

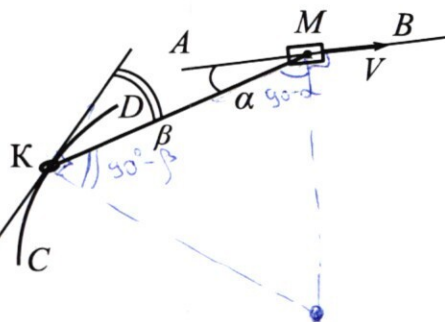
Олимпиада «Физтех» по физике, ф

Вариант 11-03

Класс 11

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

1. Муфту М двигают со скоростью $V = 34$ см/с по горизонтальной направляющей АВ (см. рис.). Кольцо К массой $m = 0,3$ кг может двигаться без трения по проволоке CD в виде дуги окружности радиусом $R = 0,53$ м. Кольцо и муфта связаны легкой нитью длиной $l = 5R/4$. Система находится в одной горизонтальной плоскости. В некоторый момент нить составляет угол α ($\cos \alpha = 15/17$) с направлением движения муфты и угол β ($\cos \beta = 3/5$) с направлением движения кольца.



1) Найти скорость кольца в этот момент. 50 см/с

2) Найти скорость кольца относительно муфты в этот момент. $55,6 \text{ см/с}$

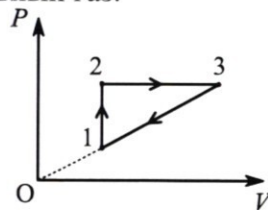
3) Найти силу натяжения нити в этот момент.

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. $\frac{3}{5}$

2) Найти в изобарном процессе отношения изменения внутренней энергии газа к работе газа. $\frac{3}{2}$

3) Найти предельно возможное максимальное значение КПД такого цикла. 20%



3. Обкладки конденсатора – круглые металлические сетки, радиус обкладок намного больше расстояния d между обкладками. Из точки, находящейся между обкладками на оси симметрии на расстоянии $0,3d$ от отрицательно заряженной обкладки стартует с нулевой начальной скоростью отрицательно заряженная частица и вылетает из конденсатора перпендикулярно обкладкам со скоростью V_1 . Удельный заряд частицы $\frac{|q|}{m} = \gamma$.

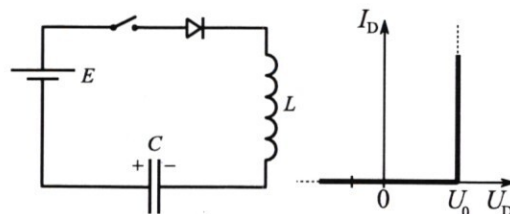
1) Через какое время T частица будет находиться на одинаковых расстояниях от обкладок? $\frac{\sqrt{14}}{5} \frac{d}{V_1}$

2) Найдите величину Q заряда обкладок конденсатора.

3) С какой скоростью V_2 будет двигаться частица на бесконечно большом расстоянии от конденсатора? $V_2 = \sqrt{\frac{2}{7}} V_1$

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 $C = 40$ мкФ заряжен до напряжения $U_1 = 2$ В, индуктивность идеальной катушки $L = 0,1$ Гн. Вольтамперная характеристика диода дана на рисунке, пороговое напряжение диода $U_0 = 1$ В. Ключ замыкают.

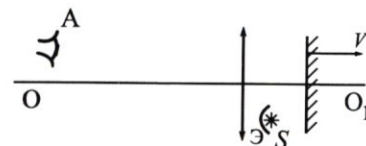


1) Найти скорость возрастания тока сразу после замыкания ключа.

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 плоскости $F/4$ от линзы. Линза и источник неподвижны, а зеркало движется со скоростью V вдоль оси OO_1 . В некоторый момент зеркало оказалось на расстоянии $3F/4$ от линзы.



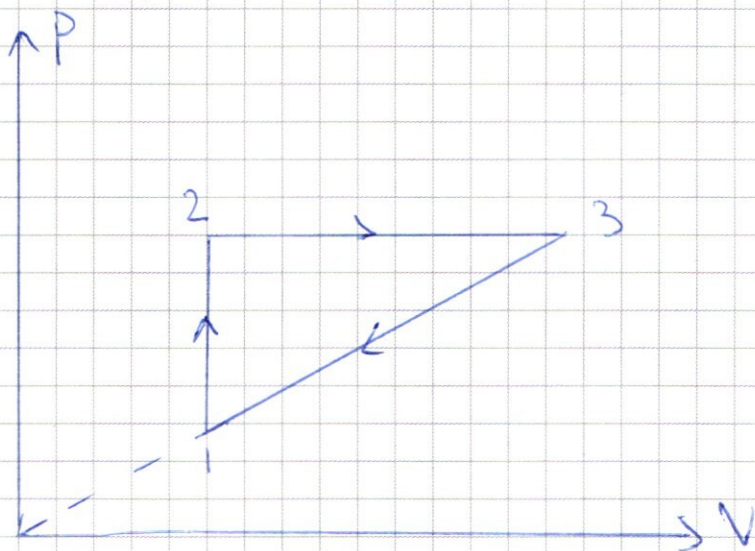
1) На каком расстоянии от плоскости линзы наблюдатель А сможет увидеть в этот момент изображение источника в системе?

2) Под каким углом α к оси OO_1 движется изображение в этот момент? (Найти значение любой тригонометрической функции угла.)

3) Найти скорость изображения в этот момент.

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Задача 2



Газ азотистый

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

Повышение температуры газа происходит на участках 12 и 23

На 1-2 $V = \text{const}$

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

На 2-3 $p = \text{const} \Rightarrow C_{23} = C_p = \frac{5}{2} R$

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

2) $\frac{\Delta U_{23}}{A_{23}} - ?$

$$\Delta U_{23} = \frac{3}{2} \nu R (T_3 - T_2)$$

$$A_{23} = p_3 V_3 - p_2 V_2 = \nu R (T_3 - T_2)$$

$$\boxed{\frac{\Delta U_{23}}{A_{23}} = \frac{3}{2}}$$

3) $\eta_{\text{max}} - ?$

$$|Q_{13}| = Q_x = A_{13} + \Delta U_{13} = 4 A_{13}$$

$$\left. \begin{aligned} A_{13} &= \frac{p_3 V_3}{2} - \frac{p_1 V_1}{2} = \frac{1}{2} \nu R (T_3 - T_1) \\ \Delta U_{13} &= \frac{3}{2} \nu R (T_3 - T_1) \end{aligned} \right\} \Rightarrow \Delta U_{13} = 3 A_{13}$$

$$A' = A_{23} - A_{13}$$

$$\eta = \frac{A'}{A' + Q_x} = \frac{A_{23} - A_{13}}{A_{23} + 3 A_{13}}$$

~~Возьмем производную по A_{23}~~

$$(\eta_{\max})' = 0$$

~~Т.к. процесс 13 линейный~~

$$\cancel{A_{23} + 3 A_{13} =}$$

$$\cancel{p_1 V_3 = p_3 V_1}$$

$$\cancel{p_2 V_2 = p_3 V_1}$$

$$\cancel{(p_2 V_2)^2 = p_1 V_1 \cdot p_3 V_3}$$

$$\cancel{T_2 = \sqrt{T_1 T_3}}$$

$$\cancel{A_{23} = \nu R (T_3 - \sqrt{T_1 T_3})}$$

$$\cancel{A_{13} = \frac{1}{2} \nu R (T_3 - T_1)}$$

$$\cancel{\eta = \frac{\nu R (T_3 - \sqrt{T_1 T_3}) - \frac{1}{2} T_3 + \frac{1}{2} T_1}{\nu R (T_3 - \sqrt{T_1 T_3}) + \frac{3}{2} T_3 - \frac{3}{2} T_1} =}$$

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

~~Возьмем производную по T_3~~

$$(\eta_{\max})' = 0$$

$$\cancel{(1 - 2 \frac{1}{2} \sqrt{\frac{T_1}{T_3}})(5 T_3 - 2 \sqrt{T_1 T_3} - 3 T_1) - (5 - \sqrt{\frac{T_1}{T_3}}) \cdot}$$

$$\cancel{\cdot (T_3 - 2 \sqrt{T_1 T_3} + T_1) = 0}$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

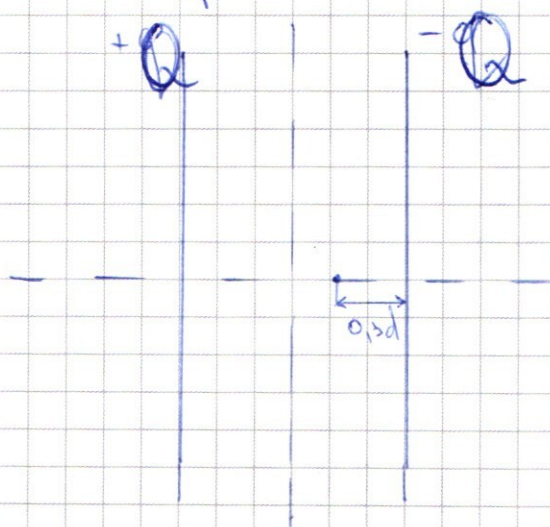
η примет свое максимальное значение, когда A_{12} примет свое минимальное значение.

$$(A_{12})_{\min} = A', \text{ когда } p_1 = 0$$

$$\eta_{\max} = \frac{A'}{A' + 4A'} = \frac{1}{5}$$

Ответ: $\eta_{\max} = 20\%$

Задача 3



Потенциал вблизи оси симметрии постоянно и равно

$$E = \frac{Q}{\epsilon \epsilon_0}$$

Сила действующая на заряд, тоже постоянна и равна:

$$F = E \cdot q = \frac{qQ}{\epsilon \epsilon_0}$$

$$\frac{|q|}{m} = \lambda$$

$$ma = F$$

$$a = \frac{qQ}{\epsilon \epsilon_0 m} - \text{ускорение заряда}$$

го биема заряд протетем рассто-
яние $0,7d$

ЗСЭ:

$$\frac{m v_1^2}{2} = F \cdot 0,7d$$

$$m v_1^2 = \frac{7}{5} \frac{q Q d}{\epsilon \epsilon_0} \Rightarrow \frac{\epsilon \epsilon_0}{q} = \frac{7}{5} \frac{Q d}{m v_1^2}$$

1) T - ?

Частица будет находиться на ор-
битальной ради. от центра, когда прое-
тир расстояние $0,2d$

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

$$T^2 = \frac{2}{5} \frac{m d \epsilon \epsilon_0}{q Q}$$

$$T^2 = \frac{2}{5} \frac{m}{q} \cdot d \cdot \frac{7}{5} \frac{q}{m} \frac{d}{v_1^2} = \frac{14}{25} \frac{d^2}{v_1^2}$$

$$T = \frac{\sqrt{14}}{5} \frac{d}{v_1}$$

$$2) T^2 = \frac{2}{5} \frac{m d}{Q} \cdot \frac{7}{5} \frac{Q d}{m v_1^2}$$

$$T = \frac{\sqrt{14}}{5} \frac{d}{v_1}$$

$$2) Q = \frac{5}{7} \epsilon \epsilon_0 \frac{m}{q} \frac{v_1^2}{d} = \left[\frac{5}{7} \frac{\epsilon \epsilon_0 v_1^2}{d} \right]$$

3) Т.к. поле на оси конденсатора вне его
равно 0 $\Rightarrow$ на заряд не будут
действовать силы $\Rightarrow v_2 = v_1$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

3) ЗСЭ:

$$\frac{m\vec{v}_2^2}{2} + \frac{qEd}{\sqrt{2}} = \frac{m\vec{v}_1^2}{2}$$

$$\vec{v}_2^2 = \vec{v}_1^2 - \frac{qEd}{m} = \vec{v}_1^2 - \cancel{\frac{d}{\epsilon\epsilon_0}} \frac{5}{7} \frac{\cancel{\epsilon\epsilon_0} \vec{v}_1^2}{\cancel{d}}$$

$$= \frac{2}{7} \vec{v}_1^2$$

$$\vec{v}_2 = \sqrt{\frac{2}{7}} \vec{v}_1$$

~~$$\epsilon\epsilon_0 = \frac{d}{L} = \frac{U_0}{U_1} + \frac{L}{d} \frac{dI}{dt}$$~~

$$U_0 = 1 \text{ В}$$

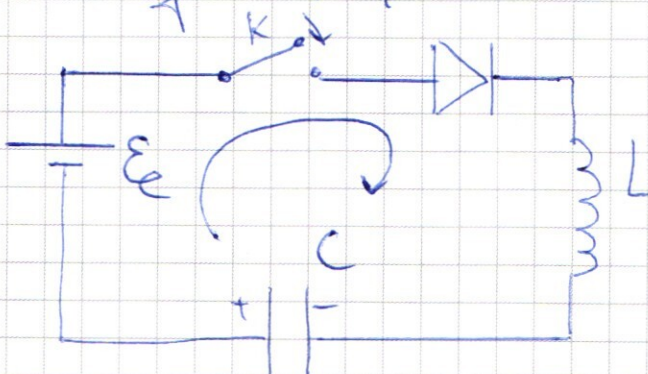
$$U_1 = 2 \text{ В}$$

$$\epsilon\epsilon_0 = 6 \text{ В}$$

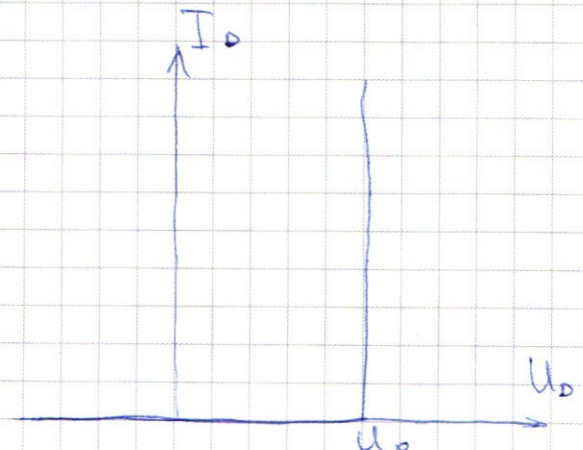
$$C = 40 \text{ нкФ}$$

$$L = 0,1 \text{ Гн}$$

Задача 4



~~$$\frac{dI}{dt} = \epsilon\epsilon_0 + U_1 = U_0$$~~
~~$$\frac{dI}{dt} = \frac{\epsilon\epsilon_0 + U_1 - U_0}{L}$$~~



Заменим 2^{ое} уравнение Кирхгофа

1)

$$\mathcal{E}_e = U_0 - U_1 + L \frac{dI}{dt}$$

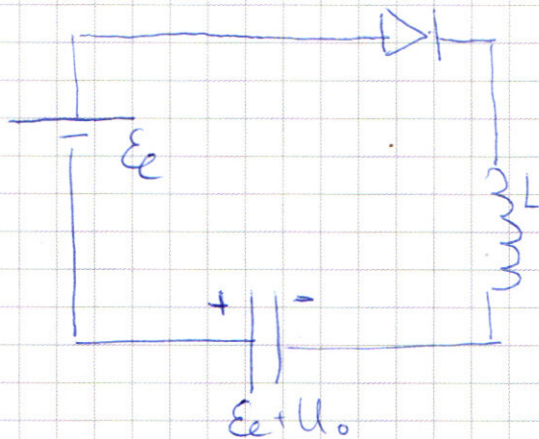
$$\frac{dI}{dt} = \frac{\mathcal{E}_e + U_1 - U_0}{L} = \frac{\mp B}{0,1 \Gamma_n} = \boxed{70 \frac{A}{C}}$$

2) $\mathcal{E}_{em}$ макс на катушке максимален $\Rightarrow U_L = 0$, т.к. $\frac{dI}{dt} = 0$

$$\mathcal{E}_e + U_0 - U_C = 0$$

$$U_C = \mathcal{E}_e + U_0$$

Заменим 3^ю:



~~$$W_k - W_{\text{ист}} = A_{\text{ист}}$$~~

~~$$\frac{C(\mathcal{E}_e + U_0)^2}{2} + \frac{L I_{\text{max}}^2}{2} - \frac{C U_1^2}{2} = \mathcal{E}_e (C U_1 - C(\mathcal{E}_e + U_0))$$~~
~~$$\frac{L I_{\text{max}}^2}{2} \neq$$~~

$$\frac{C U_1^2}{2} = \frac{C U_C^2}{2} + \mathcal{E}_e \Delta q + U_0 \Delta q + \frac{L I_{\text{max}}^2}{2}$$

$$\Delta q = C \Delta U = C(U_1 - U_C) = C(U_1 - \mathcal{E}_e - U_0)$$

$$\frac{C U_1^2}{2} = \frac{C(\mathcal{E}_e + U_0)^2}{2} + C(\mathcal{E}_e + U_0)(U_1 - \mathcal{E}_e - U_0) + \frac{L I_{\text{max}}^2}{2}$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$$\frac{CU_1^2}{2} = C(\mathcal{E}_e + U_0) \left(\frac{\mathcal{E}_e}{2} + \frac{U_0}{2} + U_1 - \mathcal{E}_e - U_0 \right) + \frac{LI_{\max}^2}{2}$$

$$\frac{CU_1^2}{2} = C(\mathcal{E}_e + U_0) \left(U_1 - \frac{\mathcal{E}_e + U_0}{2} \right) + \frac{LI_{\max}^2}{2}$$

$$I_{\max} = \sqrt{\frac{CU_1^2 - 2C(\mathcal{E}_e + U_0) \left(U_1 - \frac{\mathcal{E}_e + U_0}{2} \right)}{L}} =$$

$$= \sqrt{\frac{4 \cdot 10^{-5} \cdot 4}{0,1} + 35 \cdot 4 \cdot 10^{-5}} \approx 12 \cdot 10^{-2} \text{ A}$$

3) В установившемся режиме тока в цепи нет. Ток может течь только по часовой стрелке $\Rightarrow$ после одного колебания ток в схеме пропадет.

Заметим 3 СЭ:

$$\frac{CU_1^2}{2} = \frac{CU_2^2}{2} + (\mathcal{E}_e + U_0) \Delta q$$

$$\Delta q = C(U_1 - U_2)$$

$$U_1^2 = U_2^2 + 2(\mathcal{E}_e + U_0)(U_1 + U_2)$$

$$U_2^2 + 2(\mathcal{E}_e + U_0)U_2 + 2(\mathcal{E}_e + U_0)U_1 - U_1^2 = 0$$

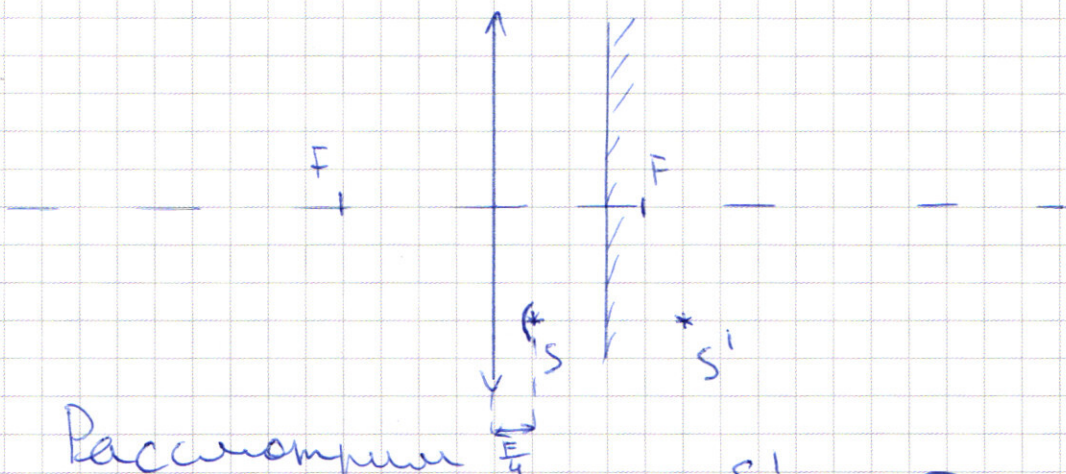
$$\Delta = \sqrt{4(\mathcal{E}_e + U_0)^2 - 4(\mathcal{E}_e + U_0)(U_1 - U_1^2)} = 2\sqrt{39} \text{ В}$$

$$U_2 = (U_1 + U_2)(U_1 - U_2) = 2(\mathcal{E}_e + U_0)(U_1 - U_2)$$

$$U_2 = 2(\mathcal{E}_e + U_0) - U_1 = 12 \text{ В}$$

Ответ: $U_2 = 12 \text{ В}$

Задача 5



Рассмотрим
систему
«линза + зеркало»

S' - изображение
источника S в зеркале

Наблюдатель будет видеть S^* - изобра-
жение S' в линзе

Расстояние от S' до линзы
 $d = \frac{5}{4} F$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

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

$$\frac{1}{x} = \frac{1}{F} - \frac{4}{5F}$$

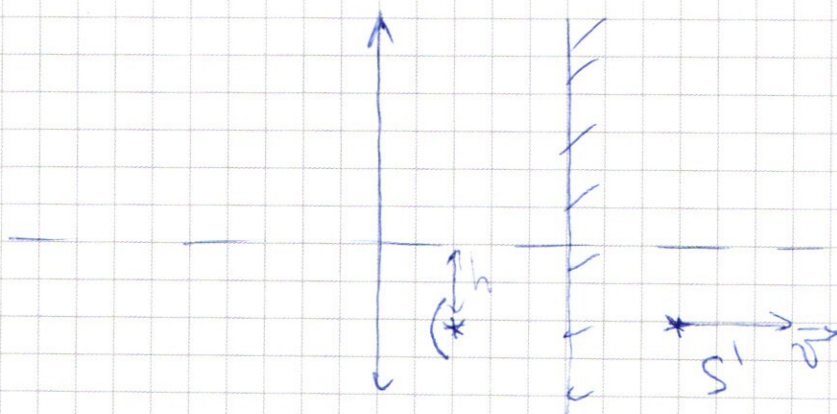
$$\frac{1}{x} = \frac{1}{5F}$$

$$x = 5F$$

1) Ответ: Наблюдатель сможет увидеть изображение источника с расстояния $> 5F$

III. к. зеркало движется со скоростью $\vec{v}$
 $\Rightarrow S'$ тоже движется со скоростью $2\vec{v}$ вправо.

$$\Gamma = \frac{F}{d - F} = \frac{F}{\frac{5}{4}F - F} = 4$$



Пусть S' по
горизонтали
красиво расстояние
 d

Тогда изображение криво расстояние

$$\Delta x = \Gamma^2 \Delta l \quad - \text{известный факт}$$

А по вертикали расстояние

$$\Delta y = \Gamma \Delta l$$

$$2) \quad \boxed{\operatorname{tg} \alpha = \frac{h}{F} = \frac{3}{4}}$$

3) $u_x = 2V \Gamma^2$ - горизонтальная составляющая скорости

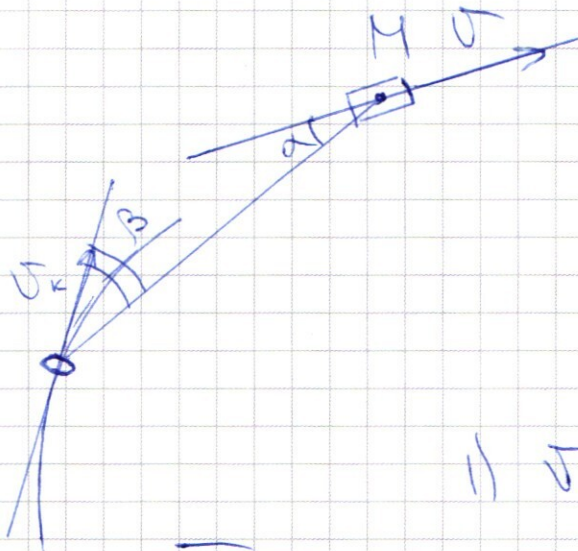
$$u_y = u_x \operatorname{tg} \alpha = \cancel{2V} \frac{3}{4} 2V \Gamma^2 = \frac{3}{2} V \Gamma^2$$

$$u = \sqrt{u_x^2 + u_y^2} = V \sqrt{\Gamma^2 + \Gamma^2} =$$
$$= \frac{2V}{\sqrt{5}} V$$

$$u = \sqrt{u_x^2 + u_y^2} = \Gamma \cdot V \frac{\sqrt{13}}{2} = 2\sqrt{13} V$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Задача 1



$$\begin{aligned} V &= 34 \text{ м/с} \\ m &= 0,3 \text{ кг} \\ R &= 0,53 \text{ м} \\ l &= \frac{5}{4} R \\ \cos \alpha &= \frac{15}{17} \\ \cos \beta &= \frac{3}{5} \end{aligned}$$

1) V_k - ?

Проекции скорости камня
и муфты на нить равны

$$V_k \cos \beta = V \cos \alpha$$

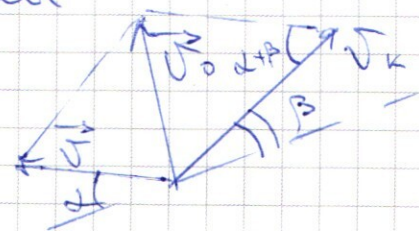
$$V_k = V \frac{\cos \alpha}{\cos \beta} = \frac{15 \cdot 5}{17 \cdot 3} \cdot 34^2 = 50 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

1) $V_k = 50 \frac{\text{м}}{\text{с}}$

2) V_0 - ?

Перенесем в С.О. муфты

$$\vec{V}_0 = \vec{V}_k - \vec{V}$$



$$V_0 = \sqrt{V^2 + V_k^2 - 2V \cdot V_k \cos(\alpha + \beta)}$$

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

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

$$= \frac{45 - 32}{17 \cdot 5} = \frac{13}{17 \cdot 5}$$

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

$$V_0 = \sqrt{34^2 + 50^2 - 2 \cdot 34 \cdot 50 \cdot \frac{13}{17 \cdot 5}} =$$

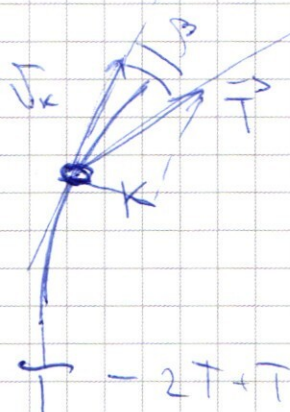
$$= \sqrt{34^2 + 50^2 - 520} = \sqrt{1156 + 2500 - 520} =$$

$$= \sqrt{1980 + 1156} = \sqrt{3136} \approx \boxed{55,6 \frac{\text{cm}}{\text{C}}}$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Задача 1

1980



$$\begin{array}{r} 34 \\ \times 34 \\ \hline 136 \\ 102 \\ \hline 1156 \end{array}$$

$$R = 0,53 \text{ м}$$

$$l = \frac{5}{4} R \times 15$$

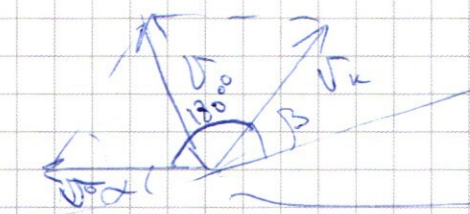
$$v_k = ? \quad \frac{7}{5} Q$$

$$\cos \alpha = \frac{v_k \cos \beta}{v} \quad \frac{17}{119}$$

$$\textcircled{1} \quad v_k = v \frac{\cos \alpha}{\cos \beta} = 2,89$$

2500

$$\begin{array}{r} 34 \\ \times 34 \\ \hline 136 \\ 102 \\ \hline 1156 \end{array}$$



$$T_1^2 - 2T_1 \sqrt{T_1 T_2} = 225$$

$$25 + 39 = 64$$

$$\frac{8}{8}$$

$$\textcircled{2} \quad v_{10} = \sqrt{v^2 + v_k^2} = 2v v_k \cos(\alpha + \beta)$$

$$\textcircled{3} \quad \frac{m v_k^2}{2} = T ?$$

$$\frac{m v_k}{R} = T ?$$

$$T \sin \beta = \frac{m v_k^2}{R}$$

$$A_{12} = \frac{5}{2} T^2$$

$$S E_{\infty} = \frac{5}{2} T^2 Q$$

$$v_1 = dT = \frac{7}{5} \frac{g^2 d}{E_{\infty}}$$

$$\frac{14}{25} \frac{d^2}{v_1^2}$$

$$40 \times 13$$

$$\frac{13}{520}$$

$$x^2 + y^2 = l^2$$

$$Q = W_n - W_k$$

~~$\frac{3}{2} C$~~

$$C \epsilon_e u_1 + \frac{C u_1^2}{2} - \frac{3}{2} C (\epsilon_e + u_0)^2$$

$$C(\epsilon_e + u_0) - C u_1$$

$$C(\epsilon_e + u_0)$$

$$\frac{C u_1^2}{2} + C(\epsilon_e + u_0) \epsilon_e - C \epsilon_e u_1 - \frac{C(\epsilon_e + u_0)^2}{2}$$

2,5 7

14

17,5

35

$\frac{39}{4}$

39 | 3
13

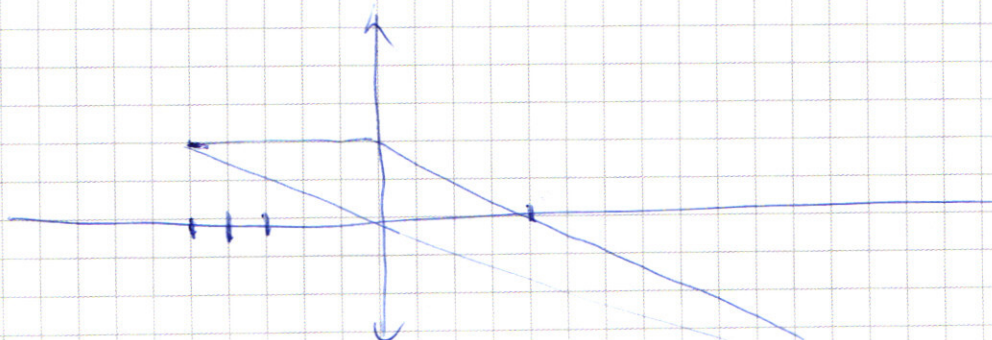
13-72

10^{-4}

$$C(\epsilon_e + u_0) \left(\epsilon_e - \frac{\epsilon_e + u_0}{2} \right)$$

$$= C(\epsilon_e + u_0) \left(\frac{\epsilon_e}{2} + \frac{u_0}{2} \right)$$

$$= \frac{C(\epsilon_e + u_0)^2}{2}$$



ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$$5T_3 - 2\sqrt{T_1 T_3} - 3T_1 - 5\sqrt{T_1 T_3} + 2T_1 + 3T_1 \sqrt{\frac{T_1}{T_3}} -$$

$$- (5T_3 - 10\sqrt{T_1 T_3} + 5T_1 - \sqrt{T_1 T_3} + 2T_1 - T_1 \sqrt{\frac{T_1}{T_3}}) = 0$$

$$\cancel{5T_3} - 7\sqrt{T_1 T_3} - T_1 + 3T_1 \sqrt{\frac{T_1}{T_3}} - \cancel{5T_3} - 7T_1 +$$

$$+ 11\sqrt{T_1 T_3} + T_1 \sqrt{\frac{T_1}{T_3}} = 0$$

$$4T_1 \sqrt{\frac{T_1}{T_3}} + 4\sqrt{T_1 T_3} - 8T_1 = 0$$

$$T_1 \sqrt{\frac{T_1}{T_3}} - 2T_1 + \sqrt{T_1 T_3} = 0 \quad | \cdot \sqrt{T_1 T_3}$$

$$T_1^2 - 2T_1 \sqrt{T_1 T_3} + \cancel{4} T_1 T_3 = 0$$

$$(T_1 - \sqrt{T_1 T_3})^2 = 0$$

Вне конденсатора поле ①

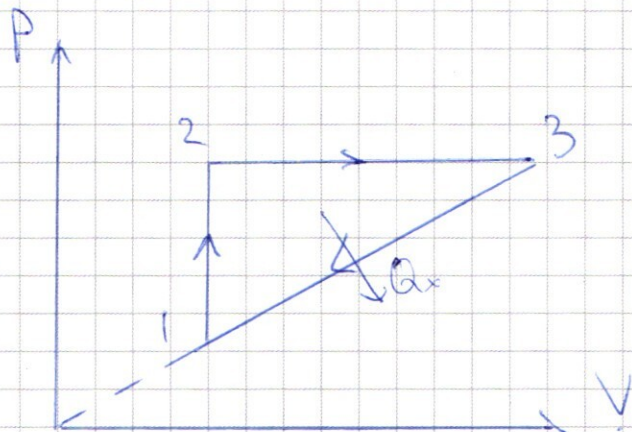
$$45 - 32 \quad \frac{13}{85} \quad \frac{17}{85}$$

$$34^2 + 50^2 - 2 \cdot \cancel{34}^2 \cdot \cancel{50}^{10} \cdot \frac{13}{17 \cdot 8}$$

$$\frac{m v_1^2}{2} + \frac{q E d}{d} = \frac{m v_2^2}{2}$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Задача 2



$$A' = A_{32} - A_{13} \quad \eta = \frac{A_{32} - A_{13}}{A_{32} + 3A_{13}}$$

повышение температуры
на 12 и 23

$$C_v = \frac{3}{2} R \quad \underline{2A_{13}}$$

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

$$-A_{32} - 3A_{13} - 3A_{32} + 3A_{13} = 0 \quad \frac{C_{12}}{C_{23}} = \frac{C_v}{C_p} = \boxed{\frac{3}{5}}$$

2) $\frac{A_{12}}{A_{13}}$

$$A_{32} + 3A_{13} - 3(A_{32} - A_{13}) = 0$$

$$A_{12} = p_2(V_3 - V_2) = p_3V_3 - p_2V_1 = \nu R(T_3 - T_2)$$

$$\Delta U_{12} = \frac{3}{2} \nu R(T_3 - T_2)$$

$$2A_{32} = 6A_{13} \\ A_{32} = 3A_{13}$$

$$\frac{\Delta U_{12}}{A_{12}} = \boxed{\frac{3}{2}}$$

$$Q_{13} = A_{13} + 3A_{13} = 4A_{13} = Q_x$$

3) $\eta_{\max} = ?$

$$\eta_{\max} = \frac{A'}{Q_1} \quad Q_1 = Q$$

$$\frac{p_1}{V_1} = \frac{p_3}{V_3}$$

$$p_2V_2 = p_1V_3 = p_3V_1$$

$$p_1V_3 = p_3V_1$$

$$(p_2V_2)^2 = p_3V_3 \cdot p_1V_1 = \nu R T_2 T_3$$

$$Q_1 = \frac{3}{2} \nu R(T_2 - T_1) + \frac{5}{2} \nu R(T_3 - T_2)$$

$$T_2 = \sqrt{T_1 T_3}$$

$$Q_x = \frac{3}{2} \nu R(T_3 - T_1) \quad \eta = \frac{3}{2} \nu R \left(\frac{5}{2} T_3 - \frac{3}{2} T_1 - T_2 \right)$$

$$\eta = \frac{Q_n - Q_x}{Q_n} = \frac{\frac{1}{2} \cancel{2} k T_3 + \frac{1}{2} \cancel{2} k T_1 - \cancel{2} k T_2}{\frac{5}{2} T_3 - \frac{3}{2} T_1 - T_2}$$

$$= \frac{T_3 - \sqrt{T_3 T_1} + T_1}{5 T_3 - \sqrt{T_3 T_1} - 3 T_1} \quad Q \times \frac{555}{555} \div 5$$

Омн T_3

с какой скоростью?

$$\left(1 - \frac{\sqrt{T_1}}{2\sqrt{T_3}}\right)(5T_3 - \sqrt{T_3 T_1} - 3T_1) - \left(5 - \frac{\sqrt{T_1}}{2\sqrt{T_3}}\right)(T_3 - \sqrt{T_3 T_1} + T_1) = 0$$

$$\cancel{5T_3} - \sqrt{T_3 T_1} - 3T_1 - \frac{5}{2} \sqrt{T_1 T_3} + \frac{T_1}{2} + \frac{3}{2} T_1 \sqrt{\frac{T_1}{T_3}} - \cancel{5T_3} + 5\sqrt{T_3 T_1} - 5T_1 + \frac{T_1}{2} + \frac{1}{2} T_1 \sqrt{\frac{T_1}{T_3}}$$

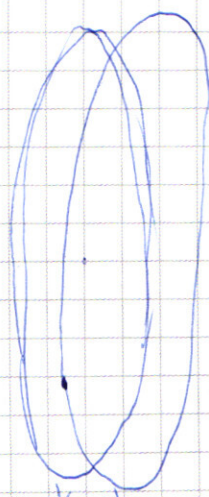
$$4\sqrt{T_3 T_1} - 8T_1 + 2T_1 \sqrt{\frac{T_1}{T_3}} = 0$$

$$4\sqrt{T_3}$$

$$\sqrt{3}$$

$$R \rightarrow d$$

$$\begin{array}{r} 54 \\ \times 55 \\ \hline 270 \\ 270 \\ \hline 2970 \end{array}$$



$$\frac{mv^2}{2} = \frac{q^2 d}{8\epsilon_0}$$



$$\frac{|q|}{m} = 8$$

$$E = \frac{q}{8\epsilon_0}$$

$$ma = E \cdot q = \frac{q^2}{8\epsilon_0}$$

$$a = \frac{q^2}{m 8\epsilon_0}$$

$$\frac{mv^2}{2} = E \cdot q \cdot d$$