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 1

Лист работы 1 из 3

5.

Дано:

$m_c = 0,9$ кг

$C_c = 500 \frac{Дж}{кг \cdot К} =$

$= 500 \frac{Дж}{кг \cdot °C}$

$C_л = 400 \frac{Дж}{кг \cdot К} =$

$= 400 \frac{Дж}{кг \cdot °C}$

$m_л, P - ?$

Решение:

$P = \frac{A}{\Delta t} = \frac{Q}{\Delta t}$ $\quad Q = Pt$

$P = \frac{Q}{\Delta t} = \frac{cm\Delta t}{\Delta t} = cm$

$P = 500$

$P = \frac{Q}{\tau} = \frac{cm\Delta t}{\tau}$ $\quad Q = P\tau$

$P = \frac{500 \frac{Дж}{кг \cdot °C} \cdot 0,9 кг \cdot 30°C}{30 с} =$

$= 450$ Вт.

P не меняется, поэтому

$P = \frac{Q}{\tau} = \frac{c_л m_л \Delta t + c_c m_c \Delta t}{\tau} = \frac{\Delta t (c_л m_л + c_c m_c)}{\tau}$

$= \frac{c_л m_л \Delta t}{\tau} + \frac{c_c m_c \Delta t}{\tau} = \frac{c_л}{\tau} \cdot c_л \cdot m_л \cdot \frac{c_л \Delta t}{\tau} + \frac{c_c m_c \Delta t}{\tau}$

$m_л = \left(P - \frac{c_c m_c \Delta t}{\tau}\right) \cdot \frac{\tau}{c_л \Delta t}$ $\quad m_л = \left(450 Вт - \frac{500 \frac{Дж}{кг \cdot °C} \cdot 0,9 кг \cdot 25°C}{45 с}\right) \cdot \frac{45 с}{400 \frac{Дж}{кг \cdot °C} \cdot 25°C} =$

$= 0,9$ кг

ОТВЕТ: $m_л = 0,9$ кг; $P = 450$ Вт

Можно использовать оборот листа для записи решений

3.

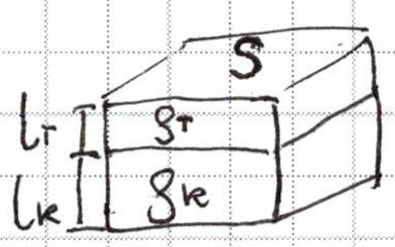
Дано:

$l_т = 0{,}85\, l_к$

$\rho_к = 1{,}2\, \rho_т$

$\rho_к = \rho$

$\rho_{обш} - ?$



Решение:

Пусть S - площадь слоя.

$S_к = S_т$, т.к. слои лежат друг на друге.

Для удобства работы заменю $l_к$ на l.

$l_т = 0{,}85 l$

$1{,}2\rho_т = \rho_к = \rho \Rightarrow \rho_т = \frac{\rho}{1{,}2} = \frac{5\rho}{6}$

$$\rho_{обш} = \frac{m_{обш}}{V_{обш}} = \frac{m_к + m_т}{V_к + V_т} = \frac{V_к\rho_к + V_т\rho_т}{Sl + Sl_т} = \frac{Sl\rho_к + Sl_т \cdot \frac{5\rho}{6}}{S(l + 0{,}85l)} =$$

$$= \frac{S(l\rho + 0{,}85l \cdot \frac{5\rho}{6})}{1{,}85Sl} = \cancel{6} \frac{S(l\rho + \frac{4{,}25\rho l}{6})}{1{,}85\,Sl} \Big| \cdot 6$$

$$6\rho_{обш} = \frac{S(6l\rho + 4{,}25\rho l)}{1{,}85Sl} = \frac{10{,}25\,Sl\rho}{1{,}85Sl} = \frac{10{,}25\rho}{1{,}85} \approx 5{,}54\rho$$

$$\rho_{обш} = \frac{5{,}54\rho}{6} \approx 0{,}92\rho$$

ОТВЕТ: $\rho_{обш} \approx 0{,}92\rho$

1.

Дано:

$S = 800\ см^2 = 0{,}08\ м^2$

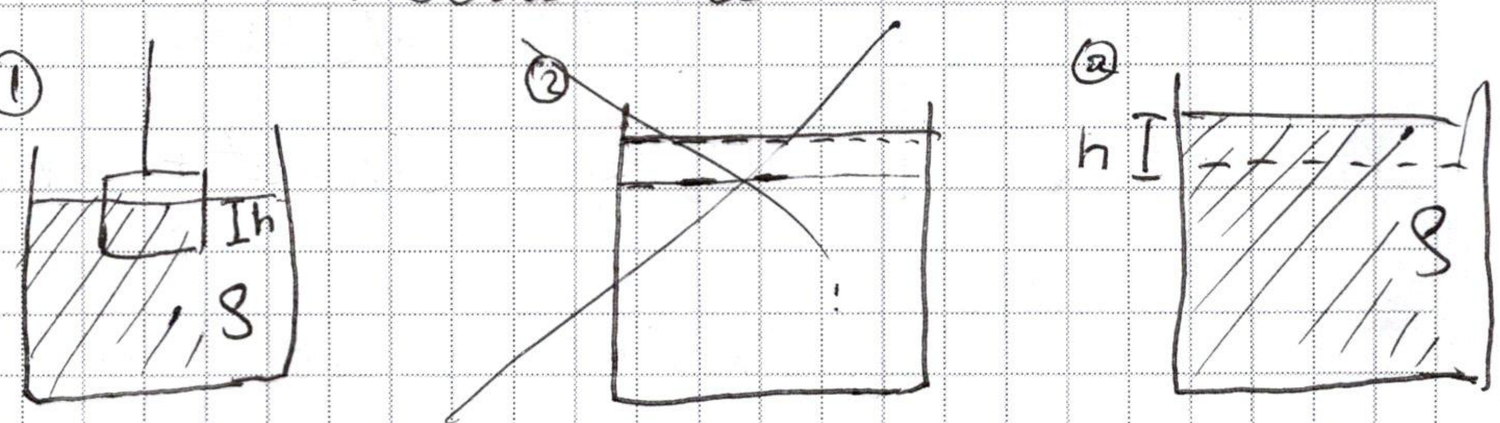
$\rho = 1000\ кг/м^3$

$g = 10\ м/с^2$

$F = 8\ Н$

$h - ?$

Решение:



Т.к. лёд погружен частично, он плавает $\Rightarrow mg = F_A$.

Т.к. плитка не двигается $F = mg$.

$mg = F_A \quad F = V\rho g \quad F = Sh\rho g$, откуда $h = \frac{F}{S\rho g}$

$$h = \frac{8\ Н}{0{,}08\ м^2 \cdot 1000\ кг/м^3 \cdot 10\ м/с^2} = 0{,}01\ м = 1\ см$$

ОТВЕТ: $h = 1\ см$

olymp.bmstu.ru

6.

Дано:

$\delta_1 = 0{,}0975$

$\delta_2 = \frac{1}{10000}$

$\delta_3 = \frac{1}{100000}$

~~δ_4~~ $m_{an} = 0{,}1\, m_к$

$\rho_к = 800$ кг/м^3

$\rho_{an} = 2700$ кг/м^3

$V_{an} - V_к - ?$

$n - ?$

Решение:

$$n = \frac{1}{\delta_{общ}} = \frac{1}{\delta_1 \cdot \delta_2 \cdot \delta_3}$$

$$n = \frac{1}{0{,}0975 \cdot \frac{1}{10000} \cdot \frac{1}{100000}} \approx 1{,}0256 \cdot 10^{10}$$

~~$m_{an} = 0{,}1\, m_к$~~

~~$V_{an}\rho_{an} = 0{,}1\, V_к \rho_к$~~

$$V_{an} - V_к = \frac{m_{an}}{\rho_{an}} - \frac{m_к}{\rho_к} = \frac{0{,}1\, m_к}{\rho_{an}} - \frac{m_к}{\rho_к} =$$

$$= \frac{0{,}1\, m_к \rho_к - m_к \rho_{an}}{\rho_{an}\rho_к} = \frac{m_к (0{,}1\, \rho_к - \rho_{an})}{\rho_{an}\rho_к}$$

$$\frac{V_{an} - V_к}{m_к} = \frac{0{,}1\rho_к - \rho_{an}}{\rho_{an}\rho_к}$$

$$\frac{V_{an} - V_к}{m_к} = \frac{0{,}1 \cdot 800\ \text{кг/м}^3 - 2700\ \text{кг/м}^3}{(800 \cdot 2700) \cdot (\text{кг/м}^3)^2} = \frac{0{,}1 \cdot 800 - 2700}{(800 \cdot 2700)\ \text{кг/м}^3} \approx -1{,}21 \cdot 10^{-3}\ \frac{\text{м}^3}{\text{кг}}$$

~~$V_{an} - V_к = -1{,}21 \cdot 10^{-3} \cdot 1 m_к = -1{,}21 \cdot 10^{-3} \cdot V_к \rho_к$~~

$$\frac{V_{an} - V_к}{V_к} = -1{,}21 \cdot 10^{-3} \cdot 800$$

$$V_{an} - V_к = \frac{V_{an} - V_к}{m_к} \cdot m_к = \frac{V_{an} - V_к}{m_к} \cdot V_к \rho_к$$

$$\frac{V_{an} - V_к}{V_к} = -1{,}21 \cdot 10^{-3}\ \frac{\text{м}^3}{\text{кг}} \cdot 800\ \frac{\text{кг}}{\text{м}^3} = -0{,}968$$

$$V_{an} - V_к = -0{,}968\, V_к$$

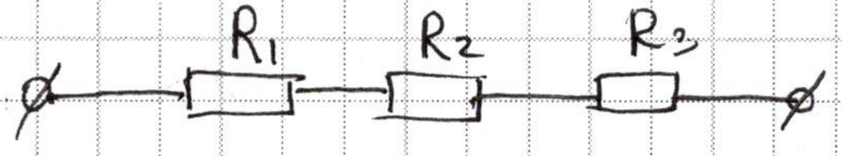
Ответ: $n \approx 1{,}0256 \cdot 10^{10}$; $V_{an} - V_к = -0{,}968\, V_к$ (уменьшится на 96,8% относительно объёма керосина)

7.

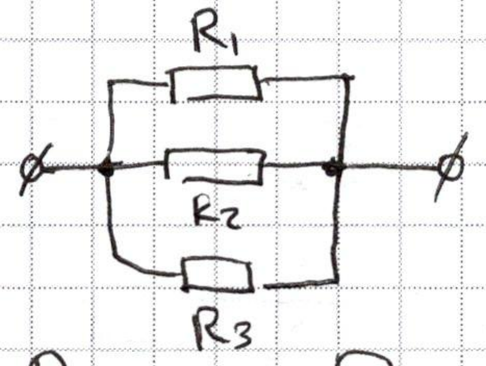
~~Стоит упростить схему~~

Стоит нарисовать схемы трёх случаев, упростив их через избавление от кнопок. (ключей).

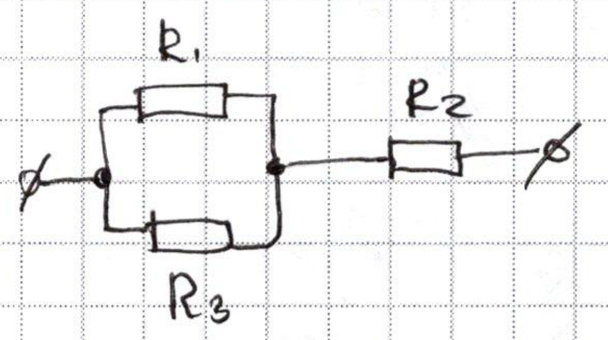
① Ничего не замкнуто



② Все замкнуто



③ Замена



Также известно, что $\frac{R_1}{R_2}=0{,}5$. Пусть $R_1=xR$, тогда $R_2=2R$.

~~Напря~~ Найдём $R_{общ}$ в каждом из случаев.

① $R_{общ}=R+2R+R_3=3R+R_3$

② $\frac{1}{R_{общ}}=\frac{1}{R}+\frac{1}{2R}+\frac{1}{R_3}=\frac{2R_3+R_3+2R}{2RR_3}=\frac{3R_3+2R}{2RR_3}$

③ $R_{общ}=\frac{2RR_3}{3R_3+2R}$

③ $R_{общ}=\frac{RR_3}{R+R_3}+2R$

$U=IR$ U не меняется, поэтому можем составить систему

$$\begin{cases}\frac{2RR_3}{3R_3+2R}\cdot 30A=(3R+R_3)\cdot 3A\\ \left(\frac{RR_3}{R+R_3}+2R\right)\cdot I=(3R+R_3)\cdot 3A\end{cases}$$

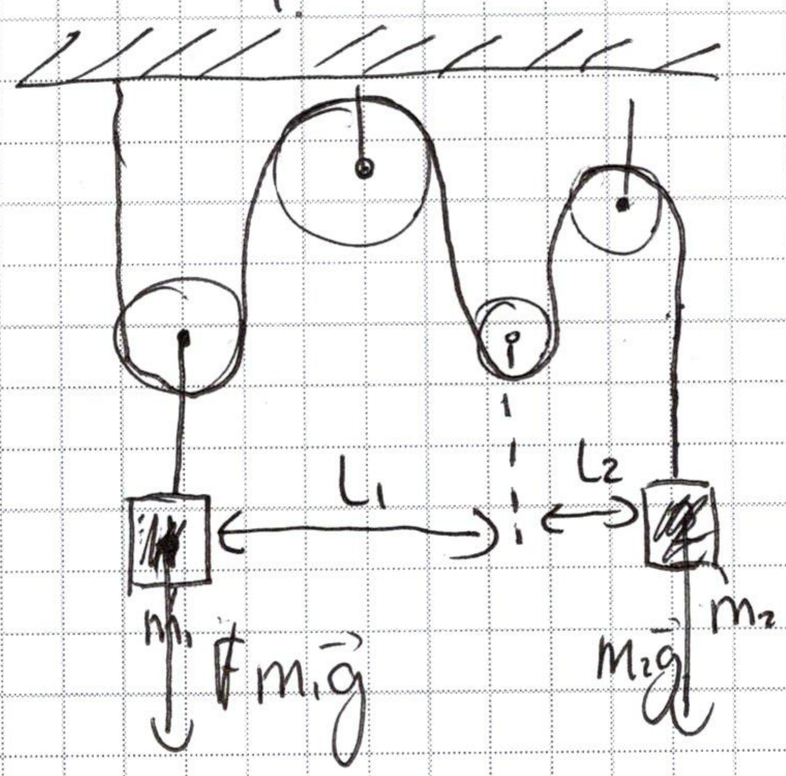
~~$\begin{cases}6RR_3\\ \end{cases}$~~

$$\begin{cases}\frac{20RR_3}{3R_3+2R}\cdot 1A=(3R+R_3)\cdot 1A\\ \left(\frac{RR_3}{R+R_3}+2R\right)\cdot I=(3R+R_3)\cdot 3A\end{cases}$$

Вариант задания 1

4.

Дано:
L_1, L_2
$\frac{m_1}{m_2} - ?$



Моменты сил равны, поэтому их уравновесят друг друга

$m_1 g L_1 = m_2 g L_2$, откуда $\frac{m_1}{m_2} = \frac{L_1}{L_2}$

$\frac{m_1}{m_2} = \frac{gL_2}{gL_1} = \frac{L_2}{L_1}$

Ответ: $\frac{m_1}{m_2} = \frac{L_2}{L_1}$

