

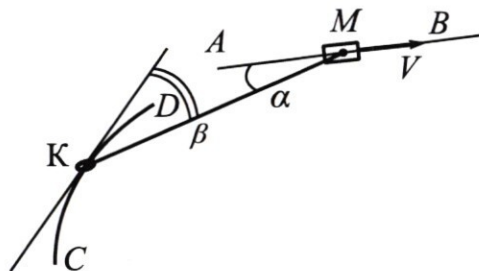
Олимпиада «Физтех» по физике, ф

Класс 11

Вариант 11-04

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

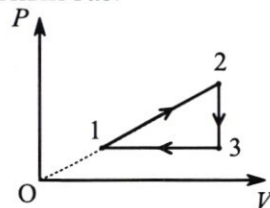
1. Муфту М двигают со скоростью $V = 2$ м/с по горизонтальной направляющей АВ (см. рис.). Кольцо К массой $m = 0,4$ кг может двигаться без трения по проволоке CD в виде дуги окружности радиусом $R = 1,9$ м. Кольцо и муфта связаны легким тросом длиной $l = 17R/15$. Система находится в одной горизонтальной плоскости. В некоторый момент трос составляет угол α ($\cos \alpha = 4/5$) с направлением движения муфты и угол β ($\cos \beta = 8/17$) 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.

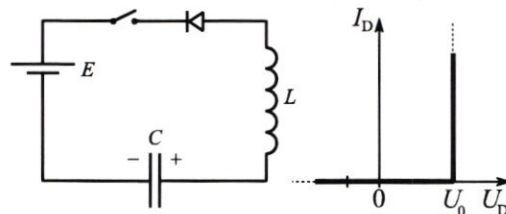
- 1) Найдите удельный заряд частицы $\gamma = \frac{|q|}{m}$.
- 2) Через какое время T после влета в конденсатор частица вылетит из него?
- 3) Найдите скорость V_0 частицы на бесконечно большом расстоянии от конденсатора.

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.

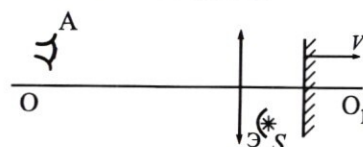


5. Оптическая система состоит из тонкой линзы с фокусным расстоянием F , плоского зеркала и небольшого экрана Э, расположенного так, что свет от источника S может попасть на линзу только после отражения от зеркала (см. рис.). Зеркало расположено перпендикулярно главной оптической оси OO_1 линзы. Источник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



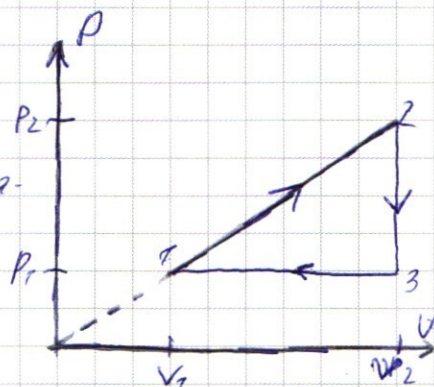
ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$$T \sin \alpha \cdot N = m \frac{v^2}{R}$$

Ответ: 1) $\alpha \approx 3,4$ м/с; 2) $\alpha_{\text{отн}} \approx 4,2$ м/с; 3) $T =$

N2.

Дано: 1) из графика видно,
 $i = 3$ что процесс теплопере-
туры изохорного
1) $\frac{C_{x1}}{C_{x2}} = ?$ участка 23431
2) $\frac{\Delta U_{23}}{A_{23}} = ?$ (так как $P_1 V_1 = \nu R T_1$; $P_2 V_2 = \nu R T_2$; $P_1 V_1 < P_2 V_2 \Rightarrow T_1 < T_2$,
3) $\eta_{\text{пнк}} = ?$ $P_1 V_1 = \nu R T_1$; $P_1 V_3 = \nu R T_3$; $P_1 V_1 < P_1 V_2 \Rightarrow T_1 < T_3$)



На участке 12 P от V зависит прямолинейно-
изохорно, поэтому $P_2 = k P_1$; $V_2 = k V_1$, где
 k некий коэффициент и $k > 1$
пусть $C_{x1} = C_{i3}$; $C_{x2} = C_{31}$

$$Q_{23} = C_{23} \Delta T = A_{23} + \Delta U_{23} \quad \Delta T = T_3 - T_2$$

$$A_{23} = 0 \quad \Delta U_{23} = \frac{3}{2} \nu R \Delta T \Rightarrow C_{23} = \frac{3}{2} R \Rightarrow C_{x1} = \frac{3}{2} R$$

$$Q_{31} = C_{31} \Delta T_2 = A_{31} + \Delta U_{31} \quad \Delta T_2 = T_1 - T_3$$

$$A_{31} = P_1 (V_1 - V_2) = P_1 V_1 - P_1 V_2 = \nu R T_1 - \nu R T_3 = \nu R \Delta T_2$$

$$\Delta U_{31} = \frac{3}{2} \nu R \Delta T_2 \Rightarrow C_{31} \Delta T_2 = \frac{5}{2} \nu R \Delta T_2 \Rightarrow C_{31} = \frac{5}{2} R$$

$$\frac{C_{x1}}{C_{x2}} = \frac{C_{23}}{C_{31}} = \frac{3-2}{2 \cdot 5} = \frac{3}{5} = 0,6$$

$$2) A_{23} = \frac{(P_2 + P_1)}{2} \cdot (V_2 - V_1) = \frac{(kP_1 + P_1)}{2} \cdot (kV_1 - V_1) = \frac{P_1 V_1}{2} (k^2 - 1)$$

$$\Delta U_{13} = \frac{3}{2} \nu R (T_2 - T_1) = \frac{3}{2} \nu R T_2 - \frac{3}{2} \nu R T_1 = \frac{3}{2} P_2 V_2 - \frac{3}{2} P_1 V_1 =$$

$$= \frac{3}{2} k^2 P_1 V_1 - \frac{3}{2} P_1 V_1 = \frac{3}{2} P_1 V_1 (k^2 - 1)$$

$$\frac{\Delta U_{13}}{A_{23}} = \frac{\frac{3}{2} P_1 V_1 (k^2 - 1)}{\frac{1}{2} P_1 V_1 (k^2 - 1)} = 3$$

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

$$A = A_{12} + A_{31} = \frac{1}{2} P_2 V_2 (k^2 - 1) + P_1 V_1 - P_1 V_2 = \frac{1}{2} P_1 V_1 (k^2 - 1) + P_1 V_1 (1 - k)$$

$$= P_1 V_1 \left(\frac{1}{2} k^2 - \frac{1}{2} + 1 - k \right) = P_1 V_1 \left(\frac{1}{2} k^2 - k + \frac{1}{2} \right)$$

$$Q_H = A_{12} + \Delta U_{23} = 2 P_2 V_2 (k^2 - 1) = 2 P_1 V_1 (k - 1)(k + 1)$$

$$A = \frac{1}{2} P_1 V_1 (k - 1)^2$$

$$\eta = \frac{\frac{1}{2} P_1 V_1 (k - 1)^2}{2 P_1 V_1 (k - 1)(k + 1)} = \frac{k - 1}{4(k + 1)} = \frac{k - 1}{4k + 4}$$

$$\eta' = \frac{(k - 1) \cdot (4k + 4) - (k - 1)(4k + 4)}{(4k + 4)^2} = \frac{4k + 4 - 4k - 4}{(4k + 4)^2} = \frac{8}{(4k + 4)^2}$$

$\eta > 0; \eta' < 0 \Rightarrow$ функция возрастает на всём участке, следовательно $\eta_{\max}$, при $k \rightarrow \infty$

$$\eta_{\max} = \frac{k - 1}{4k + 4} \Big|_{k \rightarrow \infty}$$

$$\eta_{\max} = \frac{1 - \frac{1}{k}}{4 + \frac{4}{k}}$$

$$k \rightarrow \infty \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \eta_{\max} = \frac{1}{4} = 0,25$$

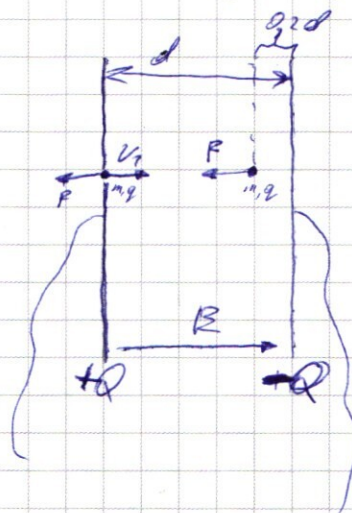
Ответ: 1) $\frac{P_2 V_2}{P_1 V_1} = 0,6$; 2) $\frac{\Delta U_{13}}{A_{23}} = 3$; 3) $\eta_{\max} = 0,25$

№3.

Дано: $\vec{E}$ как заряд остановился, знаешь $\vec{E} \perp \vec{U}$, $\vec{U}_1$ на него действует сила противодействия -

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

- 1) $\gamma = \frac{|q|}{m} = ?$ направление его скорости
 2) $T = ?$ $F = |q|E$ - сила действующая на заряд,
 3) $V_0 = ?$ где $E = \frac{U}{d}$ и E - напряжённость электрического поля
 направление поля по направлению силы (так как $q < 0$)



Получается, что заряд прошёл расстояние $d - 0,2d = 0,8d$

$$A = F \cdot 0,8d = |q|E \cdot 0,8d = |q| \frac{U}{d} \cdot 0,8d = 0,8|q|U$$

$$E_H = \frac{mV_1^2}{2}$$

$$E_H - A = 0 \Rightarrow \frac{mV_1^2}{2} = 0,8|q|U \Rightarrow \frac{|q|}{m} = \frac{V_1^2}{1,6U} = \frac{5V_1^2}{8U}$$

2) Так как сила постоянна - движение равноускоренное:

$$\frac{at^2}{2} = 0,8d \quad t - \text{время за которое частица} \\ \text{пройдёт расстояние } 0,8d; \text{ так } t^2 = \frac{T}{2} \Rightarrow T = 2t$$

$$t^2 = \frac{1,6d}{a} \quad F = ma \Rightarrow a = \frac{F}{m} = \frac{|q|E}{m} = \frac{|q|U}{md}$$

$$t^2 = \frac{1,6d}{\frac{|q|U}{md}} \cdot d = \frac{1,6d^2}{\frac{5V_1^2}{8U}} \Rightarrow t = \frac{8d}{5V_1} \Rightarrow T = \frac{16d}{5V_1}$$

3) Вне конденсатора электрического поля нет. Скорость V_0 будет равна скорости V_1 , с которой частица вылетит из конденсатора.

$$V_2 = a \cdot t = a \cdot \frac{T}{2} = \frac{1914}{m \cdot d} \cdot \frac{8d}{5V_1} = \frac{5V_1 L}{84} \cdot \frac{4}{d} \cdot \frac{8d}{5V_1} = V_1$$

$$V_0 = V_2 = V_1$$

Ответ: 1) $\gamma = \frac{191}{m} = \frac{5V_1 L}{84}$; 2) $T = \frac{16d}{5V_1}$; 3) $V_0 = V_1$

№4

Дано:

$$E = 6 \text{ В}$$

$$C = 10 \text{ мкФ}$$

$$U_1 = 9 \text{ В}$$

$$L = 0,4 \text{ Гн}$$

$$U_0 = 1 \text{ В}$$

1) $I' = ?$

2) $I_{\max} = ?$

3) $U_2 = ?$

1) Рассмотрим цепь сразу после замыкания ключа.

Напряжение на конденсаторе и ток

через катушку скачком не меняются.

При помощи метода перемещений переставим перемычку

U_L - напряжение на катушке

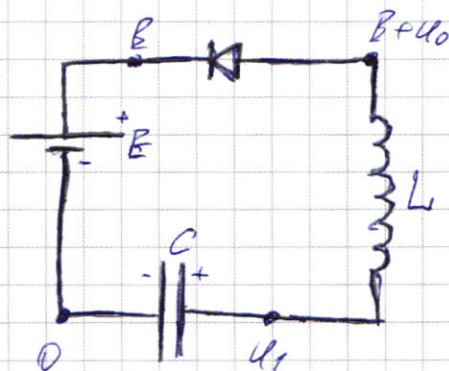
$$U_L = U_1 - E - U_0 = 2 \text{ В}$$

$$U_L = L I' \Rightarrow I' = \frac{U_L}{L} = \frac{2}{0,4} = 5 \frac{\text{А}}{\text{с}}$$

2) Рассмотрим цепь в момент времени, когда ток через катушку максимальен.

Тогда напряжение на катушке $U_{L2} = 0$

Теперь переставим перемычку в цепи в этот момент времени



ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

U_0 - напряжение на конденсаторе.

$$U_c = E + U_0 \neq E < U_1$$

По закону сохранения заряда через источник протек заряд $q = -CU_c + CU_1 = C(U_1 - U_c)$

$$A_{ист} = -q \cdot E = -C(U_1 - U_c) \cdot E = C(U_c - U_1) \cdot E -$$

- работа источника

$$3C7: \frac{CU_1^2}{2} + A_{ист} = \frac{CU_c^2}{2} + \frac{LI_{max}^2}{2} \quad | \cdot 2$$

$$CU_1^2 + 2A_{ист} = CU_c^2 + LI_{max}^2$$

$$\frac{C(U_1^2 + 2(U_c - U_1)E - U_c^2)}{2} = I_{max}^2$$

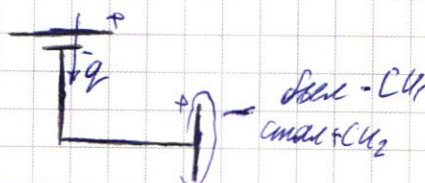
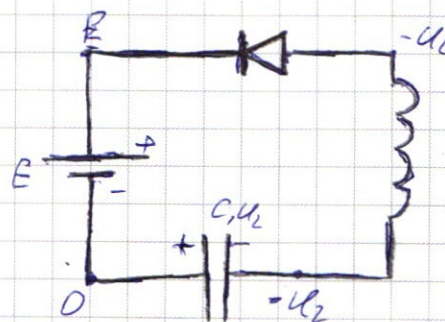
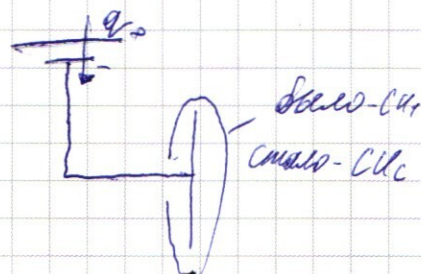
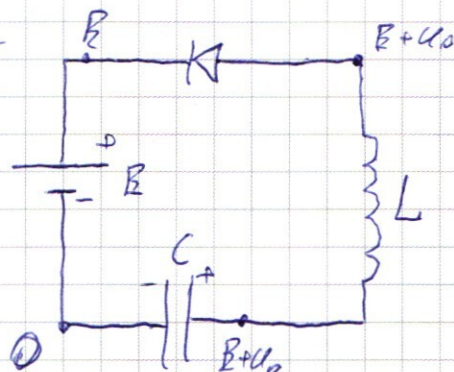
$$I_{max} = \sqrt{\frac{L}{2} \cdot \frac{81 - 24 - 49}{0,4}} = 5 \cdot 10^{-3} \sqrt{8} = 10 \sqrt{2} \text{ мА}$$

3) Рассмотрим цепь в установившемся режиме. Ток через катушку равен 0. Напряжение на конденсаторе равно U_0 .

$$-U_2 - E < U_0$$

Через источник протек заряд $q =$

$$= CU_2 + CU_1 = C(U_2 + U_1)$$



$$A_{um2} = -C(u_2 + u_7)/E$$

$$\frac{CU_1^2}{2} + A_{\text{accr}_1} = \frac{CU_2^2}{2} \quad | : 2$$

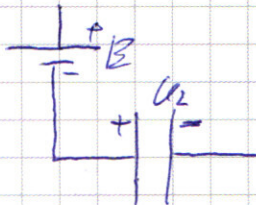
$$CH_4 + 2CH_2 + 4H^+ + 4e^- = CH_2 + 2H_2 \quad | : C$$

$$U_2^2 + 2U_2R + 2U_1R - U_1^2 = 0$$

$$D = 4B^2 - 4(2.4B - 4.7^2) = 144 - 4.27 = 144 - 108 = 36$$

$$U_2 = \frac{-12 \pm 36}{2} = -24; 12$$

Напряжения $U_2 = 24 \text{ В}$ нам не подходит, так как
в этом случае $-U_2 - E > U_0$, следовательно
 $U_2 = 72 \text{ В}$, а полуволности конденсатора распада-
ются так $\rightarrow$ 



Im Bern: 1) $I' = 5 \frac{\text{A}}{\text{C}}$; 2) $I_{\text{max}} = 10\sqrt{2} \text{ A}$; 3) $U_2 = 12 \text{ B}$.

 $\sqrt{5}$

Dave.

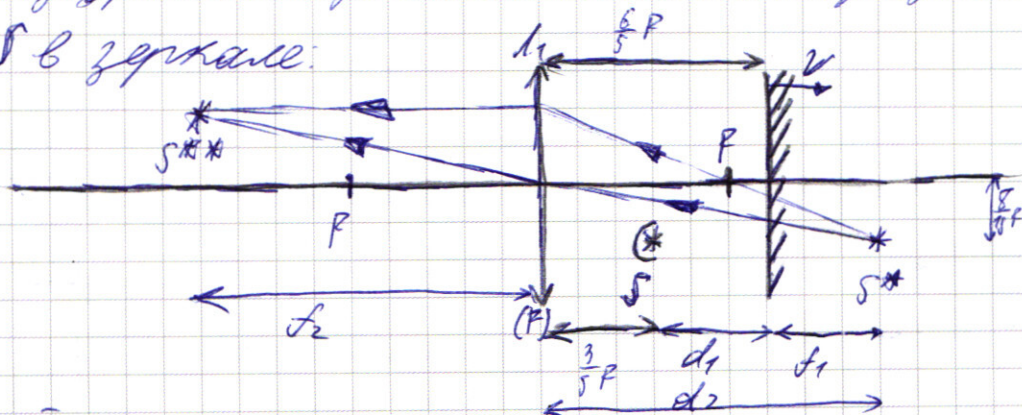
U.R

1) f_2 ?

2) $\alpha = ?$

 $3/4 = 75\%$

1) S^* - изображение действительного предмета S в зеркале:



S^* - действительный предмет для $Myzyl_1$.

$$d_2 = \frac{3}{5}R + 2d_1, \text{ also } d_1 = \frac{6}{5}R - \frac{3}{5}R = \frac{3}{5}R$$

$d_2 \leq \frac{9}{5} F$ $d_2 \geq F \Rightarrow S^{***}$ - gleichbedeutend mit $u_2 \geq 0$

туде предмети S^*

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$$\frac{1}{F} = \frac{1}{d_2} + \frac{1}{f_2} \Rightarrow \frac{1}{f_2} = \frac{1}{F} - \frac{1}{d_2} = \frac{1}{F} - \frac{5}{9F}$$

$$\frac{1}{f_2} = \frac{4}{9F} \Rightarrow f_2 = \frac{9}{4}F$$

2) Перейдем в СО зеркала

$V_{отн}$ - скорость истечения S

относительно зеркала.

$$V_{отн} = V$$

Тогда изображение S^* в зеркале движется со скоростью $V_{отн}$

Перейдем в СО земли

$$\vec{V}^* = \vec{V}_{отн} + \vec{V}$$

$$V^* = V_{отн} + V = 2V$$

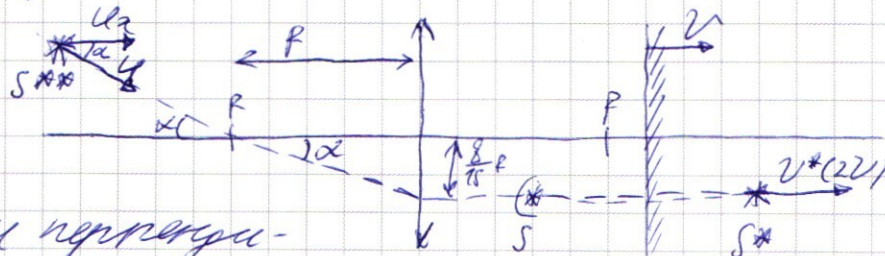
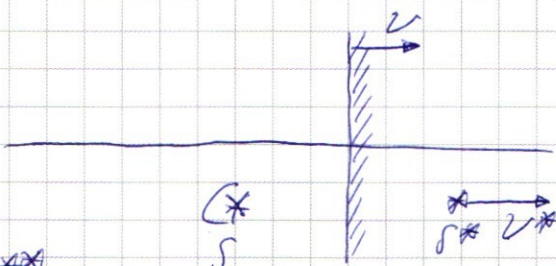
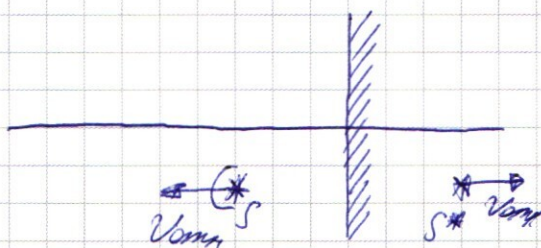
U - скорость изображения S^{**}

Скорость V^* на-

правлена OO_1 и перпенди-

кулярна линзе. Луч света ~~тоже~~ идущий перпендикулярно линзе проходит через её фокус. Тогда $\tan \alpha = \frac{\frac{8}{11}F}{F} = \frac{8}{11} \Rightarrow$

3) $U_x = U \cos \alpha$



$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{\sin \alpha}{\cos \alpha} = \frac{8}{15}$$

$$\sin^2 \alpha + \cos^2 \alpha = 1$$

$$\frac{1 - \cos^2 \alpha}{\cos^2 \alpha} = \frac{64}{225} \Rightarrow \cos^2 \alpha = \frac{225}{289} \Rightarrow \frac{15}{17} = \cos \alpha$$

$$U_x = \Gamma \cdot 2V, \text{ где } \Gamma = \frac{f_2}{d_2} = \frac{5}{4}$$

$$U \cos \alpha = 1,25 \cdot 2V \Rightarrow U = \frac{2,5V}{15} \cdot 17 = \frac{17}{6} V$$

$$\text{Ответ: 1) } f_2 = \frac{9}{4} P; 2) \operatorname{tg} \alpha = \frac{8}{15}; 3) U = \frac{17}{6} V$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$$= \sqrt{RT_1} - \sqrt{RT_3} = \sqrt{R} \Delta T_2$$

$$\Delta U_{13} = \frac{3}{2} \sqrt{R} \Delta T_2$$

$$C_{x2} \sqrt{RT_2} = \frac{5}{2} \sqrt{R} \Delta T_2 \quad C_{x2} = \frac{5}{2}$$

$$\frac{C_{x1}}{C_{x2}} = \frac{3}{5} = 0,6 = \frac{C_{x3}}{C_{x1}}$$

$$2) \quad A_{12} = S_{12} = (P_2 - P_1) \cdot V_1$$

$$A_{12} = \frac{(P_2 + P_1)}{2} \cdot (V_2 - V_1) = S_{12}$$

$$\Delta U_{12} = \frac{3}{2} \sqrt{RT_2} - \sqrt{RT_1} \quad \frac{3}{2} \sqrt{R} \Delta T = \frac{3}{2} \sqrt{RT_2} - \frac{3}{2} \sqrt{RT_1} = \frac{3}{2} (P_2 V_2 - P_1 V_1)$$

$$A_{12} = \frac{1}{2} (P_2 V_2 + P_1 V_2 - P_1 V_1 - P_1 V_1)$$

$$P_2 = k P_1 \quad V_2 = k V_1$$

$$\frac{3}{2} P_1 V_1 (k^2 - 1)$$

$$A_{12} = \frac{1}{2} P_1 V_1 (k^2 + k - k - 1) = \frac{1}{2} P_1 V_1 (k^2 - 1)$$

$$\frac{\Delta U_{12}}{A_{12}} = \frac{\frac{3}{2} P_1 V_1 (k^2 - 1)}{\frac{1}{2} P_1 V_1 (k^2 - 1)} = 3$$

$$3) \quad \eta = \frac{Q_H}{Q_X} = \frac{P_2 V_2 (k^2 - 1)}{P_1 V_1 (k^2 + k - \frac{5}{2})} = \frac{k^2 - 1}{k^2 + k - \frac{5}{2}} = \frac{1 - k^2}{k^2 + k - \frac{5}{2}}$$

$$Q_H = \frac{3}{2} P_1 V_1 (k^2 - 1) + \frac{1}{2} P_1 V_1 (k^2 - 1) = P_1 V_1 (k^2 - 1)$$

$$Q_X = (C_{x1} \sqrt{RT_1} + C_{x2} \sqrt{RT_2}) \sqrt{RT_1} = \frac{5}{2} P_1 V_1$$

$$-Q_X = \frac{3}{2} \sqrt{RT_3} - \frac{3}{2} \sqrt{RT_2} + P_1 V_1 - P_1 V_2 + \frac{3}{2} \sqrt{RT_1} - \frac{3}{2} \sqrt{RT_1}$$

$$-Q_X = \frac{3}{2} P_1 V_1 - \frac{3}{2} P_1 V_2 + P_1 V_1 - k P_1 V_1 = \frac{5}{2} P_1 V_1 - k^2 P_1 V_1 - k P_1 V_1$$

$$\eta = \frac{2(k^2-1)}{3k^2+2k-5} = \frac{2k^2-2}{3k^2+2k-5}$$

$$\eta' = \frac{4k-1}{(3k+2)^2} = 0$$

$$R_0 = -(\frac{3}{2}k^2 V_1 - \frac{3}{2}k^2 P_1 V_1 + P_1 V_1 - k P_1 V_1 + \frac{3}{2} P_1 V_1 - \frac{3}{2}k^2 V_1 =$$

$$= P_1 V_1 (\frac{3}{2}k^2 + k - \frac{5}{2})$$

$$\frac{1}{2} \cdot \frac{4}{(k+2)^2}$$

$$\frac{8}{2(3k+2)^2} = 0$$

$$\eta = \frac{k^2-1}{\frac{3}{2}k^2+k-\frac{5}{2}}$$

$$\frac{\frac{1}{2}-1}{\frac{3}{2}+\frac{5}{3}-\frac{5}{2}} = \frac{\frac{10}{3}}{\frac{25-10-11}{6}}$$

$$\frac{7.9}{5.6} = 1.41$$

$$\eta = \frac{1 - \frac{1}{k^2}}{\frac{3}{2} + \frac{1}{k} - \frac{5}{2k^2}}$$

$\eta \rightarrow \max \text{ при } k \rightarrow \infty$

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

$$\eta = \frac{2k^2-1}{3k^2+2k-5}$$

$$0 = \left(\frac{2k^2-1}{3k^2+2k-5} \right)' = \frac{(2k^2-1)(3k^2+2k-5) - (2k^2-1)(3k^2+2k-5)}{(3k^2+2k-5)^2}$$

$$\frac{1}{2} (P_1 V_1)$$

$$\frac{4k(3k^2+2k-5) - 12k^2 - 11(6k+2)}{(3k^2+2k-5)^2}$$

$$D = 4 + 60 = 64$$

$$k = \frac{-2 \pm 8}{8} = 1; -\frac{5}{3}$$

$$\frac{4k}{3k^2+2k-5} - \frac{6k^2-11(6k+2)}{(3k^2+2k-5)^2} = 0$$

$$12k^3 + 8k^2 - 20k - 12k^3 - 6k + 4k^2 - 2 = 0$$

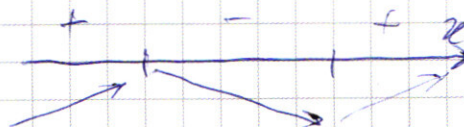
$$8k^2 - 26k + 4k^2 - 2 = 0$$

$$4k^2 - 13k - 2 = 0$$

$$D = 169 - 32 = 137$$

$$k = \frac{13 \pm \sqrt{137}}{8}$$

$$k = 1; -\frac{5}{3}; \frac{7+\sqrt{137}}{4}; \frac{7-\sqrt{137}}{4}$$



при $k=1$ $\eta=0$ при $k=-\frac{5}{3}$ $\eta=\infty$ $k>1$

$$k = \frac{1-\sqrt{137}}{4} \approx \frac{1}{4}$$

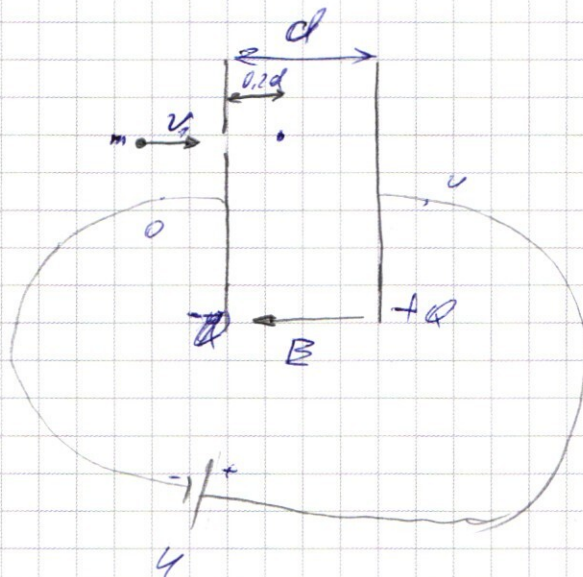
$$\frac{\frac{1}{2} \cdot \frac{1}{16} + \frac{1}{4} - \frac{5}{2}}{\frac{3}{2} + 4 - 40} = \frac{-19}{-30} = \frac{19}{30}$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$$B = \frac{\mu}{d}$$

$$F = qE$$

$$A = F \cdot 0,2d = qE \cdot 0,2d$$



Дано:

q, μ, v_1

1) $\gamma = \frac{1,91}{m}$

2) $\tau = ?$

3) $V_0 = ?$

$$\frac{mv_1^2}{2} = 0,2d qE$$

$$\frac{mv_1^2}{2} = 0,2 \cdot q \cdot \mu$$

$$\gamma = \frac{1,91}{m} = \frac{v_1^2}{0,4 \cdot \mu} = \frac{5v_1^2}{2\mu}$$

$$2) m a = F = qE = \frac{q\mu}{d}$$

$$a = \frac{1,91}{m} \cdot \frac{\mu}{d} = \frac{5v_1^2}{2\mu} \cdot \frac{\mu}{d} = \frac{5v_1^2}{2d}$$

$$\frac{a\tau^2}{2} = 0,2d$$

$$\tau^2 = \frac{0,4d}{a} = \frac{0,4d \cdot 2d}{5v_1^2} = \frac{4d^2}{5v_1^2}$$

$$\tau = \frac{2d}{5v_1}$$

3) $V_0 = V_1$ так как контур не имеет сопротивления
и полетит и сила на заряде действ.

ИЧ.

Дано:

$B = 6 \text{ В}$

$C = 10 \text{ мкФ}$

$U_1 = 8 \text{ В}$

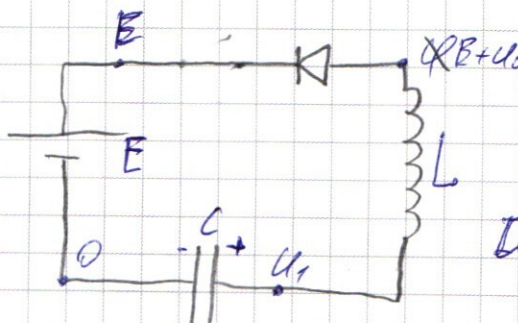
$L = 0,4 \text{ Гн}$

$U_0 = 7 \text{ В}$

$I' = ?$

1) $I_{\max} = ?$

3) $U_2 = ?$



1) I через катушку
не меняется

$$U_2 = U_1 - (B + U_0) = 2 \text{ В}$$

$$U_L = L I'$$

$$I' = \frac{U_2}{L} = \frac{2}{0,4} = 5 \frac{\text{А}}{\text{с}}$$

$$2) q_{H1} = C U_{H1}$$

$$q_K = C U_K$$

$$I_H = 0$$

$$I_K = I_{max}$$

I_{max} будет вращать плунжер,

когда $U_{H2} = 0$, следовательно:

$$U_C = E + U_0 = U_C = 2E$$

$$A_{исм} = q \cdot E$$

$$q = -C U_C + (U_{H1} = C(-U_C + U_{H1}/2)$$

$$= C U_H$$

$$U_C = 2E \quad U_{H1} = 2E$$

$$A_{исм} = -C U_H \cdot E$$

$$\frac{L I_{max}^2}{2} = \frac{C U_{H1}^2}{2} = \frac{C U_C^2}{2} + \frac{L I_{max}^2}{2} + A_{исм} \quad | \cdot 2$$

$$C U_{H1}^2 = C U_C^2 + L I_{max}^2 - 2 C U_H E$$

$$\frac{C(U_{H1}^2 - U_C^2 + 2 U_H E)}{L} = I_{max}^2$$

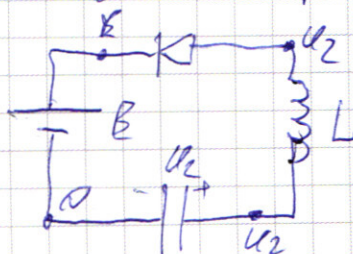
$$I_{max}^2 = \frac{10 \cdot 10^{-6} (81 - 49 + 20)}{0,4} = 25 \cdot 10^{-6} \quad I_{max} = 2,5 \text{ мА}$$

$$I_{max} = \sqrt{11} \cdot 10^{-2} \text{ А} = \sqrt{1100} \text{ мА} = 10 \cdot \sqrt{11} \text{ мА}$$

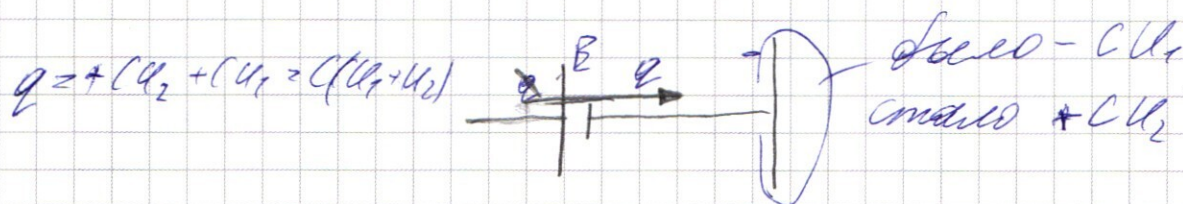
$$I_{max}^2 = 5^2 \cdot 10^{-6} \cdot 7 \cdot L = 5 \cdot 2$$

$$I_{max} = 10 \cdot 10^{-3} \cdot \sqrt{14} = \sqrt{14} \cdot 10^{-2} \text{ А} = 10 \sqrt{14} \text{ мА}$$

3)



ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА



$$\frac{C\varphi_1^2}{2} = A_{\text{ист}} + \frac{C\varphi_2^2}{2}$$

$$A_{\text{ист}} - qE = C(\varphi_1 - \varphi_2)E$$

$$\varphi_1^2 = 2(\varphi_1 - \varphi_2)E + \varphi_2^2$$

$$\varphi_1^2 + 2E\varphi_2 - 2E\varphi_1 - \varphi_1^2 = 0$$

$$\varphi_1^2 + 2E\varphi_2 - \varphi_1(2E + \varphi_1) = 0$$

$$\varphi_1^2 + 12\varphi_2 - 9 \cdot 11 = 0$$

$$D = 744 + 756 = 1500$$

$$\varphi_2 = \frac{-12 \pm 30}{2} = -27, 9$$

$$\varphi_2 = 27 \text{ В}$$

$$q = 240 \cdot 10^{-6} \text{ Кл}$$

$$A_{\text{ист}} = -1820 \cdot 10^{-6} \text{ Дж}$$

$$408 \cdot 10^{-6} = -1800 + 2208$$

$$\frac{C\varphi_1^2}{2} = A_{\text{ист}} + \frac{C\varphi_2^2}{2}$$

$$\varphi_1^2 = 2\varphi_2E - 2\varphi_1E + \varphi_1^2$$

$$\varphi_1^2 - 2\varphi_2E - \varphi_1(2E + \varphi_1) = 0$$

$$D = 744 + 756 = 1500$$

$$\varphi_2 = \frac{12 \pm 30}{2} = 21, 9$$

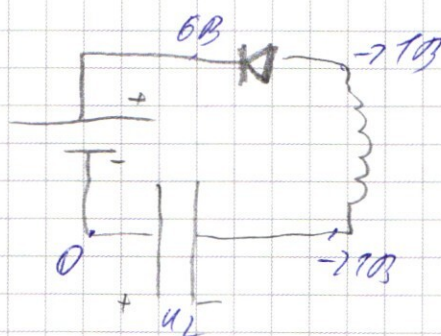
$$\varphi_2 = 21 \text{ В}$$

$$A_{\text{ист}} = -qE = -(C\varphi_2 + C\varphi_1)E = -C(\varphi_2 + \varphi_1)E$$

$$\varphi_1^2 - 12\varphi_1 - 188 = 0$$

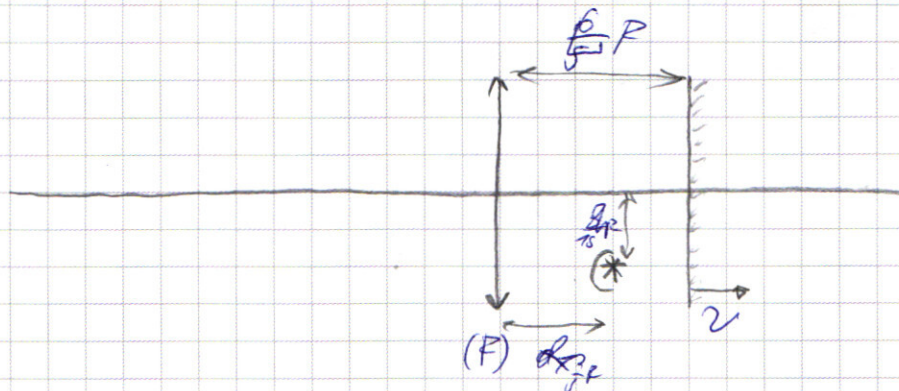
$$\begin{array}{r} \varphi_1 \\ \times 5 \\ \hline 205 \\ 20 \\ \hline 2105 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} \varphi_1 \\ \times 5 \\ \hline 205 \\ 20 \\ \hline 2105 \end{array}$$

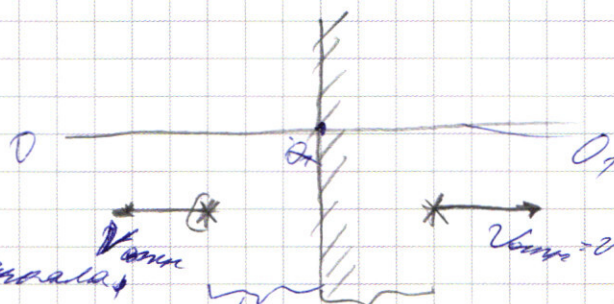


$$744 + 756 = 1500$$

№5.
 дано:
 $\frac{6}{5}P$
 $\frac{3}{5}P$
 V
 №2?
 2) α ?
 3) u_2 ?



1) рассмотреть изображение источника в зеркале.



Перейдем в СО зеркала.

$V_{отн}$ - скорость источника. Отн. ~~зеркалу~~

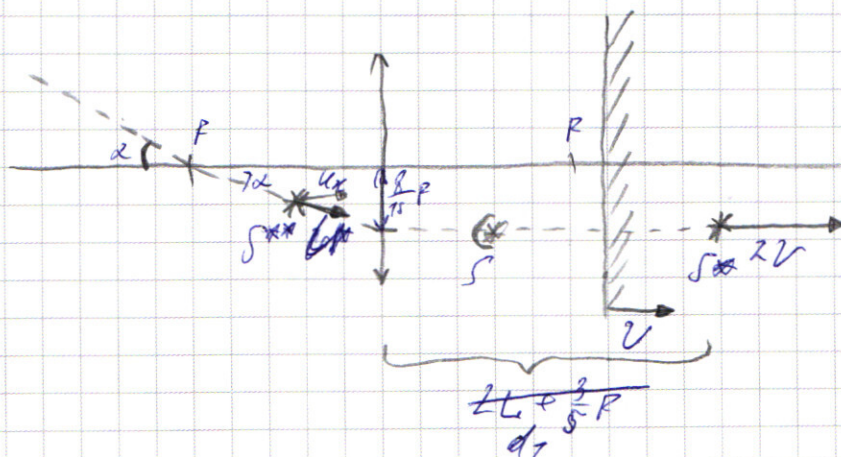
$$V_{отн} = V \quad V_{из} = V_{отн} = V$$

$$L = \frac{6}{5}P - \frac{3}{5}P = \frac{3}{5}P$$

Перейдем в СО земли:

V_k - скорость изображения

$$\vec{V}_k = \vec{V}_{отн} + \vec{V} \Rightarrow V_k = 2V$$



2) α - действ. предмет для линзы

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

№1.

Дано:

$$m = 0,4 \text{ кг}$$

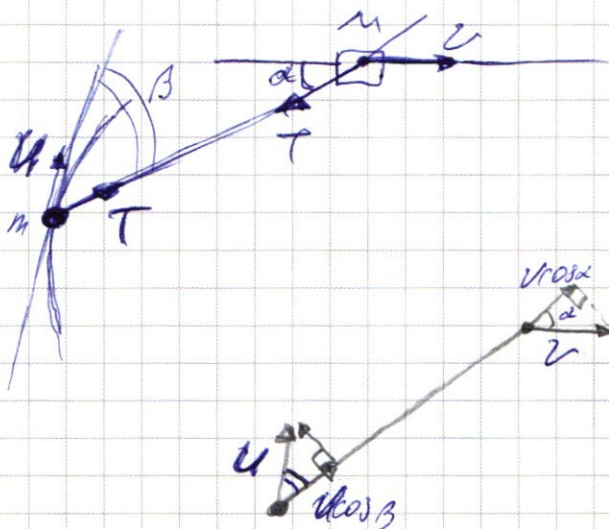
$$V = 2 \text{ м/с}$$

$$R = 1,8 \text{ м}$$

$$L = \frac{17}{15} R$$

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

$$\cos \beta = \frac{3}{17}$$



1) $U = ?$

2) $U_{\text{отн}} = ?$

3) $T = ?$

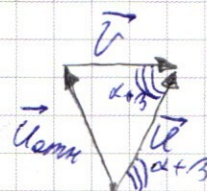
1) Поскольку трос нерастяжимый, то

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

$$U = V \cdot \frac{\cos \alpha}{\cos \beta} = 2 \frac{\text{м}}{\text{с}} \cdot \frac{5}{3} = \frac{10}{3} \approx 3,33 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

$$= 3,4 \text{ м/с}$$

$$2) \vec{U}_{\text{отн}} + \vec{V} = \vec{U}$$



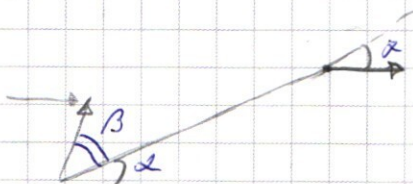
$$U_{\text{отн}}^2 = U^2 + V^2 - 2 \cos(\alpha + \beta) \cdot U \cdot V$$

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

$$\sin \alpha = \frac{3}{5} \quad \sin \beta = \frac{15}{17}$$

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

$$U_{\text{отн}}^2 = 4 + 3,4^2 - 2 \cdot \frac{13}{85} \cdot 2 \cdot \frac{10}{3} = 4 + 11,56 - \frac{104}{15} = 15,56 - 6,93 = 8,63$$



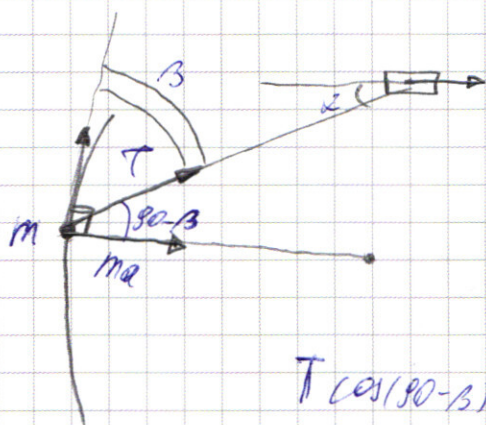
$$U_{\text{отн}}^2 = 4 + 3,4^2 + 4,052^2$$

$$= 15,56 + 1,08 = 17,44$$

$$U_{\text{отн}} = \sqrt{17,44} = 4,2 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

$$\begin{array}{r} 3,4 \\ \times 3,4 \\ \hline 136 \\ 102 \\ \hline 11,56 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 4,2 \\ \times 4,2 \\ \hline 84 \\ 168 \\ \hline 17,54 \end{array}$$



$$T \cos(90 - \beta) = mg$$

$$a = \frac{U^2}{R} = \frac{15,56}{1,9} = 8,19$$

$$a = \frac{T \sin \beta}{R \sin \beta} = \frac{mg}{R \sin \beta} = \frac{24 \cdot 3,4^2 \cdot 17}{1,9 \cdot 15}$$

$$\begin{array}{r} 15,56 \\ \times 1,9 \\ \hline 29,56 \end{array}$$

№2.

Дано:

Уравнение P(V)
i=3

$$1) \frac{C_{x1}}{C_{x2}} = ?$$

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

$$3) \eta = ?$$

1) повышение температуры

газа происходит

на участке 23 и 31

$$P_1 V_1 = P_2 V_2$$

$$\Delta Q_{12} = C_{x1} \nu \Delta T = A_{12} + \Delta U_{12}$$

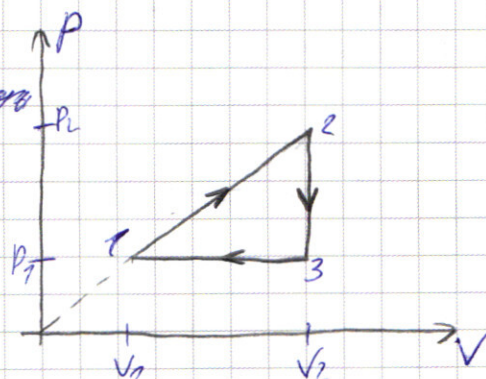
$$A_{12} = 0 \quad \Delta U_{12} = \frac{3}{2} \nu R \Delta T = \frac{3}{2} \nu R (T_2 - T_1)$$

$$P_2 V_2 = \nu R T_2$$

$$C_{x1} = \frac{3}{2} \nu$$

$$\Delta Q_{34} = C_{x2} \nu \Delta T = A_{13} + \Delta U_{13}$$

$$A_{13} = \frac{P_1 V_1 - P_3 V_3}{\gamma - 1}$$



ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Так как скорость v параллельна OO_1 , то
 $\sin \alpha = \frac{v}{v_{\text{ф}}} = \frac{3}{15}$

$$\cos \alpha = \frac{v_{\text{ф}}}{v} = \frac{15}{3} = 5$$

3) $U_x = I \cdot 2V$

$$I = \frac{\mathcal{E}}{R}$$

$$R = 2L + \frac{3}{5} R = \frac{6}{5} R + \frac{3}{5} R = \frac{9}{5} R$$

$$\frac{1}{R} = \frac{1}{2L} + \frac{1}{\frac{3}{5} R} \Rightarrow \frac{1}{R} = \frac{1}{2L} + \frac{5}{3R} \Rightarrow \frac{1}{R} = \frac{3}{6L} + \frac{10}{6L} = \frac{13}{6L} \Rightarrow R = \frac{6L}{13}$$

$$R = \frac{6L}{13} = \frac{5}{4} = 1,25$$

$$U_x = 1,25 \cdot 2V = 2,5V$$

$$U \cos \alpha = U_x \quad U = \frac{U_x}{\cos \alpha}$$

$$\sin^2 \alpha + \cos^2 \alpha = 1 \quad \frac{\sin \alpha}{\cos \alpha} = \frac{3}{5}$$

$$\sin^2 \alpha = 1 - \cos^2 \alpha$$

$$\frac{1 - \cos^2 \alpha}{\cos^2 \alpha} = \frac{9}{25} \quad 25 = 25 \cos^2 \alpha \Rightarrow \cos \alpha = \frac{5}{7}$$

$$U = \frac{2,5V}{\frac{5}{7}} = 3,5V$$

№1.

Дано:

$$m = 0,4 \text{ кг}$$

$$V = 2 \text{ м/с}$$

$$R = 1,8 \text{ м}$$

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

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

$$\cos \beta = \frac{8}{17}$$

$$1) U = ?$$

$$2) U_{\text{отн}} = ?$$

$$3) T = ?$$

1) U - скорость каменца

Поскольку трос

нерастяжимый,

то скорости каменца

и муфты в любой момент сонаправлены

и равны

$$U \cos \beta = V \cos \alpha \Rightarrow U = \frac{V \cos \alpha}{\cos \beta} = 3,4 \text{ м/с}$$

~~Ответ~~ $U = 3,4 \text{ м/с}$

2) $\vec{U}_{\text{отн}} + \vec{V} = \vec{U}$, где $U_{\text{отн}}$ - скорость

каменца относительно муфты

$$U_{\text{отн}}^2 = V^2 + U^2 - 2 \cos(\alpha + \beta) \cdot U \cdot V$$

$$U_{\text{отн}}^2 = V^2 + U^2 - 2(\cos \alpha \cos \beta - \sin \alpha \sin \beta) \cdot U \cdot V$$

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

$$\sin \beta = \sqrt{1 - \cos^2 \beta} = \frac{15}{17} \Rightarrow \text{то}$$

$$U_{\text{отн}} = \sqrt{4 + 3,4^2 + 2^2 \cdot \frac{26}{50}}$$

$$U_{\text{отн}} = \sqrt{17,64} = 4,2 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

$$3) T \cos(90 - \beta) - N = m a_y$$

$$T \sin \beta - N = m a_y$$

$$T \cos \beta = m a_x$$

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

