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

ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ «ШАГ В БУДУЩЕЕ»

Для билета

Вариант задания 2

Лист работы 1 из 4

№1

Дано

$\rho_л = 900 \frac{кг}{м^3}$

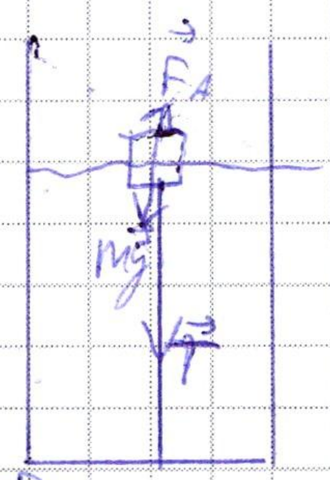
$\rho_в = 1000 \frac{кг}{м^3}$

$g = 10 \frac{м}{с^2}$

$T = 10 Н$

$\Delta l = 4 мм$ | $4 \cdot 10^{-3} м$

$S - ?$



Лед плавает.

~~Так как вверх только~~

$D_л < \rho_в$ => он частично плавает.

Нить $\vec{T}$ тянет вниз $m\vec{g}$

Нить не может тянуть вверх, тогда ~~сила~~ ~~ее~~ ни одна сила $\vec{T}$ сжать нить, чтобы $\vec{T}$ было вверх. Расставим $\vec{T}$ сонаправленно кругу (см. рис) по III З.Н.

$F_A = mg + T$; $F_A = \rho_в V_п g$

$\rho_в V_п g = mg + T$

$m = \rho_л V_л$

$\rho_в V_п g = \rho_л V_л g + T$

$V_п = \frac{\rho_л V_л g + T}{\rho_в g} = \frac{g(\rho_л V_л + \frac{T}{g})}{\rho_в g} = \frac{\rho_л V_л + \frac{T}{g}}{\rho_в}$

$V_п = \frac{900 \cdot V_л + \frac{10}{10}}{1000} = 0{,}9 V_л + 1 \cdot 10^{-3} м^3$

~~Так как~~

$m_в = m_м$

Тогда масса вытесненной воды

в этом случае определ. сос-б const =)

$$\rho_* V_в = \rho_1 V_ч$$

$$V_в = \frac{\rho_1}{\rho_*} V_1$$

$$V_в = 0{,}9 V_1$$

Тогда после погружения

льда вытеснит $0{,}9 V_л$. Но лед сейчас

вытесняет из воды $0{,}9 V_л + 4 \cdot 10^{-3}$ м³.

$$\Delta V = |0{,}9 V_л - 0{,}9 V_л - 4 \cdot 10^{-3}| = 1 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3.$$

$$\Delta V = \Delta l S \Rightarrow$$

$$S = \frac{\Delta V}{\Delta l} = \frac{1 \cdot 10^{-3}}{4 \cdot 10^{-3}} = 0{,}25 \text{ м}^2$$

Ответ: 0,25 м².

№ 2

Я считаю, что правильно, А любом будет число.

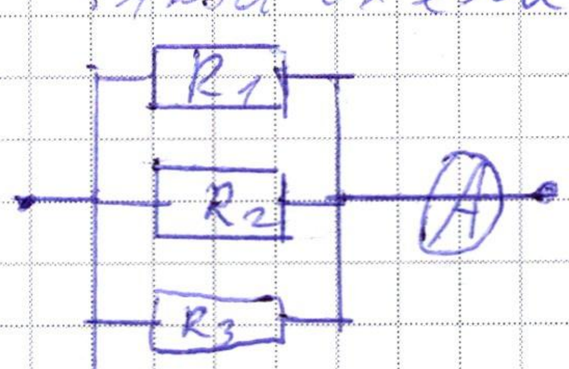
1 схема



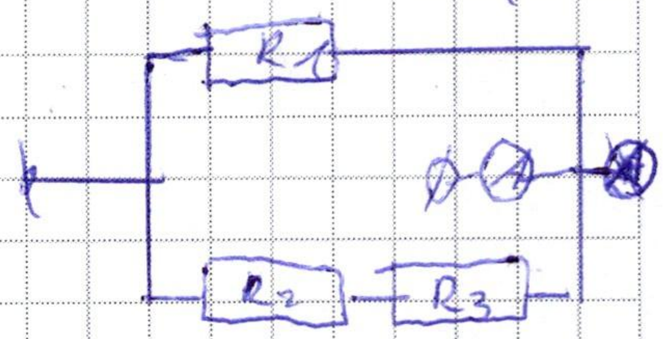
2 схема



Эта схема эквивалентна такой схеме



3 схема



через разрыв ток не идет, можно убрать

olymp.bmstu.ru

продолжение №2

Дано В 1 схеме $I = 6$ А. Ч везде (в схеме)

Найти R_0 ? Закон Ома

$$R_0 = \frac{Ч}{I}$$

$$R_1 + R_2 + R_3 = \frac{Ч}{6}$$

$$6(R_1 + R_2 + R_3) = Ч$$

Во второй схеме параллельное число

Один общий $R_{Б2}$

$$\frac{1}{R_0} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}$$

$$\frac{1}{R_0} = \frac{R_2R_3 + R_1R_2 + R_3R_1}{R_1R_2R_3}$$

$$R_{Б2} = \frac{R_1R_2R_3}{R_1R_2 + R_2R_3 + R_1R_3}$$

По $\frac{R_2}{R_3} = 2 \Rightarrow R_2 = 2R_3$

$$R_0 = \frac{R_1 \cdot 2R_3 \cdot R_3}{2R_3R_3 + 2R_3R_1 + R_1R_3} = \frac{R_3 \cdot (2R_3R_1)}{R_3(2R_1 + R_1 + 2R_3)} = \frac{2R_3R_1}{2R_3 + 3R_1}$$

$$Ч = IR$$

$$Ч = 60 \cdot \frac{2R_3R_1}{2R_3 + 3R_1}$$

$$60 \cdot \frac{2R_3R_1}{2R_3 + 3R_1} = 6(R_1 + 3R_3)$$

$$\frac{20R_3R_1}{2R_3 + 3R_1} = R_1 + 3R_3$$

$$\frac{20xy}{2x + 3y} = x + 3y$$

$$20xy = (x + 3y)(2y + 3x)$$

$$20xy = 3x^2 + 11xy + 6y^2$$

$$3x^2 - 9xy + 6y^2 = 0$$

$$x^2 - 3xy + 2y^2 = 0$$

$$\begin{cases} x = y \\ x = 2y \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} R_1 = R_3 \\ R_1 = 2R_3 \end{cases}$$

$$\frac{(R_1 + 3R_3)}{R_1 + 3R_3}$$

$$R_1 = +$$

$$R_2 = 7$$

$$R_1^2 + 2R_3^2 = R_1^2 + R_2R_3$$

По теореме Виета

ещё 2 варианта

Сопротивление в 3 случаях

$$\frac{1}{R_0} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2+R_3} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{3R_1}$$

$$\frac{1}{R_0} = \frac{R_1 + 3R_1}{3R_1 R_1}$$

$$R_0 = \frac{3R_1 R_1}{R_1 + 3R_1}$$

$$U = I \cdot R$$

$$U = \frac{3R_1 \cdot R_1}{R_1 + 3R_1} \cdot I \Rightarrow$$

$$\begin{cases} U = \frac{3R_1 \cdot R_1}{R_1 + 3R_1} I = 2{,}75 R_1 I_{3с} \\ U = \frac{6R_1 \cdot R_1}{5R_1} I = 1{,}2 R_1 I_{3с} \end{cases}$$

Напряжение одинаковое в цепи

$$1{,}2 R_1 I_{3с} = 6(R_1 + R_2 + R_3)$$

$$\begin{cases} I_{3,} = 5 \frac{4R_1}{R_1} = 20 A \\ I_{3с} = 5 \cdot \frac{5R_1}{R_1} = 25 A \end{cases}$$

Ч т с ч

$$2{,}75 R_1 I_{2} = 6(R_1 + R_2 + R_3)$$

$$\begin{cases} I_{2} = 8 \cdot 4 = 32 A \\ I_{2} = 8 \cdot \frac{5R_1}{R_1} = 40 A \end{cases}$$

Ответ: 20 А; 25 А; 32 А; 40 А.

№3

$$\rho_{ср} = \frac{\sum m}{\sum V}$$

Дано

$n_т = n_к = n$

$\sum m = m m_{ка} + n m_т = m(m_т + m_к)$

$\sum V = m(V_т + V_к)$

$\rho_т$ – плотность гелия (неона)

$\rho_к$ – плотность керосина

$V = Sh$

$V_т = S h_т = S \cdot 2{,}9 h_к = 2{,}9 S h_к$

$V_к = S h_к$

$\rho_к = 1{,}5 \rho_т$

$V_т = 2{,}9 V_к \Rightarrow V_к = \frac{10}{5} V_т$

$m_т = \rho_т \cdot V_т = 2{,}9 \cdot S h_к \rho_т = \rho_т V_т$

$m_к = \rho_к \cdot V_к = \frac{10}{5} V_т \cdot \rho_к = \frac{5}{3} V_т \rho_т = \frac{5}{3} m_т$

olymp.bmstu.ru

продолжение №3

$$\rho_{ср} = \frac{m(m_1 + m_2)}{n(V_1 + V_2)} = \frac{m_1 + m_2}{V_1 + V_2} = \frac{m_1 + \frac{5}{3}m_1}{V_1 + \frac{19}{9}V_1}$$

$$\rho_{ср} = \frac{\frac{8}{3}m_1}{\frac{19}{9}V_1} = \frac{\rho_1 V_1}{V_1} \cdot \frac{24}{19} = \rho_1 \frac{24}{19}$$

$$\rho = \frac{24}{19}\rho_1$$

$$\rho_1 = \frac{19}{24}\rho \approx 0{,}79\rho$$

Ответ: 0,79 ρ.

№5

Построим на промежуток $t \in [0; 10]$,

в точках $t_1 = 0$ с; $T_1 = 20°C$

$t_2 = 10$ с; $T_2 = 30°C$

$$Q = P\Delta t = P(t_2 - t_1)$$

$$Q = c_в m_в \Delta T = c_в m_в (T_2 - T_1)$$

$$P = \frac{Q}{\Delta t} = \frac{c_в m_в \Delta T}{\Delta t}$$

Дано: $m_в = 0{,}5$ кг, $c_в = 4200 \frac{Дж}{кг \cdot °C}$; $c_к = 920 \frac{Дж}{кг \cdot °C}$

$$P = \frac{4200 \cdot 0{,}5 \cdot 10}{10} = 230 \text{ Вт}$$

А теперь на промежуток $t \in [20; 35]$

в точках $t = 20$ с, $T = 40°C$

$t = 35$ с, $T = 30°C$

$\Delta t = 15$ с $\quad \Delta T = 10$

$$Q_п = P\Delta t$$

$$Q_п = (c_в m_в + c_к m_к)\Delta T$$

$$\frac{Q_n}{\Delta T} = C_A m_A + C_x m_x$$

$$\frac{\frac{Q_n}{\Delta T} - C_A m_{A1}}{C_x} = m_x$$

$$\frac{\frac{P_{вт}}{\Delta T} - C_A m_{A1}}{C_x} = m_x = \frac{\frac{230 \cdot 15}{10} - 460 \cdot 0{,}5}{920} = \frac{345 - 230}{920}$$

$$m_x = \frac{115}{920} > 0{,}125\ кг = 125\ г$$

Ответ: 125 г железа и 230 Вт нагревателя.

№6

Дано

$\Delta V = 5{,}7\ м^3$

$d = 0{,}0001\ м$

$\delta = 0{,}0945$

$\eta_1 = 0{,}0004$

$\eta_2 = 0{,}0001$

$\rho_{A1} = 2400\ кг/м^3$

$\rho_к = 800\ кг/м^3$

$m_p \geq 240\ г$

$\tau_p = 3\ мин$ 180 с

$V = \frac{4}{3}\pi R^3$

$\pi = 3{,}14$

сколько пузырьков масла керосина на Л1

$n_{оп} - ?$

Ш

$m_{тв} = m_{рт} = 43200\ кг$

Раньше это все керосин но позже мы заменяем часть керосина на Арон.

ТК $\rho_A > \rho_к$ то $\rho = \frac{m}{V}$ и $m_1 = m$

$V_{A1} < V_к$

$V_{Aпа} = \frac{m_{тв}}{\rho_к} = 54\ м^3$

$V_{тнов} = V_{тна} - V_{к1} + V_{A2} = V_{тна} - \frac{m_{A1}}{\rho_к} + \frac{m_{A1}}{\rho_{A1}}$

$V_{тпа} = V_{тна} - m_{A1}\left(\frac{1}{\rho_к} - \frac{1}{\rho_{ок}}\right)$

$V_{тн} = V_{тн} - \Delta V =$

$\Delta V = m_{A1}\left(\frac{1}{\rho_к} - \frac{1}{\rho_{ок}}\right)$

$\frac{\Delta V}{\frac{1}{\rho_к} - \frac{1}{\rho_к}} = m_A = \frac{5{,}7}{1400 - 20} = \frac{5{,}7}{\frac{1}{800} - \frac{1}{1400}} = 6480\ кг$

Чтобы в пузырьках нужно разделить масло и умножить на 100%

δ пузырьков

$\delta = \frac{m_{A1}}{m_{тв}} \cdot 100 = \frac{1}{144 \cdot 10^3} \%, 15\ г$

olymp.bmstu.ru

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 2

Масса $V_{кл} = \frac{m_{кл}}{\rho_{кл}} = 2\,м^3$

пузырьков

Суммарный объем

$V_{об} = X \cdot \frac{4}{3} \cdot \pi \cdot R^3$

$R = 0{,}5d = 5 \cdot \frac{0{,}0001}{2} = 5 \cdot 10^{-5}$ м

и полученной суммарный объем

как раз равен $V_{кл}$

$V_{кл} = X \cdot \frac{4}{3} \cdot \pi \cdot R^3$

$X = \frac{V_{кл}}{\frac{4}{3} \cdot \pi \cdot R^3} = \frac{2}{3{,}14 \cdot \frac{4}{3} \cdot (5 \cdot 10^{-5})^3} \approx 4{,}586 \cdot 10^{12}$

умасаев 3 'кпд'. что бы найти

Сколько всегда возродится пузырьков

$n_{об} = X \cdot \delta \cdot n_{г1} \cdot n_{г2} = 4{,}586 \cdot 10^{12} \cdot 0{,}0545 \cdot 0{,}0001 \approx$

$n_{об} \approx 24{,}717 \approx 44\,450$ пузырьков

ОТВЕТ: ~~6480 кг~~ 15% и $\approx$ 44450 пузырьков

Можно использовать оборот листа для записи решений

