

Открытая региональная межвузовская олимпиада вузов Томской области (ОРМО)

Общий балл	Дата	Ф.И.О. членов жюри	Подписи членов жюри
58	12.03.2025	Елдаров Б.М.	

Дано:

$$v_1 = 10 \text{ км/ч}$$

$$v_2 = 6 \text{ км/ч}$$

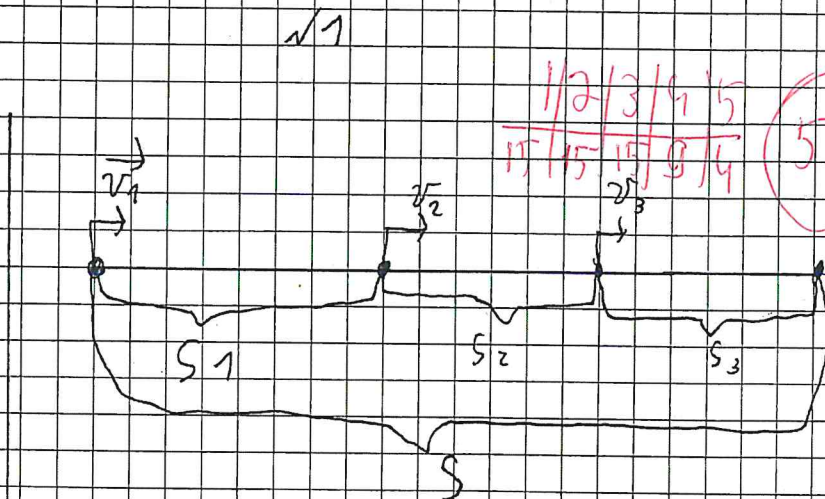
$$v_3 = 3 \text{ км/ч}$$

$$s_2 = s_3$$

$$t_1 = \frac{t}{2}; \text{ где } t -$$

- всё время в пути.

$v_{\text{ср}} = ?$



1.) Средняя скорость - это скорость, с которой человек проходит данное расстояние за данное время если движется равномерно, прямолинейно.

Скорость $v = \frac{s}{t}$ поэтому мы работаем с скоростью, расстоянием и временем.

$$2.) v_{\text{ср}} = \frac{s_{\text{общ}}}{t_{\text{общ}}}$$

$$s_{\text{общ}} = S = s_1 + s_2 + s_3; t_{\text{общ}} = t$$

$$v_{\text{ср}} = \frac{s_1 + s_2 + s_3}{t}$$

$$s_1 = v_1 \cdot t_1; t_1 = \frac{t}{2} \Rightarrow s_1 = v_1 \cdot \frac{t}{2}; s_2 = v_2 \cdot t_2$$

$$s_3 = v_3 \cdot t_3; \text{ где } t_2 \text{ и } t_3 - \text{ время за которое человек пройдет } s_2 \text{ и } s_3 \text{ соответственно.}$$

$$t = t_1 + t_2 + t_3; t_1 = \frac{t}{2} \Rightarrow t = \frac{t}{2} + t_2 + t_3$$

$$\Rightarrow t_2 + t_3 = \frac{t}{2}$$

$$\text{по условию } s_2 = s_3 \Rightarrow v_2 \cdot t_2 = v_3 \cdot t_3, \text{ отсюда}$$

$$t_2 = \frac{v_3 \cdot t_3}{v_2}; t_3 = \frac{v_2 \cdot t_2}{v_3} \Rightarrow t_2 + \frac{v_2 \cdot t_2}{v_3} = \frac{t}{2} \text{ и } t_3 + \frac{v_3 \cdot t_3}{v_2} = \frac{t}{2}$$

$$t_2 \left(1 + \frac{v_2}{v_3}\right) = \frac{t}{2}; t_3 \left(1 + \frac{v_3}{v_2}\right) = \frac{t}{2} \text{ отсюда } t_2 = \frac{t}{2 + \frac{v_2}{v_3}} \text{ и}$$

$$t_3 = \frac{t}{2 + 2\frac{v_3}{v_2}}$$

подставим: $v_{cp} = \frac{v_1 \cdot \frac{t}{2} + v_2 \cdot \frac{t}{2 + 2\frac{v_2}{v_3}} + v_3 \cdot \frac{t}{2 + 2\frac{v_3}{v_2}}}{t}$

сократим t ; тогда:

$$v_{cp} = \frac{v_1}{2} + \frac{v_2}{2 + 2\frac{v_2}{v_3}} + \frac{v_3}{2 + 2\frac{v_3}{v_2}}$$

; подставим:

$$v_{cp} = \frac{10 \text{ км/ч}}{2} + \frac{6 \text{ км/ч}}{2 + 2 \cdot \frac{6 \text{ км/ч}}{3 \text{ км/ч}}} + \frac{3 \text{ км/ч}}{2 + 2 \cdot \frac{3 \text{ км/ч}}{6 \text{ км/ч}}} = 5 \text{ км/ч} + 1 \text{ км/ч} + 1 \text{ км/ч} =$$

$$= 7 \text{ км/ч.}$$

Ответ: $v_{cp} = 7 \text{ км/ч.}$

Дано:

№2

Решение:

$$C_1 = C = 200 \text{ Дж/кг} \cdot ^\circ\text{C}$$

$$C_0 = 4200 \text{ Дж/кг} \cdot ^\circ\text{C}$$

$$m_1 = m_2 = 0,75 \text{ кг}$$

$$t_1 = t_2 = t_3 = 20^\circ\text{C}$$

$$m_3 = m_4 = 1 \text{ кг}$$

$$C_1 = C_2 = 460 \text{ Дж/кг} \cdot ^\circ\text{C}$$

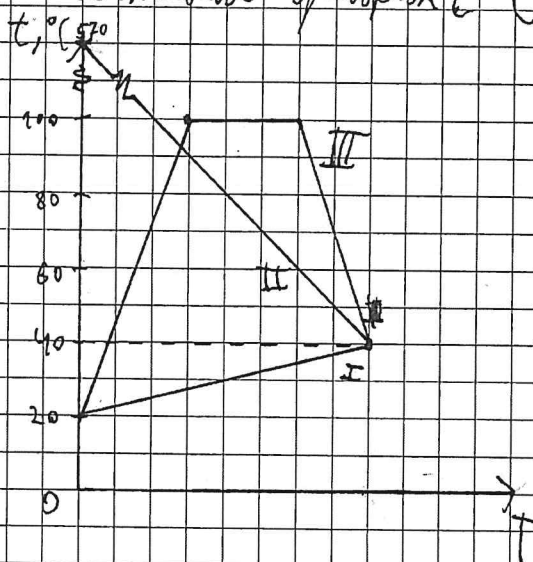
$$t_2 = t_3 = 570^\circ\text{C}$$

$$t_3 = t_4 = 90^\circ\text{C}$$

$$L = 2,26 \text{ МДж/кг}$$

$$m_n = ?$$

Составим график $t(t)$, где t - время:



- I - изменение температуры;
- II - изменение температуры;
- III - изменение температуры;
- IV - изменение температуры;
- V - изменение температуры;

$Q_I + Q_{II} + Q_{III} = 0$; применяем эту формулу, так как система пришла в тепловое равновесие. Перегородки

каждое Q : $Q_I = C \cdot (t - t_1)$ $Q_{III} = C_2 \cdot m_2 (t - t_2)$

$Q_{IV} = C_0 \cdot m_0 \cdot (t_n - t_1) + L \cdot m_n + C_0 \cdot (m_0 - m_n) (t - t_n)$; где m_n и t_n - масса и температура пара соответственно, $t_n = 100^\circ\text{C}$ всегда.

Подставим:

$$C_1 \cdot m_1 (t - t_1) + C_2 \cdot m_2 (t - t_2) + C_3 m_3 (t_n - t_1) + L \cdot m_n + C_3 \cdot (m_3 - m_n) (t - t_n) = 0$$

то

$$L \cdot m_n + C_3 (m_3 - m_n) (t - t_n) = C_2 \cdot m_2 (t_2 - t) + C_1 \cdot m_1 (t_1 - t) + C_3 m_3 (t_1 - t_n)$$

$$L \cdot m_n + C_3 m_3 - C_3 m_n = \frac{C_2 \cdot m_2 (t_2 - t) + C_1 \cdot m_1 (t_1 - t) + C_3 m_3 (t_1 - t_n)}{t - t_n}$$

$$m_n (L - C_3) = \frac{C_2 \cdot m_2 (t_2 - t) + C_1 \cdot m_1 (t_1 - t) + C_3 m_3 (t_1 - t_n)}{t - t_n}$$

$$m_n = \frac{C_2 \cdot m_2 (t_2 - t) + C_1 \cdot m_1 (t_1 - t) + C_3 m_3 (t_1 - t_n)}{(t - t_n) (L - C_3)} - \frac{C_3 m_3}{L - C_3}$$

$$m_n = \frac{460 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}} \cdot 1 \text{ кг} \cdot (570^\circ\text{C} - 40^\circ\text{C}) + 200 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}} \cdot (20^\circ\text{C} - 40^\circ\text{C}) + 4200 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}} \cdot 0,75 \text{ кг} \cdot (20^\circ\text{C} - 100^\circ\text{C})}{(40^\circ\text{C} - 100^\circ\text{C}) (2260000 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}})}$$

$$L \cdot m_n + (C_3 m_3 - C_3 m_n) (t - t_n) = C_2 \cdot m_2 (t_2 - t) + C_1 \cdot m_1 (t_1 - t) + C_3 m_3 (t_1 - t_n)$$

$$L \cdot m_n + C_3 m_3 t - C_3 m_3 t_n - C_3 m_n t + C_3 m_n t_n = C_2 \cdot m_2 (t_2 - t) + C_1 \cdot m_1 (t_1 - t) + C_3 m_3 (t_1 - t_n)$$

$$m_n (L - C_3 t + C_3 t_n) = C_2 \cdot m_2 (t_2 - t) + C_1 \cdot m_1 (t_1 - t) + C_3 m_3 (t_1 - t_n) + C_3 m_3 t_n - C_3 m_n t$$

$$m_n = \frac{C_2 \cdot m_2 (t_2 - t) + C_1 \cdot m_1 (t_1 - t) + C_3 m_3 (t_1 - t_n) + C_3 m_3 t_n - C_3 m_n t}{L - C_3 t + C_3 t_n}$$

$$m_n = \frac{460 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}} \cdot 1 \text{ кг} \cdot (570^\circ\text{C} - 40^\circ\text{C}) + 200 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}} \cdot (20^\circ\text{C} - 40^\circ\text{C}) + 4200 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}} \cdot 0,75 \text{ кг} \cdot (20^\circ\text{C} - 100^\circ\text{C}) + 4200 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}} \cdot 0,75 \text{ кг} \cdot 100^\circ\text{C} - 4200 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}} \cdot 0,75 \text{ кг} \cdot 40^\circ\text{C}}{2260000 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}} - 4200 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}} \cdot 40^\circ\text{C} + 4200 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}} \cdot 100^\circ\text{C}}$$

$$m_n = \frac{243800 \text{ Дж} - 4000 \text{ Дж} - 252000 \text{ Дж} + 315000 \text{ Дж} - 126000 \text{ Дж}}{2260000 \text{ Дж/кг} - 168000 \text{ Дж/кг} + 420000 \text{ Дж/кг}}$$

$$= \frac{176800 \text{ Дж}}{2512000 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}}} \approx 0,07 \text{ кг} = 70 \text{ г.}$$

ответ. 70 г.

Дано:

$$L_1 = 20 \text{ см}$$

$$L_2 = 30 \text{ см}$$

$$\rho_2 = 700 \text{ кг/м}^3$$

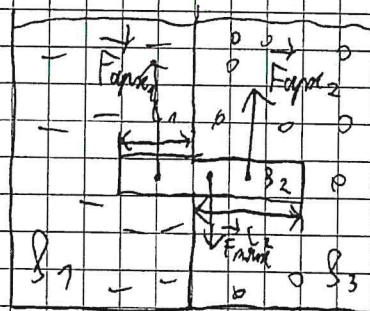
$$\rho_1 = 1000 \text{ кг/м}^3$$

$$g = 10^4 \text{ кг}$$

$$\rho_3 = ?$$

н/з

Решение:



1) тела находятся в равновесии, если ускорения отсутствуют в состоянии покоя; и силы, которые действуют на тело по касовой стрелке компенсируют друг друга. 2) $M_1 + M_2 = M_3$ $M_1 = F_{арх1} \cdot \frac{L_1}{2}$; т.к.

F_a действует на центр погруж. тела; $M_2 = F_{тяг} \cdot (\frac{L_2 + L_1}{2} - L_1) = F_{тяг} \cdot \frac{L_2 - L_1}{2}$; т.к. $F_{тяг}$ действует на центр тела.

$$M_3 = F_{арх2} \cdot \frac{L_2}{2} \quad F_{арх1} = L_1 \cdot S \cdot \rho_1 \cdot g \cdot V_1 \approx V_1 = S \cdot L_1 \Rightarrow$$

$$F_{арх1} = \rho_1 \cdot g \cdot S \cdot L_1 \quad ; \quad F_{арх2} = \rho_3 \cdot g \cdot V_2 \quad ; \quad V_2 = L_2 \cdot S \quad ; \quad F_{арх2} = \rho_3 \cdot g \cdot L_2 \cdot S$$

$$F_{тяг} = m \cdot g \quad m = \rho_2 \cdot V \quad ; \quad V = (L_1 + L_2) \cdot S \quad ; \quad m = \rho_2 \cdot (L_1 + L_2) \cdot S$$

$$F_{тяг} = \rho_2 \cdot (L_1 + L_2) \cdot S \cdot g \quad ; \quad \text{подставим всё это:}$$

$$\rho_1 \cdot g \cdot S \cdot L_1 + \rho_2 \cdot (L_1 + L_2) \cdot S \cdot g \cdot \frac{L_2 - L_1}{2} = \rho_3 \cdot g \cdot L_2 \cdot S$$

$$\rho_1 \cdot L_1 + \rho_2 \cdot (L_1 + L_2) \cdot \frac{L_2 - L_1}{2} = \rho_3 \cdot L_2$$

$$\rho_3 = \frac{\rho_1 \cdot L_1 + \rho_2 \cdot (L_1 + L_2) \cdot \frac{L_2 - L_1}{2}}{L_2} = \frac{\rho_1 \cdot L_1 + \rho_2 \cdot (L_1 + L_2) \cdot (L_2 - L_1)}{2 \cdot L_2}$$

$$\rho_1 \cdot g \cdot l_1 \cdot \frac{l_1}{2} + \rho_2 \cdot (l_1 + l_2) \cdot g \cdot \frac{l_2 - l_1}{2} = \rho_3 \cdot g \cdot l_2 \cdot \frac{l_2}{2}$$

$$\frac{\rho_1 \cdot l_1^2}{2} + \frac{\rho_2 \cdot (l_2^2 - l_1^2)}{2} = \frac{\rho_3 \cdot l_2^2}{2} \quad | \cdot 2$$

$$\rho_1 \cdot l_1^2 + \rho_2 \cdot (l_2^2 - l_1^2) = \rho_3 \cdot l_2^2$$

$$\rho_3 = \frac{\rho_1 \cdot l_1^2 + \rho_2 \cdot (l_2^2 - l_1^2)}{l_2^2}$$

$$\rho_3 = \frac{1000 \text{ кг/м}^3 \cdot (20 \text{ см})^2 + 700 \text{ кг/м}^3 \cdot ((30 \text{ см})^2 - (20 \text{ см})^2)}{(30 \text{ см})^2}$$

$$= \frac{1000 \text{ кг/м}^3 \cdot 400 \text{ см}^2 + 700 \text{ кг/м}^3 \cdot ((0,3 \text{ м})^2 - (0,2 \text{ м})^2)}{(0,3)^2 \text{ м}^2}$$

$$= \frac{1000 \text{ кг/м}^3 \cdot 0,04 \text{ м}^2 + 700 \text{ кг/м}^3 \cdot 0,05 \text{ м}^2}{0,09 \text{ м}^2} = \frac{40 \text{ кг/м} + 35 \text{ кг/м}}{0,09 \text{ м}^2}$$

$$= \frac{75 \text{ кг/м}^3}{0,09} \approx 833 \text{ кг/м}^3$$

ответ: 833 кг/м^3 .

Дано:

X_1

ρ

X_2

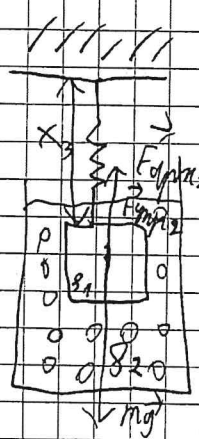
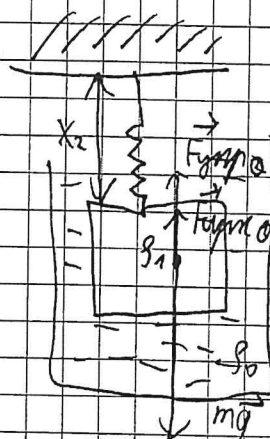
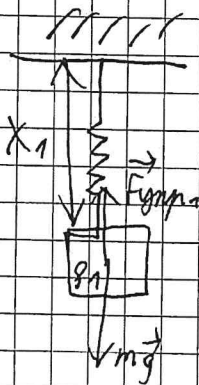
X_3

ρ_1

ρ_2

№

Решение:



1.) закон Гука: F_x сила упругости возникающая в теле при деформации пропорциональна длине деформации и жесткости тела. При упругой деформации,

$$F_{упр} = k \Delta l$$

$$mg = \rho_1 \cdot V_1 \cdot g$$

$$F_{упр1} = k \cdot X_1$$

$$F_{упр0} = k \cdot X_2$$

$$F_{упр0} = \rho_0 \cdot g \cdot V_1$$

$$F_{упр2} = k \cdot X_3$$

$$F_{упр2} = \rho_2 \cdot g \cdot V_1$$

Силы растянута, теперь так как тело в состоянии покоя приравняем их:

$$F_{упр1} = mg \Rightarrow k \cdot X_1 = \rho_1 \cdot V_1 \cdot g$$

$$mg \cdot \rho_1 \cdot V_1 \cdot g = k \cdot X_2 + \rho_0 \cdot g \cdot V_1$$

$$\rho_1 \cdot V_1 \cdot g = k \cdot X_3 + \rho_2 \cdot g \cdot V_1$$

$$k \cdot X_1 = k \cdot X_2 + \rho_0 \cdot g \cdot V_1$$

$$V_1 = \frac{k(X_1 - X_2)}{\rho_0 \cdot g}$$

$$k \cdot X_1 = \rho_1 \cdot \frac{k(X_1 - X_2)}{\rho_0 \cdot g} \cdot g$$

$$\text{подставим в } \rho_1 \cdot V_1 \cdot g = k \cdot X_3 + \rho_2 \cdot g \cdot V_1$$

$$\rho_1 = \frac{\rho_0 \cdot X_1}{X_1 - X_2}$$

$$\frac{\rho_1 \cdot \rho_0}{\rho_1 - \rho_0} \cdot \frac{k(X_1 - X_2)}{\rho_0 \cdot g} \cdot g = k \cdot X_3 + \rho_2 \cdot \frac{k(X_1 - X_2)}{\rho_0 \cdot g}$$

$$\rho_2 \cdot \frac{X_1 - X_2}{\rho_0} = X_1 - X_3$$

$$\rho_2 = \frac{(X_1 - X_3) \cdot \rho_0}{X_1 - X_2}$$

Doors:

m
9
K

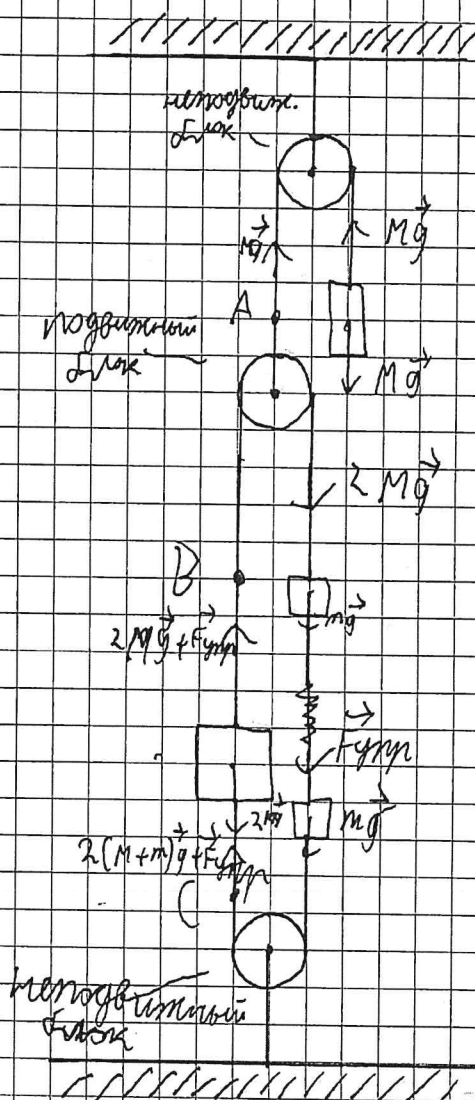
a.) $T_A - ?$
 $T_B - ?$
 $T_C - ?$
 $M_{min} - ?$
 X_A

f.) $M = 2 M_{min}$
 $X_2 = ?$

$$\frac{F_2}{F_1} = \gamma$$

Ng

Ремешка:



1. ~~рассчитать~~ ^{из} ~~известно~~ ^{известно} $T_A, T_B,$
 $T_C.$

$$T_A \equiv M_{\theta}$$

$$T_c = 2(m+m)g + F_{\text{spring}}$$

$$T_0' = 2M\vec{g} + F_{\text{spring}}$$

А.) M_{min} . при равновесии
данным соотношениям
вышвыливая СЛН.

~~$2Mg = 2mg + F_{\text{spring}}$~~

~~$$Mg = mg + \frac{k \cdot x_1}{2}$$~~

$$M = m + \frac{R \cdot \Delta m}{29}$$

Min. System wenn
Funkt = 0; sonst

$$2 M g = 2 m g$$

$$M = m_{\min}$$

2.) ростом силы, тогда

$$T_A = mg^2; T_B = 2mg^2; T_C = 4mg^2; 3.) F_{\text{spring}} = k \cdot x_1 = 0 \Rightarrow x_1 = 0$$

4.) $M = 2m$; m auf $2Mg = 2mg + F_{\text{spring}}$ $4mg = 2mg + F_{\text{spring}}$

$$F_{\text{spring}} = 2x \, m g$$

$$K \cdot X_2 = 2 \text{ me}$$

$$X_2 = \frac{2mg}{k}$$

$$5.) E = \frac{K \cdot \Delta L}{L}$$

$$X_1 = \frac{m_1}{K}$$

$$-x_2 = \frac{2 \ln 9}{k}$$

$$E_2 = \frac{k \cdot \left(\frac{mg}{k}\right)^2}{1} = \frac{(mg)^2}{k}$$

$$E_2 = K \cdot \left(\frac{3mg}{K} \right)^2 = \frac{9(mg)^2}{K}$$

$$\frac{E_2}{E_1} = \frac{\frac{2(mg)^2}{K}}{\frac{(mg)^2}{2K}} = \frac{2(mg)^2 \cdot 2K}{K \cdot (mg)^2} = 4$$