

**8.36.** Яким є опір вольтметра, якщо при підключенні його до лампочки сила струму в колі зростає на 2 мА? Вольтметр показує напругу 12 В.

**8.37.** На скільки відсотків зміниться сила струму в колі, якщо вольтметр внутрішнім опором 250 кОм підключають до резистора опором 20 Ом ?

**8.38.** Яким є опір вольтметра, якщо, підключивши його до резистора опором 10 кОм, загальний струм у колі змінюється на 5 відсотків?

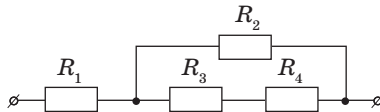
### Задачі для допитливих

**8.39.** Однорідний дріт опором 360 Ом склали у кільце. У яких точках цього кільця потрібно до нього підключитися, щоб отримати опір 80 Ом?

## 9. Розрахунок електричних кіл

### Приклад розв'язання задачі

**Задача.** Ділянку кола, яка складається з чотирьох резисторів (див. рисунок), підключено до джерела з напругою 40 В. Обчисліть силу струму через резистори  $R_1$  та  $R_2$  та напругу на резисторі  $R_3$ . Опори резисторів дорівнюють  $R_1 = 2,5$  Ом,  $R_2 = R_3 = 10$  Ом,  $R_4 = 20$  Ом.



*Дано:*

$$U = 40 \text{ В}$$

$$R_1 = 2,5 \text{ Ом}$$

$$R_2 = R_3 = 10 \text{ Ом}$$

$$R_4 = 20 \text{ Ом}$$

$$I_1, I_2 - ?$$

$$U_3 - ?$$

*Розв'язання*

Через резистор  $R_1$  тече такий самий струм, як і через всю ділянку, —  $I_1 = I$ .

Згідно із законом Ома,

$$I = \frac{U}{R} \Rightarrow I_1 = \frac{U}{R}.$$

Обчислимо опір ділянки кола. Вона складається з двох частин (резистор  $R_1$  та три резистори  $R_2, R_3, R_4$ ), які між собою підключені послідовно. Тому  $R = R_1 + R_{234}$ .

Опір другої частини  $R_{234}$  легко обчислити: резистор  $R_2$  підключений паралельно до резисторів  $R_3, R_4$ , які, у свою чергу, підключені один до одного послідовно. Для  $R_{234}$  отримуємо:

$$\frac{1}{R_{234}} = \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3 + R_4} \Rightarrow R_{234} = \frac{R_2 \cdot (R_3 + R_4)}{R_2 + R_3 + R_4}.$$

Остаточний опір ділянки кола:

$$R = R_1 + \frac{R_2 \cdot (R_3 + R_4)}{R_2 + R_3 + R_4} = 2,5 + \frac{10 \cdot 30}{40} = 10 \text{ (Ом)}.$$

Знайдемо силу струму через резистор  $R_1$ :

$$I_1 = \frac{U}{R} = \frac{40}{10} = 4 \text{ (А)}.$$

Через резистор  $R_2$  тече сила струму, у стільки разів більша, ніж струм, що йде через резистори  $R_3$  і  $R_4$ . У скільки разів опір резистора  $R_2$  менший за загальний опір резисторів  $R_3$  і  $R_4$ ?

$$\frac{I_2}{I_{34}} = \frac{R_3 + R_4}{R_2} = 3.$$

А сума цих струмів дорівнює струму через резистор  $R_1$ :

$$I_2 + I_{34} = I_1 = 4 \text{ (А)}.$$

Тому  $I_2 = 3 \text{ А}$ ,  $I_3 = I_4 = 1 \text{ А}$ . Звідси  $U_3 = I_3 R_3 = 1 \cdot 10 = 10 \text{ (В)}$ .

*Відповідь:*  $I_1 = 4 \text{ А}$ ,  $I_2 = 3 \text{ А}$ ,  $U_3 = 10 \text{ В}$ .

### 1-й рівень складності

**?** **9.1.** До двох послідовно з'єднаних резисторів додали послідовно ще один. Як змінився загальний опір?

**?** **9.2.** До двох паралельно з'єднаних резисторів додали паралельно ще один. Як змінився загальний опір?

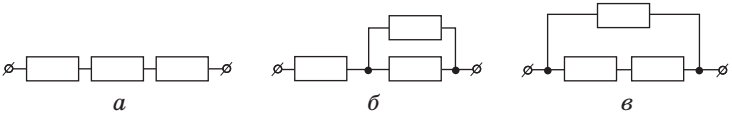
**?** **9.3.** До двох послідовно з'єднаних резисторів додали паралельно ще один. Як змінився загальний опір?

**?** **9.4.** До одного з двох паралельно з'єднаних резисторів додали послідовно ще один. Як змінився загальний опір?

**?** **9.5.** До одного з двох послідовно з'єднаних резисторів додали паралельно ще один. Як змінився загальний опір?

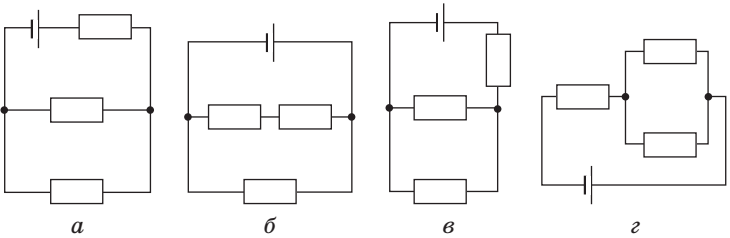
## 2-й рівень складності

- 9.6. Обчисліть опір ділянок електричних кіл, які зображено на рисунку. Опір кожного резистора становить 2 Ом.



?

- 9.7. До джерела струму підключили три однакових резистори. За якого з'єднання резисторів сила струму через джерело буде найбільшою?

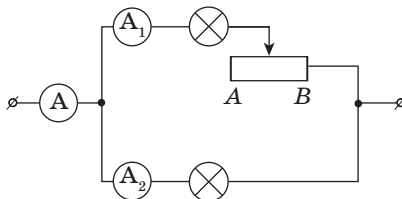


- 9.8. Визначте максимальний опір, який можна отримати з трьох резисторів опороми 2 Ом, 4 Ом, 6 Ом.

- 9.9. Запропонуйте, як з однакових резисторів опором в 5 Ом кожний отримати ділянку кола опором 12 Ом. Нарисуйте відповідну схему.

- 9.10. Скільки однакових резисторів по 4 Ом потрібно, щоб отримати опір 9 Ом? Нарисуйте відповідну схему.

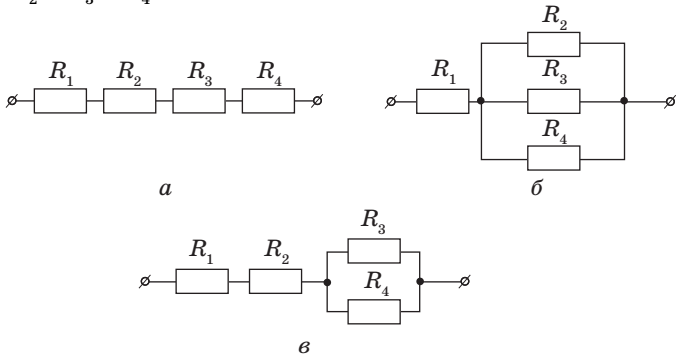
- 9.11. У коло (див. рисунок) ввімкнені дві однакові лампи. При крайньому правому положенні повзунка реостата амперметр  $A_1$  показує силу струму 0,5 А. Що показують амперметри А і  $A_2$ ? Чи зміняться показання амперметрів в міру пересування повзунка вліво?



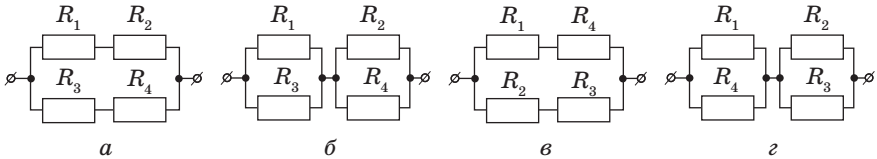
**9.12.** До джерела струму напругою 12 В спочатку послідовно, а потім паралельно було підключено два однакових резистори опором по 240 Ом кожний. Визначте силу струму в кожному резисторі при першому і другому варіанті з'єднання.

### 3-й рівень складності

**9.13.** Обчисліть опір ділянок електричних кіл, які зображено на рисунку. Опір резисторів становить  $R_1 = 100 \text{ Ом}$ ,  $R_2 = R_3 = R_4 = 300 \text{ Ом}$ .



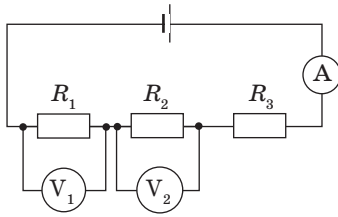
**9.14.** Обчисліть опір ділянок електричних кіл, які зображено на рисунку. Опір резисторів становить  $R_1 = R_4 = 100 \text{ Ом}$ ,  $R_2 = R_3 = 400 \text{ Ом}$ .



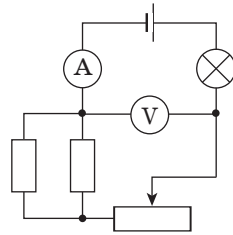
**9.15.** Опір одного резистора більший за опір другого у 4 рази. Їх з'єднують спочатку послідовно, а потім паралельно. Визначте, у скільки разів відрізняється загальний опір з'єднань.

**9.16.** Два резистори спочатку з'єднали послідовно, а потім паралельно. Опори з'єднань виявилися 120 Ом та 22,5 Ом. Визначте опір більшого резистора.

**?** **9.17.** Як зміняться показання електровимірювальних приладів у колі, схема якого зображена на рисунку, якщо паралельно резистору  $R_3$  підключити ще один резистор?



До задачі 9.17



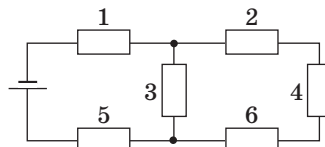
До задач 9.18, 9.19, 9.20

**?** 9.18. Як будуть змінюватися показання електровимірювальних приладів, якщо перемищати повзунок реостата вліво або вправо (див. рисунок)?

**9.19.** Якими будуть показання амперметра в електричному колі, схема якого показана на рисунку, якщо напруга джерела струму 33 В, опір лампочки 4 Ом, максимальний опір реостата 20 Ом, опір кожного з двох однакових резисторів 36 Ом? Повзунок реостат займає крайнє ліве положення.

**9.20.** Якими будуть показання вольтметра в електричному колі, схема якого показана на рисунку, якщо напруга джерела струму 24 В, опір лампочки 4 Ом, максимальний опір реостата 26 Ом, опір кожного з двох однакових резисторів 36 Ом? Повзунок реостата займає крайнє праве положення.

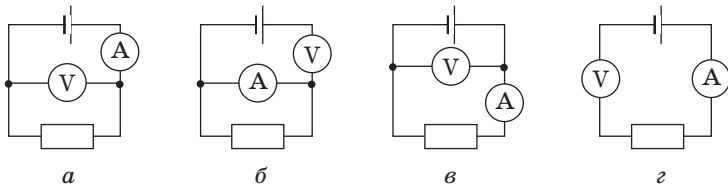
**9.21.** Знайдіть силу струму в кожному з резисторів (див. рисунок), якщо опір кожного з цих резисторів 120 Ом, а напруга джерела струму 33 В.



До задач 9.21, 9.22

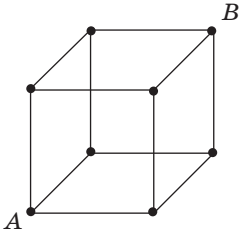
**9.22.** Знайдіть напругу на кожному з резисторів (див. рисунок), якщо опір кожного з цих резисторів 8 Ом, а напруга джерела струму 11 В.

**9.23.** Яка зі схем дозволяє обчислити опір резистора якомога точніше? Амперметр та вольтметр реальні, тобто мають скінченні опори, опір резистора співрозмірний опору вольтметра. Відповідь обґрунтуйте.

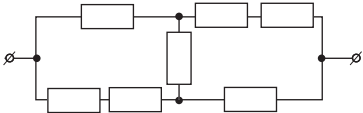


**Задачі для допитливих**

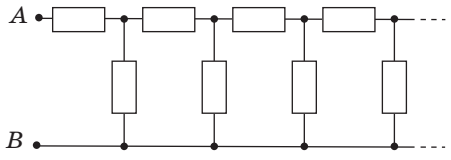
**9.24.** З 12 однакових відрізків проводу зроблено каркас у вигляді куба (див. рисунок). Яким є опір цього каркаса між точками *A* і *B*, якщо опір кожного відрізка проводу дорівнює 6 Ом?



До задачі 9.24



До задачі 9.25



До задачі 9.26

**9.25.** Чому дорівнює загальний опір кола, схема якого зображена на рисунку? Опір кожного резистора становить 4 Ом.

**9.26.** Чому дорівнює загальний опір кола між точками *A* і *B*, яке складається з нескінченної кількості однакових ділянок (див. рисунок)? Опір кожного резистора становить 2 Ом.