تم تحميل هذا الملف من موقع المناهج القطرية

*للحصول على أوراق عمل لجميع الصفوف وجميع المواد اضغط هنا

https://almanahj.com/qa

* للحصول على أوراق عمل لجميع مواد المستوى العاشر اضغط هنا

https://almanahj.com/qa/10

* للحصول على جميع أوراق المستوى العاشر في مادة فيزياء ولجميع الفصول, اضغط هنا

https://almanahj.com/qa/10physics

* للحصول على أوراق عمل لجميع مواد المستوى العاشر في مادة فيزياء الخاصة بـ الفصل الثاني اضغط هنا

https://almanahj.com/qa/10physics2

* لتحميل كتب جميع المواد في جميع الفصول للـ المستوى العاشر اضغط هنا

https://almanahj.com/qa/grade10

للتحدث إلى بوت المناهج القطرية على تلغرام: اضغط هنا

https://t.me/qacourse_bot

الوحدة 5 أساسيّات الكهرباء التيّاريّة

مقدّمة الوحدة

تُقدّم هذه الوحدة مفهوم الشحنة الكهربائيّة التي تسري خلال الدائرة الكهربائيّة.

P1011 يستكشف العلاقة بين فرق الجهد الكهربائي (p.d)، وشدّة التيّار الكهربائي (I)، والمقاومة الكهربائيّة (R).

P1012 يُوضّح ويستخدم خصائص مكوّنات الدوائر الكهربائيّة لتركيب ورسم دوائر كهربائيّة مُفيدة ومُركّبة.

تم تحميل هذا الملف من

الدرس 5-1 التيّار الكهربائي، والجهد الكهربائي، والمقاومة الكهربائيّة

- الموصلات، والعوازل، وأشباه الموصلات
- شدّة التيّار الكهربائي
- الدوائر الكهربائيّة
- الجهد الكهربائي وفرق الجهد الكهربائي
- قياس فرق الجهد الكهربائي
- استكشاف الدوائر الكهربائيّة
- المقاومة الكهربائيّة وقانون أوم
- الموصلات الأومية والموصلات غير الأومية
- المقاومات الكهربائيّة
- المقاومة الكهربائيّة للأسلاك
- قانون أوم
- مقدار المقاومة الكهربائيّة لسلك
- اختيار السلك المناسب

الدرس 5-2 الدوائر الكهربائيّة المركّبة

- أنواع الدوائر الكهربائيّة المختلفة
- المقاومة المُكافئة
- المقاومة في دائرة التوالي
- شدّة التيّار الكهربائي وفرق الجُهد في دائرة التوالي
- دوائر التوازي
- المقاومة المُكافئة في دوائر التوازي
- قانون كيرشوف للتيّار
- قانون كيرشوف للتيّار في دوائر التوالي
- قانون كيرشوف للجهد
- القوّة الدافعة الكهربائيّة (emf) والمقاومة الداخليّة
- فرق الجهد الطرفي
- المقاومة الداخليّة والقوّة الدافعة الكهربائيّة (emf)
- القدرة الكهربائيّة
- حساب القُدرة الكهربائيّة باستخدام فرق الجُهد وشدّة التيّار الكهربائي
- القُدرة الكهربائيّة باستخدام المقاومات

الوحدة 5

5E	العناصر
يندمج	الدرس 5-1: الموصلات، والعوازل، وأشباه الموصلات
	الدرس 5-2: أنواع الدوائر الكهربائيّة المختلفة
يستكشف	الدرس 5-1: a. يُعدّ النحاس أحد الأمثلة الأكثر شيوعًا على الموصلات الكهربائيّة المُستخدَمة في أسلاك التوصيل. ما الفِلِزّات الأخرى التي يُمكن أن تُستخدَم أيضًا في أسلاك التوصيل الكهربائيّة؟ b. ما الذي يجعل النحاس الخيار الأفضل من بين الفِلِزّات التي ذكرتها لصناعة أسلاك التوصيل؟ c. هل يُمكنك أن تذكر أسماء ثلاثة أجهزة تستخدمها تتضمّن أشباه الموصلات؟
	النشاط 5-2: 1. أنشئ الدائرة الكهربائيّة في الشكل 5-a22، ولاحِظ شدّة إضاءة المصباح. 2. أنشئ الدائرة الكهربائيّة في الشكل 5-b22، ولاحِظ شدّة إضاءة المصباح. 3. أنشئ الدائرة الكهربائيّة في الشكل 5-c22، ولاحِظ شدّة إضاءة المصباح. 4. لماذا تكون شدّة إضاءة المصباحَيْن في الدائرة الكهربائيّة (c) مُماثلة لشدّة إضاءة المصباح في الدائرة (a)، وشدّة إضاءة المصباحَيْن في الدائرة الكهربائيّة (b) تكون أقلّ من شدّة إضاءة المصباح في الدائرة الكهربائيّة (a).
يشرح	الدرس 5-a1: استكشاف الدوائر الكهربائيّة
	الدرس 5-b1: قانون أوم
يتوسّع	الدرس 5-c1: مقدار المقاومة الكهربائيّة لسلك
	النشاط 5-2: المقاومة الداخليّة والقوّة الدافعة الكهربائيّة (emf)
يقيّم	تقويم الدرس 5-1 و 5-2، وتقويم الوحدة.

الوحدة 5 أساسيّات الكهرباء التيّاريّة

ملخّص الوحدة

تُقدّم هذه الوحدة التيّار الكهربائي والدوائر الكهربائيّة البسيطة.

سيتعلّم الطالب في الدرس 5-1 تعريف التيّار الكهربائي، وفرقِ الجهد الكهربائي، والمقاومة الكهربائيّة، وكيف ترتبط هذه الكمّيّات مع بعضها، بالإضافة إلى رسم وفهم الدوائر الكهربائيّة البسيطة، ليصبح الطالب قادرًا على إنشاء الدوائر الكهربائيّة ومُلاحظة التغيّر في شدّة التيّار الكهربائي وفرقِ الجهد الكهربائي.

سوف يستكشف الطالب الموصلات الأومية والموصلات غير الأومية والمقاومات، وسوف تتسنّى لهم فرصة لاستقصاء قانون أوم والمقاومة في سلك.

يشرح الدرس 5-2 مفهوم دوائر التوالي ودوائر التوازي. سيتعلّم الطالب حساب المقاومة المُكافئة في دائرة التوازي، ودائرة التوالي. كما سيُناقش فكرة المقاومة الداخليّة في البطّاريّة في هذا الدرس، ويُعرّف القُدرة في الدوائر الكهربائيّة، وحسابها عندما تكون شدّة التيّار الكهربائي، وفرقِ الجهد الكهربائي، والمقاومة الكهربائيّة معلومة في الدائرة الكهربائيّة.

تم تحميل هذا الملف من موقع المناهج القطرية
alManahj.com/qa

أخطاء شائعة

- **يُستهلك التيّار الكهربائي بواسطة المُكوّنات الكهربائيّة في الدائرة الكهربائيّة.** يسري التيّار الكهربائي عبر المُكوّنات الكهربائيّة بحيث يجب أن تكون كمّيّة التيّار الكهربائي التي تدخل المُكوّن الكهربائي مُساويةً لكمّيّة التيّار الكهربائي التي تخرج منه.
- **يتواجد التيّار الكهربائي في البطّاريّة أو المفتاح الكهربائي، بحيث يسري التيّار الكهربائي عند اكتمال الدائرة الكهربائيّة ويعود إلى البطّاريّة عندما تُصبح الدائرة الكهربائيّة مفتوحة.** التيّار الكهربائي هو حركة الشحنات الكهربائيّة الموجودة في المادّة. تنتج هذه الحركة من خلال تطبيق فرق جهد كهربائي بين طرفَي موصِل كهربائي.

مخطط الوحدة

الدرس	عدد الحصص	مخرجات التّعلم	الكفايات
1-5 التيّار الكهربائي، والجهد الكهربائي، والمقاومة الكهربائيّة	8	P1011.1 P1011.2 P1011.3 P1011.4 P1012.1	
2-5 الدوائر الكهربائيّة المركّبة	8	P1012.2 P1012.3 P1012.4	

كفايات الطالب القطري العلمية

- التفكير الإبداعي والناقد
- الكفاية اللغوية
- التعاون والمشاركة
- حلّ المشكلات
- الكفاية العددية
- التواصل
- البحث والاستقصاء

المهارات العلمية والكفايات

- يتوقّع من الطلّاب إكمال 4 خبرات تعليميّة.
- يُطبّق مهارة الرياضيّات في 22 مسألة من مسائل تقويم الدرس 5-1، و 5-2 وتقويم الوحدة.
- يُطبّق الكفاية اللغويّة في خبرة التعلّم 5-a1، و 5-b1، و 5-c1، 5-2 وتقويم الوحدة.
- يستخدم مهارات ICT مُدمجة في خبرة التعلّم.
- يُنشئ الطلّاب روابط مع العلم المُعاصر في مفاتيح الدروس وإضاءة على العلماء.

يمكن تحميل هذا الملف من موقع المناهج القطرية
alManahj.com/qa

الدرس 5-1
التيّارالكهربائي، والجهد الكهربائي، والمقاومة الكهربائيّة

مصادر تعلّم الدرس

الموضوع / الوقت	المحتوى	موارد كتاب الطالب	موارد دليل المعلم
مقدّمة الدرس 1 حصّة	مُناقشة، نشاط	الصفحتان 106، 107	الصفحتان 8، 9
شدّة التيّار الكهربائي والدوائر الكهربائيّة 1 حصّة	مُناقشة، شرح، مُعادلة، مثال	الصفحتان 108، 109	الصفحة 10
الجهد الكهربائي وفرق الجهد الكهربائي 1 حصّة	شرح، معادلة، مثال	الصفحتان 110، 111	الصفحة 11
استكشاف الدوائر الكهربائيّة 1 حصّة	نشاط الطالب	الصفحة 112	الصفحتان 12، 13
المقاومة الكهربائيّة وقانون أوم، المقاومات الكهربائيّة، المقاومة الكهربائيّة للأسلاك 1 حصّة	شرح، معادلة، مثال	الصفحات 113 – 116	الصفحتان 14، 15
قانون أوم 1 حصّة	نشاط	الصفحة 117	الصفحات 16 – 18
مقدار المُقاومة الكهربائيّة لسلك 1 حصّة	نشاط الطالب	الصفحة 118	الصفحات 19 – 21
اختيار السلك المناسب 1 حصّة	شرح	الصفحة 118	الصفحة 22

الأنشطة	مواد من أجل النشاط
a1-5 استكشاف الدوائر الكهربائيّة	مصابيح، أسلاك توصيل، أميتر، فولتميتر، بطّاريّات، مفاتيح كهربائيّة.
b1-5 قانون أوم	مصدر للطاقة مُتغيّر، أسلاك توصيل، مقاومات معلومة، أميتر، فولتميتر، مصباح.
c1-5 مقدار المُقاومة الكهربائيّة لسلك	ثلاثة أسلاك توصيل مصنوعة من موادّ مُختلفة جهّزها مُعلّمك أو مُحضّرة في المختبر، ملتيميتر، ميكروميتر، مسطرة.

مخرجات التعلّم

P1011.1 يُعرّف شدّة التيّار الكهربائي بأنّه مقدار الشحنة المارّة من نقطة خلال وحدة الزمن (ثانية)، ويحلّ مسائل حسابيّة باستخدام المعادلة: $I = \frac{Q}{t}$

P1011.2 يعرّف فرق الجهد بين نقطتَين في الدائرة الكهربائيّة؛ بأنّه مقدار الشغل المبذول لنقل شحنة مقدارها 1 كولوم بين النقطتَين. ويحلّ مسائل حسابيّة باستخدام المعادلة: $V = \frac{W}{Q}$

P1011.3 يعرّف المقاومة الكهربائيّة ويستقصي العلاقة بين فرق الجهد الكهربائي وشدّة التيّار الكهربائي لمكوّنات أومية وغير أومية، ويحلّل الرسومات البيانيّة.

P1011.4 يحسب فرق الجهد الكهربائي (Pd) وشدّة التيّار الكهربائي (I) والمقاومة الكهربائيّة (R) باستخدام العلاقة: $V = IR$

P1012.1 يُحدّد العوامل المؤثّرة في مقاومة السلك، ويحلّ مسائل حسابيّة باستخدام العلاقة: $R = \frac{\rho l}{A}$ ويشرح سبب احتواء دوائر التيّار الكهربائي الرئيس، التي تزوّد المقبس، على أسلاك أكثر سماكة ولها قواطع دوائر كهربائيّة أكبر من قواطع دوائر الإضاءة.

المعرفة السابقة

يجب أن يكون الطلّاب على معرفة ببُنية الذرّة.

المفردات

Electricity	كهرباء
Electric current	تيّار الكهربائي
Ampere (A)	أمبير (A)
Electric circuit	دائرة كهربائية
Electrical symbol	رمز كهربائي
Closed electric circuit	دائرة كهربائية مُغلقة
Open electric circuit	دائرة كهربائية مفتوحة
Voltage	جهد كهربائي
Potential difference	فرق جهد كهربائي
Volt (V)	فولت (V)
Resistance	مقاومة كهربائية
Ohm's law	قانون أوم
Ohm (Ω)	أوم (Ω)
Ohmic conductor	موصل أومي
Non-ohmic conductor	موصل غير أومي
Resistivity	مقاومة نوعيّة

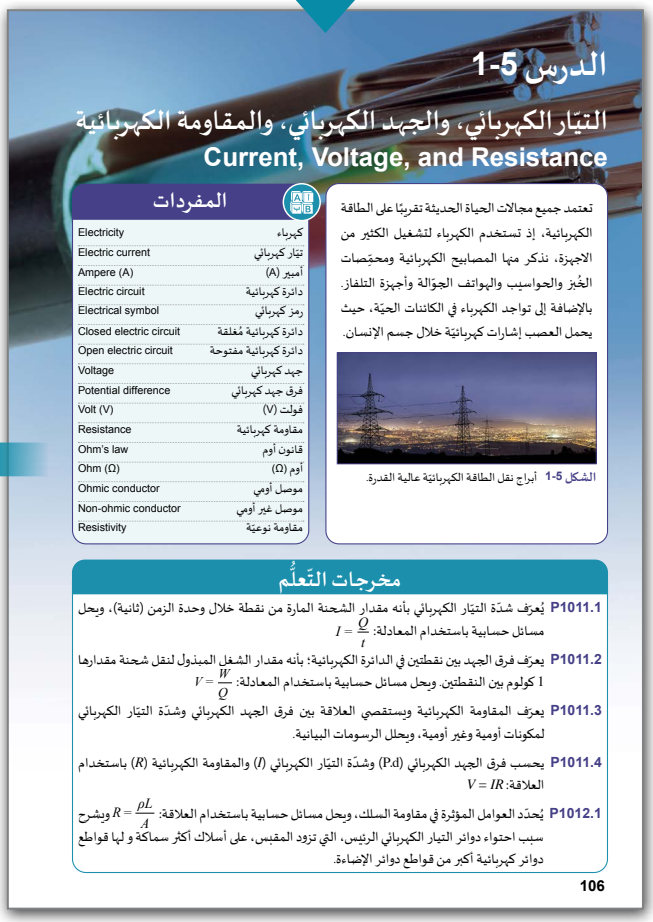
الزمن المقترح للدرس

يحتاج هذا الدرس إلى 8 حصّص صفيّة، تتضمّن ثلاثة أنشطة عمليّة (a1-5، و b1-5، و c1-5)، وعروضًا توضيحيّة صغيرة، ومناقشات مع الطلّاب.

افتتاحيّة الدرس

1. يُمكن تقسيم الموادّ (العناصر) إلى ثلاث مجموعات بحسب توصيلها الكهربائي: الموصلات، والعوازل، وأشباه الموصلات.
2. يجب تقديم تعريف لكلّ منها. قد يكون الطالب على معرفة مُسبقة بالمُصطلحَين "الموصلات" و "العوازل"، أمّا مُصطلح "أشباه الموصلات" فسيكون جديدًا، فهي موادّ تُوصل الكهرباء تحت شروط مُعيّنة، كإضافة الشوائب إليها.
3. تُستخدم أشباه الموصلات في صُنع الترانزستورات والتي تُعدّ البُنية الأساسيّة في الأجهزة الكهربائيّة الحديثة.
4. يُمكن عرض بعض الموادّ كقضيب من الحديد، كوب من الفوم، لاصق سيليكون، بلّورات، ورق ألومنيوم، ممحاة، والطلب إلى الطلّاب تصنيف الموادّ إلى موصلات، وعوازل، وأشباه موصلات.
5. اطرح على الطالب السؤالَين الآتيَين: لماذا اخترت تصنيف كلّ مادّة على هذا النحو؟ ما خصائص المادّة التي ساعدتك على القيام بالتصنيف؟

alManahj.com/qa



الدرس 5-1

التيّار الكهربائي، والجهد الكهربائي، والمقاومة الكهربائية
Current, Voltage, and Resistance

تعتمد جميع مجالات الحياة الحديثة تقريبًا على الطاقة الكهربائية، إذ تستخدم الكهرباء لتشغيل الكثير من الاجهزة، نذكر منها المصابيح الكهربائية ومحضّات الخُبز والحواسيب والهواتف الجوّالة وأجهزة التلفاز. بالإضافة إلى تواجد الكهرباء في الكائنات الحيّة، حيث يحمل العصب إشارات كهربائيّة خلال جسم الإنسان.

الشكل 5-1 أبراج نقل الطاقة الكهربائية عالية القدرة.

المفردات

Electricity	كهرباء
Electric current	تيّار كهربائي
Ampere (A)	أمبير (A)
Electric circuit	دائرة كهربائية
Electrical symbol	رمز كهربائي
Closed electric circuit	دائرة كهربائية مُغلقة
Open electric circuit	دائرة كهربائية مفتوحة
Voltage	جهد كهربائي
Potential difference	فرق جهد كهربائي
Volt (V)	فولت (V)
Resistance	مقاومة كهربائية
Ohm's law	قانون أوم
Ohm (Ω)	أوم (Ω)
Ohmic conductor	موصل أومي
Non-ohmic conductor	موصل غير أومي
Resistivity	مقاومة نوعيّة

مخرجات التّعلُّم

P1011.1 يُعرّف شدّة التيّار الكهربائي بأنه مقدار الشحنة المارة من نقطة خلال وحدة الزمن (ثانية)، وبحل مسائل حسابية باستخدام المعادلة: $I = \frac{Q}{t}$

P1011.2 يعرّف فرق الجهد بين نقطتين في الدائرة الكهربائية؛ بأنه مقدار الشغل المبذول لنقل شحنة مقدارها 1 كولوم بين النقطتين. وبحل مسائل حسابية باستخدام المعادلة: $V = \frac{W}{Q}$

P1011.3 يعرّف المقاومة الكهربائية ويستقصي العلاقة بين فرق الجهد الكهربائي وشدّة التيّار الكهربائي لمكونات أومية وغير أومية، وبحلل الرسومات البيانية.

P1011.4 يحسب فرق الجهد الكهربائي (P.d) وشدّة التيّار الكهربائي (I) والمقاومة الكهربائية (R) باستخدام العلاقة: $V = IR$

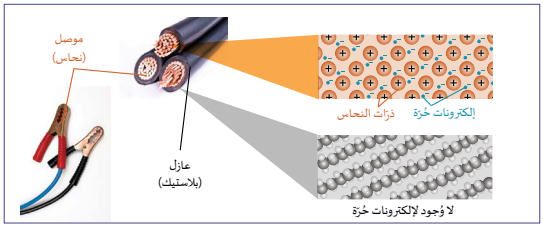
P1012.1 يُحدّد العوامل المؤثرة في مقاومة السلك، وبحل مسائل حسابية باستخدام العلاقة: $R = \frac{\rho L}{A}$ ويشرح سبب احتواء دوائر التيار الكهربائي الرئيس، التي تزود المقبس، على أسلاك أكثر سماكة و لها قواطع دوائر كهربائية أكبر من قواطع دوائر الإضاءة.

الموصلات، والعوازل، وأشباه الموصلات

تُقسم المواد وفقًا لخصائصها الكهربائية إلى موصلات كهربائية وأشباه الموصلات وعوازل كهربائية. تُستخدَم الفلزّات، كالنحاس كموصلات كهربائية بسبب سهولة تدفّق التيّار الكهربائي خلالها، فالإلكترونات الحرّة في الفلزات لا ترتبط بذرّة وحيدة، وبالتالي يُمكن لها أن تتدفّق مُشكّلةً تيّارًا كهربائيًا، ما يجعل الفلزّات موصلات كهربائية جيّدة (**الشكل 5-2**).

تُسمّى المواد التي ترتبط فيها جميع الإلكترونات بذرّاتها «العوازل الكهربائية»؛ لذلك، لا يُمكن للتيّار الكهربائي أن يتدفّق خلالها لعدم وجود إلكترونات حُرّة. تغلّف الأجهزة الكهربائية والأسلاك بمواد عازلة كهربائية كالبلاستيك، ويُعدّ كلٌّ من الزجاج والخشب عوازل كهربائية جيّدة. يُوضّح **الشكل 5-2** الاختلاف في ارتباط الإلكترونات بالذرّات في العوازل والموصلات الكهربائية.

ينتمي السيليكون والجرمانيوم إلى مجموعة صغيرة من الموادّ التي تُسمّى أشباه الموصلات. حيث تُضاف كميّات صغيرة من عناصر أخرى كالبورون والفوسفور كشوائب إلى الجرمانيوم أو السيليكون لتزيد من الموصلية الكهربائية لهذه المواد، تستخدم أشباه الموصلات للحصول على مفاتيح كهربائية صغيرة جدًّا تُسمى الترانزستورات، والتي يمكن من خلالها الانتقال من حالة موصلة إلى عازلة خلال أقلّ من 10^{-10} ثانية، وهي متوفّرة في جميع الأجهزة الكهربائيّة و الإلكترونية الحديثة.



الشكل 5-2 تمتلك الموصلات، كالنحاس، إلكترونات حُرّة بين ذرّات الفلز. أمّا العوازل، كالبلاستيك، فهي لا تمتلك إلكترونات حُرّة.

a. يُعدّ النحاس أحد الأمثلة الأكثر شيوعًا على الموصلات الكهربائية المُستخدَمة في أسلاك التوصيل. ما الفلزّات الأخرى التي يُمكن أن تُستخدَم أيضًا في أسلاك التوصيل الكهربائية؟

b. ما الذي يجعل النحاس الخيار الأفضل من بين الفلزّات التي ذكرتها لصناعة أسلاك التوصيل؟

c. هل يُمكنك أن تذكُر أسماء ثلاثة أجهزة تستخدمها تتضمن أشباه الموصلات؟

الاستكشاف والشرح

a. يُعدّ النحاس أحد الأمثلة الأكثر شيوعًا على الموصلات الكهربائيّة المُستخدَمة في أسلاك التوصيل. ما الفِلِزّات الأخرى التي يُمكن أن تُستخدَم أيضًا في أسلاك التوصيل الكهربائيّة؟

الذهب، والحديد، والفضّة، والألومنيوم يُمكن استخدامها في الأسلاك.

b. ما الذي يجعل النحاس الخيار الأفضل من بين الفِلِزّات التي ذكرتها لصناعة أسلاك التوصيل؟

يُعدّ النحاس أرخص سعرًا بالمقارنة مع الذهب والفضّة. إضافة إلى كونه خاملًا على عكس الحديد.

c. هل يُمكنك أن تذكُر أسماء ثلاثة أجهزة تستخدمها تتضمّن أشباه الموصلات؟

الهواتف الذكيّة والكاميرات والتلفاز....

تم تحميل هذا الملف من
موقع المناهج القطرية
alManahj.com/qa

شدّة التيّار الكهربائي والدوائر الكهربائيّة

1. قبل البدء بالحصّة، حدّد مسارًا داخل الصفّ ليُمثّل الأسلاك، والمصباح، والمفتاح الكهربائي.
2. يسري التيّار الكهربائي عبر الأسلاك ليزوّدنا بالكهرباء. لكن يبقى السؤال: ما التيّار الكهربائي؟ ما الذي يسري فعلًا داخل الأسلاك؟ تسري داخل الأسلاك الشحنات الكهربائيّة، فالتيّار الكهربائي هو تدفُّق الشحنة الكهربائيّة في فترة زمنيّة مُعيّنة.
3. لفهم تدفُّق الشحنة عبر الدائرة الكهربائيّة، اطلب إلى الطلّاب تمثيل الشحنة الكهربائيّة بحيث يقفون حول مسار الدائرة الكهربائيّة المُحدّد في الصفّ. وعندما تخبرهم بأنّ المفتاح الكهربائي أُغلق، يبدأ الطلّاب بالتحرّك حول المسار، وعندما تخبرهم بأنّ المفتاح الكهربائي مرفوع (مفتوح)، يتوقّفون عن الحركة.
4. اطرح على الطلّاب السؤالَين الآتيَين: "كم عدد الطلّاب الذين عبروا المصباح الكهربائي خلال ثانية واحدة؟"، "كم عدد الطلّاب الذين عبروا زاوية الدائرة الكهربائيّة خلال ثانية واحدة؟".
5. وضّحْ للطلّاب **العلاقة 1-5** في كتاب الطّالب، والتي تصف العلاقة بين كمِّيّة الشّحنة التي تمرّ عبر نقطة وشدّة التيّار الكهربائيّ والزمن.

alManahj.com/qa

شدّة التيّار الكهربائي

تُشير كلمة **الكهرباء Electricity** إلى تدفّق التيّار الكهربائي في الأسلاك والموصلات الكهربائية والأجهزة الكهربائية بشكل عام.

تُعرّف **شدّة التيّار الكهربائي Electric current** بأنّها المُعدّل الذي تتحرك فيه الشحنة الكهربائية: عندما تتحرك كمّية من الشحنة الكهربائية Q، في فترة زمنية t، نحصل على تيّار كهربائي I. تُحسب شدة التيار الكهربائي **بالمعادلة 1-5**. تُقاس شدّة التيّار الكهربائي بوحدة **الأمبير Ampere** (A). وعندما نقول إنّ سلكًا يحمل تيّارًا كهربائيًا شدّته 1 A، فإنّ ذلك يعني أنّ كمّية من الشحنة مقدارها 1 كولوم تمر عبر مقطع السلك في كلّ ثانية (**الشكل 3-5**).

الشكل 3-5 يصف التيار الكهربائي حركة الشحنات عبر مقطع المُوصل.

يُنقل مُعظم التيّار الكهربائي في الأجهزة الكهربائيّة بواسطة الإلكترونات المتحركة.

1-5	شدة التيار الكهربائي	
$I = \frac{Q}{t}$	شدّة التيّار الكهربائي (A)	I
	الشحنة الكهربائية (C)	Q
	الزمن (s)	t

يُسمّى تدفق الشحنة الكهربائية في الموصل الكهربائي "التيّار الكهربائي".

يُمكن أن تُقاس شدة التيار الكهربائي في الأجهزة الكهربائيّة باستخدام جهاز الأميتر. يُمثّل جهاز الأميتر في مخطّطات الدوائر الكهربائيّة بالرمز المُبيّن في **الشكل 4-5**. تستخدم الكثير من الأجهزة الكهربائية الصغيرة شدّة التيّار الكهربائي من رتبة الملي أمبير (mA) حيث: $1\ mA = 0.001\ A$.

الشكل 4-5 نوعان مُختلفان من أجهزة قياس التيار الكهربائي.

مثال 1

يتدفق تيّار كهربائي شدّته 2 A في مصباح كهربائي لمُدّة 30 s. احسب مقدار الشحنة الكهربائية التي تتدفق عبر المصباح.

المطلوب: مقدار الشحنة Q

المُعطيات: شدّة التيّار الكهربائي $I = 2\ A$، الزمن $t = 30\ s$

العلاقات: $I = \frac{Q}{t}$

الحلّ: $Q = It = 2\ A \times 30\ s = 60\ C$

الدوائر الكهربائية

الدائرة الكهربائية Electric circuit هي المسار الذي يمكن للتيّار الكهربائي أن يسري عبره. نحصل على الدائرة الكهربائية عند توصيل جهاز كهربائي أو مصباح بمصدر للجهد الكهربائي. ولأنّ الدائرة الكهربائية يجب أن تكون مُكتملة (مُغلقة)، فإننا نلاحظ وجود طرفين على الأقل في مقبس الجهاز، أحدهما يسري التيّار الكهربائي فيه من مقبس الحائط إلى الجهاز، والطرف الآخر يسري التيّار الكهربائي فيه من الجهاز إلى المقبس من جديد لتشكل دائرة كهربائية مغلقة (**الشكل 5-5**). تملك مُعظم المقابس سلك ثالث إضافي للتأريض يكون دائمًا عند فرق جهد 0 V.

الشكل 5-5 نحصل على الدائرة الكهربائية المُغلقة عند وضع قابس الجهاز في المقبس وتشغيله.

مخطّطات الدوائر الكهربائية

يُعدّ مخطّط الدائرة الكهربائية تمثيلًا تخطيطيًا للمكونات الكهربائية برموز متعارف عليها. يملك كلّ مُكوّن كهربائي، كسلك التوصيل والمفتاح الكهربائي والبطّارية والمصباح والمقاومة والمنصهر (الفيوز)، رمزًا خاصًا به. يُوضّح **الشكل 6-5**، **الرموز الكهربائية Electrical symbol**، مما يسهل تصميم الدوائر الكهربائية من دون استخدام الصور الفعليّة لهذه الأجهزة.

الشكل 6-5 رموز المكونات الكهربائية في الدوائر الكهربائية.

الدوائر الكهربائية المفتوحة والدوائر الكهربائية المُغلقة

تشتمل **الدائرة الكهربائية المُغلَقة Closed electric circuit** على مسار واحد على الأقل لموصل مُغلق، كسلك، يسمح للتيّار الكهربائي بالسريان فيه. أمّا **الدائرة الكهربائية المفتوحة Open electric circuit** فهي مسار قُطع فيه الاتّصال في مكان واحد على الأقل في الدائرة الكهربائية، مانعًا بذلك سريان التيّار الكهربائي في الدائرة الكهربائية. يُبيّن **الشكلان a7-5 و b7-5** مفتاحًا كهربائيًا يفتح أو يُغلق دائرة كهربائية؛ والذي يُعدّ جهازًا مُفيدًا يسمح لنا بالتحكّم بسهولة وأمان في سريان التيّار الكهربائي. يُمكن استخدام المفتاح في فتح دائرة كهربائية أو إغلاقها من خلال رفع الذراع أو خفضها.

الشكل 7-5 (a) دائرة كهربائية مفتوحة، (b) دائرة كهربائية مُغلقة.

الجهد الكهربائي وفرق الجهد الكهربائي

1. أحد الأخطاء الشائعة التي يعتقدها الطلّاب أنّ الشحنات (الإلكترونات) تختفي بمجرّد توصيل البطّاريّة إلى الدائرة الكهربائيّة أو إغلاق المفتاح الكهربائي، لكن في الحقيقة إنّ لإلكترونات موجودة على كامل الموصل، إلّا أنّها لا تسري فيه. وبالتالي يتبادر إلينا السؤال الآتي: "ما الذي يجعل الإلكترونات تتحرّك داخل الموصل؟"، يحدث ذلك عند وجود فرق جهد كهربائي.
2. فرق الجهد الكهربائي هو الفرق في طاقة الوضع الكهربائيّة لوحدة الشحنات. الأمر مُشابه لطاقة الوضع التجاذبيّة لجسم موجود على ارتفاع ما، وجسم آخر موجود عند سطح الأرض حيث تكون طاقة الوضع التجاذبيّة له صفرًا، فالأشياء التي توجد عند ارتفاع تميل لأن تسقط إلى الأرض.
3. يُعرّف فرق الجهد الكهربائي بأنّه الشغل المُنجَز لكلّ شحنة كهربائيّة.
4. نلجأ إلى استخدام الفولتميتر لقياس فرق الجهد الكهربائي بين نُقطتَين، بحيث يُوصّل على التوازي بين النقطتَين.
5. تُقاس شدّة التيّار الكهربائي في الدائرة الكهربائيّة بواسطة الأميتر، والذي يقيس تدفُّق الشحنة الكهربائيّة عبر نقطة ما.

alManahj.com/qa

الوحدة 5: أساسيّات الكهرباء، التيّارية

الجهد الكهربائي وفرق الجهد الكهربائي

تتواجد على الدوام الإلكترونات التي تُشكّل التيّار الكهربائي في الموصل، وتكون في حالة حركة عشوائية ما لم يتم تطبيق جهد كهربائي Voltage بين طرفَي الموصل، ليُنشِء قوى كهربائية تُنتج تدفّقًا للإلكترونات الحرة في اتجاه واحد لينتج التيّار الكهربائي. إحدى الطرائق الجيدة لفهم الجهد الكهربائي هو تشبيهه بارتفاع الماء، فالماء في مُنحدر يتدفّق من ارتفاع أعلى إلى ارتفاع أقل، والتيّار الكهربائي يتدفّق من جهد أعلى إلى جهد أقل (**الشكل 5-8a**)، وفي حال غياب الجهد الكهربائي، فلن يتدفّق أيّ تيّار . يُمكن توصيل سلك إلى مصباح في دائرة مُغلقة، لكن التيّار الكهربائي لن يسري ما لم توجد بطّارية أو أيّ مصدر للجهد الكهربائي في الدائرة الكهربائية (**الشكل 5-8b**).

الشكل 5-8 (a) يُسبب فرق طاقة الوضع تدفّقًا للماء، (b) يُسبب فرق الجهد الكهربائي تدفّقًا للتيار الكهربائي.

فرق الجهد الكهربائي Potential difference. هو الفرق في طاقة الوضع الكهربائيّة بين نُقطتين في دائرة كهربائيّة. يُقاس فرق الجهد الكهربائي أو الجهد الكهربائي بوحدة **الفولت (V) Volt**. يصف جهد كهربائي مقداره 1 V كمّية 1 J من الشغل المُنجَز لنقل كمّية شحنة كهربائيّة مقدارها 1 كولوم. يُمكن التعبير عن ذلك رياضيًا **بالمعادلة 5-2**.

2-5	فرق الجهد الكهربائي	V	فرق الجهد الكهربائي (V)
$V = \frac{W}{Q}$		W	الشغل المُنجَز (J)
		Q	الشحنة الكهربائية (C)

مثال 2

إذا كان فرق الجهد الكهربائي بين طرفَي مصباح كهربائي هو 40 V. احسب الشغل المُنجَز في تحريك شحنة كهربائية مقدارها 2.0 μC عبر المصباح.

المطلوب: الشغل المُنجَز، W.

المُعطيات: فرق الجهد الكهربائي، $V = 40\ V$، الشحنة الكهربائي، $Q = 2.0\ \mu C$.

العلاقات: $W = VQ$

الحل: $W = VQ = 40\ V(2 \times 10^{-6}\ C) = 8 \times 10^{-5}\ J$

قياس فرق الجهد الكهربائي

يُمكن قياس فرق الجهد الكهربائي بين نُقطتين فقط، كطرفَي بطّارية، حيث يُقاس فرق الجهد الكهربائي في الأجهزة الكهربائيّة باستخدام جهاز الفولتميتر. يُمثّل جهاز الفولتميتر في مخطّطات الدوائر الكهربائيّة بالرمز المُبيّن في **الشكل 5-9**. معنى ذلك أنّ جميع القياسات تكون منسوبة إلى نقطة مرجعية في الدائرة الكهربائيّة.

الشكل 5-9 قياس فرق الجهد الكهربائي في مُخطط الدائرة الكهربائيّة.

- الطرف السالب للبطارية هو اختيار شائع ليكون المرجع 0 V.
- وبالتالي تُنسَب جميع الجهود الكهربائيّة في الدائرة الكهربائيّة إلى هذا المرجع.
- يُستخدم رمز التأريض عادةً للدلالة على المرجع 0 V.

يُمكن استخدام الملتيميتر لقياس كلّ من فرق الجهد الكهربائي وشدّة التيّار الكهربائي (**الشكل 5-10**). تملك مُعظم أجهزة الملتيميتر قرصًا دوّارًا في مركزه لاختيار نوع القياس المُراد إجراؤه، أكان فرق جهد كهربائي، أم شدّة تيار كهربائي، أم مقاومة كهربائية. كما أنّه يملك مقابس تُوصل مع أسلاك لربطها بالدائرة الكهربائيّة، يحمل أحدها الرمز "COM" والذي يُوصل عادةً بالنقطة المرجعيّة في الدائرة الكهربائيّة. حيث يتم إجراء توصيلات الملتيميتر بطريقة مُختلفة لكلّ من قياسات فرق الجهد وشدّة التيّار الكهربائي.

الشكل 5-10 ملتيميتر رقمي.

يُوضّح **الشكل 5-11** مخطّطين لدائرتين كهربائيتين تمّ توصيل جهاز الملتيميتر كجهاز فولتميتر وأميتر فيهما.

a. لقياس فرق الجهد الكهربائي بين نُقطتَين، نضبط جهاز الملتيميتر على وضع الفولتميتر ثمّ نقوم بتوصيله بين طرفَي نُقطتَين على التوازي في الدائرة الكهربائيّة (**الشكل 5-11a**).

b. لقياس شدّة التيّار الكهربائي، نضبط جهاز الملتيميتر على وضع الأميتر ثمّ نقوم بتوصيله على التوالي في الدائرة الكهربائيّة بحيث يعبر التيار الكهربائي المُراد قياس شدّته عبر جهاز الملتيميتر (**الشكل 5-11b**).

الشكل 5-11 (a) توصيل الفولتميتر على التوازي، (b) توصيل الأميتر على التوالي.

نشاط a1-5 استكشاف الدوائر الكهربائيّة

الإجابات/ عيّنة بيانات

المواد المطلوبة: مصابيح، أسلاك توصيل، أميتر، فولتميتر، بطّاريّات، مفاتيح كهربائيّة.

يسمح نشاط التوسّع للطلّاب بالتدرّب على إنشاء الدوائر الكهربائيّة، ومُلاحظة الاختلاف في شدّة التيّار الكهربائي عند زيادة عدد المصابيح الكهربائيّة في الدائرة الكهربائيّة.

الأسئلة

a. ارفَع المفتاح الكهربائي. لماذا لا يضيء المصباح عندما يكون المفتاح الكهربائي مفتوحًا؟

لا يضيء المصباح لأنّه لا يسري التيّار الكهربائي عند فتح المفتاح الكهربائي.

b. أزِلْ البطّاريّة من الدائرة الكهربائيّة، وأعِدْ توصيلها بطريقة معكوسة. هل يُضيء المصباح؟ ماذا غيّر برأيك وضع البطّارية بطريقة معكوسة في الدائرة الكهربائيّة؟

يُضيء المصباح الكهربائي، لكن يتغيّر اتّجاه سريان التيّار الكهربائي في الدائرة الكهربائيّة.

c. ماذا يحدث لشدّة التيّار الكهربائي عند إضافة مصباح ثانٍ إلى الدائرة الكهربائيّة؟

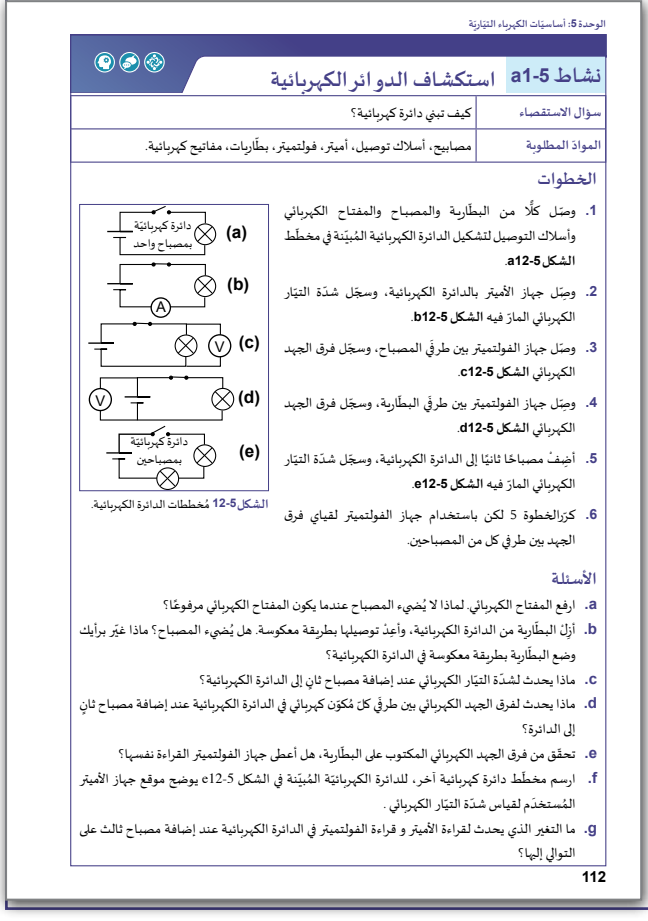
تقلّ شدّة التيّار الكهربائي عند إضافة مصباح آخر إلى الدائرة الكهربائيّة.

d. ماذا يحدث لفرق الجهد الكهربائي بين طرفَي كلّ مُكوّن كهربائي في الدائرة الكهربائيّة عند إضافة مصباح ثانٍ إلى الدائرة؟

يصبح فرق الجهد بين طرفَي كلّ مكوّن من مكوّنات الدائرة أقلّ ممّا كان عليه في حالة المصباح الواحد، بسبب انخفاض قيمة شدّة التيّار.

e. تحقَّقْ من فرق الجهد الكهربائي المكتوب على البطّاريّة، هل أعطى جهاز الفولتميتر القراءة نفسها؟

عند استخدام بطّاريّة جديدة لأوّل مرّة تكون قراءة الفولتميتر أعلى، كأن تكون 1.62 V لبطّاريّة 1.5 V. ومع استهلاك البطّاريّة ينخفض الجهد الكهربائي، كما ينخفض الجهد الكهربائي عند سريان التيّار الكهربائي في الدائرة الكهربائيّة.


الوحدة 5: أساسيّات الكهرباء التيّارية

نشاط a1-5 استكشاف الدوائر الكهربائية

سؤال الاستقصاء	كيف تبني دائرة كهربائية؟
المواد المطلوبة	مصابيح، أسلاك توصيل، أميتر، فولتميتر، بطّاريات، مفاتيح كهربائية.

الخطوات

1. وصّل كلًّا من البطّارية والمصباح والمفتاح الكهربائي وأسلاك التوصيل لتشكيل الدائرة الكهربائية المُبيّنة في مخطّط الشكل a12-5.
2. وصّل جهاز الأميتر بالدائرة الكهربائية، وسجّل شدّة التيّار الكهربائي المارّ فيه الشكل b12-5.
3. وصّل جهاز الفولتميتر بين طرفَي المصباح، وسجّل فرق الجهد الكهربائي الشكل c12-5.
4. وصّل جهاز الفولتميتر بين طرفَي البطّارية، وسجّل فرق الجهد الكهربائي الشكل d12-5.
5. أضِفْ مصباحًا ثانيًا إلى الدائرة الكهربائية، وسجّل شدّة التيّار الكهربائي المارّ فيه الشكل e12-5.
6. كرّرالخطوة 5 لكن باستخدام جهاز الفولتميتر لقياي فرق الجهد بين طرفَي كل من المصباحين.

(a) دائرة كهربائية بمصباح واحد
(b) A
(c) V
(d) V
(e) دائرة كهربائية بمصباحين

الشكل 5-12 مُخططات الدائرة الكهربائية.

الأسئلة

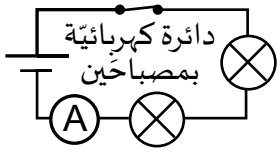
a. ارفع المفتاح الكهربائي. لماذا لا يُضيء المصباح عندما يكون المفتاح الكهربائي مرفوعًا؟
b. أزِلْ البطّارية من الدائرة الكهربائية، وأعِدْ توصيلها بطريقة معكوسة. هل يُضيء المصباح؟ ماذا غيّر برأيك وضع البطّارية بطريقة معكوسة في الدائرة الكهربائية؟
c. ماذا يحدث لشدّة التيّار الكهربائي عند إضافة مصباح ثانٍ إلى الدائرة الكهربائية؟
d. ماذا يحدث لفرق الجهد الكهربائي بين طرفَي كلّ مُكوّن كهربائي في الدائرة الكهربائية عند إضافة مصباح ثانٍ إلى الدائرة؟
e. تحقّق من فرق الجهد الكهربائي المكتوب على البطّارية، هل أعطى جهاز الفولتميتر القراءة نفسها؟
f. ارسم مخطّط دائرة كهربائية آخر، للدائرة الكهربائيّة المُبيّنة في الشكل e12-5 يوضح موقع جهاز الأميتر المُستخدَم لقياس شدّة التيّار الكهربائي.
g. ما التغير الذي يحدث لقراءة الأميتر و قراءة الفولتميتر في الدائرة الكهربائية عند إضافة مصباح ثالث على التوالي إليها؟

112

نشاط 5-a1 استكشاف الدوائر الكهربائيّة - تابع

الإجابات/ عيّنة بيانات

f. ارسُم مخطّط دائرة كهربائيّة آخر، للدائرة الكهربائيّة المُبيّنة في **الشكل 5-e12** يوضح موقع جهاز الأميتر المُستخدَم لقياس شدّة التيّار الكهربائي.



g. ما التغيُّر الذي يحدث لقراءة الأميتر و قراءة الفولتميتر في الدائرة الكهربائيّة عند إضافة مصباح ثالث على التوالي إليها؟

عند إضافة مصباح ثالث إلى الدائرة سوف تقلّ قراءة الأميتر الذي يقيس شدّة التيّار الكهربائي الكلّي، وهذه الشدّة تقلّ بزيادة المقاومة المكافئة نتيجة إضافة مصباح على التوالي. أمّا قراءة الفولتميتر فلن تتغيّر لأنّ جهد البطّارية لا يتغيّر بزيادة المقاومة أو نقصانها.

تم تحميل هذا الملف من
موقع المناهج القطرية
alManahj.com/qa

المقاومة الكهربائيّة وقانون أوم

1. كما هي الحال مع المقاومة (الاحتكاك) التي تعيق الحركة على سطح، ومقاومة الهواء التي تُبطئ من التدفّق عبره، توجد خاصّيّة أيضًا تُبطئ من سريان التيّار الكهربائي تُسمّى المقاومة الكهربائيّة، بحيث تملك الأسلاك الأرفع مقاومة كهربائيّة أكبر. يُمكن شرح ذلك من خلال الطلب إلى الطلّاب المرور من مسار ضيّق، بحيث سيتمكّن بعض منهم من المرور عبر المسار، وبشكل مُماثل يحدّ السلك الرفيع من كمّيّة الشحنة المُتدفّقة عبره.
2. وفي حال كانت المقاومة ذات مقدار ثابت، تكون العلاقة بين فرق الجهد الكهربائي وشدّة التيّار الكهربائي مُتناسبة طرديًّا، وبتطبيق فرق جهد كهربائي إضافي، تتدفّق شدّة تيّار كهربائي أكبر، وهذا ما يُعرف بقانون أوم.
3. لا ينطبق قانون أوم على جميع الأجهزة الكهربائيّة، تُسمّى الأجهزة التي تخضع لهذه العلاقة الموصلات الأومية.
4. أمّا الأجهزة التي لا تتبع قانون أوم فهي تُعرف بالموصلات غير الأومية، السلك المتوهّج في المصباح الكهربائي هو مثال على الموصلات غير الأومية.
5. وضّح للطلّاب أنّ المقاومة في الموصلات الأومية تبقى ثابتة مهما تغيّر فرق الجهد، واستخدم **الشكل (5-14)** الذي يبيّن أنّ المقاومة تساوي ميل المنحنى، وكيف أنّ الميل يتغيّر في الموصلات غير الأومية.

تم تحميل هذا الملف من موقع المناهج القطرية
alManahj.com/qa

المقاومة الكهربائيّة وقانون أوم

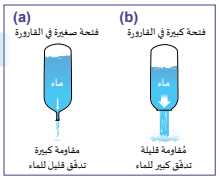
عندما يتم وصل بطّارية 1.5 V بين طرفَيْ دائرة كهربائية، ستعتمد الكمّية المتدفّقة من التيّار الكهربائي على مقدار المقاومة في الدائرة الكهربائية. تعرف **المقاومة الكهربائية Resistance** بأنها قياس لمدى سهولة تدفّق التيّار الكهربائي في الدائرة الكهربائية. عند تطبيق أيّ جهد كهربائي، فإنّ وجود مقاومة كبيرة يعني أنّ لدينا تدفّقًا أقل للتيّار الكهربائي، أمّا وجود مقاومة صغيرة فيعني أن لدينا تدفّقًا أكبر للتيّار الكهربائي. تُسمّى العلاقة بين كلّ من شدة التيار الكهربائي وفرق الجهد الكهربائي ومقدار المقاومة **قانون أوم Ohm's law (المعادلة 3-5)**، والذي اكتشفه الفيزيائي الألماني جورج سيمون أوم.

3-5 قانون أوم		
$V = IR$	V	فرق الجهد الكهربائي (V)
	I	شدة التيار الكهربائي (A)
	R	المقاومة الكهربائية (Ω)

يُقاس مقدار المقاومة بوحدة الأوم، ويُرمز لهذه الوحدة بالحرف اليوناني أوميجا (Ω). **والأوم Ohm** هو فولت واحد لكلّ أمبير. تعني مقاومة مقدارها 1 Ω أن تيّارًا شدّته 1 A سيسري عند تطبيق فرق جهد كهربائي مقداره 1 V. يوضح قانون أوم أنّ فرق الجهد الكهربائي بين نُقطتين يعتمد على شدّة التيّار الكهربائي I ومقدار المقاومة R.

فهم مقدار المقاومة الكهربائية

يُمكن استخدام قارورة مياه مقلوبة رأسًا على عقب لتوضيح العلاقة بين مقدار المقاومة وشدّة التيّار الكهربائي؛ عندما تكون فوهة القارورة صغيرة يكون لها مقاومة كبيرة، وبالتالي يخرج تيّار صغير من قطرات الماء، كما في **الشكل 5-13a**. أمّا عندما تكون فوهة القارورة كبيرة فسيكون لها مقاومة صغيرة، وبالتالي يخرج تيّار أكبر من الماء، كما في **الشكل 5-13b**.



الشكل 5-13 (a) مقاومة كبيرة، (b) مقاومة صغيرة.

مثال 3

كم يجب أن يكون فرق الجهد الكهربائي بين طرفَي البطّارية لإرسال تيّار كهربائي شدّته 2.5 A ليسري في مصباح مقاومته 3.6 Ω؟

المطلوب: فرق الجهد، V

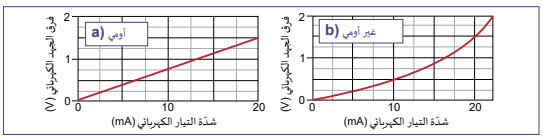
المُعطيات: شدّة التيّار الكهربائي، $I = 2.5\ A$
المقاومة الكهربائيّة، $R = 3.6\ \Omega$

العلاقات: $V = IR$

الحلّ: $V = IR = 2.5\ A \times 3.6\ \Omega = 9\ V$

الموصلات الأوميّة والموصلات غير الأومية

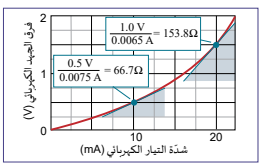
ينصّ قانون أوم على أنّ شدّة التيّار الكهربائي المُتدفّق في دائرة كهربائية يتناسب طرديًا مع فرق الجهد الكهربائي بين طرفَيها عند ثبات درجة الحرارة؛ أي أن المقاومة الكهربائيّة (فرق الجهد الكهربائي مقسومًا على التيار الكهربائي) تبقى ثابتة لجميع قيم فرق الجهد والتيار الكهربائي. **الموصلات الأوميّة Ohmic conductor** هو جهاز ينطبق عليه قانون أوم، إلّا أنّ هذا القانون لا يُعدّ قانونًا طبيعيًّا أساسيًّا ولا يشمل جميع حالات شدّة التيار الكهربائي وفرق الجهد الكهربائي. تُسمى الأجهزة الكهربائيّة التي لا ينطبق عليها قانون أوم **مُوصلات غير أوميّة Non-ohmic conductors**.



الشكل 5-14 (a) مُنحنى شدّة التيّار - فرق الجهد لجهاز يحقق قانون أوم، (b) مُنحنى شدّة التيّار - فرق الجهد لجهاز لا يحقق قانون أوم

يُمثّل ميل مُنحنى (شدّة التيار - فرق الجهد) مقدار المقاومة الكهربائيّة. ويظهر كخطّ مُستقيم بميل ثابت في حالة الموصل الأومي (**الشكل 5-14a**). حيث يُمكن حساب المُقاومة من خلال:

$$R = \frac{V}{I} = \frac{1.5\ V}{0.02\ A} = 75\ \Omega$$



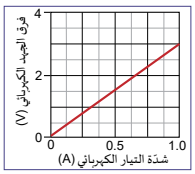
الشكل 5-15 يُشير التغيّر في ميل المُنحنى إلى تغيّر في المقاومة.

يُمثّل **الشكل 5-14b** مُنحنى مقدار المقاومة لمصباح الفتيلة المتوهج الذي لا يحقق قانون أوم.

لأنّ مقدار مقاومة المصباح يزداد، عند ازدياد شدّة التيار الكهربائي، حيث يكون مقدار المقاومة (ميل المُنحنى) عند شدّة تيار كهربائي 10 mA أقلّ من مقدارها عند شدّة تيار كهربائي 20 mA (**الشكل 5-15**). ذلك لأنّ مقدار المقاومة يزداد مع ارتفاع درجة الحرارة في الفتيلة المتوهّجة.

مثال 4

احسب المقاومة الكهربائيّة لموصل، اعتمادًا على الشكل المُجاور الذي يُوضّح مُنحنى (شدّة التيار - فرق الجهد) الخاصّ به.



المطلوب: المقاومة، R

العلاقات: R = ميل مُنحنى (شدّة التيار - فرق الجهد)

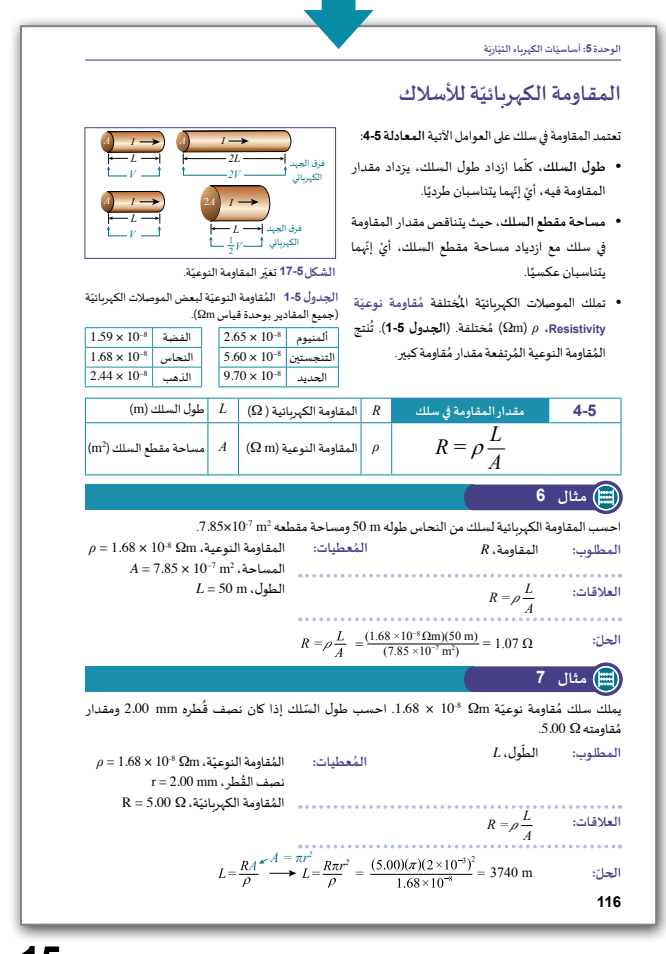
الحلّ: $R = \frac{V}{I} = \frac{3\ V}{1\ A} = 3\Omega$

المقاومات الكهربائيّة

1. تُستخدم المقاومات للتحكّم في مقدار التيّار الكهربائي الذي يسري في الدائرة الكهربائيّة.
2. اعرض للطلّاب مقاومات ذات مقادير مُختلفة.
3. يُمكن توضيح تغيّر شدّة التيّار الكهربائي في الدائرة الكهربائيّة باستخدام المقاومات الكهربائيّة من خلال إنشاء دائرة توالي كهربائيّة بسيطة مُكوّنة من مصباح كهربائي، وبطاريّة، ومقاومة مُتغيّرة، وأميتر.
4. عند تغيير مقدار المقاومة تتغيّر شدّة التيّار الكهربائي في الدائرة الكهربائيّة.

المقاومة الكهربائيّة للأسلاك

1. يعتمد مقدار المقاومة على كلّ من طول السلك ومساحة مقطعه ومقاومته النوعيّة.
2. المقاومة النوعيّة خاصّيّة للفِلِزّ تقيس ميله الطبيعي لمقاومة سريان الإلكترونات. تملك الموصلات الجيّدة مقاومة نوعيّة مُنخفضة، وتملك العوازل الجيّدة مقاومة نوعيّة مُرتفعة.
3. يتدرّب الطلّاب على المثالَين 6 و 7 في كتاب الطالب لتطبيق معادلة المقاومة في سلك، باستخدام العلاقة (4-5).

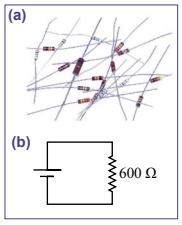


المقاومات الكهربائية

يحدد المهندسون مقدار مقاومة الأجهزة الكهربائية بحيث يحصلون على شدّة التيّار الكهربائي المناسبة عند توصيل الجهاز بين طرفي الجهد الكهربائي المناسب لها. تملك جميع الأجهزة الكهربائية مقدارًا للمقاومة وهي تُحدّد شدّة التيّار الكهربائي الذي يمرّ في دائرة الجهاز الكهربائية عند تطبيق الجهد المناسب.

ينتج مقدار المقاومة في الدوائر الكهربائية بواسطة المقاومات الموضّحة في **الشكل 5-16a**، وهي تكون ضمن مقادير معيارية مُحدّدة، وتُستخدَم للتحكّم في شدّة التيّار الكهربائي والجهد الكهربائي أو في كليهما في الدوائر الكهربائية.

تُمثّل المقاومة في مخطّط الدائرة الكهربائية برمز خط مُتعرّج، ويتم رسمها في مخطّطات الدوائر الكهربائية بدلًا من رموز الأجهزة الكهربائية (**الشكل 5-16b**).



الشكل 5-16 (a) مقاومات ثابتة. (b) دائرة تحتوي مقاومة كهربائية.

استخدام الملتيميتر لقياس مقدار المقاومة الكهربائية

يُستخدَم الأوميتر لقياس مقدار المقاومة للأجهزة الكهربائية. يُمكن ضبط الملتيميتر على وظيفة الأوميتر لهذا الغرض. ولقياس مقدار المقاومة لجهاز كهربائي يجب أن يُفصَل الجهاز عن الدائرة الكهربائية ويُوصَل إلى الملتيميتر بعد ضبطه لقياس المقاومة. ولا يُعدّ مُهمًا في مُعظم الأجهزة الكهربائية تحديد طرف الأوميتر الذي يجب توصيله إلى طرفي الجهاز المُراد قياسه. إذا اخترنا وظيفة قياس المقاومة (Ω) فإنّ الملتيميتر يعمل عمل الأوميتر ويُمثّل في مخطّط الدائرة الكهربائية (**الشكل 5-16a**)، كما في الشكل بشكل دائرة تحتوي على الحرف اليوناني أوميجا (Ω)، حيث يملك الملتيميتر مجالات لمقادير المقاومة تتراوح بين بضعة أومات وحتى 20 MΩ.

مثال 5

تحتوي دائرة كهربائية بسيطة على أسلاك توصيل ومصباح مقاومته مقدارها 2 Ω، وبطّارية جهدها 1.5 V. ما شدّة التيّار الكهربائي الذي يسري في المصباح؟

المطلوب: شدّة التيّار الكهربائي، I

المُعطيات: مقدار المقاومة، $R = 2\ \Omega$

الجهد الكهربائي، $V = 1.5\ \text{V}$

العلاقات: $V = IR$

الحلّ: $$I = \frac{V}{R} = \frac{1.5\ \text{V}}{2\ \Omega} = 0.75\ \text{A}$$

المقاومة الكهربائيّة للأسلاك

تعتمد المقاومة في سلك على العوامل الآتية **المعادلة 4-5**:

- **طول السلك**، كلّما ازداد طول السلك، يزداد مقدار المقاومة فيه، أيْ إنّهما يتناسبان طرديًا.
- **مساحة مقطع السلك**، حيث يتناقص مقدار المقاومة في سلك مع ازدياد مساحة مقطع السلك، أيْ إنّهما يتناسبان عكسيًا.
- تملك الموصلات الكهربائيّة المُختلفة **مُقاومة نوعيّة Resistivity**، ρ (Ωm) مُختلفة. (**الجدول 5-1**). تُنتج المُقاومة النوعية المُرتفعة مقدار مُقاومة كبير.

الشكل 5-17 تغيّر المقاومة النوعيّة.

الجدول 5-1 المُقاومة النوعيّة لبعض الموصلات الكهربائيّة (جميع المقادير بوحدة قياس Ωm).

ألمنيوم	2.65×10^{-8}	الفضة	1.59×10^{-8}
التنجستن	5.60×10^{-8}	النحاس	1.68×10^{-8}
الحديد	9.70×10^{-8}	الذهب	2.44×10^{-8}

4-5 مقدار المقاومة في سلك

$$R = \rho \frac{L}{A}$$

R: المقاومة (Ω)، ρ: المقاومة النوعية (Ωm)، L: طول السلك (m)، A: مساحة مقطع السلك (m^2)

مثال 6

احسب المقاومة الكهربائية لسلك من النحاس طوله 50 m ومساحة مقطعه $7.85 \times 10^{-7}\ m^2$.

المطلوب: المقاومة، R

المُعطيات: المقاومة النوعية، $\rho = 1.68 \times 10^{-8}\ \Omega m$

المساحة، $A = 7.85 \times 10^{-7}\ m^2$

الطول، $L = 50\ m$

العلاقات: $R = \rho \frac{L}{A}$

الحلّ: $$R = \rho \frac{L}{A} = \frac{(1.68 \times 10^{-8}\ \Omega m)(50\ m)}{(7.85 \times 10^{-7}\ m^2)} = 1.07\ \Omega$$

مثال 7

يملك سلك مُقاومة نوعيّة $1.68 \times 10^{-8}\ \Omega m$. احسب طول السّلك إذا كان نصف قُطره 2.00 mm ومقدار مُقاومته 5.00 Ω.

المطلوب: الطّول، L

المُعطيات: المُقاومة النوعيّة، $\rho = 1.68 \times 10^{-8}\ \Omega m$

نصف القُطر، $r = 2.00\ mm$

المُقاومة الكهربائيّة، $R = 5.00\ \Omega$

العلاقات: $R = \rho \frac{L}{A}$

الحلّ: $$L = \frac{RA}{\rho} \xrightarrow{A = \pi r^2} L = \frac{R\pi r^2}{\rho} = \frac{(5.00)(\pi)(2 \times 10^{-3})^2}{1.68 \times 10^{-8}} = 3740\ m$$

نشاط b1-5 قانون أوم

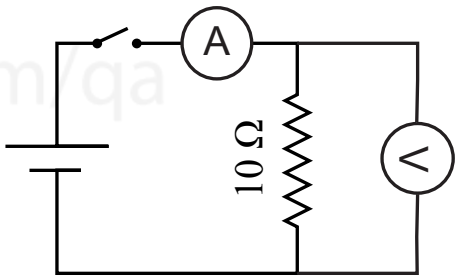
الإجابات/
عيّنة بيانات

المواد المطلوبة: مصدر للطاقة مُتغيّر، أسلاك توصيل، مقاومات معلومة، أميتر، فولتميتر، مصباح.

يسمح هذا النشاط للطلّاب بمُلاحظة الاختلاف بين الموصلات الأومية والموصلات غير الأومية. اطرح على الطلّاب في بداية النشاط الأسئلة الآتية: "ما تعريف قانون أوم؟"، "ما العلاقة بين الجهد الكهربائي وشدّة التيّار الكهربائي لموصل أومي؟"، "ما نوع المُنحنى الذي سنحصل عليه؟"

جدول النتائج I

الجهد الكهربائي (V)	شدة التيّار الكهربائي (A)
1	**0.1**
2	**0.2**
3	**0.3**
4	**0.4**



تم تحميل هذا الملف من موقع المناهج القطرية
alManahj.com/qa

الدرس 1-5: التيّار الكهربائي، والجهد الكهربائي، والمقاومة الكهربائية

نشاط b1-5 قانون أوم

سؤال الاستقصاء	كيف يُقاس مقدار المقاومة الكهربائيّة للأسلاك؟
المواد المطلوبة	مصدر للطاقة مُتغيّر، أسلاك توصيل، مقاومات معلومة، أميتر، فولتميتر، مصباح.

الخطوات I

1. جهّز الدائرة الكهربائية المُوضّحة في **الشكل a18-5** باستخدام مصدر للطاقة مُتغيّر، ومفتاح كهربائي، وأميتر، مقاومة معلومة 10 Ω، وأسلاك توصيل.
2. طبّق جهدًا 1 V. سجل شدّة التيّار الكهربائي وفرق الجهد الكهربائي بين طرفي المقاومة في ورقة العمل 1.
3. غيّر فرق الجهد الكهربائي المُطبّق إلى 2 V ثم إلى 3 V، ثم إلى 4 V. ثم سجّل قراءة كلّ من الأميتر و الفولتميتر في الدائرة في كلّ حالة في ورقة العمل.
4. ارسم مُنحنى فرق الجهد *V* و شدة التيار *I*.

الشكل 5-18 (a) الدائرة الكهربائية 1، (b) الدائرة الكهربائية 2.

الخطوات II

1. أعدّ تجهيز الدائرة الكهربائية المُوضّحة في **الشكل b18-5** والتي تحتوي على مصباح كهربائي ومصدر للطّاقة مُتغيّر وأميتر ومفتاح كهربائيّ وأسلاك توصيل.
2. طبق جهد 1 V في الدائرة. اغلق المفتاح ثم سجّل قراءة كلّ من الأميتر والفولتميتر في الدائرة في ورقة العمل رقم 1.
3. زد الجهد الكهربائي المُطبّق بمقدار 0.2 V في كلّ مرة حتى بلوغ 2 V. سجّل القراءات لشدة التيار و فرق الجهد الناتجة عن كلّ مقدار للجهد.
4. ارسم مُنحنى فرق الجهد *V* وشدّة التيار *I*.

الأسئلة

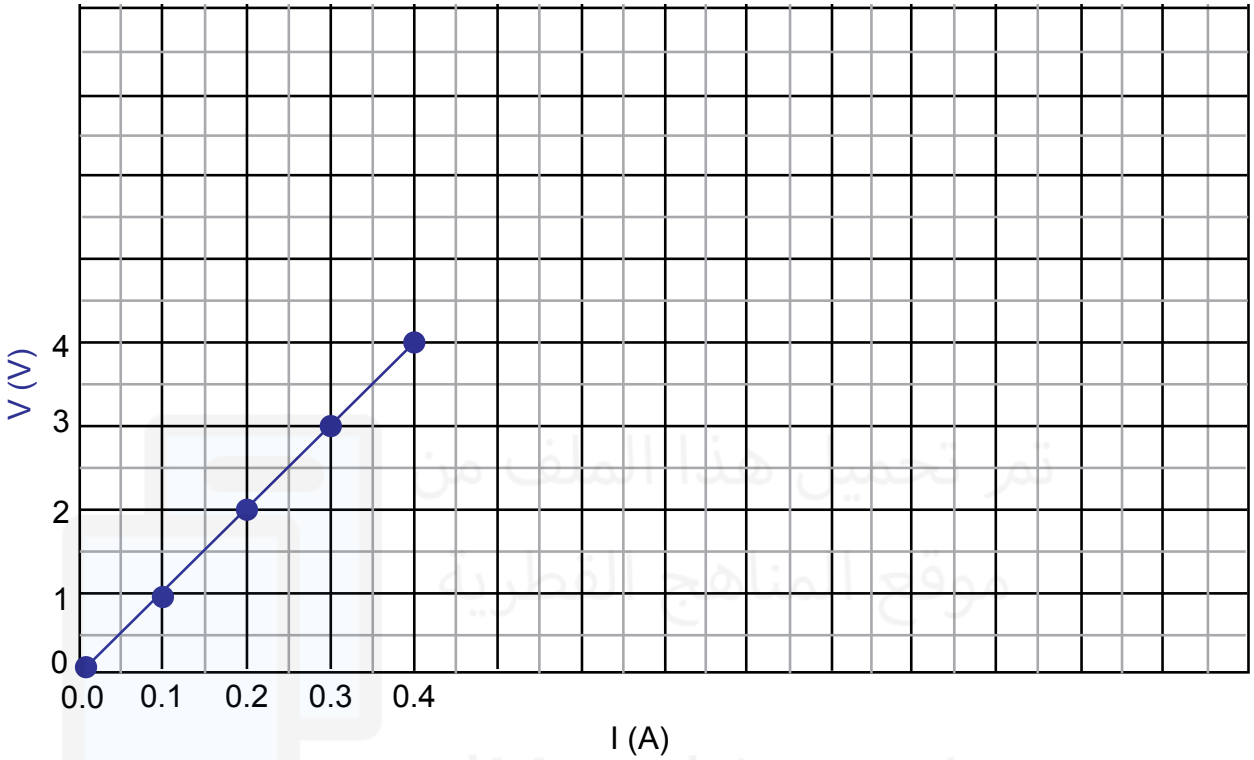
a. ما الذي يُمثّله ميل مُنحنى فرق الجهد *V* وشدّة التيار *I*؟
b. أيّ الجهازين يُعدّ موصلًا أوميًا؟ وأيهما يُعدّ موصلًا غير أوميّ؟ كيف عرفت ذلك؟
c. استخدم ميل المُنحنى لحساب المقاومة الكهربائيّة. هل هي مُساوية لمقدار المقاومة في الفرع 1؟ اشرح سبب أيّ اختلاف إن وُجد.

117

نشاط b1-5 قانون أوم - تابع

الإجابات/
عيّنة بيانات

المُنحنى I



جدول النتائج II

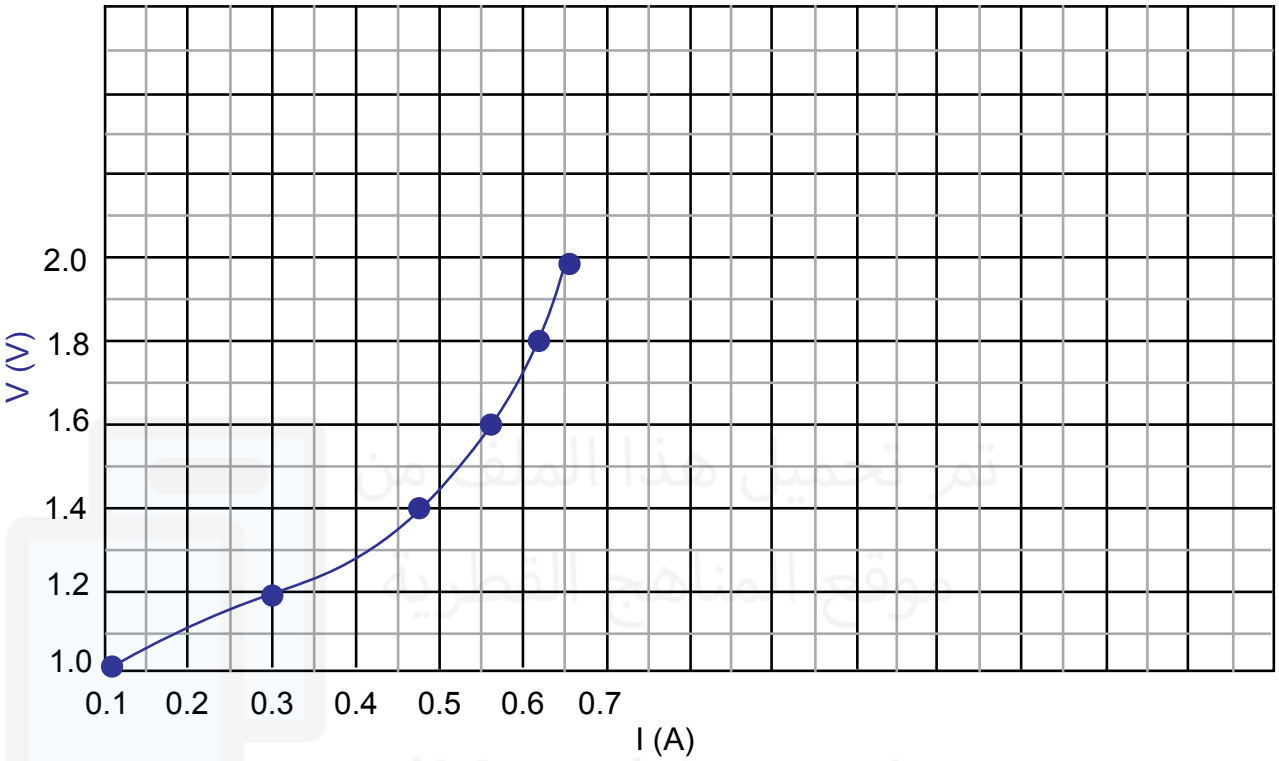
الجهد الكهربائي (V)	شدّة التيّار الكهربائي (A)
1	**0.1**
1.2	**0.3**
1.4	**0.47**
1.6	**0.55**
1.8	**0.62**
2.0	**0.65**

لا تحميل هذا الملف من موقع المنهج الفلسطيني
alManahj.com/qa

نشاط b1-5 قانون أوم - تابع

الإجابات/
عيّنة بيانات

المُنحنى II



alManahj.com/qa

الأسئلة

a. ما الذي يُمثّله ميل مُنحنى فرق الجهد V وشدّة التيّار I؟

يُمثّل ميل المُنحنى مقدار المقاومة الكهربائيّة.

b. أيّ الجهازَين يُعدّ موصلًا أوميًّا؟ وأيُّهما يُعدّ موصلًا غير أوميّ؟ كيف عرفت ذلك؟

الجهاز الأوّل ذو المقاومة 10 Ω موصل أومي لأنّ علاقة مُنحنى فرق الجهد و شدّة التيّار الكهربائي هي علاقة خطّيّة.

المصباح الكهربائي موصل غير أومي لأنّ علاقة مُنحنى فرق الجهد الكهربائي وشدّة التيّار الكهربائي هي علاقة غير خطّيّة.

c. استخدِمْ ميل المُنحنى لحساب المقاومة الكهربائيّة. هل هي مُساوية لمقدار المقاومة في الفرع 1؟ اشرَح سبب أيّ اختلاف إن وُجد.

أعطَت القراءة لمقدار المقاومة 10 Ω.

$$R = \frac{V}{I} = \frac{1}{0.1} = 10\Omega$$

نشاط c1-5 مقدار المقاومة الكهربائيّة لسلك

الإجابات/ عيّنة بيانات

المواد المطلوبة: ثلاثة أسلاك توصيل مصنوعة من موادّ مُختلفة جهّزها مُعلّمك أو مُحضّر المختبر، ملتيميتر، ميكروميتر، مسطرة.

تحتاج في هذا النشاط إلى ثلاثة أسلاك مُختلفة في الطول، ونوع المادّة، والقُطر. يقوم الطلّاب بقياس أبعاد كلّ سلك وحساب مقدار المقاومة، ومقارنة نتائجهم بمقدار المقاومة المقيسة.

الأسلاك المُستخدمة في جدول النتائج هي:

سلك كونستانتان، 34 SWG، 0.24 mm.

سلك نحاس، 34 SWG، 0.24 mm.

سلك حديد، 34 SWG، 0.24 mm.

يُمكن استخدام أسلاك أخرى في حال توافرها.

مراجعة كيفيّة استخدام الميكروميتر.

- سيحتاج الطلّاب إلى استخدام الميكروميتر لقياس قُطر السلك، وبالفعل فقد تعلّموا ذلك في بداية السنة لكن قد يحتاجون إلى تذكيرهم بطريقة الاستخدام.

تحميل هذا الملف من موقع المناهج القطرية
alManahj.com/qa

- ذكّر الطلّاب بطريقة حساب مساحة مقطع السلك من خلال قسمة قُطر السلك على 2 لإيجاد نُصف القُطر.
- ثمّ استخدام المعادلة: $A = \pi r^2$

الوحدة 5: أساسيّات الكهرباء النيّارية

نشاط c1-5 مقدار المقاومة الكهربائيّة لسلك

سؤال الاستقصاء	كيف يتمّ حساب مقدار المقاومة الكهربائية لسلك عمليًا؟
المواد المطلوبة	ثلاثة أسلاك توصيل مصنوعة من مواد مُختلفة جهّزها معلّمك أو محضر المختبر، ملتيميتر، ميكروميتر، مسطرة.

الخطوات I

1. قِس قُطر كلّ سلك بواسطة الميكروميتر، وسجّل البيانات في الجدول الموجود في ورقة العمل.
2. قسّم قُطر السلك على 2 لحساب نصف قُطره وسجّله في الجدول.
3. احسب مساحة مقطع كلّ سلك باستخدام العلاقة: $A = \pi r^2$.
4. قِس طول كلّ سلك وسجّل القياسات في الجدول.
5. ابحث عن المقاومة النوعيّة لكلّ سلك من الجدول 5-1.
6. استخدم المعادلة 5-4 لتحسب مقدار مقاومة كلّ سلك.
7. اضبط الملتيميتر على وظيفة الأوميتر وقِس مقدار مقاومة السلك.

الأسئلة

a. قدّر مقدار الخطأ الناتج في حساب مقاومة كلّ سلك من خلال أخذ الفرق بين الحساب والقياس.
b. ما مدى قُرب القيم المُقاسة من القيم المحسوبة لمقدار المقاومة؟
c. ما مصادر الخطأ في قياساتك؟ اذكر كلّ المصادر الممكنة للخطأ.
d. ما الذي يجب القيام به لتقليل الأخطاء الناتجة عن القراءات؟
e. ما المادة التي لها أقل مقدار للمقاومة؟
f. ما المادة التي لها أكبر مقدار للمقاومة؟
g. صِف العلاقة بين طول السلك ومقدار المقاومة.
h. صِف العلاقة بين مساحة مقطع السلك ومقدار المقاومة.
i. كيف سيتغيّر مقدار المقاومة في السلك إذا كان السلك أقل سُمكًا؟ اشرح إجابتك.
j. كيف سيتغيّر مقدار المقاومة في السلك إذا كان السلك أقصر؟ اشرح إجابتك.

118

نشاط c1-5 مقدار المقاومة الكهربائيّة لسلك - تابع

الإجابات/ عيّنة بيانات

جدول النتائج

السلك	نوع مادّة السلك	القُطر (m)	نصف القُطر، r (m)	المساحة، A (m^2)	المقاومة النوعيّة، ρ (Ωm^2)	الطول، L (m)	مقدار المقاومة، R (Ω)	مقدار المقاومة المقيسة (Ω)
1	كونستانتان	2.4×10^{-4}	1.2×10^{-4}	4.5×10^{-8}	4.9×10^{-7}	0.5	5.44	6.0
2	نحاس	2.4×10^{-4}	1.2×10^{-4}	4.5×10^{-8}	1.7×10^{-8}	0.2	0.076	1.0
3	حديد	2.4×10^{-4}	1.2×10^{-4}	4.5×10^{-8}	9.7×10^{-8}	0.4	0.862	1.2

يتم تحميل هذا الملف من موقع المناهج القطرية
alManahj.com/qa

نشاط c1-5 مقدار المقاومة الكهربائيّة لسلك - تابع

الإجابات/ عيّنة بيانات

الأسئلة

a. قدّر مقدار الخطأ الموجود في حساب مقاومة كلّ سلك من خلال أخذ الفرق بين الحساب والقياس.

هامش الخطأ لسلك الكونستاتان: ±0.56 Ω

هامش الخطأ لسلك النحاس: ±0.924 Ω

هامش الخطأ لسلك الحديد: ±0.338 Ω

b. ما مدى قُرب القيم المُقاسة من القيم المحسوبة لمقدار المقاومة؟

القيم قريبة جدًّا إلّا أنّ الاختلاف لا يُمكن إهماله لأنّ مقدار المقاومة المقيسة يُمكن أن تُعطي خطأ عند مُطابقتها مع السلك.

c. ما مصادر الخطأ في قياساتك؟ اذكُر كلّ المصادر الممكنة للخطأ.

يُمكن أن تكون مصادر الخطأ:

1) أسلاك قديمة غير منتظمة القطر.

2) ملتيمتير غير مضبوط.

3) لم يتمّ توصيل الملتيمتر عند نهايتَي السلك.

d. ما الذي يجب القيام به لتقليل الأخطاء الناتجة عن القراءات؟

التأكّد من انتظام مقاطع الأسلاك.

التأكّد من أنّ الملتيمتر موضوع بطريقة صحيحة.

e. ما المادّة التي لها أقلّ مقدار للمقاومة؟

السلك 2، المصنوع من النحاس.

f. ما المادّة التي لها أكبر مقدار للمقاومة؟

السلك 1، المصنوع من الكونستانتان.

g. صِف العلاقة بين طول السلك ومقدار المقاومة.

تزداد المقاومة الكهربائيّة، بازدياد طول السلك.

h. صِف العلاقة بين مساحة مقطع السلك ومقدار المقاومة.

تقلّ المقاومة الكهربائيّة، كلّما زادت مساحة مقطع السلك.

i. كيف سيتغيّر مقدار المقاومة في السلك إذا كان السلك أقلّ سُمكًا؟ اشرَحْ إجابتك.

ستملك الأسلاك مقاومة أكبر عندما تكون مساحة المقطع أقلّ. لأنّه عندما تتناقص مساحة المقطع، فستزداد المقاومة.

j. كيف سيتغيّر مقدار المقاومة في السلك إذا كان السلك أقصر؟ اشرَحْ إجابتك.

ستملك الأسلاك مقاومة أقلّ، لأنّه مع تناقص طول الأسلاك، يتناقص مقدار المقاومة.

اختيار السلك المناسب

1. تُستخدم أسلاك النحاس في مُعظم التوصيلات الكهربائيّة المنزليّة، اطرح على الطلّاب السؤال الآتي: "لماذا تُستخدم أسلاك النحاس بشكل واسع عوضًا من أيّ سلك مصنوع من مادّة أخرى؟"
يُعدّ النحاس أحد أفضل الموصلات المُستخدمة في التوصيلات الكهربائيّة، لأنّه مُتو افر بشكل كبير، ولا يتآكل بسرعة، كما أنّه يملك موصليّة نوعيّة عالية.

2. تملك أسلاك النحاس أقطارًا مُختلفة، ويعتمد اختيار القُطر المناسب على شدّة التيّار الكهربائي المطلوبة. اطرَحْ على الطلّاب السؤال الآتي: "ما الجهاز الكهربائي الذي يحتاج إلى أكبر شدّة تيّار كهربائي ويحتاج إلى أسلاك ذات قطر كبير؟"
أجهزة التكييف المركزية، والأفران الكهربائيّة.

3. تُستخدم الأسلاك ذات القطر الكبير في تلك الأجهزة كما يجب أن يكون لها مداخل كهربائيّة خاصّة في الحائط. اطرح على الطلّاب السؤال الآتي: "ماذا يمكن أن يحدث إذا استخدمنا سلكًا أرفع لجهاز يحتاج إلى شدّة تيّار كهربائي كبيرة؟"
يُمكن أن يمرّ في السلك تيّارًا كهربائيًّا مرتفعًا بالنسبة إلى مساحة مقطع سطحه وبالتالي يسخن السلك وقد يتسبّب في نشوب حريق.

4. لضمان عدم نشوب حريق في الجهاز ، عادةً ما يُجهّز بدائرة قطع أو المُنصهر الكهربائي (الفيوز). والذي بدوره يفتح الدائرة الكهربائيّة بمُجرّد أن تبلغ شدّة التيّار الكهربائي عتبة الشدّة المسموح بها، وبالتالي يمنع الجهاز من التسخين الزائد.

5. تتوافر في المنازل قواطع للدوائر الكهربائيّة لحمايتها. فعندما تبدأ الأسلاك بسحب شدّة تيّار كهربائي أكبر من الشدّة المُصمّمة لها، تُفتح الدائرة الكهربائيّة أتوماتيكيًّا بواسطة قاطع الدائرة فيتوقّف سريان التيّار الكهربائي في الدائرة الكهربائيّة.

الدرس 5-1: التيّار الكهربائي، والجهد الكهربائي، والمقاومة الكهربائية

اختيار السلك المناسب

تكون مُعظم الأسلاك الموجودة في منزلك مصنوعة من النحاس لأنه لا يتأثر بالعوامل الخارجية ويملك مقدار مقاومة مُنخفض، كما هي الحال مع الألمنيوم. لكن، وبالرغم من ذلك، لا يمكن إهمال مقاومة النحاس، فهو يسخن بمُجرّد أن يسري تيّار كهربائي فيه. يُمكن أن يحمل سلك ذو قُطر كبير تيّارًا كهربائيًا بأمان، ومن دون أن يُسبّب ذلك سخونة زائدة في السلك. تستخدم في الدوائر الكهربائية في المنزل أقطارًا مُختلفة للأسلاك، وذلك بحسب مدى شدّة التيّار الكهربائي المطلوبة (**الشكل 5-19**).

سلك قياس-10
سلك قياس-6
سلك قياس-4
سلك قياس-2.5

قياس السلك	القُطر (mm)	المساحة (mm^2)	مُعدّل شدّة التيّار الكهربائي (A)
10	3.57	10	**50**
6	2.76	6	**30**
4	2.25	4	**20**
2.5	1.78	2.5	**15**

الشكل 5-19 أقطار أسلاك النُحاس المُستخدمة في المنازل.

أسلاك التوصيل التي تُزوّد التيّار الكهربائي للأجهزة الكبيرة، كوحدات التبريد المركزية والأفران الكهربائية، تحتاج إلى أن تحمل تيّارًا كهربائيًا قد تصل شدّته إلى 50 A وتُستخدَم فيها أسلاك قياس 10. أمّا الأجهزة الأخرى كالغسالات الكهربائية، فهي تحتاج إلى أسلاك قياس 6 والمناسبة لتحمل تيّارًا كهربائيًا شدّته 30 A. تُستخدَم في دوائر المصابيح الكهربائية أسلاك قياس 2.5 وهي مناسبة لتحمل تيّارًا كهربائيًا تصل شدّته إلى 15 A.

تنقل أسلاك التوصيل الكهربائية الكهرباء من المحوّلات إلى منزلك بشدّة تصل إلى 200 A. لذلك، يجب أن تكون هذه الأسلاك سميكة بما يكفي لنقل التيّار الكهربائي من دون أن تسخن. تبلغ مساحة مقطع هذا النوع من الأسلاك في دولة قطر في العادة 120 mm^2.

الشكل 5-20 قواطع الدائرة الكهربائية بأحجام مُختلفة.

لحماية الأسلاك من التسخين الزائد، تتوافر في المنازل الحديثة قواطع للدوائر الكهربائية في كلّ دائرة كهربائية (**الشكل 5-20**). حيث يقوم قاطع الدائرة بفتح الدائرة الكهربائية إذا عبر تيّار كهربائي تجاوزت شدّته عتبة الشدّة المسموحة. وعلى سبيل المثال، فإنّ الدائرة الكهربائية التي يُستخدم فيها سلك قياس 2.5 ستملك قاطع دائرة 15 A، بحيث يفتح الدائرة الكهربائية بشكل أوتوماتيكي في حال بدأ تيّار أكبر من 15 A بالسريان في الدائرة الكهربائية.

يفتح قاطع الدائرة الكهربائية ويمنع مرور التيار الكهربائي عندما:

- يتمّ توصيل الكثير من الأجهزة الكهربائية إلى الدائرة الكهربائية نفسها، الأمر الذي يُسبّب تجاوز شدة التيّار الكُلّيّ عتبة شدّة التيّار الكهربائي الذي يسمح به القاطع.
- يتمّ توصيل جهاز يحتاج إلى شدّة تيّار كهربائي كبيرة إلى دائرة كهربائية تمتلك شدّة تيّار كهربائي أقلّ من الشدّة التي يحتاج إليها الجهاز.

119

تقويم الدرس 5-1

الإجابات

1. أيٌّ من المواد الآتية تُعدّ موصلات كهربائية جيدة؟

الألمنيوم.

2. ما الشروط اللازمة لتدفق التيّار الكهربائي في دائرة كهربائية؟

تطبيق فرق جهد كهربائي والذي يُسبّب سريان الشحنة الكهربائيّة خلال المادّة.

3. a. لماذا يُسبّب زيادة طول السلك إلى الضعف ازدياد مقدار مقاومة السلك إلى الضعف؟

لأنّ الشحنة ستتحرّك خلال مسافة تبلغ ضعف المسافة فتعاني من ممانعة تساوي ضعف الممانعة الأصليّة.

b. ما الذي يمكن القيام به لكي لا تنتج مُضاعفةُ طول السلك مُضاعفةً في مقدار المقاومة؟

أن نقوم بمضاعفة مساحة مقطع السلك، وبذلك لن يحدث تضاعف لمقدار المقاومة.

4. كيف يرتبط كلٌّ من فرق الجهد الكهربائي وشدّة التيّار الكهربائي ومقدار المقاومة بعضها ببعض؟

يدفع فرق الجهد الكهربائي التيّار الكهربائي بينما تمانع المقاومة سريان التيّار الكهربائي في الدائرة الكهربائيّة. تؤدّي الزيادة في فرق الجهد الكهربائي أو إنقاص مقدار المقاومة إلى زيادة شدّة التيّار الكهربائي. يُمكن التعبير عن ذلك رياضيًّا بواسطة العلاقة: $V = IR$.

5. ما فرق الجهد الكهربائي بين طرفَي مقاومة مقدارها 50 Ω عندما يسري تيّار كهربائي فيها شدّته 0.1 A؟

$$V = IR = (0.1)\ (50) = 5\ V$$

6. سلك توصيل طوله 35 m يحمل الكهرباء من عمود كهرباء الشارع إلى منزلك. تبلغ مساحة مقطع السلك $95\ mm^2$، ومصنوع من النُحاس مُقاومته النوعيّة $1.68 \times 10^{-8}\ \Omega m$.

a. احسب المُقاومة الكهربائيّة للسلك.

$$A = (95\ mm^2) \times \left(\frac{10^{-6}\ m^2}{mm^2}\right) = 9.5 \times 10^{-5}\ m^2$$

$$R = \rho \frac{L}{A} = \frac{(1.68 \times 10^{-8})(35)}{9.5 \times 10^{-5}\ m^2} = 6.2 \times 10^{-3}\ \Omega$$

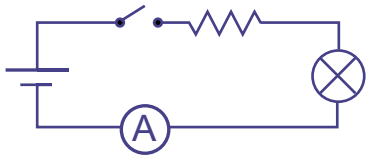
b. احسب فرق الجهد الكهربائي بين طرفي السلك عندما يتدفّق عبره تيار كهربائي شدّته 200 A.

$$V = IR = (200)\ 6.2 \times 10^{-3} = 1.24\ V$$

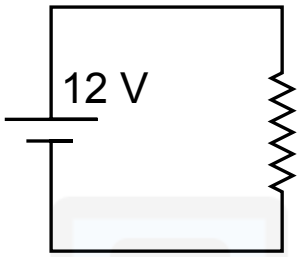
تقويم الدرس 5-1

الإجابات

7. ارسم مخطّط الدائرة الكهربائية مُبيّنًا أميترًا متّصلًا على التوالي بمصباح ومقاومة وبطّارية ومفتاح كهربائي مفتوح.



8. تمّ توصيل بطّارية جهدها 12 V مع مقاومة كما في الشكل.



a. احسب شدّة التيّار الكهربائي في الدائرة الكهربائية إذا كانت المقاومة 10 Ω.

$$V = IR \rightarrow I = \frac{V}{R} = \frac{12}{10} = 1.2 \text{ A}$$

b. احسب شدّة التيار الكهربائي في الدائرة الكهربائيّة إذا استُبدلت المقاومة بسلك مُقاومته 0.001 Ω.

$$V = IR \rightarrow I = \frac{V}{R} = \frac{12}{0.001} = 12000 \text{ A}$$

c. هل تعتقد أنّ بإمكان بطاريّة إنتاج شدّة التيّار الكهربائي في الفرع (b)؟ اشرح إجابتك باختصار.

لا يُمكن لبطّاريّة عاديّة إنتاج هذه الشدّة للتيّار الكهربائي، لأنّ المقاومة الداخليّة للبطّاريّة تحدّ من ذلك.

9. ما مقدار شدّة التيّار الكهربائي في المصباح الكشّاف، عندما تتدفّق كمّية من الشحنة الكهربائية 600 C خلال نصف ساعة.

$$t = 30 \text{ min} \left(\frac{60 \text{ s}}{1 \text{ min}} \right) = 1800 \text{ s} \qquad I = \frac{Q}{t} = \frac{600}{1800} = 0.33 \text{ A}$$

10. ما فرق الجهد الكهربائي اللازم لتحريك شحنة كهربائيّة مقدارها 50 C عبر جهاز، بحيث تُنجز الشحنة المُتحرّكة شُغلًا مقداره 10 J.

$$V = \frac{W}{Q} = \frac{10}{50} = 0.20 \text{ V}$$

إعادة تدريس

1. يمكن للطلّاب التأكّد من مقاومة السلك مرّة أخرى باستخدام سلك مصنوع من المادّة نفسها مع تغيير الطول فقط.
2. يجب أن يكون الطلّاب قادرين على إجراء تحليل مفاده بأنّ طول السلك يتناسب طرديًّا مع المقاومة.
3. اعتمادًا على الموادّ المتوافرة في المدرسة، يمكن للطلّاب استقصاء الأسلاك المصنوعة من المادّة نفسها ولكن مختلفة من حيث SWG (مُحدّد قياس الأسلاك المعياري). لذلك ستكون للأسلاك أقطار مختلفة.
4. سيلاحظ الطلّاب أنّه كلّما زاد قُطر السلك، قلّت مقاومته.

إثراء

1. استُخدمت في نشاط إنشاء الدوائر الكهربائيّة مصابيح كهربائيّة. تملك المصابيح المتماثلة مقاومة مُتماثلة.
2. يُجرّب ويستخدم الطالب المقاومات ذات المقادير المُختلفة.
3. يُمكن للطالب أن يُلاحظ أنّ استخدام المقاومات المختلفة سيُغيّر أيضًا من تدفُّق التيّار الكهربائي في الدائرة الكهربائيّة.
4. وسيكون هناك أيضًا تغيّر في فرق الجهد الكهربائي بين طرفَي كلّ مقاومة.
5. وسوف تتمّ دراسة السبب في هذا الاختلاف في الدرس الثاني.

تم تحميل هذا الملف من موقع المناهج القطرية

الدرس 5-2
الدوائر الكهربائيّة المركّبة

مصادر تعلّم الدرس

الموضوع / الوقت	المحتوى	موارد كتاب الطالب	موارد دليل المعلم
مقدّمة الدرس $\frac{1}{2}$ حصّة	شرح، مناقشة	الصفحتان 121، 122	الصفحتان 28، 29
المقاومة المُكافئة $\frac{1}{2}$ حصّة	شرح، مناقشة	الصفحة 123	الصفحة 30
المقاومة وشدّة التيّار وفرق الجهد الكهربائي في دائرة التوالي 1 حصّة	شرح، معادلة، مثال	الصفحتان 124، 125	الصفحة 32
دوائر التوازي، المقاومة المكافئة في دوائر التوازي 1 حصّة	شرح، معادلة، مثال	الصفحات 126-128	الصفحتان 31، 32
قانون كيرشوف للتيّار 1 حصّة	شرح، مثال	الصفحتان 129، 130	الصفحة 33
قانون كيرشوف للجهد 1 حصّة	شرح، مثال	الصفحات 131-133	الصفحة 34
القوّة الدافعة الكهربائيّة (emf)، والمقاومة الداخليّة وفرق الجهد الطرفي 1 حصّة	شرح، مناقشة	الصفحتان 134، 135	الصفحة 36
المقاومة الداخليّة والقوّة الدافعة الكهربائيّة (emf) 1 حصّة	نشاط الطالب	الصفحة 136	الصفحتان 37، 38
القدرة الكهربائيّة، حساب القدرة الكهربائيّة باستخدام فرق الجهد وشدّة التيّار الكهربائي، القدرة الكهربائيّة باستخدام المقاومات 1 حصّة	شرح، مناقشة، مُعادلة، مثال	الصفحات 137-139	الصفحتان 39، 40

يمنع تحميل هذا الملف من موقع المناهج القطرية
QMANAHJ.com/qa

مخرجات التعلّم

P1012.2 يحسب المقاومة المُكافئة لدوائر المقاومات المُركّبة.

P1012.3 يصِف الفرق بين القوّة الدافعة الكهربائيّة emf وفرق الجهد الكهربائي (P.d). ويُحدّد المقاومة الداخليّة للخلية باستخدام المعادلة: $emf = I(R + r)$

P1012.4 يحلّ مسائل حسابيّة باستخدام العلاقات الآتية: $P = \frac{E}{t}, P = VI, P = I^2R, P = \frac{V^2}{R}$

المعرفة السابقة

يجب أن يكون الطلّاب على معرفة بمفهوم شدّة التيّار الكهربائي، وفرق الجهد الكهربائي، والمقاومة الكهربائيّة في الدائرة الكهربائي.

كما يجب أن يكونوا قادرين على حساب جميع هذه الكمّيات باستخدام العلاقة: $V = IR$.

المفردات

مُقاومة مُكافئة	Equivalent resistance
دائرة توالي	Series circuit
دائرة توازي	Parallel circuit
قانون حفظ الشحنة	Law of conservation of charge
قانون كيرشوف للتيار	Kirchhoff's current law
قانون حفظ الطاقة	Law of conservation of energy
قانون كيرشوف للجهد	Kirchhoff's voltage law
قوة دافعة كهربائية (emf)	Electromotive force (emf)
مقاومة داخلية	Internal resistance
جهد طرفي	Terminal voltage
قُدرة كهربائيّة	Electric power

الزمن المقترح للدرس

يحتاج هذا الدرس إلى 8 حصّص صفيّة، تتضمّن نشاط عملي (5-2)، وعروضًا توضيحيّة صغيرة، ومناقشات مع الطلّاب.

الأنشطة	مواد من أجل النشاط
5-2 المقاومة الداخليّة والقوّة الدافعة الكهربائيّة (emf)	بطّاريّة، أميتر، فولتميتر، مقاومة متغيّرة.

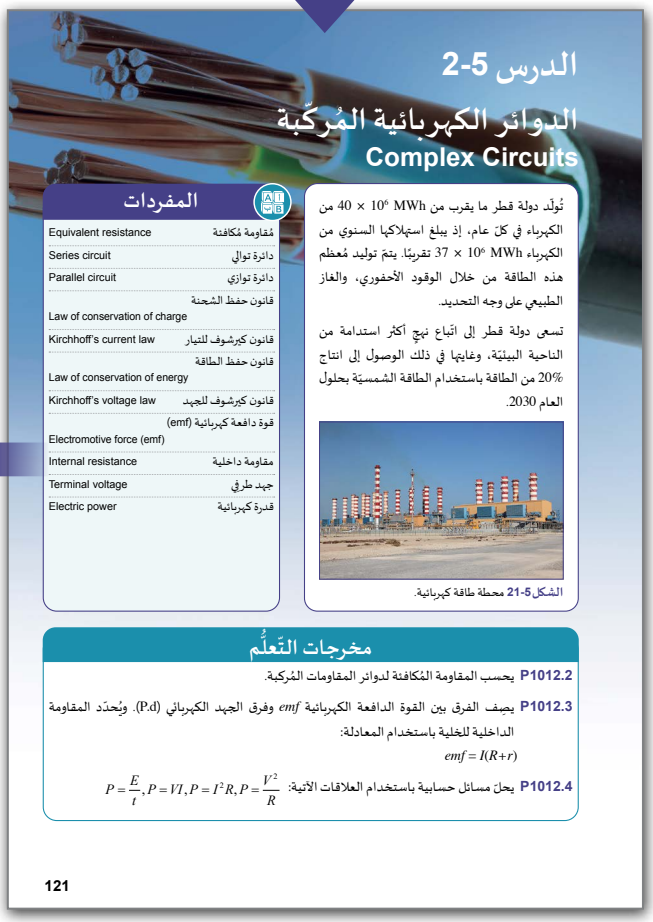
افتتاحيّة الدرس

1. اعرضْ للطلّاب دائرة كهربائيّة بمصباح واحد. يُمكن إضافة مصباح آخر إلى الدائرة الكهربائيّة بطريقتَين، في الطريقة الأولى تتمّ الإضافة بحيث يمرّ التيّار نفسه في المصباحَين (ليس عليك ذكر مُصطلح "دائرة التوالي" عند هذه المرحلة).
2. في الطريقة الثانية، تتمّ الإضافة بحيث يكون فرق الجهد نفسه بين طرفي كلا المصباحَين.
3. ناقِشْ أنّ إضاءة المصابيح الأخرى ستتوقّف في دائرة التوالي إذا تعطّل أحد المصابيح.

استكشِفْ: يُمكن للطلّاب إنشاء دوائرهم الكهربائيّة الخاصّة.

1. أنشئ الدائرة الكهربائيّة في **الشكل a22-5**، ولاحِظْ شدّة إضاءة المصباح.
   يضيء المصباح وتكون شدّة إضاءته كبيرة.
2. أنشئ الدائرة الكهربائيّة في **الشكل b22-5**، ولاحِظْ شدّة إضاءة المصباح.
   ستتناقص شدّة إضاءة المصباح.

لم تحمّل هذا الملف من موقع المناهج القطرية
alManahj.com/qa



الدرس 5-2

الدوائر الكهربائية المُركّبة
Complex Circuits

تُولّد دولة قطر ما يقرب من 40×10^6 MWh من الكهرباء في كلّ عام، إذ يبلغ استهلاكها السنوي من الكهرباء 37×10^6 MWh تقريبًا. يتمّ توليد مُعظم هذه الطاقة من خلال الوقود الأحفوري، والغاز الطبيعي على وجه التحديد.

تسعى دولة قطر إلى اتّباع نهجٍ أكثر استدامة من الناحية البيئيّة، وغايتها في ذلك الوصول إلى انتاج 20% من الطاقة باستخدام الطاقة الشمسيّة بحلول العام 2030.

الشكل 5-21 محطة طاقة كهربائية.

المفردات

Equivalent resistance	مُقاومة مُكافئة
Series circuit	دائرة توالٍ
Parallel circuit	دائرة توازي
Law of conservation of charge	قانون حفظ الشحنة
Kirchhoff's current law	قانون كيرشوف للتيار
Law of conservation of energy	قانون حفظ الطاقة
Kirchhoff's voltage law	قانون كيرشوف للجهد
Electromotive force (emf)	قوة دافعة كهربائية (emf)
Internal resistance	مقاومة داخلية
Terminal voltage	جهد طرفي
Electric power	قدرة كهربائية

مخرجات التعلُّم

P1012.2 يحسب المقاومة المُكافئة لدوائر المقاومات المُركبة.

P1012.3 يصف الفرق بين القوة الدافعة الكهربائية *emf* وفرق الجهد الكهربائي (P.d). ويُحدّد المقاومة الداخلية للخلية باستخدام المعادلة:

$$emf = I(R+r)$$

P1012.4 يحلّ مسائل حسابية باستخدام العلاقات الآتية: $P = \frac{E}{t}, P = VI, P = I^2R, P = \frac{V^2}{R}$

أنواع الدوائر الكهربائية المُختلفة

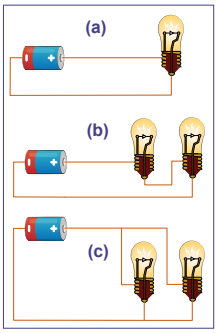
ما الطريقتان الرئيستان في توصيل الدائرة الكهربائيّة؟

كيف يتمّ التشارك في الكهرباء عندما يوجد أكثر من جهاز في الدائرة الكهربائية؟

توجد طريقة واحدة للحصول على دائرة كاملة باستخدام بطّارية ومصباح كهربائي (**الشكل a22-5**). يُضيء المصباح، عندما يبدأ التيار بالتدفق في الدائرة الكهربائية.

لكنْ، بوجود مصباحَيْن في الدائرة الكهربائية سيُصبح الوضع مُختلفًا:

- يُوضّح **الشكل b22-5** دائرة كهربائية يسري التيار الكهربائي فيها عبر المصباح الأول، ثمّ يسري في المصباح الثاني، ثمّ يعود ليسري نحو البطارية. هذا يعني أنّ التيار نفسه يسري في المصباحَيْن. وإذا قمنا بإزالة أحد المصباحَيْن، فإنّ الدائرة الكهربائية تُصبح مفتوحة ويتوقّف المصباح الثاني عن الإضاءة.
- أمّا **الشكل c22-5** فيُظهر دائرة كهربائية مُختلفة يسري فيها تيار كهربائي في مصباح من دون أن يمرّ في المصباح الآخر، وإذا قُمنا بإزالة أحد المصباحَيْن من الدائرة الكهربائية فإنّ المصباح الآخر يستمرّ في الإضاءة.



الشكل 5-22 دائرة كهربائية بمصباح واحد، ودائرتان مُختلفتان بمصباحَيْن.

1. أنشئ الدائرة الكهربائية في الشكل a22-5، ولاحظ شدّة إضاءة المصباح.
2. أنشئ الدائرة الكهربائية في الشكل b22-5، ولاحظ شدّة إضاءة المصابيح.
3. أنشئ الدائرة الكهربائية في الشكل c22-5، ولاحظ شدّة إضاءة المصابيح.
4. لماذا تكون شدّة إضاءة المصباحَيْن في الدائرة الكهربائية (c)مُماثلة لشدّة إضاءة المصباح في الدائرة (a)، ولماذا تكون شدّة إضاءة المصباحَيْن في الدائرة الكهربائية (b) أقلّ من شدّة إضاءة المصباح في الدائرة الكهربائية (a).

3. أنشئ الدائرة الكهربائيّة في **الشكل 5-22c**، ولاحِظْ شدة إضاءة المصباح.
يجب أن تعود شدّة إضاءة المصباح إلى ما كانت عليه في السابق كما في الشكل a.

4. لماذا تكون شدّة إضاءة المصباحَيْن في الدائرة الكهربائيّة (c) مُماثلة لشدّة إضاءة المصباح في الدائرة (a)، وشدّة إضاءة المصباحَيْن في الدائرة الكهربائيّة (b) تكون أقلّ من شدة إضاءة المصباح في الدائرة الكهربائيّة (a).
لأنّ فرق الجهد الكهربائي بين طرفَي المصباحَيْن هو نفسه، وشدّة التيّار الكهربائيّ أيضًا هي نفسها في كلّ مصباح، بينما في الدائرة (b) يكون فرق الجهد الكهربائي بين طرفَي كلّ مصباح أقلّ منه في الدائرة (a) فتكون شدّة إضاءة كلّ من المصباحَين أقلّ.

تم تحميل هذا الملف من
موقع المناهج القطرية
alManahj.com/qa

المقاومة المُكافئة

1. تملك المُكوّنات الكهربائيّة مقاومات كهربائيّة مُختلفة وبالتالي يحتاج كلّ مُكوّن إلى شدّة تيّار كهربائي مُختلفة عند توصيلها إلى مصدر الجهد نفسه. ولحساب شدّة التيّار الكهربائي المتدفّق عبر الدائرة الكهربائيّة يجب علينا معرفة مقدار المقاومة المُكافئة للدائرة الكهربائيّة.
2. يجب أن يكون الطلّاب قادرين على وصف ما تُمثّله دائرة التوالي من خلال ذكر أنّ التيّار الكهربائي يسري في مسار واحد، وأنّ التيّار الكهربائي نفسه يمرّ عبر جميع المُكوّنات الكهربائيّة في الدائرة الكهربائيّة.

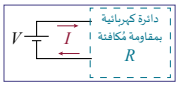
المقاومة في دائرة التوالي

1. مقدار المقاومة الكُلّيّة في دائرة التوالي، والتي تُعرَف أيضًا باسم المُقاومة المُكافئة تُساوي مجموع مُقاومات المُكوّنات الكهربائيّة في الدائرة الكهربائيّة.
2. يُمكن استخلاص هذه المُعادلة بمُساعدة كتاب الطالب. ذكِّرْ الطالب أنّ فرق الجهد الكهربائي بين طرفَيْ كلّ مُكوّن كهربائي يكون مُختلفًا بينما شدّة التيّار الكهربائي هي نفسها.
3. ساعِد الطلّاب كي يتدرّبوا على المُعادلة من خلال حلّ المثال 8.

لا يحقّ نسخ هذا الملف من موقع المنهج الفلسطيني
alManahj.com/qa

المقاومة المُكافئة

عندما يتمّ تطبيق جهد كهربائي V، بين طرفَيْ دائرة مُكتملة تتضمّن أجهزة مُتعدّدة، فإنّ شدّة التيار الكهربائي، I المُتدفّق تعتمد على مقدار المقاومة المُكافئة، R_{eq}، للدائرة الكهربائية (**الشكل 5-23**). تُسمّى **المُقاومة المُكافئة Equivalent resistance**، وسيتمّ توضيح ذلك في كلّ من دوائر التوالي ودوائر التوازي.

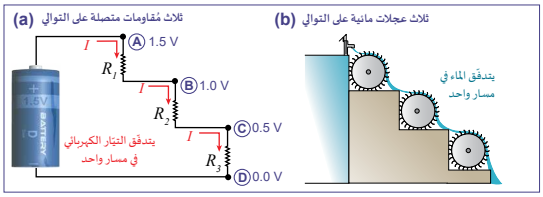


الشكل 5-23 دائرة المقاومة المُكافئة.

دائرة التوالي

تمتلك **دائرة التوالي Series circuit** مسارًا واحدًا يسري فيه التيّار الكهربائي. تربط دائرة التوالي مخرج الجهاز الأول في دائرة التوالي ، بمدخل الجهاز الثاني، ومخرج الجهاز الثاني بمدخل الجهاز الثالث. وهكذا، فإنّ التيار الكهربائي يسري كلّه في دائرة التوالي من جهاز إلى آخر بشكل متتالٍ، كما في **الشكل 5-24a**. يُحافظ التيار الكهربائي في دائرة التوالي على شدّته في أثناء سريانه من جهاز إلى آخر.

في دائرة التوالي، يسري التيار الكهربائي نفسه في كلّ مكون من مكونات الدائرة الكهربائية.



الشكل 5-24 (a) ثلاث مقاومات متصلة على التوالي، (b) ثلاث عجلات مائية على التوالي.

الجهد في دائرة التوالي

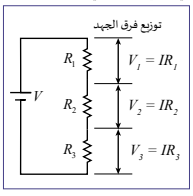
لكي نفهم جيّدًا تغيّرات الجُهد في دائرة التوالي، تخيّل ثلاث عجلات مائية، يُعطي كلّ منها مقدار ثُلث شلّال من الماء (**الشكل 5-24b**). عندما يتدفّق الماء على العجلات الثلاث، فإنه يخسر $\frac{1}{3}$ من طاقة الوضع (الارتفاع) مع مروره على كلّ عجلة. وبطريقة مُشابهة، فإنّ كلّ جهاز متتالٍ في دائرة التوالي يستهلك بعضًا من الطاقة التي يحملها التيار الكهربائي. وبالنتيجة، فإنّ الجهد ينخفض. فإذا كانت المقاومات الثلاث مُتساوية المقدار، فإنّ الجهد الكهربائي سينقُص بمقدار الثُلث عبر كلّ مقاومة. وعلى سبيل المثال، إذا كان جُهد البطارية 1.5 V عند نُقطة A. فإنّ الجُهد يكون عند النُقطة B هو 1.0 V، ويكون الجُهد عند النُقطة C هو 0.5 V، والجهد عند النُقطة D هو 0 V.

في دائرة التوالي، يتوزّع الجُهد بين طرفَيْ كلّ مقاومة.

المقاومة في دائرة التوالي

يُوضّح **الشكل 5-25** دائرة كهربائية تتكون من ثلاث مُقاومات متصلة بين طرفَيْ بطارية على التوالي.

1. ما شدّة التيار الكهربائي المُتدفّق في الدائرة الكهربائية؟
2. كيف يُمكن تطبيق قانون أوم في هذه الحالة؟



الشكل 5-25 ثلاث مقاومات على التوالي.

يسري في الدائرة الكهربائية تيارٌ كهربائيّ شدّته تُساوي الجُهد المُطبّق بين طرفَيْها مقسومًا على المُقاومة المُكافئة للدائرة الكهربائية. كُلما كانت المُقاومة المُكافئة أقلّ، ازداد شدة التيار الكهربائي الناتج عن البطارية. ولتحديد شدّة التيار الكهربائي يجب علينا إيجاد المقاومة الكُلّيّة (المقاومة المُكافئة) للدائرة الكهربائية.

إذا كانت الدائرة الكهربائية هي دائرة توالٍ، فإنّ شدّة التيار الكهربائي تكون هي نفسها في كلّ أجزاء ومكوّنات الدائرة، ويكون فرق الجهد الكهربائي للبطارية V مُساويًا لمجموع فرق الجهد الكهربائي بين طرفَيْ كلّ مقاومة: $V = V1 + V2 + V3 = IR_1 + IR_2 + IR_3$

شدّة التيار الكهربائي I هي نفسها في كلّ مُقاومة. وبالتالي، فإنّ بإمكاننا إعادة كتابة المُعادلة من خلال إخراج I عاملٍ مُشتركٍ وجمع المقاومات بعضها مع بعض: $V = I(R_1 + R_2 + R_3)$

تُشبه هذه المُعادلة قانون أوم، وإذا استبدلنا بمجموع المُقاومات المقاومة المُكافئة R_{eq} للدائرة الكهربائية:

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

سيسمح لنا ذلك بكتابة العلاقة بين فرق الجُهد الكُلّي وشدّة التيار الكُلّي: $V = IR_{eq} \longrightarrow I = \frac{V}{R_{eq}}$

تُعطي **المُعادلة 5-5** المُقاومة المُكافئة لمقاومات على التوالي.

5-5 المقاومة المُكافئة في دائرة التوالي		
المقاومة 1 (Ω)	R_1	$R_{eq} = R_1 + R_2 + R_3 + \ldots$
المقاومة 2 (Ω)	R_2	
المقاومة 3 (Ω)	R_3	
المقاومة المُكافئة (Ω)	R_{eq}	

مثال 8

احسب المقاومة المُكافئة لسبعة مُقاومات متصلة معاً على التوالي: 1Ω، 2Ω، 3Ω، 4Ω، 5Ω، 6Ω، 7Ω

المطلوب: المقاومة المُكافئة، R_{eq}.

المُعطيات: 1Ω، 2Ω، 3Ω، 4Ω، 5Ω، 6Ω، 7Ω

العلاقات: $R_{eq} = R_1 + R_2 + R_3 + \ldots$

الحل: $R_{eq} = 1\,\Omega + 2\,\Omega + 3\,\Omega + 4\,\Omega + 5\,\Omega + 6\,\Omega + 7\,\Omega = 28\,\Omega$

شدّة التيّار الكهربائي وفرق الجهد في دائرة التوالي

1. يكون سريان التيّار الكهربائي خلال دائرة التوالي مُشتركًا مع جميع المُكوّنات الكهربائيّة.
2. ارسُم **الشكل 5-26** على السبّورة، واشرَح للطلّاب أنّه في حال كان لكلّ مصباح مُقاومة مقدارها 1 Ω، يتجزّأ الجهد 1.5 V بشكل متساوٍ ويكون لكلّ مصباح فرق جهد كهربائي يساوي 0.5 V.
3. احسب شدّة التيّار المارّة عبر المصباح، من خلال قسمة 0.5 V على 1 Ω أو 1.5 V على 3 Ω (لأنّ المقاومة المُكافئة للدائرة الكهربائيّة في هذه الحالة تُساوي 3 Ω).
4. وضّح للطلّاب أنّ المقاومة الكلّية في دائرة تحتوي على ثلاثة مصابيح متّصلة على التوالي، تساوي ثلاثة أضعاف المقاومة في دائرة المصباح الواحد، أي إنّ شدّة التيّار الكلّي ستنخفض إلى الثلث.

دوائر التوازي

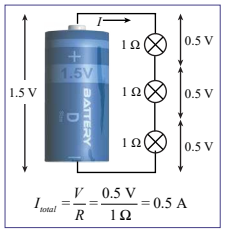
1. تستخدم دوائر التوازي أفرعًا يسري فيها التيّار الكهربائي، لذلك سيحصل كلّ مُكوّن كهربائي موجود في كلّ فرع على فرق الجهد الكهربائي نفسه الذي يملكه المصدر. وبالتالي بدلًا من أن يتجزّأ الجهد الكهربائي بين المصابيح الثلاثة، يحصل كلّ مصباح على 1.5 V. وتكون شدّة التيّار الكهربائي المارّ عبر كلّ مصباح أكبر منها في حالة التوالي.
2. ومن ميزات هذه الدائرة أنّه في حال تعطّل أحد المصابيح الكهربائيّة، يستمرّ التيّار الكهربائي بالسريان في بقيّة المُكوّنات الكهربائيّة.

هذا الملف من موقع المناهج القطرية
alManahj.com/qa

شدة التيار الكهربائي وفرق الجُهد في دائرة التوالي

يُظهر **الشكل 5-26** دائرة توالٍ تتكوّن من بطارية 1.5 V متصلة بثلاثة مصابيح على التوالي. يملك كلّ مصباح مُقاومة مقدارها 1 Ω. يبلغ فرق الجُهد الكهربائي المقاس بين طرفَيْ كلّ مصباح 0.5 V. ولأنّ التيار الكهربائي نفسه يسري في المقاومات الثلاث، فإنّ بإمكاننا حساب شدّة التيار الكهربائي في الدائرة الكهربائيّة من خلال حساب شدّة التيار الكهربائي الذي يمرّ عبر إحدى المقاومات، أي:

$$I = \frac{V}{R} = \frac{0.5\ \text{V}}{1\ \Omega} = 0.5\ \text{A}$$



الشكل 5-26 مصابيح في دائرة التوالي.

تكون شدّة التيار الكهربائي في دائرة التوالي أقلّ من شدّة التيار الكهربائي إذا استخدمنا مصباحًا واحدًا في الدائرة الكهربائية نفسها. يحدث ذلك لأنّ المقاومة المُكافئة للدائرة الكهربائية قد ازدادت، لأن مقاومة كلّ مصباح قد أُضيفت على التوالي وبالتالي، تكون المقاومة المُكافئة أكبر بثلاث مرات من مقاومة مصباح واحد. عند وجود مصباح واحد فقط في الدائرة الكهربائية تكون شدة التيار:

$$I = \frac{V}{R} = \frac{1.5}{1} = 1.5\ \text{A}$$

مثال 9

مقاومتان مقدار كلّ منهما 10 Ω و 20 Ω، متّصلتان على التوالي ببطّارية جهدها 10 V. احسب شدّة التيار الكهربائي الذي يمرّ في الدائرة الكهربائية.

المطلوب: شدّة التيار الكهربائي الكُلّي.

المُعطيات: فرق الجهد $V = 10\ \text{V}$

المقاومة 1: $R_1 = 10\ \Omega$

المقاومة 2: $R_2 = 20\ \Omega$

العلاقات:

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

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

الحل: يُمكن حساب المقاومة المُكافئة في دائرة التوالي كما يأتي:

$$R_{eq} = R_1 + R_2 = 10 + 20 = 30\ \Omega$$

وباستخدام قانون أوم، نحسب شدّة التيار الكهربائي:

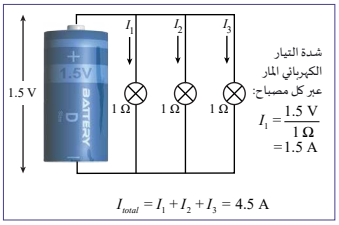
$$I = \frac{V}{R} = \frac{10V}{30\Omega} = 0.33\ \text{A}$$

دوائر التوازي

تحتوي دائرة التوازي Parallel circuit على أفرع تتضمّن أكثر من مسارٍ يمرّ فيه التيار الكهربائي. ففي دائرة التوازي، يُمكن أن يملك كل فرع تيار كهربائي مُختلف يسري عبره. وتكون شدّة التيار الكهربائي في الدائرة الكهربائية مُساويةً لمجموع شدّة التيارات الكهربائية المارّة عبر كلّ أفرع الدائرة.

شدة التيار الكهربائي وفرق الجهد في دائرة التوازي

يُوضّح **الشكل 5-27** دائرة التوازي. يملك كلّ مصباح مُقاومة مُنخفضة مُتصلة مباشرة بين طرفَيْ البطارية. وبما أنّ الأسلاك تملك مقاومة مُهملة، لن يكون هناك انخفاض للجهد بين طرفَيْ الأسلاك، وسيحصل كلّ مصباح على كلّ الجُهد الذي تُنتجه البطارية ويساوي 1.5 V وبالتالي تستهلك 1.5 A من التيار الكهربائي، كما لو كان هناك مصباح واحد في الدائرة الكهربائية.



الشكل 5-27 المصابيح في دائرة التوازي.

ويكون التيار الكهربائي الكُلّي المُرسل من البطّارية هو 4.5 A، والمُساوي لمجموع التيّار الذي يمرّ في كلّ فرع من الأفرع الثلاثة. وبالتالي فإنّ شدّة التيار الكهربائي في المصابيح الثلاثة من دائرة التوازي أكبر من شدّة التيار الكهربائي الذي يمرّ في دائرة بمصباح واحد. ويُمكننا أن نقول بأنّ دائرة التوازي تُكافئ ثلاث دوائر كهربائية بمصباح واحد في كلّ منها.

يكون فرق الجهد هو نفسه لجميع الأجهزة المتصلة على التوازي.

قوانين دائرة التوازي

تُساعد القاعدتان الآتيتان على فهم دوائر التوازي بطريقة أفضل:

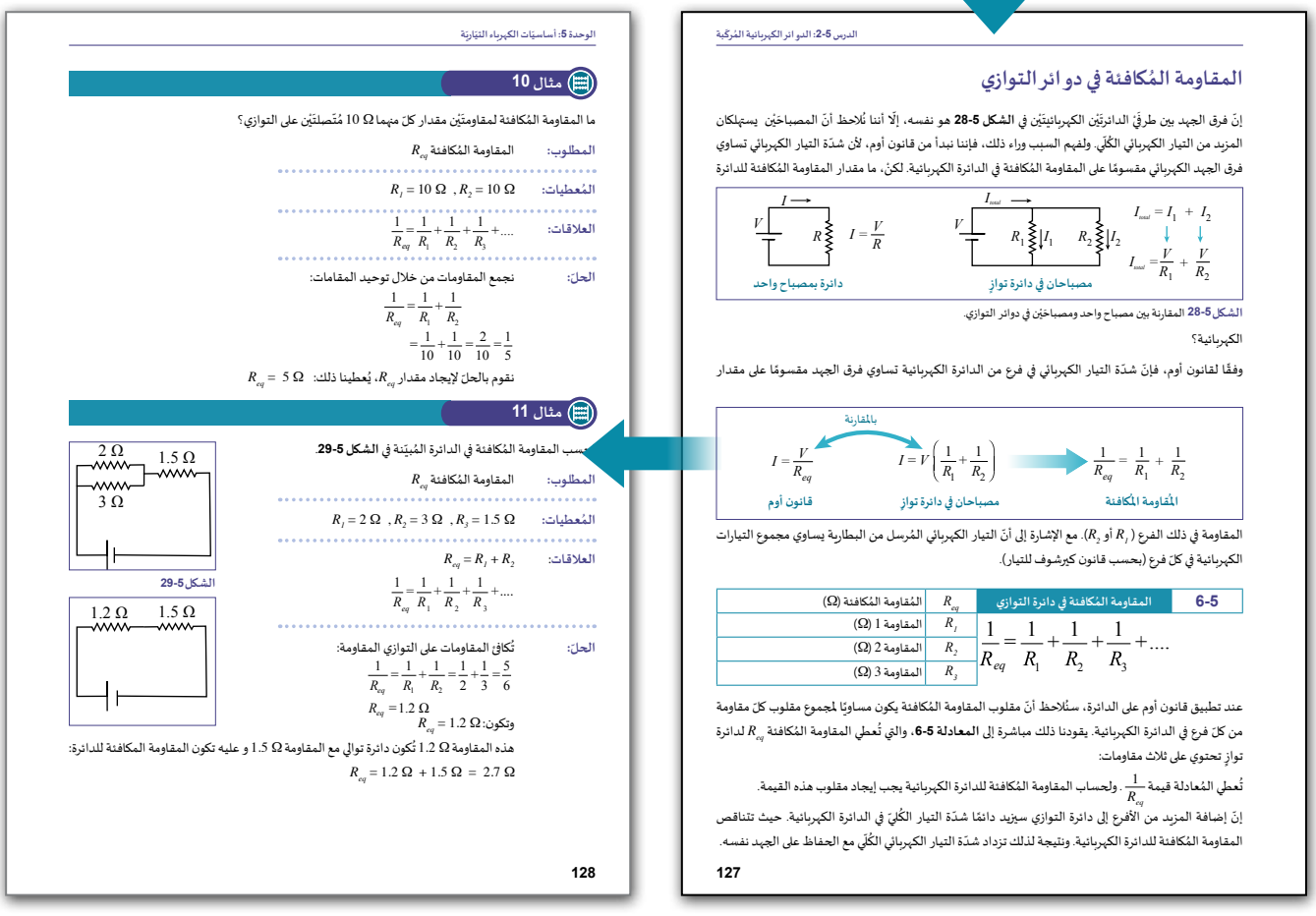
1. فرق الجهد الكهربائي هو نفسه على طول السلك وبين طرفَيْ كلّ عنصر مقاومة كهربائيّة في الدائرة الكهربائية، حيث تحدث التغييرات في الجهد الكهربائي في المقاومة الكهربائية، وتُعدّ هذه القاعدة هي تقريب جيّد لامتلاك الأسلاك مُقاومة مُنخفضة جدًا.
2. يجب أن يكون التيار الكهربائي المُتدفّق خارج نُقطة تفرّع أو عُقدة في الدائرة الكهربائية مُساويًا للتيار الكهربائي المُتدفّق نحو نُقطة التفرّع. يُسمّى هذا القانون «قانون كيرشوف للتيار Kirchhoff's current law». تملك الدائرة الكهربائية المُوضّحة في **الشكل 5-27** ثلاثة أفرع. وبتطبيق قانون كيرشوف للتيار يُمكننا أن نقول إنّ التيار الكهربائي المُتدفّق من البطارية يجب أن يساوي مجموع التيارات الكهربائية في كلّ من الأفرع الثلاثة.

المقاومة المُكافئة في دوائر التوازي

1. توصّلنا إلى أنّ فرق الجهد الكهربائي في دائرة التوازي يبقى نفسه للمُكوّنات الكهربائيّة المُختلفة. وبما أنّ المُكوّن الكهربائي يحصل في هذه الحالة على جهد كهربائي أعلى، ستكون شدّة التيّار الكهربائي المارّ عبره أكبر. وبالنتيجة يكون التيّار الكهربائي المارّ عبر كامل الدائرة الكهربائيّة أعلى. وبما أنّ شدّة التيّار الكهربائي والمُقاومة الكهربائيّة يتناسبان عكسيًّا، يُمكننا أن نستنتج أنّ ربط المُكوّنات الكهربائيّة على التوازي مع البطّاريّة يُقلّل من المُقاومة الكُلّيّة (المُقاومة المُكافئة) للدائرة الكهربائيّة.

2. استخلِصْ معادلة المُقاومة المُكافئة بمُساعدة كتاب الطالب. ذكّر الطلّاب بأنّ التيّار الكُلّي المارّ عبر الدائرة الكهربائيّة يُساوي مجموع التيّارات الكهربائيّة الفرعيّة المارّة عبر كلّ مُكوّن كهربائي. لذلك يعتمد شدّة التيّار الكهربائي على مقدار كلّ مُقاومة في الدائرة الكهربائيّة على الرغم من أنّ فرق الجهد الكهربائي بين طرفَي كلّ مُكوّن كهربائي هو نفسه.

3. اطلب إلى الطلّاب المشاركة في حلّ المثالَين 10، 11، حيث يُعدّ المثال 10 تطبيقًا مباشرًا على توصيل التوازي، في حين يتضمّن المثال 11 طريقتَي التوصيل معًا. نبّه الطلّاب إلى ترتيب الأولويّات في الحلّ، بحسب شكل التوصيل.



الدرس 5-2: الدوائر الكهربائية التركيبة

المقاومة المُكافئة في دوائر التوازي

إنّ فرق الجهد بين طرفَي الدارتَين الكهربائيتَين في الشكل 5-28 هو نفسه، إلّا أننا نُلاحظ أنّ المصباحَين يستهلكان المزيد من التيار الكهربائي الكُلّي. ولفهم السبب وراء ذلك، فإننا نبدأ من قانون أوم، لأن شدّة التيار الكهربائي تساوي فرق الجهد الكهربائي مقسومًا على المقاومة المُكافئة في الدائرة الكهربائية. لكنّ، ما مقدار المقاومة المُكافئة للدائرة

$I = \frac{V}{R}$ — دائرة بمصباح واحد

$I_{total} = I_1 + I_2$، $I_{total} = \frac{V}{R_1} + \frac{V}{R_2}$ — مصباحان في دائرة توازٍ

الشكل 5-28 المقارنة بين مصباح واحد ومصباحَين في دوائر التوازي.

الكهربائية؟

وفقًا لقانون أوم، فإنّ شدّة التيار الكهربائي في فرع من الدائرة الكهربائية تساوي فرق الجهد مقسومًا على مقدار

بالمقارنة

$I = \frac{V}{R_{eq}}$ — قانون أوم

$I = V\left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}\right)$ — مصباحان في دائرة توازٍ

$\frac{1}{R_{eq}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}$ — المُقاومة المُكافئة

المقاومة في ذلك الفرع (R_1 أو R_2). مع الإشارة إلى أنّ التيار الكهربائي المُرسل من البطارية يساوي مجموع التيارات الكهربائية في كلّ فرع (بحسب قانون كيرشوف للتيار).

6-5 المقاومة المُكافئة في دائرة التوازي

R_{eq}	المُقاومة المُكافئة (Ω)
R_1	المقاومة 1 (Ω)
R_2	المقاومة 2 (Ω)
R_3	المقاومة 3 (Ω)

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

عند تطبيق قانون أوم على الدائرة، سنُلاحظ أنّ مقلوب المقاومة المُكافئة يكون مساويًا لمجموع مقلوب كلّ مقاومة من كلّ فرع في الدائرة الكهربائية. يقودنا ذلك مباشرة إلى **المعادلة 6-5**، والتي تُعطي المقاومة المُكافئة R_{eq} لدائرة توازٍ تحتوي على ثلاث مقاومات:

تُعطي المُعادلة قيمة $\frac{1}{R_{eq}}$. ولحساب المقاومة المُكافئة للدائرة الكهربائية يجب إيجاد مقلوب هذه القيمة.

إنّ إضافة المزيد من الأفرع إلى دائرة التوازي سيزيد دائمًا شدّة التيار الكُلّي في الدائرة الكهربائية. حيث تتناقص المقاومة المُكافئة للدائرة الكهربائية. ونتيجة لذلك تزداد شدّة التيار الكهربائي الكُلّي مع الحفاظ على الجهد نفسه.

127

الوحدة 5: أساسيّات الكهرباء التيّاريّة

مثال 10

ما المقاومة المُكافئة لمقاومتَين مقدار كلّ منهما 10 Ω مُتّصلتَين على التوازي؟

المطلوب: المقاومة المُكافئة R_{eq}

المُعطيات: $R_1 = 10\ \Omega$ ، $R_2 = 10\ \Omega$

العلاقات: $\frac{1}{R_{eq}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} + \ldots.$

الحلّ: نجمع المقاومات من خلال توحيد المقامات:

$$\frac{1}{R_{eq}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}$$
$$= \frac{1}{10} + \frac{1}{10} = \frac{2}{10} = \frac{1}{5}$$

نقوم بالحلّ لإيجاد مقدار R_{eq}، يُعطينا ذلك: $R_{eq} = 5\ \Omega$

مثال 11

المطلوب: المقاومة المُكافئة R_{eq}

المُعطيات: $R_1 = 2\ \Omega$ ، $R_2 = 3\ \Omega$ ، $R_3 = 1.5\ \Omega$

العلاقات: $R_{eq} = R_1 + R_2$

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

الحلّ: تُكافئ المقاومات على التوازي المقاومة:

$$\frac{1}{R_{eq}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} = \frac{1}{2} + \frac{1}{3} = \frac{5}{6}$$
$$R_{eq} = 1.2\ \Omega$$

وتكون: $R_{eq} = 1.2\ \Omega$

هذه المقاومة 1.2 Ω تُكافئ دائرة توالٍ مع المقاومة 1.5 Ω و عليه تكون المقاومة المكافئة للدائرة:

$$R_{eq} = 1.2\ \Omega + 1.5\ \Omega = 2.7\ \Omega$$

128

قانون كيرشوف للتيّار

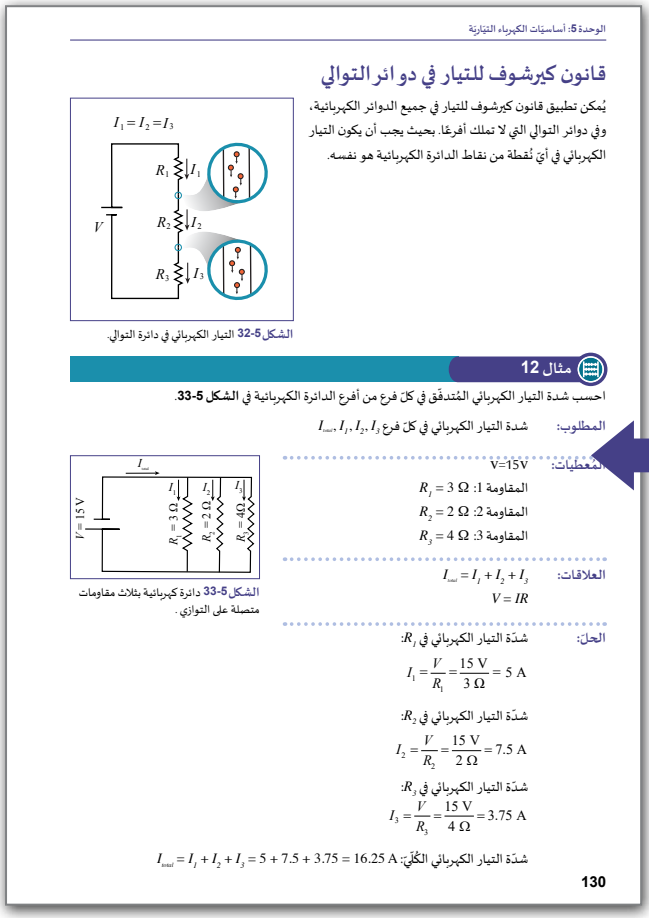
1. تعلّم الطلّاب سابقًا قانونَي حفظ الكتلة وحفظ الطاقة، وستتمّ مُناقشة قانون جديد في هذا الدرس يُسمّى قانون حفظ الشحنة، والذي ينصّ على أنّ الشحنة الكهربائيّة الكُلّيّة لنظام مُغلَق تبقى ثابتة.

2. ولتطبيق هذا القانون على الدائرة الكهربائيّة، يجب أن يكون التيّار الكهربائي الكُلّي الذي يدخل عُقدة في دائرة كهربائيّة مُساويًا للتيّار الكهربائي الذي يخرج نحو جميع المسارات المُحتملة. فإذا دخل تيّار كهربائي I في سلك نحو عُقدة يتفرّع منها سلكان، ليحمل كلّ منهما التيّارَين I_1 و I_2، يكون:
$$I_{total} = I_1 + I_2$$

3. لا تحمل دوائر التوالي أيّ عُقد، لذلك عند تطبيق قانون حفظ الشحنة على أيّ مُكوّن يملك مُقاومة كهربائيّة، يجب أن يكون التيّار الداخل مساويًا للتيّار الخارج من المُكوّن نفسه. مع العلم أنّ هذا لا يُعدّ صحيحًا بالنسبة إلى المكوّنات التي لا تملك مقاومة، مثل المكثّفات.

4. ناقش الطلّاب في طريقة توصيل المقاومات في المثال 12، إنّها على التوازي، وبذلك يكون فرق الجهد بين طرفَي كلّ مقاومة مساويًا لفرق جهد المصدر. اطلب إليهم حساب التيّار في كلّ مقاومة، ثمّ التيّار الكلّي بتطبيق قانون كيرشوف للتيّار.

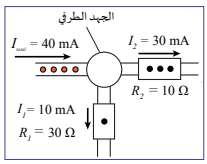
alManahj.com/qa



الدرس 5-2: الدوائر الكهربائية المركّبة

قانون كيرشوف للتيار

تتكوّن الدوائر الكهربائية في الحالة المثالية من مقاومات ثابتة المقدار، ويكون من السهل حساب شدّة التيار الكهربائي الذي يمرّ في هذا النوع من المقاومات، إلّا أنّ الحالة لا تكون كذلك دائمًا، فلتحديد كمية التيار الكهربائي المُتدفقة عبر الأجزاء المُختلفة من الدائرة الكهربائية، نقوم بدراسة **قانون حفظ الشحنة Law of conservation of charge**، وهو ينصّ على أنّ الشحنة الكهربائية الكُلّية في نظام معزول تبقى ثابتة. فإذا دخلت شحنتان موجبتان، فذلك يوجب أن تخرج شحنتان مُوجبتان أيضًا.



الشكل 5-30 دخول التيار الكهربائي لعُقدة والخروج منها.

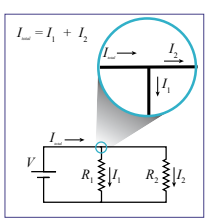
يعتمد قانون كيرشوف الأول على قانون حفظ الشحنة. وهو يُعرف أيضًا باسم قانون كيرشوف للتيار الذي ينصّ على ما يأتي: "الكميّة الكُلّيّة للتيار الكهربائي الداخل إلى عقدة في دائرة كهربائية يجب أن يساوي الكميّة الكُلّيّة للتيار الكهربائي الخارج من تلك العقدة". لفهم ذلك، لاحظ **الشكل 5-30**، حيث يدخل 40 mA العقدة. فإذا خرج 10 mA إلى أحد الأفرع، فيجب أن يخرج 30 mA في الفرع الآخر ليتحقّق قانون كيرشوف.

مجموع كلّ التيارات الكهربائية التي تدخل عُقدة تساوي مجموع كلّ التيارات الكهربائية التي تخرج منها.

قانون كيرشوف للتيار في دائرة التوازي

يتمّ تطبيق قانون كيرشوف للتيار عند مناقشة دوائر التوازي ، لأنّ التيار الكلّي، I_{tot}، يُمكن أن ينقسم عند أحد العُقد التي تكون نُقطة اتّصال ثلاثة أسلاك توصيل مع بعضها أو أكثر، كما يُمكن إضافة التيارات الكهربائيّة من الأفرع المُتعددة عند العُقدة. يُمكننا استخدام الخطوات الآتية عند تطبيق قانون كيرشوف للتيار في دوائر التوازي:

1. طبّق قانون أوم لكلّ مقاومة على حدة.
2. أجمع التيارات المارّة في كلّ مُقاومة لتحصل على التيار الكُلّي.
3. طبّق قانون أوم على كامل الدائرة الكهربائية للحصول على المقاومة المُكافئة.



الشكل 5-31 مسار التيار في دائرة التوازي.

قانون كيرشوف للتيار في دوائر التوالي

يُمكن تطبيق قانون كيرشوف للتيار في جميع الدوائر الكهربائية، وفي دوائر التوالي التي لا تملك أفرعًا. بحيث يجب أن يكون التيار الكهربائي في أيّ نُقطة من نقاط الدائرة الكهربائية هو نفسه.

الشكل 5-32 التيار الكهربائي في دائرة التوالي.

مثال 12

احسب شدة التيار الكهربائي المُتدفّق في كلّ فرع من أفرع الدائرة الكهربائية في **الشكل 5-33**.

المطلوب: شدة التيار الكهربائي في كلّ فرع I_{tot}, I_1, I_2, I_3

المُعطيات: V=15V
المقاومة 1: $R_1 = 3\ \Omega$
المقاومة 2: $R_2 = 2\ \Omega$
المقاومة 3: $R_3 = 4\ \Omega$

العلاقات: $I_{tot} = I_1 + I_2 + I_3$
$V = IR$

الحلّ: شدّة التيار الكهربائي في R_1:
$$I_1 = \frac{V}{R_1} = \frac{15\ \text{V}}{3\ \Omega} = 5\ \text{A}$$
شدّة التيار الكهربائي في R_2:
$$I_2 = \frac{V}{R_2} = \frac{15\ \text{V}}{2\ \Omega} = 7.5\ \text{A}$$
شدّة التيار الكهربائي في R_3:
$$I_3 = \frac{V}{R_3} = \frac{15\ \text{V}}{4\ \Omega} = 3.75\ \text{A}$$
شدّة التيار الكهربائي الكُلّي: $I_{total} = I_1 + I_2 + I_3 = 5 + 7.5 + 3.75 = 16.25\ \text{A}$

الشكل 5-33 دائرة كهربائية بثلاث مقاومات متصلة على التوازي.

قانون كيرشوف للجهد

1. يُستخدم قانون حفظ الطاقة هنا لشرح قانون كيرشوف للجهد. اطلُبْ إلى الطلّاب ذكر قانون حفظ الطاقة.

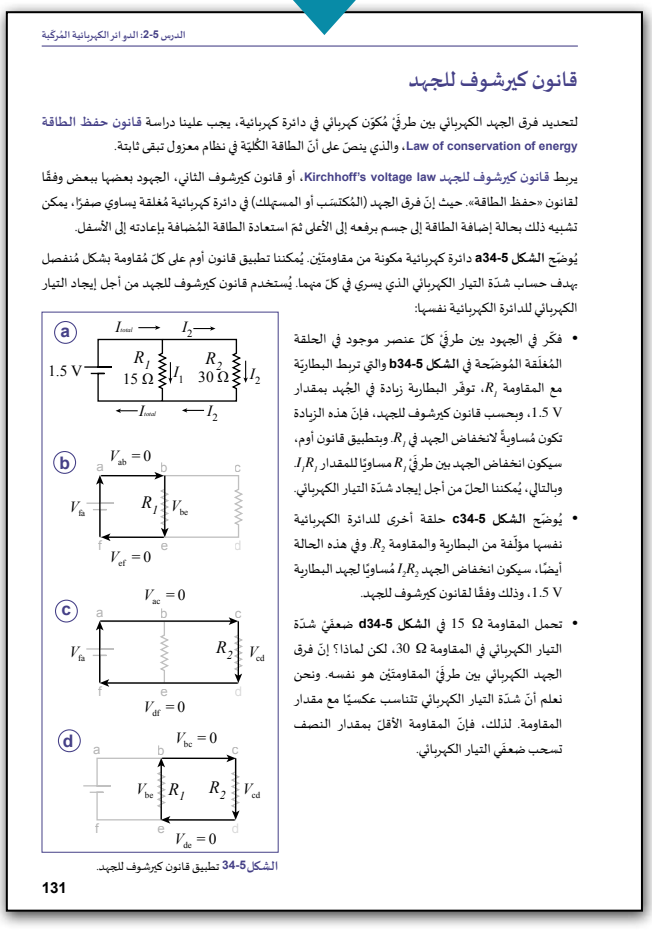
الطاقة لا تفنى ولا تُستحدث إنّما تتحوّل من شكل إلى آخر، لذلك فإنّ التغيّر في الطاقة لأيّ نظام مُغلق يساوي صفرًا.

2. اطلب إلى الطلّاب التفكير في دائرة مكوّنة من مسار واحد كنظام مُغلق، وارسُم لهم الدائرة الكهربائيّة الموجودة في **الشكل a34-5** من كتاب الطالب على السبّورة، اطلب إليهم تحديد المسارات المُغلقة. يجب على الطلّاب تحديد المسارات الثلاث المُختلفة والمُجزّأة في **الأشكال b34-5**، و **c**، و **d**.

3. من السهل إدراك الارتفاع في الجهد وانخفاضه عند وجود مصدر للجهد كالبطّاريّة في الدائرة الكهربائيّة.

4. تُوفّر البطّاريّة زيادة في الجهد الكهربائي، ويكون موجبًا، وتعمل المقاومات على خفض الجهد ويكون سالبًا.

تم تحميل هذا الملف من
موقع المناهج القطرية
alManahj.com/qa



الدرس 5-2: الدوائر الكهربائية التركيبة

قانون كيرشوف للجهد

لتحديد فرق الجهد الكهربائي بين طرفَيْ مُكوّن كهربائي في دائرة كهربائية، يجب علينا دراسة **قانون حفظ الطاقة Law of conservation of energy**، والذي ينصّ على أنّ الطاقة الكُلّية في نظام معزول تبقى ثابتة.

يربط **قانون كيرشوف للجهد Kirchhoff's voltage law**، أو قانون كيرشوف الثاني، الجهود بعضها ببعض وفقًا لقانون «حفظ الطاقة». حيث إنّ فرق الجهد (المُكتسَب أو المستهلك) في دائرة كهربائية مُغلقة يساوي صفرًا، يمكن تشبيه ذلك بحالة إضافة الطاقة إلى جسم برفعه إلى الأعلى ثمّ استعادة الطاقة المُضافة بإعادته إلى الأسفل.

يُوضّح **الشكل a34-5** دائرة كهربائية مكونة من مقاومتَيْن. يُمكننا تطبيق قانون أوم على كلّ مُقاومة بشكل مُنفصل بهدف حساب شدّة التيار الكهربائي الذي يسري في كلّ منهما. يُستخدم قانون كيرشوف للجهد من أجل إيجاد التيار الكهربائي للدائرة الكهربائية نفسها:

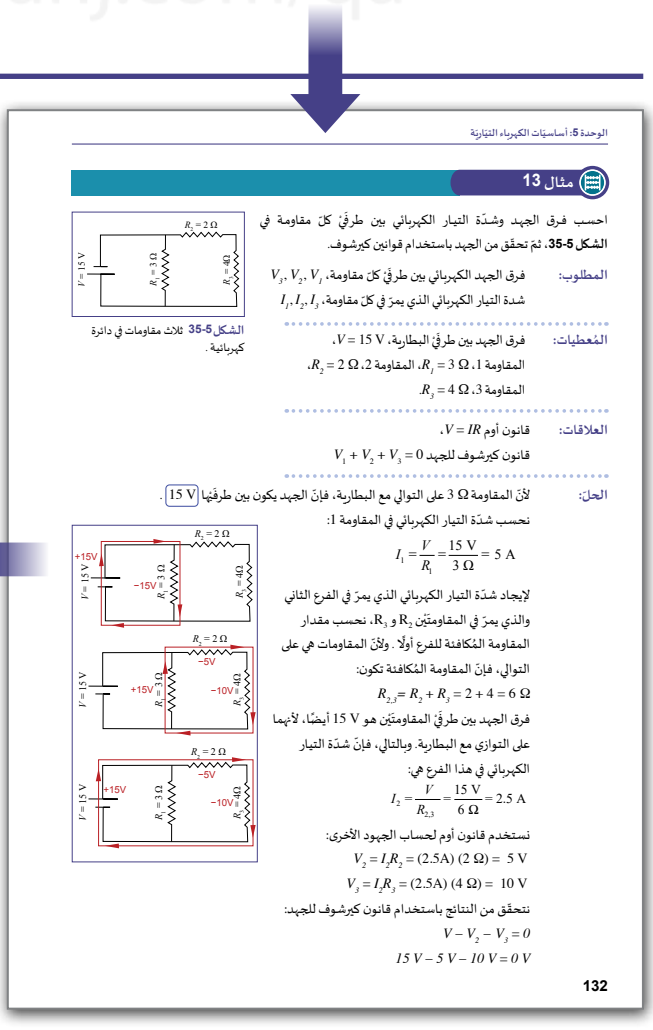
- فكّر في الجهود بين طرفَيْ كلّ عنصر موجود في الحلقة المُغلَقة المُوضّحة في **الشكل b34-5** والتي تربط البطاريّة مع المقاومة R_1، توفّر البطارية زيادة في الجُهد بمقدار 1.5 V، وبحسب قانون كيرشوف للجهد، فإنّ هذه الزيادة تكون مُساويةً لانخفاض الجهد في R_1. وبتطبيق قانون أوم، سيكون انخفاض الجهد بين طرفَيْ R_1 مساويًا للمقدار I_1R_1. وبالتالي، يُمكننا الحلّ من أجل إيجاد شدّة التيار الكهربائي.
- يُوضّح **الشكل c34-5** حلقة أخرى للدائرة الكهربائية نفسها مؤلّفة من البطارية والمقاومة R_2. وفي هذه الحالة أيضًا، سيكون انخفاض الجهد I_2R_2 مُساويًا لجهد البطارية 1.5 V، وذلك وفقًا لقانون كيرشوف للجهد.
- تحمل المقاومة 15 Ω في **الشكل d34-5** ضعفَيْ شدّة التيار الكهربائي في المقاومة 30 Ω، لكن لماذا؟ إنّ فرق الجهد الكهربائي بين طرفَيْ المقاومتَيْن هو نفسه. ونحن نعلم أنّ شدّة التيار الكهربائي تتناسب عكسيًا مع مقدار المقاومة. لذلك، فإنّ المقاومة الأقلّ بمقدار النصف تسحب ضعفَي التيار الكهربائي.

الشكل 34-5 تطبيق قانون كيرشوف للجهد.

131

5. في حال وجود حلقة تتكوّن من مقاومتَين يمرّ فيهما تيّار كهربائي، ولا تحتوي على بطّارية، فإنّ فرق الجهد بين طرفي أيّ من المقاومتَين يساوي فرق الجهد بين طرفَي الأخرى، وبذلك فإنّ التيّار المارّ في كلّ مقاومة يتناسب عكسيًّا مع مقدارها.
6. حلّ المثال 13 أمام الطلّاب بحيث يشارك عدد منهم في الحلّ، مع الانتباه إلى ضرورة إيجاد المقاومة المكافئة للمقاومتَين R_2 و R_3 وهما متّصلتان على التوالي.
7. حلّ المثال 14 بطريقة مماثلة مع الانتباه إلى إيجاد المقاومة المكافئة للمقاومتَين R_1 و R_2 بطريقة التوازي.

تم تحميل هذا الملف من موقع المناهج القطرية
alManahj.com/qa



الوحدة 5: أساسيّات الكهرباء النيّارية

مثال 13

احسب فرق الجهد وشدّة التيار الكهربائي بين طرفَيْ كلّ مقاومة في **الشكل 5-35**، ثمّ تحقّق من الجهد باستخدام قوانين كيرشوف.

الشكل 5-35 ثلاث مقاومات في دائرة كهربائية.

المطلوب: فرق الجهد الكهربائي بين طرفَيْ كلّ مقاومة، V_3, V_2, V_1
شدة التيار الكهربائي الذي يمرّ في كلّ مقاومة، I_1, I_2, I_3

المُعطيات: فرق الجهد بين طرفَيْ البطارية، $V = 15$ V
المقاومة 1، $R_1 = 3\ \Omega$، المقاومة 2، $R_2 = 2\ \Omega$،
المقاومة 3، $R_3 = 4\ \Omega$.

العلاقات: قانون أوم $V = IR$،
قانون كيرشوف للجهد $V_1 + V_2 + V_3 = 0$

الحلّ: لأنّ المقاومة 3 Ω على التوالي مع البطارية، فإنّ الجهد يكون بين طرفَيْها 15 V.
نحسب شدّة التيار الكهربائي في المقاومة 1:

$$I_1 = \frac{V}{R_1} = \frac{15\ \text{V}}{3\ \Omega} = 5\ \text{A}$$

لإيجاد شدّة التيار الكهربائي الذي يمرّ في الفرع الثاني والذي يمرّ في المقاومتَين R_2 و R_3، نحسب مقدار المقاومة المُكافئة للفرع أولًا. ولأنّ المقاومات هي على التوالي، فإنّ المقاومة المُكافئة تكون:

$$R_{2,3} = R_2 + R_3 = 2 + 4 = 6\ \Omega$$

فرق الجهد بين طرفَيْ المقاومتَين هو 15 V أيضًا، لأنهما على التوازي مع البطارية. وبالتالي، فإنّ شدّة التيار الكهربائي في هذا الفرع هي:

$$I_2 = \frac{V}{R_{2,3}} = \frac{15\ \text{V}}{6\ \Omega} = 2.5\ \text{A}$$

نستخدم قانون أوم لحساب الجهود الأخرى:

$$V_2 = I_2 R_2 = (2.5\text{A})\ (2\ \Omega) = 5\ \text{V}$$
$$V_3 = I_2 R_3 = (2.5\text{A})\ (4\ \Omega) = 10\ \text{V}$$

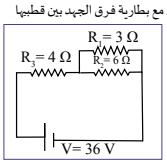
نتحقّق من النتائج باستخدام قانون كيرشوف للجهد:

$$V - V_2 - V_3 = 0$$
$$15\ V - 5\ V - 10\ V = 0\ V$$

مثال 14

دائرة كهربائية تتكون من ثلاث مقاومات متصلة معًا كما في **الشكل 5-36**، وتتصل مع بطارية فرق الجهد بين قطبيها 36V، احسب ما يأتي:

a. المقاومة المكافئة في الدائرة
b. شدة التيار الكهربائي في كل مقاومة



الشكل 5-36

المطلوب:
a. **المقاومة المكافئة** R_{eq}
b. **شدة التيارات** في كل مقاومة: I_1, I_2, I_3

المُعطيات: $R_1 = 3\ \Omega,\ R_2 = 6\ \Omega,\ R_3 = 4\ \Omega,\ V = 36V$.

العلاقات: $I_1 + I_2 + I_3 = 0V = 1R$

الحلّ:
a. المقاومة المكافئة للمقاومتين الموصولتين على التوازي (R1,R2)، هي:

$$\frac{1}{R_{1,2}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} = \frac{1}{3} + \frac{1}{6} = \frac{3}{6}$$

$$R_{1,2} = 2\ \Omega$$

المقاومتان (R1,2,R3) على التوالي: $R_{eq} = R_{1,2} + R_3 = 4 + 2 = 6\ \Omega$

شدة التيار الكهربائي الكلي الذي يمر في المقاومة (R3)، هي:

$$I = \frac{V}{R_{eq}} = \frac{36}{6} = 6\text{A}$$

$$V_1 = V_2$$
$$I_1 R_1 = I_2 R_2$$
$$3\ I_1 = 6\ I_2 \ldots\ldots (1)$$
$$I_1 = I - I_2 = 6 - I_2 \ldots\ldots (2)$$

بالتعويض في المعادلة (1):

$$3\ (6 - I_2) = 6\ I_2$$
$$18 = 6\ I_2 + 3\ I_2 = 9\ I_2$$
$$I_2 = 2\ \text{A}$$

بالتعويض في المعادلة (2):

$$I_1 = 6 - 2 = 4\ \text{A}$$

القوّة الدافعة الكهربائيّة (emf) والمقاومة الداخليّة

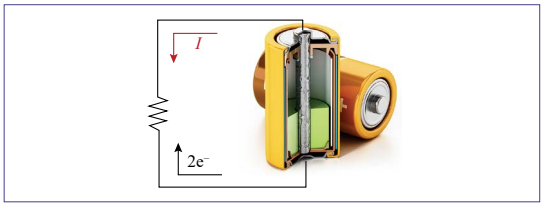
1. يُسمّى فرق الجهد الكهربائي للبطّاريّة القوّةَ الدافعة الكهربائيّة (emf) عندما لا يسري تيّار كهربائي عبرها.
2. تملك البطّاريّات عمليًّا مقاومة داخليّة، وعندما يسري تيّار كهربائي فيها، ينخفض فرق الجهد الكهربائي بين قطبَيها ولا يكون مُساويًا للقوّة الدافعة الكهربائيّة (emf).
3. ومع ازدياد شدّة التيّار الكهربائي، يزداد تأثير المُقاومة الداخليّة وينخفض الجهد أكثر.
4. ذكِّرْ الطلّاب بأنّهم قد لاحظوا ذلك في كلّ مرة يُقاس فيها فرق الجهد بين قطبَي البطّارية والدائرة مغلقة، ثمّ وهي مفتوحة.

فرق الجهد الطرفي

1. يُعرَف الجهد الكهربائي الفعلي بين طرفَي البطّاريّة عندما يسري تيّار كهربائي فيها بالجهد الطرفي.
2. ولحساب الجهد الطرفي نُطبّق المُعادلة: $emf = V + Ir$، حيث V هو الجهد الطرفي.
3. يعتمد الجهد الطرفي V على المقاومة الكُلية للدائرة الكهربائيّة، لأنّه مع نقصان المقاومة الخارجيّة، تزداد شدّة التيّار الكهربائي، وبالتالي يزداد تأثير المقاومة الداخليّة ويقلّ فرق الجهد الطرفي.4. طبّق العلاقة (5-7) أمام الطلّاب واستخدمها في حلّ المثال 15 على السبّورة لحساب القوّة الدافعة الكهربائيّة للبطّارية.

القوّة الدافعة الكهربائية (emf) والمقاومة الداخلية

القوة الدافعة الكهربائية Electromotive force (emf)، *emf*، هي طريقة لحساب الجهد بشكل مُستقل عن التيار الكهربائي. تولّد البطاريات القوة الدافعة الكهربائية من خلال التفاعلات الكيميائية في البطارية. يُوضّح **الشكل 5-37** بطارية 1.5 V قلويّة وهي مثال على القوّة الدافعة الكهربائيّة. تجدر الإشارة إلى أنّ اتّجاه تدفّق التيّار الكهربائي، *I*، مُعاكس لاتّجاه حركة الإلكترونات في الدائرة الكهربائيّة.

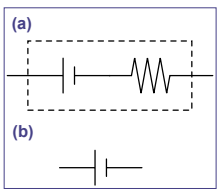


الشكل 5-37 البُنية الداخلية للبطارية القلويّة.

المقاومة الداخلية

لنفترض أننا قُمنا بقياس فرق الجهد بين طرفَي بطارية ووجدناه 1.62 V من دون أن يسري تيار كهربائي. لكن، عندما نوصل مصباحًا بين طرفَي البطارية نفسها ونقوم بقياس الجهد بين طرفَيْها فإننا نجده 1.5 V، والسبب يكمن في امتلاك البطاريات **مقاومة داخلية Internal resistance**، لأنّ ازدياد تدفّق التيار الكهربائي يؤدّي إلى انخفاض الجهد بين طرفَي المقاومة الداخلية للبطارية، والتي بدورها تولّد حرارة خلال إنتاج البطارية للتيار الكهربائي.

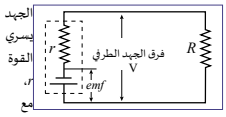
عندما نتحدّث عن المقاومة الداخلية، فإننا نقوم بتمثيل البطارية كما في **الشكل 5-38a**. حيث تُرسَم المقاومة الداخلية على التوالي مع البطارية. تسمح المقاومة الداخلية الصغيرة للبطارية بإنتاج تيار كهربائي أكبر. تُولّد البطاريات المثالية جهدًا مُساويًا لجهد القوة الدافعة الكهربائية، ولا تملك أيّ مقاومة داخلية فيها (**الشكل 5-38b**).



الشكل 5-38 (a) بطارية بمقاومة داخلية، (b) بطارية مثالية.

فرق الجهد الطرفي

فرق الجهد الطرفي Terminal voltage هو فرق الجهد الفعلي المُقاس بين طرفَيْ بطارية في الدائرة الكهربائية. عندما تيار كهربائي، يكون فرق الجهد الكهربائي الطرفي أقل من الدافعة الكهربائية، *emf*، بسبب المقاومة الداخلية للبطارية تُعطى القوّة الدافعة الكهربائيّة emf لبطارية متصلة مقاومة خارجيّة بالمعادلة:



الشكل 5-39 فرق الجهد الطرفي.

$$emf = I(R+r) = IR + Ir = V + Ir$$

5-7 القوّة الدافعة الكهربائية		
$emf = V + Ir$	emf	القوة الدافعة الكهربائية، (V)
	V	فرق الجهد الطرفي (V)
	I	شدّة التيار الكهربائي (A)
	r	المقاومة الداخلية (Ω)

وبحسب **المعادلة 5-7** يعتمد فرق الجهد الطرفي *V* على شدّة التيار الكهربائي *I*

يُعد الانخفاض في الجهد نتيجة المقاومة الداخلية عائقًا كبيرًا في استخدام البطاريات.

- ينخفض جهد البطارية مع ازدياد التيار الكهربائي المستهلك.
- تولّد المقاومة الداخلية حرارة تزداد مع ازدياد التيار الكهربائي المستهلك، وهو سبب سخونة البطاريات أثناء

مثال 15

إذا علمت أنّ فرق الجهد الكهربائي بين طرفَيْ بطارية هو 4.5 V، وشدّة التيار الكهربائي هي 1.2 A. عند تغيير شدّة التيار الكهربائي إلى 1.4 A، ليُصبح فرق الجهد 4.1 V. احسب القوة الدافعة الكهربائية (emf) للبطارية والمقاومة الداخلية.

المطلوب: القوة الدافعة الكهربائية، *emf*.
المقاومة الداخلية، *r*.

المُعطيات: فرق الجهد الكهربائي، $V_i = 4.5$ V.
شدّة التيار الكهربائي، $I_i = 1.2$ A.
فرق الجهد الكهربائي، $V_f = 4.1$ V.
شدّة التيار الكهربائي، $I_f = 1.4$ A.

العلاقات: $V = emf - Ir$

الحل: $V = emf - Ir$
المعادلتان هما:
$4.5 = emf - (1.2)r$
$4.1 = emf - (1.4)r$
نحل جملة المعادلتين حلًّا مُشتركًا فنجد: $emf = 6.9$ V و $r = 2\ \Omega$

نشاط 5-2 المقاومة الداخليّة والقوّة الدافعة الكهربائيّة (emf)

الإجابات/ عيّنة بيانات

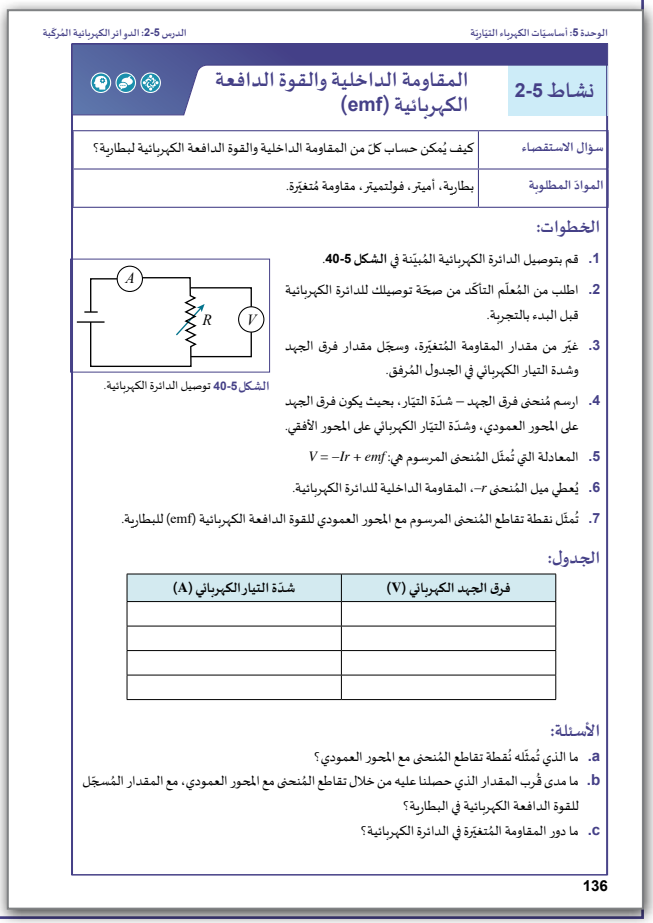
المواد المطلوبة: بطّاريّة، أميتر، فولتميتر، مقاومة متغيّرة.

صُمّم نشاط التوسّع ليُساعد الطلّاب على استقصاء المقاومة الداخليّة للبطّاريّة.

الجدول

فرق الجهد الكهربائي (V)	شدّة التيّار الكهربائي (I)
1.24	0.47
1.1	0.64
0.92	0.92
0.78	1.06
0.65	1.26
0.52	1.44

تم تحميل هذا الملف من موقع المنهج القطري
alManahj.com/qa



الوحدة 5: أساسيّات الكهرباء التيّارية — الدرس 5-2: الدوائر الكهربائية المُركّبة

نشاط 5-2 المقاومة الداخلية والقوة الدافعة الكهربائية (emf)

سؤال الاستقصاء	كيف يُمكن حساب كلّ من المقاومة الداخلية والقوة الدافعة الكهربائية لبطارية؟
المواد المطلوبة	بطارية، أميتر، فولتميتر، مقاومة مُتغيّرة.

الخطوات:

1. قم بتوصيل الدائرة الكهربائية المُبيّنة في **الشكل 5-40**.
2. اطلب من المُعلّم التأكّد من صحّة توصيلك للدائرة الكهربائية قبل البدء بالتجربة.
3. غيّر من مقدار المقاومة المُتغيّرة، وسجّل مقدار فرق الجهد وشدة التيار الكهربائي في الجدول المُرفق.
4. ارسم مُنحنى فرق الجهد – شدّة التيّار، بحيث يكون فرق الجهد على المحور العمودي، وشدّة التيّار الكهربائي على المحور الأفقي.
5. المعادلة التي تُمثّل المُنحنى المرسوم هي: $V = -Ir + emf$
6. يُعطي ميل المُنحنى $-r$، المقاومة الداخلية للدائرة الكهربائية.
7. تُمثّل نقطة تقاطع المُنحنى المرسوم مع المحور العمودي للقوة الدافعة الكهربائية (emf) للبطارية.

الشكل 5-40 توصيل الدائرة الكهربائية.

الجدول:

فرق الجهد الكهربائي (V)	شدّة التيار الكهربائي (A)

الأسئلة:

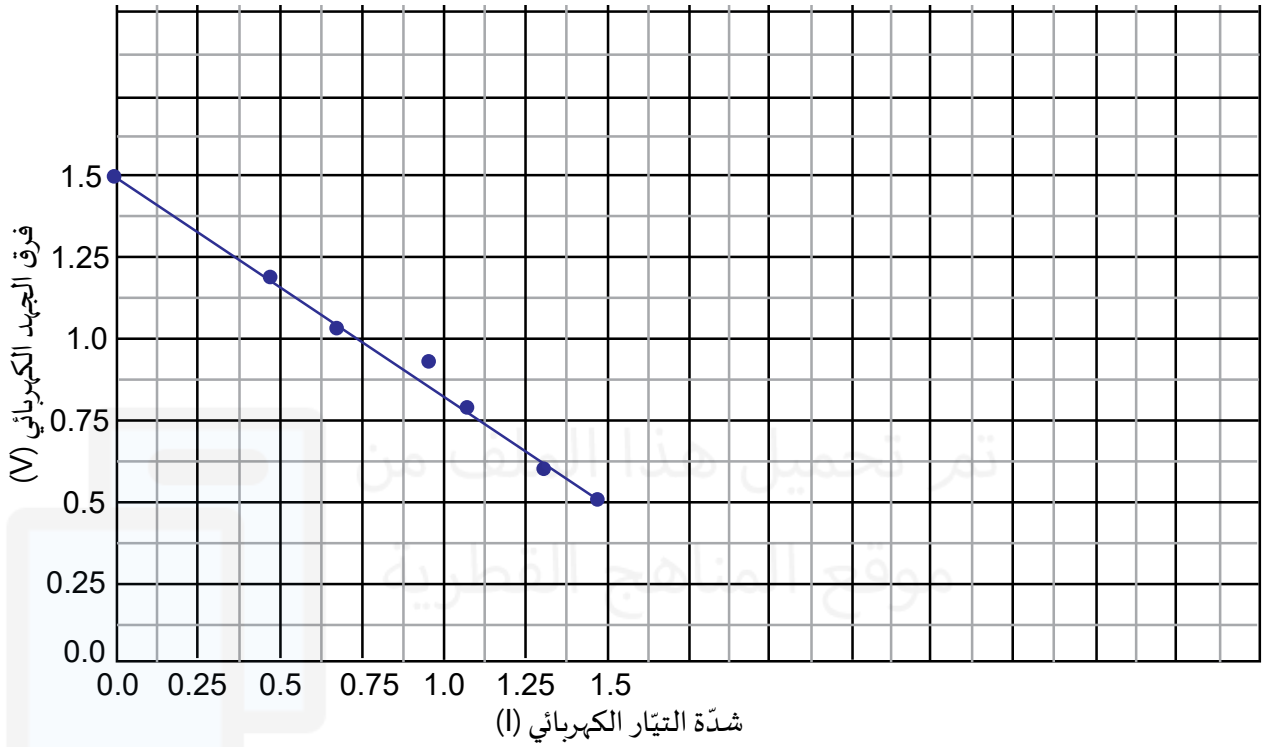
a. ما الذي تُمثّله نُقطة تقاطع المُنحنى مع المحور العمودي؟
b. ما مدى قُرب المقدار الذي حصلنا عليه من خلال تقاطع المُنحنى مع المحور العمودي، مع المقدار المُسجّل للقوة الدافعة الكهربائية في البطارية؟
c. ما دور المقاومة المُتغيّرة في الدائرة الكهربائية؟

136

نشاط 2-5 المقاومة الداخليّة والقوّة الدافعة الكهربائيّة (emf) - تابع

الإجابات/
عيّنة بيانات

المُنحنى



الأسئلة

a. ما الذي تُمثّله نُقطة تقاطع المُنحنى مع المحور العمودي؟

القوّة الدافعة الكهربائيّة (emf) للبطّاريّة.

b. ما مدى قُرب المقدار الذي حصلنا عليه من خلال تقاطع المُنحنى مع المحور العمودي، مع المقدار المُسجّل للقوّة الدافعة الكهربائيّة في البطّاريّة؟

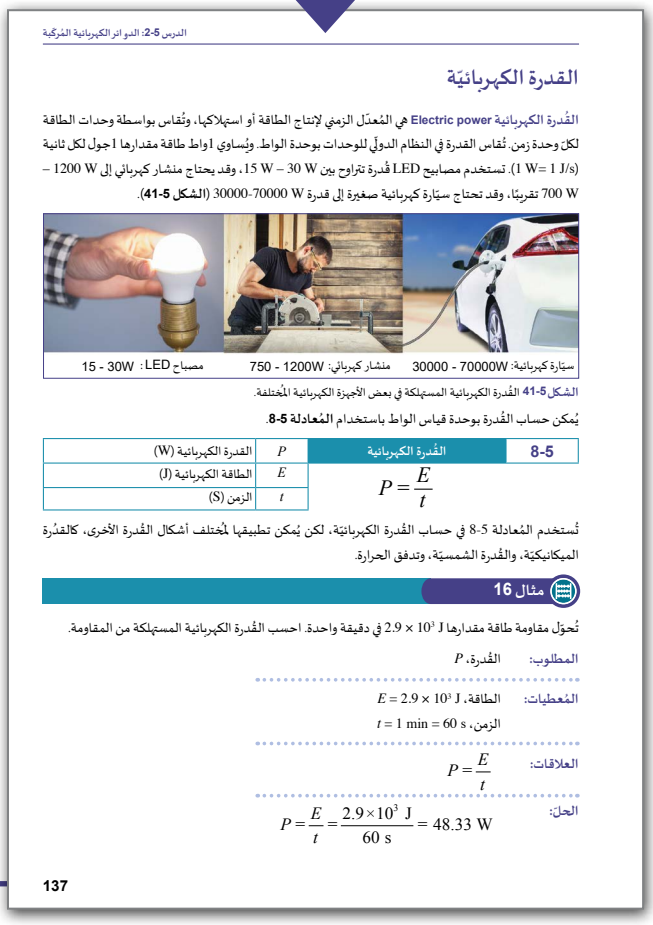
المقدار هو نفسه.

c. ما دور المقاومة المتغيّرة في الدائرة الكهربائيّة؟

استُخدمت المُقاومة المتغيّرة لتقليل مقاومة الدائرة الكهربائيّة. يسمح ذلك بسريان تيّار كهربائي أكبر في الدائرة الكهربائيّة. ومع ازدياد التيّار الكهربائي، يتناقص الجهد الكهربائي الذي تزوّده البطّاريّة.

القُدرة الكهربائيّة

1. تُسمّى كمّيّة الطاقة المُستخدمة في جهاز خلال وحدة الزمن القدرةَ الكهربائيّة، وتُقاس بوحدة الواط. يُمكن أن يحتاج الجهاز إلى قدرة كهربائيّة بوحدة الواط (W) أو طاقة كهربائيّة بوحدة كيلو واط الساعة (kWh).
2. اطلُبْ إلى الطلّاب ايجاد القُدرة أو الطاقة اللازمة لأجهزة مُختلفة موجودة في منازلهم، كفرن كهربائي، وثلّاجة، وغسّالة، وجهاز التكييف المركزي.
3. أجرِ نقاشًا مع الطلّاب حول الجهاز ذي القدرة الأكبر، وسبب ذلك.
4. سيُلاحظ الطلّاب أنّ الأجهزة التي نحتاج إلى تشغيلها باستمرار والتي تُزوّدنا بالحرارة هي الأكثر استهلاكًا للطاقة، كالأفران وأجهزة التكييف المركزيّة.
5. يُمكن أن يتوسّع النقاش ليشمل أجهزة ذات فعاليّة أكبر، أي أنّها تفقد قدرًا قليلًا من الطاقة، كمصابيح LED ذات الفعالية الكبيرة لأنّها على عكس المصابيح ذات الفتيل المتوهّج، فهي لا تسخن. فالتسخين هو شكل من أشكال الطاقة المفقودة عند إضاءة المصابيح.
6. يُقلل استخدام الأجهزة ذات الفعاليّة الأكبر من تكلفة الكهرباء وتساعدنا على ترشيد استهلاك الطاقة.
7. اطلب إلى الطلّاب استخدام معادلة القدرة الكهربائيّة لحلّ المثال 16 في كتاب الطالب.
8. زوّد الطلّاب بقدرة بعض الأجهزة واطلُبْ إليهم حساب الطاقة التي يستهلكها الجهاز عند استعماله لساعتَين.



الدرس 5-2: الدوائر الكهربائية المُركّبة

القدرة الكهربائيّة

القُدرة الكهربائية Electric power هي المُعدّل الزمني لإنتاج الطاقة أو استهلاكها، وتُقاس بواسطة وحدات الطاقة لكل وحدة زمن. تُقاس القدرة في النظام الدولّي للوحدات بوحدة الواط. ويُساوي 1واط طاقة مقدارها 1 جول لكل ثانية (1 W= 1 J/s). تستخدم مصابيح LED قُدرة تتراوح بين 15 W – 30 W، وقد يحتاج منشار كهربائي إلى 1200 W – 700 W تقريبًا، وقد تحتاج سيّارة كهربائية صغيرة إلى قدرة 30000-70000 W (**الشكل 41-5**).

سيّارة كهربائية: 30000 - 70000W منشار كهربائي: 750 - 1200W مصباح LED: 15 - 30W

الشكل 41-5 القُدرة الكهربائية المستهلكة في بعض الأجهزة الكهربائية المُختلفة.

يُمكن حساب القُدرة بوحدة قياس الواط باستخدام **المُعادلة 8-5**.

8-5 القُدرة الكهربائية

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

P	القدرة الكهربائية (W)	
E	الطاقة الكهربائية (J)	
t	الزمن (S)	

تُستخدم المُعادلة 8-5 في حساب القُدرة الكهربائيّة، لكن يُمكن تطبيقها لمُختلف أشكال القُدرة الأخرى، كالقدُرة الميكانيكيّة، والقُدرة الشمسيّة، وتدفق الحرارة.

مثال 16

تُحوّل مقاومة طاقة مقدارها 2.9×10^3 J في دقيقة واحدة. احسب القُدرة الكهربائية المستهلكة من المقاومة.

المطلوب: القُدرة، P

المُعطيات: الطاقة، $E = 2.9 \times 10^3$ J

الزمن، $t = 1 \text{ min} = 60 \text{ s}$

العلاقات: $P = \frac{E}{t}$

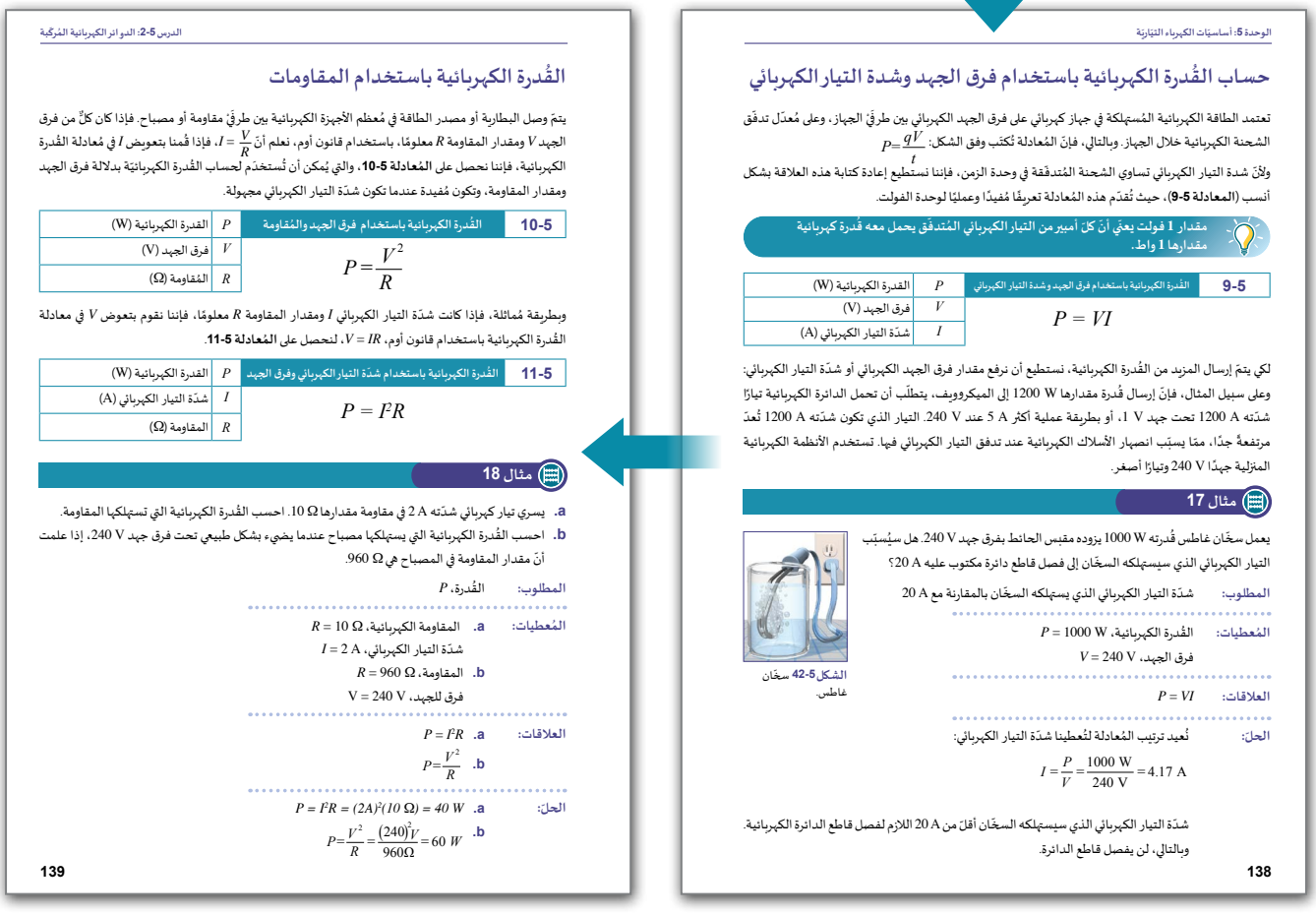
الحلّ: $P = \frac{E}{t} = \frac{2.9 \times 10^3 \text{ J}}{60 \text{ s}} = 48.33 \text{ W}$

137

حسابات القدرة الكهربائيّة

1. مثلما استخدمنا الطاقة والزمن لحساب القدرة، يُمكن أيضًا حساب القدرة باستخدام العلاقة: $P = VI$.
2. ذكّر الطلّاب بأنّ $I = \frac{Q}{t}$، وبالتالي لحساب التيّار نحتاج إلى الزمن. أيّ أنّ الطاقة المُستهلكة يجب أن تساوي Vq، على الرغم من أنّنا لن نتطرّق إلى هذه المعادلة، قد يتمكّن بعض الطلّاب من إدراك الرابط بينها.
3. اطلُبْ إلى الطلّاب حلّ المثال 17 بعد تعلّم المعادلة.
4. اطرَحْ على الطلّاب السؤال الآتي: "ماذا لو كانت شدّة التيّار الكهربائيّة غير معلومة، والمقاومة هي المعلومة؟". بما أنّ $V = IR$، و $I = \frac{V}{R}$ يُمكننا التعويض في المعادلة بدلًا من I.
5. وبطريقة مُشابهة، يُمكننا تعويض IR بدلًا من الجهد في المعادلة.
6. وبذلك يقوم المهندسون بحساب المقاومة الكُلّيّة للدائرة الكهربائيّة وبمعرفة فرق الجهد الكهربائي الذي سيُطبّق على الجهاز من خلال الحساب الرياضي للقدرة اللازمة للجهاز.
7. اطلب إلى الطلّاب حلّ المثال 18 وذلك عن طريق تطبيق **العلاقتَين (5-10)** و **(5-11)** لحساب القدرة بمعرفة المقاومة وشدّة التيّار أو المقاومة وفرق الجهد.

موقع المنهج المصري
almanahj.com/qa



الوحدة 5: أساسيّات الكهرباء التيّارية

حساب القُدرة الكهربائية باستخدام فرق الجهد وشدة التيار الكهربائي

تعتمد الطاقة الكهربائية المُستهلكة في جهاز كهربائي على فرق الجهد الكهربائي بين طرفَي الجهاز، وعلى مُعدّل تدفّق الشحنة الكهربائية خلال الجهاز. وبالتالي، فإنّ المُعادلة تُكتب وفق الشكل: $P = \frac{qV}{t}$

ولأنّ شدة التيار الكهربائي تساوي الشحنة المُتدفقة في وحدة الزمن، فإننا نستطيع إعادة كتابة هذه العلاقة بشكل أنسب (**المعادلة 5-9**)، حيث تُقدّم هذه المُعادلة تعريفًا مُفيدًا وعمليًا لوحدة الفولت.

مقدار 1 فولت يعني أنّ كلّ أمبير من التيار الكهربائي المُتدفّق يحمل معه قُدرة كهربائية مقدارها 1 واط.

9-5 القُدرة الكهربائية باستخدام فرق الجهد وشدة التيار الكهربائي		
$P = VI$	P	القدرة الكهربائية (W)
	V	فرق الجهد (V)
	I	شدّة التيار الكهربائي (A)

لكي يتمّ إرسال المزيد من القُدرة الكهربائية، نستطيع أن نرفع مقدار فرق الجهد الكهربائي أو شدّة التيار الكهربائي: وعلى سبيل المثال، فإنّ إرسال قُدرة مقدارها 1200 W إلى الميكروويف، يتطلّب أن تحمل الدائرة الكهربائية تيارًا شدّته 1200 A تحت جهد 1 V، أو بطريقة عملية أكثر 5 A عند 240 V. التيار الذي تكون شدّته 1200 A تُعدّ مرتفعةً جدًا، ممّا يسبّب انصهار الأسلاك الكهربائية عند تدفق التيار الكهربائي فيها. تستخدم الأنظمة الكهربائية المنزلية جهدًا 240 V وتيارًا أصغر.

مثال 17

يعمل سخّان غاطس قُدرته 1000 W يزوده مقبس الحائط بفرق جهد 240 V. هل سيُسبّب التيار الكهربائي الذي سيستهلكه السخّان إلى فصل قاطع دائرة مكتوب عليه 20 A؟

الشكل 5-42 سخّان غاطس.

المطلوب: شدّة التيار الكهربائي الذي يستهلكه السخّان بالمقارنة مع 20 A

المُعطيات: القُدرة الكهربائية، $P = 1000$ W
فرق الجهد، $V = 240$ V

العلاقات: $P = VI$

الحل: نُعيد ترتيب المُعادلة لنُعطينا شدّة التيار الكهربائي:

$$I = \frac{P}{V} = \frac{1000\ \text{W}}{240\ \text{V}} = 4.17\ \text{A}$$

شدّة التيار الكهربائي الذي سيستهلكه السخّان أقلّ من 20 A اللازم لفصل قاطع الدائرة الكهربائية. وبالتالي، لن يفصل قاطع الدائرة.

القُدرة الكهربائية باستخدام المقاومات

يتمّ وصل البطارية أو مصدر الطاقة في مُعظم الأجهزة الكهربائية بين طرفَي مقاومة أو مصباح. فإذا كان كلٌّ من فرق الجهد V ومقدار المقاومة R معلومًا، باستخدام قانون أوم، نعلم أنّ $I = \frac{V}{R}$، فإذا قُمنا بتعويض I في مُعادلة القُدرة الكهربائية، فإننا نحصل على **المُعادلة 5-10**، والتي يُمكن أن تُستخدَم لحساب القُدرة الكهربائيّة بدلالة فرق الجهد ومقدار المقاومة، وتكون مُفيدة عندما تكون شدّة التيار الكهربائي مجهولة.

10-5 القُدرة الكهربائية باستخدام فرق الجهد والمُقاومة		
$P = \frac{V^2}{R}$	P	القدرة الكهربائية (W)
	V	فرق الجهد (V)
	R	المُقاومة (Ω)

وبطريقة مُماثلة، فإذا كانت شدّة التيار الكهربائي I ومقدار المقاومة R معلومًا، فإننا نقوم بتعويض V في معادلة القُدرة الكهربائية باستخدام قانون أوم، $V = IR$، لنحصل على **المُعادلة 5-11**.

11-5 القُدرة الكهربائية باستخدام شدّة التيار الكهربائي وفرق الجهد		
$P = I^2R$	P	القدرة الكهربائية (W)
	I	شدّة التيار الكهربائي (A)
	R	المقاومة (Ω)

مثال 18

a. يسري تيار كهربائي شدّته 2 A في مقاومة مقدارها 10 Ω. احسب القُدرة الكهربائية التي تستهلكها المقاومة.
b. احسب القُدرة الكهربائية التي يستهلكها مصباح عندما يضيء بشكل طبيعي تحت فرق جهد 240 V، إذا علمت أنّ مقدار المقاومة في المصباح هي 960 Ω.

المطلوب: القُدرة، P

المُعطيات:
a. المقاومة الكهربائية، $R = 10\ \Omega$
شدّة التيار الكهربائي، $I = 2$ A
b. المقاومة، $R = 960\ \Omega$
فرق الجهد، $V = 240$ V

العلاقات:
a. $P = I^2R$
b. $P = \frac{V^2}{R}$

الحل:
a. $P = I^2R = (2A)^2(10\ \Omega) = 40\ W$
b. $P = \frac{V^2}{R} = \frac{(240)^2 V}{960\Omega} = 60\ W$

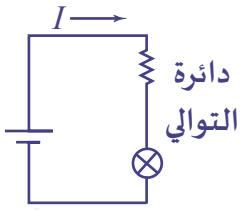
تقويم الدّرس 5-2

الإجابات

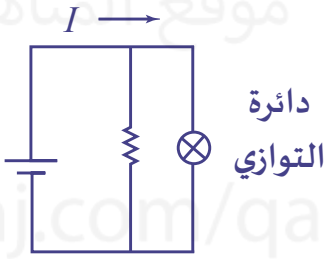
1. ثلاث مقاومات كهربائية متصلة على التوالي مقدار كلّ منها 25 Ω. ما المقاومة المُكافئة لها؟

$$R = R_1 + R_2 + R_3 = 25 + 25 + 25 = 75\ \Omega$$

2. a. ارسم مُخطّط الدائرة الكهربائية المُكوَّنة من بطارية ومقاومة كهربائية ومصباح متصلة على التوالي.



b. ارسم مُخطّط الدائرة الكهربائية المُكوَّنة من بطارية ومقاومة كهربائية ومصباح متصلة على التوازي.

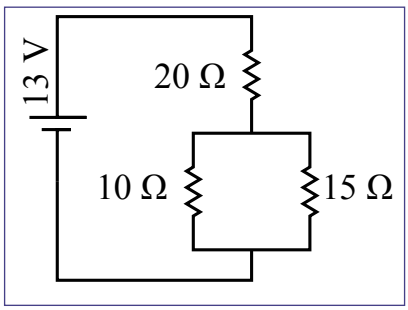


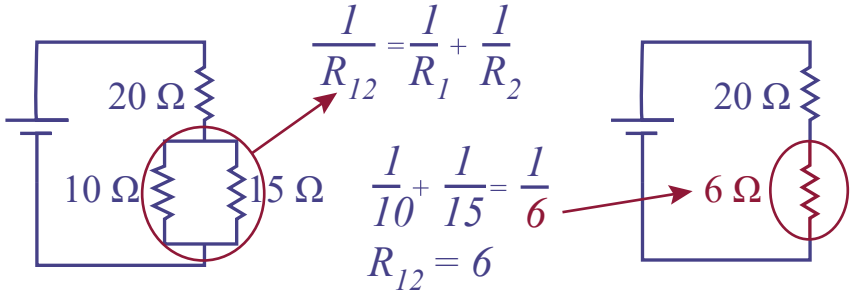
3. لدينا أربع مقاومات كهربائية متصلة على التوالي، مقدار كلّ منها: 20 Ω، 99 Ω، و 23 Ω، 10 Ω. إذا علمت أنّ شدّة التيار الكهربائي الذي يمرّ في أوّل مقاومة هو 0.1 A. فما شدّة التيار الكهربائي الذي يمرّ في المقاومات الثلاث الأخرى؟

0.1 A، ستكون شدّة التيّار الكهربائي هي نفسها في جميع المقاومات، لأنّها متّصلة على التوالي.

4. لديك دائرة كهربائيّة مكوّنة من ثلاث مقاومات متّصلة مع بطّاريّة فرق جهدها 13 V.

a. احسب المقاومة المكافئة للمقاومات الثلاث في الدائرة.





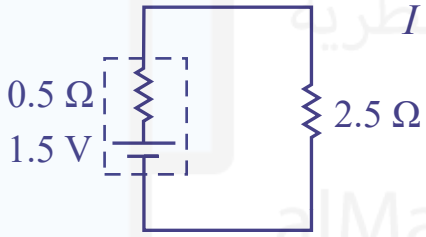
تقويم الدّرس 2-5 — الإجابات

b. احسب فرق الجهد وشدّة التيّار في كلّ مقاومة.

$$I = \frac{V}{R} = \frac{13}{26} = 0.5\ \text{A}$$
$$V_3 = IR_3 = 0.5 \times 20 = 10\ \text{V}$$
$$V_1 = V_2 = V - V_3 = 13 - 10 = 3\ \text{V}$$
$$I_1 = \frac{V_1}{R_1} = \frac{3}{10} = 0.3\ \text{A}$$
$$I_2 = \frac{V_2}{R_2} = \frac{3}{15} = 0.2\ \text{A}$$

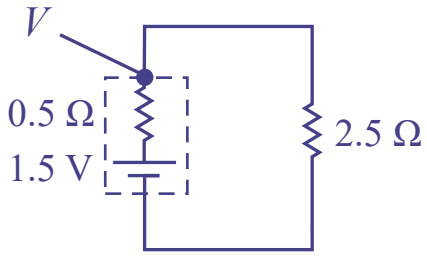
5. تمتلك بطارية قوة دافعة كهربائية 1.5 V ومقاومة داخلية 0.5 Ω متّصلة بمقاومة 2.5 Ω. احسب:

a. شدّة التيار الكهربائي.



$$I = \frac{emf}{R+r} = \frac{1.5}{(0.5 + 2.5)} = 0.5\ \text{A}$$

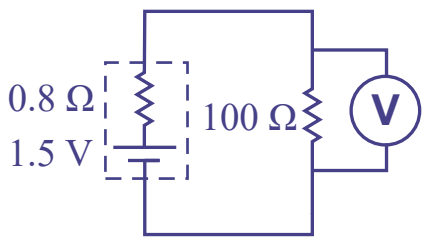
b. الجهد الطرفي.



$$V = emf - Ir$$
$$V = emf - Ir = 1.5 - (0.5)(0.$$
$$= 1.25\ \text{V}$$

6. استخدمنا فولتميتر مقاومته 100 Ω لقياس القوة الدافعة الكهربائيّة لخليّة كهربائية.

a. إذا كانت القوة الدافعة الكهربائية للخلية 1.5 V ومقاومتها الداخلية 0.8 Ω، فكم ستكون قراءة الفولتميتر التي تُعطيها للجهد الطرفي؟



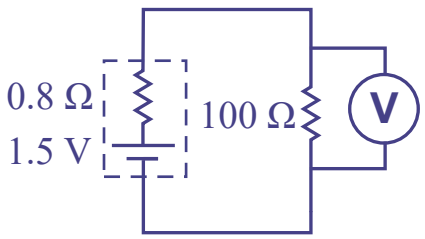
$$I = \frac{emf}{R+r} = \frac{1.5}{(0.8 + 100)} = 0.01488\ \text{A}$$
$$V = emf - Ir = 1.5 - (0.8)(0.01488)$$
$$= 1.4881\ \text{V}$$

تم تحميل هذا الملف من موقع المنهج الفلسطيني
almanahj.com/qa

تقويم الدّرس 5-2

الإجابات

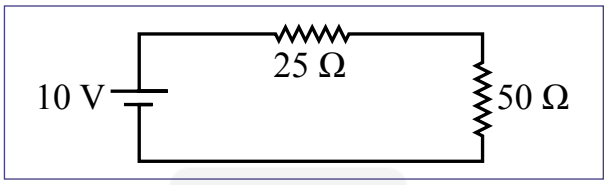
b. كم ستكون قراءة الفولتميتر إذا كان مقدار مقاومته 10000 Ω؟



$$I = \frac{emf}{R+r} = \frac{1.5}{(0.8 + 10000)} = 0.00015 \text{ A}$$

$$V = emf - Ir = 1.5 - (0.8)(0.00015)$$
$$= 1.4999 \text{ V}$$

7. a. احسب المقاومة المُكافئة في الشكل المجاور.



$$R = R_1 + R_2 = 25 + 50 = 75 \ \Omega$$

b. احسب شدّة التيار الكهربائي المُتدفّق في الدائرة الكهربائيّة.

$$I = \frac{V}{R} = \frac{10}{75} = 0.133 \text{ A}$$

c. احسب القدرة الكهربائيّة المستهلكة في المقاومة المكافئة.

$$P = IV = 0.133 \times 10 = 1.33 \text{ W}$$

8. يحتاج جهاز كهربائي إلى قُدرة كهربائيّة 700 W. كم يجب أن تكون المقاومة الكهربائيّة للجهاز للسماح بتوصيله بين طرفَيْ مصدر للطاقة الكهربائية 220 V؟

$$P = \frac{V^2}{R} \rightarrow \quad R = \frac{V^2}{P} = \frac{220^2}{700} = 69.1 \ \Omega$$

إعادة تدريس

1. استُخدمت في معظم الأمثلة الموجودة في كتاب الطالب ثلاثة مصابيح أو ثلاث مُقاومات. اطلب إلى الطلّاب الآن استخدام 4 مصابيح أو 4 مقاومات لإنشاء دوائر كهربائيّة على التوالي والتوازي. تفقّد إن كانت الدوائر الكهربائيّة الناتجة صحيحة أم لا، قبل أن يقوم الطلّاب بإغلاق المفتاح الكهربائي.
2. يمكن للطلّاب تسجيل شدّة التيّار المتدفّق عبر كلّ فرع من فروع الدائرة الكهربائيّة باستخدام الأميتر.
3. اطلب إلى الطلّاب تطبيق قانون الجهد وقانون التيّار لكيرشوف لمقارنة القراءة العمليّة مع الحسابات النظريّة.
4. إذا لم تكن قراءات الطلّاب قريبة، اطلب إليهم حساب الجهد الطرفي للبطّاريّة.

تم تحميل هذا الملف من
موقع المناهج القطرية
alManahj.com/qa

إثراء

1. اطلب إلى الطلّاب إجراء مشروع بحث لتدوين القدرة الكهربائيّة اللازمة لكلّ جهاز كهربائي موجود في منزلهم.
2. يكتب الطلّاب الزمن المُقدَّر لاستخدام الجهاز ثمّ يحسبون الطاقة المستخدمة لتشغيله.
3. يمكن للطلّاب بعد ذلك تفقّد شدّة التيّار الكهربائي اللازمة للجهاز، وحساب تكلفة الكهرباء لمدّة شهر مع الأخذ في الاعتبار الطاقة المستهلكة في منازلهم.
4. بعد ذلك، يُحدّد الطلّاب إن كان بالإمكان استخدام الجهاز لفترة زمنيّة أقصر. هل سيُحدث ذلك فرقًا في تكلفة الطاقة الكهربائيّة التي سيحصلون عليها؟

ملاحظات

تم تحميل هذا الملف من
موقع المناهج القطرية
alManahj.com/qa

أسئلة اختيار من متعدّد

1. أيٌّ من العبارات الآتية تصف العلاقة في قانون أوم؟

b. المقاومة هي ناتج قسمة فرق الجهد الكهربائي على شدّة التيار الكهربائي.

2. ما العلاقة الصحيحة بين شدّة التيار الكهربائي والمُقاومة وفرق الجهد؟

c. تتناسب شدّة التيار الكهربائي عكسيًا مع المقاومة وطرديًا مع فرق الجهد.

3. تملك قطعة من سلك النيكل كروم مساحة مقطع $2\ mm^2$ ومقاومة مقدارها $10\ \Omega$، وتملك قطعة ثانية من السلك نفسه مساحة مقطع $1\ mm^2$. ما مقدار مقاومة سلك النيكل كروم الثاني؟

a. $20\ \Omega$

$$\rho = \frac{R_1 A_1}{l} = \frac{R_2 A_2}{l}$$

$$R_2 = \frac{R_1 A_1 l}{A_2 l}$$

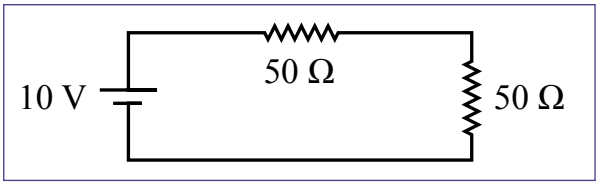
$$R_2 = \frac{(10 \times 2)}{l} = 20\ \Omega$$

تتناسب المقاومة عكسيًّا مع مساحة المقطع، وحيث أنّ المساحة نقصت إلى النصف فإنّ المقاومة تزيد إلى الضعف.

4. تتكوّن دائرة كهربائية من بطارية مع مقاومتَيْن وُصِلَت إحداهما بالأخرى على التوازي. كيف يُمكنك توصيل مِجسّ البيانات ملتيميتر رقمي لقياس شدّة التيار الكهربائي الذي يمرّ في إحدى المقاومتَيْن؟

b. على التوالي مع المقاومة.

5. ما شدّة التيار الكهربائي الذي يمرّ في الدائرة المُوضّحة؟



a. 0.1 A

$$I = \frac{V}{R} = \frac{V}{(R_1 + R_2)} = \frac{10}{(50 + 50)} = 0.1\ A$$

6. يستهلك شاحن هاتف جوّال تيارًا شدّته 0.2 A من مقبس حائط الجهد بين طرفَيْه 120 V. ما مقدار الطاقة التي ستنتقل إليه إذا بقي على الشحن مُدّة 24 ساعة؟

b. 0.58 kWh

$$E = Pt = IVt = 0.2 \times 120 \times 24 = 0.58\ kWh$$

تم تحميل هذا الملف من موقع المناهج القطرية
alManahj.com/qa

7. مصباح مقاومته 50 Ω متصل بين طرفَيْ مقبس 120 V. ما مقدار القُدرة التي يستهلكها المصباح؟

c. 288 W

$$P = \frac{V^2}{R} = \frac{120^2}{50} = \frac{14400}{50} = 288\ W$$

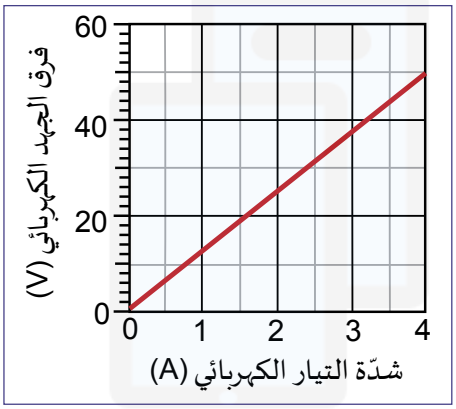
8. أربع مقاومات كهربائية مقدار كلّ منها 1 Ω مُتَّصِلة على التوالي بين طرفَيْ بطارية 10 V. ما مقدار المقاومة المُكافئة في هذه الدائرة الكهربائية؟

c. 4 Ω

التوصيل على التوالي:

$$R_{eq} = R_1 + R_2 + R_3 + R_4$$

$$R_{eq} = 1 + 1 + 1 + 1 = 4\ \Omega$$



9. ماذا تعني الدلالة 1.5 V المُدوّنة على البطارية؟

c. فرق الجهد الكهربائي بين الطرفَيْن هو 1.5 V

10. ما المقاومة الكهربائيّة لجهاز كهربائي يملك مُنحنى (تيار كهربائي - جُهد) المُبيّن جانبًا؟

b. 12.5 Ω

$$R = (\text{الميل}) = \frac{50}{4} = 12.5\ \Omega$$

الدرس 5-1 التيّار الكهربائي، والجهد الكهربائي، والمقاومة الكهربائيّة

11. ما الذي يسري في الدائرة الكهربائية؟

يسري التيّار الكهربائي في الدائرة الكهربائيّة.

12. إذا كان مقدار مقاومة في دائرة كهربائية ثابتًا، وإذا ضاعفنا شدّة التيار الكهربائي الذي يمرّ فيها، فكيف سيتغيّر فرق الجهد بين طرفَيْ المقاومة؟

يتغيّر فرق الجهد الكهربائي طرديًّا مع شدّة التيّار الكهربائي، ففي حال كانت المقاومة ثابتة وازدادت شدة التيّار الكهربائي إلى الضعف، يزداد فرق الجهد الكهربائي أيضًا إلى الضعف.

13. إذا قُمنا بتقليل مقدار مقاومة إلى النصف، ومقدار الجهد بين طرفَيْها إلى النصف أيضًا، فكيف ستتغيّر شدّة التيار الكهربائي الذي يمرّ فيها؟

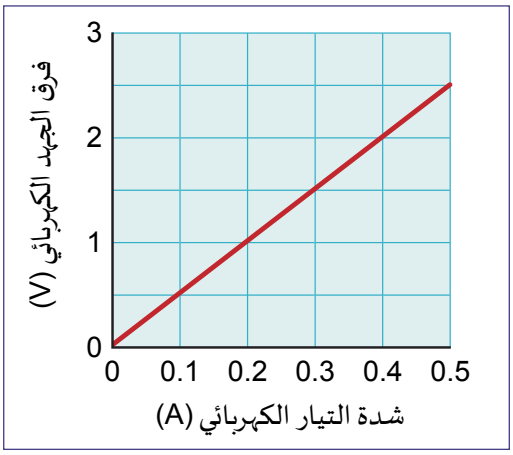
$V = IR$، وبالتالي لن تتغيّر شدّة التيار الكهربائي إذا تغيّر كلّ من فرق الجهد الكهربائي والمقاومة بالمعامل نفسه.

14. ما شدّة التيار الكهربائي الذي يمرّ في مقاومة مقدارها 10 Ω إذا طبّقنا فرقًا للجهد بين طرفَيْها مقداره 5 V؟

$$I = \frac{V}{R} = \frac{5}{10} = 0.5\ A$$

تم تحميل هذا الملف من موقع المنهج القطرية
alManahj.com/qa

15. تتعرّض مقاومة لانخفاض فرق جهد متغير V، لتمرّ فيها كمّيات متغيّرة من تيار كهربائي I. قام طالب بقياس كلّ من الجهود والتيارات الناتجة ورسم مُنحنى القياسات، كما في الشكل المجاور.



a. احسب ميل المُنحنى. ما القيمة العددية لميل المُستقيم؟ وما وحدة القياس الناتجة؟

$$\text{ميل المُنحنى} = \frac{V_2 - V_1}{I_2 - I_1} = \frac{2.5 - 0}{0.5 - 0} = 5\,\text{V/A}$$

وهذه الوحدة تسمّى وحدة أوم Ω.

b. هل تخضع المقاومة لقانون أوم؟ اشرح إجابتك.

نعم، تخضع المقاومة لقانون أوم لأنّ العلاقة بين فرق الجهد الكهربائي والتيّار الكهربائي هي علاقة خطيّة.

c. أيٌّ من الكميّات التي تظهر في قانون أوم تُمثّل ميل المُنحنى المرسوم؟

يُمثّل ميل المُنحنى مقدار المقاومة.

16. قام طالب بصُنع مقاومة من خلال لفّ مترين من سلك النيكروم حول قلم، فكان مقدارها 1000 Ω، ثمّ قام بُصنع مقاومة أخرى باستخدام 6 أمتار من السلك نفسه. ما مقدار المقاومة الثانية التي صنعها الطالب؟

يمتلك سلك بطول 1 m مقدار مقاومة يساوي 500 Ω.

وبالتالي سيكون لسلك بطول 6 m مقدار مقاومة هو: 500 × 6 = 3000 Ω

17. احسب شدّة التيار الناتج بواسطة خليّة شمسيّة في آلة حاسبة إذا مرّت فيها كميّة من الشحنة مقدارها 4 C خلال زمن 4 ساعات.

$$t = 4\ \text{hr}\left(\frac{60\ \text{min}}{1\ \text{hr}}\right)\left(\frac{60\ \text{s}}{1\ \text{min}}\right) = 14400\ \text{s}$$

$$I = \frac{Q}{t} = \frac{4}{14400} = 0.000278\ \text{A}$$

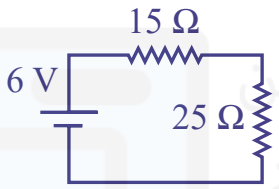
الدرس 2-5 الدوائر الكهربائيّة المركّبة

18. اذكر المُعادلة التي تربط بين شدّة التيّار الكهربائي وفرق الجهد الكهربائي والقُدرة الكهربائيّة.

$$P = VI$$

19. يملك مُجفّف الشعر مقاومة مقدارها 15 Ω، ويملك جهاز تجعيد الشعر مقاومة مقدارها 25 Ω، قمنا بوصلهما على التوالي بين طرفَيْ بطارية جهدها 6 V. احسب:

a. شدّة التيار الكهربائي الذي يمرّ عبر الدائرة الكهربائية.



$$R = R_1 + R_2 = 15 + 25 = 40\ \Omega$$

$$I = \frac{V}{R} = \frac{6}{40} = 0.15\ \text{A}$$

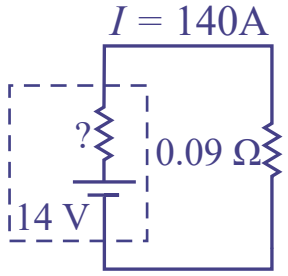
b. القُدرة الكهربائية التي يستهلكها مُجفّف الشعر.

$$P_1 = I_1^2 \times R_1 = 0.15^2 \times 15 = 0.34\ W$$

c. القُدرة الكهربائية التي يستهلكها جهاز تجعيد الشعر.

$$P_2 = I_2^2 \times R_2 = 0.15^2 \times 25 = 0.56\ W$$

20. تُرسِل بطارية سيّارة تيّارًا شدّته 140 A لتشغيل مُحرّك مقدار مقاومته 0.090 Ω. إذا علمت أنّ القوة الدافعة الكهربائية للبطارية 14 V، فاحسب المقاومة الداخلية للبطارية.



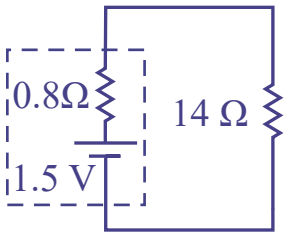
$$R = R_1 + R_2$$

$$V = IR = I(R_1 + R_2)$$

$$R_1 = \frac{V - IR_2}{I} = \frac{14 - (140)(0.09)}{140} = 0.01\ \Omega$$

21. مصباحٌ مقدارُ مقاومته 14.0 Ω يتصل بين طرفَيْ خليّة جافّة بقوة دافعة كهربائية 1.5 V، وبمقاومة داخلية 0.80 Ω. احسب:

a. شدّة التيار الكهربائي في الدائرة الكهربائية.



$$R = R_1 + R_2 = 0.8 + 14 = 14.8\ \Omega$$

$$I = \frac{V}{R} = \frac{1.5}{14.8} = 0.101\ \text{A}$$

تم تحميل هذا الملف من موقع المناهج القطرية
almanahj.com/qa

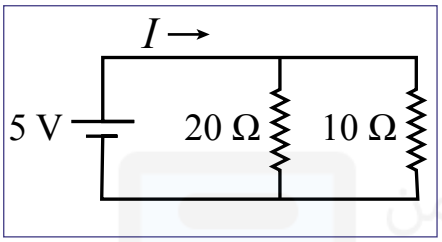
b. الجهد بين طرفَيْ المصباح.

$$V = IR = (0.101)(14) = 1.42\text{V}$$

c. الجهد بين طرفَيْ البطارية.

الجهد بين طرفَي البطّاريّة هو 1.42 V، وهو نفسه الجهد بين طرفَي المصباح لعدم وجود مقاومات أخرى خارج البطّاريّة.

22. احسب في الدائرة الكهربائية المجاورة:



a. المقاومة المُكافئة.

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

$$= \frac{(20)(10)}{20 + 10} = 6.67\ \Omega$$

b. شدّة التيار الكهربائي الذي يمرّ في فرعَي الدائرة الكهربائية.

المقاومة 20 Ω: $I_1 = \frac{V}{R_1} = \frac{5}{20} = 0.25\text{ A}$

المقاومة 10 Ω: $I_2 = \frac{V}{R_2} = \frac{5}{10} = 0.5\text{ A}$

23. سخّان غاطس بقدرة 1000 W، وميكروويف بقدرة 700 W، محمصة بقدرة 1200 W، متصلة جميعها على التوازي بمقبس حائط فرق جهده 120 V. المقبس متّصل بقاطع دائرة مُدَوَّن عليه 15 A. هل سينفصل قاطع الدائرة إذا عملت الأجهزة كلّها في الوقت نفسه؟

$$P = VI \longrightarrow I = \frac{P}{V} = \frac{1000 + 700 + 1200}{120} = 24.2\text{ A}$$

شدّة التيّار الكهربائي أكبر من 15 A، وبالتالي سينفصل قاطع الدائرة.

24. استخدم قانون أوم والعلاقة $P = IV$ لإيجاد القُدرة الكهربائية لدائرة كهربائية بسيطة مكوّنة من مصدر بفرق جهد 5 V ومقاومة 2 kΩ.

$$I = \frac{V}{R} = \frac{5}{2000} = 0.0025\text{ A}$$

$$P = VI = (5)(0.0025) = 0.0125\text{ W}$$

25. تمّ توصيل مصباح مقاومته 20 Ω بآخر مقاومته 30 Ω على التوازي مع بطارية 10 V، احسب:

a. المقاومة المُكافئة.

$$\frac{1}{R}=\frac{1}{R_1}+\frac{1}{R_2}=\frac{1}{20}+\frac{1}{30}=\frac{1}{12}$$

$$R = 12\ \Omega$$

b. شدّة التيار الكهربائي في الدائرة الكهربائية.

$$I=\frac{V}{R}=\frac{10}{12}=0.833\ A$$

c. فرق الجهد بين طرفَيْ مصباح 20 Ω.

10 V

d. فرق الجهد بين طرفَيْ مصباح 30 Ω.

10 V

e. القُدرة الكهربائية المُستهلكة بواسطة مصباح 20 Ω.

$$P=\frac{V^2}{R_1}=\frac{10^2}{20}=5\ W$$

f. القُدرة الكهربائية المُستهلكة بواسطة مصباح 30 Ω.

$$P=\frac{V^2}{R_2}=\frac{10^2}{30}=3.33\ W$$

تم تحميل هذا الملف من موقع المناهج القطرية

تم تحميل هذا الملف من
موقع المناهج القطرية

alManahj.com/qa

تم تحميل هذا الملف من
موقع المناهج القطرية

أوراق عمل

تم تحميل هذا الملف من
موقع المناهج القطرية

alManahj.com/qa

الاسم ..... التاريخ .....

نشاط a1-5 استكشاف الدوائر الكهربائيّة

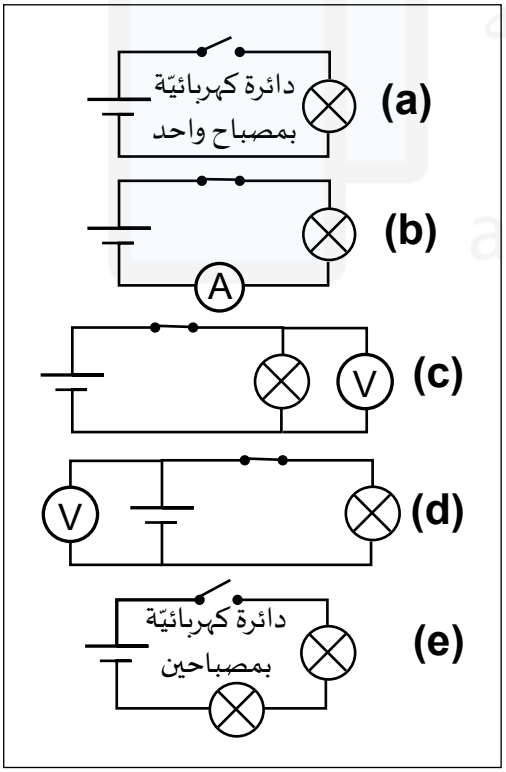
سؤال الاستقصاء	كيف تبني دائرة كهربائيّة؟
الموادّ المطلوبة	مصابيح، أسلاك توصيل، أميتر، فولتميتر، بطّاريّات، مفاتيح كهربائيّة.

خلفية معرفيّة

يُمكن إنشاء دائرة كهربائيّة بسيطة باستخدام أسلاك، وبطّاريّات، ومصابيح، ومفاتيح كهربائيّة. يُستخدم الفولتميتر لقياس فرق الجهد الكهربائي بين نقطتَين في الدائرة الكهربائيّة، ويُستخدم الأميتر لقياس شدّة التيّار الذي يعبر في الدائرة الكهربائيّة.

الخطوات

1. وصِّلْ كلًّا من البطّاريّة والمصباح والمفتاح الكهربائيّة وأسلاك التوصيل لتشكيل الدائرة الكهربائيّة المُبيّنة في مخطّط **الشكل 5-a12**.
2. وصِّلْ جهاز الأميتر بالدائرة الكهربائيّة، وسجِّلْ شدّة التيّار الكهربائي المارّ فيه **5-b12**.
3. وصِّلْ جهاز الفولتميتر بين طرفَي المصباح، وسجِّلْ فرق الجهد الكهربائي **الشكل 5-c12**.
4. وصِّلْ جهاز الفولتميتر بين طرفَي البطّاريّة، وسجِّلْ فرق الجهد الكهربائي **الشكل 5-d12**.
5. أضِفْ مصباحًا ثانيًا إلى الدائرة الكهربائيّة، وسجِّلْ شدّة التيّار الكهربائي المارّ فيه **5-e12**.
6. كرّر الخطوة 5 لكن باستخدام جهاز الفولتميتر لقياس فرق الجهد بين طرفَي كلّ من المصباحَين.



الشكل 5-12 مُخططات الدائرة الكهربائية.

الأسئلة

a. ارفَع المفتاح الكهربائي. لماذا لا يُضيء المصباح عندما يكون المفتاح الكهربائي مرفوعًا؟

.....

.....

.....

تم تحميل هذا الملف من
موقع المناهج القطرية

alManahj.com/qa

الاسم ..... **التاريخ** .....

b. أزِلْ البطّاريّة من الدائرة الكهربائيّة، وأعِدْ توصيلها بطريقة معكوسة. هل يُضيء المصباح؟ ماذا غيّر في رأيك وضع البطّاريّة بطريقة معكوسة في الدائرة الكهربائيّة؟

.....

.....

.....

.....

c. ماذا يحدث لشدّة التيّار الكهربائي عند إضافة مصباح ثانٍ إلى الدائرة الكهربائيّة؟

.....

.....

.....

.....

تم تحميل هذا الملف من
موقع المناهج القطرية
alManahj.com/qa

d. ماذا يحدث لفرق الجهد الكهربائي بين طرفَي كلّ مُكوّن كهربائي في الدائرة الكهربائيّة عند إضافة مصباح ثانٍ إلى الدائرة؟

.....

.....

.....

.....

e. تحقَّقْ من فرق الجهد الكهربائي المكتوب على البطّاريّة، هل أعطى جهاز الفولتميتر القراءة نفسها؟

.....

.....

.....

.....

تم تحميل هذا الملف من
موقع المناهج القطرية

alManahj.com/qa

الاسم ..... **التاريخ** .....

f. ارسُمْ مخطّط دائرة كهربائيّة آخر، للدائرة الكهربائيّة المُبيّنة في **الشكل e12-5** يوضح موقع جهاز الأميتر المُستخدَم لقياس شدّة التيّار الكهربائي.

g. ما التغيُّر الذي يحدث لقراءة الأميتر و قراءة الفولتميتر في الدائرة الكهربائيّة عند إضافة مصباح ثالث على التوالي إليها؟

.....

.....

.....

.....

تحميل هذا الملف من
موقع المناهج القطرية
alManahj.com/qa

تم تحميل هذا الملف من
موقع المناهج القطرية

alManahj.com/qa

الاسم ..... التاريخ .....

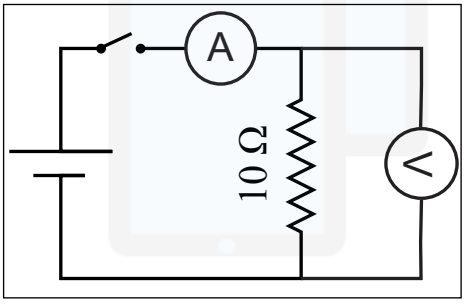
نشاط b1-5 قانون أوم

سؤال الاستقصاء	كيف يُقاس مقدار المقاومة الكهربائيّة للأسلاك؟
الموادّ المطلوبة	مصدر للطاقة مُتغيّر، أسلاك توصيل، مقاومات معلومة، أميتر، فولتميتر، مصباح.

خلفيّة معرفيّة

يكون الموصِل الكهربائي مُوصِلًا أوميًا عندما يكون فرق الجهد الكهربائي المُطبّق عليه يتناسب طرديًّا مع شدّة التيّار الكهربائي الذي يمرّ عبره. بينما لا توجد في الموصل غير الأومي علاقة خطِّيَّة بين فرق الجهد الكهربائي وشدّة التيّار الكهربائي. يستكشف الطلّاب في هذا النشاط الاختلاف بين نوعَي الموصلات.

الخطوات I



1. جهّز الدائرة الكهربائيّة المُوضّحة في **الشّكل a18-5** باستخدام مصدر للطاقة مُتغيّر، ومفتاح كهربائي، وأميتر، مقاومة معلومة 10 Ω، وأسلاك توصيل.
2. طبّقْ جهدًا 1 V. سجِّل شدّة التيّار الكهربائي وفرق الجهد الكهربائي بين طرفَي المقاومة في ورقة العمل 1.
3. غيِّرْ فرق الجهد الكهربائي المُطبّق إلى 2 V إلى 3 V، ثمّ إلى 4 V. ثمّ سجِّلْ قراءة كلّ من الأميتر والفولتميتر في الدائرة في كلّ حالة في ورقة العمل.
4. ارسُمْ مُنحنى فرق الجهد V و شدّة التيّار I.

الجدول I

الجهد الكهربائي (V)	شدّة التيّار الكهربائي (A)
1	
2	
3	
4	

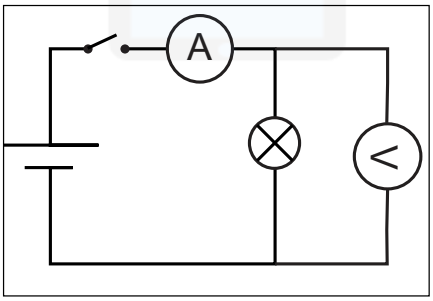
تم تحميل هذا الملف من
موقع المناهج القطرية

alManahj.com/qa

الاسم ..... التاريخ .....

المُنحنى I

الخطوات II



1. أعِد تجهيز الدائرة الكهربائيّة المُوضّحة في **الشّكل 5-b18** والتي تحتوي على مصباح كهربائي ومصدر للطّاقة مُتغيّر وأميتر ومفتاح كهربائيّ وأسلاك توصيل. طبِّقْ جهدًا 1 V. سجِّلْ شدّة التيّار الكهربائيّة وفرق الجهد الكهربائي بين طرفَي المقاومة في ورقة العمل 1.
2. زِد الجهد الكهربائي المُطبّق بمقدار 0.2 V في كلّ مرّة حتّى بلوغ 2 V . سجِّل القراءات لشدّة التيّار وفرق الجهد الناتجة عن كلّ مقدار للجهد.
3. ارسُمْ مُنحنى فرق الجهد V و شدّة التيّار I.

الجدول I

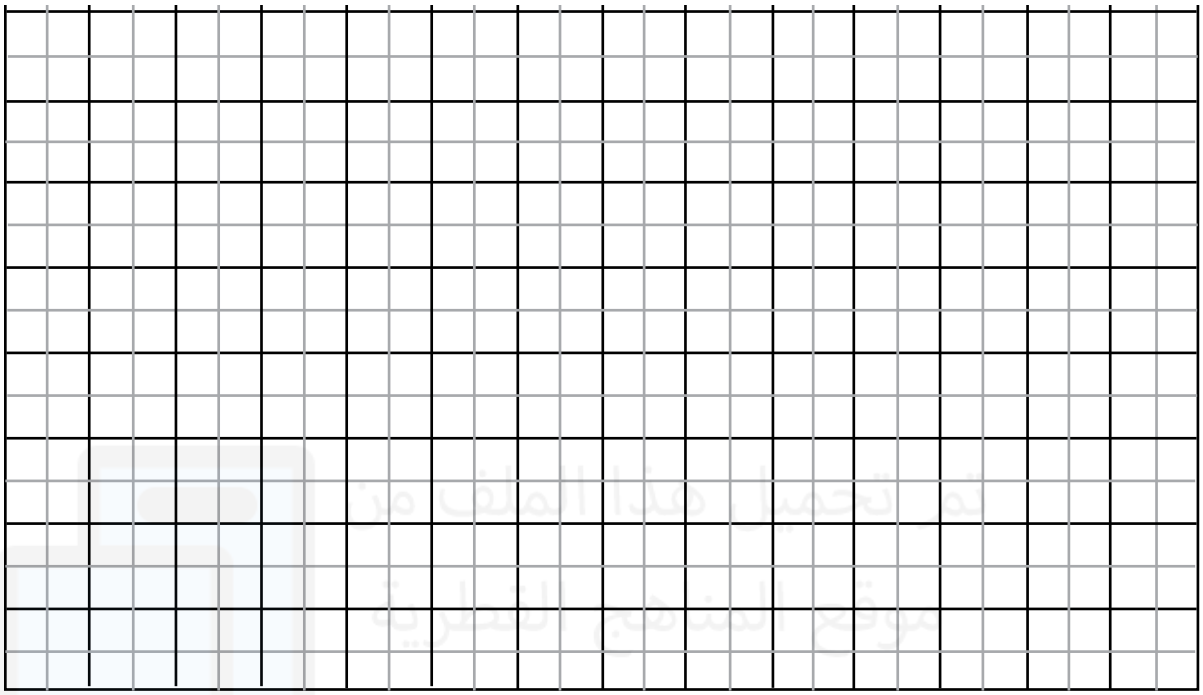
الجهد الكهربائي (V)	شدّة التيّار الكهربائي (A)
1	
1.2	
1.4	
1.6	
1.8	
2.0	

تم تحميل هذا الملف من
موقع المناهج القطرية

alManahj.com/qa

الاسم ..... التاريخ .....

المُنحنى II



الأسئلة

a. ما الذي يُمثّله ميل مُنحنى فرق الجهد V وشدّة التيّار I؟

.....

.....

.....

b. أيّهما يُعدّ موصلًا أوميًا؟ وأيُهما يُعدّ موصلًا غير أوميّ؟ كيف عرفت ذلك؟

.....

.....

.....

c. استخدم ميل المُنحنى لحساب المقاومة الكهربائيّة. هل هي مُساوية لمقدار المقاومة في الفرع 1؟ اشرح سبب أيّ اختلاف إن وُجد.

.....

.....

.....

تم تحميل هذا الملف من موقع المناهج الإماراتية
alManahj.com/ga

تم تحميل هذا الملف من
موقع المناهج القطرية

alManahj.com/qa

الاسم ..... التاريخ .....

نشاط c1-5 مقدار المقاومة الكهربائيّة لسلك

سؤال الاستقصاء	كيف يتمّ حساب مقدار المقاومة الكهربائيّة لسلك عمليًّا؟
الموادّ المطلوبة	ثلاثة أسلاك توصيل مصنوعة من موادّ مُختلفة جهّزها معلّمك أو محضر المختبر، ملتيميتر، ميكروميتر، مسطرة.

خلفيّة معرفيّة

يعتمد مقدار مقاومة سلك على ثلاثة عوامل: المادّة المصنوع منها السلك، وطول السلك، ومساحة مقطعه. يُمكن وصف العلاقة الرياضيّة بين هذه الكميّات ومقدار المقاومة من خلال: $R = \rho \frac{L}{A}$.

الخطوات

1. قِس قُطر كلّ سلك بواسطة الميكروميتر، وسجِّل البيانات في الجدول الموجود في ورقة العمل.
2. قسِّمْ قُطر السلك على 2 لحساب نصف قُطره وسجّله في الجدول.
3. احسِبْ مساحة مقطع كلّ سلك باستخدام العلاقة: $A = \pi r^2$.
4. قِس طول كلّ سلك وسجِّل القياسات في الجدول.
5. ابحَثْ عن المقاومة النوعيّة لكلّ سلك من **الجدول 5-1**.
6. استخدِم **المعادلة 5-4** لتحسب مقدار مقاومة كلّ سلك.
7. اضبط الملتيميتر على وظيفة الأوميتر وقِس مقدار مقاومة السلك.

الجدول I

السلك	نوع مادّة السلك	القُطر (m)	نصف القُطر، r (m)	المساحة، A (m^2)	المقاومة النوعيّة، ρ (Ωm^2)	الطول، L (m)	مقدار المقاومة، R (Ω)	مقدار المقاومة المقيسة (Ω)
1	كونستاتان							
2	نحاس							
3	حديد							

تم تحميل هذا الملف من
موقع المناهج القطرية

alManahj.com/qa

الاسم ..... **التاريخ** .....

الأسئلة

a. قدِّرْ مقدار الخطأ الموجود في حساب مقاومة كلّ سلك من خلال أخذ الفرق بين الحساب والقياس.

.....

.....

.....

b. ما مدى قُرب القيم المُقاسة من القيم المحسوبة لمقدار المقاومة؟

.....

.....

.....

تم تحميل هذا الملف من
موقع المناهج القطرية
alManahj.com/qa

c. ما مصادر الخطأ في قياساتك؟ اذكُرْ كلّ المصادر الممكنة للخطأ.

.....

.....

.....

d. ما الذي يجب القيام به لتقليل الأخطاء الناتجة عن القراءات؟

.....

.....

.....

e. ما المادّة التي لها أقلّ مقدار للمقاومة؟

.....

.....

.....

f. ما المادّة التي لها أكبر مقدار للمقاومة؟

.....

.....

.....

تم تحميل هذا الملف من
موقع المناهج القطرية

alManahj.com/qa

الاسم ..... **التاريخ** .....

g. صِف العلاقة بين طول السلك ومقدار المقاومة.

.....

.....

.....

h. صِف العلاقة بين مساحة مقطع السلك ومقدار المقاومة.

.....

.....

.....

i. كيف سيتغيّر مقدار المقاومة في السلك إذا كان السلك أقلّ سُمكًا؟ اشرَحْ إجابتك.

.....

.....

.....

j. كيف سيتغيّر مقدار المقاومة في السلك إذا كان السلك أقصر؟ اشرَحْ إجابتك.

.....

.....

.....

موقع المناهج القطرية
alManahj.com/qa

تم تحميل هذا الملف من
موقع المناهج القطرية

alManahj.com/qa

الاسم ..... التاريخ .....

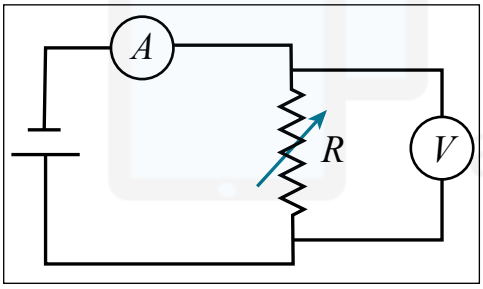
نشاط 5-2 المقاومة الداخليّة والقوّة الدافعة الكهربائيّة (emf)

سؤال الاستقصاء	كيف يُمكن حساب كلّ من المقاومة الداخليّة والقوّة الدافعة الكهربائيّة لبطّاريّة؟
الموادّ المطلوبة	بطّاريّة، أميتر، فولتميتر، مقاومة مُتغيّرة.

خلفيّة معرفيّة

يتناقص فرق الجهد الكهربائي بين طرفَي بطّاريّة عند توصيلها في دائرة كهربائيّة. يرجع هذا التناقُص إلى وجود مقاومة داخلية للبطّاريّة. تملك جميع البطّاريّات عمليًّا مُقاومة داخليّة. سنُلاحظ في هذا الاستقصاء كيف سيبدو فرق الجهد الكهربائي في مُقاومة مُتغيّرة، وكيف يُمكن حساب المُقاومة الداخليّة للبطّاريّة من خلال شدّة التيّار الكهربائي الذي يمرّ عبر الدائرة الكهربائيّة.

الخطوات



1. قُمْ بتوصيل الدائرة الكهربائيّة المُبيّنة في **الشكل 5 -39**.
2. اطلُبْ من المُعلّم التأكّد من صحّة تجهيزك للدائرة الكهربائيّة قبل البدء بالتجربة.
3. غيِّر من مقدار المقاومة المُتغيّرة، وسجِّلْ مقدار فرق الجهد وشدّة التيّار الكهربائي في الجدول المُرفق.
4. ارسُمْ مُنحنى فرق الجهد – شدّة التيّار، بحيث يكون فرق الجهد على المحور العمودي، وشدّة التيّار الكهربائي على المحور الأفقي.
5. المعادلة التي تُمثّل المُنحنى المرسوم هي: $V = -Ir + emf$
6. يُعطي ميل المُنحنى r–، المقاومة الداخليّة للدائرة الكهربائيّة.
7. تُمثّل نقطة تقاطع المُنحنى المرسوم مع المحور العمودي للقوّة الدافعة الكهربائيّة (emf) للبطّاريّة.

تم تحميل هذا الملف من
موقع المناهج القطرية

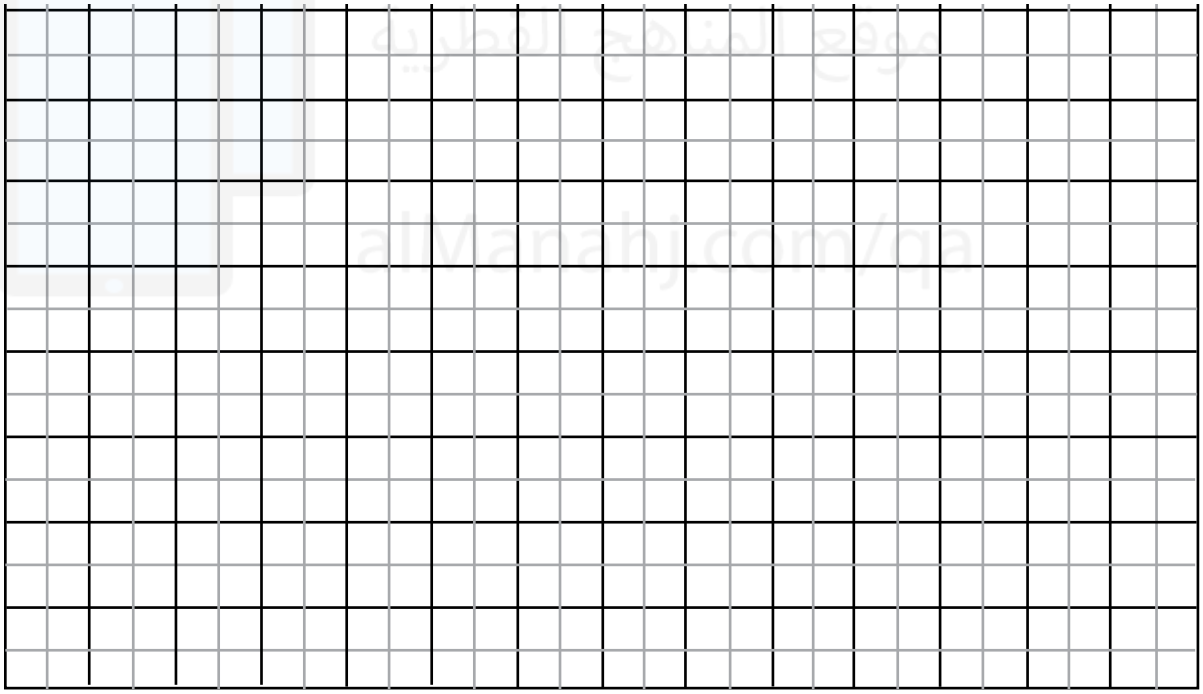
alManahj.com/qa

الاسم ..... **التاريخ** .....

الجدول

فرق الجهد الكهربائي (V)	شدّة التيّار الكهربائي (A)

المُنحنى



تم تحميل هذا الملف من
موقع المنهج الفلسطيني
almanahj.com/ps

تم تحميل هذا الملف من
موقع المناهج القطرية

alManahj.com/qa

الاسم ..... **التاريخ** .....

الأسئلة

a. ما الذي تُمثّله نُقطة تقاطع المُنحنى مع المحور العمودي؟

.....

.....

.....

b. ما مدى قُرب المقدار الذي حصلنا عليه من خلال تقاطع المُنحنى مع المحور العمودي، مع المقدار المُسجّل للقوّة الدافعة الكهربائيّة في البطّاريّة؟

.....

.....

.....

c. ما دور المقاومة المُتغيّرة في الدائرة الكهربائيّة؟

.....

.....

.....

تم تحميل هذا الملف من
موقع المناهج القطرية
aiManahj.com/qa