دولة ليبيا

وزارة التعليم

مركز المناهج التعليمية والبحوث التربوية

الفيزياء

للسنة الثالثة من مرحلة التعليم الثانوي

القسم العلمي

الجزء الأول : الكهرباء والمغاطيسية والفيزياء الذرية

الدرس الثالث عشر

المدرسة الليبية بفرنسا ـ تور

العام الدراسي

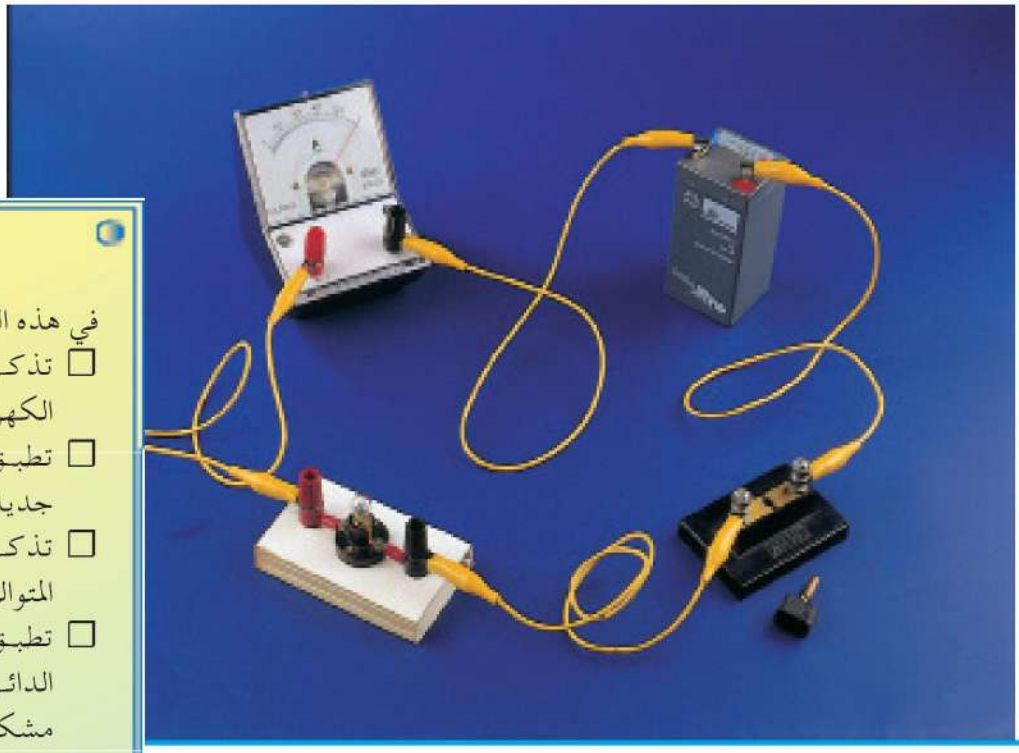
1441 / 1442 هـ . 2020 / 2021 م

جميع الحقوق محفوظة لـ مركز المناهج التعليمية والبحوث التربوية ـ ليبيا

الوحدة 3

الدوائر الكهربائية ذات التيار الكهربائي المستمر

D.C. Circuits



تعلمنا في الوحدة السابقة شدة التيار و فرق الجهد والمقاومة و سنحلل في هذه الوحدة التيارات السارية في المقاومات، وفروق الجهد عبرها عند وصل المقاومات على التوالي أو على التوازي أو في مجموعات من المتواليات أو المتوازيات.

مخرجات التعلم

في هذه الوحدة، سوف...

- ☐ تذكر أن التيار عند كل نقطة في الدائرة الكهربائية المتوالية متكافئ.
- ☐ تطبق مبدأ التيار في المتوالية على مواقف جديدة أو لحل مشكلات ذات صلة.
- ☐ تذكر أن مجموع فروق الجهد في الدائرة المتوالية مساوٍ لفرق الجهد عبر الدائرة كلها.
- ☐ تطبق مبدأً مجموع فروق الجهد في الدائرة المتوالية على مواقف جديدة أو لحل مشكلات ذات صلة.
- ☐ تذكر أن التيار من المنبع هو مجموع التيارات في الأفرع المستقلة للدائرة المتوازية.
- ☐ تطبق مبدأ التيار في الدائرة المتوازية على مواقف جديدة أو لحل مشكلات ذات صلة.
- ☐ تذكر أن فرق الجهد عبر الأفرع المستقلة للدائرة المتوازية متكافئ.
- ☐ تطبق مبدأ فرق الجهد في الدائرة المتوازية على مواقف جديدة أو لحل مشكلات ذات صلة.
- ☐ تطبق العلاقات ذات الصلة والتي تشمل: المقاومة تساوي فرق الجهد/التيار، والعلاقات الخاصة بفروق الجهد على التوالي، والمقاومات على التوالي وعلى التوازي في عمليات حسابية تتضمن دائرة كهربائية كاملة.

جميع الحقوق محفوظة لـ مركز المناهج التعليمية والبحوث التربوية - ليبيا

1–3 الدوائر الكهربائية المتوالية
Series Circuits

التيار الكهربائي في دائرة كهربائية متوالية

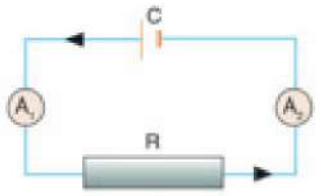
صل الدائرة الكهربائية المبينة في شكل 3 – 1 مع جهازي أميتر A_1، A_2. ويمكن مشاهدة أن كلًّا من جهازي الأميتر يسجلان نفس التيار.

والآن نعد الدائرة الكهربائية التي في شكل 3 – 2. ماذا تتوقع مشاهدته في أجهزة الأميتر A_1، A_2، A_3؟ كيف تقارن تلك التيارات بالتيار في الدائرة الكهربائية في شكل 3 – 1؟

وسجلت مرة أخرى التيارات في أجهزة الأميتر A_1، A_2، A_3 نفس القيمة. ولكن هذا التيار أدنى من التيار في الدائرة الكهربائية في شكل 3 – 1. هل يمكنك تفسير ذلك؟

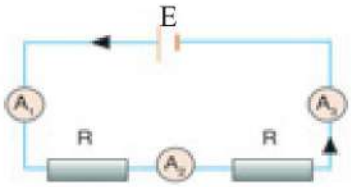
يمكننا استنتاج تكافُؤ التيار عند كل نقطة في الدائرة المتوالية.

$$I = I_1 = I_2 = I_3$$



c

شكل 3 – 1 يُسجِّل الأميتر A_1، A_2 نفس التيار



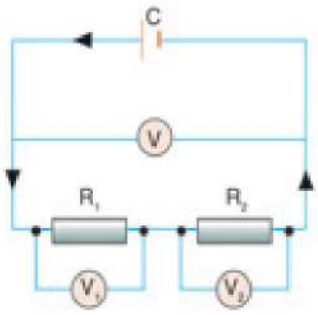
شكل 3 – 2 ماذا سيقيس الأميتر A_3، A_2، A_1؟

فرق الجهد في الدائرة الكهربائية المتوالية

يسجل جهازا الفولتمتر V_1، V_2 في شكل 3 – 6 فرق الجهد عبر المقاومات R_1، R_2 على الترتيب. ويمكن مشاهدة أن مجموع فروق الجهد تساوي فرق الجهد عبر الدائرة كلها والتي يمكن قياسها بالفولتمتر V، ولهذا

وفي الواقع إذا كان لدى العمود C مقاومة داخلية مهملة، فإن القوة الدافعة الكهربائية E ستكون مساوية لفرق الجهد V. ولهذا

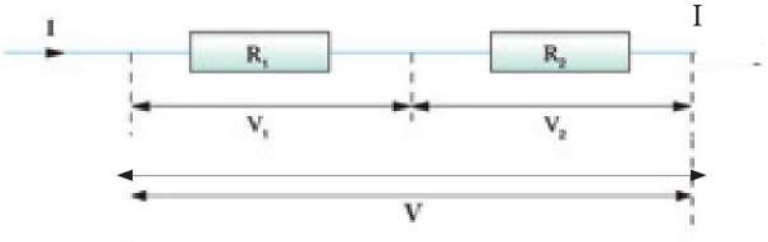
$$V = V_1 + V_2$$



شكل 3 – 3 فرق الجهد V هو مجموع V_1، V_2.

$$E = V = V_1 + V_2$$

المقاومة الكلية في الدائرة الكهربائية المتوالية



شكل 3 – 4 مقاومات موصلة على التوالي

جميع الحقوق محفوظة لـ مركز المناهج التعليمية والبحوث التربوية ـ ليبيا

وبافتراض أن V هي فرق الجهد الكلي عبر المقاومتين الموصلتين على التوالي وأن R هي المقاومة الكلية لهما .

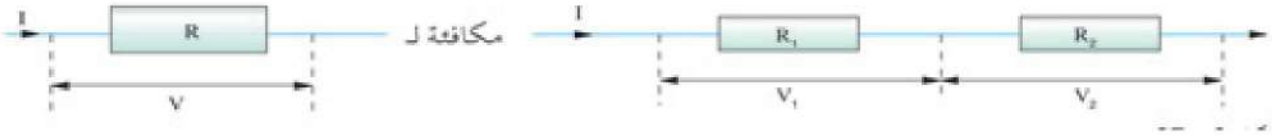
$$V = V_1 + V_2$$
$$= IR_1 + IR_2$$
$$= I(R_1 + R_2),$$

ولهذا، $\frac{V}{I} = R_1 + R_2$

وبالمعادلة، $\frac{V}{I} = R$

ولهذا، $R = R_1 + R_2$

والنتيجة، $R = R_1 + R_2$ تعني أن :



شكل 3 – 5

وبشكل عام إذا وجد عدد من المقاومات n في دائرة كهربائية متوالية، حيث n أكبر من أو تساوي 2 فإن المقاومة الكلية R تعطى بما يلي :

$$R = R_1 + R_2 + \ldots\ldots + R_n$$

لاحظ أنه في الدائرة الكهربائية المتوالية تكون دائمًا المقاومة الكلية R أكبر من أي من المقاومات الفردية . أي أنه في الدائرة الكهربائية المتوالية تكون المقاومة الكلية R أكبر دائمًا من أكبر مقاومة فردية .

مثال محلول 3 – 1

أوجد المقاومة الكلية لثلاث مقاومات على التوالي (شكل 2 – 5) بافتراض أن $R_1 = 1\ \Omega$ ، R_2 مجهولة، $R_3 = 2\ \Omega$. والتيار I المسجل على الأميتر هو 1 A وقراءة الفولتمتر V عبر R_2 هي 3 V .

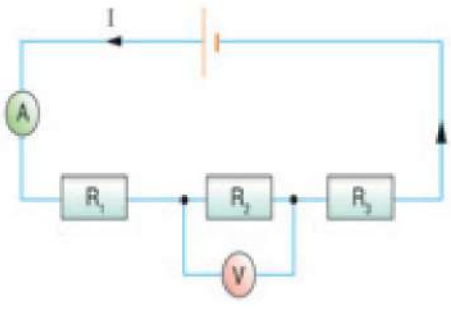
الحـــل :

باستخدام المعادلة $R_2 = \frac{V}{I}$

$$= \frac{3}{1}$$
$$= 3\ \Omega$$

وبالنسبة للمقاومات على التوالي تعطى المقاومة الكلية R بالمعادلة التالية

$$R = R_1 + R_2 + R_3$$
$$= 1 + 3 + 2$$
$$= 6\ \Omega$$



شكل 3 – 6

جميع الحقوق محفوظة لـ مركز المناهج التعليمية والبحوث التربوية ليبيا

مثال محلول 3 – 2

تتكون الدائرة الكهربائية في شكل 3 – 7 من عمود 6 V ذي مقاومة داخلية مهملة. ويقيس الأميتر تيارًا 0.2 A.

احسب:

(أ) فرق الجهد عبر المقاومة 10 Ω.

(ب) فرق الجهد عبر المقاومة R.

(جـ) قيمة المقاومة R.

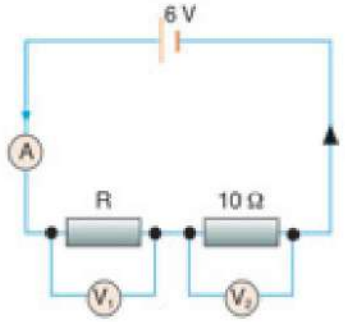
الحـــل

(أ) بما أن هذه دائرة متوالية فإن التيار الذي يمر عبر المقاومة 10 Ω هو 0.2 A. ولذلك، فمن قانون أوم:

$$V_2 = IR$$
$$= 0.2 \times 10$$
$$= 2\ V$$

(ب)
$$E = V_1 + V_2$$
$$V_1 = E - V_2$$
$$= 6 - 2$$
$$= 4\ V$$

(جـ)
$$R = \frac{V}{I} = \frac{4}{0.2} = 20\ \Omega$$



شكل 3 – 7 مثال محلول 3 – 2

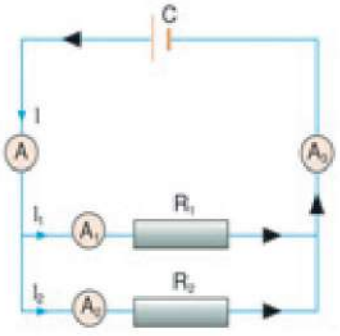
3–2 الدوائر الكهربائية المتوازية
Parallel Circuits

التيارات الكهربائية في الدائرة الكهربائية المتوازية

تبين الدائرة في شكل 3 – 8 مقاومتين متصلتين على التوازي. ويرصد جهازا الأميتر A_1، A_2 التيار I_1، I_2 السـاري في المقاومتين R_1، R_2. ويمكن مشاهدة أن الأميتر A يقيس تيارًا مساويًا لمجموع التيارات في جهازي الأميتر A_1، A_2. ولهذا يمكننا استنتاج أن:

$$I = I_1 + I_2$$

حيث I هو التيار الكهربائي من المصدر.



شكل 3 – 8 تيار المصدر I هو مجموع I_1، I_2

جميع الحقوق محفوظة لـ مركز المناهج التعليمية والبحوث التربوية ـ ليبيا

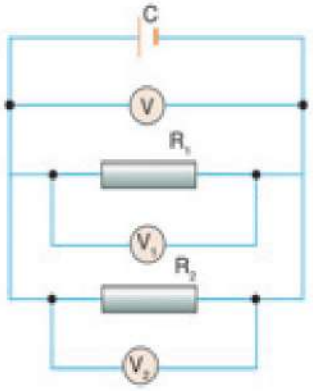
فرق الجهد في الدائرة الكهربائية المتوازية

يبين شكل 3 – 9 جهازي فولتمتر V_1، V_2 يقيسان فروق الجهد عبر المقاومات R_1، R_2 على الترتيب، ويقيس الفولتمتر V فرق الجهد عبر أطراف المصدر. ويشاهد أن :

$$V = V_1 = V_2$$

وإذا كان لدى العمود C مقاومة داخلية مهملة، سيقيس الفولتمتر V فرق جهد مكافئ للقوة الدافعة الكهربائية E. وعليه فإن :

$$E = V = V_1 = V_2$$



شكل 3 – 9 فرق الجهد V يساوي V_1، V_2.

المقاومات الموصلة على التوازي

من شكل 3 – 10، يشترك في التيار I من العمود الكهربائي الفرعان المنفصلان اللذان يحتويان على المقاومتين R_1، R_2. فإذا كان I_1 هو التيار الساري خلال R_1، و I_2 هو التيار الساري خلال R_2، فيكون بمبدأ بقاء الشحنة، $I = I_1 + I_2$.

وبما أن فرق الجهد V مشترك لكلا المقاومتين

لهذا، $$\frac{V}{R} = \frac{V}{R_1} + \frac{V}{R_2}$$

حيث R هي المقاومة الكلية للمقاومتين.

وعليه $$\frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}$$

وتعني نتيجة $\frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}$ أن :

شكل 3 – 10 مقاومات على التوازي

جميع الحقوق محفوظة لـ مركز المناهج التعليمية والتطوير التربوي ليبيا

وعمومًا إذا وجد عدد مقاومات n في دائرة كهربائية متوازية حيث $n \geqslant 2$ فإن المقاومة الكلية R تعطى بالمعادلة التالية :

$$\frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \ldots + \frac{1}{R_n}$$

وبالنسبة لحالة، $n = 2$، $R_1 = 3\ \Omega$، $R_2 = 6\ \Omega$

فالمعادلة $\frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}$ تصبح $\frac{1}{R} = \frac{1}{3} + \frac{1}{6} = \frac{1}{2}$

والتي تكون نتيجتها $R = 2\ \Omega$. وتبين نتيجة $R = 2\ \Omega$ أن المقاومة الكلية R في الدائرة الكهربائية المتوازية تكون أصغر من المقاومات الفردية . وبمعنى آخر، المقاومة الكلية R في الدائرة الكهربائية المتوازية تكون دائمًا أصغر من أصغر المقاومات الفردية .

مثال محلول 3 – 3

تبين الدائرة الكهربائية في شكل 3 – 11 مقاومة $10\ \Omega$ ومقاومة $20\ \Omega$ موصلتين على التوازي بعمود $6\ V$ ذي مقاومة داخلية مهملة . احسب التيارات I_1، I_2، I_3.

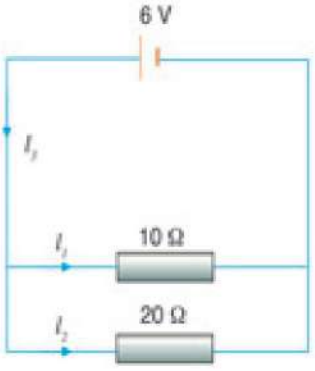
الحل :

فرق الجهد عبر المقاومات $10\ \Omega$، $20\ \Omega$ هو $6\ V$، وعليه

$$I_1 = \frac{V}{R_1} = \frac{6}{10} = 0.6\ A$$

$$I_2 = \frac{V}{R_2} = \frac{6}{20} = 0.3\ A$$

$$I_3 = I_1 + I_2$$
$$= 0.6 + 0.3$$
$$= 0.9\ A$$



شكل 3 – 11 مثال محلول 3 – 3

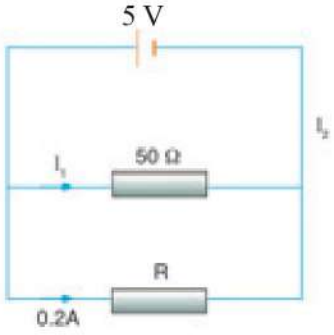
ملحوظة :
هل لاحظت أن تيارًا أدنى يسري في الفرع ذي المقاومة الأكبر ؟

تحـــد

يتصل في شكل 3 – 12 عمود $5\ V$ بمقاومتين موصلتين على التوازي، والتيار الساري في المقاومة R هو $0.2\ A$. احسب .

(أ) قيمة المقاومة R .

(ب) التيارين I_1، I_2.



شكل 3 – 12

جميع الحقوق محفوظة لـ مركز المناهج التعليمية والبحوث التربوية ـ ليبيا