



МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
имени М.В.ЛОМОНОСОВА

Вариант 1

Место проведения Москва
город

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Олимпиада школьников Ломоносов
наименование олимпиады

по сразике
профиль олимпиады

Грошева Александра Алексеевна
фамилия, имя, отчество участника (в родительном падеже)

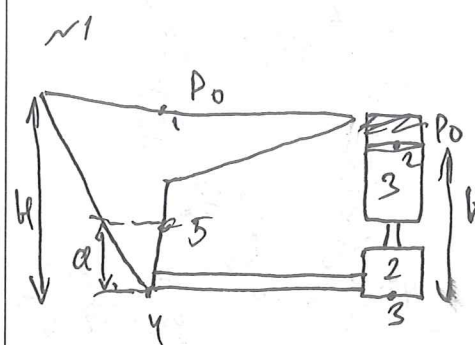
Сдан 15-20 09-

Дата
« 14 » февраль 2025 года

Подпись участника
АГ

26-01-99-27
(5.8)

Черновик - лист 1



$$p_3 = p_2 \cdot g \cdot h + p_0 = p_4$$

$$p_5 = p_6 \cdot g \cdot (H-a) + p_0 = p_4 - p_m \cdot g \cdot a + p_0$$

$$p_6 \cdot g \cdot H - p_6 \cdot g \cdot a = p_m \cdot g \cdot h - p_m \cdot g \cdot a$$

$$a \cdot g (p_m - p_6) = p_m \cdot g \cdot h - p_6 \cdot g \cdot H$$

$$p_{60} \cdot m - 1000 \cdot m$$

$$260 \cdot 10^{-3}$$

$$a = \frac{p_m \cdot h - p_6 \cdot H}{p_m - p_6} =$$

$$= \frac{p_m \cdot 114 - p_6 \cdot 114 - p_6 \cdot 26}{p_m - p_6} =$$

$$= 114 \cdot 10^{-3} \cdot \frac{p_6 \cdot 26 \cdot 10^{-3}}{260 \cdot 10} =$$

$$= 114 \cdot 10^{-3} - 10^{-1} = 0,114 - 0,1 = 0,014 = 14 \text{ мм.}$$

n2.

~~M = p \cdot V~~

$$M = p_0 \cdot V$$

$$M = p \cdot V$$

$$(M \cdot g - p \cdot \frac{V}{2} \cdot g) \cdot C_1 = m \cdot C_2 \cdot g$$

$$p_m \cdot V \cdot C_1 - p \cdot \frac{V}{2} \cdot C_1 = m \cdot C_2$$

$$p_m = m$$

$$p_m \cdot 20a \cdot h \cdot C_1 - p \cdot 10a \cdot h \cdot C_1 = m \cdot C_2$$

$$1000 \cdot a \cdot h \cdot C_1 - p \cdot 10a \cdot h \cdot C_1 = m \cdot C_2$$

$$100 \cdot a \cdot h \cdot C_1 - p \cdot 10a \cdot h \cdot C_1 = m$$

$$h \cdot C_1 (p_m - p) = m$$

$$M = p_m \cdot V = p_m \cdot h \cdot 10a \cdot 4a$$

$$M = p_m \cdot V = p_m \cdot h \cdot 10a \cdot 4a$$

$$M = p_m \cdot V = p_m \cdot h \cdot 10a \cdot 4a$$

$$20a^2 \cdot h \cdot (2p_m - p_m) \cdot C_1 = m \cdot C_2$$

$$2000a^2 \cdot h \cdot (2p_m - p_m) \cdot C_1 = m \cdot C_2$$

$$10000a^2 \cdot h \cdot (2p_m - p_m) \cdot C_1 = m \cdot C_2$$

$$20000a^2 \cdot h \cdot (2p_m - p_m) \cdot C_1 = m \cdot C_2$$

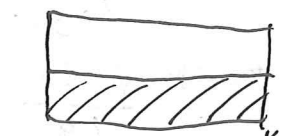
$$100000a^2 \cdot h \cdot (2p_m - p_m) \cdot C_1 = m \cdot C_2$$

$$200000a^2 \cdot h \cdot (2p_m - p_m) \cdot C_1 = m \cdot C_2$$

$$2p_m - p_6 = 4 \cdot 10$$

$$2p_m - p_6 = 4$$

$$p_m = \frac{1004}{2} = 502,5 \text{ кПа}$$



$$p_m \cdot V \cdot g = p \cdot \frac{V}{2} \cdot g = m \cdot g$$



$$\frac{260 \cdot 114 - p_6 \cdot 26}{260} =$$

$$= \frac{1140 - 2000}{10} =$$

$$= 14$$

15. Черновик - лист 2

$$c.m. (60^\circ - 20^\circ) = p \cdot \epsilon_1 \cdot \eta$$

$$q \cdot \epsilon_2 = c.m. (60^\circ - t_2)$$

$$\eta_2 \cdot p \cdot \epsilon_3 = c.m. \cdot t_2 \cdot (100^\circ - t_2)$$

$$p = \frac{c.m. \cdot 40}{\eta_1 \cdot \epsilon_1}$$

$$t_2 = 60^\circ - \frac{q \cdot \epsilon_2}{c.m.} = 60^\circ - \frac{400 \cdot 10}{4000 \cdot 100} = 60^\circ - \frac{200}{4} = 60^\circ - 50 = 10^\circ$$

$$\eta_2 \cdot \frac{c.m. \cdot 40}{\eta_1 \cdot \epsilon_1} = c.m. (100 - 60 + \frac{200}{4})$$

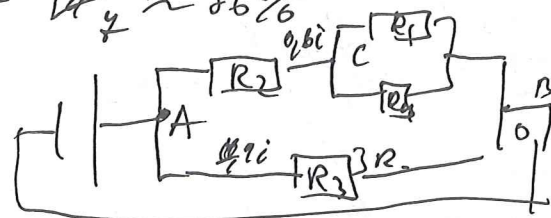
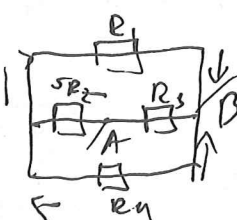
$$\eta_2 = \frac{(100 - \frac{200}{4}) \cdot 80 \cdot 2,5}{2 \cdot 2 \cdot 40 \cdot 100} = 0,5 + \frac{50}{2 \cdot 4} = \frac{4+5}{14} = \frac{9}{14} \approx 64\%$$

$$\eta_2 = \frac{(100 + \frac{200}{4}) \cdot 80 \cdot 2,5}{2 \cdot 2 \cdot 40 \cdot 100} = 0,5 + \frac{50}{2 \cdot 4} = \frac{4+5}{14} = \frac{9}{14} \approx 64\%$$

$$= \frac{4+5}{14} = \frac{9}{14} \approx 64\%$$

$$\frac{80 \cdot 2,5}{40 \cdot 100} = \frac{200}{4000} = 0,05$$

24



$$R_{\text{ин}} = \frac{1}{\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_4}} = \frac{3R}{4} = 0,75R$$

$$R_{2/4} = 2R$$

$$R_{\text{дог}} = \frac{1}{\frac{1}{2R} + \frac{1}{3R}} = \frac{6R}{5} = 1,2R$$

$$\frac{6}{5}R \cdot i = 32$$

$$R \cdot i = \frac{32 \cdot 5}{6} = \frac{160}{3}$$

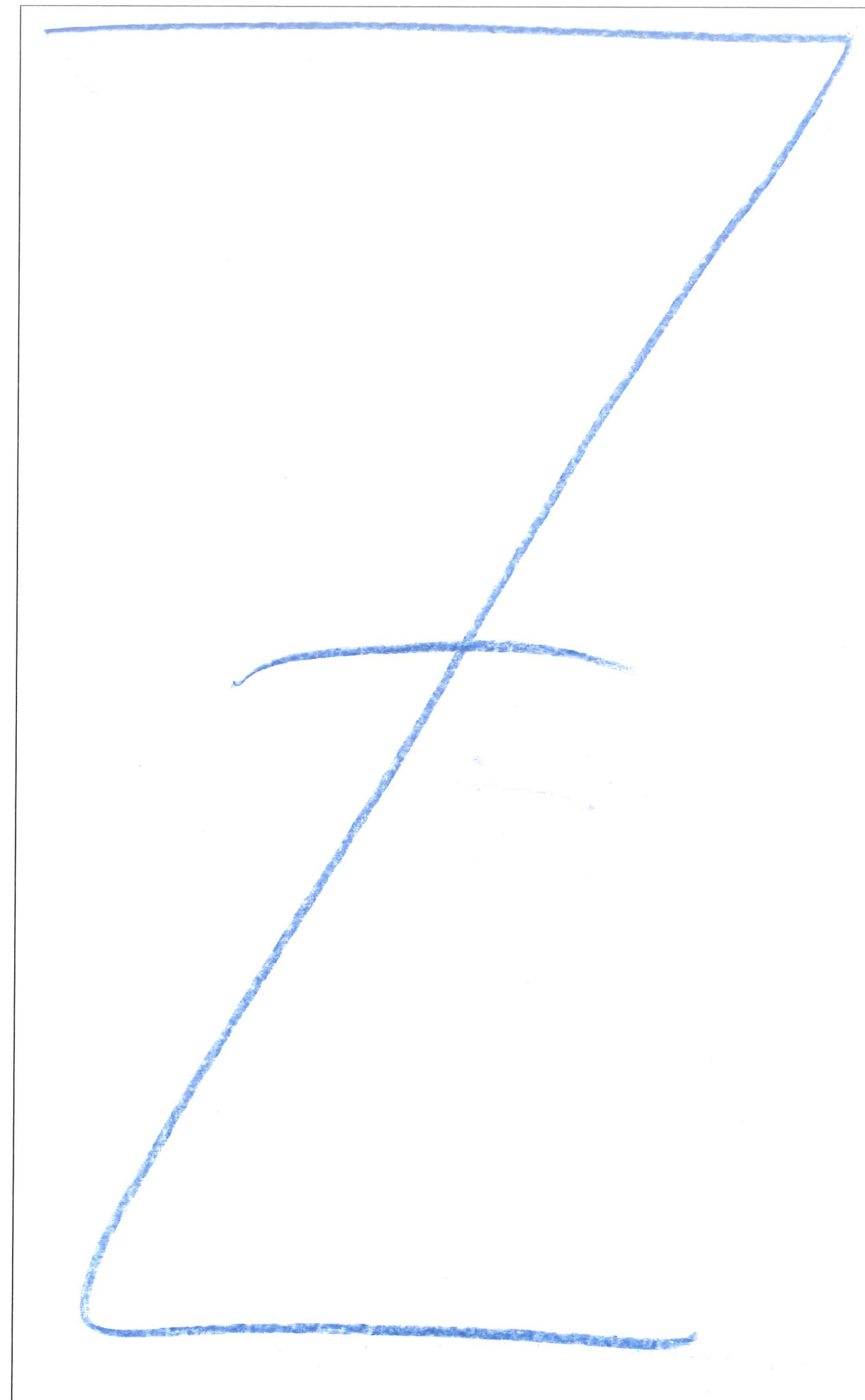
$$R = \frac{80}{3 \cdot i}$$

$$5R \cdot i = 32$$

$$i = \frac{32}{5R} = 0,64$$

$$i = \frac{32 \cdot i}{3 \cdot \frac{80}{3 \cdot i}} = 0,4i$$

$$U_{\text{нс}} = R \cdot 0,6i = \frac{80}{3} \cdot 0,6 \cdot 0,4 = \frac{80 \cdot 10 \cdot 0,6 \cdot 0,4}{3 \cdot 1} = 20 \text{ В}$$



26-01-99-27
(5.8)

Черновик - лист 3

v5

$4m$
 H
 L
 L'
 $F_1 = F_2$
 F_y
 $Kl_y = 5mg$
 $l_y = \frac{5mg}{K}$
 $5m$
 $5mg$
 $F_{\alpha d}$
 $4m \cdot v^2 = m \cdot g \cdot H$
 $v^2 = \frac{g \cdot H}{2}$
 $4m \cdot g \cdot H = \frac{5m \cdot 16}{25 \cdot 4}$
 $4m \cdot g \cdot H = \frac{5m \cdot 16}{25 \cdot 4}$
 $L' = \frac{L}{\cos \alpha}$
 $L' - L = \frac{L}{\cos \alpha} - L = \frac{L(1 - \cos \alpha)}{\cos \alpha}$
 $\frac{KL^2}{2} = E_{kin} = \frac{1}{2} \cdot gH \cdot m \cdot c = \sqrt{\frac{8 \cdot g \cdot H \cdot m}{5 \cdot K}}$
 $F_y = 5mg$
 $F_n = K \cdot \sqrt{\frac{8 \cdot g \cdot H \cdot m}{5 \cdot K}} = \sqrt{\frac{8 \cdot g \cdot H \cdot K \cdot m}{5}}$
 $F = \sqrt{\frac{25(mg)^2 - 8 \cdot g \cdot H \cdot K \cdot m}{5}} = \sqrt{\frac{mg(125 \cdot m \cdot g - 8 \cdot H \cdot K)}{5}}$
 $\cos \alpha = \frac{8 \cdot g \cdot H \cdot K \cdot m}{5 \cdot mg(125 \cdot m \cdot g - 8 \cdot H \cdot K)}$
 $\tan \alpha = \frac{F_y}{F_n} = \frac{5mg}{\sqrt{\frac{8 \cdot g \cdot H \cdot K \cdot m}{5}}} = \sqrt{\frac{125 \cdot m \cdot g^2}{8 \cdot g \cdot H \cdot K \cdot m}} =$
 $\alpha \cdot c = \frac{L}{\sqrt{\frac{125 \cdot m \cdot g}{8 \cdot H \cdot K}}}$

Черновик - Лист 4.

$$\frac{k \cdot l^2}{2} = \frac{1}{2} m \cdot g \cdot H$$

$$\frac{1}{k} = \frac{5mg}{k \cdot k}$$

$$\frac{x}{L+y} = \frac{g}{\lambda}$$

$$\lambda^2 = L \cdot \frac{5mg}{k} + \left(\frac{5mg}{k} \right)^2$$

$$\lambda = \frac{625}{4} = 156.25$$

$$k \cdot l^2 = 5mg$$

$$k \cdot y^2 = 5mg$$

$$y = \frac{5mg}{k}$$

$$H = \frac{25 \cdot 0.1 + 0.1 \cdot 600}{4} = 16.25$$

$$H = 16.25$$

$$\frac{46}{20} \cdot 2 \cdot 8 \cdot H = L \cdot 8$$

$$H = \frac{L \cdot 25}{32} = \frac{25}{32} \text{ м} = 4,8125 \text{ см}$$

$$\text{или } 4,8125 \text{ см или } \frac{2,5}{32} \text{ м}$$

$$\frac{4}{5} m \cdot g \cdot H = \frac{k y^2}{2} + \frac{k x^2}{2} + 5mg$$

$$\frac{4}{5} m \cdot g \cdot H = 1,5 \frac{k y^2}{2} + \frac{k x^2}{2} = 1,5 \frac{k (5mg)^2}{k \cdot 2} +$$

$$\frac{L+y}{2} = \frac{k \cdot g}{k \cdot g}$$

$$\frac{4}{5} m \cdot g \cdot H = \frac{k \cdot (16.25)^2}{2}$$

$$\frac{4}{5} m \cdot g \cdot H + 5mg = \frac{5mg \cdot y}{2} + \frac{k x^2}{2}$$

$$4mg \cdot H + 25mg = 5k x^2$$

$$x^2 = \frac{4mgH + 25mg \cdot y}{5k} = \frac{mg(4H + 25g)}{5k}$$

Черновик Лист 3

в продолжении

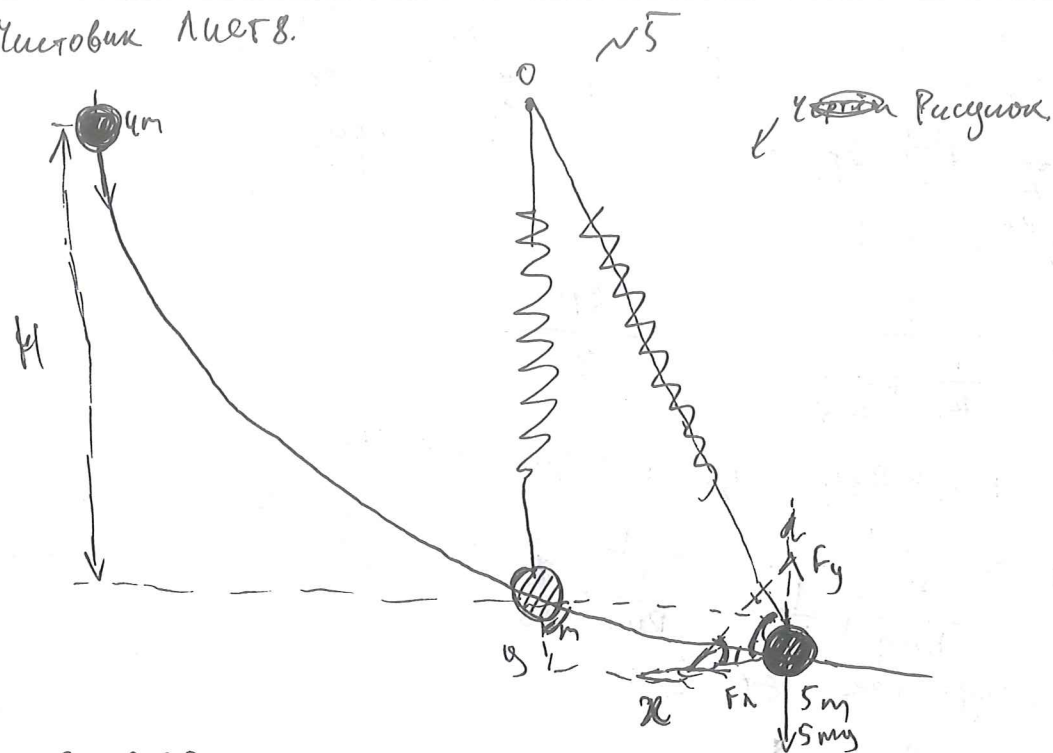
$$8 \cdot 5^2 = 8 \cdot 2 \cdot 9$$

$$\frac{46}{20} \cdot 2 \cdot 8 \cdot H = L \cdot 8$$

$$H = \frac{L \cdot 25}{32} = \frac{25}{32} \text{ м} = 4,8125 \text{ см}$$

$$\text{или } 4,8125 \text{ см или } \frac{2,5}{32} \text{ м}$$

Числовик Лист 8.



по 3СЭ:

$$k \cdot x \cdot g \cdot H = \frac{k \cdot x \cdot \Delta^2}{2} \Rightarrow \Delta = \sqrt{2 \cdot g \cdot H} \quad \checkmark$$

по 3СН:

$$k \cdot x \cdot g \cdot \Delta = 5m \cdot \Delta \Rightarrow \Delta_1 = \frac{4}{5} \sqrt{2 \cdot g \cdot H} \quad \checkmark$$

по 3СЭ:

$$F_y = k \cdot y = 5m \cdot y \quad \text{по геометрии} \Rightarrow y = \frac{5m \cdot g}{k}$$

по 3СЭ:

$$\frac{5m \cdot \Delta_1^2}{2} + \frac{k \cdot \Delta_1^2}{2} - 5m \cdot g \cdot y = \frac{k \cdot y^2}{2} + \frac{k \cdot \Delta_1^2}{2} \quad | : 10$$

$$25m \cdot \Delta_1^2 + 5m \cdot g \cdot y = 25m \cdot g \cdot y + 5k \cdot \Delta_1^2$$

$$\Delta^2 = \frac{25m \cdot \Delta_1^2 + 25m \cdot g \cdot y}{5k}$$

На рис. показан равновесный угол:

$$\frac{L + y}{\Delta} = \frac{x}{y}$$

$$\Delta^2 = L \cdot y + y^2$$

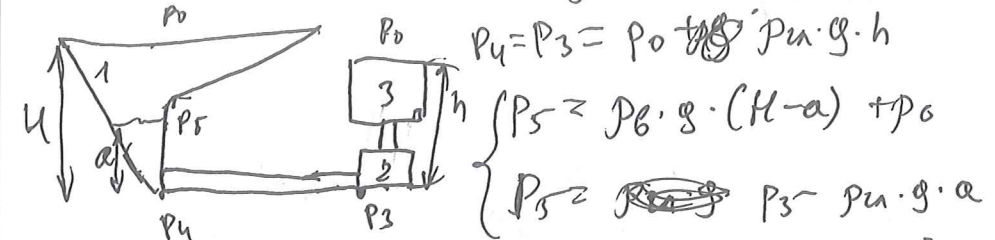
$$25m \cdot \Delta_1^2 + 25m \cdot g \cdot \frac{5m \cdot g}{k} = \frac{L \cdot 5m \cdot g}{k} + \frac{5m \cdot g^2}{k} \quad \text{или } \frac{25m \cdot g^2}{k^2}$$

$$5 \cdot \Delta_1^2 + \frac{25m \cdot g^2}{k} = \frac{5L \cdot g}{k} + \frac{25m \cdot g^2}{k}$$

Числовик - лист 5

№1

Даны: p_0 - атмосферное давление.



$$p_1 = 1260 \text{ кг/м}^3; \quad p_2 = 1000 \text{ кг/м}^3 \text{ и } y_{\text{снот.}}$$

$$p_0 \cdot g \cdot (H - a) + p_0 = p_3 - p_1 \cdot g \cdot a = p_0 + p_1 \cdot g \cdot h - p_1 \cdot g \cdot a$$

$$p_0 \cdot g \cdot H - p_0 \cdot g \cdot a = p_1 \cdot g \cdot h - p_1 \cdot g \cdot a$$

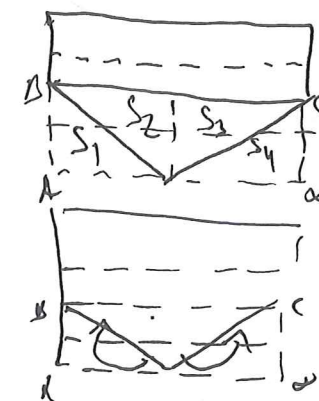
$$a(p_1 - p_0) = p_1 \cdot h - p_0 \cdot H$$

$$a = \frac{p_1 \cdot h - p_0 \cdot H}{p_1 - p_0} = \frac{1260 \text{ кг/м}^3 \cdot 11 \text{ м} \cdot 10^{-3} \text{ м}^2 - 1000 \text{ кг/м}^3 \cdot 14 \cdot 10^{-3} \text{ м}^2}{1260 \text{ кг/м}^3 - 1000 \text{ кг/м}^3}$$

$$= 14 \cdot 10^{-3} \text{ м} = 14 \text{ мм}$$

Ответ: 14 мм

№2



т.к. $S_1 = S_2 = S_3 = S_4 = S$, для минимума площади, чтобы равна это S

$$S_{ABCD} = S_1 + S_2 + S_3 + S_4$$

$$S_{ABCD} = 4 \cdot S \quad | : 2$$

$$S_{ABCD} = S_2 + S_3 \Rightarrow \text{для минимума}$$

переместить угол площади от S_2 и S_3 если угол, тогда получим прямоугольник и это не миним. силу Архимидеса

$$V_n = 4a \cdot 10a \cdot 10a = 400a^3 \quad \text{— уг. при } a \text{ геометрии}$$

$$V_{n.ч.} = \frac{V_n}{2} = 200a^3; \quad m_n = \rho_n \cdot V_n$$

Условие равновесия:

$$F_r = F_{\text{Арх}} + F_m$$

$$F_r = m_n \cdot g = \rho_n \cdot V_n \cdot g = \rho_n \cdot 400a^3 \cdot g$$

$$F_m = m \cdot g$$

$$F_{\text{Арх}} = \rho_0 \cdot g \cdot \frac{V_n}{2} = \rho_0 \cdot 200a^3 \cdot g$$

$$\rho_n \cdot 400a^3 \cdot g = m \cdot g + \rho_0 \cdot 200a^3 \cdot g$$

$$\rho_n =$$

$$(F_r - F_{\text{Арх}}) \cdot L_1 = F_m \cdot L_2$$

Задача лист 6

№2 (продолжение)
($\rho_n \cdot 400 \text{ м}^3 - \rho_6 \cdot 200 \text{ м}^3$) $\cdot \rho_2 = m \cdot \rho_2$

$$\rho_2 \rho_n - \rho_6 = \frac{m \cdot \rho_2}{(1 \cdot 200 \text{ м}^3)}$$

$$\rho_n = \frac{m \cdot \rho_2}{(1 \cdot 200 \text{ м}^3)} + \rho_6 = \frac{0,4 \text{ кг} \cdot 0,6 \text{ м}^3}{0,5 \text{ м} \cdot 200 \cdot (900 \text{ кг/м}^3)} + 1000 \text{ кг/м}^3 =$$

$$= \frac{4 \cdot 10^6}{2} + 1000 = \frac{1400}{2} = 850 \text{ кг/м}^3$$

ответ: 850 кг/м³

№3

не всегда дана физ. величина

$$\begin{cases} c \cdot m \cdot (t_2 - t_1) = P \cdot \tau_1 \cdot \eta_1 \\ c \cdot m \cdot (t_2 - t') = P \cdot \tau_2 \cdot \eta_2 \\ c \cdot m \cdot (100^\circ - t') = 2P \cdot \tau_3 \cdot \eta_2 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} P = \frac{c \cdot m \cdot \omega}{\tau_1 \cdot \eta_1} \\ t' = \omega t_2 - \frac{q \cdot \tau_2}{c \cdot m} \\ 2P \cdot \tau_3 \cdot \eta_2 = c \cdot m \cdot (\omega t_2 - t') \end{cases}$$

$$t' = 60^\circ \text{C} - \frac{200 \text{ Дж/кг} \cdot 10 \cdot 10^3 \text{ Дж}}{4200 \text{ Дж/кг} \cdot 2 \text{ кг}} = 60^\circ \text{C} - \frac{200}{4}^\circ \text{C}$$

$$2 \cdot P \cdot \tau_3 \cdot \eta_2 = c \cdot m \cdot (100^\circ - t')$$

$$2 \cdot \frac{c \cdot m \cdot \omega}{\tau_1 \cdot \eta_1} \cdot \tau_3 \cdot \eta_2 = c \cdot m \cdot (100^\circ - 60^\circ + \frac{200}{4}^\circ)$$

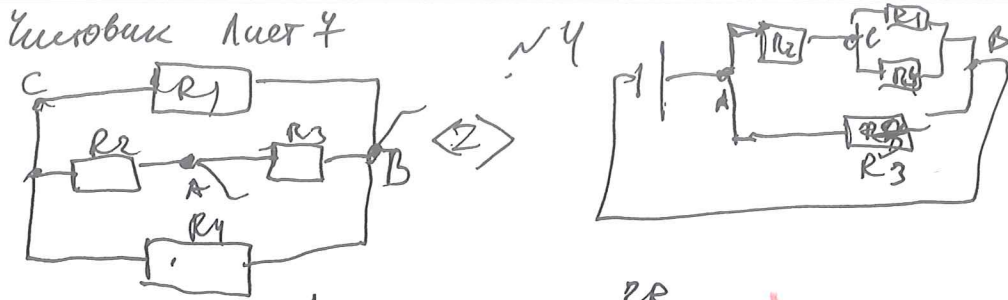
$$\eta_2 = \frac{100^\circ \text{C} + \frac{200}{4}^\circ \cdot \tau_1 \cdot \eta_1}{2 \cdot \tau_3 \cdot \eta_2} = \frac{(100^\circ + \frac{200}{4}^\circ) \cdot 35 \cdot 80}{100 \cdot 2 \cdot 2 \cdot 100} =$$

$$= 0,5 + \frac{500}{1 \cdot 100 \cdot 2} = \frac{4+5}{14} = \frac{12}{14} = \frac{6}{7} \approx 0,86 \Rightarrow 86 \text{ процентов}$$

$$\eta_2 = 86\%$$

ответ: 86%

Задача лист 7



$$R_{14} = \frac{1}{\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_4}} = \frac{3R}{4}$$

$$R_{24} = R_2 + R_{14} = 1R + \frac{3}{4}R = \frac{7}{4}R$$

$$R_{\text{общ}} = \frac{1}{\frac{1}{R_{24}} + \frac{1}{R_3}} = \frac{6R}{5}$$

переходим к общ. ток - это i

$$R_{\text{общ}} \cdot i = 32 \text{ В}$$

$$\frac{6R}{5} \cdot i = 32 \text{ В} \Rightarrow R = \frac{5 \cdot 32 \text{ В}}{6 \cdot i} = \frac{80 \text{ В}}{i \cdot 3} ; i = \frac{32 \cdot 5}{6 \cdot R}$$

$$i_{AB} = \frac{32 \text{ В}}{R_3} = \frac{32 \text{ В} \cdot 3 \cdot i}{3 \cdot \frac{80}{i \cdot 3}} = 0,4i \text{ по } R_4, \text{ а по } R_2$$

по закону Кирхгофа $j = i - i_{AB} = 0,6i$

$$U_{AC} = R \cdot 0,25 \cdot 0,6i = R \cdot 0,15 \cdot 0,6 \cdot \frac{32 \cdot 5}{6 \cdot R} =$$

$$= R \cdot \frac{10}{8} \cdot \frac{16}{10} \cdot \frac{32 \cdot 5}{6 \cdot R} = 20 \text{ В}$$

ответ: 20 В