\dot a}{a^2} - \frac{\dot b}{b^2} = 0 \to \frac{\dot a}{a^2} = \frac{-\dot b}{b^2} \Rightarrow \left|\frac{\dot b}{\dot a}\right| = \frac{b^2}{a^2} = \Gamma^2 = \gamma$

$\Gamma =$

$\left(\frac{\gamma - 1}{3\gamma^2 + 3 - \gamma}\right)' = \frac{(\gamma-1)' \cdot (3\gamma^2+3-\gamma) - (\gamma-1)(3\gamma^2+3-\gamma)'}{\ldots} = 0$

$\cancel{u_2 = v_x \gamma^2}$

$\frac{u_x}{v_x} = \gamma \Rightarrow u_x = \gamma \cdot v_x$

$u \cos\alpha = \gamma \cdot v_x$

α_1

$\Leftrightarrow \quad 3\gamma^2 + 3 - \gamma - (\gamma - 1)\cdot(6\gamma - 1) = 0$

$3\gamma^2 + 3 - \gamma - (6\gamma^2 - 7\gamma + 1) = 0$

$3\gamma^2 + 3 - \gamma - 6\gamma^2 + 7\gamma - 1 = 0$

$-3\gamma^2 + 6\gamma + 2 = 0$

$3\gamma^2 - 6\gamma - 2 = 0$

$\gamma = \frac{3 \pm \sqrt{9+6}}{}$

$\frac{mv^2}{2} = E\cancel{d}$

$E \cdot \frac{3d}{4}$

$\frac{Q}{S\varepsilon_0} \cdot q$

$v^2 = \frac{Q \cdot \gamma \cdot 3d}{2S\varepsilon_0}$

$v = \sqrt{\frac{3}{2} Q \gamma \cancel{d}}$

$\sqrt{\frac{3d \cdot \ldots}{2\gamma + 2} \cdot \frac{3}{2} \gamma \cdot 3d} = \frac{3}{2}\frac{d}{\tau}$

☑ черновик ☐ чистовик Страница №__

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

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

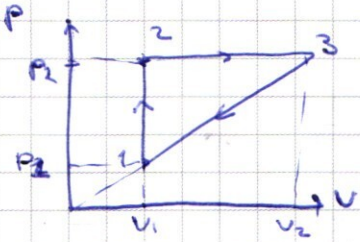
№2

$p(V)$

$i=3$

1) $\frac{C_{12}}{C_{23}}$

2) $2-3$: $\frac{Q_{23}}{A_{23}}=?$



~~Q^+~~ Q^+: $1-2$; $2-3$ $\quad T^+: 1-2$; $T^+: 2-3$

Q^-: $3-1$

1) $\frac{C_{12}}{C_{23}}=\frac{C_V}{C_p}$; $R+C_V=C_p \Rightarrow \frac{C_V}{C_V+R}=\frac{1}{1+\frac{R}{C_V}}$; $C_V=\frac{i}{2}R \Rightarrow$

$\Rightarrow \frac{C_{12}}{C_{23}}=\frac{1}{1+\frac{2}{i}}=\frac{1}{\frac{i+2}{i}}=\frac{i}{i+2} \overset{i=3}{=} \boxed{\frac{3}{5}}$

2) $Q_{23}=A_{23}+\Delta U_{23}$

$\frac{Q_{23}}{A_{23}}=\frac{A_{23}+\Delta U_{23}}{A_{23}}=1+\frac{\Delta U_{23}}{A_{23}}$; $\quad \Delta U_{23}=\frac{3}{2}\nu TR=\frac{3}{2}p\Delta V$, $A=p\Delta V$ $\Rightarrow \frac{Q_{23}}{A_{23}}=1+\frac{\frac{3}{2}}{1}=\boxed{\frac{5}{2}}$

3) $\eta_{max}-?$ $\quad \eta=\frac{A}{Q^+}=\frac{A}{Q_{12}+Q_{23}}$; $\quad A=A_{23}+A_{31}$;

$A_{31}=\frac{(p_1+p_2)}{2}\cdot(V_1-V_2)$

$p_1=\alpha V_1$, $p_2=\alpha V_2 \Rightarrow \frac{p_1}{p_2}=\frac{V_1}{V_2} \Rightarrow p_1=\frac{V_1}{V_2}p_2 \Big\} \Rightarrow$

2) $A_{31}=$

$\frac{4}{2}\nu R(T_3-T$

$\eta=\frac{Q^+-|Q^-|}{Q^+}=\frac{p_2\Delta V-}{p_2\Delta V}$

$Q^-=$ ~~$\frac{4}{2}$~~ $\frac{i+1}{2}\underbrace{\nu R\,\Delta(T_1-T_2)}$

$p_1V_1-p_2V_2=\frac{V_1}{V_2}p_2\cdot V_1-p_2V_2=p$

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

$\eta=\frac{A}{Q^+}=\frac{Q^+-|Q^-|}{Q^+}=$ ~~$\frac{\frac{3}{2}\nu R(T_2-T_1)+\frac{5}{2}\nu R(T_3-T_2)-|\frac{4}{2}\nu R(T_3-T_2)|}{}$~~ $=$

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

$\eta=\frac{A}{Q_{12}+Q_{23}}$, $\quad A=p_2\cdot\Delta V+\frac{p_1+p_2}{2}\cdot(-\Delta V)=\Delta V\left(p_2-\frac{p_1+p_2}{2}\right)=\Delta V\cdot\frac{p_2-p_1}{2}$

$Q_{12}=\frac{3}{2}\nu R(T_2-T_1)=\frac{3}{2}V_1(p_2-p_1)$; $\quad Q_{23}=\frac{i+2}{2}\nu R\Delta T_{23}=\frac{5}{2}$ ~~νR~~ $p_2\Delta V$

$\eta=\frac{\frac{1}{2}\Delta V\cdot(p_2-p_1)}{\frac{3}{2}V_1(p_2-p_1)+\frac{5}{2}p_2\cdot\Delta V}=\frac{\frac{1}{2}}{\frac{3}{2}\frac{V_1}{\Delta V}+\frac{5}{2}\frac{p_2}{p_2-p_1}}\Big|\cdot 2=\frac{1}{3\frac{V_1}{V_2-V_1}+5\frac{p_2}{p_2-p_1}}$;

$p_1=\alpha V_1$, $p_2=\alpha V_2 \Rightarrow \frac{p_1}{p_2}=\frac{V_1}{V_2} \Rightarrow V_2=V_1\cdot\frac{p_2}{p_1}$ $\quad \frac{1}{3\frac{V_1}{V_1\left(\frac{p_2}{p_1}-1\right)}+5\frac{p_2}{p_2-p_1}}=\frac{1}{3\cdot\frac{p_1}{p_2-p_1}+5\frac{p_2}{p_2-p_1}}=\frac{\gamma-1}{3\gamma^2+\gamma-1}$

$=\frac{p_1(p_2-p_1)}{3(p_2-p_1)^2+5p_1p_2}=\frac{p_1(p_2-p_1)}{3p_2^2+p_1p_2-p_1^2}=\frac{p_1p_2-p_1^2}{3p_2^2+p_1p_2-p_1^2}\Big|:p_1^2=\frac{\left(\frac{p_2}{p_1}\right)-1}{3}$

№3

5, d

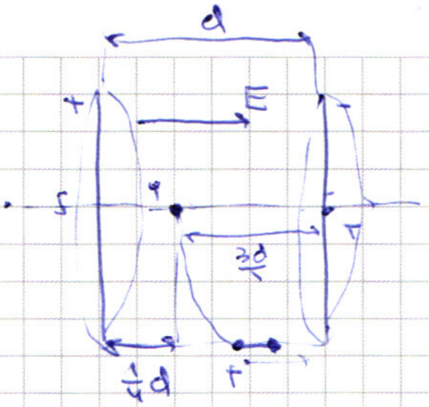
T

$\frac{q}{m} = \gamma \ (q>0)$

1) $v_1 = ?$

2) $Q = ?$

3) $v_{2\infty} = ?$



$E = \frac{\sigma}{2\varepsilon_0} = \frac{Q}{2S\varepsilon_0}$

$F = m \cdot a$

$qE = m \cdot a \Rightarrow a = \frac{q}{m} E$

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

T: $\frac{3d}{4} = \cancel{v_0 t} + \frac{aT^2}{2}$

1) $v_k = \cancel{v_0} + aT$

$v_k = \gamma E T$

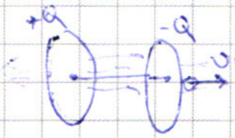
T: $\frac{3d}{4_2} = \frac{aT^2}{2} \Rightarrow a = \frac{3d}{2T^2}$

2) $\gamma \cdot \frac{Q}{S\varepsilon_0} = \frac{3d}{2T^2} \Rightarrow \boxed{Q = \frac{3dS\varepsilon_0}{2\gamma T^2}}$

1) $v_k = \gamma E T = \gamma T \cdot \frac{Q}{S\varepsilon_0} = \frac{\gamma T}{S\varepsilon_0} \cdot \frac{3dS\varepsilon_0}{2\gamma T^2} = \boxed{\frac{3d}{2T}}$

3) $v_{2\infty} = ?$

$v_{2\infty} = v_1$



$\frac{\gamma - 1}{3 + 5\gamma} \to \max$

$(\gamma-1)' \cdot (3+5\gamma) - (\gamma - 1) \cdot 5 = 0$

$3 + \cancel{5\gamma} - \cancel{5\gamma} + 5 = 0$

№1

$V = 68 \frac{см}{с}$

$m = 0{,}1$ кг

$R = 1{,}9$ м

$\ell = \frac{5R}{3}$

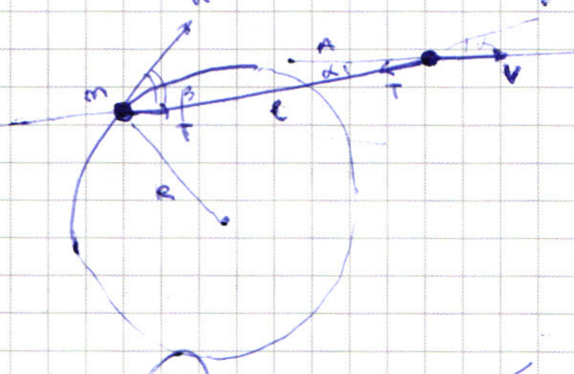
$\alpha \ (\cos\alpha = \frac{15}{17}) \Rightarrow \sin\alpha$

$\beta \ (\cos\beta = \frac{4}{5})$

1) $u = ?$

2) $u_{отн} = ?$

3) $T = ?$



1) $u\cos\beta = V\cos\alpha$?

2) ...

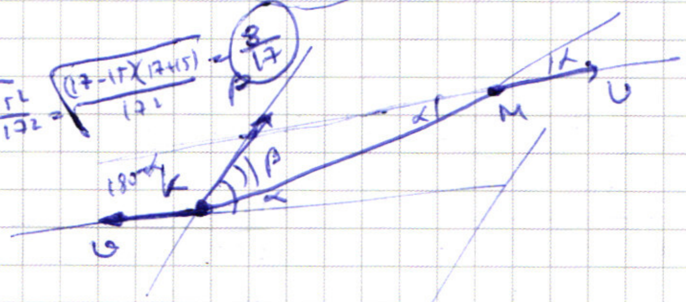
$u \cdot \frac{4}{5} = \cancel{68} \cdot \frac{15}{\cancel{17}}$

$u = 15 \cdot 5 = 75$

68 : 17 = 4

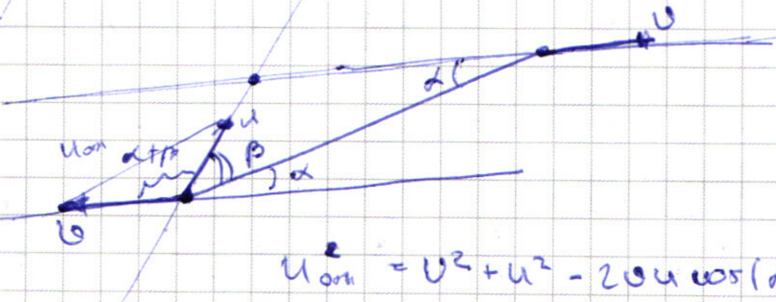
$\sin\alpha = \sqrt{1 - \frac{15^2}{17^2}} = \sqrt{\frac{(17-15)(17+15)}{17^2}} = \frac{8}{17}$

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



$\frac{\gamma - 1}{3 + 5\gamma}$

$\cos(\alpha+\beta) = \cos\alpha\cos\beta - \sin\alpha\sin\beta = \frac{15}{17} \cdot \frac{4}{5} - \frac{8}{17} \cdot \frac{3}{5} = \frac{60 - 24}{17 \cdot 5} = \frac{36}{17 \cdot 5}$



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

120 · 36

75 · 75 = 5625

68 · 68 = 4624

2 · 15 · 8 = 120

120 · 36 = 4320

4624 − 4320 = 304

5625 + 304 = 5929

77 · 77 = 5929

$\square$ черновик $\square$ чистовик

(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №__

(Нумеровать только чистовики)