

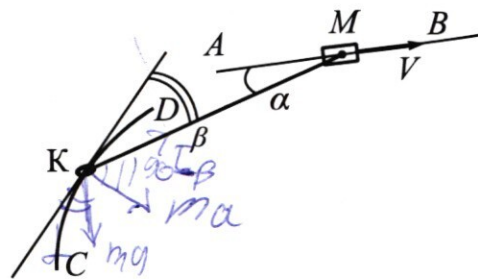
Олимпиада «Физтех» по физике, фс

Класс 11

Вариант 11-04

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

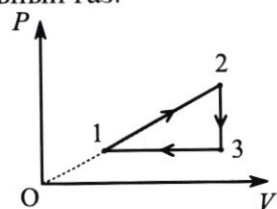
1. Муфту М двигают со скоростью $V = 2$ м/с по горизонтальной направляющей АВ (см. рис.). Кольцо К массой $m = 0,4$ кг может двигаться без трения по проволоке CD в виде дуги окружности радиусом $R = 1,9$ м. Кольцо и муфта связаны легким тросом длиной $l = 17R/15$. Система находится в одной горизонтальной 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.

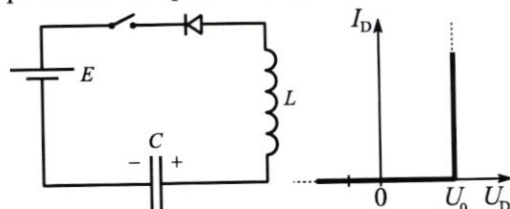
- 1) Найдите удельный заряд частицы $\gamma = \frac{|q|}{m}$.
- 2) Через какое время T после влета в конденсатор частица вылетит из него?
- 3) Найдите скорость V_0 частицы на бесконечно большом расстоянии от конденсатора.

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.

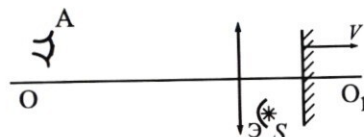
Ключ замыкают.

- 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.

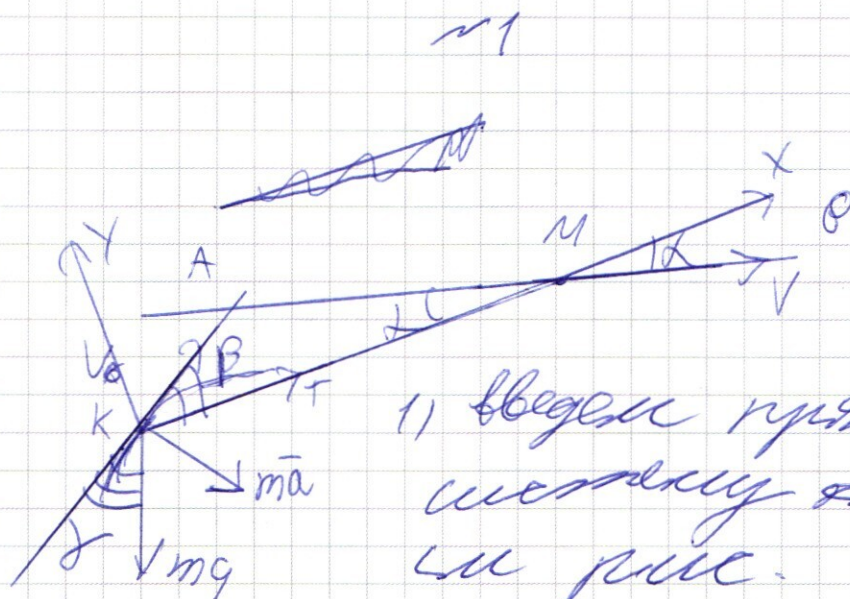


5. Оптическая система состоит из тонкой линзы с фокусным расстоянием F , плоского зеркала и небольшого экрана Э, расположенного так, что свет от источника S может попасть на линзу только после отражения от зеркала (см. рис.). Зеркало расположено перпендикулярно главной оптической оси OO_1 линзы. Источник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



1) Введем произвольную
матрицу α порядка n
из $\mathbb{R}$.

$$K(O; O), M(O; O).$$

Зачем же гр - я изложил ~~вообра~~
идею.

$$x_k = V_0 \cos \beta \Delta t$$

$$Y_k = +V_0 \sin \omega_B \Delta t$$

$$x_y = l + v_c \cos \chi \Delta t$$

$$Y_K = -V \sin \Delta \varphi$$

возьмем Δt очень малое, что
каждый ее раскроем н.е.

$$p(K; M) = 0$$

$$d^2 = (x_k - x_M)^2 + (y_k - y_M)^2$$

$$e^2 = V_0^2 (V_0 \cos \beta \Delta t - e - V_0 \cos \alpha \Delta t)^2 + (V_0 \sin \beta \Delta t + V \sin \alpha \Delta t)^2$$

$$(V \sin \alpha \Delta t + V_0 \sin \beta \Delta t)^2 =$$

$$= \Delta t^2 (V \sin \alpha + V_0 \sin \beta)^2$$

$\Delta t^2 \approx 0$ по все значение 0 м.

$$l^2 = (V_0 \cos \beta \Delta t - l - V \cos \alpha \Delta t)^2$$

$$l = |l + V \cos \alpha \Delta t - V_0 \cos \beta \Delta t|$$

м.к. $l + V \cos \alpha \Delta t > V_0 \cos \beta \Delta t$ по

$$l = l + V \cos \alpha \Delta t - V_0 \cos \beta \Delta t$$

$$V \cos \alpha = V_0 \cos \beta$$

$$\Rightarrow V_0 = \frac{V \cos \alpha}{\cos \beta} = \frac{2 \cdot \frac{4}{5}}{\frac{8}{17}} = \frac{17}{5} \text{ м/с}$$

$$2) \quad \vec{V}_{\text{отн}} = \vec{V}_0 - \vec{V}$$

$$\vec{V}_0 = \vec{V}_{0x} + \vec{V}_{0y}$$

$$\vec{V} = \vec{V}_x + \vec{V}_y$$

$$(\vec{V}_{\text{отн}})^2 = (V_{0x} - V_x)^2 + (V_{0y} - V_y)^2 =$$

$$= (V_0 \cos \alpha - V \cos \beta)^2 + (V_0 \sin \alpha + V \sin \beta)^2$$

$$V_{\text{отн}} = V_0 \sin \beta + V \sin \alpha = \frac{17}{5} \cdot \frac{15}{17} + \frac{3}{5} \cdot 2 =$$

$$= \frac{21}{5} \text{ м/с}$$

$$3) \quad \vec{T} + m\vec{g} = m\vec{a} \quad \text{Ох:}$$

$$T \cos \beta = mg \cos \gamma$$

$$T \sin \beta + m \sin \gamma = ma$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$$mg \sin \gamma = ma - T \sin \beta \quad a = \frac{V_0^2}{R} = \frac{17^2}{5 \cdot 19}$$

$$mg \cos \gamma = T \cos \beta$$

возведем оба в квадрат и

сложим

$$m^2 g^2 = m^2 a^2 - 2T m a \sin \beta + T^2$$

$$T^2 - 2T m a \sin \beta + m^2 a^2 - m^2 g^2 = 0$$

$$\Delta = 4 m^2 a^2 \sin^2 \beta - 4 m^2 a^2 + 4 m^2 g^2 =$$

$$= 4 m^2 g^2 - 4 m^2 a^2 \cos^2 \beta$$

$$T = \frac{2 m a \sin \beta \pm \sqrt{\Delta}}{2}$$

если " " $m a T < 0$ " " " "

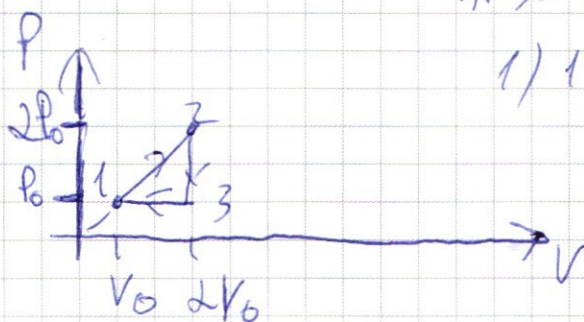
$$T = m (a \sin \beta + \sqrt{g^2 - a^2 \cos^2 \beta}) \approx 13,6 \text{ Н}$$

Ответ: 1) $V_0 = \frac{17}{5} \text{ м/с} = 3,4 \text{ м/с}$

2) $V_{\text{отм}} = \frac{21}{5} \text{ м/с} = 4,2 \text{ м/с}$

3) $T \approx 13,6 \text{ Н}$

★ №2



1) 12: $PV = \nu RT$

$$P_0 V_0 = \nu R T$$

$$2P_0 V_0 = \nu R T_2$$

$$T_2 = 2T \text{ т. е. расло.}$$

$$23: L^2 P_0 V_0 = L^2 A V R T$$

В процессах 23 и 13 Тусловное

процесс 2-3 - изохорный м.д.

$C_{23} = \frac{3}{2} R$, а 3-1 - изобарный
м.д. $C_{31} = \frac{5}{2} R$

$$\frac{C_{23}}{C_{31}} = \frac{3}{5}$$

$$2) \Delta U_{12} = \frac{3}{2} (L^2 P_0 V_0 - P_0 V_0) = (L^2 - 1) P_0 V_0 \cdot \frac{3}{2}$$

$$A_{12} = \left(\frac{L P_0 + P_0}{2} \right) \cdot V_0 (L - 1) = \frac{(L^2 - 1) P_0 V_0}{2}$$

$$\frac{\Delta U_{12}}{A_{12}} = 3.$$

$$3) \eta = \frac{A_{123}}{Q} \cdot 100\% \Rightarrow \max$$

$$A_{123} = \frac{(L - 1)^2 P_0 V_0}{2}$$

$$Q = (L^2 - 1) P_0 V_0 \cdot \frac{3}{2} + \frac{(L - 1)^2 P_0 V_0}{2}$$

$$\frac{100\%}{\eta} = \frac{Q}{A_{123}} \Rightarrow \min$$

$$\frac{100\%}{\eta} = \frac{(L^2 - 1) \frac{3}{2} + \frac{(L - 1)^2}{2}}{\frac{(L - 1)^2}{2}} = 1 + \frac{3(L + 1)}{L - 1} =$$

$$= 4 + \frac{3 \cdot 2}{L - 1} \xrightarrow{L=2} \min \text{ когда } L=2$$

т.е. $\eta_{\max} = 25\%$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Ответы: 1) $\frac{C_{23}}{C_{31}} = \frac{3}{5}$

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

3) $\eta_{\max} = 25\%$

№3.

1) Запасен Т от излучения фотона
энергии

$$\frac{mv_1^2}{2} - 0 = A_{\text{сум}}$$

$$A_{\text{сум}} = F_K \cdot d_1 \quad d_1 = d - 0,2d = 0,8d$$

в конденсаторе $\cos 58^\circ$

$$F_K = |q| \cdot E$$

$$U = Ed$$

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

$$F_K = |q| \cdot \frac{U}{d} = \frac{|q| \cdot U}{d}$$

$$A_{\text{сум}} = 0,8 |q| \cdot U$$

$$\frac{mv_1^2}{2} = 0,8 |q| \cdot U$$

$$\frac{v_1^2}{1,6 U} = 8$$

2) ~~Затопы~~ частица вылетит из

конденсатора за время $t_{\text{вкл}}$
+ время отключения

$$T_{\text{вкл}} + T_{\text{откл}} = T_{\text{ср}}$$

$$T_{\text{вкл}} = T_{\text{откл}}$$

$$T_{\text{ср}} = 2 T_{\text{откл}}$$

по ЗСЭ:

$$m V_1 = f \cdot T_{\text{откл}}$$

$$m V_1 = |q| \cdot E \cdot T_{\text{откл}}$$

$$T_{\text{откл}} = \frac{V_1 E}{f} = 1,64 \cdot \frac{V_1 \cdot \frac{U}{d}}{\left(\frac{V_1^2}{1,64}\right)} =$$

$$= \frac{1,64^2}{V_1 d}$$

$$T_{\text{ср}} = \frac{3,24^2}{V_1 d}$$

3)

$$E K_1 + E \pi_1 = E K_{\infty} + E \pi_{\infty}$$

$$\frac{m V_1^2}{2} + |q| \cdot U = \frac{m V_0^2}{2}$$

$$V_1^2 + 2 f \cdot U = V_0^2$$

$$V_1^2 + \frac{V_1^2}{0,8} = V_0^2$$

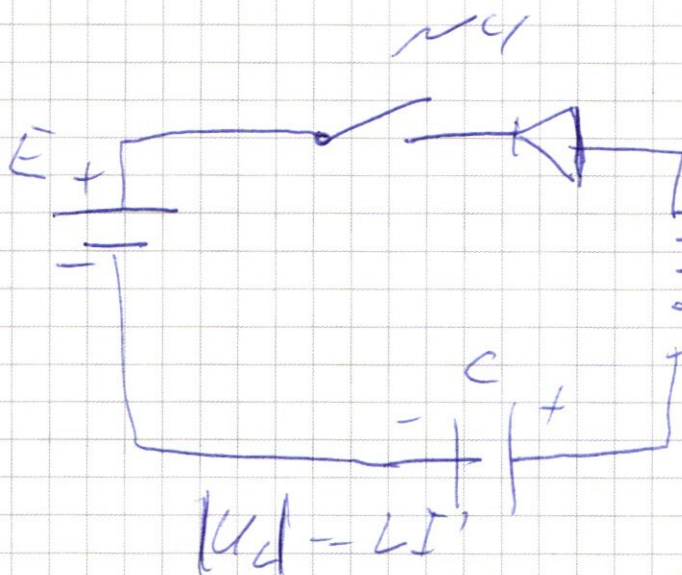
$$V_0 = V_1 \sqrt{\frac{0,8 + 1}{0,8}} = V_1 \sqrt{\frac{1,8}{0,8}} = \frac{3}{2} V_1$$

Ответ: 1) $f = \frac{V_1^2}{1,64}$

2) $T_{\text{ср}} = \frac{3,24^2}{V_1 d}$

3) $V_0 = \frac{3}{2} V_1$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА



1) В начальный момент напря-
жения не заданы.

$$E = U_f + U_c$$

14d - LI

$$I = \frac{|E - U_d|}{L} = 7,5 \text{ A/K}$$

2) Замкнутая ЗСН:

$$\frac{C u_i^2}{2} + A_{\text{уст}} = \frac{L I_{\text{max}}^2}{2} + \frac{(q_1 - q)^2}{2C}$$

$$g_1 = CU_1$$

$$A_{\text{act}} = -qE$$

$$\frac{c u_1^2}{2} - q_1 \epsilon = \frac{L I_{max}^2}{2} + \frac{(q_1 - q^2)}{2c}$$

$$\frac{CU_1^2}{2} - \frac{(U_1 - 2q_1q + q^2 + 2ECq)}{2C} = \frac{LI_{max}^2}{2}$$

$$q_B = \frac{2q_1 - \cancel{EC}}{2} = q_1 - EC$$

$$\frac{CU_1^2}{2} - q_1 E = \frac{LI_{\max}^2}{2} + \frac{(q_1 - q)^2}{2C}$$

$$\frac{CU_1^2}{2} - q_1 E + E^2 C = \frac{LI_{\max}^2}{2} + \frac{E^2 C}{2}$$

$$\frac{CU_1^2}{2} + \frac{E^2 C}{2} - 2C U_1 E = \frac{LI_{\max}^2}{2}$$

$$I_{\max} = \sqrt{CU_1^2 + E^2 C - 2C U_1 E}$$

$$= \sqrt{\frac{C}{L}} (U_1 - E) = 75 \text{ mA}$$

3) Когда ~~мощность~~ U_2 уменьшается

$$E = U_2 U_2 + U_L + U_0$$

$$U_2 = 80$$

Ответ: 1) $I' = 7,5 \text{ A/C}$

2) $I_{\max} = 75 \text{ mA}$

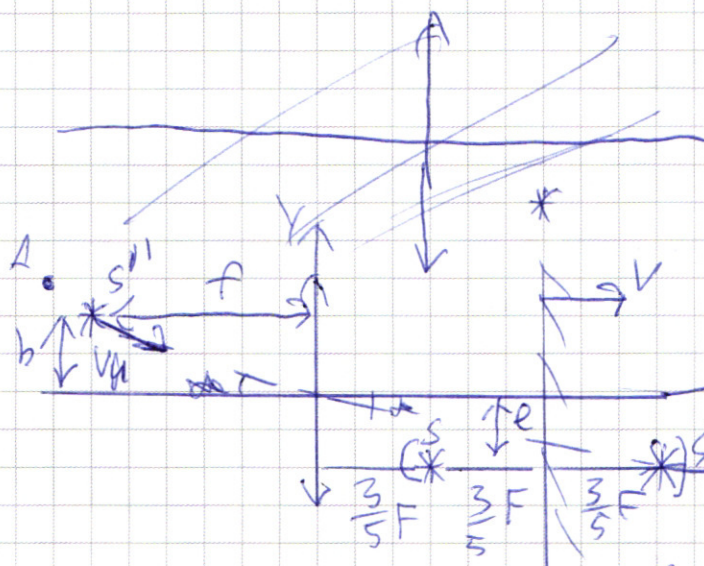
3) $U_2 = 80$

и т.д.

$$1) \frac{1}{F} = \frac{1}{d} + \frac{1}{f}$$

$$d = \frac{3}{5} F - 3 = \frac{9}{5} F$$

$$f = \frac{9}{4} F$$



2) скорость
изменения
магнитного
поля

$$\epsilon_{\text{эл}} = \frac{8}{5} F - \frac{8}{27}$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

2) Рассмотрим малый промежуток Δt малый что учитывать и скорости изображения могут преобразовываться. V_x - скорость изображения на Ox .

т.е.

$$\frac{1}{F} = \frac{1}{(d + V_s \Delta t)} + \frac{1}{(f - V_x \Delta t)}$$

Скорость изображения s' относительно зеркала

такое же как и у источника

т.е.

$$V - 0 = V_s' - V$$

$$V_s' = 2V$$

$$\frac{1}{F} = \frac{1}{(d + 2V \Delta t)} + \frac{1}{(f - V_x \Delta t)}$$

$$(d + 2V \Delta t)(f - V_x \Delta t) = F(d + 2V \Delta t + f - V_x \Delta t)$$

$$d f + 2V \Delta t f - d V_x \Delta t - 2V V_x \Delta t^2 = F(d + f) + 2V \Delta t F - V_x \Delta t F$$

$$2 \cdot \frac{9}{4} \cdot F - V \cdot \Delta t - \frac{9}{5} \cdot V_x \cdot \Delta t \cdot F = F \cdot (2V \cdot \Delta t -$$

$$- V_x \Delta t) \quad \frac{5}{2} V = \frac{4}{5} V_x \quad V_x = \frac{25}{8} V$$

$$\frac{1}{F} = \frac{1}{(d + 2V\Delta t)} + \frac{1}{(f - V'\Delta t)}$$

$$\frac{f}{d} = \frac{b}{e}$$

$$\frac{f}{d} = \frac{b - V'\Delta t}{(d + 2V\Delta t)} = \left(\frac{b - V'\Delta t}{e} \right)$$

$$(d + 2V\Delta t)(f - V'\Delta t) = F(d + f + 2V\Delta t - V'\Delta t)$$

$$df + 2V\Delta t f - V'\Delta t d - 2V^2\Delta t^2 =$$

$$\frac{9}{4}F \cdot \frac{9}{5}F + 2V\Delta t \cdot \frac{9}{4}F - V'\Delta t \cdot \frac{9}{5}F =$$

$$= \left(\frac{9}{4} + \frac{9}{5} \right) F$$

$$\frac{f+d}{df} = \frac{1}{F}$$

$$F = \frac{df}{f+d}$$

$$\frac{9}{2}V - 2V = \frac{9}{5}V_x - V_x$$

$$\frac{5}{2}V = \frac{4}{5}V_x$$

$$V_x = \frac{25}{8}V$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

увеличение равно

$$\frac{f}{c} = \frac{f}{d}$$

$$hd = fe$$

$$h = \frac{fe}{d} = \frac{8}{15} \cdot \frac{9}{4} F = \frac{2}{3} F$$

рассмотрим тот самый промежуток Δt

$$\frac{(h - V_y \Delta t)}{c} = \frac{(f - \frac{25}{8} V \Delta t)}{(d + 2V \Delta t)}$$

$$d \cancel{x} - V_y \Delta t \cancel{x} + 2V \Delta t h \cancel{x} -$$

$$- V_y \cdot 2V \cdot \Delta t^2 = f \cancel{x} - \frac{25}{8} \cancel{x} V \Delta t$$

$$-\frac{9}{5} V_y \cancel{x} + 2V \cdot \frac{8}{15} \cdot \frac{2}{3} \Delta = -\frac{25}{8} \cdot \frac{8}{15} \cdot V \cdot \Delta$$

$$\frac{4}{3} V + \frac{5}{3} V = \frac{9}{5} V_y$$

$$\frac{9}{3} V = \frac{9}{5} V_y$$

$$V_y = \frac{5}{3} V$$

$$tg \alpha = \frac{V_y}{V_x} = \frac{\frac{5}{3}}{\frac{25}{8}} = \frac{40}{3 \cdot 25} = \frac{8}{15}$$

$$V_u^2 = V_x^2 + V_y^2 = \frac{25^2}{8^2} + \frac{5^2}{3^2} =$$

$$= \frac{25^2 \cdot 3^2 + 8^2 \cdot 5^2}{8^2 \cdot 3^2}$$

$$U_n^2 = \frac{5^2 \cdot 17^2}{8^2 - 3^2} \sqrt{2}$$

$$U_n = \frac{85}{24} \sqrt{2} \approx 3,5 \text{ V}$$

Ответ: 1) $F = \frac{9}{4} \text{ F}$

2) $t_{9L} = \frac{8}{15}$

3) $U_n \approx 3,5 \text{ V}$

~~ХХХХ~~

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$$1) \frac{mv_1^2}{2} = A$$

$$A = F d_1$$

$$d_1 = d - q_2 d$$

$$F = E \cdot q$$

$$E = U/d$$

$$\frac{64}{172} \cdot \frac{172 \cdot 172}{25 \cdot (1,9)^2}$$

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

$$\frac{q^2}{c} = cu^2$$

$$q = cu$$

$$cu^2 = E \cdot cu \cdot d$$

$$\frac{4 \cdot 17}{25 \cdot 1,9}$$

$$\frac{100 \cdot 10^{-6}}{4} \text{ Гн}$$

$$25 \cdot 10^{-3} \cdot 38$$

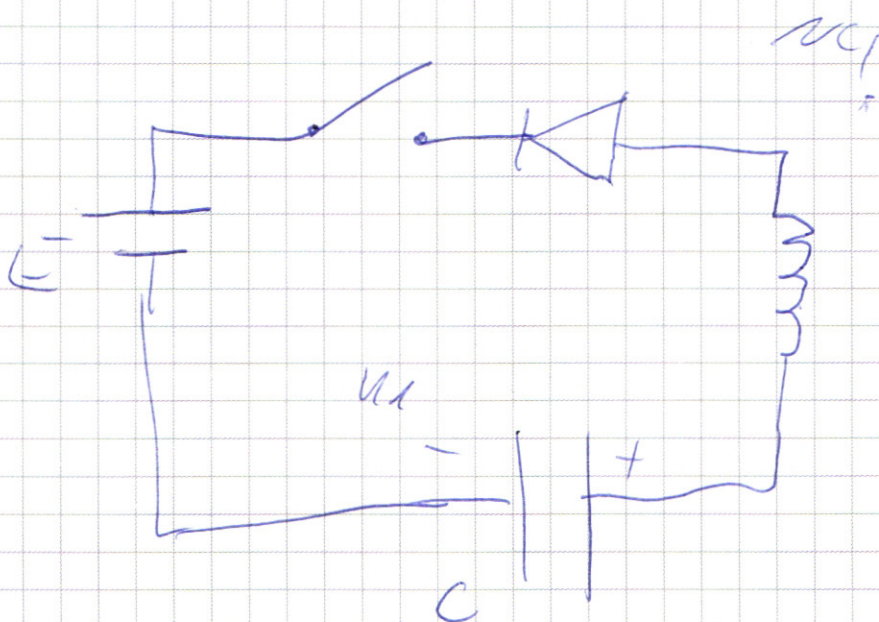
$$m^2 u^2 - m^2 q^2 - 2Tma \sin \beta + T^2 = 0$$

$$D = 4ma^2 - 4m^2 u^2 + 4m^2 q^2$$

$$T = \frac{2Tma \sin \beta \pm 2m^2 q^2}{2}$$

$$m \left(\frac{17}{25} \cdot \frac{17}{1,9} \cdot \frac{17}{172} \right) \neq 10$$

$$T = \frac{15,1}{0,4} \text{ Н}$$



$$E = U_L + U_C$$

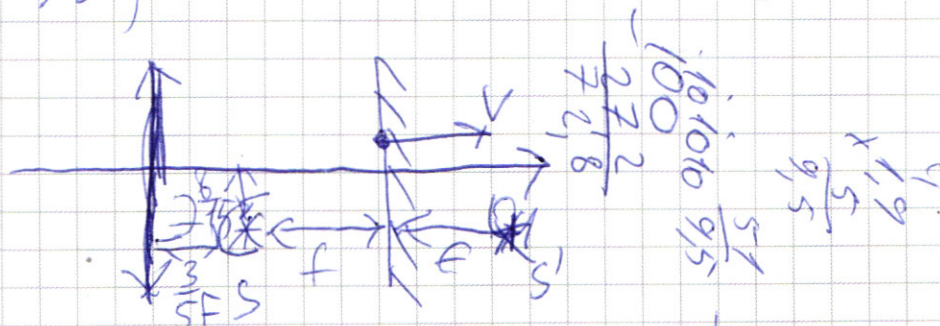
$$U_L = L \frac{dI}{dt}$$

$$31 E = U_0 + U_2$$

$$\begin{array}{r} 51 \\ + 8,5 \\ \hline 13,6 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 100 \\ - 15,3 \\ \hline 84,7 \\ \times 1,9 \\ \hline 5,1 \end{array}$$

$$A + \frac{CU^2}{2} = \frac{L I_{max}^2}{2}$$

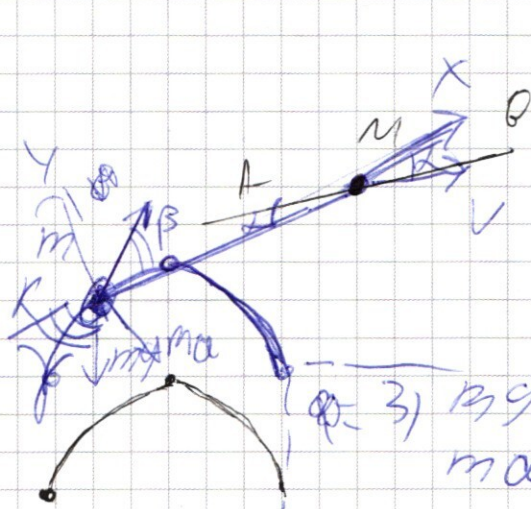


$$\cos \varphi = \frac{17,8}{25,19} = 0,7$$

$$\begin{array}{r} 51 \\ \times 8 \\ \hline 408 \\ + 1360 \\ \hline 1868 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 100 \\ - 27,2 \\ \hline 72,8 \\ \times 1,9 \\ \hline 13,832 \end{array}$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА



$$2) V_{Mx}' = V_K \sin \beta + V \sin \alpha =$$

$$= \frac{17}{17} \cdot \frac{17}{5} + \frac{6}{5} = \frac{21}{5} \text{ м/с}$$

$$V_{My}' = V_K \cos \beta - V \cos \alpha =$$

$$= \frac{8}{17} \cdot \frac{17}{5} - \frac{4}{5} \cdot 2 = \frac{4}{5}$$

$$3) mg \cos \alpha = T \cos \beta$$

$$ma = mg \sin \alpha + T \sin \beta$$

$$1) e^2 = x_M^2 + y_M^2 = (x_M - x_K)^2 + (y_M - y_K)^2$$

$$x_M = e + V \cos \alpha \Delta t$$

$$y_M = -V \sin \alpha \Delta t$$

$$x_K = V_K \cos \beta \Delta t$$

$$y_K = V_K \sin \beta \Delta t$$

$$e^2 = (e + V \cos \alpha \Delta t - V_K \cos \beta \Delta t)^2 +$$

$$+ (V \sin \alpha \Delta t - V_K \sin \beta \Delta t)^2$$

$$V \cos \alpha = V_K \cos \beta$$

$$V_K = \frac{V \cos \alpha}{\cos \beta} = \frac{\frac{17}{5}}{\frac{8}{17}} = \frac{17}{5} \text{ м/с}$$

$$\alpha = \frac{v^2}{R} = \frac{17^2}{25 \cdot 1,9}$$

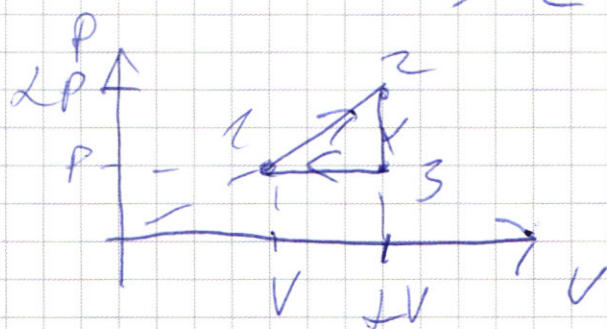
$$(ma - T \sin \beta)^2 = (mg \sin \beta)^2$$

$$(T \cos \beta)^2 = (mg \cos \beta)^2$$

$$m^2 a^2 - 2Tma \sin \beta + T^2 = m^2 g^2$$

$$0,4 \cdot m a = \frac{0,4 \cdot 17^2}{25 \cdot 1,9} = \frac{17^2 \cdot 4}{25 \cdot 19}$$

квадратное уравнение



$$PV = \nu RT$$

12 T — растёт

23 — падает

31 — падает

23 — изохора

$$C_{23} = + \frac{3}{2} \nu R$$

13 — изобара

$$C_{13} = - \frac{5}{2} \nu R$$

$$\frac{C_{23}}{C_{13}} = - \frac{3}{5} = -0,6$$

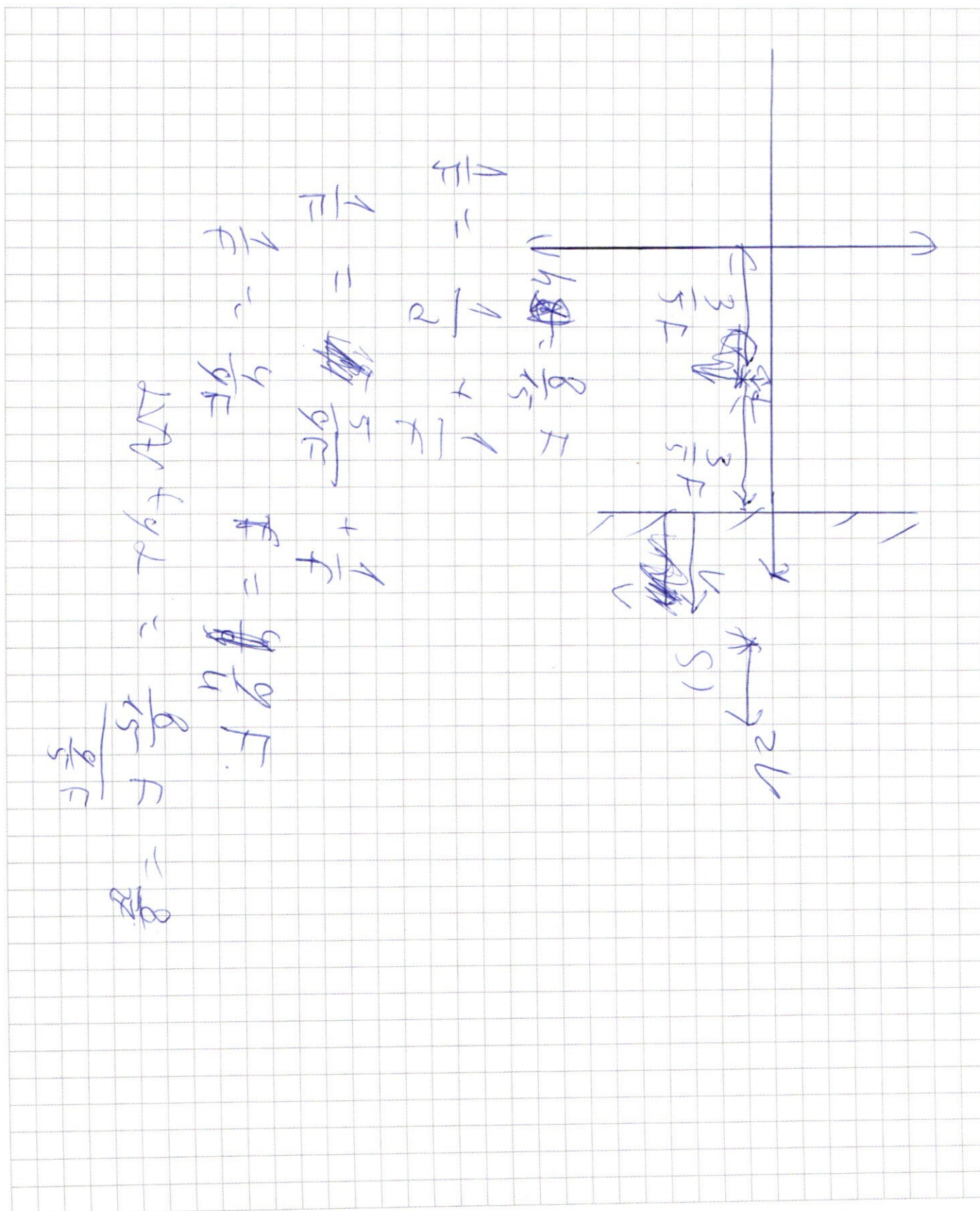
$$\frac{\Delta U_{12}}{A_{12}} = \frac{\frac{3}{2} \nu R (2-1)}{(2+1)R \cdot (2-1) \cdot \frac{1}{2}} = 3$$

$$\eta = \frac{A}{Q} = \frac{\frac{PV(2-1)}{2}}{\frac{3}{2}(2-1)PV + \frac{PV}{2}(2-1)^2}$$

$$\frac{Q}{A} = 1 + 3 \frac{2+1}{2-1} = 1 + 3 \cdot \frac{3}{1} = 10$$

$$\eta = 25\%$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА



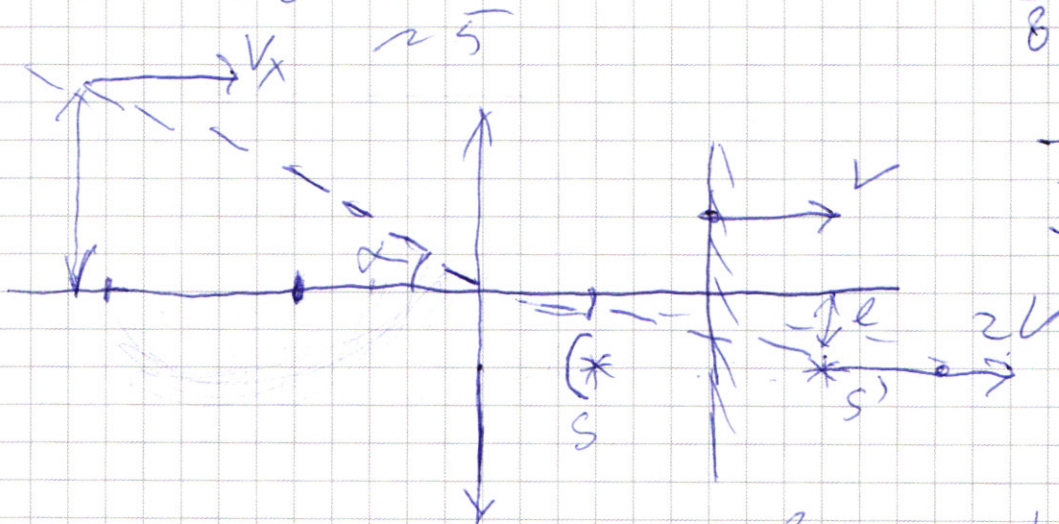
~~cuZ - 93~~

9 = cu

$$g = cu$$

$$I_0 = \frac{E - U_K}{L} = 7,5$$

$$E = u_2 + u_0$$



$$\begin{array}{r} 3 \\ 17 \\ \times 5 \\ \hline 85 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 85 \overline{) 724} \\ \underline{72} \\ 130 \\ \underline{120} \\ 100 \end{array}$$

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

$$\frac{e}{h} = \frac{d}{f}$$

$$d = \frac{2}{5} \text{ ft}$$

$$\frac{1}{f} = \frac{5}{9f} + \frac{1}{f}$$

$$\begin{array}{r} 75 + 60 \\ \times 3 \\ \hline 225 \\ + 60 \\ \hline 285 \end{array}$$

$$f = \frac{4}{9} \frac{1}{4} \text{ Hz}$$

$$\frac{1}{F} = \frac{1}{(d+2\sqrt{1\epsilon})} + \frac{1}{(f-\sqrt{1\epsilon})}$$

$$\frac{(d + 2V\Delta t)(f - V'\Delta t)}{f - V'\Delta t + d + 2V\Delta t}$$