

Открытая региональная межвузовская олимпиада вузов Томской области (ОРМО)

Общий балл	Дата	Ф.И.О. членов жюри	Подписи членов жюри
72	12.03.2025	Елоринев Б.М.	



Quesada

Земле:

$$V_1 = 10 \frac{\text{km}}{\text{h}}$$

$$v_2 = 6 \frac{\text{km}}{\text{h}}$$

$$V_3 = 3 \frac{\text{km}}{\text{h}}$$

$$r_{\text{cm}} = ?$$

Средняя скорость — постоянная скорость, при которой тело за то же время, что и ~~при~~ с переменной скоростью пройдёт то же расстояние, что и с переменной скоростью.

Скорость - физическая величина, показывающая, какое ^{постоянное} ~~расстояние~~ ^{проходит} тело за единицу времени (обозначается v , измеряется в $\frac{км}{с}$ ~~или~~ $\frac{м}{с}$ и т.п.)

Застояние — дилма вектора, волье кото-
рою увеличилось число (обозначается S , взм-ся в м. смит)

Время (в рамках задачи) - ~~определенный интервал~~
~~зона времени~~ простирается к времени, в течение которого происходило явление (отсюда начнется t , измеряться в ч., мин, с и т.п.)

$$V_{cn} = \frac{5}{f} \quad 2+1$$

1	2	3	4	5
15	15	15	21	

72

1) ~~Сумма~~ ¹ $S = S_1 + S_2 + S_3$ ← Замысловатый вариант

$$S_1 = v_1 \cdot t_1$$

$$S_2 = v_2 \cdot t_2$$

$$S_3 = v_3 \cdot t_3$$

t - общее время

S - общее расстояние

$$\left. \begin{aligned} t_1 &= 0,5t \text{ по условию} \\ S_2 &= S_3 \text{ по условию} \end{aligned} \right\} \text{ тогда:}$$

$$v_2 \cdot t_2 = v_3 \cdot t_3$$

$$\frac{v_2}{v_3} = \frac{t_3}{t_2}$$

$$\frac{5 \frac{\text{км}}{\text{ч}}}{3 \frac{\text{км}}{\text{ч}}} = \frac{t_3}{t_2}$$

$$\frac{t_3}{t_2} = 2$$

$$2t_2 = t_3$$

$$t_2 + t_3 = 0,5t$$

$$3t_2 = 0,5t$$

$$t_2 = \frac{1}{6}t$$

$$t_3 = \frac{1}{3}t$$

Подставим в уравнение 1):

$$v_{\text{ср}} = \frac{S_1 + S_2 + S_3}{t}$$

$$v_{\text{ср}} = \frac{v_1 \cdot 0,5t + v_2 \cdot \frac{1}{6}t + v_3 \cdot \frac{1}{3}t}{t}$$

$$v_{\text{ср}} = \frac{t}{t} \left(v_1 \cdot 0,5 + \frac{1}{6}v_2 + \frac{1}{3}v_3 \right)$$

$$V_{\text{ср}} = 0,5 V_1 + \frac{1}{6} V_2 + \frac{1}{3} V_3$$

Ответ в общем виде

$$V_{\text{ср}} = 0,5 \cdot 10 \frac{\text{км}}{\text{ч}} + \frac{1}{6} \cdot 6 \frac{\text{км}}{\text{ч}} + \frac{1}{3} \cdot 3 \frac{\text{км}}{\text{ч}} = 7 \frac{\text{км}}{\text{ч}}$$

Ответ: $V_{\text{ср}} = 7 \frac{\text{км}}{\text{ч}}$

Дано:

$$C_1 = 200 \frac{\text{Дж}}{^\circ\text{C}}$$

$$m = 0,75 \text{ кг}$$

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

$$m_2 = 1 \text{ кг}$$

$$t_2 = 57^\circ\text{C}$$

$$t_3 = 70^\circ\text{C}$$

$$C_2 = 4200 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}}$$

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

$$\eta = 2260000 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}}$$

$$m_{\text{в1}} = ?$$

Решение:

$$1) \underbrace{Q_1 + Q_2 + Q_3 + \dots + Q_n}_{n} = 0$$

Q - выделяющаяся ~~тепловая энергия~~
в процессе теплообмена тепловая энергия (измеряется в Дж или кДж)

m - масса, являющаяся ~~коэффициентом~~ численной мерой поверхности тела

C - удельная теплоёмкость тела, показывает сколько нужно передать тепловой энергии ~~1 килограмму~~ 1 килограмму тела для нагревания тела на 1°C

C - теплоёмкость тела, показывает сколько нужно передать тепловой энергии телу, чтобы нагреть его на 1°C

η - удельная теплота парообразования, показывает сколько тепловой энергии

N 4

Дано:

 x_1 x_2 x_3 ρ_0 $\rho_1 = ?$ $\rho_2 = ?$

Решение:

~~$kx_1 = mg$~~

~~$kx_2 + \rho_0 gV = mg$~~

Закон Гука: сила упругости, возникающая в теле прямо пропорционально удлинению.

Статическое

Закон Гука справедлив только для упругих деформаций

Рассмотрим 3 случая с пружиной:

$$1) kx_1 = mg \Rightarrow k = \frac{mg}{x_1}$$

$$2) kx_2 + \rho_0 gV = mg$$

$$3) kx_3 + \rho_2 gV = mg$$

Все уравнения между собой равны, тогда:

$$kx_1 = kx_2 + \rho_0 gV$$

Заменим kx_1 на mg , а kx_2 заменим k на $\frac{mg}{x_1}$.

$$mg = \frac{mgx_2}{x_1} + \rho_0 gV$$

$$m = \rho_1 V$$

$$\rho_1 V g = \frac{\rho_1 V g x_2}{x_1} + \rho_0 gV \quad | : Vg$$

$$\rho_1 = \frac{\rho_1 x_2}{x_1} + \rho_0$$

$$\rho_1 = \frac{\rho_1 x_2}{x_1} + \rho_0$$

$$p_1 - p_1 \frac{x_2}{x_1} = p_0$$

$$p_1 \left(1 - \frac{x_2}{x_1}\right) = p_0$$

$$p_1 = \frac{p_0}{1 - \frac{x_2}{x_1}}$$

$$p_1 = \frac{p_0}{\frac{x_1 - x_2}{x_1}}$$

$$\boxed{p_1 = \frac{p_0 x_1}{x_1 - x_2}} \leftarrow \text{ответ к одному вопросу}$$

Для того чтобы найти p_2 приравняем 1) и 3):

$$k x_1 = k x_3 + p_2 g V$$

$k x_1$ заменим на $m g$, а в $k x_3$ заменим k на $\frac{m g}{x_1}$:

$$m g = \frac{m g x_3}{x_1} + p_2 g V \quad | : g$$

$$m = \frac{m x_3}{x_1} + p_2 V$$

$$p_1 V = \frac{p_1 V x_3}{x_1} + p_2 V$$

$$p_1 = \frac{p_1 x_3}{x_1} + p_2$$

$$p_2 = p_1 - \frac{p_1 x_3}{x_1}$$

~~Подставим p_1~~ Заменим p_1 на $\frac{p_0 x_1}{x_1 - x_2}$:

$$p_2 = \frac{p_0 x_1}{x_1 - x_2} - \frac{p_0 x_1, x_3}{x_1 - x_2} \cdot \frac{x_3}{x_1}$$

$$p_2 = \frac{p_0 x_1}{x_1 - x_2} \left(1 - \frac{x_3}{x_1} \right)$$

↑ ответ в удобном виде

№ 2 (продолжение)

Дано:

Решение:

по правилу моментов

m

K

g

$M_{min} = ?$

$T_A = ?$

$T_B = ?$

$T_C = ?$

$x_1 = ?$

$x_2 = ?$

$E_{min} = ?$

По рисунку видно, что груз M должен удерживать конструкцию из двух блоков, пружины, два груза массой m, одного груза массой 2m и нити. Блоки, пружина и нити невесомы, значит:

$$M_{min} = 2m + m + m$$

$$M_{min} = 4m$$

$$Q_1 + Q_2 + Q_3 + Q_4 + Q_5 = 0$$

$$Q_1 = c_v (m_{\text{в}} - m_{\text{в1}}) (t_3 - t_1) \leftarrow \text{вода, нагревшаяся с } 20^\circ\text{C до } 40^\circ\text{C}$$

$$Q_2 = c_2 m_2 (t_3 - t_2) \leftarrow \text{стальная заготовка}$$

$$Q_3 = m_{\text{в1}} \leftarrow \text{испарившаяся вода}$$

$$Q_4 = c_v m_{\text{в1}} (t_{100} - t_1) \leftarrow \text{вода, испарившаяся}$$

$$Q_5 = C (t_3 - t_1) \leftarrow \text{калориметр}$$

Подставим в формулу:

$$\begin{aligned}
 & C_B(m - m_{B1})(t_3 - t_1) + C_2 m_2 (t_3 - t_2) + \\
 & + \pi m_{B1} + C_B m_{B1} (t_{100} - t_1) + C(t_3 - t_1) = 0 \\
 & (C_B m - C_B m_{B1})(t_3 - t_1) + (C_2 m_2 (t_3 - t_2) + \\
 & + \pi m_{B1} + C_B m_{B1} (t_{100} - t_1) + C(t_3 - t_1)) = 0 \\
 & C_B m t_3 - C_B m_{B1} t_3 - C_B m t_1 + C_B m_{B1} t_1 + C_2 m_2 (t_3 - t_2) + \\
 & + \pi m_{B1} + C_B m_{B1} (t_{100} - t_1) + C(t_3 - t_1) = 0 \\
 & m_{B1} (C_B t_1 - C_B t_3 + \pi + C_B (t_{100} - t_1)) + C_B m t_3 - \\
 & = C_B m t_1 + C_2 m_2 (t_3 - t_2) + C(t_3 - t_1) = 0 \\
 & m_{B1} = \frac{C_B m t_1 - C_2 m_2 (t_3 - t_2) - C(t_3 - t_1) - C_B m t_3}{C_B t_1 - C_B t_3 + \pi + C_B (t_{100} - t_1)}
 \end{aligned}$$

$t_{100} = 100^\circ\text{C}$ ← температура кипения

$$\begin{aligned}
 & C_B m (t_3 - t_1) + C_B m_{B1} (t_3 - t_1) + C_2 m_2 (t_3 - t_2) + \\
 & + \pi m_{B1} + C_B m_{B1} (t_{100} - t_1) + C(t_3 - t_1) = 0 \\
 & C_B m (t_3 - t_1) +
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 & m_{B1} (\pi + C_B (t_{100} - t_1) - C_B (t_3 - t_1) + \\
 & + C_B m (t_3 - t_1) + C_2 m_2 (t_3 - t_2) + C(t_3 - t_1)) = 0
 \end{aligned}$$

$$m_{B1} = \frac{-C_B m (t_3 - t_1) - C_2 m_2 (t_3 - t_2) - C(t_3 - t_1)}{\pi + C_B (t_{100} - t_1) - C_B (t_3 - t_1)}$$

$$m_{B1} \approx 0,07 \text{ кг}$$

Ответ: 0,07 кг

№3

Дано:

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

$$\rho_2 = 700 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$$

$$l_1 = 0,2 \text{ м}$$

$$l_2 = 0,3 \text{ м}$$

$$\rho = ?$$

Решение:

Условие равновесия в воде.

$$F_{\text{арх}} = F_m$$

Условие равновесия рычага:

$$M_1 + M_2 + \dots + M_n = 0$$

~~Вектор~~ F — ~~физическая величина~~, являющаяся количественной мерой взаимодействия тел

ρ — плотность, величина, показывающая массу тела в единице объема

L — длина

~~$M_1 = M_2$~~ В задаче:

$$M_1 + M_2 = 0 \in \text{векторно}$$

$$M_1 = M_2 \in \text{численно}$$

$$M_1 = F_{\text{арх}1} \cdot 0,5 L_1$$

$$M_2 = F_{\text{арх}1} \cdot 0,5 L_2 - F_m \cdot \frac{1}{6} L_2$$

Будем считать —
недо прикладно —
вводится кинематика

так как внутренность
однородной

$$F_{\text{арх}1} \cdot 0,5 L_1 = F_{\text{арх}1} \cdot 0,5 L_2 - F_m \cdot \frac{1}{6} L_2$$

$$\rho_1 g V \cdot 0,5 L_1 = \rho_2 g V \cdot 0,5 L_2 - m g \cdot \frac{1}{6} L_2$$

$$\rho_1 g S L_1 \cdot 0,5 L_1 = \rho_2 g S L_2 \cdot 0,5 L_2 - m g \cdot \frac{1}{6} L_2$$

$$0,5 \rho_1 L_1^2 = 0,5 \rho_2 L_2^2 - \rho_2 L_2^2 \cdot \frac{1}{6}$$

$$\rho_x = \frac{0,5 \rho_1 \cdot L_1^2 + \rho_2 L_2^2 \cdot \frac{1}{6}}{0,5 L_2^2}$$

$$\rho_x \approx 678 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$$

$$\text{Ответ: } 678 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$$

№5

По рисунку видно, что по правому концу троса груз М удерживает стальную конструкцию, значит:

$$M_{\min} = 2m + m + m$$

$$M_{\min} = 4m$$

Если расписать силы, то:

$$T_A = Mg = 4mg$$

$$T_B = 0,5Mg = 2mg$$

$$T_C = 0mg$$

Пружина должна удерживать блок весом $2mg$ и ещё 2 маленьких блока по mg , значит: $Kx_1 = 4mg$

$$x_1 = \frac{4mg}{K}$$

При изменении M на ΔM увеличивается и $F_{\text{упр.}}$, а так как ~~пружина~~ вынуждена выдерживать все это, то: $F_{\text{упр.}} = 4mg + 4mg = 8mg$

$$x_2 = \frac{8mg}{K}$$