

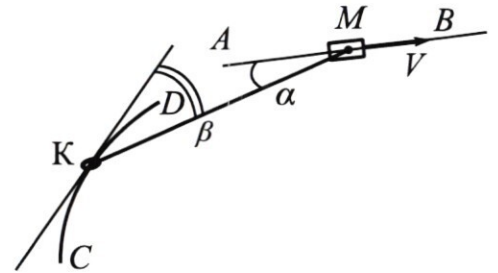
Олимпиада «Физтех» по физике, ф

Класс 11

Вариант 11-01

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

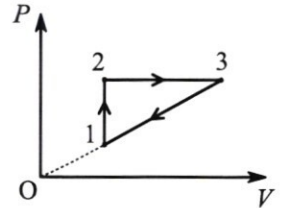
1. Муфту М двигают со скоростью $V = 68$ см/с по горизонтальной направляющей АВ (см. рис.). Кольцо К массой $m = 0,1$ кг может двигаться без трения по проволоке CD в виде дуги окружности радиусом $R = 1,9$ м. Кольцо и муфта связаны легкой нитью длиной $l = 5R/3$. Система находится в одной горизонтальной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

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

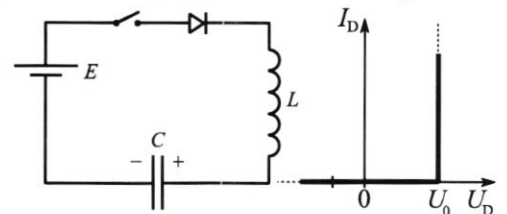
- 1) Найдите скорость V_1 частицы при вылете из конденсатора.
- 2) Найдите величину Q заряда обкладок конденсатора.
- 3) С какой скоростью V_2 будет двигаться частица на бесконечно большом расстоянии от конденсатора?

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.

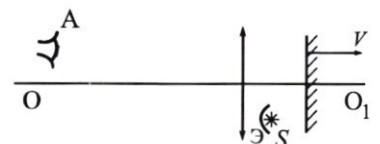
Ключ замыкают.

- 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.



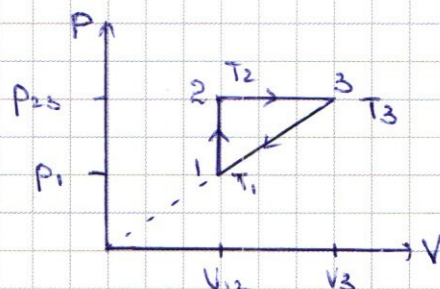
ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

52

Решение:

Дано
 $i = 3$
 $\frac{C_{23}}{C_{12}} - ?$
 $\frac{Q_{23}}{A_{23}} - ?$
 $\eta_{\max} - ?$

p_1, p_{23} - давление на
участках 1 и 2,3
 V_{12}, V_3 - объем на участках
1,2 и 3
 T_1, T_2, T_3 - температура на
участках 1, 2, 3



$$T_3 > T_2 > T_1$$

$$1) \quad C_{23} = \frac{Q_{23}}{V(T_3 - T_2)} \quad C_{12} = \frac{Q_{12}}{V(T_2 - T_1)}$$

$$Q_{23} = A_{23} + \Delta U_{23} \quad Q_{12} = \Delta U_{12}$$

$$A_{23} = p_{23}(V_3 - V_{12})$$

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

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

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

$$p_{23} V_3 = \nu R T_3 \quad p_{23} V_{12} = \nu R T_2$$

$$A_{23} = \nu R (T_3 - T_2)$$

$$Q_{23} = \frac{5}{2} \nu R (T_3 - T_2)$$

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

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

Ответ: $\frac{C_{23}}{C_{12}} = \frac{5}{3}$

$$2) \quad Q_{23} = \frac{5}{2} \nu R (T_3 - T_2)$$

$$A_{23} = \nu R (T_3 - T_2)$$

$$\frac{Q_{23}}{A_{23}} = 2,5$$

Ответ: $\frac{Q_{23}}{A_{23}} = 2,5$

$$3) \quad \eta = \frac{Q_{12} + Q_{23} - Q_{31}}{Q_{12} + Q_{23}}$$

$$Q_{31} = \Delta U_{31} + A_{31}$$

$$\Delta U_{31} = \frac{3}{2} \nu R (T_3 - T_1) = \frac{3}{2} (p_1 V_{12} - p_{23} V_3)$$

$$\nu R T_1 = p_1 V_{12} \quad \nu R T_3 = p_{23} V_3$$

$$\nu R T_2 = p_{23} V_{12}$$

$$A_{31} = \frac{p_{23} V_3 - p_1 V_{12}}{2}$$

$$Q_{31} = \frac{1}{2} (p_{23} V_3 - p_1 V_{12}) = \frac{1}{2} \nu R (T_3 - T_1)$$

$$Q_{12} = \frac{3}{2} \nu R (T_2 - T_1) = \frac{3}{2} (p_{23} V_{12} - p_1 V_{12})$$

$$Q_{23} = \frac{5}{2} \nu R (T_3 - T_2) = \frac{5}{2} (p_{23} V_3 - p_{23} V_{12})$$

$$\frac{p_1}{V_{12}} = \frac{p_{23}}{V_3} \quad p_1 V_3 = p_{23} V_{12}$$

$$\eta_{12} \Leftarrow \eta = 1 - \frac{Q_{31}}{Q_{12} - Q_{23}} = 1 - \frac{4(T_3 - T_1)}{5(T_3 - T_2) + 3(T_2 - T_1)} =$$

$$= 1 - \frac{4T_3 - 4T_1}{5T_3 - 5T_2 + 3T_2 - 3T_1} = 1 - \frac{4T_3 - 4T_1}{3T_3 - 2T_2 - 3T_1} \quad \eta_{\max}, \text{ когда } T_1 = T_2 = 0$$

$$\eta_{\max} = 1 - \frac{4T_3}{5T_3} = \frac{1}{5} = 20\%$$

Ответ: $\eta_{\max} = 0,2$

55

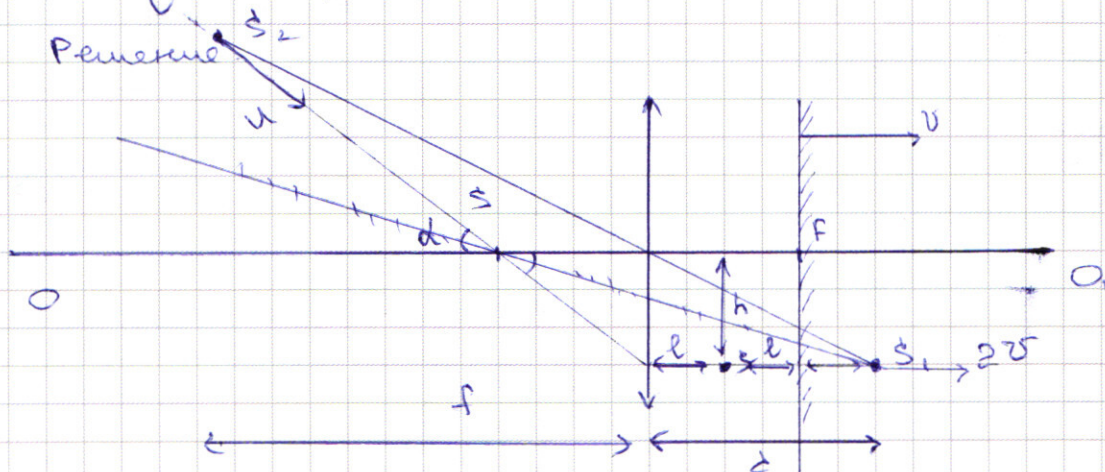
Дано:

$$F, V$$

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

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

$f = ?$
 $\text{tg } \alpha = ?$
 $u = ?$



u - скорость изображения S_2

S_1 - изображение источника в зеркале

S_2 - изображение S_1

h, l - расстояния S от OO_1 и мизра соответственно

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

$$f = \frac{dF}{d-F}$$

$$d = 3l = \frac{3F}{2} = 1,5F$$

$$f = \frac{1,5F^2}{0,5F} = 3F$$

Ответ: $f = 3F$

$$2) \text{tg } \alpha = \frac{h}{F} = \frac{3F}{4F} = 0,75$$

Ответ: $\text{tg } \alpha = 0,75$

$$3) u = S', \text{ где } S = \frac{f}{\cos \alpha}$$

$$\frac{1}{\cos^2 \alpha} = 1 + \text{tg}^2 \alpha = 1 + \left(\frac{3}{4}\right)^2 = \frac{25}{16}$$

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

$$S = 1,25f \quad f = \frac{dF}{d-F}$$

$$u = S' = \left(\frac{dF}{d-F}\right)' = F \frac{(d-F)' - dF'}{(d-F)^2} = \frac{-F^2}{(d-F)^2}$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$$U(d) = \frac{-F^2}{(d-F)^2} \quad d_0 = 1,5F$$

$$U(d_0) = \left| \frac{-F^2}{(1,5F-F)^2} \right| = \frac{1}{0,25} = 4 \text{ м/с}$$

Ответ: $U = 4 \text{ м/с}$

53

Решение:

Дано:

d, S, T

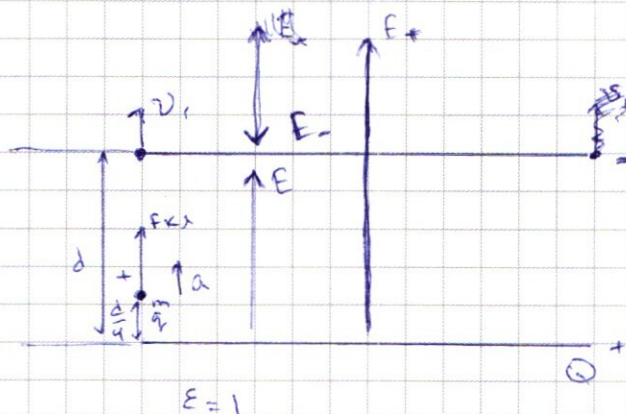
$q = \gamma$

m

$$ma = F_{\text{эл}} = qE$$

$$1) \frac{3d}{4} = \frac{v_1 T}{2}$$

$$v_1 = \frac{3d}{2T} \quad \text{Ответ } v_1 = \frac{3d}{2T}$$



$$E=1$$

$v_1 = ?$

$Q = ?$

$v_2 = ?$

$$2) ma = qE$$

$$\frac{3d}{4} = \frac{aT^2}{2} \quad a = \frac{3d}{2T^2}$$

$$\frac{ma}{q} = E = \frac{3d}{2T^2 \gamma} = \frac{Q}{\epsilon \epsilon_0 S}$$

$$Q = \frac{3d \epsilon \epsilon_0 S}{2T^2 \gamma}$$

Ответ: $Q = \frac{3d \epsilon_0 S}{2T^2 \gamma}$

3)

$$\frac{mv_1^2}{2} + A_{\text{эл}} = \frac{mv_2^2}{2}$$

$$v_2^2 = v_1^2 + \frac{2A_{\text{эл}}}{m}$$

$$A_{\text{эл}} = 2Eq \cdot R$$

где R - расстояние

т.к. $R = \infty$, то $v_2 = \infty$

Ответ: $v_2 = \infty$

54

Решение:

Дано:

$E = 9 \text{ В}$

$U_0 = 1 \text{ В}$

$U_1 = 5 \text{ В}$

$C = 40 \text{ мкФ}$

$L = 0,1 \text{ Гн}$

$\frac{\Delta y}{\Delta t} = ?$

$U_{\text{max}} = ?$

$U_2 = ?$

$$1) \mathcal{E}_{\text{ис}} = -\frac{\Delta y}{\Delta t} L$$

$\frac{\Delta y}{\Delta t}$ - скорость возр-
стания тока

$$\mathcal{E} = U_0 + |\mathcal{E}_{\text{ис}}| + U_1$$

$$|\mathcal{E}_{\text{ис}}| = \mathcal{E} - U_0 - U_1 = \frac{\Delta y L}{\Delta t}$$

$$\frac{\Delta y}{\Delta t} = \frac{\mathcal{E} - U_0 - U_1}{L}$$

$$\frac{\Delta y}{\Delta t} = \frac{9 - 1 - 5}{0,1} = 30 \text{ А/с}$$

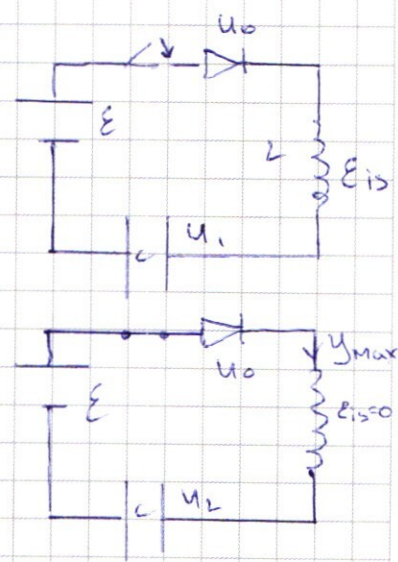
Ответ: $\frac{\Delta y}{\Delta t} = 30 \text{ А/с}$

$$3) \mathcal{E}_{\text{ис}} = 0$$

$$\mathcal{E} = U_0 + U_2$$

$$U_2 = \mathcal{E} - U_0 = 9 - 1 = 8 \text{ В}$$

Ответ: $U_2 = 8 \text{ В}$



$$2) \quad \varepsilon_{\Delta q} + \frac{cu_1^2}{2} = \frac{cu_2^2}{2} + \frac{y_{\max}^2}{2} \quad \Delta q = C(u_2 - u_1), \text{ т.к. нет потерь энергии (капилька, груз и источник - идеальные)}$$

$$\sqrt{2 \varepsilon C(u_2 - u_1) + C(u_1^2 - u_2^2)} = y_{\max}$$

$$y_{\max} = \sqrt{2 \cdot 9 \cdot 40 \cdot 10^{-6} \cdot \frac{(8-5)}{0,1} + 40 \cdot 10^{-6} (25 - 64)} = 4 \cdot 10^{-2} \sqrt{15} \text{ A}$$

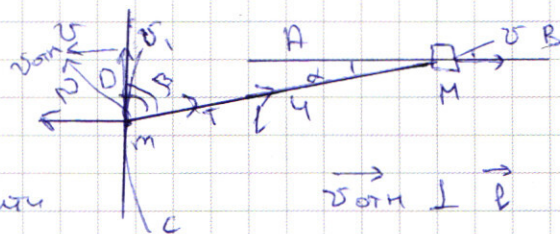
Ответ: $y_{\max} = 4\sqrt{15} \cdot 10^{-2} \text{ A}$

51

Решение:

Дано:
 $v = 68 \text{ см/с}$
 $m = 0,1 \text{ кг}$
 $R = 1,9 \text{ м}$
 $l = \frac{5R}{3}$

v_1 - скорость колеса
 u - скорость нити
 N - сила реакции
 проводки CD
 T - сила натяжения нити



α, β

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

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

1) $u = v \cos \alpha$
 $v_1 = u \cos \beta = v \cos \alpha \cos \beta = 68 \cdot \frac{4}{5} \cdot \frac{3}{5} = 48 \text{ см/с}$

Ответ: $v_1 = 48 \text{ см/с}$

$v_1 = ?$

$v_{\text{отн}}$

$T = ?$

2) $v_{\text{отн}} = \sqrt{v^2 + v_1^2 - 2vv_1 \cos(\alpha + \beta)}$

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

$$\sin \alpha = \sqrt{1 - \cos^2 \alpha} \quad \sin \beta = \sqrt{1 - \cos^2 \beta}$$

$$\sin \alpha = \sqrt{1 - \frac{225}{289}} = \frac{8}{17} \quad \sin \beta = \sqrt{1 - \frac{16}{25}} = \frac{3}{5}$$

$$\cos(\alpha + \beta) = \frac{15}{17} \cdot \frac{4}{5} - \frac{8}{17} \cdot \frac{3}{5} = \frac{60 - 24}{85} = \frac{36}{85}$$

$$v_{\text{отн}} = \sqrt{68^2 + 48^2 - 2 \cdot 68 \cdot 48 \cdot \frac{36}{85}} = \sqrt{4624 + 2304 - 2073,6} = \sqrt{4854,4} \text{ см/с} = \sqrt{0,48544} \text{ м/с}$$

Ответ: $v_{\text{отн}} = \sqrt{0,48544} \text{ м/с}$

3) $oy \quad \text{max}_1 = T \cos \beta - N$
 $ox \quad \text{max}_2 = T - N \sin \beta$

$$l = \frac{5R}{3} = \frac{19,5}{3} \text{ м}$$

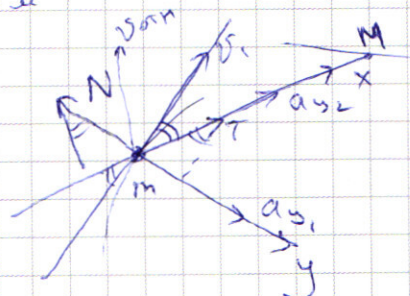
$$N = T \sin \beta - \text{max}_1$$

$$\text{max}_2 = T - T \sin^2 \beta + \text{max}_1 \sin \beta$$

$$\text{max}_2 = \frac{mv_{\text{отн}}^2}{R} \quad \text{max}_1 = \frac{mv^2}{R}$$

$$T \cos^2 \beta = m(\text{max}_1 \sin \beta - \text{max}_2)$$

$$T = \frac{m}{\cos^2 \beta} \left(\frac{v_{\text{отн}}^2}{R} - \frac{v^2}{R} \sin \beta \right) = \frac{0,1 \cdot 5^2}{4 \cdot 4} \left(\frac{0,48544 \cdot 3}{1,9 \cdot 5} - \frac{0,2304 \cdot 3}{5 \cdot 1,9} \right) =$$



ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

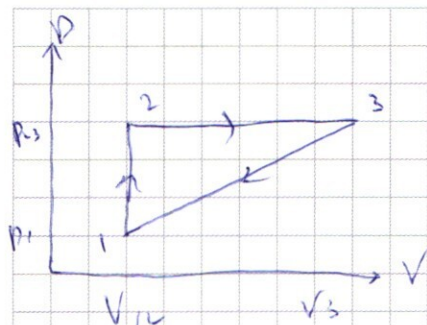
$$= \frac{0,1 \cdot 25 \cdot 3 \cdot 0,25504}{16 \cdot 18 \cdot 8 \cdot 19} = \frac{15 \cdot 0,25504}{19 \cdot 16} \approx 1,25 \mu\text{H}$$

Ответ: $T = 1,25 \mu\text{H}$

53 3) Т.к. поле вне конденсатора отсутствует, равнодействующая на пластину не действует на кулон, значит скорость пластины не изменится $v_1 = v_2$

$$\text{Ответ: } v_2 = v_1 = \frac{3d}{2T}$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА



$$Q_{12} = \frac{3}{2} \gamma R (T_2 - T_1)$$

$$Q_{23} = \sum \dot{V} R (T_3 - T_2)$$

$$Q_{31} = \frac{1}{2} VR (T_3 - T_1)$$

$$q_2 = 1 - \frac{4T_3 - 4T_1}{3T_2 - 3T_1 + 5T_3 - 5T_2} = \frac{4T_3 - 4T_1}{5T_3 - 2T_2 - 3T_1}$$

$$p_1 V_3 = p_2 V_2$$

$$P_1 = \frac{V R T_1}{V_{1,1}}$$

$$\frac{p_1 V_1}{T_1} = \frac{p_2 V_2}{T_2}$$

$$\frac{4T_3}{5T_3 - 2T_2} = \frac{4}{5}$$

$$T \rightarrow 0$$

$$T_1 \rightarrow 0 \Rightarrow T_L = 0$$

$$\frac{p_1 V_1}{T_1} = \frac{p_2 V_2}{T_2} \Rightarrow \frac{p_1 V_1}{T_1} = \frac{p_2 V_2}{T_2}$$

$$V_3 = \frac{T_2 V_{12}}{T_1} = \frac{p_{23} V_{12}}{p_1}$$

$$\frac{4T_3 - 4T_1}{5T_3 - 2T_2 - 3T_1} \quad \text{--- MAX}$$

$$\begin{array}{r} 5T_3 - 5T_2 + 3T_2 - 3T_1 - 4T_3 + 4T_1 \\ \hline 5T_3 - 5T_2 + 3T_2 - 3T_1 \end{array}$$

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

$$T_1 = 0 \rightarrow T_2 = 0$$

$\frac{1}{5}$

$$T = \frac{m}{\cos^3 \beta} \left(\frac{v_c^2 \sin \beta}{R} - \frac{v_{\text{OTA}}^2}{l} \right)$$

$$v_{\text{отн}}^2 = 0,48544 \text{ м}^2/\text{с}^2 \sin^2 \beta = \frac{3}{5} \quad v_1^2 = 480,2304 \text{ м}^2/\text{с}^2$$

$$12 \quad \frac{SR}{3} = \frac{15.5}{3}$$

$$T = \frac{0.1 \cdot 2.5}{16} \left(\frac{0.2304 \cdot 3}{5 \cdot 1.5} - \frac{0.48544 \cdot 3}{1 \cdot 0.5} + \frac{127520}{25504} \cdot \frac{0.2304 \cdot 10^{-7}}{382560} \right)$$

$$\frac{3.25.01}{16.19.5} \left(0,234 \right)$$

$$T = \frac{3.28 \cdot 5}{16.8 \cdot 19}$$

$$\begin{array}{r} 550^{\circ} \quad 0,2550^{\circ} \\ 15 \cdot 0,2550^{\circ} \\ \hline 16 \cdot 19 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 0.48547 \cdot 10^{-7} \\ \hline 3,8256 \overline{) 201} \\ \underline{382} \\ 201 \\ \hline 38256 \overline{) 201} \\ \underline{382} \\ 201 \\ \hline 38256 \overline{) 201} \\ \underline{382} \\ 201 \\ \hline \end{array}$$

$$= \frac{0,1 \cdot 25^5 \cdot 3 \cdot 0,25504}{16 \cdot 1,5 \cdot 8} = \frac{15}{16 \cdot 19} \cdot 0,25504 \approx 1,25 \text{ мкВ}$$

Ответ: $T = 1,25 \text{ мкВ}$

53 3) $\frac{m v_1^2}{2} + A E_+ + A E_- = \frac{m v_2^2}{2}$

$$\frac{m v_1^2}{2} + q E R (R+d) - q E R = \frac{m v_2^2}{2}$$

$$\vec{E}_+ = -\vec{E}_-$$

$$E_+ = E_-$$

$$\frac{m v_1^2}{2} = \frac{m v_2^2}{2}$$

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

Ответ: $v_2 = \frac{3d}{2T} = v_1$

$$\frac{m v_1^2}{2} + A E_+ + A E_- = \frac{m v_2^2}{2}$$

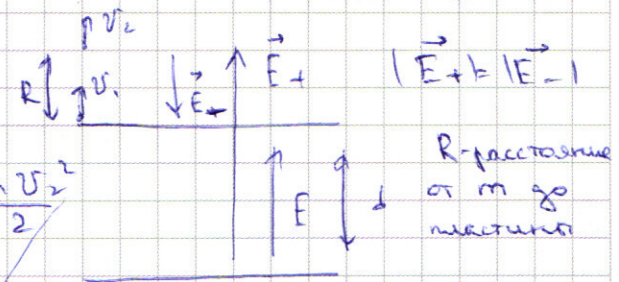
$$m v_1^2 + 2 q E (R+d) - 2 q E R = \frac{m v_2^2}{2}$$

$$E_+ = E_-$$

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

$$v_2 = \sqrt{v_1^2 + 2 E d}$$

Ответ: $v_2 = \sqrt{v_1^2 + 2 E d}$



$v_1 = v_2$ т.к. поле вне конденсатора отсутствует, на частицу не будет равнодействующая всех сил = 0

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

2

$\frac{C_p}{C_v} = \chi = \frac{Q_{23}}{A}$
 $\eta = 1 - \frac{Q_{12}}{Q_{23} + Q_{12}}$

$A_{23} = p_{23} \cdot (V_3 - V_{12})$
 $\Delta U_{23} = \frac{3}{2} \nu R \Delta T$
 $\Delta T = T_3 - T_2$

$C_p = \frac{Q_{23}}{\Delta T}$
 $\chi = 1 + \frac{2}{3} = \frac{5}{3}$
 $p_{23} V_3 = T_3 \nu R$
 $p_{23} V_{12} = \nu R T_2$
 $T_3 = \frac{p_{23} V_3}{\nu R}$
 $T_2 = \frac{p_{23} V_{12}}{\nu R}$

$\eta = \frac{Q_{12}}{\Delta T} = \frac{\Delta U_{12}}{\nu R \Delta T}$
 $\Delta T = \frac{(p_{23} - p_1) V_{12}}{\nu R}$

$Q_{23} = A_{23} + \Delta U_{23} = p_{23} (V_3 - V_{12}) + \frac{3}{2} p_{23} (V_3 - V_{12}) = \frac{5}{2} \dots$
 $Q_{12} = \Delta U_{12} = \frac{3}{2} \nu R (T_2 - T_1) = \frac{3}{2} V_{12} (p_{23} - p_1)$
 $T_2 = \frac{p_{23} V_{12}}{\nu R}$
 $T_1 = \frac{p_1 V_{12}}{\nu R}$

$C_p = \frac{\frac{5}{2} p_{23} (V_3 - V_{12}) R}{p_{23} (V_3 - V_{12})} = \frac{5}{2} R$

$C_v = \frac{\frac{3}{2} V_{12} (p_{23} - p_1) R}{(p_{23} - p_1) V_{12}} = \frac{3}{2} R$

$\eta = \frac{Q_{12}}{Q_{12} + Q_{23}} = \frac{A}{Q_{12} + Q_{23}} = 1 - \frac{Q_{12}}{Q_{12} + Q_{23}}$

$A = \frac{(V_3 - V_{12}) (p_{23} - p_1)}{2} =$
 $= \frac{V_3 p_{23} - V_{12} p_{23} + V_{12} p_1 - p_1 V_3}{2}$
 $= \frac{p_{23} (V_3 - V_{12}) + p_1 (V_{12} - V_3)}{2}$
 $= \frac{V_{12} (p_1 - p_{23})}{2}$

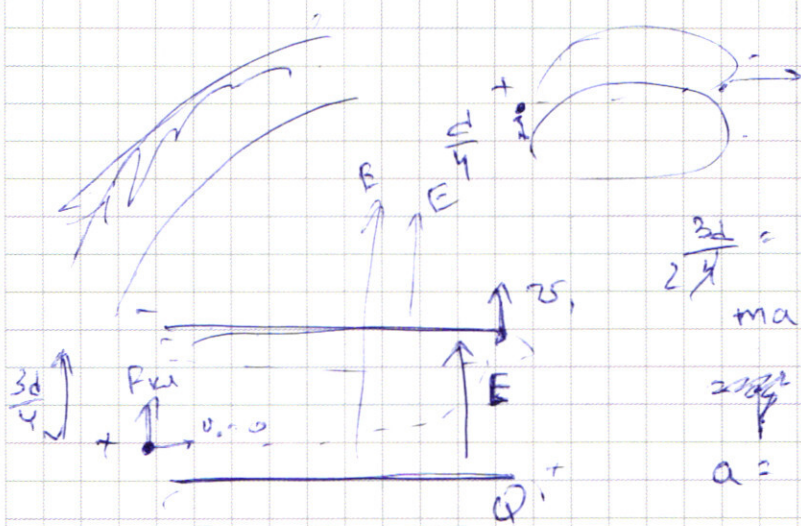
$Q_{12} = \frac{V_3 p_{23} - V_{12} p_1 + \frac{3}{2} (p_{23} V_3 - p_1 V_{12})}{2} =$
 $= \frac{2 (p_{23} V_3 - p_1 V_{12})}{2}$

$Q_{12} + Q_{23} = (C_p - C_v) \nu R \Delta T$

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

$\frac{p_1}{p_{23}} = \frac{V_{12}}{V_3}$
 $p_{23} V_{12} = p_1 V_3$

$\frac{3 (p_{23} - p_1) V_{12}}{5 p_{23} (V_3 - V_{12})}$



$$\frac{d}{dt} E = \frac{U}{d} \quad U_0 = \phi$$

$$\frac{\epsilon \epsilon_0 S}{d} = C \quad u = \frac{q}{C}$$

$$F = \frac{kq}{2d^2} = \frac{kU_0}{2d^2}$$

$$\frac{3d}{2T^2} = \frac{aT^2}{2} \quad ma = qE$$

$$2\pi q^2$$

$$E = \frac{q}{Cd} = \frac{q}{d\epsilon\epsilon_0 S}$$

$$a = \frac{3d}{2T^2} = \frac{qE}{m} = \gamma E$$

$$E = \frac{3d}{2T^2 \gamma} = \frac{Q}{\epsilon\epsilon_0 S}$$

$$E = \frac{U}{d} \quad U = \frac{Q}{C}$$

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

$$Q = \frac{3d \epsilon\epsilon_0 S}{2T^2 \gamma}$$

$$\frac{Eq}{dV}$$

$$E = \frac{kq}{2L} \cdot qC = \frac{\epsilon\epsilon_0 S}{d}$$

$$\frac{3d}{2} = \frac{U_1 T}{2}$$

$$U_1 = \frac{3d}{T}$$

$$\frac{kqQ}{d}$$

$$Eg = W$$

$$\frac{2Eq}{2} = \frac{mU_1^2}{2}$$

$$E = \frac{kq^2}{2L} \cdot 2q$$

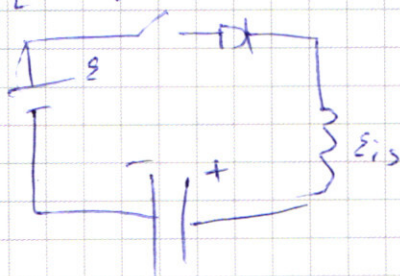
$$U_1 = U_2$$

$$\frac{mU_1^2}{2} + qE(R+d) - qER = \frac{mU_2^2}{2} \quad 2Eq \cdot R$$

$$\frac{mU_1^2}{2} + qdE \frac{\Delta y}{\Delta t} = ?$$

$$\frac{mU_1^2}{2} + \frac{Eq}{2} = \frac{mU_2^2}{2}$$

$$U_1^2 + \frac{2VE}{d} = U_2^2$$



$$\mathcal{E} = U_1 + \mathcal{E}_{is} = \frac{\Delta y}{\Delta t} L$$

$$\frac{\Delta y}{\Delta t} = \frac{(\mathcal{E} - U_1 - U_0)}{L} \quad \frac{3}{0.1} = 30 \text{ A/C}$$

$$\frac{LY^2}{2} + \frac{U_2^2 C}{2} = \frac{CU_1^2}{2} + E\Delta q \quad q = C(U_2 - U_1)$$

$$\mathcal{E}_{is} = 0 \quad (U_2 = \mathcal{E} - U_0 = 8 \text{ В})$$

$$LY^2 + CU_2^2 = CU_1^2 - 2C\mathcal{E}(U_2 - U_1) = 0$$

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

$$S = \left(\frac{dF}{dF} \right)' = \frac{d'F(d-F) - d'(dF)}{(d-F)^2}$$

$$\frac{64 \cdot 25}{39} = \frac{6 \cdot 9}{39} = \frac{2 \cdot 9}{39} = \frac{2}{13}$$

$$5 + 8 - 3 = 10 \quad \frac{4 \cdot 40 \cdot 10^{-6} \cdot 10}{10^{-4}} = \frac{1600}{10^{-4}} = 1.6 \cdot 10^7$$

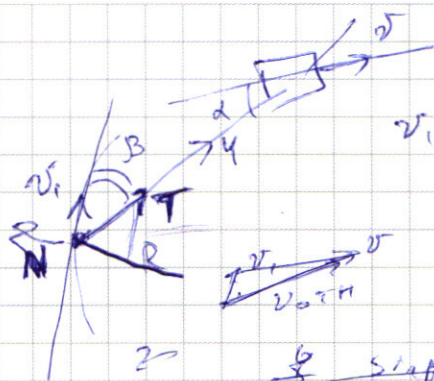
$$4 \cdot 10^{-2} \text{ A}$$

$$\frac{mU_1^2}{2} + EqR + Eq(R+d) = \frac{mU_2^2}{2} \quad (U_1 - U_2) \left(\frac{U_1 + U_2 + \mathcal{E}}{(U_1 - U_2)(U_1 + U_2 + \mathcal{E})} \right) = 5 \cdot 3$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$Q_{12} + Q_{23} = S p_{23} V_3 - S p_{23} V_{12} + 3 V_{12} p_{23} - 3 p_1 V_{12} = 4 (p_{23} V_3 - p_1 V_{12})$
 $Q_{13} = 2 (p_{23} V_3 - p_1 V_{12})$
 $\eta = \frac{4 () + 2 ()}{4 ()} = 0,5$

$p_{23} V_3^2 - p_{23} V_{12}^2$
 $V_{12} S p_{23} V_3^2 - 3 p_{23} V_{12}^2 - 2 V_{12} p_{23} V_3^2 - p_{23} V_3^2 + p_{23} V_{12}^2$
 $\frac{4 p_{23} V_3^2 - 4 p_{23} V_{12}^2}{4 p_{23} V_3^2 - 4 p_{23} V_{12}^2}$
 $p_1 = \frac{p_{23} V_{12}}{p_{23} V_3}$
 $d = 3 F$
 $\frac{dF}{d-F} = \frac{1,5 F^2}{0,5 F} = 3 F$
 $\tan \alpha = \frac{3 F}{4 F} = 0,75$
 $\frac{1}{\cos^2 \alpha} = 1 + 0,75^2$
 $1 + \frac{9}{16} = \frac{25}{16}$
 $\cos \alpha = \frac{4}{5}$
 $d_1 = 36 \text{ л}$
 $v = 5 \text{ м/с}$
 $A = \frac{p_{23} V_3 - p_{23} V_{12} + p_1 V_3 - p_1 V_{12}}{2}$
 $f = \frac{dF}{d-F} = \frac{p_{23} V_3 - 2 p_{23} V_{12} + p_1 V_{12}}{p_{23} V_3 - 2 p_{23} V_{12} + p_1 V_{12}}$
 $S = \frac{F^2 \cdot 1,25}{d_0 - F + 20 F}$
 $S' = F^2 \cdot 1,25 \left(\frac{1}{(d_0 - F + 20 F)^2} \right) \cdot \frac{1}{\cos^2 \alpha}$
 $S' = \frac{F^2 \cdot 1,25}{(d_0 - F + 20 F)^2} \cdot \frac{25}{16}$
 $\frac{2,5 F^2}{(d_0 - F + 20 F)^2}$
 $S' \cdot \frac{1}{F} \left(\frac{20 F + F}{20 F + F} \right) =$
 $= \frac{20 F (20 F + F) - 20 F (20 F + F)}{(20 F + F)^2}$
 $= \frac{20 F^2 - 20 F^2 - 20 F^2}{(20 F + F)^2}$
 $= \frac{-20 F^2}{(20 F + F)^2}$
 $S' = \frac{f}{\cos \alpha} = \frac{dF}{d-F}$
 $S'(d) = \frac{F(d-F) - dF}{(d-F)^2} = \frac{-F^2}{(d-F)^2}$
 $d = 1,5 F$
 $d = 20 F$
 $\frac{F^2}{0,5 F^2} = \frac{4 F^2}{4 F^2}$
 $p_{23} V_3 =$



$$v_{\text{cord}} = v$$

$$v_1 = v \cos \beta = v_{\text{cord}} \cos \beta = v \cdot \frac{15}{12} \cdot \frac{4}{5} = \frac{12 \cdot 5}{17}$$

$$T \cos \beta = N = m g \sin \alpha = \frac{m v^2}{R}$$

$$T \cos \beta = N$$

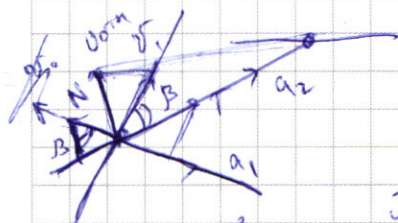
$$\frac{6}{5} \sin \beta = \frac{1}{5} T (\sin \beta - \cos \beta)$$

$$\begin{array}{r} 225 \sqrt{2} \\ 139 \\ + 17 \\ \hline 303 \sqrt{2} 225 309 \\ \hline \sqrt{247} \end{array}$$

$$T = \frac{m v^2}{R (\sin \beta - \cos \beta)}$$

$$34 \cdot \frac{68}{17} = 4$$

$$v_1 = \frac{12 \cdot 5}{17}$$



$$\frac{m v_{\text{cord}}^2}{R} =$$

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

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

$$N = \frac{m v^2}{R} T \sin \beta - \frac{36 \cdot 6 \cdot 48}{5}$$

$$\frac{m v^2}{R} \times \frac{36}{6}$$

$$\frac{216}{48}$$

$$\frac{1728}{864}$$

$$\frac{10368}{10}$$

$$\frac{036}{35}$$

$$\frac{18}{15}$$

$$\frac{30}{2073,6}$$

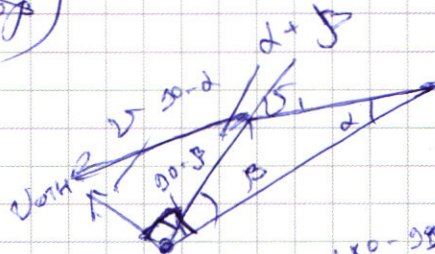
$$T \cos^2 \beta = m$$

$$T =$$

$$\begin{array}{r} 303,4 \quad | \quad 4 - 6928,0 \\ - 23 \\ \hline 23 \\ - 20 \\ \hline 34 \\ - 32 \\ \hline 20 \end{array}$$

$$75,85 \times \frac{69}{69}$$

$$8 \sqrt{25,85}$$



$$180 - 90 - 90 + \alpha + \beta$$

$$\sqrt{v^2 + v^2 - 2v \cdot v \cos(\alpha + \beta)}$$

$$v_{\text{cord}}$$

$$\cos(30 + 60)$$

$$\cos(60 + 90) = \cos 150 = -\frac{\sqrt{3}}{2}$$

$$\cos 60 \cos 90 - \sin 90 \sin 60 =$$

$$-\frac{\sqrt{3}}{2}$$

$$\frac{\sqrt{3}}{2} \cdot \frac{1}{2} - \frac{1}{2}$$

$$\frac{119}{289}$$

$$\frac{17}{129}$$

$$\frac{23}{13}$$

$$\frac{39}{13}$$

$$\frac{12}{1,6}$$

$$\frac{12}{1,6} \sin \beta = \sqrt{1 - \frac{16}{25}} = \frac{3}{5}$$

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

$$= \frac{15}{17} \cdot \frac{4}{5} - \frac{12}{17} \cdot \frac{3}{5} =$$

$$= \frac{60 - 36}{85} = \frac{24}{85}$$

$$= \frac{60 - 24}{5 \cdot 17} = \frac{36}{85}$$