

Олимпиада «Физтех» по физике, с

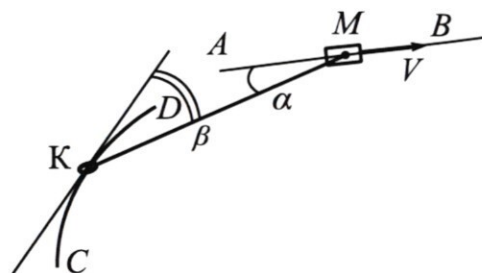
Вариант 11-01

Класс 11

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

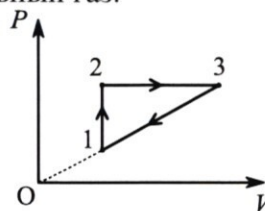
1. Муфту М двигают со скоростью $V = 68$ см/с по горизонтальной направляющей АВ (см. рис.). Кольцо К массой $m = 0,1$ кг может двигаться без трения по проволоке CD в виде дуги окружности радиусом $R = 1,9$ м. Кольцо и муфта связаны легкой нитью длиной $l = 5R/3$. Система находится в одной горизонтальной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



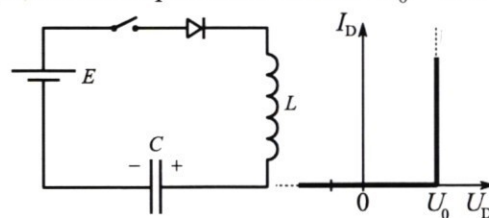
3. Обкладки конденсатора – круглые металлические сетки площадью S , расстояние между обкладками d ($d \ll \sqrt{S}$). Из точки, находящейся между обкладками на оси симметрии на расстоянии $0,25d$ от положительно заряженной обкладки, стартует с нулевой начальной скоростью положительно заряженная частица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

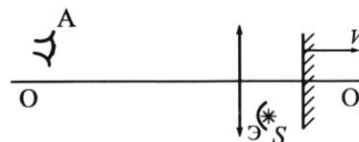
4. В цепи, схема которой показана на рисунке, ключ разомкнут, ЭДС идеального источника $E = 9$ В, конденсатор емкостью $C = 40$ мкФ заряжен до напряжения $U_1 = 5$ В, индуктивность идеальной катушки $L = 0,1$ Гн. Вольтамперная характеристика диода дана на рисунке, пороговое напряжение диода $U_0 = 1$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



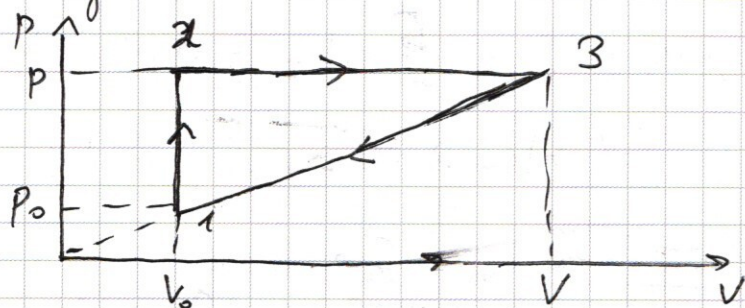
5. Оптическая система состоит из тонкой линзы с фокусным расстоянием F , плоского зеркала и небольшого экрана Э, расположенного так, что свет от источника S может попасть на линзу только после отражения от зеркала (см. рис.). Зеркало расположено перпендикулярно главной оптической оси OO_1 линзы. Источник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

Задача 2.



- 1) 1-2: $p \uparrow$; $V = \text{const} \Rightarrow T \uparrow$
 2-3: $V \uparrow$; $p = \text{const} \Rightarrow T \uparrow$ — т.к. $pV = \nu RT$.
 3-1: $p \downarrow$; $V \downarrow \Rightarrow T \downarrow$

1-2: $\oint Q_{12} = \Delta U_{12} + A_{12}$

$$\nu C_{12} \Delta T_{12} = \frac{3}{2} \nu R \Delta T_{12}$$

2-3:

$$\nu C_{23} \Delta T_{23} = \frac{3}{2} \nu R \Delta T_{23} + p \Delta V_{23}, \text{ где } p \Delta V_{23} = \nu R \Delta T_{23}$$

$$\nu C_{23} \Delta T_{23} = \frac{5}{2} \nu R \Delta T_{23}$$

Итак мы получаем,

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

2) $Q_{23} = \Delta U_{23} + A_{23}$; $A_{23} = \nu R \Delta T_{23}$

$$Q_{23} = \frac{5}{2} \nu R \Delta T_{23}$$

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

$$3) \eta = \frac{A}{Q_+}$$

$$Q_+ = \Delta U_+ + A_+ = \frac{3}{2} (p_3 V_3 - p_1 V_1) + p_2 (V_3 - V_2)$$

С учётом введенных обозначений

$$p_2 = p_3 = p, p_1 = p_0; V_3 = V; V_1 = V_2 = V_0:$$

$$Q_+ = \frac{3}{2} (pV - p_0 V_0) + pV - pV_0 = \frac{5}{2} pV - \frac{3}{2} p_0 V_0 - pV_0$$

$$A = \frac{1}{2} (V - V_0)(p - p_0) = \frac{1}{2} (pV + p_0 V_0 - pV_0 - p_0 V)$$

$$\eta = \frac{\frac{1}{2} (pV + p_0 V_0 - pV_0 - p_0 V)}{\frac{5}{2} pV - \frac{3}{2} p_0 V_0 - pV_0} \quad \text{делаем деление на } p_0 V_0$$

Т.к. 1-3 - линейная функция,

$$\frac{V}{V_0} = \frac{p}{p_0} = k$$

$$\eta = \frac{\frac{1}{2} (k^2 + 1 - k - k)}{\frac{5}{2} k^2 - \frac{3}{2} - k} = \frac{k^2 - 2k + 1}{5k^2 - 2k - 3}$$

$$\eta = \frac{(2k-2)(k^2-2k+1) - (5k^2-2k-3)(k^2-2k+1)}{(5k^2-2k-3)^2} = 0$$

$$-2(2k-2) = 0 \quad (\text{экстремум})$$

$$k=1 - \text{точка максимума } \eta(k)$$

$$\eta = 1 - 2 +$$

$$\eta = 1 + \frac{0}{5k^2 - 2k - 3}$$

$$\eta' = \frac{(2k-2)(5k^2-2k-3) - (5k^2-2k-3)(k^2-2k+1)}{(5k^2-2k-3)^2} = 0$$

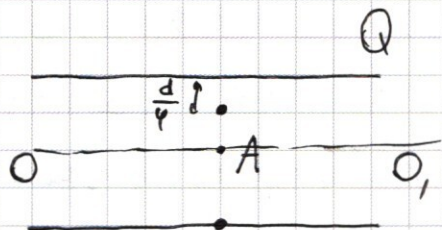
$$(k-1)(5k^2-2k-3) - (5k-1)(k^2-2k+1) = 0$$

$$\eta = \frac{5k^2 - 2k - 3 - 4k^2 + 4}{5k^2 - 2k - 3} = 1 - \frac{4k^2 - 4}{5k^2 - 2k - 3} \quad \text{при } k=1, \eta=1$$

$$\text{Ответ: } \frac{c_{23}}{c_{12}} = \frac{5}{3}; \quad \frac{Q_{23}}{A_{23}} = 5; \quad \eta_{\max} = 1 - \frac{4k^2 - 4}{5k^2 - 2k - 3} \rightarrow 1$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Задача ~ 3.



$$1) V_1 = a \cdot T$$

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

$$\frac{3d}{4} = \frac{V_1 T}{2}$$

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

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

$$ma = E \cdot q$$

$$\frac{3md}{2T^2} = E \cdot q, \text{ где } E = \frac{Q}{\epsilon_0 S}$$

$$\frac{3md}{2T^2} = \frac{Q}{\epsilon_0 S} \cdot q$$

$$\frac{3md}{2T^2} = \frac{Q q}{\epsilon_0 S}$$

$$Q = \frac{3m \epsilon_0 S d}{2 q T^2}$$

Заметим, что в любой точке на прямой DD_1 , расположенной посередине кондензатора (см. рис), поле ~~равномерно~~ направлено ~~параллельно~~ перпендикулярно этой прямой. Будем брать, поле, пересекающее эту прямую с скоростью v , движется с той же скоростью на бесконечности (т.к. потенциал не изменяется).

$$v_2 = v.$$

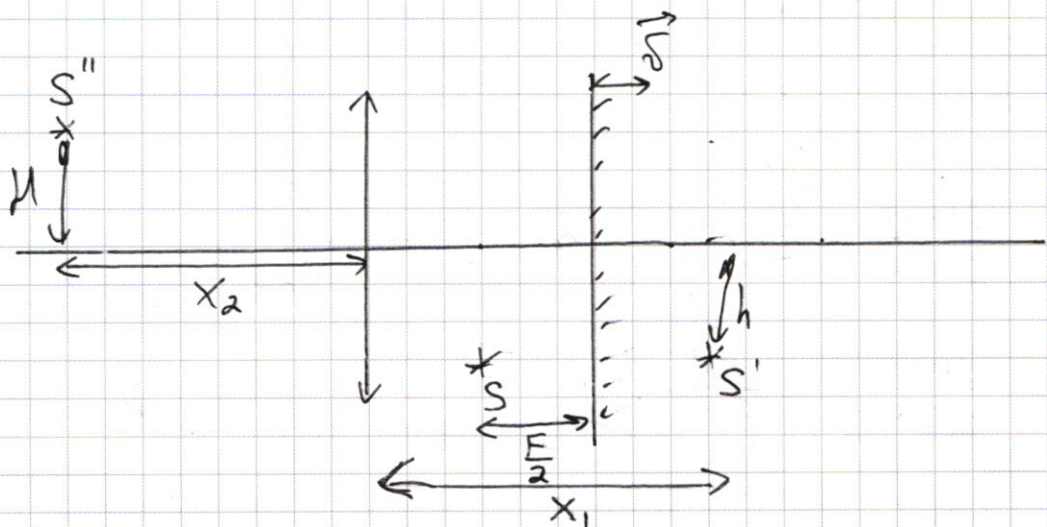
$$V_2 = \sqrt{2a \cdot \frac{d}{4}} = \sqrt{\frac{ad}{2}} = \sqrt{\frac{3d^2}{4T^2}} = \frac{d}{2T} \sqrt{3}$$

Откуда: $V_1 = \frac{3d}{2T}$

$$Q = \frac{3m \epsilon_0 S d}{2 \pi T^2}$$

$$V_2 = \frac{d}{2T} \sqrt{3}$$

~ 5
Дано:



Затем ур-ние точки линзы (изображение S'' , предмет S').

$$\frac{1}{x_1} + \frac{1}{x_2} = \frac{1}{F} \quad (*)$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$$X_1 = \frac{3F}{2}$$

$$\frac{2}{3F} + \frac{1}{X_2} = \frac{1}{F}$$

$$\frac{1}{X_2} = \frac{1}{3F}$$

$$X_2 = 3F$$

Дифференцируя (*), получим:

$$\frac{2\delta}{X_1^2} = \frac{U_x}{X_2^2}$$

$$\frac{2\delta}{9F^2} \cdot 4 = \frac{U_x}{9F^2}$$

$$U_x = 8\delta$$

$$\frac{X_2}{X_1} = \frac{H}{h} = \Gamma, \text{ где } \Gamma = 1.5; \quad \text{Изображение см. на листе } \sim 9$$

$$\frac{U_y}{h} = \left(\frac{X_2}{X_1}\right)' = \frac{X_2' X_1 - X_1' X_2}{X_1^2} = \frac{2\delta \cdot \frac{3F}{2} - 8\delta \cdot 3F}{\frac{9F^2}{4}} =$$

$$= \frac{21\delta F}{9F^2} = \frac{28\delta}{3F}$$

$$U_y = \frac{28\delta}{3F} \cdot h = \frac{28\delta}{3F} \cdot \frac{F}{2} = \frac{14\delta}{3}$$

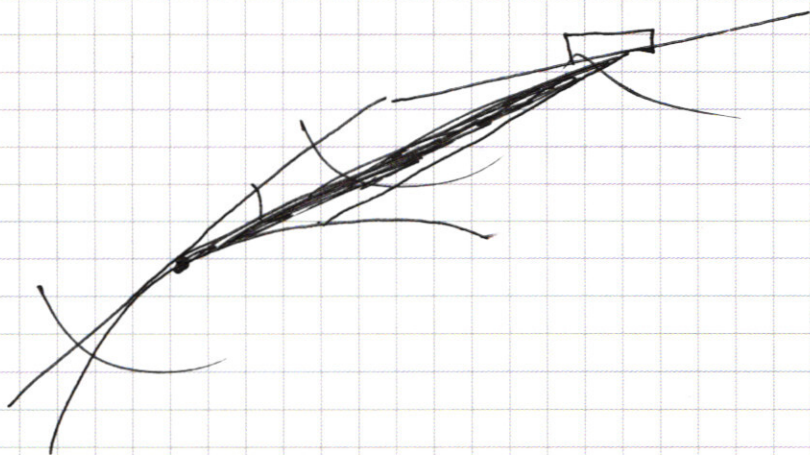
$$\text{tg } \alpha = \frac{U_x}{U_y} = \frac{12}{7}$$

$$U = \sqrt{U_x^2 + U_y^2} = \delta \sqrt{64 + \frac{196}{9}} = \delta \sqrt{\frac{156 + 196}{9}} =$$

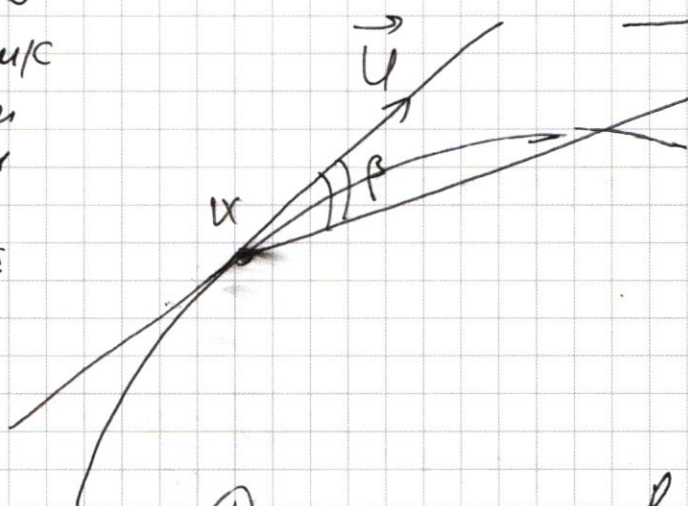
$$= \delta \sqrt{\frac{352}{9}} = \frac{\delta \sqrt{352}}{3}$$

Ответ: $X_2 = 3F$; $\text{tg } \alpha = \frac{12}{7}$; $U = \frac{\delta \sqrt{352}}{3}$

~ 4.



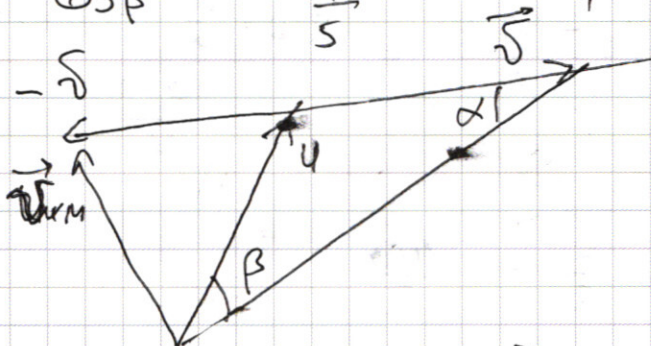
Дано:
 $V = 63 \text{ см/с}$
 $R = 1,32$
 $m = 0,1 \text{ кг}$
 $l = \frac{5R}{3}$
 $\cos \alpha = \frac{15}{17}$
 $\cos \beta = \frac{4}{5}$
 $S = ?$
 $U_{\text{км}} = ?$
 $T = ?$



Длина нити l постоянна, поэтому

имеем линейную связь $S \cos \alpha = U \cos \beta$.

$$U = \frac{S \cos \alpha}{\cos \beta} = \frac{63 \cdot \frac{15}{17}}{\frac{4}{5}} = \frac{4 \cdot 15 \cdot 5}{4} = 75 \text{ см/с}.$$



т.к. $\vec{U}_{\text{км}} = S \vec{U} - \vec{S}$, по теореме косинусов,

$$S_{\text{км}} = \sqrt{S^2 + U^2 - 2SU \cos(\alpha + \beta)}.$$

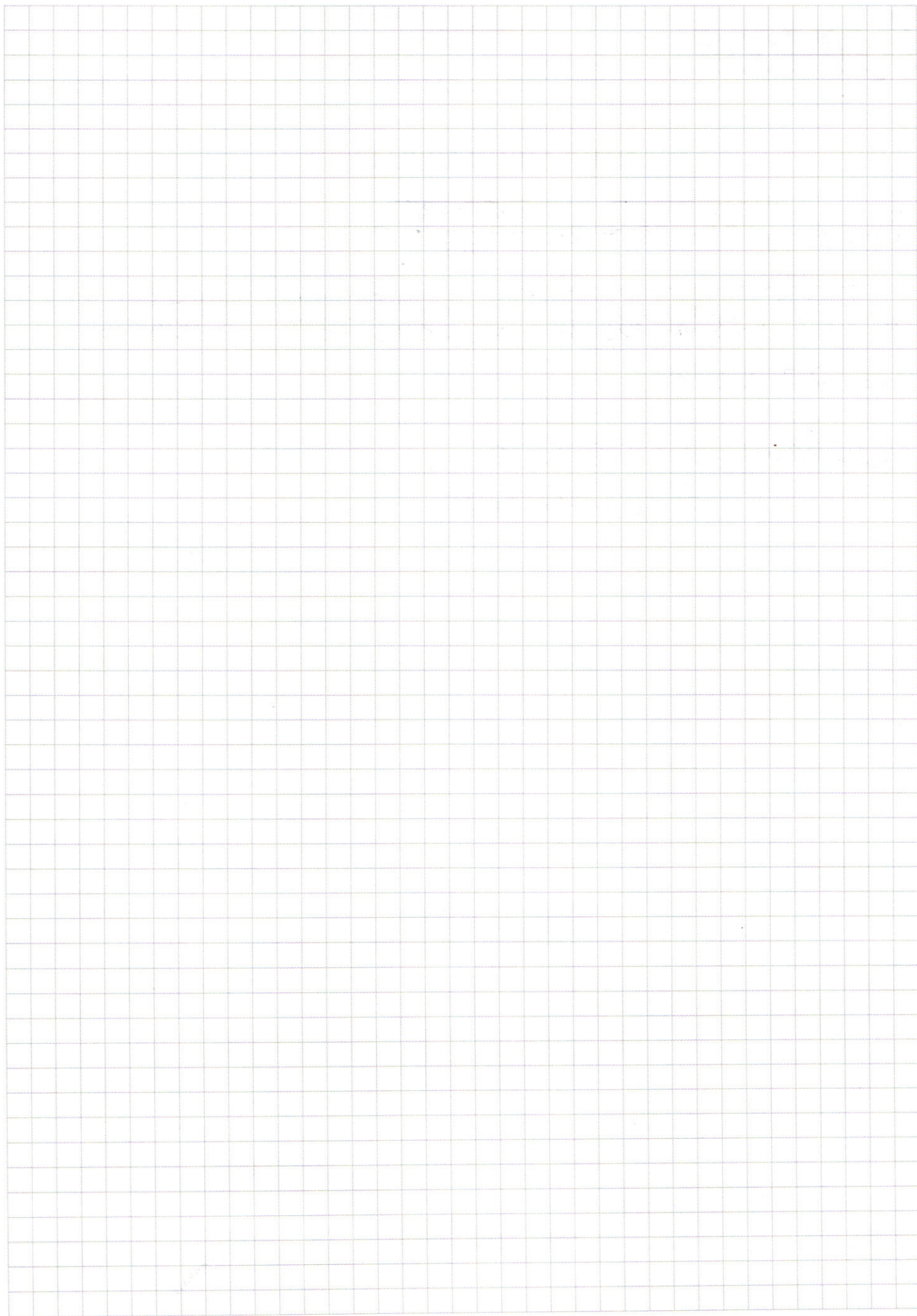
$$\sin \alpha = \frac{8}{17}, \sin \beta = \frac{3}{5}, \quad \cos(\alpha + \beta) = \cos \alpha \cos \beta - \sin \alpha \sin \beta =$$

$$= \frac{15 \cdot 4}{17 \cdot 5} - \frac{8 \cdot 3}{17 \cdot 5} = \frac{36}{17 \cdot 5}$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$$\begin{aligned} v_{\text{км}} &= \sqrt{68^2 + 75^2 + 2 \cdot \frac{68 \cdot 75 \cdot 36}{47.5}} = \\ &= \sqrt{68^2 + 75^2 + 120 \cdot 36} = \sqrt{14569} = \sqrt{5929} = \\ &\approx 77 \text{ см/с} \end{aligned}$$

Ответ: $u = 75 \text{ см/с}$
 $v_{\text{км}} = 77 \text{ см/с}$



☐ черновик ☐ чистовик
(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №__
(Нумеровать только чистовики)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Задача ~ 4

Дано:

$$\epsilon = 9 \text{ В}$$

$$C = 40 \text{ мкФ}$$

$$U_1 = 5 \text{ В}$$

$$U_0 = 1 \text{ В}$$

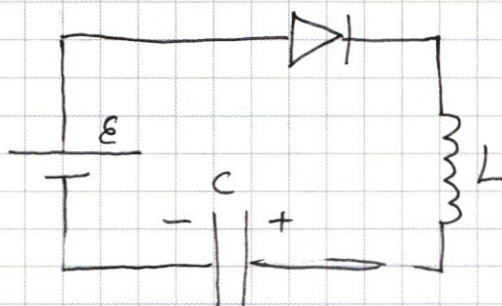
$$L = 0,1 \text{ Гн}$$

$$I' = ?$$

$$I_m = ?$$

$$U_2 = ?$$

Решение:



а) сразу после замыкания ключа!

$$\epsilon - U_0 - U_1 = L I' = 0$$

$$I' = \frac{\epsilon - U_0 - U_1}{L} = \frac{9 - 1 - 5}{0,1} = \frac{3}{0,1} = 30 \left(\frac{\text{А}}{\text{с}} \right)$$

б) В любой момент времени:

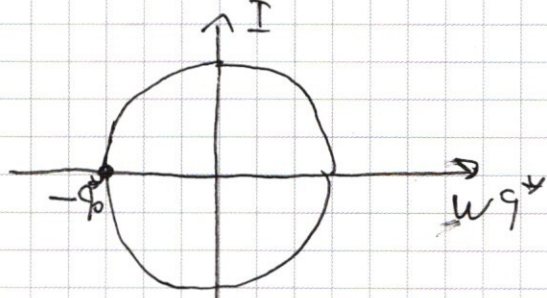
$$L \ddot{q} + \frac{q}{C} + U_0 - \epsilon = 0.$$

$$L \ddot{q} + \frac{1}{C} (q - C\epsilon + CU_0) = 0$$

$$q^* = q - C\epsilon + CU_0$$

$$L \ddot{q}^* + \frac{q^*}{C} = 0 \text{ — уравнение гарм. колеб.}$$

$$\omega = \frac{1}{\sqrt{LC}} = \frac{1}{\sqrt{0,1 \cdot 40 \cdot 10^{-6}}} = \frac{1}{2 \cdot 10^{-3}} \text{ с}^{-1}$$



Найдём q_0^* :

$$q_0^* = C(U_1 - \epsilon + U_0) = 40 \cdot 10^{-6} (5 - 9 + 1) = -120 \cdot 10^{-6} \text{ Кл} = -120 \text{ нКл}$$

В установившемся режиме:

$$\varepsilon - U_0 - U_2 = 0$$

$$U_2 = \varepsilon - U_0 = 9 - 1 = 8 \text{ (В)}$$

$$q_2^* = C(U_2 - \varepsilon + U_0) = 40 \cdot 10^{-3} (8 - 9 + 1) =$$

$$= 0 \Rightarrow I_2 = I_m - \text{ток максимален}$$

$$I_m = U q_0^* = \frac{120 \cdot 10^{-6}}{2 \cdot 10^{-3}} =$$

$$= 60 \cdot 10^{-3} = 0,06 \text{ (А)}$$

$$\text{Ответ: } I' = 30 \left(\frac{\text{А}}{\text{с}} \right)$$

$$I_m = 0,06 \text{ (А)}$$

$$U_2 = 8 \text{ (В)}$$

5 (предположение)

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{H}{h} = \frac{x_2}{x_1} = 2.$$

α — это угол между $\vec{U}$ и OO_1 .

$$U_y = U_x \operatorname{tg} \alpha = 16 \sqrt{5}$$

$$U = \sqrt{U_x^2 + U_y^2} = \sqrt{64 \cdot 5 + 256 \cdot 5} = \sqrt{320} = 2\sqrt{80} = 4\sqrt{20} \sqrt{5}$$

$$\text{Ответ: } x_2 = 3F$$

$$\operatorname{tg} \alpha = 2$$

$$U = 4\sqrt{20} \sqrt{5}$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$$\frac{4k^2 - 4}{5k^2 - 2k - 3} = 1 - \frac{4 \cdot 4 - 4}{5k^2 - 2k - 3}$$

$$\frac{5k^2 - 2k - 3}{4k^2 - 4} =$$

$$= \frac{4k^2 - 4 + k^2 - 2k + 1}{4k^2 - 4} =$$

$$= 1 + \frac{(k+1)^2}{4(k+2)(k-1)}$$

$$1 + \frac{k+1}{4k-4} =$$

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

За пренебрежимо времени dt

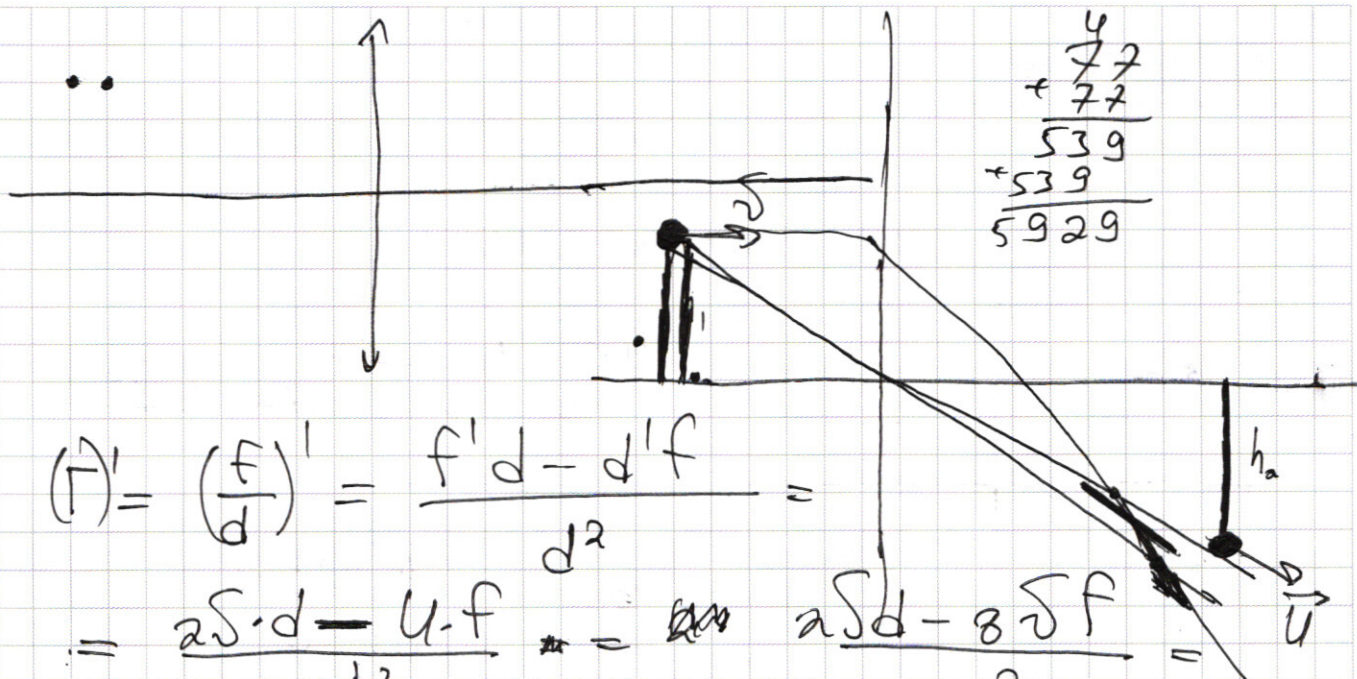
$$\frac{l}{d_1} + \frac{l}{f_1} = \frac{l}{d_2} + \frac{l}{f_2}$$

$$\frac{H_2}{h} = \frac{f_2}{d_2}$$

$$\frac{H_1}{h} = \frac{f_1}{d_1}$$

$$\frac{dH}{d} = \frac{f_2}{d_2} - \frac{f_1}{d_1}$$

Diagram showing a lens system with two lenses and an object. The object is at distance $3f$ from the first lens. The image is formed at distance $3f$ from the second lens. The focal length of the second lens is f . The distance between the lenses is $2f$. The image height is F .



$$\begin{array}{r} 4 \\ 77 \\ + 77 \\ \hline 539 \\ + 539 \\ \hline 5929 \end{array}$$

$$(\Gamma)' = \left(\frac{f}{d}\right)' = \frac{f'd - d'f}{d^2} =$$

$$= \frac{25 \cdot d - 4 \cdot f}{d^2} = \frac{25d - 85f}{d^2}$$

$$= \frac{2 \cdot 5 \cdot \frac{3F}{2} - 8 \cdot 5 \cdot 3F}{9F^2} = \frac{215F}{9F^2} =$$

$$= \frac{4 \cdot 75}{3F}$$

$$\begin{array}{r} 3 \\ 64 \\ 576 \\ + 196 \\ \hline 772 \end{array}$$

$$u_y = \frac{4 \cdot 75}{3F} \cdot \frac{F}{2} = \frac{145}{3}$$

$$\frac{u_x}{u_y} = \frac{8 \cdot 3}{14} = \frac{12}{7}$$

$$\begin{array}{r} 3 \\ 64 \\ 196 \\ \hline 216 \end{array}$$

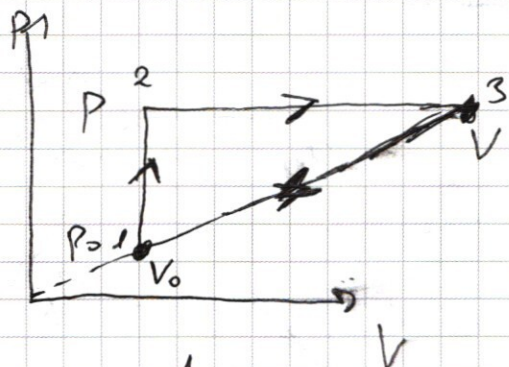
144-431

$$\left(\frac{14}{3}\right)^2 + 8^2 = \frac{196}{9} + \frac{64 \cdot 9}{9} = \frac{196 + 216}{9} =$$

$$= \gamma = \frac{A}{Q} = \frac{\frac{1}{2}(p-p_0)(V-V_0)}{\frac{3}{2}(pV-p_0V_0) + p(V-V_0)} =$$

$$= \frac{\frac{1}{2}(pV + p_0V_0 - p_0V - pV_0)}{\frac{5}{2}pV - 3p_0V_0 - pV_0} = \frac{k^2 - 2k + 1}{5k^2 - 2k - 3}$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА



$$\eta = \frac{A}{Q_+}$$

$$\frac{5k^2 - 2k - 3 - 4k^2 + 4}{5k^2 - 2k - 3} = 1 + \frac{4 - 4k^2}{5k^2 - 2k - 3}$$

$$= -8k(5k^2 - 2k - 3) = (4 - 4k^2)(10k - 2)$$

$$Q_+ = \Delta U + A = \frac{3}{2}(P_3 V_3 - P_1 V_1) + P(V_2 - V_1) =$$

$$= \frac{3}{2}(PV - P_0 V_0) + PV - P V_0 = \frac{5}{2}PV - \frac{3}{2}P_0 V_0 - P_0 V_0$$

$$A = \frac{1}{2}(V - V_0)(P - P_0) = \frac{1}{2}(PV + P_0 V_0 - P V_0 - P_0 V)$$

$$\eta = \frac{\frac{1}{2}(PV + P_0 V_0 - P V_0 - P_0 V)}{\frac{5}{2}PV - \frac{3}{2}P_0 V_0 - P_0 V_0}$$

$$\frac{V}{V_0} = \frac{P}{P_0} = k$$

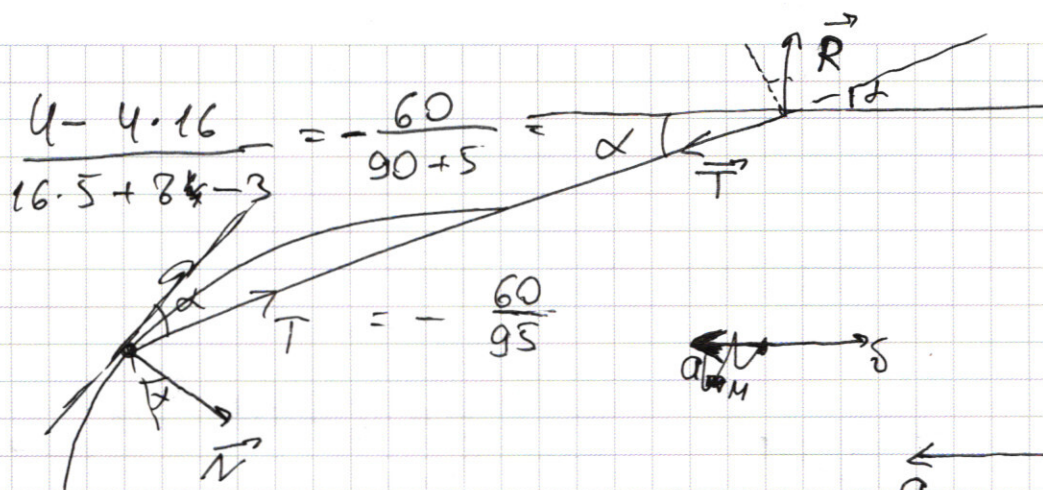
$$= \frac{1}{2}(k^2 + 1 - k - k)$$

$$= \frac{1}{2}k^2 - \frac{3}{2} - k = \frac{k^2 - 2k - 3}{5k^2 - 2k - 3}$$

$$= \frac{(k-3)(k+1)}{(k-3)(k+1)} = 1$$

$$\eta' = \frac{(2k-2)(k^2 - 2k - 3) - (2k-2)(k^2 - 2k + 1)}{(k^2 - 2k - 3)^2}$$

$$= -2(2k-2) = -4, \quad k=1$$



$$R = T \sin \alpha$$

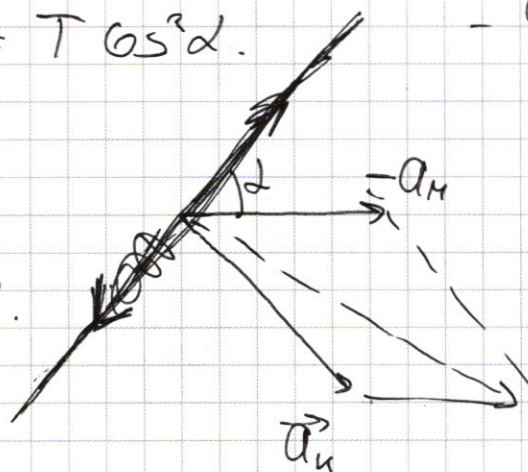
1) $M a_H = T - R \sin \alpha = T \cos^2 \alpha$

2) $\frac{m v^2}{R} = N + T \sin \alpha$

3) $M a_H = T + N \sin \alpha$

$$a_H \cos \alpha = T$$

4-



4.14

$$\left(\frac{4 - 4k^2}{5k^2 - 2k - 3} \right)' = -8k(5k^2 - 2k - 3) -$$

$$- (4 - 4k^2)(10k - 2) = -40k^3 + 16k^2 + 24 -$$

$$- (40k - 40k^3 - 8 + 8k^2) =$$

$$= -40k^3 + 16k^2 + 24 - 40k + 40k^3 + 8 - 8k^2 =$$

$$= 8k^2 + 40k + 32 = k^2 + 5k + 4$$

$$k_1 = -1$$

$$k_2 = -4$$

$$m \vec{a}_K = \vec{T} + \vec{N}$$

$$M \vec{a}_m = \vec{R} + \vec{T}$$

$$m a_{MH} = T \cos \alpha$$

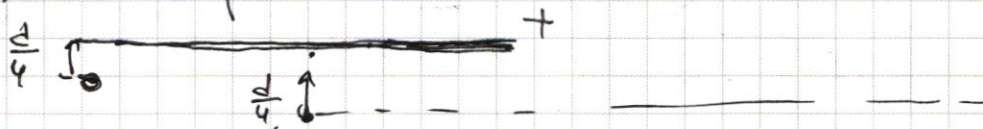
$$m a_{KH} = T + N \sin \beta$$

$$\frac{T \cos \alpha}{M} = \frac{T + N \sin \beta}{m}$$

$$m a_{KS} = T \cos \beta$$

$$m a_{KN} = N + T \sin \beta$$

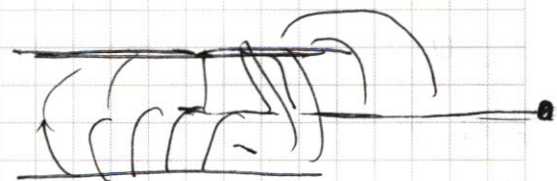
$d \ll \sqrt{s}$



$$\frac{m v_1^2}{2} = E \cdot \frac{3d}{4}$$

~~3d/4~~

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



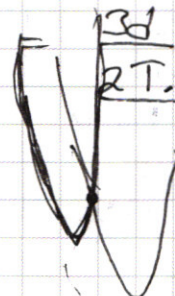
$$ma = F_{ex} = Eq$$

$$a = \omega^2 s$$

$$s_1^2 = 2 \cdot a \cdot T \quad s_1 = a \cdot T = \frac{3dT}{2T^2}$$

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

$$\frac{1}{5}$$

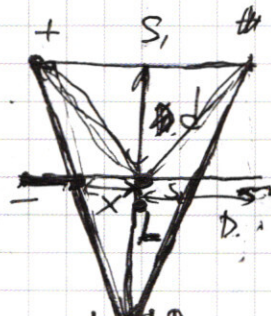


$$\frac{m \cdot 3d}{2T^2} = \frac{Q}{\epsilon_0 S} \cdot q$$

$$\frac{3d}{2T^2} = \frac{Q}{\epsilon_0 S} \cdot q$$

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

$$\frac{S_1}{S_2} = \frac{(D/2)^2}{(D/2)^2} \approx 9$$



$$dA = k \frac{qQ}{r^2}$$

$$dF = \frac{kqQ}{S \cdot x^2} = \frac{kq \cdot 2\pi x dx}{\sqrt{x^2 + d^2}}$$

$$F_1 = \frac{kq}{R^2} \Rightarrow \text{краевые заряды}$$

$$S = \pi D^2$$

$$F = 2 \int \frac{kqQ}{x^2} \approx 2 \int \frac{k \cdot \sigma \cdot 2\pi x dx}{x^2}$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$$\gamma = \frac{p_2 V_3 - p_1 V_3 - p_2 V_2 + p_1 V_2}{\frac{3}{2} p_3 V_3 - \frac{3}{2} p_1 V_1 + p_2 V_3 - p_2 V_2} ; \quad p_6, p_u, V_{np}, V_\lambda$$

$$\gamma = \frac{p_6 V_{np} - p_u V_{np} - p_6 V_\lambda + p_u V_\lambda}{\frac{3}{2} p_6 V_{np} - \frac{3}{2} p_u V_\lambda + p_6 V_{np} - p_6 V_\lambda}$$

~ u
Дано:

$$\mathcal{E} = 9 \text{ В}$$

$$C = 40 \text{ мкФ}$$

$$U_1 = 5 \text{ В}$$

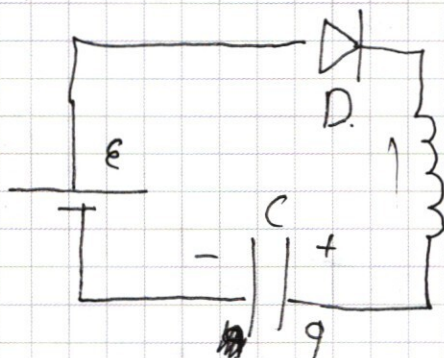
$$L = 0,1 \text{ Гн}$$

$$U_0 = 18 \text{ В}$$

$$\frac{dI}{dt} = ?$$

$$I_m = ?$$

$$U_2 = ?$$



$$U_0 \approx U_0$$

$$q_0^* = C(U_1 - U_0) =$$

$$= 40 \cdot 10^{-6} (5 - 18) =$$

$$= -120 \cdot 10^{-6} =$$

$$= -0,12 \text{ Кл.}$$

$$q_0^* = 0.$$

$$U_0 + \frac{q}{C} = 0$$

$$\mathcal{E} - U_0 - \frac{q}{C} - L I' = 0.$$

Граду после замыкания ключа:

$$L I' = \mathcal{E} - U_0 - \frac{q}{C} = \mathcal{E} - U_0 - U_1 = 9 - 18 - 5 = -14 \text{ В}$$

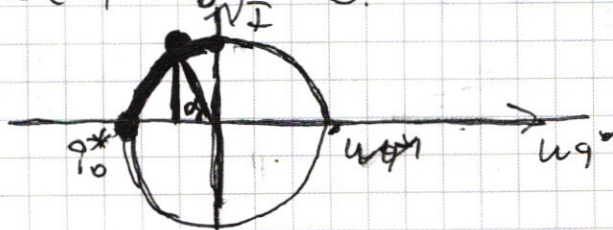
$$I' = \frac{\mathcal{E} - U_0 - U_1}{L} = \frac{9 - 18 - 5}{0,1} = \frac{-14}{0,1} = -140 \text{ А}$$

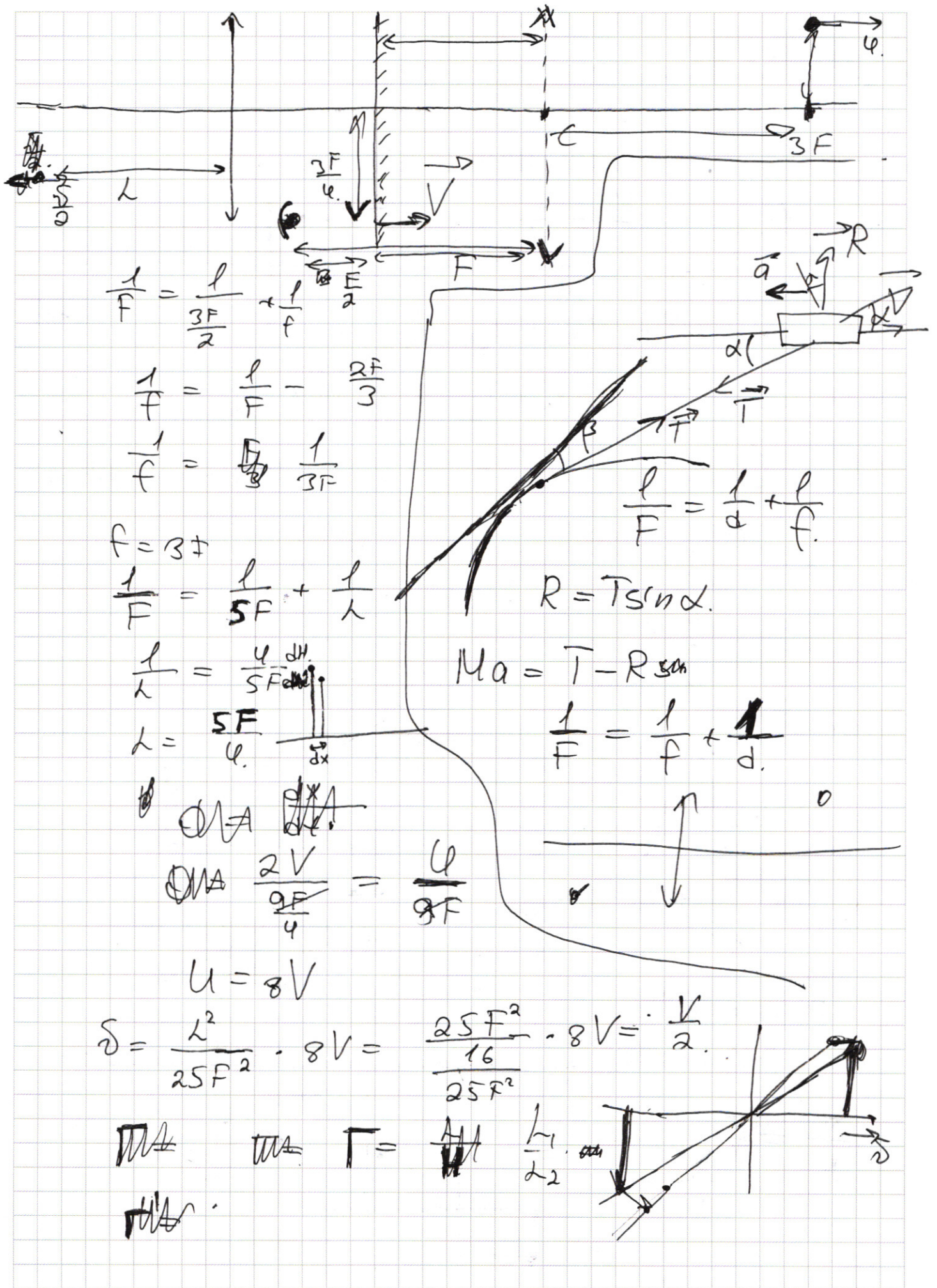
$$L \ddot{q} + \frac{q}{C} + U_0 - \mathcal{E} = 0.$$

$$L \ddot{q} + \frac{q}{C} = \mathcal{E} - U_0$$

$$q - C\mathcal{E} + CU_0 = q^*$$

$$L \ddot{q} + \frac{q}{C} = 0$$





ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$$\eta = \frac{A_r}{Q_{\text{пogb}}}$$

$$\frac{H}{h} = \frac{F}{d} = \frac{F_{12} F_{23}}{d_{12} d_{23}}$$

$$Q_{\text{пogb}} = \Delta U_{32} + \Delta U_{21} + A_{23} + A_{21} =$$

$$= Q_{12} + Q_{23} = \frac{3}{2} \nu R \Delta T_{12} + \frac{5}{2} \nu R \Delta T_{23}$$

$$A_r = \frac{1}{2} (V_3 - V_2) (P_2 - P_1) = \frac{p}{2} (V_3 P_2 - P_2 V_2 - P_1 V_3 + P_1 V_2) =$$

$$= \frac{1}{2} (\nu R T_3 - \nu R T_2 - P_1 V_3 + \nu R T_1)$$

$$\eta = \frac{\frac{\nu R T_3}{2} - \frac{\nu R T_2}{2} + \frac{\nu R T_1}{2} - P_1 V_3}{\frac{3}{2} \nu R (T_2 - T_1) + \frac{5}{2} \nu R (T_3 - T_2)} =$$

$$= \frac{\nu R T_3 - \nu R T_2 + \nu R T_1 - P_1 V_3}{3 \nu R T_2 - 3 \nu R T_1 + 5 \nu R T_3 - 5 \nu R T_2} =$$

$$= \frac{\nu R T_3 - \nu R T_2 + \nu R T_1 - P_1 V_3}{5 \nu R T_3 - 2 \nu R T_2 - 3 \nu R T_1} =$$

$$= \frac{T_3 - T_2 + T_1 - P_1 V_3}{5 T_3 - 2 T_2 - 3 T_1}$$

$P_1 V_1 = P_3 V_3$
 $P_1 V_1 = P_2 V_2$

$$\frac{H}{h} = \frac{\Delta H}{h} = \frac{1}{h} \left(\frac{3}{2} \nu R (T_2 - T_1) + \frac{5}{2} \nu R (T_3 - T_2) \right)$$

Focus:

$$\varepsilon - U_p - U_R = 0.$$

$$U_2 = E - U_0 = 8 \text{ (B)}$$

$$q_{\text{vct}} = \frac{U_2 - U_1}{\Delta t}$$

$$\sin \alpha = \sqrt{\frac{285-225}{285}} =$$

$$\approx \frac{3}{2}, \quad \sin \beta = \frac{3}{5}$$

$$\begin{array}{r} 75 \\ 75 \\ \hline 375 \\ + 525 \\ \hline 5625 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 120 \\ + 36 \\ \hline 72 \\ + 36 \\ \hline 4320 \end{array}$$

$$h = \text{const}; \quad \sqrt{\cos \alpha} = \sqrt{\cos \beta}.$$

$$u = \frac{\sin \alpha}{\sin \beta} = \frac{68 \cdot \frac{15}{17}}{4} = \frac{15 \cdot 5}{4} = 18.75 \text{ cm/s}$$

$$\delta_{u_M} = \vec{\delta}_M - \vec{\delta}_M = 5 \quad \text{---} \quad \vec{u} - \vec{v} =$$

$$\frac{k^2 - 2k + 1}{5k^2 - 2k - 3} =$$

$$\frac{(2k-2)(5k^2-2k-3)}{(k-2)(k^2-2k+1)} =$$

$$v_{KM} = \sqrt{v^2 + u^2 - 2vu \cos(\alpha + \beta)} =$$

$$= 68^2 + 75^2 - 2 \cdot 68 \cdot 75 \left(\frac{15 \cdot 4}{17.5} - \frac{2 \cdot 3}{17.5} \right) =$$

$$= 68^2 + 75^2 - 2 \cdot \underset{4}{68} \cdot \underset{15}{75} \left(\frac{60-24}{17.5} \right) =$$

$$= 68^2 + 75^2 - 2 \cdot \frac{68 \cdot 75 \cdot 36}{14 \cdot 8} = (10k^3 - 4k^2 - 6k -$$

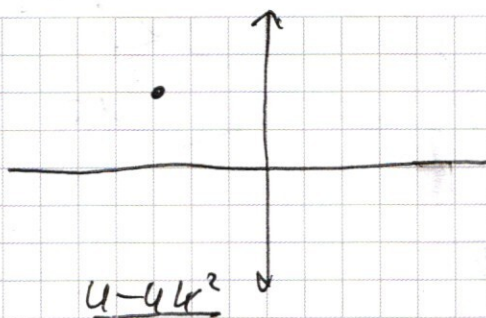
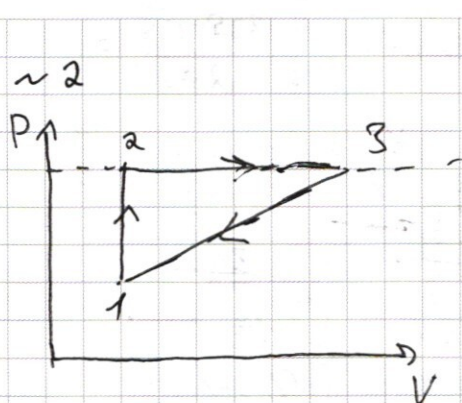
$$= 68^2 + 75^2 - 2 \cdot 4 \cdot 15 \cdot 36$$

$$\begin{array}{r} 4624 \\ + 5625 \\ \hline + 10249 \\ 4320 \\ \hline 1559 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 10249 \\ - 4320 \\ \hline 5929 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 73 \\ + 219 \\ \hline 292 \end{array}$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА



$$\begin{aligned}
 &= 5k^3 - 2k^2 - 3k - 5k^3 + 2k + 3 - (5k^3 - 10k^2 - 5k - 1 + 2k - 1) = \\
 &= 5k^3 - 2k^2 - 3k - 5k^3 + 2k + 3 - 5k^3 + 10k^2 + 5k - 1 + 2k - 1 = \\
 &= 4k^2 + 2k + 4
 \end{aligned}$$

1-2: $P \uparrow$; $V = \text{const} \Rightarrow T \uparrow$

2-3: $V \uparrow$; $P = \text{const} \Rightarrow T \uparrow$

3-1: $T \downarrow$.

1-2: $\oint C_{12} \Delta T_n = \frac{3}{2} \int R \Delta T$

$\int C_{23} \Delta T_{23} = \frac{3}{2} \int R \Delta T + \int R \frac{5}{2} \int R \Delta T.$

$\gamma = \frac{3}{5}$.

$Q_{23} = \Delta U_{23} + A_{23}$; $\Delta U_{23} = \frac{3}{2} \int R \Delta T$; $A_{23} = \int P dV$

$Q_2 = \frac{5}{2} \int R \Delta T$; $A_{23} = \int P dV$

$\alpha = \frac{5}{2}$

$\eta = \frac{A_r}{Q_{\text{пogb}}}$; $A_r = \frac{(P_2 - P_1)(V_3 - V_2)}{2}$

$Q_{\text{пogb}} = Q_{12} + Q_{23} = \Delta U_{31} + A_{31} =$

$= \frac{3}{2} \int R T_3 - \frac{3}{2} \int R T_1 + P_2(V_3 - V_2) =$

$= \frac{3}{2} P_3 V_3 - \frac{3}{2} P_1 V_1 + P_2 V_3 - P_2 V_2$