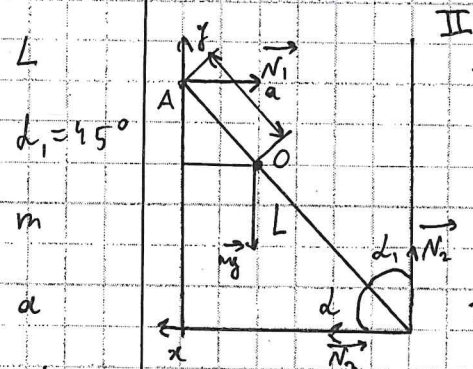


Общий балл	Дата	Ф.И.О. Жюри	Подпись
40	10.03.25	Евдоким	
Шифр			041730

№ 2

Дано: Решеие.



$N_1 = ?$
 $N_2 = ?$
 $N_3 = ?$
 $d_1 = 45^\circ$
 $d = 90^\circ - d_1$
 $d = 45^\circ$
 $d = d_1$

II
1) Палочка покоится

$$0 = \vec{N}_1 + \vec{N}_2 + \vec{N}_3 + m\vec{g}$$

оx:

$$0 = N_3 - N_1$$

оy:

$$0 = N_2 - mg$$

$$N_3 = N_1$$

$$N_2 = mg$$

2) $M = FL$

$$\text{т.о.} \quad M_1(\vec{N}_1) + M_2(\vec{N}_2) + M_3(\vec{N}_3) = 0$$

$$\begin{cases} L_1 = a \sin d \\ L_2 = (L-a) \sin d \\ L_3 = (L-a) \cos d \end{cases}$$

$$N_1 a \sin d + N_3 (L-a) \cos d = N_2 (L-a) \sin d$$

$$N_1 = \frac{(N_2 - N_3)(L-a)}{a \sin d}$$

3) $M = FL$

т.о. A:

$$M_1(m\vec{g}) + M_2(\vec{N}_2) + M_3(\vec{N}_3) = 0$$

$$\begin{cases} L_1 = a \cos d \\ L_2 = L \cos d \\ L_3 = L \sin d \end{cases} \quad \begin{cases} mg a \cos d + N_3 L \cos d = N_2 L \sin d \\ N_2 \sin d - N_3 \cos d = \frac{mg a \cos d}{L} \end{cases}$$

$$\begin{cases} N_2 \sin d - N_3 \cos d = \frac{mg a \cos d}{L} \\ N_1 = \frac{(N_2 \sin d - N_3 \cos d)(L-a)}{a \sin d} \end{cases}$$

$$N_1 = \frac{\left(\frac{mg a \cos d}{L}\right)(L-a)}{a \sin d} = \frac{mg \cos d}{L \sin d} \cdot \frac{L-a}{1} = \frac{mg \cos d (L-a)}{L \sin d}$$

$$\cos d = \sin d, \text{ т.к. } d = 45^\circ, \text{ тогда } N_1 = \frac{mg \cos d (L-a)}{L \sin d} = \frac{mg(L-a)}{L}$$

$$4) \begin{cases} N_3 = N_1 \\ N_1 = \frac{mg(L-a)}{L} \end{cases} \quad N_3 = \frac{mg(L-a)}{L}$$

$$\text{Ответ: } N_1 = \frac{mg(L-a)}{L}; N_2 = mg; N_3 = \frac{mg(L-a)}{L}$$

1 2 3 4 5 Σ
20 10 10 10 40

1/10

Общий балл	Дата	Ф.И.О. Жюри	Подпись

Шифр

№ 3

Дано:

$$m_1 = 1 \text{ кг}$$

$$t_1 = 90^\circ \text{C}$$

$$m_2 = 0,9 \text{ кг}$$

$$t_2 = -10^\circ \text{C}$$

$$c_1 = 4200 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ \text{C}}$$

$$c_2 = 2100 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ \text{C}}$$

$$\lambda = 333 \cdot 10^3 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}}$$

Решение:

Анализ:

$$1) Q_{10} = c_1 m_1 \Delta t = 4200 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ \text{C}} \cdot 1 \text{ кг} \cdot 90^\circ \text{C} = 378000 - \text{энергия воды}$$

$$Q_{11} = Q_1 + Q_2 = \lambda m_1 m_2 + c_2 m_2 N_1 \Delta t = 333 \cdot 10^3 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ \text{C}} \cdot 1 \cdot 0,9 \text{ кг} + 2100 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ \text{C}} \cdot 0,9 \text{ кг} \cdot 1 \cdot 10^\circ \text{C} = 318600 - \text{энергия льда (1 кг), которое как он весь растает, так это в толпе}$$

следует $T_N > 0$.

$$2) \lambda m_2 + c_2 m_2 \Delta t = 318600 \text{ Дж.}$$

$$Q_{12} = 2 \cdot 318600 \text{ Дж} = 637200 \text{ Дж}, \text{ т.к. } 637,2 \cdot 10^3 \text{ Дж} - 378 \cdot 10^3 \text{ Дж} < \lambda m_1, \text{ то}$$

в конечном счете будет смесь из воды и льда, при $T_N = 0^\circ \text{C}$, т.к. энергии не хватит для перехода смеси в жидкое состояние.

$$3) Q_{13} = 3 \cdot 318,6 \cdot 10^3 \text{ Дж} = 955800 \text{ Дж}, \text{ т.к. } (955,8 - 378) \cdot 10^3 > \lambda m_1, \text{ то } T_N < 0^\circ \text{C}$$

4) Q_{14} , аналогично много больше, значит $T_N < 0$.

т.к. Q_{14}

$N = 1 \text{ кг}$

$$Q_1 = Q_2 + Q_3 + Q_4$$

Пускай $t_3 = 0^\circ \text{C}$

$$c_1 m_1 (t_1 - T_N) = c_2 m_2 N (t_3 - t_1) + \lambda m_2 + c_1 m_2 N (T_N - t_3)$$

т.к. $N = 1$, то его можно не учитывать.

$$c_1 m_1 T_N + c_1 m_1 T_N = c_1 m_1 t_1 - c_2 m_2 (t_3 - t_1) - \lambda m_2 + c_1 m_2 t_3$$

$$T_N = \frac{c_1 (m_1 t_1 + m_2 t_3) - c_2 m_2 (t_3 - t_1) - \lambda m_2}{c_1 (m_1 + m_2)} = \frac{4200 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ \text{C}} (1 \text{ кг} \cdot 90^\circ \text{C} + 0,9 \text{ кг} \cdot 0^\circ \text{C}) - 2100 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ \text{C}} \cdot 0,9 \text{ кг} \cdot 10^\circ \text{C}}{4200 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ \text{C}} (0,9 \text{ кг} + 1 \text{ кг})}$$

$$= \frac{0^\circ \text{C} - (-10^\circ \text{C}) - 333 \cdot 10^3 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}} \cdot 0,9 \text{ кг}}{4200 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ \text{C}} (0,9 \text{ кг} + 1 \text{ кг})} = 82,55^\circ \text{C}$$

10

II $N = 3; 4; 5 \text{ кг}$

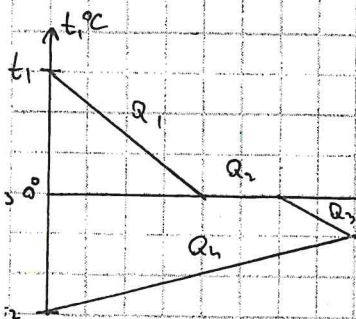
$$Q_4 = Q_1 + Q_2 + Q_3$$

Пускай $t_3 = 0^\circ \text{C}$

$$3 c_2 m_2 (T_N - t_2) = c_1 m_1 (t_1 - t_3) + \lambda m_1 + c_2 m_1 (t_3 - T_N), \text{ т.к. } N = 3$$

$$3 c_2 m_2 T_N - 3 c_2 m_2 t_2 = c_1 m_1 (t_1 - t_3) + \lambda m_1 + c_2 m_1 t_3 - c_2 m_1 T_N$$

$$3 c_2 m_2 T_N + c_2 m_1 T_N = c_1 m_1 (t_1 - t_3) + \lambda m_1 + c_2 m_1 t_3 + 3 c_2 m_2 t_2$$



Общий балл	Дата	Ф.И.О. Жюри	Подпись
Шифр			

$$T_N = \frac{c_1 m_1 (t_1 - t_3) + \lambda m_1 + c_2 m_1 t_3 + 3c_2 m_2 t_2}{3c_2 (3m_2 + m_1)} = \frac{m_1 (c_1 (t_1 - t_3) + \lambda + c_2 t_3) + 3c_2 m_2 t_2}{c_2 (3m_2 + m_1)}$$

$$T_N = \frac{1m_1 (4200 \frac{Дж}{кг \cdot ^\circ C} (-90^\circ + 0^\circ C) + 333 \cdot 10^3 \frac{Дж}{кг} + 2100 \frac{Дж}{кг \cdot ^\circ C} \cdot 0^\circ C) + 3 \cdot 2100 \frac{Дж}{кг \cdot ^\circ C} \cdot 0,9m_2 \cdot (-10^\circ C)}{2100 \frac{Дж}{кг \cdot ^\circ C} (3 \cdot 0,9m_2 + 1m_1)} =$$

$$= \frac{1 \cdot 711 \cdot 10^3 - 56,7 \cdot 10^3}{2100} = -1,5^\circ C$$

Итого: N=4 и N=5

$$4) T_N = \frac{4200 \cdot (-90) + 333 \cdot 10^3 + 2100 \cdot 0,9 \cdot (-10)}{2100(4 \cdot 0,9 + 1)} = -3,16^\circ C$$

$$5) T_N = \frac{4200 \cdot (-90) + 333 \cdot 10^3 + 2100 \cdot 0,9 \cdot (-10)}{2100(5 \cdot 0,9 + 1)} = -4,28^\circ C$$

Ответ: $32,55^\circ C$; $0^\circ C$; $-1,5^\circ C$; $-3,16^\circ C$; $-4,28^\circ C$

№ 4

Дано:

Решение:

$$m_1 = m_2$$

$$\rho_1 = \rho_2$$

$$d_2 = 2d_1$$

$$t_0 = 0^\circ C$$

$$\frac{\Delta t_2}{\Delta t_1} = ?$$

$$1) UI t = S \Delta t \Rightarrow S = \frac{UI t}{\Delta t} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \frac{UI t}{\Delta t} = \frac{\pi}{4} d^2 L \rho \lambda$$

$$\Delta t = \frac{4UI t}{\pi d^2 L \rho \lambda}$$

$$2) U = IR = I \frac{\rho L}{\pi d^2} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \frac{\Delta t_2}{\Delta t_1} = \frac{I^2 \rho L}{\pi d_2^4} \cdot \frac{\pi d_1^4}{I^2 \rho L} = \left(\frac{d_1}{d_2} \right)^4$$

$$d_2 = 2d_1 \Rightarrow \left(\frac{d_1}{d_2} \right)^4 = \left(\frac{d_1}{2d_1} \right)^4 = \left(\frac{1}{2} \right)^4 = \frac{1}{16}, \text{ значит } 16 \Delta t_2 = \Delta t_1$$

Ответ: $16 \Delta t_2 = \Delta t_1$

Т.к. соедин. парал., то $I_1 = I_2$

$$P = UI t$$

$$P = S \Delta t$$

$$S = S_0 L = \frac{\pi}{4} d^2 L$$

$$R = \frac{\rho L}{S}$$

$$U = IR$$

$$\Delta t = (t_1 - t_0)$$

10