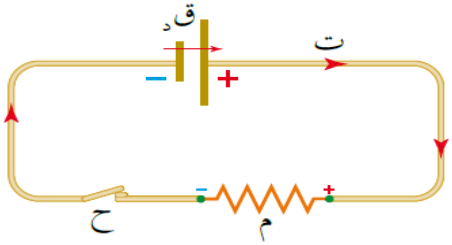
معادلة الدارة الكهربائية البسيطة

Simple Electric Circuit Equation

يطلق اسم الدارة الكهربائية البسيطة على الدارة الكهربائية التي يمكن تبسيطها واختصارها في عروة واحدة كما في الشكل. بحيث يمر فيها تيار واحد.



يمكن التوصل الى معادلة الدارة الكهربائية البسيطة من خلال أن القدرة التي تنتجها البطارية في الدارة المغلقة ، تستهلك في المقاومات الداخلية و الخارجية ، من خلال العلاقة :

$$ق_د \, ت = ت^2 \, م_د + ت^2 \, م_خ$$

وبقسمة طرفي المعادلة على (ت) وإعادة ترتيب العلاقة الرياضية نجد أن: $ت = \frac{ق_د}{م_د + م_خ}$

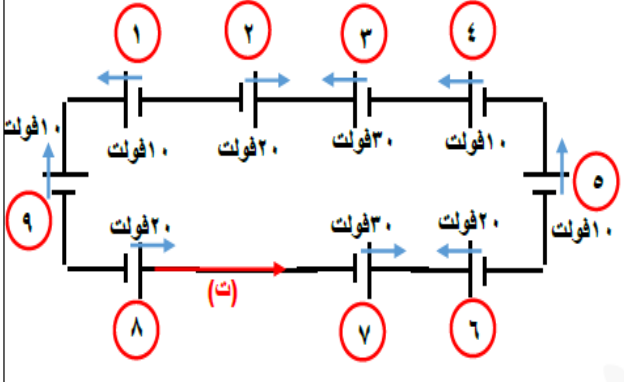
فإذا احتوت الدارة الكهربائية البسيطة على أكثر من بطارية وأكثر من مقاومة خارجية، فإن:

$$ت = \frac{\sum ق_د}{\sum م_د + \sum م_خ} \Longleftarrow ت = \frac{\sum ق_د}{\sum م}$$

ويطلق على العلاقة السابقة: معادلة الدارة الكهربائية البسيطة.

حيث($\sum ق_د$) هو المجموع الجبري للقوى الدافعة الكهربائية في الدارة.

اعتماداً على البيانات المثبتة في الشكل جد مقدار القوة الدافعة الكهربائية وإتجاه التيار في الدارة ؟



الحل:

نلاحظ أن (١,٣,٤,٥,٧,٨) بنفس الإتجاه :

$\sum ق_{د1}$ = (٢٠+٣٠+١٠+١٠+٣٠+١٠)= ١١٠ فولت

نلاحظ أن (٢،٦،٩) بنفس الإتجاه وعكس المجموعة:

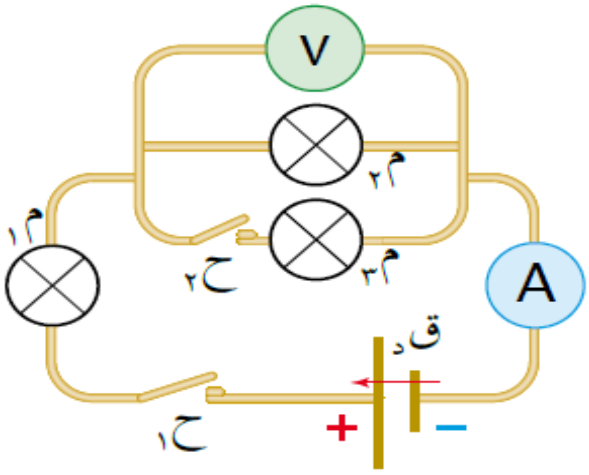
$\sum ق_{د2}$ = (١٠+٢٠+٢٠)= ٥٠ فولت

$\sum ق_د = \sum ق_{د1} - \sum ق_{د2}$

= ١١٠ – ٥٠ = ٦٠ فولت

وإتجاه التيار بإتجاه القوة الدافعة الأكبر كما هو موضح في الدارة

نشاط (٤-٢): أثر توصيل المقاومات في تيار الدارة البسيطة



الملاحظات:

١- عند إغلاق المفتاح (ح١) فقط، فإن شدة إضاءة المصباحين (م ١، م ٢) تكون متماثلة، فكلاهما يمر فيه التيار نفسه.

٢- عند إغلاق المفتاح (ح٢) يضاف إلى الدارة مقاومة ثالثة على التوازي،فتقل المقاومة الكلية في الدارة.

٣- وفقاً لمعادلة الدارة البسيطة $(ت = \frac{\sum ق_د}{\sum م})$ فإن نقصان المقاومة الكلية يؤدي إلى زيادة التيار الكلي، وهذا يفسر زيادة قراءة الأميتر، وزيادة شدة إضاءة المصباح الأول، لاحظ أن مجموع فرق جهد كل من المصباحين (م ١، م ٢) يجب أن يساوي جهد البطارية.

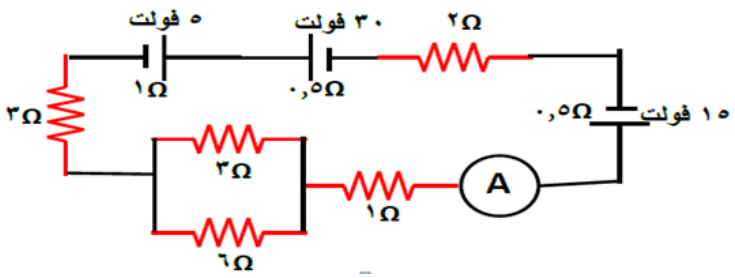
٤- عند إغلاق المفتاحين يزداد التيار المار في المصباح (م١) بسبب زيادة جهده وفق العلاقة (جـ = ت م) ، وهذا يعني نقصان جهد المصباح (م ٢)؛ ما يفسر نقصان قراءة الفولتميتر وقراءة الأميتر وانخفاض شدة إضاءة المصباح (م٢).

مثال (١): اعتماداً على البيانات المثبتة في الشكل جد:

أ) قراءة الأميتر (A)

ب) القدرة المستهلكة في المقاومة (٣) Ω.

ج)الهبوط في جهد البطارية (١٥) فولت.



الحل:

١- (٣،٦) Ω على التوازي مع م مكافئة = ٢ Ω

$ت = \frac{\sum ق_د}{\sum م} = \frac{٣٠-٢٠}{٣+١+١+٢+١+٣}$ = ١ أمبير

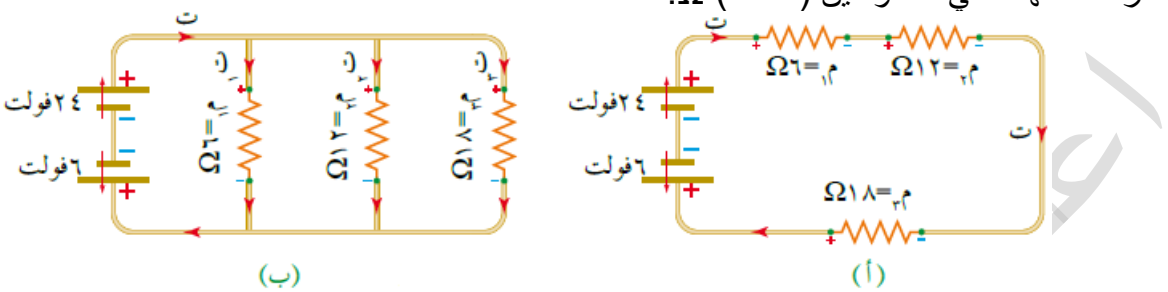
٢- القدرة = ت٢م = ١ × ٣ = ٣ واط

٣- الهبوط في جهد البطارية (١٥) فولت= ت م = ١ × ٠,٥ = ٠,٥ فولت

مثال (٢): وصلت ثلاث مقاومات على التوالي مع بطاريتين كما في الشكل(أ)،ثم وصلت هذه المقاومات على التوازي مع بطاريتين كما في الشكل(ب)، بإهمال المقاومة الداخلية للبطاريات، جد لكل من الدارتين:

١- تيار الدارة.

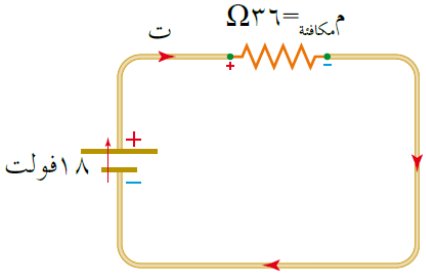
٢- القدرة المستهلكة في المقاومتين (٦،١٨) Ω.



الحل:

أوّلًا : الشكل(أ)

يمكن تبسيط الدارة في الشكل(أ) بإيجاد المقاومة المكافئة وجمع البطاريتين معًا لتصبح كما في الشكل



حيث يتضح أنها دارة بسيطة أمكن تجميع مقاوماتها الموصولة على التوالي بمقاومة واحدة، لاحظ أن اتجاه التيار الكهربائي يكون باتجاه دفع الشحنات للبطارية الأكبر، وبما ن اتجاه دفع الشحنات للبطارية (٢٤ فولت) بعكس اتجاهها للبطارية (٦ فولت) فإن:

$\sum ق_د = ق_{د\ الأكبر} - ق_{د\ الأقل}$

١- لحساب التيار الكهربائي في الدارة (أ) نطبق معادلة الدارة البسيطة

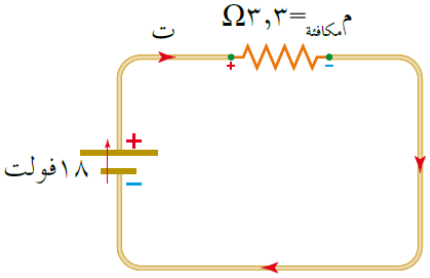
$ت = \frac{\sum ق_د}{\sum م} = \frac{٢٤-٦}{١٨+١٢+٦} = ٠,٥$ أمبير

٢- القدرة المستهلكة في المقاومة ٦Ω $= ت^٢ م_١ = (٠,٥)^٢ \times ٦ = ١,٥$ واط

القدرة المستهلكة في المقاومة ١٨Ω $= ت^٢ م_١ = (٠,٥)^٢ \times ١٨ = ٤,٥$ واط

ثانيًا: الشكل(ب)

يمكن تبسيط الدارة في الشكل(ب) بإيجاد المقاومة المكافئة وجمع البطاريتين معًا لتصبح كما في الشكل المجاور



لاحظ أنها دارة بسيطة أمكن تجميع مقاوماتها الموصولة على التوازي بمقاومة واحدة، وكذلك أمكن تجميع بطارياتها ببطارية واحدة.

١- لحساب التيار الكهربائي في الدارة (ب) نطبق معادلة الدارة البسيطة ،فنجد المقاومة المكافئة للمقاومات الموصولة على التوازي كما يلي:

$\frac{١}{م} = \frac{١}{٦} + \frac{١}{١٢} + \frac{١}{١٨} = \frac{١١}{٣٦} \Longleftarrow$ م مكافئة $= \frac{٣٦}{١١} = ٣,٣\ \Omega$

$ت = \frac{\sum ق_د}{\sum م} = \frac{١٨}{٣,٣} = ٥,٥$ أمبير

(لاحظ أنه يمكن زيادة التيار الكهربائي في دارة بوصل مقاوماتها على التوازي بدلًا من وصلها على التوالي)

٢- القدرة المستهلكة في المقاومة ٦Ω $= \frac{جـ^٢}{م_١} = \frac{(١٨)^٢}{٦} = ٤٥$ واط

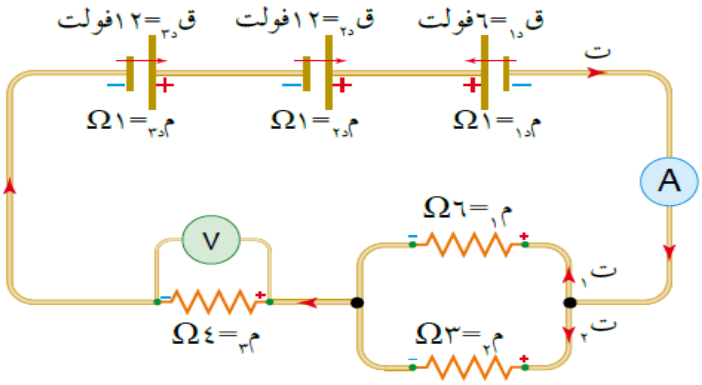
القدرة المستهلكة في المقاومة ١٨Ω $= \frac{جـ^٢}{م_١} = \frac{(١٨)^٢}{١٨} = ١٨$ واط

مثال (٣): معتمداً على البيانات المثبتة في الشكل،جد:

١- قراءة الأميتر.

٢- قراءة الفولتميتر.

٣- التيار الكهربائي المار في كل مقاومة.



الحل:

تمثل قراءة الأميتر تيار الدارة وبما أن الدارة الكهربائية بسيطة يمكن حساب تيارها بتطبيق معادلة الدارة الكهربائية البسيطة . لإيجاد zمخ لاحظ أن المقاومتين (م ١ و م ٢) موصولتان على التوازي، ومكافئتهما(مَ) :)موصولة على التوالي مع (م ٣):

$$\frac{١}{مَ} = \frac{١}{م١} + \frac{١}{م٢} = \frac{١}{٦} + \frac{١}{٣} \Longleftarrow مَ = \frac{٦\times٣}{٦+٣} = ٢\Omega$$

$$\sum م_{خ} = مَ + م٣ = ٢+٤ = ٦\Omega$$

$$\sum م_{د} = م_{د١} + م_{د٢} + م_{د٣} = ١+١+١ = ٣\Omega$$

$$ت = \frac{\sum ق_{د}}{\sum م} = \frac{(١٢+١٢)-٦}{٦+٣} = ٢ \text{ أمبير}$$

٢- قراءة الفولتميتر تمثل فرق الجهد بين طرفي المقاومة ٤Ω : جـ = ت X م = ٢ X ٤ = ٨ فولت

٣- لحساب التيار الكهربائي المار في المقاومة (٦)Ω، لاحظ أن المقاومتين (م ١ و م ٢) موصولتان على التوازي، فيكون لكل منهما ولمكافئتهما الجهد نفسه:

جـ م مكافئة = جـ م١

ت كلي × م مكافئة توازي = ت١ × م١

٢ X ٢ = ت١ X ٦

$$ت_{١} = \frac{٢\times٢}{٦} = \frac{٢}{٣} \text{ أمبير}$$

وبالطريقة نفسها نحسب تيار المقاومة (٣)Ω

$$ت_{٣} = \frac{٢\times٢}{٣} = \frac{٤}{٣} \text{ أمبير}$$

أما المقاومة) (٤)Ω فيمر فيها تيار الدارة كاملاً،أي أن ت = ٢ أمبير.

سؤال :

- اعتماداً على البيانات المثبتة في الشكل جد:

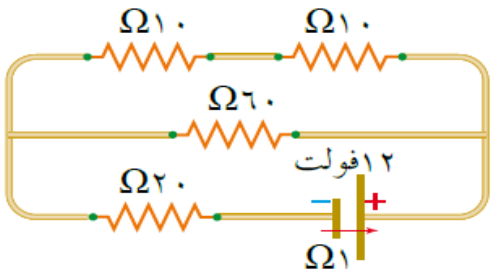
أ) المقاومة المكافئة لمجموعة المقاومات.

ب) التيار الكهربائي المار في المقاومة (٢.)Ω.

ج)الهبوط في جهد البطارية.

د) جهد المقاومة(٦.) Ω.

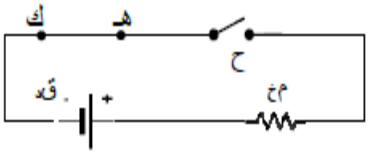
هـ) القدرة المستهلكة في المقاومة (١.) Ω.



إعداد المعلم مصطفى دعمس

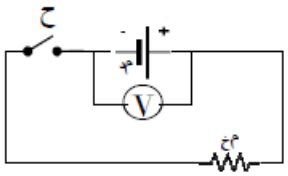
ضع دائرة حول رمز الإجابة الصحيحة:

١- ينعدم التيار الكهربائي بين النقطتين (هـ،ك) عند فتح الدارة المجاورة بسبب انعدام:



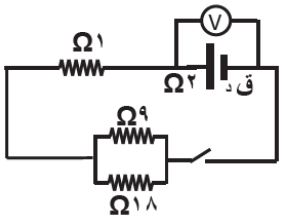
أ) المجال الكهربائي بينهما ب) المقاومة الخارجية
ج) القوة الدافعة الكهربائية د) مقاوميّة الأسلاك

٢- في الشكل المجاور إذا علمت أن قراءة الفولتميترقبل إغلاق المفتاح (ح) تساوي (س) فولت،وكان الهبوط في الجهد بعد إغلاق المفتاح (ح) تساوي (ص) فولت، فإن قراءة الفولتميتر عندئذ بوحدة الفولت تساوي:



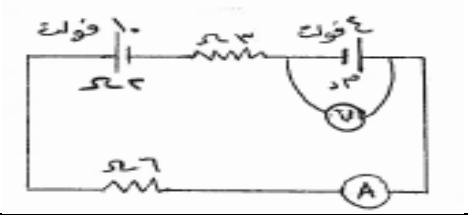
أ)س ب) ص ج) (س+ص) د) (س- ص)

: في الشكل المجاور والذي يمثل دارة كهربائية بسيطة. إذا كانت قراءة الفولتميتر قبل إغلاق المفتاح تساوي (٣٦) فولت، ومعتمداً على الشكل، احسب بعد غلق المفتاح.

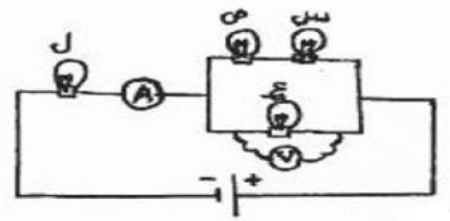


١- قراءة الفولتميتر.
٢- القدرة التي تنتجها البطارية (ق د).
٣- الهبوط في الجهد داخل البطارية.
٤- الطاقة المتولدة في المقاومة (٩) Ω لمدة دقيقة.
٥- فرق الجهد بين طرفي مجموعة المقاومات الخارجية.

(وزارة):يبين الشكل المجاور دارة كهربائية بسيطة،معتمداً على الشكل وبياناته، وإذا علمت أن قراءة الفولتميتر (**V**) تساوي(٤,٥) فولت. احسب قراءة الأميتر (**A**).



(وزارة)::وصلت أربعة مصابيح كهربائية متماثلة مع بعضها،مقاومة كل منها (م)،كما في الشكل المجاور،معتمداً على الشكل،اجب عما يأتي:



١) رتب المصابيح (ع،س،ل) تنازلياً حسب شدة إضاءة كل منها.
٢) ماذا يحدث لكل من قراءة الأميتر (A)، وقراءة الفولتميتر (V) إذا احترق فتيل المصباح (س).