

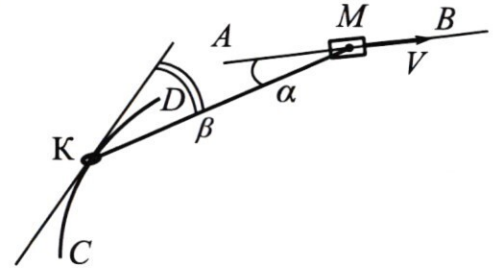
Олимпиада «Физтех» по физике, (

Класс 11

Вариант 11-01

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

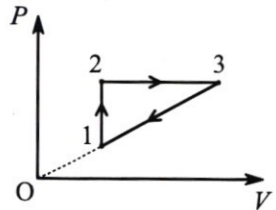
1. Муфту М двигают со скоростью $V = 68$ см/с по горизонтальной направляющей АВ (см. рис.). Кольцо К массой $m = 0,1$ кг может двигаться без трения по проволоке CD в виде дуги окружности радиусом $R = 1,9$ м. Кольцо и муфта связаны легкой нитью длиной $l = 5R/3$. Система находится в одной горизонтальной плоскости. В некоторый момент нить составляет угол 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.



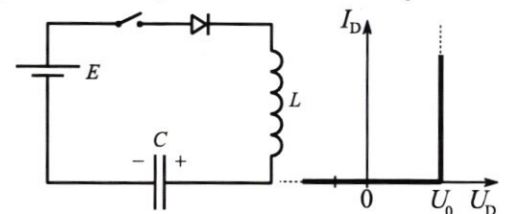
3. Обкладки конденсатора – круглые металлические сетки площадью S , расстояние между обкладками d ($d \ll \sqrt{S}$). Из точки, находящейся между обкладками на оси симметрии на расстоянии $0,25d$ от положительно заряженной обкладки, стартует с нулевой начальной скоростью положительно заряженная частица 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.

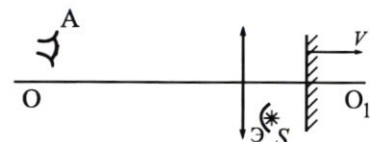
4. В цепи, схема которой показана на рисунке, ключ разомкнут, ЭДС идеального источника $E = 9$ В, конденсатор емкостью $C = 40$ мкФ заряжен до напряжения $U_1 = 5$ В, индуктивность идеальной катушки $L = 0,1$ Гн. Вольтамперная характеристика диода дана на рисунке, пороговое напряжение диода $U_0 = 1$ 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.



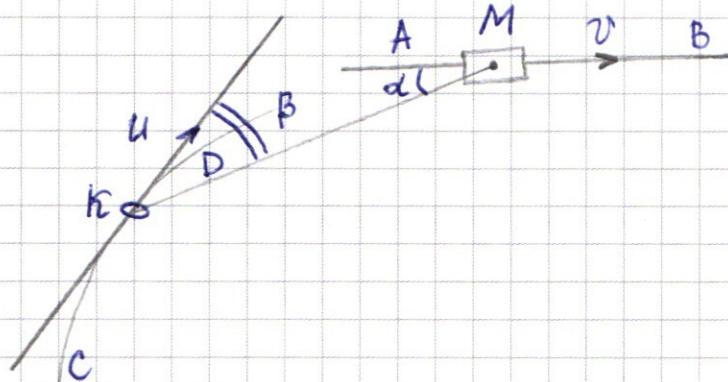
5. Оптическая система состоит из тонкой линзы с фокусным расстоянием F , плоского зеркала и небольшого экрана Э, расположенного так, что свет от источника S может попасть на линзу только после отражения от зеркала (см. рис.). Зеркало расположено перпендикулярно главной оптической оси OO_1 линзы. Источник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

№1.



$$v = 68 \text{ м/с}$$

$$m = 0,1 \text{ кг}$$

$$R = 1,9 \text{ м}$$

$$l = 5R/3$$

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

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

Решение:

- 1) Принимая нить нерастяжимой, запишем проекции скоростей связ. тел K и M на ось нити.

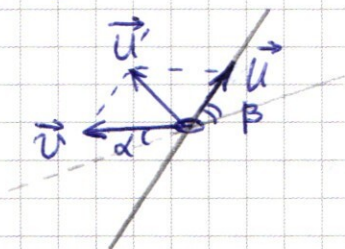
$$u \cos \beta; v \cos \alpha$$

Из нерастяж. следует:

$$u \cos \beta = v \cos \alpha$$

$$u = \frac{\cos \alpha}{\cos \beta} v = \frac{15 \cdot 5}{17 \cdot 4} v = \frac{75}{68} v = 75 \text{ (м/с)}$$

- 2) Перейдем в СО шара.



В данной СО; кольцо будет вращаться
около шара по окр-и радиуса

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

Будет отсутствовать радиальная составляющая скорости.

Тогда найдем тангенциальную проекцию скоростей $\vec{u}$ и $\vec{v}$.

$$u' = u \sin \beta + v \sin \alpha$$

Найдем синусы:

$$\sin \alpha = \sqrt{1 - \cos^2 \alpha} = \sqrt{1 - \frac{15^2}{17^2}} = \frac{\sqrt{(17-15)(17+15)}}{17} = \frac{\sqrt{64}}{17} = \frac{8}{17}$$

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

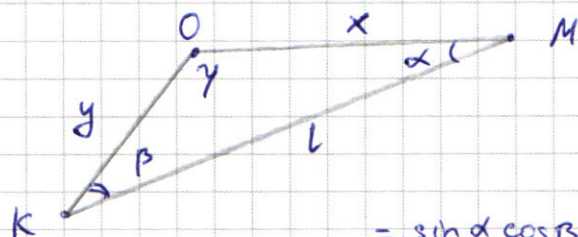
~~Tonga:~~

~~$$u' = \frac{8}{17} u + \frac{3}{5}$$~~

Tonga:

$$u' = u \cdot \frac{3}{5} + v \cdot \frac{8}{17} = 75 \cdot \frac{3}{5} + 68 \cdot \frac{8}{17} = 45 + 32 = 77 \text{ (u/c)}$$

3)



Прибегнем к методу синусов
преобразования.

$$\sin(\gamma) = \sin(180^\circ - \alpha - \beta) = \sin(\alpha + \beta) =$$

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

$$= \frac{32 + 45}{85} = \frac{77}{85}$$

$$\cos \gamma = -\sqrt{1 - \sin^2 \gamma} = -\sqrt{1 - \frac{77^2}{85^2}} = -\frac{\sqrt{85^2 - 77^2}}{85} =$$

$$= -\frac{\sqrt{(85-77)(85+77)}}{85} = -\frac{\sqrt{8 \cdot 162}}{85} = -\frac{\sqrt{16 \cdot 81}}{85} = -\frac{36}{85}$$

Теор. синусов:

$$\frac{x}{\sin \beta} = \frac{l}{\sin \gamma} \Rightarrow$$

$$x = \frac{\sin \beta}{\sin \gamma} l = \frac{3}{5} \cdot \frac{85}{77} \cdot \frac{5}{3} R = \boxed{\frac{85}{77} R}$$

$$\frac{y}{\sin \alpha} = \frac{l}{\sin \gamma} \Rightarrow$$

$$y = \frac{\sin \alpha}{\sin \gamma} l = \frac{8}{17} \cdot \frac{85}{77} \cdot \frac{5}{3} R = \boxed{\frac{200}{231} R}$$

~~Теор. косинусов:~~

~~до:~~

~~$$x^2 + y^2 - 2xy \cos \gamma = l^2$$~~

~~после:~~

~~$$(x + v dt)^2 + (y - u dt)^2 - 2 \cos \gamma (x + v dt)(y - u dt) = l^2$$~~

~~$$x^2 + 2xv dt + y^2 - 2yu dt - 2 \cos \gamma (xy + yv dt - u dt \cdot x) = l^2$$~~

~~$$x^2 + y^2 + 2xv dt - 2yu dt - 2 \cos \gamma xy - 2 \cos \gamma (yv dt - ux dt) = l^2$$~~

~~$$2xv - 2yu - 2 \cos \gamma (yv - ux) = 0$$~~

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

теор. синусов.

$$\frac{y}{\sin \alpha} = \frac{L}{\sin \gamma}$$

$$y = \frac{L}{\sin \gamma} \sin \alpha$$

$$dy = \frac{L}{\sin \gamma} \cos \alpha \cdot d\alpha$$

$$-U dt = \frac{L}{\sin \gamma} \cos \alpha \cdot d\alpha$$

$$d\alpha = - \frac{U \sin \gamma}{L \cos \alpha} dt$$

Иг. н.с:

$$U = \frac{\cos \alpha}{\cos \beta} v$$

$$dU = \frac{-\sin \alpha \cdot d\alpha \cos \beta + \sin \beta \cdot d\beta \cos \alpha}{\cos^2 \beta} v$$

$$\frac{\cos^2 \beta}{v} \cdot dU = \sin \alpha \cos \beta \cdot \frac{U \sin \gamma}{L \cos \alpha} dt + \sin \beta \cos \alpha \cdot \frac{v \sin \gamma}{L \cos \beta} \cdot dt$$

$$\frac{\cos^2 \beta}{v} \cdot \frac{dU}{dt} = \sin \alpha \cos \beta \cdot \frac{U \sin \gamma}{L \cos \alpha} + \sin \beta \cos \alpha \cdot \frac{v \sin \gamma}{L \cos \beta}$$

$$\frac{\cos^2 \beta}{v} \cdot \frac{dU}{dt} = \frac{\sin \gamma}{L} \left(U \frac{\sin \alpha \cos \beta}{\cos \alpha} + v \frac{\sin \beta \cos \alpha}{\cos \beta} \right)$$

$$\frac{\cos^2 \beta}{v} \cdot \frac{dU}{dt} = \frac{\sin \gamma}{L} \cdot \frac{1}{\cos \alpha \cos \beta} \left(\underbrace{U \cos \beta (\sin \alpha \cos \beta) + v \cos \alpha (\sin \beta \cos \alpha)}_{\text{равно}} \right)$$

$$\frac{\cos^2 \beta}{v} \cdot \frac{dU}{dt} = \frac{\sin \gamma}{L} \cdot \frac{1}{\cos \alpha \cos \beta} (v \cos \alpha) (\sin \alpha \cos \beta + \sin \beta \cos \alpha)$$

$$\frac{\cos^3 \beta}{v} \cdot \frac{du}{dt} = \frac{v}{L} \sinh \gamma (\sin(\alpha + \beta))$$

$$\boxed{\frac{du}{dt} = \frac{v^2}{L} \sinh^2 \gamma \cdot \frac{1}{\cos^3 \beta}}$$

$$T \cos \beta = m \cdot \frac{du}{dt}$$

$$T = \frac{m}{\cos \beta} \cdot \frac{du}{dt}$$

$$\boxed{T = \frac{mv^2}{L} \cdot \left(\frac{\sinh \gamma}{\cos^2 \beta} \right)^2} = \frac{m}{L} \left(\frac{v \sinh \gamma}{\cos^2 \beta} \right)^2$$

$$v \frac{\sinh \gamma}{\cos^2 \beta} = 10^{-2} \frac{77}{85} \cdot \frac{25}{16} \cdot 68 = \frac{77 \cdot 5}{17 \cdot 16} \cdot \frac{68}{100} = \frac{77 \cdot 5}{100 \cdot 4} = \frac{385}{400}$$

$$T = \frac{m}{L} \cdot \left(\frac{385}{400} \right)^2 \approx \frac{0,1 \cdot 10^{-4}}{5 \cdot 1,9} \cdot 3 \cdot (96)^2 \approx \frac{0,3 \cdot 10^{-4}}{5 \cdot 1,9} \cdot (100 - 4)^2 \approx$$

$$\approx \frac{0,3 \cdot 10^{-4}}{5 \cdot 1,9} \cdot 100^2 \left(1 - \frac{4}{100} \cdot 2 \right) \approx \frac{3000 \cdot 10^{-4}}{100 \cdot 10} \left(100 - \frac{8}{100} \cdot 100 \right) =$$

$$= 10^{-4} 3 \cdot 92 = 276 (\text{н}) \cdot 10^{-4} \approx 0,3 (\text{н})$$

Orbem: 1) $u = 75 \text{ км/ч}$

2) $u' = 77 \text{ км/ч}$

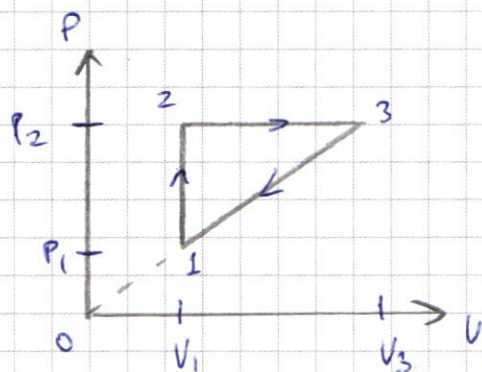
3) $T \approx 276 \cdot 10^{-4} (\text{н})$. (оценочно).

$$T \approx (290 \pm 15) (\text{н}) \cdot 10^{-4} (\text{оценочно})$$

$$T \approx 0,3 \text{ н. (оценочно).}$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

№2



1) Отношение мол. теплоемкостей,
где темп. повышается.

2) $\left(\frac{Q}{A}\right)_{2-3} - ?$

3) $\mu_{\max} - ?$

Решение:

1) 1-2 : $V = \text{const}$

2-3 : $P = \text{const}$

3-1 : $P = \alpha V$, где $\alpha > 0$.

В процессе 1-2, 2-3 температура очевидно повышается.

В процессе (3-1):

$$T = \frac{PV}{\nu R} = \frac{\alpha}{\nu R} V^2$$

$$dT = \frac{2\alpha}{\nu R} V dV$$

т.к. $dV < 0$ в процессе 3-1, то и:

$dT < 0$, значит температура понижается

Тогда:

$$c_{1-2} = c_V = \frac{3}{2} R$$

$$c_{2-3} = c_P = \frac{5}{2} R$$

$$\Rightarrow \eta = \frac{c_{2-3}}{c_{1-2}} = \frac{5}{3}$$

2) $Q_{2-3} = \Delta U_{2-3} + A_{2-3}$

$$Q_{2-3} = \frac{3}{2} (P_2 V_3 - P_2 V_1) + P_2 (V_3 - V_1)$$

$$Q_{2-3} = \left(\frac{3}{2} + 1\right) P_2 (V_3 - V_1) = \frac{5}{2} \cdot P_2 (V_3 - V_1)$$

$$\frac{Q_{2-3}}{A_{2-3}} = \frac{\frac{S}{2} P_2 (V_3 - V_1)}{P_2 (V_3 - V_1)} = \boxed{\frac{S}{2}}$$

$$3) \quad \mu = \frac{A_{\text{мемб}}}{Q_{\text{ногб}}}$$

$$Q_{\text{ногб}} = Q_{1-2} + Q_{2-3} = \frac{3}{2} V_1 (P_2 - P_1) + \frac{S}{2} P_2 (V_3 - V_1).$$

$$A_{\text{мемб}} = S_{\Delta} = (P_2 - P_1) (V_3 - V_1) \cdot \frac{1}{2}$$

$$\mu = \frac{(P_2 - P_1) (V_3 - V_1)}{3 V_1 (P_2 - P_1) + S P_2 (V_3 - V_1)}$$

пусть $P_2 - P_1 = \Delta P$

$$V_3 - V_1 = \Delta V$$

$$V_1 = V_0$$

$$P_2 = P_0 + \Delta P$$

$$\mu = \frac{\Delta P \cdot \Delta V}{3 V_0 \cdot \Delta P + S (P_0 + \Delta P) \Delta V}$$

чтобы $\mu \rightarrow \max$, то $\frac{1}{\mu} \rightarrow \min$:

$$\frac{1}{\mu} = \frac{3 V_0 \Delta P + S P_0 \Delta V + S \Delta P \Delta V}{\Delta P \Delta V} = \frac{3 V_0}{\Delta V} + \frac{S P_0}{\Delta P} + S$$

$$\frac{1}{\mu} \rightarrow \min \text{ при } \Delta V, \Delta P \rightarrow \infty.$$

$$\left(\frac{1}{\mu}\right)_{\min} = S$$



$$\mu = 20\%$$

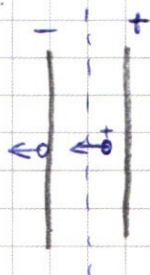
Ответ: 1) $\gamma = \frac{S}{3}$

2) $\frac{S}{2}$

3) 20%

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

№3.



1) V_1 - ?

2) Q - ?

3) V_2 - ?

Решение:

1) Между обкладками поле однородно.

$$ma = Eq$$

$$a = E\gamma$$

$$0,75d = a \cdot \frac{T^2}{2}$$

$$1,5d = a \cdot T^2$$

$$a = \frac{1,5d}{T^2}$$

$$V_1 = aT = \boxed{\frac{3d}{2T}}$$

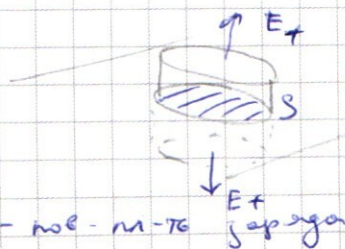
2) $E\gamma = \frac{3d}{2T^2}$

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

$$\frac{\sigma}{\epsilon_0} = \frac{3d}{2\gamma T^2}, \text{ где } \sigma - \text{пл.-м.-пл.}$$

$$\sigma_+ = \frac{3d\epsilon_0}{2\gamma T^2}$$

$$Q = \sigma_+ S = \boxed{\frac{3dS\epsilon_0}{2\gamma T^2}}$$



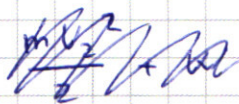
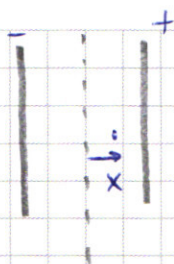
теор. Гаусса:

$$\oint \vec{E} d\vec{S} = \frac{q_+}{\epsilon_0}$$

$$2E_+ S = \frac{\sigma_+ S}{\epsilon_0}$$

$$E_+ = \frac{\sigma_+}{2\epsilon_0}$$

3)



$$\frac{m v_2^2}{2} = W_{x0} - \text{потенциальная энергия электр. взаимодействия.}$$

Мн. знаем, что $W(x=0) = 0$ (из симметрии).

$$W_{x0} = E \cdot \frac{d}{4} q = \frac{3d}{2\gamma T^2} \cdot \frac{d}{4} q = \frac{3d^2}{8\gamma T^2} q.$$

$$\frac{m}{2} v_2^2 = \frac{3d^2}{8\gamma T^2} q$$

$$v_2^2 = \frac{3d^2}{4T^2}$$

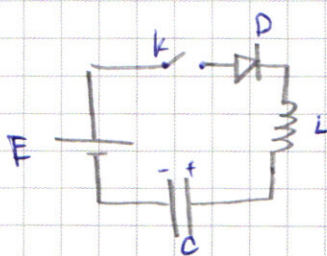
$$v_2 = \sqrt{3} \cdot \frac{d}{2T}$$

Ответ: 1) $v_1 = \frac{3d}{2T}$

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

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

№4.



$$E = 9B$$

$$C = 40 \text{ мкФ}$$

$$U_1 = 5B$$

$$L = 0,1 \text{ Гн.}$$

$$U_0 = 1B$$

1) $\frac{dI}{dt}(t=0) - ?$

2) $I_{\max} - ?$

3) $U_2(t \rightarrow \infty) - ?$

Решение:

1) $L \frac{dI}{dt} = E - U_1 - U_0$

$$\frac{dI}{dt} = \frac{3B}{0,1 \text{ Гн}} = 30 \left(\frac{A}{c} \right).$$

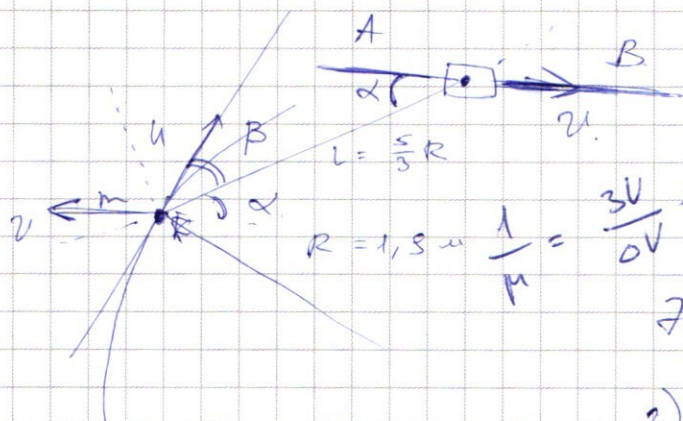
2) $E = \frac{q}{c} + U_0 + L \frac{dI}{dt} \quad \bigg| \frac{d}{dt}$

$$0 = \frac{I}{c} + 0 + L \cdot \ddot{I}$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$$1 \approx \frac{70^2}{1} \cdot 1 \approx 10000$$

$$\frac{\Delta P \cdot \Delta V}{3V \Delta P + S(P + \Delta P) \Delta V} = \frac{\Delta P \cdot \Delta V}{3V \Delta P + S(P + \Delta P) \Delta V}$$



$$1) v \cos \alpha = u \cos \beta$$

$$u = \frac{v \cos \alpha}{\cos \beta} = v \cdot \frac{15/17}{4/5} =$$

$$R = 1,5 \mu \frac{1}{\mu} = \frac{3V}{\Delta V} + \frac{SP}{\Delta P} = v \cdot \frac{15 \cdot 5}{4 \cdot 17} = v \cdot \frac{75}{68}$$

$$70 \text{ m/c} \approx 20000 \quad 70 \cdot 3600 \text{ km} \cdot \frac{1}{\text{m}} =$$

$$3V_1 P_2 - 3V_1 P_1 + SP_2 V_3 - SP_2 V_1 = 2) v' = u \sin \beta + v \sin \alpha = \frac{21 \cdot 10000 \text{ m/s}}{\text{m/s}}$$

$$P_2 V_3 - P_1 V_3 = SP_2 V_3 - 3V_1 P_1 - 2P_2 V_1 \quad \sin \beta = \sqrt{1 - \frac{16}{25}} = \frac{3}{5}$$

$$S \cdot 1,9 = 9,5 = \frac{20 \text{ m}}{\text{m/s}}$$

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

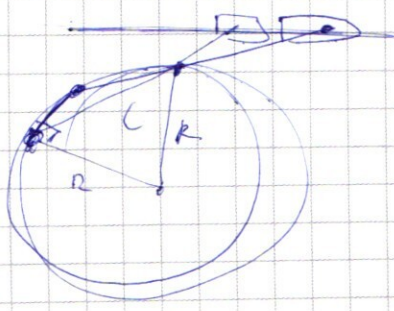
$$\mu = \frac{1}{\frac{3V_1}{V_3 - V_1} + \frac{SP_2}{P_2 - P_1}} = \frac{1}{\frac{3 \cdot 15}{15 - 15} + \frac{S \cdot 1,9}{15 - 15}} = \frac{1}{\frac{3}{17} + \frac{8}{17}} = \frac{8}{17}$$

$$v' = v \cdot \frac{75}{68} \cdot \frac{3}{5} + v \cdot \frac{8}{17} = v \cdot \frac{45}{68} + v \cdot \frac{8}{17} = v \cdot \frac{45 + 8 \cdot 4}{68} =$$

$$= \frac{1}{10(1 - \frac{5}{100})} \approx \frac{1}{10} \cdot (1 + \frac{5}{100}) =$$

$$(1 + \frac{5}{100}) \cdot 276 = 276 + \frac{S \cdot 276}{100} =$$

$$3) \quad \frac{S \cdot 276}{100} = 1000 + 350 + 30 =$$



$$\frac{0,5 \text{ m}}{2 \text{ m}} = \frac{2 \text{ m}}{2 \text{ m}} =$$

$$W_r = 60 \text{ m/s} \cdot \frac{1}{\text{m/s}} =$$

$$W_r = 60 \text{ m/s} \cdot \frac{1}{\text{m/s}} =$$

$$\frac{5}{100} = 5\%$$

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

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

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

Udt

$$E = 120 \cdot L = u_2^2 - u_1^2$$

$$12 \cdot 5 = u_2^2 - 25$$

$$133 = u_2^2$$

$$108 + 25 = u_2^2$$

$$\frac{dq}{dt} = I$$

$$dq = I dt$$

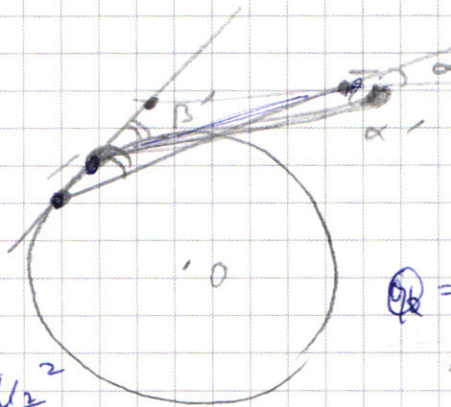
$$Q = Q_0 + \int_0^t I_0 \sin \alpha \cdot dt$$

$$u_n^2 = u_1^2 + 4C \frac{I_0 L}{c}$$

3000

30 \cdot 100

$$2 I_0 \sqrt{LC} E + \frac{u_1^2}{2c} = \frac{u_2^2}{2c}$$



$$(x + U dt)^2 + (y - U dt)^2 =$$

$$-2(x + U dt)(y - U dt) \cos \gamma = L^2$$

$$Q = Q_0 + \sqrt{LC} I_0 \int_0^t \sin \alpha (d\alpha) =$$

$$x^2 + 2xU dt + y^2 - 2yU dt +$$

$$+ 2U^2 dt^2 = Q_0 + 2\sqrt{LC} I_0$$

$$\sin(\gamma) = \sin(180 - \alpha - \beta) = \sin(\alpha + \beta) = \sin \alpha \cos \beta + \sin \beta \cos \alpha = \dots$$

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

$$\cos \gamma = \sqrt{1 - \frac{77^2}{85^2}} = \frac{\sqrt{(85-77)(85+77)}}{85} =$$

$$\frac{383}{4} = \frac{384}{4} = 80 + 6 =$$

$$210$$

$$21$$

$$\frac{\sqrt{8 \cdot 162}}{85}$$

$$= \frac{\sqrt{81 \cdot 28}}{85} = \frac{9 \cdot 4}{85} = \frac{36}{85}$$

$$360 + 24 =$$

$$\left(\frac{a}{b}\right)' = \frac{a'b - a'a}{b^2}$$

$$2 I_0 \sqrt{LC} E = \frac{c}{2} (u_2^2 - u_1^2) \frac{85}{5 \cdot 77} = \frac{3 \cdot 17}{77} = \frac{51}{77}$$

$$u = \frac{\cos \alpha}{\cos \beta} V$$

$$E = \frac{4 I_0 \sqrt{LC}}{c} = u_2^2 - u_1^2$$

$$\frac{8 \cdot 5}{77} \cdot \frac{5}{3} R = \frac{200}{241} R$$

$$du = V \frac{-\sin \alpha \cos \beta d\alpha + \sin \beta d\alpha}{\cos^2 \beta}$$

$$\frac{77 \cdot 5}{17 \cdot 16}$$

$$\frac{L}{\sin \gamma} = \frac{y - U dt}{\sin(\alpha - d\alpha)}$$

$$u = \frac{L}{\sin \gamma} \cos \alpha \frac{d\alpha}{dt}$$

$$4 \cdot 10^{-6}$$

$$\frac{L}{\sin \gamma} \sin \alpha - \frac{L}{\sin \gamma} \cos \alpha \cdot d\alpha = y - U dt$$

$$y = \frac{L}{\sin \gamma} \sin \alpha$$

$$U dt = \frac{L}{\sin \gamma} \cos \alpha \cdot d\alpha$$

$$d\beta = \frac{U dt \sin \gamma}{L \sin \beta}$$

$$u = \frac{L}{\sin \gamma}$$

$$d\alpha = \frac{U dt \sin \gamma}{L \sin \alpha}$$

$$E = \frac{4 \cdot 30 \cdot \sqrt{LC}}{c} \quad E = u_2^2 - u_1^2$$

$$M_k = 10^{-6} \cdot 60 \cdot 0,1$$

☐ черновик ☐ чистовик
(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №
(Нумеровать только чистовики)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$$\ddot{I} = -\frac{1}{LC} I.$$

$$I = I_0 \sin\left(\frac{1}{\sqrt{LC}} t\right).$$

$$\frac{dI}{dt} = I_0 \cos\left(\frac{1}{\sqrt{LC}} t\right) \cdot \frac{1}{\sqrt{LC}}$$

$$\frac{dI}{dt}(t=0) = \frac{I_0}{\sqrt{LC}}$$

$$I_{\max} = I_0 = \sqrt{LC} \cdot \frac{dI}{dt}(t=0)$$

$$I_{\max} = \sqrt{40 \cdot 10^{-6} \cdot 0,1} \cdot 30 = \sqrt{4 \cdot 10^{-6}} \cdot 30 = 2 \cdot 10^{-3} \cdot 30 = 60 \cdot 10^{-3} = 6 \cdot 10^{-2} \text{ (A)}.$$

- 3) Заряд установится в тот момент, когда ток в цепи впервые обнулится, т.к. заряд не промнется ток в другую сторону.

Тогда:

$$Q = q_0 + \int_0^T I dt$$

т.к. $I(t=T) = 0$, то:

$$T \cdot \frac{1}{\sqrt{LC}} = \pi.$$

$$T = \pi \sqrt{LC}$$

$$Q = q_0 + I_0 \sqrt{LC} \int_0^{\pi} \sin \alpha \cdot d\alpha = q_0 + 2 I_0 \sqrt{LC}.$$

$$U_2 = \frac{Q}{C} = \frac{q_0}{C} + \frac{2 I_0 \sqrt{LC}}{C} = U_1 + \frac{2}{C} \cdot \sqrt{LC} \cdot \sqrt{LC} \cdot \frac{dI}{dt}(t=0)$$

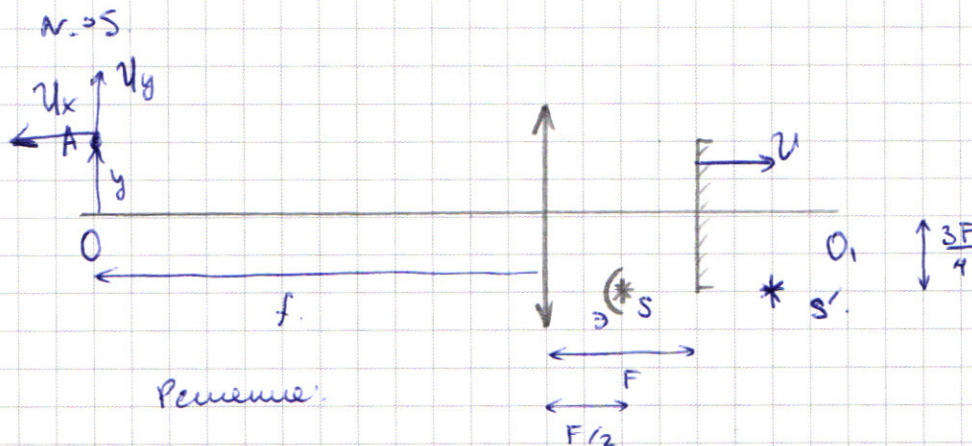
$$U_2 = U_1 + 2 L \cdot \frac{dI}{dt}(t=0) = U_1 + 2(E - U_1 - U_0)$$

$$U_2 = 2E - 2U_0 - U_1 = 18 - 2 - 5 = 11 \text{ (B)}.$$

Ortem: 1) $\frac{dI}{dt}(t=0) = 30 \left(\frac{A}{C} \right)$

2) $I_{MAX} = 6 \cdot 10^{-2} \text{ (A)}$

3) $u_2 = 11(B)$.



1) $f_0 = ?$

2) α -?

3) u-?

Решение:

$$1) \frac{1}{f_0} + \frac{1}{d(s')} = \frac{1}{F}$$

$$d(s') = \frac{3F}{2}$$

$$\frac{1}{f_o} + \frac{2}{3F} = \frac{3}{3F}$$

$$\frac{1}{f_0} = \frac{1}{3F}$$

$$f_0 = 3F$$

2) $d = x - \frac{F}{2} + x = 2x - \frac{F}{2}$, где x - попом. зеркала от плоскости линзы.

$$\frac{1}{f_0} + \frac{1}{\sigma} = \frac{1}{F}$$

$$\frac{\partial}{\partial t}(d) = 2 \frac{\partial x}{\partial t} = 2v.$$

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

$$\Rightarrow u_x = \frac{df}{dt}$$

$$y = \Gamma \cdot \frac{3F}{4} = \frac{f}{d} \cdot \frac{3F}{4} = \frac{3F}{4} \cdot \frac{F}{d-F} = \frac{3F^2}{4} \cdot \frac{1}{d-F}$$

$$U_y = \frac{dy}{df}$$

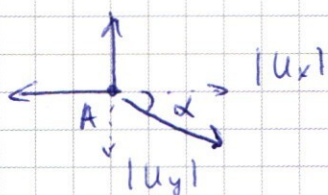
ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$$U_x = F \cdot \frac{\partial}{\partial t} \left(\frac{d}{d-F} \right) = F \cdot \frac{2V \cdot (d-F) - 2V \cdot d}{(d-F)^2} = -F \cdot \frac{2V F}{(d-F)^2}$$

$$U_x = -\left(\frac{F}{d-F}\right)^2 \cdot 2V$$

$$U_y = \frac{3F^2}{4} \cdot \left(-\frac{1}{(d-F)^2} \cdot 2V \right) = -\frac{3}{2} \left(\frac{F}{d-F}\right)^2 \cdot V$$

Тогда:



$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{U_y}{U_x} = \frac{\left(\frac{3}{2}\right)}{2} = \frac{3}{4}$$

$$\alpha = \arctg\left(\frac{3}{4}\right)$$

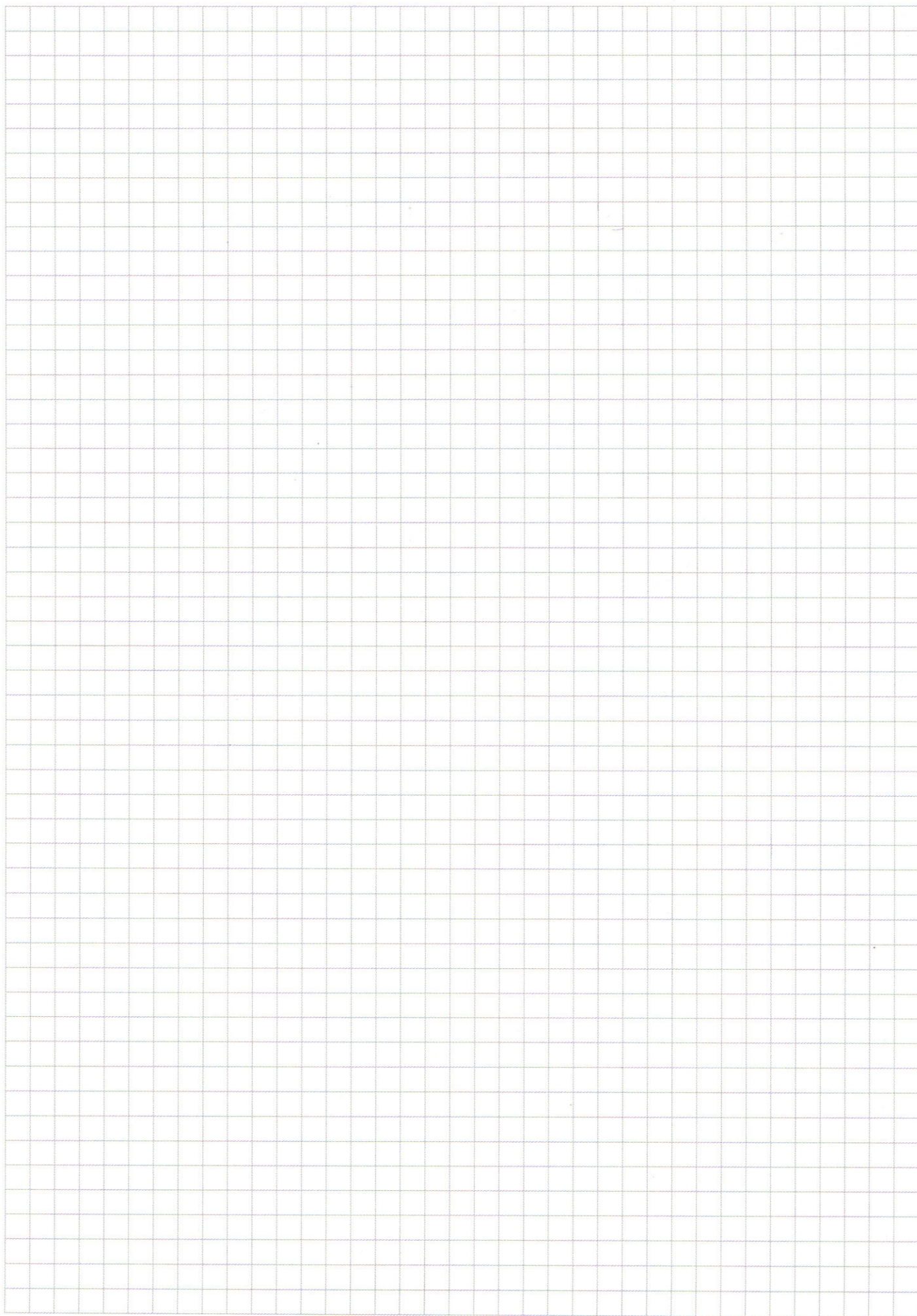
$$\begin{aligned} 3) \quad U &= \sqrt{U_x^2 + U_y^2} = \left(\frac{F}{d-F}\right)^2 V \sqrt{2^2 + \left(\frac{3}{2}\right)^2} = \left(\frac{F}{d-F}\right)^2 V \cdot \sqrt{4 + \frac{9}{4}} = \\ &= \left(\frac{F}{d-F}\right)^2 V \cdot \frac{5}{2} \end{aligned}$$

$$U = 4 \cdot V \cdot \frac{5}{2} = 10 V$$

Ответ: 1) $f_0 = 3F$

2) $\operatorname{tg} \alpha = \frac{3}{4}$

3) $U = 10 V$



☐ черновик ☐ чистовик
(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №__
(Нумеровать только чистовики)