

Расчет сопротивлений

И. И. Кравченко
Олимпфиз Physway

Для упрощения расчета сопротивлений сложных цепей используют специальные приемы, с которыми можно ознакомиться в следующих материалах.

- А. Хацет. Методы расчёта эквивалентных сопротивлений. «Квант», 1972, № 2.
- М. Бондаров. Расчет сопротивления электрической цепи. «Потенциал», 2010, № 2.

Вспомогательные задачи

ЗАДАЧА 1. (*«Лишний» участок*) Выделим в произвольной цепи участок, состоящий только из сопротивлений; пусть ток через этот участок равен нулю. Покажите, что решение полной системы уравнений по правилам Кирхгофа для этой цепи не изменится, если:

- исключить из цепи такой участок;
- заменить такой участок на идеальный проводник.

Покажите также, что токи в цепи вообще не зависят от сопротивления такого участка.

ЗАДАЧА 2. (*«Склеивание» узлов*) Покажите, что решение полной системы уравнений по правилам Кирхгофа для произвольной цепи не изменится, если *эквипотенциальные узлы* этой цепи соединить идеальными проводниками. (Можно использовать обратные рассуждения.)

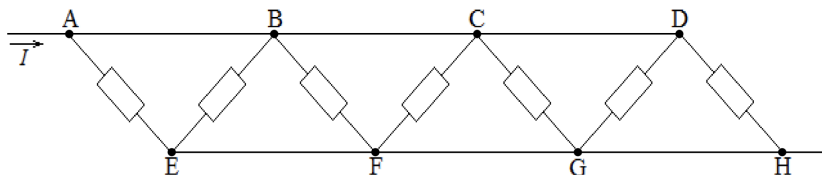
ЗАДАЧА 3. (*«Широкий» узел*) Убедитесь, что идеальный проводник, соединяющий два узла цепи, можно рассматривать как «широкий» узел.

ЗАДАЧА 4. (*«Расщепление» узлов*) Узел цепи можно «растянуть» в длину: получается два новых узла, соединенных идеальным проводником. Покажите, что если через этот проводник не течет ток, то его можно исключить из цепи (распределение тока в цепи не изменится).

ЗАДАЧА 5. (*Пробные отключения*) Пусть в произвольной цепи один из резисторов подключен к узлам a и b . Этот резистор отсоединяют. Убедитесь, что если *после отсоединения* точки a и b являются эквипотенциальными, то токи в исходной цепи не зависят от сопротивления отсоединяемого резистора.

Звенья

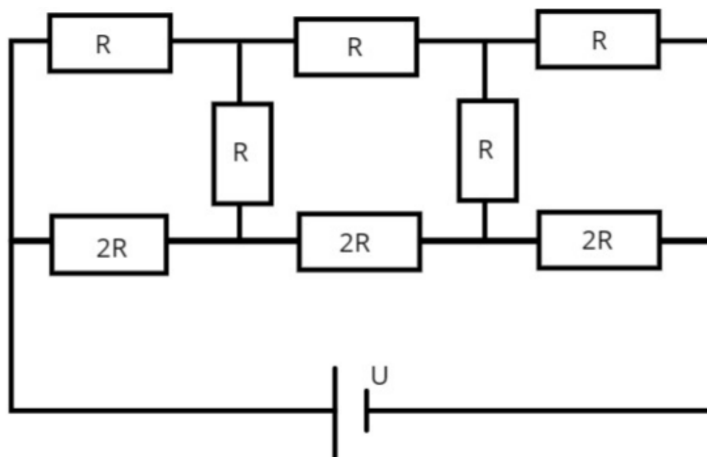
ЗАДАЧА 6. (Всеросс., 2022, МЭ, 9) Участок цепи, схема которого показана на рисунке, состоит из семи одинаковых резисторов сопротивлением 420 Ом каждый и идеальных соединительных проводов. Через этот участок течёт постоянный ток силой $I = 100\text{ мА}$.



1. Какое напряжение покажет идеальный вольтметр, если его выводы подключить к точкам B и G ? Вольтметр показывает напряжение без учёта знака. Ответ выразите в вольтах, округлите до целого числа.
2. Какая тепловая мощность выделяется во всём участке цепи? Ответ выразите в ваттах, округлите до десятых долей.

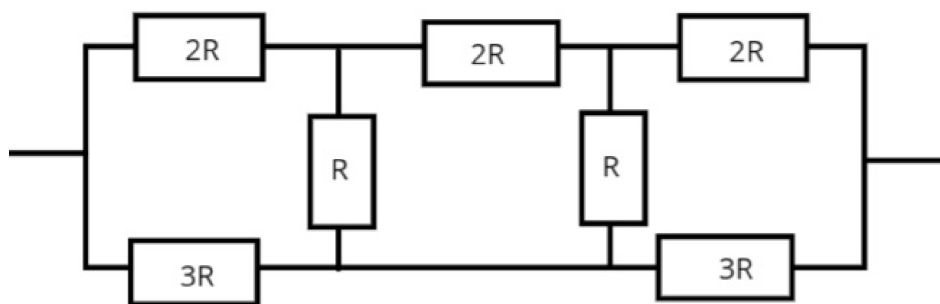
1) 6; 2) 0,6

ЗАДАЧА 7. («Высшая проба», 2026, демо-отбор, 9) Определите силу тока, которая течет через батарею, если напряжение на ней $U = 42\text{ В}$, а сопротивление $R = 50\text{ Ом}$.



420 мА

ЗАДАЧА 8. («Высшая проба», 2026, демо-отбор, 10) Сопротивление R составляет 110 Ом. Определите сопротивление схемы.



300 Ом

Симметрия

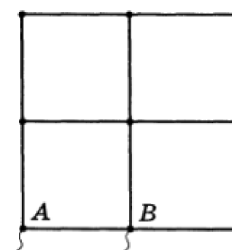
ЗАДАЧА 9. (Всеросс., 2023, МЭ, 9) На рисунках представлены схемы электрических цепей, каждая из которых имеет два вывода для подключения омметра. Выберите электрическую цепь, сопротивление которой, измеряемое между выводами, максимально. Сопротивление звеньев (участков между двумя соседними точками) во всех цепях одинаково.



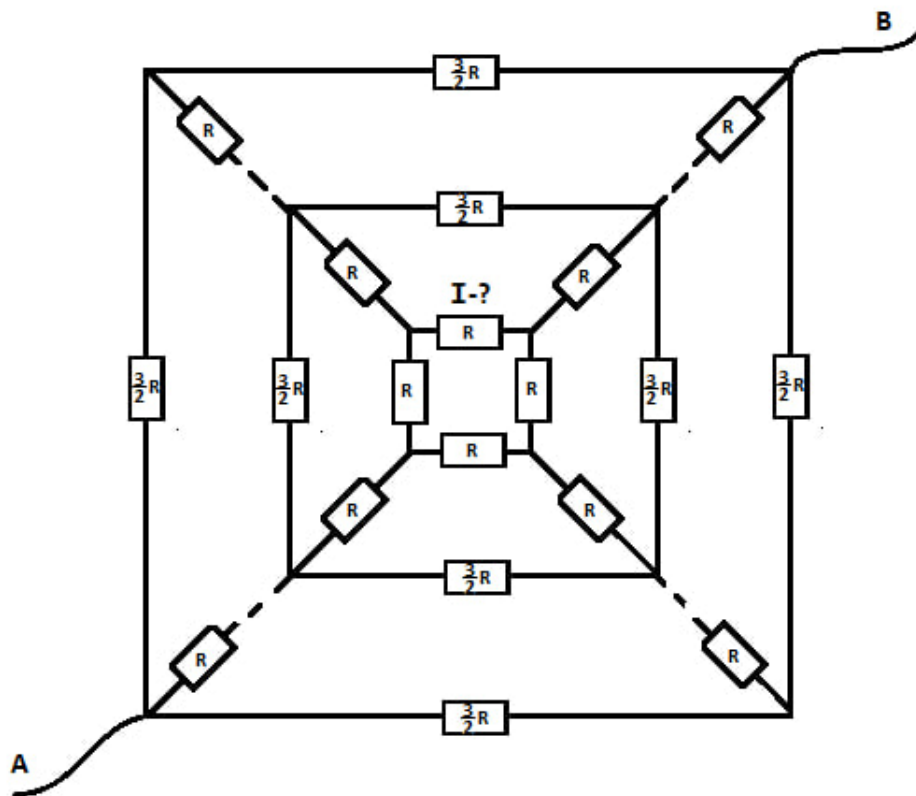
3

ЗАДАЧА 10. (Всеросс., 2000, ОЭ, 11) Найдите сопротивление между точками A и B проволочной сетки с квадратными ячейками (рис.). Сопротивление куска проволоки длиной, равной стороне квадрата ячейки, $r = 2,4$ Ом.

$$R_{AB} = \frac{17}{24}r = 1,7 \text{ Ом}$$



ЗАДАЧА 11. («Высшая проба», 2024, 9) Имеется схема из $N = 2024$ вложенных квадратов, на сторонах каждого из которого располагаются резисторы с сопротивлением $1,5R$, кроме центрального, как указано на рисунке. Все эти квадраты соединены по диагоналям резисторами с сопротивлением R . Определите ток через указанный на рисунке резистор, если подать напряжение U_0 на контакты AB .



$$I = \frac{U_0}{2 \cdot 3^{2023} R}$$