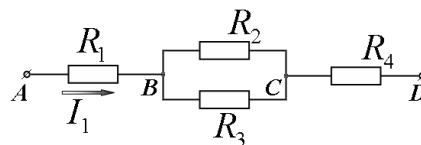


Задача 1. «Узорные цепи».

1.1 Так как резисторы $R_2 = 2,0 \text{ Ом}$ и $R_3 = 4,0 \text{ Ом}$ соединены параллельно, то напряжения на них одинаковы. Поэтому отношение сил токов через резисторы обратно отношению их сопротивлений. Кроме того, их сумма равна силе тока $I_1 = 1,0 \text{ А}$. Следовательно, силы токов через эти резисторы равны



$$I_2 = I_0 \frac{R_3}{R_3 + R_2} \approx 0,67 \text{ А}; \quad I_3 = I_0 \frac{R_2}{R_3 + R_2} \approx 0,33 \text{ А}. \quad (1)$$

Сила тока через резистор $R_4 = 1,0 \text{ Ом}$ равна силе тока через первый резистор

$$I_4 = I_1 = 1,0 \text{ А}. \quad (2)$$

Напряжения на всех резисторах рассчитываются по закону Ома

$$U_1 = I_1 R_1 = 1,0 \text{ В}$$

$$U_2 = U_3 = I_2 R_2 = I_3 R_3 = 1,3 \text{ В}. \quad (3)$$

$$U_4 = I_4 R_4 = 1,0 \text{ В}$$

Напряжение на участке AD равно сумме

$$U_{AD} = U_1 + U_2 + U_4 = 3,3 \text{ В}. \quad (4)$$

Общее сопротивление цепи можно найти как отношения общего напряжения к общей силе тока

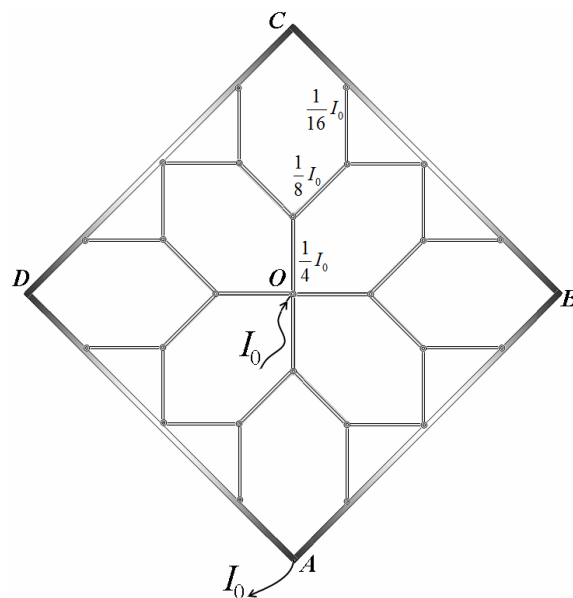
$$R_o = \frac{U_{AD}}{I_1} = 3,3 \text{ Ом}. \quad (5)$$

Возможна и иная последовательность расчетов.

1.2 Симметрия задачи позволяет сразу указать значения токов через все звенья сетки (см. рис). Поэтому искомое напряжение будет равно

$$U = \frac{1}{4} I_0 R + \frac{1}{8} I_0 R + \frac{1}{16} I_0 R = \frac{7}{16} I_0 R. \quad (6)$$

Мы воспользовались свойством потенциальности электростатического поля – разность потенциалов между точками не зависит от пути перехода от одной из них к другой.

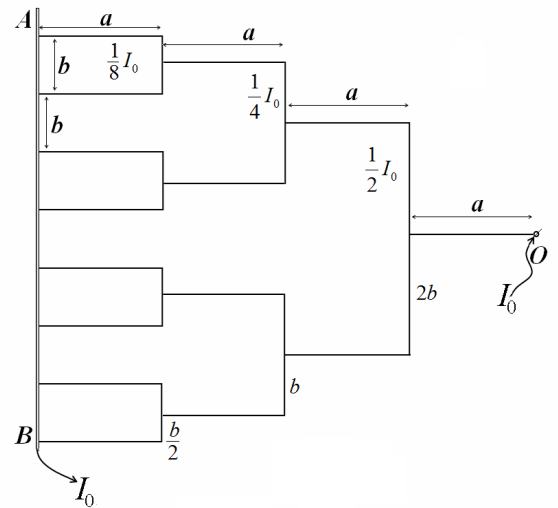


Возможны и другие варианты решения (например, соединить точки равного потенциала).

1.3 В данной задаче распределение токов также очевидно (в каждом узле ток делится пополам). Не сложно найти и геометрические размеры всех участков (см. рис.). Искомое напряжение можно найти как сумму напряжений, двигаясь от точки O до стержня AB любым путем (мы пойдем «по краю»):

$$U = I_0 r \left(a + \frac{1}{2}(a + 2b) + \frac{1}{4}(a + b) + \frac{1}{8} \left(a + \frac{1}{2}b \right) \right) =$$

$$= I_0 r \left(\frac{15}{8}a + \frac{21}{16}b \right)$$



Возможны и другие варианты решения (например, соединить точки равного потенциала).

Задача 2 «Гвоздь»

Часть 1.

1.1 Запишем закон сохранения энергии и импульса:

$$\begin{cases} Mv_0 = Mv + mu \\ \frac{Mv_0^2}{2} = \frac{Mv^2}{2} + \frac{mu^2}{2} \end{cases} \quad (1).$$

Решая систему, получим:

$$u = \frac{2v_0}{\frac{m}{M} + 1} = \frac{2v_0}{\gamma + 1} \quad (2).$$

1.2 При $m \ll M$, $\gamma \rightarrow 0$, поэтому:

$$u = 2v_0 \quad (3).$$

1.3 Коэффициент передачи энергии:

$$\eta = \frac{\frac{mu^2}{2}}{\frac{Mv_0^2}{2}} = \gamma \frac{u^2}{v_0^2} \quad (4).$$

Подставляя значение скорости (2), получим:

$$\eta = 4 \frac{\gamma}{(\gamma + 1)^2} \quad (5).$$

Часть 2.

2.1 Вся полученная гвоздем кинетическая энергия расходуется на совершение работы против сил трения (изменением потенциальной энергии можно пренебречь). Работа силы трения, действующей на острие гвоздя, равна:

$$A_{\text{остр}} = f\Delta x \quad (6).$$

Работа силы трения, действующей на боковую поверхность, равна: