

Вариант задания 1

Лист работы 1 из 4

### Задача 1

Дано:

$$\tau_0 = 102$$
$$L = 0,87 \text{ км} =$$

$$= 870 \text{ м}$$

$$t_0 = 5 \text{ мин}$$

$$l = 75 \text{ см} =$$

$$t_3 = 10 \text{ мин}$$

$$= 0,75 \text{ м}$$

$$v_{\text{макс}} =$$

$$= 116 \frac{\text{м}}{\text{мин}}$$

$$v_{\text{мин}} =$$

$$= 58 \frac{\text{м}}{\text{мин}}$$

$$\tau_1 = ?$$

Решение:

$$\tau_1 = \tau_0 - t_0 - t_3 - t_1$$

$\tau_1 = \tau_0 - (t_0 + t_3 + t_1)$ , где  $\tau_0$  — время начала анимации,  $t_0$  — время, к которому нужно быть в кабинете и  $t_3$  — время на гардероб и подъём к аудитории,  $t_1$  — время, чтобы пойти до корпуса при самом медленном темпе.

$\tau_2 = \tau_0 - (t_0 + t_3 + t_2)$ , где  $t_2$  — время, чтобы пойти до корпуса при максимальном темпе.

$$L = t_2 \cdot l \cdot v_{\text{макс}} = t_1 \cdot l \cdot v_{\text{мин}} \Rightarrow$$

$$t_2 = \frac{L}{l \cdot v_{\text{макс}}}; \quad t_1 = \frac{L}{l \cdot v_{\text{мин}}}$$

$$\tau_1 = \tau_0 - \left( t_0 + t_3 + \frac{L}{l \cdot v_{\text{мин}}} \right); \quad \tau_1 = 102 - \left( 5 \text{ мин} + 10 \text{ мин} + \frac{870 \text{ м}}{58 \frac{\text{м}}{\text{мин}} \cdot 0,75 \text{ м}} \right) = 97,25 \text{ мин}$$





$$T_2 = T_0 - (t_0 + t_3 + \frac{L}{v_{\text{шарика}} - v});$$

$$T_2 = 102 - (5 \text{ мкс} + 10 \text{ мкс} + \frac{870 \text{ нм}}{0,75 \text{ м} - 116 \frac{\text{м}}{\text{мкс}}}) = 92,35 \text{ мкс}$$

Ответ: от 9:25 до 9:35.

## Задача 2

Дано:

$$R_1 = R_2 = R_3 =$$

$$= R_5 = R =$$

$$= 12 \text{ Ом}$$

$$R_4 = 14,8 \text{ Ом}$$

$$C = 4160 \frac{\text{нФ}}{\text{кВ}}$$

$$Q = 300 \frac{\text{нФ}}{\text{кВ}}$$

$$V = 450 \text{ мВ} =$$

$$= 0,45 \text{ В}$$

$$P = 1000 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^3} =$$

$$= 1 \frac{\text{кВ}}{\text{м}}$$

$$m_u = 3940 \text{ н} =$$

$$= 394 \text{ нВ}$$

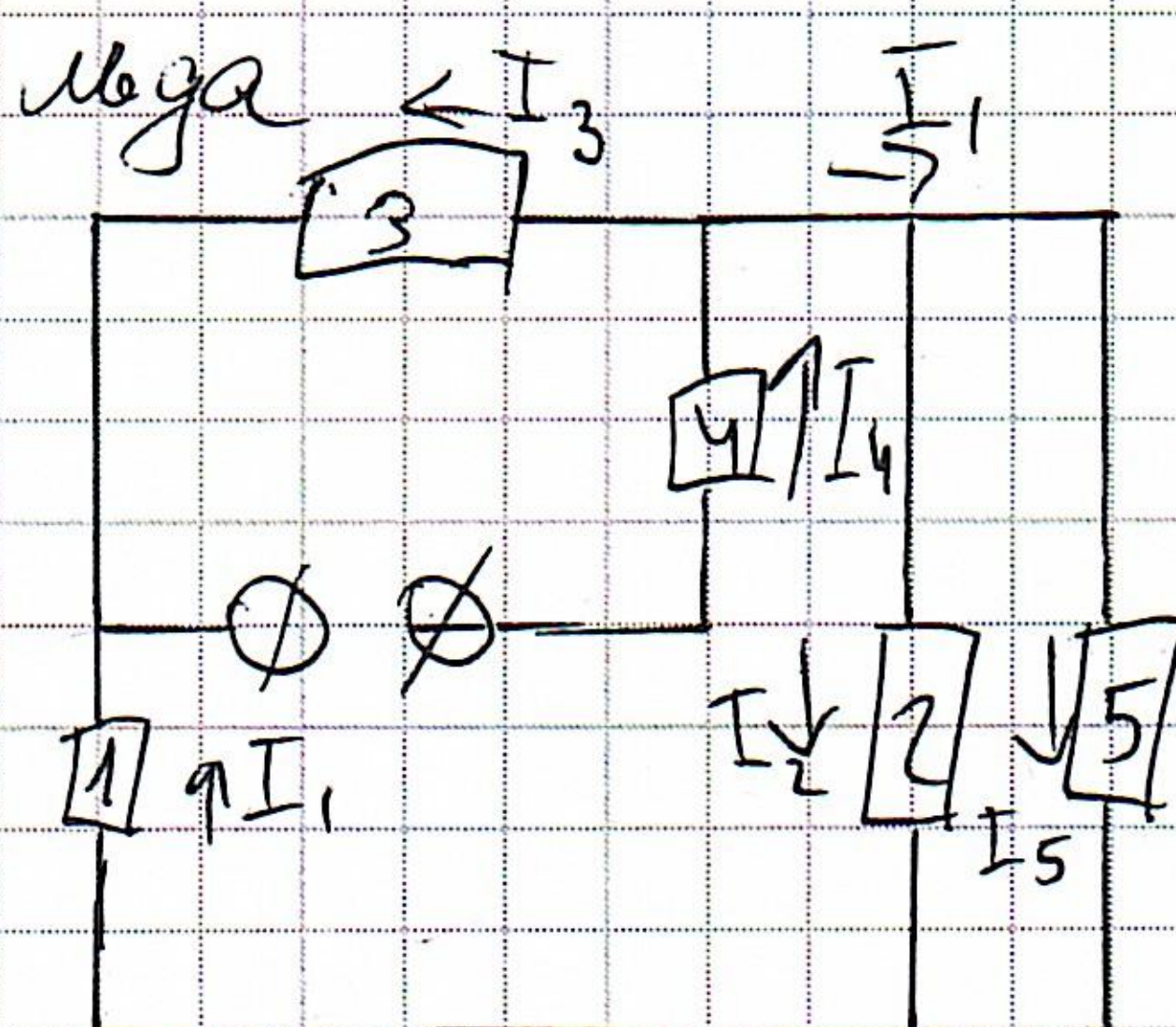
$$t_k = 0^\circ$$

$$t_k = 100^\circ$$

$$U = 220 \text{ В}$$

Решение:

$$n = \frac{m_p}{m_u}, \text{ где } m_p - \text{масса протона}$$



$$I_3 \cdot R_3 = I_4 \cdot (R_{25} + R_1)$$

$$R_{25} = \frac{R_2}{2} = \frac{R_1}{2}$$

$$I_3 \cdot R_3 = I_4 \cdot 1,5 R_1$$

П.р.  $R_3 = R_1$ , то можно сократить

$$\text{Получим } I_3 = 3I \Rightarrow 3I = 1,5 I_4 \Rightarrow I_4 = 2I$$

$$I_4 = I_3 + I_1 = 2I + 3I = 5I$$

$$R_2 I_2 = R_5 I_5, R_2 = R_5 \Rightarrow I_2 = I_5$$

$$I_1 = I_2 + I_5 = 2I_2 = 2I_5 = 2I \Rightarrow I_2 = I_5 = I$$

$$(1) P_{13} T_1 = C m_b \Delta t, \text{ где } P_{13} - P \text{ 1-го и 3-го}$$

элементов;  $T_1$  - время закипания,  $m_b$  - масса

$$\text{воды; } m_b = U \cdot P; m_b = 0,45 \text{ кг}$$

$$P_{13} = P_1 + P_3 = I_1^2 \cdot R_1 + I_3^2 \cdot R_3 = 4I^2 R + 9I^2 R = 13I^2 R$$

$$(2) P_{245} T_1 = R \cdot m_p, \text{ где } P_{245} - \text{мощность 2-го, 4-го и 5-го элементов.}$$

$$P_{245} = I_2^2 R_2 + I_4^2 R_4 + I_5^2 R_5 = I^2 R + I^2 R + 25I^2 R_4 =$$





Вариант задания

Лист работы 2 из 4

$$= I^2 (2R + 25R_4)$$

$U_3 (1):$

$$\tau_1 = \frac{c m b (t_k - t_n)}{13 I^2}$$

$U_3 (2):$

$$m_p = \frac{I^2 (2R + 25R_4) \cdot \tau_1}{s^2} = \frac{I^2 (2R + 25R_4) \cdot c m b (t_k - t_n)}{13 I^2 R \cdot s^2}$$

$$= \frac{(2R + 25R_4) \cdot c m b (t_k - t_n)}{13 R \cdot s^2}$$

$$m_p = \frac{(2 \cdot 12 \text{ Ом} + 25 \cdot 145 \text{ Ом}) \cdot 4160 \frac{\text{Дж}}{\text{К}} \cdot 0,45 \text{ К} (100^\circ - 0^\circ)}{13 \cdot 12 \text{ Ом} \cdot 300000 \frac{\text{Дж}}{\text{К}}} =$$

$$= 1,576 \text{ кг}$$

$$n = \frac{m_p}{m_n} = \frac{1,576 \text{ кг}}{3,94 \text{ кг}} = 0,4$$

Ответ:  $n = 0,4$ .

Задача №3

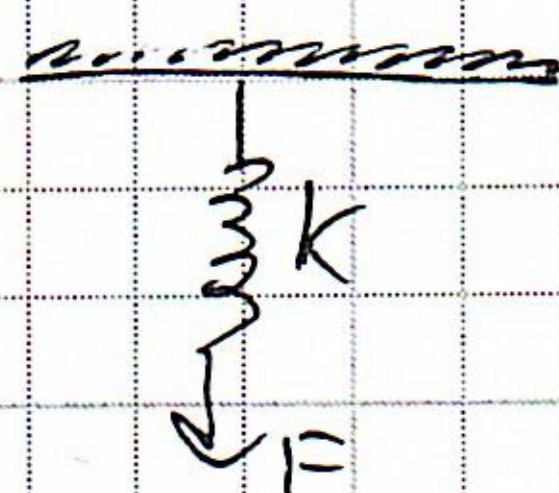
Дано:

$$\frac{F}{k} = a = 32 \text{ см}$$

$$n = 32$$

$a_0 = ?$

Решение:

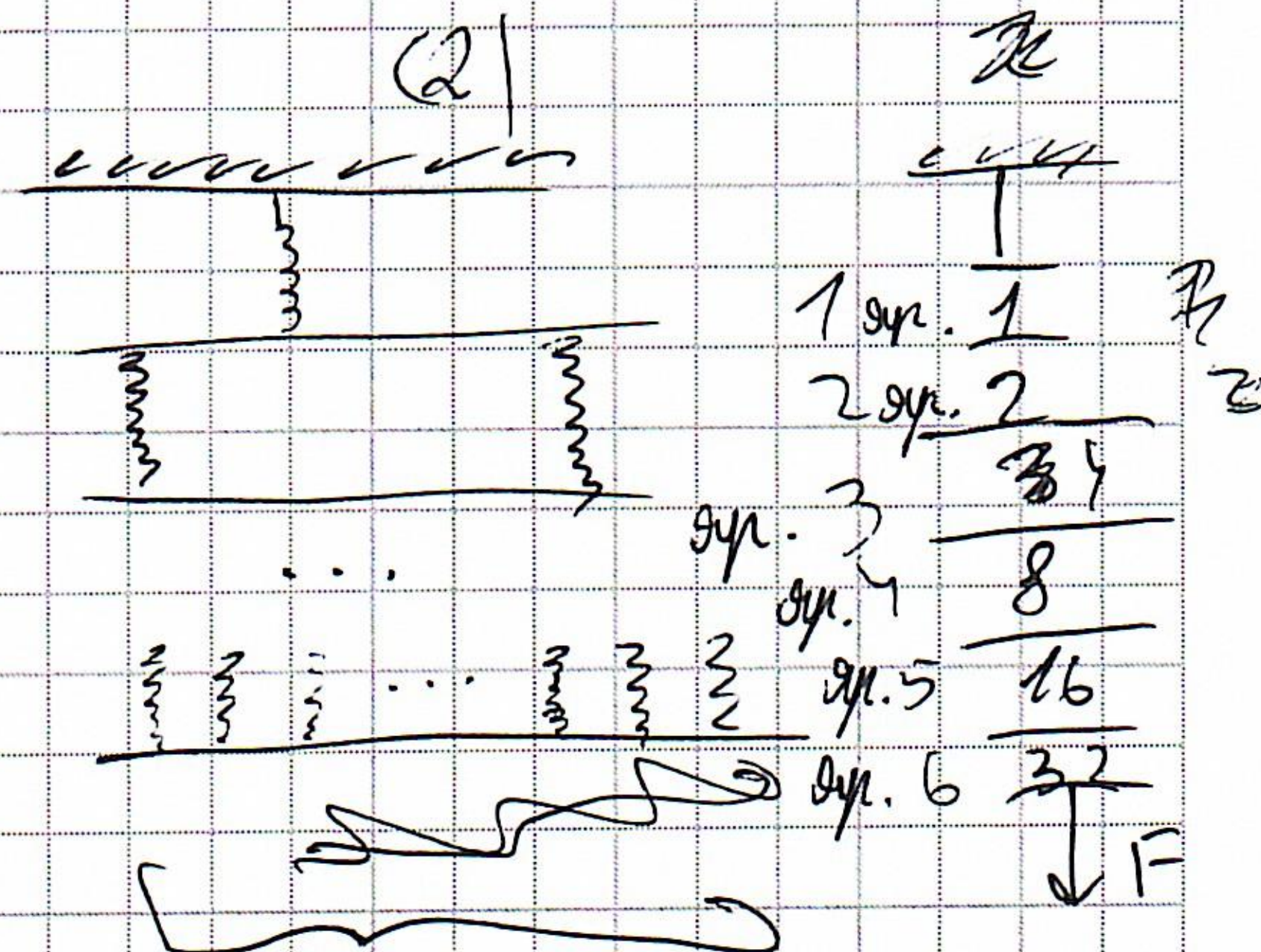


$$\frac{F}{k} = a \Rightarrow F = ka$$

$k$  — жесткость одной пружины.

$$a_0 = \frac{F}{k_0}, \text{ где } k_0 \text{ — жесткость системы}$$

При параллельном соединении пружин их жесткость







складывается  $\Rightarrow$   $K_1$  (жесткость) 1-го яруса  
равна  $K$ ,  $K_2 = 2K$ ,  $K_3 = 4K$ ,  $K_4 = 8K$ ,  $K_5 = 16K$   
 ~~$K_6$~~   $K_6 = 32K$

~~При~~ При последовательном соединении жесткость  
будет определяться так:  $\frac{1}{K_0} = \frac{1}{K_1} + \frac{1}{K_2} + \frac{1}{K_3} + \frac{1}{K_4} + \frac{1}{K_5} + \frac{1}{K_6}$

$$\frac{1}{K_0} = \frac{1}{K} + \frac{1}{2K} + \frac{1}{4K} + \frac{1}{8K} + \frac{1}{16K} + \frac{1}{32K} = \frac{32 + 16 + 8 + 4 + 2 + 1}{32K} =$$

$$= \frac{63}{32K}$$

$$a_0 = \frac{F}{K_0} = a \cdot K \cdot \frac{1}{K_0} = a \cdot K \cdot \frac{63}{32K} = \frac{63}{32} a$$

$$a_0 = \frac{63}{32} \cdot 32 \text{ см} = 63 \text{ см.}$$

Задача №4

Дано:

$$H_0 = H$$

$$h = 0,8H$$

$$t_H = 54^\circ\text{C}$$

$$c = 4200 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}^\circ\text{C}}$$

$$\rho_l = 300000 \frac{\text{Дж}}{\text{м}^3}$$

$$\rho_b = 1000 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$$

$$\rho_a = 900 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$$

Решение:

И.к. лёд прилежит к стенкам <sup>идею</sup>, то можно  
сказать, что его объём равен  $S \cdot h$ , где  $S$  —  
площадь поперечного сечения калориметра

И.к. изначально лёд занимает 0,8 объёма  
цилиндра, то ~~можно~~ можно сказать, что <sup>объёма</sup>  
в 1-й раз в калориметр залили 0,2 воды  
от его объёма.

(1)  ~~$\rho_a \cdot S \cdot h$~~   $\Delta x$ ,  $\rho_b = \rho_a \cdot S \cdot 0,2H \cdot \Delta t$   
 $\Delta t$  всегда будет  $54^\circ\text{C}$ ,  $\Delta x$  — изменение  
высоты льда при первом выливании.

Калориметр окажется пустым, после  
того, как весь лёд растает

Продолжим уравнение (1):

$h = ?$





Вариант задания 1

Лист работы 3 из 4

$$\rho_{\text{л}} \Delta x_1 \cdot S = c_{\text{рв}} \cdot 0,2 \text{ Н} \cdot \Delta t$$

$$\Delta x_1 = \frac{c_{\text{рв}} \cdot 0,2 \text{ Н} \cdot \Delta t}{\rho_{\text{л}} \cdot S}; \quad \Delta x_1 = \frac{4200 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}} \cdot 0,2 \text{ Н} \cdot 54^\circ\text{C} \cdot 1000 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}}{300000 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}} \cdot 900 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}} =$$

$$= 0,168 \text{ Н} \quad \text{Во 2-й раз нальют уже } (0,2 + 0,168) \text{ Н} =$$
$$= 0,368 \text{ Н воды. Тогда уже } (0,8 - 0,168) \text{ Н} = 0,632 \text{ Н}$$

$$\rho_{\text{л}} \Delta x_2 \cdot S = c_{\text{рв}} \cdot 0,368 \text{ Н} \cdot \Delta t \quad | : S$$

$$\Delta x_2 = \frac{c_{\text{рв}} \cdot 0,368 \text{ Н} \cdot \Delta t}{\rho_{\text{л}} \cdot S}; \quad \Delta x_2 = \frac{4200 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}} \cdot 0,368 \text{ Н} \cdot 1000 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3} \cdot 54^\circ\text{C}}{900 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3} \cdot 300000 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}}} =$$

$$= 0,30912 \text{ Н}; \quad \text{Теперь льда } (0,632 - 0,30912) \text{ Н} = 0,32288 \text{ Н}$$

$$\text{а воды в следующем раз нальют } \frac{1}{10} (0,368 + 0,30912) \text{ Н} =$$
$$= 0,67712 \text{ Н}$$

$$\rho_{\text{л}} \Delta x_3 \cdot S = c_{\text{рв}} \cdot S \cdot 0,67712 \text{ Н} \cdot \Delta t$$

$$\Delta x_3 = \frac{c_{\text{рв}} \cdot 0,67712 \text{ Н} \cdot \Delta t}{\rho_{\text{л}} \cdot S}; \quad \Delta x_3 = \frac{4200 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}} \cdot 1000 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3} \cdot 0,67712 \text{ Н} \cdot 54^\circ\text{C}}{300000 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}} \cdot 900 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}} =$$

$$\times 54^\circ\text{C}$$

$$\approx 0,5687808 \text{ Н} \quad \text{Заметим, что от тепла}$$

3-й порции воды должно было растаять льда больше, чем у нас есть ( $0,5687808 \text{ Н} > 0,32288 \text{ Н}$ ), значит лёд полностью растаял и в калориметре осталась только вода  $\Rightarrow n = 3$

Ответ:  $n = 3$

~~Задача 175~~





Задача 5

Дано:

Решение:

$$\Delta T = 16 \text{ кН} = 16000 \text{ Н}$$

$$P = 824 \text{ Па}$$

$$\rho = 2800 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$$

$$\rho_1 = 1000 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$$

$$\rho_2 = 800 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$$

$$g = 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2} = 10 \frac{\text{Н}}{\text{кг}}$$

 $c = a - b$ , где  $a$  — <sup>внешн</sup>сторона куба,  $b$  — внутренняя сторона.

$$\begin{cases} \rho(a^3 - b^3)g + T_1 = \rho_1 a^3 g \\ \rho(a^3 - b^3)g + T_2 = \rho_2 a^3 g \end{cases} \Rightarrow T_1 - T_2 = \Delta T =$$

$$= \rho_1 a^3 g - \rho_2 a^3 g = (\rho_1 - \rho_2) a^3 g \Rightarrow a^3 = \frac{\Delta T}{(\rho_1 - \rho_2)g}$$

$$a = \sqrt[3]{\frac{\Delta T}{(\rho_1 - \rho_2)g}}; a = \sqrt[3]{\frac{16000 \text{ Н}}{(1000 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3} - 800 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}) 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}}} =$$

$$= 2 \text{ м}$$

 $c = ?$ 

$$P = \frac{F_{\text{нат}}}{S} = \frac{F_{A2} - mg}{S} = \frac{\rho_2 a^3 g - \rho(a^3 - b^3)g}{a^2} =$$

$$= g(\rho_2 a - \rho a + \rho \frac{b^3}{a^2}) \Rightarrow \frac{P}{g} = a(\rho_2 - \rho) +$$

$$+ \rho \frac{b^3}{a^2};$$

$$\frac{P}{g} + a(\rho - \rho_2) = \rho \frac{b^3}{a^2}$$

$$b^3 = \frac{a^2(\frac{P}{g} + a(\rho - \rho_2))}{\rho}; b = \sqrt[3]{\frac{a^2(\frac{P}{g} + a(\rho - \rho_2))}{\rho}}$$

$$b = \sqrt[3]{\frac{824 \text{ Па} \cdot (2 \text{ м})^2}{10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}} + (2 \text{ м})^3 \cdot (2800 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3} - 800 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3})}{2800 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}}} =$$

$$= 1.8 \text{ м}$$

$$c = a - b = 2 \text{ м} - 1.8 \text{ м} = 0.2 \text{ м}$$

Ответ:  $c = 0.2 \text{ м}$





Вариант задания 1

Лист работы 4 из 4

### Ситуационная задача

Дано:

$$t_{\text{н}} = 90^\circ\text{C}$$

$$c = 3200 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}\cdot^\circ\text{C}}$$

$$\rho = 590000 \frac{\text{Дж}}{\text{м}^3}$$

$$\rho = 900 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$$

$$t_{\text{н}} = 20^\circ\text{C}$$

$$d = 0,5 \text{ мм} = 0,0005 \text{ м}$$

$$v = 30 \frac{\text{см}}{\text{с}} = 0,3 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

$$= 3 \text{ см/с}$$

$$V = 15 \text{ см}^3 = 0,000015 \text{ м}^3$$

$$n = 0,65$$

$P = ?$

$\tau = ?$

Решение:

$$P \cdot \tau_n = m (c \cdot \Delta t + \rho)$$

$$m = v \cdot \tau_n \cdot S \cdot \rho = v \cdot \tau_n \cdot \frac{\pi d^2}{4} \cdot \rho$$

$$P \cdot \tau_n = v \cdot \tau_n \cdot \frac{\pi d^2}{4} \cdot \rho (c \cdot \Delta t + \rho) \Rightarrow P = v \cdot \frac{\pi d^2}{4} \cdot \rho (c \cdot \Delta t + \rho)$$

$$P = 0,3 \frac{\text{м}}{\text{с}} \cdot \frac{\pi (0,0005 \text{ м})^2}{4} \cdot 900 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3} \cdot (3200 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}\cdot^\circ\text{C}} \cdot (90^\circ\text{C} - 20^\circ\text{C}) + 590000 \frac{\text{Дж}}{\text{м}^3}) \approx 4,3154 \text{ Вт}$$

$$P \cdot \tau_0 = V \cdot \rho (c \cdot \Delta t + \rho)$$

$$\tau_0 = \frac{V \cdot \rho (c \cdot \Delta t + \rho)}{P}$$

$$\tau_0 = \frac{0,000015 \text{ м}^3 \cdot 900 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3} \cdot (3200 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}\cdot^\circ\text{C}} \cdot 70^\circ\text{C} + 590000 \frac{\text{Дж}}{\text{м}^3})}{4,3154 \text{ Вт}} \approx 254647,9089 \text{ с}$$

$$\tau_0 = \frac{V \cdot \rho (c \cdot \Delta t + \rho)}{v \cdot \frac{\pi d^2}{4} \cdot \rho (c \cdot \Delta t + \rho)} = \frac{4 V \rho}{v \pi d^2} = \frac{4 V}{v \pi d^2}$$

$$\tau_0 = \frac{4 \cdot 0,000015 \text{ м}^3}{0,3 \frac{\text{м}}{\text{с}} \cdot \pi \cdot (0,0005 \text{ м})^2} \approx 254647,9089 \text{ с}$$

$$\tau_0 = n \cdot \tau \Rightarrow \tau = \frac{\tau_0}{n} = \frac{254647,9089 \text{ с}}{0,65} \approx 391766,0138 \text{ с}$$

Ответ:  $P = 4,3154 \text{ Вт}$ ;  $\tau = 391766,0138 \text{ с}$ .