

### Задача 1

Так как вся энергия идет на нагревание, то  $P\Delta\tau = cm\Delta t$ , где  $\Delta\tau$  - промежуток времени,  $c$  - удельная теплоемкость воды,  $m$  - масса воды,  $\Delta t$  - разность температур.

$$\frac{m_1}{m_2} = \frac{\left(\frac{\Delta\tau}{\Delta t}\right)_{\text{до}}}{\left(\frac{\Delta\tau}{\Delta t}\right)_{\text{после}}} = \frac{\frac{1 \text{ мин}}{20^\circ\text{C}}}{\frac{5 \text{ мин}}{50^\circ\text{C}}} = \frac{1}{2}$$

- отношение мас воды до и после долива.

Уравнения теплового баланса:

$$cm_1(t_1 - t_0) = P\tau_1 \quad (1), \quad cm_1(t_2 - t_1) + c(m_2 - m_1)(t_2 - t_x) = P(\tau_2 - \tau_1) \quad (2)$$

Делим уравнения друг на друга:

$$\frac{m_2 t_2 - m_1 t_1}{m_1(t_1 - t_0)} - \frac{m_2 - m_1}{m_1} \frac{t_x}{t_1 - t_0} = \frac{\tau_2 - \tau_1}{\tau_1}, \quad t_x = 10^\circ\text{C}$$

### Задача 2

Так как амперметры идеальные, то схему можно представить в более простом виде, закоротив участки с амперметрами, тогда просчитаем сопротивления соответствующих участков схемы, выразив их через  $R_1$ :

$$R_{12} = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2} = \frac{R_1 \cdot 3R_1}{R_1 + 3R_1} = \frac{3}{4} R_1,$$

$$R_{34} = \frac{R_3 R_x}{R_3 + R_x} = \frac{2R_1 R_x}{2R_1 + R_x},$$

$$R_{\text{общ}} = R_{12} + R_{34} = R_1 \frac{6R_1 + 11R_x}{4(2R_1 + R_x)}.$$

Общая сила тока:

$$I_0 = \frac{U}{R_{\text{общ}}} = \frac{U}{R_1} \frac{4(2R_1 + R_x)}{6R_1 + 11R_x}.$$

Ток через первый амперметр  $I$ :

$$I = I_1 - I_3 = I_0 \frac{R_2}{R_1 + R_2} - I_0 \frac{R_x}{R_3 + R_x} = \frac{U}{R_1} \left( \frac{6R_1 - R_x}{6R_1 + 11R_x} \right). \quad (1)$$

1. Минимум силы тока  $I$  протечет при  $R_x = 6R_1 = 18 \text{ кОм}$ , то есть  $|I|_{\text{мин}} = 0$ .

2. Представим формулу (1) в виде:

$$I = \frac{U}{R_1} \left( 1 - \frac{12R_x}{6R_1 + 11R_x} \right)$$

Это выражение имеет максимум при  $R_x = 0$ , при этом  $|I|_{\max} = \frac{U}{R_1} = 27 \text{ mA}$ .

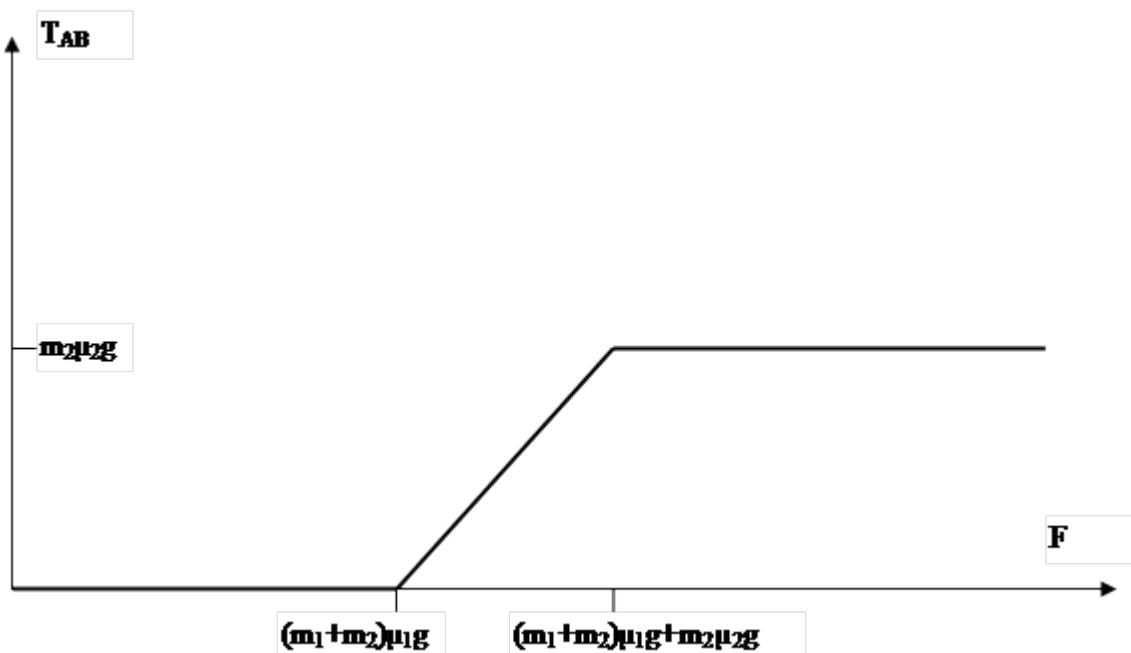
3. Запишем уравнение из условия пункта 3 условия и решим соответствующее уравнение относительно  $R_x$ . Получим  $R_x = 10 \text{ кОм}$ .

### Задача 3

Проследим за *изменениями механической энергии* тела во время полета. Начальная энергия  $W_0 = mv_0^2/2 = 200m \text{ Дж}$ . В верхней точке  $W_1 = mgh = 147m \text{ Дж}$  ( $g = 9.8 \text{ м/с}^2$ ). Перед соприкосновением с землей  $W_2 = mv_2^2/2 = 84.5m \text{ Дж}$ . Нетрудно догадаться, что уменьшение энергии связано с сопротивлением воздуха. Однако, потери энергии по пути вниз  $W_1 - W_2 = 62.5m \text{ Дж}$  *оказываются большими*, чем потери энергии  $W_0 - W_1 = 53m \text{ Дж}$  при движении вверх. Этого не может быть, так как скорость при движении вниз *меньше*, чем на том же уровне при движении вверх (механическая энергия уменьшается), а сопротивление воздуха уменьшается с уменьшением скорости. То есть некоторые измерения были ошибочными.

### Задача 4

Перша ділянка графіку, де сила натягу дорівнює нулю відповідає випадку, при якому на нижній брусок діє тільки сила тертя спокою, прикладена до його нижній основи. Між двома брусками сила тертя не діє і нитка, відповідно, не натягнута. Коли сила  $F$  досягає значення сила тертя ковзання  $(m_1 + m_2)\mu_1 g$ , між брусками починає діяти сила спокою, яка за модулем дорівнює з одного боку силі натягу нитки, а з другого – різниці між силою  $F$  та силою тертя між нижнім бруском та поверхнею. Тому друга ділянка - це відрізок прямої, що нахилена під кутом  $45$  градусів. Далі починається рух нижнього бруска і на верхній діє вже сила тертя ковзання, яка й зрівноважена силою натягу нитки.



## Задача 5

Вообразим себе плоскость, проходящую через рельс и фотоаппарат и вторую, проходящую через другой рельс. Вместе они образуют «домик». Лучи, идущие от рельсов к фотоаппарату принадлежат этим плоскостям. *Плоскость кадра является сечением «домика» и угол между рельсами, который мы видим на фотографии, является углом между плоскостями, образующими «домик».* Высота треугольника, образованного рельсами на фотографии, соответствует высоте, с которой был сделан снимок, а основание – расстоянию между рельсами. Соотношение подобия дает высоту, с которой был сделан снимок 100 – 110см.

*Более тщательный анализ снимка* показывает, что изображения рельсов не являются прямыми линиями, они немного вогнуты внутрь треугольника. Это связано с рельефом местности. Для более точного определения высоты следует продлить ближние к фотографу отрезки рельсов до пересечения и дальше работать с этим треугольником. Его высота оказывается немного меньшей, и соответствующий расчет дает около 98см для высоты, с которой была сделана фотография.

Возможен, также путь с использованием характерного размера людей, изображенных на снимке, но он дает гораздо менее точные результаты.