



МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
имени М.В.ЛОМОНОСОВА

Вариант 10

Место проведения Ульяновск
город

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

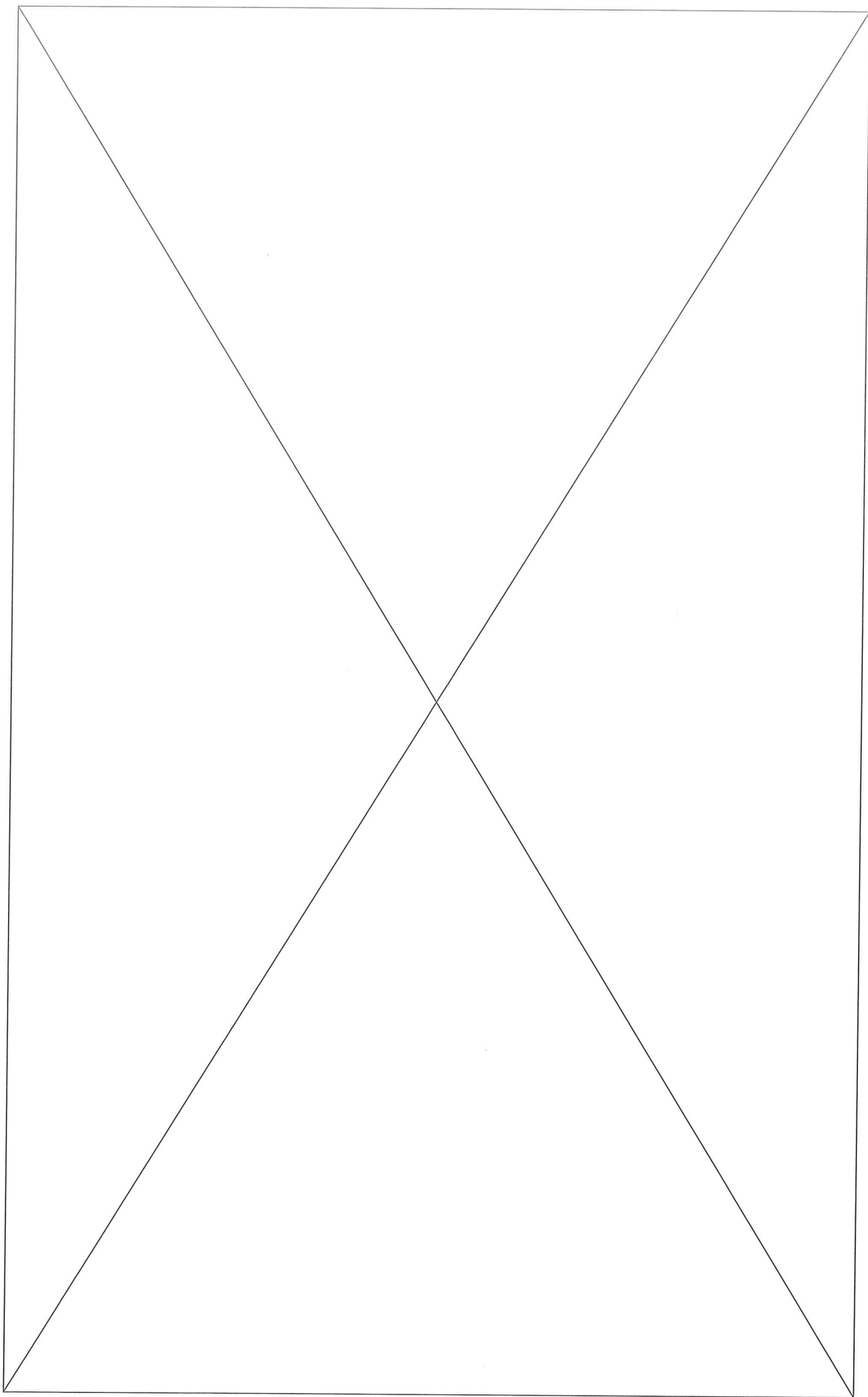
Олимпиада школьников «Ломоносов»
наименование олимпиады

по физике
профиль олимпиады

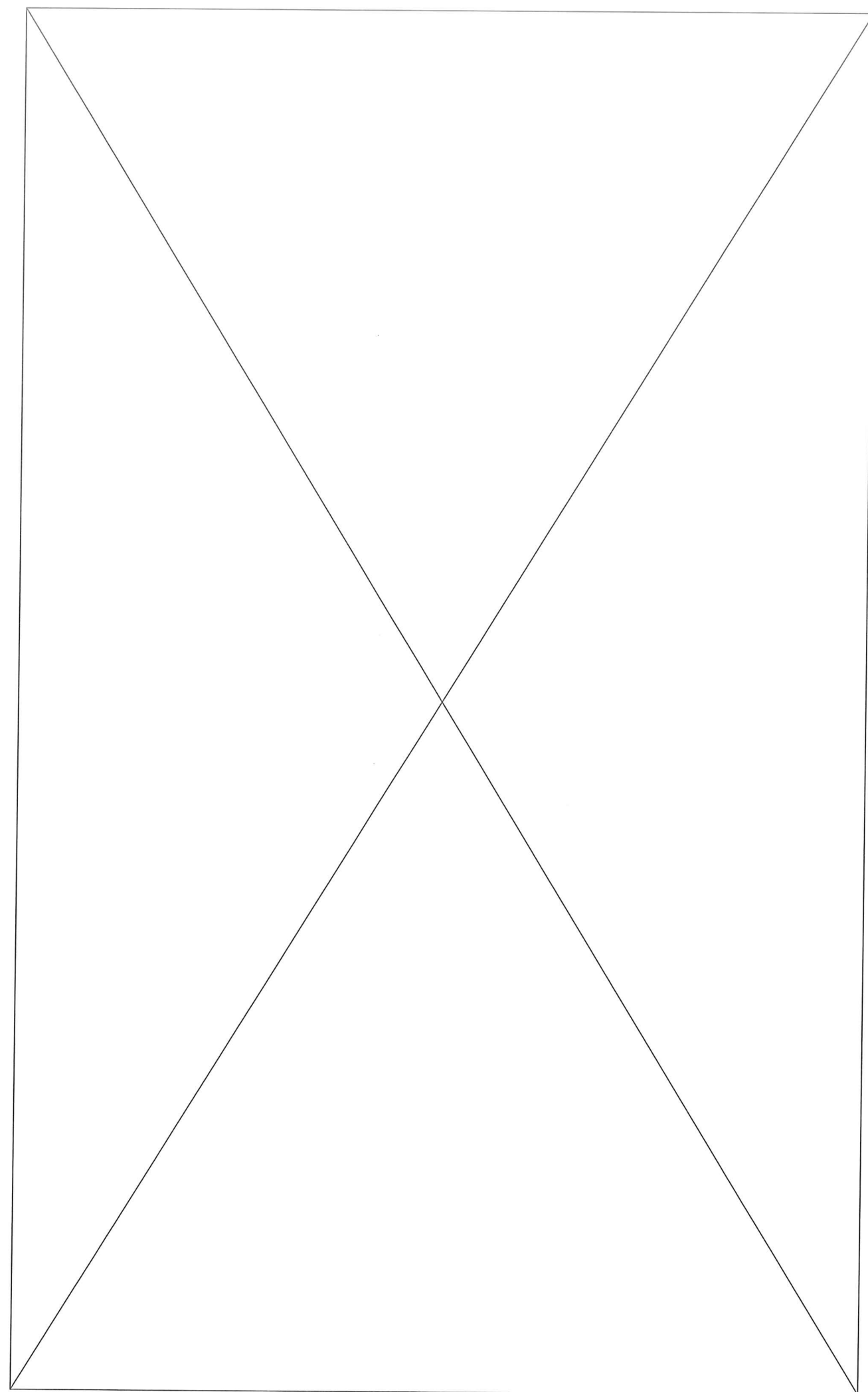
Степанова Дмитрий Андреевич
фамилия, имя, отчество участника (в родительном падеже)

Дата
«13» февраля 2025 года

Подпись участника
Вяну



Выполнять задания на титульном листе запрещается!



Выполнять задания на титульном листе запрещается!

Черновик
 $Q = \eta \frac{U^2}{R} t = 2 M_2$
 $m_2 = \frac{\eta U^2 t}{R g}$

$p_1 = \chi_0 p_H$

$p_2 = \frac{m}{\mu} R T_0$

$p_2 = \frac{m R T_0}{\mu V} = \frac{\eta U^2 t R T_0}{R g \mu V} = \frac{98 \cdot 10^4 \text{ В} \cdot 2300 \text{ с} \cdot 83 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot \text{К}} \cdot 300 \text{ К}}{80 \Omega \cdot 23 \cdot 10^6 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}} \cdot 18 \cdot 10^{-3} \frac{\text{кг}}{\text{м}^3} \cdot 50 \text{ м}^3}$
 $= \frac{8 \cdot 23 \cdot 83 \cdot 3}{8 \cdot 23 \cdot 18 \cdot 5} \cdot \frac{10^6}{10^4} \text{ Па} = \frac{83}{45} \cdot 100 \text{ Па} < (1 - \chi_0) p_H$

$p_{\text{кон}} = \frac{145}{1000} p_H + \frac{83}{45} \cdot 100 \text{ Па} = \frac{83}{200} \cdot 2000 \text{ Па} + \frac{83}{45} \cdot 100 \text{ Па} =$
 $= (830 + \frac{8300}{45}) \text{ Па} = (830 + \frac{1660}{9}) \text{ Па}$

$p_1 V = \frac{m}{\mu} R T_0$

$m_1 = \frac{p_1 V \mu}{R T_0} = \frac{830 \text{ Па} \cdot 50 \text{ м}^3 \cdot 18 \cdot 10^{-3} \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}}{8,3 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot \text{К}} \cdot 300 \text{ К}} = \frac{83 \cdot 5 \cdot 18 \cdot 10^{-1}}{83 \cdot 3 \cdot 10}$

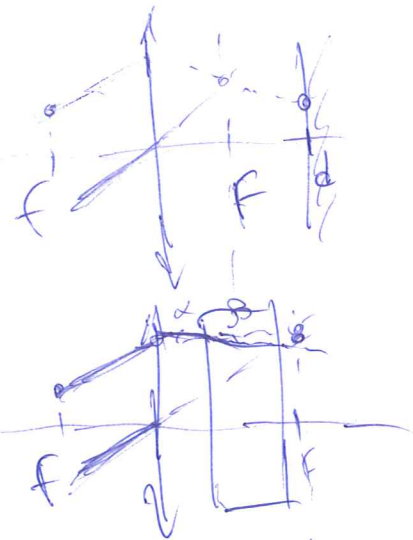
$= \frac{30}{100} \text{ кг} = 0,3 \text{ кг} = 300 \text{ г}$

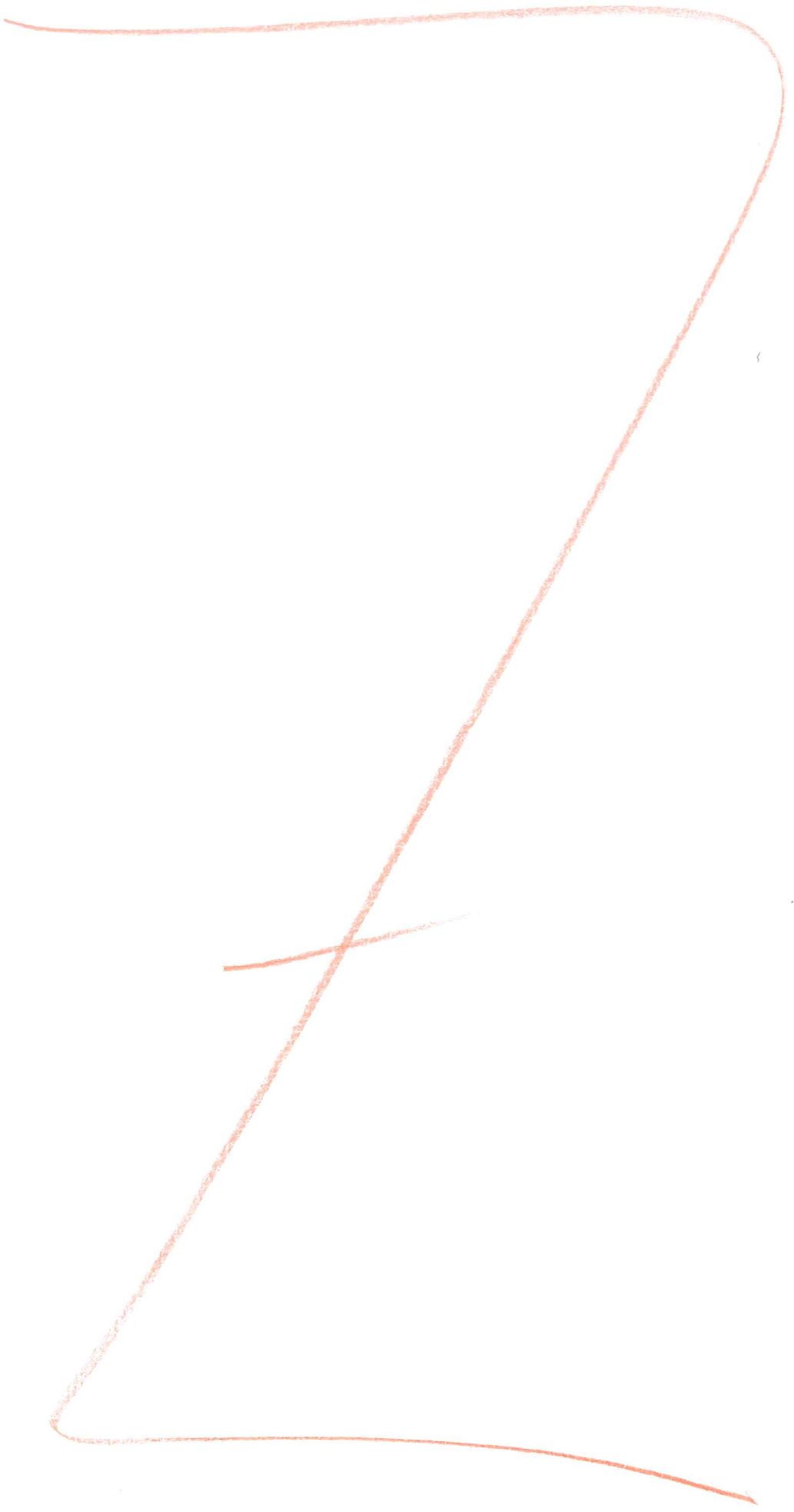
$m_2 = \frac{\eta U^2 t}{R g} = \frac{98 \cdot 10^4 \text{ В} \cdot 2300 \text{ с}}{80 \Omega \cdot 23 \cdot 10^6 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}}} = \frac{8 \cdot 23}{8 \cdot 23} \cdot \frac{10^5}{10^6} \frac{\text{кг}}{10} = 100 \text{ г}$

$= 100 \text{ г}$

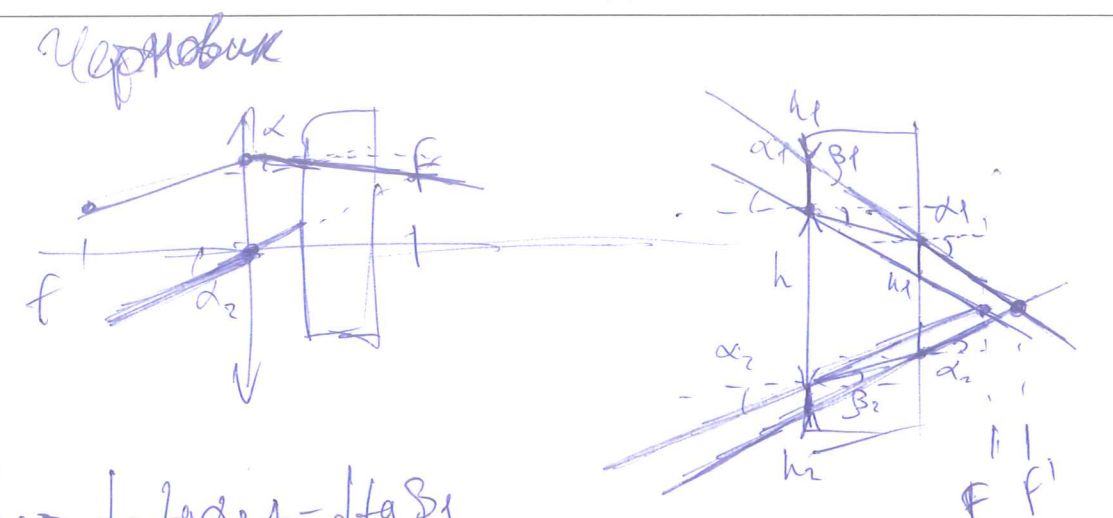
$m = m_1 + m_2 = 400 \text{ г}$

$\rho_{\text{ос}} = \frac{m}{V} = \frac{400 \text{ г}}{50 \text{ м}^3} = 8 \frac{\text{г}}{\text{м}^3}$





44-27-51-47
(4.21)



$$h_1 = d \cdot \tan \alpha_1 - d \tan \beta_1$$

$$h_2 = d \tan \alpha_2 - d \tan \beta_2$$

$$k = \frac{h_1 + h_2}{h} \quad F' = kF$$

$$\frac{1}{f} + \frac{1}{a} = \frac{1}{F} = \frac{1}{kF}$$

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

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

$$F = \frac{fa}{f-a}$$

$$F' = \frac{fa}{f-a} \cdot k$$

$$F' = \frac{fa}{f-a} \cdot \frac{h_1 + h_2}{h}$$

$$kFf + kFa + kFsa = fa + fsa$$

$$\Delta a = \frac{kFf + kFa - fa}{f - kF} = \frac{kF(f+a) - fa}{f - kF} = \frac{k \cdot \frac{fa}{f-a} (f+a) - fa}{f - k \frac{fa}{f-a}}$$

$$= \frac{kfa - fa}{f^2 + fa - kfa} = \frac{fa^2(k-1)}{f^2 + fa - kfa} = \frac{a^2(k-1)}{f + a - ka}$$

$$F(\alpha_1 + \alpha_2) = h$$

$$h_1 = d(\alpha_1 - \frac{\alpha_1}{n})$$

$$h_2 = d(\alpha_2 - \frac{\alpha_2}{n})$$

$$F'(\alpha_1 + \alpha_2) = h_1 + h_2$$

$$F'(\alpha_1 + \alpha_2) = F(\alpha_1 + \alpha_2) + d(\alpha_1 + \alpha_2 - \frac{\alpha_1 + \alpha_2}{n})$$

$$F' = F + \frac{d(\alpha_1 + \alpha_2)}{\alpha_1 + \alpha_2} (1 - \frac{1}{n}) = F + d - \frac{d}{n}$$

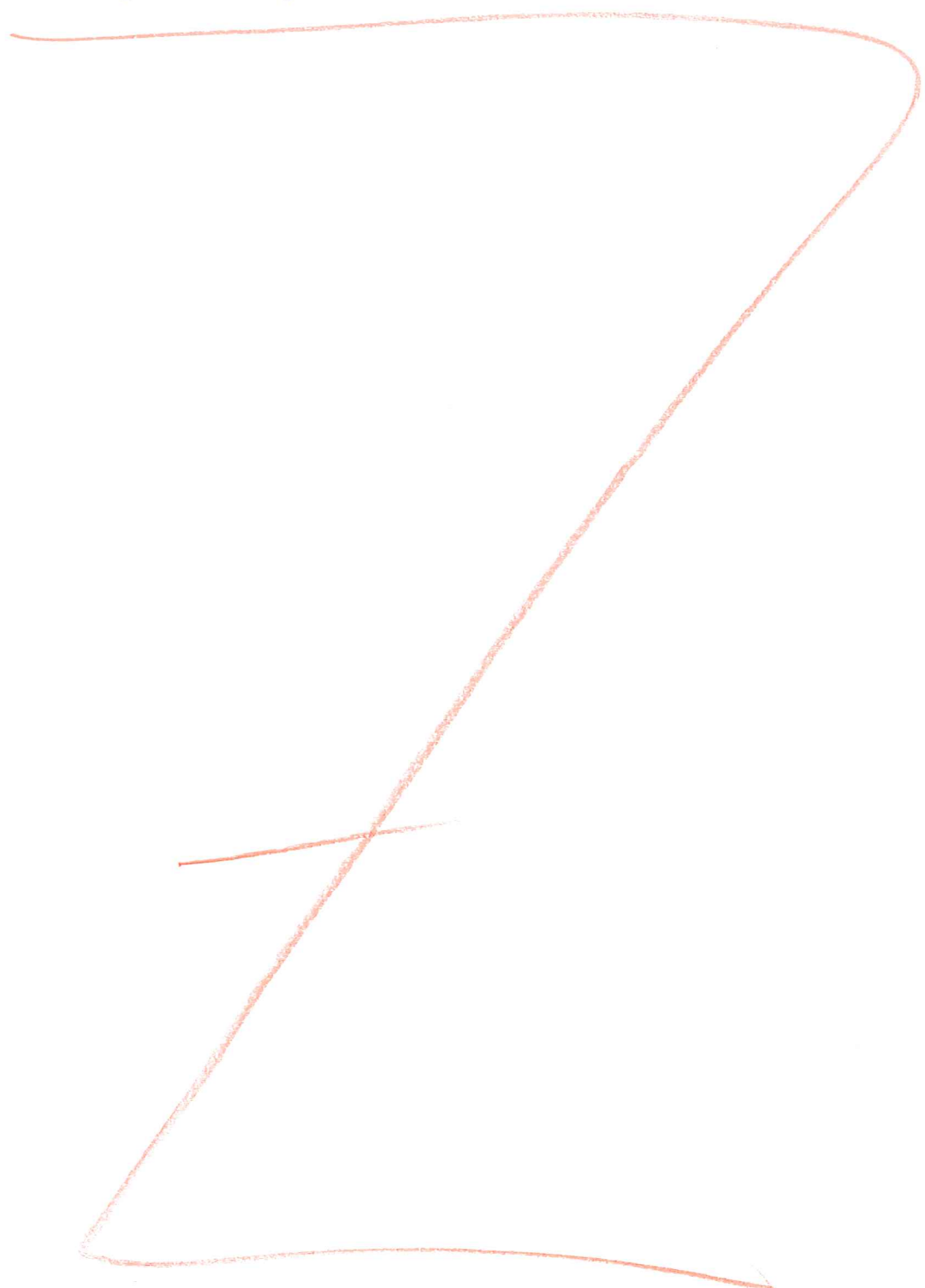
$$\Delta a = \frac{F'f + F'a - fa}{f - F'} = \frac{F(f+a) + d(f+a) - \frac{d}{n}(f+a) - fa}{f - F - d + \frac{d}{n}}$$

$$= \frac{(f+a)(d - \frac{d}{n})}{f - F - d + \frac{d}{n}} = (d - \frac{d}{n}) \frac{f + \frac{fa}{f-f}}{f - F - (d - \frac{d}{n})} = (d - \frac{d}{n}) \frac{f - F - d + \frac{d}{n}}{f - F - (d - \frac{d}{n})} =$$

Чистовик

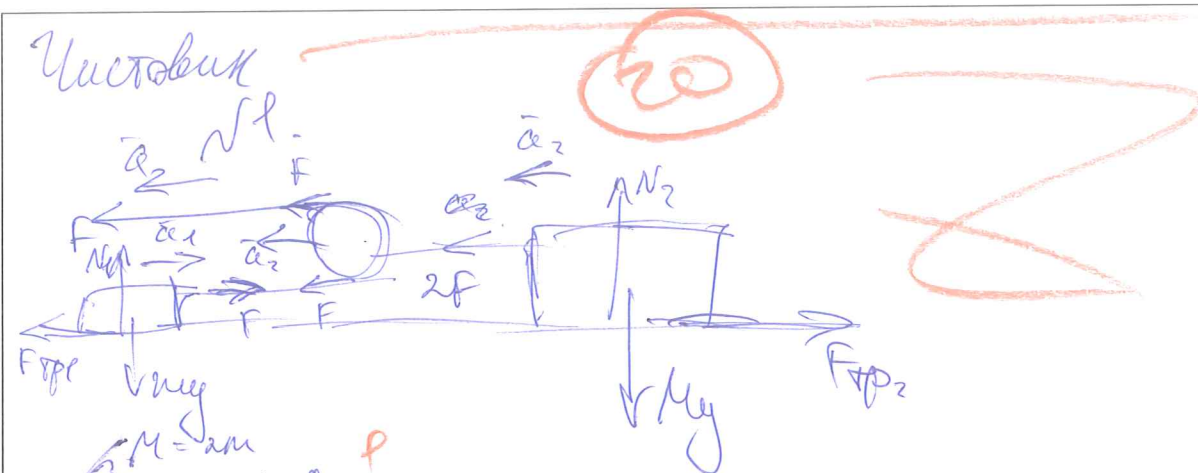
$$= \frac{(d - \frac{d}{n})(f+a)}{f - f - \frac{d}{n} + \frac{d}{n}} > \frac{(d - \frac{d}{n})(f+a)}{f - \frac{fa}{f+a} - d + \frac{d}{n}} = \frac{(d - \frac{d}{n})(f+a)^2}{f^2 + fa - fa - (f+a)(d - \frac{d}{n})} =$$

$$= \frac{(d - \frac{d}{n})(f+a)^2}{f^2 - (f+a)(d - \frac{d}{n})}$$



44-27-51-47 (421)

Чистовик



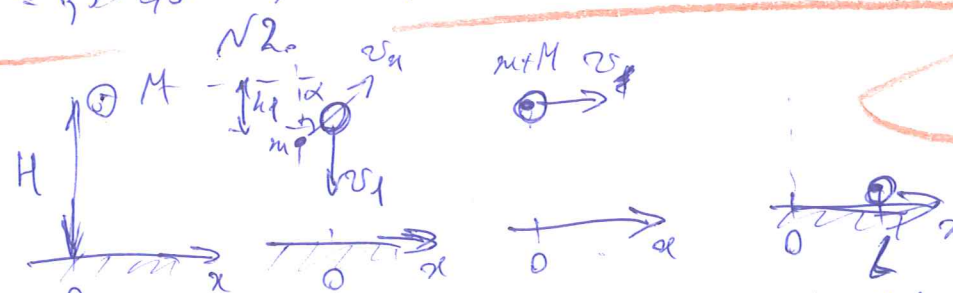
$M = \Delta m$
 $a = a_1 + 2a_2$
 $N_1 = \mu mg$
 $N_2 = Mg$
 $F - \mu N_1 = ma_1$
 $2F - \mu N_2 = Ma_2$

$F - \mu mg = ma_1$
 $2F - 2\mu mg = 2Ma_2$
 \Downarrow
 $a_1 = a_2$

$\Delta x = \Delta x_1 + \Delta x_2 = \frac{a_1 t^2}{2} + \frac{a_2 t^2}{2} = a_1 t^2$

$a_1 = \frac{\Delta x}{t^2}$

$F = m(a_1 + \mu g) = m(\frac{\Delta x}{t^2} + \mu g) = 95 \text{ кг} \cdot (1 \frac{\text{м}}{\text{с}^2} + 33 \cdot 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}) =$
 $= 35 \cdot 43 \text{ Н} = 368 \text{ Н} \quad 35 \cdot 4 \text{ Н} = 2 \text{ Н}$



$m \ll M$
 $\text{Dy: } m v_n \cos \alpha = M v_1$
 $\text{Dx: } m v_n \sin \alpha = (M+m) v_2$
 $L = v_1 r$
 $h_1 = \frac{v_1^2 - 0}{2g}$
 $H = h_1 + \frac{g r^2}{2}$

$v_1 = \frac{m v_n \cos \alpha}{M}$
 $m v_n = \frac{M v_1}{\cos \alpha}$
 $M v_1 \tan \alpha = (M+m) v_2 \approx M v_2$
 $v_1 \tan \alpha = v_2 = \frac{L}{r}$
 $H = \frac{L^2}{2g \tan^2 \alpha} + \frac{g r^2}{2} = \frac{100 \frac{\text{м}^2}{\text{с}^2}}{20 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}} + \frac{10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2} \cdot 4 \text{ с}^2}{2}$
 $= (5 + 20) \text{ м} = 25 \text{ м}$

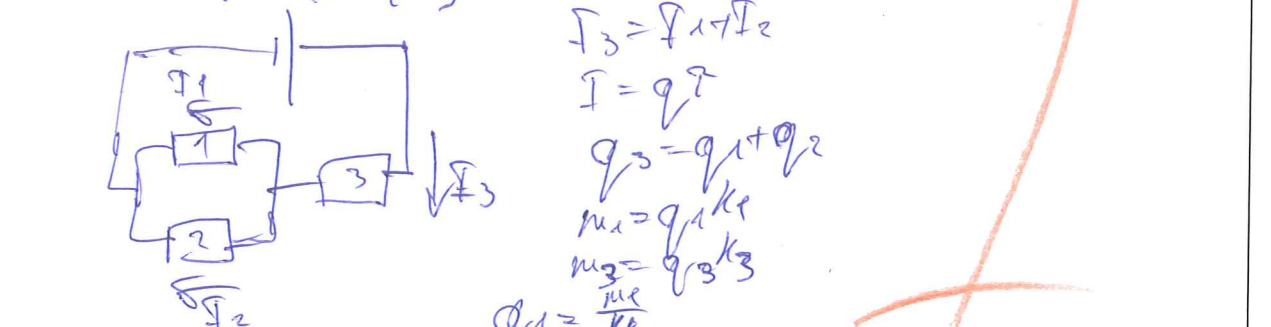
Учетовик
 $Q = \eta \frac{U^2}{R} \tau = m_2$ m, R - масса и давление, τ - время
 или после работы за время τ
 $m_2 = \frac{\eta U^2 \tau}{R_2}$

$p_2 V = \frac{m_2 R T_0}{\mu}$
 $p_2 = \frac{m_2 R T_0}{\mu V} = \frac{\eta U^2 \tau R T_0}{\mu V R_2} = \frac{98 \cdot 10^4 \text{ В} \cdot 2300 \text{ с} \cdot 83 \frac{\text{Дж}}{\text{моль} \cdot \text{К}} \cdot 300 \text{ К}}{(8 \cdot 10^{-3} \frac{\text{кг}}{\text{моль}}) \cdot 50 \text{ м}^3 \cdot 80 \text{ Ом} \cdot 23 \cdot 10^4 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}}}$
 $= \frac{8 \cdot 23 \cdot 83 \cdot 3}{18 \cdot 5 \cdot 8 \cdot 23} \cdot \frac{10^6}{10^4} \text{ Па} = \frac{83}{30} \cdot 100 \text{ Па} < (1 - \varphi_0) p_{\text{атм}}$

$p_1 = \varphi_0 p_{\text{атм}}$
 $m_1 p_1 V_1 = \frac{m_1 R T_0}{\mu}$
 $m_1 = \frac{p_1 V_1 \mu}{R T_0} = \frac{830 \text{ Па} \cdot 150 \text{ м}^3 \cdot 18 \cdot 10^{-3} \frac{\text{кг}}{\text{моль}}}{8,3 \frac{\text{Дж}}{\text{моль} \cdot \text{К}} \cdot 300 \text{ К}} = 95 \text{ кг} = 300 \text{ г}$

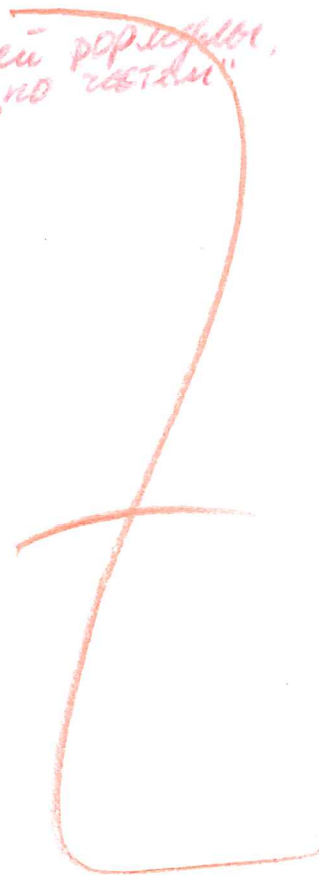
$m_2 = \frac{\eta U^2 \tau}{R_2} = \frac{98 \cdot 10^4 \text{ В} \cdot 2300 \text{ с}}{80 \text{ Ом} \cdot 23 \cdot 10^4 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}}} = 91 \text{ кг} = 400 \text{ г}$

$m = m_1 + m_2 = 400 \text{ г}$
 $\rho_{\text{дог}} = \frac{m}{V} = \frac{400 \text{ г}}{50 \text{ м}^3} = 8 \frac{\text{г}}{\text{м}^3}$
 $\sqrt{3(4)}$

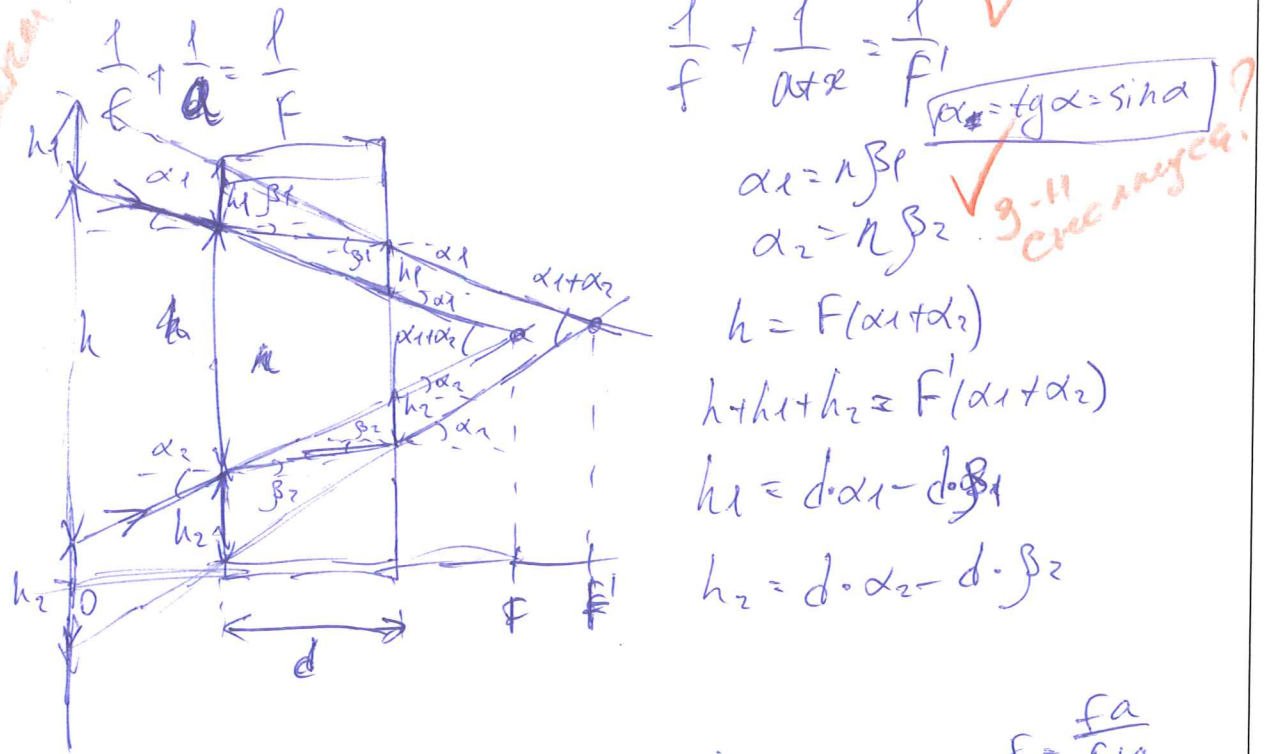
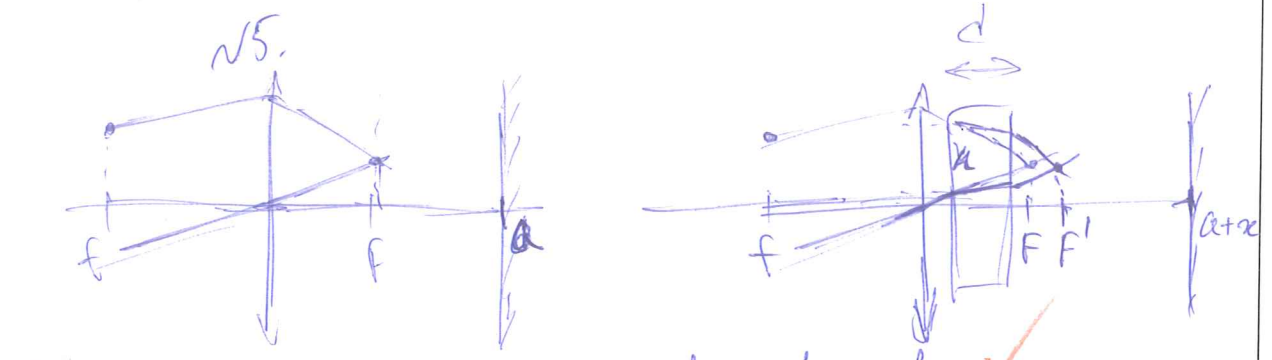


$I_3 = I_1 + I_2$
 $I = q \tau$
 $q_3 = q_1 + q_2$
 $m_1 = q_1 k_1$
 $m_2 = q_2 k_2$
 $q_1 = \frac{m_1}{k_1}$
 $q_2 = \frac{m_2}{k_2}$
 $q_3 = q_1 + q_2 = \frac{m_3}{k_3} = \frac{m_1}{k_1} + \frac{m_2}{k_2}$
 $m_2 = q_2 k_2$
 $V_2 = \frac{m_2}{\rho_2 S}$
 $k_2 = \frac{V_2}{S} = \frac{m_2}{\rho_2 S} = \frac{q_2 k_2}{\rho_2 S} = \frac{(\frac{m_3}{k_3} - \frac{m_1}{k_1}) k_2}{\rho_2 S}$

нет общей параллели, решение "по частям"



Учетовик
 $k_2 = \frac{(744 \cdot 10^{-3} \frac{\text{кг}}{\text{м}^3} - \frac{660 \cdot 10^{-3} \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}) \cdot 1,1 \cdot 10^{-6} \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}}{(9,3 \cdot 10^5 \text{ с}) \cdot 1,05 \cdot 10^4 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3} \cdot 1,1 \cdot 10^{-3} \text{ м}^2} =$
 $= \frac{(8-2) \cdot 1,1 \cdot 10^{-3}}{10,5 \cdot 1,1} \frac{1}{\text{м}} = \frac{6}{10,5} \cdot 10^{-4} \text{ м} = \frac{4}{7} \cdot 10^2 \text{ мм} \approx 57,14 \text{ мм} \approx 60 \text{ мм}$



$\frac{1}{f} + \frac{1}{a+x} = \frac{1}{f}$
 $\frac{1}{f} + \frac{1}{a+x} = \frac{1}{f}$
 $\alpha_1 = \beta_1$
 $\alpha_2 = \beta_2$
 $h = F(\alpha_1 + \alpha_2)$
 $h + h_1 + h_2 = F'(\alpha_1 + \alpha_2)$
 $h_1 = d \cdot \alpha_1 - d \cdot \beta_1$
 $h_2 = d \cdot \alpha_2 - d \cdot \beta_2$
 $F(\alpha_1 + \alpha_2) + d(\alpha_1 + \alpha_2 - \frac{\alpha_1 + \alpha_2}{n}) = F'(\alpha_1 + \alpha_2)$
 $F' = F + d(1 - \frac{1}{n})$
 $a+x = \frac{f F'}{f - F'}$
 $x = \frac{f F'}{f - F'} - a = \frac{f F' - f a + F' a}{f - F'}$
 $= \frac{F'(f+a) - f a}{f - F'} = \frac{f(f+a) + (d - \frac{d}{n})(f+a) - f a}{f - F'} = \frac{(d - \frac{d}{n})(f+a)}{f - F'} =$
 $= ?$

Задание / решение / ответ