فيزيـــاء تمهيدية

التيار الكهربائي

جميع الحقوق محفوظة للمؤسسة العامة للتعليم الفني والتدريب المهني

الجدارة : يطبق قانون أوم على الدوائر الكهربية البسيطة في قياس فرق الجهد و التيار و المقاومة الكهربية . يحل بعض المسائل التطبيقية و التي لها صلة بالحياة اليومية مثل :

1. أن يرسم دائرة كهربية علي التوازي للأجهزة المنزلية و يحسب التيار الكهربي المار في كل منها .
2. يفسر علمياً سبب انصهار المقاومة السلكية (المنصهر) للأجهزة التي تعمل على جهد 127V في دائرة جهدها 220V .

الأهداف : عندما تكمل هذه الوحدة تكون قادراً على أن :

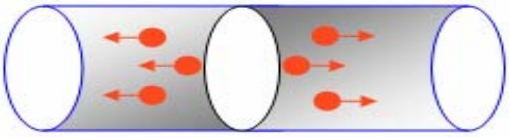
1 - تبين ماذا يُقصد بالتيار الكهربائي . و تعرف شدة التيار الكهربائي .
2 - تذكر مكونات الدائرة البسيطة مع الرسم ، ويوضح فيها اتجاه التيار الكهربائي الإصطلاحي .
3 - تعرف المقاومة الكهربائية ، وتذكر وحدة قياسها . و تذكر الفائدة منها في الدائرة الكهربائية .
4 - تحدد العوامل المؤثرة على قيمة المقاومة الكهربائية و تُعرف المقاومة النوعية ، وتذكر وحدتها .
5 - تذكر العلاقة الرياضية التي تربط بين المقاومة والعوامل المؤثرة فيها . و تحل المسائل المتعلقة بها ..
6 - تذكر العلاقة الرياضية التي تقيس التغير في المقاومة نتيجة لتغير درجة حرارة المقاومة .
7 - تطبق العلاقة السابقة في حل المسائل المتعلقة بها .
8 - تذكر قانون أُوم نصاً ورياضياً .
9 - تذكر قانون القدرة الكهربائية نصاً ورياضياً
10 - تُطبق العلاقتين السابقتين في حل المسائل المتعلقة بهما .
11 - تحسب المقاومة المكافئة لعدة مقاومات متصلة على التوالي (التسلسل) و على التوازي .
12 - تعرف القوى المحركة الكهربائية نصاً.
13 - تذكر العلاقة الرياضية التي تربط بين القوى المحركة الكهربائية لمولد ، وفرق الجهد بين طرفيه .
14 - تطبق قانون أُوم في حساب الجهد الكهربائي ، والتيار ، والمقاومة . في الدوائر البسيطة .

الوقت المتوقع للتدريب : 13 ساعة .

التيار الكهربائي

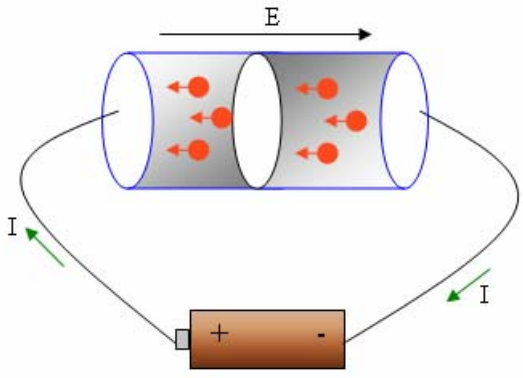
التيار الكهربائي:

تعلمنا سابقا أن المعادن تعد مواد موصلة للكهرباء وذلك بسبب امتلاكها أعداد هائلة من الإلكترونات الحرة القادرة على التحرك من مكان إلى آخر داخل المادة ولكن حركة هذه الإلكترونات حركة عشوائية فلو تصورنا مقطعاً عرضياً في سلك موصل كالنحاس مثلاً كما في الشكل (1-6) لوجدنا أن عدد الإلكترونات الذي يعبر المقطع من جانب يساوي عدد الإلكترونات الذي يعبر المقطع من الجانب الآخر أي أن محصلة الشحنة الكهربائية التي تعبر المقطع تساوي صفراً.



شكل (1-6)

وإذا وصل طرفا سلك موصل ببطارية (مصدر قدرة كهربائية) فإن مجالاً كهربائياً ينشأ خلال السلك مما يؤدي إلى حركة الإلكترونات الحرة في اتجاه يعاكس اتجاه المجال كما في الشكل (2-6).



شكل (2-6)

وتسمى حركة الإلكترونات في اتجاه واحد داخل الموصل بالتيار الكهربائي. وتعرف شدة التيار الكهربائي بأنها: كمية الشحنة q التي تعبر مقطع من الموصل في الثانية الواحدة.

وتكتب رياضيا على النحو الآتي:

$$\boxed{I = \frac{q}{t}} \quad \text{..... (6-1)}$$

حيث I : شدة التيار الكهربائي وتقاس بوحدة كولوم/ثانية (c / s) وتسمى أمبير (A)

q: مقدار الشحنة (c)

t: الزمن (s)

مثال (1-6) :

إذا كان مقدار شدة التيار المار خلال مصباح كهربائي هو 0.5A كم مقدار الشحنة المارة فيه خلال ثانيتين وكم عدد الالكترونات المتدفقة من خلاله؟

الحل:

$$q = It$$
$$q = 0.5 \times 2 = 1c$$

2 - عدد الإلكترونات $n = ?$

من العلاقة: $q = n\,e$

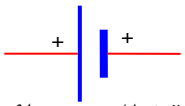
$$\therefore \quad n = \frac{q}{e}$$

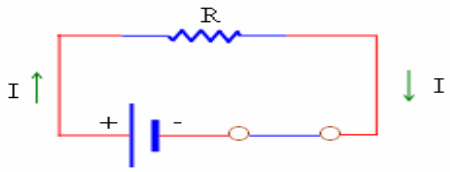
حيث: $e = 1.6 \times 10^{-19} c$

إلكترون $\therefore n = \dfrac{1}{1.6 \times 10^{-19}} = 6.25 \times 10^{18}$

مكونات الدائرة الكهربائية البسيطة:

تتكون الدائرة الكهربائية في أبسط أشكالها كما في الشكل (3-6) من:

1. مصدر للطاقة الكهربائية (البطارية) و يرمز له بالرمز : 
2. حمل (مصباح أو تلفاز أو مذياع ..) أو مقاومة تستهلك الطاقة الكهربائية ، و يرمز لها بالرمز :
3. مفتاح يعمل على فتح أو غلق الدائرة الكهربائية ، و يرمز له بالرمز
4. أسلاك توصيل .



شكل (3-6)

اتجاه التيار الكهربائي في الدارات الكهربائية

لقد اصطلح أن يكون اتجاه حركة التيار الكهربائية في الدارات الكهربائي من القطب الموجب إلى القطب السالب خارج المصدر الكهربائي ويسمى هذا الاتجاه بالاتجاه الاصطلاحي كما في الشكل (3-6). بينما يكون اتجاه التيار داخل البطارية من القطب السالب إلى القطب الموجب.

المقاومة الكهربائية

إن سرعة الإلكترونات داخل الموصلات تختلف من موصل إلى آخر نتيجة لتصادم الإلكترونات بذرات الموصل فتفقد بعضاً من طاقتها الحركية والتي تتحول إلى طاقة حرارية يمكن ملاحظتها على شكل ارتفاع في درجة حرارة الموصل.

إذاً هناك خاصية للموصل تعتمد عليها كمية الطاقة الحرارية المنطلقة منه وتعرف هذه الخاصية بالمقاومة الكهربائية وتعرف فيزيائياً كما يلي:

المقاومة الكهربائية : هي ممانعة الموصل لمرور التيار الكهربائي فيه مما ينتج عنها ارتفاعاً في درجة حرارته.

ووحدة قياس المقاومة في النظام العالمي للوحدات هي الأوم ويرمز لها بالرمز (Ω) وكما أن المقاومة الكهربائية تستهلك جزءاً من الطاقة إلا أنها ضرورية لحماية بعض أجزاء الدوائر الكهربائية، حيث تتحكم في شدة التيار المار فيها.

العوامل المؤثرة على قيمة المقاومة الكهربائية

دلت التجارب المخبرية على أن مقاومة موصل معدني منتظم الشكل تتناسب مع كل من:

1 - طردياً مع طول الموصل (L) وتكتب رياضياً كما يلي:

$$R \alpha L$$

2 - عكسياً مع مساحة مقطع الموصل (A) أي أن:

$$R \alpha \frac{1}{A}$$

3 - نوع مادة السلك وتسمى بالمقاومة النوعية أو بالمقاومية ويرمز لها بالرمز ρ

ويمكن وضع العوامل الثلاثة السابقة في معادلة على النحو التالي:

$$\boxed{R = \rho \frac{L}{A}} \quad \text{.....} \quad (6\text{-}2)$$

حيث:

R : المقاومة الكهربائية وتقاس بوحدة أوم (Ω)

L : طول الموصل بوحدة المتر (m)

A : مساحة مقطع الموصل بوحدة المتر مربع (m^2)

ρ : المقاومية وتقاس بوحدة أوم متر ($\Omega.m$)

ويمكن من العلاقة السابقة (6-2) تعريف المقاومية كالتالي:

المقاومية هي مقاومة موصل منتظم المقطع طوله وحدة الأطوال ومساحة مقطعه وحدة المساحات.

4 - درجة حرارة الموصل: تتغير المقاومة لمادة ما (وبالتالي مقاومة المادة R) بتغير درجة الحرارة وهذا التغير يعتمد على نوع المادة على النحو الآتي:

أ - تزداد مقاومة المعادن النقية بازدياد درجة الحرارة .

ب - تقل مقاومة الكربون ومعظم أشباه الموصلات بازدياد درجة الحرارة .

ج - لا تتأثر سبائك النحاس مثل: المنغنين والكونستنتان بتغير درجة الحرارة .

ولقد دلت التجارب العملية على أن المقاومية تتغير مع درجة الحرارة حسب العلاقة التالية:

$$\rho = \rho\ (1 + \alpha\ \Delta T)$$

..... (6-3)

حيث :

ρ : هي قيمة المقاومة عند درجة الحرارة T

ρ : قيمة المقاومة عند درجة الحرارة $20\ ^{\circ}c$

ΔT : الفرق في درجة الحرارة. $\Delta T = T - T_o$

α : المعامل الحراري لتغيير المقاومة ويقاس بوحدة c^{-1} (مقلوب درجة الحرارة)

ويمكن كتابة المعادلة السابقة (6-3) بالنسبة لتغيير المقاومة R مع درجة الحرارة كما يلي:

$$R = R\ (1 + \alpha\ \Delta T) \quad \text{..... (6-4)}$$

والجدول التالي (6-1) يبين قيمة المقاومية والمعامل الحراري لبعض المواد عند 20 ˚c

المادة	المقاومة النوعية $\rho(\Omega\ .\ m)$	المعامل الحراري للمقاومة α (لكل ˚c)
فضة	1.6×10^{-8}	3.8×10^{-3}
نحاس	1.7×10^{-8}	3.9×10^{-3}
نتفيستن	1.6×10^{-8}	4.5×10^{-3}
حديد	10×10^{-8}	5×10^{-3}
المنغنين 86%cu&12%Mne2%Ni	44×10^{-8}	2×10^{-6}
كونستنتان 55%CU&1%Mn 44%Ni	50×10^{-8}	1×10^{-6}
كربون	3.5×10^{-5}	-5×10^{-4}

جدول (1 -6)

مثال (2 -6)

ما المقصود بأن المقاومة النوعية للألمنيوم $2.8 \times 10^{-8}\ \Omega\ .\ m$

الحل :

معنى ذلك أن سلك الألمنيوم الذي طوله 1m ومساحة مقطعه $1m^{-8}$ تكون مقاومته 2.8×10^{-8}

مثال (3-6)

سلك من النحاس طوله 40 m إذا كانت مساحة مقطعه $4\,mm^2$ ومقاوميته $\rho = 1.7\times10^{-8}\,\Omega.m$ احسب مقاومة هذا السلك.

الحـل

$$L = 40\ m$$
$$A = 4\ mm^2 = 4 \times 10^{-6}\ m^2$$

$$\rho = 1.7 \times 10^{-8}\ \Omega.m$$

$$\therefore R = \rho\frac{L}{A}$$
$$= \frac{1.7 \times 10^{-8} \times 40}{4 \times 10^{-6}}$$
$$R = 0.17\ \Omega$$

إن هذا النوع من السلك هو الأكثر استخداماً في أسلاك التوصيل ولعلك أدركت السبب وهو ضآلة قيمة مقاومته.

مثال (4-6)

مطلوب عمل ملف مقاومته 200 Ω . إذا استخدم سلك من النحاس المعزول مساحة مقطعه $0.02\,mm^2$ و مقاوميته $\rho = 1.7 \times 10^{-8}\ \Omega\ .\ m$ احسب طول السلك المطلوب لهذا الملف.

الحـــل:

$$R = 200\ \Omega$$
$$A = 0.02\ mm^2 = 0.02 \times 10^{-6} m$$
$$\rho = 1.7 \times 10^{-8}\ \Omega.m$$
$$L = ?$$
$$L = \frac{A\ R}{\rho}$$
$$= \frac{0.02 \times 10^{-6} \times 200}{1.7 \times 10^{-8}}$$
$$= 235.3\ m$$

مثال (5-6)

ملف من النحاس إذا كانت مقاومته $44\ \Omega$ عند $20\ ^{\circ}c$ كم تكون مقاومته عندما ترتفع درجة حرارته إلى $85\ ^{\circ}c$ علماً أن $\alpha = 0.0039\ ^{\circ}c^{-1}$ للنحاس.

الحـــل:

$$R_{\circ} = 44\Omega$$
$$T_{\circ} = 20^{\circ}c$$
$$T = 85^{\circ}c$$
$$\Delta T = 85 - 20 = 65^{\circ}c$$
$$\alpha = 0.0039^{\circ}ce^{-1}$$
$$R = R_{\circ}(1 + \alpha \Delta T)$$
$$= 44(1 + 0.0039 \times 65)$$
$$= 55.2\Omega$$

مثال (6-6)

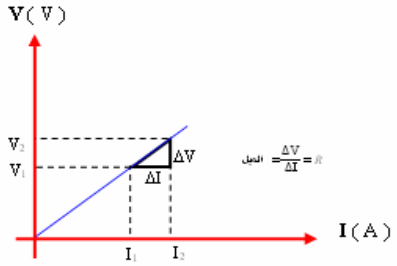
اعتبر السلك في المثال السابق هو المنغنين (وهو عبارة عن % 68 من النحاس CU و % 12 مانجينيز Mn و 2% نكيل Ni) وأن $\alpha = 0.000002\ ^{\circ}c^{-1}$ للمنغنين احسب مقاومته عند $85^{\circ}c$.

$$R_{\circ} = 44\ \Omega$$
$$T_{\circ} = 20\ ^{\circ}c$$
$$T = 85\ ^{\circ}c$$
$$\Delta T = 85 - 20 = 65\ ^{\circ}c$$
$$\alpha = 0.00001$$
$$R = R_{\circ}(1 + \alpha\ \Delta T)$$
$$= 44\ (1 + 0.000002 \times 65)$$
$$R = 44.006\ \Omega$$

نلاحظ من المثالين السابقين أن مقاومة النحاس يتأثر بارتفاع درجة الحرارة وكذلك بالنسبة للفلزات الأخرى بينما في سبائك النحاس وخاصة المنغنين والكونستنتان لا تتأثر بتغير درجة الحرارة لذلك تصنع منها المقاومات عالية الدقة.

قانون أوم :

لقد توصل العالم جورج أوم من خلال تجارب عديدة إلى العلاقة التي تربط بين شدة التيار الكهربائي المار في الدائرة (I)، وفرق الجهد بين طرفي الموصل (V) وذلك بإمرار التيار الكهربائي في مقاومة (R) ثابتة وقياس فرق الجهد بين طرفيها، ثم بتكرار العمل بتغيير شدة التيار (I) المار بالمقاومة وتعيين قيمة (V) في كل مرة وبتمثيل هذه العلاقة بيانياً كما هو موضح بالشكل (6-4) وجد أن العلاقة بينهما خط مستقيم يمر بنقطة الأصل .



شكل (6-4)

من الشكل (6-4) يتضح أن ميل الخط المستقيم ثابت . أي أن :

$$\text{الميل} = \frac{\nu}{I} = \text{ثابت}$$

وهذا الثابت هو قيمة المقاومة الثابتة R أي أن :

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

أو

$$V = I\,R \qquad \text{.....} \quad (6\text{-}5)$$

وتعرف العلاقة (6-5) بقانون أوم والذي نصه كالتالي :

عند ثبوت درجة حرارة موصل فإن فرق الجهد بين طرفيه يتناسب طردياً مع شدة التيار المار فيه .

ملحوظة : تعرف المقاومات التي تكون فيها العلاقة بين التيار والجهد علاقة طردية بالمقاومات الخطية أو بالمقاومات الأومية بينما المقاومات التي تتغير بتغير درجة الحرارة فإن الجهد لا يتناسب طردياً مع التيار وبالتالي لا ينطبق عليها قانون أوم وتعرف هذه المقاومات بالمقاومات اللا أومية أو اللا خطية.

القدرة الكهربائية :

سبق لنا دراسة القدرة في الوحدة الخامسة، وهي تعني كمية الشغل (الطاقة) المبذولة خلال وحدة الزمن أي أن:

$$P=\frac{w}{t}$$

وكما درسنا سابقاً فإن الشغل (W) اللازم لنقل شحنة كهربائية بين نقطتين تساوي طاقة الوضع الكهربائية للشحنة أي أن:

$$W = \Delta P\ E = q\ v$$

وبالتعويض عن $W = q\ v$ في قانون القدرة السابقة فإن:

$$p = \frac{q\ v}{t}$$

ولكن q/t هي عبارة عن شدة التيار (I) المار في الدائرة، ومن ثم تكون القدرة التي يقدمها مصدر الجهد (البطارية) عندما يعمل على إمرار التيار I هي:

$$\boxed{P = I\ V} \quad \text{..... (6-6)}$$

وهذه المعادلة تعطينا أيضاً القدرة الكهربائية المفقودة في المقاومة، وذلك بالتعويض طبقا لقانون أوم عن V بـ $V=I\ R$ مرة وعند I بـ $I = \frac{V}{R}$ مرة أخرى

فتحصل على :

$$\boxed{P = I^2 R} \quad \text{..... (6-7)}$$

$$\boxed{P = \frac{v^2}{R}} \quad \text{..... (6-8)}$$

وللتذكير فإن وحدة القدرة هي وات (watt) ويرمز لها بالرمز (W)

مثال (6-7)

مكواة كهربائية قدرتها 440 W تستعمل على فرق جهد قدرة 220 V. ما شدة التيار الكهربائي الذي يمر بسلك تسخينها أثناء تشغيلها وما مقاومة هذا السلك.

الحل:

$$P = 440\ W$$

$$V = 220\ V$$

$$P = I\ V$$

$$I = \frac{p}{v}$$

$$I = \frac{440}{220} = 2\ A$$

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

$$R = \frac{220}{2} = 110\Omega$$

مثال (6-8)

مصباح كهربائي كتب عليه : 110 V ، 100 W.

1. ماذا تعني هذه الأرقام؟
2. احسب مقاومة فتيل المصباح.
3. إذا شغل هذا المصباح عند جهد مقداره 220 V ماذا سيحدث مع بيان السبب.

الحل:

أ ـ العبارة 100 W: تعني أن المصباح سوف يستهلك في الثانية الواحدة طاقة كهربائية مقدارها 100 J.

ب ـ أما العبارة 110 V : تعني أن المصباح يعمل عند فرق في الجهد بين طرفي الفتيل مقداره 110 V.

ج ـ مقاومة الفتيل R

$$R = \frac{V^2}{P}$$

$$R = \frac{110^2}{100} = 121\Omega$$

3 - ينصهر فتيل المصباح ولا يضئ. والسبب في ذلك ما يلي :

عندما يعمل المصباح عند جهد التشغيل $V_1 = 110\ V$ فإن شدة التيار المار فيه I_1 هو:

$$I_1 = \frac{V_1}{R}$$

$$I_1 = \frac{110}{121} = 0.91\ A$$

أي أن فتيل المصباح يسمح بمرور تيار شدته 0.91 A عندما يكون فرق الجهد بين طرفيه 110 V .

وفي حالة تشغيل المصباح عند $V_2 = 220\ V$ فإن شدة التيار المار فيه I_1 هو

$$I_2 = \frac{V_2}{R}$$

$$= \frac{220}{121} = 1.82\ A$$

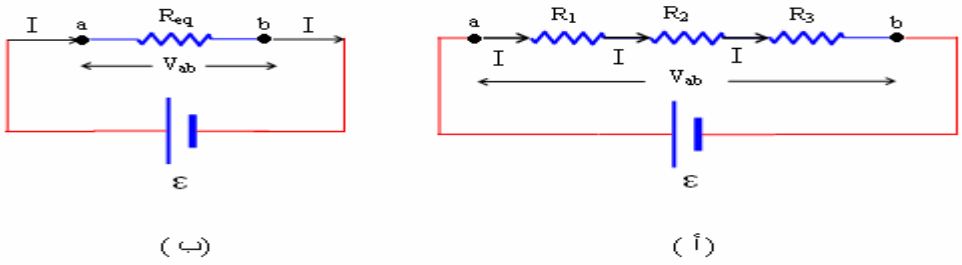
أي أن التيار سوف يتضاعف مرتين وبالتالي ترتفع درجة حرارة الفتيل وينصهر .

ربط المقاومات

تربط المقاومات في الدوائر الكهربائية بطريقتين لكل طريقة مميزات خاصة بها وهاتان الطريقتان هما :

أولا : ربط المقاومات على التوالي :

تربط المقاومات على التوالي بحيث يكون هناك مسار واحد فقط للتيار الكهربائي في هذه المقاومات عند توصيلها بمصدر للقدرة كما في الشكل(أ 5-6)



شكل (5-6)

ومن خصائص هذا الربط ما يلي :

1 - شدة التيار (I) المار في كل مقاومة هي نفسها شدة التيار (I) المار في الدائرة

2 - يتوزع فرق الجهد (V_{ab}) بين طرفي المجموعة (فرق الجهد بين النقطتين a , b) ، ويكون مساوياً لمجموع انخفاضات الجهد عبر المقاومات . أي أن :

$$V_{ab} = V_1 + V_2 + V_3$$

3 - تكون انخفاضات الجهد (فرق الجهد) عبر المقاومات هي:

$$V_1 = I R_1 \quad , \quad V_2 = I R_2 \quad , \quad V_3 = I R_3$$

4. المقاومة المكافئة :

المقصود بالمقاومة المكافئة R_{eq} هي المقاومة التي يمكن أن تحل محل مجموعة من المقاومات دون أن تحدث أي تغيير في الدائرة الكهربائية والدائرة كما في الشكل (ب 5-6) تكافئ الدائرة (أ 5-6) وفي حالة التوصل على التوالي فإن المقاومة المكافئة R_{eq} تساوي مجموع قيم المقاومات أي أن:

$$R_{eq} = R_1 + R_2 + R_3$$

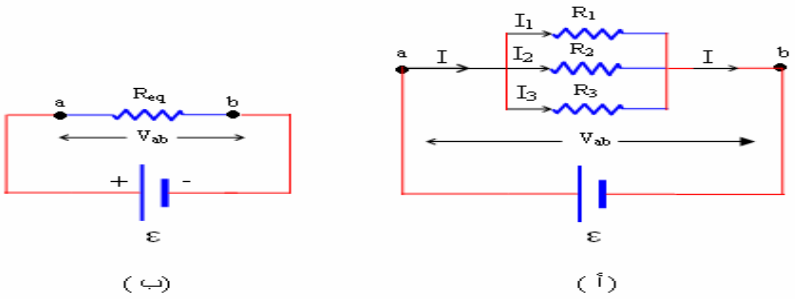
ويمكن تعميم العلاقة السابقة لعدد n من المقاومات المتصلة على التوالي على النحو التالي:

$$\boxed{R_{eq} = R_1 + R_2 + \ldots\ldots\ldots + R_n} \quad \ldots\ldots (6\text{-}9)$$

وبالتالي فإن قيمة R_{eq} أكبر من أي مقاومة متصلة على التوالي

ثانيا ربط المقاومات على التوازي :

في حالة الربط على التوازي يكون فرق الجهد هو نفسه عبر جميع المقاومات أما التيار فإنه يتجزأ في مسارات متعددة والشكل (6-6) يوضح طريقة هذا الربط.



شكل (6-6)

خصائص هذا الربط :

1. فرق الجهد بين طرفي كل مقاومة هو نفسه فرف الجهد للمجموعة V_{ab} أي أن :

$$V_{ab} = V_1 = V_2 = V_3$$

2. شدة التيار الكلي المار بالدائرة يساوي مجموع التيارات المارة في كل مقاومة أي أن :

$$I = I_1 + I_2 + I_3$$

3. شدة التيار المار في كل مقاومة هو :

$$I_1 = \frac{V_{ab}}{R_1} \quad , \quad I_2 = \frac{V_{ab}}{R_2} \quad , \quad I_3 = \frac{V_{ab}}{R_3}$$

4. في التوصيل على التوازي يكون مقلوب المقاومة المكافئة R_{eq} مساويا لمجموع مقلوب المقاومات، أي أن :

$$\frac{1}{R_{eq}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}$$

ويمكن تعميم العلاقة السابقة لعدد n من المقاومات المتصلة على التوازي كما يلي :

$$\frac{1}{R_{eq}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \ldots\ldots \frac{1}{R_n} \qquad \ldots\ldots (6\text{-}10)$$

وعليه فإن قيمة المقاومة R_{eq} أقل من أي مقاومة متصلة على التوازي.

مثال (6-9) :

ثلاث مقاومات $R_1 = 2\Omega$, $R_2 = 4\Omega$, $R_3 = 5\Omega$ بين كيف تربطها ببعضها لتحصل على :

أ ـ أكبر مقاومة مكافئة

ب ـ أصغر مقاومة مكافئة

الحـــل:

أ ـ للحصول على أكبر مقاومة مكافئة نربطها على التوالي

$$R_{eq} = R_1 + R_2 + R_3$$
$$= 2+4+5 = 11\Omega$$

ب ـ للحصول على أصغر مقاومة مكافئة نربطها على التوازي.

$$\frac{1}{R_{eq}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}$$

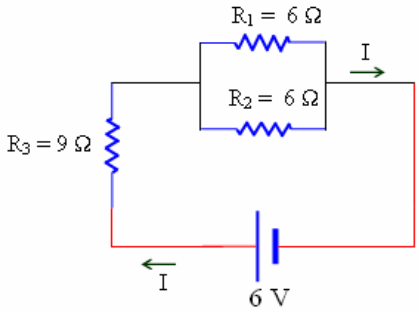
$$\frac{1}{R_{eq}} = \frac{1}{2} + \frac{1}{4} + \frac{1}{5} = \frac{10+5+4}{20} = \frac{19}{20}$$

$$\Rightarrow R_{eq} = \frac{20}{19} = 1.05\Omega$$

مثال (6-10)

من الشكل (6-7) احسب ما يلي:

1. المقاومة المكافئة الكلية R_{eq} للدائرة (باعتبار أن المقاومة الداخلية للمصدر مهملة)
2. شدة التيار المار بالدائرة .
3. فرق الجهد بين طرفي كل مقاومة .



شكل (6-7)

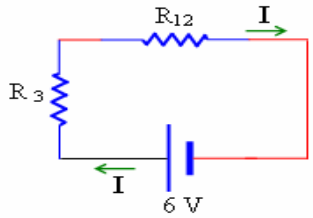
الحل

ا ـ نحسب أولاً المقاومة المكافئة لـ R_2،R_1 ولتكن R_{12} المقاومتان R_2،R_1 متصلتان على التوازي إذا :

$$\frac{1}{R_{12}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} = \frac{1}{6} + \frac{1}{6} = \frac{2}{6}$$

$$R_{12} = \frac{6}{2} = 3\Omega$$

وهذه الأخيرة متصلة على التوالي مع R_3 كما في الشكل (6-8).



شكل (6-8)

إذاً نحسب R_{eq} على النحو التالي :

$$R_{eq} = R_{12} + R_3 = 3 + 9 = 12\Omega$$
$$R_{eq} = 12\Omega$$

2 – (I) التيار المار بالدائرة :

$$I = \frac{V}{R_{eq}} = \frac{6}{12} = 0.5\ A$$
$$I = 0.5\ A$$

3 - فرق الجهد بين كل مقاومة:

بالنسبة $R_3 = 9\Omega$ فإن:

$$V_3 = IR_3 = 0.5 \times 9 = 4.5V$$

بالنسبة R_1 ، R_2 فإنهما متصلتان على التوازي إذا:

$$V_1 = V_2 = V_{12}$$

ويمكن حساب V_{12} كما يلي:

$$V_{12} = IR_{12} = 0.5 \times 1.5V$$
$$\therefore V_1 = V_2 = 1.5V$$

القوة المحركة الكهربائية (E.M.F) :

لكي تتحرك الإلكترونات المكونة للتيار لا بد لها من طاقة تكتسبها من منبع للطاقة الكهربائية قد يكون على شكل بطارية أو مولد كهربائي مثلاً . وتسمى هذه الطاقة بالقوة المحركة الكهربائية للمصدر ويرمز لها بالرمز (ε) وتقاس بوحدة الفولت (V) وتعرف بأنها : الطاقة الكهربائية التي يعطيها المولد لكل كولوم يجتازه .

مثال (11-6)

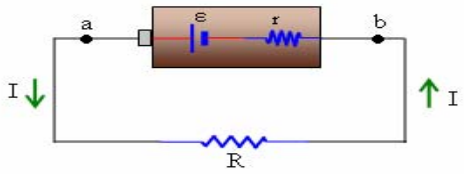
ما معنى أن القوة المحركة الكهربائية لبطارية جافة 1.5 V .

الحـل:

أي أن البطارية تعطي لكل كولوم (1 C) يجتازه طاقة مقدارها 1.5 J .

العلاقة بين القوة المحركة الكهربائية لمولد وفرق الجهد بين طرفيه :

في حالة دائرة مؤلفة من مصدر للطاقة (بطارية مثلاً) قوتها المحركة ε ومن مقاومة خارجية R كما في الشكل (9-6):



شكل (9-6)

فإن تياراً كهربائياً يسري من القطب الموجب إلى القطب السالب عبر المقاومة R . ولاستمرار مرور التيار في الدائرة يقتضي الأمر أن يسري التيار من القطب السالب إلى القطب الموجب بداخل مصدر الطاقة ويلاقي مقاومة، وتسمى هذه المقاومة بالمقاومة الداخلية ويرمز لها بالرمز r . وعليه يمكن تقسيم الجهد الكهربائي الكلي الذي تمثله القوة المحركة الكهربائية ε إلى قسمين:

1 – الجهد الطرفي (الخارجي) V بين النقطتين a , b والذي يدفع التيار خارج المصدر عبر المقاومة R وقيمته حسب قانون أوم هو:

$$V = I R$$

2 - الجهد الداخلي V_r وهو الجهد الذي يدفع التيار داخل المصدر عبر المقاومة r وقيمته حسب قانون أوم هو:

$$V_r = Ir$$

والعلاقة بين القوة الدافعة الكهربائية (ε) والجهد بين طرفيه (V) على النحو الآتي:

$$\varepsilon = V + V_r$$

أو

$$\boxed{\varepsilon = V + I_r} \quad \text{.....} \quad (6\text{-}11)$$

ومن هذا العلاقة (6-11) نلاحظ أن القوة المحركة الكهربائية (ε) أكبر من فرق الجهد بين طرفيه (V) ويتساويان في حالتين فقط هما:

1 – عندما تكون r صغيرة جداً مقارنة بـ R وبالتالي يمكن إهمال r .

2 – عندما تكون الدائرة مفتوحة أي لا يمر تيار كهربائي في الدائرة .

ولحساب التيار الكلي المار بالدائرة من العلاقة (6-11) على النحو الآتي:

$$\varepsilon = V + I_r$$
$$\varepsilon = I R + I_r$$
$$\varepsilon = I (R + r)$$

$$\boxed{I = \frac{\varepsilon}{R + r}} \quad \text{.....} \quad (6\text{-}12)$$

مثال (6-12)

بطارية قوتها المحركة الكهربائية 12 V وصل قطبيها بطرفي مصباح فمر فيه تيار شدته 0.2 A وهبوط فرق الجهد بين النقطتين إلى 11.5 V احسب :

1 - مقاومة المصباح .

2 - المقاومة الداخلية للبطارية .

الحل:

مقاومة المصباح R :

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

$$R = \frac{11.5}{0.2} = 57.5\ \Omega$$

3 - المقاومة الداخلية للبطارية r :

$$\varepsilon = V + I\,r$$

$$r = \frac{\varepsilon - V}{I}$$

$$r = \frac{12 - 11.5}{0.2} = 2.5\ \Omega$$

مثال (13-6) :

من المثال السابق (10-6) أعد الحل باعتبار المقاومة الداخلية $r = 0.5\Omega$.

1 - المقاومة الكلية المكافئة R_t:

$$R_t = R_{eq} + r = 12 + 0.5 = 12.5\ \Omega$$

2 - شدة التيار المار بالدائرة I :

$$I = \frac{\varepsilon}{R_{eq} + r} = \frac{6}{12 + 0.5} = \frac{6}{12.5} = 0.48\ A$$

$$I = 0.48\ A$$

3 - فرق الجهد (V_1 , V_2 , V_3 , V_r):

$$V_3 = I R_3 = 0.48 \times 9 = 4.32 \text{ V}$$
$$V_1 = V_2 = V_{12}$$
$$V_{12} = I R_{12} = 0.48 \times 3 = 1.44 \text{ V}$$
$$V_1 = V_2 = 1.44 \text{ V}$$
$$V_r = Ir = 0.48 \times 0.5 = 0.24 \text{ V}$$

أسئـــلة

1 - إذا مرت شحنة مقدارها 30 c في سلك خلال دقيقة احسب شدة التيار.

2 - يمر تيار شدته 3A خلال سلك أوجد عدد الإلكترونات التي تمر عبر نقطة معينة من السلك في الثانية علماً بأن شحنة الإلكترون $e = 1.6 \times 10^{-19} c$

3 - سلك طوله 600 m ومساحة مقطعة $6 mm^2$ قيست مقاومته فوجد أنها 2.8 Ω ، فما هي المقاومة النوعية لمادة السلك.

4 - ماذا نقصد عندما نقول إن المقاومة النوعية للنحاس $1.7 \times 10^{-8} \Omega.m$

5 - علل (اذكر السبب) : إضافة مراوح تهوية إلى كثير من الأجهزة الكهربائية

6 - عرف كل من: التيار الكهربائي ـ المقاومة الكهربائية ـ المقاومة النوعية ـ قانون أوم ـ القدرة الكهربائية ـ القوة الدافعة الكهربائية.

7 - ما طول سلك قطره $0.6 mm$ ومقاومته الكلية 4Ω والمقاومة النوعية لمادته $\rho = 1.7 \times 10^{-8} \Omega.m$

ملحوظة: السلك ذو مقطع دائري مساحة الدائرة (A) هي: $A = \pi r$

حيث r : نصف القطر

π : عدد يساوي $3.14 = \frac{22}{7}$

8 - مقاومة سلك في درجة $20\ ^\circ c$ هي 5.4 Ω احسب مقاومته عند $100\ ^\circ c$ علماً بأن المعامل الحراري له $\alpha = 0.004\ ^\circ c^{-1}$.

9 - سخان كهربائي قدرته 4000 W ويعمل عندما يكون فرق الجهد بين طرفيه 120 V ، إذا كانت مساحة مقطع سلك النحاس $5\times10^{-12}\ m^2$ ومقاومته النوعية $\rho=1.44\times10^{-7}\ \Omega.m$ احسب طول السلك اللازم استخدامه في عمل السخان .

10 - ماذا يقصد بالعبارات التالية :

أ - مقاومة ناقل 10 Ω

ب - قدرة كاوية 1200 W

ج - القوة المحركة الكهربائية لمولد 12 V

11 - مكيف يمر فيه تيار شدته 15 A وفرق الجهد بين طرفيه 220 V احسب قدرة المكيف.

12 - مكواة كهربائية تعمل على فرق جهد قدره 220 V فإذا كانت شدة التيار المار فيها 5A احسب قدرتها

13 - مقاومتان $R_2=3\Omega$ ، $R_1=6\Omega$ ربطتا على التوازي :

أ - ارسم شكلاً يوضح طريقة ربطهما ثم احسب المقاومة المكافئة لهما .

ب - إذا وصلت المجموعة بمصدر للجهد مقداره 12 V احسب شدة التيار المار في كل منهما وكذلك شدة التيار المار بالدائرة.

14 - مقاومتان $R_2=2\Omega$ ، $R_1=4\Omega$ ربطتا على التوالي: ارسم شكلاً يوضح طريقة ربطهما ثم:

أ - احسب المقاومة المكافئة لهما.

ب - إذا وصلت المجموعة بمصدر للجهد مقداره 18 V احسب شدة التيار المار بالدائرة ثم احسب فرق الجهد بين طرفي كل مقاومة.

15 - مولد قوته المحركة الكهربائية 12 V يعطي تياراً مقداره 0.2 A إذا وصل بمقاومة مقدارها 40 Ω احسب مقدار مقاومته الداخلية r .

16 - اذكر السبب لما يأتي:

أ - تربط المقاومات على التوالي في الدوائر التي تتطلب تيارات شدتها صغيرة جدا .

ب - تربط المقاومات على التوازي في الدوائر الكهربائية التي تتطلب تيارات شدتها كبيرة .

ج - توصل المصابيح والأجهزة الكهربائية في المنازل على التوازي .

17 - مقاومتان $R_2 = 3\Omega$ ، $R_1 = 2\Omega$ وبطارية قوتها المحركة 12 V ومقاومتها الداخلية 1 Ω وصلت المجموعة بطريقة التوالي ، ارسم الدائرة ثم احسب ما يلي :

أ - المقاومة المكافئة للمقاومتين R_1 ، R_2

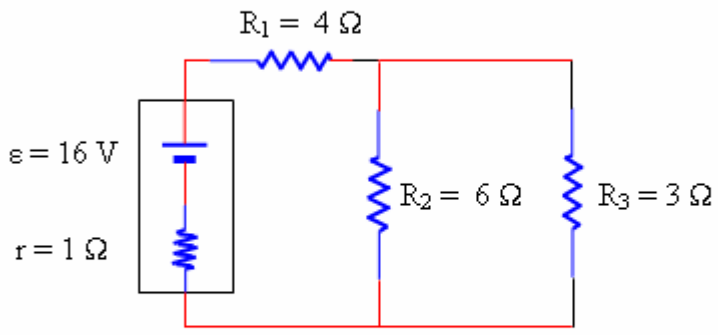
ب - شدة التيار المار في الدائرة

ج - شدة التيار المار في كل مقاومة

د - فرق الجهد بين طرفي البطارية

ه - فرق الجهد بين طرفي كل مقاومة

18 - من الشكل (15-6) احسب شدة كل من التيارات المارة في المقاومات R_1 , R_2 , R_3



الشكل (15-6)