



МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
имени М.В.ЛОМОНОСОВА

Вариант 1

Место проведения Москва
город

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Олимпиада школьников Ломоносов
наименование олимпиады

по физике
профиль олимпиады

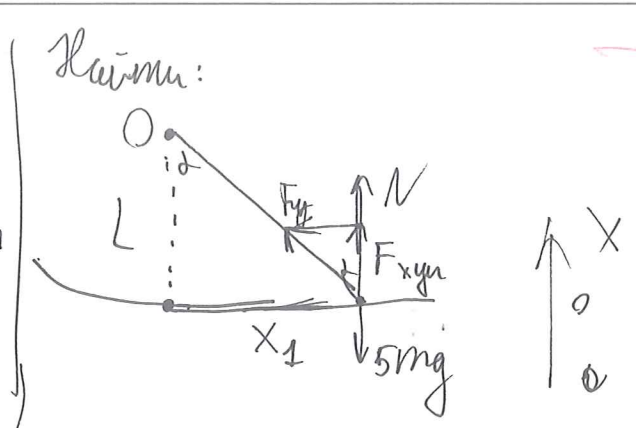
Трушовой Кристины Макариовны
фамилия, имя, отчество участника (в родительном падеже)

вышла 12⁴⁸ вернулась 12⁵⁵
сдала работу 14-05

Дата
«14» февраля 2025 года

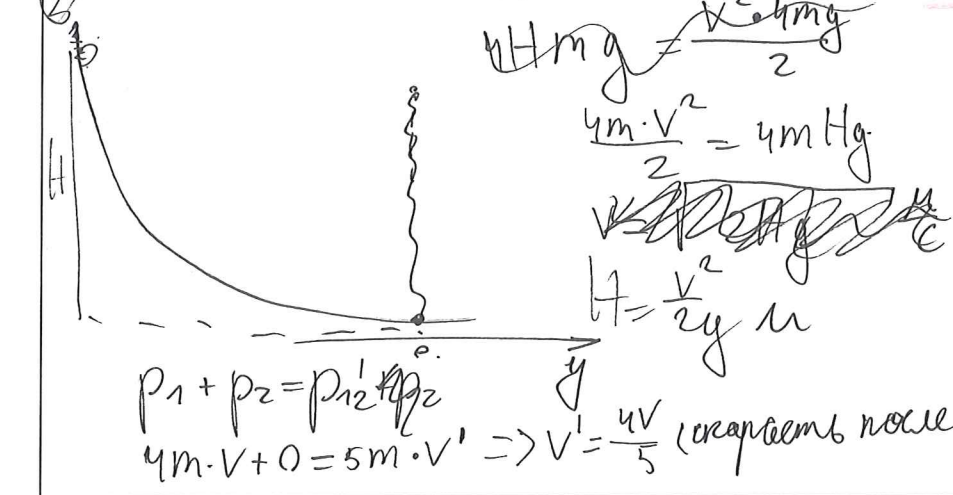
Подпись участника
[подпись]

№1.5
 Дано: $m = 0,01 \text{ кг}$
 $g = 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}; 4 \text{ м}$
 $K = 10 \frac{\text{Н}}{\text{м}}; L = 0,1 \text{ м}$
 Найти: $H = ?$



1) $\Sigma F = 0$
 $N + F_{xyn} = 5mg$ ($N=0$, масса сила давления не оказывает равна 0)
 $F_{xyn} = 5mg$
 $F_{yn} \cdot \cos \alpha = 5mg \Rightarrow \Delta x \cos \alpha = \frac{5mg}{K}$
 $\Delta x \cdot K \cdot \cos \alpha = 5mg; \frac{(\sqrt{L^2 + x_1^2} - L) \cdot K}{\sqrt{L^2 + x_1^2}} = \frac{5mg}{K} \Rightarrow$
 $\Rightarrow 1 - \frac{L}{\sqrt{L^2 + x_1^2}} = \frac{5mg}{KL} \Rightarrow \frac{L}{\sqrt{L^2 + x_1^2}} = \frac{KL - 5mg}{KL} \Rightarrow$

$\Rightarrow \sqrt{L^2 + x_1^2} = \frac{KL^2}{KL - 5mg} \Rightarrow x_1 = \sqrt{\left(\frac{KL^2}{KL - 5mg}\right)^2 - L^2} =$
 $= L \sqrt{\frac{K^2 L^2 - (KL - 5mg)^2}{(KL - 5mg)^2}} = \frac{L}{KL - 5mg} \sqrt{10KLmg - 25m^2g^2} \sqrt{K^2 L^2 - (KL - 5mg)^2}$
 $= \frac{0,1}{10 \cdot 0,1 - 5 \cdot 0,01 \cdot 10} \cdot \sqrt{2 - (1 - 0,05 \cdot 10)^2} = \frac{1}{10 - 5} \cdot \sqrt{2 - (1 - 0,5)^2} =$
 $= \frac{1}{5} \sqrt{0,5 \cdot 1,5} = \frac{\sqrt{3}}{10} \text{ м (координата, где сила давления 0)}$



$p_1 + p_2 = p_1' + p_2'$
 $4m \cdot v + 0 = 5m \cdot v' \Rightarrow v' = \frac{4v}{5}$ (скорость после соударения)

$$v + u(x) \cdot T = 0$$

$$-\delta p_{12} = \int_0^T F_{yn} \cdot dt$$

(T - время остановки вихревого X1)

$$F_{yn} \cdot \sin \alpha = (a_y) \cdot 5m$$

$$a_y = -\frac{F_{yn} \cdot \sin \alpha}{5m}$$

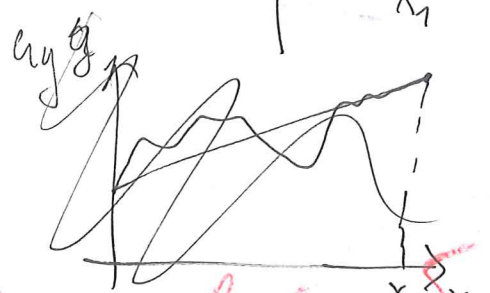
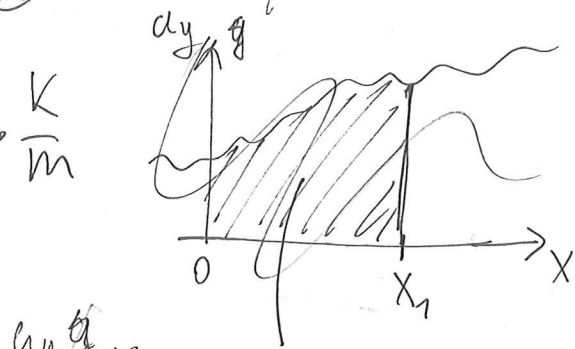
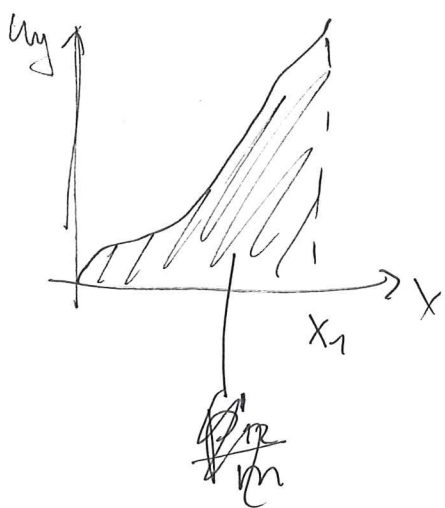
$$v + \int_0^T \frac{F_{yn}(t) \sin \alpha}{5m} = 0$$

Если эти уравнения проинтегрировать / дифференцировать, то можно найти зависимость между v и t, затем выразить v и t

$$H = \frac{v^2}{2g} = \frac{25(v')^2}{32g}$$

$$a_y = -\frac{L^2 + x^2(t)}{\sqrt{L^2 + x^2(t)}} \cdot \frac{K}{m}$$

$$x_1 = \frac{\sqrt{3}}{10} m$$



ответ не верный

17-89-61-97
(5.6)

1.3.1

Дано: $m = 200$
 $t_0 = 20^\circ C$
 $t_1 = 60^\circ C$
 $J_1 = 2,5 \text{ мм}$
 $J_2 = 10 \text{ мм}$
 $2P_1 = P_2$
 $J_3 = 2 \text{ мм}$
 $q = 400 \text{ А/с}$
 $\eta_1 = 80\%$
 $t_{100} = 100^\circ C$
 $c = 4200 \text{ Дж/кг}^\circ C$

Найти: η_2

$$= \frac{cm(t_{100} - t_x)}{J_3}$$

$$\Sigma Q = 0 \Rightarrow$$

$$\Sigma Q = q \cdot t \Rightarrow c \cdot m \cdot (t_1 - t_x) = q J_2$$

$$t_x = t_1 - \frac{q J_2}{cm} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow P_2' = \frac{cm(t_{100} - (t_1 - \frac{q J_2}{cm}))}{J_3}$$

$$\eta_2 = \frac{\eta_1}{2} \cdot \frac{P_2'}{P_1'} = \frac{\eta_1}{2} \cdot \frac{cm(t_{100} - t_1 + \frac{q J_2}{cm}) J_1}{J_3 \cdot cm(t_1 - t_0)}$$

$$= \frac{\eta_1}{2} \cdot \frac{J_1}{J_3} \cdot \frac{(t_{100} - t_1 + \frac{q J_2}{cm})}{t_1 - t_0} = \frac{80}{2} \cdot \frac{2,5}{2} \cdot \frac{40 + \frac{4200 \cdot 2}{40}}{40} = 85,7\%$$

$$= 40 \cdot 2,5 \cdot \frac{40(1 + \frac{6000}{4200 \cdot 2})}{40} = 50(1 + \frac{30}{42}) = 50 \cdot 1,71 = 85,7\%$$

$$Q_{max} = 85,7\%$$

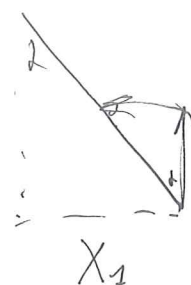
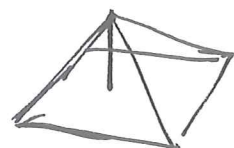
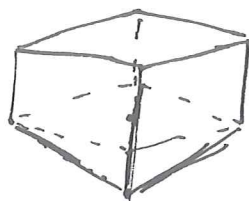
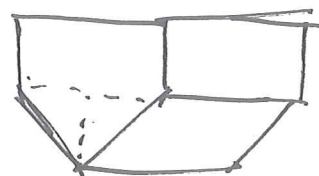
$$\eta_2 = \frac{P_2'}{2P_1} = \frac{\eta_1}{2} \cdot \frac{P_2'}{P_1} = \frac{\eta_1}{2} \cdot \frac{P_2'}{P_1}$$

$$\eta_1 = \frac{P_1}{P_1'} \Rightarrow \eta_2 = \frac{P_2'}{P_2}$$

$$P_1' = \frac{\Delta Q_1}{J_1} = \frac{c \cdot m \cdot \Delta t_1}{J_1} = \frac{4200 \cdot 200 \cdot 40}{2,5 \cdot 60}$$

$$P_2' = \frac{\Delta Q_2}{J_2} = \frac{cm \Delta t_2}{J_2}$$

$$\frac{6000}{56} = 85,7$$



$$F = mg$$
$$5mg = F_{cm} \cdot \cos \alpha$$
$$5mg = (\sqrt{L^2 + x_1^2} - L) K \cdot \frac{L}{\sqrt{L^2 + x_1^2}}$$

$$\cancel{V} - a(t) \cdot t = 9 - 45$$

9.00 - 10.30

10.50 - 12.20

12.50-14.20

15 14.40

$$a_x = -\frac{k}{m} \cdot \frac{(\sqrt{L^2 + x^2} - L) \cdot x}{\sqrt{L^2 + x^2}}$$

$$F_x = a_x \cdot t$$

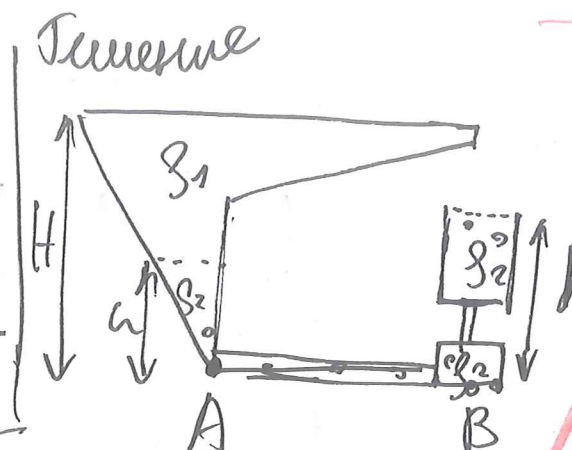
$$-F_{yx} \cdot t = a_x m$$

$$a_{xx} = \frac{(L^2 + x^2(t)) - L \cdot K \cdot \frac{x(t)}{\sqrt{L^2 + x^2(t)}}}{m}$$

$$\ddot{a}_x = -\frac{F_{\text{yA}}}{m} = -\frac{\Delta x \cdot k \cdot \sin \alpha}{m}$$

Dens: $\rho_2 = 1000 \text{ kg/m}^3$
 $\rho_2 = 1260 \text{ kg/m}^3$
 $h = 11,4 \text{ cm}$
 $l = 14 \text{ cm}$

Кратко: а - ?



$P_A = P_B$ (т.к. система устойчива, подобие
в соотв. сечениях равны)

$$H \cdot g + P_A = h$$

$$a \cdot \rho_2 g + (H-a) \rho_1 g + P_A = h \rho_2 g + P_A$$

$$a g_2 + h g_1 - a g_1 = h g_2$$

$$a(\rho_2 - \rho_1) = h g_2 - H g_1$$

$$\textcircled{+} a = \frac{h g_2 - h g_1}{g_2 - g_1} \approx \left[\frac{m m \cdot m^3}{\frac{m}{m^3}} \right] =$$

$$= \frac{119 \cdot 1260 - 1000 \cdot 140}{1260 - 1000} = \frac{19 \cdot 1260}{1260}$$

$$= \frac{19(114 \cdot 126 - 14000)}{260} = \frac{364}{26} =$$

$$= \frac{182}{12} = 14 \text{ mm} \quad (+)$$

$(g_1 < g_2 \Rightarrow g_1$ находится в верхней части

Amber: 14.11.11

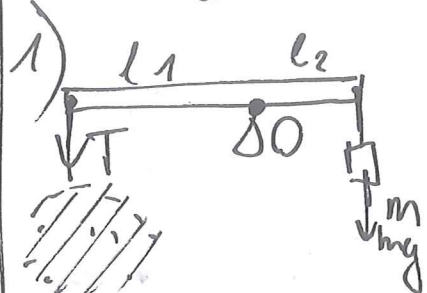
$$\begin{array}{r} 124 \cdot 12 \\ \times 12 \\ \hline 248 \\ 248 \\ \hline 2928 \end{array}$$

р 1.2

Дано: $m = 0,7 \text{ кг}$
 $\rho = 1000 \text{ кг/м}^3$
 $a = 1 \text{ см}; AO = l_1 = 50 \text{ см}$
 $l_2 = 10 \text{ см}$

Найти ρ_n - ?

Решение:



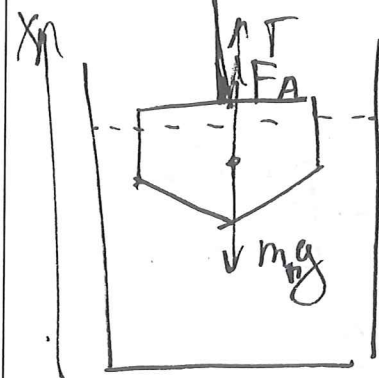
Проведем моменты относительно

ис точки O:

$$-l_1 T + mg l_2 = 0 \quad (\text{система уравнений})$$

$$T = mg \frac{l_2}{l_1} = 7 \cdot \frac{1}{5} = 1,4 \text{ Н}$$

2)



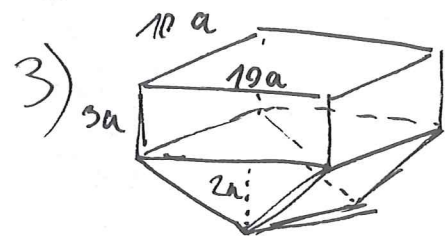
$$\sum F = 0 \quad (\text{м.к. система уравнений})$$

$$T + F_A - mg = 0$$

$$mg \frac{l_2}{l_1} + V_n \rho_n g - V_n \rho_B g = 0$$

$$V_n \rho_n = V_n \rho_B + m \frac{l_2}{l_1}$$

$$\rho_n = \rho_B + \frac{m}{V_n} \cdot \frac{l_2}{l_1}$$



$$V_n = 3a \cdot 10a \cdot 10a$$

$$= 10a \cdot (3a \cdot 10a + 2a \cdot 5a) =$$

$$= 10a \cdot 40a^2 = 400a^3$$

$$\rho_n = \rho_B + \frac{m}{400a^3} \cdot \frac{l_2}{l_1} = 1000 + \frac{0,7}{400 \cdot 10^{-6}} \cdot \frac{1}{5} =$$

$$= 1000 + \frac{7000}{4 \cdot 5} = 1000 + \frac{700}{2} = 1350 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$$

Ответ: $1350 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$ Верный ответ:
850 кг/м³

17-89-61-97
(5.6)

№1.4

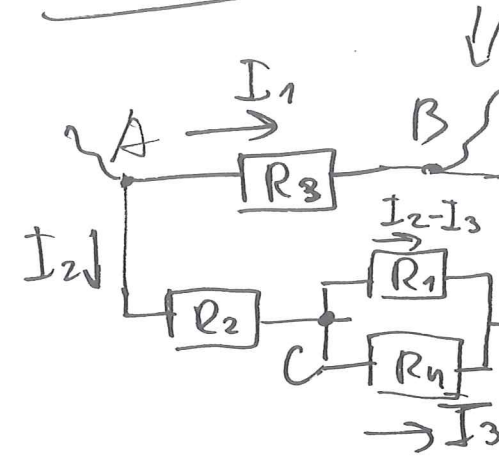
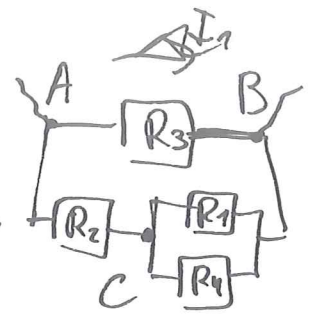
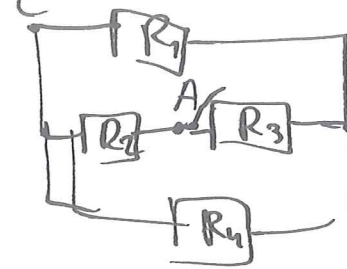
$$R_1 = R; R_2 = 1,25R$$

$$R_3 = R_4 = 3R$$

$$U_{AB} = 32\text{В}$$

$$U_{AC} = ?$$

Задача:



$$\begin{cases} U_{AB} = I_1 \cdot R_3 \\ U_{AC} = I_2 \cdot R_2 \\ U_{CB} = R_1 (I_2 - I_3) \\ U_{CB} = R_4 \cdot I_3 \\ U_{AC} + U_{CB} = U_{AB} \end{cases}$$

$$\begin{aligned} U_{AC} &= I_2 R_2 = R_2 \cdot \left(\frac{U_{CB}}{R_1} + I_3 \right) = R_2 \cdot \left(\frac{U_{CB}}{R_1} + \frac{U_{CB}}{R_4} \right) = \\ &= (U_{AB} - U_{AC}) \cdot \frac{R_2(R_4 + R_1)}{R_1 R_4} \\ U_{AC} \left(1 + \frac{R_2(R_4 + R_1)}{R_1 R_4} \right) &= U_{AB} \cdot \frac{R_2(R_4 + R_1)}{R_1 R_4} \end{aligned}$$

$$U_{AC} \frac{R_1 R_4 + R_2 R_4 + R_2 R_1}{R_1 R_4} = U_{AB} \cdot \frac{R_2(R_4 + R_1)}{R_1 R_4}$$

$$U_{AC} = U_{AB} \cdot \frac{R_2(R_4 + R_1)}{R_1 R_4 + R_2 R_4 + R_2 R_1} =$$

$$= U_{AB} \cdot \frac{R_1 R_4}{R_1 R_4 + R_2 R_4 + R_2 R_1} = 32 \cdot \frac{1}{1 + 1,25 + 1,25} =$$

$$= U_{AB} \cdot \frac{1,25 \cdot R \cdot 4R}{3R^2 + 3,25R^2 + 1,25R^2} = 32 \cdot \frac{5}{8,25} = \frac{32 \cdot 5}{3 + 5} = 20\text{В}$$

Ответ: 20В