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 I.

Лист работы I из 6.

№3.

Дано:

$h_T = 0{,}85\, h_{кр}$

$\rho_{кр} = 1{,}2\, \rho_T$

$\rho_{кр} < \rho$

$\rho_{ср} - ?$

$\rho_{ср} = \frac{m_{общ}}{V_{общ}}$

$h_T = 0{,}85\, h_{кр} \Rightarrow h_{кр} = \frac{h_T}{0{,}85}$

$m_{общ} = m_{кр} + m_T$

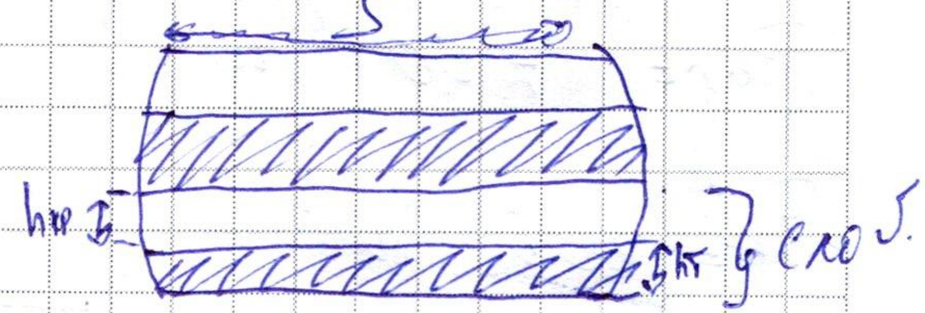
$m_{кр} = \rho_{кр} \cdot V_{кр}$

$m_T = \rho_T \cdot V_T$

$V_{общ} = V_T + V_{кр}$

$\rho_к = 1{,}2\, \rho_T = \rho \Rightarrow \rho_T = \frac{\rho}{1{,}2}$

$V = S \cdot h$



$\rho_{ср} = \frac{\rho_{кр} \cdot V_{кр} + \rho_T V_T}{V_T + V_{кр}} = \frac{\rho_{кр} S h_{кр} + \rho_T S h_T}{S h_{кр} + S h_T} =$

$= \frac{\rho S (1{,}2\, \rho_T \cdot h_{кр} + \rho_T)}{\rho (1{,}85\, h_{кр})} =$

$= h_{кр} \left(\frac{1{,}2\, \rho_{кр} + \rho_{кр}}{1{,}2} \right)$

$\rho_{ср} =$

$$\rho_{ср} = \frac{\rho_{кр} \cdot V_{кр} + \rho_т \cdot V_т}{V_{кр} + V_т} = \frac{\rho_{кр} S h_{кр} \cdot \rho_т S h_т}{S(h_{кр} + h_т)} =$$

$$= \rho \frac{\cancel{S}\left(\rho \cdot \frac{h_т}{0{,}85} + \frac{\sum}{1{,}2} \cdot h_т\right)}{\cancel{S} \cdot h_т \left(\frac{1}{0{,}85} + 1\right)} = \rho \frac{h_т \left(\frac{1{,}7 + 0{,}85}{0{,}85 \cdot 1{,}2}\right)}{h_т \cdot \frac{1{,}85}{0{,}85}} \quad (5)$$

(5). $\frac{\rho \cdot 2{,}05 \cdot 0{,}\cancel{85}}{1{,}85 \cdot 0{,}\cancel{85} \cdot 1{,}2} \approx \rho \cdot 0{,}923 \approx 0{,}92\rho.$

Ответ: $0{,}92\rho$.

№6.

Дано:

$\delta = 0{,}0975$.

$\rho_{ст} = 7700\ кг/м^3$

$\rho_к = 800\ кг/м^3$

$N_{min} - ?$

$\frac{V_2}{V_1} - ?$

I.

$N_{min} \cdot \delta_{волн.пр} = 1$

$\delta_{волн.пр} = \frac{1}{N_{min}}$

$\delta_{сос} = \frac{\delta}{10^3}$

$\delta_{волн} = \frac{\delta_{сос}}{10^4}$

$\delta_{волн.пр} = \frac{\delta_{волн}}{10^5}$.

$\delta_{волн.пр} = \frac{\delta_{волн.}}{10^5} = \frac{\delta_{сос}}{10^9} = \frac{\delta}{10^{12}}$

$\delta_{сос} = \frac{\delta}{1000}$

$\delta_{волн.} = \frac{\delta_{сос.}}{10.000}$

$\delta_{волн.пр} = \frac{\delta_{волн}}{100.000}$

$\frac{\delta}{10^{12}} = \frac{1}{N_{min}} \Rightarrow$

$\delta_{волн.пр.} = \frac{1}{N_{min}}$

$\boxed{N_{min} = \frac{10^{12}}{\delta}} \Rightarrow$

olymp.bmstu.ru

$$N_{min} = \frac{10^{12}}{0{,}0975} = \frac{10^{14}}{9{,}75} \approx 1025{,}6 \cdot 10^9 \text{ частиц.}$$

II

$$V_1 = \frac{m_к}{\rho_к}$$

$$V_2 = \frac{0{,}9 m_к}{\rho_к} + \frac{0{,}1 m_к}{\rho_{ал}}$$

$$\begin{cases} V_1 = \dfrac{m_к}{\rho_к} \\ U_2 = V_{к2} + V_{ал2} \\ V_{к2} = \dfrac{0{,}9 m_к}{\rho_к} \\ V_{ал2} = \dfrac{0{,}1 m_к}{\rho_{ал}} \end{cases}$$

$$\begin{cases} V_2 = \dfrac{0{,}9 m_к}{\rho_к} + \dfrac{0{,}1 m_к}{\rho_{ал}} \\ V_1 = \dfrac{m_к}{\rho_к} \end{cases} \Rightarrow \frac{V_2}{V_1} = \frac{\dfrac{0{,}9 m_к}{\rho_к} + \dfrac{0{,}1 m_к}{\rho_{ал}}}{\dfrac{m_к}{\rho_к}}$$

$$= \frac{m_к (0{,}9 \rho_{ал} + 0{,}1 \rho_к) \cdot \rho_к}{m_к \cdot \rho_к \cdot \rho_{ал}} = \boxed{\frac{0{,}9 \rho_{ал} + 0{,}1 \rho_к}{\rho_{ал}}}$$

5) $\frac{0,9 \cdot 2700 + 0,1 \cdot 800}{2700} = \frac{2510}{2700} = 0,929 \approx$

$\approx 0,939$

$\frac{V_2}{V_1} \approx 0,939 \approx 93\%$

Ответ: $1025,6 \cdot 10^9$ частиц; 93%.

№2.

Дано:

$I_1 = 3$ А

$I_2 = 30$ А

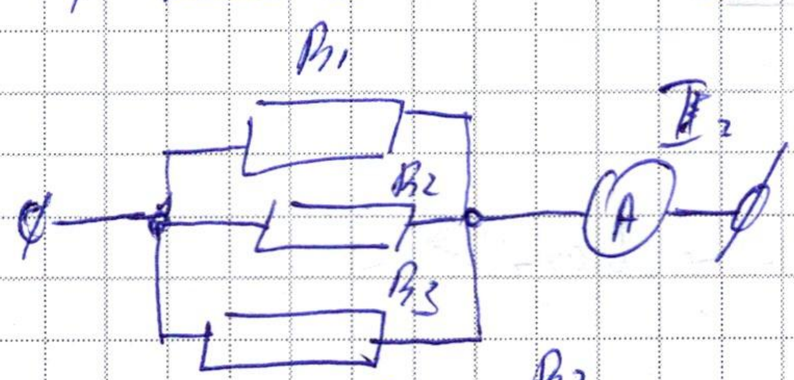
$R_2 = 2R_1$

I_3 - ?

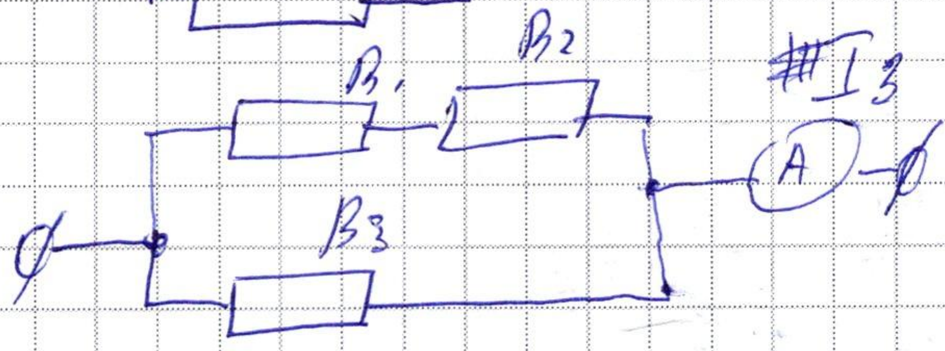
1.



2.



3.



$\frac{U}{R_1 + R_2 + R_3} = I_1$ (1)

~~$\frac{U}{R'} = I_2$ (2)~~

$\frac{U}{R^{p/c}} = I_3$ (3).

1) $\frac{1}{R'} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} =$

$= \frac{1}{R_1} + \frac{1}{2R_1} + \frac{1}{R_3} = \frac{2R_3 + R_3 + 2R_1}{2R_1 R_3}$

2) $U \cdot \frac{1}{R'} = I_2 \Rightarrow \frac{U(3R_3 + 2R_1)}{2R_1 R_3} =$

$= I_2$.

olymp.bmstu.ru

3) $U = I_1 \cdot (3R_1 + R_3)$

$U = I_2 \cdot 2R_1 R_3 / (3R_3 + 2R_1)$

3) $\frac{1}{R''} = \frac{1}{3R_1} + \frac{1}{R_3} = \frac{R_3 + 3R_1}{3R_1 R_3}$ $\Rightarrow$ $R'' = \frac{3R_1 R_3}{3R_1 + R_3}$

4) $\frac{U \cdot (3R_1 + R_3)}{3R_1 R_3} = I_3$

$U = \frac{I_3 \cdot 3R_1 R_3}{(3R_1 + R_3)}$

5) $U = I_1 \cdot (3R_1 + R_3)$ (1)

$U = I_2 \cdot \frac{2R_1 R_3}{3R_3 + 2R_1}$ (2)

$U = I_3 \cdot \frac{3R_1 R_3}{(3R_1 + R_3)}$ (3)

6) $I_1 (3R_1 + R_3) = I_2 \cdot \frac{2R_1 R_3}{3R_3 + 2R_1}$

$3(3R_1 + R_3) = \frac{10 \cdot 2R_1 R_3}{3R_3 + 2R_1} \cdot 30$

$(2R_1 + 3R_3)(3R_1 + R_3) = 20R_1 R_3$

$$6B_1^2 + 9B_1B_3 + 2B_1B_3 + 3B_3^2 = 20B_1B_3$$

$$6B_1^2 - 9B_1B_3 + 3B_3^2 = 0$$

$$2B_1^2 - 3B_1B_3 + B_3^2 = 0 \quad | : B_3^2$$

$$2\left(\frac{B_1}{B_3}\right)^2 - 3\frac{B_1}{B_3} + 1 = 0$$

Заменим $\frac{B_1}{B_3}$ на t, тогда

$$2t^2 - 3t + 1 = 0$$

$$D = 9 - 8 = 1.$$

$$\begin{cases} t_1 = \frac{3-1}{4} \\ t_2 = \frac{3+1}{4} \end{cases} \quad \begin{cases} t_1 = 0{,}5 \\ t_2 = 1. \end{cases}$$

Обр. зам.

$$\begin{cases} \frac{B_1}{B_3} = 0{,}5 \\ \frac{B_1}{B_3} = 1 \end{cases}$$

2) $\frac{R_1}{R_3} = 0,5$

$\frac{R_1}{R}$

R_3

$\begin{cases} R_1 = 0,5 R_3 \\ R_1 = R_3 \end{cases} \Rightarrow R_3 = 2R_1$.

$U = I_3 \cdot \frac{3R_1 R_3}{3R_1 + R_3}$

$I_3 = \begin{cases} U = I_3 \cdot \frac{R_3 R_1^2}{4R} \\ U = I_3 \cdot \frac{3R_1 \cdot 2R_1}{5R} \end{cases}$ $(R_1 = R_3)$ $(R_3 = 2R_1)$.

$U = I_3 \cdot \frac{U \cdot 4}{3R_1}$

$I_3 = \frac{5U}{6R_1}$

8) $I_3 = \frac{U \cdot 4}{3R_1}$

$I_3 = \frac{5U}{6R_1}$

8) $I_3 = \frac{4U}{3R_1}$

$I_3 = \frac{5U}{6R_1}$

$\begin{cases} I_3 = \frac{4U}{3R_1} \\ U = I_1 \cdot 4R_1 \end{cases}$

$\begin{cases} I_3 = \frac{5U}{6R_1} \\ U = I_1 \cdot 5R_1 \end{cases}$

$\Rightarrow \begin{cases} I_3 = I_1 \cdot \frac{4R_1 \cdot 4}{3R_1} \\ I_3 = 5I_1 \cdot \frac{5 \cdot 5R_1}{6R_1} \end{cases} \Rightarrow$

$\Rightarrow \begin{cases} I_3 = \frac{16}{3} I_1 \\ I_3 = \frac{25}{6} I_1 \end{cases}$

$\begin{cases} I_{3\max} = \frac{16}{3} \cdot 3 = 16\ A \\ I_{3\max} = \frac{25}{6} \cdot 3 = 12{,}5\ A \end{cases}$

Ответ: 12,5 А; 16 А.

№5.

Дано:

$m_{ст} = 0,9$ кг

$c_{ал} = 400$ Дж/кг·К

$c_{ст} = 500$ Дж/кг·С

$t_{2ст} = 30°$ $t_{2об} = 50°$

$t_{1ст} = 20°$ $t_{1об} = 25°$

$\varphi_{об} = 90\%$

$\varphi_{1об} = 45\%$

$\tau = 10$ с

$m_{ал}$ - ?

$N_{нагр}$ - ?

1) $N = \frac{Q_{ст}}{\tau}$

$Q_{ст} = c_{ст} m_{ст} \Delta t$

$N = \frac{c_{ст} m_{ст} \Delta t}{\tau}$

$N = \frac{500 \cdot 0,9 \cdot (30 - 20)}{10}$

$N = 450$ Вт.

2) $N = \frac{Q_{ал} + Q_{ст}}{\tau}$

$N = \frac{\Delta t (m_{ал} \cdot c_{ал} + m_{ст} \cdot c_{ст})}{\tau}$

$\Delta t m_{ал} c_{ал} = N \cdot \tau - m_{ст} c_{ст} \Delta t$

$m_{ал} = \frac{N \cdot \tau - m_{ст} c_{ст} \Delta t}{\Delta t c_{ал}}$

$\rho_{плит} = \frac{450 \cdot (90 - 45) - 0{,}9 \cdot 500 \cdot 25}{400 \cdot 25}$

$\rho_{плит} = \frac{20250 - 11250}{400 \cdot 25}$

$\rho_{плит} = 0{,}9\ кг$

Ответ: 450 Кг; 0,9 кг

№ 1.

Дано:

$T = 8\ Н$

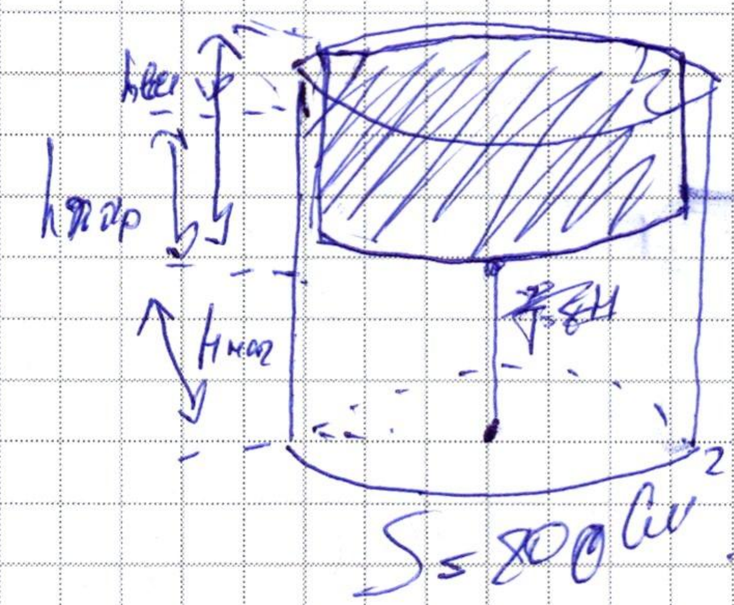
$h_2 - h_1 - ?$

$\rho_в = 1000\ кг/м^3$

$\rho_1 = 900\ кг/м^3$

$S = 800\ см^2$

$g = 10\ м/с^2$



$S = 800\ см^2$.

1) $F_A = m_п g \quad F_т + T \quad \Rightarrow \quad S = \frac{h}{V}$.

$\rho_в V_{погр} \cdot g \cdot \rho_в = h_п g + T$

$S \cdot h_{погр} \cdot g \cdot \rho_в = \rho_1 \cdot S \cdot h_{цилиндр} g + T$.

$g S (\rho_в h_{погр} - \rho_1 h_{цил}) = T$.

$\rho_в h_{погр} - \rho_1 h_{цил} = \frac{T}{gS}$

$1000 h_{погр} - 900 h_{цил} = \frac{8}{10 \cdot 0{,}08}$

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 1

$1000\ л/кг - 900\ л/м^3 = \frac{1}{10}\ л/10^{-3}$

$1\ л/кг - 0,9\ л/м^3 = 10^{-4}$

$\boxed{1\ л/кг = 0,9\ л/м^3 + 10^{-4}}$

2) $V_2 - V_1 = V_{вып} + V_л - (V_{бн} + V_{бв}) = U_{л\,пор} - U_{в(л)} =$

$= \rho_л \cdot S \cdot h_{пор} - \rho_л \cdot S \cdot h_{бсв} \cdot \frac{\mu_л \cdot h_{пор}}{h_{бсв} \cdot \rho_л} + \frac{\mu_л}{\rho_б} =$

$= \mu_л \left(\frac{h_{пор} \cdot \rho_л}{h_{бсв} \cdot \rho_л} - \frac{1}{\rho_б} \right) = \rho_л \cdot S \cdot h_{бсв} \left(\frac{h_{пор}}{h_{бсв} \rho_л} - \frac{1}{\rho_б} \right) =$

$= \rho_л\ h_{бсв}\ S \cdot \frac{h_{пор} \rho_б - h_{бсв} \rho_л}{h_{бсв} \rho_л \rho_б}$

$\begin{cases} V_2 - V_1 = \rho_л \cdot h_{бсв} S \cdot \frac{h_{пор} \rho_б - h_{бсв} \rho_л}{h_{бсв} \cdot \rho_л - \rho_б} \\ 2\ h_{пор} = 0,9\ h_{бсв} + 10^{-4} \end{cases}$

$V_2 - V_1 = 900 \cdot h_{бн} \cdot 0,08 \cdot \frac{900\ h_{бн} - 900\ h_{бн} + 0,1}{h_{бн} \cdot 900 \cdot 1000} =$

(5) ~~8 22 кбит~~ $\frac{0,1}{\text{кбит} \cdot 500 \cdot 1000^{-5}}$

$= 8 \cdot 10^{-2} \cdot 10^{-1} \cdot 10^{-3} = 8 \cdot 10^{-6}$ см^3

$V_{разн} = 8 \cdot 10^{-6}$ см^3 ≠ 8.

$V_{разн} = h_{разн} \cdot S$.

$h_{разн} = \frac{V_{раз}}{S} = \frac{8 \cdot 10^{-6}}{0,08} = \frac{1}{10^4} = 10^{-4}$ м.

$h_{разн} = 10^{-4} \cdot 10^2 = 10^{-2} = 0,01$ см. $= 0,1$ мм.

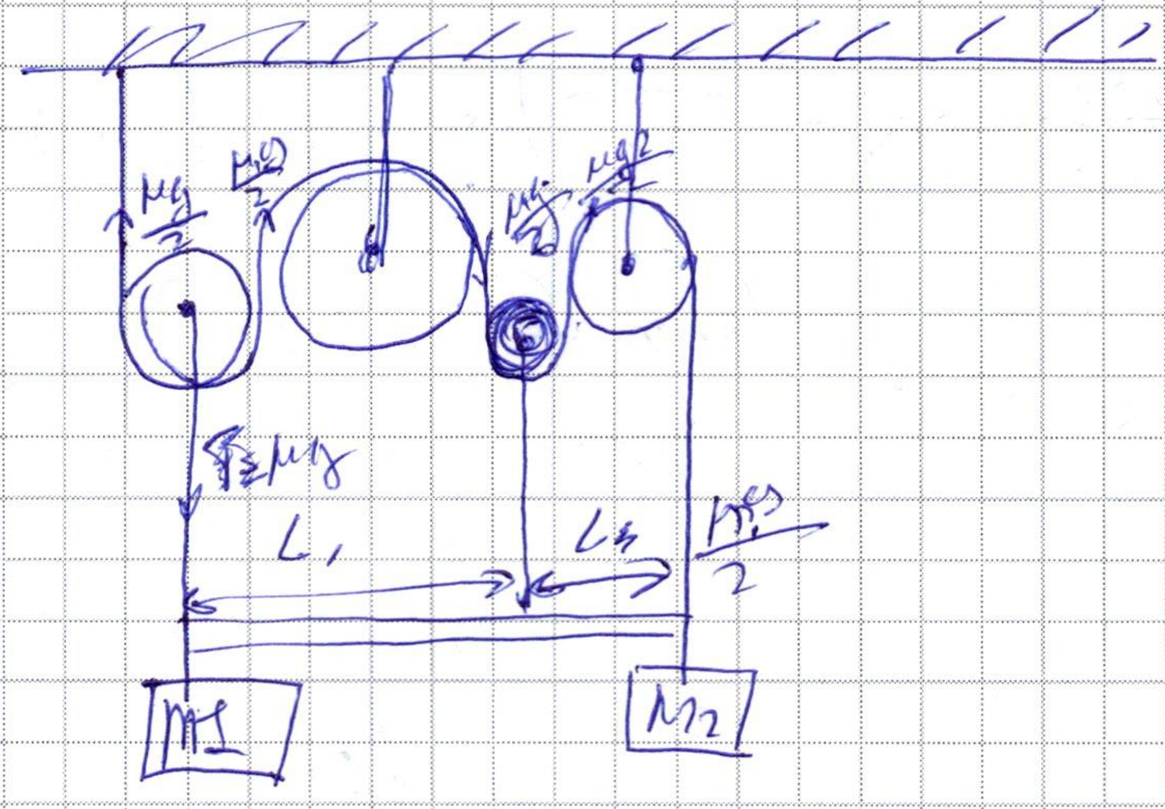
Ответ: 0,1 мм.

μ_1

Дано:

L_1, L_2.

$\frac{\mu_1}{\mu_2} - ?$



$\frac{\mu_1 g}{2} = \mu_2 g$

$\mu_1 = 2\mu_2$ Ответ: 2.

$\frac{\mu_1}{\mu_2} = 2$

olymp.bmstu.ru