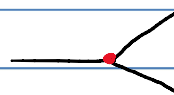


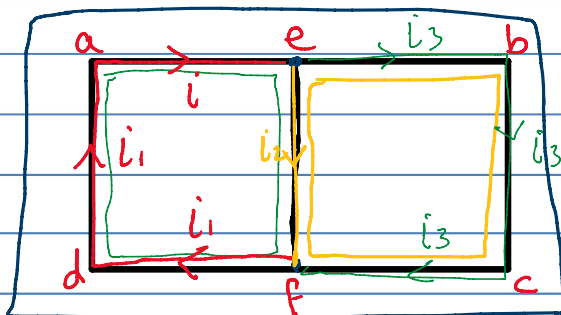
6.1 Kirchhoff's Rules6.1 قانونا كيرشوف6.2 Single-Loop Circuits6.2 دوائر كهربائية أحادية الحلقة

Junction three or more wires are connected together



branch connection between two junction

Loop closed path for the current



Two junctions e, f

three loops

aefda

ebcfe

abcd a

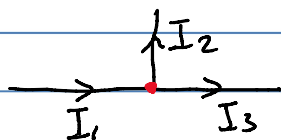
three branches

fdae

ef

ebcf

Kirchhoff's junction Rule $\leftrightarrow$ Conservation of charge



$$I_{in} = I_{out}$$

$$I_1 = I_2 + I_3$$

$$\sum I = 0 \quad I_{in} = + \quad I_{out} = -$$

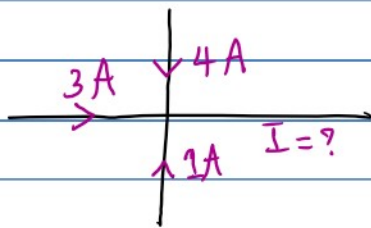
$$+I_1 - I_2 - I_3 = 0$$

Kirchoff's Junction Rule:

The sum of the currents entering a junction = the sum of the currents leaving that junction

or
the algebraic sum of the current at any junction must be zero

$$I_{in} = + \quad I_{out} = -$$



$$+3 + 4 + 1 + I = 0$$

$$I = -8 \text{ A}$$

$$I = 8 \text{ A out (Right)}$$

Kirchoff's loop rule $\longleftrightarrow$ **Conservation of energy**

The algebraic sum of potential difference around any loop must be zero

ΔV {	battery	$\Delta V = V_{emf}$
	Resistor	$\Delta V = IR$
	Capacitor	$\Delta V = \frac{q}{C}$

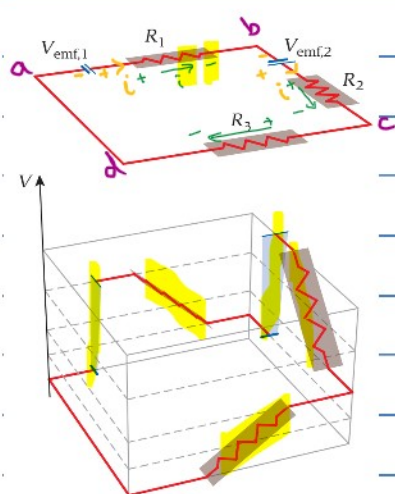
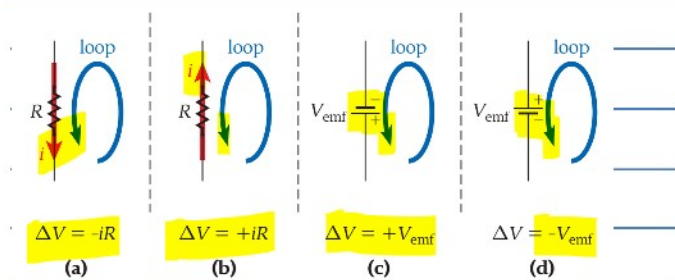
$$\sum V_{emf} - \sum iR = 0$$

battery $\Delta V = \pm V_{emf}$ Resistor $\Delta V = \pm iR$

Table 6.1

Conventions Used to Determine the Sign of Potential Changes Around a Single-Loop Circuit Containing Several Resistors and Sources of emf

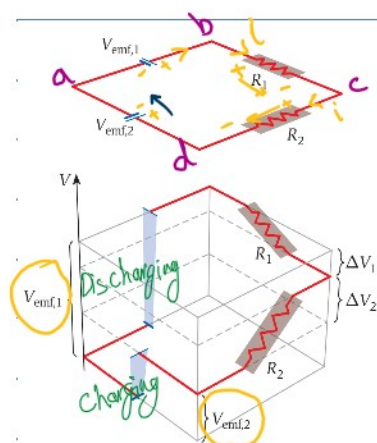
Element	Direction of Analysis	Potential Change
R	Same as current	$-iR$ (a)
R	Opposite to current	$+iR$ (b)
V_{emf}	Same as emf	$+V_{emf}$ (c)
V_{emf}	Opposite to emf	$-V_{emf}$ (d)



No junction only one loop
Loop abcd a

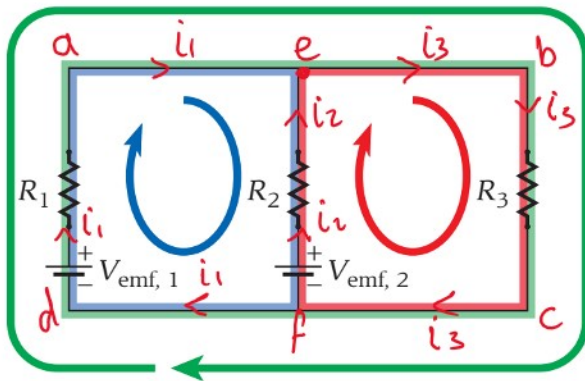
$$+V_{emf,1} - iR_1 + V_{emf,2} - iR_2 - iR_3 = 0$$

$$V_{emf,1} > V_{emf,2}$$



Loop abcd a

$$+V_{emf,1} - iR_1 - iR_2 - V_{emf,2} = 0$$



Two junctions e and f

Three loops aefda

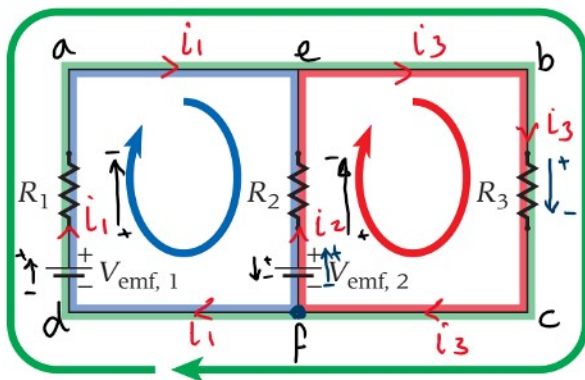
ebcfe

abcda

Three branches fdae

fe

ebcf



Junction e :

$$+i_1 + i_2 - i_3 = 0$$

Junction f :

$$-i_1 - i_2 + i_3 = 0$$

Loop aefda :

$$+i_2 R_2 - V_{emf,2} + V_{emf,1} - i_1 R_1 = 0$$

Loop ebcfe

$$-i_3 R_3 + V_{emf,2} - i_2 R_2 = 0$$

Loop abcda

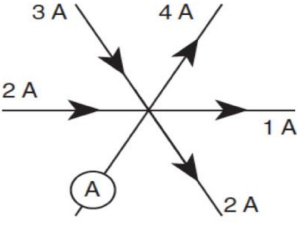
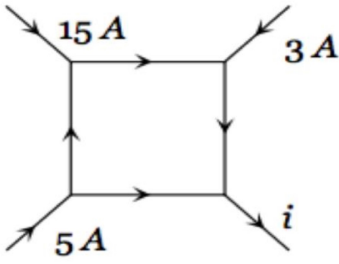
$$-i_3 R_3 + V_{emf,1} - i_1 R_1 = 0$$

6.1 Kirchhoff's Rules

6.1 قانونا كيرشوف

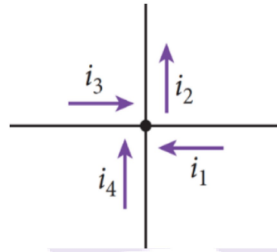
6.2 Single-Loop Circuits

6.2 دوائر كهربائية أحادية الحلقة

1			
Kirchhoff's junction rule is an example of		قاعدة كيرشوف للوصلة مثال على	
	Conservation of energy قانون حفظ الطاقة		Conservation of mass قانون حفظ الكتلة
	Conservation of charge قانون حفظ الشحنة		Conservation of potential قانون حفظ الجهد
2			
What is the ammeter reading in the figure shown ?			ما قراءة الأميتر في الشكل المقابل ؟
	1A		3A
	2A		4A
3			
What is the current i in the figure shown ?			ما مقدار التيار الكهربائي i في الشكل المقابل ؟
	-3A		3A
	13A		23A

4

For the junction shown in the figure, which equation correctly expresses the sum of the currents ?



في الوصلة الموضحة في الشكل، أي معادلة تصف مجموع التيارات بشكل صحيح عند الوصلة؟

$$i_1 + i_2 + i_3 + i_4 = 0$$

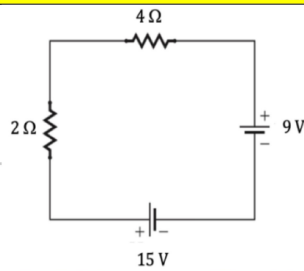
$$-i_1 + i_2 + i_3 - i_4 = 0$$

$$i_1 - i_2 + i_3 + i_4 = 0$$

$$i_1 - i_2 - i_3 - i_4 = 0$$

5

What is the current in the circuit?



ما مقدار التيار الكهربائي في الدائرة؟

$$1.0A$$

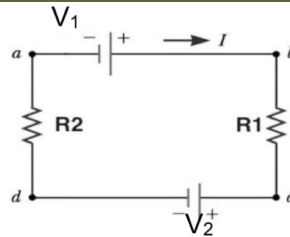
$$4.0A$$

$$1.5A$$

$$6.0A$$

6

Which of the following equations represent the current in the shown circuit?



أي من المعادلات التالية تعبر عن التيار الكهربائي في الدائرة الموضحة؟

$$I = \frac{V_1 - V_2}{R_1 - R_2}$$

$$I = \frac{V_2 - V_1}{R_1 - R_2}$$

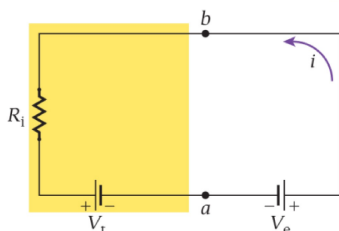
$$I = \frac{V_1 - V_2}{R_1 + R_2}$$

$$I = \frac{V_2 - V_1}{R_1 + R_2}$$

7

A 12.0 V battery with internal resistance $R_i = 0.200 \, \Omega$ is charged by a battery charger that is capable of delivering a current of magnitude $i = 6.00 \, \text{A}$. What is the minimum emf the battery charger must supply to be able to charge the battery?

شحنت بطارية جهدها 12.0 V وذات مقاومة داخلية مقدارها $R_i = 0.200 \, \Omega$ بشاحن بطارية قادر على توصيل تيار مقداره $i = 6.00 \, \text{A}$. ما أقل قوة دافعة كهربائية يجب على شاحن البطارية توفيرها ليتمكن من شحن البطارية؟



8

Kirchhoff's Junction Rule states that

ينص قانون كيرشوف للتيار على أن

المجموع الجبري للتيارات عند أي وصلة في دائرة يجب أن يساوي صفراً.

The algebraic sum of the currents at any junction in a circuit must be zero.

المجموع الجبري لتغيرات الجهد حول أي حلقة مغلقة في دائرة يجب أن يساوي صفراً.

The algebraic sum of the potential changes around any closed loop in a circuit must be zero.

التيار في دائرة مزودة بمقاوم ومكثف يتغير أسياً مع الزمن.

the current in a circuit with a resistor and a capacitor varies exponentially with time

التيار عند وصلة معينة يحدد عن طريق ناتج ضرب المقاومة والسعة.

the current at a junction is given by the product of the resistance and the capacitance

الزمن الخاص بزيادة التيار عند وصلة معينة يحدد عن طريق ناتج ضرب المقاومة والسعة

the time for the current development at a junction is given by the product of the resistance and the capacitance

9

Kirchhoff's Loop Rule states that	ينص قانون كيرشوف للجهد على أن
The algebraic sum of the currents around a complete circuit loop must be zero	المجموع الجبري للتيارات حول حلقة دائرة كاملة يجب أن يساوي صفراً.
the resistances around a complete circuit loop must sum to zero	مجموع المقاومات حول حلقة دائرة كاملة يجب أن يساوي صفراً.
the sources of emf around a complete circuit loop must sum to zero	مجموع مصادر القوة الدافعة الكهربائية حول حلقة دائرة كاملة يجب أن يساوي صفراً.
The sum of the potential differences around a complete circuit loop must be greater than zero	مجموع فروق الجهد حول حلقة دائرة كاملة يجب أن يكون أكبر من صفر
the potential differences around a complete circuit loop must sum to zero	مجموع فروق الجهد حول حلقة دائرة كاملة يجب أن يساوي صفراً

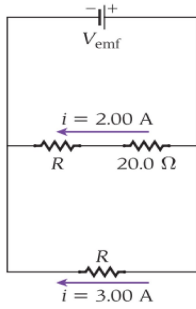
10

Two resistors, R_1 and R_2 , are connected in series across a potential difference, ΔV_0 . Express the potential drop across each resistor individually, in terms of these quantities.	مقاومان R_1 و R_2 موصلان على التوالي عبر فرق جهد ΔV_0 عبر عن انخفاض الجهد عب كل مقاوم على حدة، بدلالة هذه الكميات.
--	--

11

Three resistors are connected across a battery as shown in the figure. What values of R and V_{emf} will produce the indicated currents?

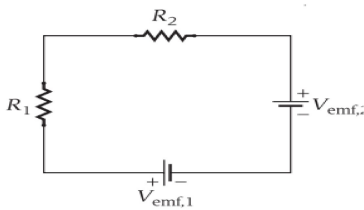
ثلاث مقاومات موصلة عب طرفي بطارية كما هو موضح في الشكل. ما قيمتا R و V_{emf} اللتان ستولدان التيارات المشار إليها؟



12

The single-loop circuit shown in the figure has $V_{\text{emf},1} = 16\text{V}$, $V_{\text{emf},2} = 10\text{V}$, and $R_1 = 24\Omega$. The current flowing in the circuit is 0.16A . What is the resistance R_2 ?

للدائرة أحادية الحلقة الموضحة في الشكل قوة كهربائية مقدارها $V_{\text{emf},1} = 16\text{V}$ و $V_{\text{emf},2} = 10\text{V}$ ومقاوم يبلغ $R_1 = 24\Omega$. مقدار التيار المتدفق في الدائرة هو 0.16A . ما مقدار المقاومة R_2 ؟



When analyzing loops in electric circuits, which of the following assumptions is correct for the conventions used to determine the sign of potential changes?

أثناء تحليل الحلقات في الدوائر الكهربائية، أي من الافتراضات التالية صحيح بالنسبة للإشارات الخاصة بتغيرات الجهد؟

Element	Direction of Analysis	Potential Change
R	Same as current	$-iR$
R	Opposite to current	$+iR$
V_{emf}	Same as emf	$+V_{emf}$
V_{emf}	Opposite to emf	$-V_{emf}$

Element	Direction of Analysis	Potential Change
R	Same as current	$+iR$
R	Opposite to current	$-iR$
V_{emf}	Same as emf	$+V_{emf}$
V_{emf}	Opposite to emf	$-V_{emf}$

Element	Direction of Analysis	Potential Change
R	Same as current	$-iR$
R	Opposite to current	$+iR$
V_{emf}	Same as emf	$-V_{emf}$
V_{emf}	Opposite to emf	$+V_{emf}$

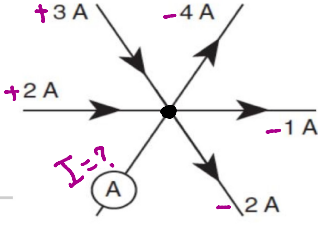
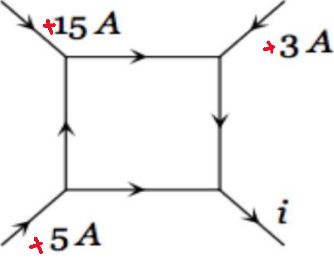
Element	Direction of Analysis	Potential Change
R	Same as current	$+iR$
R	Opposite to current	$-iR$
V_{emf}	Same as emf	$-V_{emf}$
V_{emf}	Opposite to emf	$+V_{emf}$

6.1 Kirchhoff's Rules

6.1 قانونا كيرشوف

6.2 Single-Loop Circuits

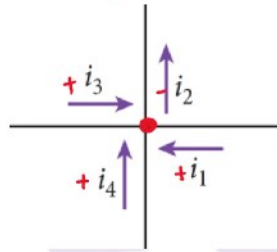
6.2 دوائر كهربائية أحادية الحلقة

1			
Kirchhoff's junction rule is an example of		قاعدة كيرشوف للوصلة مثال على	
	Conservation of energy قانون حفظ الطاقة		Conservation of mass قانون حفظ الكتلة
	Conservation of charge قانون حفظ الشحنة		Conservation of potential قانون حفظ الجهد
2			
What is the ammeter reading in the figure shown ? $+2 + 3 - 4 - 1 - 2 + I = 0$ $I = +2 \text{ A in}$			ما قراءة الأميتر في الشكل المقابل ؟
	1A		3A
	2A		4A
3			
What is the current i in the figure shown ? $+15 + 3 + 5 + i = 0$ $i = -23 \text{ A}$ $i = 23 \text{ A out}$			ما مقدار التيار الكهربائي i في الشكل المقابل ؟
	-3A		3A
	13A		23A

4

For the junction shown in the figure, which equation correctly expresses the sum of the currents ?

$$+i_1 - i_2 + i_3 + i_4 = 0$$



في الوصلة الموضحة في الشكل، أي معادلة تصف مجموع التيارات بشكل صحيح عند الوصلة؟

$$i_1 + i_2 + i_3 + i_4 = 0$$

$$-i_1 + i_2 + i_3 - i_4 = 0$$

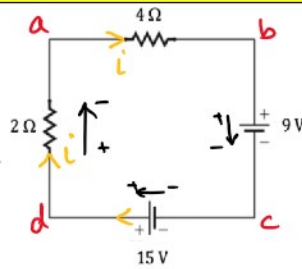
$$i_1 - i_2 + i_3 + i_4 = 0$$

$$i_1 - i_2 - i_3 - i_4 = 0$$

5

What is the current in the circuit?

Loop abcda
 $-4i - 9 + 15 - 2i = 0$
 $i = 1A$ clockwise



ما مقدار التيار الكهربائي في الدائرة؟

$$i = \frac{V_{emf}}{R}$$

$$i = \frac{|V_{emf2} \pm V_{emf1}|}{R_1 + R_2}$$

$$i = \frac{15-9}{2+4} = 1A$$

$$1.0A$$

$$4.0A$$

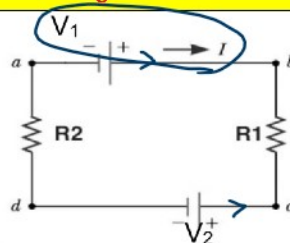
$$1.5A$$

$$6.0A$$

6

Which of the following equations represent the current in the shown circuit?

$$i = \frac{|V_{emf1} \pm V_{emf2}|}{R_1 + R_2} = \frac{V_1 - V_2}{R_1 + R_2}$$



أي من المعادلات التالية تعبر عن التيار الكهربائي في الدائرة الموضحة؟

$$I = \frac{V_1 - V_2}{R_1 - R_2}$$

$$I = \frac{V_2 - V_1}{R_1 - R_2}$$

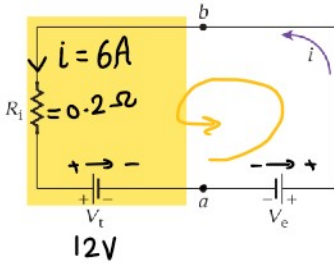
$$I = \frac{V_1 - V_2}{R_1 + R_2}$$

$$I = \frac{V_2 - V_1}{R_1 + R_2}$$

7

A 12.0 V battery with internal resistance $R_i = 0.200 \, \Omega$ is charged by a battery charger that is capable of delivering a current of magnitude $i = 6.00 \, \text{A}$. What is the minimum emf the battery charger must supply to be able to charge the battery?

شحنت بطارية جهدها 12.0 V وذات مقاومة داخلية مقدارها $R_i = 0.200 \, \Omega$ بشاحن بطارية قادر على توصيل تيار مقداره $i = 6.00 \, \text{A}$. ما أقل قوة دافعة كهربائية يجب على شاحن البطارية توفيرها ليتمكن من شحن البطارية؟



$$+V_e - iR_i - V_t = 0$$

$$V_e - 6 \times 0.2 - 12 = 0$$

$$V_e = 13.2 \, \text{V}$$

8

Kirchhoff's Junction Rule states that

ينص قانون كيرشوف للتيار على أن

المجموع الجبري للتيارات عند أي وصلة في دائرة يجب أن يساوي صفراً.

The algebraic sum of the currents at any junction in a circuit must be zero.

المجموع الجبري لتغيرات الجهد حول أي حلقة مغلقة في دائرة يجب أن يساوي صفراً.

The algebraic sum of the potential changes around any closed loop in a circuit must be zero.

التيار في دائرة مزودة بمقاوم ومكثف يتغير أسياً مع الزمن.

the current in a circuit with a resistor and a capacitor varies exponentially with time

التيار عند وصلة معينة يحدد عن طريق ناتج ضرب المقاومة والسعة.

the current at a junction is given by the product of the resistance and the capacitance

الزمن الخاص بزيادة التيار عند وصلة معينة يحدد عن طريق ناتج ضرب المقاومة والسعة

the time for the current development at a junction is given by the product of the resistance and the capacitance

9

Kirchhoff's Loop Rule states that

ينص قانون كيرشوف للجهد على أن

المجموع الجبري للتيارات حول حلقة دائرة كاملة يجب أن يساوي صفراً.

The algebraic sum of the currents around a complete circuit loop must be zero

مجموع المقاومات حول حلقة دائرة كاملة يجب أن يساوي صفراً.

the resistances around a complete circuit loop must sum to zero

مجموع مصادر القوة الدافعة الكهربائية حول حلقة دائرة كاملة يجب أن يساوي صفراً.

the sources of emf around a complete circuit loop must sum to zero

مجموع فروق الجهد حول حلقة دائرة كاملة يجب أن يكون أكبر من صفراً

The sum of the potential differences around a complete circuit loop must be greater than zero

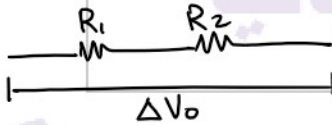
مجموع فروق الجهد حول حلقة دائرة كاملة يجب أن يساوي صفراً

the potential differences around a complete circuit loop must sum to zero

10

Two resistors, R_1 and R_2 , are connected in series across a potential difference, ΔV_0 . Express the potential drop across each resistor individually, in terms of these quantities.

مقاومان R_1 و R_2 موصلان على التوالي عبر فرق جهد ΔV_0 عبر عن انخفاض الجهد عب كل مقاوم على حدة، بدلالة هذه الكميات.



$$R_{eq} = R_1 + R_2$$

$$i = \frac{\Delta V_0}{R_1 + R_2}$$

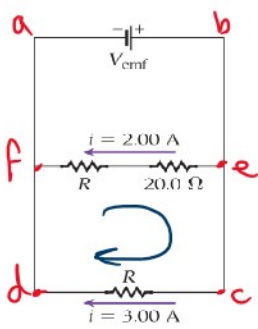
$$\Delta V_1 = i R_1 = \frac{\Delta V_0 R_1}{R_1 + R_2}$$

$$\Delta V_2 = i R_2 = \frac{\Delta V_0 R_2}{R_1 + R_2}$$

11

Three resistors are connected across a battery as shown in the figure. What values of R and V_{emf} will produce the indicated currents?

ثلاث مقاومات موصلة عبر طرفي بطارية كما هو موضح في الشكل. ما قيمتا R و V_{emf} اللتان ستولدان التيارات المشار إليها؟



① ΔV constant

$$V_{emf} = i(R + 20) = iR$$

$$V_{emf} = 2(R + 20) = 3R$$

$$2R + 40 = 3R \Rightarrow R = 40\Omega$$

$$V_{emf} = 3R = 3 \times 40 = 120V$$

② Loop f e c d f

$$+2(R + 20) - 3R = 0$$

$$2R + 40 - 3R = 0 \Rightarrow R = 40\Omega$$

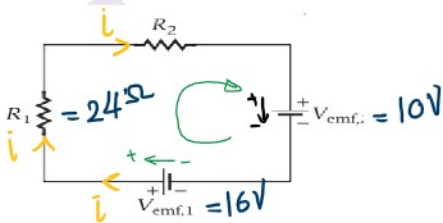
Loop a b c d a

$$+V_{emf} - 3R = 0 \Rightarrow V_{emf} = 120V$$

12

The single-loop circuit shown in the figure has $V_{emf,1} = 16V$, $V_{emf,2} = 10V$, and $R_1 = 24\Omega$. The current flowing in the circuit is 0.16 A. What is the resistance R_2 ?

للدائرة أحادية الحلقة الموضحة في الشكل قوة كهربائية مقدارها $V_{emf,1} = 16V$ و $V_{emf,2} = 10V$ ومقاوم يبلغ $R_1 = 24\Omega$. مقدار التيار المتدفق في الدائرة هو 0.16 A. ما مقدار المقاومة R_2 ؟



$$+V_{emf,1} - iR_1 - iR_2 - V_{emf,2} = 0$$

$$16 - 0.16 \times 24 - 0.16R_2 - 10 = 0$$

$$R_2 = 13.5\Omega$$

When analyzing loops in electric circuits, which of the following assumptions is correct for the conventions used to determine the sign of potential changes?

أثناء تحليل الحلقات في الدوائر الكهربائية، أي من الافتراضات التالية صحيح بالنسبة للإشارات الخاصة بتغيرات الجهد؟

Element	Direction of Analysis	Potential Change	Element	Direction of Analysis	Potential Change
R	Same as current	$-iR$	R	Same as current	$+iR$
R	Opposite to current	$+iR$	R	Opposite to current	$-iR$
V_{emf}	Same as emf	$+V_{emf}$	V_{emf}	Same as emf	$+V_{emf}$
V_{emf}	Opposite to emf	$-V_{emf}$	V_{emf}	Opposite to emf	$-V_{emf}$
Element	Direction of Analysis	Potential Change	Element	Direction of Analysis	Potential Change
R	Same as current	$-iR$	R	Same as current	$+iR$
R	Opposite to current	$+iR$	R	Opposite to current	$-iR$
V_{emf}	Same as emf	$-V_{emf}$	V_{emf}	Same as emf	$-V_{emf}$
V_{emf}	Opposite to emf	$+V_{emf}$	V_{emf}	Opposite to emf	$+V_{emf}$