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

ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ «ШАГ В БУДУЩЕЕ»

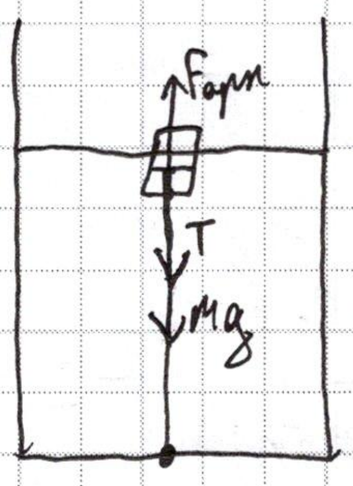
Схема заполнения

Для билета

Вариант задания 1

Лист работы 1 из 4

1.



Пусть m - масса льда

$m_{погр}$ - масса погруженной части льда

T - сила натяжения нити

S - площадь дна бочки

$g = 10\ м/с^2$

$\rho_в, \rho_л$ - плотности воды и льда соответственно

$F_{арх}$ - сила архимеда, действующая на лед

$F_{арх} = mg + T$

$mg + T = \rho_в g \frac{m_{погр}}{\rho_л}$

$mg\rho_л + T\cdot\rho_л = \rho_в g\, m_{погр}$

Δh - изменение уровня после того, как (привязали) погрузили лед.

$\Delta h = \frac{m_{погр}}{\rho_л \cdot S}$

$\Delta h'$ - изменение уровня после того, как лед растает.

$\Delta h' = \left| \frac{m}{\rho_в S} - \Delta h^{рез} \right| = \left| \frac{m}{\rho_в S} - \frac{m_{погр}}{\rho_л \cdot S} \right| = \left| \frac{m\cdot\rho_л - m_{погр}\cdot\rho_в}{\rho_в\cdot\rho_л\cdot S} \right|$

$mg\rho_л + T\cdot\rho_л = \rho_в \cdot g \cdot m_{погр}$

Продолжение на след стр

Можно использовать оборот листа для записи решений

(продолжение).

$$mg \cdot \rho_л + T \cdot \rho_л = \rho_в \cdot g \cdot m_{погр}$$

$$m \cdot \rho_л - \rho_в \cdot m_{погр} = -\frac{T \cdot \rho_л}{g}$$

Подставим в $\Delta h'$

$$\Delta h' = \left| \frac{-\frac{T \cdot \rho_л}{g}}{\rho_в \cdot \rho_л \cdot S} \right| = \left| -\frac{T}{\rho_в \cdot S \cdot g} \right| = \left| -\frac{8\,Н}{1000\,кг/м^3 \cdot 0{,}08\,м^2 \cdot 10\,м/с^2} \right| = 0{,}01\,м =$$

$= 1\,см$

Ответ: 1 см.

3.

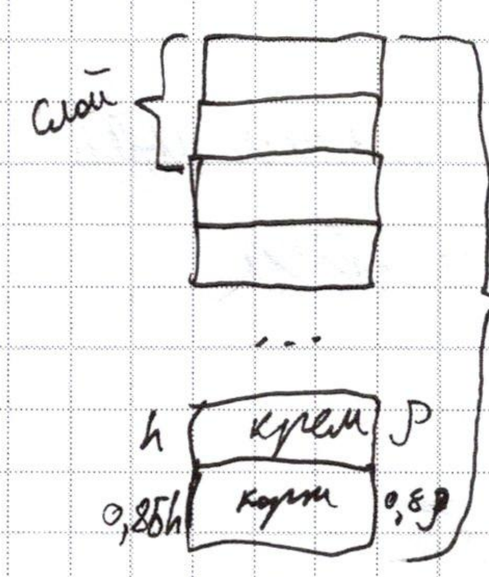
Пусть всего n слоев из корка и крема

h - высота крема

S - площадь сечения торта

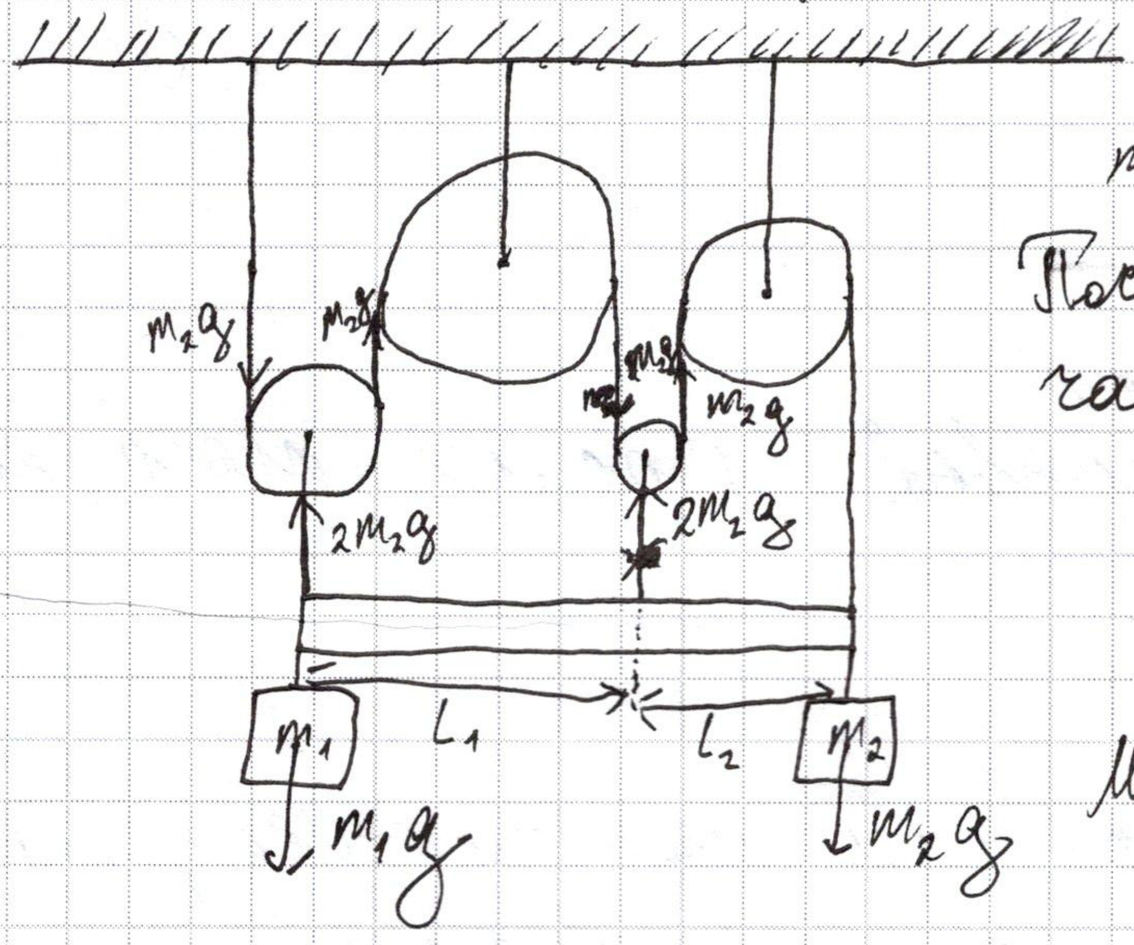
$$\rho_{ср} = \frac{m}{V} = \frac{n \cdot (\rho \cdot S \cdot h + 0{,}8\rho \cdot S \cdot 0{,}85h)}{n(S \cdot (h + 0{,}85h))} =$$

$$= \frac{\rho(S \cdot h + 0{,}68\,S \cdot h)}{S \cdot 1{,}85h} = \rho \cdot \frac{1{,}68}{1{,}85} \approx 0{,}908\rho$$



Ответ: 0,908ρ.

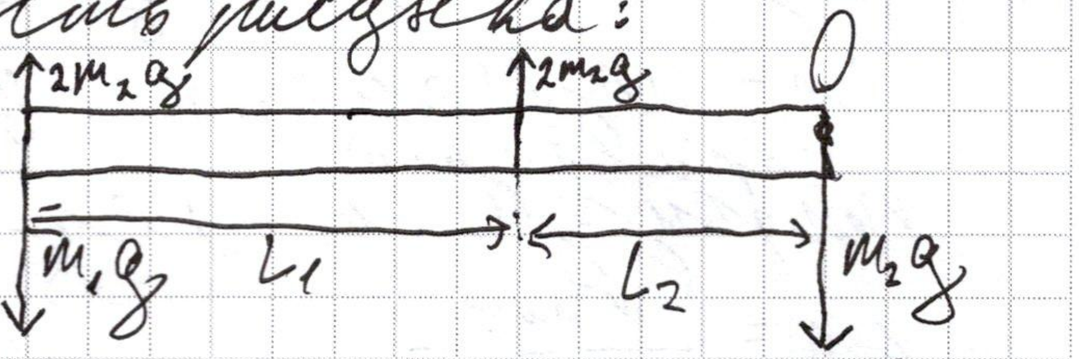
4.



m_2 - масса второго груза

m_1 - масса первого груза

После обозначения сил перерисуем часть рисунка:



Моменты сил относительно точки O:

$$2m_2 g \cdot L_2 + 2m_2 g \cdot (L_1 + L_2) = m_1 g \cdot (L_1 + L_2)$$

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

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

olymp.bmstu.ru

5.

$c_л = 400$ Дж/кг·°С

$c_{ст} = 500$ Дж/кг·°С

~~$m_л = 0,3$ кг~~

$m_{ст} = 0,9$ кг

$m_л - ?$

$P - ?$

P - мощность нагревателя

До того как добавили латунь:

$$P = \frac{Q}{\Delta t} = \frac{c_{ст} \cdot m_{ст} \cdot \Delta t}{\Delta \tau}$$

Рассмотрим две точки на графике:

1: $T = 20°C$

$t = 20$ с

2: $T = 30°C$

$t = 30$ с

Эти точки были до того, как добавили латунь

$\Delta t = 50°C - 20°C = 30°C$

$\Delta \tau = 30$ с $- 0$ с $= 30$ с

$$P = \frac{c_{ст} \cdot m_{ст} \cdot \Delta t}{\Delta \tau} = \frac{500 \text{ Дж/кг·°С} \cdot 0,9 \text{ кг} \cdot 30°C}{30 \text{ с}} = 450 \text{ Вт}$$

После того, как добавили латунь:

$$P = \frac{Q}{\Delta t} = \frac{c_{ст} \cdot m_{ст} \cdot \Delta t + c_л \cdot \Delta m_л \cdot \Delta t}{\Delta \tau}$$

Продолжение на след. стр.

5(продолжение).

Рассмотрю две точки на графике после добавления латуни, то есть скачка от неравномерного участка.

1: ~~I = 45 c~~

$T = 25\,^\circ C$

$t = 45\,c$

2: $T = 50\,^\circ C$

$t = 90\,c$

$\Delta T = 50\,^\circ C - 25\,^\circ C = 25\,^\circ C$

$\Delta t = 90\,c - 45\,c = 45\,c$

$$P = \frac{c_{cm} \cdot m_{cm} \cdot \Delta T + c_л \cdot m_л \cdot \Delta t}{\Delta t}$$

$$\frac{P \cdot \Delta t - c_{cm} \cdot m_{cm} \cdot \Delta T}{c_л \cdot \Delta t} = m_л$$

$$m_л = \frac{450\,Вт \cdot 45c - 500\,Дж/кг\cdot{}^\circ C \cdot 0{,}9\,кг \cdot 25\,^\circ C}{400\,Дж/кг\cdot{}^\circ C \cdot 25\,^\circ C} = 0{,}9\,кг$$

Ответ: 0,9 кг ; 450 Вт .

6.

Доля частиц, которая вызовет воспламенение смеси: $\frac{1}{n} = 0{,}0975 \cdot \frac{1}{10^3} \cdot \frac{1}{10^4} \cdot \frac{1}{10^5}$

n - кол-во частиц что бы было возгорание

$\frac{1}{n} = \frac{0{,}0975}{10^{12}}$

$n = \frac{10^{12}}{0{,}0975} \approx 1{,}026 \cdot 10^{13}$ ч

~~Было~~: V_{O_2} ; $V_к$

стало: V_{O_2} ; $V_к$; $\frac{0{,}1 V_к \cdot \rho_к}{\rho_{ал}}$

V_{O_2} - объем кислорода

$V_к$ - объем керосина

Продолжение на след. листе

olymp.bmstu.ru

Вариант задания 1

6 (продолжение).

V - весь объем

$V_{был} = V_{o_2} + V_к$

$V'_{стал} = V_{o_2} + 0{,}9V_к + \frac{0{,}1V_к \cdot \rho_к}{\rho_{ал}}$

~~$V_{o_2} + V_к$~~

$\frac{V'}{V} = \frac{V_{o_2} + 0{,}9V_к + V_к \cdot \frac{1}{10} \cdot \frac{8}{27}}{V_{o_2} + V_к} = \frac{V_{o_2} + V_к \cdot \frac{9 \cdot 27 + 8}{10 \cdot 27}}{V_{o_2} + V_к} =$

$= \frac{V_{o_2} + \frac{251}{270} V_к}{V_{o_2} + V_к}$

Пусть V - объем бака горючего

$V_к$ - объем керосина

Было: $V = V_к$

Стало: $V' = 0{,}9V_к + \frac{0{,}8V_к \cdot \rho_к}{\rho_{ал}} = \frac{9}{10} \cdot V_к + \frac{18}{10} \cdot \frac{8}{27} V_к =$

$= \frac{9 \cdot 27}{10 \cdot 27} V_к + \frac{8}{10 \cdot 27} V_к = \frac{251}{270} V_к$

$\frac{V'}{V} = \frac{251}{270} \approx 0{,}93$

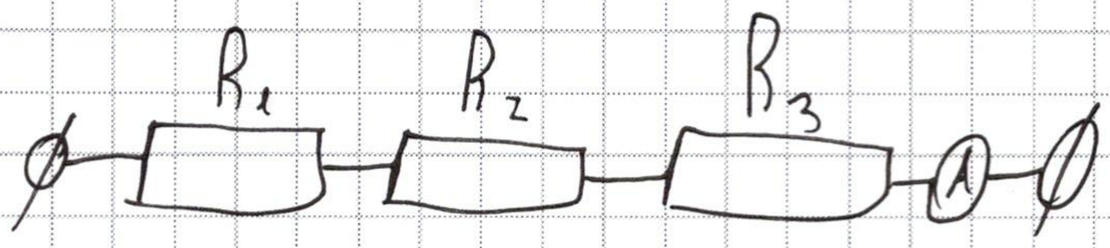
$1 - \frac{V'}{V} = 0{,}07 = 7\%$

Ответ: на 7%.

Можно использовать оборот листа для записи решений

2.

Когда все ключи разомкнуты:



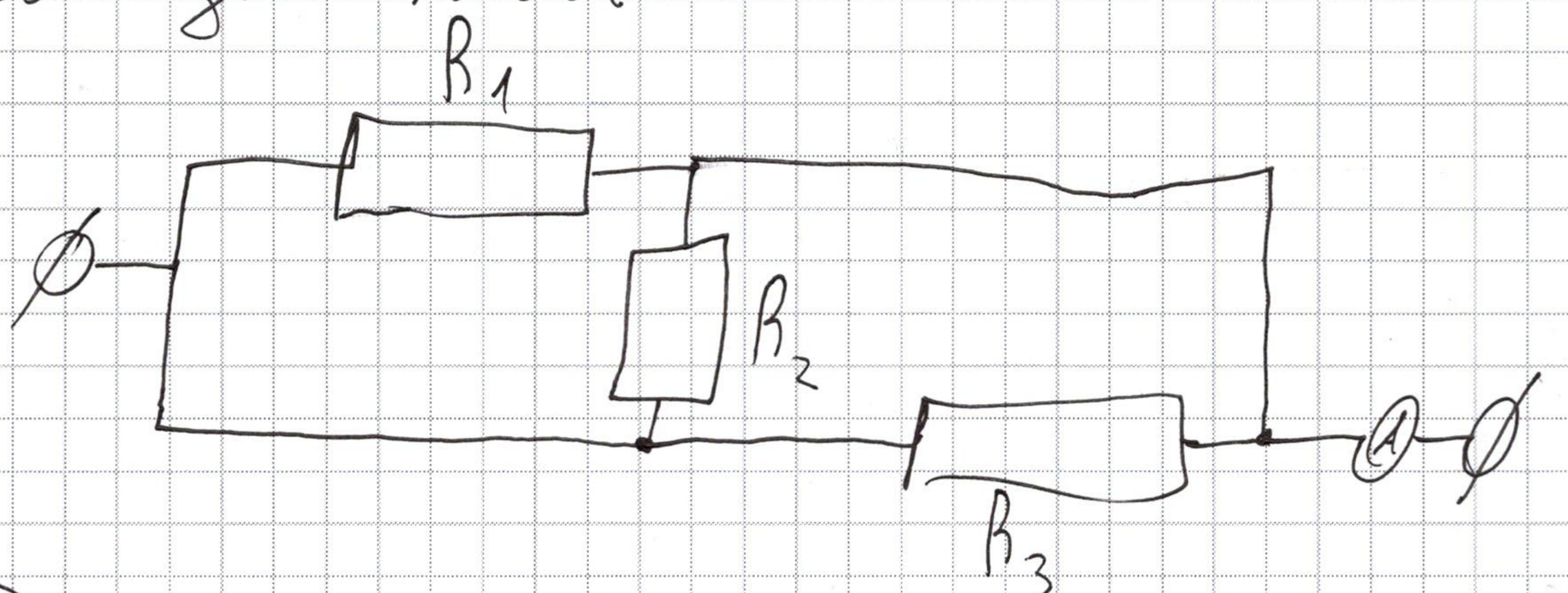
Здесь U - напряжение

$$U = \underline{I} \cdot (R_1 + R_2 + R_3)$$

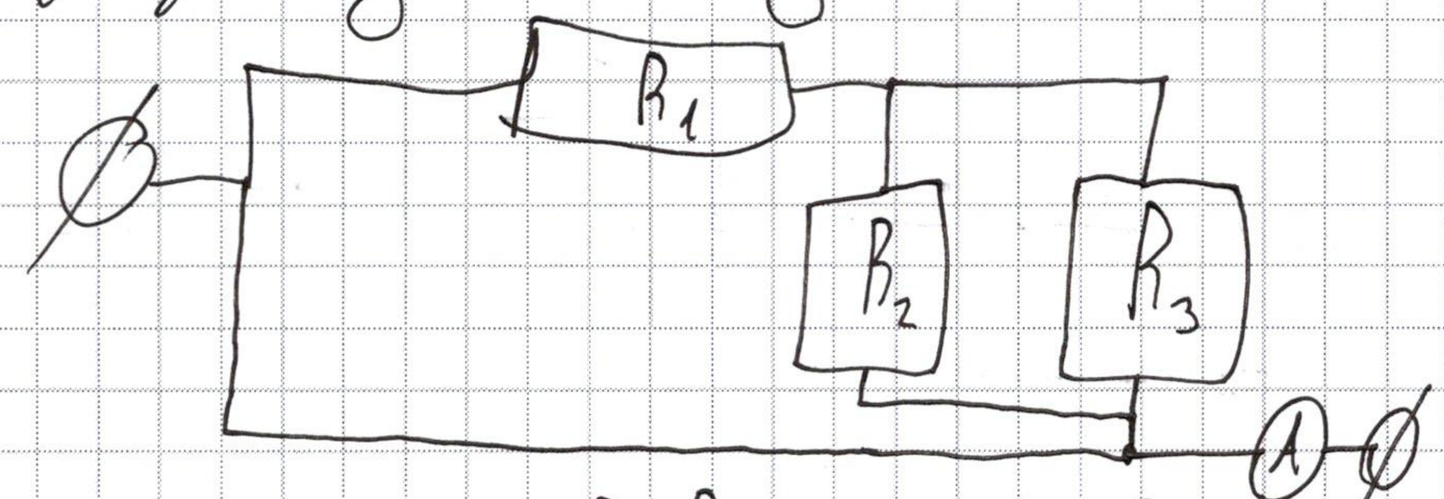
$$R_1 + R_2 + R_3 = \frac{U}{\underline{I}}$$

$\underline{I} = 3$ А

После замыкания ключей:



Перерисуем схему:



$$R_{общ} = R_1 + \frac{R_2 R_3}{R_2 + R_3} = \frac{R_1 \cdot R_2 + R_1 \cdot R_3 + R_2 R_3}{R_2 + R_3} = \frac{2R_1^2 + R_1 R_3 + 2R_1 R_3}{2R_1 + R_3} =$$

$$R_{общ} = \frac{U}{\underline{I}'}$$

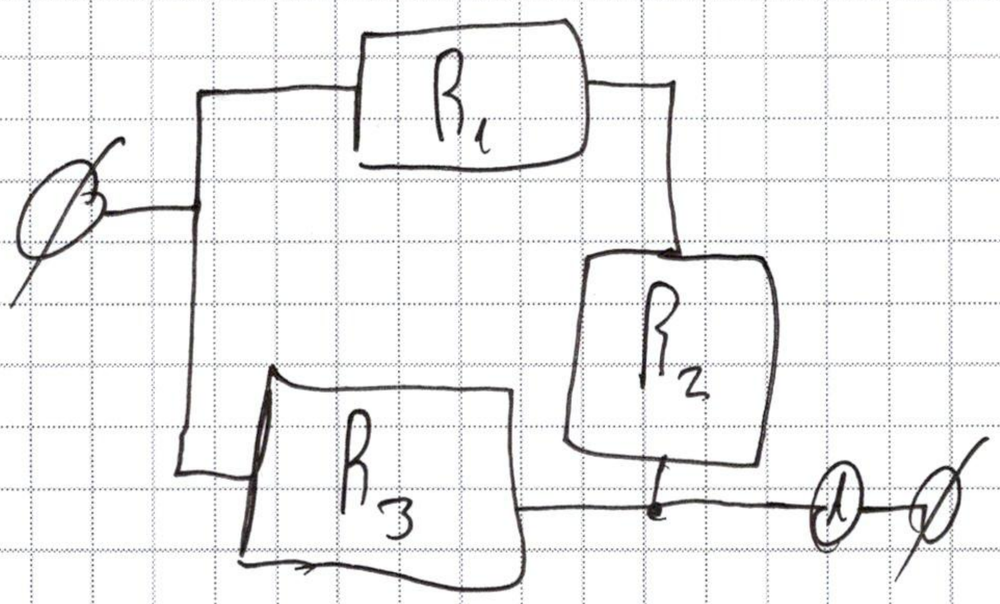
$$= \frac{2R_1^2 + 3R_1 R_3}{2R_1 + R_3} = R_1 + R_3 - \frac{R_3^2}{2R_1 + R_3}$$

$\underline{I}' = 30$ А

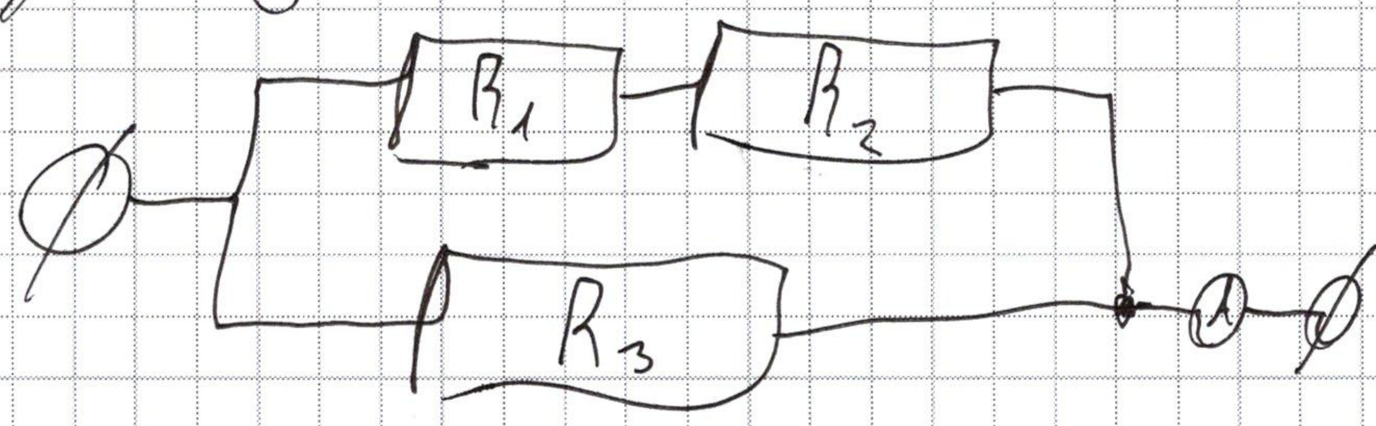
Продолжение на след. листе.

2 (продолжение).

~~Вместе~~ Третья схема из условия:



Перерисуем:



$I_1 - ?$

$$R'_{общ} = \frac{1}{\frac{1}{R_1+R_2} + \frac{1}{R_3}} = \frac{R_3(R_1+R_2)}{R_1+R_2+R_3} = \frac{3R_1R_3}{\frac{U}{I}} =$$

$$= \frac{R_3\left(R_1+R_2\right)\cdot\frac{U}{I}}{\frac{U}{I}\left(R_1+R_2+R_3\right)} = \frac{3\cdot I\cdot R_1\cdot R_3}{U} \quad *$$

$$I_1 = \frac{U}{R'_{общ}} = \frac{U}{\frac{I\cdot R_3\left(\frac{U}{I}-R_3\right)}{U^2}} = \frac{U^2}{I\cdot R_3\left(\frac{U}{I}-R_3\right)}$$

$$I_1 = \frac{U^2}{3\cdot I\cdot R_1\cdot R_3}$$

Ответ: $\frac{U^2}{3I\cdot R_1\cdot R_3}$.

