

الواثق في الفيزياء

الفصل الرابع - المستوى الثالث

التيار الكهربائي

توجيهي الفرع العلمي و الصناعي

إعداد الأستاذ / محمد حسني الخضراء

٣٠٧٩٠٧٧٢٤٠٣

الفصل الرابع : التيار الكهربائي ودارات التيار المباشر

التيار الكهربائي : كمية من الشحنة التي تعبر مقطع الموصل في وحدة الزمن، ويعرف بأنه انتقال الشحنات الكهربائية من نقطة الى اخرى في دارة كهربائية مغلقة.

* الدارة الكهربائية : المسار المغلق الذي تنتقل فيه الشحنات الكهربائية .

متوسط التيار الكهربائي :

\bar{I} : متوسط التيار الكهربائي (أمبير).

q : كمية الشحنة التي تعبر مقطع الموصل.

Δt : الفترة الزمنية .

$$\bar{I} = \frac{q}{\Delta t}$$

وحدة قياسه = (كولوم / ث) = أمبير

- يكون اتجاه التيار الكهربائي في الموصل باتجاه حركة الشحنات الموجبة، وعكس اتجاه حركة الالكترونات.
- تتكون الدارة من عدة عناصر وهي:

(أ) المقاومة (المصباح).

(ب) المفتاح.

(ج) البطارية.

(د) سلك التوصيل.

س : ماذا تسمى سرعة الالكترونات الحرة التي تتحرك داخل الموصل ؟

ج : السرعة التي تتحرك بها الالكترونات الحرة داخل الموصل بعكس اتجاه المجال الكهربائي تسمى السرعة الانسيابية .

عندما تتحرك الالكترونات داخل الموصل فانها تتعرض الى عدة تصادمات يكون نتيجة كل تصادم ضياع جزء من الطاقة الحركية للالكترونات وتغير اتجاه مسير الالكترون وبالتالي لا تكون حركة الالكترونات داخل الموصل منتظمة لكنها تتحرك بسرعة متوسطة عكس اتجاه المجال .

- السرعة الانسيابية :

متوسط سرعة الالكترونات الحرة داخل الموصل عندما تتساق بعكس اتجاه المجال الكهربائي المؤثر فيها.

$$v_{drift} = \frac{N}{A} \frac{e}{m} E$$

ع : السرعة الانسيابية للالكترونات .

أ : مساحة مقطع الموصل .

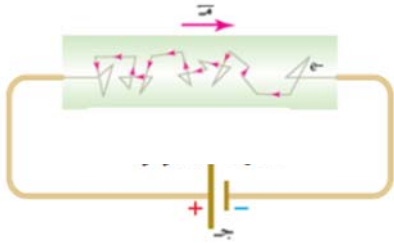
س_{هـ} : شحنة الكترون .

ن : عدد الالكترونات الحرة في وحدة الحجم

$$\frac{N}{\Delta V} = \frac{N}{A \Delta L}$$

الشحنات الموجبة مقيدة الحركة، أما الشحنات

السالبة تكون حرة الحركة قبل وجود تيار (حركة عشوائية).



تعمل الأجهزة عن طريق مرور تيار كهربائي فيها ، اذ أن حركة الشحنات الكهربائية باتجاه واحد عبر وسط يسمح للناقلات (الشحنات المتحركة موجبة كانت أم سالبة) ، بالانتقال عبره.

ستقتصر دراستنا على ناقلات الشحنة هي الالكترونات الحرة مثل الفضة والفلزات جميعها.

س : لا ينتج تيار كهربائي عن الحركة العشوائية ، علل .

ج : الموصلات تحتوي على الكترونات حرة في حركة عشوائية بسرعات مختلفة مقداراً واتجاهاً، الا أن متوسط عدد الالكترونات الحرة التي تعبر مقطع من الموصل باتجاه ما يساوي متوسط عدد الالكترونات التي تعبره بالاتجاه المعاكس، أي ان التيار يساوي صفراً.

س : ماذا يحدث اذا تم توصيل طرفا الموصل مع بطارية؟؟

ج : سوف ينشأ بين طرفي الموصل فرق في الجهد الكهربائي يؤدي الى توليد مجال كهربائي داخل الموصل، فعندما تقع الشحنة في مجال كهربائي سوف تتأثر بقوة كهربائية، لذا تتأثر الالكترونات الحرة في الموصل بقوة كهربائية تؤدي الى ارتفاعها في اتجاه واحد، وحركة الشحنات الكهربائية في اتجاه واحد تشكل تياراً كهربائياً .

معلومات على الماالشي :

تفقد الالكترونات جزءاً من طاقتها الحركية، وتقل سرعتها في أثناء حركتها داخل الموصل واصطدامها مع بعضها البعض مع ذرات الموصل، الا أن وجود المجال الكهربائي يسرع الالكترونات من جديد باتجاه القوة الكهربائية المؤثرة فيها، فتكمل الالكترونات حركتها بعكس اتجاه المجال الكهربائي ، ونتيجة لهذه التصادمات ، فإن الالكترونات تتحرك بسرعة متفاوتة وتسلك مسارات متعرجة .

تكون السرعة الانسيابية صغيرة لا تتعدى بضعة ملي مترات في الثانية ، لأن عدد الالكترونات الحرة في وحدة الحجم في الموصلات الفلزية كبير جداً، يحدث عدد هائل من التصادمات بين الالكترونات مع بعضها البعض ومع ذرات العنصر الناقل لها، نتيجة لذلك تفقد الالكترونات جزءاً من طاقتها الحركية بفعل هذه التصادمات، فتنتقل هذه الطاقة الى ذرات الفلز، ما يؤدي الى زيادة اتساع ذرات الفلز وارتفاع درجة حرارة الموصل .

أسئلة على التيار

سؤال (١) : وضح المقصود بكل من :

أ. التيار الكهربائي .

ب. الأمبير .

ج. السرعة الانسيابية .

د.

الإجابة :

سؤال (٢): ماذا نعني بقولنا ان التيار الذي يمر في موصل يساوي (٦) أمبير ؟

الإجابة:

سؤال (٣): فسر ما يلي:

أ. السرعة الانسيابية للإلكترونات الحرة في الفلزات صغيرة لا تتعدى بضعة ملي مترات في الثانية الواحدة .

الإجابة:

سؤال (٤) : وضح أثر التصادمات التي تحدث داخل الموصل في كل مما يأتي عند مرور تيار كهربائي فيه :

- أ. حركة الالكترونات .
- ب. ذرات الموصل .
- ج. درجة حرارة الموصل .

الإجابة:

سؤال (٥): تعبر $(2 \times 10^{18}$ الكترون) مقطعاً عرضياً لموصل فلزي خلال زمن $(1,1 \text{ ث})$ ، جد ما يلي :

علماً أن $(e = 1,6 \times 10^{-19} \text{ كولوم})$:-

- أ. متوسط التيار الكهربائي المار في الموصل.
- ب. كمية الشحنة التي تعبر المقطع العرضي للموصل في $(0,5 \text{ ث})$.

سؤال (٦): سلك نحاسي مقطعه العرضي (2 مم^2) ويمر فيه تيار (10 أمبير) ، وعدد الالكترونات الحرة في وحدة الحجم من مادته يساوي $(8,5 \times 10^{28} \text{ الكترون/م}^3)$ ، احسب السرعة الانسيابية للالكترونات الحرة في هذا السلك .

الإجابة :

- المقاومة الكهربائية وقانون اوم :

المقاومة الكهربائية :

تختلف المواد في قابليتها لمرور التيار الكهربائي، فأتثناء حركة الالكترونات تتصادم مع بعضها البعض ومع ذرات الموصل وهذا يعيق حركتها وهذا يعود الى اختلاف مقاومة المواد.

وتعرف المقاومة بأنها اعاقا المادة لمرور التيار الكهربائي خلالها ، وتحسب المقاومة عن طريق استخدام قانون يعرف باسم قانون اوم .

- قانون اوم : ينص على أن التيار الكهربائي المار في موصل فلزي يتناسب طردياً مع فرث الجهد بين طرفيه عند ثبات درجة حرارته .

م: المقاومة الكهربائية (أوم Ω)

Δ ج: فرق الجهد بين طرفي الموصل (فولت).

Δ ت: التيار الكهربائي (أمبير).

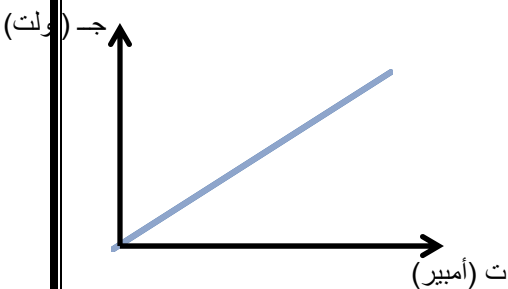
$$R = \frac{\Delta \text{ج}}{\Delta \text{ت}}$$

وتقسم المقاومات من حيث نفاذ قانون أوم عليها :

أ. المقاومات الأومية: وهي مقاومة الموصلات الفلزية التي ينطبق عليها قانون أوم (تكون المقاومة ثابتة).

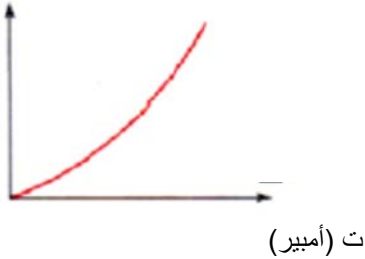
ويمكننا رسم العلاقة بين فرق الجهد والتيار الكهربائي في المقاومات الأومية (الخطية) .

$$\text{الميل} = \frac{\Delta \text{ج}}{\Delta \text{ت}} = R$$



ب) المقاومات اللاأومية : وهي المقاومات التي تكون نسبة فرق الجهد بين طرفيها الى التيار الكهربائي المار فيها غير ثابتة اذ يتغير التيار الكهربائي على نحو غير خطي بتغير فرق الجهد .
- العلاقة بين فرق الجهد والتيار الكهربائي في المقاومة اللاأومية :

جـ (فوت)

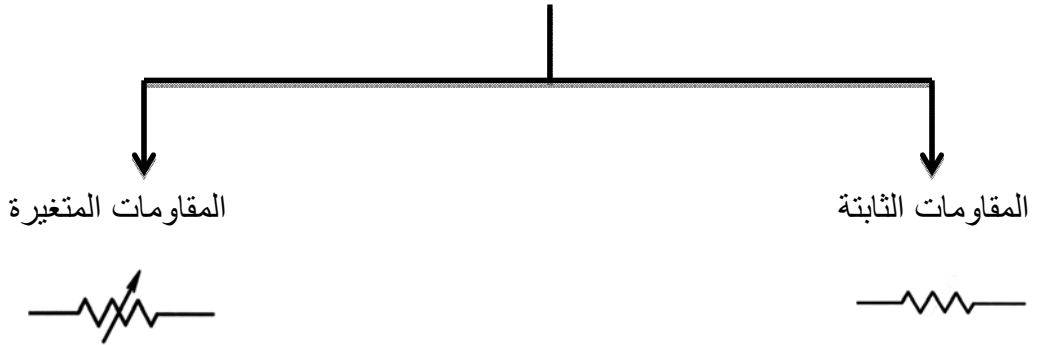


ما هو استخدام المقاومات؟

تستخدم المقاومات للتحكم في قيمة التيار الكهربائي المار في الأجهزة الكهربائية والدارت الكهربائية، ولحماية بعض الأجهزة من التلف ، وأكثر أنواع المقاومات استخداماً هي المقاومات الكربونية وتكون لها عدة ألوان ليتم اختيار المناسب منها عند الاستخدام .

وهناك أنواع أخرى مثل المقاومات الفلزية وغيرها حسب داعي الاستخدام، وتختلف المقاومة الكهربائية باختلاف نوع المادة التي يصنع منها الموصل.

أنواع المقاومات من حيث المقدار



ويمكننا حساب قيمة مقاومة الموصل المصنوع من مادة ما باستخدام قانون المقاومة :

م : المقاومة الكهربائية للمادة ($\Omega \cdot m$)

ل : طول الموصل

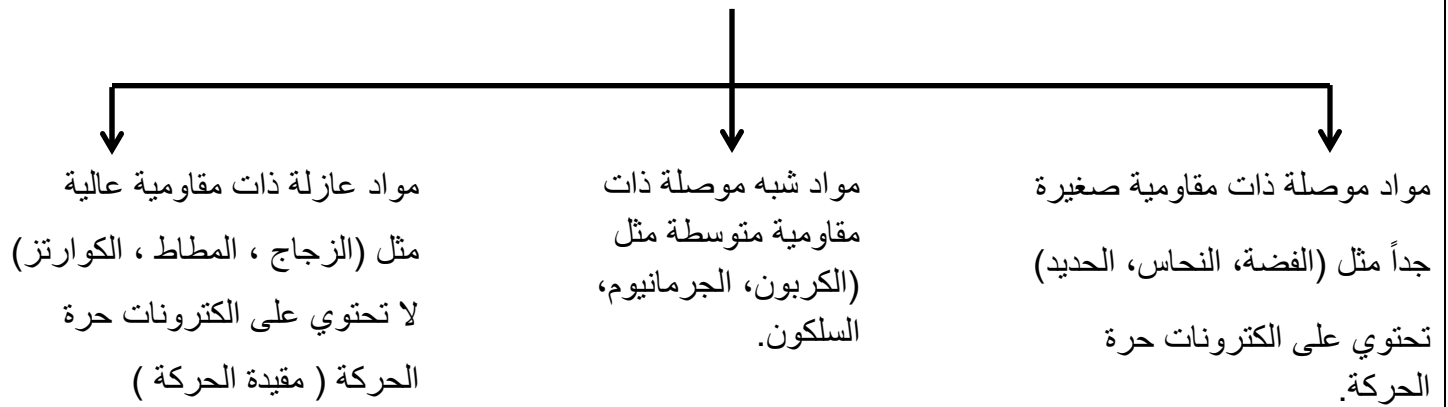
أ : مساحة مقطع الموصل

$$R = \frac{\rho L}{A}$$

- المقاومة :

هي خاصية التي تربط بين مقاومة المادة وأبعادها وتتناسب المقاومة مع مقاومة المادة تناسباً طردياً وتختلف من مادة إلى أخرى ، وتستخدم لحساب المقاومة الكهربائية لموصل منتظم الشكل والبنية، وتساوي عددياً مقاومة جزء من تلك المادة، طوله (١) م، ومساحة مقطعه (١) م^٢ عند درجة حرارة محددة .

تصنيف المواد وفق المقاومة الكهربائية



- المواد شبه الموصلة : هي مواد تكون عازلة عند درجة حرارة الصفر المطلق، وعند زيادة درجة الحرارة تبدأ موصليتها بالزيادة نتيجة تفكك الرابطة القوية بين ذراتها بفعل الحرارة .

- حديثاً تم ايجاد مواد توصف بالمواد فائقة الموصلية وهي مواد تهبط المقاومة والمقاومة الكهربائية لبعض المواد بشكل مفاجئ عند درجة حرارة الصفر المطلق ، أي أن الموصلية تزداد بشكل كبير، وتستخدم هذه المواد في نقل وتخزين الطاقة من غير ضياع يذكر، وتستخدم في إنتاج مجالات مغناطيسية قوية تستخدم في أجهزة التصوير بالرنين المغناطيسي والقطارات السريعة جداً . (و يعود ذلك بسبب زيادة الطاقة الحركية للإلكترونات الحرة فيها) .

اسئلة على المقاومة الكهربائية وقانون اوم

سؤال (١) : ما المقصود بكل من :

- ١ . المقاومة الكهربائية .
- ٢ . الأوم .
- ٣ . المقاومة الكهربائية .

الإجابة :

سؤال (٢) : ماذا نعني بقولنا أن :

- أ . مقاومة موصل تساوي (٣) اوم ؟
- ب . مقاومة النحاس تساوي $(1,7 \times 10^{-8}) \Omega$ م عند درجة حرارة 20° س ؟

الإجابة:

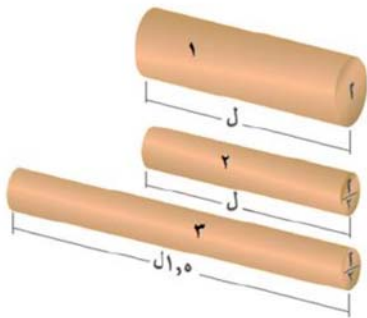
سؤال (٣) ما أثر زيادة كل من طول الموصل ومساحة مقطعه ودرجة حرارته في كل من :

أ. مقاومة الموصل.

ب. مقاومة مادة الموصل .

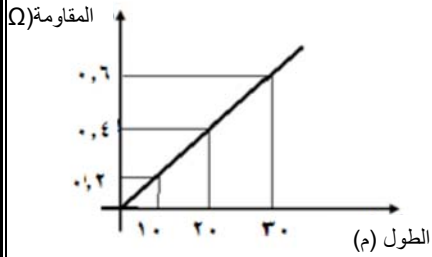
الإجابة :

سؤال (٤): ثلاثة موصلات نحاسية تختلف عن بعضها بمساحة المقطع (أ) والطول (ل) ، رتب الموصلات تنازلياً وفق التيار المار في كل منها، عند وصل طرفي كل منها بمصدر فرق جهد (ج)



الإجابة:

سؤال (٥) : الشكل التالي يمثل العلاقة بين مقاومة موصل فلزي وطوله، إذا كانت مساحة المقطع العرضي للموصل (٢,٨ مم^٢)، جد مقاومة هذا الموصل .



الإجابة:

سؤال (٦) : سلك من الفضة مساحة مقطعه (٢) مم^٢ وطوله (٢٠ م) ، تم توصيله بفرق جهد مقداره (٥) فولت، جد ما يلي :
 علماً أن مقاومته تساوي (١,٥٩ × ١٠^{-٨}) Ω .م :

- ١ . مقاومة السلك .
- ٢ . التيار الكهربائي .

الإجابة:

سؤال (٦): سلك من الفضة مساحة مقطعه (١) مم^٢ وتم توصيل السلك في دائرة كهربائية، ثم وجد أن مقدار التيار (١) أمبير وفرق الجهد يساوي (٢) فولت، جد ما يلي :

- ١ . مقاومة السلك (م) .
- ٢ . الطول الكلي للسلك الذي استخدم في الدارة .

الإجابة :

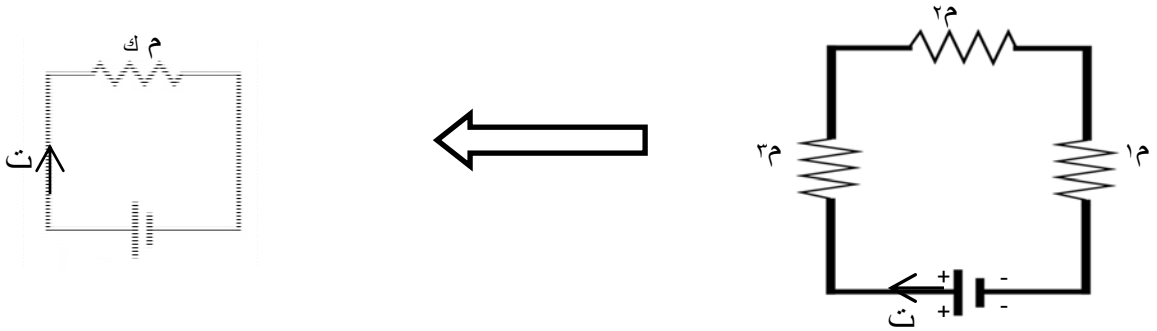
- توصيل المقاومات الكهربائية :

هناك طريقتان لتوصيل المقاومات في الدارة وذلك يعود الى الاختلاف في طريقة التوصيل الى اختلاف الغاية من الاستخدام.

الطريقة الأولى :

- التوصيل على التوالي :

نستخدم هذه الطريقة لتقليل التيار الكهربائي المار في الدارة وتجزئة الجهد .



خواص التوصيل على التوالي :

أ. يمر التيار نفسه في المقاومات جميعها.

$$ت = ت_1 = ت_2 = ت_3$$

ب. يتجزأ فرق الجهد بحيث أن فرق الجهد الكلي يساوي مجموع فرق الجهد لكل مقاومة .

$$ج = ج_1 + ج_2 + ج_3$$

وعليه فإن وبحسب $ج = ت \cdot م$

$$ج = ت \cdot م$$

لإيجاد المقاومة المكافئة فإن :

$$ج = ج١ + ج٢ + ج٣$$

$$ت م ك = ت١ م١ + ت٢ م٢ + ت٣ م٣$$

لكن $ت = ت١ = ت٢ = ت٣$ فإن :

$$م ك = م١ + م٢ + م٣$$

* إذا كانت المقاومات متساوية وموصولة على التوالي فإن :

$$م ك = عدد المقاومات \times مقدار احدها.$$

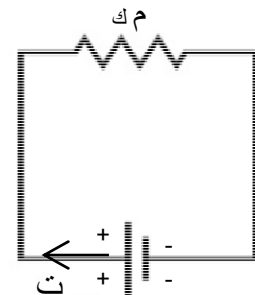
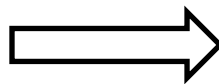
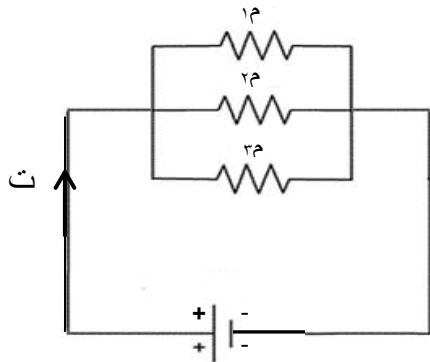
$$م ك = ن \times م$$

- تكون المقاومة المكافئة في طريقة التوصيل على التوالي أكبر من أكبر مقاومة في الدارة.
- من عيوب هذه الطريقة انه اذا قطع سلك احدى المقاومات فإن مرور التيار الكهربائي يتوقف فيها جميعاً.
- ومن الأمثلة على توصيل الأجهزة على التوالي توصيل جهاز الأميتر ذي المقاومة الصغيرة جداً على التوالي لقياس التيار الكهربائي من غير أن يؤثر فيه بصورة ملموسة.

الطريقة الثانية :

- التوصيل على التوازي :

- نستخدم هذه الطريقة اذا اردنا تجزئة التيار المار في الدارة.
- تشترك المقاومات في هذه الطريقة في نقطتي البداية والنهاية وتكون كل مقاومة على فرع.



خواص التوصيل على التوازي:

أ. يكون فرق الجهد بين طرفي كل فرع مساوياً فرق الجهد بين طرفي مصدر الجهد.

$$ج = ج_١ = ج_٢ = ج_٣$$

ب. يتجزأ تيار الدارة عند كل نقطة التفرع بين هذه المقاومات متناسب عكسي مع مقدار المقاومة في كل فرع.

$$ت = ت_١ + ت_٢ + ت_٣$$

ولإيجاد المقاومة المكافئة :

$$ت = ت_١ + ت_٢ + ت_٣ \quad \text{باستخدام } م = \frac{ج}{ت}$$

$$ت = \frac{ج}{م}$$

$$\frac{ج}{م} = \frac{ج_١}{م_١} + \frac{ج_٢}{م_٢} + \frac{ج_٣}{م_٣}$$

$$\text{لكن : } ج = ج_١ = ج_٢ = ج_٣$$

$$\text{وعليه فإن : } \frac{1}{م} = \frac{1}{م_١} + \frac{1}{م_٢} + \frac{1}{م_٣}$$

- تكون المقاومة المكافئة أصغر من أصغر مقاومة في الدارة.
- من مميزات هذه الطريقة أنه إذا قطع سلك احدى المقاومات يتوقف مرور التيار في تلك المقاومة فقط، أما باقي الدارة فإنها تبقى تعمل.
- ومن تطبيقات هذه الطريقة توصيل جهاز الفولتميتر الذي يمتاز بمقاومته الكبيرة جداً ليقاس فرق الجهد بين طرفي أي عنصر من غير أن يؤثر في التيار المار فيه وتستخدم هذه الطريقة في توصيل الأجهزة الكهربائية التي تعمل على فرق الجهد نفسه وفي توصيل مصابيح الإنارة.

معلومات في السؤال تفيدنا في حل اسئلة توصيل المقاومات:-

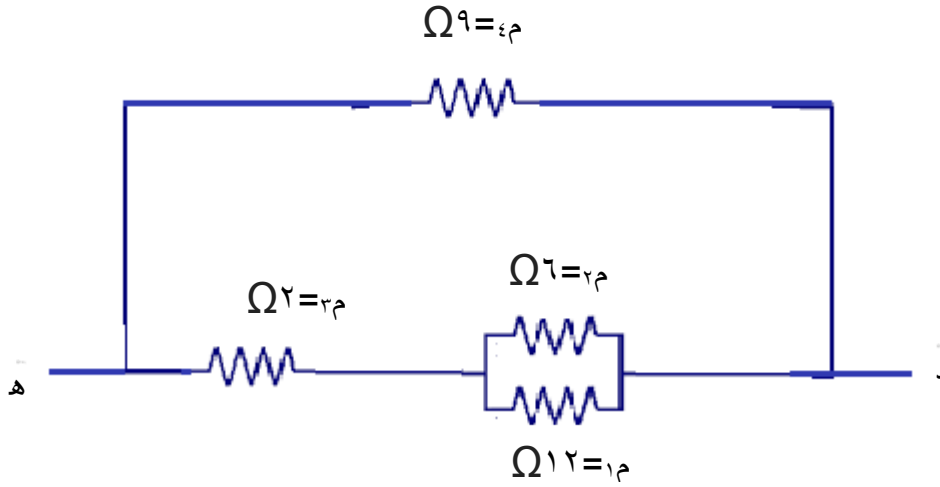
أ. عندما تكون الدارة أو المفتاح مفتوح لا يكون هناك تيارات (ت = صفر).

ب. المقاومة الداخلية مهملة أي أن $م_٣ = صفر$.

ج. في الدارة عند بداية الحل نبدأ في إيجاد المقاومة المكافئة للمقاومات الموصولة على التوازي، ومن ثم إيجاد المقاومات الباقية.

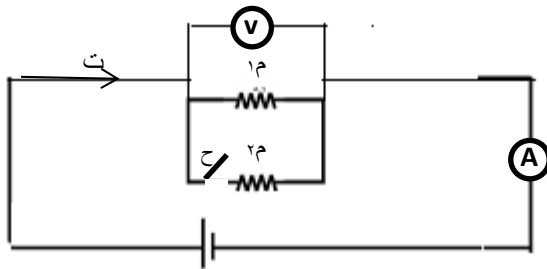
اسئلة على توصيل المقاومات الكهربائية

سؤال (١) : احسب المقاومة المكافئة بين النقطتين (د ، هـ) لمجموعة المقاومات التالية :



الإجابة :

سؤال (٢) : الشكل التالي يمثل دارة كهربائية، ماذا يحدث لقراءة كل من الأميتر والفولتميتر بعد اغلاق المفتاح؟



الإجابة:

سؤال (٣) : فسر العبارات الأتية :

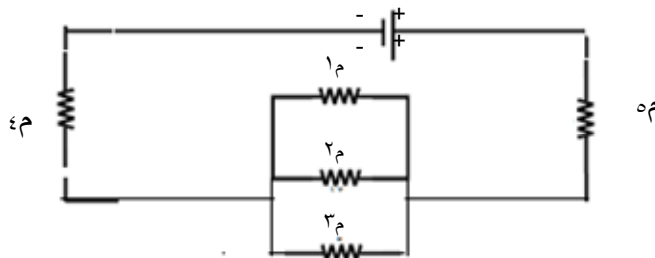
١. توصيل المصابيح في المنازل على التوازي.

٢. يكون التيار الكهربائي الكلي لدارة فيها ثلاث مقاومات موصولة معاً على التوالي أقل من التيار الكلي في الدارة نفسها عند وصل المقاومات نفسها على التوازي.

الإجابة:

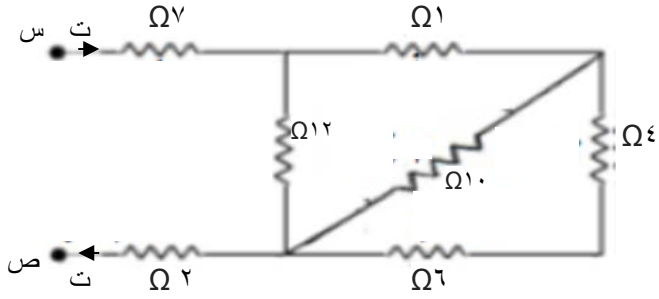
سؤال (٤) : جد المقاومة المكافئة لمجموعة المقاومات التالية :

أ) المقاومة المكافئة لمجموعة المقاومات التالية علماً أن المقاومات تساوي (3Ω) .



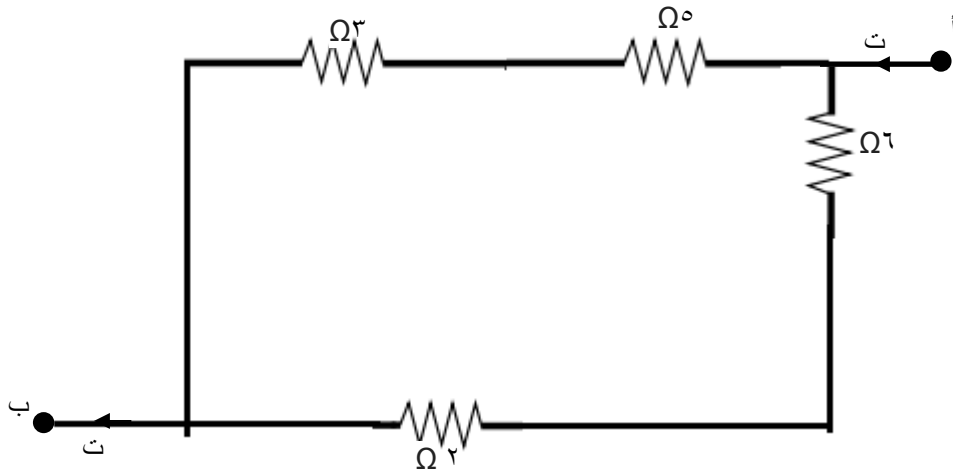
الإجابة:

(ب) جد المقاومة المكافئة بين (س ، ص) .



الإجابة :

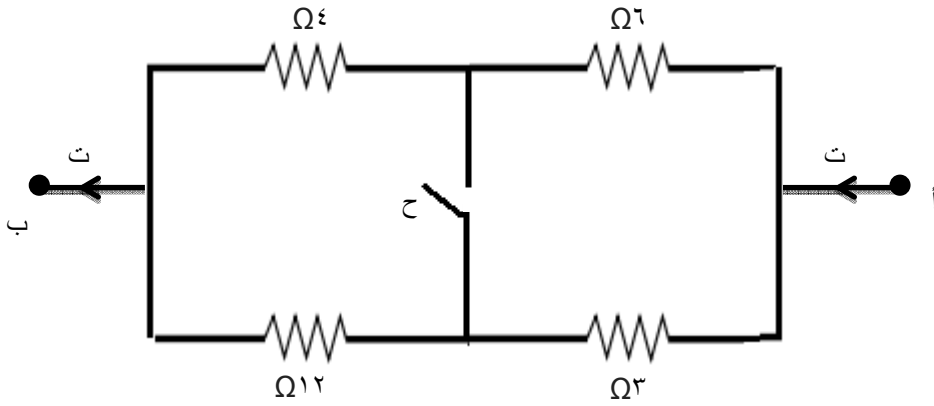
سؤال (٥) : جد المقاومة المكافئة بين (أ ، ب) ؟



(١)

الإجابة :

٢) جد المقاومة المكافئة قبل وبعد اغلاق المفتاح :



الإجابة :

القوة الدافعة الكهربائية :

تعرف القوة الدافعة الكهربائية بأنها المجموع الكلي للشغل المبذول لنقل كمية من الشحنات داخل البطارية من القطب السالب الى القطب الموجب أي أنها تقوم بتأمين الشغل اللازم لتحريك الشحنات بين طرفي الدارة الكهربائية ويرمز لها بالرمز (ق.د) وهي أكبر فرق جهد يمكن للبطارية توليده بين طرفيها.

ويمكننا ايجاد القوة الدافعة الكهربائية عن طريق العلاقة:

ش : الشغل الذي تبذله البطارية .

س : كمية الشحنة المنقولة .

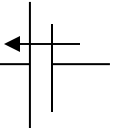
$$ق.د = \frac{ش}{س}$$

ووحدة قياسها (كولوم / جول = فولت)

- يكون مصدر الطاقة الكهربائية في البطارية ناتج عن الشغل الذي تبذله البطارية على الشحنات فتنتقل اليها الطاقة المتحررة من التفاعلات ليتم استهلاكها عبر الدارة .

س : ما هي وظيفة البطارية في الدارة الكهربائية أو ما هو مبدأ عمل البطارية؟

الجواب : هي مصدر الطاقة في الدارة، بحيث تعمل الطاقة المتحررة من التفاعلات الكيميائية في داخلها على جعل أحد القطبين موجب والآخر سالب وعندها ينشأ فرق في الجهد الكهربائي بين طرفيها، فيتولد مجال كهربائي في الأسلاك يؤدي الى دفع الشحنات الموجبة من القطب الموجب عبر الأسلاك مروراً بالمقاومة الداخلية نحو القطب السالب ويتم استهلاك هذه الطاقة عبر عناصر الدارة ومن ثم تعود الشحنات الى القطب السالب للبطارية لتزويدها بالطاقة مرة اخرى ودفعها نحو القطب الموجب من جديد .

يمثل الرقم الموجود على البطارية القوة الدافعة الكهربائية والرمز () يعبر عن اتجاه دفع البطارية للشحنات داخلها.

س : أين تستهلك الطاقة التي تنتجها البطارية؟؟

الجواب : تستهلك معظم هذه الطاقة من قبل المقاومات الخارجية الا أن هناك جزء صغير من هذه الطاقة تستهلكها المقاومة الداخلية .

- المقاومة الداخلية (م) هي المقاومة الموجودة داخل البطارية تعيق حركة الشحنات عند مرورها عبرها .

س : لماذا تكون قراءة الفولتميتر (فرق الجهد) بين قطبي البطارية أقل من قيمة القوة الدافعة للبطارية ؟

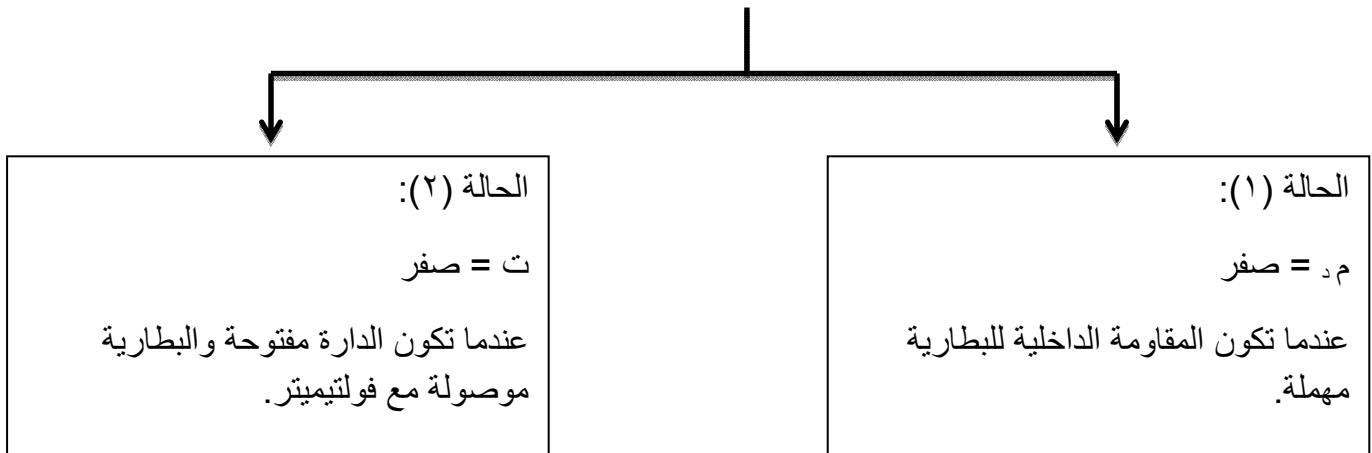
الجواب : لأن جزء من الطاقة التي تنتجها البطارية تستهلك في المقاومة الداخلية للبطارية بحيث أنها تكون (ت م د) من قيمة القوة الدافعة للبطارية .

- يمكننا إيجاد فرق الجهد بين قطبي البطارية باستخدام العلاقة التالية :

$$ج = ق - ت م د$$

(ت م د) يمثل الهبوط في الجهد داخل البطارية .

يكون فرق الجهد بين قطبي البطارية مساوياً قوتها الدافعة الكهربائية في حالتين :



س: هل يؤثر الفولتميتر في قراءة البطارية عند توصيلها معه في حالة اذا كانت الدارة مفتوحة ؟

الجواب: (لا) ، لأن مقاومة الفولتميتر كبيرة جداً فيؤول التيار عبرها الى الصفر وقتها يقرأ القوة الدافعة الكهربائية للبطارية .

أسئلة على القوة الدافعة

سؤال (١): ماذا نعني بقولنا ان القوة الدافعة الكهربائية لبطارية تساوي ٣ فولت ؟

الإجابة:

سؤال (٢) : فسر : يتلاشى التيار الكهربائي عند فتح الدارة الكهربائية .

الإجابة :

سؤال(٣) : اذكر حالتين يكون فيهما فرق الجهد بين قطبي البطارية مساوياً قوتها الدافعة الكهربائية ؟

الإجابة :

سؤال(٤) : دائرة كهربائية تتكون من بطارية ومقاومة ومفتاح، يتصل طرفا البطارية بفولتيميتر، اذا كانت قراءة الفولتيميتر والمفتاح مفتوح (١٢ فولت) ، وعند اغلاق المفتاح تصبح (٩ فولت)، فأجب عما يلي :

أ. ماذا تمثل قراءة الفولتيميتر والمفتاح مفتوح؟

ب. اذا كانت المقاومة الداخلية للبطارية (Ω) ، فما مقدار التيار الكهربائي المار في الدارة؟

الإجابة :

- القدرة الكهربائية :

- تعتبر البطارية مصدر للطاقة في الدارة الكهربائية بحيث أنها تبذل شغل على الشحنات وتحركها عبر الأسلاك، وهذا الشغل يتناسب طردياً مع فرق الجهد (القوة الدافعة الكهربائية) ومقدار الشحنة ويوجد هناك لكل دارة مقدار من الطاقة لكي تعمل الدارة .
- تعرف القدرة بأنها الشغل المبذول لنقل شحنة بين نقطتين بينهما فرق في الجهد في وحدة الزمن .
- ويمكن قياس القدرة لأي جهاز باستخدام العلاقة :

$$\text{القدرة} = \frac{\text{ش}}{\text{ز}} = \frac{\text{جول}}{\text{ثانية}} = \text{واط}$$

والقدرة الكهربائية التي تنتجها البطارية تعطى بالعلاقة الرياضية :

$$\text{قدرة البطارية} = \text{ق د ت}$$

ويمكننا قياس القدرة المستهلكة في أي مقاومة الدارة باستخدام العلاقة :

$$\text{القدرة المستهلكة في مقاومة} = \text{ج ت}$$

$$= \text{م ت}^2$$

$$= \frac{\text{ج-ج}}{\text{م}}$$

ومن قانون حفظ الطاقة فإن القدرة التي تنتجها البطارية (ق د ت) في الدارة المغلقة تكون مساوية القدر التي تستهلكها مقاومات الدارة الداخلية والخارجية جميعها .

أي أن :

$$\text{القدرة المنتجة} = \text{القدرة المستهلكة}$$

$$\text{ق د ت} = \text{م ت}^2 + \text{م خ}^2$$

- الطاقة المستهلكة في أي جهاز عن تشغيله لمدة من الزمن تعطى بالعلاقة التالية :

$$ط = القدرة \times الزمن$$

$$ج ت ز =$$

$$م ت^٢ ز =$$

$$ج = \frac{ط}{ز}$$

- إذا كانت القدرة مقيسة بوحدة الواط (جول /ث) و زمن استهلاك الطاقة بالثواني فإن الطاقة تكون بوحدة (الجول)
أما إذا كانت القدرة مقيسة بالكيلوواط و الزمن بالساعات ، فإن الطاقة المحسوبة تكون بوحدة (الكيلو واط/ساعة) .

أسئلة على القدرة الكهربائية

سؤال (١) : ماذا نعني بقولنا أن القدرة الكهربائية لمكيف تساوي ٢٢٠ واط؟

الاجابة :

أي أن القدرة الكهربائية بجهاز يمر فيه تيار مقداره واحد عندما يكون فرق الجهد بين طرفيه واحد يساوي ٢٢٠ واط .

سؤال (٢) : مدفأة كهربائية تعمل على فرق جهد يساوي ٢٢٠ فولت، يمر فيه تيار مقداره ٢٢ أمبير، احسب مقاومته؟

الاجابة :

$$R = \frac{U}{I} = \frac{220}{22} = 10 \Omega$$

سؤال (٣) : اذا كان التيار الكهربائي مقداره ٣ أمبير، احسب مقدار الشحنة التي تعبر مقطع الموصل خلال دقيقتين؟

الاجابة :

$$t = 3 \text{ أمبير}$$

$$z = 2 \times 60 = 120 \text{ ث}$$

$$s = t \times z = 3 \times 120 = 360 \text{ كولوم}$$



$$t = \frac{s}{z}$$

سؤال (٤) : ضع دائرة على وحدة قياس القدرة :

أ. فولت. أمبير .

ج. فولت . م .

ب. نيوتن/ م .

د. جول / ث .

الاجابة :

سؤال (٥): ماذا نعني بقولنا أن مجفف شعر كهربائي تساوي (٢) كيلو واط ؟

الإجابة :

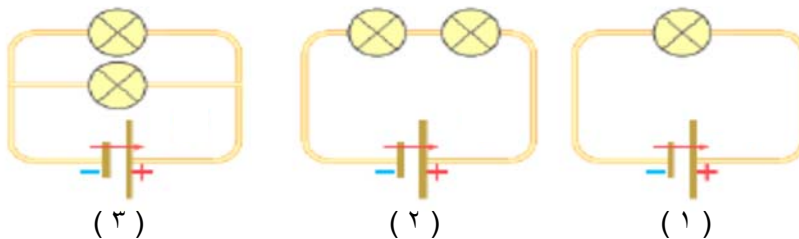
سؤال (٦): فسر : يستهلك جزء من القدرة التي تنتجها البطارية داخل البطارية نفسها .

الإجابة :

سؤال (٧) : جد الطاقة المكافئة للكيلو واط . ساعة بوحدة الجول ؟

الإجابة :

سؤال (٨) : خمسة مصابيح متماثلة في ثلاث دارات ، وصلت مع ثلاث بطاريات متماثلة مقاومتها الداخلية مهملة . رتب الدارات تصاعدياً وفق القدرة المستهلكة في كل منه :



الإجابة :

سؤال (٩) : سخان كهربائي كتب عليه (٢٢٠٠ واط ، ٢٢٠ فولت) ، صنعت مقاومته من سلك فلزي مساحة مقطعه العرضي (٠,١٦ مم^٢) ومقاومية مادته (١,٦ × ١٠^{-١٠} Ω) ، احسب :

- ١ . طول السلك الفلزي الذي صنعت المقاومة منه .
- ٢ . اكبر تيار يمر في مقاومة السخان .
- ٣ . الطاقة المصروفة عند تشغيل السخان لمدة ساعتين .

الإجابة:

سؤال (١٠) : مصباحان كتب على الأول (٤٠ واط ، ١٢٠ فولت) وعلى الثاني (٦٠ واط ، ١٢٠ فولت) ، جد القدرة المستهلكة في كل مصباح في الحالتين التاليتين :

- أ . اذا وصلا معاً على التوالي، ثم وصلا مع مصدر للجهد يعطي (١٢٠ فولت) .
- ب . اذا وصلا معاً على التوازي، ثم وصلا مع مصدر للجهد يعطي (١٢٠ فولت) .

الإجابة :

- معادلة الدارة الكهربائية البسيطة :

يطلق اسم الدارة الكهربائية التي يمكن تبسيطها في عروة واحدة بحيث يمر فيها تيار واحد (أي أنها الدارة التي تحتوي بطارية ومصباح (مقاومة) ومفتاح) .

إذا احتوت الدارة الكهربائية البسيطة على أكثر من بطارية وأكثر من مقاومة خارجية ، عندها نستطيع حساب التيار باستخدام معادلة الدارة الكهربائية البسيطة :

\mathcal{E} ق د : هو المجموع الجبري للقوى الدافعة
الكهربائية في الدارة.

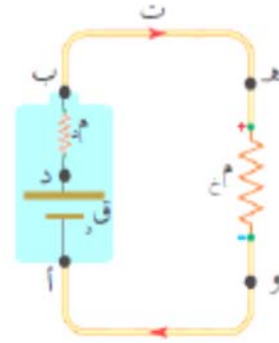
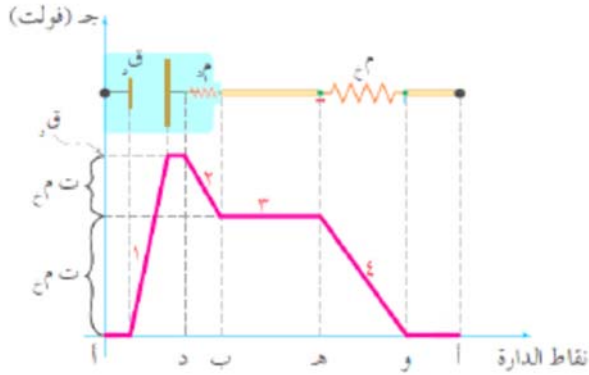
$\mathcal{E} = \mathcal{E}_d + \mathcal{E}_x$ م خ : مجموع
المقاومات الداخلية والخارجية.

$$I = \frac{\mathcal{E}}{\mathcal{R}}$$

نقصان المقاومة الكلية يؤدي الى زيادة التيار الكلي .

- سميت الدارة الكهربائية بدارة لأن التيار الكهربائي لا يسري في الدائرة الا اذا كانت الدائرة مغلقة مثل الدائرة ، وسميت
بكهربائية لأن عملها يعتمد على الكهرباء .

- تمثيل التغيرات في الجهد بيانياً عبر أجزاء دائرة كهربائية بسيطة :



النقطة (أ) هي الأقل جهداً .

النقطة (د) الأعلى جهداً .

الرقم (١) يمثل مقدار ق د .

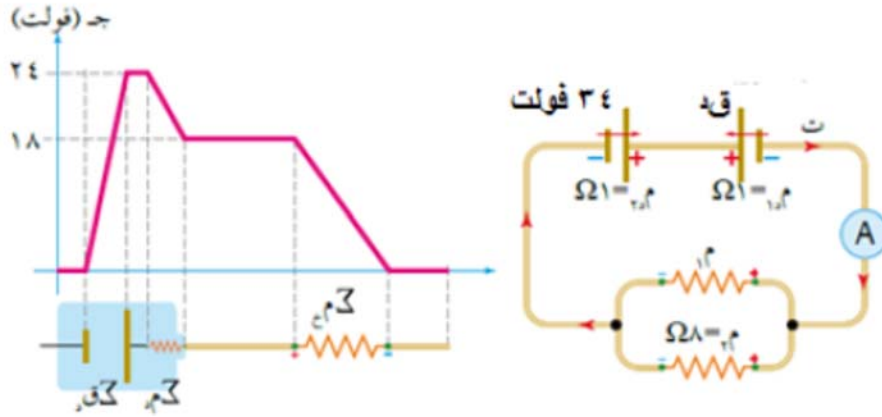
الرقم (٢) الهبوط في جدار البطارية = (ت م د) .

الرقم (٤) الهبوط في الجهد الوارد (ت م ع) .

ج و = ج أ = قيمة الجهد ثابتة = صفر .

أسئلة على معادلة الدارة الكهربائية البسيطة

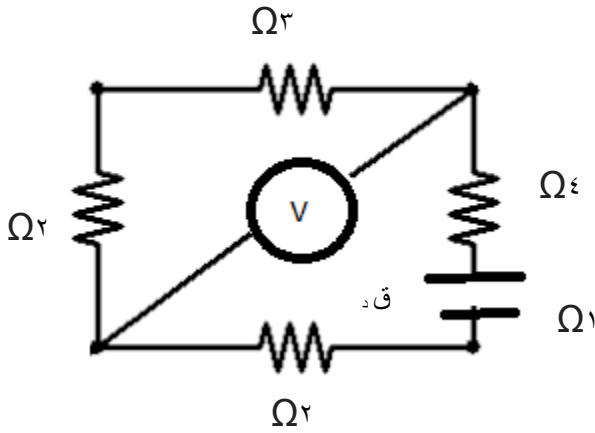
سؤال (١) بالاستعانة بالبيانات المثبتة على الشكل ، جد ما يلي :



- ١ . القوة الدافعة الكهربائية (ق د) .
- ٢ . تيار الدارة (ت) .
- ٣ . المقاومة (م) .
- ٤ . قراءة الفولتميتر .
- ٥ . القوة المستهلكة في المقاومة (م) .

الاجابة :

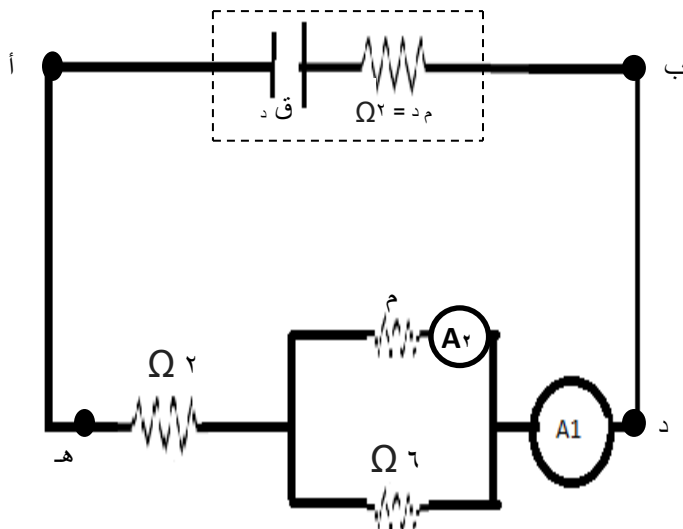
سؤال (٢) في الدارة التالية، اذا كانت قراءة (V) تساوي (١٥ فولت)، جد ما يلي :



١. القوة الدافعة للبطارية .
٢. قدرة البطارية .
٣. القدرة المستهلكة داخل البطارية .
٤. الحرارة المتولدة في المقاومة (Ω٤) لمدة دقيقة واحدة .

الإجابة:

سؤال (٣): دارة كهربائية بسيطة وتغيرات الجهد عبر أجزائها، بالاستعانة بالشكل جد ما يلي :



١. القوة الدافعة للبطارية (ق د) .
٢. قراءة الأميتر الأول .
٣. مقدار المقاومة (م) .
٤. قراءة الأمبير الثاني . $\frac{1}{3}$

الإجابة :

سؤال (٤): بالاستعانة بالشكل التالي ، جد ما يلي :

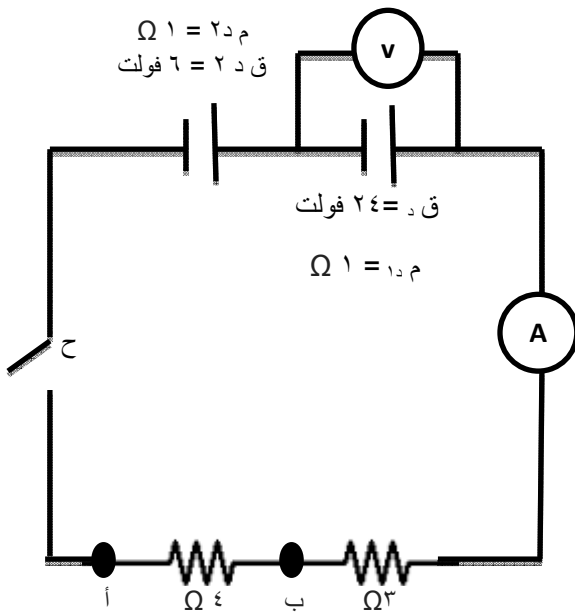
١. قراءة الفولتميتر قبل اغلاق المفتاح .

٢. بعد اغلاق المفتاح، جد :

(أ) ج ا ب

(ب) قيمة المقاومة الواجب توصيلها مع (3Ω) وكيفية توصيلها لتصبح قراءة الأميتر تساوي ($2,25$) أمبير .

الاجابة :

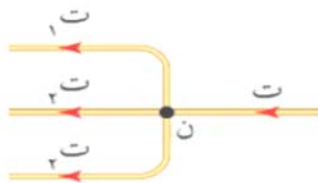


- الدارات الكهربائية وقاعدتا كير تشوف :

- هناك الكثير من الدارات الكهربائية لا يمكن تبسيطها الى عروة واحدة، ولا تنطبق عليها قوانين الدارة البسيطة، لذلك هناك قاعدتان وضعهما العالم جوستان كيرتشوف يمكن تطبيقهما لتحليل الدارات الكهربائية بأنواعها المختلفة.

- قاعدة كيرتشوف الأولى (قاعدة الوصلة) :

اعتماداً على مبدأ حفظ الشحنة فإن كمية الشحنات الداخلة في النقطة (ن) تساوي كمية الشحنات الخارجة منها .



$$ت = ت١ + ت٢ + ت٣$$

$$\sum ت (الكلية عند نقطة التفرغ) = \text{صفرأ}$$

نص قاعدة كير تشوف الأولى :

" إن المجموع الجبري للتيارات عند أي نقطة تفرع في دارة كهربائية يساوي صفرأ "

يكون التيار الذي يدخل في نقطة التفرع موجباً والتيار الخارج منها سالباً ، أي ان مجموع التيارات الداخلة في نقطة تفرغ يساوي مجموع التيارات الخارجة منها.

- قاعدة كير تشوف الثانية (قاعدة البصر) :

مقدار القوة الدافعة الكهربائية يساوي مجموع فروق الجهد بين أطراف المقاومات الداخلية والخارجية للدارة وفق العلاقة:

$$ق د = ت م د + ت م خ$$

$$\text{أي أن : } ق د - ت م د - ت م خ = \text{صفرأ.}$$

نص قاعدة كير تشوف الثانية (وتعتبر احدي صيغ قانون حفظ الطاقة) :

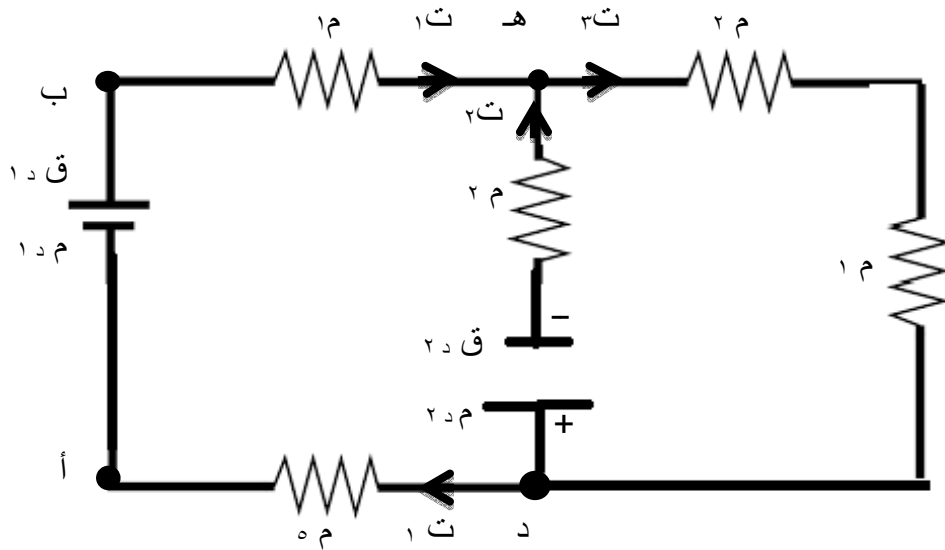
" المجموع الجبري للتغيرات في الجهد الكهربائي عبر عناصر أي مسار مغلق في دارة كهربائية يساوي صفرأ " .

$$\sum ق د + \sum ت م = \text{صفرأ.}$$

عند دراسة تغيرات الجهد عبر المسار المغلق (أ ب ه د أ) في الدارة الكهربائية التالية ابتداءً من النقطة (أ) و العودة الى النقطة نفسها يكون مجموع فروق الجهد صفراً، أي أن ج = صفر .

وبشكل عام ، عبر أي مسار مغلق نطبق العلاقة التالية :

$$\sum \text{ق د} + \sum \text{ت} \times \text{م} = \text{صفرأ} .$$



* يجب مراعاة اشارة التغير في الجهد مع اتجاه عبورها، عند تطبيق قاعدة كير تشوف كما يأتي :

١. عند عبور البطارية من القطب السالب نحو القطب الموجب يزداد الجهد، بمقدار القوة الدافعة الكهربائية لها، وعند عبور البطارية من القطب الموجب نحو القطب السالب يقل الجهد بمقدار القوة الدافعة الكهربائية لها، بغض النظر عن اتجاه التيار الكهربائي .

٢. عند عبور مقاومة في فرع ما باتجاه تيار الفرع يقل الجهد بمقدار (ت×م)، وعند عبور المقاومة في فرع ما بعكس اتجاه التيار يزداد الجهد بمقدار (ت×م) وتعامل المقاومة الداخلية معاملة المقاومة الخارجية .

و لحساب التغيرات في الجهد عبر المقاومات او البطاريات نأخذ ما يلي بعين الاعتبار :



$$\text{ج} = \text{ت} \times \text{م} = \text{ج}$$



$$\text{ج} = -\text{ت} \times \text{م} = \text{ج}$$



$$\text{ج} = \text{ق} + \text{ج}$$



$$\text{ج} = \text{ق} - \text{ج}$$

* بشكل عام :

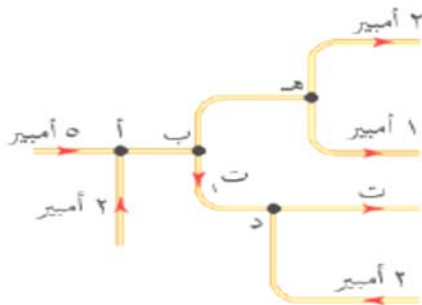
يمر التيار الكهربائي في الأسلاك من النقطة الأعلى جهداً إلى النقطة الأقل جهداً، ويمكن الاستفادة من قاعدتي كير تشوف في حساب فرق الجهد بين نقطتين، كما يمكن تطبيق القاعدتين عبر مسارات مغلقة ضمن دارات كهربائية.

أسئلة على قاعدة كير تشوف

سؤال (١): اذكر نص قاعدتي كير تشوف الأولى والثانية :

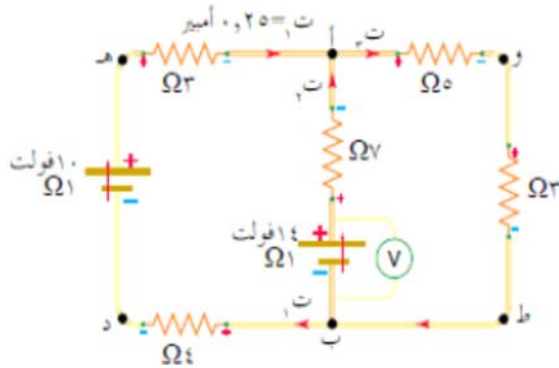
الإجابة:

سؤال (٢) : يمثل الشكل التالي جزءاً من دارة كهربائية، مستعينا بالبيانات المثبتة عليه احسب مقدار التيار الكهربائي (ت) :



الإجابة :

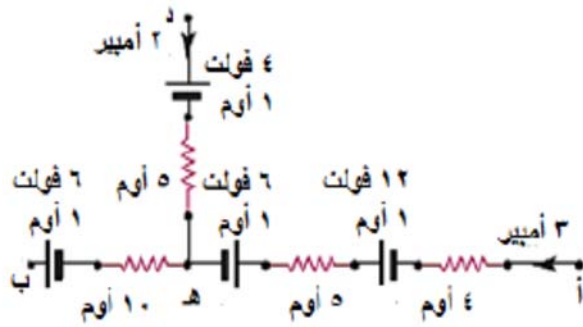
سؤال (٣) : مستعينا بالبيانات المثبتة على الشكل ، جد ما يلي :



١. ت٢ ، ت٣ .
٢. قراءة الفولتميتر .
٣. القدرة الكهربائية المستهلكة في المقاومة (٥ اوم) .
٤. ج ب ا .

الإجابة :

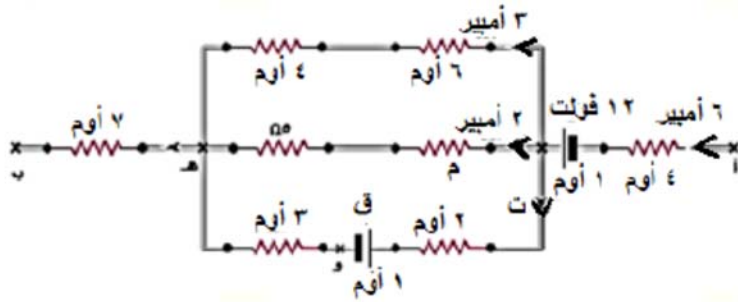
سؤال (٤) : في الشكل التالي ، جد ما يلي ؟



١. اوجد قراءة الفولتميتر الموصل بين (أ ، ب) .
٢. ج ب د .
٣. ج ا د .

الإجابة :-

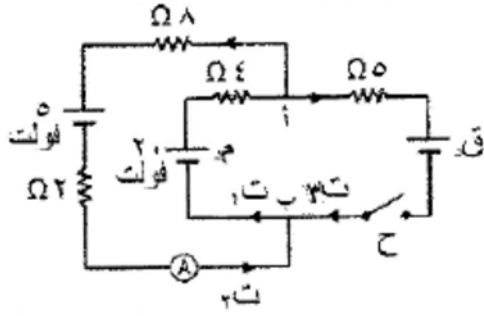
سؤال (٥): الشكل التالي يمثل جزءاً من دارة كهربائية، جد ما يلي :



- التيار الكهربائي .
- المقاومة (م) .
- القوة الدافعة (ق د) .
- فرق الجهد بين النقطتين (أ ، ب) .

الإجابة:

سؤال (٦) : في الشكل التالي جد ما يلي :



١. قراءة الأميتر قبل اغلاق المفتاح . (١ أمبير)
٢. جاب ، بعد اغلاق المفتاح . (جاب = ١١ فولت)

الاجابة :

سؤال (٧) : ماذا نقصد بقولنا :

١. الأمبير : يعرف بأنه التيار المار في موصل عندما يعبر مقطع هذا الموصل شحنة مقدارها (١) كولوم في الثانية .
٢. الأوم (Ω) : يعرف بأنه مقاومة موصل يمر فيه تيار مقداره (١) أمبير، عندما يكون فرق الجهد بين طرفيه (١) فولت.
٣. المقاومة (م-) : تساوي عددياً مقاومة جزء من تلك المادة طوله (١) م ، ومساحة مقطعه (١) م عند درجة حرارة محددة
٤. كتب على مصباح (٨٠ واط ، ١٢٠ فولت) : يعني أن المصباح يستهلك (٨٠ جول) من الطاقة كل ثانية، وذلك عند وصله مع مصدر فرق جهد (فولت)