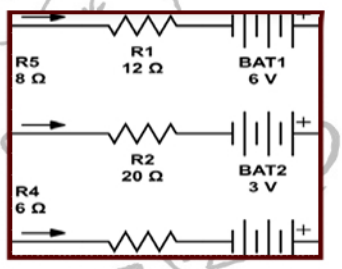
الوحدة السادسة

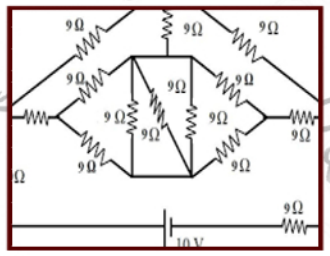
دوائر التيار المستمر

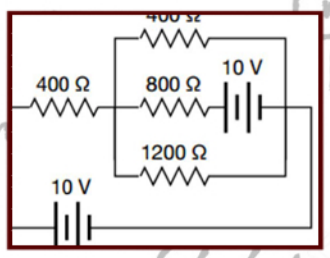
(قانون كيرشوف)

الثاني عشر متقدم

الفصل الدراسي الثاني





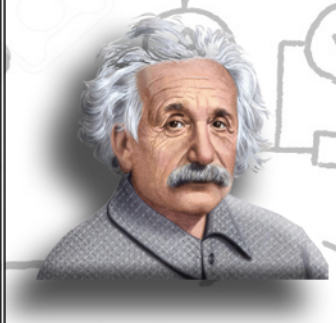


إعداد الأستاذ/ رامي عبد الفتاح

0507292077

قناة التيليجرام

@einstien_gulf_in_physics

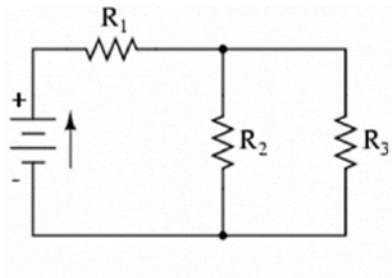


سلسلة أينشتاين الخليج

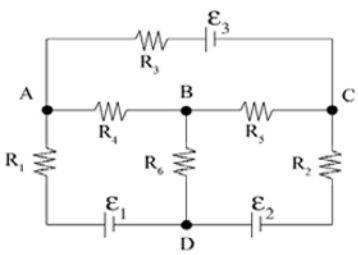
أنواع الدوائر الكهربائية

- **دوائر كهربائية بسيطة**
  هى التي تحتوى على بطارية ومقاومة

- **دوائر كهربائية مركبة**
  هى التي تحتوي على عدة مقاومات متصلة معا على التوالي أو التوازي



- **دوائر كهربائية معقدة**
  هى دائرة تحتوي على أكثر من بطارية



6.1 قانونا كيرشوف

أولا: قانون كيرشوف الأول أو **قانون الوصلة أو قانون حفظ الشحنة**

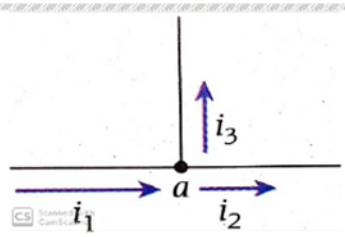
ينص على .. مجموع التيار ت الكهربائية الداخلة الى نقطة ما في دائرة كهربائية يساوي مجموع التيارات الكهربائية الخارجة منها أى ان .. $i_1 = i_2 + i_3$

أو .. هو المجموع الجبري لقيم التيارات الكهربائية عند نقطة ما = 0.

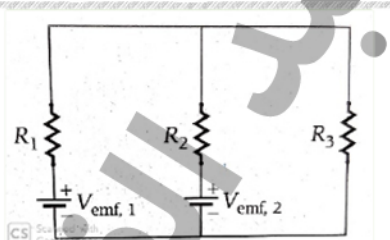
$\sum_{داخلة} i = \sum_{خارجة} i$	$\sum_{k=1}^{n} i_k = 0$ الوصلة

الوصلة : هى نقطة التقاء ثلاثة أسلاك أو أكثر ببعضها البعض & كما يطلق على كل توصيله بين وصلتين في دائرة فرع

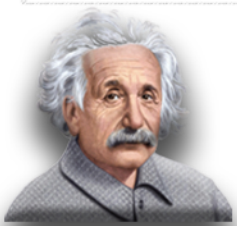
حيث يكون .. اشارة التيارات الداخلة للوصلة موجبة واشارة التيارات الخارجة من الوصلة نفسها سالبة



$$\sum_{داخلة} i = \sum_{خارجة} i$$
$$i_1 = i_2 + i_3$$
OR $\sum i = 0$
$$i_1 - i_2 - i_3 = 0$$



$$\sum i = 0$$
$$i_1 + i_2 - i_3 = 0$$
OR $\sum_{داخلة} i = \sum_{خارجة} i$
$$i_2 + i_1 = i_3$$

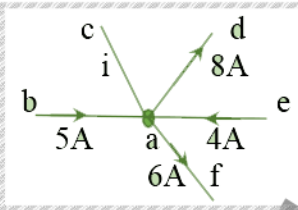


سلسلة أينشتاين الخليج

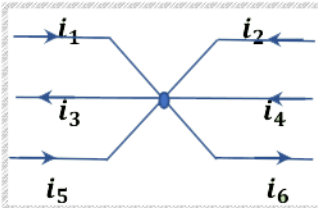
إعداد الأستاذ/ رامي عبد الفتاح

أمثلة متنوعة

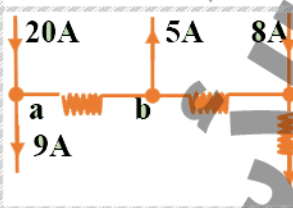
- في الشبكة الموضحة بالشكل المقابل تكون قيمة التيار i = ...



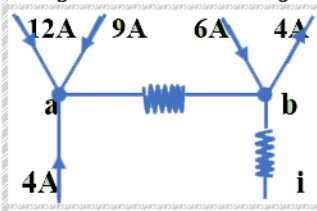
- في الشكل المقابل إذا علمت أن :
$i_1 = i_2 = i_3 = i_4 = i_5$
فإن i_6 = ...



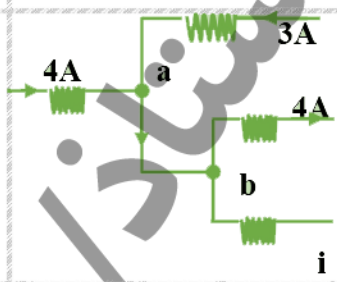
- في الشبكة الموضحة بالشكل المقابل تكون قيمة التيار i = ...



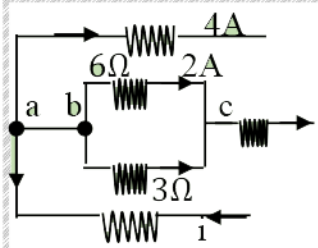
- في الشبكة الموضحة بالشكل المقابل تكون قيمة التيار i = ...



- في الشبكة الموضحة بالشكل المقابل تكون قيمة التيار i = ...



- في الشبكة الموضحة بالشكل المقابل تكون قيمة التيار i = ...



ثانيًا: قانون كيرشوف الثاني أو قانون الحلقة أو قانون حفظ الطاقة

ينص على .. عند أى مسار مغلق في دائرة كهربائية يكون : المجموع الجبري للقوة الدافعة الكهربائية في دائرة = المجموع الجبري لفروق الجهد

أو .. المجموع الجبري للجهود في مسار مغلق = 0.

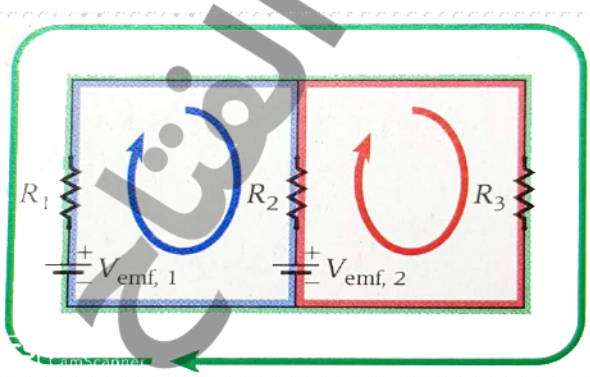
$$\sum V = \sum i \,.\, R$$

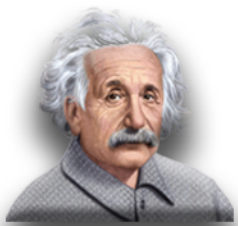
$$\sum_{j=1}^{m} V_{emf} - \sum_{k=1}^{n} i_k \cdot {}_{k} = 0$$ الحلقة المغلقة

الحلقة : هى مجموعة من العناصر الكهربائية والأسلاك الموصلة والتي تشكل مساراً مغلقاً.

ملحوظة : يمكن التنقل عبر أى حلقة في الدائرة مع عقارب الساعة أو عكس عقارب الساعة.

يظهر الشكل المقابل الحلقات الثلاثة المحتملة (الأحمر – الأزرق – الأخضر)

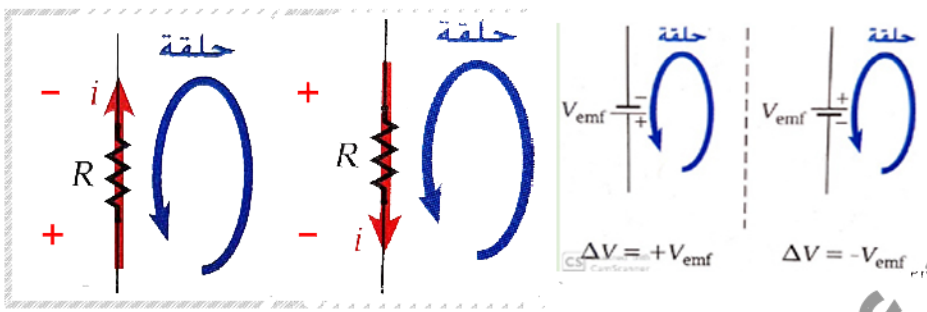




سلسلة أينشتاين الخليج

قاعدة الإشارات

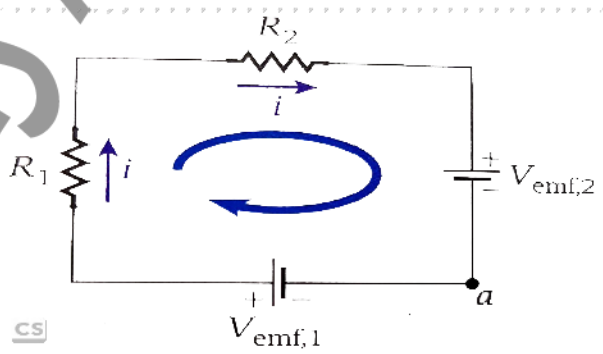
يتطلب تطبيق قانون كيرشوف الثاني افتراضات لتحديد انخفاض الجهد عبر كل عنصر من الدائرة ويعتمد ذلك على الاتجاه المفترض للتيار



6.2 دوائر كهربائية أحادية الحلقة

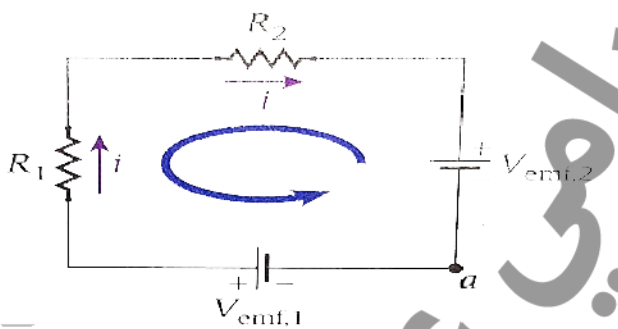
قم بتطبيق قانون كيرشوف الثاني على الدائرة التالية :

- مرور التيار مع عقارب الساعة
- مرور التيار عكس عقارب الساعة
- قارن نتائج الحالتين السابقتين



$$V_{emf_1} - i\,R_1 - i\,R_2 - V_{emf_2} = 0$$

$$\mathbf{V_{emf_1} - V_{emf_2} = i\,(R_1 + R_2)}$$



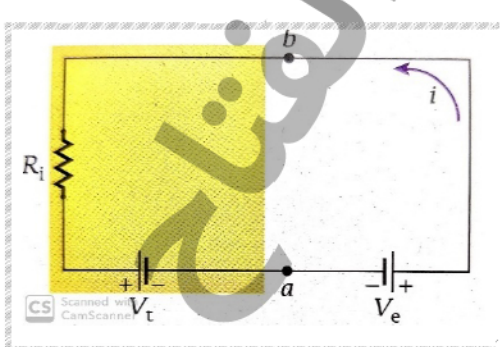
$$V_{emf_1} - i\,R_1 - i\,R_2 - V_{emf_2} = 0$$

$$V_{emf_2} - V_{emf_1} = -i\,(R_1 + R_2)$$

$$\mathbf{V_{emf_1} - V_{emf_2} = i\,(R_1 + R_2)}$$

تدريب 6.1

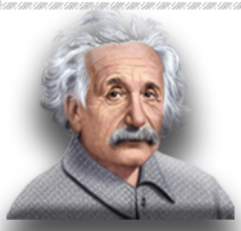
شحنت بطارية جهدها $12\ v$ وذات مقاومة داخلية $R_i = 0.2\ \Omega$ بشاحن بطارية قادرة على توصيل تيار مقداره $I = 6\ A$.
ما أقل قوة دافعة كهربائية يجب على شاحن البطارية توفيرها ليتمكن من شحن البطارية؟



$$-i\,R_1 - V_t + V_e = 0$$

$$-1.2 - 12 + V_e = 0$$

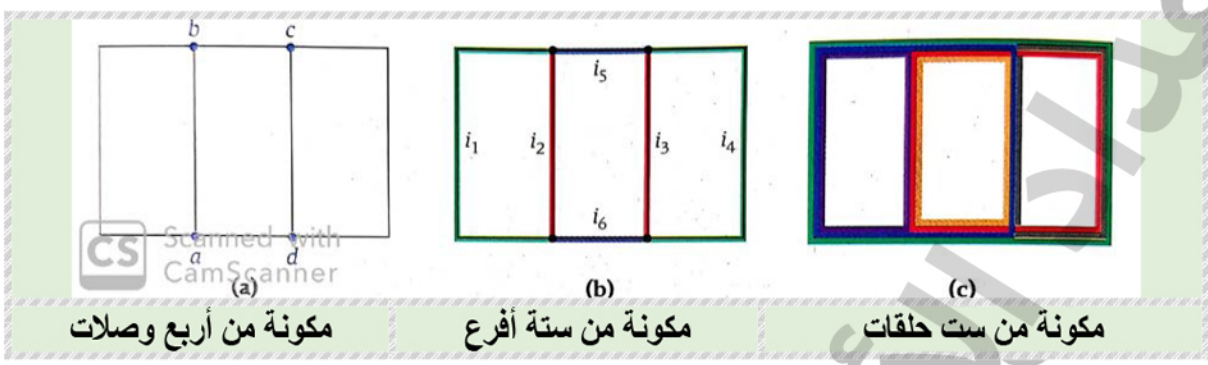
$$V_e = 13.2\ v$$



أعداد الأستاذ/ رامي عبد الفتاح

6.3 دوائر كهربائية متعددة الحلقات

وهي عبارة عن شبكة دائرة كهربائية مكونة من :



مكونة من ست حلقات	مكونة من ستة أفرع	مكونة من أربع وصلات

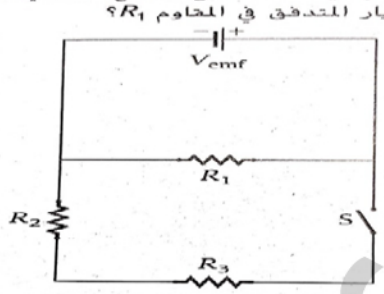
ملاحظات هامة :

- يتم تحديد اتجاهات التيارات الكهربائية المارة في كل فرع من فروع الشبكة الدائرية
- تطبيق قانون كيرشوف الأول للحصول على معادلة خطية صفرية تكون بمثابة معادلة (1)
- تطبيق قانون كيرشوف الثاني على مسارين مغلقين والحصول على معادلتين خطيتين (2) ، (3)
- الربط بين المعادلات (1) ، (2) ، (3) لإيجاد المتغير المطلوب باستخدام الآلة الحاسبة.

الاجابة (c) حيث أن تيار الافرع لا يتأثر

مراجعة المفاهيم 6.2

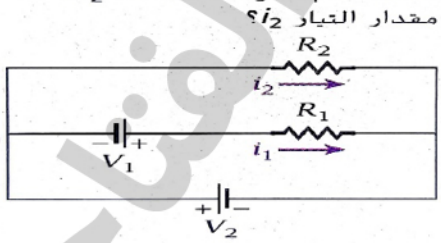
في الدائرة الموضحة في الشكل، توجد ثلاثة مقاومات متماثلة. يُغلق المفتاح S في البداية. عند غلق المفتاح، ماذا يحدث للتيار المتدفق في المقاوم R_1؟



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 و $V_2 = 12.0$ V و $R_1 = 10.0\Omega$ و $R_2 = 12.0$ 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

بتطبيق قانون كيرشوف على المسار المغلق العلوي

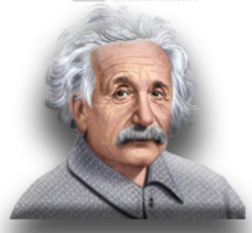
$$-i_2R_2 + i_1R_1 - V_1 = 0$$

بتطبيق قانون كيرشوف على المسار المغلق السفلي

$$V_1 + i_1R_1 + V_2 = 0$$

$$6 + 10\,i_1 + 12 = 0$$

$$i_1 = 0.6\text{A}$$



سلسلة أينشتاين الخليج

إعداد الأستاذ رامي عبد الفتاح

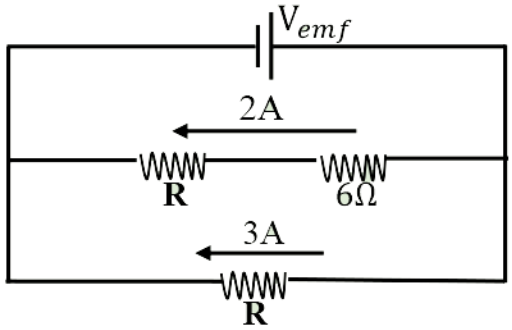
تدريبات متنوعة

1- أدرس الشكل المقابل ثم أجب:

a- مقدار شدة التيار المار في البطارية وحدد اتجاهه

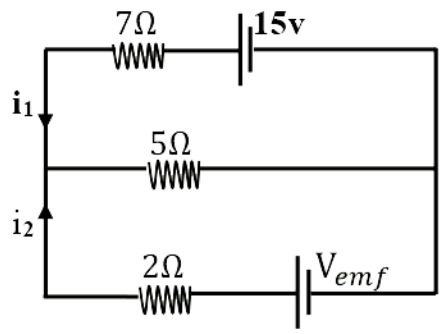
b- مقدار المقاومة R .

c- القوة الدافعة الكهربائية V_{emf} للبطارية



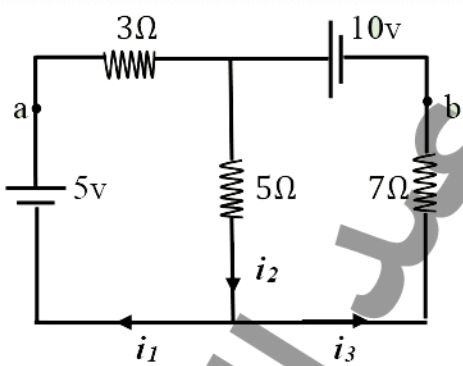
2- في الشكل المقابل إذا علمت أن قراءة الأميتر تساوي 2.3A فاحسب ما يلي:

- (i_2 , i_1)
- V_{emf}



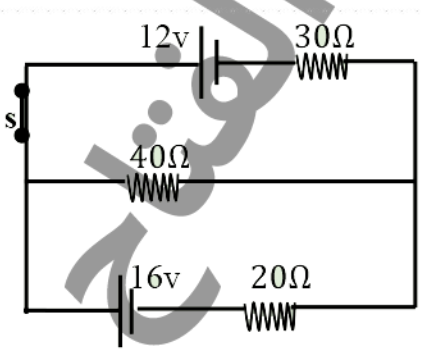
3- في الشكل المقابل :

- اوجد كل من (i_3,i_2,i_1)
- فرق الجهد بين النقطتين (b,a)

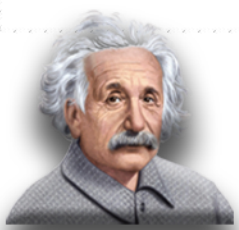


4- في الشكل المقابل أوجد ما يلي:

- احسب انخفاض الجهد بين طرفي المقاوم 40Ω .
- إذا فتح المفتاح (s) كم يصبح انخفاض الجهد بين طرفي المقاوم 40Ω .

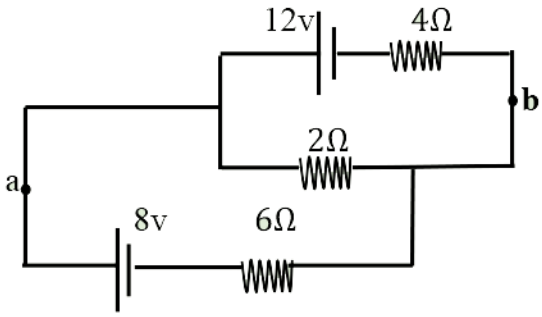


إعداد الأستاذ/ رامي عبد الفتاح



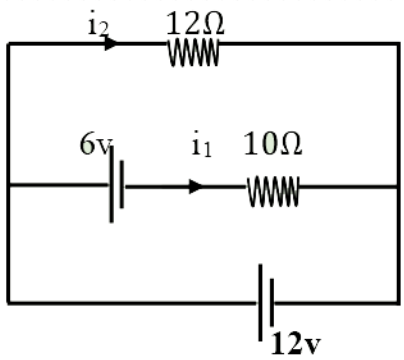
5- في الشكل المقابل أوجد ما يلي:

- شدة التيار المار في المقاومة 6Ω.
- فرق الجهد بين النقطتين a ، b .

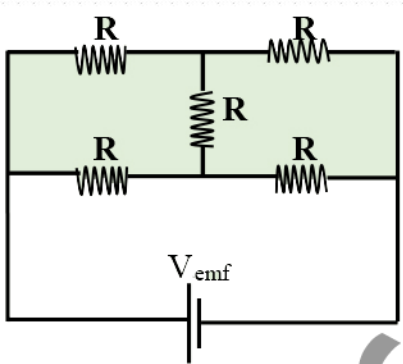


6- في الشكل المقابل :

- احسب كل من i_2 ، i_1
- القدرة التي تولدها البطارية (12v)

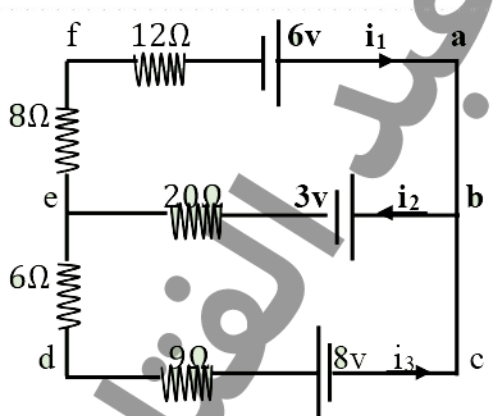


7- أوجد المقاومة المكافئة للدائرة الموضحة بالشكل المقابل:



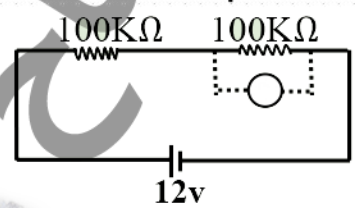
8-من الدائرة المقابلة احسب:

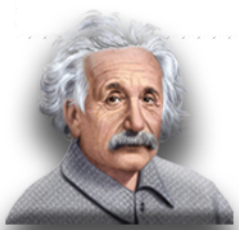
- التيار المار في المقاوم 12Ω
- القدرة المستنفذة في المقاومة 20Ω
- فرق الجهد بين طرفي المقاومة 9Ω



6.44 دائرة كهربائية تجتوي على مقاومين متماثلين تبلغ مقاومة كل منهما R=100KΩ موصلين على التوالي ببطارية جهدها V_{emf}=12v

1- احسب انخفاض الجهد عبر طرفي أحد المقاومين





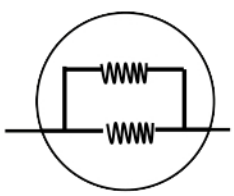
إعداد الأستاذ/ رامي عبد الفتاح

2- إذا تم توصيل فولتميتر مقاومته الداخلية R_V = 10MΩ على التوازي بأحد المقاومين لقياس انخفاض الجهد عبر طرفي هذا المقاوم احسب نسبة الخطأ في القياس في الحالتين

أجهزة الأميتر والفولتميتر

أولاً .. الأميتر

معلومات إثرائية



- **الغرض منه** : يستخدم لقياس التيار المستمرة المتوسطة والكبيرة بطريقة مباشرة.
- **توصيله** : يوصل فى الدائرة الكهربية على التوالى لأن التيار على التوالى ثابت الشدة فيكون التيار المار فى الجهاز هو نفس التيار فى المار فى الدائرة .
- **تركيبه** : عبارة عن جلفانومتر يوصل مع ملفه على التوازى مقاومة صغيرة تسمى مجزئ التيار لكى يزيد مداه لقياس شدة تيار أكبر مما يتحمله ملفه دون أن يتعرض للتلف

✪ **مجزئ التيار R_S** : هو مقاومة صغيرة توصل على التوازى مع ملف الجلفانومتر عندما يراد استخدامه لقياس شدة تيار أكبر من تدريجه

- **فائدة مجزئ التيار** :

1- جعل مقاومة الأميتر ككل صغيرة جداً فلا تتغير شدة التيار المراد قياسه بعد إدخال الأميتر فى الدائرة على التوالى
2- يعمل على حماية الجهاز من التلف لأن مقاومته صغيرة جداً فيمر به الجزء الأكبر من التيار ويرمز له بالرمز I_S بينما يمر فى ملف الجلفانومتر تيار صغير I_g مناسباً لمدى تدريجه
3- جعل الجهاز صالحاً لقياس شدة تيارات أكبر مما كان يتحملها الملف بمفرده .

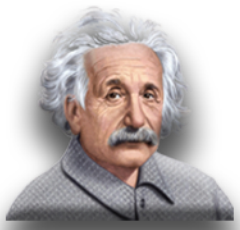
- **ملحوظة** :

كلما قلت مقاومة مجزئ التيار فى الأميتر أمكن استخدامه لقياس تيارات كهربية شدتها أكبر .

- **قانون حساب مجزئ التيار R_S** :

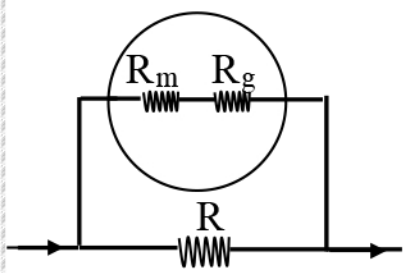
$$R_S = \frac{I_g R_g}{I - I_g}$$

إعداد الأستاذ / رامى عبد الفتاح



ثانياً : الفولتميتر

معلومات إثرائية



- **الغرض منه** : قياس فروق الجهد المتوسطة والكبيرة بطريقة مباشرة
- **توصيله** : يوصل فى الدائرة على التوازى حتى يكون فرق الجهد بين طرفى الجهاز مساوياً لفرق الجهد بين طرفى المقاومة (فرق الجهد المراد قياسه)

- **تركيبه** : هو عبارة عن جلفانومتر ذو ملف متحرك يتصل بملفه مقاومة كبيرة على التوالى تعرف بمضاعف الجهد R_m وبذلك يقيس الجهاز فرق جهد أكبر من فرق الجهد الذى يتحمله ملف الجلفانومتر بمفرده .

- **مضاعف الجهد R_m** : هو مقاومة كبيرة تتصل على التوالى مع ملف الجلفانومتر لكى يقيس فرق جهد أكبر

- **فائدة مضاعف الجهد R_m :**

1- زيادة المقاومة الكلية للفولتميتر ليقلل ما يسحبه من تيار الدائرة .
2- يمكن الفولتميتر من تحمل وقياس فروق جهد أكبر من التى يقيسها الجلفانومتر بمفرده .

- **قانون مضاعف الجهد**

$$\therefore R_m = \frac{V - V_g}{I_g} \qquad \therefore \frac{V_g}{R_g} = \frac{V - V_g}{R_m}$$

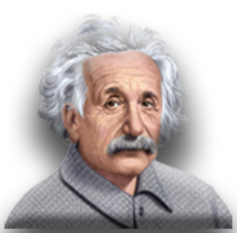
تدريبات

1- افترض أن أميتر يعطي قراءة التدريجات بالكامل عندما يمر تيار مقداره $i_{int} = 5.1\ mA$ خلاله وتبلغ المقاومة الداخلية للأميتر $R_i = 16.8\ \Omega$ لاستخدام هذا الأميتر لقياس أقصى تيار مقداره $i_{max} = 20.2A$
- ما مقدار المقاومة اللازمة للمقاوم المجزئ للتيار R_s الموصل على التوازي بالأميتر.

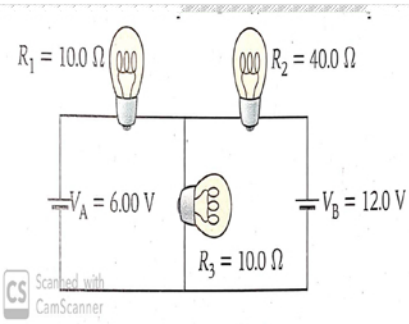
$$R_s = \frac{I_g R_g}{I - I_g}$$

$$R_s = \frac{5.1 \times 10^{-3} \times 16.8}{20.2 - 5.1 \times 10^{-3}} = 4.2 \times 10^{-3}\Omega$$

إعداد الأستاذ / رامى عبد الفتاح



6.33 الدائرة الموضحة بالشكل تتكون من بطاريتين جهدهما (V_A,V_B) وثلاثة مصابيح ضوئية مقاومتها (R_1,R_2,R_3)

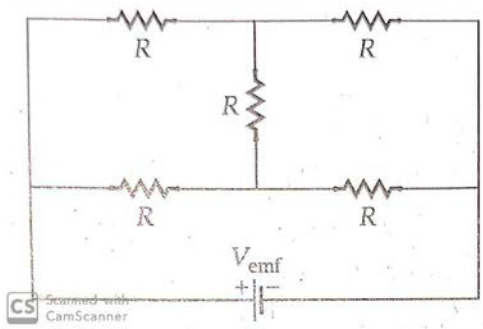


1- حدد الاتجاهات الصحيحة على الشكل لتدفق التيار عبر الدائرة الموضحة بالرسم التخطيطي.

2- احسب مقدار التيارات (i_1,i_2,i_3) المتدفقة عبر المصابيح الثلاثة

3- احسب القدرة (P_B,P_A) التي تولدها البطارية A والبطارية B.

6.30 احسب المقاومة المكافئة للدائرة الموضحة في الشكل



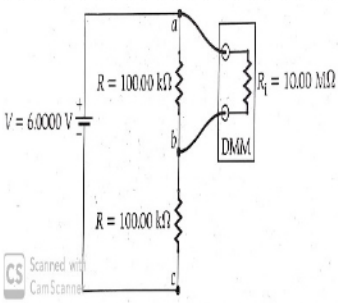
الحل : حيث أن المقاومات متساوية بالتالي R_S لا يمر بها تيار كهربائي

وعليه يكون R_1,R_3 متصلين توالي $R_T = 2R$

بالمثل R_2,R_4 أيضا توالي $R_T = 2R$

$$R_{eq} = \frac{\text{أحدهم } 2R}{\text{عددهم } 2} = R$$

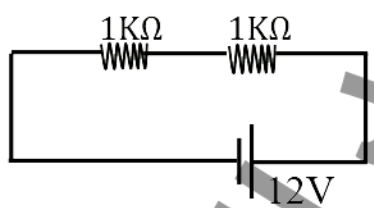
6.41 كما هو موضح بالشكل بطارية جهدها V=6v تستخدم لتوليد تيار عبر مقاومين متماثلين R تبلغ مقاومة كل منهما $R=100K\Omega$ يستخدم ملتيمتر رقمي لقياس فرق الجهد بين طرفى المقاوم الأول علماً بأن المقاومة الداخلية للملتيمتر الرقمي هو $R_1=10\ M\Omega$



1- احسب فرق الجهد بين النقطتين (a,b)

2- فرق الجهد بين النقطتين (a,b) = فرق الجهد بين النقطتين (c,b)

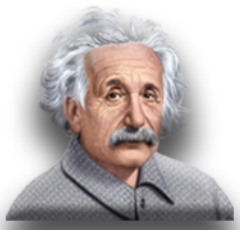
6.44 دائرة كهربائية تحتوي على مقاومين متماثلين تبلغ كل منهما $(R=100K\Omega)$ موصلين على التوالي ببطارية جهدها $(V_{emf}=12v)$

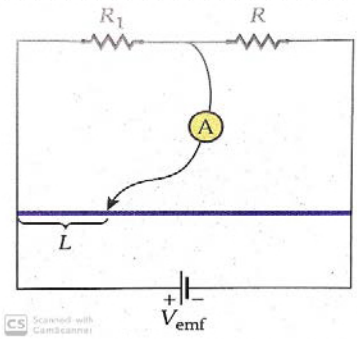


1- احسب انخفاض الجهد عبر طرفى أحد المقاومين

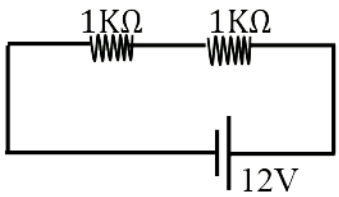
2- إذا تم توصيل فولتميتر مقاومته الداخلية $R_V=10M\Omega$ على التوازي بأحد المقاومين لقياس انخفاض الجهد عبر طرفي هذا المقاوم احسب نسبة الخطأ في القياس في الحالتين.

إعداد الأستاذ/ رامي عبد الفتاح





6.41 أنشأت قنطرة ويتستون باستخدام سلك نيكروم طوله 1m (الخط الأرجواني في الشكل) به نقطة توصيل يمكنها الانزلاق على طول السلك وضع 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 صفراً حيث L=25 Cm فإذا عرفت أن السلك له قطاع عرضي منتظم على امتداد طوله فحدد المقاومة المجهولة.



6.43 دائرة كهربائية تحتوي على مقاومين متماثلين تبلغ كل منهما ($R=1000\Omega$) موصلين على التوالي ببطارية جهدها ($V_{emf}=12v$)

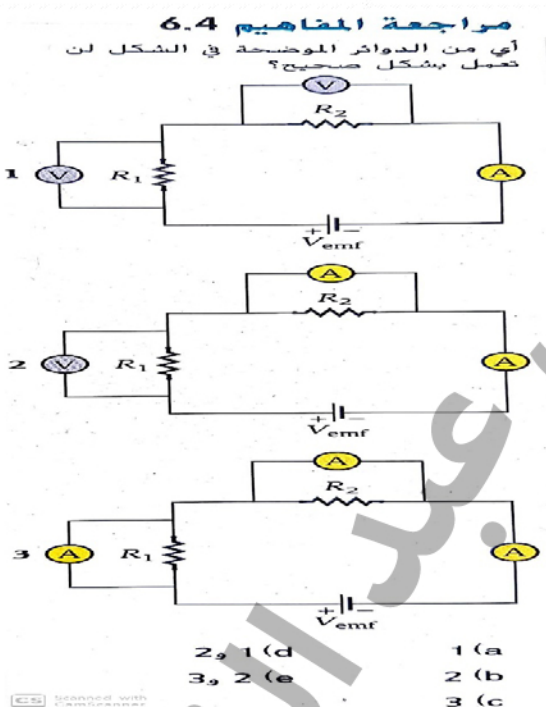
1- احسب التيار المتدفق عبر كل مقاوم

3- إذا قمت بتوصيل أميتر بهذا المقاوم على التوازي بدلاً من توصيله على التوالي . ما مقدار التيار الذي يتدفق عبر الأميتر (أفترض أن المقاومة الداخلية هي $R_1=1\Omega$

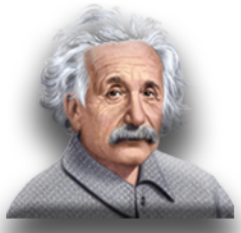
سؤال الإختبار الذاتي 6.2

عند تعشيق بادئ تشغيل سيارة أثناء تشغيل المصابيح ، تخفت الإضاءة . إشرح

الإجابة : لأن كمية التيار الماره في المصابيح صغيرة جدا وبادئ التشغيل مع المصابيح موصول على التوازي فعند تشغيل بادئ التشغيل يتم سحب التيار من المصابيح فتخفت



الإجابة : (e) لأن الدائرة الثانية والثالثة نجد أن الأميتر متصل مع المقاومة على التوازي وهذا خطأ



سلسلة أينشتاين الخليج

إعداد الأستاذ/ رامي عبد الفتاح