

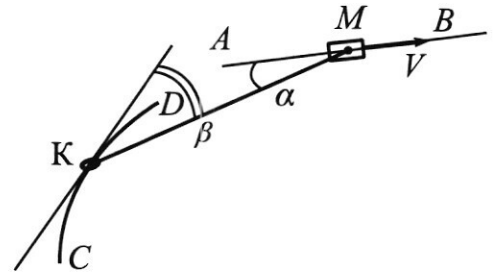
Олимпиада «Физтех» по физике, ф

Вариант 11-01

Класс 11

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

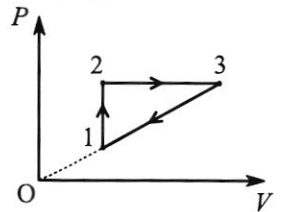
1. Муфту М двигают со скоростью $V = 68$ см/с по горизонтальной направляющей АВ (см. рис.). Кольцо К массой $m = 0,1$ кг может двигаться без трения по проволоке CD в виде дуги окружности радиусом $R = 1,9$ м. Кольцо и муфта связаны легкой нитью длиной $l = 5R/3$. Система находится в одной горизонтальной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

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

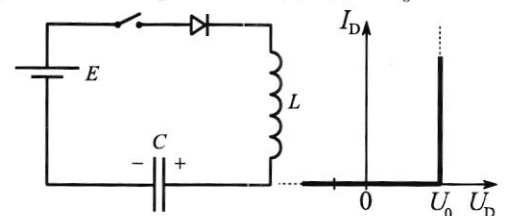
- 1) Найдите скорость V_1 частицы при вылете из конденсатора.
- 2) Найдите величину Q заряда обкладок конденсатора.
- 3) С какой скоростью V_2 будет двигаться частица на бесконечно большом расстоянии от конденсатора?

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.

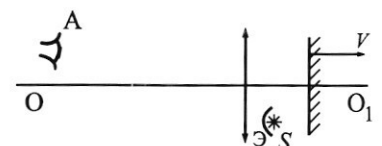


5. Оптическая система состоит из тонкой линзы с фокусным расстоянием F , плоского зеркала и небольшого экрана Э, расположенного так, что свет от источника S может попасть на линзу только после отражения от зеркала (см. рис.). Зеркало расположено перпендикулярно главной оптической оси OO_1 линзы. Источник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

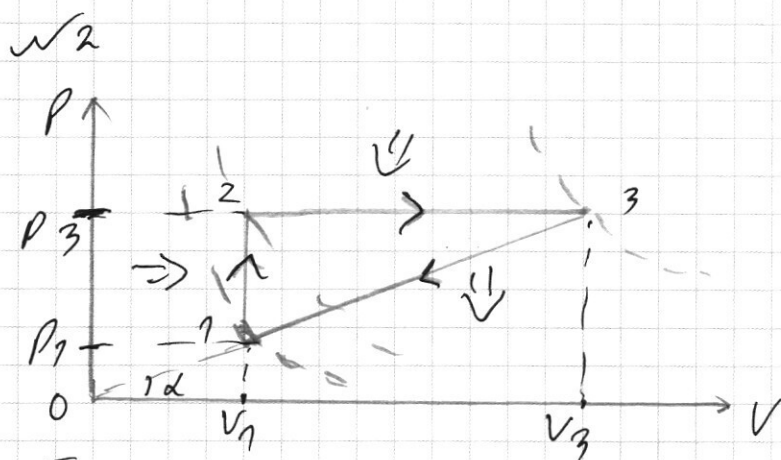
- 1) На каком расстоянии от плоскости линзы наблюдатель А сможет увидеть в этот момент изображение источника в системе?

- 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



Решение: 1) Проведем линейные функции
и оп-им, что $T_1 < T_2 < T_3 \Rightarrow T \rightarrow T$ на 1-2 и 2-3.
 $\Rightarrow$ искомым отношением: $\frac{C_{23}}{C_{12}}$

$$Q_{12} = \frac{3}{2} \nu R (T_2 - T_1) = \frac{3}{2} \nu_1 (P_3 - P_1)$$

$$Q_{23} = \frac{3}{2} \nu R (T_3 - T_2) + P_3 (V_3 - V_1) = \frac{5}{2} P_3 (V_3 - V_1)$$

П.к. 1-3 идеального газа проходит через
одинаковые координаты $\Rightarrow t_{91} = \frac{P_1}{V_1} = \frac{P_3}{V_3}$

$$\Rightarrow P_1 = \frac{P_3 V_1}{V_3} \Rightarrow Q_{12} = \frac{3 V_1}{2} P_3 \left(1 - \frac{V_1}{V_3}\right) = \frac{3 V_1 P_3}{2 V_3} (V_3 - V_1)$$

$$\text{и } Q_{23} = \frac{5}{2} P_3 (V_3 - V_1)$$

$$\Rightarrow \frac{C_{23}}{C_{12}} = \frac{Q_{23}}{(T_3 - T_2)} \cdot \frac{T_2 - T_1}{Q_{12}}$$

$$C_{23} = \frac{Q_{23}}{\nu (T_3 - T_2)} = \frac{5 P_3 (V_3 - V_1)}{2 \nu (1 - \frac{V_1}{V_3})} \cdot \frac{R}{P_3 (V_3 - V_1)} = \frac{5}{2} R$$

$$C_{12} = \frac{Q_{12}}{\nu (T_2 - T_1)} = \frac{3 V_1 (P_3 - P_1)}{2 \nu (1 - \frac{V_1}{V_3})} \cdot \frac{R}{V_1 (P_3 - P_1)} = \frac{3}{2} R$$

$$\Rightarrow \left(\frac{23}{12} = \frac{5}{2} \cdot \frac{2}{3} = \frac{5}{3} \right)$$

$$2) \text{ 2-3 - узел } A_{23} = \rho_3 (V_3 - V_1)$$

$$\frac{Q_{23}}{A_{23}} = \frac{5}{2} \frac{\rho_3 (V_3 - V_1)}{\rho_3 (V_3 - V_1)} = \boxed{2,5}$$

$$3) A_{\text{возд}} = S_{123} = (\rho_3 - \rho_1) \cdot \frac{1}{2} (V_3 - V_1)$$

$$\rho_3 - \rho_1 = \rho_3 \left(1 - \frac{V_1}{V_3} \right) = \frac{\rho_3}{V_3} (V_3 - V_1) \Rightarrow A_{\text{возд}} = \frac{1}{2} (V_3 - V_1)^2 \frac{\rho_3}{V_3}$$

$$Q^* = Q_{12} + Q_{23} = \frac{5}{2} \rho_3 (V_3 - V_1) + \frac{3 \rho_3 V_1}{2 V_3} (V_3 - V_1) =$$

$$= (V_3 - V_1) \frac{\rho_3}{2} \left(5 + \frac{3 V_1}{V_3} \right) = \frac{\rho_3 (V_3 - V_1) (5 V_3 + 3 V_1)}{2 V_3}$$

$$\Rightarrow \eta = \frac{A}{Q^*} = \frac{\cancel{\rho_3} (V_3 - V_1) \cdot \cancel{2 V_3}}{\cancel{\rho_3} (V_3 - V_1) (5 V_3 + 3 V_1)} =$$

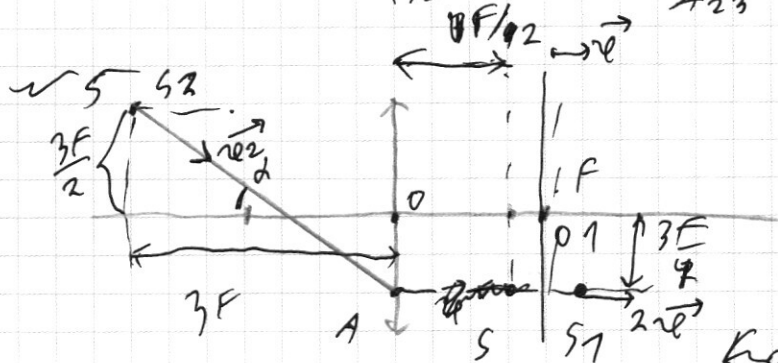
$$= \frac{V_3 - V_1}{5 V_3 + 3 V_1} = \frac{\frac{V_3}{V_1} - 1}{5 \frac{V_3}{V_1} + 3} \quad \text{Пускаю } \frac{V_3}{V_1} = a > 1$$

$$\Rightarrow \eta(a) = \frac{a-1}{5a+3} \quad \eta'(a) = \frac{5a+3 - 5a+5}{(5a+3)^2} = \frac{8}{(5a+3)^2} > 0$$

$$\Rightarrow \eta \rightarrow \eta_{\max} \text{ при } a \rightarrow \max \Rightarrow a \rightarrow \infty$$

$$\Rightarrow \eta = \frac{1 - \frac{1}{a}}{5 + \frac{3}{a}} \quad \eta_{\max} = \lim_{a \rightarrow \infty} \frac{1 - \frac{1}{a} \rightarrow 1}{5 + \frac{3}{a} \rightarrow 5} = \frac{1}{5} = 0,2$$

Ответ: 1) $\frac{23}{12} = \frac{5}{3}$ 2) $\frac{Q_{23}}{A_{23}} = 2,5$ 3) $\eta_{\max} = 20\%$



Решение:
1) Найти в первом узле скорости в зер-
нах:

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Уч. в хор-аи на рист-ин фон Зерланд:

$$F - \frac{F}{2} = \frac{F}{2} \Rightarrow \text{Faccm-ul am 9,90 mN: } \frac{F}{2} \cdot L_F = \frac{3F}{2}$$

ТН-ка 51 - ~~шур~~ предмет для мшцы. Запи-
шем 0-ую марку мшцы:

$$\frac{1}{F} = \frac{1}{a} + \frac{1}{3F} \Rightarrow \frac{1}{a} = \frac{1}{3F} \Rightarrow a = 3F$$

$$2) f = \frac{3f}{7} \cdot \frac{2}{3f} = \boxed{2} = \frac{h'}{\frac{3f}{4}} \Rightarrow \boxed{h' = \frac{3f}{2}}$$

2) Перелётим в CO зеркало: $n-d$ 5 гласных - 5

~~Значит~~ ~~будет~~ $\cos \alpha - \sin \alpha = 0 \Rightarrow \sin \alpha = \cos \alpha$

⇒ Перейдім об'єктив (0 злічати ⇒)

$$\varphi_1 = \varphi + \varphi = 2\varphi - \text{с-мб м-и } S_2 \text{ в } SO_2 \text{ земл.}$$

- Конн-на Вязово. $\Rightarrow$ Станция м-и 51-го разряда

2) прод-це жной Чорасми (мисси) 1-ан

матрицу $B_m - EA \Rightarrow$ скорость изгиба-

ни в мире (м-452) доказательств терр-на

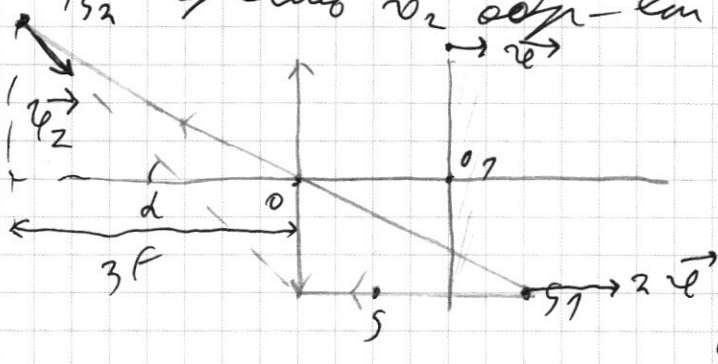
$$\text{In } \triangle O A \Rightarrow OA = \frac{3F}{4} \Rightarrow \tan \alpha = \frac{\frac{3F}{2}}{\frac{3F}{4}} = \sqrt{\frac{3}{4}}$$

$\Rightarrow$ v_2 can give $\cos \alpha = \sin \theta \frac{3}{4}$

Mybecker, Reno

$$r^2 = \frac{r_2^2 \cos^2 \alpha}{r_1}, \text{ und } \varphi_1 = 2\varphi$$

$$\Rightarrow v_2 = \sqrt{\frac{24}{100}} = \boxed{0.49} = \frac{4}{10} = \boxed{0.4}$$



Условие: 1) ~~35~~ 2) $\alpha = \arctan(3/4)$ 3) $v_2 = 10 \text{ м/с}$

✓ 1

Дано:

$$m = 0,1 \text{ кг}$$

$$l = 5 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

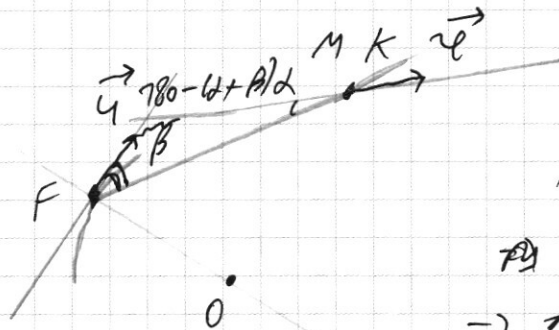
$$v = 68 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

$$R = 1,9 \text{ м}$$

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

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

Решение:



1) По условию

нить лёгкая и

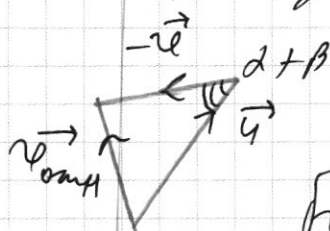
растянута

$\Rightarrow$ проекция скоро-

стей на неё равны: $v \cos \alpha = u \cos \beta$

$$\Rightarrow u = \frac{v \cos \alpha}{\cos \beta} = 68 \cdot \frac{4}{5} \cdot \frac{5}{4} = 75 \left(\frac{\text{м}}{\text{с}} \right)$$

2) Перенесём в со точку масс m :



$$\vec{v}_{\text{сум}} = \vec{u} - \vec{v}$$

$\Rightarrow$ По т.м. косинусов:

$$v_{\text{сум}}^2 = u^2 + v^2 - 2uv \cos(\alpha + \beta)$$

$$v_{\text{сум}}^2 = u^2 + v^2 - 2uv(\cos \alpha \cos \beta - \sin \alpha \sin \beta)$$

$$\cos(\alpha + \beta) = \frac{4}{5} \cdot \frac{4}{5} - \frac{3}{5} \cdot \frac{4}{5} = \frac{16 - 12}{25} = \frac{4}{25}$$

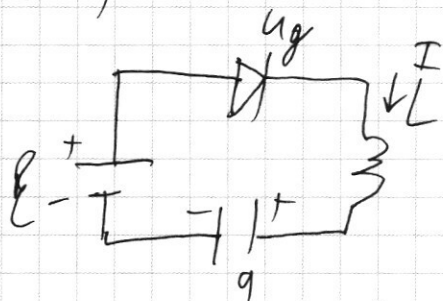
$$\Rightarrow v_{\text{сум}} = \sqrt{75^2 + 68^2 - 2 \cdot 75 \cdot 68 \cdot \frac{4}{25}} =$$

$$= \sqrt{68^2 + 75(75 + 8 \cdot 36)} = \sqrt{27225 + 4624} = \sqrt{31849}$$

$$= \sqrt{75^2 + 68^2 - 8 \cdot 36 \cdot 75} = \sqrt{15694} = \sqrt{2 \cdot 7847} \approx 122 \left(\frac{\text{м}}{\text{с}} \right)$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

№ 4



Решение:

1) Запишем ЗКТ:

$$A_{ист} + A_d = \Delta W_C + \Delta W_L$$

$$E(q - C_1 C) + (q - C_1 C) U_d = \frac{q(q - C_1 C)}{2C} + \frac{LI^2}{2} - \frac{C_1^2}{2}$$

$$\frac{LI^2}{2} = (q - C_1 C)(U_d + E) + \frac{C_1^2}{2} - \frac{(q - C_1 C)^2}{2C}$$

Найдем м по q:

$$(U_d + E) - \frac{q}{C} = 0 \Rightarrow q = C(U_d + E)$$

$$\Rightarrow q - C_1 C = (U_d + E - C_1 C)$$

$$2) \frac{LI^2}{2} = (U_d + E)(U_d + E - C_1 C) + \frac{C_1^2}{2} - \frac{(U_d + E)^2}{2C} =$$

$$\frac{LI^2}{C} = 2(U_d^2 + U_d E - C_1 U_d + E U_d + E^2 - E C_1 C) + C_1^2 -$$

$$- U_d^2 - E^2 - 2 U_d E$$

$$\frac{LI^2}{C} = 2 U_d^2 + 4 U_d E - 2 C_1 U_d - 2 E C_1 C + 2 E^2 + C_1^2 - U_d^2 -$$

$$- E^2 - 2 U_d E \Rightarrow \frac{LI^2}{C} = E^2 + 2 U_d E + U_d^2 - 2 C_1 U_d -$$

$$- 2 E C_1 C + C_1^2$$

$$\frac{LI^2}{C} = (U_d + E) \left(\frac{U_d + E}{2} + U_d + E - C_1 C \right) + \frac{C_1^2}{2} - \frac{C_1^2}{2}$$

$$\frac{LI^2}{2C} = (U_d + E) \left(\frac{U_d - 2 C_1 C + E}{2} \right) + \frac{C_1^2}{2}$$

$$\frac{LI^2}{C} = (E - C_1 C)^2 + U_d^2 - 2 U_d (C_1 C - E)$$

$$\frac{4I^2}{C} I^2 = \frac{C}{L} ((\epsilon - u_1)^2 + u_g^2 + 2u_g(\epsilon - u_1)) \quad u_g = 7B$$

$$\Rightarrow I = \sqrt{\frac{C}{L} ((\epsilon - u_1)^2 + u_g^2 + 2u_g(\epsilon - u_1))} =$$

$$= \sqrt{\frac{40 \cdot 10^{-6}}{0,1}} \sqrt{16 + 1 + 8} = 5 \cdot 20 \cdot 10^{-3} = 100 \cdot 10^{-3} (A)$$

$$\Rightarrow 3) u_2 = \frac{q}{C} = \frac{C(u_g + \epsilon)}{C} = u_g + \epsilon = 9 + 1 = 10 (B)$$

~~Ответ:~~ А

$$1) \text{ В момент зам-ия } \Rightarrow u_c = u_1 \Rightarrow u_c = \epsilon - u_g - u_1$$

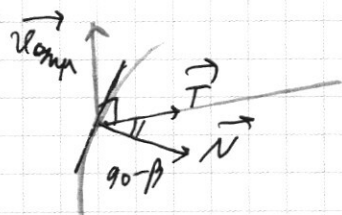
$$2) L \dot{I} = \epsilon - u_g - u_1 \Rightarrow \dot{I} = \frac{\epsilon - u_g - u_1}{L} = \frac{9 - 5 - 1}{0,1} = 30 (A/c)$$

Ответ: 1) 30 A/c 2) $I_{max} = 100 (mA)$ 3) $u_2 = 10 B$

1) (продолжение)

В СО с ускорением $\Rightarrow$ н-а м - покоится $\Rightarrow$

$\vec{v}_{отн} \perp FK \Rightarrow$ неподвижна д-ся по окруж-и $(R_1 = L)$

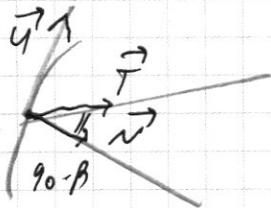


Запишем ур-ие д-вия:

$$\sin \beta + T \cos \beta = \frac{m v_{отн}^2}{L} = \frac{3m v_{отн}^2}{5R}$$

Но в СО земли она д-ся по окруж-и $R_2 = R$

и со ск-стью u :



$\Rightarrow$ ур-ие д-вия:

$$N + T \sin \beta = \frac{m u^2}{R}; N = \frac{m u^2}{R} - T \sin \beta$$

$$\Rightarrow T = \frac{3m v_{отн}^2}{5R} - \frac{m u^2}{R} \sin \beta + T \sin^2 \beta$$

$$T \cos^2 \beta$$

$$T \cos^2 \beta = \frac{3m v_{отн}^2}{5R} - \frac{m u^2}{R} \sin \beta$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

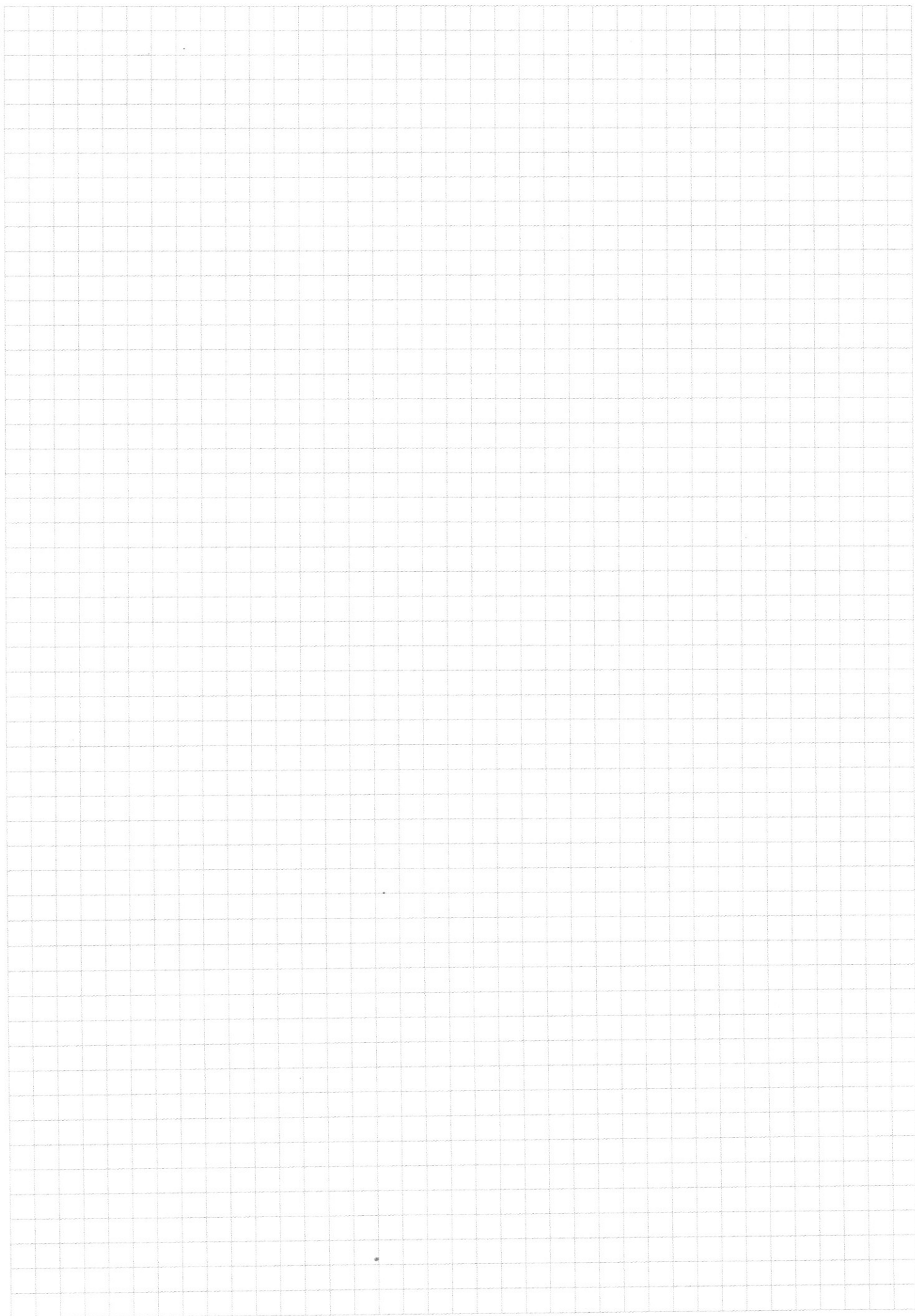
$$T = \left(\frac{3m\varphi_{\text{амп}}^2}{5R} - \frac{m\varphi^2}{R} \sin\beta \right) \cdot \frac{1}{\cos^2\beta}$$

$$T = \frac{m}{R \cos^2\beta} \left(\frac{3\varphi_{\text{амп}}^2}{5} - \varphi^2 \sin\beta \right)$$

$$T = \frac{0,1}{1,9 \cdot 10^{-2}} \cdot 25 \left(\frac{3}{5} \cdot 75694 - \frac{3}{5} \cdot 75 \cdot 15 \cdot 5 \right) = 4,96 \cdot 10^{-2} \text{ (H)}$$

Ответ: 1) $\varphi = 45 \frac{\text{м}}{\text{с}}$ 2) $\varphi_{\text{амп}} = 722 \frac{\text{м}}{\text{с}}$

3) $T = 4,96 \cdot 10^{-2} \text{ (мН)} = 4,96 \cdot 10^{-2} \text{ (H)}$



ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

~~$$I = \frac{9 - 7 - 5}{0,1} = 30 \text{ (А/К)}$$~~

~~3) Когда $\epsilon \rightarrow 1$ до $u_g = 1B \Rightarrow u_g = \epsilon$ и ток не
будет течь в цепи (диод будет закрыт) $\Rightarrow$
 $\Rightarrow q_c = q_m = (1,2 \cdot 2 \cdot 10^{-18} - 4 \cdot 1) = 440 \cdot 10^{-6} \text{ (Кл)}$~~

~~Ответ: 1) $I = 30 \text{ А/К}$ 2) $I_m = 60 \text{ (мА)}$~~

~~3) $q_c = 440 \text{ (мк Кл)}$~~

~ 3

Дано:

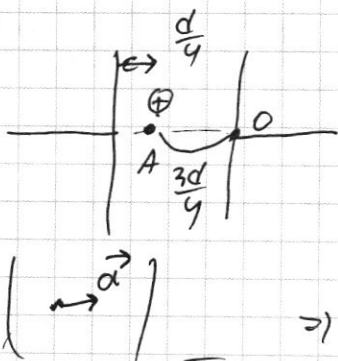
$S_{\text{дв}} = 0,25 \text{ д}$

$\frac{q}{m} = \gamma, T$

$\varphi_1 = ?$

$a = ?$

$\varphi_2 = ?$



Решение:

$$1) AO = 0,45d = \frac{3}{4}d$$

$$2) \text{ так } U = Ed, \text{ а } E q = m a$$

$$\Rightarrow U = Ed$$

$$\Rightarrow E = \frac{m a}{q} = \frac{a}{\gamma} = \frac{a}{\gamma} \Rightarrow \frac{U}{d} = \frac{a}{\gamma} \Rightarrow a = \frac{\gamma U}{d}$$

П. К. для заряда

$$\Rightarrow \varphi_1 = a \cdot T = \frac{\gamma U}{d} T$$

$$\text{Ур. из кинемат. уч.: } OA = \frac{a T^2}{2} = \frac{\varphi_1^2}{2a}$$

$$\text{так } \Rightarrow \frac{3d}{4} = \frac{1}{2a} \cdot \frac{4^2 \gamma^2 T^2}{d^2} = \frac{4^2 \gamma^2 T^2}{2d^2} \cdot \frac{\gamma}{\gamma a} = \frac{4 \gamma T^2}{2d}$$

$$4 = \frac{3d}{4} \cdot 2d \cdot \frac{1}{\gamma T^2} = \frac{3d^2}{2 \gamma T^2} \Rightarrow \varphi_1 = \frac{\gamma a}{2} \cdot \frac{3d^2}{2 \gamma T^2} = \frac{3d \gamma}{2 \gamma T} = \frac{3d}{2T} = \varphi_1$$

$$2) A_{\text{пол}} = q \cdot y = q \frac{3d^2}{2\gamma T^2} = \frac{3qd^2}{2\gamma T^2}$$

$$A_{\text{пол}} = \frac{m\varphi_1^2}{2} \Rightarrow \frac{m}{2} \cdot \frac{9d^2}{4T^2} = \frac{3qd^2}{2\gamma T^2}$$

$$q = \frac{9^3 m}{48T^2} \cdot \frac{2\gamma T^2}{3} = \frac{3m\gamma}{4}, \quad \epsilon = \frac{\epsilon_0 \gamma}{d} = \frac{q}{d} = \frac{3d\gamma}{2\gamma T^2} = \frac{3d}{2T^2}$$

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

$$\left(\frac{\epsilon_0 \gamma}{d} \Rightarrow \right)$$

$$A_{\text{пол}} = q \cdot y = \frac{m\varphi_1^2}{2} - \text{но } 3C7$$

$$\Rightarrow q \cdot y = \frac{m}{2} \cdot \frac{9d^2}{4T^2} \Rightarrow y = \frac{9d^2}{8T^2} \frac{m}{q} = \frac{9d^2}{8T^2 \gamma}$$

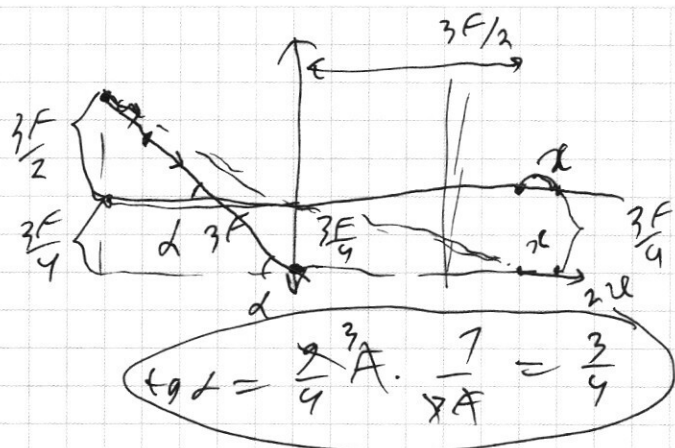
$$\Rightarrow q_c = u_c = \frac{\epsilon_0 \gamma}{d} \cdot \frac{9d^2}{8T^2 \gamma} = \boxed{\frac{9d\epsilon_0 \gamma}{8T^2}}$$

$$2) 3) W_c = \frac{q_c^2}{2C} = \frac{81d^2\epsilon_0^2\gamma^2}{64T^4\gamma^2} \cdot \frac{1}{2} \cdot \frac{d}{\epsilon_0 \gamma} = \frac{81d^3\epsilon_0 \gamma}{128T^4\gamma^2}$$

$$\text{Ответ: } 1) \varphi_1 = \frac{3d}{2T} \quad 2) q_c = \frac{9d\epsilon_0 \gamma}{8T^2 \gamma}$$

$$3) u = \frac{3d}{2T}$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА



$$\frac{3^2}{2} + \frac{3}{4} = \frac{9}{4} \quad \text{b.e.}$$

$$\frac{3F}{2} + 21 \qquad \frac{2}{3F+2}$$

$$\frac{1}{F} = \frac{1}{a} + \frac{z}{3F + 2x}$$

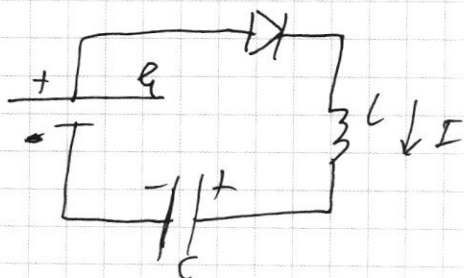
$$\frac{1}{a} = \frac{1}{F} - \frac{2}{3F+20}$$

$$\frac{1}{a} = \frac{3F+2x-2F}{F(3F+2x)} \Rightarrow \frac{\cancel{F}+2x}{a} = \frac{F(3F+2x)}{F+2x}$$

$$f' = \frac{f(3x+2x)}{f+2x} \cdot \frac{2}{3x+2x} = \frac{2f}{f+2x}$$

$$h^1 = \frac{2F}{F+2x} \cdot \frac{3F}{42} = \frac{3F^2}{2(F+2x)}$$

$$\frac{d}{h_1} = \frac{2(3F+2r)}{F+2r} \cdot \frac{2(F+2r)}{3F^2} = \frac{3F+2r}{3F}$$



$$u_c = 0 \quad u_g = u_0$$

$$I L \neq u_0 = h$$

$$\dot{I} = \frac{q - q_0}{L}$$

$$\dot{q} = I \quad \dot{I} = q$$

$$\xi = 4g + \dot{I}L + \frac{q}{c}$$

$$\dot{q} + \frac{q}{CL} = \frac{q - 4q}{L}$$

$$N = \frac{1}{\sqrt{L}}$$

$$\ddot{q} + \frac{g - c(l + 4g)}{cL} = 0$$

q. $\theta(t) = \theta_m \sin(\omega t + \varphi)$

$$\theta = q - (lq - uq)$$

$$q(t) - (lq - uq) = (q_m - (lq - uq)) \sin(\omega t + \varphi)$$

$$I(\theta) = \cos(\omega t) = \cos(\varphi) (q_m - (lq - uq)) = 0$$

$\frac{\pi}{2}: \quad \varphi = \pm \frac{\pi}{2}$

$$q(0) = u_1 = (lq - uq) + q_m - (lq - uq)$$

$$\text{при } -\frac{\pi}{2}: \quad q(0) = u_1 = (lq - uq) - q_m + (lq - uq)$$

$$q_m = u_1 \quad 2(lq - 2uq - u_1) = 2(lq - uq) - u_1 =$$

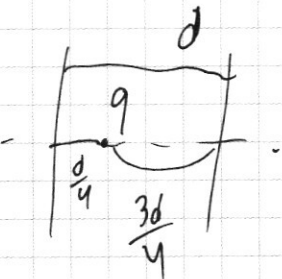
$$= (12q - 2uq - u_1) = 40 \cdot 10^{-6} (2 \cdot 9 - 2 - 5) = 11 \cdot 40 \cdot 10^{-6} = 440 \cdot 10^{-6} \text{ кА}$$

$$q_0 = 40 \cdot 10^{-6} \cdot 5 = 200 \cdot 10^{-6} \text{ кА} \quad \sqrt{400} = 20$$

$$I_m = \omega (q_m - (lq - uq)) = \omega (12q - 2uq - u_1 - q + uq) =$$

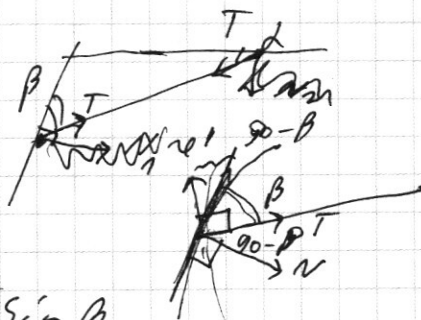
$$= \omega (q - uq - u_1) = (q - uq - u_1) \sqrt{\frac{C}{L}} = 3 \cdot \sqrt{\frac{40 \cdot 10^{-6}}{0,1}} =$$

$$= 3 \cdot 20 \cdot 10^{-3} = 60 \text{ мА}$$

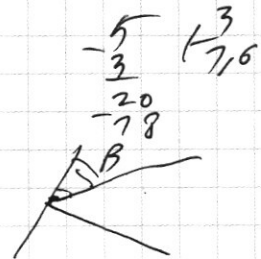


$$\frac{mv^2}{R} = N + T \sin \beta$$

$$T \cos \beta = mg$$



$$\frac{3mv^2}{5R} = T + N \sin \beta$$



1-?

у меня

$$\eta = \frac{V_3 - V_1}{5V_3 + 3V_1}$$

$$d = \frac{V_3}{V_1}$$

исследую

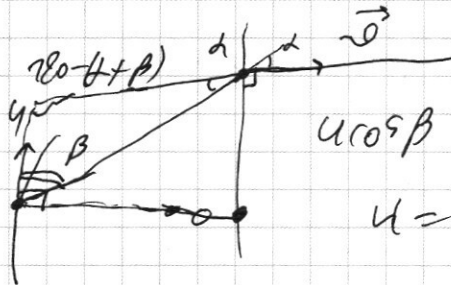
$$\frac{r^2}{\sqrt{2}} = \frac{r_1}{\sqrt{2}}$$

верно?

$$\Rightarrow \eta = \frac{d-1}{5d+3}$$

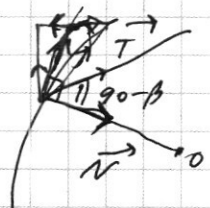
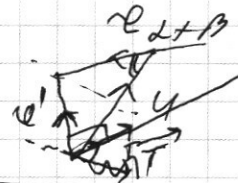
ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

1



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

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

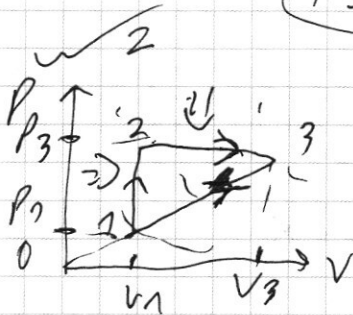


$$w^2 = v^2 + \frac{v^2 \cos^2 \alpha}{\cos^2 \beta} - 2 \frac{v^2 \cos \alpha}{\cos \beta} \cos(\alpha + \beta)$$

$$u - v \cos(\alpha + \beta) = w \cos \beta = v \left(\frac{\cos \alpha}{\cos \beta} - \cos(\alpha + \beta) \right)$$

$$m \frac{w^2}{5R} = T$$

$$T = \frac{3m}{5R} v^2 \left(\frac{\cos \alpha}{\cos \beta} + \cos(\alpha + \beta) \right)^2$$



$$\frac{P_1}{v_1} = \frac{P_3}{v_3} \quad P_1 = \frac{P_3 v_1}{v_3}$$

$$\frac{T_2}{P_3} = \frac{T_1}{P_1} \quad \frac{T_3}{v_3} = \frac{T_2}{v_1}$$

$$\frac{C_{12}}{C_{23}}$$

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

$$C = \frac{5}{2} \cdot \frac{2}{3} = \frac{5}{3} = k$$

$$Q_{23} = \frac{3}{2} R(T_3 - T_2) + P_3(v_3 - v_1) = \frac{5}{2} P_3(v_3 - v_1)$$

$$A = P_3(v_3 - v_1) \Rightarrow k_2 = \frac{5}{2}$$

$$Q_{12} = \frac{3}{2} v_1(P_3 - P_1)$$

$$Q_{13} = \frac{3}{2} (P_3 v_3 - P_1 v_1) + \frac{P_1 + P_3}{k_2} (v_3 - v_1)$$

$$P_1 + P_3 = P_3 \frac{v_1 + v_3}{v_3} \quad A_{13} = \frac{P_3}{2v_3} (v_3^2 - v_1^2)$$

$$Q_{13} = \frac{3}{2} \frac{\rho_3^2}{v_3} (v_3^2 - v_1^2) + \frac{\rho_3}{2v_3} (v_3^2 - v_1^2) =$$

$$= 2 \frac{\rho_3}{v_3} (v_3^2 - v_1^2) = Q - \frac{2}{v_3} (v_3 + v_1) = 2 + 2 \frac{v_1}{v_3}$$

$$Q^+ = \frac{5}{2} \rho_3 (v_3 - v_1) + \frac{3}{2} v_1 \frac{\rho_3}{v_3} (v_3 - v_1) = \rho_3 (v_3 - v_1) / \left(\frac{5}{2} + \frac{3}{2} \frac{v_1}{v_3} \right) =$$

$$\rho_3 - \rho_1 = \rho_3 - \frac{\rho_3 v_1}{v_3} = \frac{\rho_3 (v_3 - v_1)}{v_3} = \frac{\rho_3 (v_3 - v_1)}{2} \frac{(5v_3 + 3v_1)}{v_3}$$

$$Q_{\text{out}} = \rho_3 (v_3 - v_1) / \left(\frac{5}{2} + \frac{3}{2} \frac{v_1}{v_3} - 2 - 2 \frac{v_1}{v_3} \right) = \rho_3 (v_3 - v_1) \left(\frac{1}{2} - \frac{1}{2} \frac{v_1}{v_3} \right) =$$

$$= \rho_3 \frac{(v_3 - v_1)}{2} / \left(\frac{v_3 - v_1}{v_3} \right) = \frac{\rho_3}{2v_3} (v_3 - v_1)^2$$

$$\frac{\frac{\rho_3}{2v_3} (v_3 - v_1)^2}{\frac{\rho_3 (v_3 - v_1)}{2} \frac{(5v_3 + 3v_1)}{v_3}} = \frac{v_3 - v_1}{5v_3 + 3v_1} = \frac{\frac{v_3}{v_1} - 1}{\frac{5v_3 + 3v_1}{v_1}} = \frac{a - 1}{5a + 3}$$

$$5a + 3 - 5a + 5 > 0 \quad a > 0 \quad \rho_1 = \frac{\rho_3 v_1}{v_3}$$

$$A_2 = \frac{(\rho_3 - \rho_1)}{2} (v_3 - v_1) = \frac{v_3 - v_1}{2} \frac{\rho_3}{v_3} (v_3 - v_1) = \frac{\rho_3}{2v_3} (v_3 - v_1)^2$$

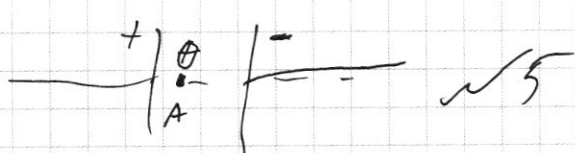
$$\frac{3}{2} (\rho_3 - \rho_1) v_1 = \frac{3}{2} v_1 \cdot \frac{\rho_3}{v_3} (v_3 - v_1)$$

$$\frac{\frac{\rho_3}{2v_3} (v_3 - v_1)^2}{\frac{\rho_3 (v_3 - v_1)}{2} \frac{(5v_3 + 3v_1)}{v_3}} = \frac{v_3 - v_1}{5v_3 + 3v_1} = \frac{a - 1}{5a + 3}$$

$$a = \frac{v_3}{v_1} = \text{max}$$

$$= \frac{1 - \frac{1}{a}}{5 + \frac{3}{a}} \Rightarrow \eta = \frac{1}{5}$$

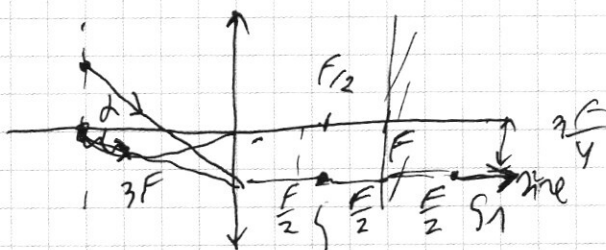
$$F = \frac{5}{\epsilon_0} = \frac{a}{3F}$$



$$\frac{2}{3F} + \frac{1}{a} = \frac{1}{F} \quad \frac{1}{a} = \frac{1}{3F} \quad a = 3F$$

$$F = \frac{3F}{1} \cdot \frac{2}{3F} = 2$$

$$2 = \frac{4}{3F} = \frac{2h'}{3F} \quad 2h' = 3F \quad h' = \frac{3F}{2}$$



ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

в 2) в 3)?

$$L(q - q_1) = \frac{LI^2}{2} + \frac{(q - q_1)^2}{2C} - \frac{Cq_1^2}{2}$$

$\frac{d^2 q}{dt^2} = ?$

$$\frac{LI^2}{2} = Lq - Lq_1 - \frac{(q - q_1)^2}{2C} + \frac{Cq_1^2}{2}$$

$$L - \frac{q - q_1}{C} = 0$$

$$Lq - q_1 = q$$

$$q = C(Lq - q_1)$$

$$q - Cq_1 = Cq$$

и

$$\ddot{q} + \frac{q}{LC} = \frac{q_1}{L}$$

$$\ddot{q} + \frac{q - q_1}{LC} = 0$$

$$q(t) = b(t) = b_m \sin(\omega t + \varphi)$$

$$q(t) = L(t + (q_m - L)) \sin(\omega t + \varphi)$$

$$T(t) = q_m = 0 \Rightarrow \varphi = \pm \frac{\pi}{2}$$

$$q(0) = q_1 = LC - q_m + LC \quad q_m = (2LC - q_1)C$$

$$\frac{LI^2}{2} = L^2 C + \frac{Cq_1^2}{2} - \frac{Cq^2}{2} = \frac{C(q^2 + q_1^2)}{2}$$

$$I = \sqrt{\frac{C}{L}} \sqrt{q^2 + q_1^2}$$

$$I_m = \sqrt{\frac{C}{L}} (2LC - q_1)$$

$$m \frac{v_1^2}{2} = q d E \cdot \frac{1}{q} = \frac{q}{q} \epsilon \quad A = qU \Rightarrow m \frac{v_0^2}{2} = qU$$

$$v_0 = \sqrt{\frac{2q}{m}} = \sqrt{2} \gamma$$

$$v_0 = \sqrt{\frac{2q}{m}}$$

$$U = \frac{m}{2q} \cdot \frac{q}{4T^2}$$

$$\frac{v_1^2}{2} = \epsilon$$

множим на q_c
в 2)

$$q \epsilon (q - U_1) = \frac{q(q - U_1)^2}{2c} + \frac{LI^2}{2} - \frac{(U_1)^2}{2}$$

$$\frac{LI^2}{2} = \epsilon q - \epsilon U_1 - \frac{(q - U_1)^2}{2c} + \frac{(U_1)^2}{2} + U_1 q$$

$$U_1 + \epsilon - \frac{q - U_1}{c} = 0$$

$$q - U_1 = \epsilon c$$

$$q = (1 + U_1)$$

$$q = (1 + U_1 + U_1)$$

$$\epsilon (1 + U_1 - U_1) =$$

$$2 \epsilon U_1 = \frac{(q - U_1)^2}{c} + (U_1)^2 + LI^2$$

$$2 (1 + U_1 - U_1) = LI^2 + \frac{q^2}{c} + U_0^2 c$$

$$U_0 = \frac{LI^2}{2} + \frac{(U_0)^2}{2} - \frac{(U_1)^2}{2} = \epsilon (U_0 - U_1)$$

$$LI^2 + (1 + U_1)^2 + (U_0)^2 = 2 \epsilon (1 + U_1 - U_1) c$$

$$LI^2 = c (2 + 2U_1 - 2U_1 - 2U_1 - U_1^2 - U_0^2 + 2U_1 U_0) = c (1 + U_1^2 - 2U_1 U_0 - U_0^2 - U_1^2)$$

$$15 \cdot 10^{-3} \cdot 20 = 300 \cdot 10^{-3}$$

$$F = 20 \cdot 10^{-3} \sqrt{15}$$

$$T = \frac{150d}{v_0}$$

$$v_0 = \frac{1,5d}{T}$$

$$E = \frac{v_1^2}{1,5d} + \frac{d}{\gamma}$$

$$U = Ed$$

$$U = \frac{v_1^2}{1,5d}$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

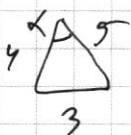
$$\frac{3m\varphi^2}{5R} = T + N \sin \beta$$

$$N + T \sin \beta = \frac{m\varphi^2}{R}$$

$$\frac{3m\varphi^2}{5R} = \frac{m\varphi^2}{R} \sin \beta - T \sin^2 \beta + T$$

$$\cos^2 \beta (1 - \sin^2 \beta) T = \frac{m}{R} \left(\frac{3\varphi^2}{5} - \varphi^2 \sin \beta \right)$$

$$T = \frac{m}{R \cos^2 \beta} \left(\frac{3\varphi^2}{5} - \varphi^2 \sin \beta \right)$$



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

$$\begin{array}{r} 363 \\ \times 75 \\ \hline 1815 \\ 363 \\ \hline 5445 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 45 \\ \times 45 \\ \hline 225 \\ 180 \\ \hline 2025 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 5625 \\ \times 90 \\ \hline 506250 \end{array}$$

$$\frac{m\varphi^2}{2} = -|q|/E$$

$$\frac{m\varphi^2}{2} = \frac{m\varphi^2}{2} + qU$$

$$\begin{array}{r} 730 \\ \times 730 \\ \hline 39 \\ 13 \\ \hline 1690 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 728 \\ \times 728 \\ \hline 256 \\ 256 \\ \hline 128 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 772 \\ \times 772 \\ \hline 224 \\ 172 \\ \hline 12544 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 720 \\ \times 720 \\ \hline 1440 \\ 725 \\ \times 725 \\ \hline 625 \\ 250 \\ 725 \\ \hline 15625 \end{array}$$

$$\sin \beta = \sqrt{\frac{14^2 - 15^2}{14^2}} = \frac{8}{14}$$

$$\sqrt{\frac{2 \cdot 6932}{14}} = \frac{8}{14}$$

$$\begin{array}{r} 363 \\ \times 45 \\ \hline 1815 \\ 363 \\ \hline 5445 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 363 \\ \times 45 \\ \hline 1815 \\ 363 \\ \hline 5445 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 68 \\ \times 68 \\ \hline 544 \\ 408 \\ \hline 4624 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 27225 \\ \times 4624 \\ \hline 31849 \end{array}$$

$$\begin{array}{l} m = Eq \\ d + r = r \\ t_0 = t_1 + t_2 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 84 \\ \times 84 \\ \hline 336 \\ 672 \\ \hline 4056 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 5625 \\ \times 4624 \\ \hline 70249 \\ 5445 \\ \hline 15694 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 15694 \\ \times 4 \\ \hline 36 \\ 69 \\ 8 \\ 74 \end{array}$$

$$\frac{m\varphi^2}{2} = qE \left(\frac{q}{5} \right) d$$

$$Ed = U$$

$$\begin{array}{r} 75694 \\ \times 2 \\ \hline 151388 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 70000 \\ \times 705 \\ \hline 10525 \\ 705 \\ \hline 77025 \end{array}$$

$$u_g^2 + 8u_g - 41u_g - 8u_g + 4^2$$

$$2u_g + 2 - 41 \cdot 2 - 8u_g + 4 = 4g + 4 - 241$$

$$4^2 + 40 \cdot (4 - 41)^2$$

$$2 \cdot 7 \cdot 4$$

$$\begin{array}{r} 225 \\ 7 \overline{) 5} \\ 7725 \\ 3 \\ \hline 3375 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 25694 \\ \times 8 \\ \hline \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 15694 \overline{) 3138,8} \\ 19 \\ \hline 75 \\ \hline 44 \\ \hline 40 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 3138,8 \\ 3 \\ \hline 9416,4 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 9416,4 \\ - 3375,0 \\ \hline 6041,4 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 7 \cdot 25 \cdot 60414 \\ 76,19 \end{array}$$

$$60,414$$

$$\begin{array}{r} 76 \\ \times 79 \\ \hline 744 \\ 76 \\ \hline 304 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 60,44 \\ \times 25 \\ \hline 3020 \\ 1208 \\ \hline 1510,0 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 7510 \\ - 7276 \\ \hline 2340 \\ 2336 \\ \hline 2040 \end{array}$$

$$8 \sqrt{3} 83) ?$$

$$A_{\text{дога}} + A_{\text{ист.}} = Q + \Delta W ?$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

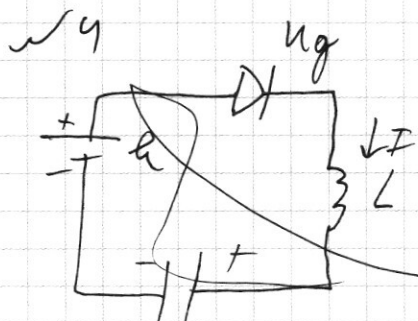
3) ~~Перейдем с (0,0) в (1,1) ⇒ кольцо будет двигаться по окружности $R_T = L$.~~

~~⇒ т.е. Нормаль и Радиус ⇒ скорость кольца K в (0,0) м-см будет $V_{\text{центр}} = a \cdot L$ по~~

~~кисли $(\perp \vec{T})$. $OA = L = \frac{5R}{3}$~~

~~⇒ декарт-е уравнение:~~

$$T + N \cos \varphi = \frac{mv_{\text{центр}}^2}{5R} \cdot 3$$



1) Запишем уравнение Кирхгофа:

$$u = \frac{q}{C} + I L + u_C$$

$$\dot{q} = I$$

$$\Rightarrow \ddot{q} + \frac{q}{LC} = \frac{(u - u_C)}{L} \quad \ddot{q} + \frac{q - (u - u_C)C}{LC} = 0$$

$$78 = q - (u - u_C)C \Rightarrow \ddot{q} + \frac{q}{LC} = 0 \quad \omega = \frac{1}{\sqrt{LC}}$$

$$\Rightarrow q(t) = q_m \sin(\omega t + \varphi)$$

$$q(t) = \sin(\omega t + \varphi) (q_m - C(u - u_C)) + C(u - u_C)$$

$$\Rightarrow I(t) = \dot{q}(t) = \omega (q_m - C(u - u_C)) \cos(\omega t + \varphi)$$

$$I(0) = 0 = \omega (q_m - C(u - u_C)) \cos(\varphi) \Rightarrow \varphi = \pm \frac{\pi}{2}$$

$$I_m = (q_m - C(u - u_C))\omega$$

$$\Rightarrow q(0) = u_C = (u - u_C) + \sin(\varphi) (q_m - C(u - u_C))$$

при $\varphi = \frac{\pi}{2} \Rightarrow q_m = C u_C$

при $\varphi = -\frac{\pi}{2} \Rightarrow u_C = (u - u_C) - q_m + C(u - u_C)$

$$\Rightarrow q_m = 2C(u - u_C) - u_C = C(2u - 2u_C - u_C) =$$

$$= 40 \cdot 10^{-6} (118 - 2 \cdot 5) = 440 \cdot 10^{-6} \text{ (Кл)}$$

$$\Rightarrow I_m = \omega (2C(u - u_C) - u_C) =$$

$$= \omega (u - u_C - u_C) = (u - u_C - u_C) \sqrt{\frac{C}{L}} = \frac{40 \cdot 10^{-6}}{0,1} \cdot (118 - 5) =$$

$$= \sqrt{400} \cdot 10^{-3} \cdot 3 = 60 \cdot 10^{-3} \text{ (А)}$$

2) В начальный момент $u_C = u_1 \Rightarrow$

$$u_C = u - u_C - u_1 = L \dot{I} \Rightarrow \dot{I} = \frac{u - u_C - u_1}{L}$$