Федеральное государственное автономное
образовательное учреждение высшего образования
«Московский государственный технический университет
имени Н.Э. Баумана (национальный исследовательский университет)»

ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ «ШАГ В БУДУЩЕЕ»

Схема

Для билета

Вариант задания 1

Лист работы 1 из 3

№ 6

Дано:

$\bar{\sigma} = 0,0975$

$k_1 = \frac{1}{1000}$

$k_2 = \frac{1}{10000}$

$k_3 = \frac{1}{100000}$

$n_3 = 1$

$\rho_n = 800 \frac{кг}{м^3}$

$\rho_к = 2700 \frac{кг}{м^3}$

$m_к = 0,1\ m_n$

Найти:

$n_н = ?$

$\Delta V_n = ?$

Решение:

$n_н = \bar{\sigma} \cdot k_1 \cdot k_2 \cdot k_3 \cdot n_4$

$n_4 = \frac{n_3}{\bar{\sigma} \cdot k_1 \cdot k_2 \cdot k_3}$

$n_н = 1,026 \cdot 10^{13}$

$\Delta V_n = \left(\frac{m_к}{\rho_к} - \left(\frac{m_n}{\rho_n} + \frac{m_к}{\rho_к} \right) \right) \cdot 100\% = 4\ (0,37) = 1,48\%$

Ответ: $1,026 \cdot 10^{13}$ наночастиц; 1,48%

№ 5

Дано:

Решение:

Количество тепла, которое необходимо передать системе для того, чтобы температура увеличилась на $\Delta t = 94°C$

Можно использовать оборот листа для записи решений



⇒ Общее количество теплоты $Q = c_{ст} m_{ст} \Delta t$ ~~передаваемое~~ воде

Температура стали за $\tau \approx 31$ с изменилась на $\Delta t = 35°$

⇒ Общее количество теплоты $N\tau = c_{ст} m_{ст} \Delta t$ передаваемое

⇒ Мощность нагрева $N = \frac{c_{ст} m_{ст} \Delta t}{\tau}$.

После добавления воды за $\tau_2 \approx 35$ с темп. стал. на $\Delta t_2 = 0°$

Количество теплоты передаваемое $N\tau_2 = c_в m_в \Delta t_2 + c_{ст} m_{ст} \Delta t_2$

$c_в m_в \Delta t_2 = N\tau_2 - c_{ст} m_{ст} \Delta t_2$

$m_в = \frac{N\tau_2 - c_{ст} m_{ст} \Delta t_2}{c_в \Delta t_2} = \frac{\frac{c_{ст} m_{ст} \Delta t}{\tau} \tau_2 - c_{ст} m_{ст} \Delta t_2}{c_в \Delta t_2}$

$$m_в = \frac{\frac{c_{ст} m_{ст} \Delta t}{\tau} \tau_2 - c_{ст} m_{ст} \Delta t_2}{c_в \Delta t_2}$$

$m_в = 0,78$ кг

Ответ: 0,78 кг

№ 3

Дано:

$h_м = 0,85 h_к$

$\rho_к = 12 \rho_м$

$\rho_{ср} = 0$

Найти:

$\rho_м : \rho_к = ?$

Решение:

$\rho_{ср} = \frac{m}{V} = \frac{n \cdot m_к + n \cdot m_м}{n \cdot V_к + n V_м} = \frac{m_к + m_м}{V_к + V_м} =$

$= \frac{S(h_м \rho_м + h_к \rho_к)}{S \cdot (h_м + h_к)} = \frac{h_м \rho_м + h_к \rho_к}{h_м + h_к} = \frac{0,85 h_к \cdot \rho_м + h_к \cdot 12 \rho_м}{0,85 h_к + h_к} =$

$= \frac{2,05 h_к \rho_м}{1,85 h_к} = \frac{41}{37} \rho_м = \frac{41}{37} \rho_к : 12 = \frac{205}{222} \rho_к = 0,92 \rho_к$

Ответ: $0,92 \rho_к$

№ 1

Дано:

$F = 8\ Н$

$\rho_в = 1000\ \frac{кг}{м^3}$

$S_у = 800\ см^2 = 0{,}08\ м^2$

$g = 10\ \frac{м}{с^2}$

Найти:

$\Delta h = ?$

Решение:

$$\Delta h = \frac{\Delta V}{S_у}$$

$$F = F_{Apx} - mg = V_{погр} \cdot \rho_в \cdot g - mg = g\,(V_{погр} \cdot \rho_в - m) =$$

$$= g\,(V_{погр}\,\rho_в - (V_{погр} + V_{ал}) \cdot \rho_{ал}) = g \Delta V \cdot \rho_в$$

$$\Rightarrow \Delta V = \frac{F}{g \rho_в}$$

$$\Delta h = \frac{\Delta V}{S} = \frac{\frac{F}{g \rho_в}}{S} = \boxed{\frac{F}{g \rho_в S_у}}$$

$$\Delta h = 0{,}01\ м$$

Ответ: 0,01 м.

№ 2

Дано:

$R_1 = R_2 = 9\ Ом$

$I_1 = 3\ А$

$I_2 = 30\ А$

Найти:

$I = ?$

$I_3 = ?$

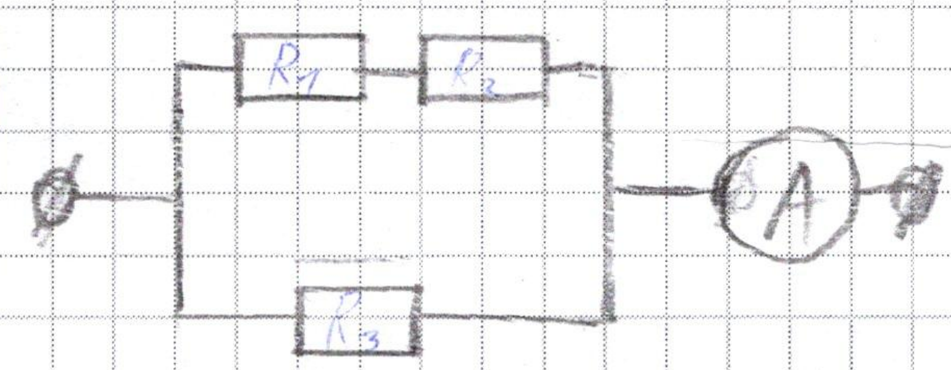
I)



II)



III)



$$I_1 : I_2 = \frac{U}{R_{01}} : \frac{U}{R_{02}} = R_{02} : R_{01} = \left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}\right)^{-1} : R_1 + R_2 + R_3 =$$

$$= \frac{R_1 R_2 R_3}{R_1R_2 + R_2R_3 + R_1R_3} : R_1 + R_2 + R_3 = \frac{R_1 \cdot 2R_1 R_3}{R_1^2 + 2R_1R_3 + R_1R_3} : R_1 + R_2 + R_3 = \frac{2R_1R_3}{2R_1 + 3R_3} : 3R_1 + R_3 = 3 : 20 = 0{,}15$$

$$\Rightarrow \frac{2R_1R_3}{2R_1 + 3R_3} = 3R_1 + R_3$$

$$20R_1R_3 = 6R_1^2 + 11R_1R_3 + 3R_3^2$$

$$6R_1^2 - 9R_1R_3 + 3R_3^2 = 0 \quad | : R_3^2$$

$$6\left(\frac{R_1}{R_3}\right)^2 - 9\frac{R_1}{R_3} + 3 = 0$$

$$D = (-9)^2 - 4 \cdot 6 \cdot 3 = 9$$

$$\frac{R_1}{R_3} = \frac{9 \pm 3}{12} = \begin{bmatrix} 1 \\ 0{,}5 \end{bmatrix}$$

$$I_1 : I_3 = R_{03} : R_{01} = \left(\frac{1}{R_1 + R_2} + \frac{1}{R_3}\right)^{-1} : R_1 + R_2 + R_3 = \frac{3R_1R_3}{3R_1 + R_3} : 3R_1 + R_3$$

I. $\frac{R_1}{R_3} = 1$ $\quad I_1 : I_3 = \frac{3R_1R_1}{4R_1} : 4R_1 = \frac{3}{4}R_1 : 4R_1 = 3 : 16$

$\Rightarrow I_3 = 16\ A$

II. $\frac{R_1}{R_3} = 0{,}5$ $\quad I_1 : I_3 = \frac{6R_1R_1}{3R_1 + 2R_1} : 3R_1 + 2R_1 = \frac{6R_1R_1}{5R_1} : 5R_1 = 6R_1 : 25R_1 =$

$= 6 : 25$

$\Rightarrow I_3 = 12{,}5\ A$

Ответ: 12,5 А или 16 А.

Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования
«Московский государственный технический университет
имени Н.Э. Баумана (национальный исследовательский университет)»

ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ «ШАГ В БУДУЩЕЕ»

Вариант задания 1

№ 4

Дано:

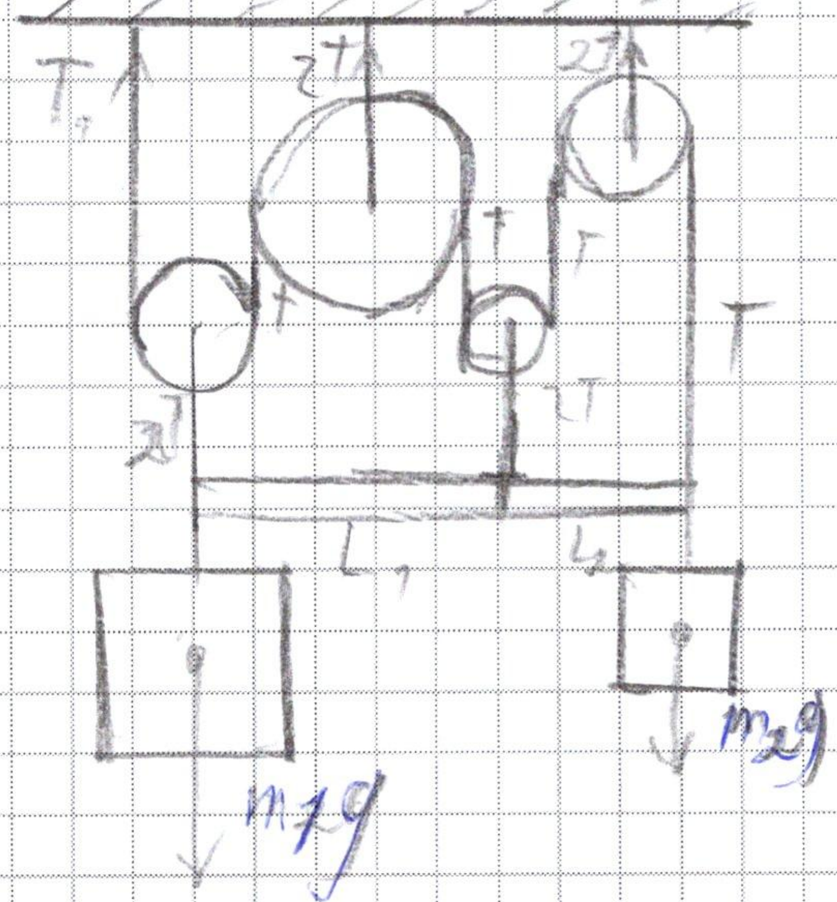
L_1

L_2

Найти

$\frac{m_1}{m_2}$ - ?

Решение:



Блоки идеальные, невесомые =>

$T = \frac{m_1 g + m_2 g}{5}$

Горизонтальные моменты сил:

$M_1 = M_2$

$m_1 g L_1 + \frac{m_1 g + m_2 g}{5} L_1 = m_2 g L_2 + 2 \frac{m_1 g + m_2 g}{5} L_1$

$m_1 g L_1 - m_2 g L_2 = 2 \frac{m_1 g + m_2 g}{5} L_1 - \frac{m_1 g + m_2 g}{5} L_2$

$m_1 L_1 - m_2 L_2 = \frac{m_1 + m_2}{5} (2L_1 - L_2)$

$5 m_1 L_1 - 5 m_2 L_2 = m_1 2L_1 + 2L_1 m_2 - m_1 L_2 - m_2 L_2$

$4 m_1 L_1 - 4 m_2 L_2 = 2L_1 m_2 - m_1 L_2$

$4 m_1 L_1 - 4 m_2 L_2 - 2L_1 m_2 + m_1 L_2 = 0$

$m_1 (4L_1 + L_2) - m_2 (4L_2 + 2L_1) = 0$

$m_1 (4L_1 + L_2) = m_2 (4L_2 + 2L_1)$

$$\frac{m_1}{m_2} = \frac{4L_2 + 2L_1}{4L_1 + L_2}$$

Можно использовать оборот листа для записи решений