الوحـدة السادسة

التيار الكهربائي

أهـداف الوحـدة:

نتوقع منك عزيزي الطالب بعد الانتهاء من دراسة هذه الوحدة أن تكون قادراً على أن:

- ❖ تعرف كلاً من : التيار الكهربائي – شدة التيار الكهربائي – المقاومة الكهربائية لموصل – الأوم – المقاومة النوعية لمادة – القوة الدافعة الكهربائية لمصدر .
- ❖ تذكر كلاً من : نوعا التيار الكهربائي – قانون أوم – العوامل التي تتوقف عليها مقاومة موصل .
- ❖ نحسب كلاً من : شدة التيار الكهربائي – المقاومة الكلية لعدة مقاومات متصلة معاً القوة الدافعة الكهربائية لعدة أعمدة متصلة معاً .
- ❖ نوجد العلاقة بين القوة الدافعة الكهربائية لعمود وفرق الجهد بين قطبية .
- ❖ تحقق قانون أوم عملياً .

التيار الكهربائي: **هو عبارة عن سيل من الإلكترونات الحرة المتحركة خلال الموصلات الكهربائية.**

- ❖ **يستمر مرور التيار الكهربائي من نقطة إلى أخرى في موصل طالما كان هناك فرق في الجهد بين النقطتين وعندما يتساوى جهديهما ينعدم مرور التيار.**
- ❖ **فرق الجهد بين النقطتين يعمل كقوة دافعة تدفع التيار (الشحنات) من إحدى النقطتين إلى الأخرى.**

نوعا التيار الكهربائي:

١-تيار مستمر (D.C): **وهو تيار ثابت الشدة موحد الاتجاه.**
ونحصل عليه من الأعمدة الكهربائية المختلفة مثل العمود الجاف والمركم الرصاصي.

٢-تيار متردد (A.C): **وهو تيار متغير الشدة والاتجاه.**
ونحصل عليه من المولدات الكهربائية (دينامو التيار المتردد).

- ❖ **وهذا التيار هو الأكثر شيوعاً واستخداماً في معظم مجالات الحياة. مثل إضاءة المنازل والشوارع والمعامل والمصانع وغيرها. وهو أفضل من التيار المستمر لعدة أسباب سيأتي التحدث عنها في مراحل قادمة.**

شدة التيار الكهربائي (ت): **هي كمية الشحنة الكهربائية التي تمر خلال مقطع معين من الموصل في الثانية الواحدة.**

∴ **ت = $\frac{\text{ش}}{\text{ز}}$ كولوم/ثانية وقد اصطلح على تسمية هذه الوحدة باسم "أمبير".**

- ❖ **يستخدم جهاز الأميتر في قياس شدة التيار.**

ملحوظات :

١- اتجاه التيار الكهربائي: اتفق العلماء على اتخاذ اتجاه محصلة سرعات الشحنات الموجبة اتجاهاً للتيار الكهربائي ويسمى هذا الاتجاه بالاتجاه الاصطلاحي للتيار.

٢- الاتجاه الاصطلاحي للتيار الكهربائي يكون مع اتجاه الشحنات الموجبة وعكس اتجاه سريان الإلكترونات الحرة (الشحنات السالبة).

٣- هناك وحدات أصغر لقياس شدة التيار هي:

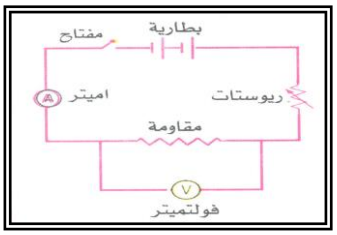
الملي أمبير = $١٠^{-٣}$ أمبير ، الميكروأمبير = $١٠^{-٦}$ أمبير

قانـون أوم

❖ **قلنا أنه إذا كان هناك فرق في الجهد بين طرفي موصل معدني فإن تياراً كهربائياً ينشأ في هذا الموصل.**

❖ **قام العالم الألماني "جورج سيمون أوم" عام ١٩٢٦م بدراسة العلاقة بين فرق الجهد وشدة التيار الكهربائي (ت) الناشئ عنه.**

تحقيق قانون أوم عملياً:



١- كون دائرة كهربائية من بطارية وريوستات ومفتاح وأميتر وفولتيمتر وسلك ذو مقاومة ثابتة. كما بالشكل.

٢- أغلق الدائرة وعين قراءة الفولتميتر الدالة على فرق الجهد (جـ) بين طرفي المقاومة الثابتة وقراءة الأميتر الدالة على شدة التيار (ت) المار فيها.

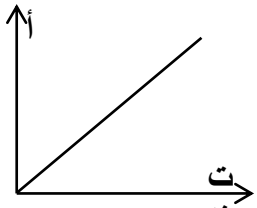
٣- غيّر فرق الجهد الكهربائي بواسطة المقاومة المتغيرة (الريوستات) تلاحظ تغيراً في شدة التيار الكهربائي الناشئ في الموصل (المقاومة الثابتة) واحصل على عدة قراءات لفرق الجهد وعدة قراءات مناظرة لها لشدة التيار الكهربائي. وسجل النتائج في جدول.

٤- ارسم علاقة بيانية بين شدة التيار وفرق الجهد تحصل على منحني كما بالشكل.

الملاحظة:

١- العلاقة البيانية بين (جـ ، ت) هي علاقة خطية أي نحصل على خط مستقيم يمر بنقطة الأصل.

م	جـ	ث	جـ ÷ ت
١			
٢			
٣			
٤			



٢-من الجدول نجد أن خارج قسمة جـ ÷ ت = مقدار ثابت

الاستنتاج: **جـ ∝ ت**

أي أن: شدة التيار تتناسب طردياً مع فرق الجهد. وهذا هو قانون أوم.

قانون أوم: **ينص على أن** (شدة التيار المار في موصل معدني تتناسب طردياً مع فرق الجهد بين طرفيه عند ثبوت درجة الحرارة **).**

∵ جـ ∝ ت ∴ جـ = ت × ثابت ويتضح من هذه العلاقة أنه إذا كبر الثابت كبرت (جـ) وقلّت (ت) وبالعكس إذا صغر الثابت صغرت (جـ) وزادت (ت).

أي أن هذا الثابت هو مقياس لممانعة الموصل لمرور التيار الكهربائي فيه، لذا يسمى هذا الثابت (مقاومة الموصل). ويرمز له بالرمز (م).

جـ = ت × م أمبير × أوم أو فولت

ومنها **م = $\frac{\text{جـ}}{\text{ت}}$** فولت/ أمبير ويطلق على هذه الوحدة اسم (أوم)

، **ت = $\frac{\text{جـ}}{\text{م}}$ أمبير** ⇐ الأمبير = فولت / أوم

تعريف المقاومة الكهربية لموصل (م): **هي خارج قسمة فرق الجهد بين طرفيه على شدة التيار المار فيه.**

تعريف آخر لمقاومة الموصل: **تقدر عددياً بفرق الجهد بين طرفي الموصل عندما يمر فيه تيار شدته الوحدة.**

تعريف الأوم: **هو مقاومة موصل يسمح بمرور تيار كهربائي شدته واحد أمبير عندما يكون فرق الجهد بين طرفيه واحد فولت أو** أوم = $\frac{\text{1 فولت}}{\text{1 أمبير}}$

*** هناك وحدات أخرى تقاس بها المقاومة هي:**

ملي أوم = ١٠$^{-٣}$ أوم ، ميكرو أوم = ١٠$^{-٦}$ أوم

كيلو أوم = ١٠^{٣} أوم ، ميجا أوم = ١٠^{٦} أوم

العوامل التي تتوقف عليها مقاومة موصل:

١- نوع مادة الموصل: **مقاومة الموصل تختلف باختلاف نوع مادته.**

٢- طول الموصل (ل): **مقاومة الموصل تتناسب طردياً مع طوله: م ∝ ل**

٣- مساحة مقطع الموصل (س): **مقاومة الموصل تتناسب تناسباً عكسياً مع مساحة مقطعه.**

∴ م ∝ $\frac{1}{\text{س}}$

٤- درجة الحرارة (د): **لقد وجد أن المقاومة تزداد في الموصل بزيادة درجة حرارته. أي أن المقاومة تتناسب تناسباً طردياً مع درجة حرارة الموصل.**

∴ م ∝ $\frac{\text{ل}}{\text{س}}$ ∴ م = ثابت × $\frac{\text{ل}}{\text{س}}$ يرمز لهذا الثابت بالرمز (ρ)

وهذا الثابت يعتمد على نوع مادة الموصل ودرجة حرارته ويسمى المقاومة النوعية للمادة

∴ م = $\frac{\rho \times \text{ل}}{\text{س}}$ أوم ∴ ρ = $\frac{\text{م} \times \text{س}}{\text{ل}}$ أوم متر

وإذا كانت س = ١م^{٢} ، ل = ١م فإن ρ = م

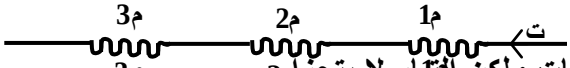
تعريف المقاومة النوعية للمادة:

هي مقدار مقاومة موصل منتظم المقطع من المادة طوله (١) متر ومساحة مقطعه (١) م^{٢}.

ملحوظة: إذا كان السلك ذو مقطع دائري فإن مساحة مقطعه (س) = π نق^{٢} وعليه فإن م = $\frac{\rho \times \text{ل}}{\pi \text{ نق}^2}$ **أوم**

توصيل المقاومات: **توصل المقاومات الكهربائية في الدوائر الكهربية والإلكترونية بعدة طرق منها:**

١)طريقة التوصيل على التوالي:



وفيها يتجزأ الجهد الكهربائي الكلي للدائرة بين أطراف المقاومات ولكن التيار لا يتجزأ.

جـ ك = جـ ١ + جـ ٢ + جـ ٣ +..... فولت ، ∵ جـ = ت × م

∵ ت × م ن = ت × م ١ + ت × م ٢ + ت × م ٣ + ...

∴ م ك = م ١ + م ٢ + م ٣ +..... أوم

ملحوظات:

١- المقاومة الكلية تساوي مجموع المقاومات.

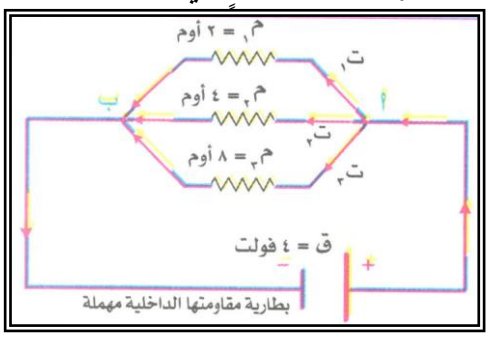
٢-المقاومة الكلية لعدة مقاومات متصلة معاً على التوالي تكون أكبر من أكبر مقاومة.

٣- إذا كانت المقاومات متساوية وقيمة كل منها (م) وعددها (ن) فإن:

$$\text{م ك} = \text{م} \times \text{ن} \text{ أوم}$$

٢)طريقة التوصيل على التوازي:

وفيها يتوزع التيار (يتجزأ) على المقاومات كلٌ حسب قيمتها بينما الجهد يكون متساوٍ أي لا يتجزأ.



∴ ت ك = ت١ + ت٢ + ت٣ +.... أمبير ،

$$\because \text{ت} = \frac{\text{جـ}}{\text{م}}$$

$$\therefore \frac{\text{جـ}}{\text{م ك}} = \frac{\text{جـ}}{\text{م}_1} + \frac{\text{جـ}}{\text{م}_2} + \frac{\text{جـ}}{\text{م}_3} + \ldots.$$

$$\therefore \frac{1}{\text{م ك}} = \frac{1}{\text{م}_1} + \frac{1}{\text{م}_2} + \frac{1}{\text{م}_3} + \ldots. \quad \frac{1}{\text{أوم}}$$

ملحوظات:

١-مقلوب المقاومة الكلية يساوي مجموع مقلوبات هذه المقاومات.

٢- المقاومة الكلية لعدة مقاومات متصلة معاً على التوازي تكون أصغر من أصغر مقاومة.

٣- إذا كانت المقاومات متساوية وقيمة كل منها (م) وعددها (ن) فإن:

$$\text{م ك} = \frac{\text{م}}{\text{ن}} \text{ أوم}$$

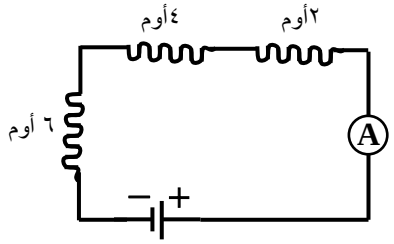
٤-إذا اتصلت مقاومتان معاً على التوازي فإن:

$$\text{م ك} = \frac{\text{م}_1 \times \text{م}_2}{\text{م}_1 + \text{م}_2} = \frac{\text{حاصل ضربهما}}{\text{حاصل جمعهما}} \text{ أوم}$$

مثال١: من الشكل المقابل: أحسب شدة التيار المار في الدائرة.

الحل: م ك = م١ + م٢ + م٣ أوم

= ٢ + ٤ + ٦ = ١٢ أوم



ت = $\frac{\text{جـ}}{\text{م}_\text{ك}}$ أمبير = $\frac{24}{12}$ = ٢ أمبير

✍مثال٢: إذا وصلت المقاومات في الشكل السابق معاً على التوازي. فكم تكون شدة التيار؟

الحل:

$$\frac{1}{\text{م}_\text{ك}} = \frac{1}{\text{م}_1} + \frac{1}{\text{م}_2} + \frac{1}{\text{م}_3} = \frac{1}{2} + \frac{1}{4} + \frac{1}{6} = \frac{2+3+6}{12} = \frac{11}{12}$$

∴ م ك = $\frac{12}{11}$ أوم

$$\text{ت} = \frac{\text{جـ}}{\text{م}_\text{ك}} = \frac{24}{12} = \frac{24 \times 11}{12} = ٢٢ \text{ أمبير}$$

✍مثال٣: مقاومتان مقدارهما (٣، ٦) أوم وُصّلت معاً. أحسب المقاومة الكلية المكافئة لهما إذا كان التوصيل على: أ- التوالي ب- التوازي

الحل: أ- على التوالي: م ك = م١ + م٢ = ٣ + ٦ = ٩

ب- على التوازي:

$$\because \text{م}_\text{ك} = \frac{\text{م}_1 \text{ م}_2}{\text{م}_1 + \text{م}_2} = \frac{\text{حاصل ضربهما}}{\text{حاصل جمعهما}} \text{ أوم}$$

$$\therefore \text{م}_\text{ك} = \frac{6 \times 3}{6+3} = \frac{18}{9} = ٢ \text{ أوم}$$

✍مثال٤: ثلاث مقاومات متساوية قيمة كل منها (٦) أوم وصّلت بمصدر كهربي، فرق الجهد بين قطبيه (٣٦) فولت. فاحسب شدة التيار المار في الدائرة إذا كان التوصيل على أ- التوالي ب- التوازي

الحل: أ- <u>على التوالي</u>: م ك = م × ن = ٦ × ٣ = ١٨ أوم

إذن ت = $\frac{\text{جـ}}{\text{م}_\text{ك}}$ = $\frac{36}{18}$ = ٢ أمبير

ب- <u>على التوازي</u>: م ك = $\frac{\text{م}}{\text{ن}}$ أوم = $\frac{6}{3}$ = ٢ أوم

∴ ت = $\frac{\text{جـ}}{\text{م}_\text{ك}}$ = $\frac{36}{2}$ = ١٨ أمبير

✍مثال٥: بيّن كيف توصل ثلاث مقاومات في دائرة كهربية إذا كانت قيمتها على الترتيب (٨ ، ١٦، ٢٤) أوم بحيث تكون مقاومتها الكلية (٢٢) أوم؛ وإذا كانت شدة التيار المار فيها بعد ذلك هي (٨) أمبير. فأوجد شدة التيار في كل من المقاومات الثلاث وفرق الجهد بين طرفي كل منها.

الحل: أ- <u>لا توصل المقاومات على التوالي</u>.

لأن المقاومة الكلية لها تكون أكبر من (٢٢) أوم

م ك = م١ + م٢ + م٣ = ١٨+ ١٦ +٢٤= ٤٨ أوم

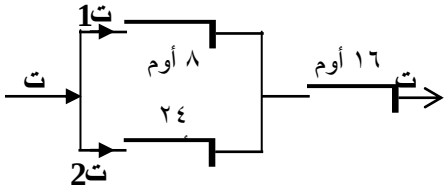
ب-<u>إذا وصلت على التوازي فإن:</u>

$$\frac{1}{م_ك} = \frac{1}{م_1} + \frac{1}{م_2} + \frac{1}{م_3} = \frac{1}{8} + \frac{1}{16} + \frac{1}{24} = \frac{6+3+2}{48} = \frac{11}{48}$$

∴ م ك = $\frac{48}{11}$ أوم = ٤.٤ أوم ∴ لا توصل المقاومات على التوازي

لأن المقاومة الكلية لها ستكون أقل من (٢٢) أوم.

جـ- توصل المقاومتان (٨ ، ٢٤) أوم على التوازي ثم توصل بهما على التوالي المقاومة (١٦) أوم كما بالشكل.



مَ = $\frac{م_1 \times م_2}{م_1 + م_2}$ أوم

= $\frac{24 \times 8}{24+8} = \frac{192}{32}$ = ٦ أوم

م ك = ١٦ + ٦ = ٢٢ أوم

فرق الجهد بين طرفي المقاومتين (٨، ٢٤) أوم = مَ × ن = ٦ × ٨ = ٤٨ فولت

ت١ = $\frac{جـ}{م_1} = \frac{48}{8}$ = ٦ أمبير ، ت٢ = $\frac{جـ}{م_2} = \frac{48}{24}$ = ٢ أمبير

، شدة التيار المار في المقاومة (م٣) = ٨ أمبير

، جـ٣ = ت × م٣ = ٨ × ١٦ = ١٢٨ فولت

القوة الدافعة الكهربية:

- إن الطاقة اللازمة لتحريك شحنات التيار الكهربائي تنتج من تحويل الطاقة الكيميائية إلى طاقة كهربائية في الأعمدة الكهربائية، أو من تحويل الطاقة الميكانيكية والمغناطيسية إلى طاقة كهربائية كما في المولدات الكهربائية.
- إذا كان لدينا دائرة كهربائية بسيطة، تتكون من بطارية مقاومتها الداخلية (م د) ومقاومة ثابتة خارجية (مخ) متصلة معاً على التوالي عن طريق سلك مهمل المقاومة كما بالشكل.
- يسري التيار الكهربائي حسب الاتجاه الاصطلاحي له من القطب الموجب للبطارية إلى القطب السالب لها خارج البطارية، ومن القطب السالب إلى القطب الموجب داخل البطارية.
- ولكي تتحرك الشحنة الموجبة دورة كاملة، عليها أن تتغلب على المقاومة الثابتة (مخ) وعلى المقاومة الداخلية للبطارية (م د) وفي سبيل تحقيق ذلك تبذل هذه الشحنة شغلاً تستمده من البطارية.
- إذن عمل البطارية هو بذل شغل لتمكين الشحنة الموجبة من إتمام دورتها الكاملة في الدائرة أي نقلها من النقطة ذات الجهد المنخفض (القطب السالب) إلى النقطة ذات الجهد المرتفع (القطب الموجب) داخل البطارية.
- نفرض أن شحنة موجبة مقدارها (ش) كولوم تدفقت من مقطع من الموصل خلال زمن مقداره (ز) ثانية، فدخلت إلى البطارية من القطب السالب وخرجت منها من القطب الموجب، فتكون البطارية قد بذلت شغلاً على الشحنة مقداره (شغ) جول.

∴ **الشغل المبذول على وحدة الشحنات = $\frac{\text{شغ}}{\text{ش}}$ جول/كولوم**

❖ **هذا الشغل المبذول من قبل البطارية لتحريك وحدة الشحنات الموجبة من نقطة في الدائرة حتى تعود إلى نفس النقطة أي إتمام دورتها الكاملة في الدائرة يطلق عليه اسم القوة الدافعة الكهربية للبطارية (ق. د. ك).**

تعريف القوة الدافعة الكهربائية لمصدر (ق. د. ك) أو (ق):

هي مقدار الشغل الذي يبذله المصدر في نقل وحدة الشحنات الموجبة داخل وخارج المصدر. أي في جميع أجزاء الدائرة الكهربية.

قانون أوم للدائرة الكاملة:

لو عدنا إلى الدائرة السابقة وفرضنا أن (ق. د. ك) فولت هي القوة الدافعة الكهربائية للبطارية التي مقاومتها الداخلية (م د) ، (ت) أمبير هي شدة التيار الكهربائي المار في الدائرة الخارجية التي مقاومتها (م خ) أوم فإن مقدار الشغل المبذول لتحريك وحدة الشحنات الموجبة خارج المصدر في نفس المقاومة الثابتة (م خ) هو فرق الجهد الخارجي ويرمز له بالرمز (جـ) :

جـ = ت × م خ فولت ..... (١)

ومقدار الشغل المبذول لتحريك وحدة الشحنات الموجبة داخل المصدر يسمى فرق الجهد الداخلي ويرمز له بالرمز (جَ) : جَ = ت × م د فولت..... (٢)

∵ **الشغل المبذول لتحريك وحدة الشحنات الموجبة داخل وخارج المصدر، أي في الدائرة كلها يسمى القوة الدافعة الكهربية للمصدر ويرمز له بالرمز (ق. ر.ك) أو (ق)**

ق. د. ك = فرق الجهد الخارجي + فرق الجهد الداخلي أي أن:

ق = جـ + جَ فولت

= ت × م خ + ت × م د = ت (م خ + م د)

∴ $\boxed{\text{ت} = \frac{\text{ق}}{\text{م خ} + \text{م د}} \text{ أمبير}}$

وتسمى هذه العلاقة بقانون أوم للدائرة الكاملة أو المقفلة

ملاحظة : يمكن تطبيق قانون أوم على أي جزء من دائرة كهربائية كما يأتي:

في الدائرة الخارجية	داخل المصدر	في الدائرة كلها
$\text{ت} = \frac{\text{جـ}}{\text{م خ}}$	$\text{ت} = \frac{\text{جـ}}{\text{م د}} = \frac{\text{ق} - \text{جـ}}{\text{م د}}$	$\text{ت} = \frac{\text{ق}}{\text{م خ} + \text{م د}}$

العلاقة بين القوة الدافعة الكهربائية لعمود (ق) وفرق الجهد بين قطبيه (جـ):

∵ **ق = جـ + جَ لكن جَ = ت × م د**

∴ **ق = جـ + ت × م د**

ويلاحظ أن (ق = جـ) عندما يصبح المقدار (ت × م د) = صفر ، أي عندما ت = صفر أو م د = صفر ، أي يحدث ذلك عندما تكون:

أ– الدائرة مفتوحة ب– المقاومة الداخلية للبطارية مهملة = ٠

تعريف القوة الدافعة الكهربائية لعمود:

" هي فرق الجهد بين قطبيه عندما لا يمر تيار أي والدائرة مفتوحة"

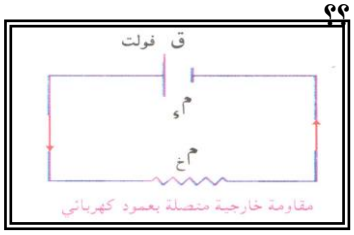
❖ **ما معنى أن القوة الدافعة الكهربائية لعمود جاف = ١.٥ فولت؟**

معنى ذلك أن فرق الجهد بين قطبي العمود عند عدم مرور تيار أي والدائرة مفتوحة = ١.٥ فولت

ملحوظة : تقاس القوة الدافعة الكهربائية لعمود بتوصيل قطبيه بفولتميتر وفتح الدائرة الخارجية على أن تكون مقاومة جهاز الفولتميتر كبيرة جداً بحيث يكون التيار المار بالجهاز صغيراً جداً لدرجة أنه يمكن إهماله.

مثال١: لاحظ الشكل حيث يمر عبر الموصل تيار كهربائي شدته (٢) أمبير ومقاومة الموصل (١٠) أوم، أحسب القوة الدافعة الكهربائية للعمود إذا كانت مقاومته الداخلية (٠.٥) أوم.

الحل: ت = ٢ أمبير ، م خ = ١٠ أوم ، م د = ٠.٥ أوم ، ق = ؟؟



∵ $ت = \frac{ق}{م_خ + م_د}$ أمبير

∴ ق = ت (م خ + م د) فولت

= ٢ (١٠ + ٠.٥) = ٢١ فولت

مثال٢: بطارية قوتها الدافعة الكهربائية (١٢) فولت ومقاومتها الداخلية (١) أوم، وصّلت بمقاومة خارجية (م خ) فكانت شدة التيار الكهربائي المار فيها (٢) أمبير. فما مقدار المقاومة الخارجية المتصلة بقطبي البطارية؟

الحل: ق = ١٢ فولت ، م د = ١ أوم ، م خ = ؟؟ ، ت = ٢ أمبير

∵ ق = ت (م خ + م د) ∴ ١٢ = ٢ (م خ + ١) = ٢ م خ + ٢

∴ ١٢ – ٢ = ٢ م خ ٢ م خ = ١٠

∴ م خ = $\frac{10}{2}$ = ٥ أوم

مثال٣: بطارية قوتها الدافعة الكهربائية (٢٤) فولت، وصّل قطباها بمقاومة خارجية (٨) أوم فكانت شدة التيار المار فيها (٢) أمبير. أحسب المقاومة الداخلية للبطارية. وإذا أهملت المقاومة الداخلية. فكم تكون شدة التيار؟

الحل:

ق = ٢٤ فولت ، م خ = ٨ أوم ، ت = ٢ أمبير م د = ؟؟

∵ $ت = \frac{ق}{م_خ + م_د}$ أمبير إذن ٢ = $\frac{24}{8 + م_د}$

∴ ١٦ + ٢ م د = ٢٤

∴ ٢ م د = ٢٤ – ١٦ = ٨

∴ م د = $\frac{8}{2}$ = ٤ أوم

وبإهمال المقاومة الداخلية فإن ت = $\frac{ق}{م_خ}$ = $\frac{24}{8}$ = ٣ أمبير

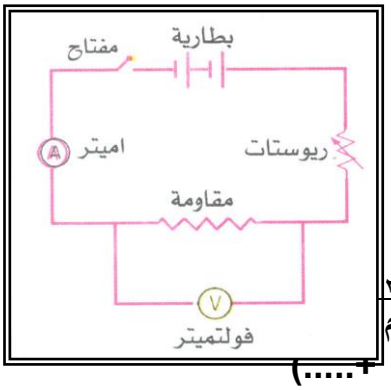
مثال٤: في المثال السابق أحسب كلاً من فرق الجهد الخارجي وفرق الجهد الداخلي.

الحل: جـ = ت × م خ = ٢ × ٨ = ١٦ فولت
، جـَ = ت × م د = ٢ × ٤ = ٨ فولت
التأكد جـ + جـَ = ١٦ + ٨ = ٢٤ فولت وهو يساوي (ق . د. ك) للبطارية

الأعمدة الكهربائية

- **الأعمدة الكهربائية هي أحد مصادر الكهرباء وتختزن فيها الطاقة الكهربائية على صورة طاقة كيميائية، وعند توصيلها في الدوائر الكهربائية تتحول هذه الطاقة الكيميائية المختزنة إلى طاقة كهربائية.**
- **توجد الأعمدة الكهربائية على عدة أشكال وأحجام مختلفة تلائم الأجهزة التي تستخدم فيها.**

طرق توصيل الأعمدة الكهربائية: لتكوين البطاريات:
توصل الأعمدة الكهربائية في الدوائر الكهربائية بعدة طرق مختلفة للحصول على قوة دافعة كهربائية كبيرة أو صغيرة بحسب الحاجة ومن هذه الطرق:



١) طريقة التوصيل على التوالي:
حساب القوة الدافعة الكهربية الكلية للأعمدة (ق):
ق = ق١ + ق٢ + ق٣ + ... فولت
أي أن القوة الدافعة المكافئة تساوي مجموع القوى الدافعة للأعمدة.

$$\therefore \text{ت} = \frac{\text{القوة الدافعة الكهربائية الكلية}}{\text{المقاومة الكلية للدائرة}} = \frac{\text{ق}_1 + \text{ق}_2 + \ldots}{\text{م}_\text{خ} + (\text{م} + \ldots)}$$

$$= \frac{\text{القوة الدافعة الكلية}}{\text{المقاومة الخارجية} + \text{المقاومة}}$$

وإذا كانت الأعمدة متماثلة القوة الدافعة لك منها (ق) وعددها (ن)
وأن المقاومة الداخلية للعمود الواحد (م د) ، المقاومة الخارجية (م خ) فإن:

$$\text{ت} = \frac{\text{ن ق}}{\text{م}_\text{خ} + \text{ن م}_\text{د}} \text{ أمبير}$$

٢) طريقة التوصيل على التوازي: إذا كانت الأعمدة متماثلة فإن:
القوة الدافعة الكلية للبطارية = القوة الدافعة للعمود الواحد = ق فولت

المقاومة الداخلية للبطارية = $\frac{\text{م}_\text{د}}{\text{ن}}$ **أوم**

$$\therefore \text{شدة التيار} = \frac{\text{القوة الدافعة الكلية للبطارية}}{\text{المقاومة الكلية}}$$

إذن $\text{ت} = \frac{\text{ق}}{\text{م}_\text{خ} + \frac{\text{م}}{\text{ن}}}$ **أمبير**

وعليه : $ت = \frac{ن\ ق}{ن\ م_{خ} + م_{د}}$ **أمبير**

٣)طريقة التوصيل على التضاعف (توالي وتوازي معاً):

نفرض أن عدد الأعمدة = ن عمود وصّلت على التضاعف في صفوف عددها (ص) صف.
وعدد الأعمدة في كل صف = س عمود متصلة معاً على التوالي كما بالشكل
إذن القوة الدافعة للصف = س × ق فولت،
وبما أن الصفوف متصلة معاً على التوازي.
القوة الدافعة الكلية للبطارية = القوة الدافعة للصف الواحد = س × ق فولت
، المقاومة الداخلية للصف الواحد = س × م د أوم
، وبما أن الصفوف متصلة على التوازي

∴ المقاومة الداخلية للبطارية $= \frac{\text{مقاومة الصف الواحد}}{\text{عدد الصفوف}} = \frac{س \times م_{د}}{ص}$ **أوم**

$∴ ت = \frac{س\ ق}{م_{خ} + \frac{س \times م_{د}}{ص}}$

$، ت = \frac{س\ ص\ ق}{ص\ م_{خ} + س\ م_{د}}$ **أمبير**

مثال١: عمود كهربي وصّل قطباه بمقاومة مقدارها (٢) أوم بواسطة مفتاح وعندما كانت الدائرة مفتوحة قيس فرق الجهد بين قطبي العمود بفولتميتر. فوجد أنه (٦) فولت وعندما أغلقت الدائرة وجد أنه (٤) فولت. أوجد المقاومة الداخلية للعمود.

الحل:

قراءة الفولتميتر والدائرة مفتوحة تدل على القوة الدافعة للعمود (ق) = ٦ فولت
قراءة الفولتميتر والدائرة مغلقة تدل على فرق الجهد بين قطبي العمود (جـ) =٤فولت

م خ = ٢ أوم ، م د = ؟؟ ، $ت = \frac{جـ}{م_{خ}} = \frac{4}{2} = ٢$ **امبير**

$∴ ت = \frac{ق}{م_{خ} + م_{د}}$ **أمبير** $∴ ٢ = \frac{6}{2 + م_{د}}$ **إذن** $٤ + ٢\ م_{د} = ٦$

$∴ ٢\ م_{د} = ٦ - ٤ = ٢$ $∴ م_{د} = \frac{2}{2} = ١$ **أوم**

مثال٢: عمود كهربي قوته الدافعة الكهربية (١٢) فولت وصّل طرفاه بمقاومة خارجية مقدارها (٤) أوم. فكانت شدة التيار المار في الدائرة (٢) أمبير. فإذا استبدلت هذه المقاومة بمقاومة أخرى مقدارها (١) فاحسب شدة التيار.

الحل: ق = ١٢ فولت ، م خ١ = ٤ أوم ، $ت_{١} = ٢$ **أمبير**
، م خ٢ = ١ $ت_{٢} = ؟؟؟؟$

$ت_{١} = \frac{ق}{م_{خ_{1}} + م_{د}}$ **أمبير** $∴ ٢ = \frac{12}{4 + م_{د}}$

$∴ ٨ + ٢\ م_{د} = ١٢$ $∴ م_{د} = ٢$ **أوم**

$ت_2 = \frac{ق}{م_{خ2} + م_د}$ أمبير $= \frac{12}{2+1} = \frac{12}{3} = ٤$ أمبير

مثال٣: عمود كهربي مقاومته الداخلية (٠.٥) أوم وصل بثلاثة أسلاك مقاومتها ١٢، ٣، ٤ أوم على الترتيب متصلة معاً على التوازي. فإذا كانت شدة التيار المار في المقاومة الثانية = ٢ أمبير. فاحسب القوة الدافعة الكهربية للعمود.

الحل : فرق الجهد بين طرفي المقاومة الثابتة (جـ) ت × م٢

وبما أن المقاومات متصلة معاً على التوازي ∴ الجهد لا يتجزأ

إذن فرق الجهد بين طرفي الأسلاك الثلاثة = ٦ فولت

ثم نحسب المقاومة الكلية للمقاومات الثلاث (مخ) كالتالي:

$$\frac{1}{م_خ} = \frac{1}{م_1} + \frac{1}{م_2} + \frac{1}{م_3} + \frac{1}{أوم} = \frac{1}{12} + \frac{1}{3} + \frac{1}{4} = \frac{1+4+3}{12} = \frac{8}{12}$$

$$\therefore م_خ = \frac{12}{8} = ١.٥ \text{ أوم}$$

ثم نحسب شدة التيار الكلي المار في الدائرة (ت) = $\frac{جـ}{م_خ} = \frac{6}{1.5} = ٤$ **أمبير**

وبعد ذلك نحسب (ق. د. ك) للعمود:

$$\therefore ت = \frac{ق}{م_خ + م_د} \text{ أمبير}$$

$$\therefore ق = ت (م_خ + م_د) = ٤ (١.٥ + ٠.٥)$$
$$= ٤ \times ٢ = \text{فولت}$$

مثال٤: عمود كهربائي قوته الدافعة الكهربية (١٥) فولت ومقاومته الداخلية (١) أوم وصّل قطباه بالمقاومات (١، ٥، ٢، ١٠) أوم على الترتيب كما بالشكل. أوجد شدة التيار في كل من فرعي الدائرة.

الحل: ق = ١٥ فولت ، م_د = ١

، م_١ = ١ ، م_٢ = ٥ أوم ، م_٣ = ٢ أوم ، م_٤ = ١٠ أوم

ت١ = ؟؟ ت٢ = ؟؟

مقاومة الفرع أ ب جـ (م_١) = ١ + ٥ = ٦ أوم

مقاومة الفرع أ د جـ (م_٢) = ٢ + ١٠ = ١٢ أوم

المقاومة الكلية للمقاومات الأربع

$$م_خ = \frac{م_1 م_2}{م_1 + م_2} \text{ أمبير} = \frac{12 \times 6}{12+6} = ٤ \text{ أوم}$$

$$ت = \frac{ق}{م_خ + م_د} \text{ أمبير} = \frac{15}{1+4} = \frac{15}{5} = ٣ \text{ أمبير}$$

فرق الجهد بين طرفي المقاومة الخارجية

(جـ) = ت × م_خ = ٣ × ٤ = ١٢ فولت

$$\therefore ت_1 = \frac{جـ}{م_1} = \frac{12}{6} = ٢ \text{ أمبير}$$

$$ت_2 = \frac{جـ}{م_2} = \frac{12}{6} = ١ \text{ أمبير}$$

✍مثال٥ : لديك بطارية مكونة من (٥) أعمدة. القوة الدافعة لكل منها (٢.٢) فولت والمقاومة الداخلية لكل عمود (٠.٢) أوم ومقاومتان (١.٥ ، ٣) أوم وصّلت جميعاً على التوالي. فكم تكون شدة التيار؟ وإذا وصلت الأعمدة والمقاومتان معاً على التوازي، فكم تكون شدة التيار المار في الدائرة.

الحل:

أولاً: إذا كان التوصيل على التوالي:

$$م_{خ} = م_{1} + م_{2} = ١.٥ + ٣ = ٤.٥$$

$$ت = \frac{ن\ ق}{م_{خ} + ن\ م_{د}} = \frac{2.2 \times 5}{0.2 \times 5 + 4.5} = \frac{11}{1 + 4.5} = \frac{11}{5.5} = ٢ \text{ أمبير}$$

ثانياً: إذا كان التوصيل على التوازي:

$$م_{خ} = \frac{م_{1}\ م_{2}}{م_{1} + م_{2}} = \frac{3 \times 1.5}{3 + 1.5} = ١ \text{ أوم}$$

$$ت = \frac{ن\ ق}{ن \times م_{خ} + م_{د}} = \frac{2.2 \times 5}{0.2 + 1 \times 5} = \frac{11}{5.2} = ٢.١١ \text{ أمبير}$$

✍مثال٦ : بطارية مكونة من (٤٥) عموداً كهربياً رتبت في (١٥) صفاً على التوازي وكل صف يتكون من (٣) أعمدة على التوالي، وصّلت بمقاومة خارجية مقدارها (٠.٥) أوم. فإذا كانت القوة الكهربية لكل عمود (٢) فولت والمقاومة الداخلية لكل منها (٠.٥) أوم. فاحسب شدة التيار الكلي في الدائرة. ثم أحسب شدة التيار المار عند توصيل جميع الأعمدة على أ-التوالي ب-التوازي

الحل:

١)على التضاعف:

$$ت = \frac{س\ ص\ ق}{ص\ م_{خ} + س\ م_{د}} \text{ أمبير} = \frac{2 \times 15 \times 3}{0.5 \times 3 + 0.5 \times 15}$$

$$= \frac{90}{1.5 + 7.5} = \frac{90}{9}$$

٢)على التوالي:

$$ت = \frac{ن\ ق}{م_{خ} + ن \times م_{د}} = \frac{2 \times 45}{.5 \times 45 + 0.5} = \frac{90}{22.5 + 2.5} = \frac{90}{23} = ٣.٩$$

٣)على التوازي:

$$ت = \frac{ن\ ق}{ن\ م_{خ} + م_{د}} = \frac{2 \times 45}{0.5 + 0.5 \times 45} = \frac{90}{23} = ٣.٩ \text{ أمبير}$$

تم التحميل من مدونة ملخصات ثالث ثانوي المنهج اليمني

/http://ye-thirdsecondr.blogspot.com

ومدونة اقرا معي وتعلم على الانترنت

/https://aimn2013.blogspot.com

أسئلة

س١/ أكمل الفراغات في العبارات الآتية:
أ) المقاومة المكافئة لعدة مقاومات متصلة معاً على التوالي تساوي..... وفي حالة التوصيل على التوازي تساوي.....
ب) في حالة توصيل عدة أعمدة كهربائية متماثلة على التوالي فإن القوة الدافعة الكلية المكافئة لها تساوي ..... وعند توصيلها على التوازي تساوي.....
جـ١/ أ) مجموعها – مقلوبها يساوي مجموع مقلوباتها
ب) قيمة إحداها × عددها - القوة الدافعة لعمود واحد.
س٢/ ضع علامة (🗑) أو (🖷) أمام العبارات التالية:
أ-تقاس القوة الدافعة الكهربائية لعمود جاف بوحدة تسمى الأمبير
ب-القوة الدافعة الكهربائية وفرق الجهد لبطارية يتساويان عندما تكون الدائرة مفتوحة.
جـ-المقاومة المكافئة لعدة مقاومات متصلة معاً على التوازي أكبر من المقاومة المكافئة لنفس المقاومات عند توصيلها على التوازي.
د-كمية الشحنات الكهربائية التي تمر عبر مقطع معين من الموصل خلال الثانية الواحدة يطلق عليها اسم شدة التيار الكهربائي.
جـ٢/ أ-(🖷) ب- (🗑) جـ(🖷) د- (🗑)
س٣/ اختر الإجابة الصحيحة من بين الأقواس للعبارات الآتية:
أ-عندما تكون شدة التيار الكهربائي المار في دائرة كهربائية = صفر فإن (ق=جـ ، ق = جـ ، (الإجابتان ١، ٢) ، (لا شيء مما ذكر)
ب-النسبة بين فرق الجهد (جـ) وشدة التيار الكهربائي المار في موصل عند ثبوت درجة حرارته تكون (متغيرة ، ثابتة، صفراً، لا شيء مما ذكر).
جـ-وصلت ثلاث مقاومات قيمها (٢، ٥، ٣) أوم فإذا كانت المقاومة المكافئة لها = ١٠ أوم فإن هذا يعني أنها وصلت بطريقة (التوالي، التوازي، التضاعف، (١،٢ صحيحتان).
د-مر تيار كهربائي شدته (٢) أمبير في موصل مقاومته (١٠) أوم والمقاومة الداخلية للمصدر (٠.٥) أوم تكون القوة الدافعة للمصدر تساوي (٧، ١٠، ٢٠، ٢١) فولت
جـ٣/ أ) ق = جـ ب)ثابتة جـ)التوالي
د) ق = ت (م خ + م د) = ٢ (١٠ + ٠.٥) = ٢١ فولت
س٤/ علل لما يأتي تعليلاً علمياً:
أ-توصل عدة أعمدة كهربائية في بعض الدوائر على التوالي.
ب-توصل في بعض الأجهزة الإلكترونية كالمذياع والتلفاز مقاومة كهربية متغيرة.
جـ٤/ أ- للحصول على قوة دافعة كهربائية كبيرة.
ب-للتحكم في شدة التيار المار فيها وبالتالي التحكم في شدة الصوت الصادر منها.
س٥/ عرف كلاً من: (القوة الدافعة الكهربائية – المقاومة الكهربائية – شدة التيار الكهربائي)
جـ٥/ -القوة الدافعة الكهربية لعمود: هي الشغل الكلي المبذول لنقل وحدة الشحنات الموجبة داخل وخارج العمود. أي في الدائرة كلها مرة واحدة.
-المقاومة الكهربائية لموصل: هي خارج قسمة فرق الجهد بين طرفيه على شدة التيار المار فيه. أو هي فرق الجهد بين طرفي الموصل عندما يمر فيه تيار شدته واحد أمبير.

-شدة التيار الكهربائي: هي كمية الشحنة الكهربائية التي تمر عبر مقطع معين من الموصل خلال الثانية.
س٦/ وصّلت أربع مقاومات قيمها (٣، ٢، ٥، ١٠) أوم بطريقتين هما: أولاً: على التوالي. ثانياً: على التوازي ووصلت في الحالتين ببطارية قوتها الدافعة الكهربائية (٢٠) فولت. فإذا كانت المقاومة الداخلية للبطارية مهملة، أحسب شدة التيار الكهربائي المار في كل حالة.

جـ٦/ ١) على التوالي:

م ك = م١ + م٢ + م٣ + م٤ أوم= ٣ + ٦ = ٩ أوم

م ك = ٣ + ٢ + ٥ + ١٠ = ٢٠ أوم

$$\text{، ت} = \frac{\text{جـ}}{\text{م ك}} = \frac{20}{20} = 1 \text{ أمبير}$$

٢)على التوازي:

$$\frac{1}{\text{م ك}} = \frac{1}{\text{م}_1} + \frac{1}{\text{م}_2} + \frac{1}{\text{م}_3} + \frac{1}{\text{م}_4}$$

$$= \frac{1}{3} + \frac{1}{2} + \frac{1}{5} + \frac{1}{10} = \frac{3+6+15+10}{30} = \frac{34}{30} \text{ أوم} = 1.133$$

$$\therefore \text{ م ك} = \frac{30}{34} \text{ أوم} = 4.4 \text{ أوم}$$

$$\text{ت} = \frac{\text{جـ}}{} = \frac{20}{30} = \frac{34\times20}{30} =$$

تفسير النتيجة:

١– في حالة التوصيل على التوالي تزداد المقاومة فتقل شدة التيار.

٢– في حالة التوصيل على التوازي تقل المقاومة فتزداد شدة التيار.

س٧/ وصلت أربعة أعمدة كهربائية قوة كل منها (١.٥) فولت والمقاومة الداخلية لكل منها (٠.٥) أوم، وصلت معها مقاومة خارجية مقدارها (١٠٠) أوم، أحسب شدة التيار المار في الدائرة إذا كان التوصيل على أ-التوالي ب-التوازي.

جـ٧/ ق = ١.٥ فولت، م د = ٠.٥ أوم ، م خ = ١٠٠ أوم

ت = ؟؟ ، ن = ٤

أ) على التوالي:

$$\text{ت} = \frac{\text{ن ق}}{\text{م}_\text{خ} + \text{ن} \times \text{م}_\text{د}} = \frac{1.5\times4}{0.5\times45+0.5} = \frac{6}{2+100} = \frac{6}{102} = 0.06 \text{ أمبير}$$

٣)على التوازي:

$$\text{ت} = \frac{\text{ن ق}}{\text{ن م}_\text{خ} + \text{م}_\text{د}} = \frac{1.5\times4}{0.5+100\times4} = \frac{6}{0.5+400} = \frac{6}{400.5} = 0.015 \text{ أمبير}$$

س٨/ وصل (٤٥) عموداً كهربائياً على التضاعف بدائرة كهربائية لتكون بطارية رتبت في ١٥ صفاً على التوازي وكل صف يتكون من ٣ أعمدة على التوالي وصلت بمقاومة خارجية (٠.٥) أوم. علماً بأن القوة الدافعة للكهرباء لكل عمود (١.٥) فولت والمقاومة الداخلية لكل عمود (٢.٥) أوم، أحسب مقدار شدة التيار الكهربائي المار في الدائرة.

جـ٨/ ن = ٤٥ عمود ، ص = ١٥ صف ، س = ٣ أعمدة

، م خ = ٠.٥ أوم ، ق = ١.٥ فولت ، م د = ٢.٥ أوم

، ت = ؟؟

ت = $\frac{\text{س ص ق}}{\text{ص م}_{\text{غ}}+\text{س م}_{\text{د}}}$ أمبير = $\frac{1.5\times15\times3}{2.5\times3+0.5\times15}$ = $\frac{67.5}{7.5+7.5}$ = $\frac{67.5}{15}$ = ٤.٥ أمبير

س٩/ كيف يمكنك استنتاج ما يلي:

أ-أن القوة الدافعة الكهربائية لعدة أعمدة متصلة معاً على التوالي نحصل منها على قوة دافعة كهربائية كبيرة بينما في حالة توصيلها على التوازي نحصل على قوة دافعة كهربائية صغيرة. وضح إجابتك بالرسم.

ب- قانون أوم جـ-المقاومة المكافئة لعدة مقاومات متصلة معاً على التوالي = مجموعها

جـ٩/ أ) ١- نحضر ثلاثة أعمدة جافة متماثلة القوة الدافعة لكل منها (١.٥) فولت

٢-نصل هذه الأعمدة على التوالي ونقيس القوة الدافعة الكلية لها بواسطة الفولتميتر. نجد أنها = ٤.٥ فولت.

٣-نصل الأعمدة على التوازي ثم نقيس القوة الدافعة لها بالفولتميتر نجد أنها = ١.٥ فولت

الاستنتاج: القوة الدافعة في حالة التوصيل على التوالي أكبر منها في حالة التوصيل على التوازي.

ب) قانون أوم (أنظر الكتاب ص)

جـ) ١- نأخذ ثلاث مقاومات قيمة كل منها (١٥) أوم مثلاً.

٢-نصل المقاومات الثلاث معاً على التوالي ونقيس المقاومة الكلية بجهاز الأوموميتر نجد أنها = ٤٥ أوم.

٣-نصل المقاومات الثلاث معاً على التوازي، كما بالشكل، ونقيس المقاومة الكلية لها بواسطة الأوموميتر أو جهاز الأفوميتر نجد أن المقاومة المكافئة تساوي ٥ أوم.

الاستنتاج: المقاومة لمكافئة لعدة مقاومات متصلة معاً على التوالي تساوي مجموع قيمها ، بينما في حالة التوصيل على التوازي مقلوب المقاومة المكافئة يساوي مجموعة مقلوبات المقاومات .