12

6 دوائر التيار المستمر

الثاني عشر متقدم
الفصل الدراسي الثاني

قناة لحظات فيزيائية

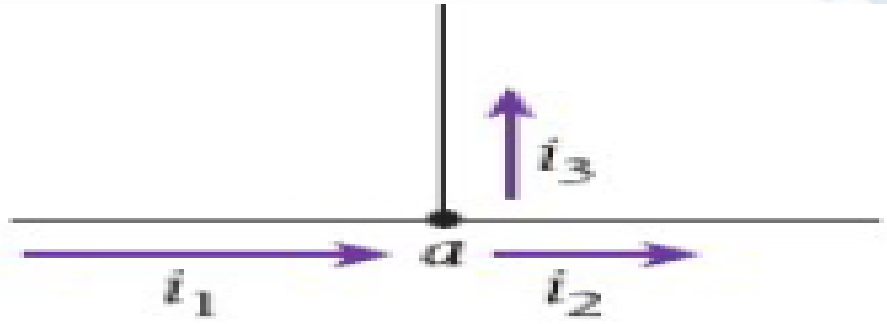


اسم الدرس	رابط الدرس
القانون الأول لكيرشوف	https://www.youtube.com/watch?v=xNmgJRQQzsE
القانون الثاني لكيرشوف	https://www.youtube.com/watch?v=p9ViNzjA5UI
حل مسائل علي قانونا كيرشوف	https://www.youtube.com/watch?v=Z1BE25m2ClY
قنطرة ويتستون	https://www.youtube.com/watch?v=_bKDAq7PlyA
الأميتر والفولتميتر	https://www.youtube.com/watch?v=bjctD4fLuL4

6.1 قانونا كيرشوف
قانون كيرشوف للتيار (الوصله)

الأستاذ :- محمد عبدالعاطي ياسين

الوصلة:- هي مكان في الدائرة حيث يوصل ثلاثة أسلاك أو أكثر بعضها ببعض . يطلق على كل توصيلة بين وصلتين في دائرة فرع ،



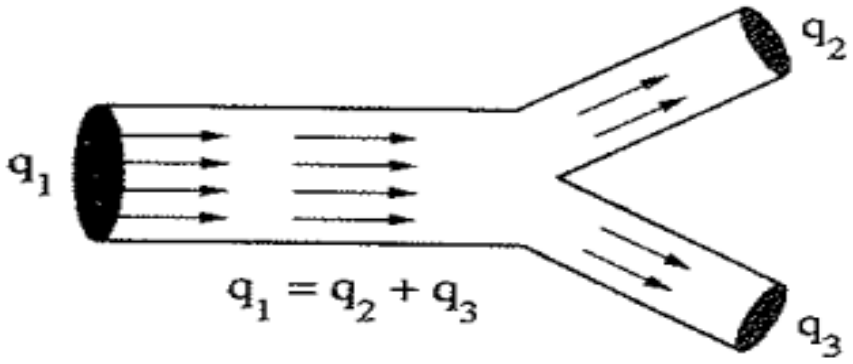
الشكل 6.3 وصلة مفردة من دائرة متعددة الحلقات.

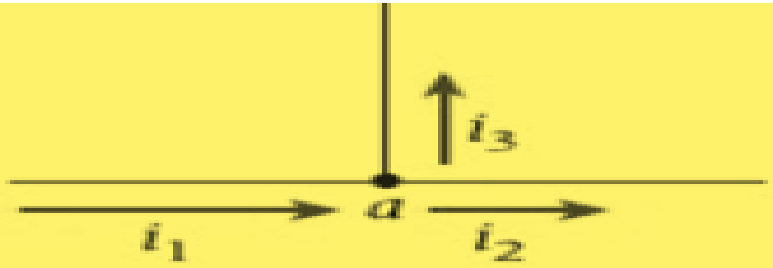
يمكن أن يحتوي الفرع على عدد من عناصر الدوائر المختلفة والأسلاك التي بينها ، كما يمكن أن يكون لكل فرع تيار متدفق ..

ويكون هذا التيار هو نفسه في جميع أجزاء الفرع ، هذه الفكرة تقودنا إلى قانون كيرشوف للتيار

قانون كيرشوف الأول للتيار

استنتج كيرشوف أن مجموع الشحنات الداخله يساوي مجموع الشحنات الخارجه في نفس الزمن وتوصل الي القانون الأول لكيرشوف





الشكل 6.3 وصلة مفردة من دائرة متعددة الحلقات.

مجموع التيارات الداخلة عند اي وصلة يساوي مجموع التيارات الخارجة **تصف القاعدة حفظ الشحنة**

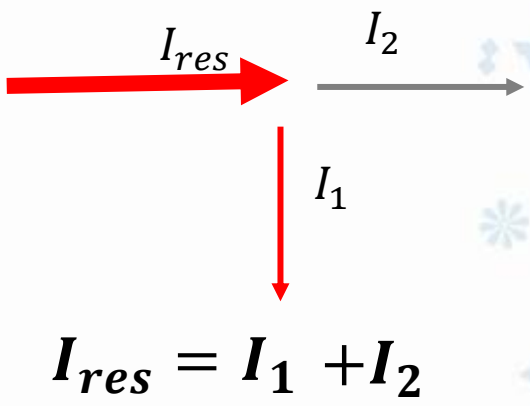
مجموع الجبري للتيارات عند نقطه في دائرة مغلقه تساوي صفر

مجموع التيارات الداخلة عند اي وصلة يساوي مجموع التيارات الخارجة **تصف القاعدة حفظ الشحنة**

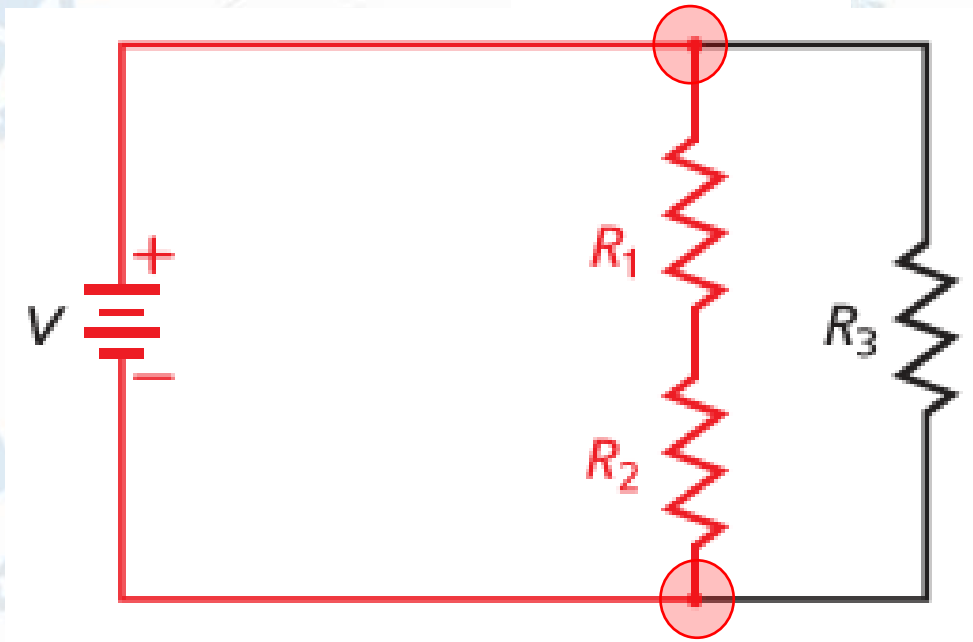
قاعدة الوصلة

قاعدتا كيرشوف

ماذا تعني قاعدة الوصلة؟

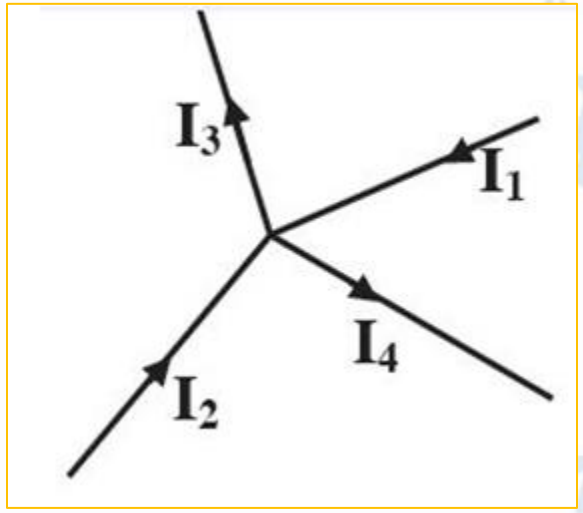


$$I_{res} = I_1 + I_2$$



قاعدة الوصلة

قاعدتا كيرشوف



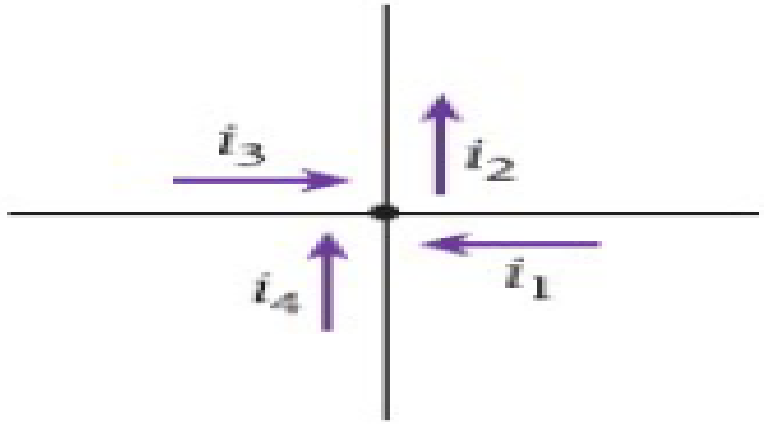
تدريب

اكتب المعادلة الصحيحة للتيار

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

مراجعة المفاهيم 6.1

في الوصلة الموضحة في الشكل، ما المعادلة التي تعبر بشكل صحيح عن مجموع قيم التيارات؟



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

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

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

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

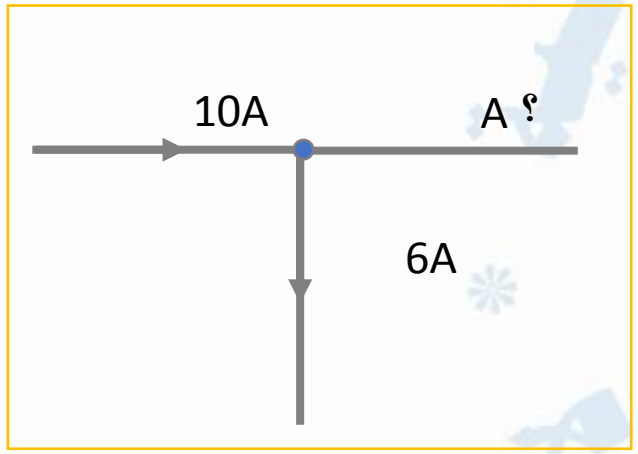
e) $i_1 + i_2 - i_3 - i_4 = 0$

مجموع التيارات الداخلة = مجموع التيارات الخارجة عند الوصلة.

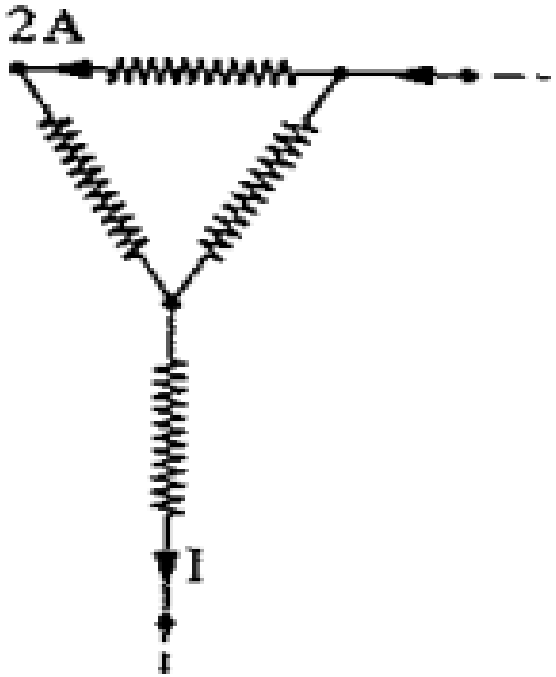
مجموع التيارات الداخلة عند اي وصلة يساوي مجموع التيارات الخارجة **تصف القاعدة حفظ الشحنة**

قاعدتا كيرشوف

تدريب



حدد مقدار واتجاه التيار المجهول في الوصلة التالية ؟



فى الشكل الموضح إذا كانت جميع المقاومات متساوية

تكون قيمة I هى .....

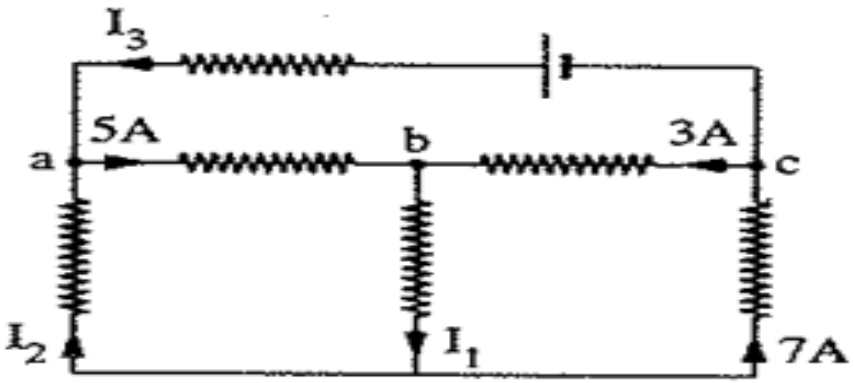
(أ) 2 A

(ب) 4 A

6 A

(د) لا شيء مما سبق

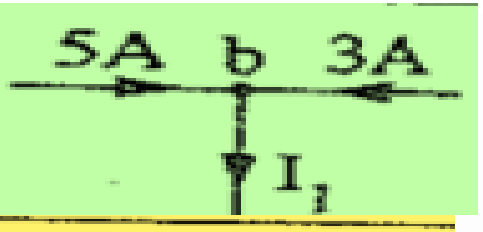
مثال ٢ احسب قيم شدة التيارات للدائرة المبينة بالشكل المقابل.



الحل عند النقطة (a) هناك تياران مجهولان I_2 ، I_3 بينما عند كل من النقطتين (b) ، (c) هناك تيار واحد مجهول القيمة I_1 ، I_3 على الترتيب.

عند النقطة (b)

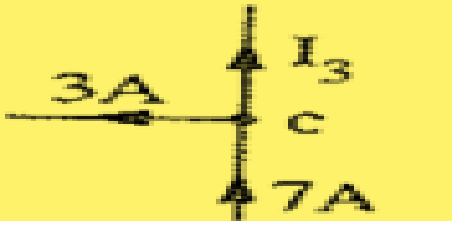
$$I_1 = 5 + 3 = 8\ A$$



عند النقطة (c)

$$7 = 3 + I_3$$

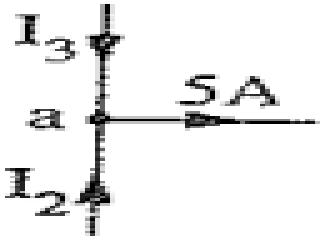
$$\therefore I_3 = 4\ A$$



عند النقطة (a)

$$I_2 + I_3 = 5 \qquad \therefore I_2 + 4 = 5$$

$$\therefore I_2 = 5 - 4 = 1\ A$$



12

6 دوائر التيار المستمر

قناة لحظات فيزيائية

الثاني عشر متقدم
الفصل الدراسي الثاني





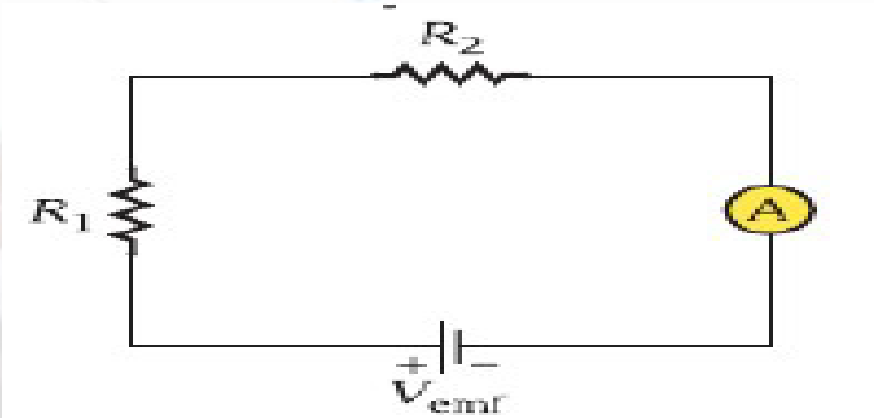
6.1 قانونا كيرشوف
القانون الثاني قانون كيرشوف للجهد

6.2 دوائر كهربائيه أحادية وثنائية

الأستاذ :- محمد عبدالعاطي ياسين

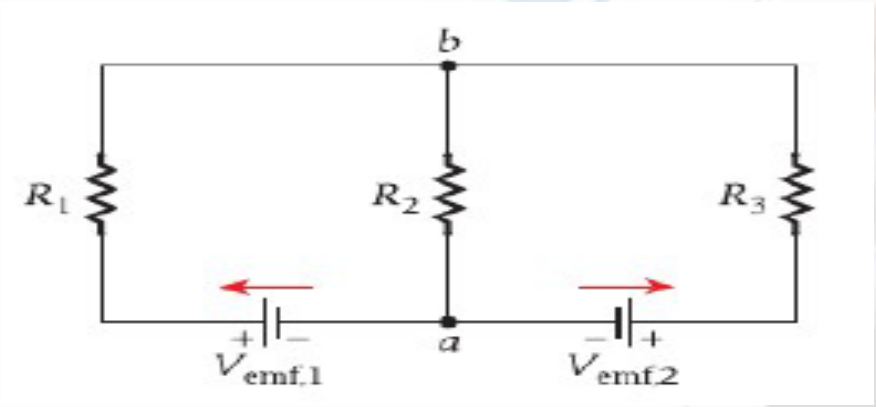
أنواع الدوائر الكهربائية

دوائر كهربائية أحادية الحلقة



- لا توجد وصلات في الدائرة الكهربائية لذا تتكون من فرع واحد
- يكون التيار نفسه في جميع أجزاء الدائرة الكهربائية

دوائر كهربائية متعددة الحلقات



- متعددة الوصلات وبالتالي هناك أكثر من فرع للدائرة الكهربائية
- ليس لجميع أجزاء الحلقة نفس التيار الكهربائي

تأكيد على مفاهيم سابقة القسم (6.1)

قانون كيرشوف الأول: « عند أي نقطة تفرع أو اتصال في دائرة كهربائية، يكون مجموع التيارات الداخلة فيها مُساوياً لمجموع التيارات الخارجة منها، أي أن المجموع الجبري للتيارات عند تلك النقطة يُساوي صفر» حفظ الشحنة

$$\sum I_{in} = \sum I_{out} \quad \rightarrow \quad \sum I_{tot} = 0$$

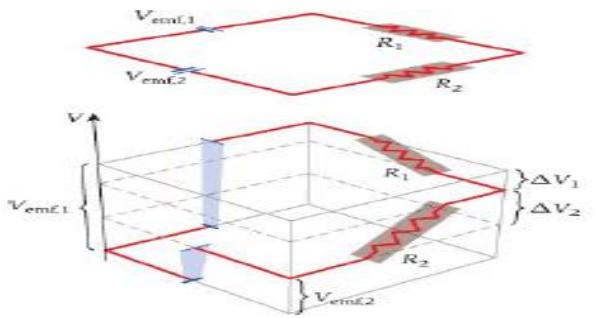
قانون كيرشوف الثاني: « المجموع الجبري للتغيرات في الجهد الكهربائي عبر عناصر أي مسار مغلق في دائرة كهربائية يُساوي صفر» حفظ الطاقة

$$\sum V_{closed\ loop} = 0$$

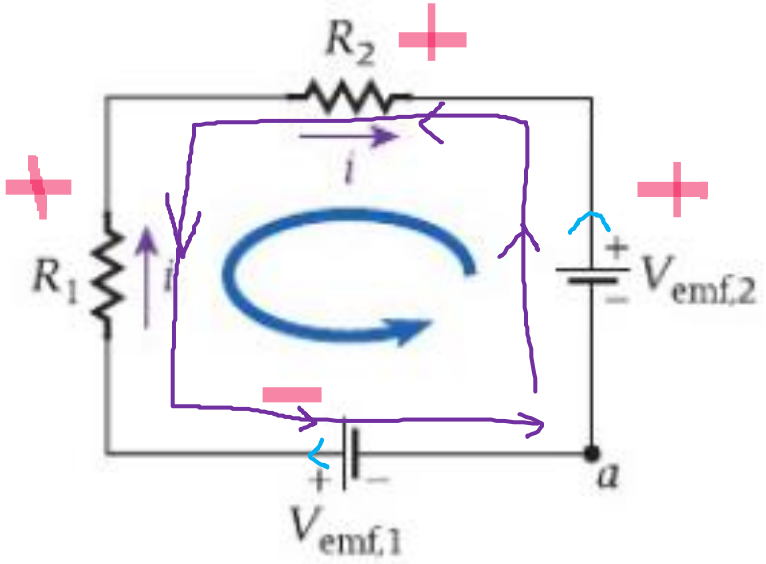
قانون كيرشوف الأول (KCL)	قانون كيرشوف الثاني (KVL)
1. يدعم قانون حفظ الشحنة الكهربائية.	1. يدعم قانون حفظ الطاقة.
2. يعرف بقانون العقدة.	2. يُعرف بقانون العروة.
3. $\sum I = 0$	3. $\sum V = 0$

اكتب معادلة تغيرات الجهد في الحلقة .





ماذا لو كان اتجاه تحليل الحلقة بعكس اتجاه عقارب الساعة ؟

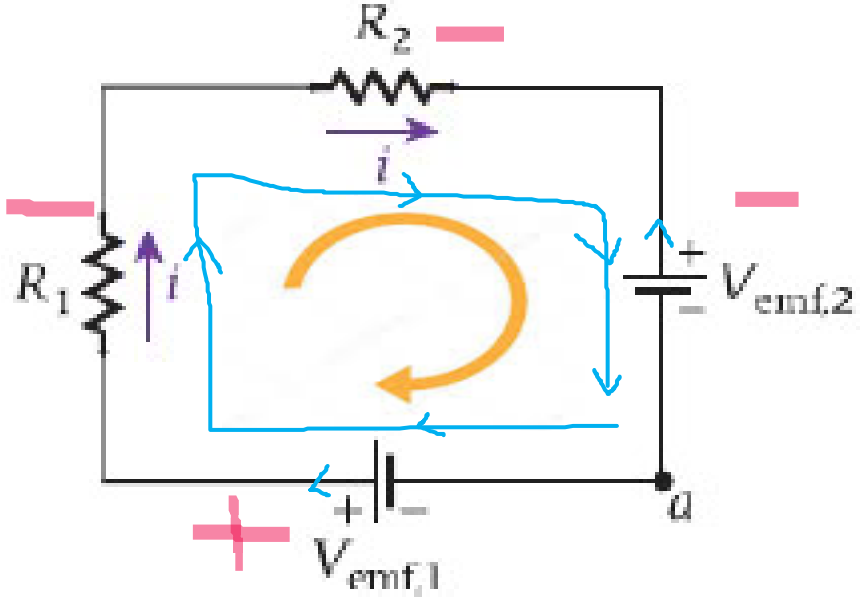


$$V_{emf,2} + \Delta V_1 + \Delta V_2 - V_{emf,1} = 0$$

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

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

ماذا لو كان اتجاه تحليل الحلقة بعكس اتجاه عقارب الساعة ؟

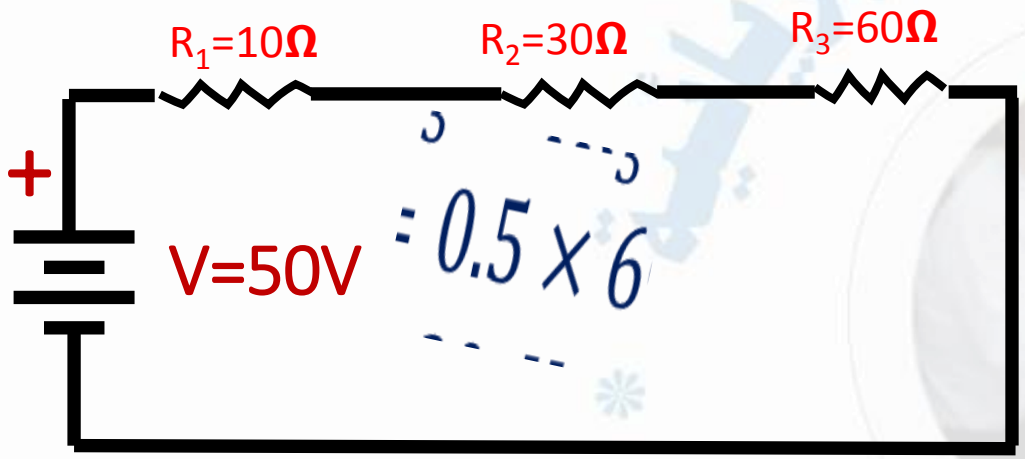


$$V_{emf,1} - \Delta V_1 - \Delta V_2 - V_{emf,2} = 0$$

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

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

تطبيق قانون كيرشوف الثانى (الحلقة)



حساب شدة التيار المار في الدائرة

$$V_{eq} = IR_1 + IR_2 + IR_3$$

$$I = \frac{V}{R_1 + R_2 + R_3}$$

$$= \frac{V}{10 + 30 + 60} = \frac{50}{100} = 0.5A$$

فرق الجهد بين طرفي كل مقاومة

$$V_1 = IR_1$$
$$= 0.5 \times 10$$
$$= 5\ V$$

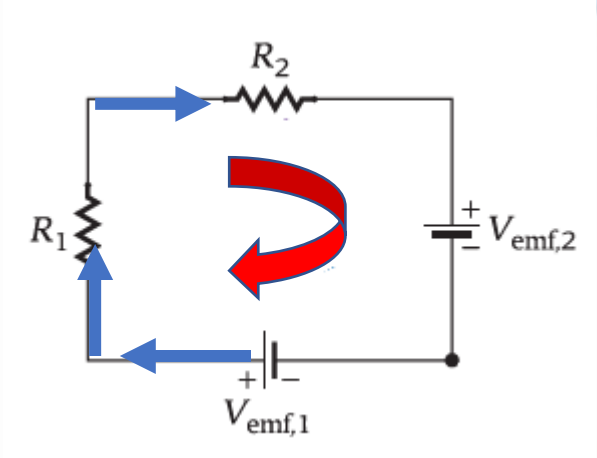
$$V_2 = IR_2$$
$$= 0.5 \times 30$$
$$= 15\ V$$

$$V_3 = IR_3$$
$$= 0.5 \times 60$$
$$= 30\ V$$

في الدائرة الموضحة , إذا علمت أن :

$V_{emf,1} = 12V$ و $V_{emf,2} = 6V$ و $R_1 = 8\Omega$ و $R_2 = 4\Omega$

احسب شدة التيار المار في الدائرة وحدد اتجاهه .



نفرض اتجاه التيار في الدائرة إذا لم يُعطى في السؤال

نفرض الدوران وليكن مع عقارب الساعة

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

$$12 - 8\,i - 4i - 6 = 0$$

$$i = \frac{6}{12} = 0.5\ A$$

مسألة محلولة 6.1 شحن بطارية

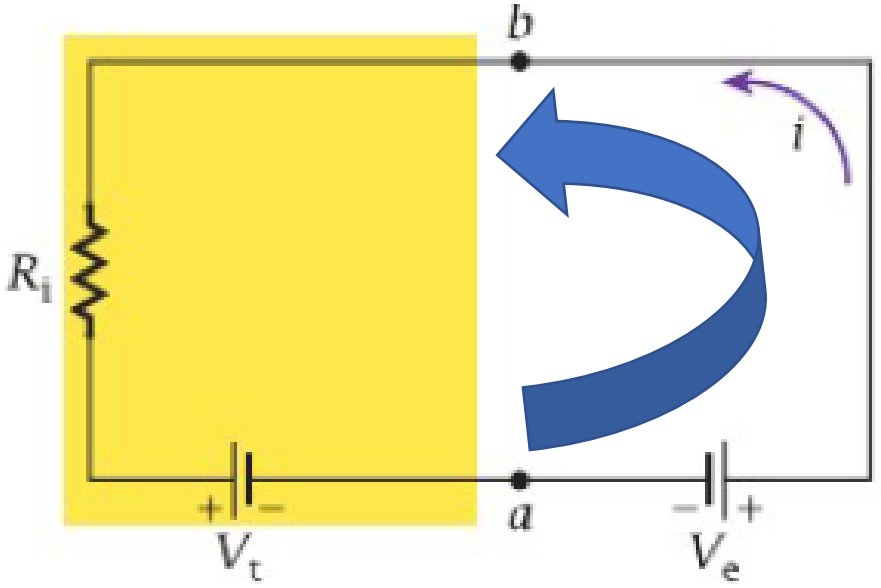
شُحنت بطارية جهدها 12.0 V وذات مقاومة داخلية مقدارها $R_i = 0.200\ \Omega$ بشاحن بطارية قادر على توصيل تيار مقداره $i = 6.00\ A$.

المسألة

ما أقل قوة دافعة كهربائية يجب على شاحن البطارية توفيرها ليتمكن من شحن البطارية؟

الحل

فكّر يجب أن يكون لشاحن البطارية، الذي يُعد مصدرًا خارجيًا للقوة الدافعة الكهربائية، فرق جهد كافٍ للتغلب على فرق جهد البطارية وانخفاض الجهد عبر مقاومة البطارية الداخلية. يجب توصيل شاحن البطارية بحيث يوَّصل طرفه الموجب بالطرف الموجب للبطارية المراد شحنها. يمكننا التفكير في مقاومة البطارية الداخلية بوصفها مقاومًا في دائرة أحادية الحلقة وتحتوي أيضًا على مصدرين للقوة الدافعة الكهربائية ذوي أقطاب متقابلة.



افتراض اتجاه التيار i يتدفق في عكس عقارب الساعة كما في الشكل

اختر موقع عشوائي في الدائرة الكهربائية و ليكن b و نعين لها قيمة (0V)

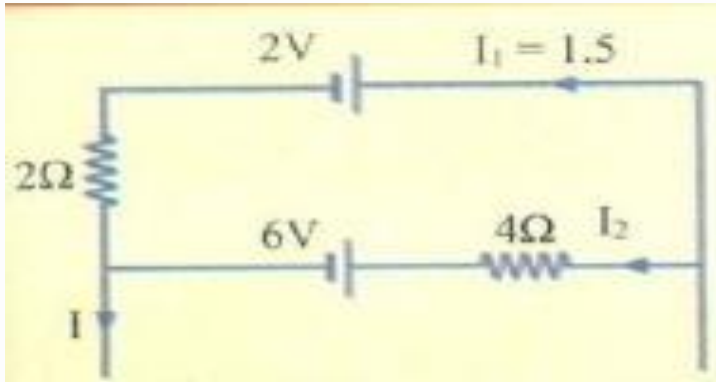
حدد اتجاه التحليل (المسار) وليكن فى اتجاه عكس عقارب الساعة

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

$$V_e = iR_i + V_t$$

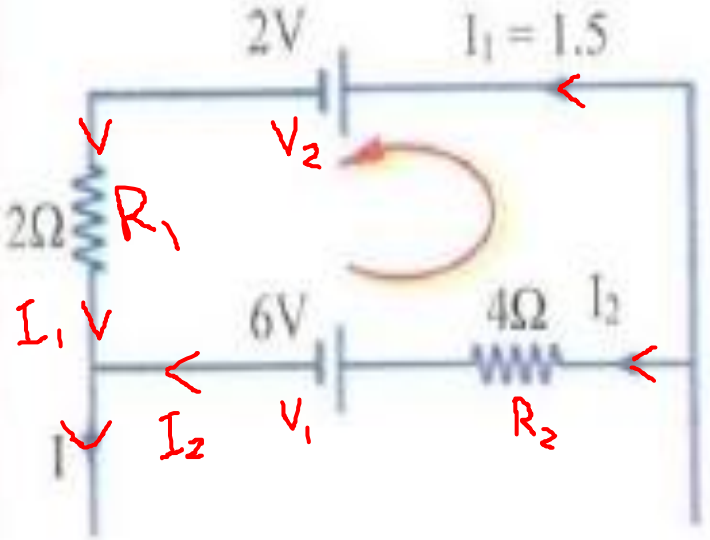
$$V_e = (6.00)(0.20) + 12.00 = 13.20\ V$$

من الشكل التالي: أوجد مقدار شدة التيار (I)



من قانون كيرشوف الأول:

$$V_{emf,1} + \Delta V_2 - V_{emf,2} - \Delta V_1 = 0$$



$$I = 1.5 + I_2$$

بتطبيق قانون كيرشوف الثاني على المسار المغلق:

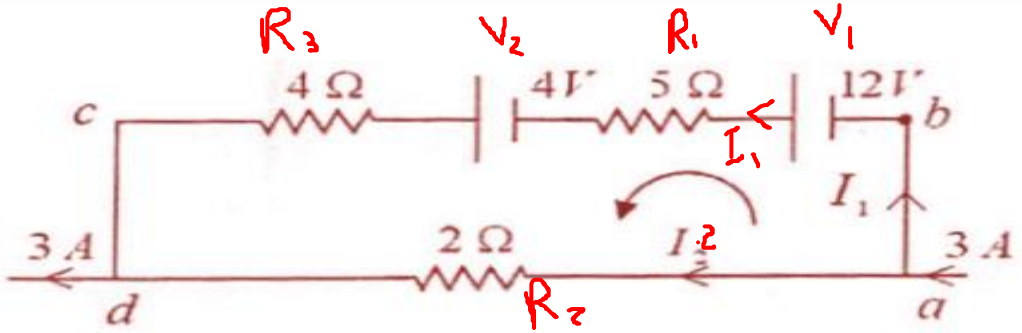
$$V_{emf,1} - V_{emf,2} = iR_1 - iR_2$$

$$6 - 2 = 1.5 \times 2 - 4I_2$$

$$4 = 3 - 4I_2 \rightarrow I_2 = -0.25\ A$$

$$\therefore I = 1.5 + (-0.25) = 1.25\ A$$

$$V_{emf,1} - \Delta V_1 + V_{emf,2} - \Delta V_3 + \Delta V_2 = 0$$



مثال ٥ الشكل القابل يمثل جزء من دائرة كهربية
احسب قيمة I_1 وكذلك I_2

الحـــل

بفرض ان اتجاه التيار كما هو موضح بالشكل

نطبق قانون كيرشوف الاول عند نقطة a

$$I_1 + I_2 = 3 \quad \rightarrow \quad 1$$

نأخذ المسار المغلق abcda و نطبق القانون الثاني

$$V_{emf,1} + V_{emf,2} = I_1R_1 + I_1R_3 - I_2R_2$$

$$4 + 12 = 5I_1 + 4I_1 + 2I_2$$

$$16 = 9I_1 + 2I_2 \quad \rightarrow \quad 2$$

من المعادلة 1 والمعادلة 2 نجد ان

$$16 = 9(3 - I_2) + 2I_2$$

$$16 = 27 - 9I_2 + 2I_2$$

$$-11 = -11I_2$$

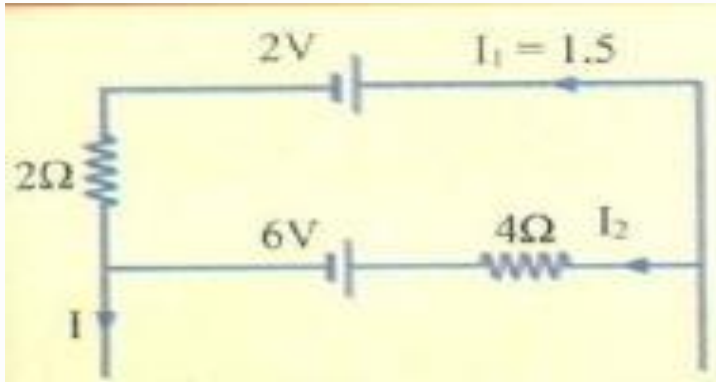
$$I_2 = \frac{11}{11} = 1A$$

بالتعويض في 1 عن I_2

$$I_1 = 3 - I_2$$

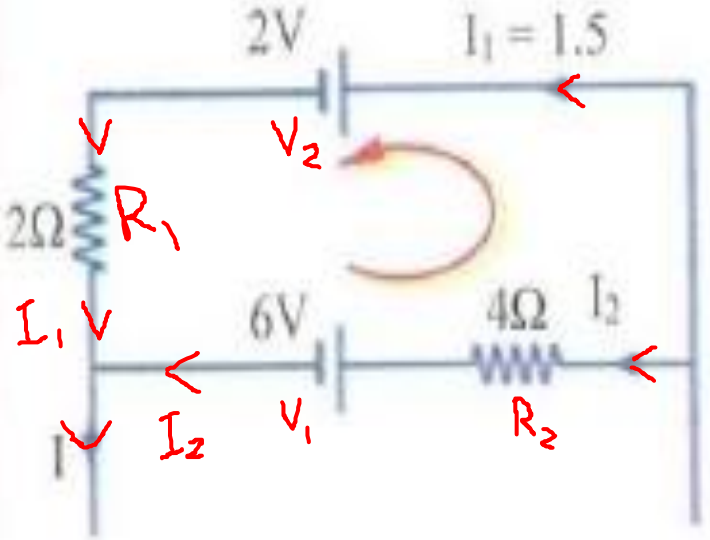
$$I_1 = 3 - 1 = 2A$$

من الشكل التالي: أوجد مقدار شدة التيار (I)



من قانون كيرشوف الأول:

$$V_{emf,1} + \Delta V_2 - V_{emf,2} - \Delta V_1 = 0$$



$$I = 1.5 + I_2$$

بتطبيق قانون كيرشوف الثاني على المسار المغلق:

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

$$6 - 2 = 1.5 \times 2 - 4I_2$$

$$4 = 3 - 4I_2 \rightarrow I_2 = -0.25\ A$$

$$\therefore I = 1.5 + (-0.25) = 1.25\ A$$

6.27 مقاومان R_1 و R_2 موصلان على التوالي عبر فرق جهد ΔV_0. عبّر عن انخفاض الجهد عبر كل مقاوم على حدة، بدلالة هذه الكميات. ما أهمية هذا الترتيب؟

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

$$\Delta V_1 = i\,R_1 = \left(\frac{\Delta V_0}{R_1 + R_2}\right) R_1$$

$$\Delta V_2 = i\,R_2 = \left(\frac{\Delta V_0}{R_1 + R_2}\right) R_2$$

6.28 بطارية قوتها الدافعة الكهربائية $V_{emf} = 12.0\ V$ ومقاومتها الداخلية تساوي $r = 1.00\ \Omega$. ما المقاومة، R، اللازم تطبيقها بين طرفَي البطارية لتوليد قدرة مقدارها 10.0 W؟

$$i = \frac{V_{emf}}{R + r} = \frac{12.0}{R + 1.00}$$

$$P = i^2\ R$$

$$10.0 = \left(\frac{12.0}{R + 1.00}\right)^2\ R$$

$$10.0 = \frac{144R}{R^2 + 2R + 1.00}$$

$$10R^2 - 124R + 1.00 = 0$$

$$R = 12.4\ \Omega \quad or \quad R = 0.0081\Omega$$

12

6 دوائر التيار المستمر

قناة لحظات فيزيائية

الثاني عشر متقدم
الفصل الدراسي الثاني



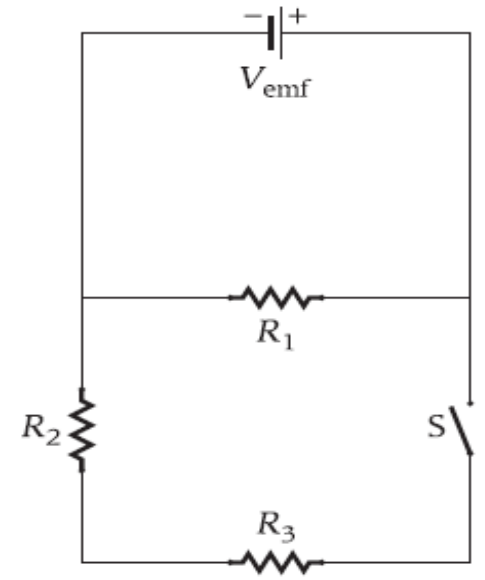


6.3 دوائر كهربائيه متعددة الحلقات

الأستاذ :- محمد عبدالعاطي ياسين

مراجعة المفاهيم 6.2

في الدائرة الموضحة في الشكل، توجد ثلاثة مقاومات متماثلة. يُفتح المفتاح S في البداية. عند غلق المفتاح، ماذا يحدث للتيار المتدفق في المقاوم R_1؟



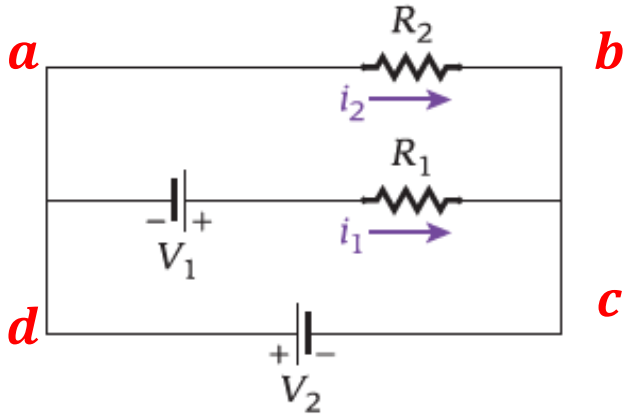
a) تقل قيمة التيار المتدفق في المقاوم R_1.

b) تزداد قيمة التيار المتدفق في المقاوم R_1.

c) تظل قيمة التيار المتدفق في المقاوم R_1 كما هي.

مراجعة المفاهيم 6.3

في الدائرة متعددة الحلقات الموضحة في الشكل، $V_1 = 6.00\ V$، $V_2 = 12.0\ V$، $R_1 = 10.0\Omega$، $R_2 = 12.0\ V$. ما مقدار التيار i_2؟



a) 0.500 A

b) 0.750 A

c) 1.00 A

d) 1.25 A

e) 1.50 A

المسار $abcda$

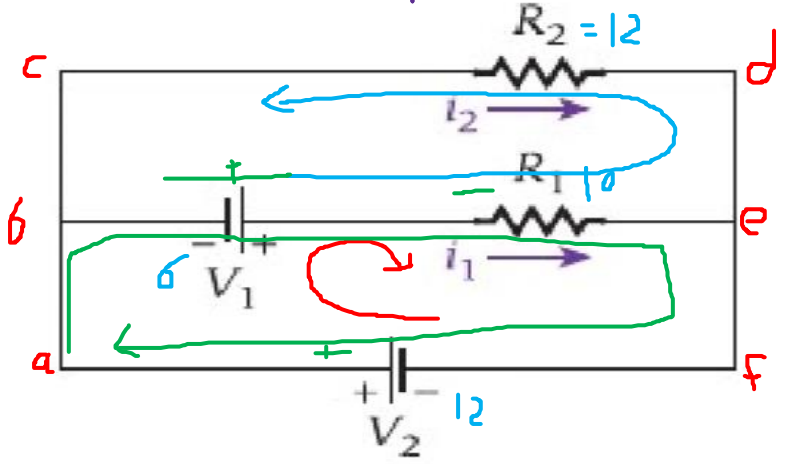
$$-i_2R_2 + V_2 = 0$$

$$-12.0 \times i_2 + 12.0 = 0$$

$$i_2 = 1.00A$$

مراجعة المفاهيم 6.3

في الدائرة متعددة الحلقات الموضحة في الشكل. $V_1 = 6.00\ V$ و $V_2 = 12.0\ V$. $R_1 = 10.0\Omega$ و $R_2 = 12.0\ V$. ما مقدار التيار i_2؟



a) 0.500 A
d) 1.25 A
b) 0.750 A
e) 1.50 A
c) 1.00 A

المسار a ← b ← e ← f مع عقارب الساعه

$$V_{emf,1} + V_{emf,2} - \Delta V_1 = 0$$

$$V_{emf,1} + V_{emf,2} = I_1 R_1$$

$$12 + 6 = I_1 10$$

$$I_1 = 1.8A$$

المسار b ← e ← d ← c عكس عقارب الساعه

$$V_{emf,1} - \Delta V_1 + \Delta V_2 = 0$$

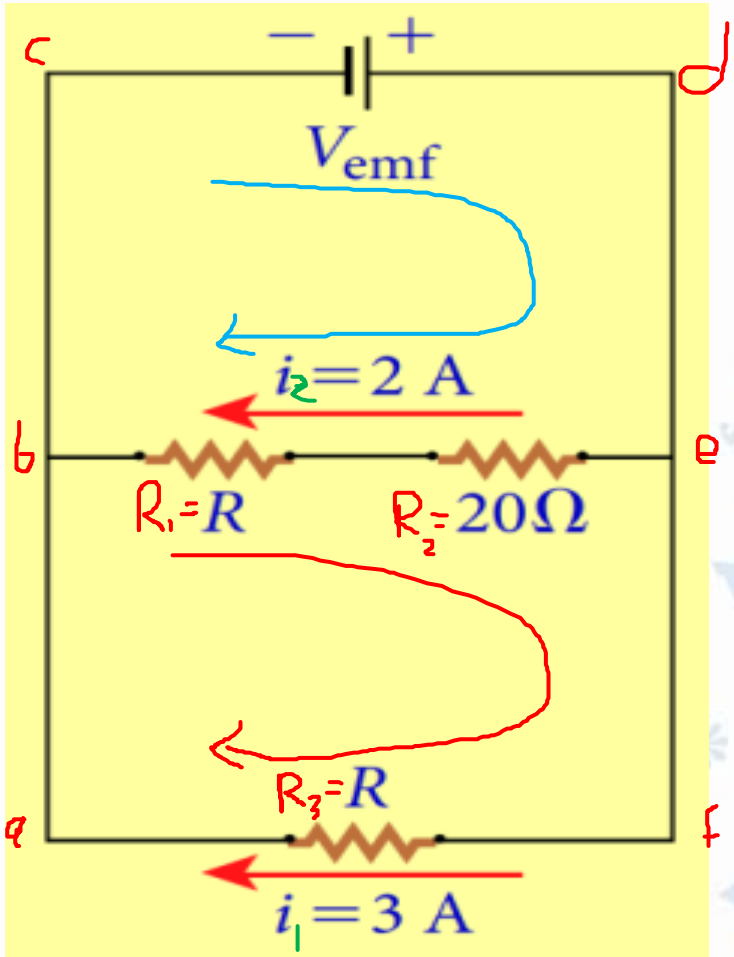
$$V_{emf,1} = I_1 R_1 - I_2 R_2$$

$$6 = 1.8 \times 10 - I_2 \times 12$$

$$I_2 = 1A$$

اعتمادا على البيانات في المجاور . اجب عما يلي :

1- احسب مقدار المقاومة (R) .



المسار a ← b ← e ← f

$$V_1 + V_2 - V_3 = 0$$

$$I_2R_1 + I_2R_2 - I_1R_3 = 0$$

$$2R + 2 \times 20 - 3R = 0$$

$$R = 40\Omega$$

- احسب القوة الدافعة الكهربائية للبطارية (V_{emf})

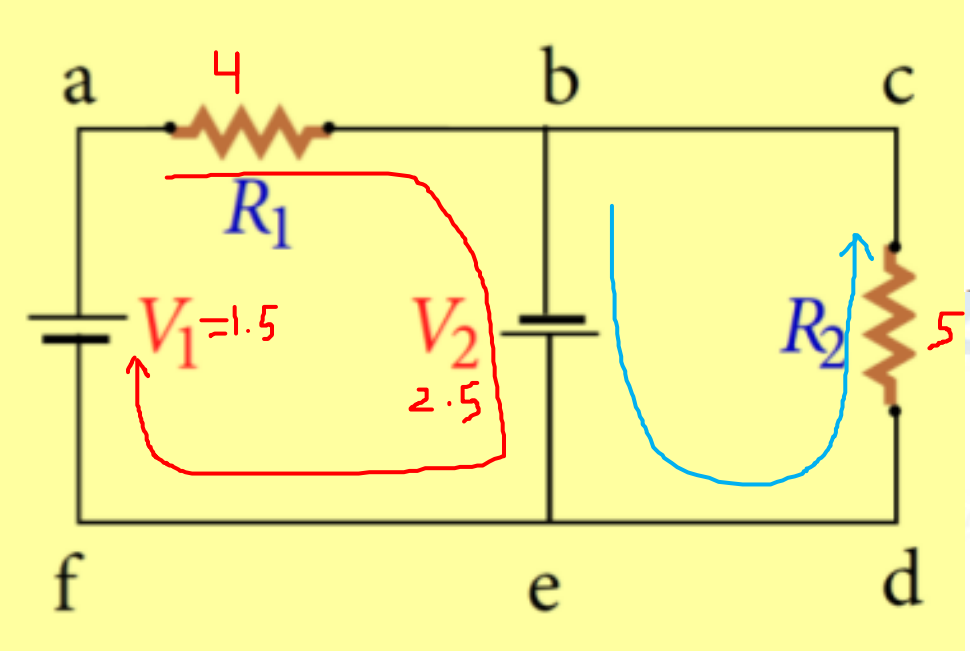
المسار c ← d ← e ← b

$$V_{emf} - V_2 - V_1 = 0$$

$$V_{emf} - I_2R_2 - I_2R_1 = 0$$

$$V_{emf} - 2 \times 20 - 2 \times 40 = 0$$

$$V_{emf} = 120V$$



في الدائرة الكهربائية الموضحة في الشكل المجاور . ($V_1 = 1.5\ V$) و ($V_2 = 2.5\ V$) و المقاومان ($R_1 = 4.0\ \Omega$) و ($R_2 = 5.0\ \Omega$) .

احسب شدة التيار المار في كل من المقاوم (R_1) و المقاوم (R_2) .

المسار a ← b ← e ← f

$$V_{emf,1} + V_{emf,2} + \Delta V_1 = 0$$

$$1.5 + 2.5 + 4I_1 = 0$$

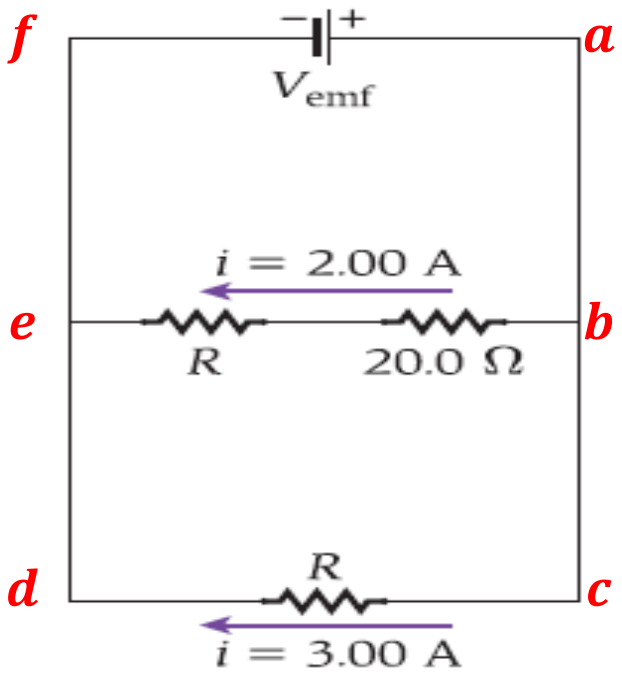
$$I_1 = 1A$$

المسار b ← e ← d ← c

$$V_{emf,2} + \Delta V_2 = 0$$

$$2.5 + 5I_2 = 0$$

$$I_2 = 2A$$



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

المسار $bcdeb$

$$-3.00R + 2.00(R + 20) = 0$$

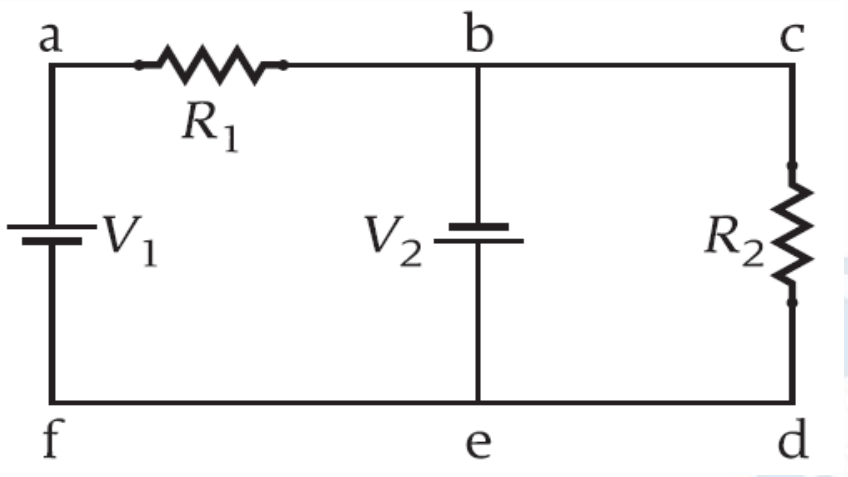
$$-3.00R + 2.00R + 40 = 0$$

$$R = 40\ \Omega$$

المسار $acdfe$

$$-3.00R + V_{emf} = 0$$

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



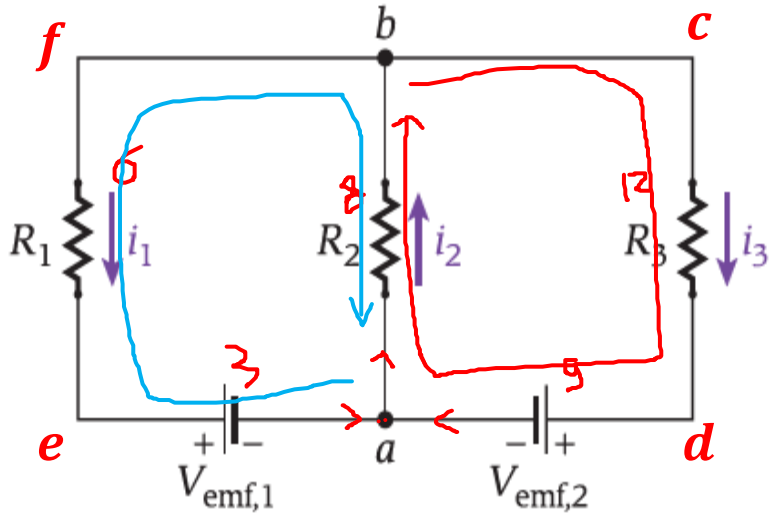
6.32 في الدائرة الموضحة في الشكل، $V_1 = 1.50$ V، و$V_2 = 2.50$ V. $R_1 = 4.00\ \Omega$، و$R_2 = 5.00\ \Omega$. ما مقدار التيار، i_1، المتدفق عبر المقاوم R_1؟

المسار $abefa$

$$-i_1R_1 - V_1 - V_2 = 0$$

$$-4.00\,i_1 + 1.50 + 2.50 = 0$$

$$i_1 = 1.00\ A$$



في الدائرة الموضحة , إذا علمت أن :

$V_{emf,1} = 3\ V$ و $V_{emf,2} = 9\ V$ و $R_1 = 6\Omega$ و $R_2 = 8\ \Omega$ و $R_3 = 12\Omega$

احسب شدة التيار المار في كل مقاوم .

الوصلة a

$$i_1 - i_2 + i_3 = 0$$

المسار $abcda$

$$-i_2R_2 - i_3 R_3 - V_{emf,2} = 0$$

$$-8\, i_2 - 12\, i_3 = 9$$

المسار $aefba$

$$V_{emf,1} + i_1R_1 + i_2 R_2 = 0$$

$$6\, i_1 + 8\, i_2 = -3$$

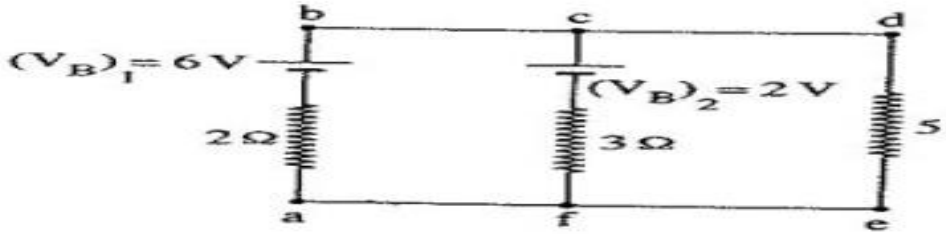
ai_1	bi_2	ci_3	d
1	−1	1	0
0	−8	−12	9
6	8	0	−3

استخدام الحاسبه mode ثم 5 ثم 2 ثم إدخال المعادلة الأولي من اليسار كالتالي 1=-1=0=0=8-=-8=9=6=8=0=-3=

$i_1 = 0.06A$ $i_2 = -0.42A$ $i_3 = -0.47A$

مثال ١

في الدائرة الموضحة بالشكل المقابل،
احسب :
(أ) شدة التيار المار فى كل فرع.
(ب) فرق الجهد بين النقطتين a ، b

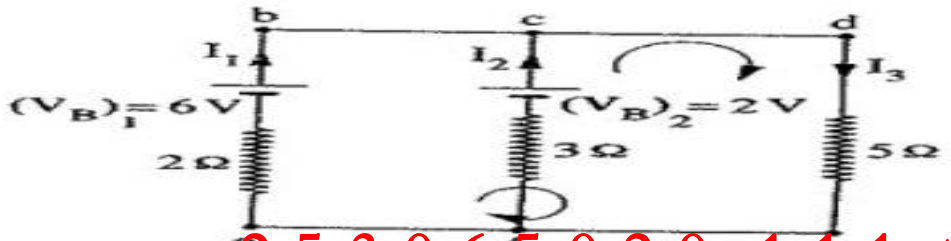


1	1	-1	0
2	0	5	6
0	3	5	2

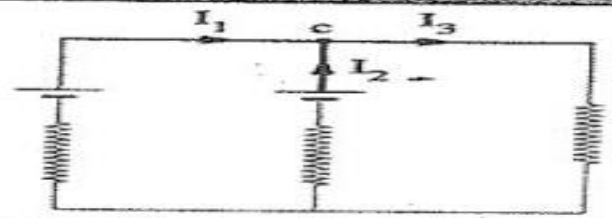
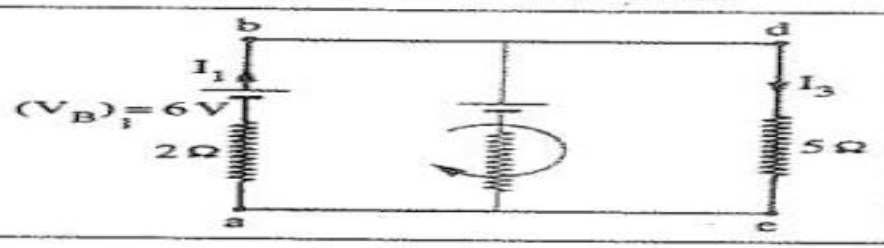
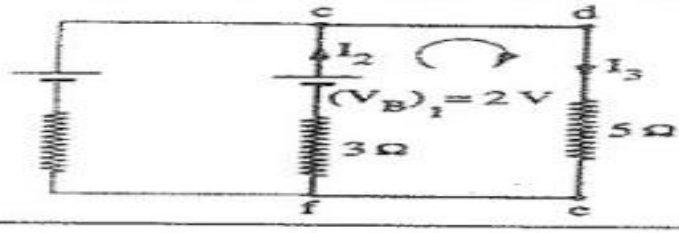
$I_1 = 1.22A$ A
$I_2 = -0.51$ A
$I_3 = 0.709$ A

الحل

(أ) نفرض اتجاهات التيارات والمسارات كما هو موضح بالدائرة.

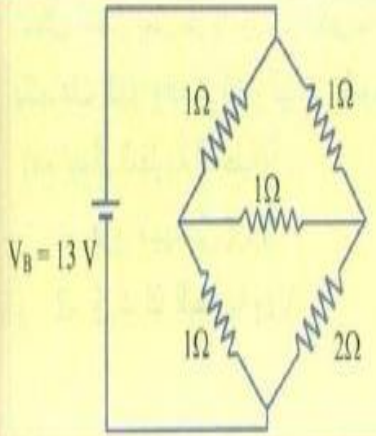


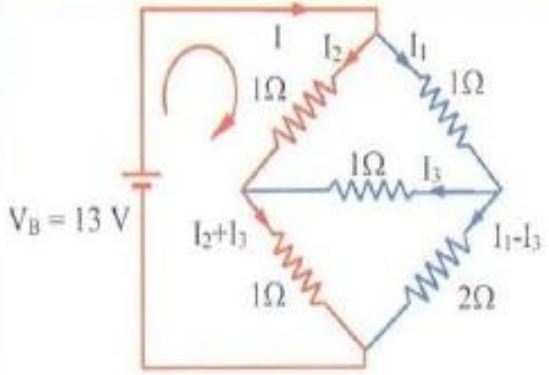
استخدام الحاسبه mode ثم 5 ثم 2 ثم إدخال المعادلة الأولي من اليسار كالتالي 1=1=-1=0=2=5=0=6=0=3=5=2==

الرسم	التطبيق
	– بتطبيق قانون كيرشوف الأول عند النقطة (c) $I_1 + I_2 = I_3$ ① – بتطبيق قانون كيرشوف الثانى فى المسار (abdea) $6 = 2I_1 + 5I_3$ ② – بتطبيق قانون كيرشوف الثانى فى المسار (fcdef) $2 = 3I_2 + 5I_3$ ③
	
	

مسالة رقم 5

احسب المقاومة المكافئة للشكل المقابل باستخدام قانون كيرشوف.

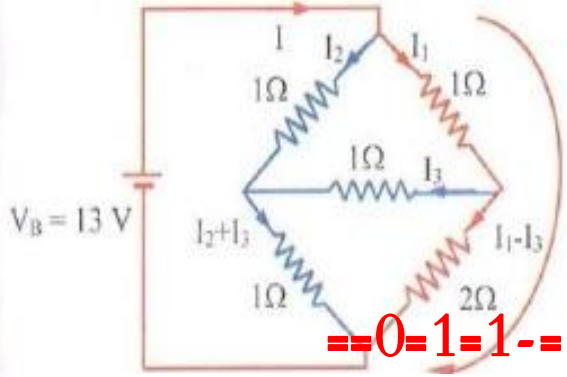




- من قانون كيرشوف الثاني في المسار الموضح:

$$13 = I_2\times1 + (I_2 + I_3)\times1$$

$$13 = 2I_2 + I_3 \quad \rightarrow ①$$



- من قانون كيرشوف الثاني في المسار الموضح:

$$13 = I_1\times1 + (I_1 - I_3)\times2$$

$$13 = 3I_1 - 2I_3 \quad \rightarrow ②$$

استخدام الحاسبه mode ثم 5 ثم 2 ثم إدخال المعادلة الأولي من اليسار كالتالي 0=2=1=13=3=0=-=2=13=1=1=-=1=0==

- من قانون كيرشوف الثاني في المسار الموضح:

$$0 = I_1 + I_3 - I_2 \quad \rightarrow ③$$

باستخدام الآلة الحاسبة:

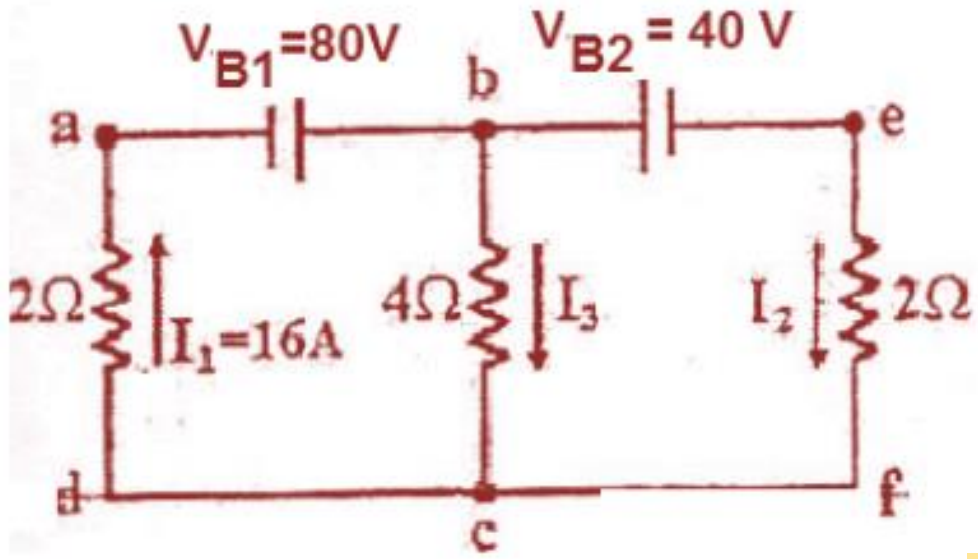
I_1	I_2	I_3	الثابت
0	2	1	13
3	0	-2	13
1	-1	1	0

$I_3 = 1$ A

$\therefore I_1 = 5$A $\quad \therefore I_2 = 6$A $\quad \therefore I = 5 + 6 = 11$A

$$R = \frac{V}{I} = \frac{13}{11} = 1.18\Omega$$

مثال١ في الشكل المقابل احسب شدة التيار I_2 , I_3



الحـــل

بتطبيق قانون كيرشوف الاول نجد ان

$$I_1 = I_2 + I_3 \quad \rightarrow \quad 1$$

في المسار المغلق abefcda مع عقارب الساعة

$$V_{emf,1} - V_{emf,1} - \Delta V_2 - \Delta V_1 = 0$$

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

$$80 - 40 = 2I_2 + (2 \times 16)$$

$$40 = 2I_2 + 32$$

$$I_2 = 4\ A$$

بالتعويض في 1 نجد ان

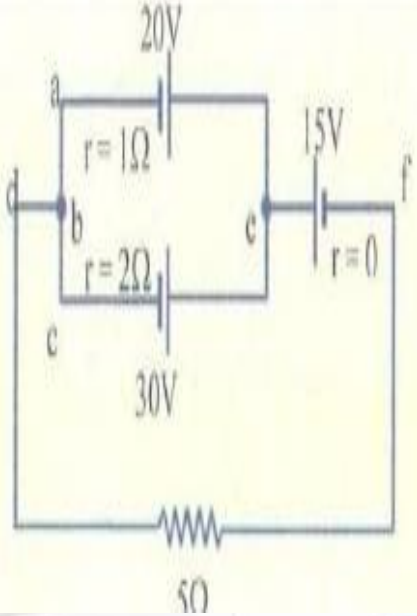
$$I_3 = 16 - 4 = 8A$$

حاول الحل بطرق اخري

مسالة رقم 2

في الدائرة الموضحة بالشكل احسب:

1. شدة التيار المار في كل بطارية.
2. فرق الجهد بين قطبي كل بطارية.
3. فرق الجهد عبر المقاومة 5Ω



نرتب معاملات التيارات في جدول كالتالي ونستخدم الآلة الحاسبة:

I_1	I_2	I_3	الثابت
1	1	-1	0
1	-2	0	-10
1	0	5	5

$\therefore I_1 = -2.35$ A ، $\therefore I_2 = 3.82$ A ، $\therefore I_3 = 1.46$ A

يكون اتجاه التيار I_1 عكس ما هو مفروض (أي أن البطارية 20V في حالة شحن).

- حساب فرق الجهد للبطارية 20V ، $V_1 = V_B + Ir = 20 + 2.35 \times 1 = 22.35$ V
- حساب فرق الجهد للبطارية 30 V ، $V_2 = V_B - Ir = 30 - 3.82 \times 2 = 22.35$ V
- حساب فرق الجهد للبطارية 15 V ، $V_3 = V_B \quad \therefore V_3 = 15$ V
- حساب فرق الجهد بين المقاومة 5Ω ، $V_R = IR = 5 \times 1.46 = 7.3$ V

---

1. نفرض اتجاه التيار والمسارات كما بالشكل:

ونطبق قانون كيرشوف الأول عند نقطة (e)

$$I_1 + I_2 = I_3$$

$$I_1 + I_2 - I_3 = 0 \quad \rightarrow (1)$$

نطبق قانون كيرشوف الثاني: في المسار المغلق (aefdba)

$$\sum V_B = \sum I.R$$

$$20 - 15 = 1I_1 + 5I_3$$

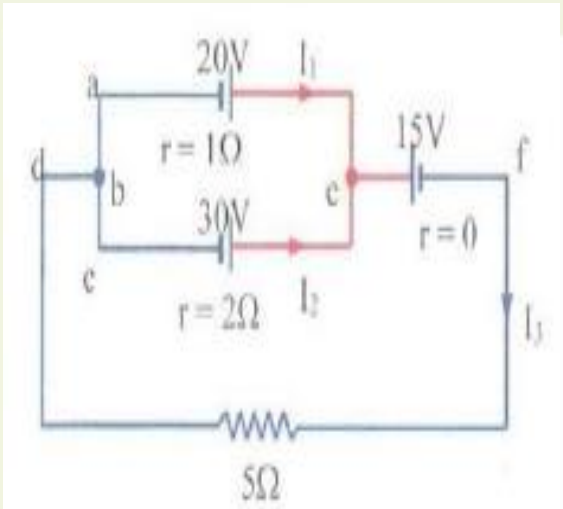
$$5 = I_1 + 5I_3 \quad \rightarrow (3)$$

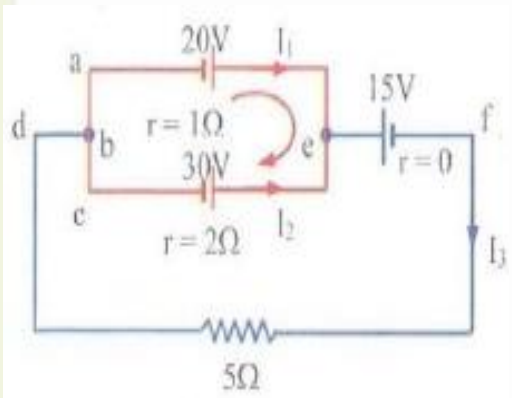
نطبق قانون كيرشوف الثاني: في المسار المغلق (aecba)

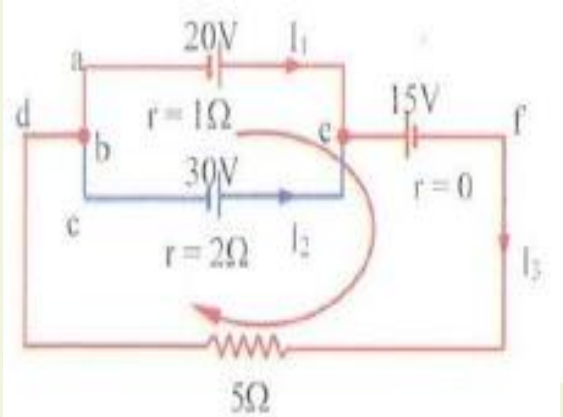
$$\sum V_B = \sum I.R$$

$$20 - 30 = 1I_1 - 2I_2$$

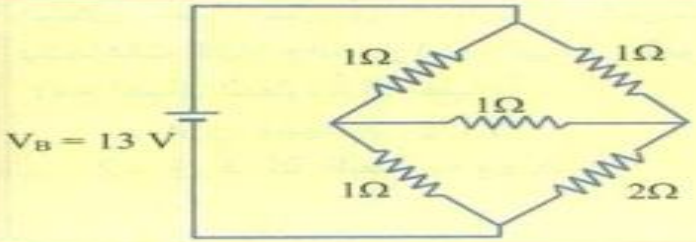
$$-10 = I_1 - 2I_2 \quad \rightarrow (2)$$

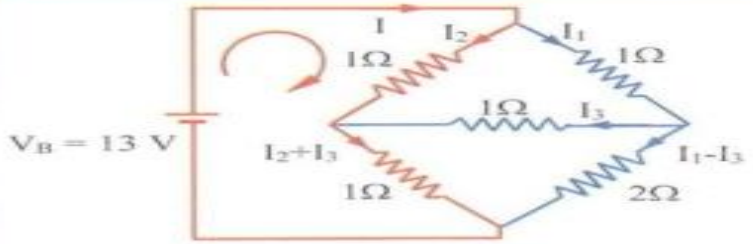






احسب المقاومة المكافئة للشكل المقابل باستخدام قانون كيرشوف.

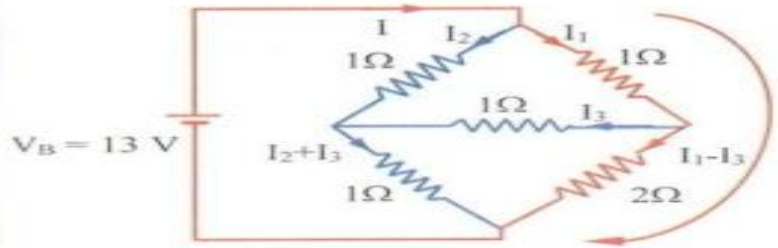




- من قانون كيرشوف الثاني في المسار الموضح:

$$13 = I_2 \times 1 + (I_2 + I_3) \times 1$$

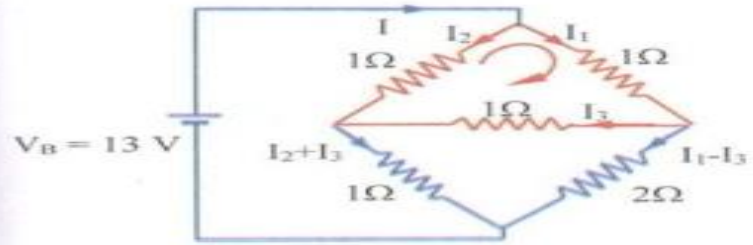
$$13 = 2I_2 + I_3 \quad \rightarrow (1)$$



- من قانون كيرشوف الثاني في المسار الموضح:

$$13 = I_1 \times 1 + (I_1 - I_3) \times 2$$

$$13 = 3I_1 - 2I_3 \quad \rightarrow (2)$$



- من قانون كيرشوف الثاني في المسار الموضح:

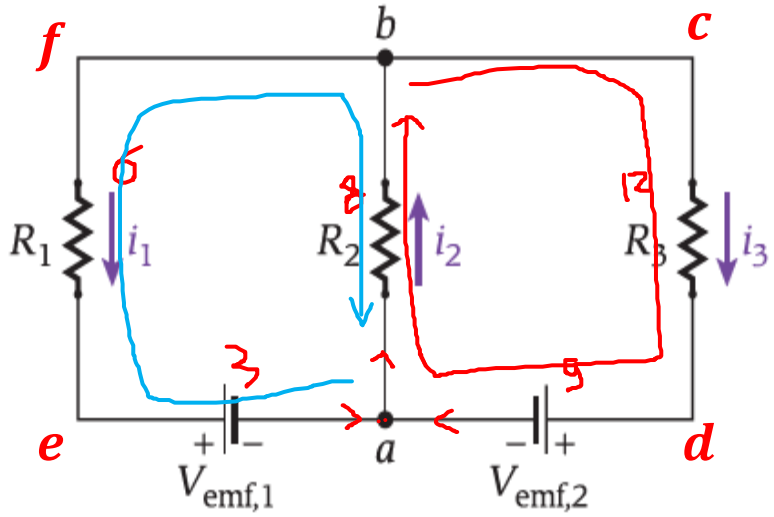
$$0 = I_1 + I_3 - I_2 \quad \rightarrow (3)$$

- باستخدام الآلة الحاسبة:

I_1	I_2	I_3	الثابت
0	2	1	13
3	0	-2	13
1	-1	1	0

$\therefore I_1 = 5A \quad \therefore I_2 = 6A \quad \therefore I = 5 + 6 = 11A$

$$R = \frac{V}{I} = \frac{13}{11} = 1.18\Omega$$



في الدائرة الموضحة , إذا علمت أن :

$V_{emf,1} = 3\ V$ و $V_{emf,2} = 9\ V$ و $R_1 = 6\Omega$ و $R_2 = 8\ \Omega$ و $R_3 = 12\Omega$

احسب شدة التيار المار في كل مقاوم .

الوصلة a

$$i_1 - i_2 + i_3 = 0$$

المسار $abcda$

$$-i_2R_2 - i_3 R_3 - V_{emf,2} = 0$$

$$-8\, i_2 - 12\, i_3 = 9$$

المسار $aefba$

$$V_{emf,1} + i_1R_1 + i_2 R_2 = 0$$

$$6\, i_1 + 8\, i_2 = -3$$

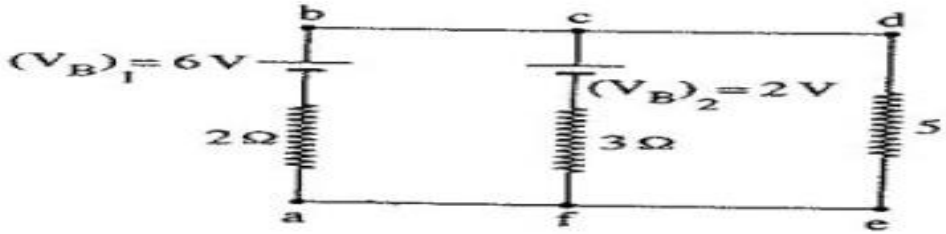
ai_1	bi_2	ci_3	d
1	−1	1	0
0	−8	−12	9
6	8	0	−3

استخدام الحاسبه mode ثم 5 ثم 2 ثم إدخال المعادلة الأولي من اليسار كالتالي 1=-1=0=0=8-=-8=9=6=8=0=-3=

$i_1 = 0.06A$ $i_2 = -0.42A$ $i_3 = -0.47A$

مثال ١

في الدائرة الموضحة بالشكل المقابل،
احسب :
(أ) شدة التيار المار فى كل فرع.
(ب) فرق الجهد بين النقطتين a ، b

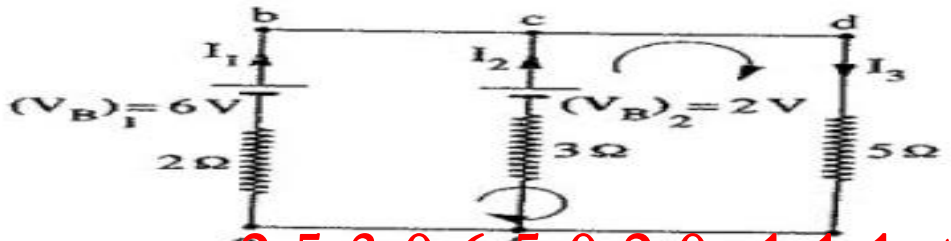


1	1	-1	0
2	0	5	6
0	3	5	2

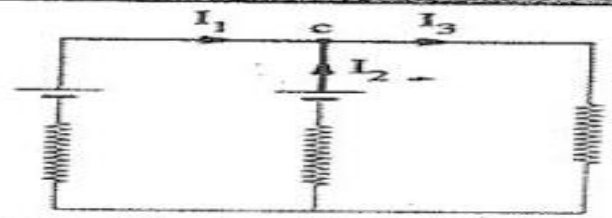
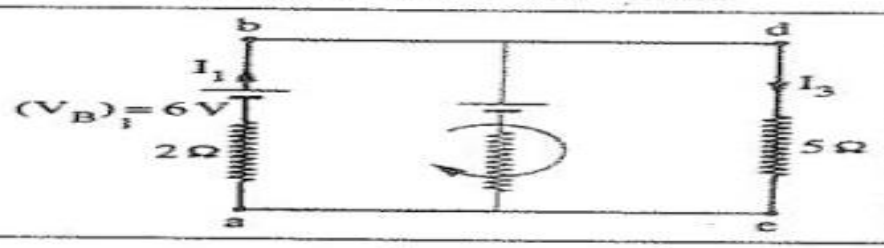
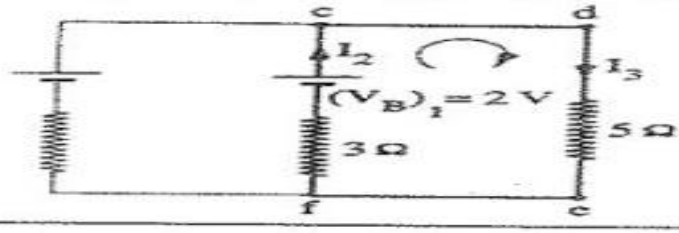
$I_1 = 1.22A$ A
$I_2 = -0.51$ A
$I_3 = 0.709$ A

الحل

(أ) نفرض اتجاهات التيارات والمسارات كما هو موضح بالدائرة.

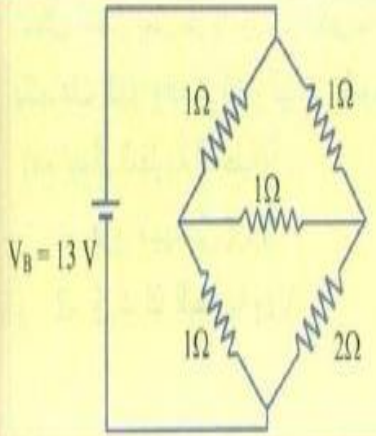


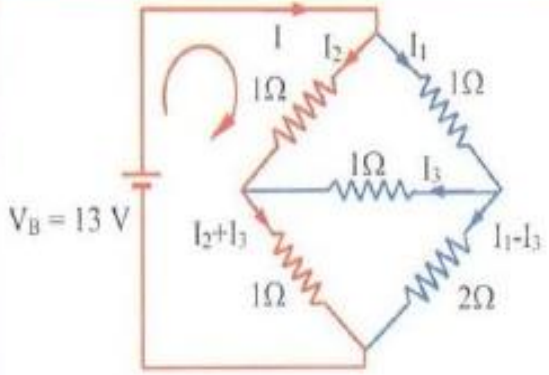
استخدام الحاسبه mode ثم 5 ثم 2 ثم إدخال المعادلة الأولي من اليسار كالتالي 1=1=-1=0=2=5=0=6=0=3=5=2==

الرسم	التطبيق
	– بتطبيق قانون كيرشوف الأول عند النقطة (c) $I_1 + I_2 = I_3$ ① – بتطبيق قانون كيرشوف الثانى فى المسار (abdea) $6 = 2I_1 + 5I_3$ ② – بتطبيق قانون كيرشوف الثانى فى المسار (fcdef) $2 = 3I_2 + 5I_3$ ③
	
	

مسالة رقم 5

احسب المقاومة المكافئة للشكل المقابل باستخدام قانون كيرشوف.

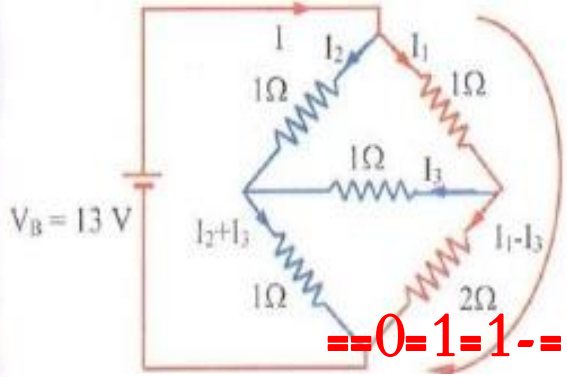




- من قانون كيرشوف الثاني في المسار الموضح:

$$13 = I_2\times1 + (I_2 + I_3)\times1$$

$$13 = 2I_2 + I_3 \quad \rightarrow ①$$



- من قانون كيرشوف الثاني في المسار الموضح:

$$13 = I_1\times1 + (I_1 - I_3)\times2$$

$$13 = 3I_1 - 2I_3 \quad \rightarrow ②$$

استخدام الحاسبه mode ثم 5 ثم 2 ثم إدخال المعادلة الأولي من اليسار كالتالي 0=2=1=13=3=0=-=2=13=1=1=-=1=0==

- من قانون كيرشوف الثاني في المسار الموضح:

$$0 = I_1 + I_3 - I_2 \quad \rightarrow ③$$

باستخدام الآلة الحاسبة:

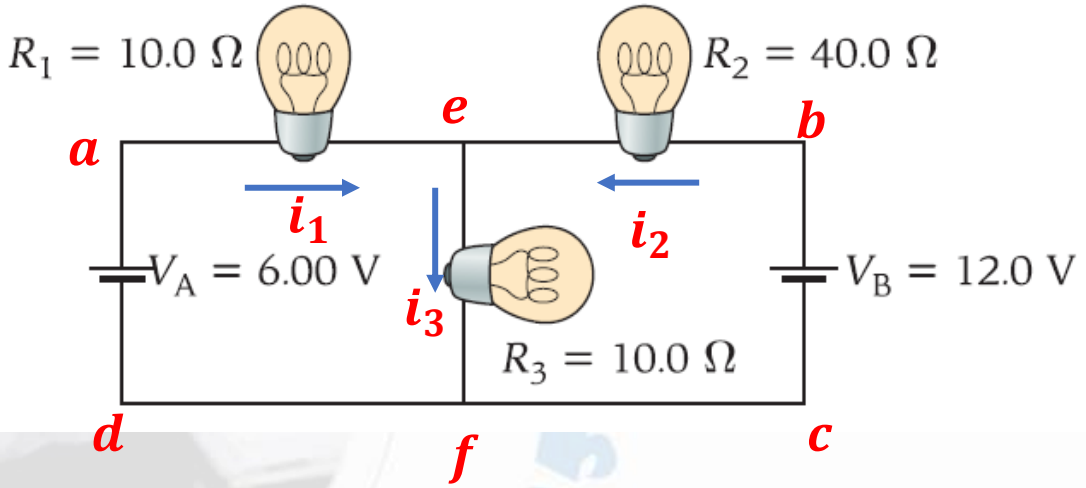
I_1	I_2	I_3	الثابت
0	2	1	13
3	0	-2	13
1	-1	1	0

$I_3 = 1$ A

$\therefore I_1 = 5$A $\quad \therefore I_2 = 6$A $\quad \therefore I = 5 + 6 = 11$A

$$R = \frac{V}{I} = \frac{13}{11} = 1.18\Omega$$

6.33• الدائرة الموضحة في الشكل تتكون من بطاريتين جهدهما V_A، وV_B وثلاثة مصابيح ضوئية مقاومتها R_1، و R_2، و R_3. احسب مقدار التيارات i_1 وi_2 وi_3 المتدفقة عبر المصابيح الثلاثة. حدد الاتجاهات الصحيحة لتدفق التيار عبر الدائرة الموضحة في الرسم التخطيطي. احسب القدرة، P_A و P_B، التي تولدها البطارية A والبطارية B.



الوصلة e

$$i_1 + i_2 - i_3 = 0$$

المسار $abcda$

$$-i_1R_1 + i_2 R_2 - V_B + V_A = 0$$

$$-10\, i_1 + 40.0\, i_2 = 6.0$$

المسار $aefda$

$$-i_1R_1 - i_3 R_3 + V_A = 0$$

$$-10\, i_1 - 10\, i_3 = -6.0$$

$a(i_1)$	$b(i_2)$	$c(i_3)$	d
1	1	−1	0
−10	40	0	6
−10	0	−10	−6

$$i_1 = 0.2\ A \qquad i_2 = 0.2A \qquad i_3 = 0.4\ A$$

$$P_A = i_1 \Delta V_A = 0.2 \times 6.00 = 1.2\ W$$

$$P_B = i_2 \Delta V_B = 0.2 \times 12.0 = 2.4W$$

6.35• في الدائرة الموضحة في الشكل، أوجد مقدار التيار المتدفق عبر كل مقاوم واتجاهه، والقدرة التي تولدها كل بطارية، باستخدام القيم التالية:

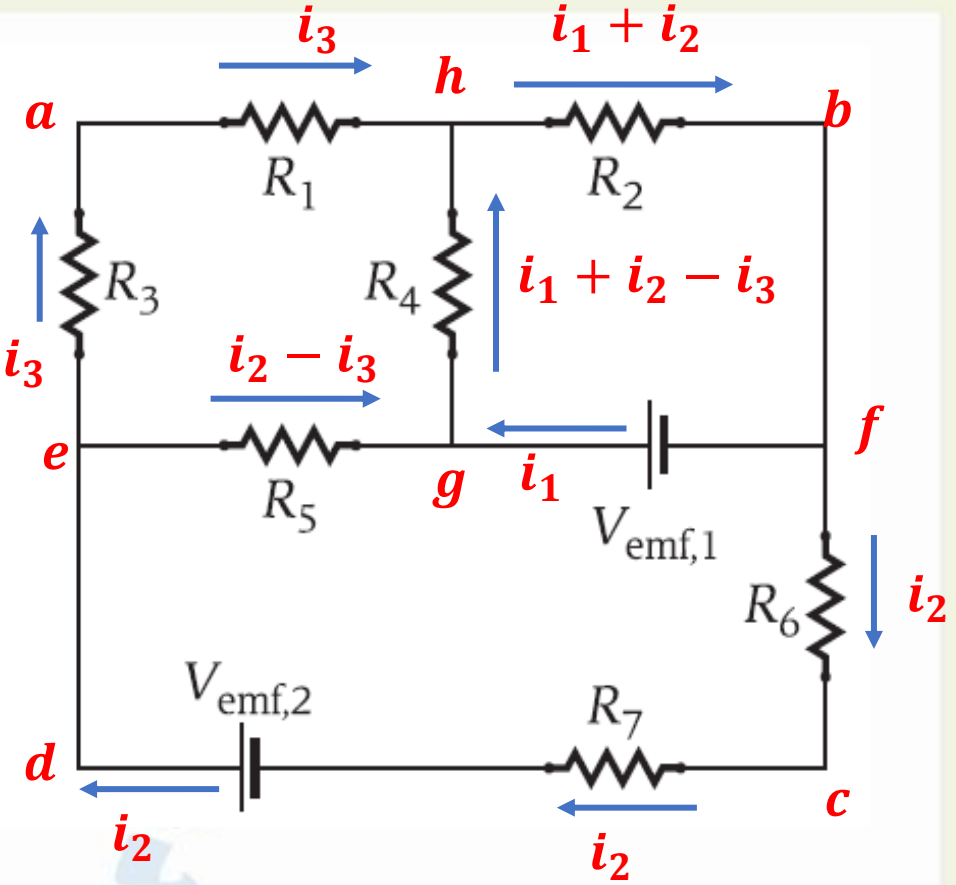
$R_1 = 4.00\ \Omega$، $R_2 = 6.00\ \Omega$،

$R_3 = 8.00\ \Omega$، $R_4 = 6.00\ \Omega$،

$R_5 = 5.00\ \Omega$، $R_6 = 10.0\ \Omega$،

$R_7 = 3.00\ \Omega$، $V_{emf,1} = 6.00\ V$،

$V_{emf,2} = 12.0\ V$.



المسار $abcda$

$$-i_3R_1 -(i_1 +i_2)R_2 - i_2(R_6 + R_7) + V_2 -i_3 R_3 = 0$$

$$-4i_3 -6\, i_1 -6i_2 - 13\, i_2 -8\, i_3 = -12$$

$$-6\, i_1 -19\, i_2 - 12\, i_3 = -12$$

المسار $efcde$

$$-(i_2 - i_3)R_5 - V_1 - i_2(R_6 + R_7) + V_2 = 0$$

$$-5i_2 + 5\, i_3 -13\, i_2 = -6$$

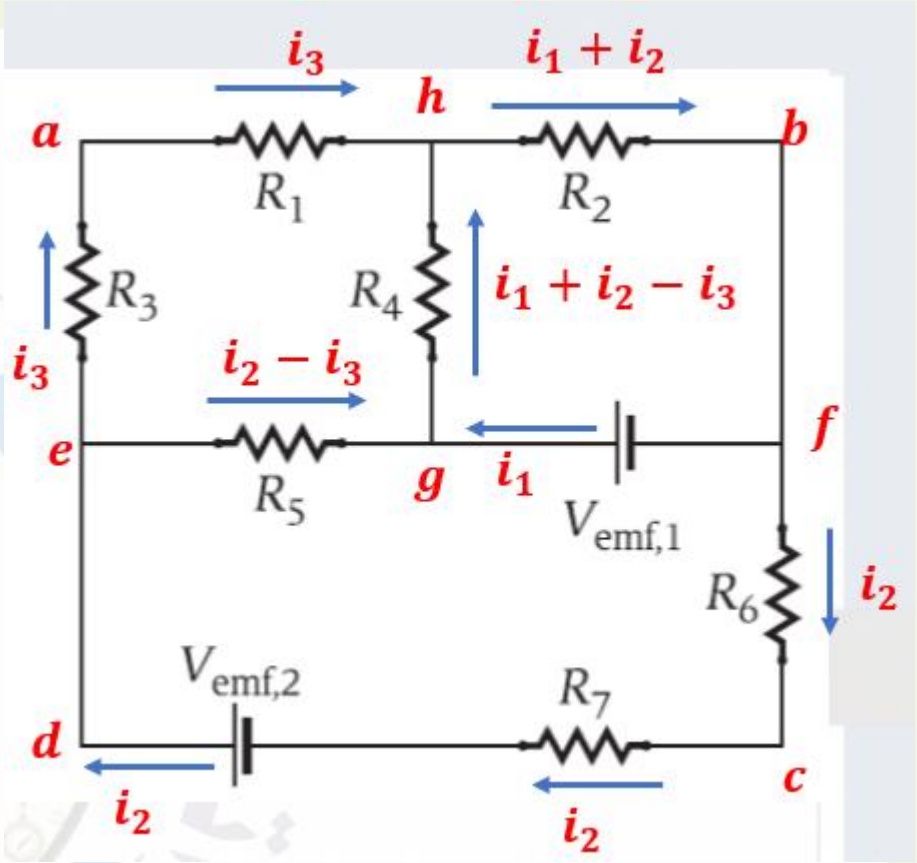
$$-18\, i_2 + 5\, i_3 = -6.0$$

$-6\,i_1 - 19\,i_2 - 12\,i_3 = -12$

$-18\,i_2 + 5\,i_3 = -6.0$

$R_2 = 6.00\ \Omega$, $R_1 = 4.00\ \Omega$
$R_4 = 6.00\ \Omega$, $R_3 = 8.00\ \Omega$
$R_6 = 10.0\ \Omega$, $R_5 = 5.00\ \Omega$
$V_{emf,1} = 6.00\ V$, $R_7 = 3.00\ \Omega$
$V_{emf,2} = 12.0\ V$.

المسار $hbfgh$



$-(i_1 + i_2)R_2 + V_1 + R_4(i_1 + i_2 - i_3) = 0$

$-(i_1 + i_2)6 + 6 - 6(i_1 + i_2 - i_3) = 0$

$-12\,i_1 - 12 i_2 + 6 i_3 = -6$

$-12 i_1 - 12\,i_2 + 6\,i_3 = -6.0$

$a(i_1)$	$b(i_2)$	$c(i_3)$	d
-6	-19	-12	-12
0	-18	5	-6
-12	-12	6	-6

$i_1 = 0.222\ A$

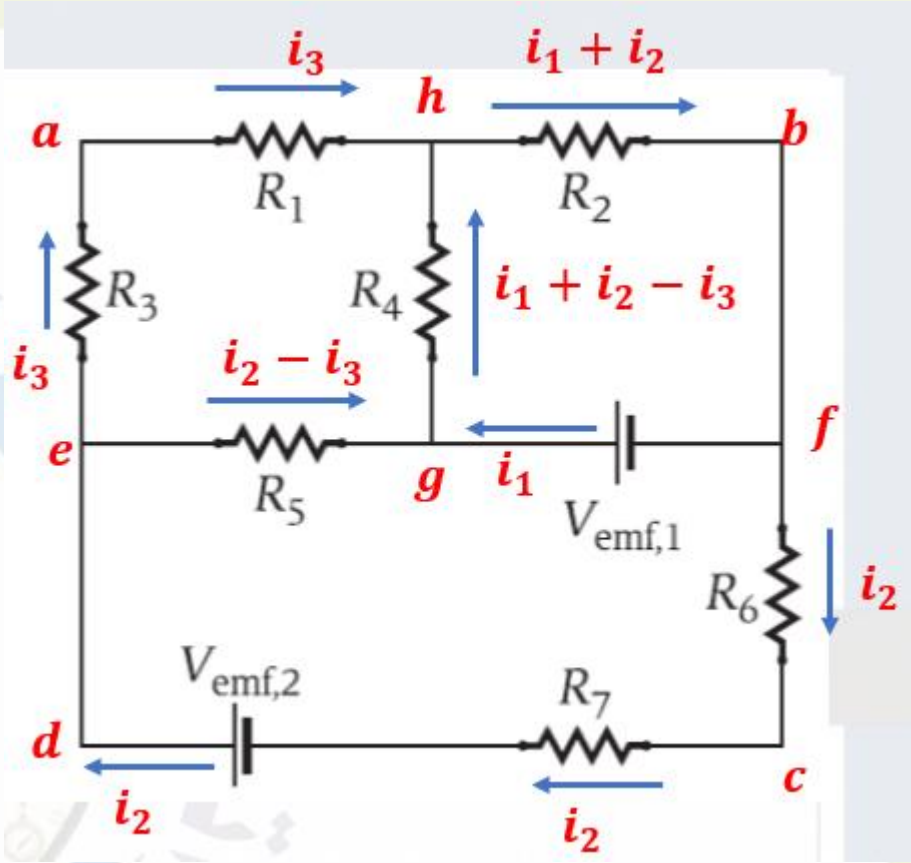
$i_1 = 0.251\ A$

$i_2 = 0.403 A$ $\quad$ $i_3 = 0.251\ A$

يكون التيار المار في كل مقاوم :

$i_2 = 0.222 + 0.403 =$

$R_2 = 6.00\ \Omega$، $R_1 = 4.00\ \Omega$،
$R_4 = 6.00\ \Omega$، $R_3 = 8.00\ \Omega$،
$R_6 = 10.0\ \Omega$، $R_5 = 5.00\ \Omega$،
$V_{emf,1} = 6.00\ V$، $R_7 = 3.00\ \Omega$،
$V_{emf,2} = 12.0\ V$.



$i_1 = 0.222\ A$ $i_2 = 0.403A$ $i_3 = 0.251\ A$

يكون التيار المار في كل مقاوم :

$i_1 = 0.251\ A$

$i_2 = 0.222 + 0.403 = 0.625A$

$i_3 = 0.251\ A$

$i_4 = 0.222 + 0.403 - 0.251 = 0.374A$

$i_5 = 0.403 - 0.251 = 0.152\ A$

$i_6 = 0.403A$

$i_7 = 0.403A$

$P_1 = i_1 V_{emf1} = 0.251 \times 6.00 = 1.506\ W$

$P_2 = i_2 V_{emf2} = 0.625 \times 12.0 = 7.5W$

12

6

دوائر التيار المستمر

قناة لحظات فيزيائية

الثاني عشر متقدم

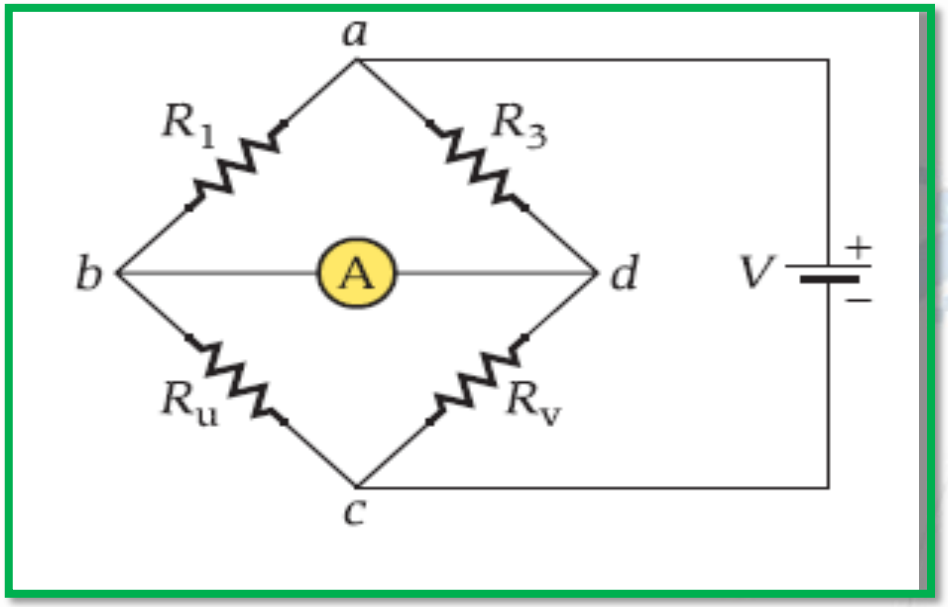
الفصل الدراسي الثاني





6.3 قنطرة ويتستون

الأستاذ :- محمد عبدالعاطي ياسين



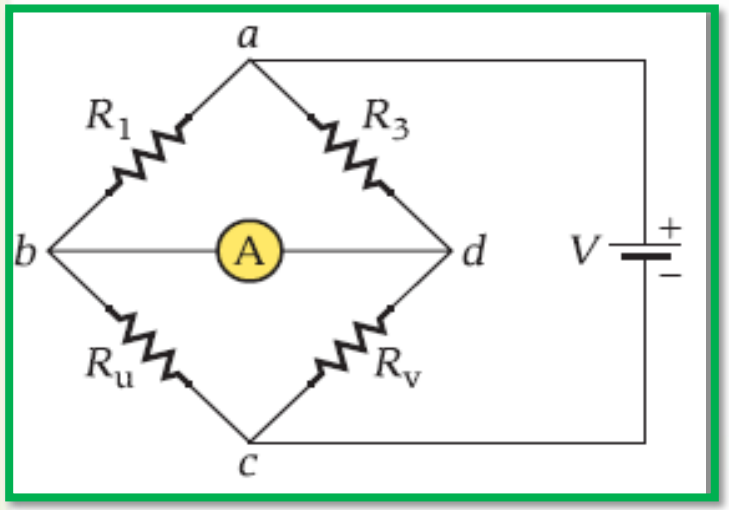
قنطرة ويتستون :

شرط الإتزان :

$$V_b = V_d$$

$$\frac{R_1}{R_3} = \frac{R_u}{R_v}$$

لايمر تيار في الفرع bd (قراءة الأميتر صفر)



في الدائرة الموضحة , إذا علمت أن :

$R_1 = 6\Omega$ و $R_3 = 8\ \Omega$ و $R_v = 12\Omega$

وكانت قراءة الأميتر صفر . احسب :

1- مقدار المقاومة R_u

$$\frac{R_1}{R_3} = \frac{R_u}{R_v}$$

$$\frac{6}{8} = \frac{R_u}{12}$$

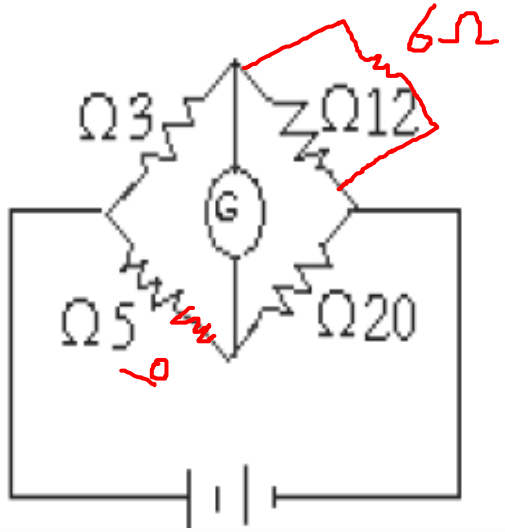
$$R_u = 9\ \Omega$$

2- المقاومة المكافئة للدائرة .

$$R_{eq} = \left(\frac{1}{R_1 + R_u} + \frac{1}{R_3 + R_v}\right)^{-1}$$

$$R_{eq} = \left(\frac{1}{6+9} + \frac{1}{8+12}\right)^{-1} = 8.57\Omega$$

5. الشكل المجاور يبين قنطرة ويتسون في حالة إتزان فإذا وصل مع المقاومة $12\ \Omega$ مقاومة أخرى مقدارها $6\ \Omega$ ، فأوجد قيمة المقاومة التي يجب توصيلها مع المقاومة 5 أوم وكيف يمكن توصيلها حتى تعود الدارة لحالة الإتزان .



6Ω $R=\left(\frac{1}{12}+\frac{1}{6}\right)^{-1}=4$

الحل : $\frac{3}{5}=\frac{12}{20}$ ، عندما توصل $6\ \Omega$ // $12\ \Omega$ تقل المكافئة لهما لذا يجب أن يزداد

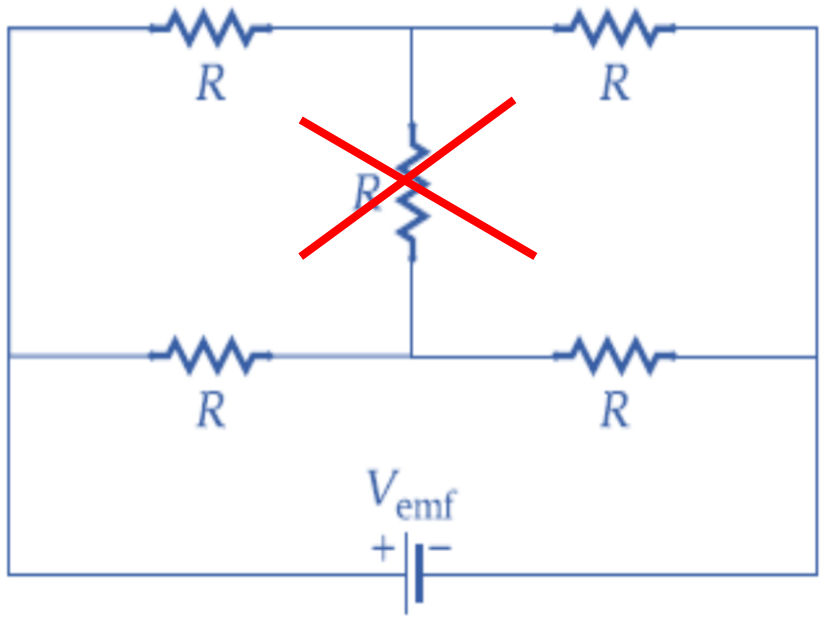
المقاومة $5\ \Omega$ فتوصل معها المقاومة على التوالي

$4\ \Omega = 12\ //\ 6$

$\frac{3}{x}=\frac{4}{20}$

$x=15$

$\frac{3}{م+5}=\frac{4}{20}$ $\Leftarrow$ $م = 10\ \Omega$

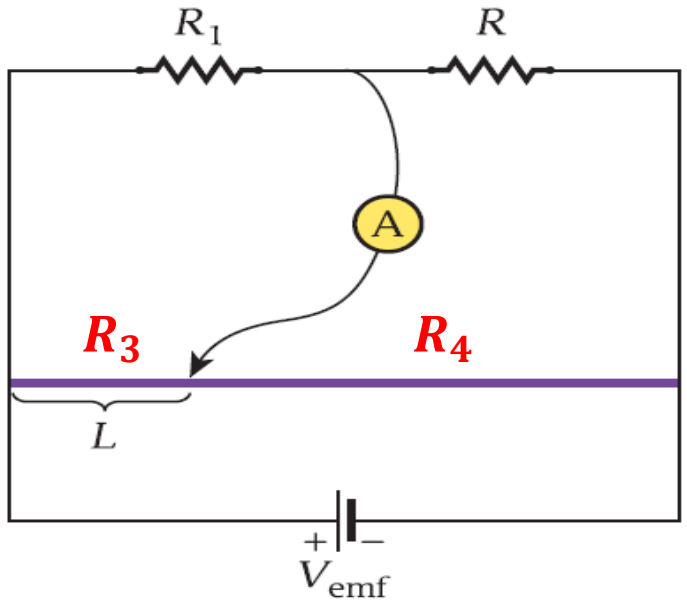


6.30 أوجد المقاومة المكافئة للدائرة الموضحة في الشكل.

قنطرة ويتستون متزنة

$$R_{eq} = \left(\frac{1}{R+R} + \frac{1}{R+R}\right)^{-1} = R$$

6.36• أُنشأت قنطرة ويتستون باستخدام سلك نيكروم طوله 1.00 m (الخط الأرجواني في الشكل) به نقطة توصيل يمكنها الانزلاق على طول السلك. وُضع مقاوم، $R_1 = 100.\ \Omega$، على أحد جانبي القنطرة، ومقاوم آخر، R، مجهول المقاومة على الجانب الآخر. تحركت نقطة التوصيل على طول سلك النيكروم، وكانت قراءة الأميتر صفرًا، حيث $L = 25.0$ cm. إذا عرفت أن السلك له قطاع عرضي منتظم على امتداد طوله، فحدد المقاومة المجهولة.



$$\frac{R_1}{R_3} = \frac{R_2}{R_4}$$

$$\frac{100}{0.25} = \frac{R}{0.75}$$

$$R = 300\ \Omega$$

12

6 دوائر التيار المستمر

قناة لحظات فيزيائية

الثاني عشر متقدم
الفصل الدراسي الثاني





6.4 أجهزة الأميتر والفولتميتر

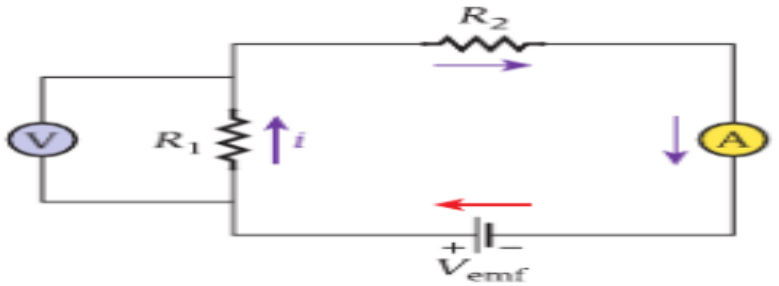
الأستاذ :- محمد عبدالعاطي ياسين

أجهزة الأميتر والفولتميتر

نشاط : بالتعاون مع أفراد مجموعتك افتح كتابك ص 153 وقارن بين الأميتر والفولتميتر .

الزمن : 3 دقائق

وجه المقارنة	الأميتر	الفولتميتر
الرمز		
الاستخدام	قياس شدة التيار	قياس فرق الجهد
مقاومة الجهاز	صغيرة (1Ω) . فسر ؟	كبيرة(10MΩ) . فسر ؟
طريق التوصيل في الدائرة الكهربائية	على التوالي	على التوازي



الشكل 6.17 وضع أميتر وفولتميتر في دائرة بسيطة.



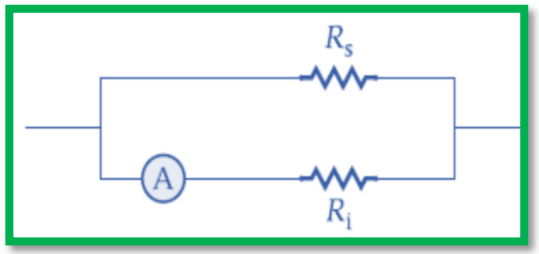
الملتيميتر الرقمي :

- يمكن استخدامه كأأميتر أو فولتميتر
- يعرض النتائج على شاشة رقمية
- يمكن استخدامه كأوميتر لقياس المقاومة وتحديد مدى استمرارية الدائرة وحالة المنصهرات

زيادة مدى الأجهزة

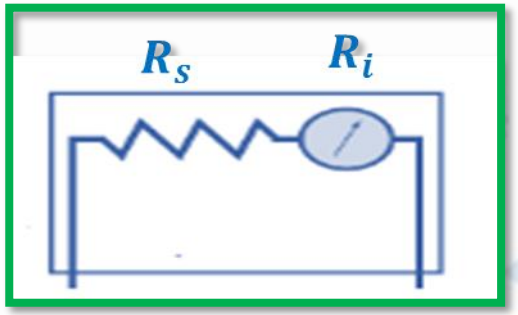
زيادة مدى قياس الأميتر

توصيل مقاومة صغيرة على التوازي مع ملفه (مجزئ التيار R_s)



$$R_s = \frac{i_i}{i_{max} - i_i} R_i$$

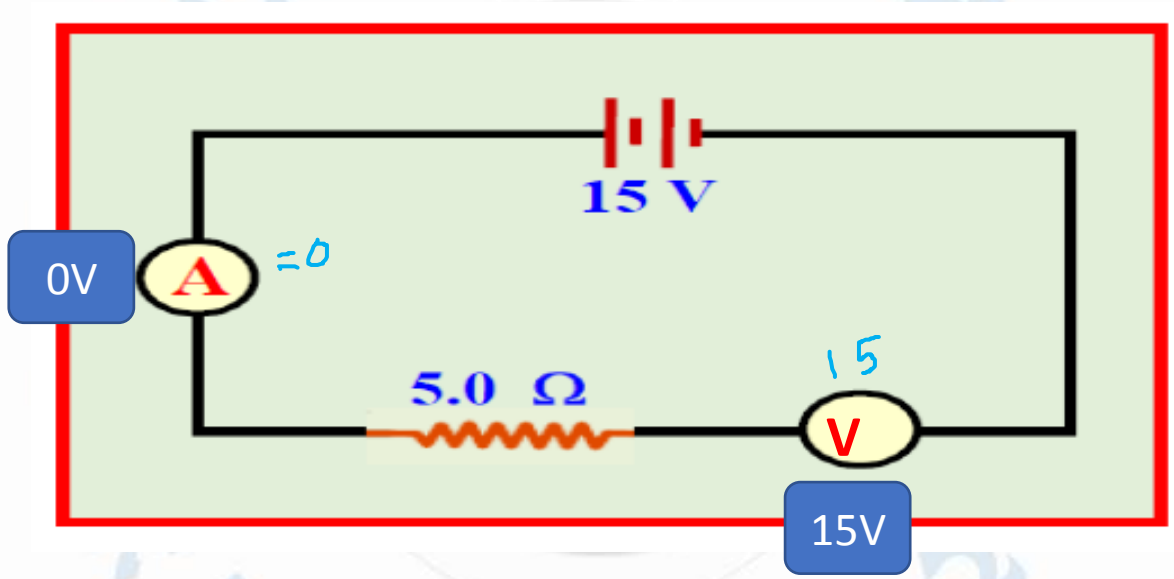
زيادة مدى قياس الفولتميتر



$$R_s = \frac{V_{max} - V_i}{V_i} R_i$$

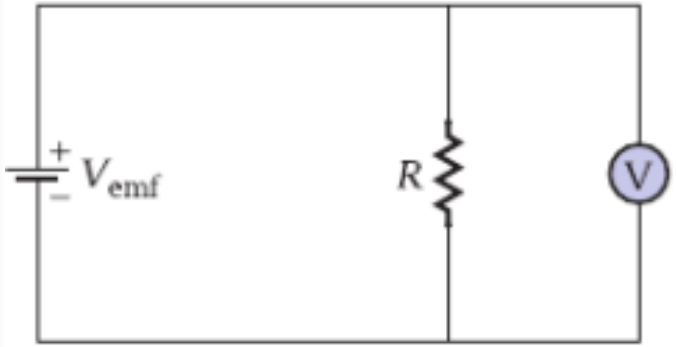
أجهزة الأميتر والفولتميتر

في الدائرة التالية : توقع قراءة الأميتر والفولتميتر . فسر إجابتك .



مثال 6.2 فولتميتر في دائرة بسيطة

فكر في دائرة بسيطة تتكون من مصدر للقوة الدافعة الكهربائية جهده $V_{emf} = 150.V$ ومقاوم $R = 100.\ k\Omega$ (الشكل 6.18). يُوصَّل فولتميتر مقاومته $R_V = 10.0\ M\Omega$ بين طرفَي المقاوم.



الشكل 6.18 دائرة بسيطة تحتوي على فولتميتر موصل على التوازي بين طرفَي مقاوم.

المسألة 1

ما قيمة التيار في الدائرة قبل توصيل الفولتميتر؟

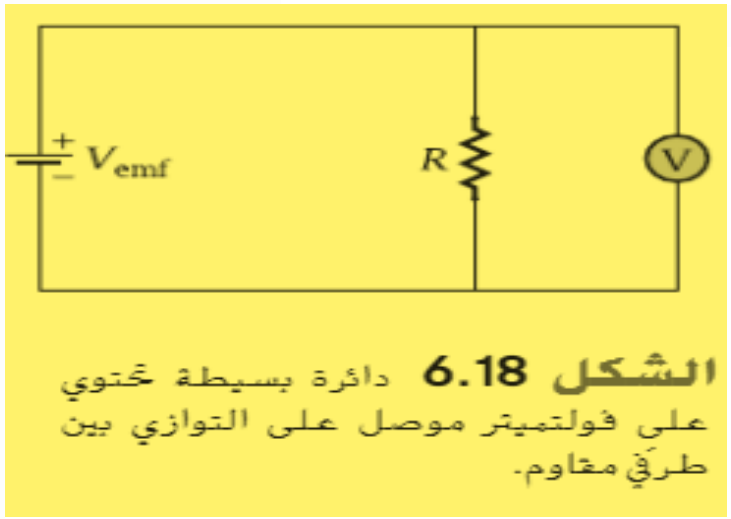
الحل 1

ينص قانون أوم على أن $V = iR$. إذًا يمكننا إيجاد التيار في الدائرة:

$$I = \frac{\Delta V}{R} = \frac{150}{100 \times 10^{-3}} = 1.5 \times 10^{-3} A = 1.5 mA$$

مثال 6.2 فولتميتر في دائرة بسيطة

فكر في دائرة بسيطة تتكون من مصدر للقوة الدافعة الكهربائية جهده $V_{emf} = 150.\text{V}$ ومقاوم $R = 100.\ \text{k}\Omega$ (الشكل 6.18). يُوصَّل فولتميتر مقاومته $R_V = 10.0\ \text{M}\Omega$ بين طرفَي المقاوم.



الشكل 6.18 دائرة بسيطة تحتوي على فولتميتر موصل على التوازي بين طرفَي مقاوم.

المسألة 2

ما قيمة التيار في الدائرة عند توصيل الفولتميتر بين طرفَي المقاوم؟

الحل 2

تُوضَّح المقاومة المكافئة للمقاوم والفولتميتر الموصل على التوازي بواسطة

$$\frac{1}{R_{eq}} = \frac{1}{R} + \frac{1}{R_V}$$

بإيجاد المقاومة المكافئة وبالتعويض بالقيم العددية، نحصل على

$$R_{eq} = \frac{RR_V}{R + R_V} = \frac{(100. \times 10^3\ \Omega)(10.0 \times 10^6\ \Omega)}{100. \times 10^3\ \Omega + 10.0 \times 10^6\ \Omega} = 9.90 \times 10^4\ \Omega = 99.0\ \text{k}\Omega$$

إذًا، التيار يساوي

$$i = \frac{V_{emf}}{R_{eq}} = \frac{150.\ \text{V}}{9.90 \times 10^4\ \Omega} = 1.52 \times 10^{-3}\ \text{A} = 1.52\ \text{mA}$$

يزيد التيار في الدائرة بمقدار 0.02 mA عند توصيل الفولتميتر؛ لأن مقاومة المقاوم والفولتميتر الموصل على التوازي أقل من مقاومة المقاوم وحده. ولكن، التأثير بسيط، حتى مع هذه المقاومة الكبيرة نسبيًا ($R = 100.\ \text{k}\Omega$).

سؤال الاختبار الذاتي 6.2

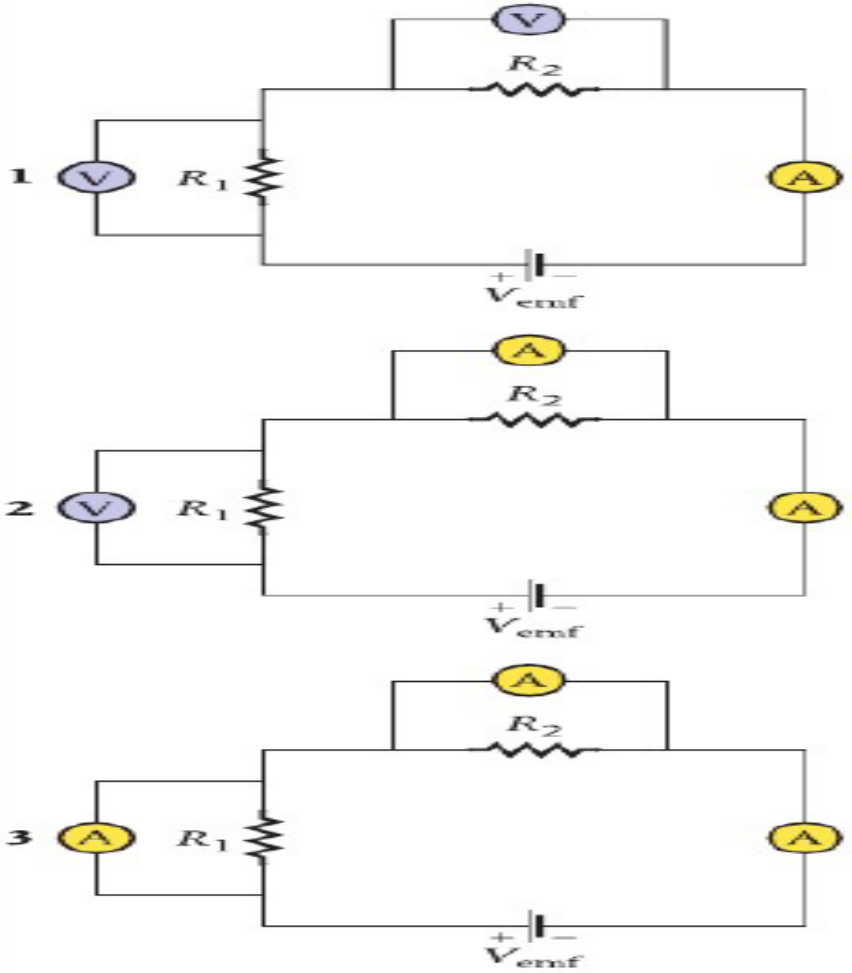
عند تعشيق بادئ تشغيل سيارة أثناء تشغيل المصابيح الأمامية، تخفت الإضاءة. اشرح.

عندما تكون المصابيح الأمامية مضيئة، تمد البطارية المصابيح بكمية صغيرة جدًا من التيار، ويكون انخفاض الجهد عبر المقاومة الداخلية للبطارية صغيرًا. يُوصل محرك بادئ التشغيل بالمصابيح على التوازي. عند تعشيق محرك بادئ التشغيل، فإنه يسحب تيارًا كبيرًا، مما ينتج انخفاضًا ملحوظًا في الجهد عبر المقاومة الداخلية للبطارية، ويتسبب في تدفق تيار أقل إلى المصابيح الأمامية.

أجهزة الأميتر والفولتميتر

مراجعة المفاهيم 6.4

أي من الدوائر الموضحة في الشكل لن تعمل بشكل صحيح؟



(a 1

(b 2

(c 3

(d 1، 2

(e 2، 3

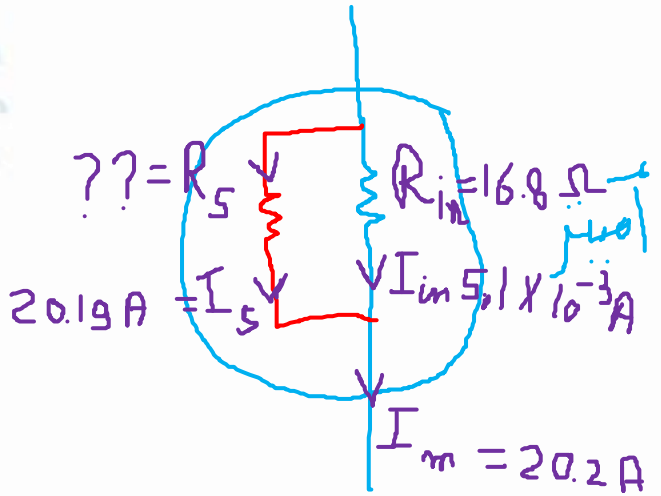
مسألة محلولة 6.3 زيادة نطاق قياس جهاز أميتر

المسألة

يمكن استخدام الأميتر لقياس مجموعة مختلفة لقيم التيار عن طريق إضافة مجزئ تيار على هيئة مقاوم مجزئ للتيار موصّل على التوازي بالأميتر. *المقاوم المجزئ للتيار* هو ببساطة مقاوم ذو مقاومة صغيرة جدًا. يُستمد اسمه من واقع أنه عند توصيله على التوازي بالأميتر، الذي مقاومته أكبر، يُحوّل معظم التيار من خلاله، متجاوزًا الأميتر. تقل حساسية الأميتر لهذا السبب، مما يتيح له قياس تيارات أكبر. افترض أن أميتر يعطي قراءة التدريجات بالكامل عندما يمر تيار مقداره $i_{int} = 5.10\ mA$ خلاله. وتبلغ المقاومة الداخلية للأميتر $R_i = 16.8\ \Omega$. لاستخدام هذا الأميتر لقياس أقصى تيار مقداره $i_{max} = 20.2\ A$، ما مقدار المقاومة اللازمة للمقاوم المجزئ للتيار، R_s، الموصل على التوازي بالأميتر؟

$$I_S R_S = I_{in}\ R_{in}$$

$$R_s = \frac{16.8 \times 5.1 \times 10^{-3}}{20.19} = 0.004^2 \Omega$$



حل أخر يتم توصيل المقاومة على التوازي لذا يكون فرق الجهد ثابتاً ويساوي :

$$\Delta V = IR = 5.10 \times 10^{-3} \times 16.8 = 8.568 \times 10^{-2} V$$

$$I = 20.2 - 5.10 \times 10^{-3} = 20.1949\ A$$

$$R = \frac{\Delta V}{I} = \frac{8.568 \times 10^{-2}}{20.1949} = 4.243 \times 10^{-3} \Omega$$

مسألة محلولة 6.3 زيادة نطاق قياس جهاز أميتر

المسألة

يمكن استخدام الأميتر لقياس مجموعة مختلفة لقيم التيار عن طريق إضافة مجزئ تيار على هيئة مقاوم مجزئ للتيار موصّل على التوازي بالأميتر. *المقاوم المجزئ للتيار* هو ببساطة مقاوم ذو مقاومة صغيرة جدًا. يُستمد اسمه من واقع أنه عند توصيله على التوازي بالأميتر، الذي مقاومته أكبر، يُحوّل معظم التيار من خلاله، متجاوزًا الأميتر. تقل حساسية الأميتر لهذا السبب، مما يتيح له قياس تيارات أكبر. افترض أن أميتر يعطي قراءة التدريجات بالكامل عندما يمر تيار مقداره $i_{int} = 5.10\ mA$ خلاله. وتبلغ المقاومة الداخلية للأميتر $R_i = 16.8\ \Omega$. لاستخدام هذا الأميتر لقياس أقصى تيار مقداره $i_{max} = 20.2\ A$، ما مقدار المقاومة اللازمة للمقاوم المجزئ للتيار R_s الموصل على التوازي بالأميتر؟

يتم توصيل المقاومة على التوازي لذا يكون فرق الجهد ثابتاً ويساوي :

$$\Delta V = IR = 5.10 \times 10^{-3} \times 16.8 = 8.568 \times 10^{-2} V$$

$$I = 20.2 - 5.10 \times 10^{-3} = 20.1949\ A$$

$$R = \frac{\Delta V}{I} = \frac{8.568 \times 10^{-2}}{20.1949} = 4.243 \times 10^{-3} \Omega$$