

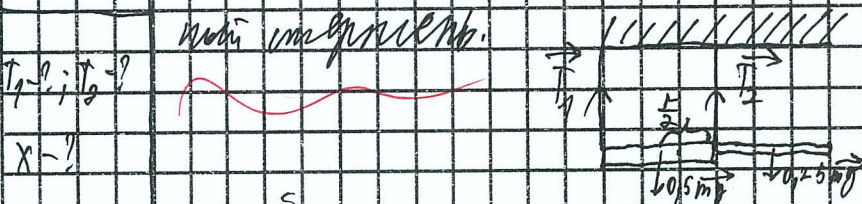
Открытая региональная межвузовская олимпиада вузов Томской области (ОРМО)

Общий балл	Дата	Ф.И.О. членов жюри	Подписи членов жюри
458 (сорок пять)	17.03.2024	Лемки А.В.	

N 1

Дано: Диск

$m, mg$  Диск с отверстием можно представить как неравномерный



Круга с радиусом  $S$  вырезают отверстием,  $S = \pi r^2$

С отверстия:  $S_{\text{отв}} = \pi \cdot \left(\frac{r}{2}\right)^2 = 0,25 \pi r^2$

Зная поверхностную плотность  $\rho = \frac{m}{S} = \frac{m}{\pi r^2}$

отрезанная масса диска:  $M_{\text{отв}} = S_{\text{отв}} \cdot \rho = \frac{m \cdot \pi r^2}{4 \pi r^2} = 0,25 m$

Диск можно представить как две половины, 1 с массой  $\frac{m}{2}$ , а

2 с отверстием  $\frac{m}{2} - \frac{m}{4} = 0,25 m$ . Центры масс этих частей из

половинок находятся на расстоянии  $\frac{r}{4}$  от центра диска.

Представим, что по центру масс каждой половины проходит ось

как, что точки не материальны. Тогда можно составить урав-

нение сил относительно центра:  $M_1 = M_2 \Rightarrow 0,5 mg (0,5r - x) = 0,25 mg (0,5r + x) / 0,25 mg$

$r - 2x = 0,5r + x$ ; где  $M$  — моменты сил,  $M = F \cdot l$

$x = \frac{1}{6} r \approx 0,167 r$

Чтобы найти центр масс относительно центра поперечно придем их за  $\frac{1}{6}$  от края.

Если  $T_1$  - т. кипения:

$$M_1 = M_2 \Rightarrow (1-x) \cdot 0,75 \text{ mg} = r \cdot T_2 \quad (5)$$

$$T_2 = \frac{(1-x) \cdot 0,75 \text{ mg}}{r} = \frac{\frac{5}{6} \cdot 0,75 \text{ mg}}{r} = 0,625 \text{ mg}$$

Если  $T_2$  - т. кипения:

$$M_1 = M_2 \Rightarrow x \cdot 0,75 \text{ mg} = r \cdot T_1$$

$$T_1 = \frac{x \cdot 0,75 \text{ mg}}{r} = \frac{1}{6} \cdot 0,75 \text{ mg} = 0,125 \text{ mg} \quad +$$

Ответ:  $x \geq \frac{1}{6} \Rightarrow r \geq 0,167 \text{ r}; T_1 = 0,125 \text{ mg}; T_2 = 0,625 \text{ mg} \quad +$

203

Дано:

$h = 25 \text{ см} = 0,25 \text{ м}$

$S = 20 \text{ см}^2$

$m_1 = m = 150 \text{ г}$

$t_1 = -5^\circ \text{C}$

$t_2 = 15^\circ \text{C}$

$\rho_1 = \frac{900 \text{ кг}}{\text{м}^3} = 0,9 \frac{\text{г}}{\text{см}^3}$

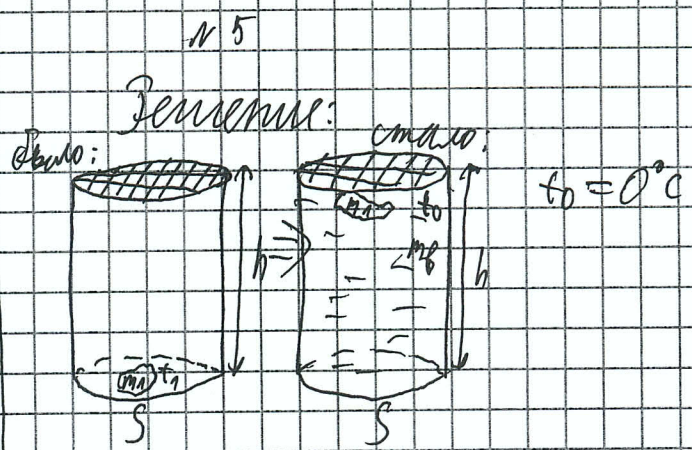
$\rho_2 = 1000 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3} = 1 \frac{\text{г}}{\text{см}^3}$

$c_1 = 4200 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ \text{C}} = 4,2 \frac{\text{Дж}}{\text{г} \cdot ^\circ \text{C}}$

$c_2 = 2100 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ \text{C}} = 2,1 \frac{\text{Дж}}{\text{г} \cdot ^\circ \text{C}}$

$\lambda = 330 \frac{\text{кДж}}{\text{кг}} = 330 \frac{\text{Дж}}{\text{г}}$

м.к. - ?



$V - \text{объем}$

$$V = h \cdot S = 25 \text{ см} \cdot 20 \text{ см}^2 = 500 \text{ см}^3$$

$$V_{\text{льда}} = \frac{m_1}{\rho_1} = \frac{150 \text{ г}}{0,9 \frac{\text{г}}{\text{см}^3}} \approx 166,667 \text{ см}^3$$

При смешивании воды и льда начнем считать (пока нагрева до  $t_0$ ), т.к.  $\rho_1 < \rho_2$ , то объем воды из расчета вычислен льда меньше, чем до смешивания.

$Q_1$  - количество, необходимое для нагрева льда и нагрева до  $t_0$  воды.  
 $Q_2 = Q_{\text{нагр}} + Q_{\text{тавл}}$ , где  $Q_{\text{нагр}}$  - количество для нагрева воды до  $t_0$ ,  $Q_{\text{тавл}}$  - количество для плавления льда.

начнем с того, что вода до  $t_0$ ,  $Q_{\text{тавл}}$  - количество для плавления льда

льда не тает.

$Q_{11} = Q_{12}$  — уравнение теплового баланса, где  $Q_{12}$  — тепло, которое получит вода при нагревании плавающей льда.

$$Q_{нагр} = c_1 \cdot m_1 \cdot (t_0 - t_1) +$$

$$Q_{тавл} = \lambda \cdot m_2$$

$Q_{22} = c_2 \cdot m_{лид} (t_2 - t_0)$ , где  $m_{лид}$  — масса воды, образовавшаяся при таянии плавающей льда.  $m_{лид} = V_{лид} \cdot \rho$ ,  $V_{лид}$  — объем воды, который был израсходован на таяние льда.

$$c_1 \cdot m_1 \cdot (t_0 - t_1) + \lambda \cdot m_2 = c_2 \cdot m_{лид} (t_2 - t_0) = c_2 \cdot V_{лид} \cdot \rho (t_2 - t_0)$$

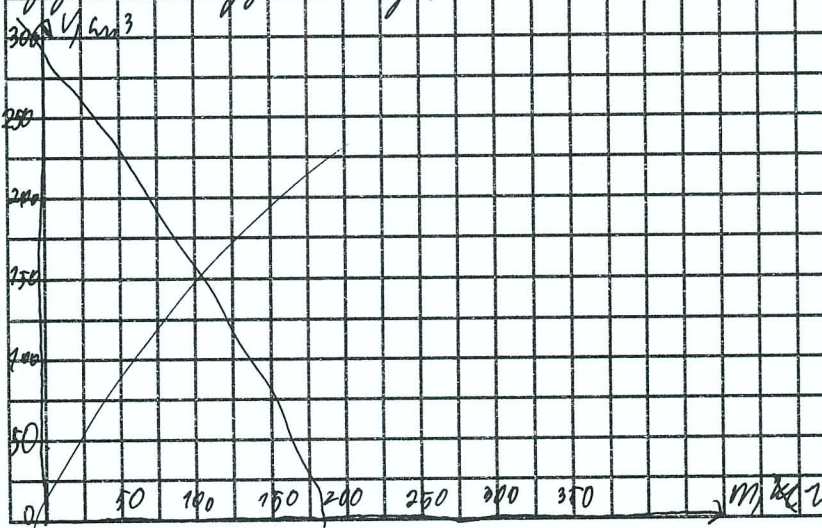
$$V_{лид} = \frac{m_1 (c_1 (t_0 - t_1) + \lambda)}{c_2 \cdot \rho (t_2 - t_0)} = \frac{150 \cdot (2,1 \frac{Дж}{кг \cdot ^\circ C} (0^\circ C - 5^\circ C) + 330 \frac{Дж}{кг})}{4,2 \frac{Дж}{кг \cdot ^\circ C} \cdot 1000 \frac{кг}{м^3} \cdot (15^\circ C - 0^\circ C)} = 810,714 \text{ м}^3$$

т.к.  $V_{лид} > V$ , лед не тает на дне. 5

Замль воду до краев, т.е.  $V - V_1$ , замль  $m = (V - V_1) \cdot \rho = (500 \text{ м}^3 - 166,667 \text{ м}^3) \cdot 1000 \frac{кг}{м^3} = 333,333 \text{ т}$  воды

тот же уравнение теплового баланса, чтобы узнать какой объем льда растает и какова будет температура.

Испроим график температуры от зависимости ее объема воды.  $V_{воздуха} = V - V_1 = 500 \text{ м}^3 - 166,667 \text{ м}^3 = 333,333 \text{ м}^3$



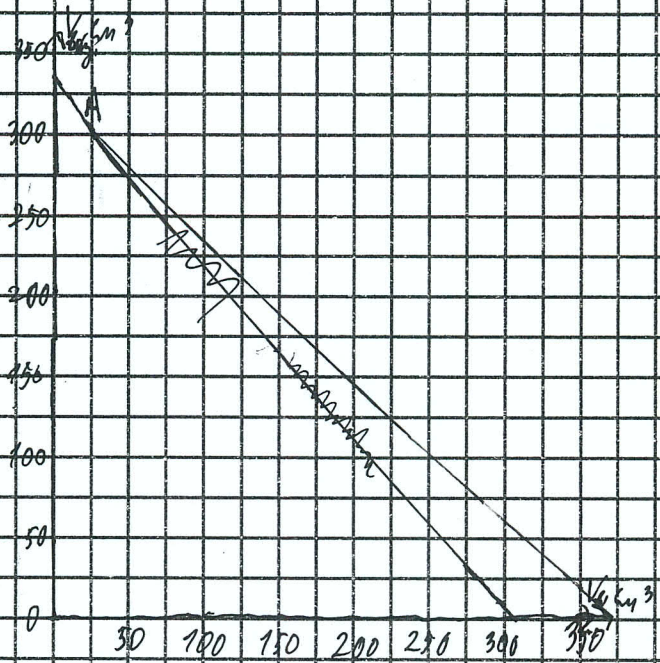
$Q_{тавл} = Q_{отв}$  — уравнение теплового баланса

$$c_1 \cdot m_1 (t_0 - t_1) = c_2 \cdot m_{лид} (t_0 - t_0)$$

где  $m_{лид}$  — масса воды, образовавшаяся при таянии льда до  $t_0$

$$m_{лид} = \frac{c_1 \cdot m_1 (t_0 - t_1)}{c_2 (t_2 - t_0)} = \frac{2,1 \frac{Дж}{кг \cdot ^\circ C} \cdot 150 \cdot (0^\circ C - 5^\circ C)}{4,2 \frac{Дж}{кг \cdot ^\circ C} \cdot (15^\circ C - 0^\circ C)}$$

$\approx 232$



точка А - момент, когда лодка вышла на шель.

$m_{\text{вода}}$  - масса воды, непроходящая под лодкой  $t_2$  мфу.

$\Delta m_{\text{вода}} = \rho \cdot V_{\text{обл}} \cdot t_2$  и  $m_0 = 12$

$\lambda \cdot m_0 = c_0 \cdot m_{\text{вода}} (t_2 - t_0)$  ;  $m_0 = 12$

$m_{\text{вода}} = \frac{\lambda \cdot m_0}{c_0 (t_2 - t_0)} = \frac{380 \cdot 12}{4,2 \cdot (159 - 0)} \approx 52382$

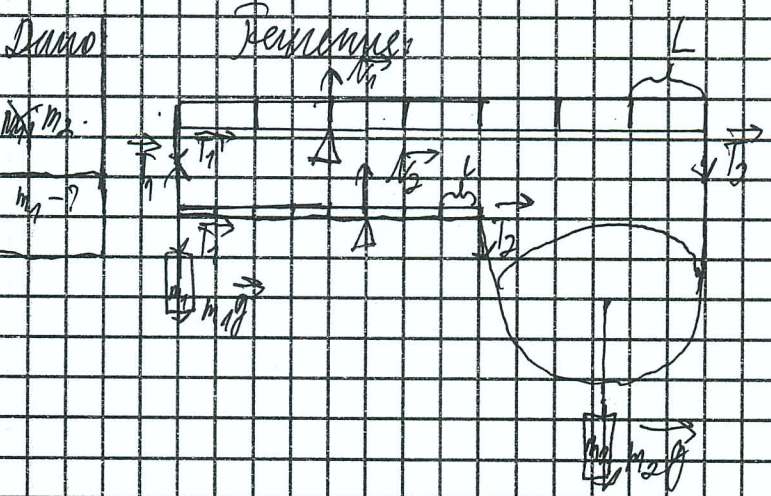
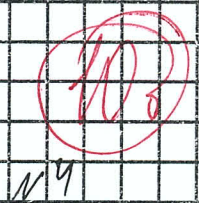
$\Delta V_0$  - освобожденное место, или избыток  $m_0$  мфу.

$\Delta V_0 = V_{\text{до}} - V_{\text{посл}} = \frac{p_1 \cdot V_1}{\rho_1} - \frac{p_2 \cdot V_2}{\rho_2} = \frac{p_1 \cdot m_0}{\rho_1} - \frac{p_2 \cdot m_0}{\rho_2} = 0,119 \text{ км}^3$

$V_{\text{max}} \approx 360 \text{ км}^3$

$\eta_6 = V_{\text{max}} \cdot \rho_6 = 360 \cdot 1 \frac{\text{г}}{\text{см}^3} = 360 \text{ г}$

Объем: 360 г



$M = F \cdot L$

Уравнение моментов сил для верхнего рычага:  $M_1 = M_2 \Rightarrow$

$\Rightarrow 14 \cdot 2L = 51 \cdot T_2$  ;  $T_1 = 2,5 T_2$

И.ч. блок подвижный, то выходы в силе в 2 раза.

$$2. 2 T_2 = m_2 \cdot g$$

$$T_2 = \frac{m_2 g}{2} \quad (\text{т.к. } \frac{m_2 g}{2} \text{ действует на 2 рычага})$$

Уравняем моменты сил относительно 2 рычагов:  $m_1 = m_2 \Rightarrow$

$$\Rightarrow T_1 \cdot 5L = T_2 \cdot 3L \quad \text{--- (5)}$$

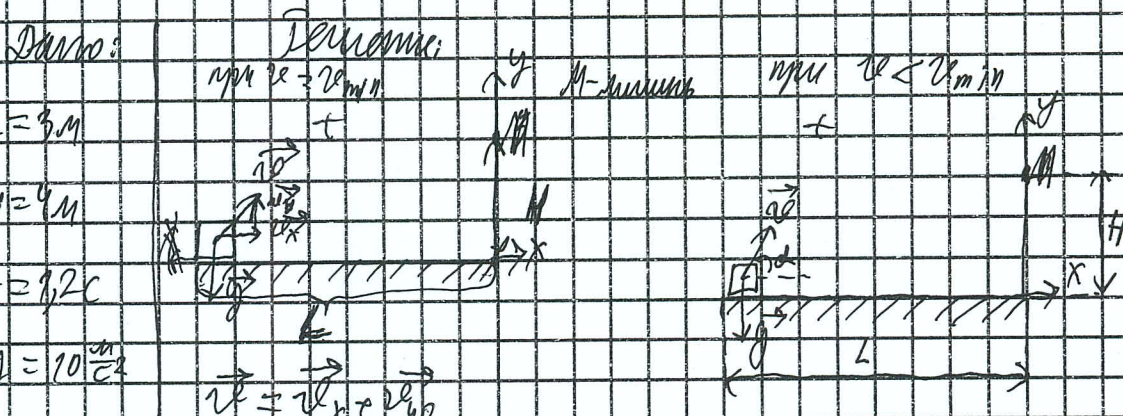
$$T_1 = 0,6 T_2 = 0,6 \cdot \frac{m_2 g}{2} = 0,29 m_2 g \quad ?$$

т.к. левая часть закреплена за 2 рычага, то  $m_1 g = 2 T_1 = 2 \cdot 0,29 m_2 g = 0,58 m_2 g$

Ответ:  $m_1 = 0,58 m_2 g$

120

№ 3



$$v_x = \frac{L}{t} = \frac{3 \text{ м}}{1,2 \text{ с}} = 2,5 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

$$v_y = v_{y0} = g \cdot t$$

$$S_y = H = v_{y0} \cdot t - \frac{g t^2}{2} \quad \text{--- (3)}$$

$$v_{y0} = \frac{H + \frac{g t^2}{2}}{t} = \frac{4 \text{ м} + \frac{10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2} \cdot (1,2 \text{ с})^2}{2}}{1,2 \text{ с}} = 0,333 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

$$v = \sqrt{v_x^2 + v_y^2} = \sqrt{(2,5 \frac{\text{м}}{\text{с}})^2 + (0,333 \frac{\text{м}}{\text{с}})^2} = 2,562 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

80