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

Задача 5.

1) Рассм. промежуток времени $[0; 30]$ с, по графику: $t_{н.} = 20°C$; $t_{к.} = 50°C$, тогда мощность P нагревательного элемента равна: $P = \frac{Q}{\tau}$ т.к. $Q = c_{ст.} m_{ст} (t_{к.} - t_{н.}) \Rightarrow$

$\Rightarrow P = \frac{c_{ст} \cdot m_{ст} (t_к - t_н)}{\tau}$ $P = \frac{500 \frac{Дж}{кг \cdot °C} \cdot 0{,}9 кг \cdot (50-20)°C}{30 с} =$

$= 450 Вт$

2) Рассм. промежуток времени от 45с до 90с: к моменту времени $\tau = 45с$ вся латунь уже добавлена и происходит нагрев и стали и латуни, поэтому: $Q = Q_1 + Q_2$, где

$Q_1 = c_{ст} \cdot m_{ст} \cdot (t_{к.} - t_{н.})$ - нагрев стали

$Q_2 = c_{ЛА} \cdot m_{ЛА} \cdot (t_{к.} - t_{н.})$ - нагрев латуни

из графика $t_к = 50°C$; $t_{н.} = 25°C$

в то же время $Q = P\Delta\tau \Rightarrow P\tau = (c_{ст.} m_{ст.} + c_{ЛА} \cdot m_{ЛА})(t_{к.} - t_{н.})$

$c_{ЛА} m_{ЛА} = \frac{P\Delta\tau}{t_{к.} - t_{н.}} - c_{ст} m_{ст.}$ $c_{ЛА} m_{ЛА} = \frac{450 Вт \cdot 45с}{(50-25)°C} - 500 \frac{Дж}{кг \cdot °C} \cdot$

$\cdot 0{,}9 кг = 360 \frac{Дж}{°C} \Rightarrow m_{ЛА} = \frac{360}{400} кг = 0{,}9 кг$

Ответ: масса стружки 0,9кг; мощность устройства 450 Вт.

Можно использовать оборот листа для записи решений

Задача 6

Чтобы гарантировано частица задела стенку надо минимум 10^3 частиц, чтобы она воспламенилась — минимум $10^3 \cdot 10^4 = 10^7$ частиц (умножаем по правилам теории вероятностей), а чтобы от частицы произошло воспламенение стенки — минимум $10^7 \cdot 10^5 = 10^{12}$ частиц, но не всех, а тех которые имеют возможность контакта со стенкой, поэтому общее кол-во частиц N равно: $N = \frac{10^{12}}{8}$ (по усл. $\delta = 0{,}0975$) $\Rightarrow N = \frac{10^{12}}{0{,}0975} =$

$= \frac{10^{16}}{975} = \frac{4 \cdot 10^{14}}{39} = 0{,}10256410256410 \cdot 10^4 =$

$= 1025641025641 0$ частиц необходимо

Изначальный объём равен V_1: $V_1 = \frac{m_к}{\rho_к}$

итоговый объём будет меньше изначального на ΔV

$\Delta V = V_1 - V_2$, где V_2 - конечный объём

$V_2 = \frac{0{,}1 m_к}{\rho_{Al}} + \frac{0{,}9 m_к}{\rho_к}$ $\quad \Delta V = \frac{m_к}{\rho_к} - \frac{0{,}1 m_к}{\rho_{Al}} - \frac{0{,}9 m_к}{\rho_к} =$

$= \frac{\rho_{Al} m_к - 0{,}1 \rho_к m_к - 0{,}9 \rho_{Al} m_к}{\rho_к \rho_{Al}} = \frac{m_к(\rho_{Al} - 0{,}1\rho_к - 0{,}9\rho_{Al})}{\rho_к \rho_{Al}}$

$\frac{\Delta V}{V_1} = \frac{m_к(\rho_{Al} - 0{,}1\rho_к - 0{,}9\rho_{Al}) \cdot \rho_к}{\rho_к \cdot \rho_{Al} \cdot m_к} = \frac{\rho_{Al} - 0{,}1\rho_к - 0{,}9\rho_{Al}}{\rho_{Al}}$

$\frac{\Delta V}{V_1} = \frac{2700 - 0{,}1 \cdot 800 - 0{,}9 \cdot 2700}{2700} = \frac{270 - 80}{2700} = \frac{19}{270} = \frac{19 \cdot 100}{270}\% =$

$= \frac{190}{27}\% \approx 7\%$

Ответ: 1025641025641 0 частиц;

на 7% уменьшится объём бака

Задача 3.

$\rho_к = \rho$

т.к. плотность крема равна ρ, а известно, что плотность крема на 20% больше плотности теста $\Rightarrow$

$\Rightarrow$ плотность теста равна $\frac{\rho}{1,2}$. $\rho_т = \frac{\rho}{1,2}$

т.к. у крема и теста различна только толщины

$\Rightarrow$ их объёмы будут относиться также как толщина.

пусть объём крема равен V, тогда объём теста равен $0,85V$. $V_к = V$ $V_т = 0,85V$

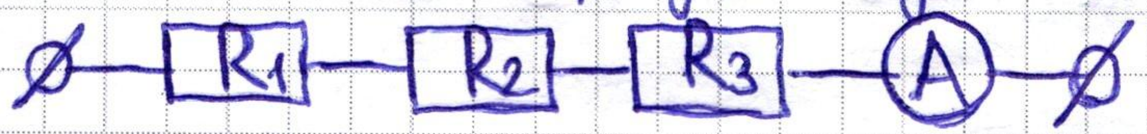
$$\rho_{ср.} = \frac{m_к + m_т}{V_к + V_т} = \frac{\rho_к V_к + \rho_т V_т}{V_к + V_т} = \frac{\rho V + 0,85 \frac{\rho}{1,2} V}{1,85V} = \frac{\frac{1,2\rho + 0,85\rho}{1,2}}{1,85} =$$

$$= \frac{205\rho}{1,2 \cdot 185} = \frac{2050}{12 \cdot 185}\rho = \frac{205}{222}\rho$$

Ответ: $\frac{205}{222}\rho$.

Задача 2.

1) если ключи разомкнуты, то схема выглядит так:

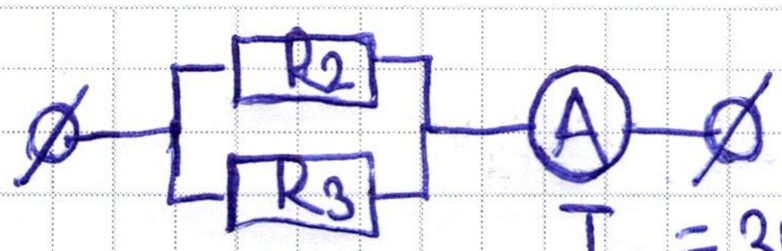


$I_1 = 3A$

$R_{общ_1} = R_1 + R_2 + R_3$

пусть к цепи приложено напряжение U, тогда по з. Ома $R_1 + R_2 + R_3 = \frac{U}{I_1}$

2) когда все ключи замкнуты, то ток через резистор $R1$ не потечёт т.к. сопротивление проводов отсутствует. Схема будет выглядеть так:

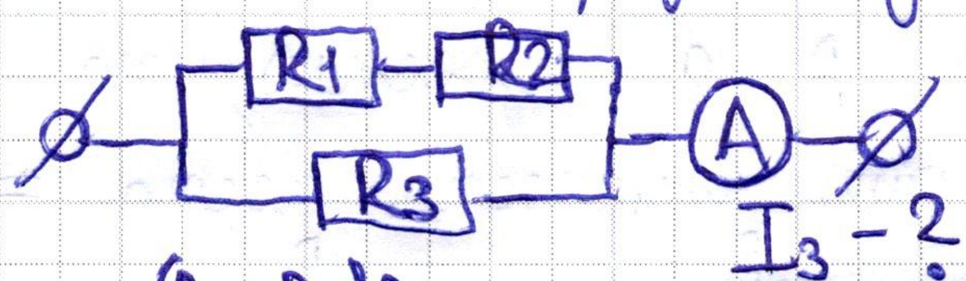


$$R_{общ.2} = \frac{R_2 R_3}{R_2 + R_3}$$

$I_2 = 30A$

по з. Ома $\frac{R_2 R_3}{R_2 + R_3} = \frac{U}{I_2}$

3) если резистор R3 поменять местами с ключом K1, а ключ K2 разомкнуть, то схема превратится в:



$I_3 - ?$

$$R_{общ3} = \frac{(R_1+R_2)R_3}{R_1+R_2+R_3} \qquad I_3 = \frac{U}{R_{общ.3}} = \frac{U(R_1+R_2+R_3)}{(R_1+R_2)R_3} =$$

$$= \frac{U \cdot \frac{U}{I_1}}{(R_1+R_2)R_3} = \frac{U^2}{(R_1+R_2)R_3 I_1}$$

~~$R_{общ.2} = \frac{U}{I_2} \Rightarrow I_2 R_2 R_3 \neq U(R_2 + R_3)$~~

$R_3 R_2 I_2 \neq U R_2 + U R_3$

$R_3(R_2 I_2 - U) \neq U R_2 \quad R_3 \neq \frac{U R_2}{R_2 I_2 - U}$

$10 R_{общ.2} = R_{общ.1} \qquad R_1 = R \qquad R_2 = 2R$

$$10 \frac{R_2 R_3}{R_2 + R_3} = R_1 + R_2 + R_3$$

$$10 R_2 R_3 = R_1 R_2 + R_2^2 + R_3 R_2 + R_1 R_3 + R_2 R_3 + R_3^2$$

$$R_3^2 + 2RR_3 + RR_3 + 2RR_3 + 4R^2 + 2R^2 - 20RR_3 = 0$$

$$R_3^2 - 15RR_3 + 6R^2 = 0$$

Задача 1. $T = 8H$ если шар растянет, то $\rho_л V = \rho_в V_в$.

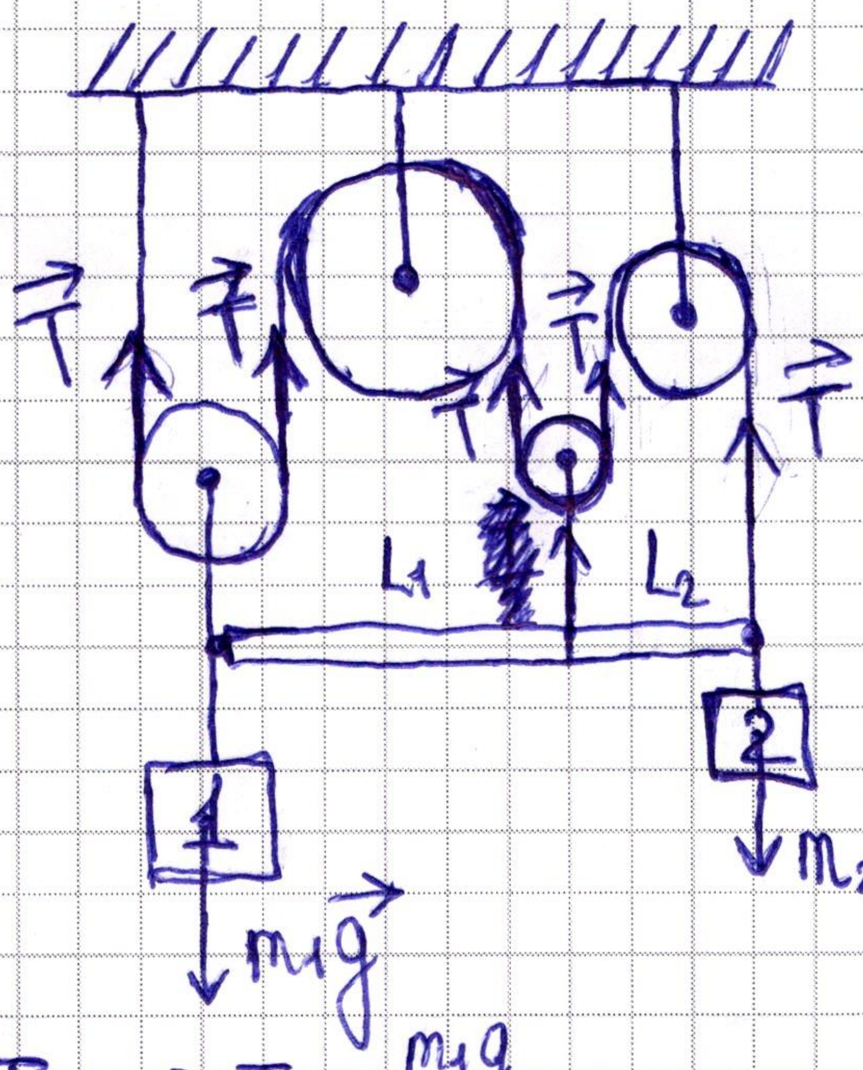
$F_{упр.} + T = F_A$

$mg + T = \rho_в V_{п.ч.} g$

$(\rho_в V_{п.ч.} - \rho_л V) g = T$

olymp.bmstu.ru

Задача 4.



условие равновесия рычага

$M_1 + M_2 = 0$

$M_1 = m_1 g L_1 + T L_2$

$M_2 = -m_2 g L_2 - 2T L_1$

$m_1 g L_1 + T L_2 - m_2 g L_2 - 2T L_1 = 0$

$(m_1 g - 2T) L_1 = (m_2 g - T) L_2$

$0 = 0$ - верно

$m_1 g = 2T \Rightarrow T = \frac{m_1 g}{2}$

$m_2 g = T = \frac{m_1 g}{2}$ т.е. $\frac{m_1}{m_2} = 2$

Ответ: $\frac{m_1}{m_2} = 2$.

Задача 1.

т.к. нить натянута с силой 8Н $\Rightarrow$ сила Архимеда на 8Н больше силы тяжести.

Когда весь лёд растает его объём ($\rho_в$ воды) будет равен 0,9 от изначального объёма льда. $\Rightarrow \Delta h = \frac{0{,}1 V}{S}$

$\rho_в V_{п.ч.} g - \rho_л V g = 8Н \Rightarrow \rho_в V_{п.ч.} - \rho_л V = 0{,}8 кл$

$V = \frac{\rho_в V_{п.ч.} - 0{,}8 кл}{\rho_л}$

$V = \frac{1000 V_{п.ч.} - 0{,}8}{900}$ м^3

$(V_{п.ч.} + V_л) 900 = 1000 V_{п.ч.} - 0{,}8$

$900 V_л = 100 V_{п.ч.} - 0{,}8$

$\Delta h = \frac{0{,}1 \cdot 0{,}9 (1000 V_{п.ч.} - 0{,}8)}{900 \cdot 0{,}08} =$

$$= \frac{100V_{п.г.}}{900 \cdot 0{,}08} - \frac{0{,}08}{900 \cdot 0{,}08} = \frac{V_{п.г.}}{0{,}72} - \frac{1}{900}$$

Ответ: $\frac{V_{п.г.}}{0{,}72} - \frac{1}{900}$ м.

