

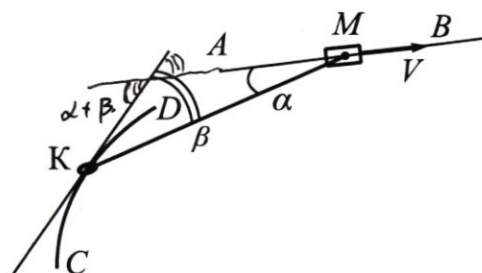
Олимпиада «Физтех» по физике, ф

Класс 11

Вариант 11-01

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

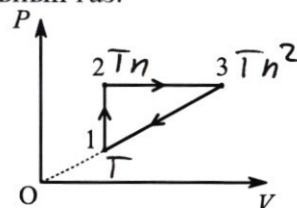
1. Муфту М двигают со скоростью $V = 68$ см/с по горизонтальной направляющей АВ (см. рис.). Кольцо К массой $m = 0,1$ кг может двигаться без трения по проволоке CD в виде дуги окружности радиусом $R = 1,9$ м. Кольцо и муфта связаны легкой нитью длиной $l = 5R/3$. Система находится в одной горизонтальной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

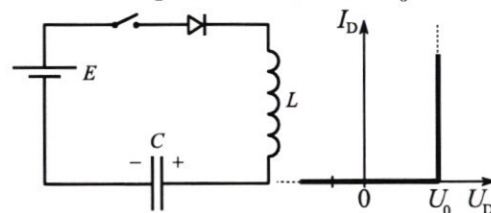


3. Обкладки конденсатора – круглые металлические сетки площадью S , расстояние между обкладками d ($d \ll \sqrt{S}$). Из точки, находящейся между обкладками на оси симметрии на расстоянии $0,25d$ от положительно заряженной обкладки, стартует с нулевой начальной скоростью положительно заряженная частица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

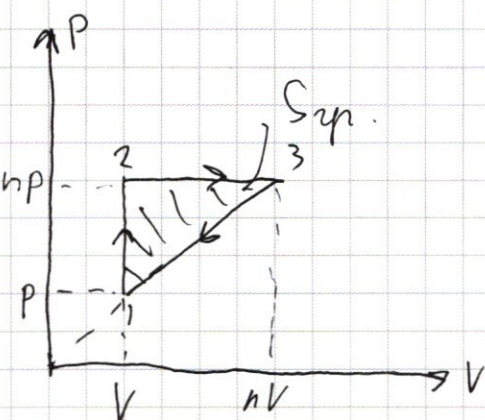
- 1) На каком расстоянии от плоскости линзы наблюдатель А сможет увидеть в этот момент изображение источника в системе?
- 2) Под каким углом α к оси OO_1 движется изображение в этот момент? (Найти значение любой тригонометрической функции угла.)
- 3) Найти скорость изображения в этот момент.



ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

№2.

- $i = 3.$
- 1) $\frac{C_{12}}{C_{23}} = ?$
 - 2) $\frac{Q_{23}}{A_{23}} = ?$
 - 3) $\eta = ?$



1) Повышение температуры происходит в процессах 1-2 и 2-3.

2) ~~Рассмотрим~~ Пусть $p_1 = p$
 $V_1 = V$, тогда

пусть $p_2 = np$, где $n = \text{const} > 1$.

$V_2 = V$, $V_3 = nV$; $p_3 = np$

3) Рассмотрим процесс 1-2 изохорный,
 $V = \text{const} \Rightarrow A_{12} = 0 \Rightarrow$ по Первому началу
термодинамики $Q_{12} = \Delta U_{12} + A_{12} \Rightarrow$

$$Q_{12} = \Delta U_{12}$$

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

$$Q_{12} = C_{12} \nu (T_2 - T_1)$$

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

4) Рассмотрим процесс 2-3: $p = \text{const}$

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

$$A_{23} = np(nV - V) = pV n(n-1) \text{ (по площади под графиком 2-3)}$$

по графику 2-3.

$\Delta U_{23} = \frac{3}{2} \nu R (T_3 - T_2)$ где T_3 по уравнению Менделеева-Клапейрона:

$$\left. \begin{aligned} n^2 pV &= \nu R T_3 \\ n pV &= \nu R T_2 \end{aligned} \right\} T_3 - T_2 = \frac{npV(n-1)}{\nu R} \Rightarrow$$

$$\Delta U_{23} = \frac{3}{2} npV(n-1)$$

$$\left\{ \begin{aligned} Q_{23} &= \frac{3}{2} npV(n-1) + pVn(n-1) = \frac{5}{2} n(n-1) pV \\ Q_{23} &= C_{23} \nu (T_3 - T_2) = C_{23} \frac{npV(n-1)}{R} \end{aligned} \right.$$

$$\frac{5}{2} pV(n-1)n = C_{23} \frac{n(n-1)pV}{R}$$

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

$$\left[\frac{C_{12}}{C_{23}} = \frac{\frac{3}{2} R}{\frac{5}{2} R} = \frac{3}{5} = 0,6 \right]$$

$$\left[\frac{Q_{23}}{A_{23}} = \frac{\frac{5}{2} pVn(n-1)}{pVn(n-1)} = \frac{5}{2} = 2,5 \right]$$

$\eta = \frac{A_{\Sigma}}{Q_H}$, где A_{Σ} - суммарная работа газа за цикл, Q_H - подведённое тепло.

$$Q_H = Q_{12} + Q_{23} = \frac{3}{2} \nu R (T_2 - T_1) + \frac{5}{2} pVn(n-1) = \frac{3}{2} npV - \frac{3}{2} pV + \frac{5}{2} pVn(n-1) = pV \left(\frac{3}{2} n - \frac{3}{2} + \frac{5}{2} n^2 - \frac{5}{2} n \right)$$

$$A_{\Sigma} = S_{\text{пл}} = \frac{1}{2} (pn - p)(nV - V) = \frac{pV}{2} (n-1)^2$$

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

$$5n^2 - 2n - 3 = (n - \frac{2-8}{10}) (n - \frac{2+8}{10})$$

$$\frac{3}{2} \nu R (T_2 - T_1) = \frac{3}{2} \nu R T_1 (n-1) = \frac{3}{2} pV(n-1) \Rightarrow$$

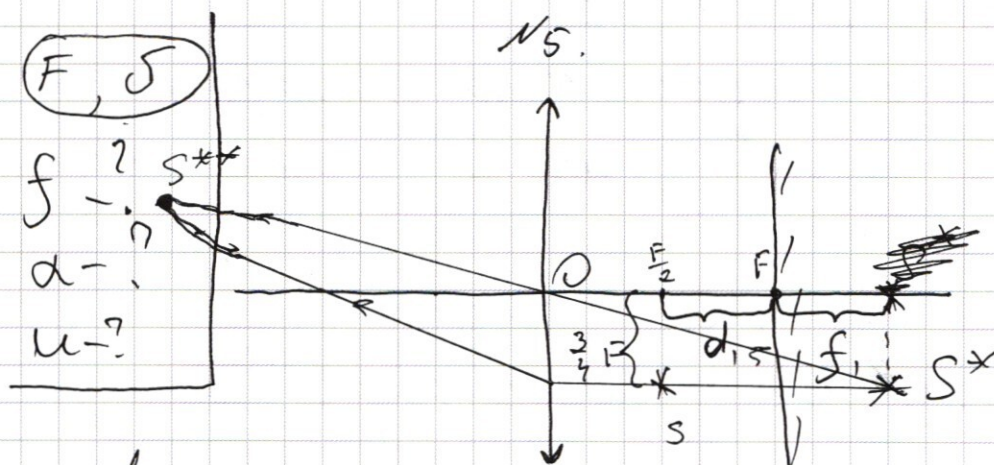
$$Q_H = pV(n-1) / \left(\frac{3}{2} + \frac{5}{2} n \right) \Rightarrow \eta = \frac{(n-1)^2}{(n-1)(3+5n)} = \frac{n-1}{3+5n}$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$$\eta'(n) = \left(\frac{n-1}{3+5n} \right)' = \frac{4}{(3+5n)^2} \Rightarrow \eta \uparrow \uparrow \text{ при } n > 0.$$

$$\lim_{n \rightarrow \infty} \frac{n-1}{3+5n} = \lim_{n \rightarrow \infty} \frac{1 - \frac{1}{n}}{\frac{3}{n} + 5} = \frac{1}{5} = 20\%.$$

Ответ: $\frac{c_{12}}{c_{23}} = \frac{3}{5} (0,6)$; $\frac{Q_{23}}{A_{23}} = \frac{5}{2} (2,5)$; $\eta_{\max} = 20\%$.



d_1 - расстояние от предмета до зеркала; f_1 - расстояние до изображения S^* зеркала.

По св-ву зеркала $d_1 = f_1 = F - \frac{F}{2} = \frac{F}{2}$

S^* - ~~изобр.~~ предмет для глаза.

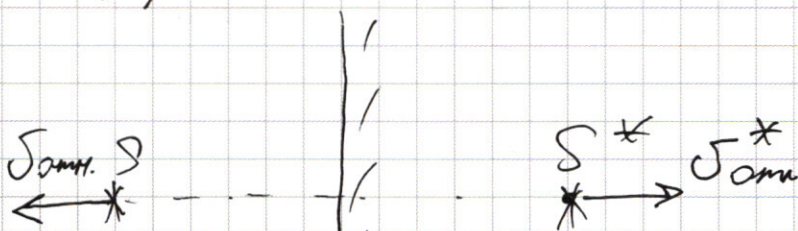
$d = f_1 + F = \frac{3}{2} F$ (расст. от S^* до глаза!)

Уравнение тонкой линзы:

$$\frac{1}{F} = \frac{1}{d} + \frac{1}{f} \Rightarrow \frac{1}{f} = \frac{1}{F} - \frac{1}{d} = \frac{d-F}{dF} \Rightarrow$$

$$\left[f = \frac{dF}{d-F} = \frac{\frac{3}{2}F^2}{\frac{3}{2}F-F} = \frac{\frac{3}{2}F}{\frac{1}{2}} = 3F \right]$$

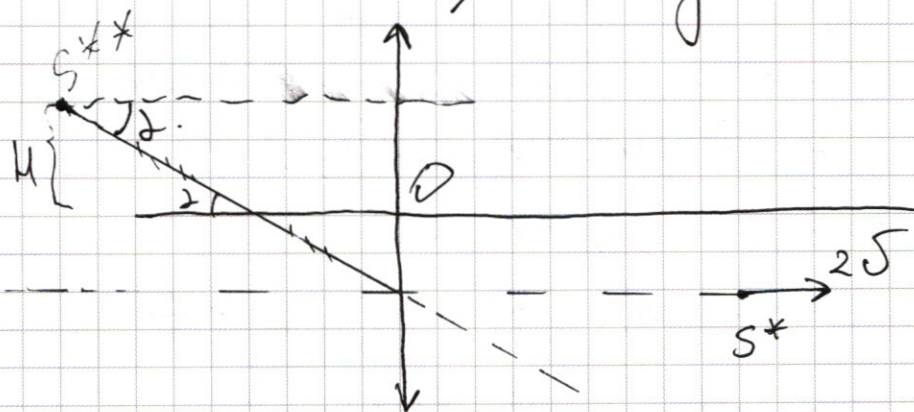
Рассмотрим движение в зеркале: в С О зеркала



$$v = v_{\text{отн}} = v_{\text{отн}}^*, \text{ т.к. } \Gamma = 1.$$

По закону сложения скоростей $v_{\text{отн}}^* + v = v^*$, где v^* - абс. скор. $v^* = 2v$.

Вернёмся в С О земли. Рассмотрим движение S^* в шаре.



В С О линзы (земли соотв. т.к. линза неподвижна) $\neq$ прямые, по которым

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

лежат векторы скоростей
предмета и изображения,
пересекаются на мизе

$$r_2 = \frac{f}{d} = \frac{3F}{\frac{3}{2}F} = 2.$$

$r_2 = \frac{M}{\frac{3}{2}F}$, где M — падение конечного
изображения:

$$M = \frac{3}{4}F r_2 = \frac{3}{2}F$$

$$\left[\operatorname{tg} \alpha = \frac{M + \frac{3}{4}F}{\frac{f}{2}} = \frac{\frac{9}{4}F}{\frac{3}{2}F} = \frac{3}{4} \right]$$

$$U_{\text{об}} = (r_1, r_2) \cdot 2.5$$

$$\sin^2 \alpha + \cos^2 \alpha = 1,$$

$$1 + \operatorname{tg}^2 \alpha = \frac{1}{\cos^2 \alpha} \Rightarrow \cos \alpha = \sqrt{\frac{1}{1 + \operatorname{tg}^2 \alpha}} = \frac{4}{5}.$$

$$\left[U = \frac{8.5 \cdot 5}{4} = 10.5 \right]$$

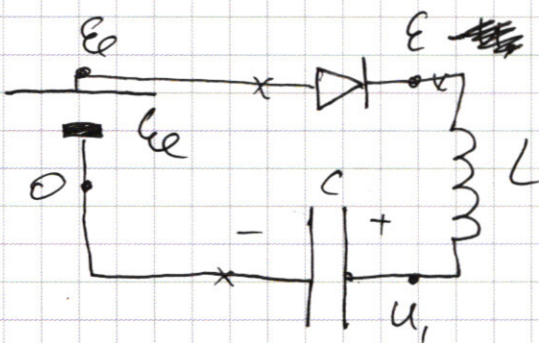
Ответ: 1) $f = 3F$
2) $\operatorname{tg} \alpha = \frac{3}{4}$
3) $U = 10.5$.

№4.

$$\begin{aligned} E &= 9 \text{ В} \\ C &= 40 \text{ мкФ} \\ U_1 &= 5 \text{ В} \\ L &= 0,1 \text{ Гн} \\ U_0 &= 1 \text{ В} \\ \dot{I}(0) &= ? \\ I_{\text{max}} &= ? \\ U_2 &= ? \end{aligned}$$

1) Рассматриваем цепь сразу после замыкания ключа; ток на катушке индуктивности скачком не изменится $= \bar{I}_L(0) = 0,9$ т.к. узлов нет, то ток в цепи нет.
Напряжение на конденсаторе скачком не изменится $\Rightarrow$

$$U_C(0) = U_1$$

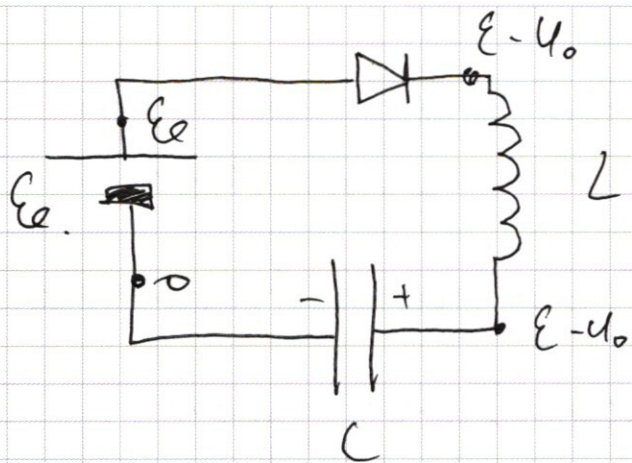


используем метод потенциалов

$$\begin{aligned} U_L &= L \dot{I} \Rightarrow U_L(0) = E - U_0 - U_1 = L \dot{I}(0) \\ \dot{I}(0) &= \frac{E - U_0 - U_1}{L} = \frac{9 \text{ В} - 1 \text{ В} - 5 \text{ В}}{0,1 \text{ Гн}} = 40 \frac{\text{А}}{\text{с}} \\ W_L(0) &= 0; W_C(0) = \frac{C U_1^2}{2}; q_C(0) = C U_1 \end{aligned}$$

2) Рассматриваем цепь, когда ток максимальен $\Rightarrow U_L(t) = 0$, t - этот момент времени.

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА



используем закон
потенциалов.

$$U_C(t) = \varepsilon - U_0$$

$$q(t) = (\varepsilon - U_0) C$$

замыкаем ключ

ЗСЭ от момента ~~замыкания~~ ~~тока~~ до
максим. тока:

$$A\delta = \Delta W_L + \Delta W_C + Q$$

$$A\delta = \varepsilon (q(t) - q(0)) = \varepsilon C (\varepsilon - U_0 - U_1)$$

$$\Delta W_L = \frac{L I_m^2}{2} - 0$$

$$\Delta W_C = \frac{C (\varepsilon - U_0)^2}{2} - \frac{C U_1^2}{2}$$

$Q = 0$, т.к. нет резисторов ~~и~~
~~потерь~~

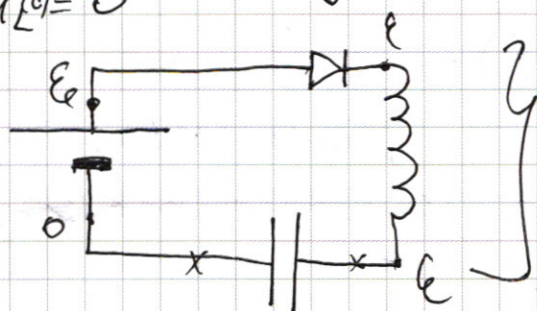
$$\frac{L I_m^2}{2} = \frac{C U_1^2}{2} - \frac{C (\varepsilon - U_0)^2}{2} + \varepsilon C (\varepsilon - U_0 - U_1)$$

$$I_m = \sqrt{\frac{C U_1^2 - C (\varepsilon - U_0)^2 + 2 \varepsilon C (\varepsilon - U_0 - U_1)}{L}}$$

$$= \sqrt{\frac{40 \cdot 10^{-6} (25 - 64 + 2 \cdot 9 \cdot 3)}{0,1}} \quad A = 2 \cdot 10^{-2} \sqrt{15} \text{ A}$$

$$\approx 8 \cdot 10^{-2} \text{ A} = 80 \mu\text{A}$$

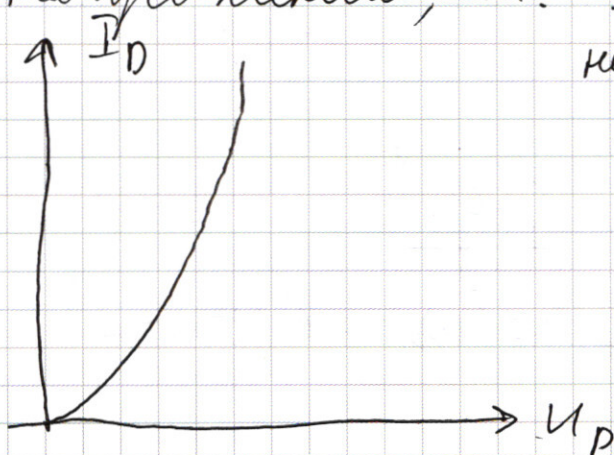
3) Рассмотрим сеть в момент t , когда ~~уже~~ режим установился, ток через $\uparrow$ нет $\Rightarrow$ ток в цепи нет $i_L(t) = 0$



используем
метод
потенциалов.

$$U_C(t) = E = U_2 = 9 \text{ В.}$$

На диоде не будет падения напряжения, т.к. ток отсутствует, а настоящая ВАХ диода, выглядит как экспонента.

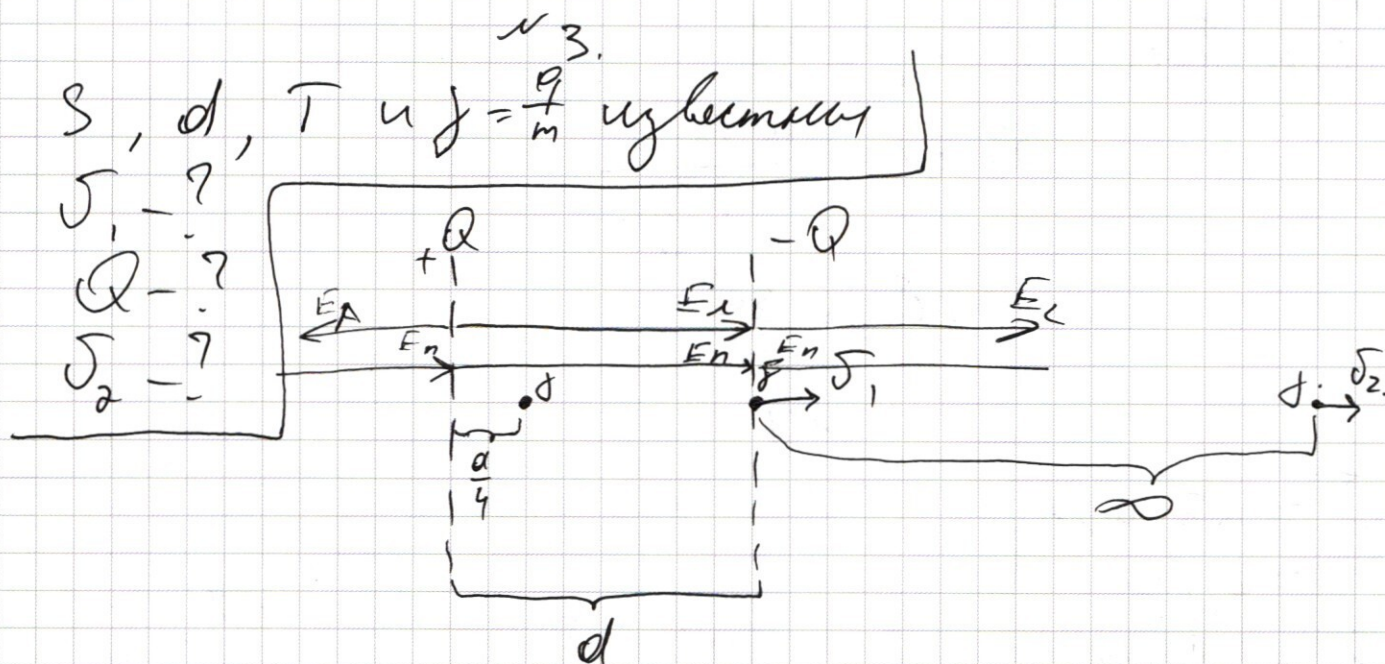


Ответ: 1) $\dot{I}(0) = \frac{E - U_1}{L} = 40 \frac{\text{A}}{\text{с}}$

$$I_m = \sqrt{\frac{C(U_1^2 - (E - U_0)^2 + 2E(E - U_1))}{L}} \approx 80 \mu\text{A}$$

$$U_2 = E = 9 \text{ В.}$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА



$E_{\text{левой пластины}} = E_{\text{правой пластины}}, \text{ т.к.}$

$$E = \frac{|\sigma|}{2\epsilon_0} = \frac{|\pm Q|}{2\epsilon_0 S} = \frac{Q}{2\epsilon_0 S}$$

$$E_{\text{внутри}} = 2E = \frac{Q}{\epsilon_0 S} \Rightarrow F = \frac{Q}{\epsilon_0 S} \cdot q$$

Поле однородное $\Rightarrow F$ везде
постоянна (внутри конф.) $\Rightarrow$

$a = \text{const}$

$$23 \text{ м: } mQ = F \Rightarrow a = \frac{Qq}{\epsilon_0 S m} = \frac{Qj}{\epsilon_0 S}$$

Путь в области $l = d - \frac{d}{4} = \frac{3}{4}d$

$$\frac{3}{4}d = \frac{aT^2}{2} \Rightarrow \frac{3}{2} \frac{d}{T^2} = a \Rightarrow \frac{3d}{2T^2} = \frac{Qj}{\epsilon_0 S} \Rightarrow$$

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

$$[J_1 = aT = \frac{3d}{2T}]$$

Евнешняя = 0 $\Rightarrow$ F за пределами сферы
равна нулю $\Rightarrow a=0 \Rightarrow J_2 = J_1 = \frac{3d}{2T}$.

Ответ: 1) $J_1 = \frac{3d}{2T}$

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

3) $J_2 = \frac{3d}{2T}$

н.л.

$$J = 68 \text{ м/с}$$

$$m = 0,1 \text{ кг}$$

$$R = 1,9 \text{ м}$$

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

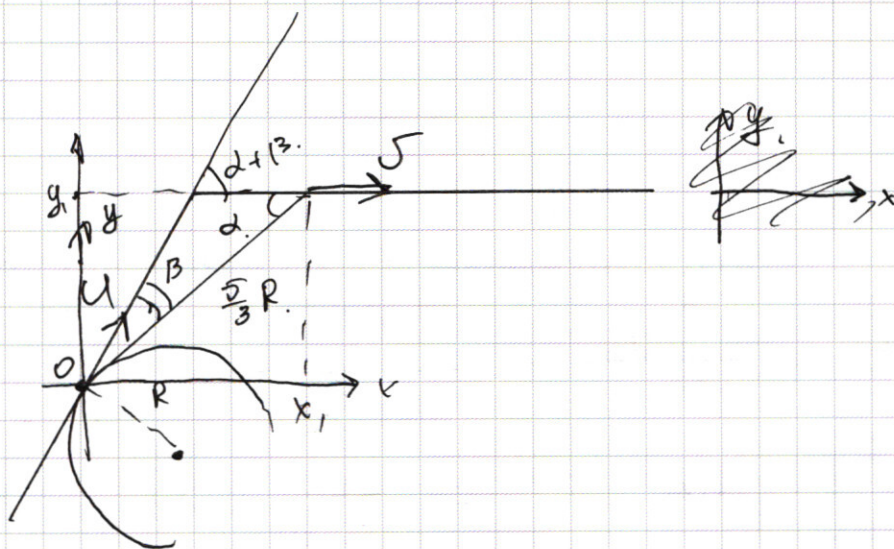
$$\cos \alpha = \frac{15}{17}$$

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

u - ?

u от - ?

T - ?



1) Нет переставки $\Rightarrow$
ее длина постоянна, $\Rightarrow u_{отн} \perp l$

Рассмотрим движение тела за очень
малое dt :

смещение центра: $x = u dt \cos(\alpha + \beta)$.

$y = u dt \sin(\alpha + \beta)$

смещение тела по окружности: $y = 0$; $x = x_1 + J dt$.

$$\sqrt{x_1^2 + y_1^2} = l; \quad l = \sqrt{(x_1 + J dt - u dt \cos(\alpha + \beta))^2 + (y_1 - u dt \sin(\alpha + \beta))^2}$$

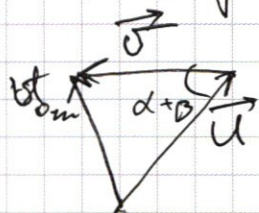
ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

П.к. тело не деформируется, то проекции скоростей на ось равны $\Rightarrow$

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

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

2) рисуем Δ скоростей:



По теореме косинусов:

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

$$\sin \alpha = \frac{8}{17}$$

$$\sin \beta = \frac{3}{5}$$

$$\left. \begin{array}{l} \sin \alpha = \frac{8}{17} \\ \sin \beta = \frac{3}{5} \end{array} \right\} \cos(\alpha + \beta) = \cos \alpha \cos \beta - \sin \alpha \sin \beta = -\frac{36}{85}$$

$$u_{отн} = \sqrt{68^2 + 75^2 - 2 \cdot 75 \cdot 68 \cdot \frac{36}{85}} =$$

$$= \sqrt{5929} \approx 75 \text{ м/с}$$

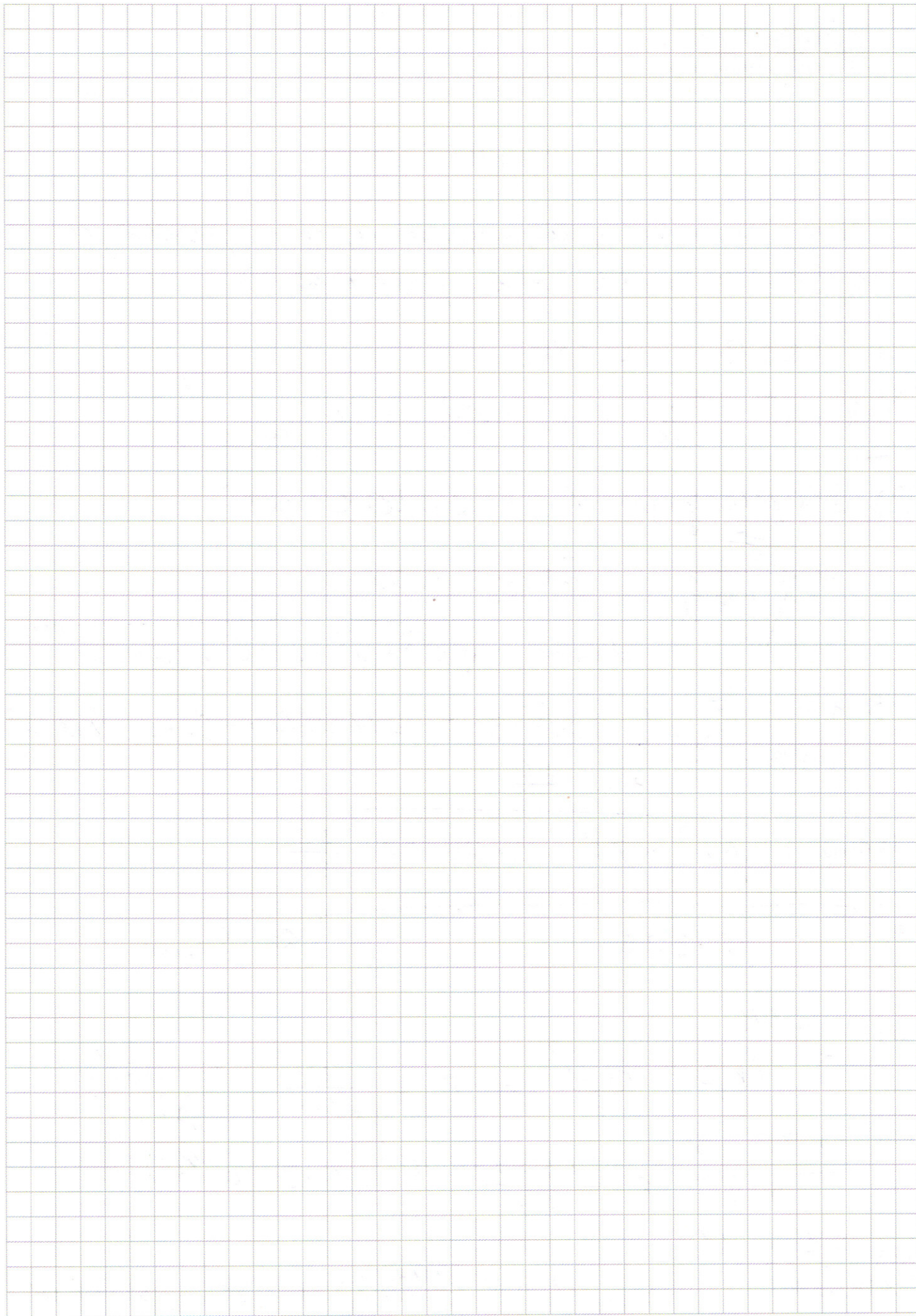
3). 234:

$$T \sin \beta = \frac{mu^2}{R} \Rightarrow T = \frac{mu^2}{R \sin \beta} = \frac{0,1 \cdot 75^2 \cdot 5}{19 \cdot 3} =$$

$$= \frac{0,75^2 \cdot 5}{19 \cdot 3} \approx \frac{104,57 \cdot 5 \cdot 10^{-4}}{57} = 520 \cdot 10^{-4} \text{ Н} =$$

$$= 0,5 \text{ Н}$$

Ответ: 1) 75 м/с ($u = v \frac{\cos \alpha}{\cos \beta}$) 2) $u = 75 \text{ м/с}$ 3) $T = 0,5 \text{ Н}$



☐ черновик ☐ чистовик
(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №__
(Нумеровать только чистовики)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$$Q_n = \frac{5}{2} \nu R T (n^2 - 1) + \frac{3}{2} \nu R T (n - 1) =$$

$$= \frac{pV}{2} (n - 1) (5n + 5 + 3) \Rightarrow$$

$$\eta = \frac{\frac{pV}{2} (n - 1) (n - 1)}{\frac{pV}{2} (n - 1) (5n + 8)} = \frac{n - 1}{5n + 8}$$

$$\eta' = ((n - 1)(5n + 8)^{-1})' = \frac{1}{5n + 8} - \frac{n - 1}{(5n + 8)^2} =$$

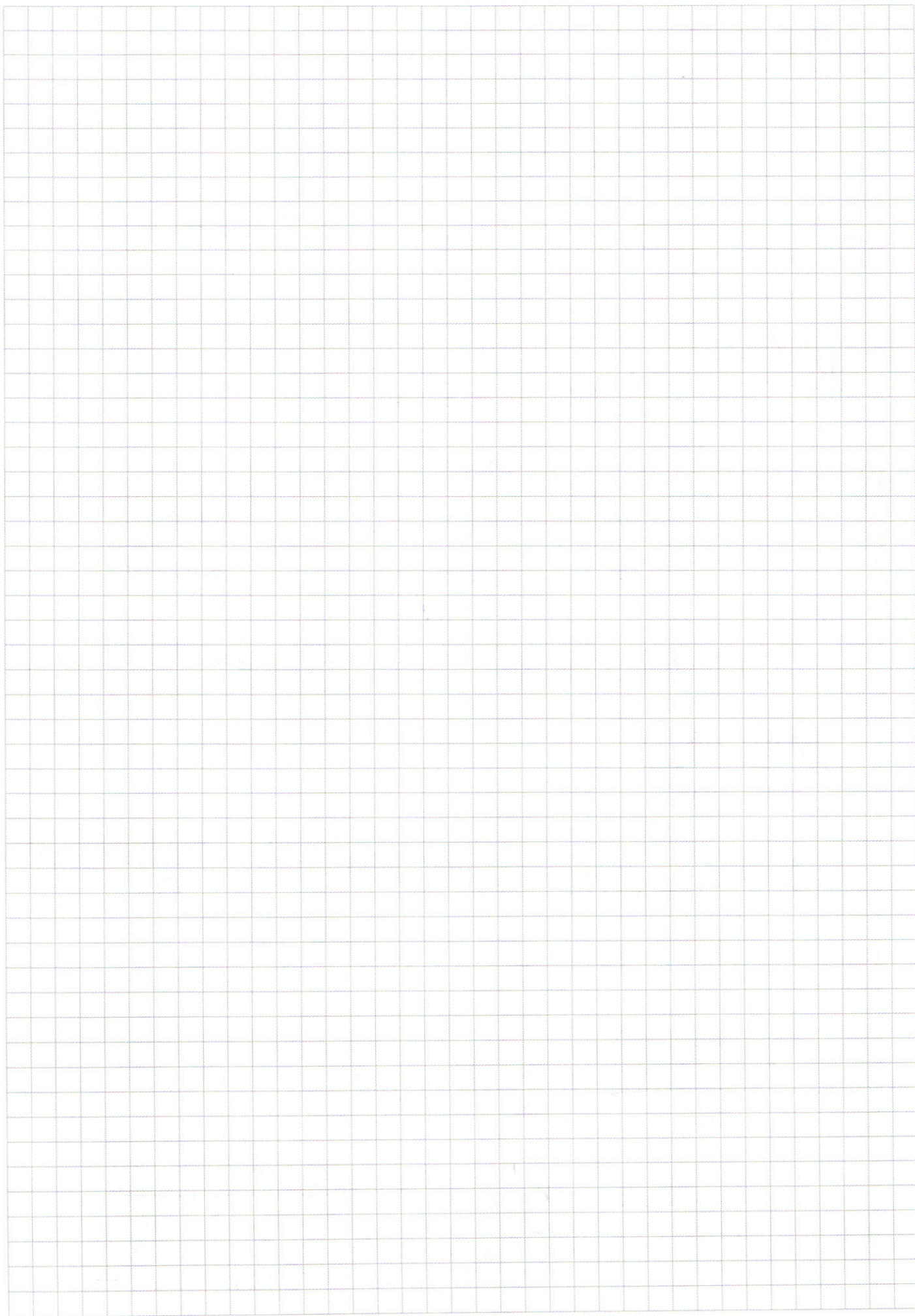
$$= \frac{4n + 9}{(5n + 8)^2}$$

$$\sum q_k = \frac{1}{2} (nV - V) (np - p) = \frac{pV}{2} (n - 1)^2$$

$$Q_n = \frac{3}{2} pV (n - 1) + \frac{5}{2} pV n (n^2 - 1) =$$

$$= \frac{pV (n - 1)}{2} \left(\frac{3}{2} + 5n \right)$$

$$\eta = \frac{n - 1}{3 + 5n} \quad \eta' = \frac{(3 + 5n) - 5(n - 1)}{(3 + 5n)^2} = \frac{3 + 5n - 5n + 5}{(3 + 5n)^2} = \frac{8}{(3 + 5n)^2}$$

☒ черновик ☐ чистовик
(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №__
(Нумеровать только чистовики)

85

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$$\eta = \frac{30}{49} \frac{n-1}{3+5n} = \eta(n) \quad \frac{n-1}{3+5n}$$

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

$$= \frac{30 + 5n - 5n + 5}{9 + 30n + 25n^2} = \frac{8}{9 + 30n + 25n^2}$$

$$(9 + 30n + 25n^2)' = 30 + 50n = 0$$

$n =$

$$\eta' = (n-1)' \left(\frac{1}{3+5n} \right)' = \frac{n}{3+5n} + \frac{(n-1)5}{(3+5n)^2} =$$

$$= \frac{3n + 5n^2 + 5n - 5}{(3+5n)^2} = \frac{5n^2 + 8n - 5}{(3+5n)^2}$$

$$40 \cdot 10^{-6} \cdot 25 - 40 \cdot 10^{-6} \cdot 64 + 2 \cdot 40 \cdot 10^{-6} \cdot 9 \cdot 3$$

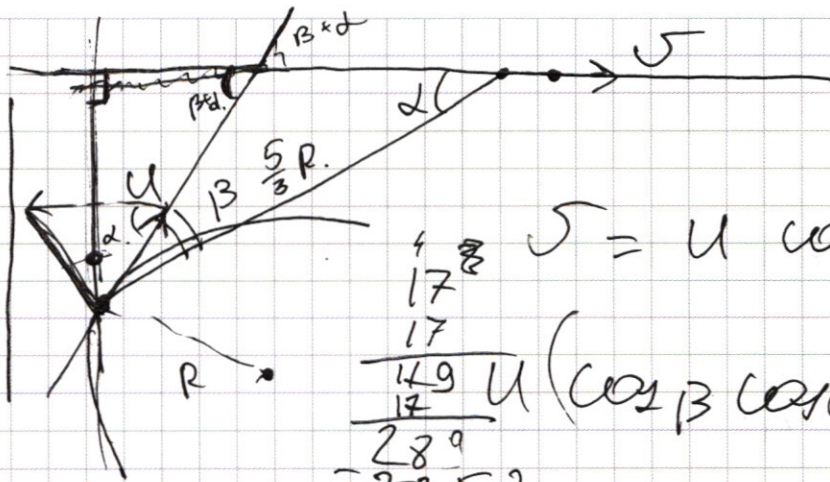
0,1

$$= 4 \cdot 10^{-4} (25 - 64 + 54) = 2 \cdot 10^{-2} \sqrt{15} \approx$$

$$\approx 8 \cdot 10^{-2} \text{ A} = 80 \text{ } \mu\text{A}$$

$$Q_n = \frac{5}{2} R V T (n^2 - 1) + \frac{3}{2} R V T (n - 1) =$$

$$= p V (n - 1) \left(\frac{5}{2} (n + 1) + \frac{3}{2} \right) = p V (n - 1) \left(\frac{5}{2} n + \frac{8}{2} \right)$$



$$J = u \cos(\beta + \alpha) =$$

$$\frac{17}{17} u (\cos \beta \cos \alpha - \sin \beta \sin \alpha) =$$

$$\frac{149}{17} u$$

$$\sin \alpha = 1 - \frac{225}{289} = \frac{64}{289}$$

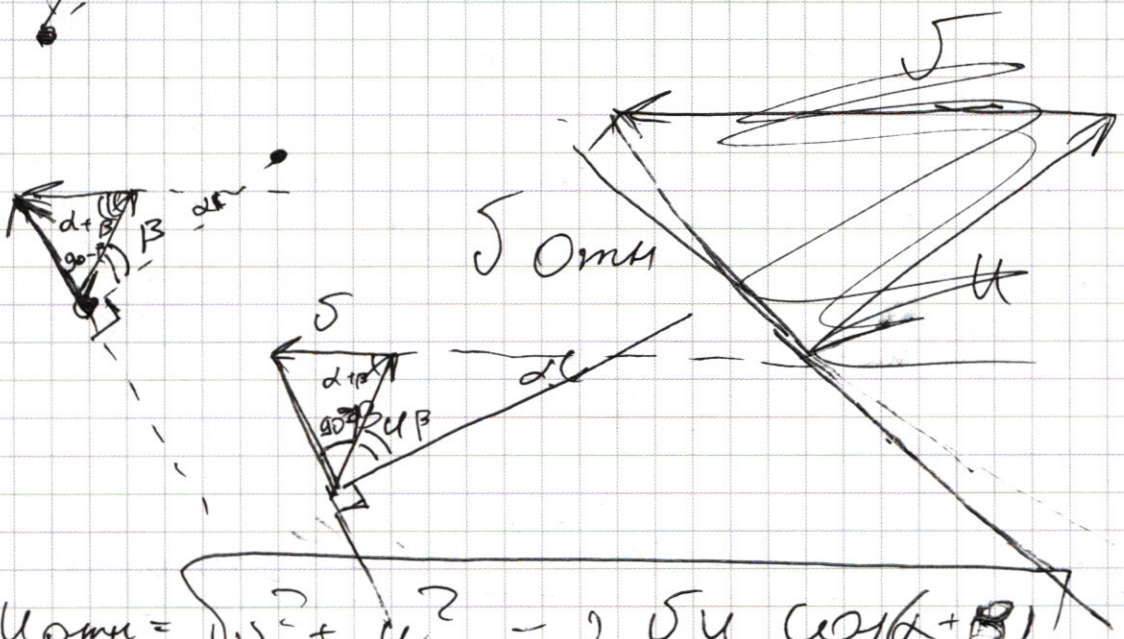
$$\sin \alpha = \frac{8}{17}$$

$$\sin \beta = \frac{3}{5}$$



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

$$J \Delta t = \sqrt{(u \cos(\beta + \alpha) \Delta t)^2 + (u \sin(\beta + \alpha) \Delta t)^2}$$



$$u_{отн} = \sqrt{u^2 + J^2 - 2uJ \cos(\alpha + \beta)}$$

$$J = \sqrt{u^2 + u_{отн}^2 - 2u u_{отн} \sin \beta}$$

$$u_{отн}^2 = J^2 + u^2 - 2J u \cdot \frac{36}{17 \cdot 5}$$

$$J^2 = u^2 + u_{отн}^2 - 2u u_{отн} \cdot \frac{8}{5}$$

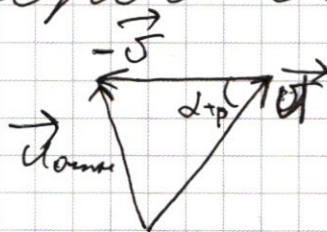
ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$$\begin{aligned}
 l &= \sqrt{x_1^2 + x_1^2 \cdot 5 dt - x_1 \cdot u dt \cos(\alpha + \beta) +} \\
 &+ x_1 \cdot 5 dt + (5 dt)^2 - 5 dt \cdot u dt \cos(\alpha + \beta) - \\
 &- x_1 \cdot u dt \cos(\alpha + \beta) - u dt \cdot 5 dt \cos(\alpha + \beta) + u^2 dt^2 + \cos^2(\alpha + \beta) \cdot \\
 &+ y_1^2 - 2 y_1 \cdot u dt \sin(\alpha + \beta) + (u dt \sin(\alpha + \beta))^2 = \\
 &= \sqrt{l^2 + 2 x_1 \cdot 5 dt - 2 x_1 \cdot u dt \cos(\alpha + \beta) + (5 dt)^2}
 \end{aligned}$$

П.р. миты переставили, то
крайние точки должны двигаться
на одинаковые расстояния
за одинаковое время:

$$u dt = 5 dt \Rightarrow 5 = u = 68 \text{ м/с}$$

2) Нарисуем треугольник
скоростей:



$u_{отн} \cos \alpha$:

$$u_{отн} = \sqrt{5^2 + 5^2 - 2 \cdot 5^2 \cdot \cos(\alpha + \beta)}$$

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

$$\sin \alpha = \sqrt{1 - \cos^2 \alpha} = \frac{8}{17}$$

$$\sin \beta = \sqrt{1 - \cos^2 \beta} = \frac{3}{5}$$

$$\left. \begin{aligned} \cos \alpha &= \frac{15}{17} \\ \cos \beta &= \frac{4}{5} \end{aligned} \right\} \cos(\alpha + \beta) =$$

$$\frac{15 \cdot 4}{5.17} - \frac{8 \cdot 3}{5.17} = \frac{36}{5.17}$$

$$u_{\text{амп}} = 5 \sqrt{2 \left(1 - \frac{36}{85} \right)} = \sqrt{\frac{2 \cdot 49}{85}} =$$

$$= 7 \sqrt{\frac{2}{85}} \approx 7.68 \cdot \frac{3}{2.9} \text{ см/с} = \frac{21}{9} \cdot 39 =$$

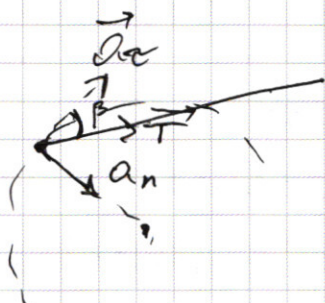
$$= 91 \text{ см/с.}$$

$$\begin{array}{r} \times 21 \\ 39 \\ \hline 189 \\ 63 \\ \hline 819 \end{array} \begin{array}{r} 9 \\ 191 \end{array}$$

7

5965

3)



23M на радиусе.

$$T \sin \beta = m a_n$$

$$T = \frac{m v^2}{R}$$

$$5 \cdot \frac{15}{17} = u \cdot \frac{4}{5} \Rightarrow u = 5 \cdot \frac{75}{68}$$

$$68^2 = 4624 - 2 \cdot 70 \cdot 2 + 4 =$$

$$= 4624$$

$$\begin{array}{r} 375 \\ \times 5929 \\ \hline 375 \\ 525 \\ 5625 \\ \hline 5929 \end{array} \approx 104.57$$

$$\begin{array}{r} 2 \cdot 15 \cdot 68 \cdot \frac{36}{17} \\ \times 36 \\ \hline 180 \\ 36 \\ \hline 3540 \\ \times 8 \\ \hline 4320 \end{array} - \begin{array}{r} 4624 \\ 4320 \\ \hline 304 \end{array}$$