

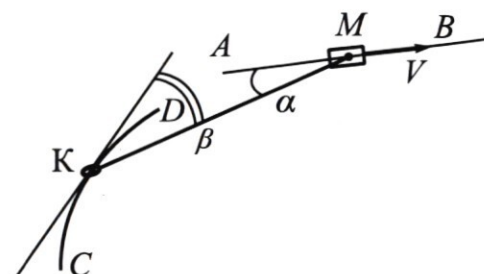
Олимпиада «Физтех» по физике, 1

Вариант 11-03

Класс 11

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

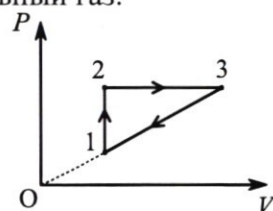
1. Муфту М двигают со скоростью $V = 34$ см/с по горизонтальной направляющей АВ (см. рис.). Кольцо К массой $m = 0,3$ кг может двигаться без трения по проволоке CD в виде дуги окружности радиусом $R = 0,53$ м. Кольцо и муфта связаны легкой нитью длиной $l = 5R/4$. Система находится в одной горизонтальной плоскости. В некоторый момент нить составляет угол α ($\cos \alpha = 15/17$) с направлением движения муфты и угол β ($\cos \beta = 3/5$) 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 изменения внутренней энергии газа к работе газа.
- 3) Найти предельно возможное максимальное значение КПД такого цикла.

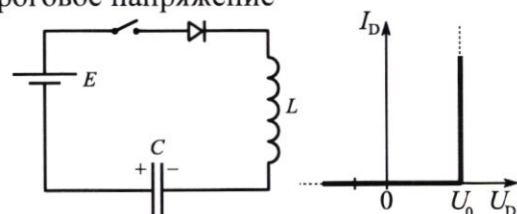


3. Обкладки конденсатора – круглые металлические сетки, радиус обкладок намного больше расстояния d между обкладками. Из точки, находящейся между обкладками на оси симметрии на расстоянии $0,3d$ от отрицательно заряженной обкладки стартует с нулевой начальной скоростью отрицательно заряженная частица и вылетает из конденсатора перпендикулярно обкладкам со скоростью V_1 . Удельный заряд частицы $\frac{|q|}{m} = \gamma$.

- 1) Через какое время T частица будет находиться на одинаковых расстояниях от обкладок?
- 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 $E = 6$ В, конденсатор емкостью $C = 40$ мкФ заряжен до напряжения $U_1 = 2$ В, индуктивность идеальной катушки $L = 0,1$ Гн. Вольтамперная характеристика диода дана на рисунке, пороговое напряжение диода $U_0 = 1$ В. Ключ замыкают.



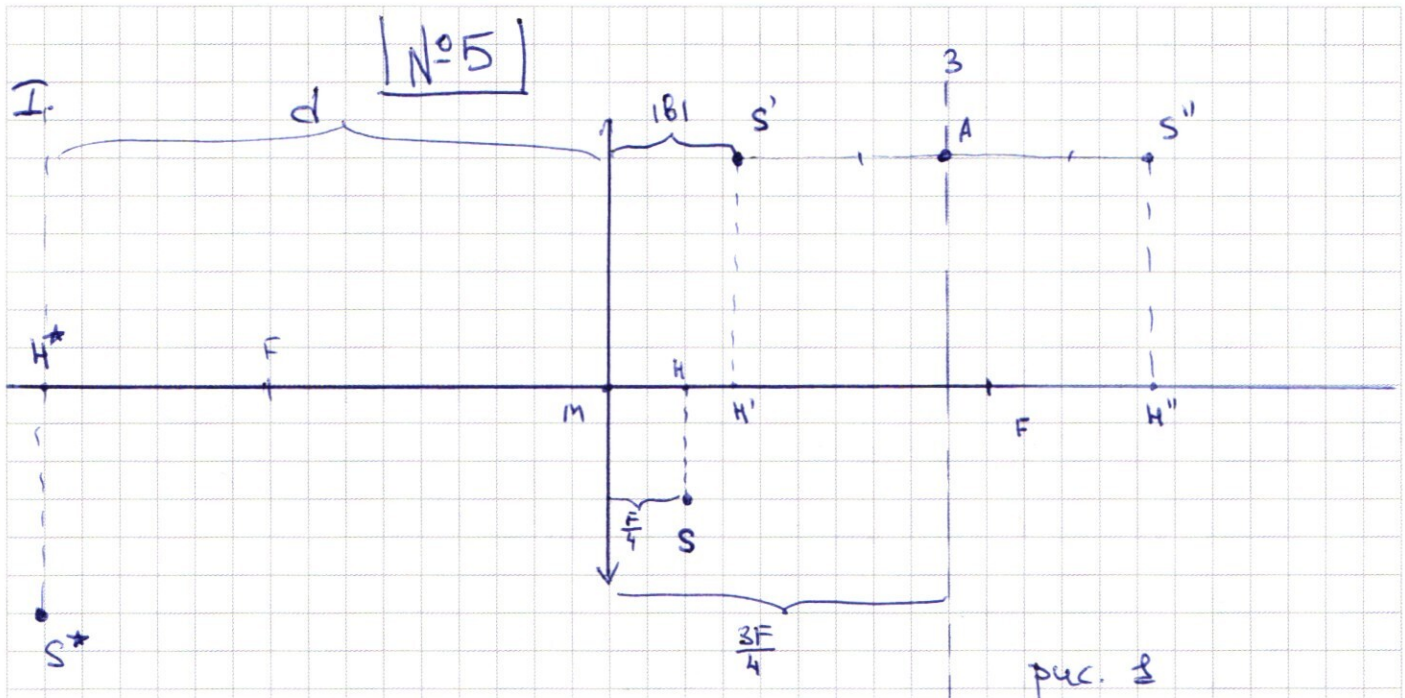
- 1) Найти скорость возрастания тока сразу после замыкания ключа.
- 2) Найти максимальный ток после замыкания ключа.
- 3) Найти установившееся напряжение U_2 на конденсаторе после замыкания ключа.

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 плоскости $F/4$ от линзы. Линза и источник неподвижны, а зеркало движется со скоростью V вдоль оси OO_1 . В некоторый момент зеркало оказалось на расстоянии $3F/4$ 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



Как строится изображение источника в этой системе:

- ① S' - изображение S через линзу $\Rightarrow$ ф-ла тонкой

линзы:

$$\frac{1}{\frac{F}{4}} + \frac{1}{b} = \frac{1}{F}$$

$$\frac{1}{b} = \frac{1}{F} - \frac{4}{F} = -\frac{3}{F} \Rightarrow b = -\frac{F}{3} \text{ - изображение мнимое.}$$

$$\Gamma = \frac{|b|}{\frac{F}{4}} = 4, \quad \frac{|b|}{F} = 4 \cdot \frac{\frac{F}{3}}{F} = \frac{4}{3}$$

$$\Gamma_1 = \frac{H'S'}{HS} \Rightarrow H'S' = \Gamma_1 \cdot HS = \frac{4}{3} \cdot \frac{3}{4} F = F$$

- ② Строится S'' - изображение S' в зеркале:

$$S'A = AS'' \quad \& \quad H'S' = H''S'' = F$$

$$MH'' = |b| + 2AS' = |b| + 2\left(\frac{3F}{4} - |b|\right) = \frac{3F}{2} - |b| = \frac{3F}{2} - \frac{F}{3} = \frac{7}{6}F$$

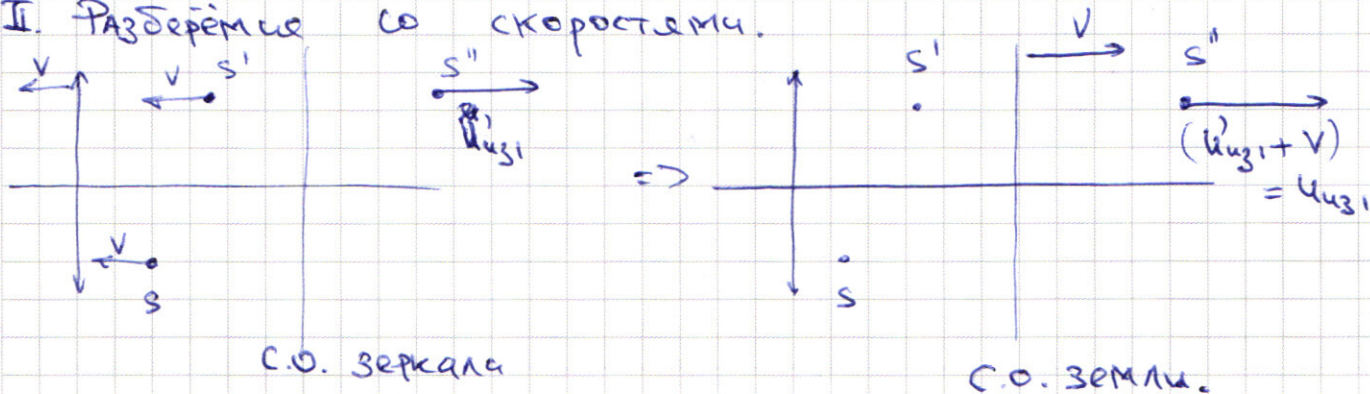
- ③ S^* - изображение S'' через линзу - конечное изображен.

Ф-ла тонкой линзы:

$$\frac{1}{d} + \frac{1}{MH''} = \frac{1}{F}$$

$$\frac{1}{d} = \frac{1}{F} - \frac{1}{\frac{7}{6}F} = \frac{1}{F} \left(1 - \frac{6}{7} \right) = \frac{1}{7F} \Rightarrow d = 7F$$

II. Разберёмся со скоростями.



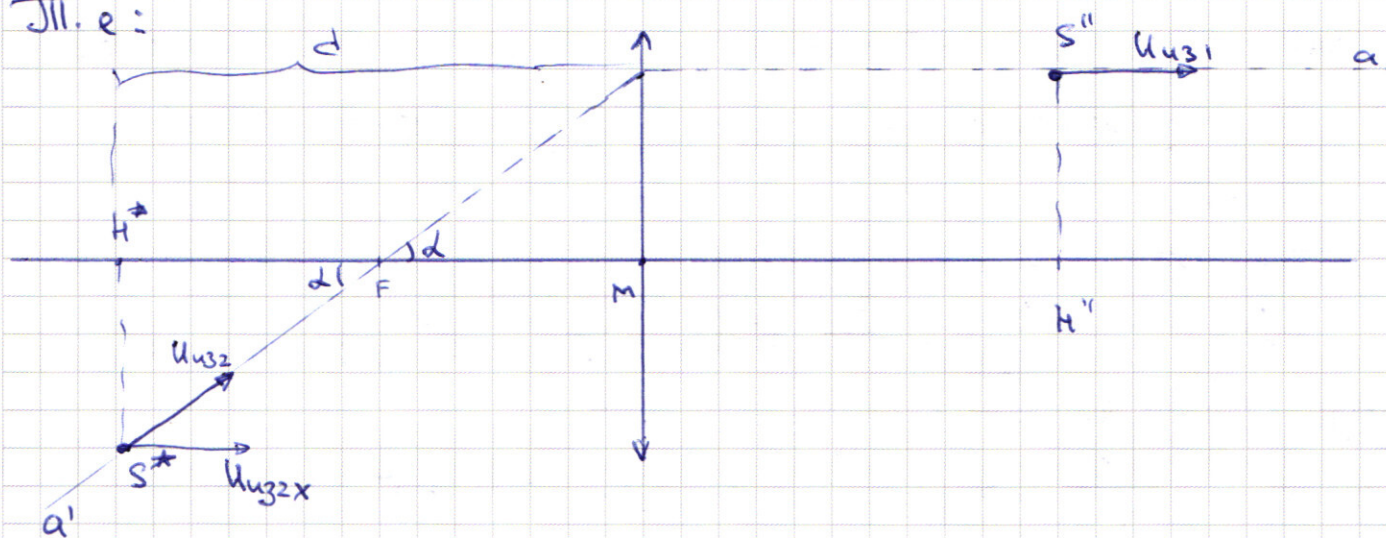
Перейдём в С.О. Зеркала:

Заметим, что $u'_{z1} = V$ (скорости S' и S'')

В С.О. Земли:

$$u_{z1} = u'_{z1} + V = V + V = 2V.$$

III. е:



III. е. S'' движется вдоль прямой a

$\Rightarrow S^*$ будет двигаться вдоль a' -изображ.

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{S''H''}{MF} = \frac{F}{F} = 1 \Rightarrow \alpha = \frac{\pi}{4} = 45^\circ$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

~~$$\Gamma_2 = \frac{d}{mH^*} = \frac{7F}{\frac{7}{6}F} = 6$$~~

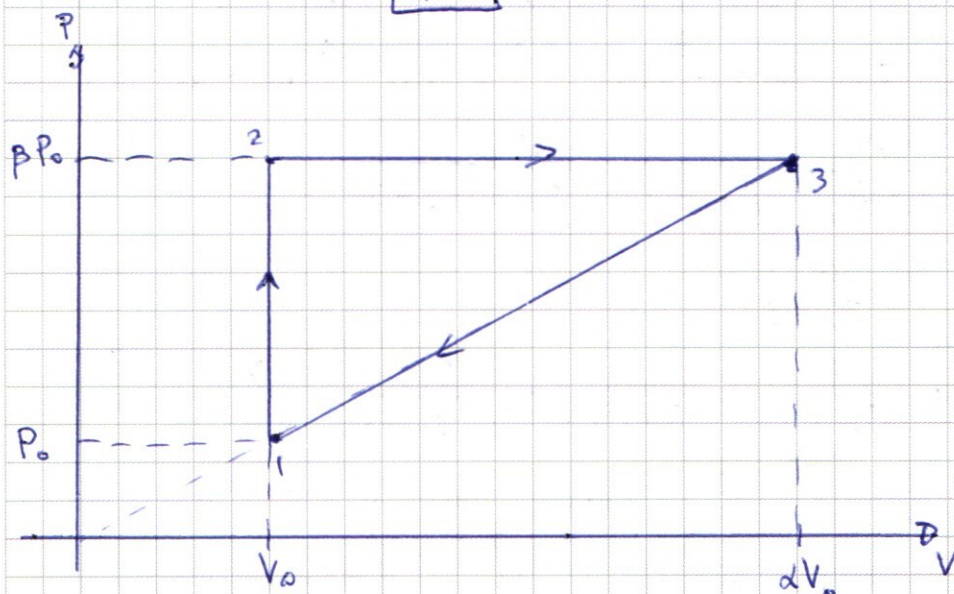
$$U_{\text{из2x}} = \Gamma_2^2 \cdot U_{\text{из1}} = 36 \cdot U_{\text{из1}} = 72 \cdot V$$

$$U_{\text{из2}} \cdot \cos \frac{\pi}{4} = U_{\text{из2x}}$$

$$\Rightarrow U_{\text{из2}} = \sqrt{2} \cdot U_{\text{из2x}} = \sqrt{2} \cdot 72 \text{ V} = 72\sqrt{2} \text{ V}$$

- ОТВЕТ:
- 1) $d = 7F$
 - 2) $\text{tg } \alpha = 1$
 - 3) $U_{\text{из2}} = 72\sqrt{2} \text{ V}$

N°2



$$U_{3-3a} \quad (1-3): \quad \frac{P_0}{V_0} = \frac{3P_0}{2V_0} \Rightarrow \beta = \alpha.$$

① Температура повышается в (1-2) & (2-3)

(1-2) - изохора: $\Rightarrow$ ~~$\Delta Q = 0$~~

$$\partial Q = C_V \cdot \nu \cdot dT = \partial A + dU = 0 + \frac{3}{2} \nu R dT$$

$$\underset{\parallel}{C_V} = \frac{3}{2} R$$

(2-3) - изобара:

$$\partial Q = C_P \cdot \nu \cdot dT = \partial A + \partial U = P dV + \frac{3}{2} \nu R dT = d(PV)$$

$$+ \frac{3}{2} \nu R dT = \nu R dT + \frac{3}{2} \nu R dT = \frac{5}{2} \nu R dT$$

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

$$\frac{C_V}{C_P} = \frac{3}{5} = 0,6$$

② (2-3):

$$A_{23} = P_2 (V_3 - V_2) = \nu R (T_3 - T_2) \quad \Rightarrow \quad \frac{\Delta U_{23}}{A_{23}} = \frac{3}{2} = 1,5$$

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

③ $A_{разд} = \frac{1}{2} \cdot (\beta - 1) P_0 \cdot (\alpha - 1) V_0 = \frac{(\alpha - 1)^2}{2} \cdot P_0 V_0$

$$Q_{пол} = Q_{13} = A_{23} + \frac{3}{2} \nu R (T_3 - T_1) = \beta P_0 (\alpha - 1) V_0 + \frac{3}{2} \nu R (\beta \alpha - 1) P_0 V_0$$

$$= P_0 V_0 \left(\beta \alpha - \beta + \frac{3}{2} \beta \alpha - \frac{3}{2} \right) = P_0 V_0 \left(\frac{5}{2} \alpha^2 - \alpha - \frac{3}{2} \right)$$

$$\eta = \frac{A_{разд}}{Q_{пол}} = \frac{(\alpha - 1)^2 P_0 V_0}{2 \cdot P_0 V_0 \left(\frac{5}{2} \alpha^2 - \alpha - \frac{3}{2} \right)} = \frac{(\alpha - 1)^2}{5\alpha^2 - 2\alpha - 3}$$

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

$$\eta' = (-1) \cdot \frac{5(\alpha - 1)}{(5\alpha + 3)^2} + \frac{1}{5\alpha + 3} = \frac{1}{5\alpha + 3} \left(1 - \frac{5(\alpha - 1)}{5\alpha + 3} \right) = \frac{8}{(5\alpha + 3)^2} > 0$$

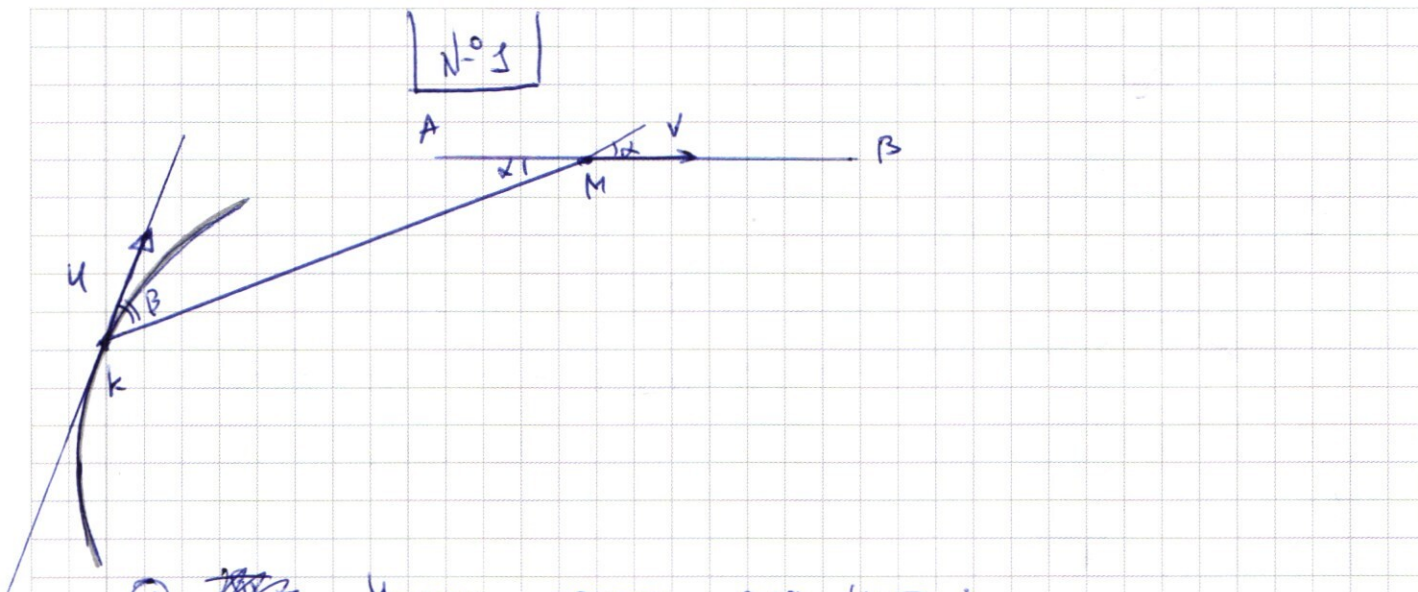
$$\Rightarrow \eta \nearrow \Rightarrow \eta_{\max} \text{ при } \alpha \rightarrow \infty.$$

$$\lim_{\alpha \rightarrow \infty} \eta = \lim_{\alpha \rightarrow \infty} \frac{\alpha - 1}{5\alpha + 3} = \lim_{\alpha \rightarrow \infty} \frac{1 - \frac{1}{\alpha}}{5 + \frac{3}{\alpha}} = \frac{1}{5} = \eta_{\max}$$

Ответ: 1) $\frac{C_V}{C_P} = \frac{3}{5} = 0,6$; 2) $\frac{\Delta U_{23}}{A_{23}} = \frac{3}{2} = 1,5$

3) $\eta_{\max} = \frac{1}{5}$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

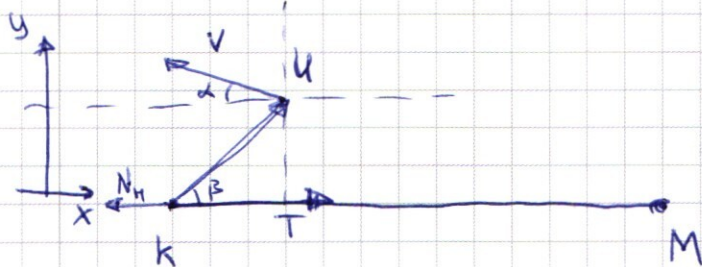


① Ур-ние связи для нити:

$$u \cos \beta = V \cos \alpha$$

$$\Rightarrow u = \frac{\cos \alpha}{\cos \beta} \cdot V = \frac{15}{17} \cdot \frac{5}{3} \cdot 34 = \frac{25}{17} \cdot 34 = 50 \text{ см/с}$$

② В С.О. муфты:



$$u_y' = u \cdot \sin \beta + V \cdot \sin \alpha$$

$$\sin \beta = \sqrt{1 - \cos^2 \beta} = \sqrt{1 - \frac{9}{25}} = \frac{4}{5}$$

$$\sin \alpha = \sqrt{1 - \frac{15^2}{17^2}} = \frac{1}{17} \sqrt{2 \cdot 32} = \frac{8}{17}$$

$$u_y' = 50 \cdot \frac{4}{5} + 34 \cdot \frac{8}{17} = 40 + 16 = 56 \text{ см/с} = 0,56 \text{ м/с}$$

$$u_x' = u \cos \beta - V \cos \alpha = 0$$

$$\Rightarrow u' = u_y' = 0,56 \text{ м/с}$$

③ Заметим, что т.к. муфту двигали равномерно $\Rightarrow$

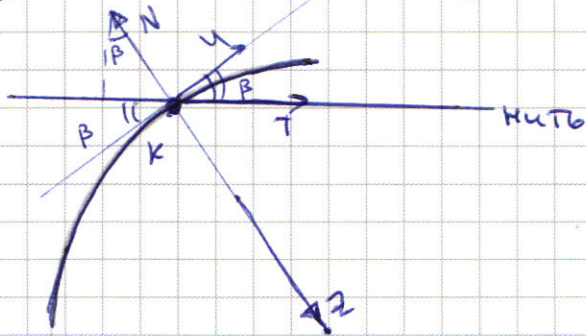
С.О. муфты инерциальна, т.е. $a_m = 0$

$\Rightarrow$ в С.О. муфты муфта является центром вращения для кольца:

$\rightarrow$ на (Ox) II з. Ньютона для кольца:

$$m \cdot \frac{u'^2}{e} = T - N_H \quad (1)$$

③ В С.О. Земли:



1) $N_H = N \cdot \sin \beta$

2) $N \perp u$, т.к. нет силы трения.

3) II з. Ньютона на (Oz) :

$$m \cdot \frac{u^2}{R} = T \cdot \sin \beta - N \quad (2)$$

④ (1) & (2):

$$\left\{ \begin{array}{l} m \cdot \frac{u'^2}{e} = T - N \sin \beta \\ m \cdot \frac{u^2}{R} = T \cdot \sin \beta - N \cdot \sin \beta \end{array} \right.$$

$$\left\{ \begin{array}{l} m \cdot \frac{u'^2}{e} = T - N \sin \beta \\ m \cdot \frac{u^2}{R} = T \cdot \sin \beta - N \cdot \sin \beta \end{array} \right.$$

$$\left\{ \begin{array}{l} m \cdot \frac{u'^2}{e} = T - N \sin \beta \\ m \cdot \frac{u^2}{R} \sin \beta = T \sin^2 \beta - N \sin \beta \end{array} \right.$$

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

$$m \cdot \left(\frac{u'^2}{e} - \frac{u^2 \cdot \sin \beta}{R} \right) = T(1 - \sin^2 \beta) = T \cdot \cos^2 \beta$$

$$m \cdot \left(\frac{u'^2}{\frac{5}{4}R} - \frac{u^2}{R} \cdot \frac{4}{5} \right) = T \cdot \cos^2 \beta$$

$$T \cdot \frac{4}{25} = m \cdot \frac{4}{5} \cdot \frac{1}{R} (u'^2 - u^2)$$

$$T \cdot \frac{4}{25} = 4m \cdot \frac{1}{R} \cdot (u'^2 - u^2)$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$$T = \frac{20}{9} \cdot \frac{m}{R} (0,56^2 - 0,5^2) = \frac{20}{9} \cdot \frac{0,3}{0,53} \cdot (0,06 \cdot 1,06) \\ = \frac{20}{9} \cdot 0,3 \cdot 0,06 \cdot 2 = \frac{20 \cdot 2 \cdot 3 \cdot 6}{9} \cdot 10^{-3} = 20 \cdot 2 \cdot 2 \cdot 10^{-3} \\ = 20 \cdot 4 \cdot 10^{-3} = 80 \cdot 10^{-3} \text{ Н} = 80 \text{ мН}$$

ОТВЕТ: 1) $U = 50 \text{ см/с}$
2) $U' = 56 \text{ см/с}$
3) $T = 80 \text{ мН}$.

№ 4

1) Распишем потенциалы.

$\varphi_2 - 0 = \dot{I}L$

$E + U_r - \varphi_2 = U_0$ - усл. открытого диода

$\dot{I}L = E + U_r - U_0$

$\Rightarrow \dot{I} = \frac{E + U_r - U_0}{L} = \frac{6 + 2 - 1}{0,1} = \frac{7}{0,1} = 70 \text{ А/с}$

2) Кирхгофа:

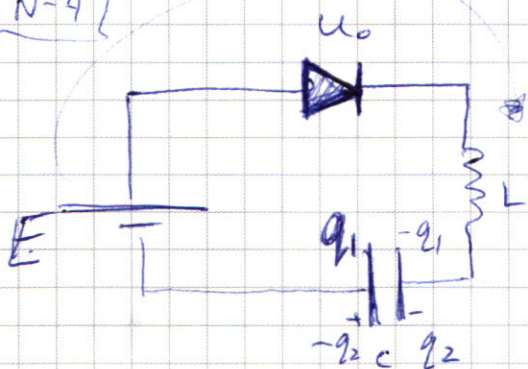
$E - \dot{I}L = U_0 + U_k$

П.к. $I - \max \Rightarrow \dot{I}L = 0$

$\Rightarrow E = U_0 + U_k \Rightarrow U_k = E - U_0 = 6 - 1 = 5 \text{ В}$

Заметим, что $dq_{\text{ист}} = -dq_k$, т.е. заряд через источник
= - заряд ~~ушедший~~ изменившийся на конденсаторе

№4



$$E - IL = U_0 + U_k \quad | \cdot dt +$$

$$E \cdot dq - dI \cdot L = U_0 dq + \frac{q \cdot dq}{C}$$

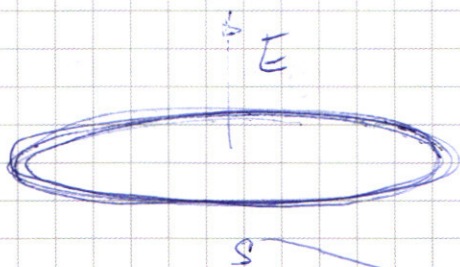
$$dq = -dq_k$$

$$\int_0^I dI \cdot L = \int_0^q E \cdot dq - U_0 dq + \frac{q_k}{C} \cdot dq_k$$

$$= E(q_1 + q_2) - U_0(q_1 + q_2) + \frac{1}{C}$$

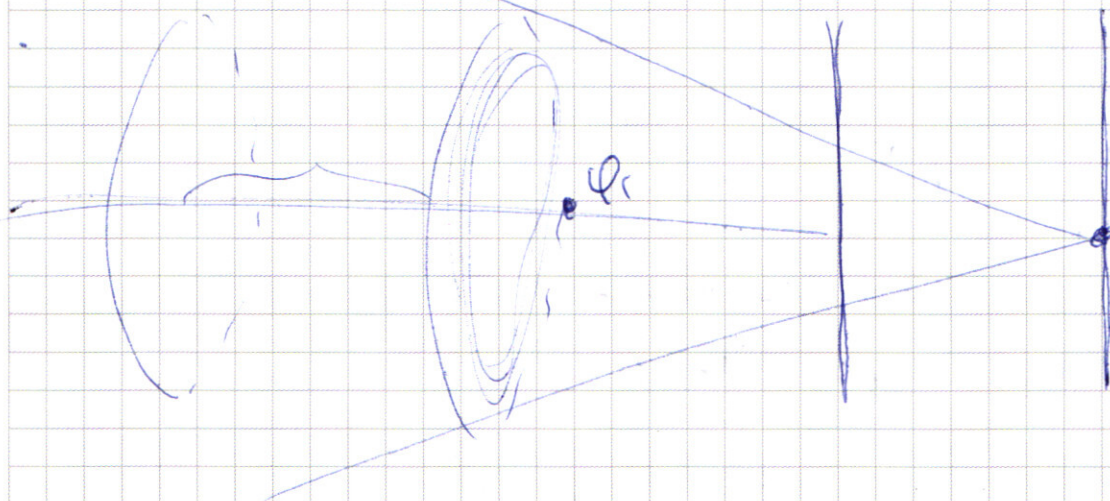
$$35 - \frac{21}{2} = \frac{70 - 21}{2} = \frac{49}{2}$$

$$\frac{Q}{S} = 8 \text{ Дж}$$



$$E \cdot 2S = \frac{\sigma \cdot S}{\epsilon_0}$$

$$E = \frac{\sigma}{2\epsilon_0}$$



ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

из уравнения Кирхгофа:

$$E - IL = U_0 + U_k \quad | \cdot I dt = dq_k$$

$$E \cdot dq_k - I \cdot dI \cdot L = U_0 \cdot dq_k + \frac{q_k \cdot dq_k}{C}$$

$$I dI \cdot L = E \cdot dq_k - U_0 dq_k - \frac{q_k}{C} \cdot dq_k$$

~~Или:~~

~~или:~~

dq_k - заряд на который увеличились
заряд $1^{я}$ обкладки конденсатора.

$$\int_0^I I dI \cdot L = \int_{-U_1}^{U_2} E \cdot C \cdot dU_k - \int_{U_1}^{U_2} U_0 \cdot C \cdot dU_k - \int_{U_1}^{U_2} C \cdot U_k \cdot dU_k$$

$$\frac{I^2}{2} L = E \cdot C (U_2 + U_1) - U_0 C (U_2 + U_1) - C \cdot \left(\frac{U_2^2}{2} - \frac{U_1^2}{2} \right) \quad (1)$$

~~или:~~

$$I_m^2 = \frac{2}{L} \left((E - U_0) C \cdot (U_2 + U_1) - C \cdot \left(\frac{U_2^2 - U_1^2}{2} \right) \right)$$

$$= \frac{2}{0,1} \left((6 - 1) \cdot (5 + 2) - \left(\frac{5^2 - 2^2}{2} \right) \right) \cdot 40 \cdot 10^{-6}$$

$$= 2 \cdot 10 \cdot 40 \cdot 10^{-6} \left(5 \cdot 7 - \frac{25 - 4}{2} \right)$$

$$= 2 \cdot 4 \cdot 10^{-4} (35 - 10,5) = 2 \cdot 4 \cdot 10^{-4} \cdot \frac{49}{2} = 4 \cdot 49 \cdot 10^{-4}$$

$$= (2 \cdot 7 \cdot 10^{-2})^2$$

$$\Rightarrow I_m = 14 \cdot 10^{-2} \text{ A} = 0,14 \text{ A.}$$

③ В установившемся режиме $I = 0$.

из (1):

$$E \cdot C(U_k - U_1) - U_0 C(U_k + U_1) - \frac{C}{2} (U_k - U_1)(U_k + U_1) = 0 \quad | : C$$

$$(U_k + U_1) \left(E - U_0 - \frac{1}{2} (U_k - U_1) \right) = 0$$

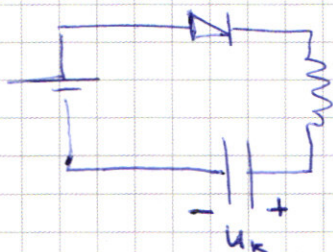
$$\begin{cases} U_k = -U_1 & \text{— начальное положение} \\ E - U_0 = \frac{1}{2} (U_k - U_1) \end{cases}$$

$$\Rightarrow E - U_0 = \frac{1}{2} (U_k - U_1)$$

$$U_k - U_1 = 2(E - U_0)$$

$$U_k = \overset{''}{U_k} = 2(E - U_0) + U_1 = 2(6 - 1) + 2 = 2 \cdot 5 + 2 = 12 \text{ В.}$$

Итак, заряден он:



Ответ:

1) $I = 70 \text{ А/с}$

2) $I_m = 0,14 \text{ А}$

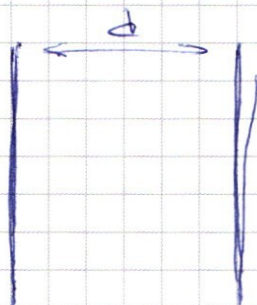
3) $U_k = 12 \text{ В}$ ~~и он заряден противоположно~~
(и он заряден противоположноначальному)

№3

① Выведем поле от равномерно заряженной круглой пластины (ка ось симметрии)

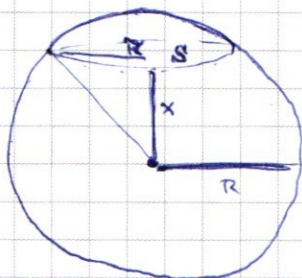
$E = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \sigma \cdot \Omega$, где Ω — телесный угол, под которым мы наблюдаем эту пластину, σ — поверхностный заряд.

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА



$$\varphi_0 - E$$

$$E = \frac{\sigma}{2\epsilon_0}$$



$$S_{\text{пов}} = 2\pi R \cdot (R-x)$$

$$\Omega = \frac{S_{\text{пов}}}{R^2} = \frac{2\pi (R-x)}{R}$$

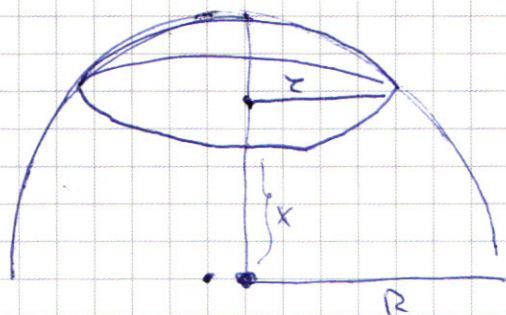
$$\Omega = 2\pi \left(1 - \frac{x}{R}\right) = 2\pi \left(1 - \frac{x}{\sqrt{x^2 + R^2}}\right)$$

$$R = \sqrt{x^2 + z^2}$$

$$= 2\pi \left(1 - \frac{1}{\sqrt{1 + \frac{z^2}{x^2}}}\right)$$

$$z \gg x$$

$$\Omega = \frac{S_{\text{пов}}}{R^2}$$



$$S_{\text{пов}} = 2\pi R(R-x)$$

$$\Omega = \frac{2\pi R(R-x)}{R^2}$$

$$= 2\pi \left(1 - \frac{x}{R}\right) = 2\pi \left(1 - \frac{x}{\sqrt{x^2 + z^2}}\right)$$

$$= 2\pi \left(1 - \frac{1}{\sqrt{1 + \frac{z^2}{x^2}}}\right)$$

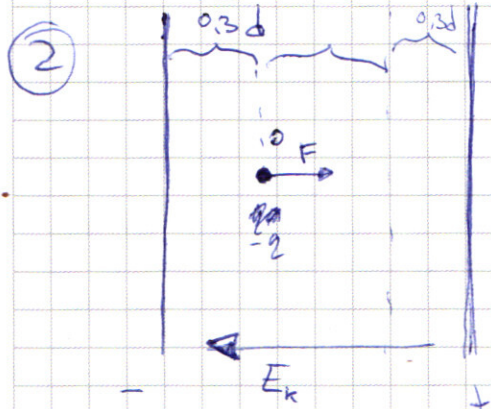
По условию $d \ll r \Rightarrow \forall x < d \Rightarrow x \ll r$

$$\Rightarrow \frac{r}{x} \rightarrow \infty \Rightarrow \frac{1}{\sqrt{1 + \frac{z^2}{x^2}}} \rightarrow 0$$

$$\Rightarrow \Omega = 2\pi$$

$$\Rightarrow E = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \sigma \cdot \Omega = \frac{\sigma}{2\epsilon_0}$$

Значит, мы будем считать поле в конденсаторе однородным и равным $2E = E_k$ (т.к. обе пластины).



$$F = q \cdot E_k = q \cdot \frac{\sigma}{\epsilon_0}$$

II. 3. Ньютона: $ma = F \Rightarrow a = \frac{q}{m} \cdot \frac{\sigma}{\epsilon_0} = \sigma \cdot \frac{\sigma}{\epsilon_0}$

Т.к. движение равноускоренное, то:

$$0,4d = \frac{a \cdot T^2}{2} \Rightarrow T^2 = 0,8d \cdot \frac{1}{a} = \frac{0,8d \cdot \epsilon_0}{\sigma \cdot \sigma} \quad (1)$$

③ Движение равноускорен $\Rightarrow 2 \cdot a \cdot (0,7d) = v_1^2 \Rightarrow a = \frac{5}{7} \cdot \frac{\sigma_1^2}{d} \quad (2)$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$$\frac{2}{5} \cdot \gamma \cdot \frac{\sigma}{\epsilon_0} \cdot 0,7d = \sigma_1^2$$

$$\frac{7}{5} \cdot \gamma \cdot \frac{1}{\epsilon_0} = \frac{Q}{S} \cdot d = \sigma_1^2$$

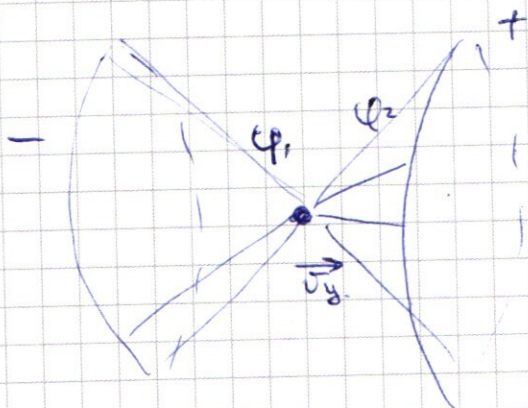
$$Q = \frac{5}{7} \cdot \frac{\sigma_1^2 \cdot \epsilon_0 \cdot S}{\gamma \cdot d}$$

④ (2) → (1):

$$T^2 = 0,8d \cdot \frac{1}{a} = \frac{4}{5} \cdot d \cdot \frac{7 \cdot d}{5 \sigma_1^2} = \frac{28 d^2}{25 \sigma_1^2}$$

$$T = \frac{2\sqrt{7} d}{5 \sigma_1} = \frac{2\sqrt{7}}{5} \frac{d}{\sigma_1}$$

⑤ На бесконечности потенциал поля от двух
круглых пластин = 0.
Но! Так же можно заметить, что
потенциал в центре конденсатора
равен нулю.



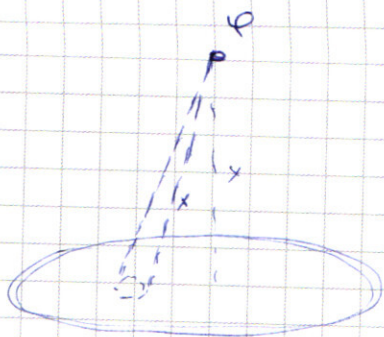
Пл.к.

$$\varphi_1 = \sum \frac{k q_-}{R}$$

$$\varphi_2 = \sum \frac{k q_+}{R}$$

с точки зрения
симметрии $|\varphi_1| = \varphi_2$, но
 $\varphi_1 = -\varphi_2 \Rightarrow \varphi_1 + \varphi_2 = 0$.

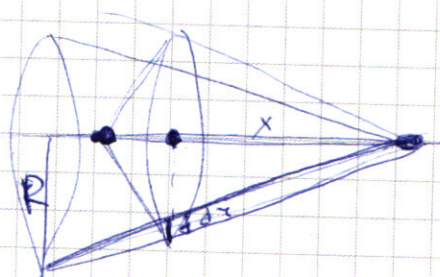
⇒ Запишем В.С. для положения, когда
частица в центре конденсатора и на бесконечности.



$$\frac{kq}{R}$$

$$\varphi = \frac{k \cdot \sigma \cdot dS}{x}$$

φ



$$E = \text{grad} \varphi$$

$$\frac{x+d}{R} = \frac{x}{R-dz}$$

$$1 - \frac{dz}{R} = \frac{x}{x+d} = \frac{1}{1 + \frac{d}{x}}$$

$$\frac{dz}{R} = R \frac{R}{1 + \frac{d}{x}}$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$$\left(\frac{m v_y^2}{2} + 0 \right)_{\text{нач}} = \left(\frac{m V_2^2}{2} + 0 \right)_{\text{кон}}$$

$\uparrow$ потенциал в центре $\uparrow$ φ_{∞}

$$v_y = V_2.$$

④ Найдём v_y :

Относительно центральной & центр. точки:

$$2 \cdot a \cdot 0,2d = v_y^2 - 0$$

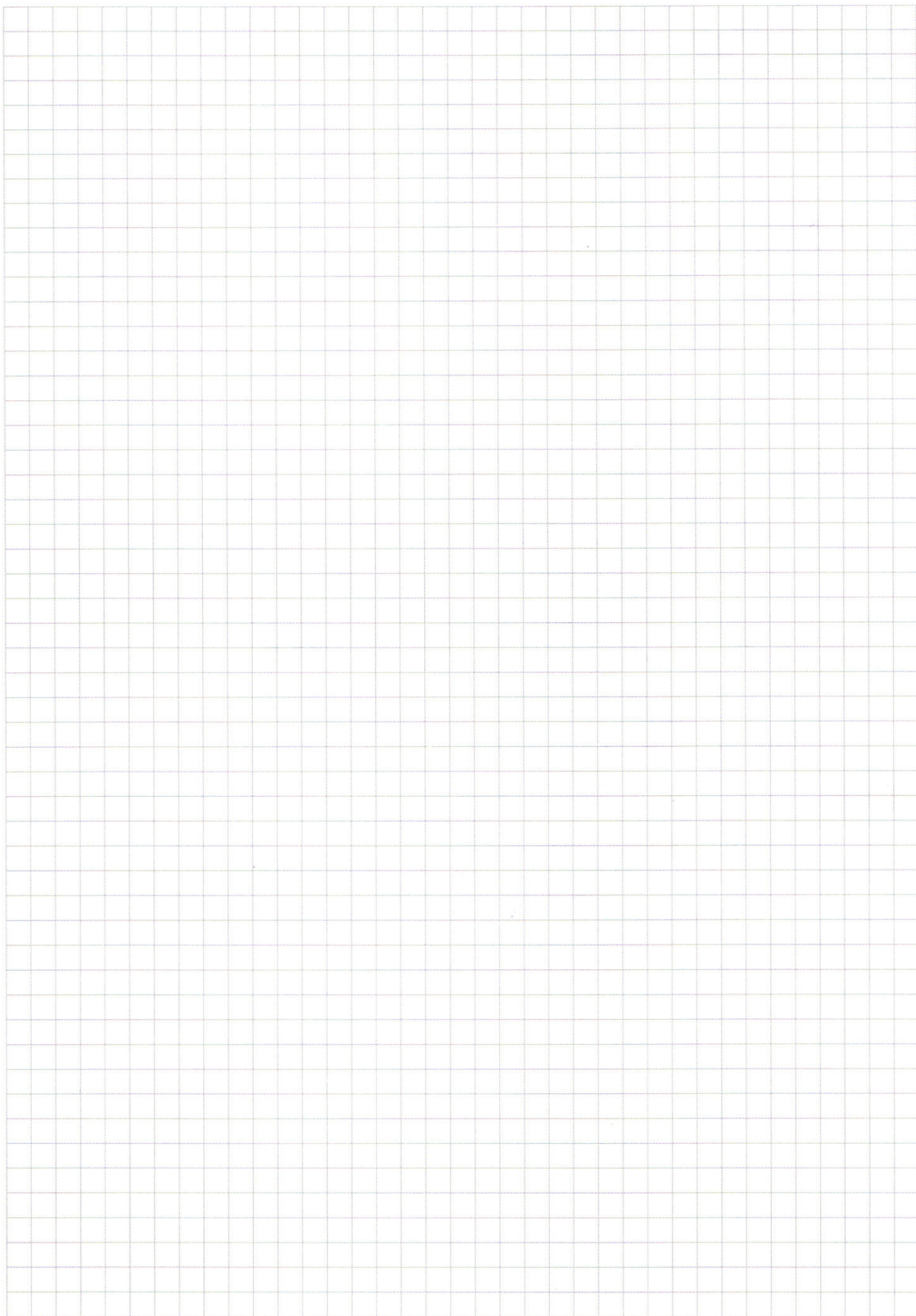
$$v_y^2 = \frac{2}{5} \cdot a \cdot d = \frac{5}{7} \cdot \frac{2}{5} \cdot \frac{\sigma_1^2}{d} \cdot d = \frac{2}{7} \sigma_1^2$$

$$v_y = \sqrt{\frac{2}{7}} \sigma_1 = V_2$$

Ответ:

- 1) $T = \frac{2\sqrt{7}}{5} \cdot \frac{d}{v_1}$
- 2) $Q = \frac{5}{7} \cdot \frac{\sigma_1^2 \epsilon_0 S}{\sigma d}$

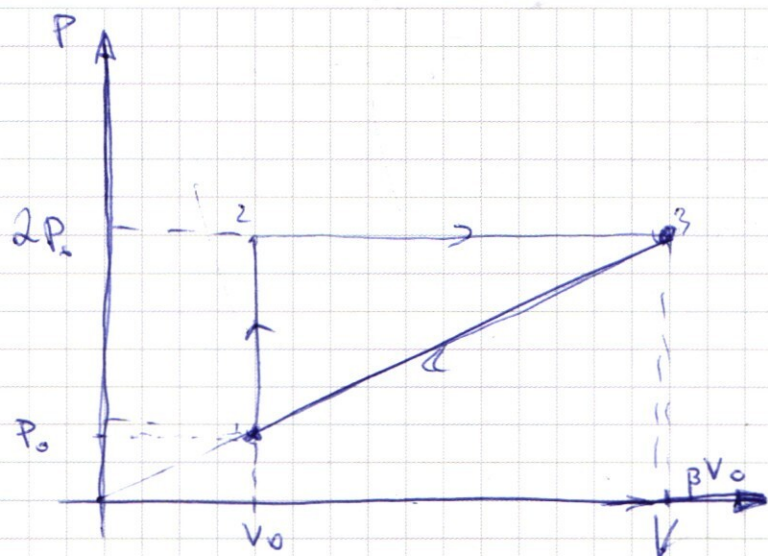
- 3) $V_2 = \sqrt{\frac{2}{7}} \cdot \sigma_1$



☒ черновик ☐ чистовик
(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №__
(Нумеровать только чистовики)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА



1-2 - растёт
2-3 - растёт.

$$\frac{P_0}{V_0} = \frac{2P_0}{\beta V_0} \Rightarrow \alpha = \beta$$

① Нагревом $C_{V, \text{мол}}$: ($V = \text{const}$)

$$Q = C_V \cdot \nu \cdot dT = P dV + \frac{3}{2} \nu R dT$$

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

② C_P ($P = \text{const}$):

$$Q = C_P \cdot \nu \cdot dT = P dV + \frac{3}{2} \nu R dT$$

$$= d(PV) + \frac{3}{2} \nu R dT = \nu R dT + \frac{3}{2} \nu R dT$$

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

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

③ $\int_{123} P dV = P(V_3 - V_2) = \nu R(T_3 - T_2) \Rightarrow \frac{Q_{23}}{A_{123}} = \frac{3}{2} = 1.5$

④ $A_{123} = \frac{1}{2} \cdot (\alpha - 1) P_0 \cdot (\beta - 1) V_0$

$$Q = Q_{13} = A_{23} + \frac{3}{2} \nu R(T_3 - T_1) = \alpha P_0 (\beta - 1) V_0 + \frac{3}{2} \nu R (\alpha \beta - 1) V_0$$

~~$\frac{5}{2} \cdot (\beta-1) \cdot P_0 V_0$ Answer~~

$$Q = P_0 V_0 \left(\alpha(\beta-1) + \frac{3}{2}(\alpha\beta-1) \right)$$

$$A_{tr} = \frac{1}{2} (\alpha-1)(\beta-1) P_0 V_0$$

$$\eta = \frac{A_{tr}}{Q} = \frac{(\alpha-1)(\beta-1)}{2(\alpha\beta - \alpha + \frac{3}{2}\alpha\beta - \frac{3}{2})} = \frac{(\alpha-1)(\beta-1)}{2(\frac{5}{2}\alpha\beta - \frac{3}{2} - \alpha)}$$

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

$$\frac{D}{\eta} = 1 + 3 \cdot 5 = 16$$

$$\alpha = \frac{1 \pm 4}{5} \rightarrow \begin{matrix} 1 \\ -\frac{3}{5} \end{matrix}$$

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

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

$$- \frac{5(\alpha-1)}{5\alpha+3} + 1 = 0$$

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

$$5(\alpha-1) = 5\alpha+3$$

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

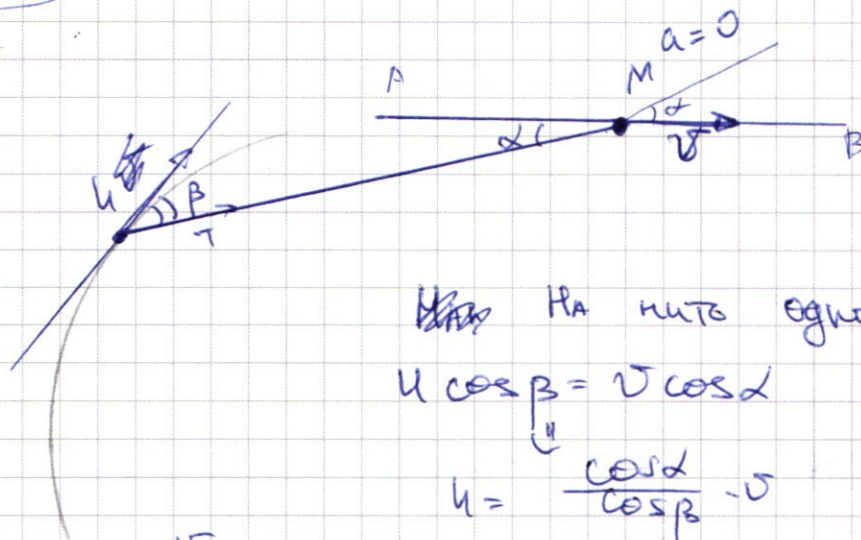
$$\frac{1}{5\alpha+3} \left(1 - \frac{5(\alpha-1)}{5\alpha+3} \right) = \frac{1}{5\alpha+3} \left(\frac{5\alpha+3-5\alpha+5}{5\alpha+3} \right) = \frac{8}{(5\alpha+3)^2} - \text{Всегда возрастает.}$$

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

$$\lim_{\alpha \rightarrow \infty} \eta = \frac{1}{5} \Rightarrow \eta = \frac{1}{5}$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$N=5$



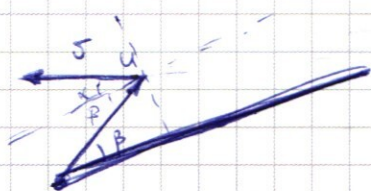
На нити одно и то же:

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

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

$$u = \frac{\frac{15}{17}}{\frac{3}{5}} \cdot v = \frac{15}{17} \cdot \frac{5}{3} v = \frac{25}{17} v = \frac{25}{17} \cdot 34 = 50 \text{ м/с}$$

Относительная.



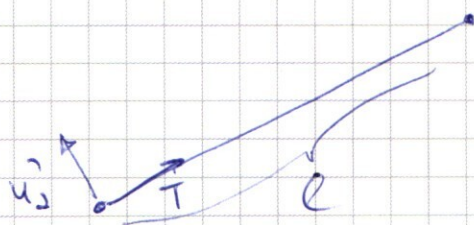
$$u'_x = u \cos \beta - v \cos \alpha = 0$$

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

$$\sin \beta = \sqrt{1 - \cos^2 \beta} = \sqrt{1 - \frac{9}{25}} = \frac{4}{5}$$

$$\sin \alpha = \sqrt{1 - \frac{15^2}{17^2}} = \frac{1}{17} \sqrt{17^2 - 15^2} = \frac{1}{17} \sqrt{(17-15)(17+15)} = \frac{1}{17} \sqrt{2 \cdot 32} = \frac{1}{17} \sqrt{64} = \frac{8}{17}$$

$$u'_y = 50 \cdot \frac{4}{5} + 34 \cdot \frac{8}{17} = 40 + 16 = 56 \text{ м/с}$$



$$m \frac{u'^2}{r} = T$$

$$T = \frac{m \cdot 0,56^2}{\frac{5}{4} \cdot 0,53} = \frac{0,3 \cdot 0,56^2}{\frac{5}{4} \cdot 0,53}$$

$$T = \frac{0,3 \cdot 0,56^2 \cdot 4}{5 \cdot 0,53} = \frac{3 \cdot 10^{-1} \cdot 56 \cdot 10^{-4} \cdot 4}{5 \cdot 53 \cdot 10^{-2}}$$

$$= \frac{3 \cdot 4 \cdot 4 \cdot 7 \cdot 8}{5 \cdot 53} \cdot 10^{-3} = \frac{672}{265} \cdot 10^{-3} \approx 2,53 \cdot 10^{-3} = 2,5 \text{ мГ}$$

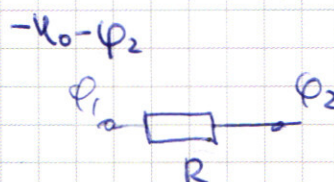
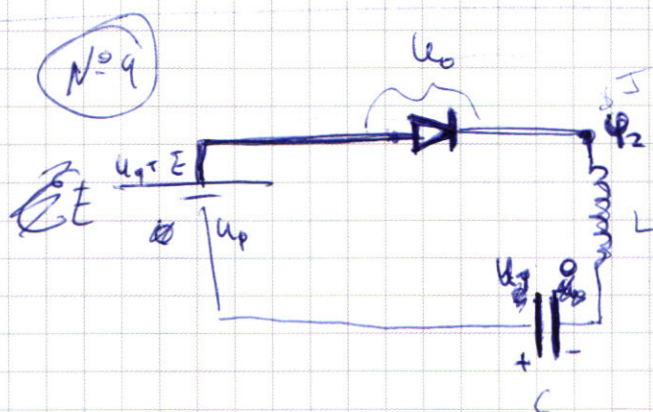
$$12 \cdot 56$$

$$\begin{array}{r} \times 56 \\ 12 \\ \hline 112 \\ 56 \\ \hline 672 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} \times 53 \\ 5 \\ \hline 265 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 12 \\ - 672 \overline{) 265} \\ 530 \\ \hline 1920 \\ - 1325 \\ \hline 5950 \\ - 793 \\ \hline 155 \end{array}$$

$$T = 2,5 \text{ мГ}$$



$$U = IR = \varphi_1 - \varphi_2$$

$$\varphi_2 - \varphi_1 = \dot{I}L$$

$$U_1 + E - \varphi_2 = U_0$$

$$\varphi_2 = U_1 + E - U_0$$

$$\varphi_2 = 2 + 6 -$$

$$\dot{I}L = \frac{\varphi_2}{L} = \frac{U_1 + E - U_0}{L} = \frac{2 + 6 - 1}{0,1} = \frac{7}{1 \cdot 10^{-1}} = 70 \text{ А/с}$$

$$E - \dot{I}L = U_0 - U_k$$

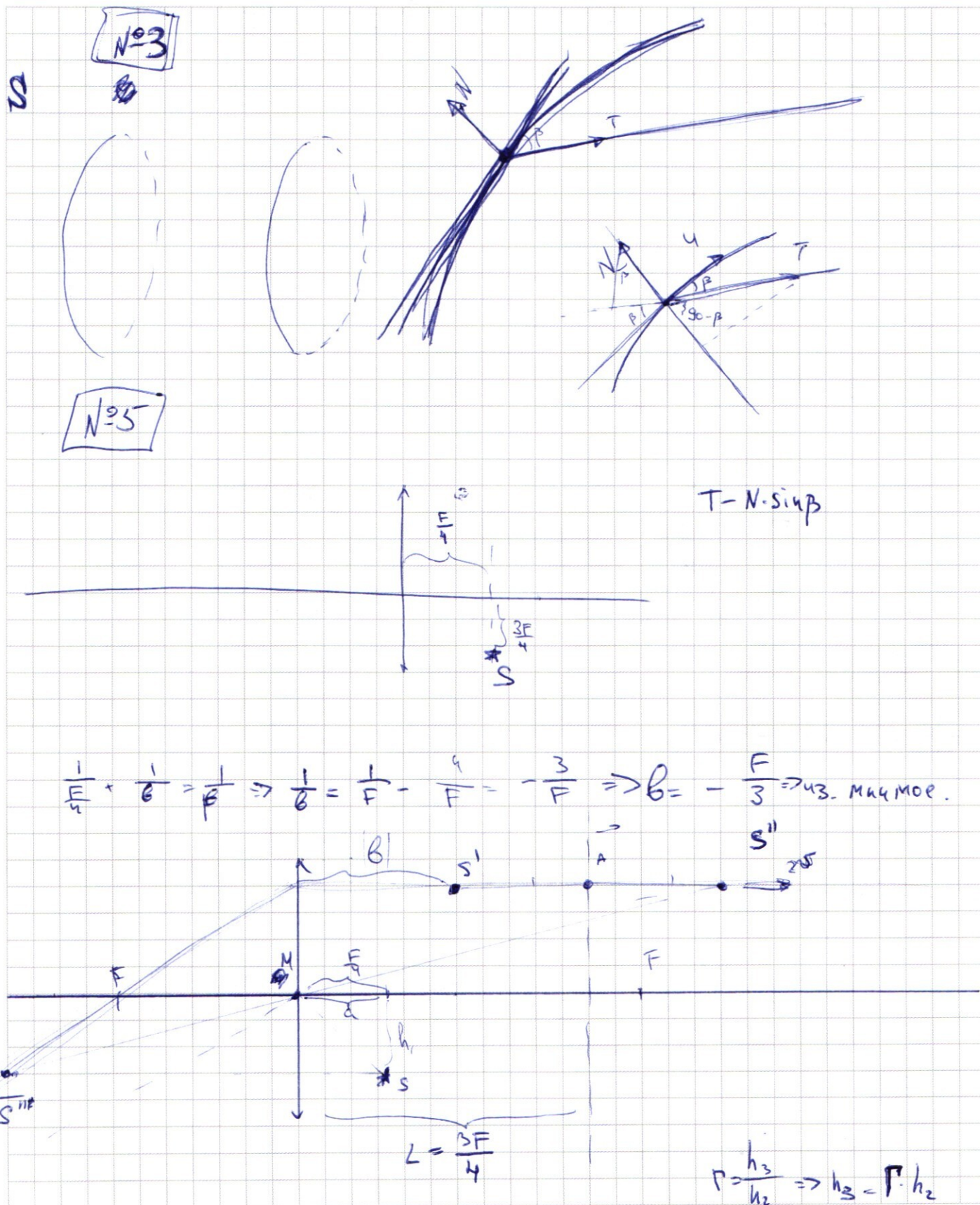
$$U_k = U_0 - E$$

$$E - U_0 = \dot{I}L - U_k$$

$$I - \max$$

$$\frac{dq}{dt} - \max$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

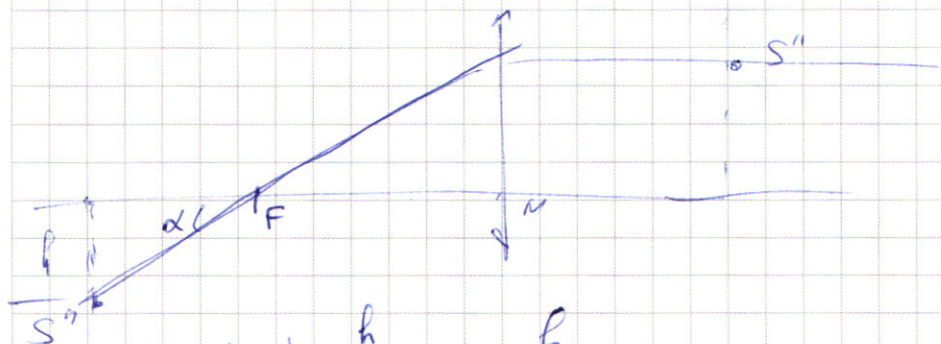


$$\phi_{S''} = L + L - |b| = 2L - |b| = \frac{3}{2}F - \frac{F}{3} = \frac{9-2}{6}F = \frac{7}{6}F$$

$$\overline{S''} \quad \frac{1}{MS''} + \frac{1}{MS''} = \frac{1}{F}$$

$$\frac{1}{MS''} = \frac{1}{F} - \frac{1}{MS''} = \frac{1}{F} - \frac{1}{\frac{7}{6}F} = \frac{1}{F} \left(1 - \frac{6}{7}\right) = \frac{1}{7F}$$

$$MS'' = 7F$$



$$\tan \alpha = \frac{h}{7F - F} = \frac{h}{6F}$$

$$0,3 + 0,3 = 0,6$$

$$\frac{1}{a} + \frac{1}{b} = \frac{1}{F}$$

$$\frac{8}{10} = \frac{4}{5}$$

$$\frac{1}{d} = \frac{1}{F} - \frac{1}{b}$$

$$b \uparrow \Rightarrow \frac{1}{b} \downarrow \Rightarrow \frac{1}{d} \uparrow \Rightarrow d \downarrow$$

$$\frac{1}{a} + \frac{1}{b} = \frac{1}{F}$$

$$\frac{1}{a} - (-1) \cdot \frac{1}{a^2}$$

$$\frac{x}{4} = 1 + 15 = 16$$

$$x = \frac{1 \pm 4}{5} \rightarrow \frac{3}{5}$$

$$\frac{\epsilon}{\epsilon_0}$$

$$a = \frac{F}{m} = \frac{qE}{m} = \frac{q \cdot \sqrt{\epsilon}}{m \epsilon_0} = \frac{q}{\sqrt{\epsilon}} \cdot \frac{Q}{S \epsilon_0}$$

$$2 a \cos \alpha = \sqrt{\epsilon}$$

$$a = \frac{\sqrt{\epsilon}}{2} \cdot \frac{\sqrt{\epsilon}}{d}$$

$$Q = \frac{a S \epsilon_0}{\sqrt{\epsilon}} = \frac{\sqrt{\epsilon}}{2} \cdot \frac{\sqrt{\epsilon} S \epsilon_0}{\sqrt{\epsilon} d}$$

$$0,4 d = \frac{q T^2}{2}$$

$$\Rightarrow T = 0,8 \cdot \frac{d}{q} = \frac{4}{5} \cdot \frac{7}{5} \cdot \frac{d}{\sqrt{\epsilon}} \cdot d = \frac{2^2 7}{5^2} \cdot \frac{d^2}{\sqrt{\epsilon}}$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$$2 \cdot 0,2 d \cdot a = v_y^2$$

$$v_y = \frac{2}{5} \cdot d \cdot \frac{5}{7} \cdot \frac{v_1^2}{d} = \frac{2}{7} \cdot v_1^2$$

$$\frac{I_m^3}{2} I_m^2 = 0,1 \left((6-1) \cdot (5+2) - \left(\frac{5^2 - 2^2}{2} \right) \right) \cdot 40 \cdot 10^{-6}$$

$$= 2 \cdot 10 \cdot 40 \cdot 10^{-6} \left(35 - \frac{21}{2} \right) = 4 \cdot 10^2 \cdot 10^{-6} \cdot (70 - 21)$$

$$= 4 \cdot 49 \cdot 10^{-4} = (1,7 \cdot 10^{-2})^2$$

$$(E - u_0) (u_2 + u_1) - \frac{1}{2} \cdot (u_2 - u_1) (u_2 + u_1) = 0$$

$$E - u_0 = \frac{1}{2} (u_2 - u_1)$$

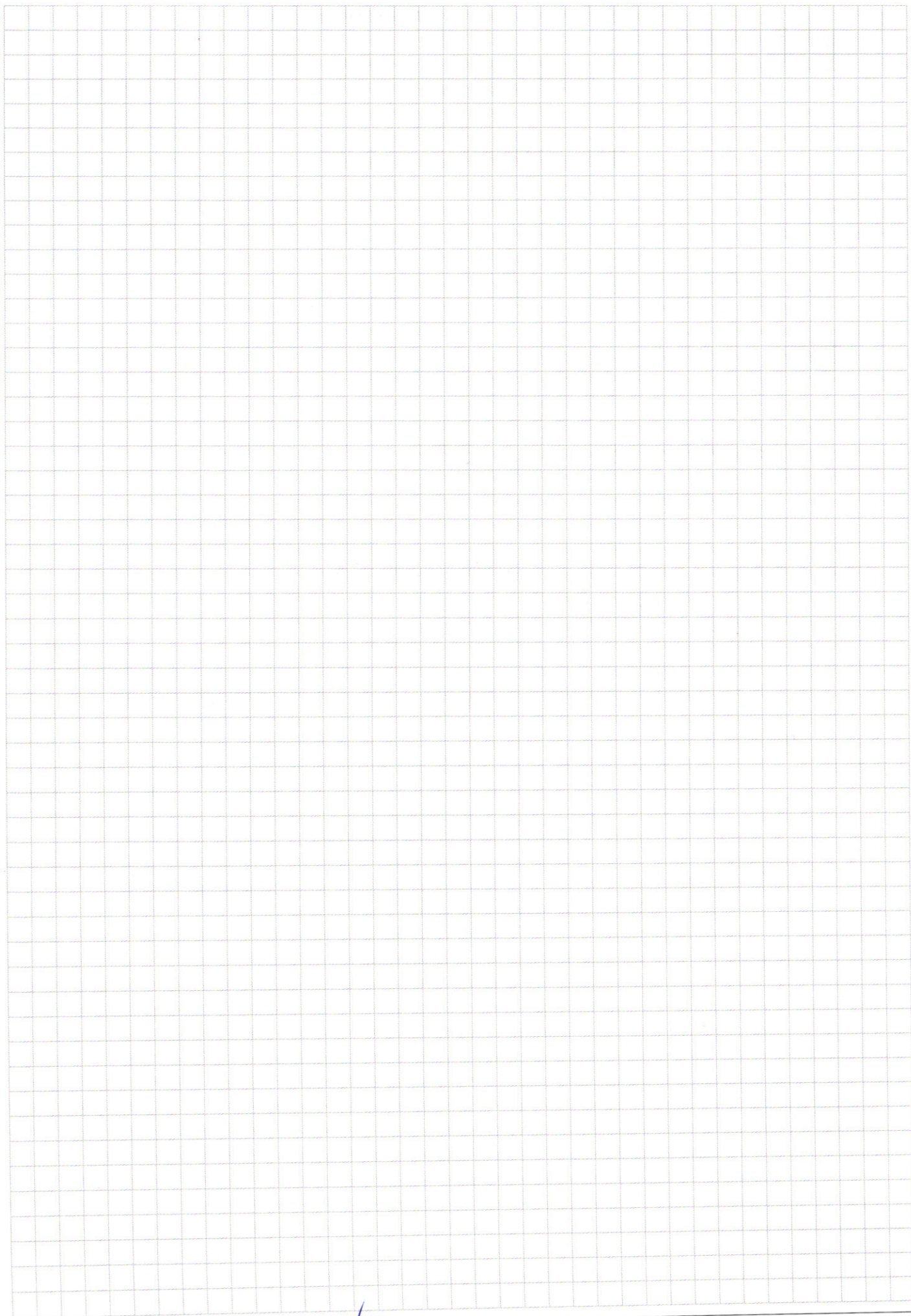


$$u_2 = 2(E - u_0) + u_1 = 2(6-1) + 2 = 2 \cdot 5 + 2 = 12$$

$$\tau = \frac{5 \cdot 4}{3} \cdot 0,3 \cdot \frac{1}{0,53} \cdot (0,56^2 - 0,5^2)$$

$$= \frac{5 \cdot 4 \cdot 10^{-1}}{3} \cdot \frac{1}{0,53} \cdot (0,06 + 1,06)$$

$$= \frac{5 \cdot 4 \cdot 10^{-1}}{3} \cdot 2 \cdot 6 \cdot 10^{-2} = 20 \cdot 4 \cdot 10^{-3} = 80 \cdot 10^{-3}$$



☒ черновик ☐ чистовик
(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №__
(Нумеровать только чистовики)