الوحدة الرابعة

التيار الكهربائي

الأستاذ

محمد الخواجا

0780539995

ينوقف النجاح في كل الأمور على التحضيرالمسبق، وبدون مثل هذا التحضير لابدَّ أن تتوقع الفشل.

ملاحظات

الدرس 1

المقاومة والقوة الدافعة الكهربائيّة
Resistance and Electromotive Force

التيار الكهربائي

تقسم المواد من حيث موصليتها للتيار الكهربائي إلى:

1. **مواد موصلة :** وهي المواد التي تحتوي إلكترونات حرة بين جزيئاتها.
2. **مواد غير موصلة :** وهي المواد التي لا تحتوي إلكترونات حرة بين جزيئاتها.
3. **مواد شبه موصلة :** وهي مواد غير موصلة وتصبح موصلة تحت ظروف معينة.

الالكترونات الحرة : هي الالكترونات التي تكون قوة الربط بينها وبين نواة الذرة ضعيفة.

التيار الكهربائي : هو كمية الشحنة التي تعبر مقطع موصل في وحدة الزمن.
ومن تعريف التيار الكهربائي يمكن كتابة القانون:

$$I = \frac{\Delta Q}{\Delta t}$$

يقاس التيار بوحدة الأمبير (A) وهي تكافيء (c/s) .

الأمبير : هو التيار الكهربائي المار في موصل عندما يعبر مقطعه شحنة مقدارها ($1\ c$) في ثانية واحدة .

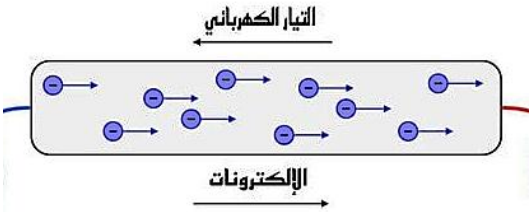
فسر : لا يسري التيار الكهربائي في الموصل بغياب مصدر الطاقة ، رغم حركة الالكترونات في الموصل .

عندما يكون فرق الجهد الكهربائي بين طرفي الموصل صفرا ، تتحرك الإلكترونات الحرة داخل الموصل حركة عشوائية في جميع الإتجاهات ، فيكون متوسط السرعة للإلكترونات الحرة في اتجاه ما مساويا لمتوسط السرعة للإلكترونات في الإتجاه المعاكس ، فيكون التيار الكهربائي صفرا (لا ينشأ تيار كهربائي) .

كيف ينشأ التيار الكهربائي في الموصل الفلزي ؟

عند وصل الموصل مع فرق جهد كهربائي ، ينشأ مجال كهربائي داخل الموصل ، فتتأثر الإلكترونات الحرة بقوة كهربائية تعاكس اتجاه المجال الكهربائي ، فتندفع الإلكترونات بعكس اتجاه المجال الكهربائي ، فينشأ التيار الكهربائي .

ينشأ التيار الكهربائي داخل الموصل الفلزي نتيجة حركة الالكترونات في اتجاه واحد داخل الموصل ، فينشأ تيارين . أحدهما تيار الكتروني والآخر تيار كهربائي .



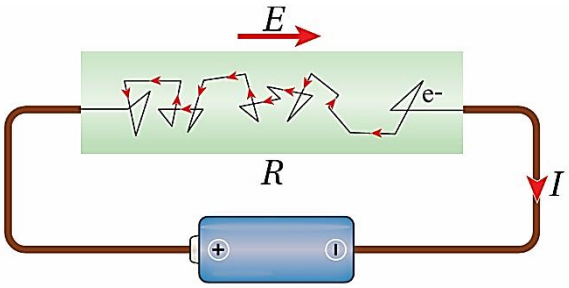
يدل اتجاه التيار الكهربائي على اتجاه المجال الكهربائي وهو اتجاه حركة البروتونات . ويكون عكس اتجاه التيار الالكتروني الذي يدل على اتجاه حركة الالكترونات .

علل : ترتفع درجة حرارة الموصل الفلزي عند سريان التيار الكهربائي فيه ؟

تفقد الالكترونات في أثناء حركتها داخل الموصل جزءا من طاقتها الحركية ناقلة هذه الطاقة الى ذرات الفلز ، مما يؤدي الى زيادة اتساع اهتزاز هذه الذرات وارتفاع درجة حرارة الموصل.

فسر : تتحرك الإلكترونات الحرة داخل الموصل بسرعات متفاوتة ، وتسلك مسارات متعرجة ؟

في أثناء حركة الإلكترونات الحرة داخل الموصل ، تصطدم الإلكترونات الحرة مع بعضها ومع ذرات الموصل ، فتفقد جزءا من طاقتها الحركية ، وتقل سرعتها ، إلا أن وجود المجال الكهربائي يسرع الإلكترونات من جديد باتجاه القوة الكهربائية المؤثرة فيها ، فتكمل الإلكترونات حركتها بعكس اتجاه المجال الكهربائي ، ونتيجة لهذه التصادمات تتحرك الإلكترونات بسرعات متفاوتة وتسلك مسارات متعرجة .



وضح أثر التصادمات التي تحدث داخل الموصل في كل مما يأتي ، عند مرور تيار كهربائي فيه :

- حركة الإلكترونات .
- ذرات الموصل .
- درجة حرارة الموصل .

حركة الإلكترونات : تسلك مسارات متعرجة بسرعات متفاوتة .

ذرات الموصل : يزداد اتساع اهتزاز الذرات .

درجة حرارة الموصل : ترتفع درجة حرارة الموصل .

يعبر $3.2\ c$ مقطعا عرضيا لموصل فلزي خلال $0.1\ s$ ، احسب متوسط التيار المار في الموصل .

$I = 32\ A$

ملاحظات

أوجد كمية الشحنة التي تعبر مقطع موصل يسري فيه تيار كهربائي مقداره $6\ A$ خلال $0.8\ s$.

$\Delta Q = 4.8\ C$

احسب مقدار التيار المار في موصل فلزي إذا علمت أن زمن مرور $12\ c$ فيه هو $3s$.

$I = 4A$

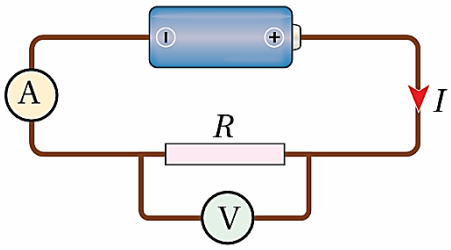
إذا كان التيار الكهربائي المتولد في عند الضغط على أحد مفاتيح آلة لوحة التحكم في جهاز الحاسوب مدة ($10\ ms$) ، يساوي $320\ \mu A$ ، فاحسب مقدار الشحنة الكهربائية التي أنتجت هذا التيار .

$\Delta Q = 3.2 \times 10^{-6} A$

المقاومة الكهربائية وقانون أوم

كيف تظهر المقاومة الكهربائية في الموصل ؟

عند تطبيق فرق جهد بين طرفي موصل تتعرض الالكترونات الحرة لمجال كهربائي فتتحرك باتجاه معاكس للتيار ، وتواجه الالكترونات أثناء انتقالها في الموصل إعاقة ناجمة عن اصطدام الالكترونات مع بعضها ومع ذرات الفلز ، مما يسبب ارتفاع حرارة الموصل ، فنقول عندها أن للموصل مقاومة كهربائية .



المقاومة الكهربائية : هي إعاقة الموصل لحركة الإلكترونات الحرة عند مرور التيار الكهربائي فيه .

انتبه :

- تعد المقاومة الكهربائية مقياسا للإعاقة التي تواجهها الالكترونات الحرة في أثناء انتقالها في الموصل.
- يعبر عن المقاومة الكهربائي بأنها النسبة بين فرق الجهد الكهربائي بين طرفي الموصل إلى التيار الكهربائي المار فيه .
- **نص قانون أوم :** التيار الكهربائي المار في موصل فلزي يتناسب طرديا مع فرق الجهد بين طرفيه عند ثبوت درجة حرارته.

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

تقاس المقاومة الكهربائية بوحدة الأوم (Ω) ، وهي تكافئ (V/A) .

تعريف الأوم : هو مقاومة موصل يمر فيه تيار كهربائي مقداره ($1\ A$) عندما يكون فرق الجهد الكهربائي بين طرفيه ($1\ V$)

الفولت : هو فرق الجهد بين طرفي الموصل الذي مقاومته ($1\ \Omega$) ، ويسري فيه تيار مقداره ($1\ A$) .

ملاحظات

عدد أسباب استخدام المقاومات الكهربائية في الدارات ؟

التحكم في قيمة التيار الكهربائي المار .

حماية بعض الأجهزة من التلف .

يعبر مقطع موصل ($0.48\ c$) خلال ($0.12\ s$) ، عند وصله مع مصدر فرق جهد ($16\ V$) ، احسب :

- التيار المار في الموصل .
- مقاومة الموصل .

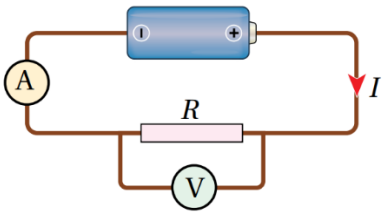
$I = 4A$

$R = 4\Omega$

موصل فلزي فرق الجهد الكهربائي بين طرفيه 36 V ، والتيار المار فيه $4\ A$ ، احسب مقاومة الموصل .

$R = 9\Omega$

انتبه :



الفولتميتر : جهاز يستخدم لقياس فرق الجهد بين طرفيه ، ويتم وصله على التوازي ، لأن فرق الجهد ثابت على التوازي ، وتكون مقاومته كبيرة جدا حتى لا يستهلك تيار .

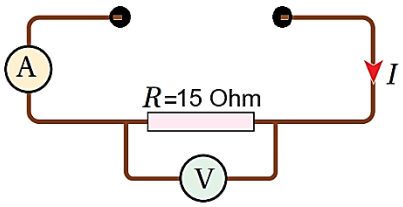
الأميتر : جهاز يستخدم لقياس التيار المار فيه ، ويتم وصله على التوالي ، لأن التيار ثابت على التوالي ، وتكون مقاومته صغيرة جدا حتى لا يستهلك فرق جهد .

الكمية الفيزيائية التي تعتبر مقياسا لممانعة الموصل لمرور تيار كهربائي خلاله هي :

أ) فرق الجهد بين طرفي الموصل . ب) المقاومة الكهربائية للموصل .

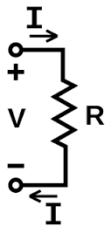
ج) التيار الكهربائي المار في الموصل . د) الكثافة النوعية لمادة الموصل .

المقاومة الكهربائية للموصل .



في الشكل المبين جانبا ، تتصل المقاومة ($R = 15\ \Omega$) ، مع مصدر طاقة ، فتكون قراءة الأميتر ($2.4\ A$) ، ما قيمة قراءة الفولتميتر .

$\Delta V = 36\ V$



في الشكل المبين جانبا كان جهد الطرف الموجب ($+8\ V$) ، وكان جهد الطرف السالب ($-4\ V$) ، ويسري تيار مقداره ($I = 3\ A$) ، من الطرف الموجب إلى الطرف السالب ، احسب مقدار المقاومة الكهربائية (R) .

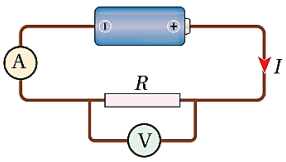
$R = 4\ \Omega$

ملاحظات

ملاحظات

في الشكل المبين جانبا ، بين ماذا يحدث :

- لقراءة الفولتميتر عندما تتضاعف قراءة الأميتر .
- لقراءة الأميتر عندما تقل قراءة الفولتميتر إلى النصف .



- تتضاعف قراءة الفولتميتر
- تقل قراءة الأميتر الى النصف .

سخان كهربائي يعمل على فرق جهد مقداره ($200\ V$) فيعبر مقطع مقاومته كمية من الشحنة مقدارها $6.4\ c$ خلال $1.6\ s$ ، أوجد :

- التيار المار في مقاومة السخان .
- مقدار مقاومة السخان .

- $I = 4\ A$
- $R = 50\ \Omega$

مصباح كهربائي كتب عليه ($3\ A\ ,\ 15\ V$) احسب مقاومته .

$R = 5\ \Omega$

موصل فلزي مقاومته $12\ \Omega$ ، وصل مع فولتميتر فكانت قراءة الفولتميتر $36\ V$ ، خلال مدة زمنية مقدارها $15\ s$ ، احسب ما يأتي :

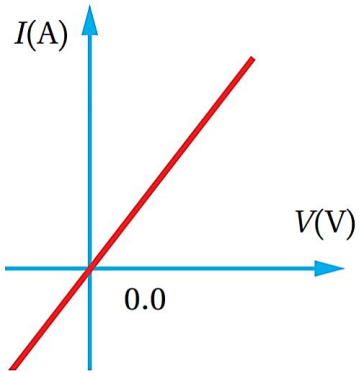
- التيار المار في الموصل .
- كمية الشحنة التي تعبر مقطع الموصل .

- $I = 3\ A$
- $\Delta Q = 45\ c$

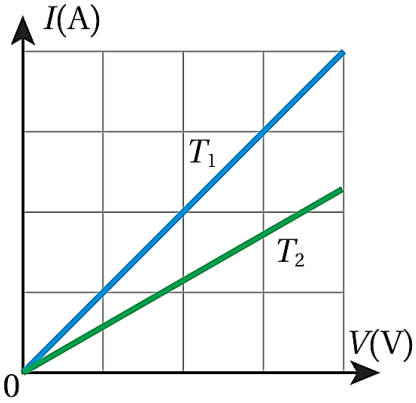
الموصلات الأومية :

ويمكن تسميتها : المقاومات الأومية ، المقاومات الخطية ، الموصلات الخطية .

وهي الموصلات التي تخضع لقانون أوم ، حيث يتغير التيار المار فيها على نحو ثابت مع فرق الجهد بين طرفيها ، لذلك تكون مقاومتها ثابتة كما في الشكل .



يبيّن الشكل(ب) منحنى $(I - V)$ لموصل أوميّ عند درجتي حرارة مختلفتين T_1 و T_2 . أستنتج من الشكل أن مقاومة الموصل الأوميّ تبقى ثابتة عند ثبوت درجة الحرارة. وفي حال تم تثبيت درجة حرارة الموصل الأوميّ عند قيمة جديدة T_2 أكبر من T_1؛ فإن المقاومة تثبت عند قيمة جديدة أكبر .



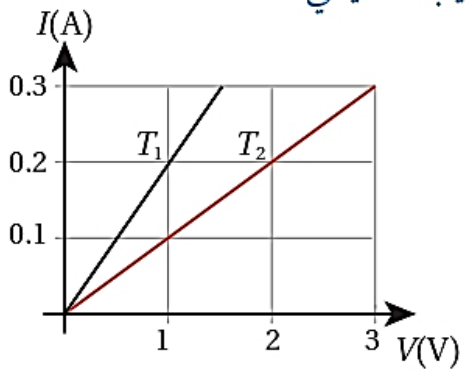
تحتوي الفلزّات على عددٍ كبيرٍ من الإلكترونات الحرّة التي تتحرّك باستمرار بين نوى الفلزّ لتُشكّل رابطةً فلزية، وتعتمد طاقاتها الحركية على درجة حرارة الفلزّ، وتعود خصيصة التوصيل الكهربائيّ إلى حركة هذه الإلكترونات، في حين تبقى الأيوناتُ الموجبة في الفلزِّ في أماكنها.

مثال كتاب :

يبين الشكل المجاور العلاقة $(I-V)$ لموصل فلزي عند درجتي حرارة مختلفتين (T_1 , T_2)، معتمدًا على بيانات الشكل، أجيب عما يأتي:

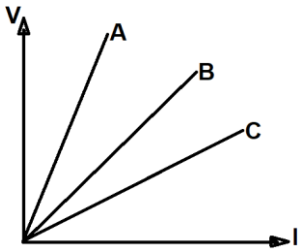
أ . ما مقدار مقاومة الموصل عند كلٍ من الدرجتين؟

ب. أميّز أي درجتي الحرارة أعلى، مبررًا إجابتي.



يبين الشكل البياني المجاور العلاقة بين التيار الكهربائي وفرق الجهد بين طرفي مجموعة من الموصلات :

- ماذا يمثل الميل .
- رتب الموصلات من حيث مقاوماتها .

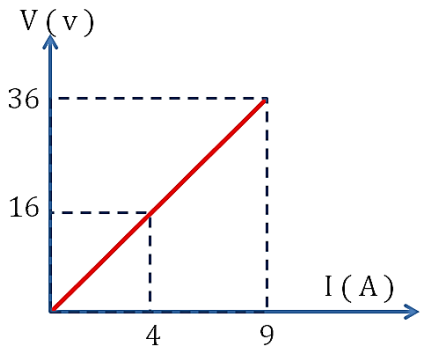


الميل يمثل ($\frac{\Delta V}{\Delta I}$) وهو يمثل المقاومة .

$R_A > R_B > R_C$

الشكل البياني يمثل العلاقة البيانية بين الجهد والتيار لموصل ، أجب عما يلي :

- ماذا يمثل ميل المنحنى .
- ما قيمة مقاومة الموصل .
- إذا مر تيار مقداره $12\ A$ في الموصل فما فرق الجهد بين طرفيه .

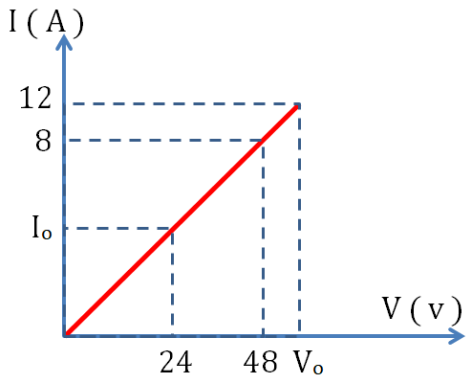


- الميل يمثل مقاومة الموصل ($R = \frac{\Delta V}{\Delta I}$) .
- $R = 4\ \Omega$
- $\Delta V = 48\ V$

ملاحظات

الشكل البياني يمثل العلاقة البيانية بين الجهد والتيار لموصل ، أجب عما يلي :

- ماذا يمثل ميل المنحنى
- ما قيمة مقاومة الموصل
- ما قيمة فرق الجهد الكهربائي (V_o)
- ما قيمة التيار الكهربائي (I_o)



- الميل يمثل مقاومة الموصل . ($\frac{1}{R} = \frac{\Delta I}{\Delta V}$)
- $R = 6\ \Omega$
- $V_o = 72\ V$
- $I_o = 4\ A$

موصل فلزي ، وصل طرفاه مع مصدر فرق جهد متغير ، إذا علمت أن درجة حرارة الموصل بقيت ثابتة ، ما أثر زيادة فرق الجهد بين طرفي الموصل الفلزي في كل من :

- مقاومة الموصل .
- التيار الذي يسري في الموصل .

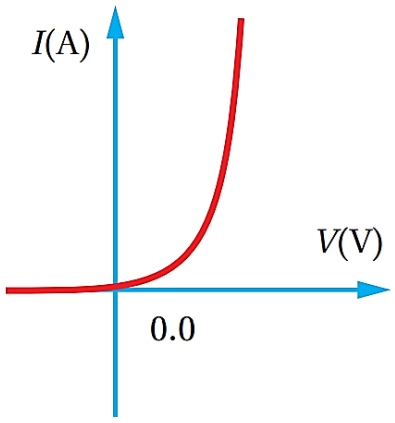
- مقاومة الموصل تبقى ثابتة لأنها لا تعتمد على فرق الجهد .
- التيار الكهربائي يزداد بزيادة فرق الجهد الكهربائي .

المواد اللا أومية

وهي مواد لا تخضع لقانون أوم ، حيث يتغير التيار المار فيها لا خطيا مع فرق الجهد بين طرفيها .

من الأمثلة على المواد اللا أومية :

- أشباه الموصلات التي تتكون من (الجرمانيوم ، السيليكون ، الكربون) التي تستخدم في صناعة الوصلات الكهربائية مثل :
  - الثنائي .
  - الثنائي الباعث للضوء .
  - الترانزستور .
- المحاليل الكهرلية .



تستخدم للتحكم في اضاءه مصابيح الشوارع بشكل الي مقاومه ضوئيه ، وهي مقاومه متغيره لا اوميه تتغير قيمتها بتغير شده الضوء الساقط عليها . ويجري ضبطها بحيث تعمل على وصل الداره واضاءه المصابيح عند غروب الشمس واطفائها عند شروقها .

ملاحظات

العوامل التي تعتمد عليها مقاومة الموصل الفلزي

- طول الموصل (L) – تناسب طردي .

تزداد مقاومه الموصل بزياده طوله حيث تتعرض الالكترونات عند حركتها خلال الموصل الطويل الى تصادمات اكثر مما يعيق حركتها بشكل اكبر فتزداد مقاومه الموصل .

- مساحة مقطع الموصل (A) – تناسب عكسي .

تقل مقاومه الموصل بزياده مساحه مقطعه العرضي وذلك لان زياده مساحه المقطع تزيد من عدد الالكترونات الحره الناقله للتيار فيزداد التيار وتقل المقاومه .

- نوع مادة الموصل .

تختلف المواد عن بعضها في مقاومتها لسريان تيار الكهربائي فيها ، ويعبر عن مقاومه الماده بمصطلح المقاوميه (المقاومة النوعية) .

- درجة الحرارة – تناسب طردي .

عند ارتفاع درجة الحرارة ، تزداد الطاقة الحركية للإلكترونات الحرة داخل الموصل ، فتزداد التصادمات العشوائية بين الإلكترونات معا ومع ذرات الفلز ، فتزداد المقاومية .

المقاومية : هي مقاومة موصل طوله (1 m) ومساحة مقطعه ($1\ m^2$) .

يمكن حساب المقاومة للموصل الفلزي بالعلاقة :

$$R = \frac{\rho\, l}{A}$$

ويعبر عن الرمز (ρ) باسم المقاومية (المقاومة النوعية) وتقاس بوحدة (Ω . m) .

> **المقاوميّة** صفةٌ للمادة، بينما المقاومة صفةٌ للموصل تعتمد على أبعاده الهندسية، وقد درست من قبلٍ مُتغيّرات مثل ذلك؛ فالكثافة صفةٌ للمادّة بينما الكتلة صفةٌ للجسم.

مقارنة بين المقاومة والمقاومية :

	الطول	مساحة المقطع	درجة الحرارة	نوع المادة
المقاومة	تتناسب طرديا	تتناسب عكسيا	تتناسب طرديا	تتغير
المقاومية	تبقى ثابتة	تبقى ثابتة	تتناسب طرديا	تتغير

ماذا نعني بقولنا أن :

أ- مقاومة موصل تساوي (3 Ω) ؟

ب- مقاومية النحاس تساوي $1.7 \times 10^{-8}\ \Omega.m$ عند درجة حرارة $20^{o}c$.

أ - أن فرق الجهد بين طرفي موصل (3 v) ويسري فيه تيار (1 A) .

ب - أن مقاومة موصل تساوي ($1.7 \times 10^{-8}\ \Omega$) عندما يكون طوله (1 m) ومساحة مقطعه ($1\ m^2$) .

ملاحظات

ما أثر زيادة كل من طول الموصل ومساحة مقطعه ودرجة حرارته على كل من :
مقاومة الموصل مقاومية مادة الموصل

مقاومة الموصل : تزداد بزيادة طول الموصل ودرجة الحرارة وتقل بزيادة مساحة مقطع الموصل .

مقاومية الموصل : تزداد بزيادة درجة الحرارة ولا تتغير بتغير طول الموصل أو مساحة مقطع الموصل .

الجدول يبيّنُ مقاوميّة بعض المواد، وبمعاينة الجدول؛ أجدُ أنّ مقاوميّة الموادّ تتراوح من قيمٍ صغيرةٍ جدًّا للمواد المُوصلة، مثل الفَضّة والنحاس، إلى قيمٍ كبيرةٍ جدًا للموادّ العازلة مثل الزجاج والمطّاط، مرورًا بمواد تُسمّى أشباه مُوصلات. كما توجد مواد فائقة التوصيل مقاومتها الكهربائية تساوي صفرًا عند درجات حرارة منخفضة تقارب الصفر المطلق. لذلك بعد توليد تيّار كهربائيّ في هذه الموادّ ؛ يستمر سريانه فيها مدّة طويلة دون الحاجة إلى مصدر فرق جُهد.

المادة	المقاومية (Ω.m)
فضة	1.59×10^{-8}
نحاس	1.7×10^{-8}
ذهب	2.44×10^{-8}
ألمنيوم	2.82×10^{-8}
تنغستن	5.6×10^{-8}
حديد	10×10^{-8}
نيكروم	1.5×10^{-6}
كربون	3.5×10^{-5}
سيليكون	640
زجاج	$10^{10} - 10^{14}$
مطاط	10^{13}

عدد استخدامات المواد فائقة الموصلية ؟

نقل الطاقة وتخزينها دون ضياع .

انتاج مجالات مغناطيسية قوية تستخدم في :

أجهزة التصوير بالرنين المغناطيسي .

القطارات السريعة جدا .

مثال كتاب :

فتيلُ مصباحٍ مُتوهّجٍ مصنوعٍ من سلكٍ رفيعٍ من التنغستن؛ نصف قطره (10 μm) على شكل ملف لولبي، كما في الشكل ، مقاومتهُ (560 Ω). عند شدِّهِ جيدًا تبيّن أنّ طولَ السلك (3.14 m). أحسبُ مقاوميّة التنغستن عند درجة حرارة 20 °C .

مادة موصلة مقاومتها (4 Ω) ومقاومتها النوعية (0.4 x 10 $^{-8}$ Ω.m) وطولها (2 m) وصلت مع بطارية جهدها (6 V) ، احسب :

- مساحة مقطع موصل المقاومة .
- التيار المار في المقاومة .

$\rho = 2 \times 10^{-9}\ \Omega.m$

$I = 1.5\ A$

موصل مقاومته النوعية 1.2 x 10 $^{-8}$ Ω.m ومساحة مقطعه 0.3 x 10 $^{-8}$ m^2 وطوله 2 m يسري فيه تيار مقداره 4 A ، أوجد فرق الجهد بين طرفيه .

$R = 8\ \Omega$

ملاحظات

ملاحظات

$\Delta V = 32\ A$

مقاومة كهربائية صنعت مادتها من موصل فلزي طوله (3 m) ومقاومته النوعية ($1.2 \times 10^{-8}\ \Omega.m$) ، ومساحة مقطعة العرضي ($0.2\ mm^2$) ، وصلت مع بطارية جهدها (3.6 V) ، احسب :

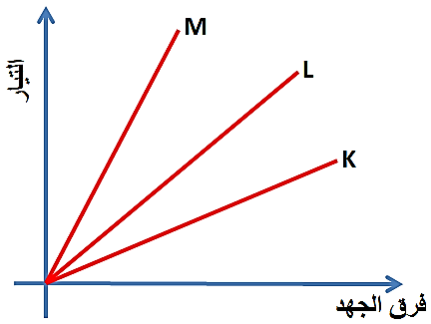
مقاومة الموصل . التيار المار في الموصل .

$R = 0.18\ \Omega$

$I = 20\ A$

الشكل البياني المجاور يمثل العلاقة بين التيار المار وفرق الجهد للموصلات (K , L , M) المصنوعة من المادة نفسها

- رتب الموصلات (K , L , M) من حيث مقاومتها .
- رتب الموصلات (K , L , M) من حيث مقاوميتها

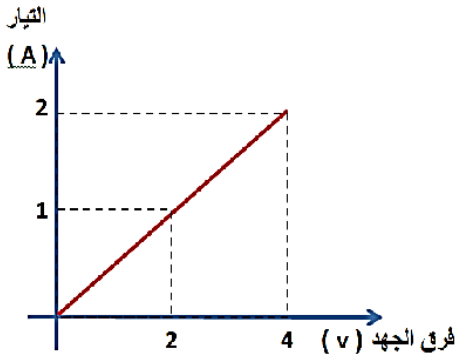


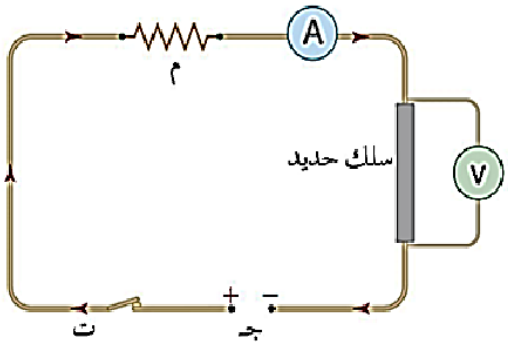
$R_K > R_L > R_M$

$\rho_K = \rho_L = \rho_M$

في تجربة لقياس مقاومة سلك طويل من الحديد ملفوف على ببكرة ، مساحة مقطعه ($1\ mm^2$) ، وصل طالب طرفي السلك في دارة كهربائية كما في الشكل ، ثم أخذ قراءات مختلفة لتيار الدارة وفر الجهد بين طرفي السلك ، ومثل العلاقة بينهما بيانيا كما في الشكل ، إذا علمت أن درجة حرارته بقيت ثابتة وإذا علمت أن ($\rho_{حديد} = 10 \times 10^{-8}\ \Omega.m$) . ومعتمدا على الشكل :

- جد مقاومة السلك (R) .
- جد الطول الكلي للسلك الذي استخدمه الطالب .
- إذا استخدم الطالب جزءا من اللفة طوله ($L = 2$) ، فجد مقاومة هذا الجزء (R) ومقاوميته .





$R = 2\ \Omega$

$l = 20\ m$

ملاحظات

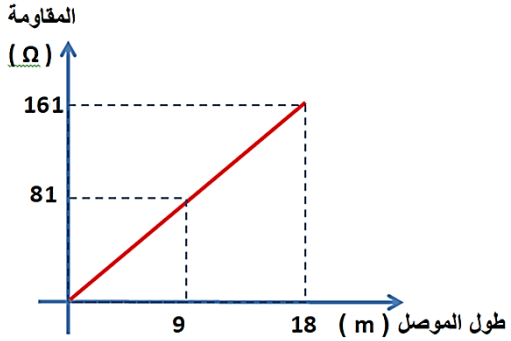
$R = 0.2\ \Omega$

موصل (x) مقاومته ($2\ \Omega$)وطوله ($4\ m$) . احسب مقاومة موصل آخر (y) مقاوميته (0.2) مقاومية (x) وطوله (5 m) ومساحة مقطعه ضعف مساحة مقطع الموصل (x) .

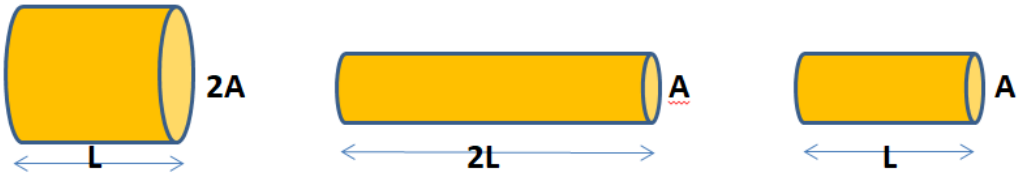
$R = 0.25\ \Omega$

يمثل الشكل العلاقة بين طول موصل فلزي مساحة مقطعه $2\ mm^2$ ومقاومة الموصل ، أوجد مقاومية الموصل .

$\rho = 1.8 \times 10^{-5} \Omega.m$



ثلاثة موصلات نحاسية تختلف عن بعها بمساحة المقطع (A) والطول (L) كما يوضح الشكل ، رتب الموصلات تنازليا وفق التيار المار في كل منها ، عند وصل طرفي كل منها بمصدر فرق جهد (V) .



C B A

$I_C > I_A > I_B$

تدريب ذاتي :

سلكان من المادة الفلزية نفسها متساويان في الطول ، والمقاومة الكهربائية للسلك الأول ($18\ \Omega$) ، ونصف قطره مثلي نصف قطر السلك الثاني ، أجب عما يأتي :

- ما نسبة مقاومية السلك الأول إلى مقاومية السلك الثاني ؟
- احسب المقاومة الكهربائية للسلك الثاني .

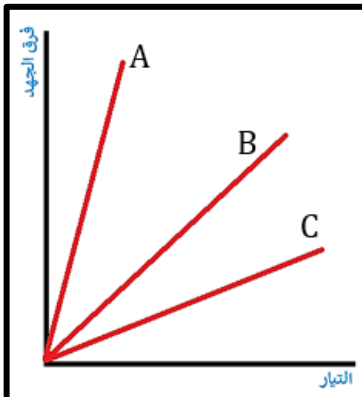
تدريب ذاتي :

موصلان (A ، B) وصلا مع مصدر جهد كهربائي متغير القيمة ، فكان التيار المار في كل منهما عند قيم مختلفة لفرق الجهد كما هو موضح في الجدول الآتي ، أي الموصلين يعد أوميا ؟ ولماذا ؟

ΔV	3	5	10
I_A	0.6	1	2
I_B	0.6	0.9	1.2

تدريب ذاتي :

رسمت العلاقة البيانية لثلاث موصلات مختلفة (A ، B ، C) بين التيار المار فيها وفرق الجهد بين طرفيها كما في الشكل المجاور ، أجب عما يأتي :



- أي الموصلات مقاومتها أكبر ؟ ولماذا ؟
- إذا كان للموصلات نفس الطول ومساحة المقطع ، فأي الموصلات يفضل استخدامها في التوصيلات الكهربائية ؟ ولماذا ؟

القوة الدافعة الكهربائية

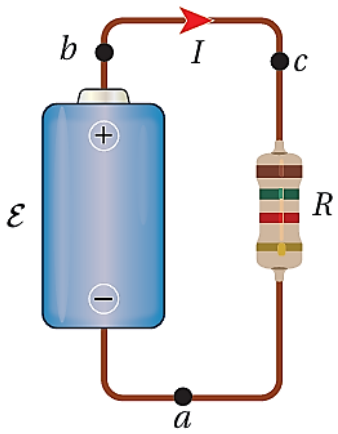
تُعدّ البطّارية مصدرًا للطاقة؛ فهي تنتجها عن طريقِ تفاعُلات كيميائيّة تجري داخلها، وتعمل على توليد القوة الدافعة الكهربائية، وهذه تسميةٌ اصطلاحيّةٌ قديمة، فالقوّة الدافعة الكهربائيّة ليست قوّة ميكانيكيّة، بل هي فرق جُهد كهربائيٍّ تولّدهُ البطّارية بين قُطبيها يقاس بوحدة فولت (V) .

القوة الدافعة الكهربائية : هي الشغل الذي تبذله البطارية في نقل وحدة الشحنات الموجبة من القطب السالب إلى القطب الموجب داخل المصدر(البطارية).

يمكن حساب القوة الدافعة الكهربائية للبطارية من العلاقة الرياضية :

$$\varepsilon = \frac{W}{Q}$$

تقاس القوة الدافعة الكهربائية بوحدة فولت (V) وهي تكافئ (J/c) .



يبين الشكل مقاومةً (R) يتصل طرفاها مع قطبي بطارية، حيث يكونُ القطب الموجب للبطاريّة أعلى جُهدًا من قطبها السالب. يؤدي فرق الجُهد إلى سريان تيّار كهربائيّ (I) في الدارة على شكل حركة شحنات موجبة افتراضيّة خارج البطّارية من القطب الموجب الأعلى جُهدًا إلى القطب السالب الأقل جُهدًا، كما هو مبين في الشكل. كي تتابع الشحنات الموجبة الافتراضية حركتها؛ فإنّ البطّارية تبذل عليها شغلًا .

تعد البطارية مصدرا يزود الدارة بالطاقة الكهربائية ، كيف يتم ذلك ؟

تعمل الطاقة المتحررة داخل التفاعلات الكيميائية في البطارية على جعل أحد طرفي البطارية قطبا موجبا والطرف الآخر قطبا سالبا ، فينشأ فرق جهد كهربائي بين طرفي البطارية ، ويتولد مجال كهربائي في الأسلاك يؤدي إلى دفع الشحنات الموجبة من القطب الموجب إلى القطب السالب عبر أجزاء الدارة .

ملاحظات

كيف تحافظ البطارية على حركة الشحنات الكهربائية داخلها من الجهد المنخفض إلى الجهد المرتفع ؟

تبذل البطارية شغلا على الشحنات ، فتنقل إليها الطاقة المتحررة من التفاعلات ، ليتم استهلاك هذه الطاقة عبر عناصر الدارة ، ومن ثم تعود الشحنات إلى القطب السالب لتزويدها بالطاقة ودفعها نحو القطب الموجب من جديد .

علل : ينعدم التيار الكهربائي المار في الدارة عند فتح المفتاح ؟

بسبب انعدام المجال الكهربائي وتوقف إمداد الشحنات بالطاقة .

ما هي الحالات التي ينعدم التيار فيها عبر الدارة ؟

فتح الدارة الكهربائية .

استهلاك الطاقة المختزنة في البطارية .

أفكّر: ما تحوّلات الطاقة التي تحدث داخل البطّارية في الحالتين الآتيتين:

أ. توليد القوّة الدافعة الكهربائيّة بين قطبي البطارية.

ب. استهلاكُ جزءٍ من طاقة البطّارية داخلها بسبب المقاومة الداخلية لها.

انتبه :

يعبر عن اتجاه دفع البطارية للشحنات داخلها من قطبها السالب إلى قطبها الموجب بسهم فوق رمز البطارية في الدارات الكهربائية .

يكون القطب الموجب للبطارية أعلى جهدا من القطب السالب للبطارية ، ودائما يسري التيار في الدارة الكهربائية من الجهد الأعلى إلى الجهد الأقل .

تفقد الشحنات الكهربائية جزءًا صغيرًا من طاقتها في أثناء حركتها داخل البطّارية؛ لأنّ للبطارية مقاومة داخلية (r) تُعيق حركة الشحنات، أمّا الطاقة المتبقية فتفقدها الشحنات عند عبورها المقاومة الخارجية (R)، بافتراض أسلاك التوصيل مثالية لا مقاومة لها.

فسر : يستهلك جزء من الطاقة داخل البطارية ؟

بسبب وجود مقاومة داخل البطارية تعيق حركة الشحنات عند مرورها عبر البطارية ، تسمى المقاومة الداخلية للبطارية .

متى يكون فرق الجهد بين طرفي البطارية مساويا للقوة الدافعة الكهربائية ؟

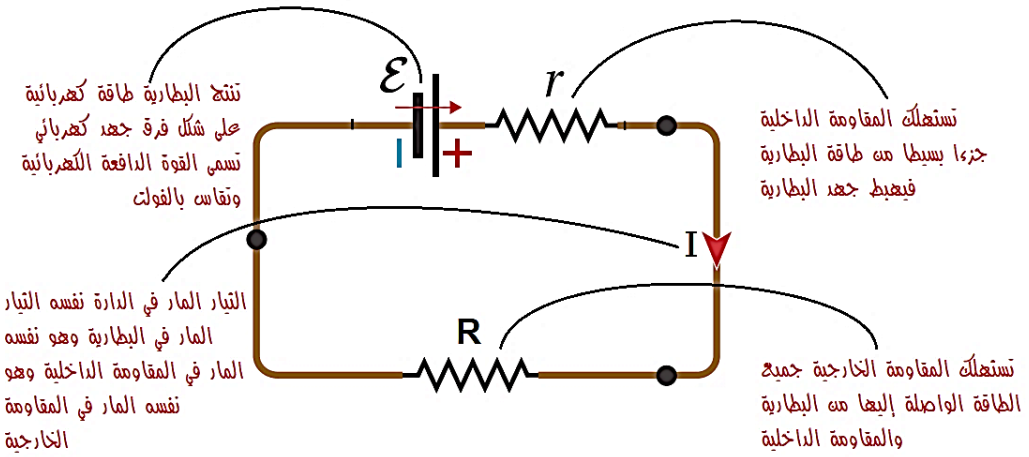
يكون فرق الجهد بين طرفي البطارية مساويا للقوة الدافعة الكهربائية فقط في الحالات التالية:

- المقاومة الداخلية مهملة (بطارية مثالية) .
- البطارية ليست جزءا من الدارة الكهربائية.

ملاحظات

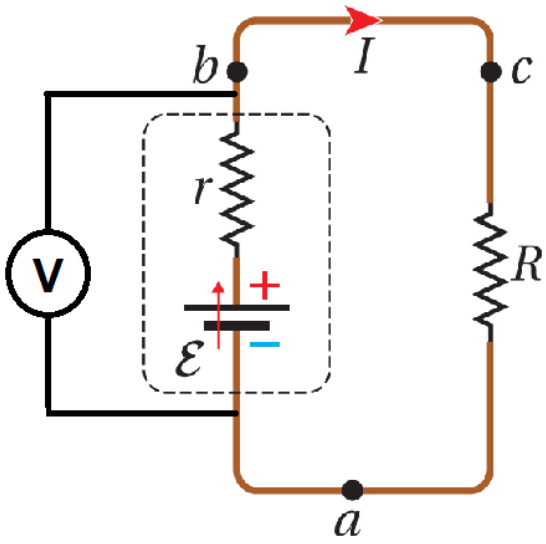
ملاحظات

ملخص لسلوك الطاقة الكهربائية عبر أجزاء الدارة الكهربائية :



فرق الجهد الكهربائي بين طرفي البطارية :

يُبيّن الشكل تمثيلًا بالرموز لدارة كهربائية تتكوّن من مقاومة (R) موصولة مع بطّارية قوّتها الدافعة (ε) ومقاومتها الداخلية (r).



عند قياس فرق الجهد بين قطبي البطّارية نجد أنّه أقل من قوّتها الدافعة الكهربائية، وهذا الاختلاف ناتج عن المقاومة الداخلية للبطّارية؛ حيث تستهلك جزءًا من الطاقة الكهربائية وتحوّله إلى طاقة حرارية.

تمثل قراءة الفولتميتر في الشكل فرق الجهد بين طرفي البطارية ، وكذلك فرق الجهد بين طرفي المقاومة الخارجية .

- إذا وصلت البطارية مع دارة مغلقة مع اتجاه يكون جهد البطارية أقل من قوتها الدافعة الكهربائية .

$$\Delta V = \varepsilon - I r$$

- إذا لم توصل البطارية مع دارة أو إذا وصلت مع دارة مفتوحة يكون جهد البطارية مساويا لقوتها الدافعة الكهربائية .

$$\Delta V = \varepsilon$$

حالة خاصة : إذا وصلت البطارية مع دارة مغلقة عكس اتجاه يكون جهد البطارية أكبر من قوتها الدافعة الكهربائية ، وعندها يعطى جهد البطارية بالعلاقة : $\Delta V = \varepsilon + Ir$

الهبوط في جهد البطارية يمثل فرق الجهد الكهربائي بين طرفي المقاومة الداخلية ويحسب من العلاقة : $\Delta V_o = Ir$

أوجد فرق الجهد بين طرفي بطارية قوتها الدافعة 20 V ، والهبوط في الجهد الكهربائي داخلها 4 V .

$\Delta V = 16\ V$

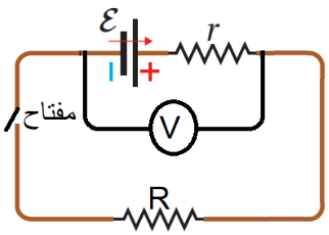
ينعدم التيار الكهربائي بين النقطتين (a، b) عند فتح الدارة المجاورة بسبب انعدام :

المجال الكهربائي بينهما	المقاومة الخارجية
القوة الدافعة الكهربائية	مقاومية الأسلاك

المجال الكهربائي بينهما

في الشكل المجاور إذا علمت أن قراءة الفولتميتر قبل إغلاق المفتاح تساوي (X) ، وكان الهوط في الجهد بعد إغلاق المفتاح يساوي (Y) ، فإن قراءة الفولتميتر عندئذ بوحدة الفولت تساوي :

X　　Y　　X − Y　　X + Y



X − Y

بطارية قوتها الدافعة 60 V ومقاومتها الداخلية 2 Ω ، تولد تيارا في دارة مقداره 4 A ، احسب :

- الهبوط في جهد البطارية .
- جهد البطارية .
- المقاومة الخارجية للدارة .

$\Delta V_r = 8\ V$

$\Delta V_\varepsilon = 52\ V$

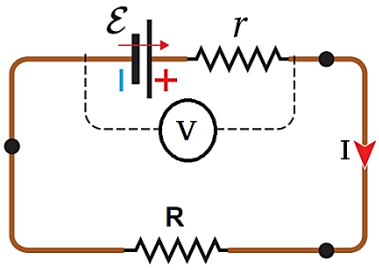
$R = 13\ \Omega$

دارة كهربائية تتكون من بطارية ومقاومة ومفتاح ، يتصل طرفا البطارية بفولتميتر . إذا كانت قراءة الفولتميتر والمفتاح مفتوح (12 v) ، وعند إغلاق المفتاح تصبح (9 v) . فأجب عن الأسئلة الآتية :

- ماذا تمثل قراءة الفولتميتر والمفتاح مفتوح .
- إذا كانت المقاومة الداخلية للبطارية 1Ω ، فما مقدار التيار المار في الدارة .

- تمثل القوة الدافعة الكهربائية (ε)
- $I = 3\ A$

إذا كانت قراءة الفولتميتر قبل إغلاق المفتاح (10 V) ، وبعد إغلاق المفتاح (8 V) ، وتيار الدارة (I = 2 A) ، فما قيمة كل من (r ، R) بالأوم .



$R = 4\Omega$

$r = 1\ \Omega$

ملاحظات

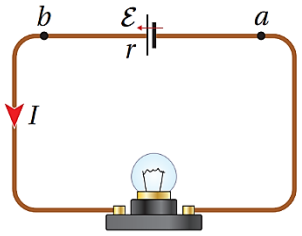
دارة كهربائية مغلقة تحتوي بطارية و مقاومة خارجية ، بين ماذا يحدث لجهد البطارية في كل من الحالات الآتية :

البطارية مثالية و يزداد التيار .

البطارية ليست مثالية ويقل التيار .

البطارية ليست مثالية و يزداد التيار .

- لا يحدث أي تغير لجهد البطارية ، بسبب عدم وجود مقاومة داخلية ، فلا يحدث استهلاك لأي جزء من طاقة البطارية .
- بما أن البطارية ليست مثالية ، لذلك فهي تحتوي مقاومة داخلية ، فيحدث هبوط لجهد البطارية بسبب المقاومة الداخلية ، وبما أن التيار يقل ، فإن الهبوط في جهد البطارية ($\Delta V_o = I\,r$) يقل ، فيزداد فرق الجهد بين طرفي البطارية .
- بما أن البطارية ليست مثالية ، لذلك فهي تحتوي مقاومة داخلية ، فيحدث هبوط لجهد البطارية بسبب المقاومة الداخلية ، وبما أن التيار يزداد ، فإن الهبوط في جهد البطارية ($\Delta V_o = I\,r$) يزداد ، فيقل فرق الجهد بين طرفي البطارية .



بطاريه قوتها الدافعه (ε) ومقاومتها الداخليه (r) ، وصلت مع مصباح مقاومته (R) فكان فرق الجهد بين طرفيها (ΔV) . بين ماذا يحدث لفرق الجهد بين طرفي البطاريه عند وصلها مع مصباح اخر بديل مقاومته ($2R$) .

عند وصل البطاريه مع مقاومه اكبر ، يقل التيار المار في الداره ، فيقل الهبوط في جهد البطاريه ، فيزداد جهد البطاريه .

بطارية قوتها الدافعة (ε) ومقاومتها الداخلية (r) ، وجد أنها إذا وصلت مع مقاومة خارجية ($3\ \Omega$) في دارة مغلقة كان فرق الجهد بين طرفيها ($9\ V$) ، وإذا وصلت مع مقاومة مقدارها ($5\ \Omega$) أصبح فرق الجهد بين طرفيها ($10\ V$) . احسب كلا من (ε , r) .

$\varepsilon = 12\ V , r = 1\Omega$

ما قيمة قراءة الأميتر في الدارة الكهربائية التي تحتوي بطارية قوتها الدافعة (ε) ومقاومتها الداخلية (r) تتصل مع مقاومة خارجية (R) .

$$I = \frac{\sum \varepsilon}{\sum (R + r)}$$

ملاحظات

مراجعة الدرس

1. **الفكرة الرئيسة:** أوضّحُ المقصود بالمقاومة الكهربائيّة لمُوصلٍ فلزّي، وأذكرُ العوامل التي تعتمد عليها مُبينًا كيف تتناسبُ المقاومة مع كلٍّ منها.

2. **أستنتج:** عند توصيل بطارية مع مقاومة وسريان تيار كهربائي في الدارة، أو عند شحن البطارية القابلة لإعادة الشحن نلاحظ ارتفاع درجة حرارة البطارية نفسها. أفسر سبب ذلك.

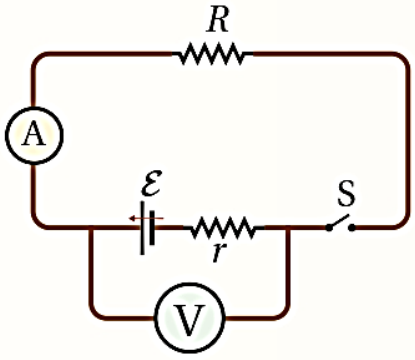
3. **أستخدم الأرقام:** أحسب المقاومة الكهربائيّة في جهاز حاسوب يسري فيه تيّار كهربائيٌّ (800 mA) عند فرق جُهدٍ (220 V).

4. **أستنتج:** موصل أوميّ يتصل طرفاه بمصدر فرق جهد ثابت (V)، ويسري فيه تيّار كهربائي (I) عند درجة حرارة (20 °C)، ماذا يحدث لكلٍّ من فرق الجُهد والتيار والمقاومة إذا ارتفعت درجة حرارة الموصل إلى (50 °C)؟ أُفسّرُ إجابتي.

5. **أفسّر** زيادة مقاومة الموصل بزيادة طوله.

6. **أستخدم الأرقام:** سخّانٌ كهربائيٌّ صغيرٌ يعمل على جُهد (220 V). إذا كان سلك التسخين فيه المصنوعٌ من سبيكة النيكروم طولهُ (83 m)، ونصفُ قُطرهِ (0.3 mm). فما مقدارُ التيّار الكهربائيّ المارّ في السخان؟

7. **أستخدم الأرقام:** تتكون دارة كهربائية من بطارية ومقاومة كما في الشكل المجاور.



عندما كان المفتاح (S) مفتوحًا كانت قراءة الفولتميتر (12 V)، وعند إغلاق المفتاح أصبحت قراءته (10 V)، إذا علمتُ أن المقاومة الداخلية للبطارية (0.5 Ω)؛ أحسب :

أ . قراءة الأميتر والمفتاح مغلق.

ب. مقدار المقاومة (R).

8. **أضع دائرةً حول رمز الإجابة الصحيحة لكل جملة ممّا يأتي:**

1. عندما يسري تيار (10 mA) في موصل مدّة نصف ساعة؛ فإنّ مقدار الشحنة الكهربائية بوحدة كولوم (C) التي تعبر مقطعًا عرضيًا في هذا الموصل خلال هذه المدّة تساوي:

أ . 0.3 ب. 5.0 جـ. 18 د . 300.

2. الثنائي الباعث للضوء (LED)، يمتاز بأن العلاقة بين التيار الذي يسري فيه وفرق الجهد بين طرفيه:

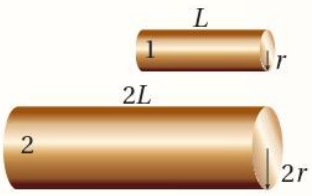
أ . خطية، عند ثبات درجة الحرارة.

ب. خطية، حتى عند تغير درجة الحرارة.

جـ. غير خطية عند ثبات درجة الحرارة، وكذلك عند تغيرها.

د . خطية عند ثبات درجة الحرارة، وغير خطية عند تغيرها.

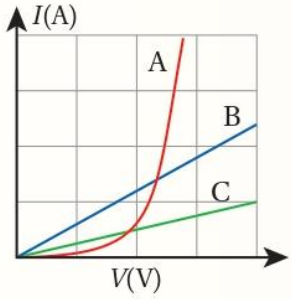
3. في الشكل المجاور موصلان (1) و (2) من النحاس؛ طول الأول (L) ونصف قطر مقطعه (r)، وطول الثاني ($2L$) ونصف قطر مقطعه ($2r$). العلاقة بين مقاومتي الموصلين (R_1) و (R_2) تكون على إحدى الصور الآتية:



أ . $R_1 = R_2$ ب. $R_1 = 2R_2$

جـ. $R_2 = 2R_1$ د . $R_2 = 4R_1$

4. يبين الشكل المجاور العلاقة البيانية بين فرق الجهد والتيار لثلاثة مواد (A, B, C) عند درجة حرارة ثابتة، معتمدًا على الشكل؛ أحدد العبارة الصحيحة في ما يأتي:



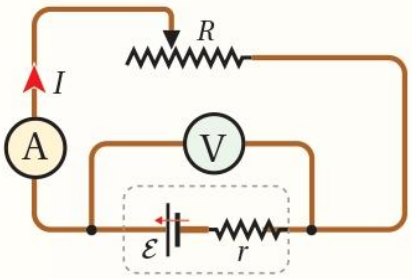
أ . المواد جميعها موصلات أوميّة، والموصل (A) أكبرها مقاومة.

ب. المواد جميعها موصلات أوميّة، والموصل (A) أقلها مقاومة.

جـ. المادتان (B) و (C) موصلات أوميّة، والمادة (A) لا أوميّة.

د . المادة (A) موصل أوميّ، والمادتان (B) و (C) لا أوميّة.

5. بطارية قوتها الدافعة الكهربائية (ε) ومقاومتها الداخلية (r) وصلت مع مقاومة متغيرة (R)، كما يبين الشكل المجاور. بزيادة مقدار المقاومة المتغيرة (R)؛ فإن ما يحدث لفرق الجهد بين قطبي البطارية (V) والتيار (I) في الدارة، هو:



أ . يزداد (V) ويزداد (I).

ب. يزداد (V) وينقص (I).

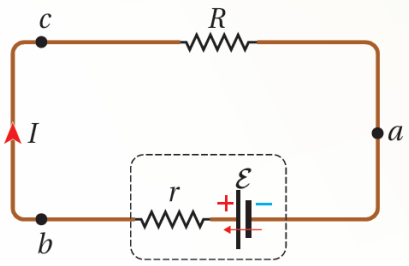
جـ. ينقص (V) ويزداد (I).

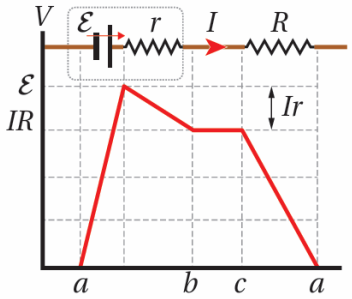
د . ينقص (V) وينقص (I).

ملاحظات

الدرس 2
الدارة البسيطة والقدرة الكهربائية
Simple Electric Circuit and Electric Power

التمثيل البياني لتغيرات الجهد الكهربائي

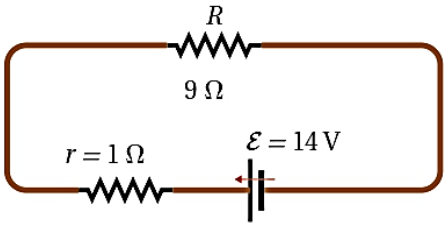




لمعرفة تغيّرات الجهد عبر مُكوّنات دارة بسيطة مثل المُبيّنة في الشكل الأيمن يمكنني اختيار الحركة باتجاه دوران عقارب الساعة بدءًا من النقطة (a) والعودة إليها، وتمثيل التغيُّرات في الجهد الكهربائيّ بيانيًّا كما في الشكل الأيسر .

يُبيّن الشكل الأيسر أنّه عند عبور البطّارية من النقطة (a) إلى النقطة (b) يزدادُ الجُهد بمقدار القوّة الدافعة الكهربائيّة للبطّارية (ε)، لكنّه ينقُصُ نتيجة تأثير المقاومة الداخلية بمقدار (Ir) . وعند الحركة من النقطة (b) إلى النقطة (c) يبقى الجهد ثابتًا لأنّ السلك مُهمَل المُقاومة؛ أي أنّ $(V_b = V_c)$، أمّا عند عبور المقاومة الخارجية من النقطة (c) للعودة الى نقطة البداية (a)؛ فينخفض الجهد بمقدار (IR)، أي أنّ جهد النقطة (a) أقل من جهد النقطة (c) .

مثال كتاب :



تتكوّن دارة كهربائية بسيطة من بطّارية ومقاومة خارجية مبيّنة في الشكل . إذا كانت المقاومة الداخلية للبطارية تساوي (1Ω)، أحسبُ التيّار في الدارة وأُحدّد اتّجاهه.

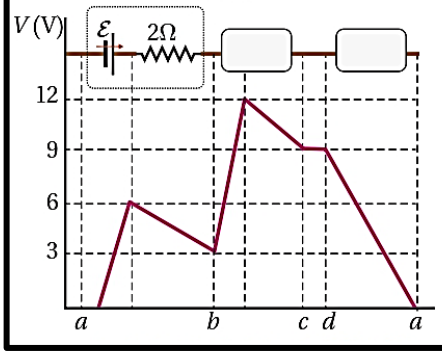
مثال كتاب :

مُثّلت تغيّرات الجهد في دارة كهربائية بيانيًّا، كما في الشكل . بالاعتماد على بيانات الشكل أجد كلًّا من:

أ) التيّار الكهربائي في الدارة.

ب) العنصر الموصول بين النقطتين (b) و (c)، وقياساته.

جـ) العنصر الموصول بين النقطتين (d) و (a)، وقياساته.



ملاحظات

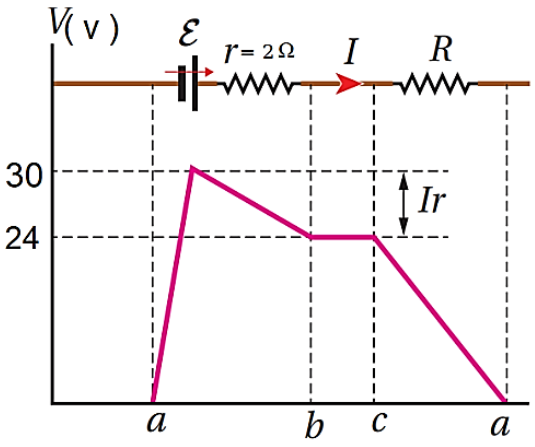
يبين الشكل المجاور تغيرات الجهد عبر أجزاء دارة كهربائية ، معتمدا على البيانات المثبتة على الرسم احسب ما يأتي :

القوة الدافعة الكهربائية (ε) .

الهبوط في جهد البطارية .

تيار الدارة (I) .

المقاومة المجهولة (R) .



$\varepsilon = 30\ V$

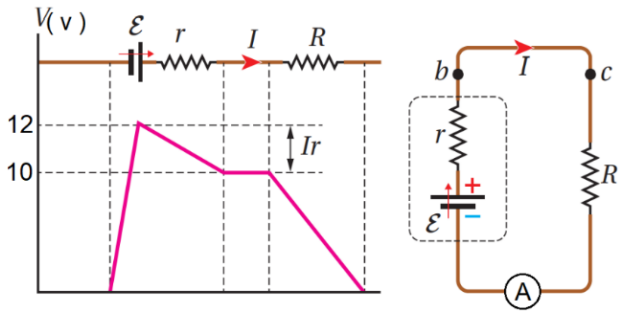
$\Delta V_r = 6\ V$

$I = 3\ A$

$R = 8\ \Omega$

يبين الشكل البياني تغيرات الجهد الكهربائي عبر أجزاء الدارة الكهربائية المجاورة له ، وإذا علمت أن قراءة الأميتر (2 A) ، احسب :

- القوة الدافعة الكهربائية .
- المقاومة الداخلية .
- المقاومة الخارجية .
- فرق الجهد بين طرفي البطارية



$\varepsilon = 12\ V$

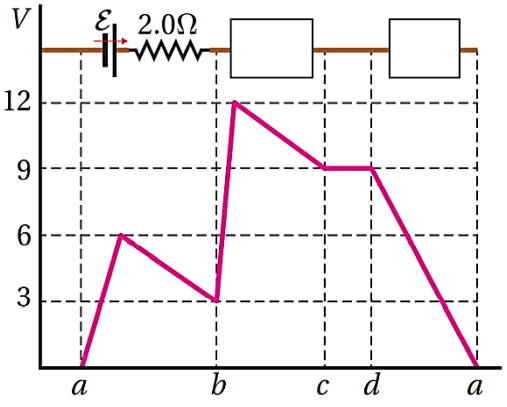
$r = 1\ \Omega$

$R = 5\ \Omega$

C

مثلت تغيرات الجهد في دارة كهربائية بيانيا كما في الشكل المجاور ، معتمدا على الشكل أجب عما يأتي :

- احسب الهبوط في جهد البطارية بين (a , b) .
- ما قيمة التيار الكهربائي في الدارة .
- ما هو العنصر الموصول بين النقطتين (d , a) وما قياساته .
- ما هو العنصر الموصول بين النقطتين (b , c) وما قياساته .
- فسر لماذا يستقر التيار الكهربائي بين النقطتين (c , d) .



- $\Delta V_r = 3\ V$
- $I = 1.5\ A$

- مقاومة كهربائية مقدارها ($R = 6\ \Omega$) .
- بطارية قوتها الدافعة الكهربائية ($\varepsilon = 9\ V$) ومقاومتها الداخلية ($r = 2\ \Omega$)
- بسبب عدم وجود عنصر من عناصر الدارة المستهلكة للطاقة أو المنتجة للطاقة

القدرة الكهربائية

هي الشغل الكهربائي المبذول لوحده الزمن .

ويتم تقسيم القدرة الكهربائية في الداره المغلقة على النحو التالي :

- القوه الدافعة الكهربائية تنتج طاقه وتعطى قدرتها بالعلاقة :

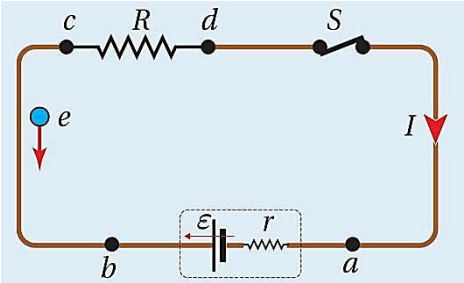
$$P = \frac{W}{\Delta t} = \frac{\Delta Q\ \varepsilon}{\Delta t} = I\varepsilon$$

- القدرة المستنفذة داخل البطارية ، تمثل القدرة المستنفذة عبر المقاومة الداخلية في البطارية ، وتعطى قدرتها بالعلاقة :

$$P = I^2 r$$

- القدرة المستنفذة عبر اي مقاومه خارج البطارية وتعطى بالعلاقة :

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



تتوزع القدرة عبده اجزاء الداره المبينه في الشكل المجاور على النحو التالي :

تنتج البطارية طاقه لوحده الزمن يتم استهلاك جزء بسيط منها عبر المقاومة الداخلية في البطارية ، ويستهلك كميه الطاقة المتبقية عبر المقاومة الخارجية وتكون القدرة المستنفذة بين النقطتين (c,d) تساوي القدرة بين النقطتين (a,b) :

$$IR=\mathcal{E}-Ir$$

$$I^2R = I\varepsilon - I^2r$$

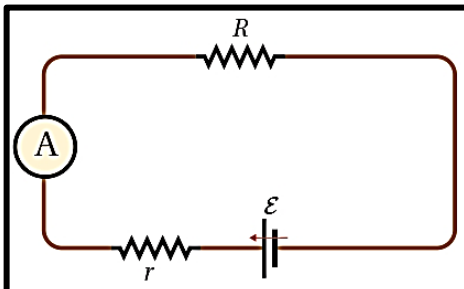
تقاس القدرة الكهربائية بوحده الواط (W) وهي تكافئ (J/s) .

الواط : هو قدره جهاز كهربائي يستهلك طاقه كهربائية بمقدار (1 J) كل ثانيه . ويمكن تعريفها على انه قدره جهاز يمر فيه تيار كهربائي مقداره (1A) عندما يكون فرق الجهد بين طرفيه (1V) .

ماذا نعني بقولنا أن : قدرة جهاز كهربائي تساوي 1800 W .
أن الجهاز يستهلك 1800 J ، عند تشغيله لمدة ثانية واحدة .

ملاحظات

مثال كتاب :



في الدارة البسيطة المبيّنة في الشكل إذا كان مقدار القوة الدافعة الكهربائية للبطّارية (12 V)، ومقاومتها الداخلية (1 Ω)، ومقدار المقاومة الخارجية (3 Ω) أحسب:

أ . قراءة الأميتر.

ب. قدرة البطّارية.

جـ. القدرة المستهلكة في كلّ من المقاومتين الداخلية والخارجية.

يتصل مصباح الضوء الامامي في السيارة مع فرق جهد (12 V) فيسري فيه تيار كهربائي مقداره (10 A) . ما القدرة الكهربائية المستهلكة في هذا المصباح ؟ وما مقاومته الكهربائية ؟

$P = 1200\ W$

$R = 1.2\ \Omega$

سخان كهربائي كتب عليه (1800 W , 200 V) ، اذا صنعت مقاومه السخان من موصل فلزي مساحه مقطعه $0.8 \times 10^{-8}\ m^2$ وطوله 40 m ، احسب :

كميه الشحنه التي تعبر مقطع مقاومه السخان خلال دقيقه .

المقاومة النوعية لماده مقاومه السخان .

$\Delta Q = 540\ c$

$\rho = 4.4 \times 10^{-9} \Omega.m$

ما مقدار التغير في القدرة في داره كهربائية ، اذا قل الجهد المطبق الى النصف .

$\Delta P = -\frac{3}{4} P_i$

وصل مصباح كهربائي قدرته (5 W) بين نقطتين فرق الجهد بينهما ثابت ، وبعد فتره زمنيه استبدل المصباح باخر قدرته (10 W) ، اي المصباحين مقاومته اكبر ؟ وفي اي الحالتين تكون شده التيار اكبر ؟

في الحالة الأولى تكون المقاومة أكبر ويكون التيار أصغر . و في الخالة الثانية تكون المقاومة أصغر ويكون التيار أكبر .

استهلاك الطاقة الكهربائية

تقوم البطارية بتحويل الطاقة الكيميائية الى طاقه كهربائية ، تولد مجالا كهربائيا في الموصلات تؤثر في الالكترونات الحرة بقوه كهربائية تسبب اندفاع عبر المقاومة من القطف السالب الى القطب الموجب ، وداخل البطارية تسبب انتقال الشحنات الموجبة من القطب السالب الى القطب الموجب .

- تظهر الطاقة الكهربائية في المقاومة على شكل طاقه حرارية او ضوئية او حركيه حسب نوع الجهاز .
- تحسب الطاقة من العلاقة :

$$(E = p.\Delta t)$$

- تحسب الطاقة بوحده الجول (J) وهي تكافئ (W.s) .

انتبه :

ملاحظات

- للتحويل من (J = W.s) الى (KW.h) نقسم على (36×10^5) .
- للتحويل من (KW.h) الى (J=W.s) نضرب في (36×10^5) .

عند شراء بطاريه هاتف نبحث عن الافضل ، فالرقم الظاهر في الصورة 2800 mAh يعني ان البطاريه تخزن كميه من الطاقه تمكنها من انشاء تيار 2800 mA مده ساعه كامله ، او تيار 280 mA مده 10 ساعات ، وكذلك بالنسبة الى بطاريه السيارة نجد ان البطارية 70 Ah افضل من التي تحمل رقم 50 Ah .

يعمل سخان كهربائي مقاومته (10 Ω) على فرق جهد مقداره (120 V) ، احسب مقدار :
- القدرة التي يستنفذها السخان الكهربائي .
- الطاقة الحرارية التي ينتجها السخان خلال (10 s) .

$P = 1440\ W$
$E = 14400\ J$

وصل مقاوم مقداره 90 Ω ببطارية جهدها $45\ V$ ، احسب :
- مقدار التيار المار في الداره .
- الطاقة المستهلكة في المقاوم خلال $5\ min$.

$I = 0.5\ A$
$E = 6750\ J$

مصباح كهربائي قدرته $60\ W$ وكفاءته 22% (اي ان 22% فقط من الطاقه الكهربائيه تتحول الى طاقه ضوئيه) ، احسب ما يأتي :
- الطاقة الضوئية التي ينتجها المصباح الكهربائي كل دقيقه .
- الطاقة الحرارية التي ينتجها المصباح كل دقيقه اثناء اضاءته .

$E = 792\ J$
$E = 2808\ J$

يمر تيار كهربائي مقداره $15\ A$ في مدفاه كهربائيه عند وصلها بمصدر فرق جهد $120\ V$ ، فاذا تم تشغيل المدفأة بمتوسط $5\ h$ يوميا ، فاحسب :
- مقدار القدرة التي تستهلكها المدفأة .
- مقدار الطاقة المستهلكة في $30\ days$ بوحده $KW.h$.

$P = 18000\ W$
$E = 270\ KW.h$

يمر تيار مقداره $1.2\ A$ في مقاوم مقداره 50 Ω لمده $5\ min$ ، احسب مقدار الحرارة المتولدة في المقاوم .

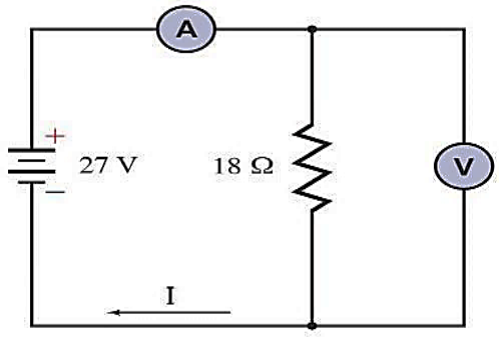
$E = 2.16 \times 10^4\ J$

ملاحظات

ملاحظات

الشكل المجاور ومعتمدا على البيانات المثبتة عليه ، اجب عن الأسئلة الآتيه :

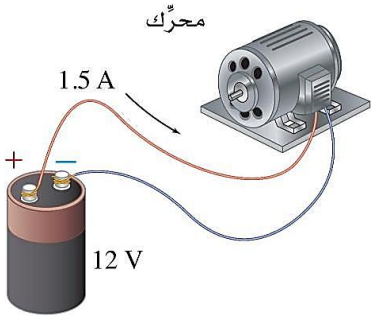
- كم تكون قراءه الاميتر .
- كم تكون قراءه الفولتميتر .
- ما مقدار القدرة الواصلة الى المقاومة .
- ما مقدار الطاقه التي تصل الى المقاومة كل ساعه .



$I = 1.5\ A$
$\Delta V = 27\ V$
$P = 40.5\ W$
$E = 1.458 \times 10^5\ J$

وصل المحرك ببطارية جهدها $12\ V$ كما هو موضح في الشكل ، احسب مقدار :

- القدرة التي تصل الى المحرك .
- الطاقة المحولة اذا تم تشغيل المحرك $15\ min$.



$P = 18\ W$
$E = 1.62 \times 10^4\ J$

مجفف ملابس قدرته $4.2\ KW$ يتصل بداره كهربائية جهدها $220\ V$ ، احسب مقدار التيار المار في المجفف . ثم احسب الطاقه التي يستنفذها المجفف خلال نصف ساعه .

$I = 1.91\ A$
$E = 2.1\ KW.h$

سعر الطاقة الكهربائية

تحسب تكلفه استهلاك الطاقة الكهربائية في المنازل والمصانع وغيرها ، بضرب كميه الطاقة المستهلكة في تكلفه كل ($1KWh$) ، ويطبق ذلك بالعلاقة :

$$Cost = P_{(Kw)}\Delta t_{(h)} Price_{(JD/KWh)}$$

مثال كتاب :

تزود شركة توليد الكهرباء أحد المستهلكين بقدرة كهربائية (4.4 kW) مدة أربع ساعات يوميًا باستخدام أسلاك توصيل مقاومتها (6 Ω)، وفرق جهد كهربائي (220 V).

أ . ما التكلفة اليومية لهذه الكمية من الطاقة، إذا كان سعر الطاقة (0.12 JD/kWh)؟

ب. ما مقدار الطاقة الكهربائية المفقودة (المتحولة إلى حرارة) في الأسلاك يوميًا؟ وما تكلفة هذه الطاقة المفقودة؟

جـ. كم يصبح مقدار الطاقة المفقودة يوميًا إذا استخدم لنقلها فرق جهد (2200 V)؟ وكم تصبح تكلفة الطاقة المفقودة؟

احسب تكلفه تشغيل مكيف قدرته ($4000\ W$) مده $8\ h$ ، اذا كان سعر وحده الطاقة الكهربائية ($0.12\ JD/KWh$) .

$Cost = 3.84\ JD$

تبلغ مقاومه ساعه رقميه $12000\ \Omega$ وهي موصوله بفرق جهد مقداره $110\ V$ ، احسب ما يأتي :

- مقدار التيار الذي يمر فيها .
- مقدار القدره الكهربائية التي تستهلكها الساعة .
- تكلفه تشغيل الساعة 30 يوما اذا كان ثمن كل $1\ KWh$ يساوي $0.09\ JD$.

$I = 9.167 \times 10^{-3}\ A$

$P = 1\ W$

$Cost = 6.48 \times 10^{-2}\ JD$

احسب تكلفة تشغيل مكواه قدرتها $2000\ W$ خلال الشهر الواحد ، علما بأن المكواة يتم تشغيلها $15\ min/day$ ، باعتبار تكلفة الوحدة الواحدة $0.12\ JD/KWh$.

$Cost = 1.8\ JD$

سخان كهربائي يعمل على فرق جهد $220\ V$ وتيار $5\ A$ ، يتم تشغيله لمدة زمنية مقدارها $30\ min/day$ ، وإذا كان سعر وحدة الطاقة الواحدة $0.08\ JD/KWh$ ، احسب تكلفة استخدام السخان لأسبوع .

$Cost = 0.308\ JD$

تطبيق تكنولوجي : شحن السيارات الكهربائية

تزود السيارات الكهربائيه بالطاقه بواسطه شاحن منزلي ، كما تتوافر اجهزه شحن في الاماكن العامه ، وحيث ان القدره الكهربائيه لبطاريه السياره كبيره فهي تحتاج الى كميه كبيره من الطاقه الكهربائيه . ولحقيق ذلك يتم وصل السياره مع شاحن مده زمنيه طويله

مثال كتاب :

سيارةٌ كهربائيّةٌ تُخزّن بطاريّتها طاقةً كهربائيّة مقدارها (24 kWh)، وُصلت بشاحنٍ يزودها بتيار (16 A) عند فرق جُهد (220 V). أجد:

أ. القدرةَ الكهربائيّة للشاحن.

ب. المُدّةَ الزمنية لشحن البطّارية بشكلٍ كامل.

جـ. تكلفةَ (*cost*) شحن السيارة بشكل كامل؛ إذا كان سعر (*price*) وحدة (kWh) هو (0.12 JD).

تمرين

أستخدم الأرقام: تُستخدم بطارية قوتها الدافعة الكهربائية (20 V) ومقاومتها الداخلية ($1.5\ \Omega$) لتشغيل مقاومة سخان كهربائي لتدفئة حوض أسماك صغير. إذا كان التيار في مقاومة السخان (2 A) فما مقدار القدرة الكهربائية التي تتحول إلى حرارة تنتقل إلى الماء في الحوض؟

كيف يمكن تقليل مده شحن السياره

لتقليل المده اللازمه لشحن السياره يلزم زياده قدره الشاحن والتيار الكهربائي الذي يسري عبر الاسلاك الى بطاريه سياره .

هناك حدود امان لا يمكن تخطيها عند الشحن السياره في المنزل فسر ذلك

عند شحن السياره في المنزل لا ينصح بزياده التيار عن الحد المسموح لمنع ارتفاع درجه حراره الاسلاك .

ملاحظات

احسب تكلفة شحن سيارة كهربائية في اليوم الواحد ، إذا كانت سعة بطاريتها 60 Kwh وكان سعر وحدة الطاقة الواحدة 0.12 JD/Kwh .

$Cost = 7.2\ JD$

سيارة كهربائية سعة بطاريتها 84 Kwh ، يتم شحنها من منزل على فرق جهد كهربائي مقداره 220 V مع تيار أقصى مقداره 15 A ، فإذا علمت أن سعر وحدة الطاقة 0.1 JD/Kwh ، احسب :

تكلفة شحن السيارة　　مدة شحن السيارة

$Cost = 8.4\ JD$

$\Delta t = 25.45\ h$

انتبه :

نظرا لارتفاع تكلفه فاتوره الطاقه اصبح من الضروري التوجه الى مصادر الطاقه المتجدده وعلى راسها الطاقه الشمسيه ، ومن اجل ذلك تستخدم الواح تحتوي على عدد كبير من الخلايا الشمسيه التي تحول طاقه الضوء الشمسي الى طاقه كهربائيه يجري استهلاكها في المنزل او المصنع ، وينقل الفائض منها الى الشبكه الوطنيه للكهرباء بدلا من استخدام البطاريات مرتفعه الثمن لتخزينها .

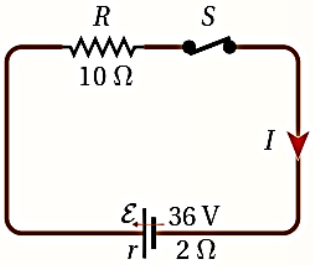
ملاحظات

مراجعة الدرس

1. **الفكرة الرئيسة:** أوضّح المقصودَ بالقُدرة الكهربائيّة، ووحدةَ قياسِها.

2. **أستخدم الأرقام:** موصلان (A) و (B) متساويان في الطول ومساحة المقطع، وُصِل كلٌّ منهما مع مصدر الجُهد الكهربائيّ نفسه، إذا كانت مقاوميّة مادة الموصل (A) مثلَيْ مقاوميّة مادة الموصل (B)؛ فما نسبة القدرة التي يستهلكها الموصل (A) إلى القدرة التي يستهلكها الموصل (B)؟

3. **أستخدم الأرقام:** في الدارة الكهربائيّة المُبيّنة في الشكل المجاور؛ أُغلقَ المفتاح (S) مدّة (5 min). أحسب ما يأتي:



أ . الطاقة الكهربائيّة التي انتجتها البطّارية (الشغل الذي بذلته).

ب. الطاقة الكهربائيّة التي استهلكتها كلُّ مقاومة.

جـ. نوع تحوّلات الطاقة في البطّارية وفي المقاومات.

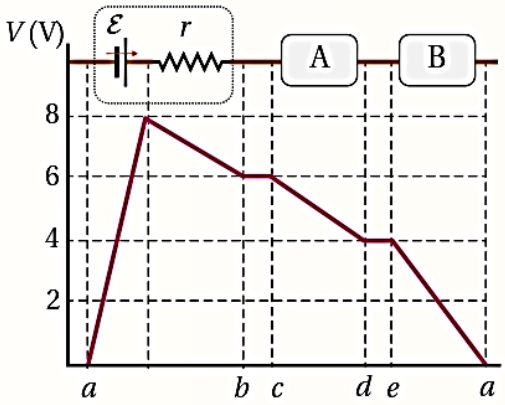
4. **أستخدم الأرقام:** وُصلت سيارة أطفال كهربائيّة مع شاحن كهربائيّ فرقُ جُهده (12 V)، وقدرته (120 W) حتى اكتملت عملية الشحن. إذا علمتُ أنّ مقدار الطاقة الكهربائيّة التي انتقلت إلى البطّارية (2.4 kWh)؛ أحسبُ:

أ . المدّةَ الزمنيّة لاكتمال عملية الشحن.

ب. التيّار المارَّ بين الشاحن وبطارية السيارة.

جـ. هل يمكن شحن السيارة باستخدام شاحنٍ فرقُ جُهدهِ (12 V)، والتيار الذي يُنتِجه (1 A)؟ أفسر إجابتي.

5. **أستنتج:** تتكوّن دارةٌ كهربائيةٌ من بطاريّةٍ لها مقاومةٌ داخليةٌ ومقاومتين خارجيتين، يمرُّ فيها تيّار كهربائيٌّ (1.6 A) بالاتّجاه من (a) إلى (b). مُثّلَت تغيُّرات الجُهد فيها بيانيًّا، كما في الشكل المجاور. أجدُ ما يأتي:



أ . القوّة الدافعة الكهربائيّة للبطارية.

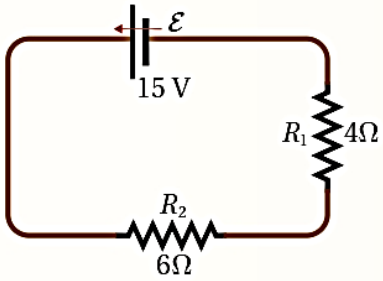
ب. المقاومة الداخلية للبطارية.

جـ. المقاومة الخارجية (A).

د . المقاومة الخارجية (B).

6. أضع دائرةً حول رمز الإجابة الصحيحة لكل جملة ممّا يأتي:

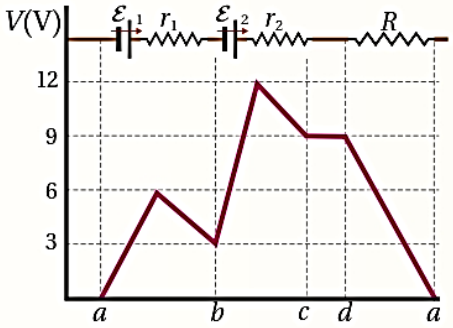
1 . معتمدًا على بيانات الدارة الكهربائية الموضحة في الشكل المجاور؛ فإن فرق الجهد بين طرفي المقاومة (R_1) بوحدة فولت (V) يساوي:



أ . 1.50 ب. 3.75

جـ. 6.0 د . 9.0

2 . دارة كهربائية بسيطة تتكون من بطاريتين ومقاومة خارجية، التيار المار في الدارة (1.5 A). معتمدا على التمثيل البياني لتغيرات الجهد في الدارة، فإن القدرة الكلية المستهلكة في مقاومات الدارة الداخلية والخارجية بوحدة الواط (W):



أ . 22.5 ب. 15

جـ. 13.5 د . 9

3 . يُعرّف المعدل الزمني للشغل الذي تبذله البطارية لنقل كمية من الشحنة بين قطبيها بأنّه:

أ . فرق الجهد بين قطبي البطارية. ب. القوة الدافعة الكهربائية للبطارية.

جـ. القدرة الكهربائية للبطارية. د . المقاومة الداخلية للبطارية.

4 . وُصِل مصباح كهربائي مع مصدر فرق جهد (240 V)؛ فسرى فيه تيار كهربائي (5 A)، إذا كان سعر الطاقة الكهربائية (0.2 JD/kWh)؛ فإن تكلفة تشغيل المصباح مدة عشرين ساعة تساوي:

أ . (4.8 JD). ب. (2.4 JD).

جـ. (0.48 JD). د . (0.24 JD).

5 . هاتف نقّال يعمل على بطارية تخزن طاقة كهربائية مقدارها (0.054 kWh)، وُصل بشاحن يزوّد بتيار (2 A) وفرق جهد (3.6 V). إذا كانت البطارية مفرغة تمامًا؛ فإنّ الزمن اللازم لشحنها كاملةً هو:

أ . (7.5 s). ب. (450 s).

جـ. (4.5 h). د . (7.5 h).

ملاحظات

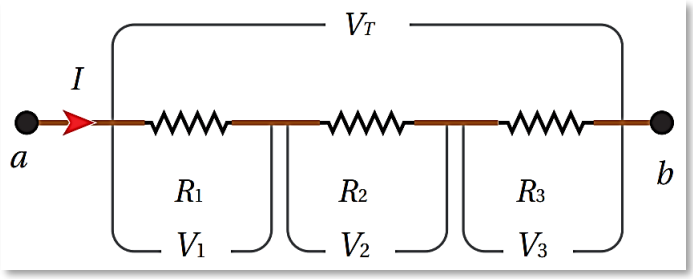
الدرس 3

توصيلُ المقاومات وقاعدتا كيرشوف
Combining Resistors and Kirchhoff's Rules

توصيل المقاومات

توصيل على التوالي

في هذا النوع من التوصيل تتصل المقاومات معا مباشرة بدون تفرع فيمر في المقاومات فيكون التيار نفسه ويكون مجموع فرق الجهد بين طرفي المقاومات مساويا للجهد الأصلي :



رياضيا:

الجهد الكلي يتوزع على مجموعة المقاومات :

$$V_T = V_1 + V_2 + V_3$$

التيار الكلي نفسه لجميع المقاومات :

$$I_T = I_1 = I_2 = I_3$$

المقاومة المكافئة تساوي حاصل جمع المقاومات :

$$R_T = R_1 + R_2 + R_3$$

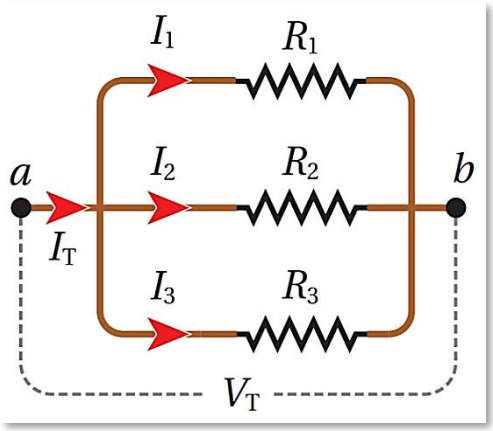
لمجموعة من المقاومات المتساوية المتصلة على التوالي وعددها (ن) ، تكون :

$$R_T = n\,R$$

انتبه في التوصيل على التوالي :

- في التوصيل على التوالي تكون قيمة المقاومة المكافئة أكبر من قيمة أكبر مقاومة في الدارة .
- عند حدوث عطل في احد المقاومات المتصلة على التوالي فان المقاومات جميعا تتعطل ، ويتم تجزئة الجهد عند التوصيل على التوالي وهذه العملية تساعد في حماية الدوائر الكهربائية.
- عند وصل مجموعة من المقاومات على التوالي ، يكون التيار ثابتا ، ويتوزع الجهد ، وحسب القانون ($V = I\,R$) فإن المقاومة الأكبر هي ذات الجهد الأكبر ، وحسب القانون ($P = I\,V$) فإن المقاومة الأكبر هي ذات القدرة الأكبر ، وهي التي تستهلك طاقة أكبر .

توصيل على التوازي :



تشترك المقاومات في هذا النوع من التوصيل في نقطتي البداية والنهاية ويكون فرق الجهد بين طرفي كل من المقاومات متساوي ومساويا لفرق جهد المصدر ، وبالنسبة للتيار فانه يتجزأ في المقاومات على حسب قيمتها.

رياضيا:

التيار الكلي يتوزع على مجموعة المقاومات :

$$I_T = I_1 + I_2 + I_3$$

الجهد الكلي نفسه لجميع المقاومات :

$$V_T = V_1 = V_2 = V_3$$

المقاومة المكافئة تساوي حاصل جمع مقاليب المقاومات :

$$\frac{1}{R_T} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}$$

لمجموعة من المقاومات المتساوية المتصلة على التوالي وعددها (ن) ، تكون :

$$R_T = \frac{R}{n}$$

انتبه في التوصيل على التوازي :

- في التوصيل على التوالي تكون قيمة المقاومة المكافئة أصغر من قيمة أصغر مقاومة في الدارة .
- في هذا النوع من التوصيل إذا انقطع سلك احد المقاومات فان التيار المار فيها فقط يتوقف ، وتبقى بقية المقاومات تعمل .
- عند وصل مجموعة من المقاومات على التوازي ، يكون الجهد ثابتا ، ويتوزع التيار ، وحسب القانون ($V = I R$) فإن المقاومة الأصغر هي ذات التيار الأكبر ، وحسب القانون ($P = I V$) فإن المقاومة الأصغر هي ذات القدرة الأكبر ، وهي التي تستهلك طاقة أكبر .

فسر العبارات الآتية :

- توصل المصابيح في المنازل على التوازي .
- يكون التيار الكهربائي الكلي لدارة فيها ثلاث مقاومات موصولة معا على التوالي أقل من التيار الكلي في الدارة نفسها عند وصل المقاومات عى التوازي .
- لأن المصابيح تعمل على فرق الجهد نفسه، وكي نحافظ على فرق الجهد الذي تحتاج إليه وهو فرق جهد المصدر توصل على التوازي وللمحافظة على استمرار إضاءة المصابيح حتى بعد تعرّض أحدها للتلف ، لأنه عند توصيل المصابيح بطريقة التوازي يتجزّأ تيار الدارة ليسري كل جزء في مصباح.

ملاحظات

ملاحظات

- في دارة التوالي، تكون المقاومة المكافئة أكبر من من أكبر مقاومة في المجموعة، بينما تكون المقاومة المكافئة في دارة التوازي أصغر من أصغر مقاومة في المجموعة . وحسب العلاقة ($I = \frac{\Delta V}{R}$) فإن التيار يتناسب عكسيًا مع المقاومة؛ لذا ، يكون التيار الكهربائي المار في دارة التوالي أصغر من تياردارة التوازي .

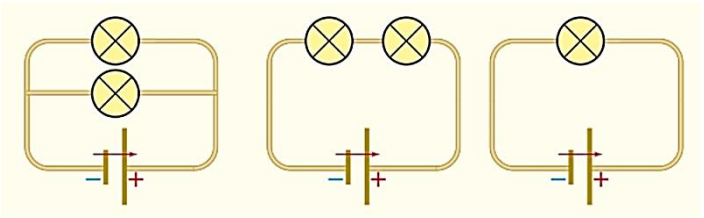
عندما نربط مقاومات على التوازي، تكون المقاومة الأقل مقدارًا هي الأكثر استهلاكًا للقدرة الكهربائية ، فسر ذلك؟

عند وصل مجموعة من المقاومات على التوازي ، يكون الجهد ثابتا ، ويتوزع التيار ، وحسب القانون ($V = I R$) فإن المقاومة الأصغر هي ذات التيار الأكبر ، وحسب القانون ($P = I V$) فإن المقاومة الأصغر هي ذات القدرة الأكبر ، وهي التي تستهلك طاقة أكبر

ثلاث مقاومات ($6\Omega , 3\Omega , 2\Omega$) ، كيف نصلها معا ومع مصدر جهد ثابت لتكون :
القدرة المستهلكة في المقاومة (2Ω) أكبر ما يمكن .
القدرة المستهلكة في المقاومة (6Ω) أكبر ما يمكن .

- على التوازي .
- على التوالي .

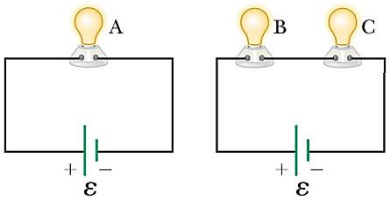
يبين الشكل خمسة مصابيح متماثلة في ثلاث دارات ، وصلت مع ثلاث بطاريات متماثلة . رتب الدارات تصاعديا وفق القدرة المستهلكة في كل منها .



A B C

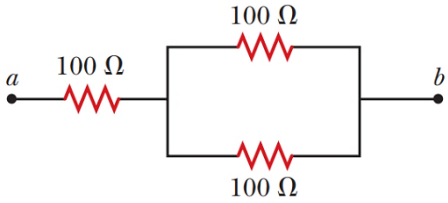
$P_C > P_A > P_B$

أي المصابيح (A , B , C) في الشكل المجاور أكثر إضاءة ، علما بأن مقاومة المصابيح الثلاث متماثلة .



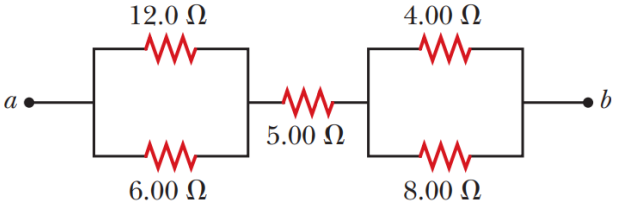
المصباح (A) .

احسب المقاومة المكافئة في الشكل المجاور .



$R_{eq} = 150\ \Omega$

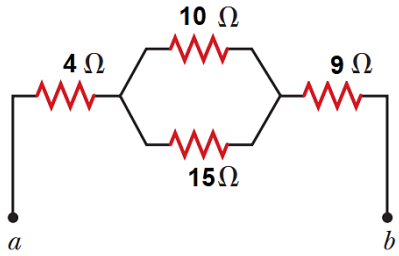
احسب المقاومة المكافئة في الشكل بين (a , b) .



$R_{eq} = 11.67\ \Omega$

ملاحظات

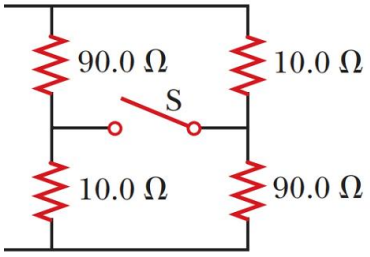
احسب المقاومة المكافئة بين (a , b) في الشكل :



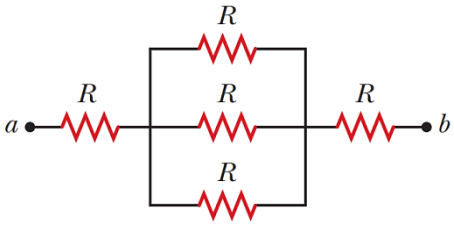
$R_{eq} = 19\ \Omega$

في الشكل المجاور أوجد المقاومة المكافئة في الحالات الآتية :

- إذا كان المفتاح (s) مفتوحا .
- إذا كان المفتاح (s) مغلقا .



- إذا كان المفتاح (s) مفتوحا $R_{eq} = 50\ \Omega$
- إذا كان المفتاح (s) مغلقا $R_{eq} = 18\ \Omega$

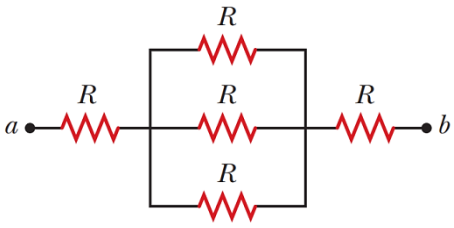


في الشكل إذا كانت جميع المقاومات متساوية ، وكانت المقاومة المكافئة تساوي (7 Ω) ، احسب مقدار كل مقاومة .

$R_{eq} = 3\ \Omega$

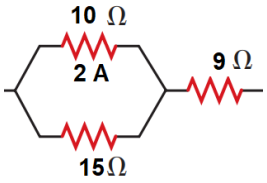
مجموعة من المقاومات المتساوية عددها (n) ، وصلت مرة على التوالي ، ومرة على التوازي ، فوجد أن المقاومة المكافئة للمجموعة على التوالي 64 ضعف المقاومة المكافئة عند وصلها على التوازي ، أوجد عدد هذه المقاومات .

$n = 8$



في الشكل إذا كان التيار الكهربائي المار في مجموعة المقاومات يساوي 2 A ، وكان فرق الجهد الكهربائي $V_{ab} = 12\ V$ ، احسب المقاومة المكافئة للمجموعة .

$R_{eq} = 6\ \Omega$



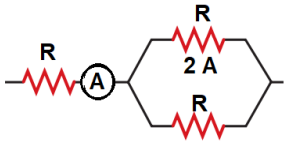
في الشكل المجاور إذا كان التيار المار في المقاومة (10 Ω) يساوي (2 A) ، احسب :

- التيار المار في المقاومتين (9 Ω , 15 Ω) .
- فرق الجهد بين طرفي المجموعة .

$I_{15} = 1.33\ A\ , I_9 = 3.33\ A$

$\Delta V = 50\ V$

إذا كانت جميع المقاومات في الشكل متساوية ، ومعتمدا على البيانات المثبتة على الشكل ، أوجد قراءة الأميتر (A) .



$I = 4\ A$

مصباحان ، كتب على الأول (120 v , 40 w) ، وعلى الثاني (120 v , 60 w) ، أوجد المقاومة المكافئة لهما في كل من الحالات الآتية :

- إذا وصلا معا على التوالي .
- إذا وصلا معا على التوازي .

$R_{eq\ \text{توالي}} = 600\ \Omega$

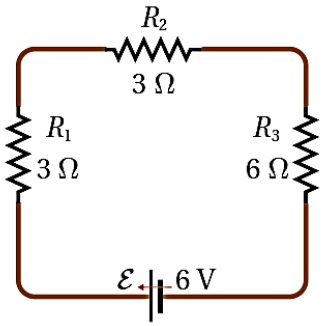
$R_{eq\ \text{توازي}} = 144\ \Omega$

انتبه :

في الدارة البسيطة (التي يمكن تبسيطها)

$$I = \frac{\sum \varepsilon}{\sum R}$$

مثال كتاب :

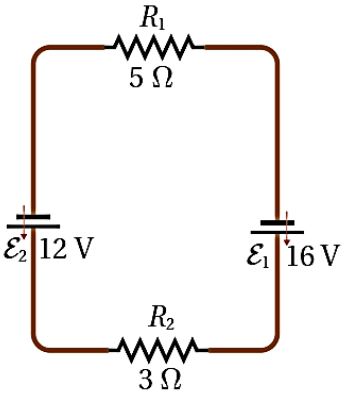


دارةٌ كهربائيةٌ بسيطةٌ يبيّنُها الشكل (18)، المقاومة الداخلية للبطارية مهملة، أحسب كُلًّا من:

أ) المقاومة المكافئة للمقاومات الثلاث.

ب) التيّار الذي يسري في الدارة.

مثال كتاب :

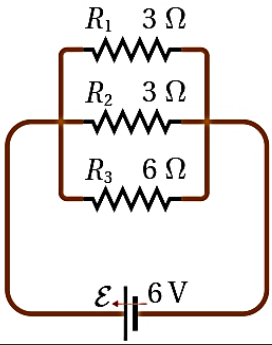


بالاعتماد على البيانات المُثبّتة في الشكل (19)، وبإهمال المقاومة الداخلية لكلتا البطاريتين؛ أجد كُلًّا من:

أ) قيمة تيّار الدارة وأُحدّد اتّجاهه.

ب) فرق الجُهد بين طرفي كل مقاومة.

مثال كتاب :



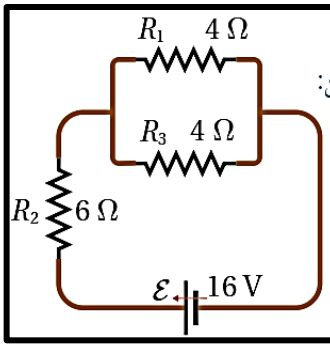
دارةٌ كهربائيةٌ بسيطةٌ يبيّنُها الشكل (20)، المقاومة الداخلية للبطارية مُهملةٌ، أحسب كلاً من:

أ) المقاومة المكافئة للمقاومات الثلاث.

ب) التيّار الكلي المارّ في الدارة.

ملاحظات

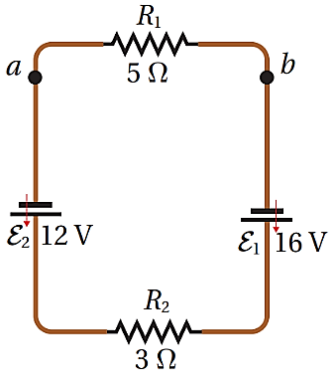
مثال كتاب :



دارةٌ كهربائيّةٌ بسيطةٌ يبيّنُها الشكل (21/ أ)، المقاومةُ الداخلية للبطارية مُهمَلة، أحسب كلًّا من:

أ) المقاومة المكافئة للمقاومات الثلاث.

ب) التيّار الكلي المارُّ في الدارة.



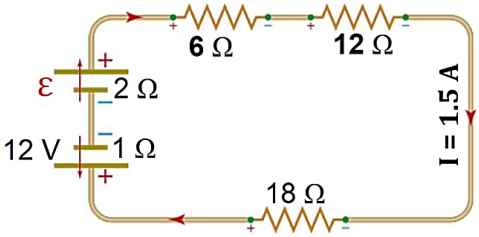
معتمدا على الشكل والبيانات المثبتة عليه ، بإهمال المقاومات الداخلية لكلتا البطاريتين ، احسب كل من :

تيار الدارة وحدد اتجاهه .

فرق الجهد بين النقطتين (a) و (b) .

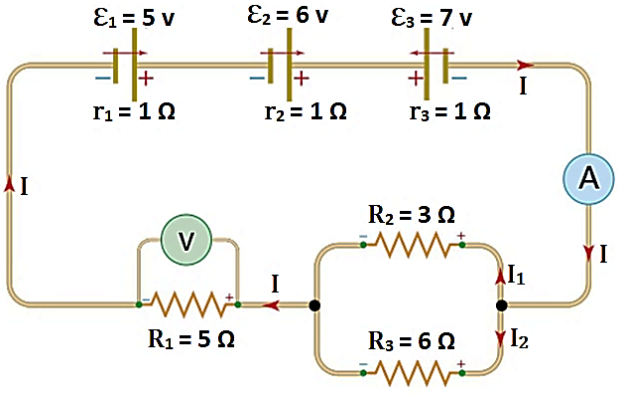
$I = 0.5\ A$

$\Delta V = 2.5\ V$



في الدارة المبينة في الشكل المجاور ، إذا كان تيار الدارة (1.5 A) ، احسب القوة الدافعة الكهربائية (ε) .

$\varepsilon = 70.5\ V$



معتمدا على البيانات المثبتة على الدارة البسيطة المجاورة ، أوجد ما يأتي :

قراءة الأميتر (A) .

قراءة الفولتميتر (V) .

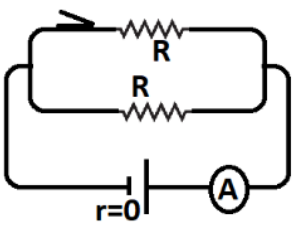
التيارات (I_1 , I_2) .

$I = 0.4\ A$

$\Delta V = 2\ V$

$I_1 = 0.27A\ , I_2 = 0.13\ A$

ماذا يحدث لكل من (قراءة الأميتر ، وجهد المقاومة (R)) على الترتيب ، عند فتح المفتاح في الدارة المجاورة ؟



تقل ، تبقى ثابتة	تزداد ، تبقى ثابتة
تزداد ، تقل	تقل ، تزداد

تزداد ، تبقى ثابتة

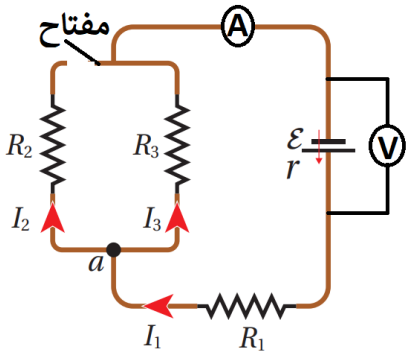
ملاحظات

ملاحظات

عند غلق المفتاح (ح) في الدارة المبينة في الشكل ، فإن قراءة كل من الأميتر (A) ، والفولتميتر (V) على الترتيب :

تزداد ، تزداد	تزداد ، تقل
تزداد ، تبقى ثابتة	تقل ، تبقى ثابتة

تزداد ، تقل



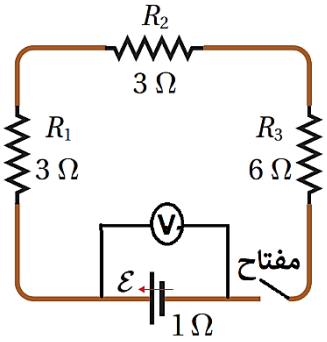
انتبه :

عند وصل مقاومة على التوالي – تزداد المقاومة المكافئة – يقل التيار المكافئ – يزداد جهد البطارية .

عند وصل مقاومة على التوازي – تقل المقاومة المكافئة – يزداد التيار المكافئ – يقل جهد البطارية .

في الشكل الذي يمثل دارة كهربائية بسيطة ، إذا كانت قراءة الفولتميتر (V) قبل اغلاق المفتاح تساوي $36\ V$ ، واعتمادا على البيانات المبينة على الشكل ، احسب عند غلق المفتاح :

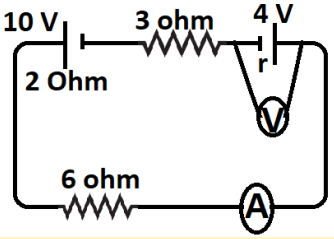
- قراءة الفولتميتر .
- القدرة التي تنتجها القوة الدافعة (ε) .



$\Delta V = 33.23\ V$

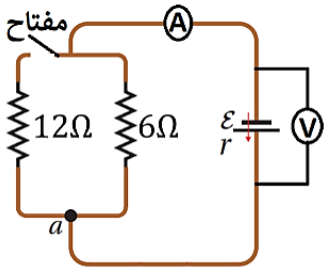
$P = 99.72\ W$

يبين الشكل المجاور دارة كهربائية بسيطة ، معتمدا على الشكل وبياناته ، وإذا علمت أن قراءة الفولتميتر (V) تساوي 4.5 V ، احسب قراءة الأميتر (A) .



$I = 0.5\ A$

يمثل الشكل المجاور دارة كهربائية ، عندما كان المفتاح مفتوحا كانت قراءة الفولتميتر تساوي $9V$ ، وبعد غلق المفتاح أصبحت $8V$ ، احسب مقدار كل من (ε , r) .

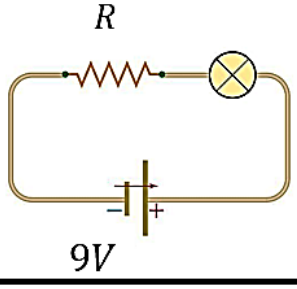


$\varepsilon = 12\ V , r = 2\ \Omega$

تدريب ذاتي :

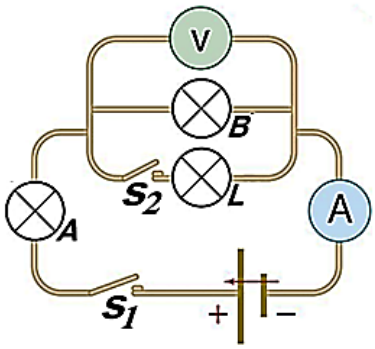
مصباح كهربائي كتب عليه ($3V , 2.5W$) ، يراد إضاءته من بطارية قوتها الدافعة الكهربائية ($9V$) ، ولحماية المصباح من التلف أضيفت مقاومة خارجية (R) إلى الدارة ، كما في الشكل ، فإن قيمة المقاومة (R) بوحدة الأوم :

أ) 7,2 ب) 2,5 ج) 0,8 د) 0,1



تدريب ذاتي :

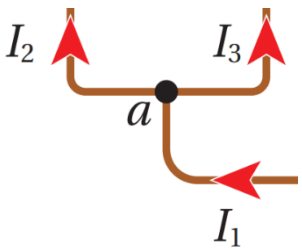
في الدارة المبينة جانبا :



- عند اغلاق المفتاح (S_1) فقط ، ماذا يحدث لكل من : إضاءة المصابيح (A, B, L) ، قراءة الأمبير ، قراءة الفولتميتر
- عند إغلاق المفتاح (S_1) و (S_2) معا ، ماذا يحدث لكل من : إضاءة المصابيح (A, B, L) ، قراءة الأمبير ، قراءة الفولتميتر

الدوائر الكهربائية وقانون كيرتشوف

قاعدة كيرتشوف الأولى :



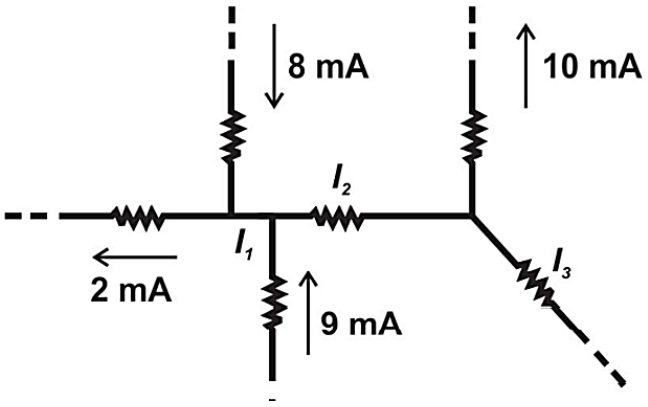
عند وصول كمية الشحنة الى نقطة التفرع فإنها تتوزع وعليه فان التيار يتم توزيعه كذلك كما في الشكل المجاور ، ولذلك تعد قاعدة كيرتشوف الأولى صيغة أخرى لقانون حفظ الشحنة .

رياضيا :

$$I_T = I_1 + I_2 + I_3 + \dots$$

$$\Sigma I_{In} = \Sigma I_{Out}$$

نص قاعدة كيرتشوف الأولى: عند أي نقطة اتصال في دارة كهربائية يكون مجموع التيارات الداخلة الى التفرع يساوي مجموع التيارات الخارجة من التفرع ، (المجموع الجبري للتيارات عند نقطة التفرع يساوي صفر) .



يمثل الشكل المجاور جزءا من دارة كهربائية ، مستعينا بالبيانات المثبتة عليه احسب شدة التيارات (I_1 , I_2 , I_3) .

$I_1 = 6A$

$I_1 = 15A$

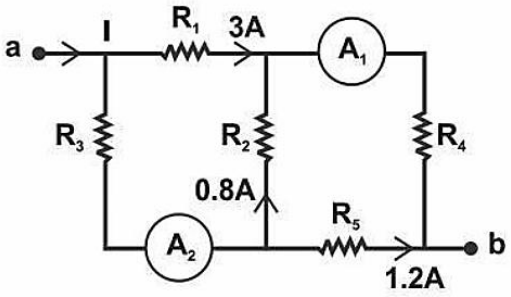
$I_1 = 5A$

ملاحظات

ملاحظات

يبين الشكل المجاور جزءا من داره كهربائيه يسري فيها تيار كهربائي . اذا كان فرق الجهد بين النقطتين (a , b) يساوي ($60\ V$) ، فجد :

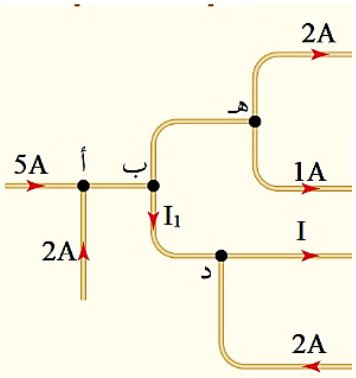
- قراءه الاميترات (A_1, A_2) .
- المقاومه المكافئه للداره بين النقطتين (A , B) .



$A_1 = 3.8\ A\ , A_2 = 2A$

$R_{eq} = 12\ \Omega$

يمثل الشكل جزءا من دارة كهربائية ، مستعينا بالبيانات المثبتة في الشكل ، احسب مقدار التيار الكهربائي (I) .



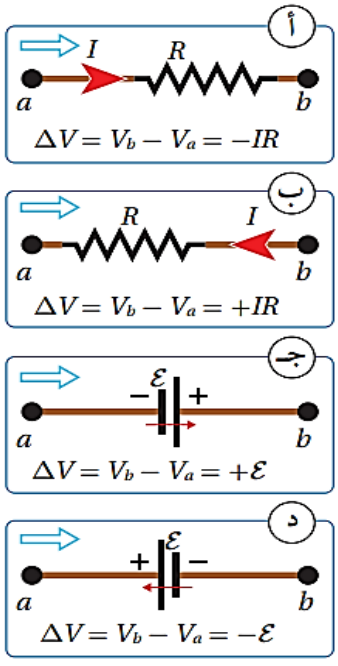
$I = 6A$

قاعدة كيرتشوف الثانية :

نص قاعدة كيرتشوف الثانية: المجموع الجبري للتغيرات في الجهد عبر عناصر المسار المغلق في الدارة الكهربائية يساوي صفرا. و تعد قاعدة كيرتشوف الثانية صيغة أخرى لقانون حفظ الطاقة.

رياضيا :

$$\Sigma\, \mathcal{E} - \Sigma\, I\, r + \Sigma\, I\, R = 0$$



انتبه عند تطبيق قانون كيرتشوف الثاني :

أولا : عند الحركة مع اتجاه التيار مرورا بالمقاومة نطرح جهد المقاومة ، أي نكتب في المعادلة الرياضية ($-\,I\,R$) .

ثانيا : عند الحركة عكس اتجاه التيار مرورا بالمقاومة نجمع جهد المقاومة ، أي نكتب في المعادلة الرياضية ($+\,I\,R$) .

ثالثا : عند الحركة مع البطارية (من السالب الى الموجب) مرورا بالبطارية نجمع القوة الدافعة الكهربائية ، أي نكتب في المعادلة الرياضية ($+\,\mathcal{E}$) .

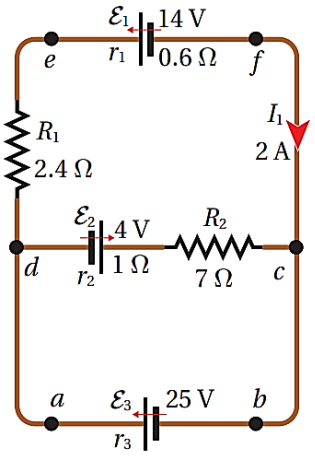
رابعا : عند الحركة عكس البطارية (من الموجب الى السالب) مرورا بالبطارية نطرح القوة الدافعة الكهربائية ، أي نكتب في المعادلة الرياضية ($-\,\mathcal{E}$) .

ملاحظات

تكون دارة كهربائية من عروتين كما في الشكل ، معتمدا على بيانات الشكل ، احسب :

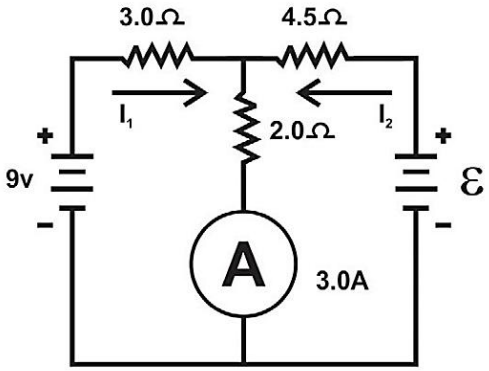
قيم التيارات (I_2 , I_3) .

مقدار المقاومة الداخلية (r_3) .



$I_2 = 3A \, , I_3 = 5A$

$r_3 = 1\Omega$

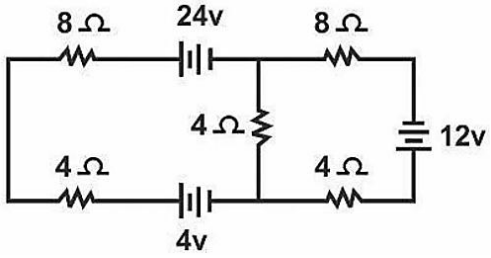


في الدارة المجاورة ، إذا كانت قراءة الأميتر (A) تساوي (3 A) . جد :

- التيارات (I_1 , I_2) .
- القوة الدافعة المجهولة (ε) .

$I_1 = 1A \, , I_2 = 2A$

$\varepsilon = 15 \, V$



في الدار الكهربائيه المجاوره . احسب شده التيار المار في كل مسار .

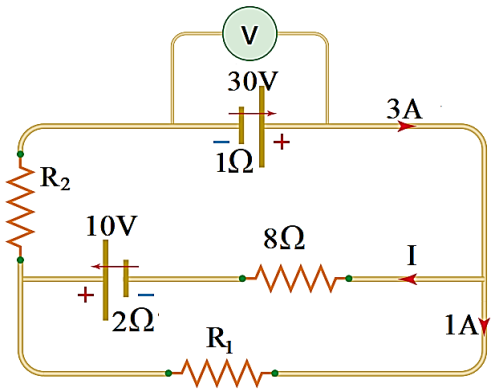
$I_{\text{المسار الأيمن}} = 0.47 \, A$

$I_{\text{المسار الأوسط}} = 1.6 \, A$

$I_{\text{المسار الأيسر}} = 1.13 \, A$

اعتمادا على البيانات المثبتة في الشكل ، اوجد ما يأتي :

- التيار الكهربائي المار في المقاومة (8Ω) .
- مقدار كل من المقاومتين (R_1, R_2) .
- قراءة الفولتميتر .

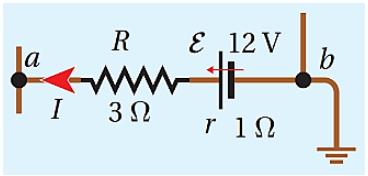


$I = 2 \, A$

$R_1 = 10 \, \Omega \, , R_2 = 5.67 \, \Omega$

$\Delta V = 27 \, V$

معتمدا على الشكل ، وإذا كان (I = 2 A) ، احسب جهد النقطة (a) .



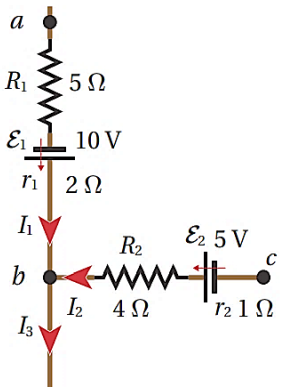
$V_a = 4 \, V$

ملاحظات

انتبه :

تعتبر الأرض موصلا ضخما يمكنه تفريغ الشحنة من أي جسم يتصل بها ، لذلك فإن أي جسم يتصل بالأرض يصبح جهده صفرا ، ولا يشترط أن تصبح شحنته صفرا .

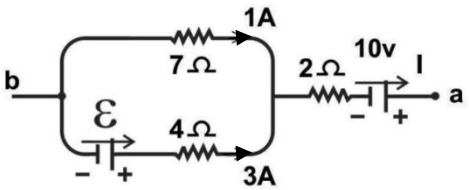
جزء من دارة كهربائية مركبة كما في الشكل المجاور ، فيه ($I_1 = 3\ A$) ، ($I_3 = 4.5\ A$) . إذا علمت أن ($Vc = 9\ V$) ، احسب جهد النقطة (a) .



$V_a = 17.5\ V$

يمثل الشكل المجاور جزءا من دارة كهربائية ، معتمدا على الشكل ، جد :

- مقدار القوة الدافعة الكهربائية ($\mathcal{E}$) .
- فرق الجهد بين النقطتين (a , b) .

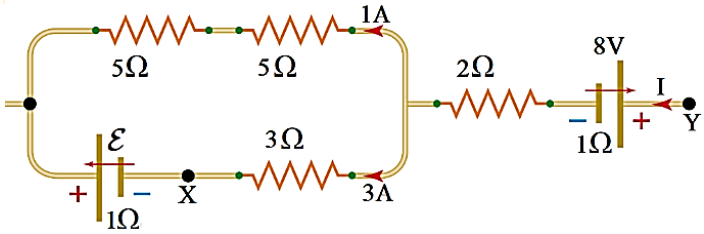


$\varepsilon = 5\ V$

$V_a - V_b = -5\ V$

يمثل الشكل جزءا من دارة كهربائية ، مستعينا بالبيانات المثبتة في الشكل ، اوجد :

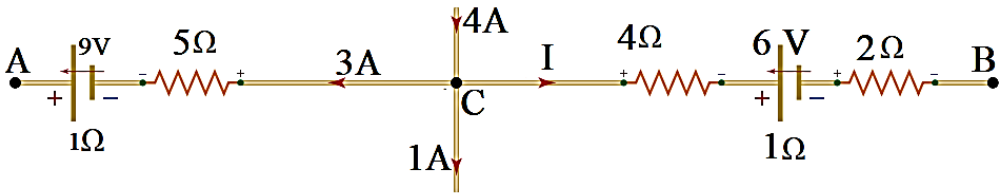
- فرق الجهد الكهربائي ($V_Y - V_X$) .
- القوة الدافعة الكهربائية (ε) .



$V_Y - V_x = 29\ V$

$\varepsilon = 2\ V$

يمثل الشكل جزءا من دارة كهربائية ، معتمدا على البيانات المثبتة على الشكل . احسب فرق الجهد $(V_A - V_B)$.



$V_A - V_B = -3\ V$

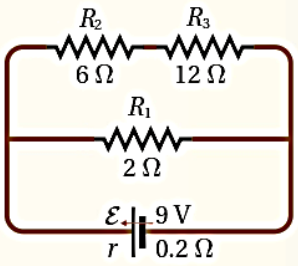
مراجعة الدرس

1. **الفكرة الرئيسة:**
   أ . أذكرُ نصّ قاعدتي كيرشوف، وما مبدأ الحفظ الذي تحقّقُه كلٌّ منهما؟
   ب. أقارنُ بين طريقتي توصيل المقاومات على التوالي وعلى التوازي من حيث؛ فرق الجُهد والتيار والمقاومة المكافئة.

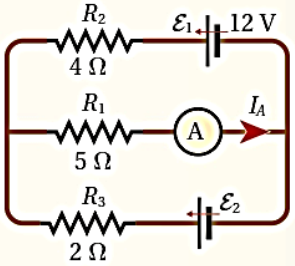
2. أُبيّن طريقةَ توصيل المصباحين الأماميّين في السيارة مع البطّارية، إن كانت توالِيًا أو توازيًا، مُفسّرًا أهمّية هذه الطريقة.

3. **أفسّرُ** لماذا يُعدّ فرق الجُهد بين طرفي المقاومة سالبًا عند عبورها باتّجاه التيّار المارِّ فيها.

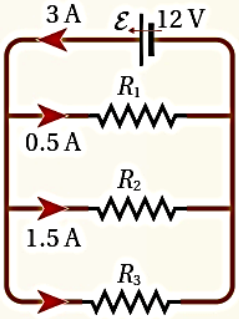
4. **أستخدم الأرقام:** يُبيّن الشكل المجاور دارةً كهربائيّة تحتوي بطاريّةً ومقاومات، بالاعتماد على بيانات الشكل أحسبُ المقاومة المكافئة للدّارة، ثمّ مقدار التيّار فيها.



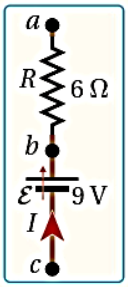
5. **أستخدم الأرقام:** إذا كانت قراءة الأميتر في الدارة المجاورة (2 A)، وبإهمال المقاومات الداخلية للبطاريات، أجدُ كُلًّا من:
   أ . مقدار واتجاه التيارين: (I_1) يمرُّ في ($\mathcal{E}_1$)، و (I_2) يمر في ($\mathcal{E}_2$).
   ب. مقدار القوّة الدافعة الكهربائيّة ($\mathcal{E}_2$).



6. **أستخدم الأرقام:** بالاعتماد على بيانات الدارة المبينة في الشكل؛ أجد ما يأتي:
   أ . التيّار المارّ في المقاومة (R_3).
   ب. قيم المقاومات الثلاث.
   جـ. المقاومة المكافئة.



7. يبيّن الشكل المجاور جزءًا من دارةٍ كهربائيّة، بالاعتماد على بيانات الشكل، حيث إنّ: ($V_c - V_a = 7$ V) و ($V_b - V_a = 15$ V)؛ أجد مقدار المقاومة الداخلية للبطارية.



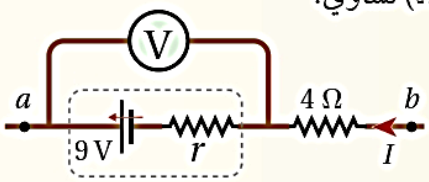
8. أضع دائرة حول رمز الإجابة الصحيحة لكل جملة ممّا يأتي:

1. مجموعة من المقاومات عددها (n) ومقدار كل منها (R) وصلت جميعها على التوالي مع مصدر فرق جهد، ثم أعيد توصيلها على التوازي مع المصدر نفسه؛ فإن نسبة مقدار التيار الكُلّي في حالة التوازي (I_P) إليه في حالة التوالي (I_S) تكون كما يأتي:

أ. $(\frac{I_P}{I_S} = n^2)$. ب. $(\frac{I_P}{I_S} = n)$.

جـ. $(\frac{I_P}{I_S} = \frac{1}{n})$ د. $(\frac{I_P}{I_S} = \frac{1}{n^2})$.

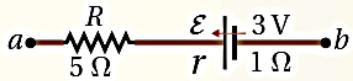
2. يبين الشكل المجاور جزءًا من دارة كهربائية، إذا كانت قراءة الفولتميتر (V) تساوي (7 V) وفرق الجهد ($V_b - V_a = 1\ V$)؛ فإن المقاومة الداخلية للبطارية بوحدة أوم (Ω) تساوي:



أ. (2.5) ب. (2.0)

جـ. (1.5) د. (1.0)

3. يبين الشكل جزءًا من دارة كهربائية، فيه ($V_a = 17\ V$) و ($V_b = 2\ V$). اعتمادًا على بيانات الشكل يكون التيار في البطارية:



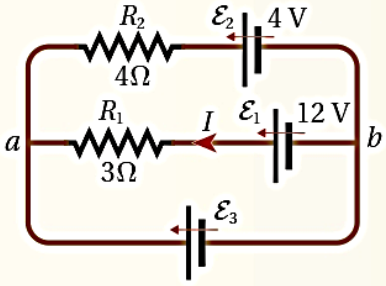
أ. من (b) إلى (a)، ويساوي (2 A)

ب. من (b) إلى (a)، ويساوي (3 A)

جـ. من (a) إلى (b)، ويساوي (2 A)

د. من (a) إلى (b)، ويساوي (3 A)

* إذا كان التيار الذي يسري في المقاومة (R_1) في الدارة المبيّنة في الشكل المجاور ($I = 2\ A$)، وبإهمال المقاومات الداخلية للبطاريات؛ أجيب عن الفقرتين الآتيتين:



4. مقدار القوة الدافعة الكهربائية (ε_3) بوحدة فولت (V)يساوي:

أ. 6 ب. 8 جـ. 12 د. 18

5. مقدار التيار المار في المقاومة (R_2) بوحدة أمبير (A) واتجاهه:

أ. 0.5 ، من (b) إلى (a). ب. 0.5 ، من (a) إلى (b).

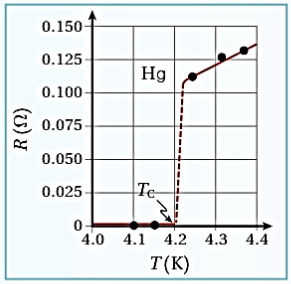
جـ. 2.5 ، من (1.5) إلى (a). د. 2.5 ، من (a) إلى (b).

الإثراء والتوسّع

المواد فائقة التوصيل Superconductors

أغلب الفلزات تزداد مقاومتها بارتفاع درجة الحرارة، وتقل بانخفاضها، لكن هناك بعض الفلزات والمركبات التي تقل مقاومتها بشكل كبير بانخفاض درجة حرارتها، وعند درجات حرارة أقل من الدرجة الحرجة (T_c) Critical temperature؛ تصبح مقاومة المادة صفرًا وتوصف المادة بأنها فائقة التوصيل. تُعرّف درجة الحرارة الحرجة بأنها أعلى درجة حرارة تنتقل عندها المادة من حالتها الطبيعية إلى الحالة الفائقة التوصيل، وهي خصيصة مميزة للموصلات الفائقة.

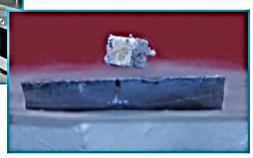
عند درجات حرارة أقل من درجة الحرارة الحرجة يمكن للتيار الكهربائي الذي يُولَد في هذه المواد أن يسري فيها لسنوات عدّة دون الحاجة إلى مصدر فرق جهد كهربائي؛ لأن مقاومتها للتيار تساوي صفرًا؛ حيث لا تضيع الطاقة الكهربائية على شكل طاقة حرارية. لكن فوق الدرجة الحرجة تزداد مقاومة هذه المواد بارتفاع درجة الحرارة، كما في الموصلات الفلزية الأخرى، كما هو موضح في الشكل المجاور؛ إذ يصبح فلزّ الزئبق (Hg) فائق التوصيل تحت الدرجة الحرجة، وهي ($T_c = 4.2\ \text{K}$)، أما فوق هذه الدرجة، فيبين منحنى العلاقة بين مقاومة عيّنةٍ من الزئبق ودرجة الحرارة المطلقة زيادة المقاومة بارتفاع درجة الحرارة. وتوجد مواد أخرى، مثل الألمنيوم والقصدير والرصاص والإنديوم تتحول عند تبريدها إلى فائقة التوصيل، في حين أن موصلاتٍ جيّدةً للكهرباء مثل النحاس والذهب لا تتحول إلى مواد فائقة التوصيل عند تبريدها.



حاز العالمان السويسريان جورج بدرون وألِكس ميلر على جائزة نوبل في الفيزياء عام (1987)؛ لاكتشافهما مواد فائقة التوصيل عند درجة حرارة أعلى مما كان معروفًا، ثم توالت الأبحاث للحصول درجات حرجة أعلى من ذلك، فالمُركب الذي يتكون من أكسيد الباريوم واللانثينيوم والنحاس يصبح فائق التوصيل دون الدرجة ($T_c = 92\ \text{K}$)، وتوجد مركبات أخرى فائقة التوصيل عند الدرجة ($T_c = 134\ \text{K}$). ويأمل الباحثون التوصل إلى مواد تكون فائقة التوصيل عند درجة حرارة الغرفة.

تستخدم المواد فائقة التوصيل في تطبيقات تكنولوجية عدّة، يرتكز أهمها على توليد مجالات مغناطيسية قوية جدًا، تفوق تلك التي تولدها المغانط الكهربائية العادية بعشر مرات، مثل تلك المستخدمة في أجهزة الرنين المغناطيسي وفي مسارعات الجسيمات. كما يظهر في الشكل مغناطيس صغير يرتفع فوق قرص من مادة فائقة التوصيل مُبرّدٍ إلى ما دون الدرجة الحرجة باستخدام النيتروجين السائل، عند وضع المغناطيس فوق القرص؛ يتولد في القرص تيار حثي (ستتعرفه في الوحدة الدراسية القادمة)؛ فينشأ عنه مجال مغناطيسي معاكس لمجال المغناطيس ومساوٍ له في المقدار يعمل على رفع المغناطيس في الهواء.

اعتمادًا على هذه الظاهرة؛ طوّرت قطارات عالية السرعة (600 km/h) تطفو على سكة تحتوي مغانط من مواد قوية فائقة التوصيل؛ للتغلب على قوى الاحتكاك التي تنشأ عادةً بين القطار وسكة الحديد.



كما أن هناك أملٌ لدى العلماء بصناعة خطوط نقل الكهرباء من مواد فائقة التوصيل (حال التوصل إليها عند درجات الحرارة العادية) لنقل الكهرباء بصورة مثالية دون أي ضياع للطاقة.

ما المقصود بالمواد فائقة التوصيل؟

هي مواد تنعدم مقاومتها الكهربائية تمامًا عند تبريدها إلى درجة حرارة أقل من درجة حرارة حرجة معينة.

كيف تتغير مقاومة معظم الفلزات مع ارتفاع درجة الحرارة؟

تزداد مقاومتها بارتفاع درجة الحرارة وتقل بانخفاضها.

ملاحظات

ماذا يحدث لمقاومة بعض المواد عند درجات حرارة منخفضة جدًا؟

تنخفض مقاومتها فجأة لتصبح صفرًا.

ما درجة الحرارة الحرجة(Tc) ؟

هي أعلى درجة حرارة تتحول عندها المادة إلى حالة التوصيل الفائق.

لماذا تُعد درجة الحرارة الحرجة خاصية مميزة للمواد فائقة التوصيل؟

لأن كل مادة فائقة التوصيل لها درجة حرارة حرجة خاصة بها.

ماذا يحدث للتيار الكهربائي في مادة فائقة التوصيل؟

يمكن للتيار أن يسري دون فقد في الطاقة.

لماذا لا تحتاج المواد فائقة التوصيل إلى مصدر فرق جهد؟

لأن مقاومتها تساوي صفرًا.

ماذا يحدث للمادة إذا ارتفعت درجة حرارتها فوق Tc ؟

تعود إلى حالتها الطبيعية وتظهر لها مقاومة كهربائية.

ما مثال لمادة فائقة التوصيل موضحة في الشكل البياني؟

الزئبق.(Hg)

ما قيمة درجة الحرارة الحرجة للزئبق؟

$Tc = 4.2\ K.$

كيف تتغير مقاومة الزئبق مع درجة الحرارة فوق Tc ؟

تزداد المقاومة بزيادة درجة الحرارة.

اذكر أمثلة لمواد تتحول إلى فائقة التوصيل عند تبريدها.

الألمنيوم، القصدير، الرصاص، والإنديوم.

هل النحاس والذهب يصبحان فائقي التوصيل عند تبريدهما؟

لا، لا يتحولان إلى مواد فائقة التوصيل.

ما المادة التي تصبح فائقة التوصيل عند $Tc = 92\ K$ ؟

مركب من أكسيد الباريوم واللانثانيوم والنحاس.

هل توجد مواد فائقة التوصيل عند درجات أعلى من K92 ؟

نعم، توجد مواد تصل درجة حرارتها الحرجة إلى K.134

ما الطموح المستقبلي للباحثين في مجال التوصيل الفائق؟

الوصول إلى مواد فائقة التوصيل عند درجة حرارة الغرفة.

ملاحظات

ما أهم تطبيقات المواد فائقة التوصيل؟

تولید مجالات مغناطيسية قوية جدًا.

أين تُستخدم هذه المجالات المغناطيسية القوية؟

في أجهزة الرنين المغناطيسي ومسرعات الجسيمات.

ماذا يوضح شكل المغناطيس المعلق فوق قرص؟

ظاهرة الرفع المغناطيسي باستخدام مادة فائقة التوصيل.

ما سبب ارتفاع المغناطيس فوق المادة فائقة التوصيل؟

تولّد تيارات في المادة مجالًا مغناطيسيًا معاكسًا يرفع المغناطيس.

ما دور النيتروجين السائل في التجربة؟

تبريد المادة إلى ما دون درجة الحرارة الحرجة.

كيف استفادت القطارات الحديثة من المواد فائقة التوصيل؟

باستخدامها في قطارات معلّقة مغناطيسيًا عالية السرعة.

ما ميزة استخدام المواد فائقة التوصيل في نقل الكهرباء؟

نقل الطاقة دون أي ضياع للطاقة.

ملاحظات

مراجعة الوحدة

1. أضعُ دائرةً حول رمز الإجابة الصحيحة لكلّ جملة ممّا يأتي:

1. تتصف المقاومية بإحدى الصفات الآتية:

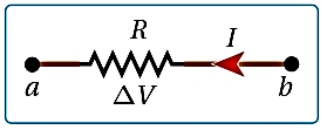
أ . تزدادُ بزيادة طول الموصل وبزيادة مساحة مَقطعِه.

ب. تقلُّ بزيادة طول الموصل وبزيادة مساحة مَقطعِه.

جـ. تزدادُ بزيادة طول الموصل وبنقصان مساحة مقطعه.

د . تعتمدُ على نوع المادة وليس على أبعاد الموصل الهندسية.

2. يسري تيّار في مقاومة باتّجاه اليسار، كما في الشكل، إذا كان (V_a) ثابتًا؛ فإنّه يمكنُ وصف الجُهد (V_b) بأنه:



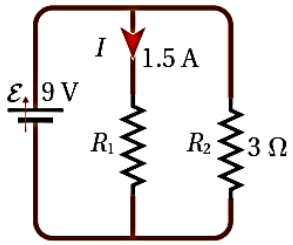
أ . (V_b) أعلى من (V_a)، وبزيادته يزداد التيّار (I).

ب. (V_b) أعلى من (V_a)، وبزيادته يقلُّ (I).

جـ. (V_b) أقل من (V_a)، وبزيادته يزداد التيّار (I).

د . (V_b) أقل من (V_a)، وبزيادته يقلُّ التيّار (I).

3. تكون المقاومة المكافئة للمقاومتين في الدارة المجاورة:



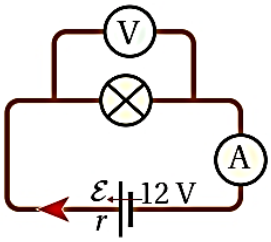
أ . 1 Ω

ب. 2 Ω

جـ. 3 Ω

د . 6 Ω

4. عندما تكون قراءة الفولتميتر في الدارة المبينة في الشكل (9.0 V) وقراءة الأميتر (1.5 A)؛ فإنّ المقاومة الداخلية للبطارية تساوي:



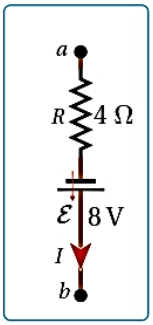
أ . 1.0 Ω

ب. 1.5 Ω

جـ. 2.0 Ω

د . 2.5 Ω

5. إذا كان التيّار الكهربائيّ في الشكل يساوي (1.2 A)، فإنّ فرق الجُهد $(\Delta V = V_b - V_a)$ يساوي:



أ . 3.2 V

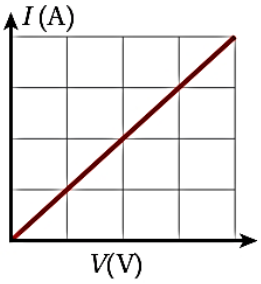
ب. 4.0 V

جـ. 4.2 V

د . 4.8 V

مراجعة الوحدة

6. يمثل الشكل المجاور العلاقة بين فرق الجهد بين طرفي سلك نحاسي طوله (l)، ومساحة مقطعه (A)، وبين التيار الذي يسري فيه عند درجة حرارة ثابتة. يزداد ميل الخط المستقيم بزيادة إحدى الكميات الآتية:



أ. طول السلك ب. درجة حرارة السلك

جـ. مساحة مقطع السلك د. فرق الجهد بين طرفي السلك

7. بطارية قوتها الدافعة الكهربائية (1.5 V)؛ الشغل الذي تبذله بوحدة جول (J) لنقل شحنة (1.6×10^{-19} C) من القطب السالب إلى القطب الموجب داخل البطارية يساوي:

أ. 1.6×10^{-19} ب. 2.4×10^{-19}

جـ. 1.6×10^{19} د. 2.4×10^{19}

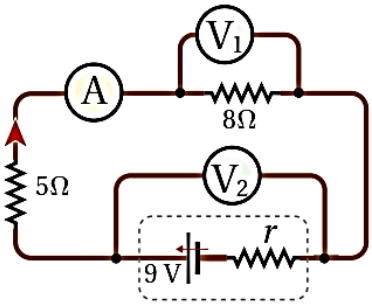
8. سلكان رفيعان متساويان في مساحة المقطع؛ الأول من النيكروم والثاني من التنغستن، إذا تساوت مقاومة السلكين عند درجة الحرارة (20° C)؛ فما نسبة طول سلك التنغستن (L_T) إلى طول سلك النيكروم (L_N)؟

أ. 150 ب. 37.3 جـ. 26.8 د. 5.6

9. وصلت بطارية مع مصباح مقاومته (2 Ω) فسرى فيه تيار كهربائي (0.4 A)، وعند توصيل البطارية نفسها مع مصباح مقاومته (5 Ω) سرى فيه تيار (0.2 A)؛ فإن المقاومة الداخلية للبطارية بوحدة أوم (Ω) تساوي:

أ. (2.0) ب. (1.0) جـ. (0.5) د. (0.2)

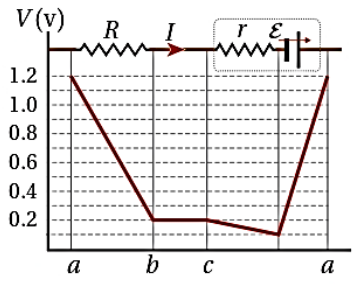
10. يبين الشكل المجاور دارةً كهربائيةً بسيطةً، معتمدًا على بيانات الشكل المجاور، وإذا كانت قراءة الأميتر (A) تساوي (0.6 A)؛ فإن قراءتي جهازي الفولتميتر (V_1) و(V_2) تكونان كما يأتي:



أ. $(V_1 = 4.8)$، $(V_2 = 7.8)$ ب. $(V_1 = 7.8)$، $(V_2 = 4.8)$

جـ. $(V_1 = 4.2)$، $(V_2 = 1.2)$ د. $(V_1 = 1.2)$، $(V_2 = 4.2)$

11. مُثّلت تغيرات الجهد في دارة كهربائية بيانيًا، كما في الشكل المجاور. بالاعتماد على البيانات، وإذا كانت المقاومة الداخلية للبطارية (0.4 Ω)، فإن المقاومة (R) والتيار الذي يسري فيها (I) يساويان:

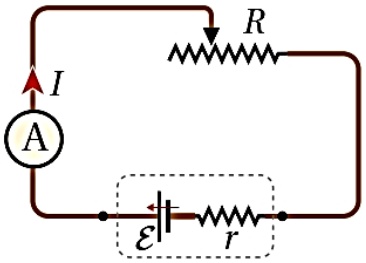


أ. (250 mA, 3 Ω) ب. (500 mA, 300 mΩ)

جـ. (250 mA, 4 Ω) د. (500 mA, 400 mΩ)

مراجعة الوحدة

12. بطارية قوتها الدافعة الكهربائية (ε) ومقاومتها الداخلية (r) وُصلت مع مقاومة متغيّرة (R)، كما في الشكل المجاور. عندما كانت المقاومة المتغيرة ($R = r$) كانت القدرة المستهلكة فيها (12 W). كم تصبح القدرة المستهلكة في (R) عندما تصبح قيمتها ($R = 3r$)؟



أ. 3 W ب. 4 W جـ. 9 W د. 16 W

13. درجة الحرارة الحرجة خصيصة مميزة للموصلات الفائقة، حيث تتميّز هذه الدرجة بأن المادة:

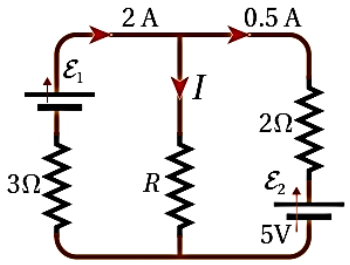
أ. عند هذه الدرجة وفوقها تصبح فائقة التوصيل.

ب. عند هذه الدرجة وفوقها تصبح مادة عازلة للكهرباء.

جـ. عند هذه الدرجة وتحتها تصبح فائقة التوصيل.

د. تحت هذه الدرجة تزداد مقاومة المادة للتيار الكهربائي.

* يبين الشكل المجاور دارة كهربائية مركبة. اعتمادًا على بيانات الشكل، وبإهمال المقاومتين الداخليتين للبطاريتين؛ أجيب عن الفقرتين الآتيتين:



14. مقدار القوة الدافعة الكهربائية (ε_1) بوحدة فولت (V) يساوي:

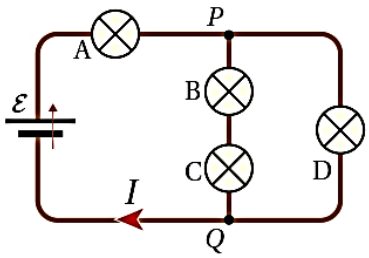
أ. 4 ب. 8 جـ. 12 د. 18

15. المقاومة (R) بوحدة أوم (Ω) تساوي:

أ. 1 ب. 2 جـ. 3 د. 4

2. **أستخدم الأرقام:** مصفّف شعرٍ يعملُ على جُهد (220 V)، ويسري فيه تيّار كهربائيّ مقداره (4 A). إذا كان عنصر التسخين فيه مصنوعًا من سلك نيكروم نصف قطره (0.8 mm)؛ فما مقاومة هذا السلك؟ وما طوله؟

3. **أستخدم الأرقام:** في الدارة المبينة في الشكل المجاور تتصل أربعة مصابيح متماثلة مع بطارية فرق الجهد بين قطبيها (12 V)، إذا علمت أن فرق الجهد بين طرفي المصباح (A) يساوي (4.8 V)، أحسب فرق الجهد بين طرفي كل مصباح من المصابيح الأخرى (B, C, D).



4. مصدر فرق جهد كهربائي قدرته (500 W) وفرق الجهد بين طرفيه (200 V)، وُصّل معه جهاز كهربائي مقاومته (76 Ω)، واستخدمت في التوصيل أسلاك من النحاس طولها (400 m). إذا كانت درجة حرارة الأسلاك (20° C)؛ فما مقدار أقل مساحة مقطع لهذه الأسلاك، بحيث تصل إلى الجهاز قدرة كهربائية تساوي (95%) من قدرة المصدر؟

مراجعة الوحدة

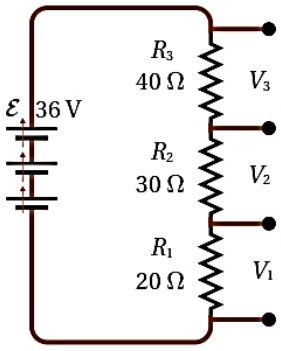
5. **أستخدم الأرقام:** فرنٌ كهربائيٌّ يعمل على جُهد (240 V)؛ مقاومة عنصر التسخين فيه (30 Ω). إذا عمل مدّة (48 min) لطهي الطعام؛ أحسب ما يأتي:

أ . التيّار الكهربائيّ الذي يسري في عنصر التسخين.

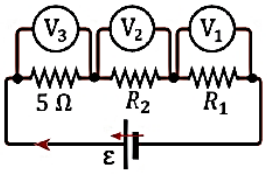
ب. القدرة الكهربائيّة للفرن.

جـ. مقدار الطاقة الكهربائيّة المتحوّلة إلى حرارةٍ خلال مدّة الطهي.

د . كيف تتغيّر النتائج السابقة جميعها في حال وُصل الفرن مع مصدر جُهد (120 V)؟



6. **أستخدم الأرقام:** للحصول على فرق جُهد مناسب من بطاريّةٍ ذات فرق جُهدٍ كبيرٍ، تُستخدم دارة مُجزّء الجهد؛ إذ توصل مع البطارية مجموعة مقاوماتٍ كما في الشكل المجاور، ما مقدار فرق الجُهد بين طرفي كل مقاومة من المقاومات الثلاث؟



7. **أستخدم الأرقام:** يبين الشكل المجاور دارة كهربائية لتجزئة الجهد، تحتوي بطاريةً مثاليةً قوتها الدافعة الكهربائية (10 V). إذا علمتُ أن قراءة جهازي الفولتميتر ($V_1 = 2.4$ V) و ($V_2 = 3.6$ V)، أجيب عن السؤالين الآتيين:

أ. ما مقدار كل من المقاومتين (R_1) و (R_2)؟

ب. إذا كانت البطارية غير مثالية ومقاومتها الداخلية (1.78 Ω)، فكم تصبح قراءة أجهزة الفولتميتر الثلاثة؟

8. **أستخدم الأرقام:** سيارةٌ كهربائيّةٌ موصولةٌ مع شاحنٍ قدرته (62.5 kW) بسلك يسري فيه تيّار كهربائيٌّ (125 A). إذا استغرقت عملية الشحن (30 min). أحسب ما يأتي:

أ . كمّية الشحنة التي انتقلت عبر السلك خلال هذه المدّة.

ب. فرق الجُهد بين طرفي الشاحن؟

جـ. الشغل الكهربائيّ الذي بذله الشاحن على بطارية السيارة.

د . تكلفة الشحن، إذا كان سعر (1 kWh) هو (0.12 JD).

9. **أستنتج:** أرغب بتصميم مدفأةٍ كهربائيةٍ بسيطة قدرتُها (1000 W) تعمل على جُهد (240 V)، وعنصر التسخين فيها سلكٌ من مادة النيكروم. ما المواصفات الهندسية للسلك؟

10. **أقارن:** عند توصيل ثلاثة مصابيح متماثلةٍ، مقاومة كلٍّ منها (R) مع بطاريّةٍ قوّتُها الدافعةُ الكهربائيّة (12 V) ومقاومتها الداخلية مُهملةٌ؛ ما نسبة القدرة المنتجة في البطّارية في الحالتين؛ المصابيح موصولة على التوالي/ التوازي؟

مراجعة الوحدة

11. **أستخدم الأرقام:** سلكٌ من فلزّ التنغستون طولُه (5.0 m) ومساحة مَقطَعِه ($0.7\ mm^2$). ما مقدار التيّار المارِّ فيه عند توصيل طرفيه مع مصدر جُهد (1.5 V)؟

12. **أستخدم الأرقام:** أحسب تكلفة تشغيل مدفأةٍ قدرتُها (2800 W) مُدّة (90) ساعة، إذا كان سعر وحدة الطاقة (0.15 JD/kWh).

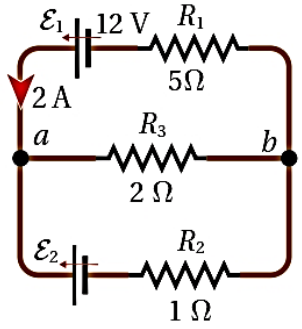
13. **أقارن:** مصباحان يتصلان بمصدري جُهد متماثلين؛ قدرة المصباح الأول تساوي ثلاثة أمثال قدرة المصباح الثاني. أجد نسبة تيّار الأول إلى تيّار الثاني، ونسبة مقاومة الأول إلى مقاومة الثاني.

14. بطاريةٌ قوّتها الدافعة الكهربائيّة (9 V)، ومقاومتُها الداخلية (0.3 Ω). ما مقدار المقاومة التي توصل مع البطّارية حتى تكون القدرة المستهلكة في البطّارية (2.7 W)؟

15. **أستخدم الأرقام:** في الدارة الكهربائيّة المبينة في الشكل المجاور؛ أحسب ما يأتي:

أ. التيّار المار في المقاومة (R_3).

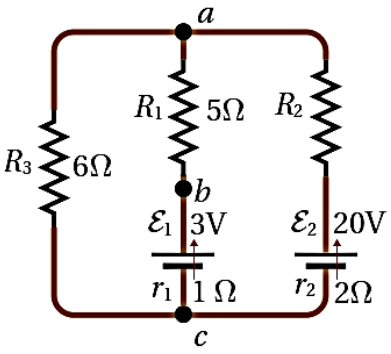
ب. مقدار القوّة الدافعة الكهربائيّة للبطارية (ε_2).



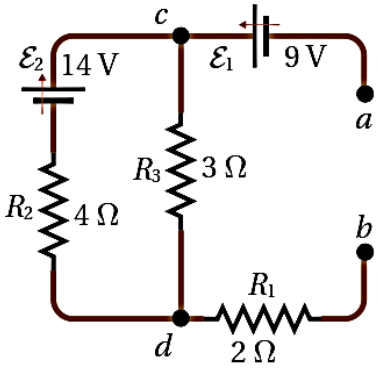
16. **أستخدم الأرقام:** يبيّنُ الشكل دارةً كهربائيّةً مُركّبة، إذا علمت أنّ ($V_b - V_c = 4\ V$)؛ أحسبُ كلًا من:

أ. التيّارات الفرعية في الدارة.

ب. المقاومة المجهولة (R_2).



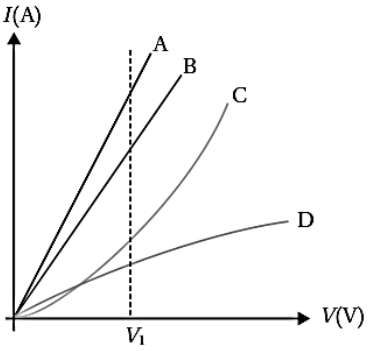
17. **تفكير ناقد:** بالاعتماد على بيانات الشكل المجاور؛ أحسبُ فرق الجُهد $V_b - V_a$، عندما ينعدم التيّار في (R_3)، ثمّ أُحدّد أيَّ النقطتين أعلى جُهدًا.



أسئلة تفكير

1. أضعُ دائرةً حول رمز الإجابة الصحيحة لكُلّ جملة ممّا يأتي:

1. مُثّلت العلاقة $(I-V)$ لأربعة عناصر كهربائية (A, B, C, D) بيانيًا، فكانت كما في الشكل المجاور. أيُّ عنصر له أكبر مقاومة عندما يكون فرق الجهد بين طرفيه (V_1)؟



أ . A　　ب. B

جـ. C　　د. D

2. صمم مجموعة من الطلبة تجربة استخدموا فيها أسلاك مصنوعة من المادة نفسها، وكانت أطوالها وأنصاف أقطارها مختلفة. وصلت الأسلاك مع مصدر فرق الجهد نفسه، وتم قياس التيار المارّ فيها. ما النتيجة التي يمكن التوصل إليها من التجربة عن العلاقة بين التيار وكل من الطول (l) و نصف القطر (r)؟

أ . يتناسب التيار طرديًّا مع (l)، وعكسيًّا مع (r).

ب. يتناسب التيار طرديًّا مع (l) وعكسيًّا مع (r^2).

جـ. يتناسب التيار عكسيًّا مع (l) وطرديًّا مع (r).

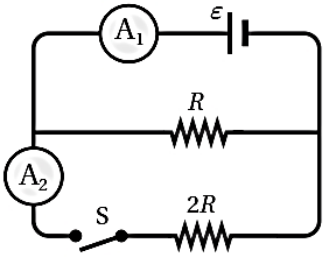
د . يتناسب التيار عكسيًّا مع (l) وطرديًّا مع (r^2).

3. جهاز كهربائي مكتوب عليه البيانات الآتية $(P = 1440\ \text{W}, R = 40\ \Omega)$، إن فرق الجهد المناسب، والطاقة التي يستهلكها عندما يعمل مدّة نصف ساعة يساويان:

أ . (120 V) و (0.72 kWh).　　ب. (240 V) و (1.44 kWh)

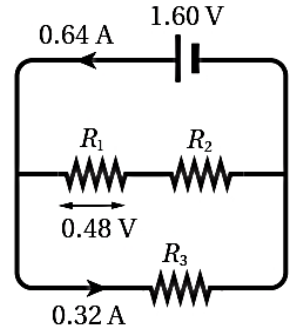
جـ. (240 V) و (0.72 kWh)　　د . (120 V) و (1.44 kWh)

4. تتصل بطارية مثالية مع مقاومتين $(R, 2R)$ ومفتاح كهربائي (S)، كما في الشكل، كانت قراءة الأميتر (A_1) تساوي (4.0 A) والمفتاح مفتوحًا. إذا أغلق المفتاح؛ فإن قراءتي جهازيّ الأميتر بوحدة أمبير (A) تكونان كما يأتي:



	A_1	A_2
أ .	4.0	1.3
ب.	4.0	2.7
جـ.	6.0	2.0
د .	6.0	4.0

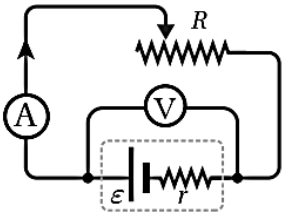
5. دارة تتكون من بطارية مقاومتها الداخلية مهملة، تتصل مع ثلاث مقاومات (R_1, R_2, R_3)، كما هو مبين في الشكل. معتمدًا على القيم المثبتة في الشكل؛ فإن مقدار المقاومة (R_2) يساوي:



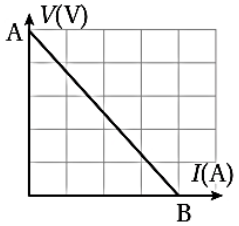
أ . $3.5\ \Omega$ ب. $2.5\ \Omega$

جـ. $1.5\ \Omega$ د. $5.0\ \Omega$

* أجرت مجموعة من الطلبة تجربة وصلت فيها بطارية مع مقاومة خارجية متغيرة، كما في الشكل (أ)، وبتغيير قيمة المقاومة الخارجية؛ حصلت المجموعة على قراءات للتيار وفرق الجهد بين قطبي البطارية، مثلتها بالشكل البياني (ب). بتحليل المنحنى البياني، أجيب عن الفقرتين الآتيتين:



(أ)



(ب)

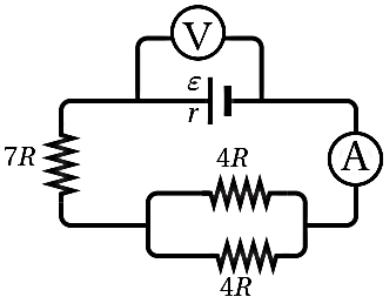
6. القوة الدافعة الكهربائية للبطارية تساوي مقدار:

أ. (A) ب. (B) جـ. $(\frac{B}{A})$ د. $(\frac{A}{B})$

7. المقاومة الداخلية للبطارية تساوي مقدار:

أ. الميل ب. سالب الميل جـ. مقلوب الميل د. سالب مقلوب الميل

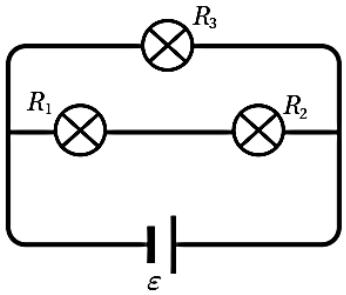
8. اعتمادا على البيانات المثبتة في الدارة في الشكل المجاور، إذا علمت أن المقاومة الداخلية $(r = R)$. وقراءة الفولتميتر (V) تساوي (10.8 V)؛ فإن القوة الدافعة الكهربائية (ε) بوحدة الفولت تساوي:



أ . 24 ب . 21.6

جـ. 10.8 د . 12

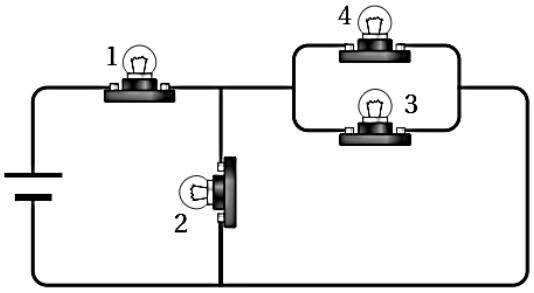
9. يبين الشكل المجاور ثلاثة مصابيح مقاوماتها $(R_1 = R,\ R_2 = 2R,\ R_3 = 3R)$، وبطارية قوتها الدافعة الكهربائية (ε) ومقاومتها الداخلية مهملة. الترتيب التنازلي للقدرة المستهلكة في المصابيح الثلاثة هو:



أ . $P_3 > P_2 = P_1$ ب. $P_2 = P_1 > P_3$

جـ. $P_3 > P_2 > P_1$ د . $P_1 > P_2 > P_3$

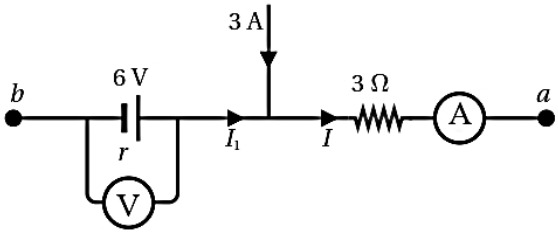
10. أربعة مصابيح متماثلة تتصل مع بطارية كما في الشكل المجاور. الترتيب الصحيح للمصابيح وفقًا لشدة إضاءتها من الأكبر إلى الأقل:



أ. $1 > 2 > 3 = 4$ ب. $1 > 2 > 3 > 4$

جـ. $1 = 2 > 3 = 4$ د. $1 > 2 = 3 = 4$

* يبين الشكل جزءًا من دارة كهربائية، فيه ($V_a = -2V$)، ($V_b = 4V$)، وقراءة الفولتميتر تساوي (5.4 V). معتمدًا على ذلك أجيب عن الفقرتين الآتيتين:



11. قراءة الأميتر بوحدة الأمبير (A) تساوي:

أ. 3.8 ب. 1.8 جـ. 2 د. 4.2

12. المقاومة الداخلية للبطارية بوحدة أوم (Ω) تساوي:

أ. 0.60 ب. 0.75 جـ. 0.80 د. 1.60

2 - تُعدُّ ظاهرة البرق مثالًا على التيار الكهربائي في الطبيعة؛ فعند حدوث البرق تنتقل كمية من الطاقة من سحابة إلى أخرى، قد يصل مقدارُها إلى (10^9 J) عبر فرقٍ في الجهد الكهربائيّ مقدارهُ (5×10^7 V)، يجري هذا الانتقال خلال مُدّةٍ زمنيّةٍ تساوي (0.2 s) تقريبًا.

بالاعتماد على هذه المعلومات؛ أقدّرُ الكميّات الآتية:

أ. كميّة الشحنة الكهربائيّة الكُلّية التي تنتقل بين السحابتين.

ب. التيّار الكهربائيّ الذي يسري في الهواء خلال البرق.

جـ. القدرة الكهربائيّة.

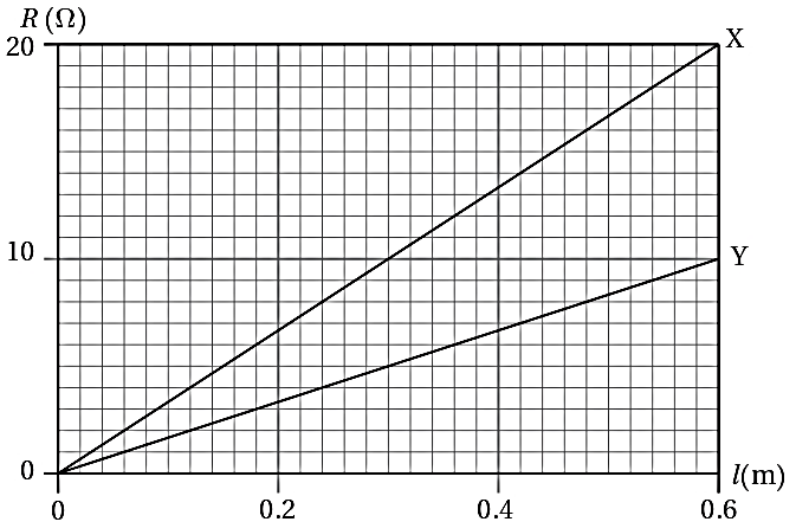
.....

.....

.....

.....

3 - التفكير الناقد: يبين الرسم البياني العلاقة بين الطول (l) والمقاومة (R) لسلكين (X) و (Y) مصنوعان من المادة نفسها. مُستعينًا بالبيانات المثبتة على الرسم؛ أجيب عن الأسئلة الآتية:



أ . أجد النسبة $\frac{A_X}{A_Y}$؛ مساحة مقطع السلك (X) إلى مساحة مقطع السلك (Y).

.....

.....

ب. عند وصل قطعتين متساويتين في الطول من السلكين مع بطارية على التوالي، أيهما الأكثر استهلاكا للطاقة؟ أفسر إجابتي.

.....

.....

جـ. عند وصل قطعتين من السلكين مع بطارية على التوازي وقياس التيار المارّ في كُلٍّ منهما وجد أن ($I_X = I_Y$). ماذا أستنتج عن طول القطعتين في هذه الحالة؟

.....

.....

4 - أستنتج: أجرت سعادُ تجربةً لاستقصاء المقاومة الداخلية لبطاريّة؛ فاستخدمت مقاومةً مُتغيّرة ووصلتها مع البطارية، واستخدمت جهاز فولتميتر لقياس فرق الجهد بين طرفي البطارية، ونظّمت النتائج في الجدول المجاور.

	المقاومة (Ω)	فرق الجهد (V)
1	2	3.00
2	4	4.00

أستخدم البيانات المعطاة في الجدول لحساب كلا من: المقاومة الداخلية والقوة الدافعة الكهربائية للبطارية.

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....