Al sham University
Faculty of Informatic

جامعة الشام الخاصة
كلية الهندسة المعلوماتية

أسس الهندسة الكهربائية
لطلاب السنة الثانية
2020-2021

Dr. Ghada Aldahim
ghadadhem@gmail.com

Chapter 4 Basic Laws

الفصل الرابع

قوانين أساسية

References

1. Charles K. Alexander, Matthew N. O. Sadiku, “Fundamentals of Electric Circuits”, 2nd Ed, McGraw Hill, 2009.
   ISBN 978–0–07–352955–4

4. Basic Laws

4.1 Ohm's Law قانون أوم

4.2 Nodes, Branches, and Loops العقد والفروع والحلقات

4.3 Kirchhoff's Laws قوانا كيرشوف

4.4 Series Resistors and Voltage Division
المقاومات التسلسلية ومجزئ التوتر

4.5 Parallel Resistors and Current Division
المقاومات التفرعية ومجزئ التيار

4.6 Wye-Delta Transformations تحويلات نجمي - مثلثي

Example 4.6

حدد v_o والتيار i في الدارة المبينة في الشكل 4.6 (a)

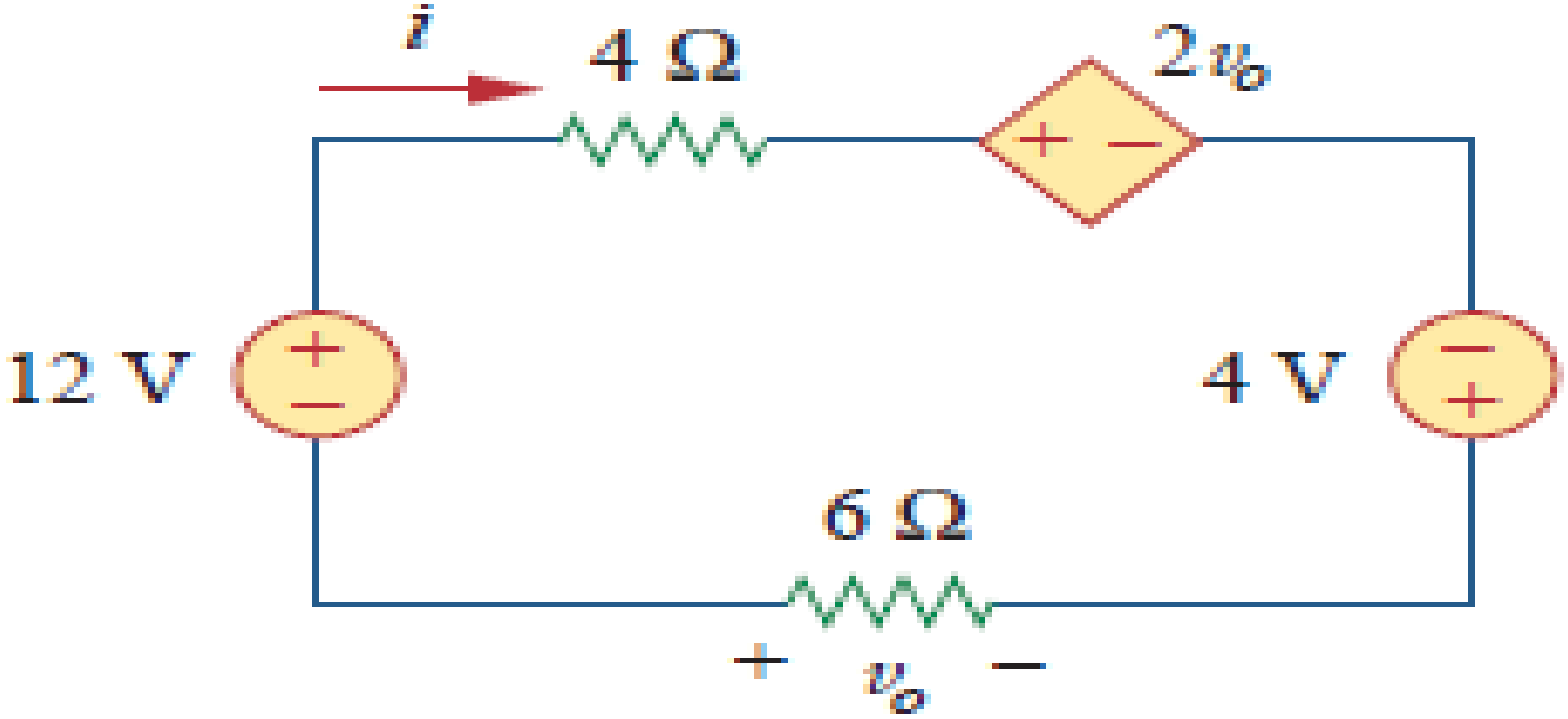


Fig. 4.6 (a)

Solution:

We apply KVL around the loop as shown in **Fig. 4.6 (b)**

The result is

$$-12 + 4i + 2v_o - 4 - v_o = 0 \quad \ldots\ldots\ldots (2.6.1)$$

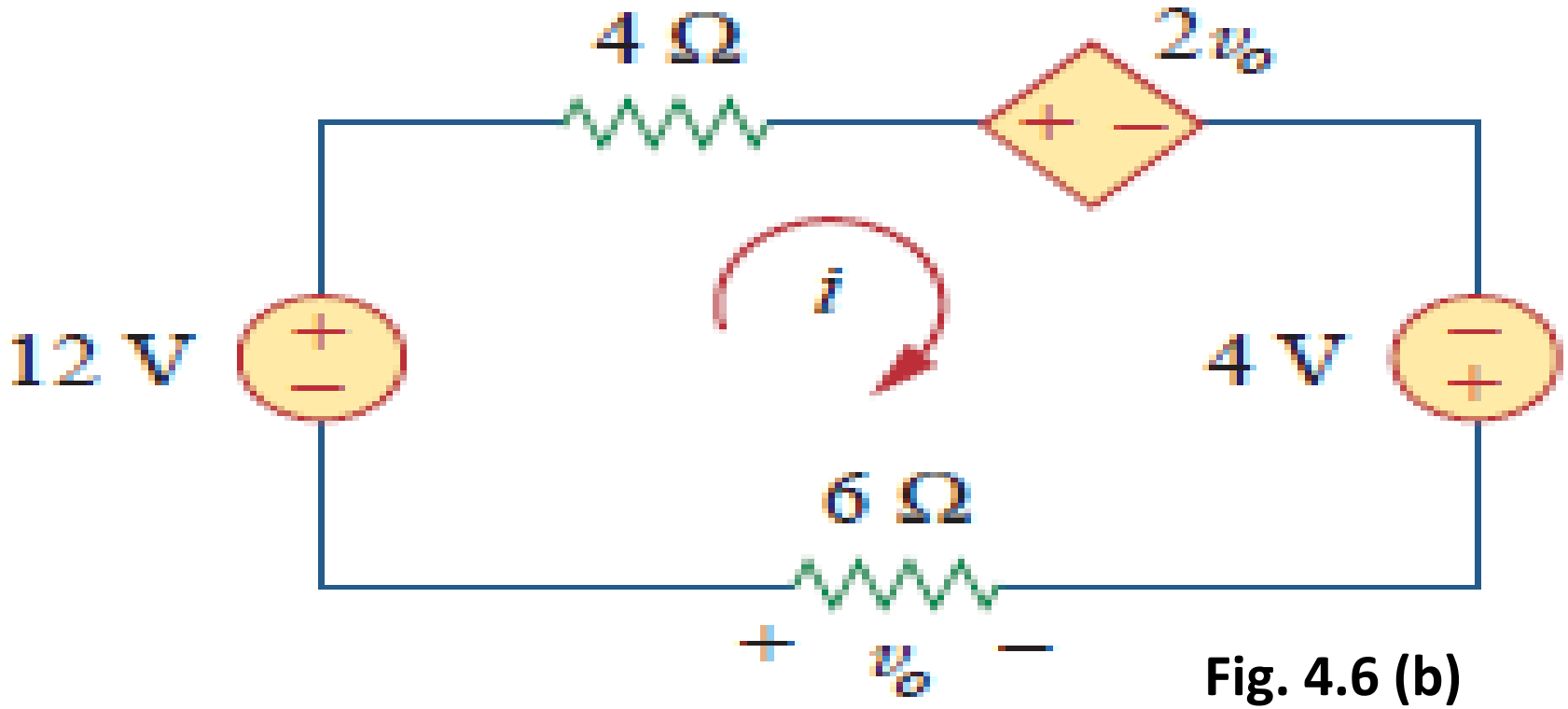


Fig. 4.6 (b)

Applying Ohm's law to the 6-Ω resistor gives

$$v_o = -6i \qquad (2.6.2)$$

Substituting Eq. (2.6.2) into Eq. (2.6.1) yields

$$-16 + 10i - 12i = 0 \quad \Rightarrow \quad \boxed{i = -8\ \text{A}}$$

and $\boxed{v_o = 48\ \text{V}.}$

Practice Problem 2.6

Find v_x *and* v_o in the circuit of Fig. 2.6

Answer: 10 V, - 5 V.

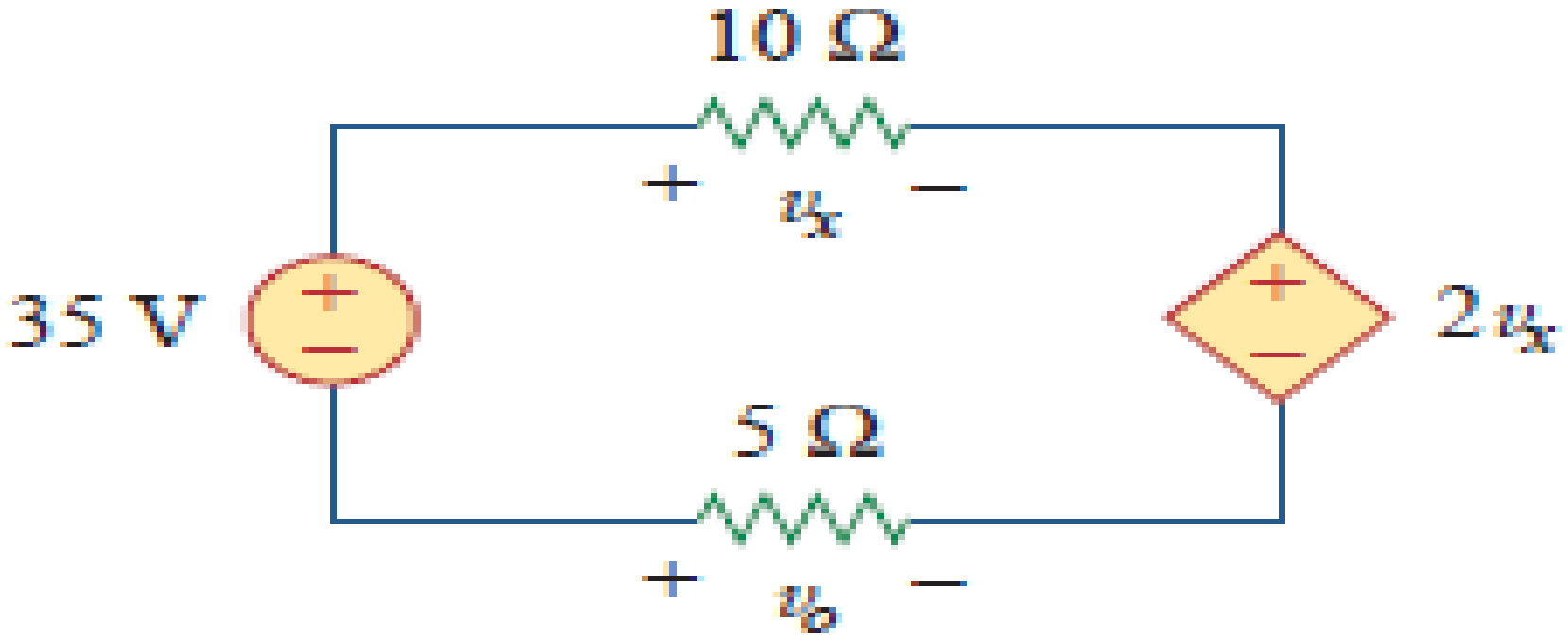


Fig. 2.6

Example 4.7

أوجد التيار i_o والتوتر v_o في الدارة المبينة في الشكل 4.7

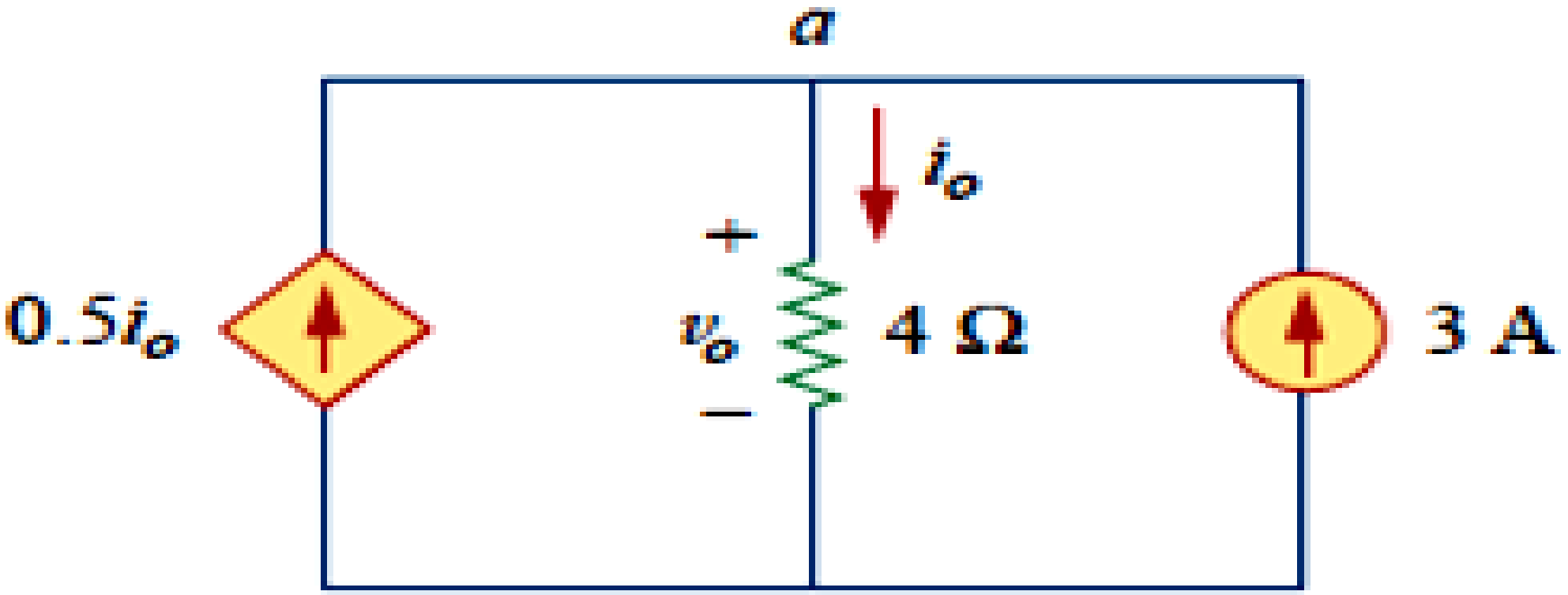


Fig. 4.7

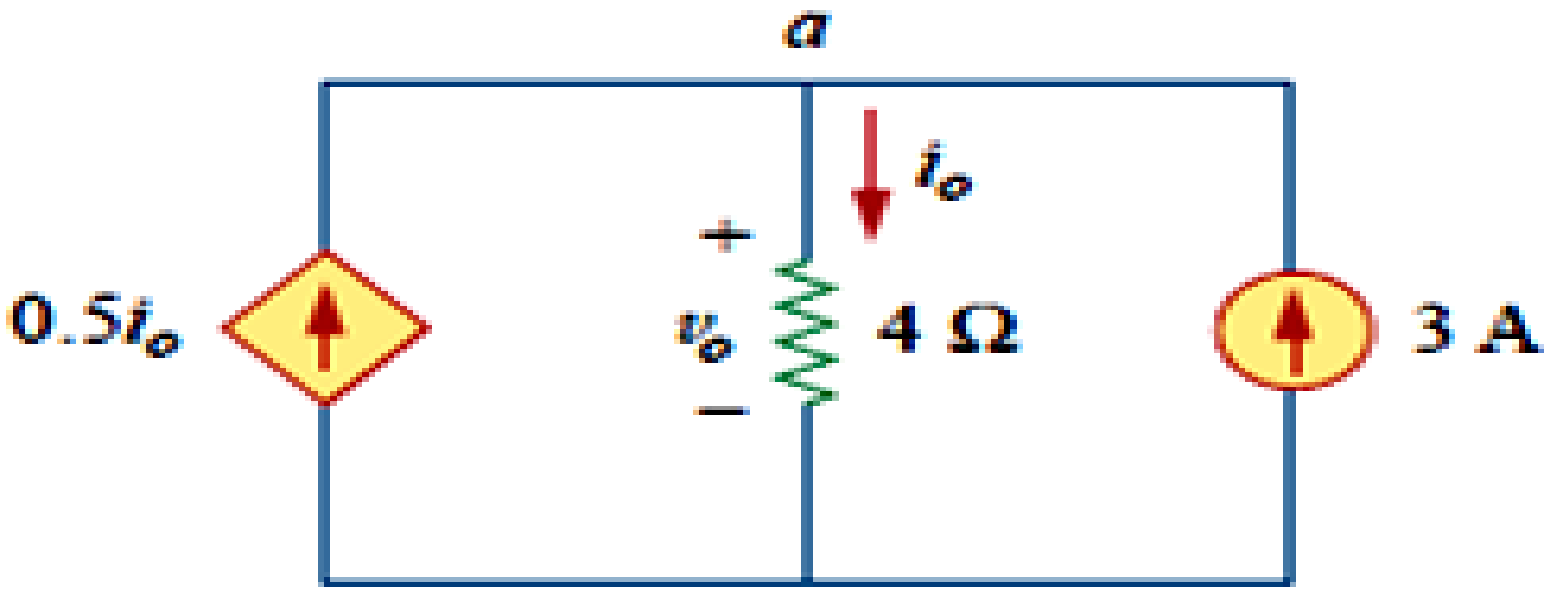
الحل:

Applying KCL to node a, we obtain

$$3 + 0.5i_o = i_o \quad \Longrightarrow \quad i_o = 6\ \text{A}$$

For the 4-Ω resistor, Ohm's law gives

$$v_o = 4i_o = 24\ \text{V}$$



Practice Problem 4.7

Find v_o and i_o in the circuit of Fig. 2.26.

Answer: 8 V, 4 A.

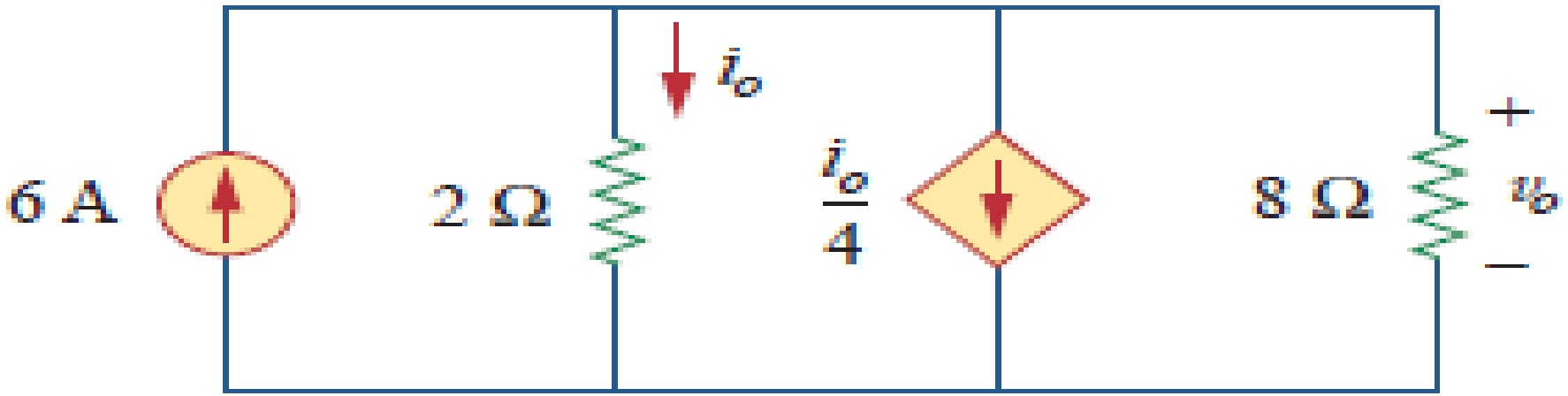
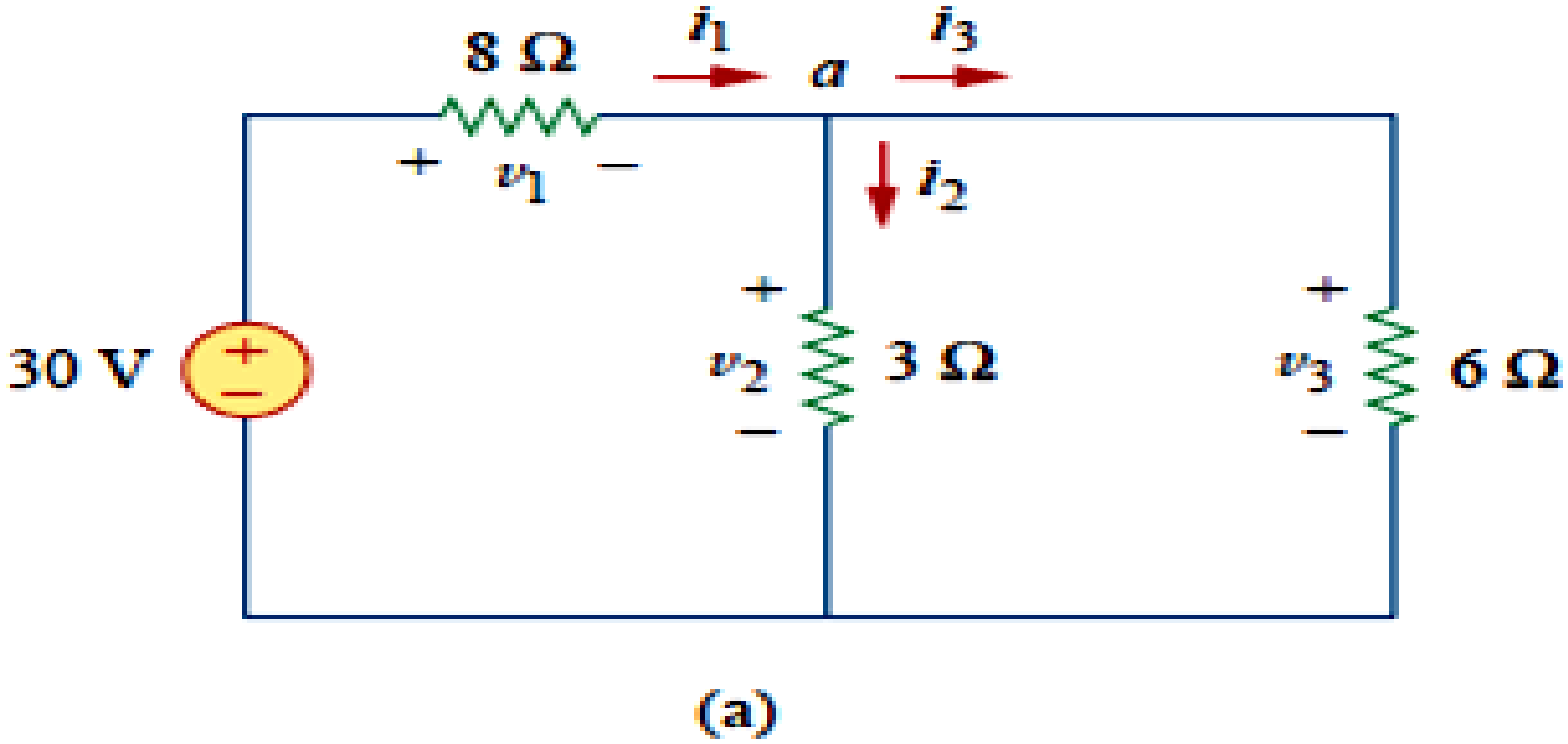


Figure 2.26

Example 4.8

أوجد التيارات والتوترات في الدارة المبينة في الشكل.



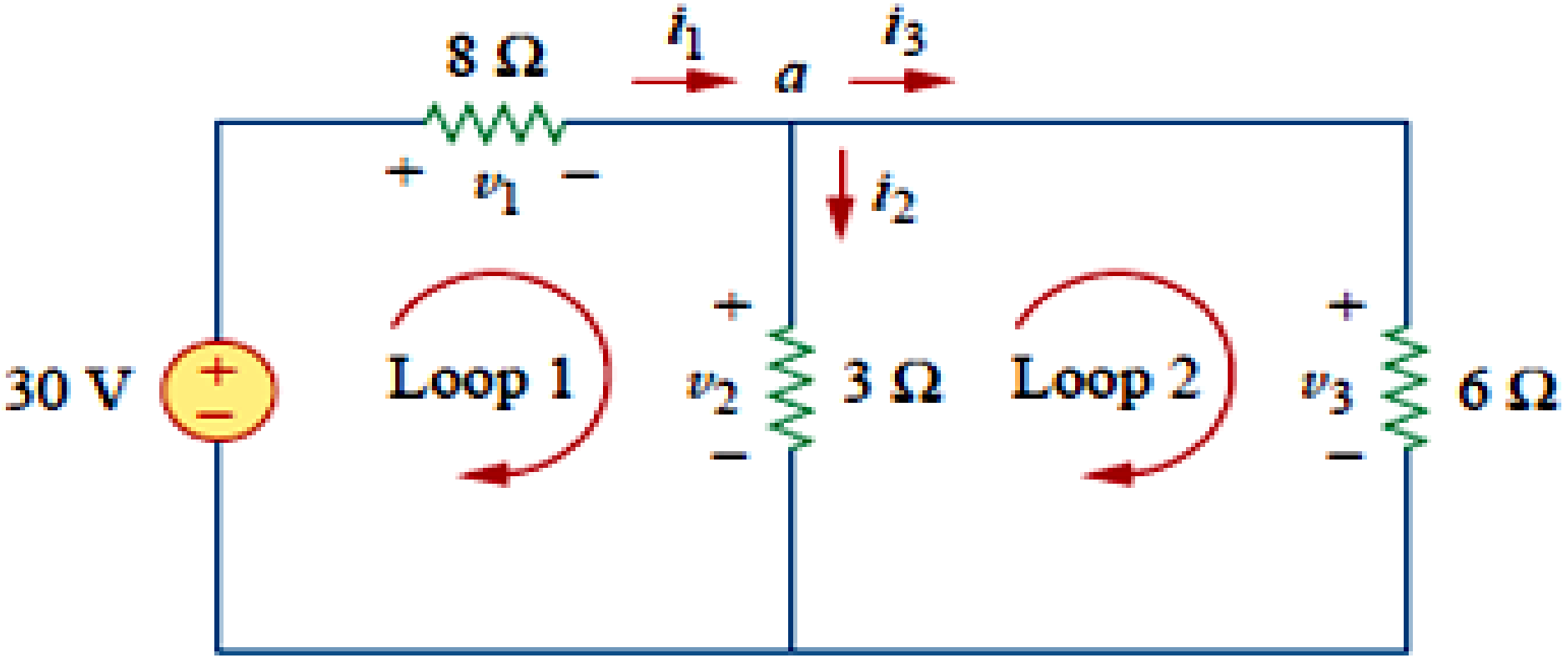
(a)

الحل:

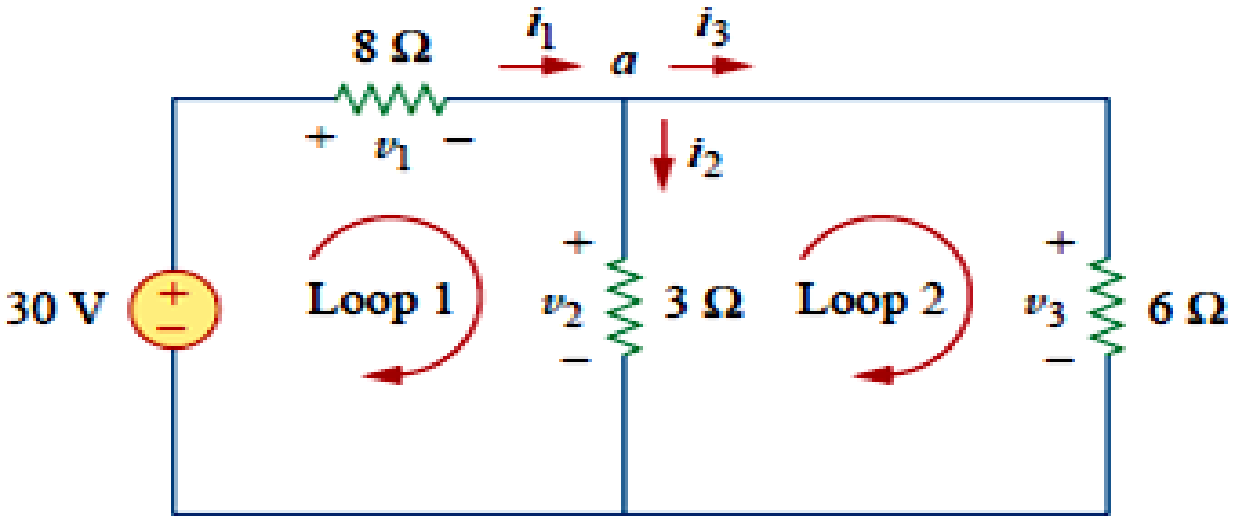
سنطبق قانون أوم وقانوني كيرشوف.

بتطبيق قانون أوم نحصل على:

$$v_1 = 8i_1, \qquad v_2 = 3i_2, \qquad v_3 = 6i_3 \qquad (2.8.1)$$



١- بتطبيق قانون قانون كيرشوف بالتيار KCL على **العقدة a**:



$$i_1 - i_2 - i_3 = 0 \quad (2.8.2)$$

٢- بتطبيق قانون قانون كيرشوف بالتوتر KVL على **الحلقة 1** كما هو مبين في الشكل :

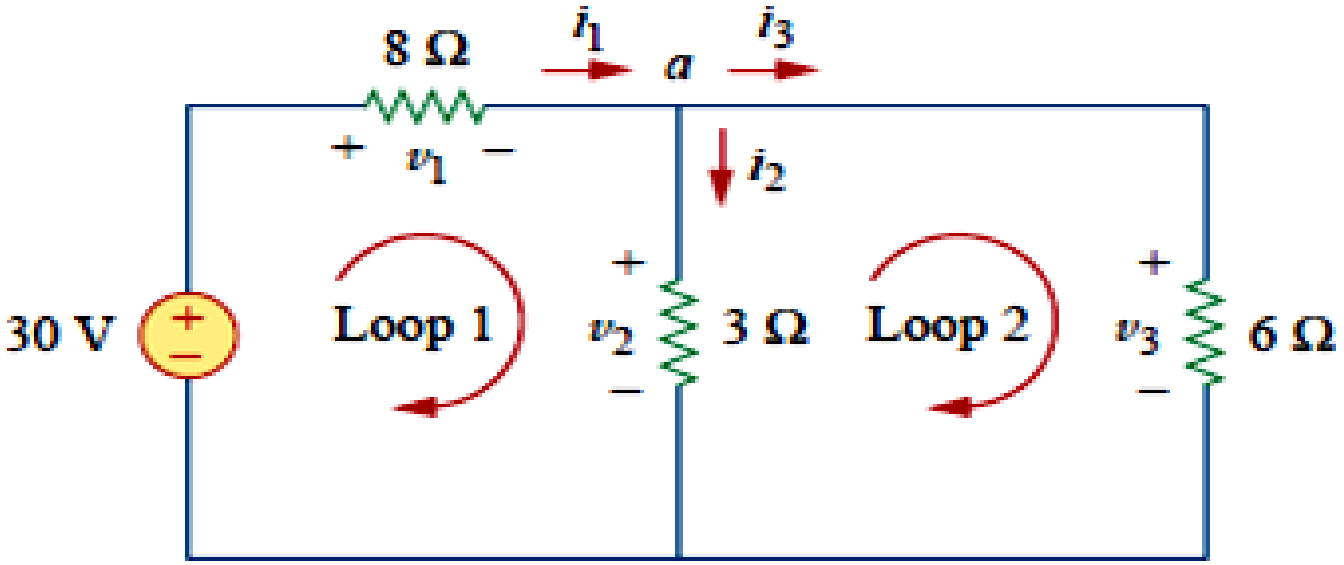
$$-30 + v_1 + v_2 = 0$$

سنكتب العلاقة السابقة بدلالة كل من i_1 و i_2 كما في العلاقة (2.8.1) فنحصل:

$$-30 + 8i_1 + 3i_2 = 0$$

$$i_1 = \frac{(30 - 3i_2)}{8} \qquad (2.8.3)$$

بتطبيق قانون قانون كيرشوف بالتوتر KVL على **<u>الحلقة 2</u>** كما هو مبين في الشكل



$$-v_2 + v_3 = 0$$

$$v_3 = v_2 \qquad (2.8.4)$$

سنكتب كل من v_1 و v_2 بدلالة i_1 و i_2 كما في العلاقة (2.8.1) فتصبح العلاقة (2.8.4) كما يلي:

$$6i_3 = 3i_2 \longrightarrow i_3 = \frac{i_2}{2} \qquad (2.8.5)$$

بتعويض العلاقات (2.8.3) و (2.8.5) في العلاقة (2.8.2) نحصل على:

$$\frac{30 - 3i_2}{8} - i_2 - \frac{i_2}{2} = 0 \longrightarrow \cdot\ i_2 = 2\ \text{A.}$$

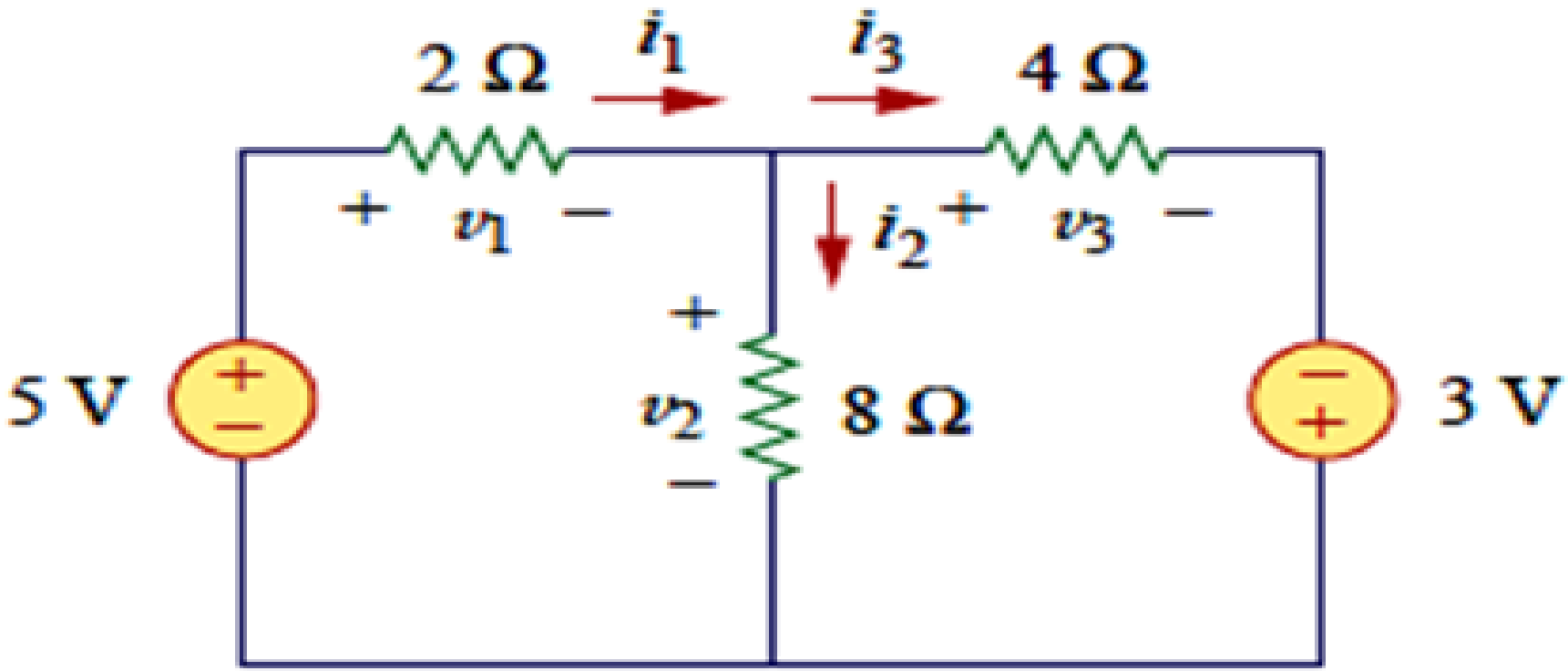
بتعويض قيمة i_2 في العلاقات من (2.8.1) إلى (2.8.5) فنحصل على:

$$i_1 = 3\ \text{A.} \qquad i_3 = 1\ \text{A.} \qquad v_1 = 24\ \text{V.} \qquad v_2 = 6\ \text{V.} \qquad v_3 = 6\ \text{V}$$

Practice Problem 4.8

Find the currents and voltages in the circuit shown in Fig. 2.28.

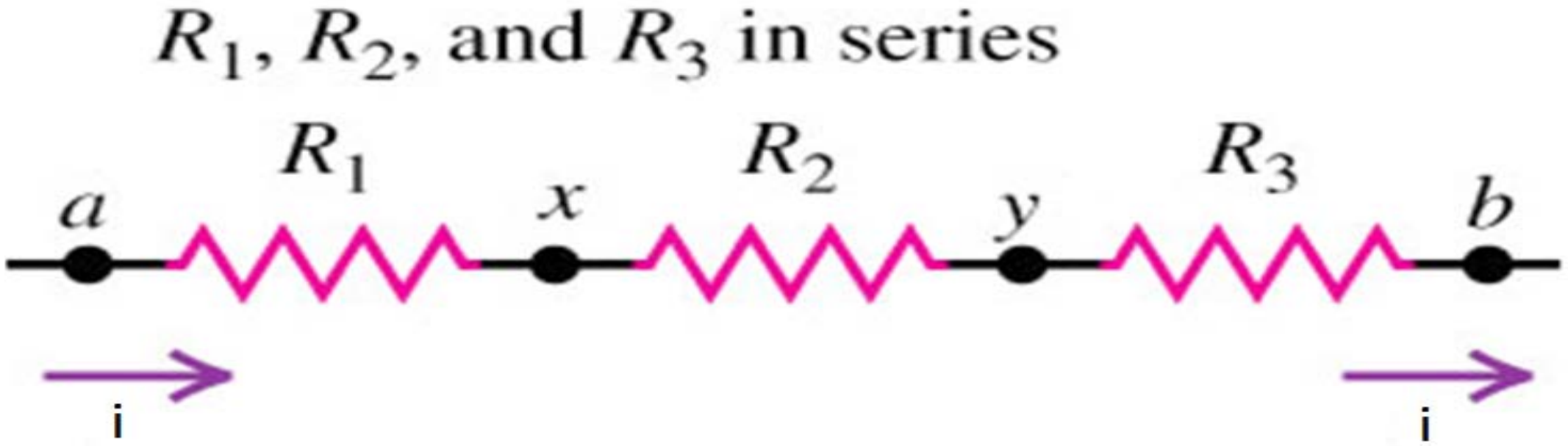
Answer: $v_1 = 3$ V, $v_2 = 2$ V, $v_3 = 5$ V, $i_1 = 1.5$ A, $i_2 = 0.25$ A, $i_3 = 1.25$ A.



4.4 Series Resistors and Voltage Division

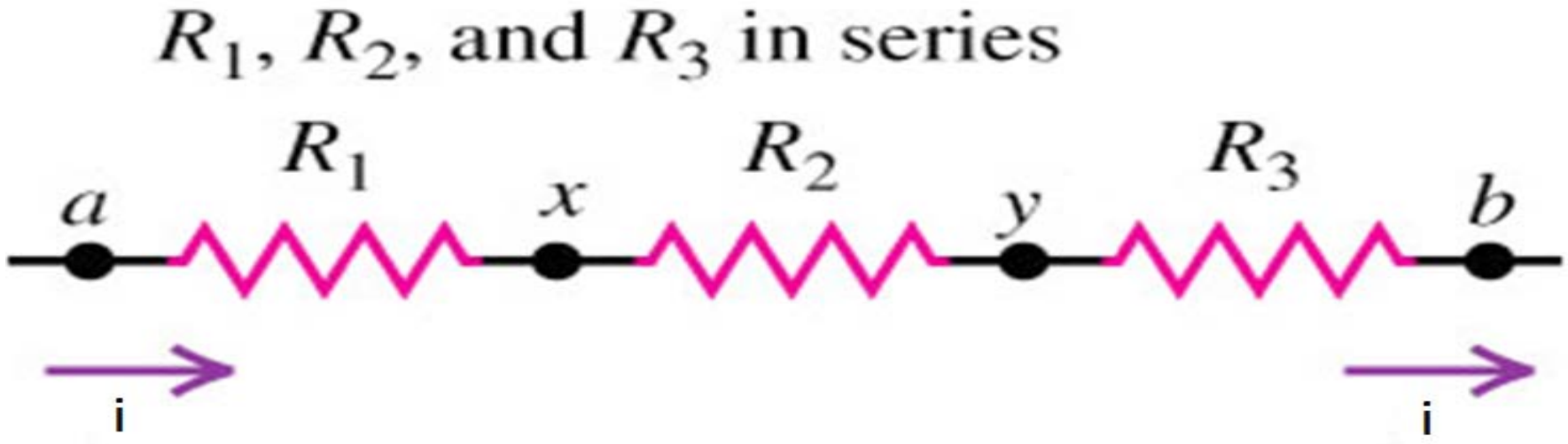
المقاومات التسلسلية ومجزئ التوتر

تكون المقاومات على **التسلسل** إذا كانت موصلة الواحدة تلو الأخرى بحيث يمر نفس التيار في كل منها.



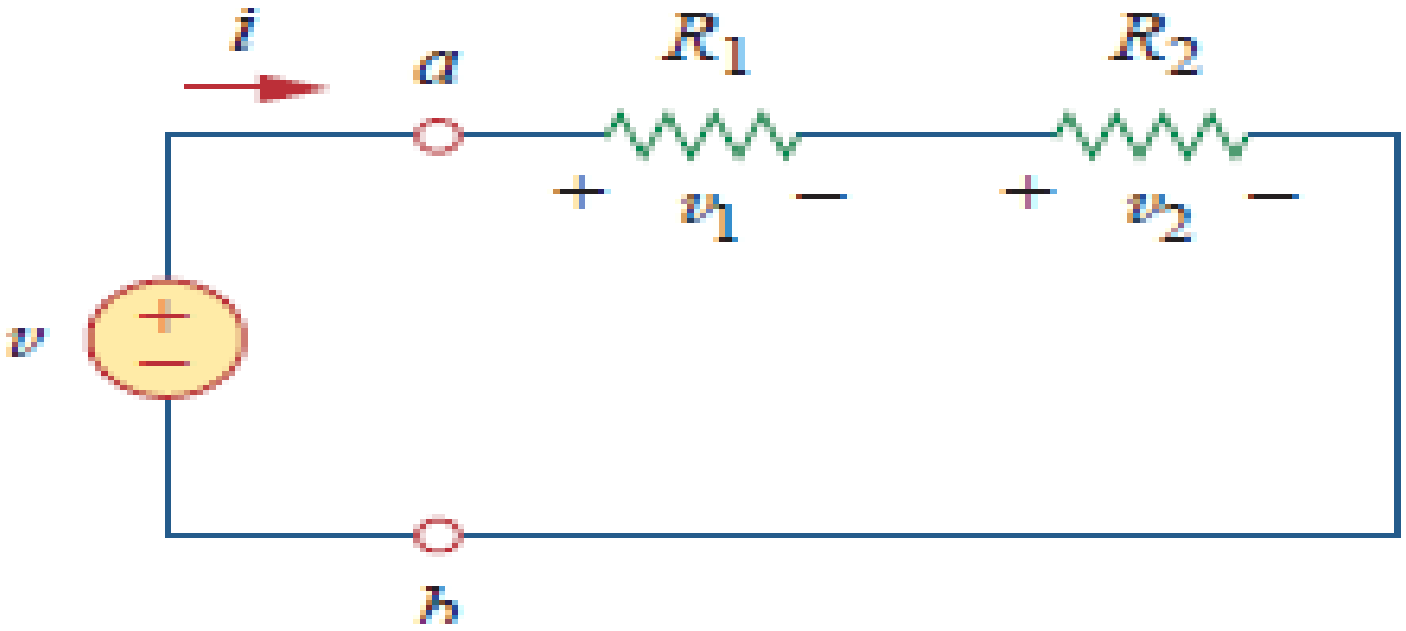
المقاومة المكافئة *equivalent resistance* لمجموعة مقاومات موصلة على التسلسل تساوي مجموع المقاومات الفردية.

$$R_{eq} = R_1 + R_2 + R_3 + \dots$$



Principle of voltage division

مبدأ مجزئ التوتر



$$i = \frac{v}{R_1 + R_2}$$

$$v_1 = iR_1, \qquad v_2 = iR_2$$

$$v_1 = \frac{R_1}{R_1 + R_2} v, \qquad v_2 = \frac{R_2}{R_1 + R_2} v$$

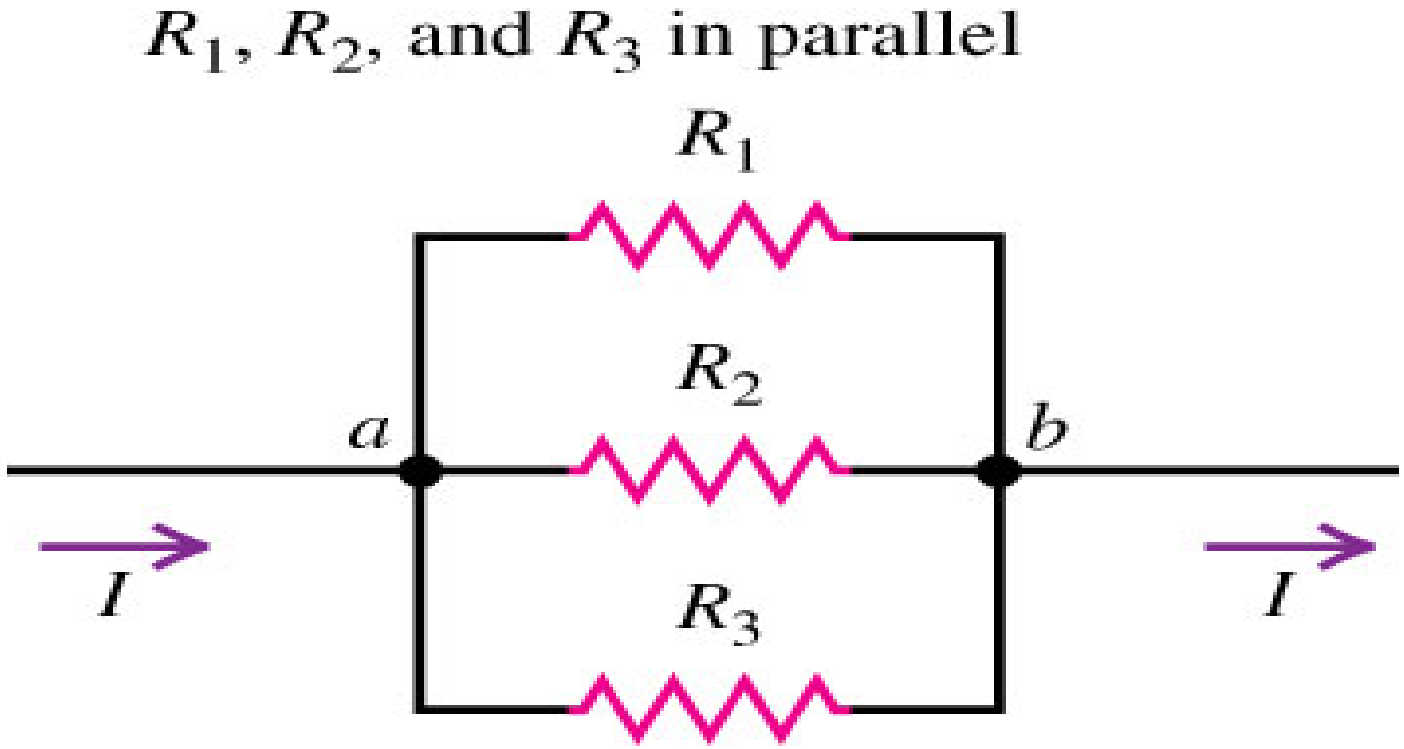
وبشكل عام في حال تجزيئ التوتر على عدد N من المقاومات (R1. R2. R3..... RN) الموصلة على التسلسل مع منبع توتر فإن التوتر الهابط على طرفي المقاومة N يعطى بالعلاقة:

$$U_n = \frac{R_n}{R_1 + R_2 + \cdots + R_N} U$$

4.5 Parallel Resistors and Current Division

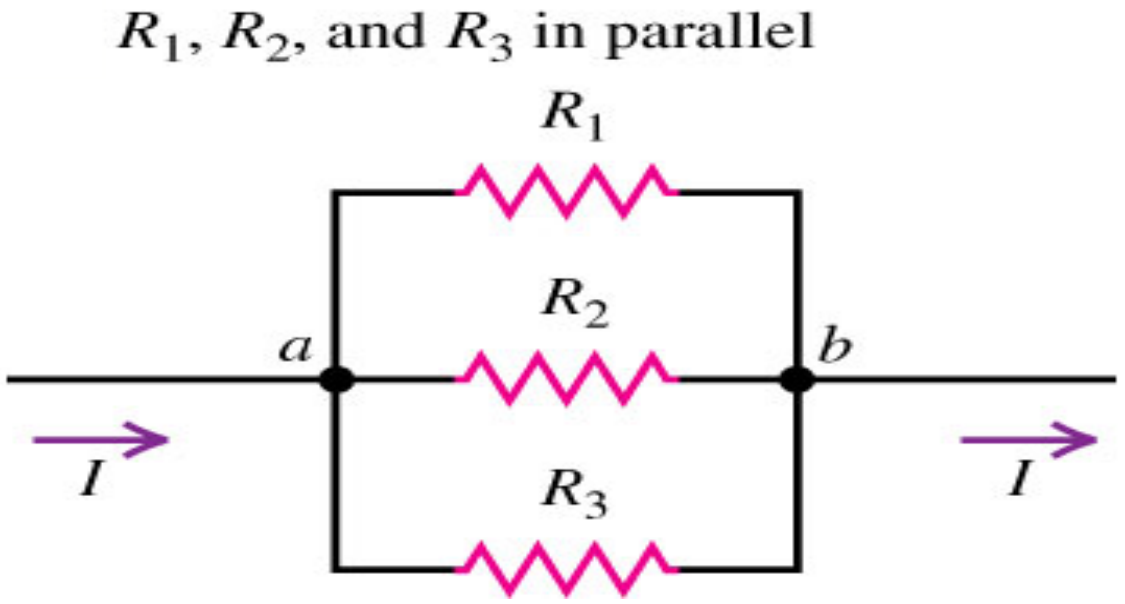
المقاومات التفرعية ومجزئ التيار

- تكون المقاومات على التفرع ***parallel*** إذا كانت موصلة بحيث يهبط نفس التوتر على طرفي كل منها .



❖ المقاومة المكافئة لمجموعة مقاومات موصلة على التفرع تعطى بالعلاقة :

$1/R_{eq} = 1/R_1 + 1/R_2 + 1/R_3 + \ldots$



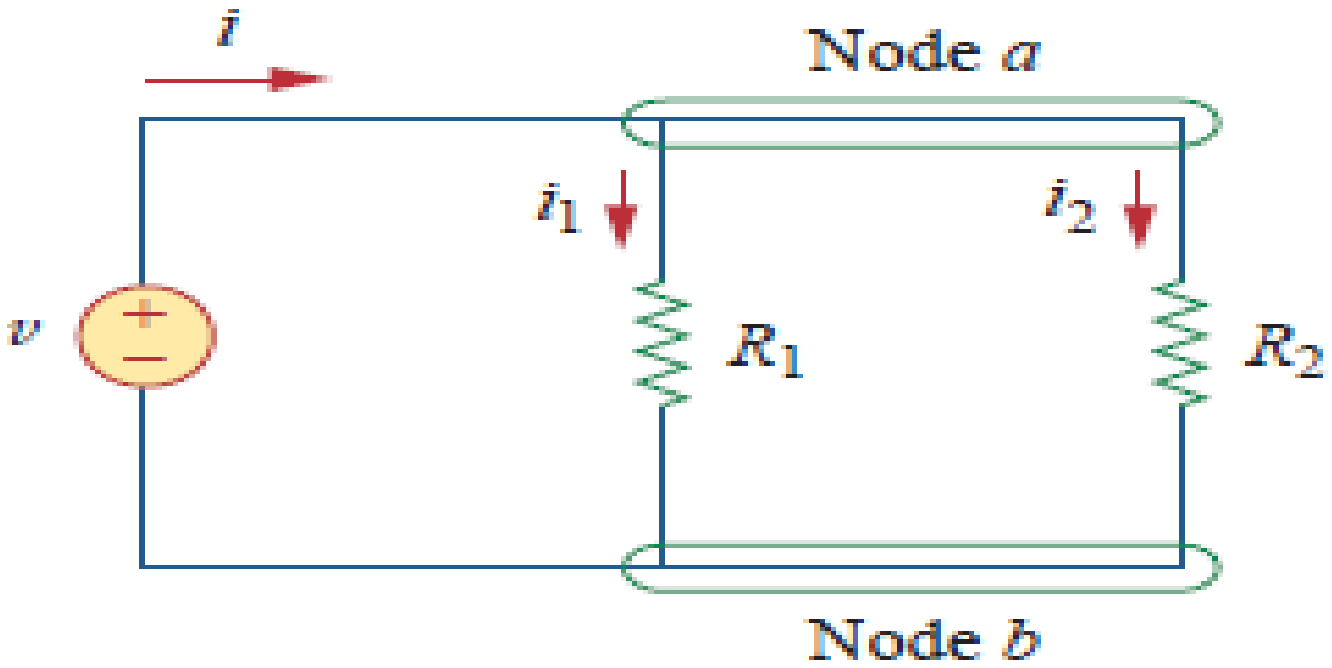
$$\frac{1}{R_{eq}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \cdots + \frac{1}{R_N}$$

عندما تُربط مقاومتان $R_1\,(=1/G_1)$ و $R_2\,(=1/G_2)$ على التفرع فإن كل من المقاومة المكافئة R_{eq} والناقلية المكافئة G_{eq} تعطى بالعلاقتين التاليتين :

$$R_{eq} = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2}, \qquad G_{eq} = G_1 + G_2$$

Principle of current division

مبدأ مجزئ التيار



$$v = iR_{eq} = i\frac{R_1R_2}{R_1+R_2}$$

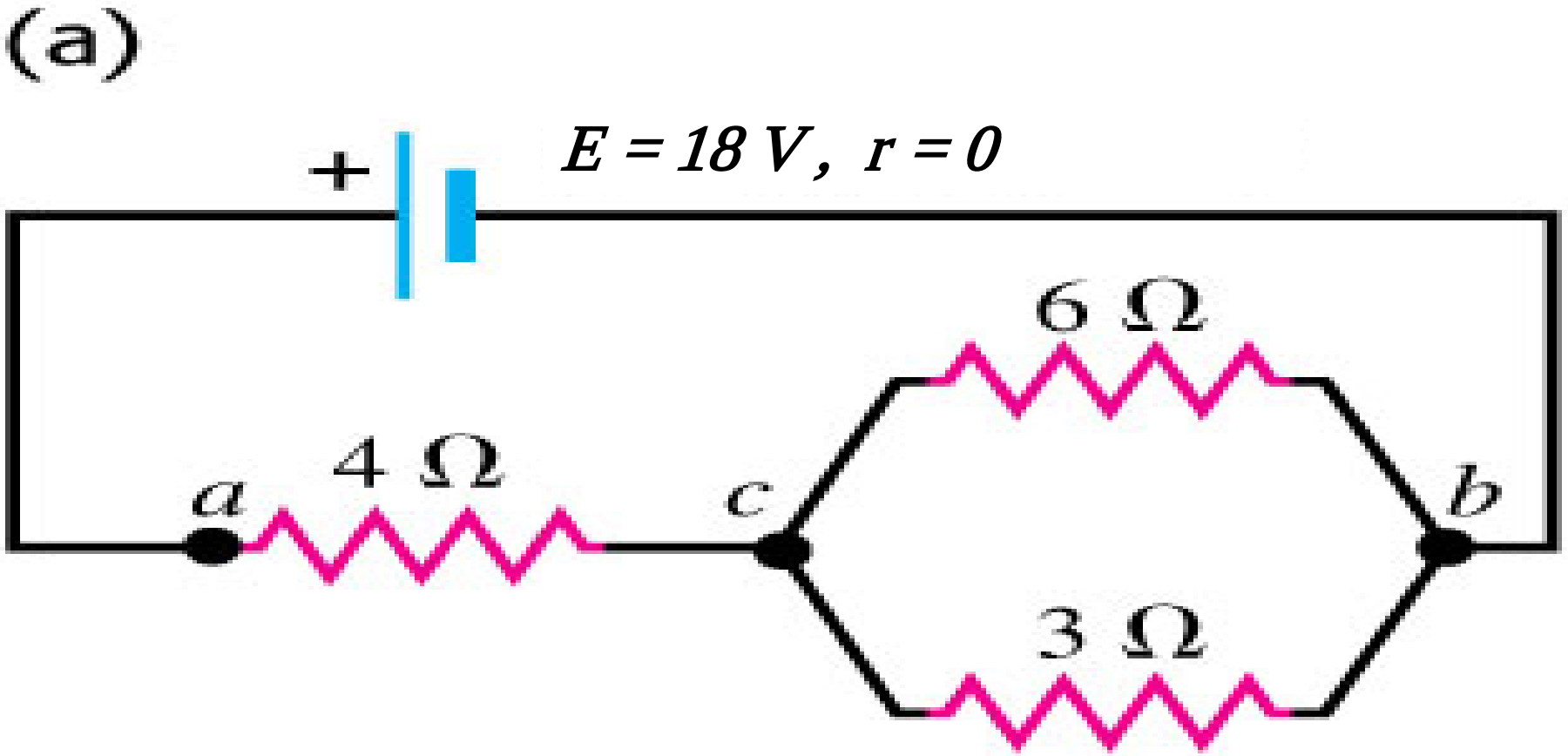
$$v = i_1R_1 = i\frac{R_1R_2}{R_1+R_2}$$

$$i_1 = i\frac{R_2}{R_1+R_2}$$

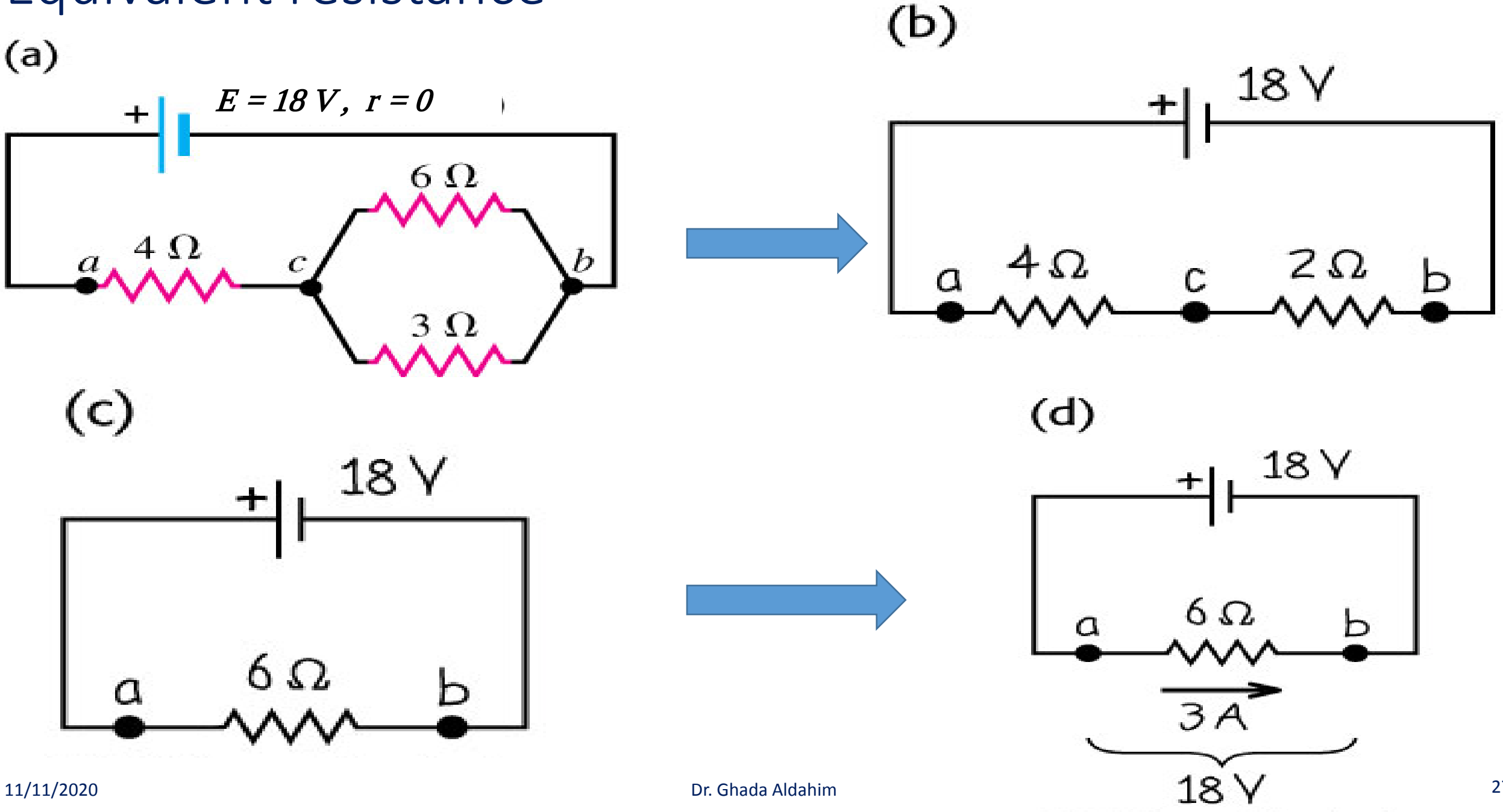
$$i_2 = i\frac{R_1}{R_1+R_2}$$

Equivalent resistance

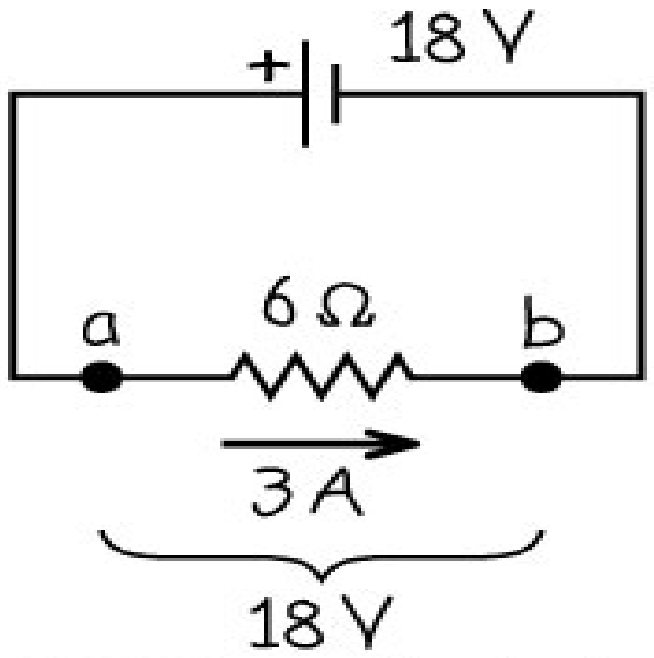
Example 1



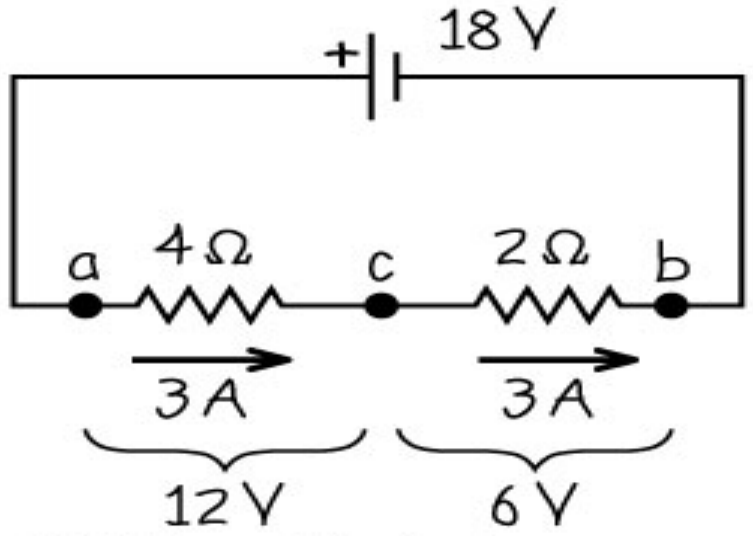
Equivalent resistance



(d)

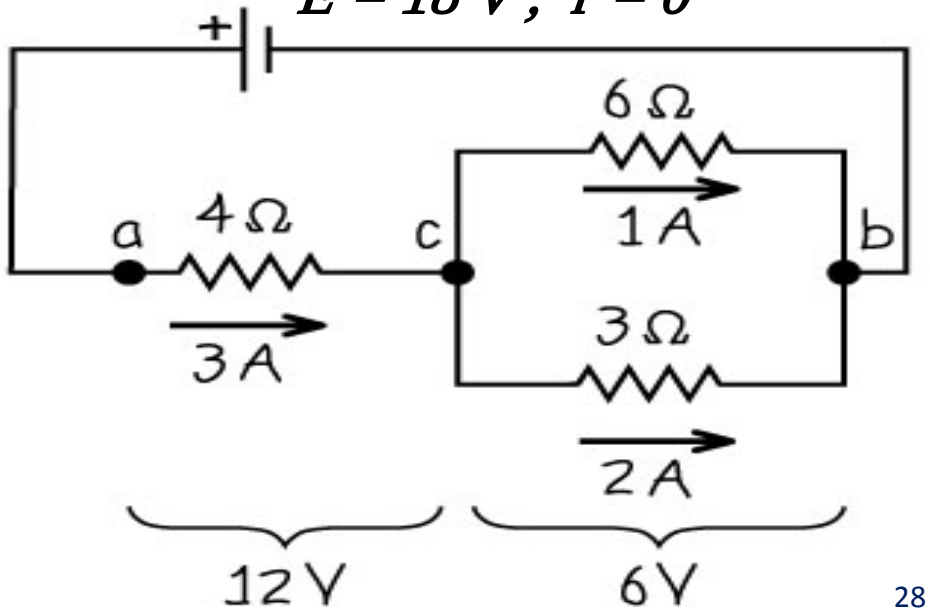

18 V
+
a
6 Ω
b
3 A
18 V

(e)


18 V
+
a
4 Ω
c
2 Ω
b
3 A
3 A
12 V
6 V

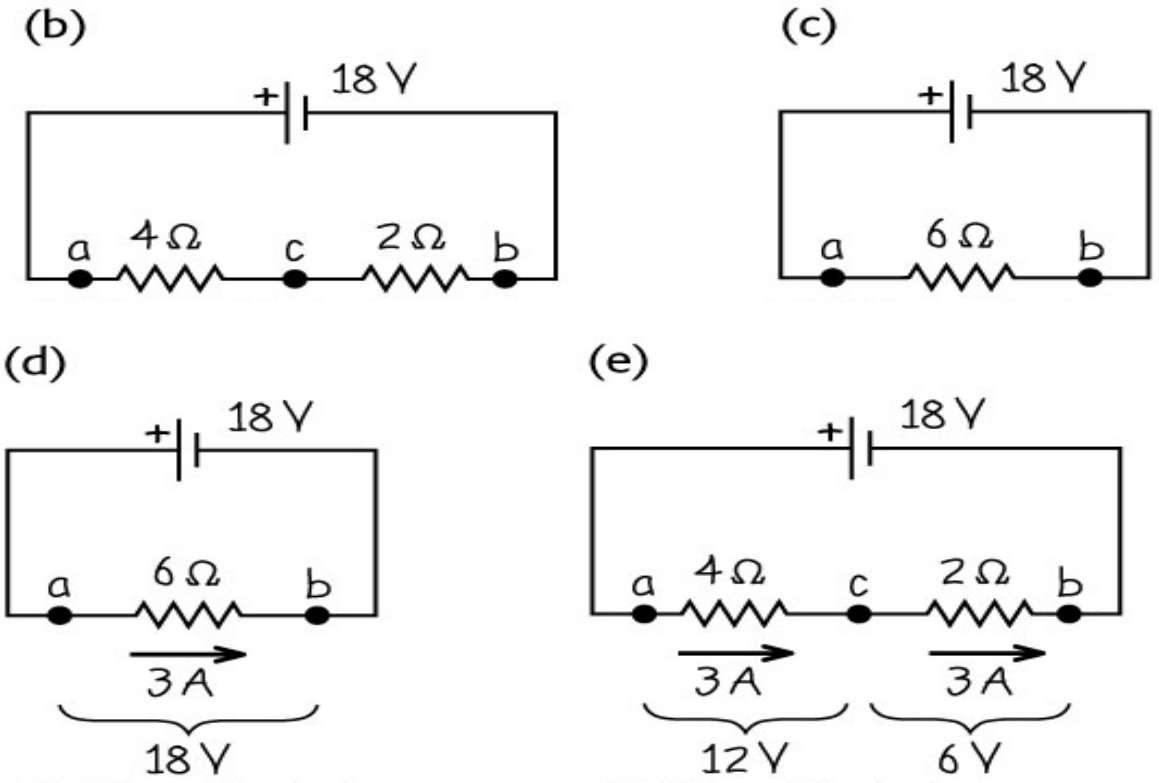
(f)

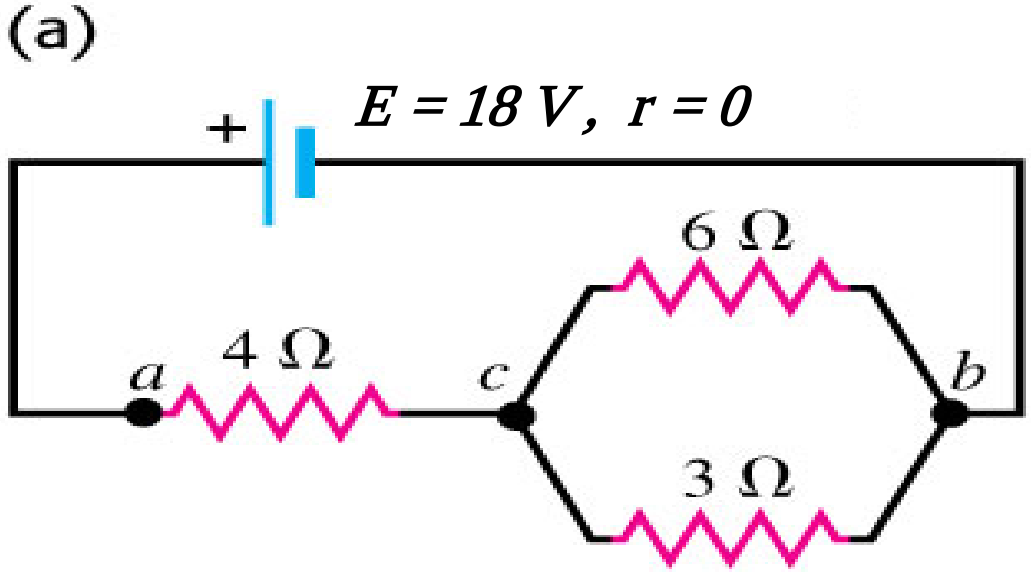
$E = 18\ V,\ r = 0$

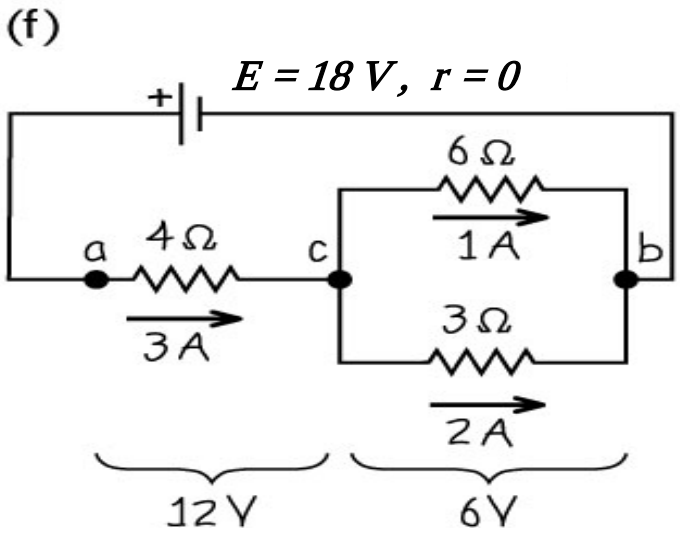

+
6 Ω
a
4 Ω
c
1 A
b
3 Ω
3 A
2 A
12 V
6 V

Equivalent resistance

Example 1 •







END OF LECTURE