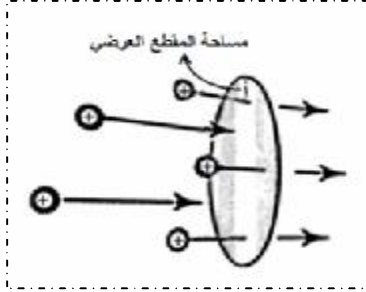


### التيار الكهربائي

س ١ :- صف حركة الشحنات الحرة في الموصلات ؟  
تتحرك بشكل عشوائي

س ٢ :- كيف يمكن تنظيم حركة الشحنات الحرة باتجاه واحد داخل الموصل ؟  
بتعريض الشحنات الحرة داخل الموصل إلى قوة كهربائية ناجمة عن مجال كهربائي خارجي تسبب نشوء التيار الكهربائي



س ٣ :- أعط تعريفاً واضحاً للتيار ؟  
هو كمية الشحنة التي تعبر مقطعاً من موصل في وحدة الزمن

رياضياً :-

\* فإذا كانت كمية الشحنة التي تعبر المقطع في فترة زمنية ( $\Delta z$ ) تساوي ( $\Delta q$ ) فإن متوسط التيار

$$I = \frac{\Delta q}{\Delta z} \equiv \frac{\text{كولوم}}{\text{ثانية}} \equiv \text{أمبير}$$

\* وإذا كانت كمية الشحنة التي تعبر المقطع متغيرة مع الزمن فذلك التيار و يسمى عندئذٍ ( بالتيار اللحظي )  
و يمكن تعريفه بأنه : المشتقة الأولى للشحنات بالنسبة للزمن

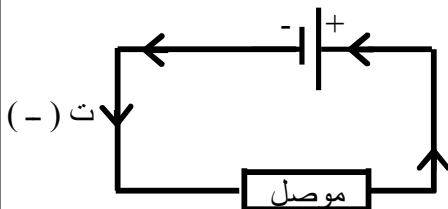
$$I = \frac{dq}{dz}$$

س ٤ :- صنف التيار حسب نوع الشحنة المتحركة ؟

تيار إلكتروني :-

⚡ سالب الشحنة ( إلكترونات )

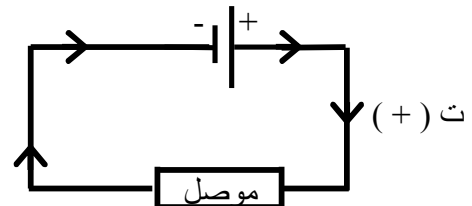
⚡ ينتقل من القطب السالب إلى الموجب عبر الأسلاك ( بعكس اتجاه المجال الكهربائي )



تيار إصطلاحي :-

⚡ موجب الشحنة ( بروتونات )

⚡ ينتقل من القطب الموجب إلى السالب عبر الأسلاك ( بنفس اتجاه المجال الكهربائي )



١) تحركت  $10 \times 3,6$  كولوم من الشحنات خلال ساعتين ، احسب :-  
١- شدة التيار

٢- عدد الإلكترونات التي تحركت نتيجة للتيار الكهربائي ، إذا علمت بأن (ش  $e = 1,6 \times 10^{-19}$  كولوم)

**الحل**

$$١- \quad t = \frac{\Delta \text{ش}}{\Delta z} \quad \leftarrow \quad ٢ \text{ ساعة} = ٢ \times ٦٠ \times ٦٠ = ٧٢٠٠ \text{ ثانية}$$

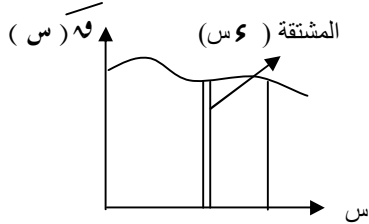
$$٥ \text{ أمبير} = \frac{10 \times 3,6}{10 \times 2,7} =$$

$$٢- \quad \text{ش} = \text{ش} \times \text{ش} = ٣٦٠٠٠ \quad \leftarrow \quad ١٩- 10 \times 1,6 \times \text{ش} = ٣٦٠٠٠$$

$$\therefore \text{ش} = \frac{36000}{10 \times 1,6} = 22500 = 10 \times 22500 = 10^{19} \text{ إلكترون}$$

\* وإذا كان معدل إنسياب الشحنات الكهربائية متغيراً بالنسبة للزمن ، فإن التيار يتغير أيضاً بالنسبة للزمن ،  
و يعرف " بالتيار اللحظي " و يعبر عن المشتقة الأولى بالنسبة للزمن :-

$$\frac{\text{ش}}{\text{لحظي}} = \frac{\text{ش}}{\text{ز}}$$



\* معنى ( مفهوم ) المشتقة :-

أي أن يُجتزأ كمية بسيطة من شيء ما .

رياضياً :-

$$\text{ش} = \frac{\text{ش}}{\text{س}} = \text{ش} \cdot \text{س}^{-١}$$

$$\text{ش} = \text{ش} \cdot \text{س}^{-١} \quad \leftarrow \quad \text{مشتقة الإقتران} \text{ش} \cdot \text{س}^{-١}$$

$$٢) \text{ احسب مشتقة } \text{ش} = \text{ش}^٣ - \text{ش}^٢ + \text{ش} - ١$$

$$\text{ش} = \text{ش}^٣ - \text{ش}^٢ + \text{ش} - ١ \quad \text{ش}^٣ = ٣ \times \text{ش}^٢ - ٢ \times \text{ش} + ١ - ١ = ٣ \times \text{ش}^٢ - ٢ \times \text{ش}$$

$$\text{ش} = \text{ش}^٣ - \text{ش}^٢ + \text{ش} - ١ \quad \text{ش}^٣ = ٣ \times \text{ش}^٢ - ٢ \times \text{ش} + ١ - ١ = ٣ \times \text{ش}^٢ - ٢ \times \text{ش}$$

\*\*\* حيث مشتقة الثابت = صفر

- ٣) إذا تحركت شحنة في مقطع من موصل حسب العلاقة التالية : (ش) (ز) =  $3z^3 - 2z^2 + 4$  كولوم ، احسب ما يلي :-  
١- مقدار الشحنة عندما (ز = ٢ ث)      ٢- مقدار التيار اللحظي عندما (ز = ٣ ث)

### الحل

\* تذكر :- التيار اللحظي مشتقة الشحنة بالنسبة للزمن

$$\begin{aligned} ١- \text{ش} (٢) &= 3(٢)^3 - 2(٢)^2 + 4 = ٢٠ \text{ كولوم} \\ ٢- \text{ت} &= \frac{d\text{ش}}{dz} = 9z^2 - 4z \quad (z=3) \\ &= 9(3)^2 - 4(3) = ٦٩ \text{ أمبير} \end{aligned}$$

س ٥ :- قارن بين الأوساط من حيث سهولة انتقال الشحنات ؟

\* أوساط عازلة كهربائياً :-

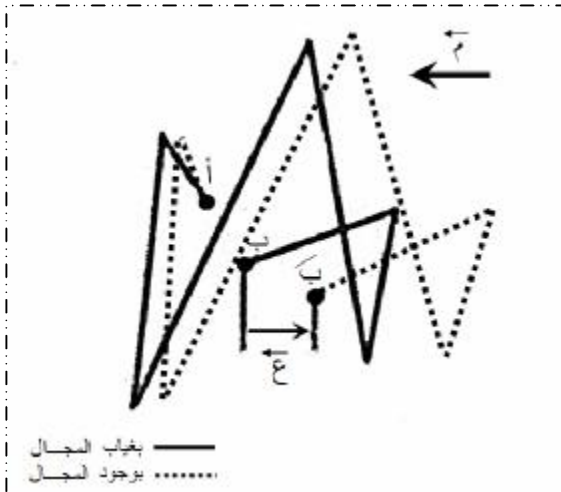
يصعب على الشحنات الحركة خلالها إلا إذا تعرضت إلى مجال كهربائي قوي يجبرها على الحركة مثل : الهواء أو الفراغ ، الخشب و المطاط

\* أوساط موصلة كهربائياً :-

تسمح للشحنات الحرة بالانتقال عبرها بسهولة نسبية عند تعرضها لمجال كهربائي خارجي مثل : الفلزات ، المحاليل الكهرلية ، الغازات المخلخلة

### السرعة الانسيابية

\* يمثل الشكل المجاور حركة الإلكترونات الحرة داخل الموصل بوجود المجال و عدم وجوده .



س ٦ :- ما أثر المجال على نسبة التصادم بين الشحنات الحرة ؟  
لاحظ من الشكل المجاور الإزاحة التي حققها الإلكترون (ب ← ب) مما يدل على تناقص نسبة التصادم

س ٧ :- ماذا ينتج عن تصادم الإلكترونات مع بعضها و مع ذرات الموصل ؟؟

تفقد جزءاً من طاقتها الحركية أو جميعها و لكنها تتسارع من جديد باتجاه القوة المؤثرة فيها ، ماذا ينتج عن ذلك :-  
انسياب الإلكترونات الحرة باتجاه معاكس لإتجاه المجال بسرعة متوسطة تسمى السرعة الانسيابية .

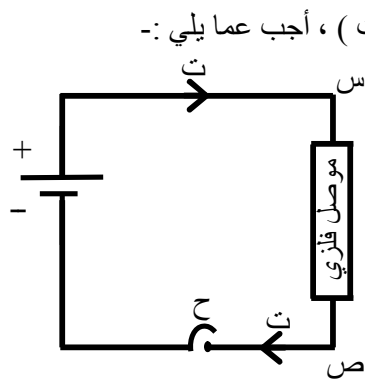
س ٨ :- بماذا تتميز السرعة الانسيابية ؟ مفسراً إجابتك :-

- ١- بطيئة
  - ٢- غير مستقيمة (متعرجة)
- السبب :- التصادم الحاصل بين الشحنات الحرة معاً و ذرات الموصل نفسه .

س ٩ :- ماذا ينشأ عن السرعة الانسيابية ؟؟ التيار الكهربائي

س ١٠ :- أين تذهب الطاقة الحركية التي تفقدها الشحنات الحرة أثناء انسيابها ؟؟  
تنقل إلى ذرات الفلز مما يؤدي إلى :- ١- ارتفاع درجة حرارة الفلز      ٢- زيادة اتساع الاهتزاز

س ١١ :- أعط تعريفاً واضحاً للأُمبير ؟  
هو ذلك التيار الذي يمر في موصل بحيث تعبر مقطع الموصل شحنة كهربائية مقدارها ١ كولوم في زمن قدره ١ ثانية .

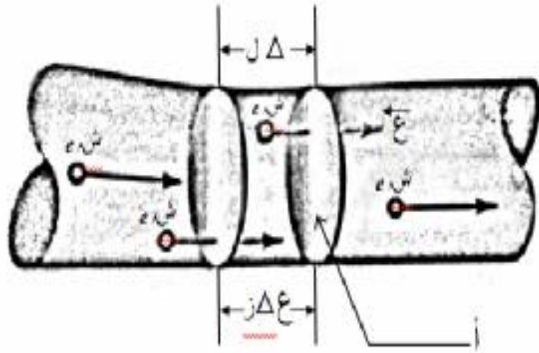


٤ ( ) عند غلق المفتاح ( ح ) في الدارة الكهربائية المجاورة ، سيسري فيها تيار شدته ( ت ) ، أجب عما يلي :-  
أ- ما اتجاه حركة الإلكترونات في الموصل ( س ص ) ؟ لماذا ؟  
ب- بعد مضي فترة زمنية ترتفع درجة حرارة الموصل الفلزي . فسر ذلك ؟

**الحل**

أ- ( ص ← س ) لأن الإلكترونات سالبة الشحنة تتحرك بشكل معاكس لاتجاه خطوط المجال الكهربائي .

ب - ستتسبب الطاقة المنتقلة من الإلكترونات إلى ذرات الموصل نتيجة " للتصادمات بين الإلكترونات و الذرات " إلى ارتفاع درجة حرارة الموصل و زيادة اتساع اهتزازها



رياضياً :-  
\* من الشكل المجاور تصور أن موصلاً مساحة مقطعه  
ρ و عدد الإلكترونات الحرة في وحدة الحجم ( ν̄ )

$$\frac{e}{m} \equiv \bar{\nu}$$

حجم الجزء الموصل : ρ × ΔL

$$\bar{\nu} = \bar{\nu} \times \Delta L \times \rho = \Delta L \times \rho \times \bar{\nu}$$

$$t = \frac{\Delta L \times \rho \times \bar{\nu} \times e}{\Delta z} \leftarrow \Delta L \times \rho \times \bar{\nu} \times e = \Delta L \times \rho \times \bar{\nu} \times e$$

$$t = \frac{\Delta L \times \rho \times \bar{\nu} \times e}{\Delta z} \quad \text{لكن } \Delta L \text{ المسافة العرضية}$$

$$\frac{\Delta L \times \rho \times \bar{\nu} \times e}{\Delta z} = e$$

$$t = \rho \times \bar{\nu} \times e \leftarrow$$

حيث :-

ع : السرعة الإنسيابية

- ٥) موصل فلزي منتظم ، يمر به تيار شدته ٤,٨ أمبير ، فإذا كان عدد الإلكترونات في وحدة الحجم فيه  $= 10^{26}$  إلكترون / م<sup>٣</sup> ، وكانت مساحة ذلك المقطع ١ ملم<sup>٢</sup> ، احسب :-  
 أ - الشحنة التي تعبر مقطعاً في الموصل خلال دقيقة  
 ب- السرعة الإنسيابية للشحنات الحرة الحركة فيه . ( إذا كانت  $e = 1,6 \times 10^{-19}$  كولوم )

**الحل**

|                                                                                              |                                                                                                |
|----------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>أ- <math>\Delta \text{ ش} = \Delta \times \text{ت} = 4,8 \times 60 = 288</math> كولوم</p> | <p>ب- <math>\text{ت} = \frac{\Delta \text{ ش}}{\Delta} = \frac{288}{60} = 4,8</math> أمبير</p> |
|----------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------|

- ٦) إذا كانت السرعة الإنسيابية لشحنات حرة الحركة في موصل فلزي منتظم  $= 0,1$  م/ث و كان عدد الإلكترونات التي تعبر جزءاً من الموصل تساوي  $10^{21} e$  ، وكانت مساحة المقطع ٤,٤ ملم<sup>٢</sup> ، احسب مقدار الشحنة التي تعبر ذلك المقطع ؟

**الحل**

$$\text{ش} = \text{ش} \times \text{ش} = 10^{21} \times 1,6 \times 10^{-19} = 16 \text{ كولوم}$$

**المقاومة الكهربائية**

- س١٢ :- تختلف الشحنات داخل الموصلات . علل ذلك ؟  
 بسبب الممانعة التي تبديها الموصلات لحركة هذه الشحنات .

- س١٣ :- ما مصدر تلك الممانعة ؟  
 المصدر : تصادم هذه الشحنات ببعضها أو تصادمها مع ذرات الموصل .

- س١٤ :- ماذا تسمى ممانعة الموصل لحركة الشحنات ؟  
 المقاومة الكهربائية للموصل

🔗 كذلك يمكن التعرف على المقاومة من خلال ما قام به العالم ( أوم ) بعدما درس العلاقة بين :  
 التيار الكهربائي في موصل و فرق الجهد بين طرفي الموصل

س١٥ :- إلى ماذا توصل ؟  
توصل على أن " التيار الكهربائي المار في موصل يتناسب طردياً مع فرق الجهد بين طرفي الموصل عند ثبوت درجة الحرارة " و هذا هو نص قانون أوم .

رياضياً :-  $\mathcal{E} \rightarrow$  ت

$\downarrow$   
ج = ثابت  $\times$  ت ، حيث : الثابت يختلف باختلاف مادة الموصل و هو مقياس لممانعة الموصل لمرور التيار الكهربائي خلاله

س١٦ :- ما الذي يمكن أن يعبر عنه الثابت ؟ المقاومة

$$\left( \frac{\mathcal{E}}{I} \right) = R \text{ (المقاومة (م))} \quad \leftarrow \text{ج} = \text{المقاومة} \times \text{ت} \quad \leftarrow$$

(قانون أوم)

\* تقاس المقاومة بوحدة ( فولت / أمبير  $\equiv$  أوم ) ورمزها (( أوميغا  $\Omega$  ))

س١٧ :- أعط تعريفاً واضحاً للأوم (وحدة المقاومة) ؟  
مقاومة موصل يسري فيه تيار شدته ١ أمبير عند تطبيق فرق جهد مقداره ١ فولت بين طرفي ذلك الموصل .

(٧) إذا طبق فرق جهد مقداره ٢٢٠ فولت بين طرفي موصل سري فيه تيار شدته ١٠ أمبير ، احسب مقاومة ذلك الموصل ؟

الحل

$$\text{المقاومة (م)} = \frac{\mathcal{E}}{I} = \frac{220}{10} = 22 \Omega$$

(٨) موصل مقاومته (١٠  $\Omega$ ) ، طبق عليه فرق جهد فمر (٣  $\times 10^{20}$  إلكترون / م<sup>٣</sup>) بسرعة (٠,٠٠١ م/ث) عبر جزء من موصل مساحته (١ سم<sup>٢</sup>) ، احسب ما يلي :-  
أ- الزمن اللازم لعبور (٨,٤ ميكروكولوم) من نفس المقطع .  
ب- فرق الجهد بين طرفي المقطع

(( معتبراً شح  $e = 1,6 \times 10^{-19}$  كولوم ))

الحل

$$\begin{aligned} \text{أ-)} \quad \Delta \mathcal{E} &= \frac{Q}{t} \Rightarrow t = \frac{Q}{\Delta \mathcal{E}} = \frac{8,4 \times 10^{-6}}{10 \times 1,6 \times 10^{-19} \times 0,001 \times 3 \times 10^{20}} = 1 \times 10^{-1} \text{ ث} \\ \text{ب-)} \quad \mathcal{E} &= R \times I = 10 \times 0,001 \times 3 \times 10^{20} \times 1,6 \times 10^{-19} = 4,8 \times 10^{-1} \text{ م} \end{aligned}$$

انتبه :- تعد المقاومة مقياساً للإعاقة التي تواجهها الإلكترونات الحرة أثناء إنتقالها في الموصل

س ١٨ :- ما هي العوامل التي تعتمد عليها مقاومة موصل فلزي ؟

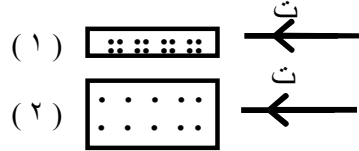
١- درجة الحرارة : لدرجة الحرارة تأثير مزدوج حيث يختلف التأثير بين المواد الفلزية (الموصلة) و اللافلزية (العازلة) :-

| الفلزات                                                                                                                                  | اللافلزات                                                                                                                             |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| زيادة درجة الحرارة ستزداد مقاومة الفلزات وذلك :-<br>بسبب زيادة الطاقة الحركية للشحنات الحرة فتزداد نسبة التصادم مما يزيد من إعاقة الحركة | زيادة درجة الحرارة ستقل مقاومة اللافلزات وذلك :-<br>بسبب تحرر عدد أكبر من الإلكترونات في مستويات التكافؤ مما يسهل من مرور سيل الشحنات |

٢- طول الموصل :-



كلما زاد طول الموصل زادت المقاومة بحيث تزداد نسبة التصادم (الإعاقة) لمرور سيل الشحنات (ت) عبره .



٣- مساحة مقطع الموصل ( السمك ) :-  
تقل مقاومة الموصل ذو المساحة الأكبر حيث تتباعد الذرات عن بعضها مما يقلل من نسبة التصادمات

٤- نوع مادة الموصل :-  
\* رياضياً :-

$$R \propto \frac{L}{A} \quad \text{م} \propto \frac{L}{A} \times \text{ثابت} = \frac{L}{A} \times \rho = \frac{L}{A} \times \rho \cdot \Omega \cdot \text{م} \quad \leftarrow$$

\* \* يعبر الثابت عن المقاومة ( المقاومة النوعية ) و التي تختلف من موصل لآخر .

س ١٩ :- أعط تعريفاً واضحاً للمقاومية ؟

مقاومة موصل فلزي منتظم طوله ١ م و مساحة مقطعه ١ م<sup>٢</sup>

$$\rho = \frac{R \cdot A}{L} \quad \leftarrow \text{الموصلية} \quad \leftarrow \sigma = \frac{1}{\rho}$$

(٩) سلك معدني طوله ١ م و مقاومته ٣,٥ × ١٠<sup>-٥</sup> Ω . م، و كانت مساحة مقطعه ١ م<sup>٢</sup>، احسب مقاومة ذلك السلك ؟؟

$$R = \frac{\rho \cdot L}{A} = \frac{3,5 \times 10^{-5} \cdot 1}{0,1} = 3,5 \times 10^{-4} \Omega$$

١٠) معتمداً على الجدول التالي و الذي يمثل قيم المقاومات لثلاثة عناصر ، أدرس الجدول ثم أجب عما يليه من أسئلة :-

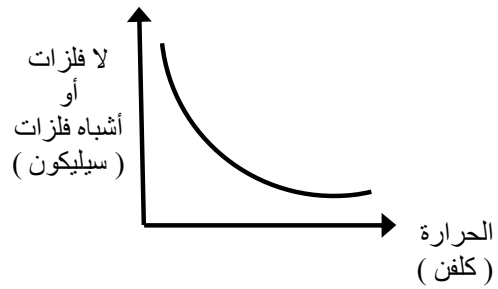
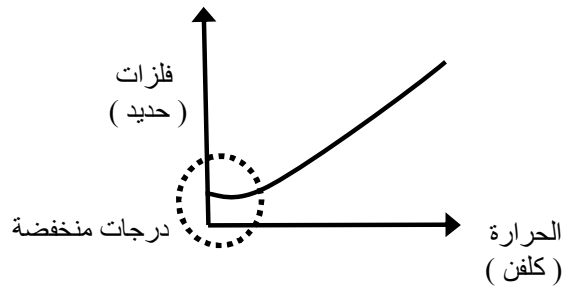
| العنصر   | الحديد              | الفضة                | السيليكون |
|----------|---------------------|----------------------|-----------|
| المقاومة | $10 \times 10^{-8}$ | $1.5 \times 10^{-8}$ | ٦٤٠       |

١- وضح المقصود بالمقاومية ؟ وما هي وحدة قياسها؟  
مقاومة موصل فلزي منتظم طوله ١م و مساحة مقطعه  $1 \text{ م}^2$  ،  $(\Omega \cdot \text{م})$

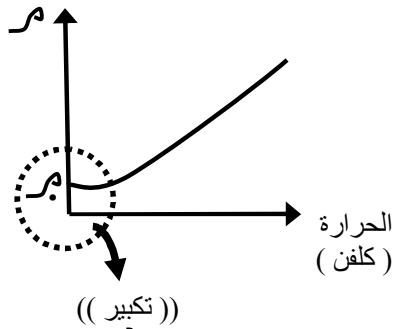
٢- أي العناصر الواردة في الجدول أكثر إيصالية ؟ لماذا ؟  
الفضة ، لأنه الأقل مقاومة

٣- ما أثر زيادة درجة الحرارة على مقدار مقاومة هذه العناصر ؟  
تزداد لكل من الحديد و الفضة لأنها فلزية ، بينما تقل للسيليكون لانه شبه فلز

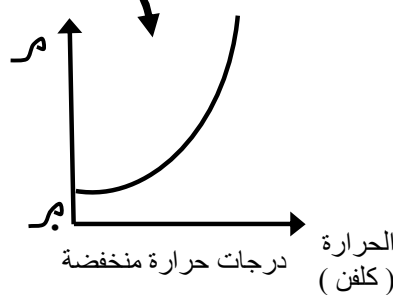
٤- تعلم بان السيليكون مادة شبه فلزية ( شبه موصلة ) و الحديد مادة فلزية ، ارسم علاقتين بيانيتين تبين تأثير درجة الحرارة و مقاومة كل من الحديد و السيليكون ؟



**\*\* انتبه :-** تعد أشباه الموصلات مثل السيليكون و الجرمانيوم مواد عازلة عند درجات حرارة منخفضة لشدة ارتباط الإلكتروناتها ببعضها و كلما ارتفعت الحرارة قلت المقاومة النوعية (  $\rho$  ) لأشباه الموصلات وذلك لزيادة تحرر الإلكترونات فيها .



(( تكبير ))



١- يلاحظ من الشكل الأخير الخاص بالفلزات ما يلي :-  
علاقة المقاومة للموصلات الفلزية ( طردية خطية ) عند الدرجات المتوسطة و المرتفعة.  
٢- تنشذ المقاومة عن السلوك الخطي كما في الشكل المجاور و الذي و الذي يتواجد عند درجات الحرارة المنخفضة و التي تؤول إلى الصفر . فسر ذلك ؟؟  
بسبب وجود الشوائب من العناصر الأخرى

س ٢٠ :- ماذا يمكن أن يستفاد من ذلك ؟

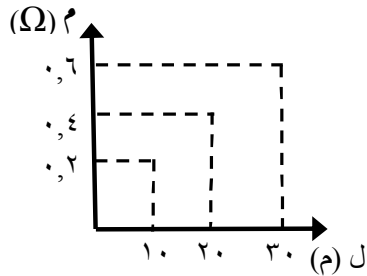
يمكن استخدام قياسات المقاومة عند درجات الحرارة المنخفضة :  
لمعرفة نسبة الشوائب في الفلز

٣- أن المقاومة الفلزية لبعض الفلزات تؤول إلى الصفر عند درجات الحرارة المنخفضة أي الوصول إلى ظاهرة ( الموصلية الفائقة )

س ٢١ :- ما هي ظاهرة ( الموصلية الفائقة ) ؟  
هي ظاهرة تكون فيها مقاومة الفلز أقل ما يمكن ( م ← صفر ) عند درجات الحرارة المنخفضة بحيث يصبح ذلك الفلز ( الموصل ) قادر على :-

- أ- نقل الطاقة بدون ضياع أي جزء منها
- ب- إنتاج مجالات مغناطيسية قوية و غيرها

( ١١ ) يمثل الشكل المجاور العلاقة بين مقاومة موصل فلزي و طوله ، إذا كانت مساحة المقطع العرضي للموصل  $2,8 \text{ مم}^2$  ، احسب موصلية هذا الفلز ؟



**الحل**

$$\text{ميل الخط} = \frac{\Delta \text{ص}}{\Delta \text{س}} = \frac{\Delta \text{م}}{\Delta \text{ل}} = \frac{\text{م}}{\text{ل}}$$

$$\frac{0,2 - 0,4}{10 - 20} = \frac{\text{م}}{2,8 \times 10^{-6}} \quad \leftarrow$$

$$\text{م} = 10 \times 0,6 \times 10^{-6} \quad \leftarrow$$

$$\text{لكن : } \sigma = \frac{1}{\text{م}} = \frac{1}{10 \times 0,6 \times 10^{-6}} = \frac{1}{6 \times 10^{-6}} \quad \text{م.}\Omega^{-1}$$

\* انتبه :-

لن تختلف قيمة (م) بتغير طول الموصل ل أو مساحته  $P$  : لأن زيادة ل تعني زيادة في (م) أي تبقى النسبة بينهما ثابتة و هي (م) و العكس ، وكذلك مع  $P$  .

( ١٢ ) يمر تيار كهربائي شدته ٩ أمبير في سلك طوله ٢٠ سم ، و مساحة مقطعه ٢ ملم<sup>٢</sup> ، فإذا كان السلك موصولاً بفرق جهد مقداره ١٨ فولت ، فاحسب مقاومة و الموصلية للسلك ؟؟

**الحل**

$$\text{م} = \frac{\text{ل} \cdot \text{م}}{\text{م}} = \frac{18}{9} = \frac{\text{ج}}{\text{ت}} = \text{م} \quad \leftarrow$$

$$\text{م} = \frac{2 \times 10^{-6} \times 2}{20 \times 10^{-2}} = 2 \times 10^{-5} \text{ م.}\Omega$$

$$\sigma = \frac{1}{\text{م}} = \frac{1}{2 \times 10^{-5}} = \frac{1}{2 \times 10^{-5}} \text{ م.}\Omega^{-1}$$

١٣) اسطوانة نحاسية رفيعة طولها ٢م ، و مساحة مقطعها ٢ ملم<sup>٢</sup> ، تم إعادة سحبها إلى سلك نحاسي رفيع و طويل طوله ٢٠م ، احسب النسبة بين مقاومتي السلك قبل و بعد السحب إذا أصبحت مساحة المقطع ( $\frac{1}{5}$ ) ما كانت عليه قبل السحب ؟

$$R_2 = \frac{1}{5} R_1$$

بما أنه نفس السلك  $R_1 = R_2$

$$\frac{R_2 \cdot \frac{1}{5}}{20} = \frac{R_1 \cdot 1}{2} \quad \leftarrow \quad \frac{R_2 \cdot \frac{1}{5}}{20} = \frac{R_1 \cdot 1}{2}$$

$$100 / 2 = 20 / 1 \quad \leftarrow$$

س ٢٢ :- ماذا نعني بقولنا أن مقاومة فلز  $2 \times 10^{-10} \Omega$  م ؟  
أن مقاومة قطعة الفلز طولها ١م و لها مساحة ١م<sup>٢</sup> تساوي  $2 \times 10^{-10} \Omega$

س ٢٣ :- ما المقصود بقولنا شدة التيار ٢ أمبير ؟  
أي يعبر مقطع من سلك شحنة قدرها ٢ كولوم كل ثانية .

\*صنفت المقاومات على ثلاث أسس :-

أ- نوع المادة :-

٢- مقاومات فلزية

١- مقاومات كربونية

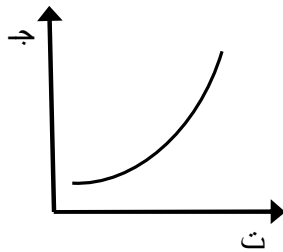
ب- تغير القيمة :-

٢- مقاومات متغيرة ( ريوستات )

١- مقاومات ثابتة

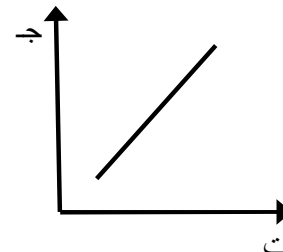
ج - العلاقة بين فرق الجهد و التيار :-

٢- مقاومات لا أومية



- العلاقة غير خطية طردية بين ( ج ، ت )  
- لا ينطبق عليها قانون أوم بحيث لا تكون الميل قيمة ثابتة  
- مثل :- المحاليل الكهرلية و أشباه الموصلات

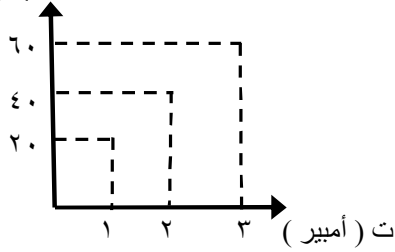
١- مقاومات أومية ( موصلات )



- العلاقة خطية طردية بين ( ج ، ت )  
- ينطبق عليها قانون أوم بحيث يكون الميل قيمة ثابتة  
و يمثل المقاومة

$$R = \frac{V}{I}$$

جـ ( فولت )



١٤ ( معتمداً على الشكل المجاور ، احسب ما يلي :-

- ١- مقاومة الموصل
- ٢- إذا كان طوله ١٠ سم و مساحه مقطعه ٠,٢ م<sup>٢</sup> ، احسب :-  
أ- مقاومته ب- إيصالته

**الحل**

$$١- \text{م} = \frac{\Delta \text{ج}}{\Delta \text{ت}} = \frac{٦٠ - \text{صفر}}{٣ - \text{صفر}} = ٢٠ \Omega$$

٢- أ-

ب-

$$\sigma = \frac{١}{\text{م}}$$

$$١- \frac{١}{٤٠} = \frac{١}{٠,٢٥ \times (٢٠ \cdot \Omega)} =$$

$$\text{م} = \frac{\text{ل} \cdot \text{م}}{\text{م}}$$

$$\text{م} \cdot \Omega ٤٠ = \frac{٠,٢ \times ٢٠}{٢ - ١٠ \times ١٠} =$$

س ٢٤ :- لديك لفة سلك طويلة ، اقتطع جزء صغير منها طوله ( ل ) ، كيف يمكنك بالاستعانة بفولتميتر (v) ، أميتر (A) و توظيف قانون أوم لتحديد طول السلك الكلي ؟

توصيل (v) على التوازي و (A) على التوالي لحساب فرق الجهد جـ و شدة التيار ت بالترتيب ثم إيجاد النسبة بينهما سواء للسلك الطويل المجتزأ و هذه النسبة هي :

$$( \text{م كلي} = \frac{\text{ج}}{\text{ت}} ، \text{م الجزء} = \frac{\text{ج}}{\text{ت}} ) \leftarrow \text{و هذا هو قانون أوم ، و بما أنهما من نفس نوع السلك} \rightarrow$$

$$\leftarrow ( \text{م كلي} = \text{م الجزء} ) \leftarrow \frac{\text{ل} \cdot \text{م}}{\text{ل}} = \frac{\text{ل} \cdot \text{م}}{\text{ل}} = \text{ل} \leftarrow \frac{\text{ل} \cdot \text{م}}{\text{م}} = \text{ل} \leftarrow \text{نفس مساحة المقطع}$$

$$\boxed{\text{ل} \times \frac{\text{ج} \times \text{ت}}{\text{ج} \times \text{ت}} = \text{ل}}$$

١٥ ( سلك فلزي إسطوانى قطر مقطعه ٢ ملم ، طوله ١٠٠ م و مقاومته تساوي  $١٠ \times \pi \cdot \Omega$  م ، إذا وصل بفرق جهد ١٠ فولت ، احسب :-

- ١- مقاومة الموصل
- ٢- الموصلية
- ٣- المجال الكهربائي المتولد داخل الموصل  $\leftarrow$  استخدام العلاقة (  $\frac{\text{ج}}{\text{ف}}$  )
- ٤- شدة التيار المار عبر الموصل
- ٥- الشحنة المارة في الموصل خلال دقيقة

$$((( \text{معتبراً } \rho \text{ للمقطع (دائري) } = \pi \cdot \text{نوه } ^2 )))$$

**الحل**

$$\sigma = \frac{١}{\text{م}}$$

٢-

$$١- \text{م} = \frac{\text{ل} \cdot \text{م}}{\text{م}}$$

$$١- \frac{١}{١٠ \times \pi} = \frac{١}{٧ - ١٠ \times \frac{٧}{٢٢}} = \frac{١}{٧ - ١٠ \times \pi} =$$

$$\Omega ١٠ = \frac{١٠٠ \times ٧ - ١٠ \times \pi}{٦ - ١٠ \times (\frac{١}{٢} \times ٢) \times \pi} = \frac{\text{ل} \cdot \text{م}}{\pi \cdot \text{نوه}} = \text{م}$$

٥- ش = ت × ز = ٦٠ × ١ × ١ = ٦٠ كولوم

٣-  $\frac{\Delta}{(L=J)} = M$   $\frac{10}{100} =$   $10,1 / V = M$   
٤-  $\frac{J}{M} = T$   $\frac{10}{10} =$   $1 = \text{أمبير}$

١٦) سلك طوله ٢٠ م ومساحة مقطعه ٤ ملم<sup>٢</sup> ومقاومته ٤ Ω ، احسب مقاومة سلك آخر من نفس نوع مادة السلك الأول علماً بأن طول السلك الآخر ١٠ م ومساحة مقطعه ١ ملم<sup>٢</sup> ؟

**الحل**

$M_1 = M_2$

$\frac{20 \cdot 2M}{2L} = \frac{10 \cdot 1M}{1L}$   
 $\frac{20 \cdot 4 \times 2M}{10} = \frac{10 \cdot 4 \times 1M}{20}$

$M = 8 \Omega$

**توصيل المقاومات**

\* توصيل المقاومات في الدارة الكهربائية بطرق مختلفة ، نذكر منها طريقتين أساسيتين :- التوالي ،، التوازي

توصيل المقاومات

**\* على التوازي \***

\* يكون فرق الجهد ثابت

$J_1 = J_2 = J$

\*  $T_1 + T_2 = T$   $(\frac{J}{M} = T)$

$\frac{J_1}{M_1} + \frac{J_2}{M_2} = \frac{J}{M}$

$\frac{1}{M_1} + \frac{1}{M_2} = \frac{1}{M}$

أو

$\frac{M_1 \times M_2}{M_1 + M_2} = M$

**\* على التوالي \***

\* يكون التيار ثابت

$T_1 = T_2 = T$

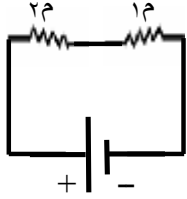
\*  $J_1 + J_2 = J$   $(J = T \times M)$

$T \cdot M_1 + T \cdot M_2 = T \cdot M$

$M_1 + M_2 = M$

\* ملاحظات :-

- ١- العلاقة طردية بين المقاومة و فرق الجهد بثبوت التيار
- ٢- العلاقة عكسية بين التيار و المقاومة بثبوت فرق الجهد
- ٣- الفولتميتر (V) :- جهاز قياس فرق الجهد ، الأميتر (A) :- جهاز لقياس التيارات



س ٢٥ :- إذا كانت  $2 < 1$  م في الشكل المجاور ، فأی من م ١ ، م ٢ له فرق جهد أكبر ؟

م ٢ ، لأن فرق الجهد يتوزع على المقامات بنسب طردية لمقاديرها .

س ٢٦ :- إذا كانت المقاومات موصولة معاً على التوازي متساوية فإن المقاومة المكافئة لها تساوي قيمة احداها مقسومة على عددها . اثبت ذلك ؟

$$\frac{1}{\text{م المكافئة}} = \frac{1}{1\text{ م}} + \frac{1}{2\text{ م}} + \dots + \frac{1}{n\text{ م}}$$

حيث ن : عدد المقاومات  
م : مقدار كل مقاومة

$$\therefore \frac{1}{\text{م المكافئة}} = n \times \left( \frac{1}{\text{م}} \right) \Rightarrow \text{م المكافئة} = \frac{n}{\#}$$

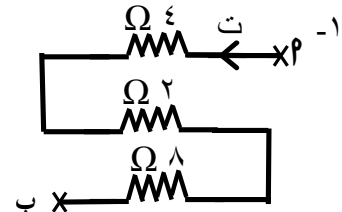
س ٢٧ :- علل ما يلي :-

١- تكون قيمة التيار ثابتة لمجموعة من مقاومات متصلة معاً على التوالي ؟  
لعدم وجود تفرع للتيار حيث تتزايد قيم فرق الجهد مع المقاومات بنسب طردية لمقاديرها فتبقى النسبة بين ( ج : م ) ثابتة وهي ( ت ) حسب العلاقة  $\frac{ج}{م} = ت$

٢- يكون فرق الجهد ثابت لمجموعة مقاومات متصلة معاً على التوازي ؟  
بسبب حدوث تناقص في المقاومة و تزايد في التيار و حسب العلاقة  $ج = ت \times م$  تبقى قيمة ( ج ) ثابتة .

٣- توصل الأجهزة الكهربائية في المنازل على التوازي ؟  
أ- حتى يبقى فرق الجهد نفسه عبر الأجهزة فتعمل جميعها على نفس فرق الجهد فتحافظ جميعها على نفس شدة الإضاءة و إلا فعند توصيلها على التوالي سيتوزع فرق الجهد مما يقلل من القدرة فتقل شدة الإضاءة  
ب- حتى إذا تعطل أحد الأجهزة بقيت الأخرى تعمل دون تعطل

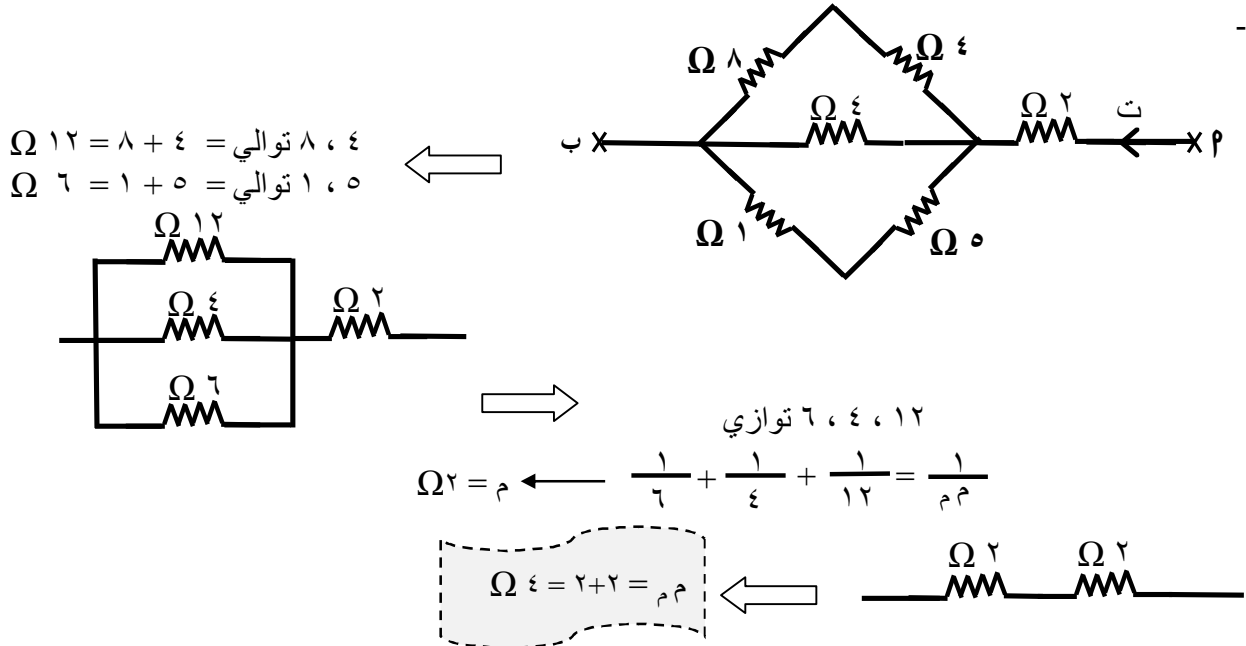
(١٧) احسب المقاومة المكافئة بين P ، ب لكل من الأشكال التالية :-



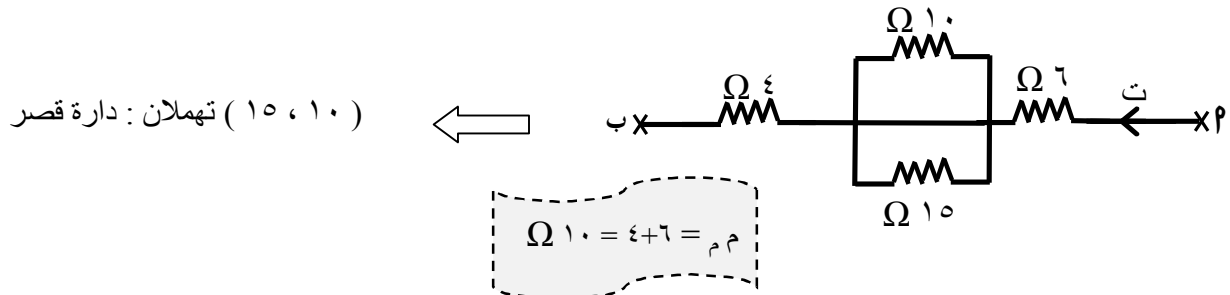
جميع المقاومات على التوالي :-  $م = 1\text{ م} + 2\text{ م} + 3\text{ م}$

$$\boxed{م = 14\Omega = 8 + 2 + 4}$$

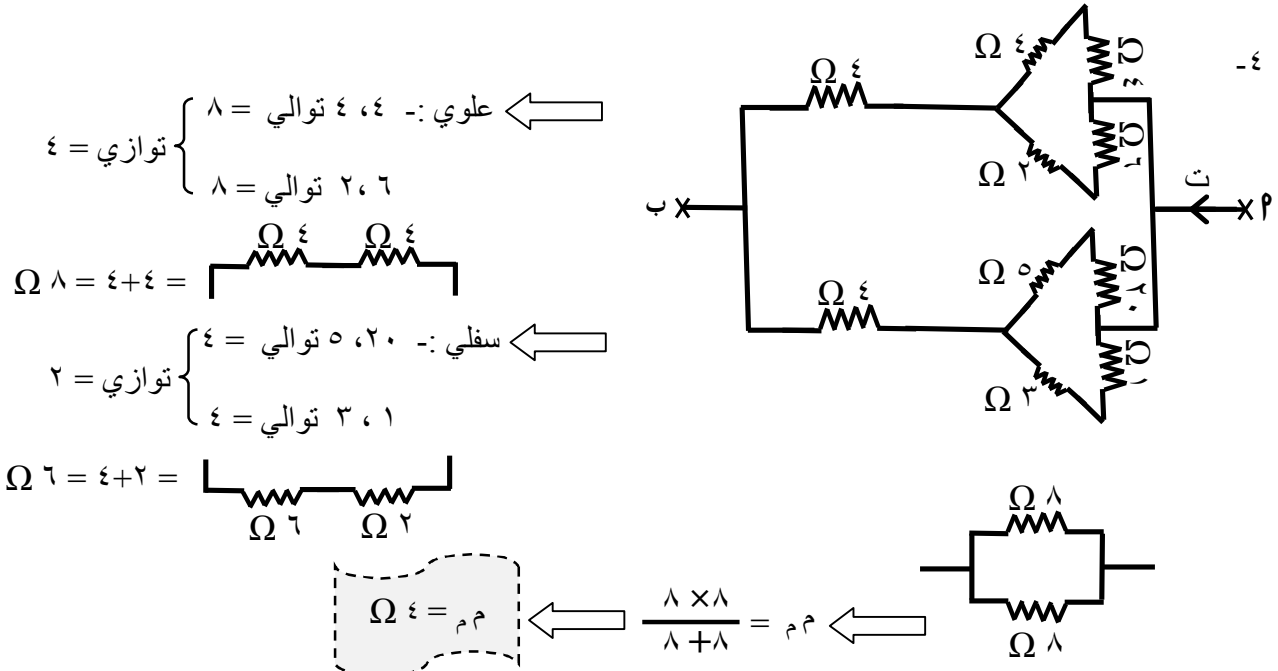
-٢-

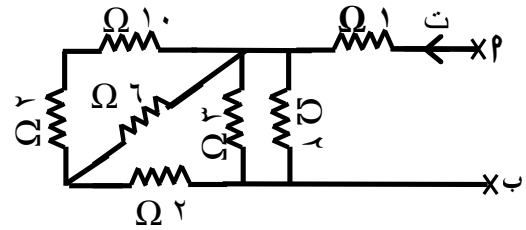


-٣-

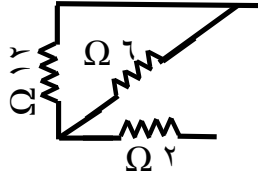
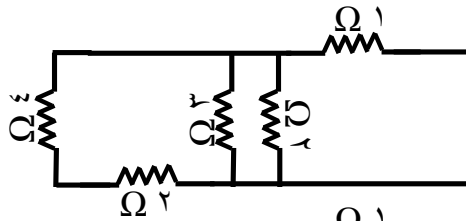
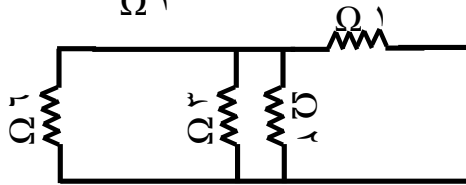
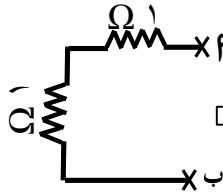
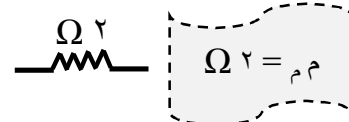


-٤-

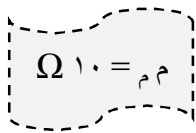
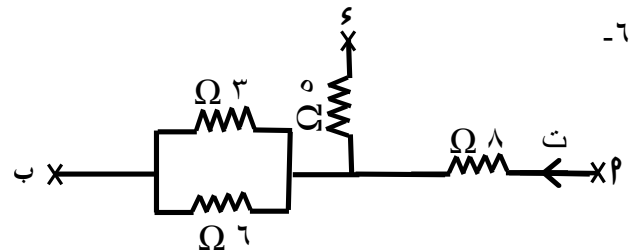




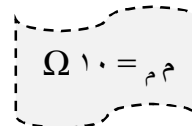
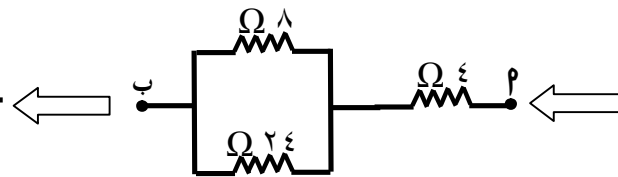
٥-

 $\Rightarrow \Omega_{12} = 2, 10$  $\Rightarrow \Omega_4 = 2, 12$   
 $\Omega_6 = 2, 4$  $\Rightarrow \Omega_1 = 2, 3, 6$  $\Rightarrow \Omega_2 = 1 + 1$ 

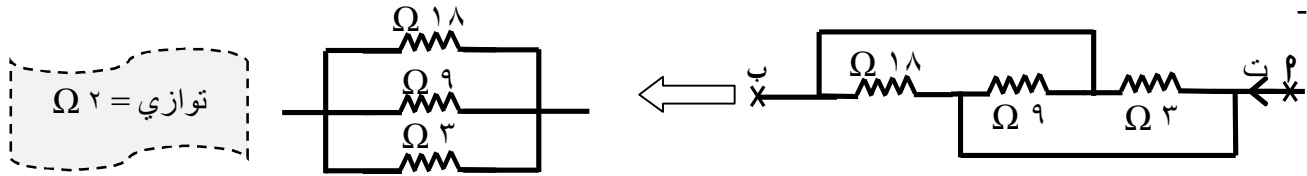
٦-

 $\Omega_2 = 2, 3$   
 $\Omega_{10} = 2, 8$   
(بإهمال  $\Omega_5$ ) $\Rightarrow$ 

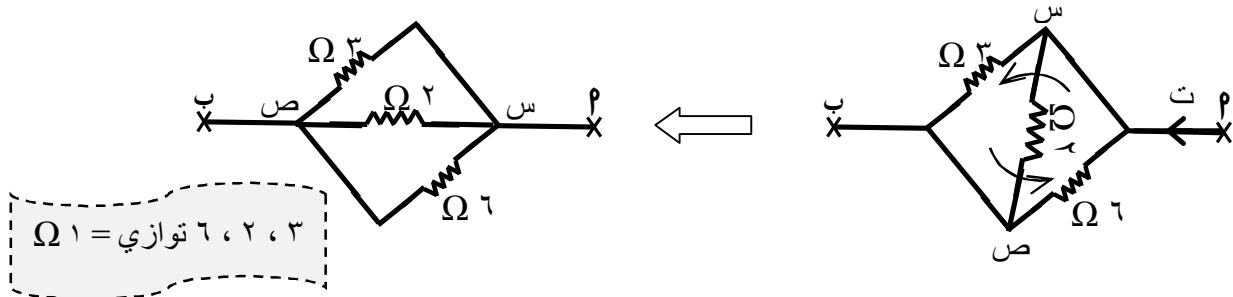
٧-



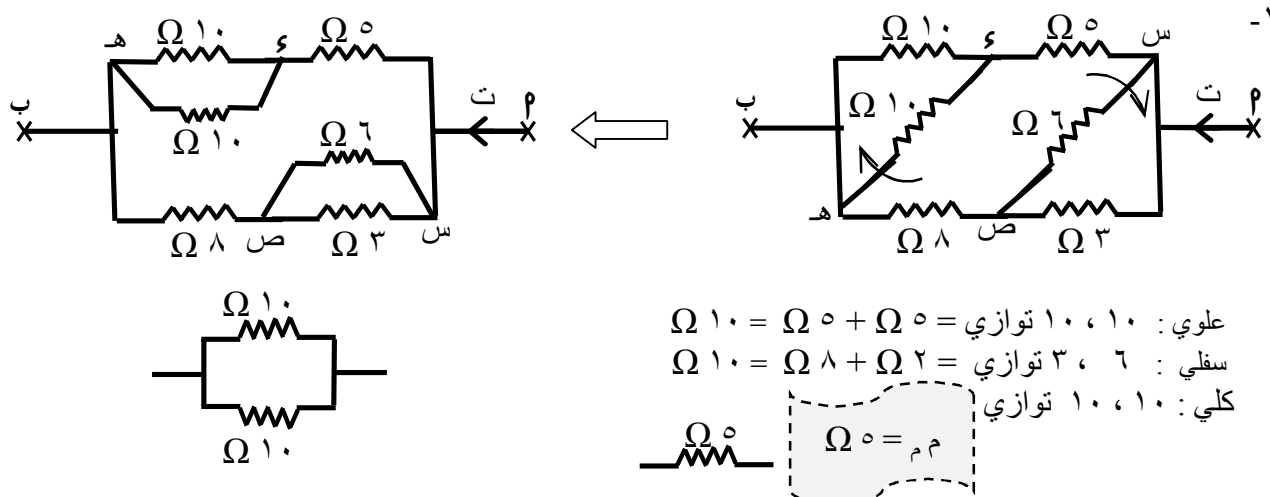
-٨-



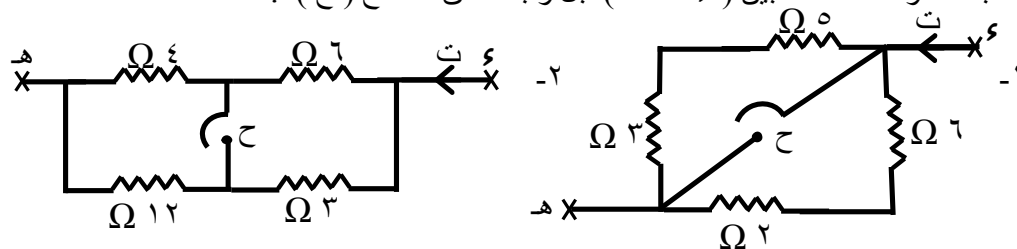
-٩-



-١٠-

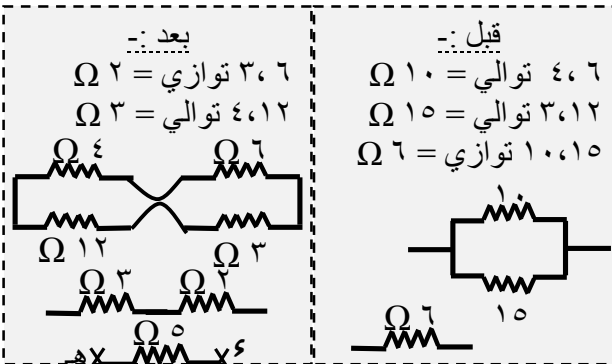


(١٨) احسب المقاومة المكافئة بين ( ه ، ء ) قبل و بعد غلق المفتاح ( ح ) :-



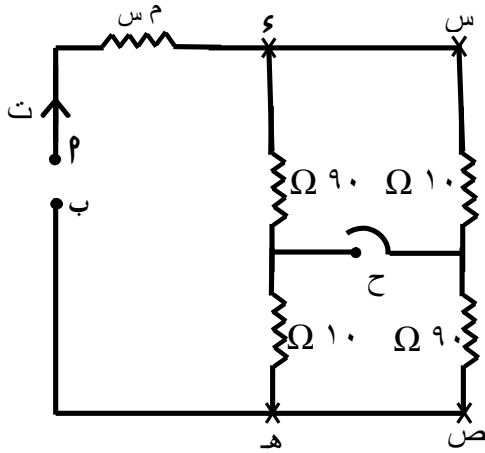
الحل

(٢)



(١)  
 قبل :-  
 $\Omega 8 =$  توازي ٣، ٥  
 $\Omega 8 =$  توازي ٢، ٦  
 $\Omega 4 =$  توازي ٨، ٨

بعد :-  
 $\Omega 5 =$  م م  
 (دارة قصر)



(١٩) معتمداً على البيانات المثبتة على الشكل المجاور احسب قيمة المقاومة (م س) ، إذا علمت أن المقاومة المكافئة تقل قيمتها إلى النصف بعد غلق المفتاح ؟

**الحل**

\* قبل الغلق :  $E$  و : توالي  $10 + 90 = 100 \Omega$

س ص : توالي  $90 + 10 = 100 \Omega$

هما معاً توازي  $50 \Omega$

م م  $= 50 + \text{م س} \text{-----} (١)$

\* بعد الغلق : علوي :  $10$  ،  $90$  توازي  $9 \Omega$

سفلي :  $90$  ،  $10$  توازي  $9 \Omega$

هما معاً على التوالي :  $9 + 9 = 18 \Omega$

م م  $= 18 + \text{م س} \text{-----} (٢)$

\*\*\* لكن م م بعد  $= \frac{1}{\frac{1}{\text{م م قبل}}}$

$18 + \text{م س} = \frac{1}{\frac{1}{(50 + \text{م س})}}$

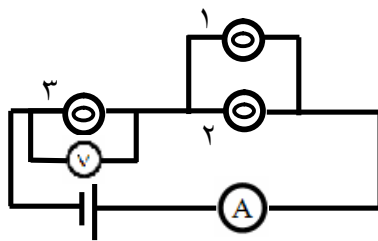
$18 + \text{م س} = 25 + \frac{1}{\text{م س}}$

م س  $= 14 \Omega$

(٢٠) إذا وصلت ٦ مقاومات على التوازي و كان مقدار كل مقاومة يساوي الأخرى ، إذا علمت بأن مقدار المقاومة المكافئة كان يساوي  $3 \Omega$  ، احسب قيمة كل مقاومة ؟

**الحل**

$$\text{م م} = \frac{\text{م}}{\text{ن}} \leftarrow \text{م م} = \text{م} \times \text{م} = 3 \times 6 = 18 \Omega$$



(٢١) معتمداً على الشكل المجاور و الذي يمثل ٣ مصابيح موصولة معاً لمصدر كهربائي واحد بين ماذا يحدث لقراءتي (V) و (A) عندما يحترق فتيل المصباح (١) ؟

\* انتبه :-

أي موصل أو مصباح يعبر عن مقاومة

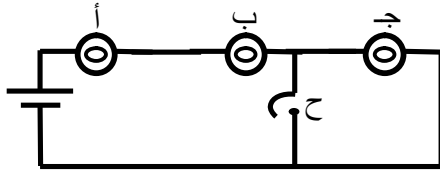
### الحل

نلاحظ بأن المصباحين ( ١ ) ، ( ٢ ) توازي أي أن مقاومتيهما المكافئة منخفضة و عندما يحترق فتيل ( ١ ) فهذه إشارة إلى زيادة المقاومة في الدارة مما ينعكس ذلك على التيار المار في كل مصباح

∴ ستقل قراءة الأميتر (A)

- ولكن لو نظرنا إلى المصباح ( ٣ ) فإن مقاومته لم تتأثر و لكن التيار المار عبره سيقول ، و بما أن مقاومته ثابتة فإن قراءة الفولتميتر (V) يجب أن تقل كي تبقى النسب ثابتة بين ( ت ، ج ) حسب قانون أوم .

( ٢٢ ) معتمداً على الشكل المجاور ، لو أن المفتاح أُغلق فبين ماذا يحدث لـ :-



- ١- إضاءة ( ج )
- ٢- إضاءة ( أ ، ب )
- ٣- التيار في الدارة .

### الحل

- ١- سينطفئ ( دارة قصر )
- ٢- ستزداد إضاءة كل من ( أ ، ب ) بسبب تناقص المقاومة حيث كانت ( أ ، ب ، ج ) على التوالي
- ٣- لن يتأثر التيار لأن التوصيل وكان و بقي على التوالي .

### القدرة الكهربائية

\* هي الشغل المبذول في وحدة الزمن ← القدرة =  $\frac{\Delta \text{ش}}{\Delta \text{ز}}$

لكن الشغل  $\Delta \text{ش} = \text{ج} \cdot \Delta \text{ش} \leftarrow \text{القدرة} = \frac{\text{ج} \cdot \Delta \text{ش}}{\Delta \text{ز}} = \frac{\Delta \text{ش}}{\Delta \text{ز}} \cdot \text{ج} \cdot \text{ت} \text{ ---- (١)}$   
= فولت . أمبير = واط

\* يمكن الإستعانة بقانون أم لإيجاد علاقة القدرة مع المقاومة :-

$$\text{القدرة} = \text{ج} \times \text{ت} = \left( \frac{\text{ج}}{\text{م}} \right) \times \text{ج} = \frac{\text{ج}^2}{\text{م}} \text{ ---- (٢)}$$

$$\text{القدرة} = \text{ج} \times \text{ت} = \text{ت} \times (\text{م} \times \text{ت}) = \text{ت}^2 \times \text{م} \text{ ---- (٣)}$$

\* يمكن حساب الطاقة المستهلكة من علاقات القدرة ، حيث :- ٢

$$\text{الطاقة المستهلكة} = \text{القدرة} \times \text{الزمن} = \text{ج} \cdot \text{ت} \times \text{ز} = \frac{\text{ج}^2}{\text{م}} \times \text{ز} = \text{ت}^2 \times \text{م} \times \text{ز}$$

\* تقاس الطاقة بوحدة (( الجول )) .

س٢٨ :- ما هي تحويلات الطاقة ( أشكال الطاقة ) عند مرور تيار في دارة ؟؟

- ١- من طاقة كهربائية ← كيميائية : عند شحن بطارية
- ٢- من طاقة كهربائية ← حركية : عند وجود محرك
- ٣- من طاقة كهربائية ← ضوئية أو حرارية : عند مرور تيار في مصباح

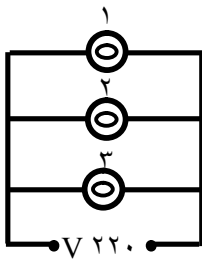
(٢٣) مصباح مقاومته  $250 \Omega$  وصل بمصدر يعطي فرق جهد ٢٠٠ فولت ، احسب :-

### الصحيح في الفيزياء

- ١- شدة التيار المار
- ٢- قدرة المصباح
- ٣- الطاقة المستهلكة عند تشغيله ٥ دقائق

**الحل**

$$\begin{array}{lcl}
 (1) & (2) & (3) \\
 \text{ت} = \frac{\text{ج}}{\text{م}} = \frac{200}{250} & \text{القدرة} = \text{ت} \times \text{ج} & \text{ط} = \text{القدرة} \times \text{ز} \\
 A \cdot 8 = & 200 \times 0,8 = & (60 \times 5) \times 160 = \\
 & 160 \text{ واط} & 48000 \text{ جول} = 48 \text{ كيلوجول}
 \end{array}$$



- (٢٤) ثلاثة مصابيح متماثلة موصولة على التوازي بفرق جهد ٢٢٠ فولت ، و مكتوب على كل مصباح ١٠٠ واط ، احسب :-
- ١- مقاومة كل مصباح
- ٢- شدة التيار الذي يمر في كل مصباح
- ٣- القدرة المستهلكة عند تشغيل المصابيح الثلاث

**الحل**

$$(1) \quad \text{القدرة} = \frac{\text{ج}}{\text{م}} = \frac{220}{100} = 2,2 \text{ واط} \quad \leftarrow \quad \frac{220}{100} = 2,2 \text{ واط} \quad \leftarrow \quad \frac{220}{100} = 2,2 \text{ واط}$$

$$(2) \quad \text{ت} = \frac{\text{ج}}{\text{م}} = \frac{220}{100} = 2,2 \text{ واط} \quad \leftarrow \quad \text{ت} = 2,2 \text{ واط} \quad \leftarrow \quad \text{ت} = 2,2 \text{ واط}$$

\* لكن التيار يتجزأ فتتغير قيمته إلا بحالة واحدة كالتالي في هذا المثال حيث تتساوى المقاومات  $\leftarrow$  فيكون لها نفس التأثير

$$(3) \quad \text{القدرة الكلية} = \text{ج} \times \text{ت كلي} \quad \leftarrow \quad \text{ت كلي} = 0,45 + 0,45 + 0,45 = 1,35 \text{ واط} \\
 220 \times 1,35 = 297 \text{ واط}$$

**\*\* انتبه :-**

- \* القدرة الكلية لمجموعة من أجهزة متصلة على التوازي تساوي مجموع قدرة كل جهاز
- \* عند حساب الطاقة المستهلكة بوحدة الجول تكون الأرقام ضخمة و كبيرة لذلك استخدمت وحدة عملية لقياس الطاقة هي :- الكيلو . واط . ساعة

مثال :- مدفأة قدرتها ٢٠٠٠ واط ، ما مقدار الطاقة المستهلكة عند تشغيلها ٥ ساعات بوحدة : (أ) الجول (ب) كيلو . واط . ساعة

**الحل**

$$(أ) \quad \text{الطاقة (جول)} = \text{القدرة (واط)} \times \text{الزمن (ثانية)} = 2000 \times 5 \times 60 \times 60 = 3600000 \text{ جول}$$

$$(ب) \quad \text{الطاقة (كيلو . واط . ساعة)} = \text{القدرة (كيلو واط)} \times \text{الزمن (ساعة)} = 2 \text{ كيلو} \times 5 = 10 \text{ كيلو . واط . ساعة} \\
 * \text{حيث : } 1 \text{ كيلو} = 1000$$

(٢٥) سخان كهربائي كتب عليه ٢٢٠٠ واط ، ٢٢٠ فولت ، صنعت مقاومته من سلك فلزي مساحة مقطعه العرضي ٠,١٢ مم<sup>٢</sup>

و مقاومة مادته  $1,6 \times 10^{-8} \Omega \cdot m$  ، احسب :-

- ١- طول السلك الذي صنعت منه المقاومة
- ٢- أكبر تيار يمر في مقاومة السخان
- ٣- موصلية مادة السلك
- ٤- الطاقة المستهلكة عند تشغيل السخان مدة ساعتين بوحدة : (أ) الجول (ب) كيلو. واط . ساعة

**الحل**

$$(١) \quad L = \frac{P \cdot m}{\rho} = \frac{J}{\rho} \quad \text{لكن} \quad \frac{J}{\rho} = \frac{J}{\text{القدرة}} = \frac{J}{\Omega} = \frac{(220)}{2200} = 22 \Omega$$

$$L = \frac{10 \times 16 \times 22}{10 \times 1,6} = 220 \text{ م}$$

$$(٢) \quad T = \frac{J}{m} = \frac{220}{10} = 22 \text{ أ}$$

$$(٣) \quad \sigma = \frac{1}{\rho} = \frac{1}{10 \times 1,6} = \frac{1}{16} = 6,25 \times 10^{-8} (\text{م} \cdot \Omega)^{-1}$$

$$(٤) \quad \text{الطاقة} = \text{القدرة} \times \text{الزمن} = 2200 \times 2 \times 60 \times 60 = 15840000 \text{ جول}$$

$$\text{ب-)) الطاقة} = \text{القدرة} \times \text{الزمن} = 2200 \times 2 = 4,4 \text{ كيلو. واط . ساعة}$$

٢٦) مصباحان مكتوب على الأول ( ٢٤٠ واط ، ١٢٠ فولت ) و الثاني ( ٣٦٠ واط ، ١٢٠ فولت ) ، احسب :-  
أ- مقاومة كل مصباح

ب- التيار في كل مصباح و القدرة لكل مصباح عند وصولهما بفرق جهد ١٢٠ : ٧ (١) على التوالي (٢) على التوازي

**الحل**

$$(أ) \quad \text{قدرة (١)} = \frac{J}{m} = \frac{J}{\rho} \quad \leftarrow \quad \frac{J}{\rho} = \frac{J}{\Omega} = \frac{(120)}{240} = 0,5 \text{ م} = \frac{J}{\text{قدرة (١)}} = \frac{J}{\Omega} = \frac{(120)}{240} = 0,5 \text{ م}$$

$$\Omega 40 = \frac{J}{\rho} = \frac{J}{\Omega} = \frac{(120)}{360} = 0,33 \text{ م} = \frac{J}{\text{قدرة (٢)}} = \frac{J}{\Omega} = \frac{(120)}{360} = 0,33 \text{ م}$$

$$\text{ب) (١-)) } \Omega 100 = 60 + 40 = \text{م}$$

$$T = \frac{J}{m} = \frac{120}{100} = 1,2 \text{ أ} = T = 1 \text{ ت} = 2 \text{ ت على التوالي}$$

القدرة للمصابحين = ت × م = (١, ٢) × ١٠٠ = ١٤٤ واط

القدرة (١) = ت<sub>١</sub> × م<sub>١</sub> = (١, ٢) × ٦٠ = ٨٦,٤ واط  
القدرة (٢) = ت<sub>٢</sub> × م<sub>٢</sub> = (١, ٢) × ٤٠ = ٥٧,٦ واط  
مجموعهما

(ب-)) ج = ١ = ج = ٢ = ١٢٠ فولت (على التوازي)

$$A^3 = \frac{120}{40} = \frac{3}{1} = 3 \text{ ت}$$

$$A^2 = \frac{120}{60} = \frac{2}{1} = 2 \text{ ت}$$

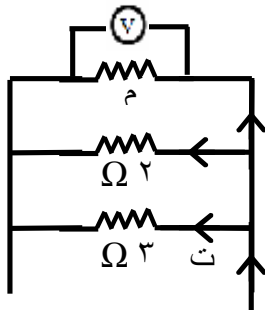
ت كلي = ت<sub>١</sub> + ت<sub>٢</sub> = ٥ أمبير

⚡ لاحظ بأن قيمة التيار زادت عند التوصيل على التوازي فلذلك :  
← تزداد القدرة المستهلكة ( المستفدة ) فيها .

القدرة للمصباح (١) = ت<sub>١</sub> × م<sub>١</sub> = ١ × ٢٤٠ = ٢٤٠ واط

القدرة للمصباح (٢) = ت<sub>٢</sub> × م<sub>٢</sub> = ٢ × ٣٦٠ = ٣٦٠ واط

القدرة لكليهما = القدرة للمصباح (١) + القدرة للمصباح (٢) = ٢٤٠ + ٣٦٠ = ٦٠٠ واط



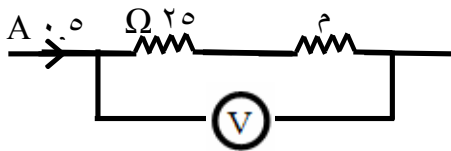
\*\* أمثلة إضافية :-

(٢٧) في الشكل المجاور إذا كانت قراءة الفولتميتر ٥٠ فولت ، فما قيمة ت ؟

**الحل**

ج = ٥ = ج = ٥ = ج (توازي)

$$A^{10} = \frac{50}{5} = \frac{10}{1} = 10 \text{ ت}$$



(٢٨) في الشكل المجاور إذا كانت قراءة الفولتميتر ٤٠ فولت ، فإن قيمة م بوحدة الأوم تساوي ؟

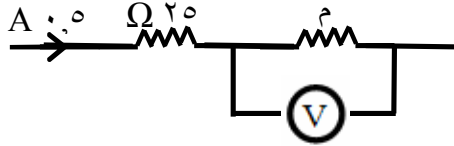
**الحل**

المقاومين على التوالي ← نفس ت = ٠,٥ = A

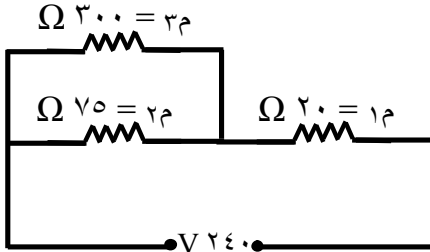
$$25 + M = \Omega 80 = \frac{40}{0,5} = \frac{V}{I} = M$$

$$\Omega 55 = M \leftarrow$$

(٢٩) في الشكل المجاور إذا كانت قراءة الفولتميتر ٢٠ فولت ، فما مقدار م ؟



$$M = \frac{V}{I} = \frac{20}{0.5} = 40 \Omega$$



(٣٠) في الشكل المجاور ، احسب :-

- ١- المقاومة المكافئة
- ٢- التيار المار في كل مقاومة
- ٣- فرق الجهد بين طرفي كل مقاومة

**الحل**

(١)

$$M_{3, 2} \text{ (توازي) } \leftarrow \frac{1}{30} + \frac{1}{75} = \frac{1}{15} \leftarrow M_{1S} = 15 \Omega$$



$$M_{1, 1} \text{ (توالي) } M = 60 + 20 = 80 \Omega$$

(٢)

المقاومة (٨٠ Ω) بالأصل مقاومتين على التوالي



$$\therefore \text{نحسب } I = \frac{V}{R} = \frac{24}{80} = 0.3 \text{ A} = 300 \text{ mA}$$

لكن  $M_{1S}$  بالأصل مقاومتين على التوازي  $\leftarrow$  نحسب  $I_{1S}$

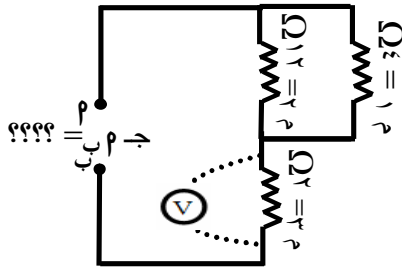
$$\leftarrow I_{1S} = I_{2S} \times M_{1S} = 0.3 \times 15 = 4.5 \text{ A}$$

$$\therefore I_2 = \frac{180}{75} = 2.4 \text{ A} \quad I_3 = \frac{180}{30} = 6 \text{ A}$$

(٣)

$$I_1 = I_2 = 2.4 \text{ A} = 2.4 \times 3 = 7.2 \text{ A}$$

$$I_2 = I_3 = 6 \text{ A} = 6 \times 2 = 12 \text{ A}$$



(٣١) إذا علمت أن شدة التيار المار في م ١ = ٣ أمبير ، احسب ما يلي :-

- ١- قراءة الفولتميتر (V)
- ٢- قيمة جـ ب (الكلي)

**الحل**

(١)

$$ج ١ = ١ ت \times ١ م = ٣ \times ٤ = ١٢ \text{ V}$$

$$ج ١ = ١ ج = ٢ ج = ٣ ج \text{ (توازي)}$$

$$١ ت = \frac{١٢}{٣} = \frac{١ ج}{١ م} = ٤ \text{ A}$$

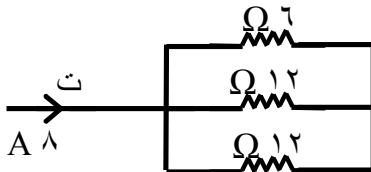
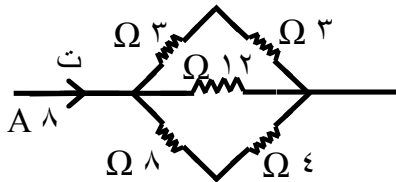
$$٢١ ت = ٣ ت = ٤ ت \text{ (توالي)}$$

$$ج ٧ = ٣ ج = ٣ ت \times ٣ م = ٤ \times ٢ = ٨ \text{ V}$$

(٢)

$$ج ب (كلي) = ج ٢١ + ج ٣$$

$$= ١٢ + ٨ = ٢٠ \text{ V}$$



(٣٢) احسب شدة التيار المار في المقاومة ١٢ Ω ؟

**الحل**

$$\text{يجب حساب م م} = ٣ \Omega$$

$$ج ٣ = ٣ ت . م = ٨ \times ٣ = ٢٤ \Omega$$

$$ج ٣ = ٣ ج = ١٢ ج \text{ (توازي)}$$

$$٢ ت = \frac{٢٤}{١٢} = \frac{١٢ ج}{١٢ م} = ٢ \text{ A}$$

--ب-- إذا أنقصت المقاومة المكافئة إلى ربع ما كانت عليه  
فكم تزداد شدة التيار عند ثبوت الجهد ؟

(٣٣) --أ-- إذا ازدادت المقاومة المكافئة لدارة مرتين  
فكم تنخفض شدة التيار عند ثبوت الجهد ؟

$$ج ١ = ١ ت \times ١ م = ٢ ت \times ٢ م$$

$$\text{لكن : } ٢ م = \frac{١}{٤} م$$

$$ج ١ = ٢ ج$$

$$١ ت = ٢ ت \times ٢ م$$

$$١ ت = ٢ ت \times \frac{١}{٤} م$$

$$١ ت = ٤ ت$$

$$ج ١ = ١ ت \times ١ م = ٢ ت \times ٢ م$$

$$\text{لكن : } ٢ م = ٢ م$$

$$ج ١ = ٢ ج$$

$$١ ت = ٢ ت \times ٢ م$$

$$١ ت = ٢ ت \times ٢ م$$

$$١ ت = \frac{١}{٢} ت$$

(٣٤) معتمداً على البيانات المثبتة في الشكل المجاور ،  
أوجد شدة التيار المار في المقاومة  $3\Omega$  ؟

**الحل**

أولاً حساب م م :

$$6, 3 \text{ (توازي) } = 2\Omega \text{ مع } 4 \text{ (توالي) } = 6\Omega$$

$$6 \text{ مع } 12 \text{ (توازي) } = 4\Omega \text{ مع } 8 \text{ (توالي) } = 12\Omega$$

$$ج \rightarrow 12 = ج \rightarrow 24 = ج م ب \text{ (توازي) } = 240 \text{ فولت}$$

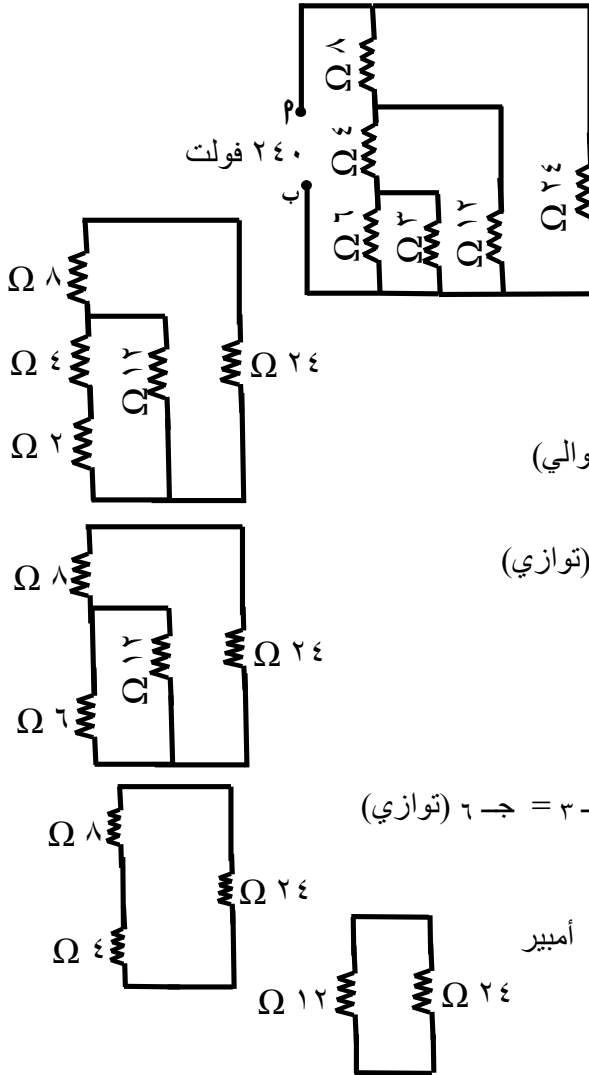
$$ت = 12 = \frac{ج \rightarrow 12}{12 \text{ م}} = \frac{240}{12} = 20 \text{ A} = ت = 8 = ت = 4 \text{ (توالي)}$$

$$ج \rightarrow 4 = ت = 4 \text{ م} \times 4 = 16 = 4 \times 20 = 80 \text{ فولت} = ج \rightarrow 12 = ج \rightarrow 6 \text{ (توازي)}$$

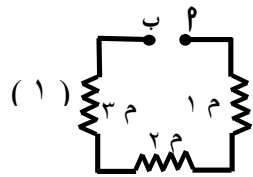
$$ت = 6 = \frac{ج \rightarrow 6}{6 \text{ م}} = \frac{80}{6} = 13.33 \text{ A} = ت = 4 = ت = 2 \text{ (توالي)}$$

$$ج \rightarrow 2 = ت = 2 \text{ م} \times 2 = 4 = 2 \times \frac{80}{3} = 26.67 \text{ فولت} = ج \rightarrow 3 = ج \rightarrow 6 \text{ (توازي)}$$

$$ت = 3 = \frac{ج \rightarrow 3}{3 \text{ م}} = \frac{1}{3} \times \frac{80}{3} = 8.89 \text{ أمبير}$$

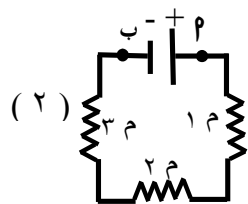


**القوة الدافعة الكهربائية و معادلة الدارة**



س ٢٩ :- في الشكل رقم (١) المجاور ، هل يمكن للشحنات الحرة أن تتحرك من (٢ ← ١) عبر المقاومات الثلاث ؟

قد تتحرك القد تتحرك الإلكترونات باتجاهات عشوائية كما أسلفنا في بداية هذا الفصل و لكنها في هذه الحالة لن تستطيع أن تقطع الدارة عبر المقاومات الثلاث لعدم وجود ما يدفعها و يعطيها الطاقة اللازمة لذلك .



س ٣٠ :- في الشكل رقم (٢) المجاور ، هل يمكن للشحنات الحرة أن تتحرك من (٢ ← ١) عبر المقاومات الثلاث ؟

نعم ، فستعمل البطارية على بذل شغل في نقل الشحنات من (٢ ← ١) القطب ( - ) عبر المقاومات ( شرط تناسب القيم ) . يسمى ذلك الشغل المبذول "بالقوة الدافعة الكهربائية"

س ٣١ :- أعط تعريفاً واضحاً للقوة الدافعة الكهربائية ؟  
مقدار الشغل الذي يبذله المصدر ( البطارية ) في نقل وحدة الشحنات الكهربائية الموجبة من القطب السالب إلى الموجب داخل المصدر و من القطب الموجب على السالب خارج المصدر

س ٣٢ :- وضح كيف تتمكن الشحنات الكهربائية من الانتقال عبر البطارية من القطب السالب إلى الموجب ؟  
تعرفنا على أن الشحنات ستتحرك من (+) ← (-) الجهد العالي إلى المنخفض في الدارة عبر المقاومات ، و حتى تكمل الشحنات حركتها لا بد أن تنتقل من المنطقة ذات الجهد ( المنخفض إلى المرتفع ) عبر البطارية و حتى يتم ذلك لا بد من بذل شغل عليهما .

\* رياضياً :-

$$\text{القوة الدافعة} = \frac{\text{الشغل المبذول}}{\text{الشحنة المنقولة}} = \mathcal{E} = \frac{\text{ش}}{\text{ش}} = \frac{\text{جول}}{\text{كولوم}} \equiv \text{فولت}$$

\* لكن الشغل المبذول على الشحنة =  $\Delta$  ج  $\times$  ش المنقولة

$$\mathcal{E} = \frac{\Delta \text{ ج} \times \text{ش المنقولة}}{\text{ش المنقولة}} \leftarrow \mathcal{E} = \Delta \text{ ج} \quad (\text{بإهمال المقاومة الداخلية للبطارية})$$

حيث :  $\Delta$  ج :- فرق الجهد بين طرفي البطارية عبر المقاومات الخارجية .

\* بحال وجود مقاومة داخلية للبطارية :-

القوة الدافعة الكهربائية للبطارية = فرق الجهد الخارجي + فرق الجهد عبر المقاومة الداخلية  
(( ج ع )) (( ج خ ))

رياضياً :-

$$\mathcal{E} = \mathcal{E} + \mathcal{E} \quad *$$

$$= ( \mathcal{E} \times \mathcal{M} ) + ( \mathcal{E} \times \mathcal{M} )$$

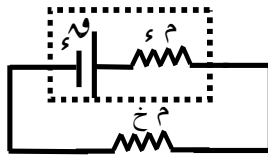
$$\mathcal{E} = \mathcal{E} - \mathcal{E} = \mathcal{E} \times \mathcal{M} \quad *$$

$$\mathcal{E} = \mathcal{E} - \mathcal{E} = \mathcal{E} \times \mathcal{M} \quad *$$

م خ : مقاومة الحمل أو المقاومة الخارجية عبر الأسلاك

م ع : المقاومة داخل البطارية

ت : التيار الرئيس

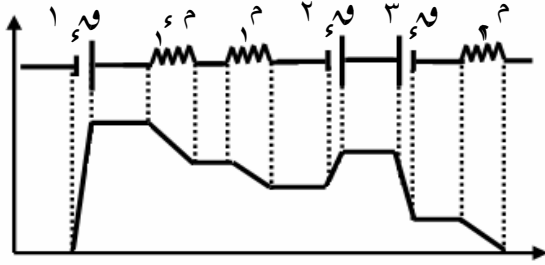


⚡ إذا كان هناك أكثر من مقاومة خارجية فإن (( م خ ← المكافئة ))

⚡ نعلم بأن :  $\mathcal{E} = \mathcal{E} \times \mathcal{M} + \mathcal{E} \times \mathcal{M} = \mathcal{E} \times (\mathcal{M} + \mathcal{M})$

$$\mathcal{E} = \mathcal{E} \times (\mathcal{M} + \mathcal{M}) \quad \leftarrow \text{بحال وجود أكثر من مقاومة و بطارية}$$

$$\text{فإن } \mathcal{E} = \frac{\mathcal{E}}{\mathcal{M}} \quad \leftarrow \text{معادلة الدارة البسيطة ، } \mathcal{E} = \mathcal{E} \times \mathcal{M} + \mathcal{E} \times \mathcal{M}$$



بيانياً :-

يمكن تمثيل تغيرات الجهد عبر أجزاء الدارة البسيطة بيانياً كما في الشكل المجاور :

**\*\* ملاحظات مهمة :-**

١- التيار موجب الشحنة فهو ينتقل بشكل طبيعي من منطقة الجهد المرتفع ( + ) إلى منطقة الجهد المنخفض ( - ) لذلك ترسم البطارية (  $\begin{array}{c} + \\ - \end{array}$  )

٢- تعمل المقاومة على خفض قيمة الجهد ( الفولتية ) و كذلك بحال وجود بطارية معكوسة كما في الشكل السابق (  $\begin{array}{c} + \\ - \end{array}$  )

٣- إذا كانت الدارة مفتوحة فإن :-

أ ( ت = صفر

ب) جـ خ و جـ ء = صفر

جـ ( فرق الجهد بين طرفي البطارية =  $\begin{array}{c} + \\ - \end{array}$  )

٤- إذا كانت الدارة مغلقة فإن :-

أ ( الهبوط في جهد البطارية = جـ ء

ب) فرق الجهد بين طرفي البطارية = جـ خ

٥- إذا كانت البطارية مثالية فإن :-

( م = صفر )  $\leftarrow$  ( جـ ء = صفر )  $\leftarrow$  ( جـ خ =  $\begin{array}{c} + \\ - \end{array}$  )

٦- يمكن اعتبار البطارية ( كمضخة الشحنات )

٧- انتبه من لفظ القدرة فهي كما يلي :-

$\begin{array}{c} + \\ - \end{array}$  القدرة التي تنتجها البطارية = ت  $\times$   $\begin{array}{c} + \\ - \end{array}$  ت الرئيس

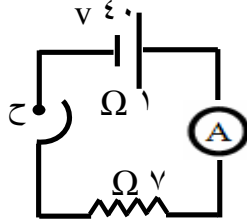
$\begin{array}{c} + \\ - \end{array}$  القدرة المستنفذة ( المستهلكة ) داخل البطارية = ت  $\times$  م  $\times$   $\begin{array}{c} + \\ - \end{array}$  ت الرئيس

$\begin{array}{c} + \\ - \end{array}$  القدرة المستنفذة في الدارة ( خارج البطارية ) = ت  $\times$  م خ  $\times$   $\begin{array}{c} + \\ - \end{array}$  ت الرئيس

تنتج طاقة حرارية بسبب مرور تيار في المقاومات فيتحول جزء من الطاقة الكهربائية إلى حرارية

يمكن حسابه كما يلي : - ط = ت  $\times$  م  $\times$  ز

(٣٥) بطارية قوتها الدافعة تساوي ٤٠ فولت ، و مقاومتها الداخلية ١ أوم ، اذا كانت شدة التيار المار عبر الأميتر مقدارها ٥ أمبير ، احسب مستعينا بالشكل ما يلي :-



- ١- الهبوط في جهد البطارية عندما ح مغلق
- ٢- فرق الجهد بين قطبي البطارية و الدارة مفتوحة
- ٣- فرق الجهد بين طرفي البطارية و الدارة مغلقة
- ٤- القدرة الكهربائية التي تنتجها البطارية

**الحل**

(١) الهبوط في جهد البطارية هو : الجهد الداخلي =  $t \times m$  ،

فإذا كانت الدارة مفتوحة ← ج = صفر

لكن المفتاح مغلق :- ج =  $t \times m = ١ \times ٥ = ٥$  فولت

(٢) ج- (بين طرفي البطارية) =  $m$  ← عندما تكون الدارة مفتوحة

← ج =  $m = ٤٠$  فولت

(٣) ج- بين طرفي البطارية و الدارة مغلقة تعني الجهد الخارجي و يحسب بطريقتين :-

(( أ ) ج-  $t \times m$  ← شرط وجود المعطيات

ج-  $٧ \times ٥ = ٣٥$  فولت

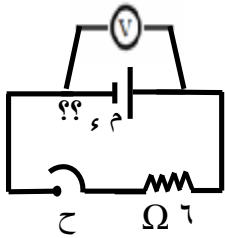
(( ب ) ج-  $m - (t \times m)$  ← ج =  $m$

$٤٠ - ١ \times ٥ = ٣٥$  فولت

(٤) القدرة =  $m \times t = ٥ \times ٤٠ = ٢٠٠$  واط

(٣٦) يوضح الشكل المجاور دارة ، إذا كانت قراءة  $V$  — والمفتاح

مغلق ٢٤ فولت ، و قراءته و المفتاح مفتوح ٣٦ فولت ، احسب :-



١- القوة الدافعة

٢- الجهد الخارجي

٣- الهبوط في جهد البطارية

٤- شدة التيار المسحوب من البطارية

٥- المقاومة الداخلية

٦- قدرة البطارية

٧- كمية الحرارة المتولدة في المقاومة ٦Ω بعد  $\frac{1}{4}$  دقيقة من غلق الدارة

**الحل**

(١) عندما يوضع جهاز الفولتميتر على أي جهاز في الدارة فالمقصود بأنه فرق الجهد بين طرفي ذلك الجزء

∴  $m =$  قراءة الفولتميتر و المفتاح مفتوح = ٣٦ فولت

(٢) جـ خ = قراءة الفولتميتر و المفتاح مغلق = ت × م خ = ٢٤ فولت

(٣) الهبوط في جهد البطارية جـ = ت × م = ٢٤ فولت ، لكن ت × م = ٢٤ فولت ، نتجه لمعادلة القوة الدافعة :-

١٢ فولت = جـ خ + جـ = ٣٦ = ٢٤ + جـ

(٤) يمكن حساب التيار حسب معادلة الدارة ت =  $\frac{E}{R + r}$  لكن م = مجهولة

من خلال الشكل نلاحظ أن المقاومة الخارجية على التوالي مع البطارية  
∴ التيار نفسه المار عبر جميع أجزاء الدارة

جـ خ = ت × م خ = ت × ٦ =  $\frac{24}{6}$  = ٤ أمبير

(٥) الهبوط في الجهد الداخلي جـ = ت × م = ٤ × ٣ = ١٢ فولت

(٦) القدرة = ت × جـ = ٤ × ٣٦ = ١٤٤ واط

(٧) كمية الحرارة ( ط ) = القدرة × ز = ت × م × ز = ٤ × ٦ × ٣٠ = ٢٨٨٠ جول

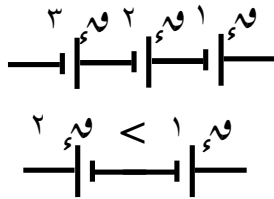
\*\* ملاحظة :-

إذا وجدت أكثر من بطارية على نفس السلك فإننا :-

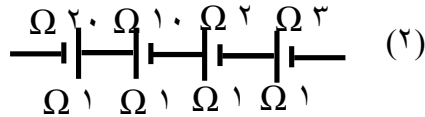
١- نجمع  $E = E_1 + E_2 + E_3$  إذا كانت بنفس الإتجاه

٢- نطرح  $E$  الصغرى من الكبرى إذا كانت معكوسة ونأخذ إتجاه التيار الأكبر :-

$E = E_1 - E_2$



(٣٧) احسب مجموع القوة الدافعة و بين الاتجاه النهائي للتيار، ثم احسب مجموع المقاومات الداخلية عبر كل من الأشكال التالية :-



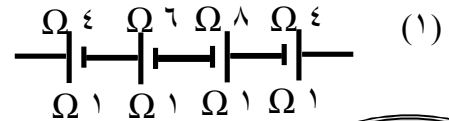
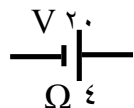
الحل

$V_{10} = 10 + 2 + 3 = 15$  فولت

$V_{20} = 20$  فولت

$V_0 = 10 - 20 = -10$  فولت

$R_4 = 1 + 1 + 1 + 1 = 4$  أوم



الحل

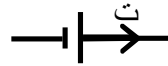
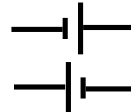
$V_{12} = 8 + 4 = 12$  فولت

$V_{10} = 4 + 6 = 10$  فولت

لكن  $V_{10} < V_{12}$  فولت

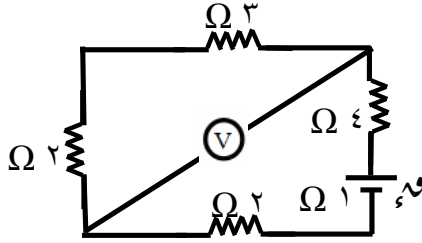
∴  $V_2 = 10 - 12 = -2$  فولت

$R_4 = 1 + 1 + 1 + 1 = 4$  أوم



حيث لا تتأثر  $E$  بإتجاه البطارية

(٣٨) في الشكل المجاور إذا كانت قراءة الفولتميتر تساوي ١٥ فولت ، احسب :-



١-  $\mathcal{E}$

٢- قدرة البطارية

٣- القدرة المستهلكة داخل البطارية

٤- الهبوط في جهد البطارية

٥- الحرارة المتولدة في المقاومة (Ω ٤) خلال دقيقة

**الحل**

(١) نحسب ت من قراءة (V) ← ٢ ، ٣ (توالي) ←  $\mathcal{E} = (٢ + ٣) \times \text{ت}$

$$\text{ت} = \frac{\mathcal{E}}{٥} = \frac{١٥}{٥} = ٣ \text{ أمبير}$$

من معادلة الدارة البسيطة

$$\text{ت} = \frac{\mathcal{E}}{\Sigma \Omega} = ٣ \quad \leftarrow \quad \frac{\mathcal{E}}{(٣+٢+٢+١+٤)}$$

$$\mathcal{E} = ٣٦ \text{ فولت} \quad \leftarrow$$

(٢) قدرة البطارية (التي تنتجها البطارية) =  $\mathcal{E} \times \text{ت} = ٣ \times ٣٦ = ١٠٨ \text{ واط}$

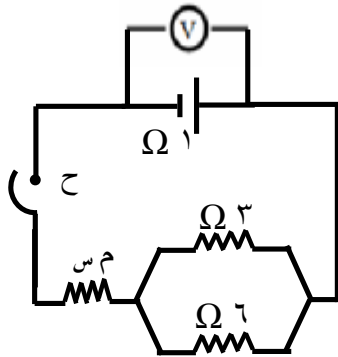
(٣) القدرة المستهلكة داخل البطارية =  $\text{ت}^2 \times \mathcal{E} = ٣^2 \times ١ = ٩ \text{ واط}$

(٤) الهبوط في جهد البطارية (جـ) =  $\text{ت} \times \mathcal{E} = ٣ \times ١ = ٣ \text{ فولت}$

(٥) الحرارة المتولدة في المقاومة (Ω ٤) خلال دقيقة

$$\text{ط ح} = \text{ت}^2 \times \mathcal{E} \times \text{ز} = ٩ \times ٤ \times ٦٠ = ٢١٦٠ \text{ جول}$$

(٣٩) بطارية قوتها الدافعة ٢٤ فولت وضعت في دارة كما في الدارة المجاورة ، فكان تياراً شدته ٢ أمبير ، احسب ما يلي :-



١- الهبوط في جهد البطارية و ح مغلق

٢- قراءتي الفولتميتر و الأميتر و ح مفتوح و ح مغلق

٣- قيمة م س

٤- القدرة المستنفذة في المقاومة الداخلية

٥- الطاقة الحرارية الناتجة في (م س) خلال ٣ دقائق

**الحل**

$$(١) \text{جـ} = \mathcal{E} = \text{ت} \times \mathcal{E} = ٢ \times ١ = ٢ \text{ فولت}$$

(٢) أ- ح مفتوح :

$$\mathcal{E} = \mathcal{E} = ٢٤ \text{ V}$$

$$\text{ب-} \text{جـ} = \mathcal{E} = \mathcal{E} - \mathcal{E} = ٢٤ - ٢ = ٢٢ \text{ فولت}$$

$$\mathcal{E} = ٢٤ \text{ فولت} = \text{ت} \times \mathcal{E} = ٢ \times ٢ = ٤ \text{ فولت}$$

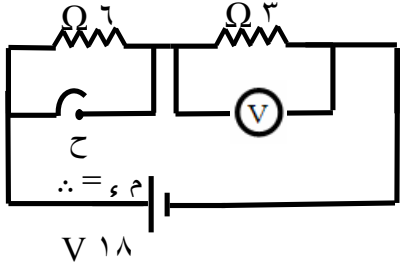
$$\text{جـ} = ٢ = \text{جـ} = ٣ = ٦ \text{ (توازي)}$$

$$\text{ت} = ٣ = \frac{\mathcal{E}}{\mathcal{E}} = \frac{٣}{٣} = \frac{٤}{٣} \text{ أمبير}$$

$$(٣) \quad \text{ت} = \frac{٣٤}{٣} = ٢ \quad \leftarrow \quad \frac{٢٤}{٣ + ٢ + ١} = ٢ \quad \leftarrow \quad \text{م س} = ٩ \Omega$$

$$(٤) \quad \text{القدرة} = \text{ت}^2 \times \text{م} = ٢^2 \times ١ = ٤ \text{ واط}$$

$$(٥) \quad \text{ط ح} = \text{ت}^2 \times \text{م} \times \text{ز} = (٢)^2 \times ٩ \times ٣ \times ٦٠ = ٦٤٨٠ \text{ جول}$$



٤٠) في الدارة المجاورة احسب قراءة الفولتمتر عندما يكون المفتاح ( ح ) :-  
أ - مفتوحاً  
ب - مغلقاً

**الحل**

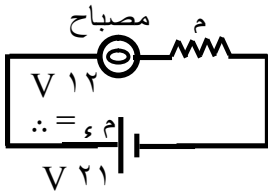
( أ ) عندما يكون ح مفتوحاً  $\leftarrow$  م توالي  $٩ \Omega = ٦ + ٣$

$$\text{ت} = \frac{١٨}{٩} = \frac{٢}{٣} \text{ أمبير} \quad \text{قراءة } \text{V} = \text{ت} \times \text{م} = ٢ \times ٣ = ٦ \text{ فولت}$$

(ب) عندما ( ح ) مغلق :-

لن يمر تيار في ( ٦ Ω ) م م  $٣ \Omega$

$$\text{ت} = \frac{١٨}{٣} = \frac{٢}{٣} \text{ أمبير} \quad \text{قراءة } \text{V} = \text{ت} \times \text{م} = ٢ \times ٦ = ١٨ \text{ فولت}$$



٤١) مصباح كهربائي قدرته ٣٦ واط و يتحمل جهداً أقصى مقداره ( ١٢ فولت ) ، يراد إضاءة المصباح من بطارية قوتها الدافعة ٢١ فولت ، احسب المقاومة التي يجب أن توصل مع المصباح حتى تحميه من التلف ؟

**الحل**

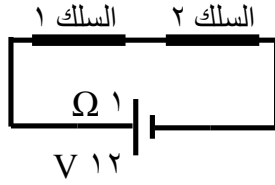
قدرة المصباح = ج × ت  $\leftarrow$  ٣٦ = ١٢ ت  $\leftarrow$  ت = ٣ A  $\leftarrow$  أقصى تيار يتحملة

ج بطارية = ج مقاومة + ج مصباح

$$٢١ = \text{ت} \times \text{م} + ١٢ \quad \leftarrow \quad \text{ت} \times \text{م} = ٩$$

$$\text{م} = \frac{٩}{٣} = \frac{٩}{٣} = ٣ \Omega$$

(٤٢) سلك طوله ٢ م مساحة مقطعه ٥ مم<sup>٢</sup> ، ومقاومته  $10 \times 8 \times 10^{-6} \Omega$  م ، اتصل مع سلك آخر على التوالي طواه ٥ م و مساحة مقطعه ١٠ مم<sup>٢</sup> و مقاومته  $10 \times 36 \times 10^{-7} \Omega$  م ، اذا اتصلا كما في الشكل مع بطارية قوتها الدافعة ( ١٢ V ) و مقاومتها الداخلية  $1 \Omega$  ، احسب :-



١- مقاومة كل سلك

٢- شدة التيار

٣- فرق الجهد لكل سلك

٤- شدة المجال داخل كل سلك

٥- كمية الشحنة المتدفقة عبر مقطع كل منهما خلال دقيقة

**الحل**

$$\begin{aligned} \frac{m}{\rho} &= 2 \text{ م} & (1) \quad \frac{m}{\rho} &= 1 \text{ م} \\ \frac{5 \times 10^{-7} \times 36}{10 \times 10^{-6}} &= & \frac{2 \times 10^{-6} \times 8}{10 \times 10^{-6}} &= \\ \Omega 1,8 &= & \Omega 3,2 &= \\ A 2 &= \frac{12}{1 + 1,8 + 3,2} = \frac{12}{6} = 2 \text{ ت} & (2) \end{aligned}$$

$$(3) \quad 1 - \text{ج} = 1 \text{ م} \times 2 = 3,2 \times 2 = 6,4 \text{ فولت}$$

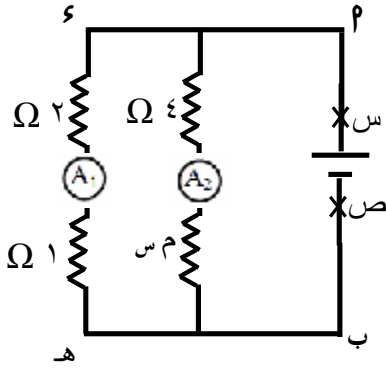
$$2 - \text{ج} = 2 \text{ م} \times 2 = 1,8 \times 2 = 3,6 \text{ فولت}$$

$$(4) \quad \frac{Q}{t} = m$$

$$m / V 3,2 = \frac{6,4}{2} = 1 \text{ م}$$

$$m / V 0,72 = \frac{3,6}{5} = 2 \text{ م}$$

$$(5) \quad \text{ش} = \text{ت} \times \text{ز} = 60 \times 2 = 120 \text{ كولوم}$$



(٤٣) في الشكل المجاور إذا كانت القوة الدافعة للبطارية ١٠ فولت و مقاومتها الداخلية ٣ Ω وكان فرق الجهد بين طرفي البطارية و الدائرة مغلقة ٤ فولت ، احسب :-

١- مقدار المقاومة (م س)

٢- قراءة الأميترين : A2 ، A1

**الحل**

(١) أولاً نقوم بحساب التيار الرئيس :

$$\mathcal{E} = \mathcal{E}_r + \mathcal{E}_m \Rightarrow 10 = 3I + 4I \Rightarrow I = 1 \text{ A}$$

$$\text{من معادلة الدارة : } I = \frac{\mathcal{E}}{R_{\text{مكافئة}}} = \frac{10}{R_{\text{مكافئة}}} \Rightarrow R_{\text{مكافئة}} = 10 \Omega$$

١٠ = ٢ + ٦ = ٨ Ω ← المقاومتين p و هـ على التوازي

$$\frac{1}{R_{\text{مكافئة}}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} \Rightarrow \frac{1}{8} = \frac{1}{2} + \frac{1}{R_{\text{مكافئة}}}$$

$$\frac{1}{R_{\text{مكافئة}}} = \frac{1}{8} - \frac{1}{2} = -\frac{1}{8} \Rightarrow R_{\text{مكافئة}} = -8 \Omega$$

لكن  $R_{\text{مكافئة}} = ٨ \Omega$  (توالي)  $٤ + ٤ = ٨ \Omega$  ←

(٢)  $I_{\text{س}} = I_{\text{ص}} = I$

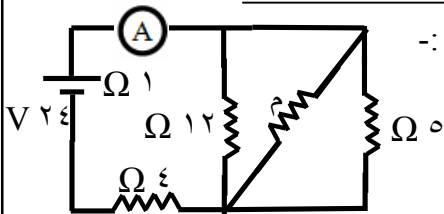
$$I_1 \times 4 = 4 \Rightarrow I_1 = 1 \text{ A}$$

$$I_2 \times 6 = 4 \Rightarrow I_2 = \frac{2}{3} \text{ A}$$

$$I_{\text{ص}} = I_{\text{هـ}} = I$$

$$I_2 \times 2 = 4 \Rightarrow I_2 = 2 \text{ A}$$

$$I_3 \times 3 = 4 \Rightarrow I_3 = \frac{4}{3} \text{ A}$$



(٤٤) في الدارة المجاورة إذا علمت أن قراءة الأميتر ٣ A ، احسب المقاومة المجهولة م :-

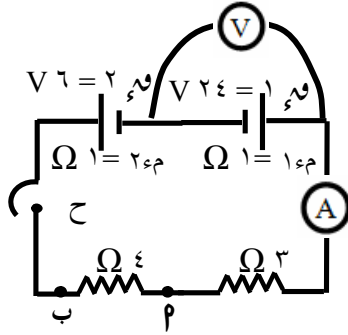
**الحل**

٥ ، ١٢ ، ٣ (توازي) متكافئتها م س

$$I = \frac{\mathcal{E}}{R_{\text{مكافئة}}} = \frac{24}{R_{\text{مكافئة}}} = 3 \Rightarrow R_{\text{مكافئة}} = 8 \Omega$$

$$\frac{1}{R_{\text{مكافئة}}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} \Rightarrow \frac{1}{8} = \frac{1}{4} + \frac{1}{12} + \frac{1}{R_3} \Rightarrow R_3 = 6 \Omega$$

الصحيح في الفيزياء



٤٥) في الدارة المجاورة أجب عما يلي :-  
أولاً :- جد قراءة الفولتميتر قبل غلق المفتاح  
ثانياً :- بعد غلق المفتاح ، احسب :-

ب) قيمة المقاومة التي ستوصل مع ( ٣ Ω )  
و كيفية توصيلها لتصبح قراءة الأميتر ( ٢,٢٥ ) أمبير

أ) جـ م ب

**الحل**

أولاً :-

قراءة الفولتميتر جـ  $V = 1.2 = 2 \times I$  حيث لا يمر تيار في الدارة عندما تكون الدارة مفتوحة

ثانياً :-

أ) جـ م ب = ت × م ٤

$$I = \frac{6 - 2 \times 1}{4 + 3 + 1 + 1} = \frac{2}{6} = \frac{1}{3} \text{ A} \quad \leftarrow \text{ت} = 2 \text{ A} \quad \leftarrow \text{جـ م ب} = 4 \times 2 = 8 \text{ V}$$

ب) نفترض أن م المراد إضافتها لـ ( ٣ Ω ) و مكافئتها م' ، وعليه :-

$$I = \frac{6}{1 + 1 + 4 + M'} = 2.25 \text{ A} \quad \leftarrow \text{ت} = 2 \text{ A} \quad \leftarrow M' = 2 \Omega$$

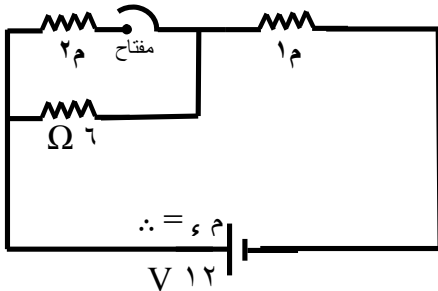
و لأن ( م > ٣ Ω ) فالمقاومة م متصلة مع ( ٣ م ) على التوازي

$$\frac{1}{M} = \frac{1}{3} + \frac{1}{2} = \frac{1}{2} \quad \leftarrow \frac{1}{M} = \frac{1}{3} - \frac{1}{2} = -\frac{1}{6} \quad \leftarrow M = 6 \Omega$$

٤٦) في الشكل المجاور عندما كان المفتاح مفتوح كانت قراءة الأميتر ( ١,٢ أمبير ) ، وعند إغلاق المفتاح أصبحت قراءة الأميتر ( ٢ أمبير ) ، احسب مقدار كل من المقاومتين ( ١ م ، ٢ م ) ؟

**الحل**

و المفتاح مفتوح :



$$I = \frac{12}{1 + 2} = 1.2 \text{ A} \quad \leftarrow \text{ت} = 2 \text{ A} \quad \leftarrow \text{م ٢ تهمل}$$

$$12 = 1 + 2 + 7.2 \quad \leftarrow \text{م ١} = 4 \Omega$$

و المفتاح مغلق : ( ٢ م ، ٦ Ω ) = م'

$$I = \frac{12}{1 + M'} = 2 \text{ A} \quad \leftarrow \text{ت} = 2 \text{ A} \quad \leftarrow \text{م ٢ تهمل}$$

$$12 = 1 + 2 + 4 \times 2 \quad \leftarrow \text{م ٢} = 2 \Omega$$

$$\frac{1}{M} = \frac{1}{2} + \frac{1}{2} = \frac{1}{1} \quad \leftarrow \text{م ١} = 1 \Omega$$

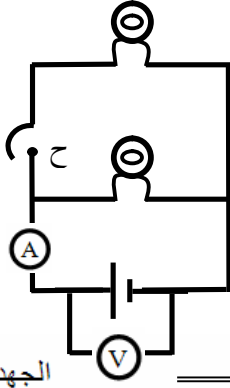
(٤٧) في الدارة المجاورة بين ماذا سيحدث لقراءتي الفولتميتر و الأميتر عند غلق المفتاح ( ح ) ؟

**الحل**

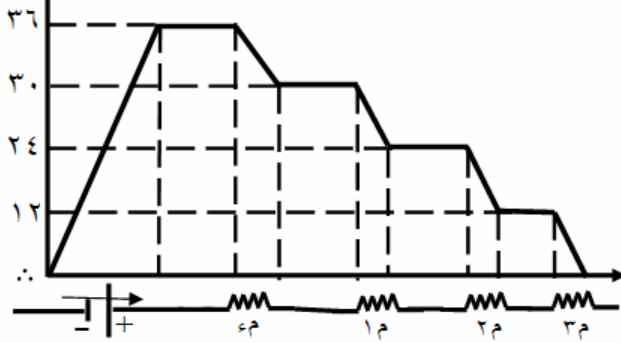
- ستزداد قراءة الأميتر " بسبب تناقص المقاومات الخارجية "

حيث ( ت  $\propto \frac{1}{م}$  )

- ستقل قراءة الفولتميتر " لأن المقاومات الخارجية قلت ، حيث ( ج  $\propto م$  )



الجهد  
(فولت)



(٤٨) يمثل الشكل المجاور دارة كهربائية تحوي مجموعة من المقاومات الموصولة معاً على التوالي و بطارية كهربائية ، أجب عما يلي :-

- ١- ما عدد المقاومات الخارجية
- ٢- ما مقدار القوة الدافعة الكهربائية
- ٣- ما مقدار الهبوط في الجهد الداخلي
- ٤- ما مقدار الهبوط في جميع جهود المقاومات الخارجية
- ٥- فرق الجهد بين قطبي البطارية و المفتاح الرئيس مفتوح
- ٦- فرق الجهد بين طرفي البطارية و المفتاح مغلق
- ٧- شدة التيار المار في الدارة إذا كانت قيمة المقاومة الخارجية الثانية يساوي ٤ أوم
- ٨- قدرة البطارية

\* انتبه كل هبوط يعني وجود مقاومة

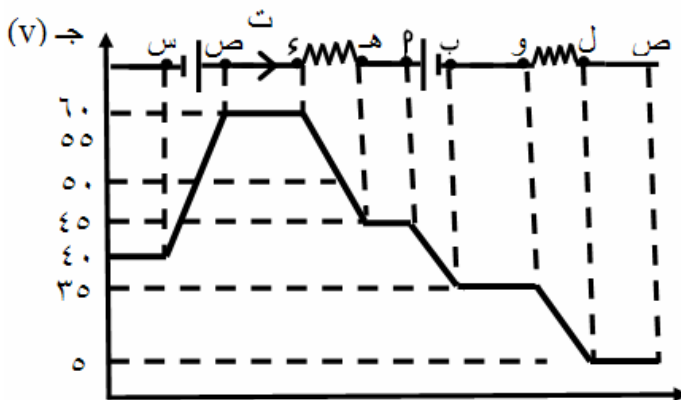
**الحل**

(١) ٣ مقاومات (٢) ٣٦ فولت (٣)  $٣٦ - ٣٠ = ٦ \text{ V}$  (٤)  $٣٦ - ٦ = ٣٠$

(٥)  $٣٦ \text{ V} = ٩ \text{ م}$  (٦)  $٣٠ \text{ V} = ٦ \text{ ج}$  (٧)  $٢ \text{ ت} = \frac{٢ \text{ ج}}{٢ \text{ م}} = \frac{١٢ - ٢٤}{٤} = ٣ \text{ أمبير}$

(٨) القدرة =  $٩ \text{ م} \times ٣ \text{ ت} = ٣ \times ٣٦ = ١٠٨ \text{ واط}$

(٤٩) في الشكل المجاور الذي يوضح تغيرات الجهد عبر مقطع من دارة ( س ص ) ، احسب ما يلي :-



- ١- ج س
- ٢- ج ص
- ٣- ت
- ٤- م
- ٥- م
- ٦- ٩
- ٧- ج س ص

**الحل**

$$(١) \text{ ج س} = ٤٠ \text{ فولت} \quad (٢) \text{ ج ص} = ٥ \text{ فولت}$$

(٣) نبحث عن مقاومة و فرق الجهد بين طرفي المعلوم

$$\text{ت هـ} = \frac{\text{ج هـ}}{\text{م هـ}} = \frac{٤٥ - ٦٠}{٣} = ٥ \text{ أمبير}$$

$$(٤) \text{ ت هـ} = \text{ت (توالي)}$$

$$\Omega ٦ = \frac{٥ - ٣٥}{٥} = \frac{\text{ج ول}}{\text{ت ول}} = \text{م ول}$$

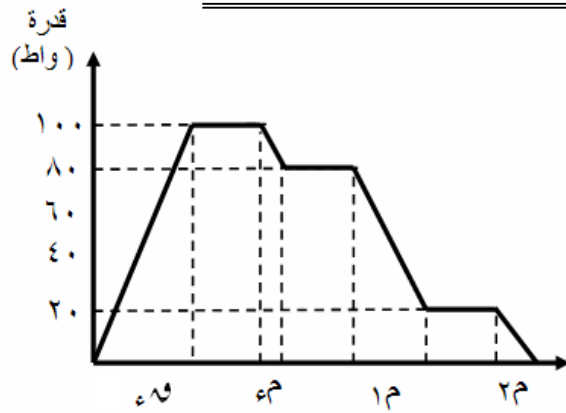
$$(٥) \text{ ج م} = \text{م هـ} + \text{ج هـ} \quad \text{لأنها دائرة شحن حيث يدخل التيار من القطب (+)}$$

$$\Omega ١ = \text{م هـ} \quad \leftarrow \quad ٤٥ - ٣٥ = ٥ + \text{ت م}$$

$$(٦) \text{ م هـ} = ٦٠ - ٤٠ = ٢٠ \text{ فولت}$$

$$(٧) \text{ ج س ص} = \text{ج س} - \text{ج ص} = ٤٠ - ٥ = ٣٥ \text{ فولت}$$

\* انتبه :- يمكن للجهد الخارجي أن تزداد قيمته عن قيمة القوة الدافعة بحالة واحدة فقط وهي حالة شحن البطارية حيث تظهر هذه الحالة بشكل معاكس لإتجاه التيار و عندها : ج هـ = م هـ + ج هـ (ت . م هـ)



٥٠ معتمداً على الشكل المجاور احسب :- ( إذا علمت أن ت = ٢ A )

$$\begin{array}{ll} ١ - \text{م هـ} & ٢ - \text{م هـ} \\ ٣ - \text{م هـ} & ٤ - \text{م هـ} \end{array}$$

**الحل**

(١) من الشكل قدرة البطارية = ١٠٠ واط

لكن القدرة = م هـ . ت

$$١٠٠ = \text{م هـ} \times ٢ \quad \leftarrow \quad \text{م هـ} = ٥٠ \text{ فولت}$$

(٢) قدرة (م هـ) = ١٠٠ - ٨٠ = ٢٠ واط

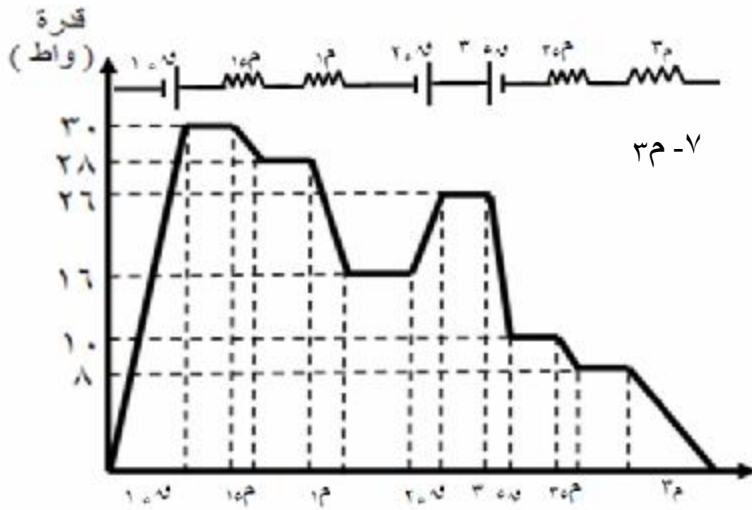
$$\text{لكن القدرة} = \text{ت} \times \text{م هـ} \quad \leftarrow \quad ٢٠ = ٢ \times \text{م هـ} \quad \leftarrow \quad \text{م هـ} = ١٠ \text{ فولت}$$

(٣) قدرة (م هـ) = ٨٠ - ٢٠ = ٦٠ واط

$$\text{لكن القدرة} = \text{ت} \times \text{م هـ} \quad \leftarrow \quad ٦٠ = ٢ \times \text{م هـ} \quad \leftarrow \quad \text{م هـ} = ٣٠ \text{ فولت}$$

(٤) قدرة (م هـ) = ٢٠ - ٠ = ٢٠ واط

$$\text{لكن القدرة} = \text{ت} \times \text{م هـ} \quad \leftarrow \quad ٢٠ = ٢ \times \text{م هـ} \quad \leftarrow \quad \text{م هـ} = ١٠ \text{ فولت}$$



٥١) بالاستعانة بالشكل المجاور ، احسب :-

١- ١٠٠ - ١٠٠ ٢- ١٠٠ - ١٠٠ ٣- ١٠٠ - ١٠٠

٤- ١٠٠ - ١٠٠ ٥- ١٠٠ - ١٠٠ ٦- ١٠٠ - ١٠٠

علماً بأن (ت = ٢٠، ٢٠ = صفر)

**الحل**

$$V_{10} = \frac{30}{2} = \frac{\text{قدرة}}{ت} = ١٠٠ \text{ (١)}$$

$$\Omega_{٠,٥} = \frac{28 - 30}{22} = \frac{\text{قدرة}}{ت} = ١٠٠ \text{ (٢)}$$

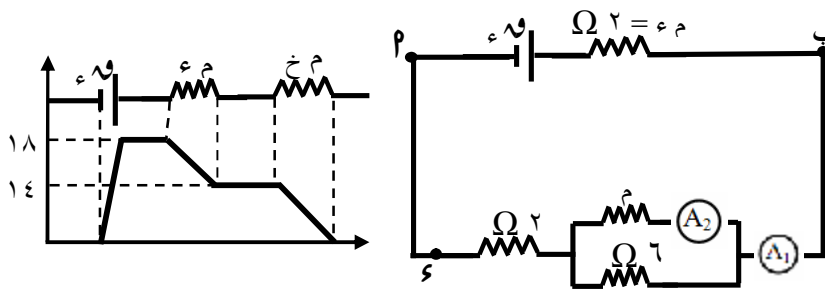
$$\Omega_3 = \frac{16 - 28}{22} = \frac{\text{قدرة}}{ت} = ١٠٠ \text{ (٣)}$$

$$V_5 = \frac{16 - 26}{2} = \frac{\text{قدرة}}{ت} = ٢٠٠ \text{ (٤)}$$

$$V_8 = \frac{10 - 26}{2} = \frac{\text{قدرة}}{ت} = ٣٠٠ \text{ (٥)}$$

$$\Omega_{٠,٥} = \frac{8 - 10}{22} = \frac{\text{قدرة}}{ت} = ٣٠٠ \text{ (٦)}$$

$$\Omega_2 = \frac{\text{صفر} - 8}{22} = \frac{\text{قدرة}}{ت} = ٣٠٠ \text{ (٧)}$$



٥٢) من الشكل المجاور دائرة بسيطة و تغيرات الجهد عبر أجزائها ، احسب ما يلي :-

١- ١٠٠ - ١٠٠ ٢- ١٠٠ - ١٠٠

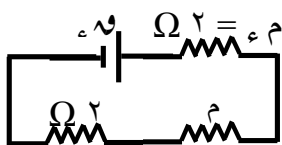
٣- ١٠٠ - ١٠٠ ٤- ١٠٠ - ١٠٠

**الحل**

(١) من الشكل المجاور ← ١٨ = فولت

(٣) مكافئة ٦ و ٢ (توازي)

$$\frac{18}{\frac{1}{2} + \frac{1}{2} + 2} = 2 \leftarrow \frac{18}{\frac{1}{2} + \frac{1}{2} + 2} = 2$$



$$\Omega_5 = \frac{18}{2} \leftarrow 18 = 8 + \frac{1}{\frac{1}{2} + \frac{1}{2} + 2}$$

$$\frac{1}{\frac{1}{2} + \frac{1}{2} + 2} = \frac{1}{5}$$

$$\frac{1}{\frac{1}{2} + \frac{1}{2} + 2} = \frac{1}{5}$$

$$\Omega_{30} = 5$$

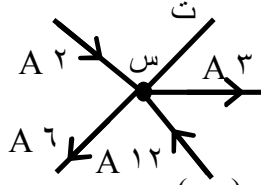
الصحيح في الفيزياء

(٤) المقاومة ( م ٣٠ مع م ٦ ) توازي

$$\rightarrow 30 = 6 \rightarrow 30 \text{ م} \rightarrow 6 \text{ م}$$

$$30 \text{ م} \times 2 = 60 \text{ م} \times 2 = 120 \text{ م} \times 2 = 240 \text{ م} \times 2 = 480 \text{ م} \times 2 = 960 \text{ م} \times 2 = 1920 \text{ م} \times 2 = 3840 \text{ م} \times 2 = 7680 \text{ م} \times 2 = 15360 \text{ م} \times 2 = 30720 \text{ م} \times 2 = 61440 \text{ م} \times 2 = 122880 \text{ م} \times 2 = 245760 \text{ م} \times 2 = 491520 \text{ م} \times 2 = 983040 \text{ م} \times 2 = 1966080 \text{ م} \times 2 = 3932160 \text{ م} \times 2 = 7864320 \text{ م} \times 2 = 15728640 \text{ م} \times 2 = 31457280 \text{ م} \times 2 = 62914560 \text{ م} \times 2 = 125829120 \text{ م} \times 2 = 251658240 \text{ م} \times 2 = 503316480 \text{ م} \times 2 = 1006632960 \text{ م} \times 2 = 2013265920 \text{ م} \times 2 = 4026531840 \text{ م} \times 2 = 8053063680 \text{ م} \times 2 = 16106127360 \text{ م} \times 2 = 32212254720 \text{ م} \times 2 = 64424509440 \text{ م} \times 2 = 128849018880 \text{ م} \times 2 = 257698037760 \text{ م} \times 2 = 515396075520 \text{ م} \times 2 = 1030792151040 \text{ م} \times 2 = 2061584302080 \text{ م} \times 2 = 4123168604160 \text{ م} \times 2 = 8246337208320 \text{ م} \times 2 = 16492674416640 \text{ م} \times 2 = 32985348833280 \text{ م} \times 2 = 65970697666560 \text{ م} \times 2 = 131941395333120 \text{ م} \times 2 = 263882790666240 \text{ م} \times 2 = 527765581332480 \text{ م} \times 2 = 1055531162664960 \text{ م} \times 2 = 2111062325329920 \text{ م} \times 2 = 4222124650659840 \text{ م} \times 2 = 8444249301319680 \text{ م} \times 2 = 16888498602639360 \text{ م} \times 2 = 33776997205278720 \text{ م} \times 2 = 67553994410557440 \text{ م} \times 2 = 135107988821114880 \text{ م} \times 2 = 270215977642229760 \text{ م} \times 2 = 540431955284459520 \text{ م} \times 2 = 1080863910568919040 \text{ م} \times 2 = 2161727821137838080 \text{ م} \times 2 = 4323455642275676160 \text{ م} \times 2 = 8646911284551352320 \text{ م} \times 2 = 17293822569102704640 \text{ م} \times 2 = 34587645138205409280 \text{ م} \times 2 = 69175290276410818560 \text{ م} \times 2 = 138350580552821637120 \text{ م} \times 2 = 276701161105643274240 \text{ م} \times 2 = 553402322211286548480 \text{ م} \times 2 = 1106804644422573096960 \text{ م} \times 2 = 2213609288845146193920 \text{ م} \times 2 = 4427218577690292387840 \text{ م} \times 2 = 8854437155380584775680 \text{ م} \times 2 = 17708874310761169551360 \text{ م} \times 2 = 35417748621522339102720 \text{ م} \times 2 = 70835497243044678205440 \text{ م} \times 2 = 141670994486089356410880 \text{ م} \times 2 = 283341988972178712821760 \text{ م} \times 2 = 566683977944357425643520 \text{ م} \times 2 = 1133367955888714851287040 \text{ م} \times 2 = 2266735911777429702574080 \text{ م} \times 2 = 4533471823554859405148160 \text{ م} \times 2 = 9066943647109718810296320 \text{ م} \times 2 = 18133887294219437620592640 \text{ م} \times 2 = 36267774588438875241185280 \text{ م} \times 2 = 72535549176877750482370560 \text{ م} \times 2 = 145071098353755500964741120 \text{ م} \times 2 = 290142196707511001929482240 \text{ م} \times 2 = 580284393415022003858964480 \text{ م} \times 2 = 1160568786830044007717928960 \text{ م} \times 2 = 2321137573660088015435857920 \text{ م} \times 2 = 4642275147320176030871715840 \text{ م} \times 2 = 9284550294640352061743431680 \text{ م} \times 2 = 18569100589280704123486863360 \text{ م} \times 2 = 37138201178561408246973726720 \text{ م} \times 2 = 74276402357122816493947453440 \text{ م} \times 2 = 148552804714245632987894906880 \text{ م} \times 2 = 297105609428491265975789813760 \text{ م} \times 2 = 594211218856982531951579627520 \text{ م} \times 2 = 1188422437713965063903159255040 \text{ م} \times 2 = 2376844875427930127806318510080 \text{ م} \times 2 = 4753689750855860255612637020160 \text{ م} \times 2 = 9507379501711720511225274040320 \text{ م} \times 2 = 19014759003423441022450548080640 \text{ م} \times 2 = 38029518006846882044901096161280 \text{ م} \times 2 = 76059036013693764089802192322560 \text{ م} \times 2 = 152118072027387528179604384645120 \text{ م} \times 2 = 304236144054775056359208769290240 \text{ م} \times 2 = 608472288109550112718417538580480 \text{ م} \times 2 = 1216944576219100225436835077160960 \text{ م} \times 2 = 2433889152438200450873670154321920 \text{ م} \times 2 = 4867778304876400901747340308643840 \text{ م} \times 2 = 9735556609752801803494680617287680 \text{ م} \times 2 = 19471113219505603606989361234575360 \text{ م} \times 2 = 38942226439011207213978722469150720 \text{ م} \times 2 = 77884452878022414427957444938301440 \text{ م} \times 2 = 155768905756044828855914889876602880 \text{ م} \times 2 = 311537811512089657711829779753205760 \text{ م} \times 2 = 623075623024179315423659559506411520 \text{ م} \times 2 = 1246151246048358630847319119012823040 \text{ م} \times 2 = 2492302492096717261694638238025646080 \text{ م} \times 2 = 4984604984193434523389276476051292160 \text{ م} \times 2 = 9969209968386869046778552952102584320 \text{ م} \times 2 = 19938419936773738093557105904205168640 \text{ م} \times 2 = 39876839873547476187114211808410337280 \text{ م} \times 2 = 79753679747094952374228423616820674560 \text{ م} \times 2 = 159507359494189904748456847233641349120 \text{ م} \times 2 = 319014718988379809496913694467282698240 \text{ م} \times 2 = 638029437976759618993827388934565396480 \text{ م} \times 2 = 1276058875953519237987654777869130792960 \text{ م} \times 2 = 2552117751907038475975309555738261585920 \text{ م} \times 2 = 5104235503814076951950619111476523171840 \text{ م} \times 2 = 10208471007628153903901238222953046343680 \text{ م} \times 2 = 20416942015256307807802476445906092687360 \text{ م} \times 2 = 40833884030512615615604952891812185374720 \text{ م} \times 2 = 81667768061025231231209905783624370749440 \text{ م} \times 2 = 163335536122050462462419811567248741498880 \text{ م} \times 2 = 326671072244100924924839623134497482997760 \text{ م} \times 2 = 653342144488201849849679246268994965995520 \text{ م} \times 2 = 1306684288976403699699358492537989931991040 \text{ م} \times 2 = 2613368577952807399398716985075979863982080 \text{ م} \times 2 = 5226737155905614798797433970151959727964160 \text{ م} \times 2 = 10453474311811229597594867940303919455928320 \text{ م} \times 2 = 20906948623622459195189735880607838911856640 \text{ م} \times 2 = 41813897247244918390379471761215677823713280 \text{ م} \times 2 = 83627794494489836780758943522431355647426560 \text{ م} \times 2 = 167255588988979673561517887044862711294853120 \text{ م} \times 2 = 334511177977959347123035774089725422589706240 \text{ م} \times 2 = 669022355955918694246071548179450845179412480 \text{ م} \times 2 = 1338044711911837388492143096358901690358824960 \text{ م} \times 2 = 2676089423823674776984286192717803380717649920 \text{ م} \times 2 = 5352178847647349553968572385435606761435299840 \text{ م} \times 2 = 10704357695294699107937144770871213522870599680 \text{ م} \times 2 = 21408715390589398215874289541742427045741199360 \text{ م} \times 2 = 42817430781178796431748579083484854091482398720 \text{ م} \times 2 = 85634861562357592863497158166969708182964797440 \text{ م} \times 2 = 171269723124715185726994316333939416365929594880 \text{ م} \times 2 = 342539446249430371453988632667878832731859189760 \text{ م} \times 2 = 685078892498860742907977265335757665463718379520 \text{ م} \times 2 = 1370157784997721485815954530671515330927436759040 \text{ م} \times 2 = 2740315569995442971631909061343030661854873518080 \text{ م} \times 2 = 5480631139990885943263818122686061323709747036160 \text{ م} \times 2 = 10961262279981771886527636245372122647419494072320 \text{ م} \times 2 = 21922524559963543773055272490744245294838988144640 \text{ م} \times 2 = 43845049119927087546110544981488490589677976289280 \text{ م} \times 2 = 87690098239854175092221089962976981179355952578560 \text{ م} \times 2 = 175380196479708350184442179925953962358711905157120 \text{ م} \times 2 = 350760392959416700368884359851907924717423810314240 \text{ م} \times 2 = 701520785918833400737768719703815849434847620628480 \text{ م} \times 2 = 1403041571837666801475537439407631698869695241256960 \text{ م} \times 2 = 2806083143675333602951074878815263397739390482513920 \text{ م} \times 2 = 5612166287350667205902149757630526795478780965027840 \text{ م} \times 2 = 11224332574701334411804299515261053590957561930055680 \text{ م} \times 2 = 22448665149402668823608599030522107181915123860111360 \text{ م} \times 2 = 44897330298805337647217198061044214363830247720222720 \text{ م} \times 2 = 89794660597610675294434396122088428727660495440445440 \text{ م} \times 2 = 179589321195221350588868792244176857455320990880890880 \text{ م} \times 2 = 359178642390442701177737584488353714910641981761781760 \text{ م} \times 2 = 718357284780885402355475168976707429821283963523563520 \text{ م} \times 2 = 1436714569561770804710950337953414859642567927047127040 \text{ م} \times 2 = 2873429139123541609421900675906829719285135854094254080 \text{ م} \times 2 = 5746858278247083218843801351813659438570271708188508160 \text{ م} \times 2 = 11493716556494166437687602703627318877140543416377016320 \text{ م} \times 2 = 22987433112988332875375205407254637754281086832754032640 \text{ م} \times 2 = 45974866225976665750750410814509275508562173665508065280 \text{ م} \times 2 = 91949732451953331501500821629018551017124347331016130560 \text{ م} \times 2 = 183899464903906663003001643258037102034248694662032261120 \text{ م} \times 2 = 367798929807813326006003286516074204068497389324064522240 \text{ م} \times 2 = 735597859615626652012006573032148408136994778648129044480 \text{ م} \times 2 = 1471195719231253304024013146064296816273989557296258088960 \text{ م} \times 2 = 2942391438462506608048026292128593632547979114592516177920 \text{ م} \times 2 = 5884782876925013216096052584257187265095958229185032355840 \text{ م} \times 2 = 11769565753850026432192105168514374530191916458370064711680 \text{ م} \times 2 = 23539131507700052864384210337028749060383832916740129423360 \text{ م} \times 2 = 47078263015400105728768420674057498120767665833480258846720 \text{ م} \times 2 = 94156526030800211457536841348114996241535331666960517693440 \text{ م} \times 2 = 188313052061600422915073682696229992483070663333921035386880 \text{ م} \times 2 = 376626104123200845830147365392459984966141326667842070773760 \text{ م} \times 2 = 753252208246401691660294730784919969932282653335684141547520 \text{ م} \times 2 = 1506504416492803383320589461569839939864565306671368283095040 \text{ م} \times 2 = 3013008832985606766641178923139679879729130613342736566190080 \text{ م} \times 2 = 6026017665971213533282357846279359759458261226685473132380160 \text{ م} \times 2 = 12052035331942427066564715692558719518916522453370946264760320 \text{ م} \times 2 = 24104070663884854133129431385117439037833044906741892529520640 \text{ م} \times 2 = 48208141327769708266258862770234878075666089813483785059041280 \text{ م} \times 2 = 96416282655539416532517725540469756151332179626967570118082560 \text{ م} \times 2 = 192832565311078833065035451080939512302664359253935140236165120 \text{ م} \times 2 = 385665130622157666130070902161879024605328718507870280472330240 \text{ م} \times 2 = 771330261244315332260141804323758049210657437015740560944660480 \text{ م} \times 2 = 1542660522488630664520283608647516098421314874031481121889320960 \text{ م} \times 2 = 3085321044977261329040567217295032196842629748062962243778641920 \text{ م} \times 2 = 6170642089954522658081134434590064393685259496125924487557283840 \text{ م} \times 2 = 12341284179909045316162268869180128787370518992251848975114567680 \text{ م} \times 2 = 24682568359818090632324537738360257574741037984503697950229135360 \text{ م} \times 2 = 49365136719636181264649075476720515149482075969007395900458270720 \text{ م} \times 2 = 98730273439272362529298150953441030298964151938014791800916541440 \text{ م} \times 2 = 197460546878544725058596301906882060597928303876029583601833082880 \text{ م} \times 2 = 394921093757089450117192603813764121195856607752059167203666165760 \text{ م} \times 2 = 789842187514178900234385207627528242391713215504118334407332331520 \text{ م} \times 2 = 1579684375028357800468770415255056484783426431008236668814664663040 \text{ م} \times 2 = 3159368750056715600937540830510112969566852862016473337629329326080 \text{ م} \times 2 = 6318737500113431201875081661020225939133705724032946675258658652160 \text{ م} \times 2 = 12637475000226862403750163322040451878267411448065893350517317304320 \text{ م} \times 2 = 25274950000453724807500326644080903756534822896131786701034634608640 \text{ م} \times 2 = 50549900000907449615000653288161807513069645792263573402069269217280 \text{ م} \times 2 = 101099800001814899230001306576323615026139291584527146804138538434560 \text{ م} \times 2 = 202199600003629798460002613152647230052278583169054293608277076869120 \text{ م} \times 2 = 404399200007259596920005226305294460104557166338108587216554153738240 \text{ م} \times 2 = 808798400014519193840010452610588920209114332676217174433108307476480 \text{ م} \times 2 = 1617596800029038387680020905221177840418228665352434348866216614952960 \text{ م} \times 2 = 3235193600058076775360041810442355680836457330704868697732433229905920 \text{ م} \times 2 = 6470387200116153550720083620884711361672914661409737395464866459811840 \text{ م} \times 2 = 12940774400232307101440167241769422723345829322819474790929732919623680 \text{ م} \times 2 = 25881548800464614202880334483538845446691658645638949581859465839247360 \text{ م} \times 2 = 51763097600929228405760668967077690893383317291277899163718931678494720 \text{ م} \times 2 = 103526195201858456811521337934155381786766634582555798327437863356989440 \text{ م} \times 2 = 207052390403716913623042675868310763573533269165111596654875726713978880 \text{ م} \times 2 = 414104780807433827246085351736621527147066538330223193309751453427957760 \text{ م} \times 2 = 828209561614867654492170703473243054294133076660446386619502906855915520 \text{ م} \times 2 = 1656419123229735308984341406946486108588266153320892773239005813711831040 \text{ م} \times 2 = 3312838246459470617968682813892972217176532306641785546478011627423662080 \text{ م} \times 2 = 6625676492918941235937365627785944434353064613283571092956023254847324160 \text{ م} \times 2 = 13251352985837882471874731255571888868706129226567142185912046509694648320 \text{ م} \times 2 = 26502705971675764943749462511143777737412258453134284371824093019389296640 \text{ م} \times 2 = 53005411943351529887498925022287555474824516906268568743648186038778593280 \text{ م} \times 2 = 106010823886703059774997850044575110949649033812537137487296372077557186560 \text{ م} \times 2 = 212021647773406119549995700089150221899298067625074274974592744155114373120 \text{ م} \times 2 = 424043295546812239099991400178300443798596135250148549949185488310228746240 \text{ م} \times 2 = 8480865910936244781999828$$

٥٣) في الشكل المجاور حدد مقدار و اتجاه ت ؟



الحل

$$\sum I_{\text{ت}} = \sum I_{\text{ع}}$$

$$0 = \text{ت} \leftarrow 2 + 6 + 3 = 12 + 2$$

قاعدة كيرتشف الثانية

س ٣٨ :- اذكر نص قاعدة كيرتشف الثانية ؟  
المجموع الجبري للتغيرات في الجهد الكهربائي عبر عناصر أي مسار مغلق دائرة كهربائية يساوي صفر

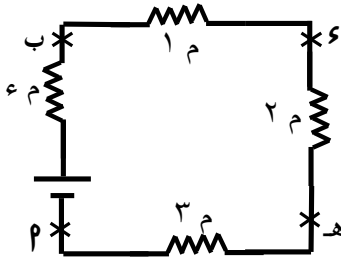
س ٣٩ :- تعد قاعدة كيرتشف الثانية صورة من صور حفظ الطاقة ؟

لأن مجموع فرق الجهد يساوي صفر و من العلاقة :  $\Delta U = \text{ج} - \text{ش}$  فإذا كان  $\Delta = \text{ج} - \text{ص}$  فسيكون التغير في الطاقة صفر بالتالي الطاقة ثابتة أي محفوظة رياضياً :- \*

$$\sum \Delta \text{ج} (\text{المسار مغلق}) = \text{صفر}$$

س ٤٠ :- أثبت رياضياً أن قاعدة كيرتشف الثانية تعتبر صورة من صور حفظ الطاقة ؟

الحل



$$\text{ج} - \text{م} + \text{ج} - \text{ب} - \text{ج} - \text{ع} + \text{ج} - \text{هـ} - \text{ج} - \text{م} = \text{صفر}$$

بترتيب حدود المعادلة :

$$\text{ج} - \text{م} + (\text{ج} - \text{ب}) + (\text{ج} - \text{ع}) + (\text{ج} - \text{هـ}) + (\text{ج} - \text{م}) = \text{صفر}$$

$$\text{ج} - \text{م} + \text{ج} - \text{ب} + \text{ج} - \text{ع} + \text{ج} - \text{هـ} + \text{ج} - \text{م} = \text{صفر}$$

$$\sum \Delta \text{ج} (\text{المسار مغلق}) = \text{صفر}$$

⚡ انتبه :-

عند حساب التغيرات في الجهد عبر أجزاء الدارة يجب مراعاة ما يلي :-  
١- إذا كان العبور بنفس اتجاه التيار فإن :

$$\Delta \text{ج} = - \text{ت} . \text{م} \quad (\text{انخفاض قيمة الجهد})$$

السبب : الانتقال من منطقة جهد مرتفع إلى منطقة جهد منخفض



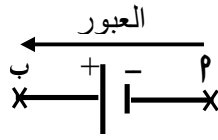
٢- إذا كان العبور بعكس اتجاه التيار فإن :

$$\Delta \text{ج} = + \text{ت} . \text{م} \quad (\text{ازدياد قيمة الجهد})$$

السبب : الانتقال من منطقة جهد منخفض إلى منطقة جهد مرتفع



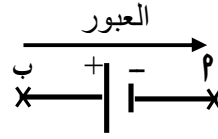
٣- إذا كان العبور بنفس اتجاه البطارية فإن :



$$\Delta \text{جـ} \text{پ} \leftarrow \text{ب} = + \text{ء} \text{ء} \quad (\text{ازدياد قيمة الجهد})$$

السبب : الإنتقال من منطقة جهد منخفض إلى منطقة جهد مرتفع

٤- إذا كان العبور بعكس اتجاه البطارية فإن :



$$\Delta \text{جـ} \text{پ} \leftarrow \text{ب} = - \text{ء} \text{ء} \quad (\text{انخفاض قيمة الجهد})$$

السبب : الإنتقال من منطقة جهد مرتفع إلى منطقة جهد منخفض

(٥٤) احسب فرق الجهد جـ پ ب لكل من الآتية :-

$$(١) \quad \text{پ} \xleftarrow{A^2} \text{---} \Omega^4 \text{---} \text{ب} \quad \leftarrow \text{جـ} \text{پ} \leftarrow \text{ب} \quad \leftarrow \text{جـ} \text{پ} - \text{ت} . \text{م} = \text{جـ} \text{ب}$$

$$\text{جـ} \text{پ} - \text{جـ} \text{ب} = + \text{ت} . \text{م}$$

$$\text{جـ} \text{پ} = + 2 \times 4 = 8 \text{ فولت}$$

$$\text{أو جـ} \text{پ} \text{ ب ( تنتقل من ب} \leftarrow \text{پ) } = + \text{ت} . \text{م} = + 2 \times 4 = 8 \text{ فولت}$$

$$(٢) \quad \text{ب} \xrightarrow{A^2} \text{---} \Omega^4 \text{---} \text{پ} \quad \leftarrow \text{جـ} \text{پ} \leftarrow \text{ب} \quad \leftarrow \text{جـ} \text{پ} - \text{ت} . \text{م} = \text{جـ} \text{ب}$$

$$\text{جـ} \text{پ} - \text{جـ} \text{ب} = - \text{ت} . \text{م}$$

$$\text{جـ} \text{پ} = - 2 \times 4 = - 8 \text{ فولت}$$

$$\text{أو جـ} \text{پ} \text{ ب ( تنتقل من ب} \leftarrow \text{پ) } = - \text{ت} . \text{م} = - 2 \times 4 = - 8 \text{ فولت}$$

$$(٣) \quad \text{ب} \xleftarrow{A^3} \text{---} \Omega^4 \text{---} \text{پ} \quad \leftarrow \text{جـ} \text{پ} \leftarrow \text{ب} \quad \leftarrow \text{جـ} \text{پ} - \text{ت} . \text{م} = \text{جـ} \text{ب}$$

$$\text{جـ} \text{پ} - \text{جـ} \text{ب} = + 10$$

$$\text{جـ} \text{پ} - \text{جـ} \text{ب} = 12 - 10$$

$$\text{جـ} \text{پ} = 2 \text{ فولت}$$

$$(٤) \quad \text{ب} \xleftarrow{A^3} \text{---} \Omega^4 \text{---} \text{پ} \quad \leftarrow \text{جـ} \text{پ} \leftarrow \text{ب} \quad \leftarrow \text{جـ} \text{پ} - \text{ت} . \text{م} = \text{جـ} \text{ب}$$

$$\text{جـ} \text{پ} = + 10 - 15 = - 5 \text{ فولت}$$