

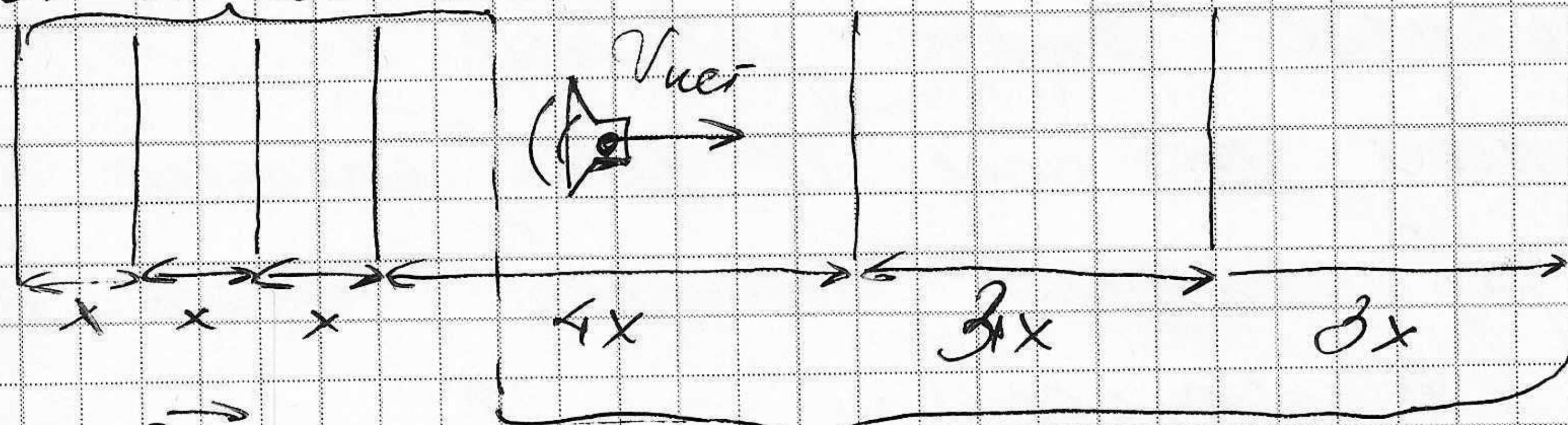
Вариант задания 2

Лист работы 1 из 6

№1.

$v = ?$

В со звуков
ск-ть слышится



1) ЗСС:

$$\vec{v}_{абс} = \vec{v}_{ист} + \vec{v}_{отн}$$

Скорость слышится

2) Пусть ск-ть звуков, слева от ист \vec{v}_1 , справа \vec{v}_2 ; $v_{отн} = v = v_{звука} \approx 340 \text{ м/с}$

$$x = v_1 \tau$$

$$3x = v_2 \tau$$

т.к. это слышится
источником звуков.

$$\Rightarrow v_2 = 3v_1$$

$$\text{ЗСС: } v_1 = v - v_{ист}$$

$$v_2 = v + v_{ист}$$

$$v + v_{ист} = 3(v - v_{ист})$$

$$v + v_{ист} = 3v - 3v_{ист}$$

$$2v = 4v_{ист}$$

$$v_{ист} = \frac{v}{2} = \frac{340}{2} \text{ м/с}$$

$$\approx 170 \text{ м/с}$$

Ответ: 170 м/с

N2.



$$m_{\text{догр}} = m_{\text{пара}} = m$$

$$t_1, t_2, \theta = ?$$

$$1) Q_{\text{догр}} = Q_{\text{нагрев}}$$

$$Q_{\text{догр}} = c_p m (t_1 - \theta)$$

$$Q_{\text{нагрев}} = c_n m (\theta - t_2) + \lambda_n m + c_f m (\theta - 0)$$

$$c_p m (t_1 - \theta) = c_n m (\theta - t_2) + \lambda_n m + c_f m (\theta - 0)$$

$$c_p m (t_1 - 2\theta) = -c_n m t_2 + \lambda_n m$$

$$c_p t_1 - 2c_p \theta = -c_n t_2 + \lambda_n$$

2) По графику видно, что полное остывание воды заняло бы $18 + 4 = 22$ секунд по оси Q (это можно узнать сгладив график нагрев. расс. пара по вертикали)

По графику:

$$Q_{\text{догр}} = c_p m (t_1 - \theta) = 18x$$

$$c_f m (\theta - 0) = 4x$$

$$\lambda_n m = 10x \rightarrow \frac{x}{m} = \frac{\lambda_n}{10} = \frac{0,32 \cdot 10^6}{10} = 3,2 \cdot 10^4 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}}$$

$$c_n m (\theta - t_2) = 4x$$

$$\Rightarrow c_f m \theta = 4x \Rightarrow$$

$$3) \Rightarrow c_f \theta = \frac{4x}{m} = 4 \cdot 3,2 \cdot 10^4 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}}$$

$$\Rightarrow \theta = \frac{4x}{m c_f} = \frac{4 \cdot 3,2 \cdot 10^4}{4200} \approx 30,48^\circ \text{C}$$

$$\Rightarrow -c_n m t_2 = 4x \Rightarrow t_2 = -\frac{4x}{m c_n} = -\frac{4 \cdot 3,2 \cdot 10^4}{2100} \approx -60,95^\circ \text{C}$$

$$\Rightarrow c_p m (t_1 - \theta) = 18x$$

$$\Rightarrow t_1 = \frac{18x}{c_p m} + \theta = \frac{18 \cdot 3,2 \cdot 10^4}{4200} + 30,48 \approx 467,62^\circ \text{C}$$



Т.к. вода не может находиться при $t > 100^\circ\text{C}$ при атм. давлении, т.к. она кипит при $100^\circ\text{C} \Rightarrow$ ~~данный график~~ график ошибочен и результаты эксп. тоже \Rightarrow Такой работой руководитель не будет доволен, ведь ошибка явно не только в нарушении масштаба по вертикал. оси, но и по горизонтальной.

Ответ: $t_1 = 167,62^\circ\text{C}$

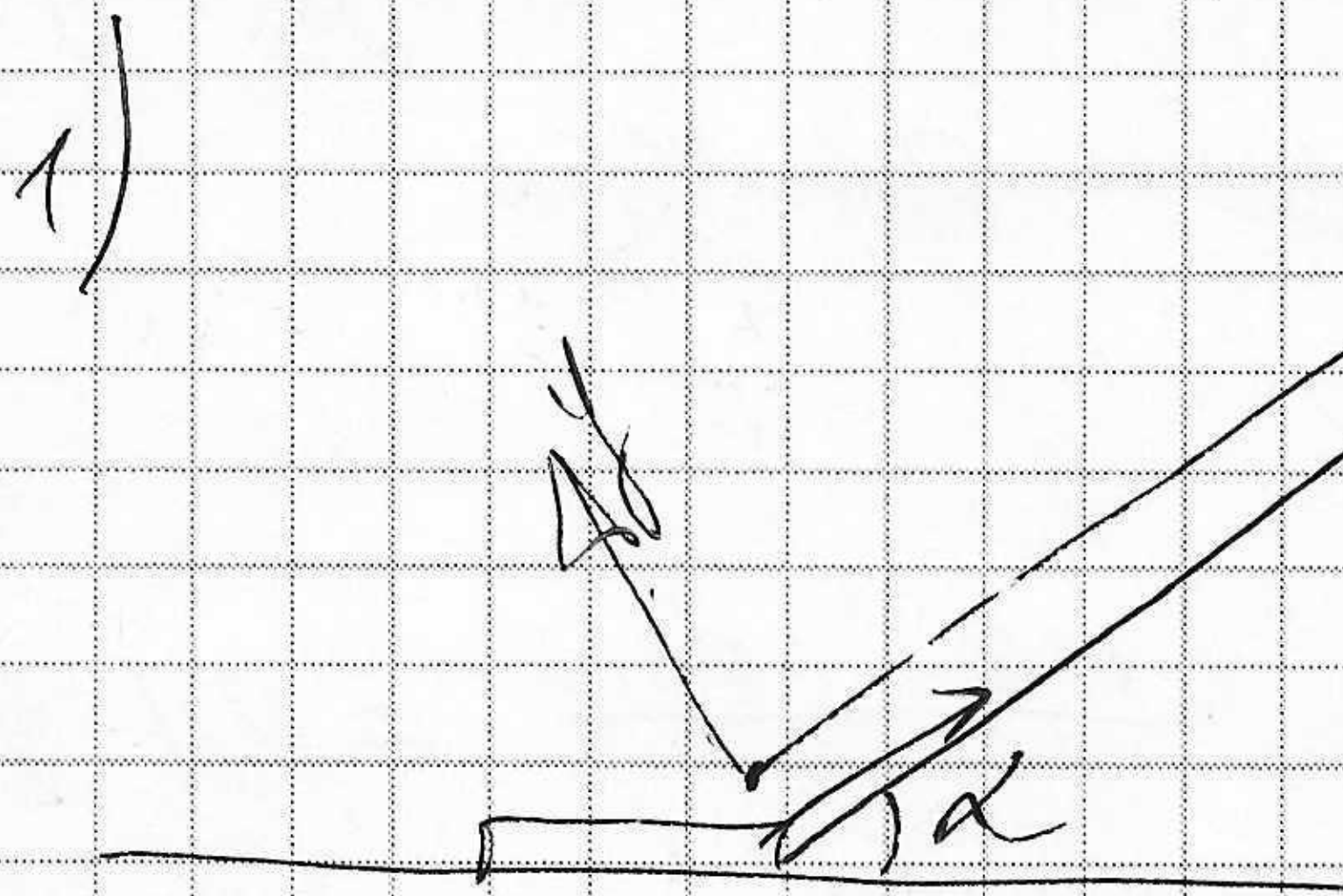
$t_2 = -60,95^\circ\text{C}$

$\theta = 30,48^\circ\text{C}$

Такой работой руководитель не будет доволен (оценки выше)

№3. v_0
 $m = 0,1$
 $\ell = 0,58$
 $L = 25$
 $\sin \alpha = 3/5$

$\frac{v_3 v_2}{u_3 u_2} = ?$

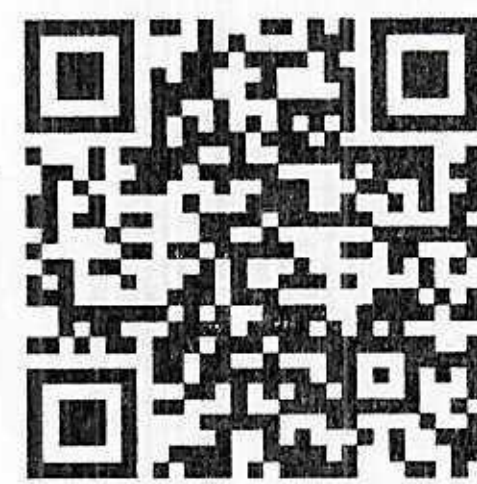


По ОТТ:
 $\cos \alpha = \sqrt{1 - (3/5)^2} = 4/5$

Рассм. поршень пружины на горку.

По ~~задаче~~ 23 ~~на~~ в зависимости от координаты x масса пружины на горке:

$y: N \neq m(x)g \cos \alpha$ и $ус$ $m(x)$ — зависит
 $\Rightarrow F_{\text{пр}}(x) = \mu m(x)g \cos \alpha$ на горку масса пружины.



$$\Rightarrow a(x) = \mu$$

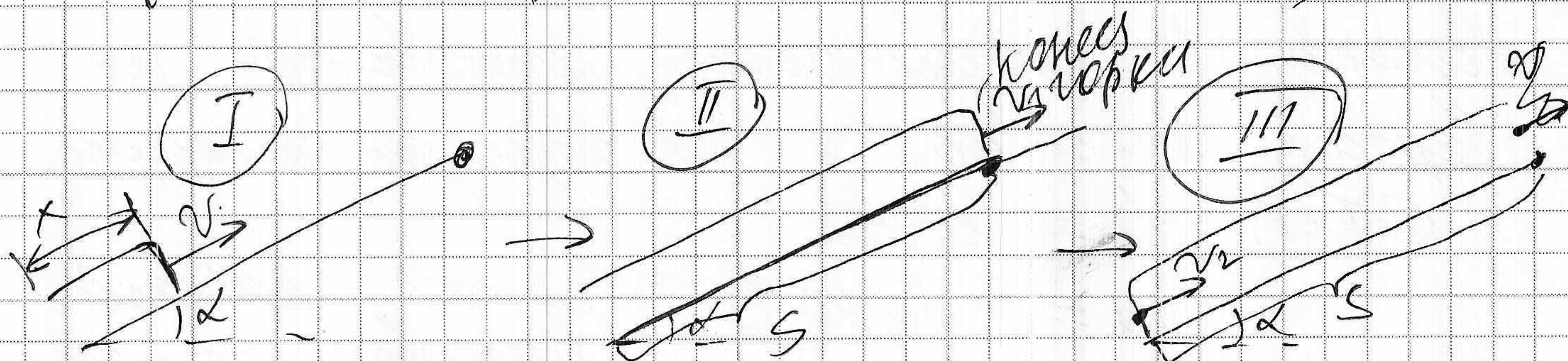
$m(x) = \frac{m \cdot x}{L}$, т.к. для остальной,
длина перекладки, то масса равна,
расп. по перекладке

$$\Rightarrow a(x) = \frac{\mu x \cos \alpha}{L}$$

2) Разберемся с ускорениями перекладки
Длинная перекладка сначала будет

Уск длинной перекладки сначала будет

до $x = S$, потом постоянно, и в момент
стыковки длина она ускорится до



$$\begin{aligned} \text{I: } a &= a(x) = \frac{\mu x \cos \alpha}{L} = \frac{\mu S \cos \alpha}{L} \\ &= 0,1 \cdot \frac{1}{2} \cdot \frac{4}{5} \cdot 10 = 0,4 \text{ м/с}^2 \\ &= \frac{\mu g x \cos \alpha}{L} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{II, III: } a &= a_1 = \frac{\mu g S \cos \alpha}{L} = 0,1 \cdot \frac{1}{2} \cdot \frac{4}{5} \cdot 10 = 0,4 \text{ м/с}^2 \\ \text{IV: } a &= a(x) = \frac{\mu g x \cos \alpha}{L} \end{aligned}$$

0,04 g

~~Ar = Dm~~

$$\text{I} \rightarrow \text{II: } m a_x = - \frac{\mu g x \cos \alpha}{L} \Rightarrow m a_x + \frac{\mu g x \cos \alpha}{L} = 0$$

$$a_x + \frac{\mu g x \cos \alpha}{L} = 0$$

$$\Rightarrow \omega = \sqrt{\frac{\mu g \cos \alpha}{L}}$$

$$\Rightarrow x(t) = x_{\max} \sin(\omega t)$$

$$\Rightarrow v(t) = v_0 \cos(\omega t)$$



Вариант задания

2

Лист работы 3 из 6

$$A_{\text{тр}_1} = - \int_0^S F_{\text{тр}}(x) dx = - \frac{\mu m g S^2 \cos \alpha}{2 \cdot 2S} = - \frac{\mu m g S \cos \alpha}{4}$$

~~В конце~~

⇒ ЗММТ для $I \rightarrow II$:

$$\frac{m V_1^2}{2} A_{\text{тр}} = E_2 - E_1 = \frac{m V_1^2}{2} - \frac{m V_0^2}{2}$$

$$\Rightarrow \frac{m V_1^2}{2} = \frac{m V_0^2}{2} - \frac{\mu m g S \cos \alpha}{4}$$

$$V_1 = \sqrt{V_0^2 - \frac{\mu g S \cos \alpha}{2}} = \sqrt{V_0^2 - 0,04 g S}$$

$II \rightarrow III$: $a = a_1 = \text{const} \rightarrow \text{РДУ}$

$$\frac{V_2^2 - V_1^2}{-2a_1} = S \Rightarrow V_2^2 = V_1^2 - 2a_1 S =$$

$$= \frac{1}{2} V_0^2 - 0,04 g S - 0,08 g S = V_0^2 - 0,08 g S - 12 g S$$

$III \rightarrow IV$: ~~ЗММТ~~ в конце трения

$$A_{\text{тр}_2} = - \int_{0S}^0 F_{\text{тр}}(x) dx = - \int_0^S F_{\text{тр}}(x) dx = A_{\text{тр}_1} = - \frac{\mu m g S \cos \alpha}{4}$$

ось в конце
напр. наоборот

ЗММТ для $III \rightarrow IV$:

$$A_{\text{тр}_1} = E_4 - E_3 = \frac{m V_3^2}{2} - \frac{m V_2^2}{2}$$

$$\Rightarrow \frac{m V_3^2}{2} = \frac{m V_2^2}{2} - \frac{\mu m g S \cos \alpha}{4} \Rightarrow$$

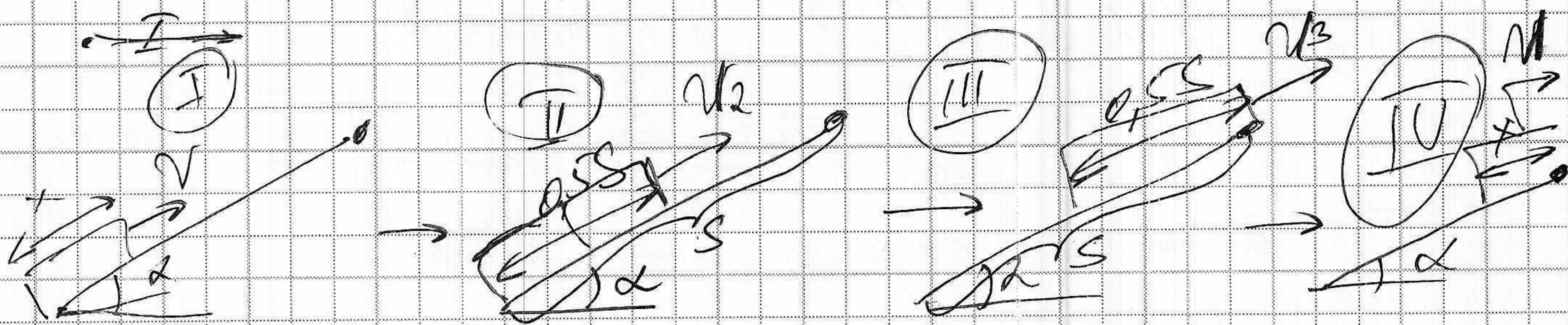
$$\Rightarrow V_3 = \sqrt{V_0^2 - 0,08 g S - \frac{\mu g S \cos \alpha}{2}} = \sqrt{V_0^2 - 0,18 g S}$$



• короткая нить

Уск. коротк. перемены скачка уве.
маленькая, потому постоянна
и равна $a_2 = \frac{\mu g 0,55 \cos \alpha}{0,55} = 0,08g$
и минимальна

3. В начале и в конце работы сил трения так же такие равны по направлению итерпретация $A_{тр} = A_{тр1} = A_{тр2} = \int_0^{0,55} F_{тр}(x) dx =$
 $= \frac{\mu g x^2 \cos \alpha}{2 \cdot 0,55} \Big|_0^{0,55} = \frac{\mu g S \cos \alpha}{4}$



Замет $I \rightarrow II$:

$$\frac{m v_0^2}{2} \Rightarrow A_{тр} = E_2 - E_1 = \frac{m v_1^2}{2} - \frac{m v_0^2}{2}$$

$$\Rightarrow v_1^2 = v_0^2 - \frac{\mu g S \cos \alpha}{2} = v_0^2 - 0,04gS$$

Реш $II \rightarrow III$:

$$v_2^2 - v_1^2 = -2a_2 S \Rightarrow v_2^2 = v_1^2 - 2a_2 S = v_0^2 - 0,04gS - 2 \cdot 0,08gS = v_0^2 - 0,2gS$$

Замет $III \rightarrow IV$:

$$\frac{m v_3^2}{2} - \frac{m v_2^2}{2}$$

$$A_{тр} = E_4 - E_3 = \frac{m v_3^2}{2} - \frac{m v_2^2}{2}$$

$$\Rightarrow v_3^2 = \sqrt{v_1^2 - 0,04gS} = \sqrt{v_0^2 - 0,24gS}$$

$$\Rightarrow \underline{v_3} \quad v_3 > v_2 \Rightarrow v_3 \text{ — функция}$$



Вариант задания

2

Лист работы

4 из 6

$$\Rightarrow \frac{v_3}{u_3} = \sqrt{\frac{v_0^2 - 0,16gS}{v_0^2 - 0,24gS}}$$

$$2gH_p = \overset{\text{высота}}{\underset{\text{пуш. 2}}{v_3^2 \sin^2 \alpha}} \Rightarrow H_p = \frac{(v_0^2 - 0,16gS) \cdot (3/5)^2}{2g}$$

$$\frac{v_0^2}{2g} \rightarrow \frac{9v_0^2}{50g} - \frac{0,16 \cdot 9}{2 \cdot 25} S = \frac{9v_0^2}{50g} - \frac{0,1618}{625} S$$

$$2gH_m = \overset{\text{высота}}{\underset{\text{нат}}{u_3^2 \sin^2 \alpha}} \Rightarrow H_m = \frac{(v_0^2 - 0,24gS) \cdot (3/5)^2}{2g}$$
$$= \frac{9v_0^2}{50g} - \frac{27}{625} S \Rightarrow H_p > H_m \Rightarrow \text{пушки сильнее!}$$

ответ: $\frac{v_3}{u_3} = \sqrt{\frac{v_0^2 - 0,16gS}{v_0^2 - 0,24gS}}$

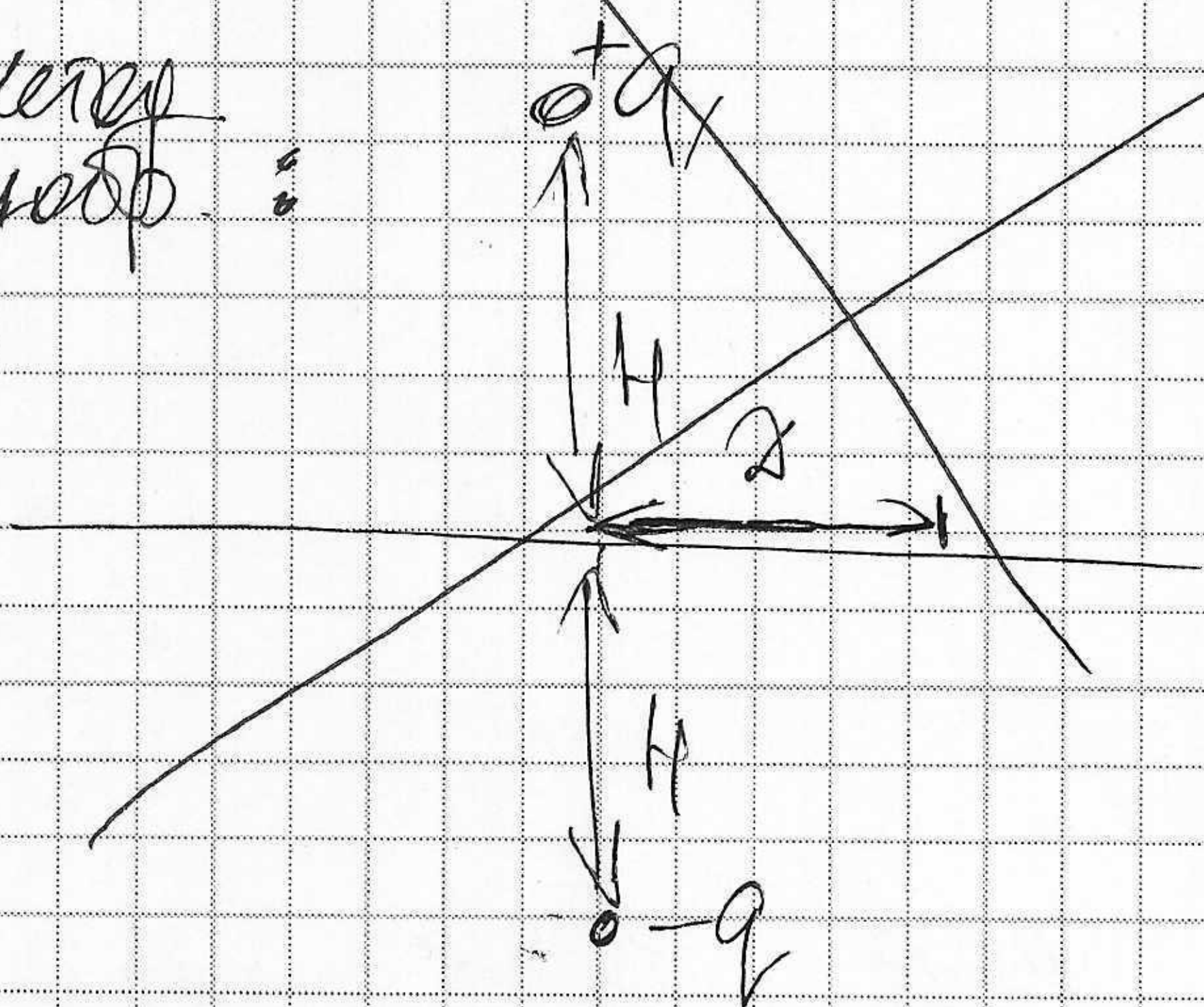
$N \cdot I \cdot g = 30 \text{ кВ}$ | 1) По методу изображения.

$$E_{\text{max}} = 2000 \text{ В/м}$$

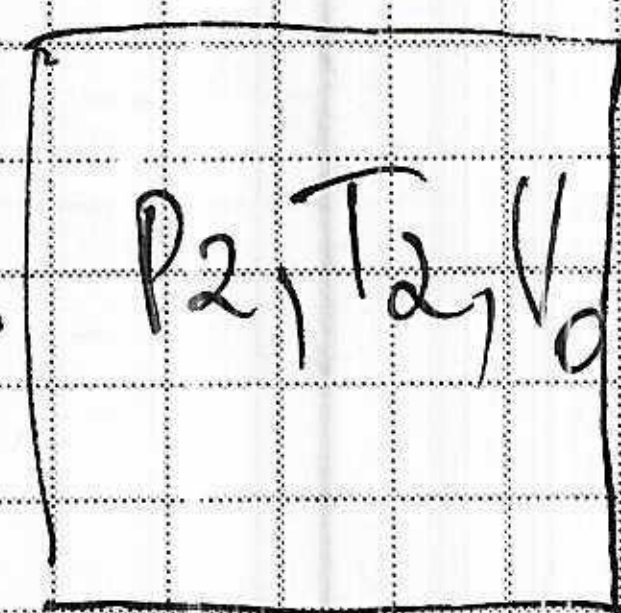
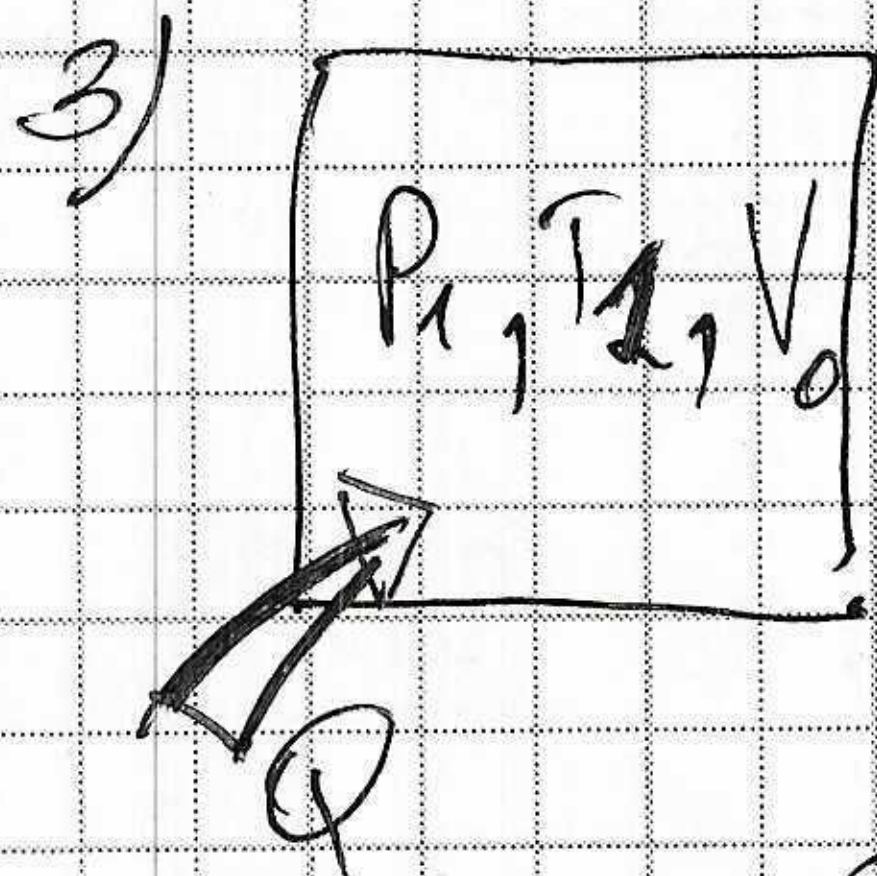
$$E_{\text{max}} = \frac{2kq^2}{4\pi\epsilon_0 r^2}$$

$D = ?$

метод
уздб

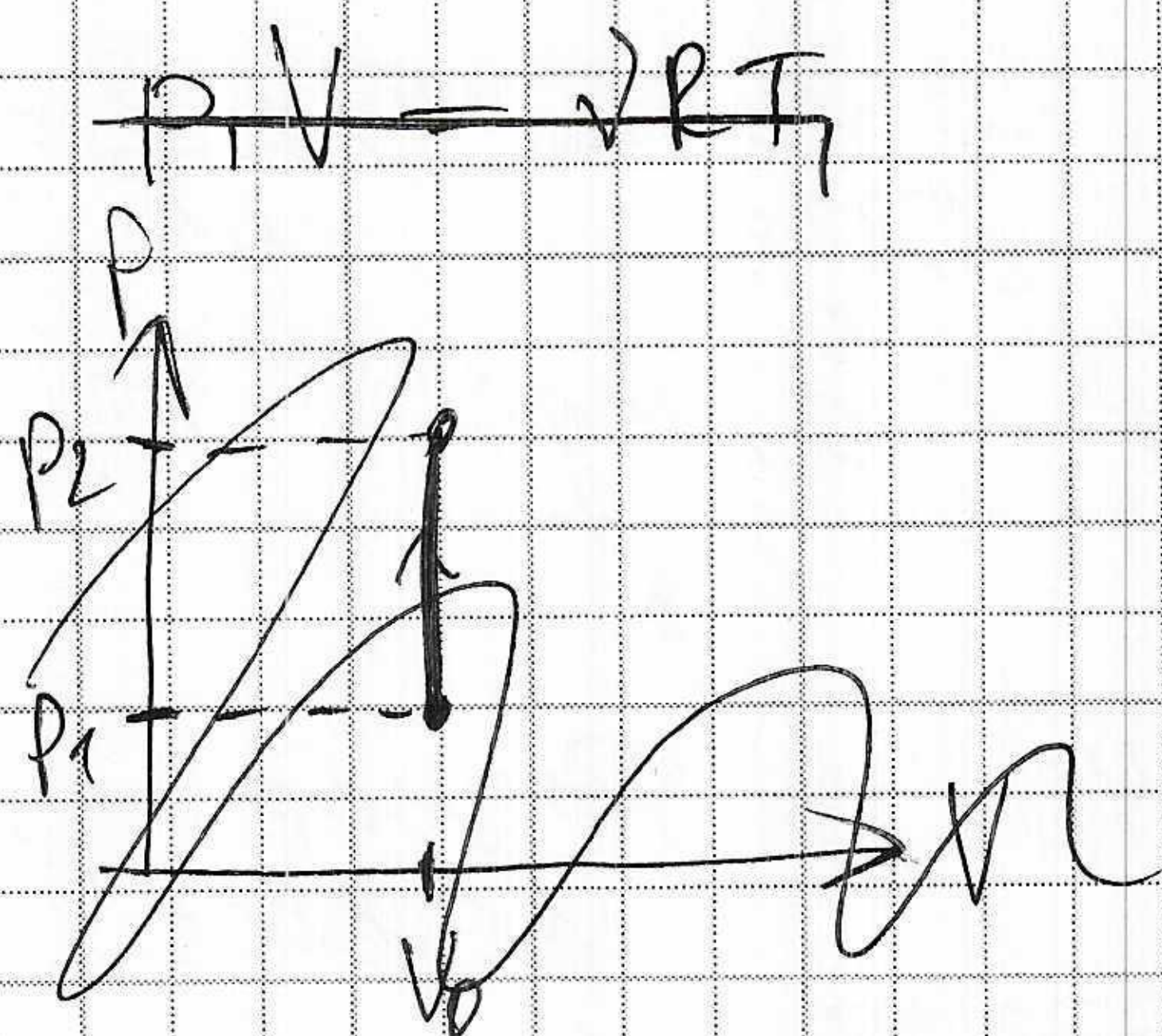


$\rho = 340 \text{ кг/м}^3$ $i = 6$ $20^\circ\text{C} = 293 \text{ K}$
 $a = 3 \text{ м}$ $1) V_0 = a b h = 3 \cdot 8 \cdot 2,5 = 60 \text{ м}^3$
 $b = 8 \text{ м}$ $2) Q = \rho i = 1800 \cdot 340 =$
 $h = 2,5 \text{ м}$ $= 612000 \text{ Дж}$
 $T_1 = 20^\circ\text{C}$ $T = 30^\circ\text{C}$
 $\varphi_1 = 30\%$ $\varphi_0 = ? = 1800 \text{ г/м}^3$



$$P_1 V_0 = \nu R T_1$$

$$P_2 V_0 = \nu R T_2$$



$$Q = A + \Delta U = \nu R T_2 - \nu R T_1, \Delta U =$$

$$= \frac{6}{2} \nu R (T_2 - T_1)$$

$$Q = A + \Delta U = \frac{6}{2} \nu R T_2 - \frac{6}{2} \nu R T_1 =$$

$$= 3 \nu R (T_2 - T_1) = 3 \nu R (P_2 V_0 - P_1 V_0)$$

$$= 3 \nu R V_0 (P_2 - P_1)$$

$$\Rightarrow P_2 - P_1 = \frac{Q}{3 V_0} = \frac{612000}{60 \cdot 3} =$$

$$= 3400 \text{ Па} = 3,4 \text{ кПа}$$

$P_1 = P_{\text{атм}}$ т.к. оба объема с окр. средой.

$$\Rightarrow P_1 = 10^5 \text{ Па} = 100 \text{ кПа} = 10^5 \text{ Па}$$

$$\Rightarrow P_2 = P_1 + (P_2 - P_1) = 10^5 + 3,4 \cdot 100 + 3,4 =$$

$$103,4 \text{ кПа} = 103400 \text{ Па}$$

4) Закон Дальтона:

$$P_1 = \varphi_1 P_{\text{H}_2\text{O}} + P_{\text{CB1}}$$

$$P_2 = \varphi_2 P_{\text{H}_2\text{O}} + P_{\text{CB2}}$$

4б) $\frac{P_1 V_0}{T_1} = \frac{P_2 V_0}{T_2} \Rightarrow T_2 = \frac{P_2 T_1}{P_1} = \frac{103,4}{100} \cdot 293 \text{ K} =$

$$302,962 \text{ K} \approx 303 \text{ K} \Rightarrow 30^\circ\text{C}$$



Вариант задания

2

Лист работы

5 из 6

5) Закон Дальтона:

$$p_1 = \varphi_0 p_{\text{нлд}0^\circ\text{C}} + p_{\text{св}1} = \varphi_0 p_{\text{нлд}0^\circ\text{C}} + \frac{V_0 R T_1}{V_0}$$

$$p_2 = \varphi_2 p_{\text{нлд}30^\circ\text{C}} + p_{\text{св}2} = \varphi_1 p_{\text{нлд}30^\circ\text{C}} + \frac{V_0 R T_2}{V_0}$$

где V_0 — кол-во сух. в-ва.
• Перепишем все в ед.

$$\begin{cases} 10^5 = \varphi_0 \cdot 2338,8 + \frac{V_0 \cdot 8,31 \cdot 293}{60} \\ 103400 = 0,3 \cdot 4245,5 + \frac{V_0 \cdot 8,31 \cdot 303}{60} \end{cases}$$

$$\Rightarrow \begin{cases} 10^5 = \varphi_0 \cdot 2338,8 + 40,858 V_0 \\ 103400 = 1273,65 + 41,97 V_0 \end{cases} \Rightarrow V_0 \approx 2433,32 \text{ ммб}$$

$$\Rightarrow \varphi_0 \approx 0,537 = 53,7\%$$

Ответ: 53,7%.

№6. $2\alpha, v, R$.

$$k = \frac{\omega}{\omega'}$$

$$H = OC$$

$$l = \frac{R}{\sin \alpha}$$

$$H = OC =$$

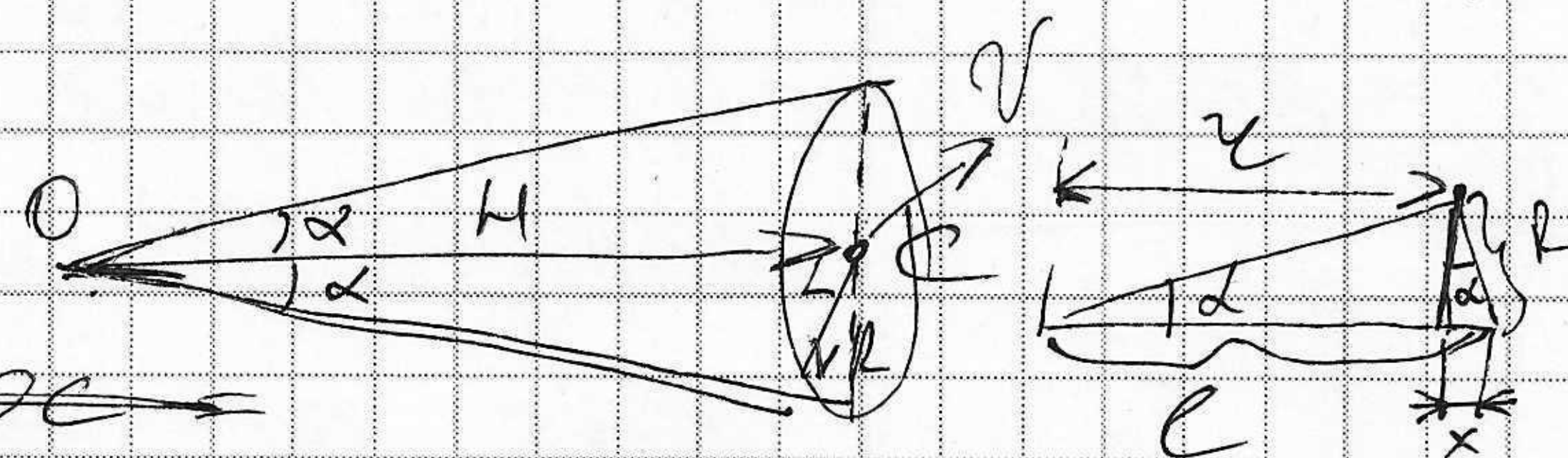
$$\begin{aligned} l &= l - x \\ x &= R \sin \alpha \end{aligned}$$

$$\tan \alpha = \frac{R}{H} \Rightarrow H = \frac{R}{\tan \alpha}$$

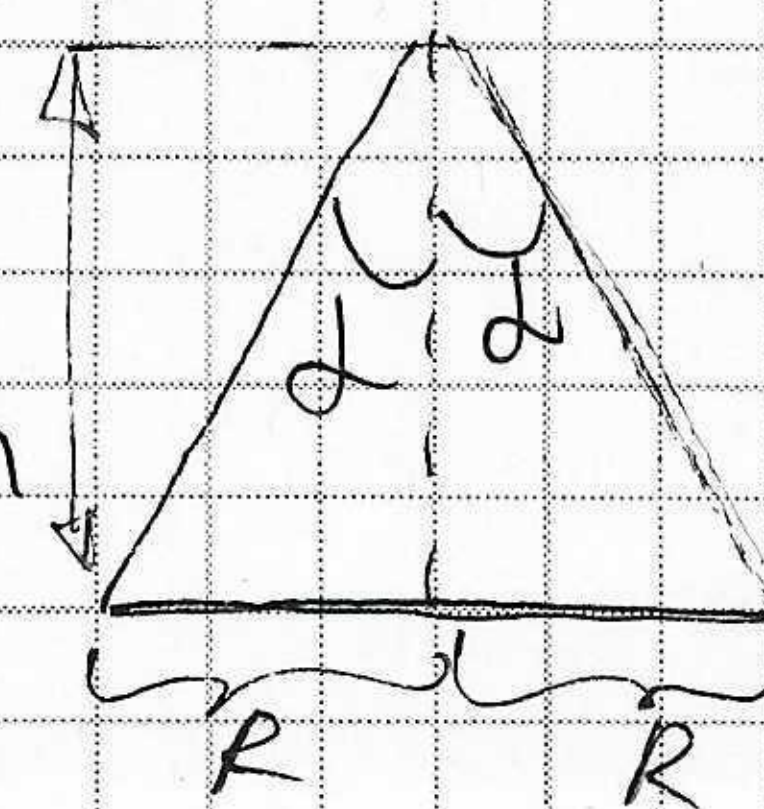
$$\Rightarrow l = R \left(\frac{1}{\sin \alpha} - \sin \alpha \right)$$

$$l = R \left(\frac{1}{\sin \alpha} - \sin \alpha \right) = R \frac{\cos 2\alpha}{\sin \alpha}$$

$$\begin{aligned} \omega &= \frac{v}{R} = \frac{v \tan \alpha}{R} \\ \omega' &= \frac{v}{l} = \end{aligned}$$



Сечение конуса
пл-тью, прохо-щей
через вершину





$$= \frac{v}{R} \cdot \frac{\sin \alpha}{\cos^2 \alpha}$$

$$\rightarrow \omega' = \frac{v \sin \alpha}{R \cos^2 \alpha} \Rightarrow \frac{\omega}{\omega'} = \frac{v}{v'} \Rightarrow \frac{v}{dv} dt =$$

$$\frac{dS}{dv} = d\varphi \cdot R \frac{\cos \alpha}{\sin \alpha}$$

$$\Rightarrow \frac{\omega}{\omega'} \rightarrow \infty$$

$$\text{Ответ: } \frac{\omega}{\omega'} \rightarrow \infty$$

№ Сиряна. задача:

$$\begin{aligned} \gamma &= 21 \text{ мкс} \\ h &= 0,021 \text{ м} \\ n &= 16 \text{ мм} \\ &= 0,016 \text{ м} \\ \rho &= 27 \text{ кПа} \\ &= 27 \cdot 10^3 \text{ Па} \\ \mu &= 0,8 \end{aligned}$$

$$U = 160 \text{ В}$$

$$I_1 = 5,5 \text{ А}$$

$$\eta = 60\%$$

$$V, y_0 = ?$$

1) ~~Фобхвата~~ ^{сила} ~~ося~~ ^N ~~нагрузки~~ ^{на рик.}

$$N = \rho S = \rho \cdot 2\pi \gamma h \approx 57 \text{ Н}$$

$$2) F_{\text{тр}} = \mu N = 0,8 \cdot 57 = 45,6 \text{ Н}$$

3) $M_p = F_{\text{тр}} \cdot \gamma = 45,6 \cdot 0,021 = 0,9576 \text{ Н} \cdot \text{м}$ — момент силы, действующий относительно оси рик. приклеп к валу.

$$4) \oint A_{\text{получ}} = \oint P_{\text{зат}} t = 0,6 \cdot U \cdot I_1 \cdot t = \oint M_p$$

$$V = \frac{\omega}{2\pi} = \frac{\gamma t}{2\pi}$$

$$F_{\text{тр max}} \gamma = M_p$$

$$\Rightarrow t = \frac{M_p}{\eta U I_1} = \frac{0,9576}{0,6 \cdot 160 \cdot 5,5} = 1,8 \cdot 10^{-3} \text{ с}$$

↑ время разгона

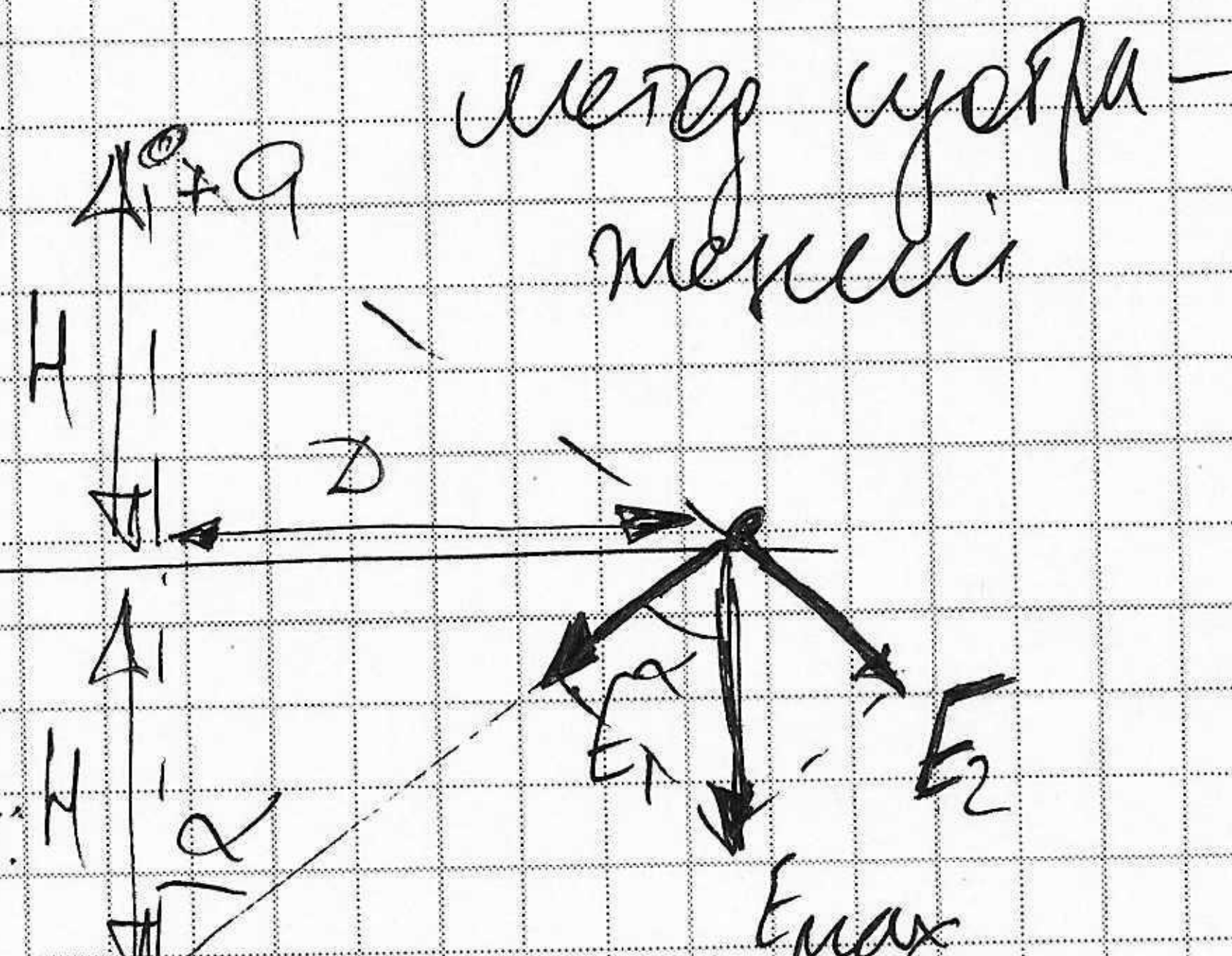


Вариант задания

2

Лист работы 6 из 6

№4. $q = 30 \text{ нКл}$
 $E_{\text{max}} = 2000 \text{ В/м}$
 $D = ?$



1) По методу усреднения:

$$E_{\text{max}} = E_1 \cos \alpha + E_2 \cos \alpha = \frac{2kq}{\sqrt{H^2 + D^2}} \cos \alpha = \frac{2kq}{\sqrt{H^2 + D^2}} \cdot \frac{H}{\sqrt{H^2 + D^2}} = \frac{2kqH}{H^2 + D^2}$$

$$\Rightarrow D^2 = \frac{2kqH}{E_{\text{max}}} - H^2$$

$$D = \sqrt{H \left(\frac{2kq}{E_{\text{max}}} - H \right)}$$

Ответ: $D = \sqrt{H \left(\frac{2kq}{E_{\text{max}}} - H \right)}$

Ответ: $H = 0,9576 \text{ нм}$

