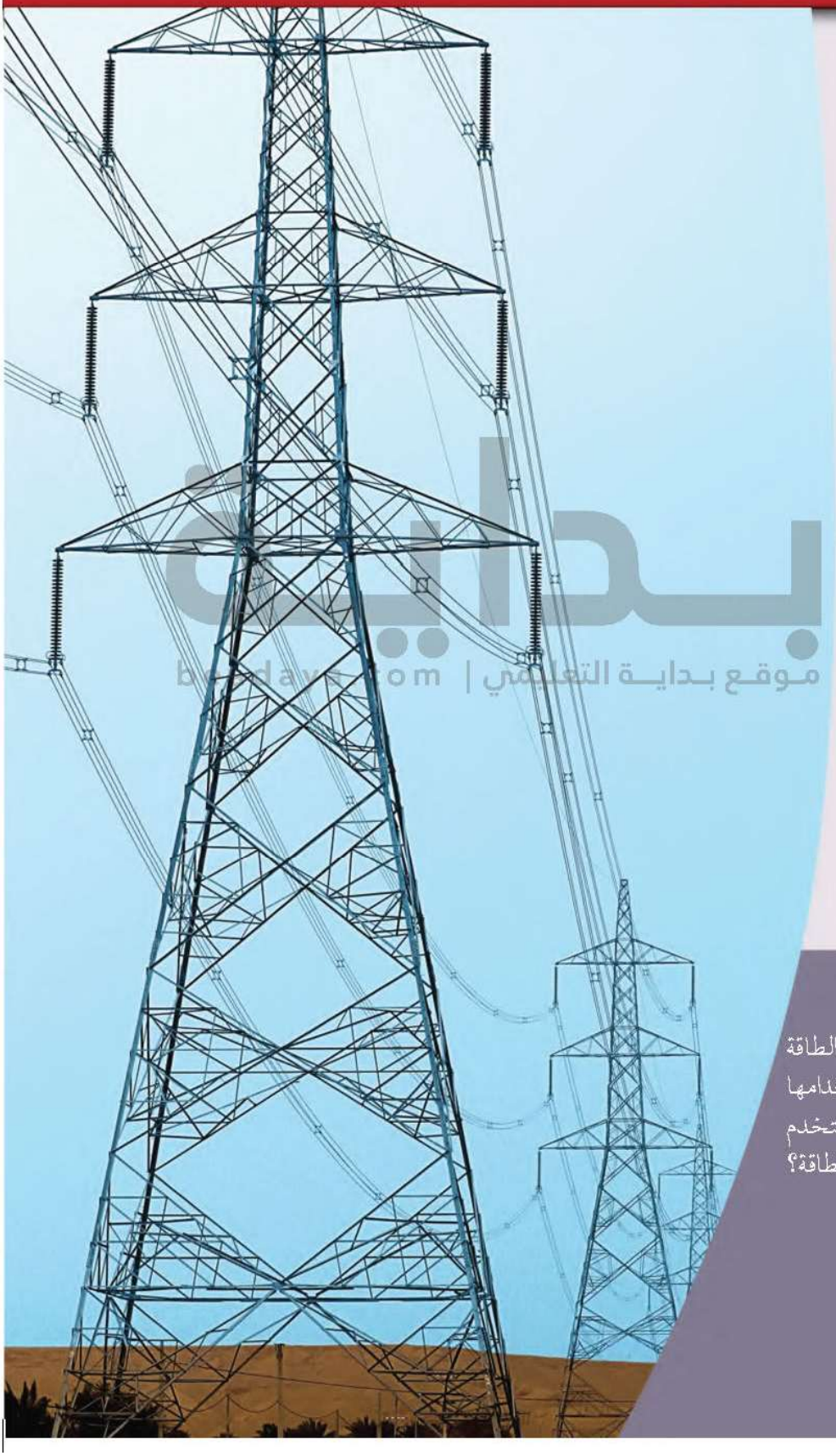
الفصل 4

الكهرباء التيارية
Current Electricity



ما الذي ستتعلمه في هذا الفصل؟

- توضيح تحوّلات الطاقة في الدوائر الكهربائية.
- حل مسائل تتضمن التيار الكهربائي وفرق الجهد والمقاومة.
- رسم دوائر كهربائية بسيطة.

الأهمية

يعتمد مبدأ عمل الأدوات والأجهزة الكهربائية التي تستعملها على مقدرة الدوائر الكهربائية فيها على نقل الطاقة الناتجة عن فرق الجهد، ومن ثم إنجاز شغل.

أسلاك نقل القدرة تنتشر شبكة أسلاك نقل الطاقة الكهربائية في طول البلاد وعرضها لنقل الطاقة إلى الأماكن التي تحتاج إليها. وتتم عملية النقل هذه عند فروق جهد كبيرة، تصل غالبًا إلى 500,000 V.

بداية
موقع بداية التعليمي | bedaya.com

فكّر ◄

تكون فروق الجهد (الفولتيات) في أسلاك نقل الطاقة الكهربائية كبيرة جدًّا، بحيث لا يمكن استخدامها بصورة آمنة في المنازل والشركات. فلماذا تستخدم مثل هذه الفولتيات الكبيرة في أسلاك نقل الطاقة؟

رابط الدرس الرقمي
www.ien.edu.sa

تجربة استهلالية

هل يمكنك إنارة مصباح كهربائي؟

سؤال التجربة إذا أُعطيت سلكًا وبطارية ومصباحًا، فهل يمكنك إنارة المصباح؟

الخطوات

1. احصل من معلمك على مصباح كهربائي وسلك وبطارية، ثم حاول إيجاد الطرائق الممكنة لإنارة المصباح. ***تحذير: السلك حاد، وقد يجرح الجلد، كما أنه يسخن إذا وُصلت نهايتاه بقطبي بطارية.***
2. أنشئ رسمًا تخطيطيًّا لطريقتين يُمكنك بهما إنارة المصباح. تأكد من كتابة أسماء الأجزاء؛ البطارية والسلك والمصباح على الرسم.
3. أنشئ رسمًا تخطيطيًّا لثلاث طرائق على الأقل لا يُمكنك استعمالها في إنارة المصباح.

التحليل

كيف يمكنك معرفة ما إذا كان التيار الكهربائي يسري في الدائرة أم لا؟ وما العلاقة المشتركة بين رسومك الخاصة والمصباح المضيء؟ وما العلاقة المشتركة بين رسومك الخاصة والمصباح غير المضيء؟ وفقًا لملاحظاتك، ما الشروط التي يجب توافرها لكي يضيء المصباح؟

التفكير الناقد ما الذي يؤدي إلى سريان الكهرباء في المصباح؟

4–1 التيار الكهربائي والدوائر الكهربائية Current and Circuits

بوابة الدراسات العليمية beadaya.com

الأهداف

- **تصف** الشروط اللازمة لسريان تيار كهربائي في دائرة كهربائية.
- **توضح** قانون أوم.
- **تُصمم** دوائر كهربائية مغلقة.
- **تُفرق** بين القدرة والطاقة في دائرة كهربائية.

المفردات

التيار الكهربائي	التيار الاصطلاحي
البطارية	الدائرة الكهربائية
حفظ الشحنة	الأمبير
المقاومة الكهربائية	التوصيل على التوازي
التوصيل على التوالي	

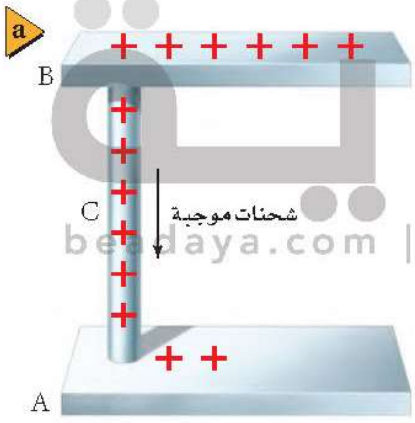
لا يمكن الاستغناء عن الطاقة الكهربائية في حياتنا اليومية؛ وهي لا تفنى بل تتحول إلى أشكال أخرى بسهولة. فهناك أمثلة كثيرة على ذلك؛ ففي منزلك تساعدك الأنوار على القراءة، كما يعتمد عمل الحواسيب على الكهرباء. أما خارج المنزل فمصابيح إنارة الشوارع والإشارات الضوئية تستخدم تدفق الشحنات الكهربائية. وستتعلم في هذا الفصل كيف يرتبط فرق الجهد، والمقاومة، والتيار معًا، وستتعرّف أيضًا القدرة الكهربائية وتحولات الطاقة.

تعلم أن للماء المتدفق من أعلى شلال طاقة وضع وطاقة حركية. ورغم توافر كمية كبيرة من طاقتي الوضع والحركة الطبيعيتين في بعض المصادر الطبيعية كما في الشلالات وموجات البحر مثلًا، وبسبب بُعد هذه المصادر عن مناطق السكن والمصانع فنضطر إلى نقلها بكفاءة. وتعدّ الطاقة الكهربائية الوسيلة الأمثل لنقل كميات كبيرة من الطاقة مسافات كبيرة دون فقد جزء كبير منها. وتتم عملية النقل هذه عادة عند فروق جهد كبيرة عبر أسلاك نقل القدرة، كتلك الموضحة في الصفحة السابقة. وعندما تصل هذه الطاقة إلى المستهلك يُمكن تحويلها بسهولة إلى شكل آخر، أو مجموعة أشكال أخرى، منها: الطاقة الصوتية، والطاقة الضوئية، والطاقة الحرارية، والطاقة الحركية.

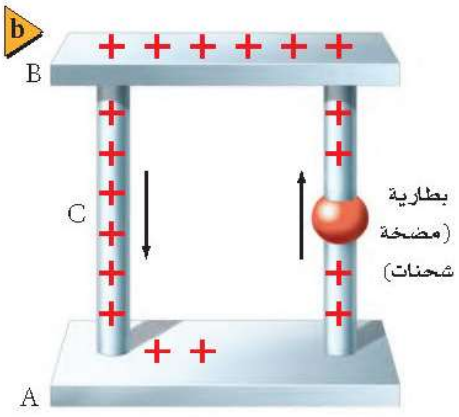
توليد التيار الكهربائي Producing Electric Current

تعلمت سابقًا أنه عند تلامس كرتين موصلتين تتدفق الشحنات من الكرة ذات الجهد الأعلى إلى الكرة ذات الجهد المنخفض، ويستمر التدفق حتى يتلاشى فرق الجهد بينهما.

ويسمّى المعدل الزمني لتدفق الشحنة الكهربائية **التيار الكهربائي**. ويوضح **الشكل 4–1a** لوحين موصلين A و B، تم توصيلهما بسلك موصل C. ولأن جهد B أكبر من جهد A فإن الشحنات تتدفق من B إلى A عبر السلك C. ويسمّى تدفق الشحنات الموجبة **التيار الاصطلاحي**. ويتوقف التدفق عندما يصبح فرق الجهد بين A و B و C صفرًا. ويمكنك المحافظة أو الإبقاء على وجود فرق جهد كهربائي بين A و B عن طريق ضخ جسيمات مشحونة من اللوح A لتعود إلى اللوح B، كما هو موضّح في **الشكل 4–1b**. ولأن المضخة (مصدر الجهد) تعمل على زيادة طاقة الوضع الكهربائية للشحنات فإنها تحتاج إلى مصدر طاقة خارجي حتى تعمل. ولهذه الطاقة مصادر متنوعة؛ فمثلًا تعد الخلية الفولتية، أو الخلية الجلفانية (البطارية الجافة الشائعة)، أحد هذه المصادر المألوفة؛ إذ تقوم بتحويل الطاقة الكيميائية إلى طاقة كهربائية. وعند وصل عدة خلايا جلفانية معًا يتشكل ما يسمى **البطارية**. وهناك مصدر آخر للطاقة الكهربائية، وهو خلية الفولتية الضوئية أو الخلية الشمسية، حيث تعمل هذه الخلية على تحويل الطاقة الضوئية إلى طاقة كهربائية.



لايسري تيار



يسري تيار

الشكل 4–1 يُعرّف التيار الاصطلاحي بأنه تدفق الشحنات الموجبة من اللوح الموجب إلى اللوح السالب (a). ويضخ المولّد الشحنات الموجبة لتعود إلى اللوح الموجب، مما يؤدي إلى استمرار سريان التيار (b). وفي أغلب الفلزات تتدفق الإلكترونات ذات الشحنة السالبة من اللوح السالب إلى اللوح الموجب، مما يجعل الشحنات الموجبة تبدو وكأنها تتحرك في الاتجاه المعاكس.

بداية
موقع بداية التعليمي | bedaya.com

الدوائر الكهربائية Electric Circuits

تتحرك الشحنات الموضحة في **الشكل 1b–4** في مسار مغلق، بحيث تتحرك في دورة تبدأ من البطارية (المضخة)، ثم تصل إلى اللوح B من خلال الموصل C، وتصل بعد ذلك إلى اللوح A لتعود إلى المضخة مرة أخرى. وتسمى أي حلقة مغلقة أو مسار موصل يسمح بتدفق الشحنات الكهربائية **الدائرة الكهربائية**. وتحتوي الدائرة على بطارية (مضخة للشحنات)، تعمل على زيادة طاقة الوضع الكهربائية للشحنات المتدفقة من A إلى B، كما تحتوي أيضًا على أداة تقلل من طاقة الوضع الكهربائية للشحنات المتدفقة من B إلى A. وتتحول عادة طاقة الوضع التي تفقدها الشحنات المتحركة (qV) بهذه الأداة إلى أشكال أخرى للطاقة. فمثلاً يعمل المحرك على تحويل الطاقة الكهربائية إلى طاقة حركية، ويحوّل المصباح الطاقة الكهربائية إلى طاقة ضوئية، وتحوّل المدفأة الطاقة الكهربائية إلى طاقة حرارية.

فدور البطارية هو تزويد الشحنات الكهربائية بطاقة تمكنها من التدفق في الدائرة مشكلة تيارا كهربائيًّا.

حفظ الشحنة الشحنات لا تفنى ولا تستحدث، ولكن يمكن فصلها؛ لذا فإن الكمية الكلية للشحنة – عدد الإلكترونات السالبة والأيونات الموجبة – في الدائرة لا تتغير. فإذا تدفق كولوم واحد من الشحنات الكهربائية خلال ثانية واحدة في جزء من الدائرة الكهربائية المغلقة فسيتدفق المقدار نفسه من الشحنات في جميع أجزاء الدائرة نفسها، لذا تكون كمية الشحنة محفوظة. كما تكون الطاقة محفوظة أيضًا؛ حيث إن التغير في الطاقة الكهربائية ΔE يساوي qV. ولأن q محفوظة فإن التغير الكلي في طاقة الوضع للشحنات التي تحركت دورة كاملة في الدائرة الكهربائية يساوي صفرًا. وتكون الزيادة في فرق الجهد في جزء من دائرة كهربائية مساوية للنقصان في فرق الجهد خلال الأجزاء الأخرى منها.

beadaya.com | بداية التعليمي

معدل تدفق الشحنة ومعدل تحول الطاقة
Rates of Charge Flow and Energy Transfers

تمثّل القدرة المعدل الزمني لتحوّل الطاقة، وتُقاس بوحدة الواط W. فإذا حوّل مولّد كهربائي 1 J من الطاقة الحركية إلى طاقة كهربائية في كل ثانية فعندئذ يمكننا القول إن المولد يحول الطاقة بمعدل 1 J/s أو 1 W. وتعتمد الطاقة التي يحملها التيار الكهربائي على كمية الشحنات المنقولة q، كما تعتمد أيضًا على فرق الجهد V بين طرفي المسار الذي يتحرك فيه التيار؛ أي أن $E = qV$. ويسمّى معدل تدفق الشحنة الكهربائية q/t شدة التيار الكهربائي، ويقاس بوحدة كولوم لكل ثانية؛ حيث وحدة قياس كمية الشحنة الكهربائية هي الكولوم، كما درست سابقًا. ويُرمز إلى التيار الكهربائي بالرمز I، لذا فإن $I = q/t$. ويسمّى تدفق 1 C/s **الأمبير**، ويرمز له بالرمز A. وهي الوحدة المعيارية لشدة التيار الكهربائي في النظام الدولي للوحدات SI.

ترتبط الطاقة التي يحملها التيار الكهربائي مع الجهد الكهربائي من خلال العلاقة $E = qV$. وحيث إن التيار $I = q/t$ يمثّل المعدل الزمني لتدفق الشحنة فإنه يمكن تحديد القدرة، $P = E/t$، لجهاز كهربائي بضرب الجهد في التيار. ولاشتقاق هذه الصورة المألوفة لمعادلة القدرة الكهربائية الواصلة إلى جهاز كهربائي يمكنك استخدام العلاقة $P = E/t$، ثم تعوّض فيها العلاقتين الآتيتين $E = qV$ و $q = It$.

القدرة $P = IV$

القدرة تساوي شدة التيار مضروبًا في فرق الجهد.

إذا كان التيار المار في محرّك كهربائي يساوي 3.0 A، وفرق الجهد 120 V فإن قدرة المحرك تحسب كما يأتي: $P = (3.0\ C/s)(120\ J/C) = 360\ J/s$ والتي تساوي 360 W.

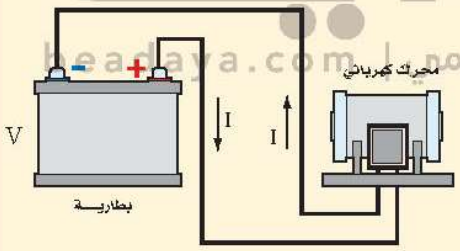
مثـــال 1

القدرة الكهربائية والطاقة ولّدت بطارية جهدها 6.0 V تيارًا مقداره 0.50 A في محرك كهربائي عند وصله بطرفيها. احسب مقدار:

a. القدرة الواصلة إلى المحرك.

b. الطاقة الكهربائية الواصلة إلى المحرك، إذا تم تشغيله مدة 5.0 min.

1 تحليل المسألة ورسمها



- ارسم دائرة تبين فيها الطرف الموجب لبطارية موصول بمحرك، والسلك الراجع من المحرك موصول بالطرف السالب للبطارية.
- وضّح اتجاه التيار الاصطلاحي.

المعلوم	المجهول
$V = 6.0\ V$	$P = ?$
$I = 0.50\ A$	$E = ?$
$t = 5.0\ min$	

دليل الرياضيات

الأرقام المعنوية

2 إيجاد الكمية المجهولة

a. استخدم المعادلة $P = IV$ لإيجاد القدرة.

بالتعويض عن $V = 6.0\ V$ و $I = 0.50\ A$

$$P = IV$$
$$= (0.50\ A)(6.0\ V)$$
$$= 3.0\ W$$

بداية
موقع بداية التعليمي
bedaya.com

b. تعلمت سابقًا أن $P = E/t$. حل هذه المعادلة بالنسبة لـ E لإيجاد الطاقة الكهربائية الواصلة إلى المحرك.

$$E = Pt$$

$$= (3.0\ J/s)(5.0\ min)\left(\frac{60\ s}{1\ min}\right)$$ بالتعويض عن $t = 5.0\ min$ ،$P = 3.0\ W$

$$= 9.0\times10^{2}\ J$$

3 تقويم الجواب

- **هل الوحدات صحيحة؟** تم قياس القدرة بالواط، والطاقة بالجول.
- **هل الجواب منطقي؟** مقدار التيار والجهد قليلان نسبيًّا، لذا يكون المقدار القليل للقدرة منطقيًّا.

مسائل تدريبية

1. إذا مرّ تيار كهربائي مقداره 0.50 A في مصباح كهربائي فرق الجهد بين طرفيه 125 V، فما المعدل الزمني لتحويل الطاقة الكهربائية إلى طاقة ضوئية؟ افترض أن كفاءة المصباح 100%. P = IV = 63 W
2. تَوَلّد تيار مقداره 2.0 A في مصباح متصل ببطارية سيارة. ما مقدار القدرة المستهلكة في المصباح إذا كان فرق الجهد عليه 12 V؟ P = IV = 24 W
3. ما مقدار التيار الكهربائي المار في مصباح قدرته 75 W متصل بمصدر جهد مقداره 125 V؟
4. يمرّ تيار كهربائي مقداره 210 A في جهاز بدء التشغيل في محرك سيارة. فإذا كان فرق الجهد بين قطبي البطارية 12 V فما مقدار الطاقة الكهربائية التي تصل إلى جهاز بدء التشغيل خلال 10.0 s؟
5. مصباح كهربائي كُتب عليه 0.90 W. إذا كان فرق الجهد بين طرفيه 3.0 V فما مقدار شدة التيار المار فيه؟

حل المسألة 3:

$$P = IV$$

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

$$= 0.6\ A$$

حل المسألة 4:

$P = IV$, $E = Pt$

$E = IVt = 2.5\times10^{4}\ J$

حل المسألة 5:

$$P = IV$$

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

$$= 0.3\ A$$

المقاومة الكهربائية وقانون أوم Resistance and Ohm's Law

درس العـالم أوم(1854–1787) العلاقة بين التيار وفرق الجهـد، وتوصل إلى أن التيار الكهربائي يتناسب طرديًّا مع فرق الجهد، وعُرفت هذه النتيجة باسم قانون أوم. افترض أن هناك فرق جهد كهربائي بين موصلين، فإذا وصلا بقضيب نحاسي، فسينتج عن ذلك تيار كهربائي كبير. أما عند وضع قضيب زجاجي بينهما فغالبًا لن يسري تيار كهربائي. وتسمّى الخاصية التي تحدد مقدار التيار الذي سيمر **المقاومة الكهربائية**. يحتوي **الجدول 1–4** على قائمة لبعض العوامل التي تؤثر في المقاومة، حيث يتم قياس المقاومة بتطبيق فرق جهد على طرفي الموصل، ثم قسمة الجهد على التيار المتولّد. وتعرّف المقاومة R بأنها نسبة فرق الجهد الكهربائي V إلى التيار الكهربائي I.

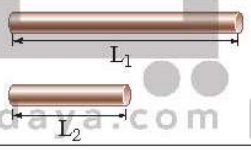
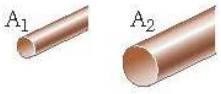
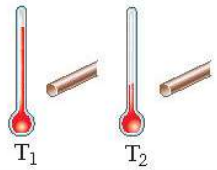
المقاومة $R = \frac{V}{I}$

المقاومة تساوي فرق الجهد الكهربائي مقسومًا على شدة التيار.

تُقاس مقاومـة موصل R بوحدة الأوم، ويعرّف الأوم الواحد (1 Ω) بأنه مقاومة موصل

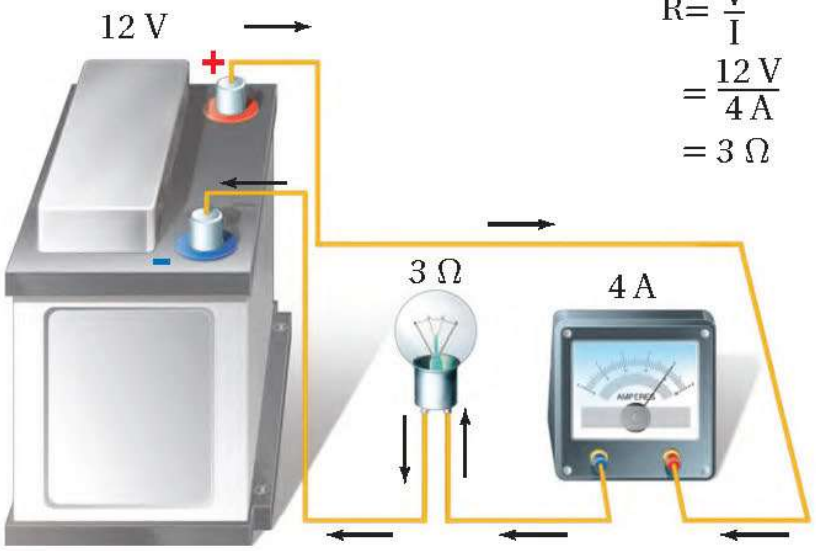
الجدول 1-4

تغير المقاومة

العامل	كيفية تغيُّر المقاومة	مثال
الطول	تزداد المقاومة الكهربائية بزيادة الطول.	$R_{l1} > R_{l2}$ 
مساحة المقطع العرضي	تزداد المقاومة الكهربائية بنقصان مساحة المقطع العرضي.	$R_{A1} > R_{A2}$ 
درجة الحرارة	تزداد المقاومة بزيادة درجة الحرارة.	$R_{T1} > R_{T2}$ 
نوع المادة	عند تثبيت كلٍّ من الطول ومساحة المقطع العرضي ودرجة الحرارة، تتغير المقاومة الكهربائية وفق نوع المادة المستخدمة.	تزداد R البلاتين الحديد الألومنيوم الذهب النحاس الفضة

beadaya.com | موقع بداية التعليمي

$$R = \frac{V}{I}$$
$$= \frac{12\ V}{4\ A}$$
$$= 3\ \Omega$$



■ **الشكل 2–4** يعُرّف الأوم الواحد (1 Ω) بأنه 1 V/A. يمر تيار كهربائي مقداره 4 A في دائرة كهربائية تحوي مقاومة كهربائية مقدارها 3 Ω عند وصلها ببطارية فرق الجهد بين قطبيها 12 V.

يمر فيه تيار شدته 1 A عندما يكون فرق الجهد بين طرفيه 1 V. ويوضّح **الشكل 2–4** دائرة كهربائية بسيطة تربط بين المقاومة والتيار والجهد. وقد أكملت الدائرة الكهربائية بتوصيل أميتر بها؛ وهو جهاز يقيس شدة التيار الكهربائي.

وقد سُمّيت وحدة المقاومة الأوم نسبة إلى العالم الألماني جورج سيمون أوم، الذي وجد أن النسبة بين فرق الجهد بين طرفي موصل وشدة التيار المار فيه ثابتة للموصل الواحد. ولا تتغير مقاومة معظم الموصلات بتغير مقدار أو اتجاه الجهد المُطبّق عليها. ويُقال عن الموصل إنه يُحقّق قانون أوم إذا كانت مقاومته ثابتة لا تعتمد على فرق الجهد بين طرفيه.

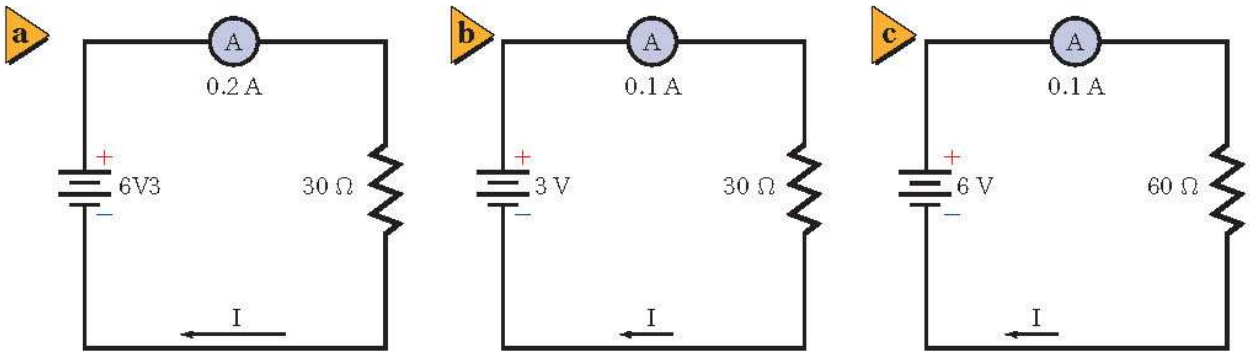
وتُحقّق معظم الموصلات الفلزية قانون أوم ضمن حدود معينة لفروق الجهد، وتعتمد مقاومة تلك الموصلات على طول الموصل ومساحة مقطعه العرضي ونوع مادته إضافة إلى درجة حرارته. إلا أن هناك العديد من الأجهزة المهمة لا تُحقّق قانون أوم. فالمذياع والآلة الحاسبة يحتويان عددًا من الترانزستورات والصمامات الثنائية (الدايودات)، وحتى المصباح الكهربائي له أيضًا مقاومة تعتمد على درجة حرارته، كما أنه لا يُحقّق قانون أوم.

إن مقاومة الأسلاك المستخدمة في توصيل الأجهزة الكهربائية قليلة. فمقاومة سلك مثالي طوله 1 m من النوع المستخدم في مختبرات الفيزياء تساوي 0.03 Ω، أما الأسلاك المستخدمة في التمديدات المنزلية فتكون مقاومتها صغيرة وتساوي 0.004 Ω تقريبًا لكل متر من طولها. ولأن مقاومة هذه الأسلاك قليلة جدًّا فإنه لا يحدث – غالبًا – نقصان أو هبوط للجهد خلالها. ولإنتاج هبوط أكبر في الجهد يلزم وجود مقاومة كبيرة مُتركِّزة في حجم صغير. ويمكن صنع المقاومات من الجرافيت أو أشباه الموصلات أو باستعمال أسلاك طويلة ورفيعة.

تطبيق الفيزياء

المقاومة الكهربائية تبلغ مقاومة مصباح كهربائي مُضاء قدرته الكهربائية 100 W حوالي 140 Ω. أما عند إطفائه وتركه حتى تصبح درجة حرارته مساويةً درجة حرارة الغرفة فتنخفض مقاومته إلى 10 Ω فقط. ويرجع سبب هذا الاختلاف في المقاومة إلى الاختلاف الكبير بين درجة حرارة الغرفة ودرجة حرارة المصباح المُضاء.

beadaya.com

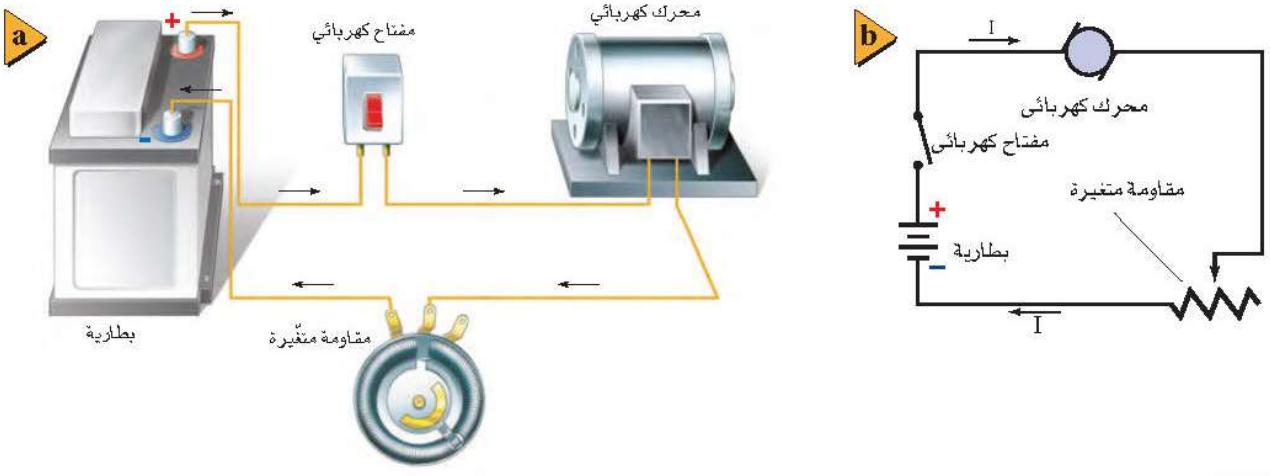


■ **الشكل 3–4** يمكن التحكم في التيار المار في الدائرة البسيطة الموضحة في الشكل (a) عن طريق إزالة بعض الخلايا الجافة (b) أو بزيادة مقاومة الدائرة (c).

وهناك طريقتان للتحكم في شدة التيار المار في دائرة كهربائية؛ حيث يمكن التحكم في شدة التيار الكهربائي I عن طريق تغيير V أو R أو كليهما؛ وذلك لأن $I = V/R$. ويوضّح **الشكل 3a–4** دائرة بسيطة؛ فعندما تكون V تساوي 6 V، و R تساوي 30 Ω يكون مقدار التيار 0.2 A. فكيف يمكن تقليل مقدار التيار ليصبح 0.1 A؟ بالرجوع إلى قانون أوم تلاحظ أنه كلما زاد فرق الجهد المُطبّق على مقاومة زادت شدة التيار الكهربائي المار فيه، أما إذا قلّ فرق الجهد المُطبّق على المقاومة إلى النصف فسوف تقل شدة التيار المار فيه إلى النصف أيضًا. ويوضح **الشكل 3b–4** أن الجهد المُطبّق على طرفي المقاومة قلّ من 6 V إلى 3 V؛ وذلك لتقليل التيار ليصبح 0.1 A. وهناك طريقة أخرى لتقليل التيار حتى يصبح 0.1 A، وذلك بوضع مقاومة 60 Ω بدلاً من المقاومة 30 Ω، كما هو موضّح في **الشكل 3c–4**.

وتُستخدم المقاومات عادة للتحكم في التيار المار في الدائرة الكهربائية، أو في أجزاء منها. ونحتاج أحيانًا في بعض التطبيقات إلى تغيير سلس ومستمر للتيار. فمثلاً تسمح أدوات التحكم في السرعة في بعض المحركات الكهربائية بتغيير دوران المحرك على مدى واسع ومستمر بدلاً من تلك التغييرات التي تكون محدّدة في صورة خطوة–خطوة. ولتحقيق هذا النوع من التحكم تُستخدم مقاومة متغيرة. ويوضح **الشكل 4–4** دائرة كهربائية تحتوي على مقاومة متغيرة. وتتكون بعض المقاومات المتغيرة من ملف مصنوع من سلك

■ **الشكل 4–4** يمكن استعمال مقاومة متغيرة للتحكم في التيار المار في دائرة كهربائية.



qiblah
qiblah.com

فلزي ونقطــة اتصال منزلقة (متحركة). وبتحريك نقطــة الاتصال إلى مواقع مختلفة على الملف يتغير طول الســلك الذي يصبح ضمن الدائرة الكهربائية؛ فبزيادة طول الســلك في الدائــرة تزداد مقاومة الدائرة، لذا يتغير التيار وفــق المعادلة $I = V/R$. وبهذه الطريقة يمكن تعديل سرعة محرك من دوران سريع عندما يكون طول الســلك في الدائرة قصيرًا، ليصبح دورانه بطيئًا عند زيادة طول السلك في الدائرة. وهناك أمثلة أخرى على استخدام المقاومات المتغيرة للتحكم في مســتويات الطاقــة الكهربائية في التلفــاز وضبطها، مثل التحكم في الصوت ودرجة سطوع الصورة وتباينها والألوان، وتعدّ جميع أدوات الضبط هذه مقاومات متغيرة.

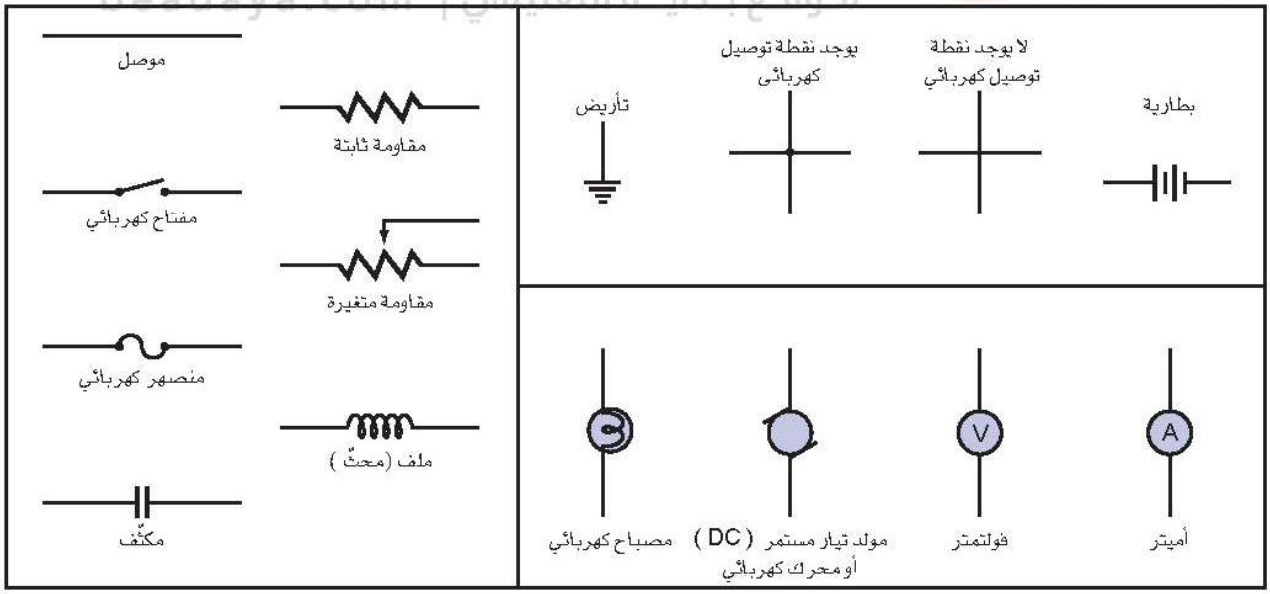
الربط مع الأحياء

جسم الإنسان يؤثر جســم الإنســان بوصفه مقاومة متغيرة؛ حيث تكون مقاومة الجلد الجاف كبيرة بقدر كافٍ لجعل التيارات الناتجة عن الجهود الصغيرة والمعتدلة قليلة. أما إذا أصبح الجلد رطبًا فستكون مقاومته أقل. وقد يرتفع التيار الكهربائي الناتج عن هذه الجهود إلى مستويات خطرة. ويمكن الشعور بتيار كهربائي صغير يصل مقداره إلى قيمة قريبة من 1 mA في صورة صدمة كهربائية خفيفة. أما التيارات التي مقاديرها قريبة من 15 mA فقد تؤدي إلى فقدان الســيطرة على العضلات. في حين أن التيــارات التي مقاديرها قريبة من 100 mA قد تؤدي إلى الموت.

تمثيل الدوائر الكهربائية Diagramming Circuits

يمكن وصف دائرة كهربائية بســيطة بالكلمات، كما يمكن أيضًا تصويرها فوتوجرافيًّا أو بالرسم الفني لأجزائها. وترســم الدوائر الكهربائية غالبًا باستخدام رموز معينة لأجزاء الدائرة، ومثل هذا الرســم يسمّى الرسم التخطيطي للدائرة. ويوضح **الشكل 5–4** بعض الرموز المستخدمة في الرسوم التخطيطيّة للدوائر الكهربائية.

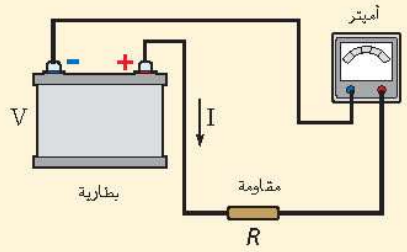
بوابة الدراية
beadaya.com | موقع بوابة الدراية التعليمي



الشكل 5–4 تستخدم هذه الرموز عادةً للرسم التخطيطي للدوائر الكهربائية.

مثـــال 2

التيار المار في مقاومة وصلت بطارية فرق الجهد بين قطبيها 30.0 V بمقاومة مقدارها 10.0 Ω. ما مقدار التيار المار في الدائرة؟



تحليل المسألة ورسمها

- ارسم دائرة تحتوي على بطارية وأميتر ومقاوم.
- وضّح اتجاه التيار الاصطلاحي.

المعلوم	المجهول
$V = 30.0\ V$ $R = 10.0\ \Omega$	$I = ?$

2 إيجاد الكمية المجهولة

استخدم المعادلة $I = V/R$، لإيجاد التيار:

دليل الرياضيات
إجراء العمليات الحسابية باستعمال الأرقام المعنوية

بالتعويض عن $V = 30.0\ V$، $R = 10.0\ \Omega$

$$I = \frac{V}{R}$$
$$= \frac{30.0\ V}{10.0\ \Omega} = 3.00\ A$$

3 تقويم الجواب

- **هل الوحدات صحيحة؟** يُقاس التيار بوحدة الأمبير A.
- **هل الجواب منطقي؟** الجهد كبير والمقاومة قليلة، لذا يكون مقدار التيار 3.00 A منطقيًّا.

مسائل تدريبية

افترض في هذه المسائل جميعها أن جهد البطارية ومقاومات المصابيح ثابتة، بغض النظر عن مقدار التيار.

beadaya.com | موقع بداية التعليمي

6. إذا وُصل محرك بمصدر جهد، وكانت مقاومة المحرك في أثناء تشغيله 33 Ω، ومقدار التيار المار في تلك الدائرة 3.8 A، فما مقدار جهد المصدر؟
7. يمر تيار مقداره $2.0\times10^{-4}\ A$ في مجسّ عند تشغيله ببطارية جهدها 3.0 V. ما مقدار مقاومة دائرة جهاز المجسّ؟
8. يسحب مصباح تيارًا مقداره 0.50 A عند توصيله بمصدر جهد مقداره 120 V. احسب مقدار:
   a. مقاومة المصباح. b. القدرة الكهربائية المستهلكة في المصباح.
9. وصِل مصباح كُتب عليه 75 W بمصدر جهد 125 V، احسب مقدار:
   a. التيار المار في المصباح. b. مقاومة المصباح.
10. في المسألة السابقة، إذا أُضيفت مقاومة للمصباح لتقليل التيار المار فيه إلى نصف قيمته الأصلية، فما مقدار:
    a. فرق الجهد بين طرفي المصباح؟
    b. المقاومة التي أُضيفت إلى الدائرة؟
    c. القدرة الكهربائية التي يستهلكها المصباح الآن؟

حل المسألة 6:

$$V = IR = 1.2 \times 10^2\ V$$

حل المسألة 7:

$$R = \frac{V}{I}$$
$$= 1.5 \times 10^5 \Omega$$

حل المسألة 8-a:

$$R = \frac{V}{I}$$
$$= 2.4 \times 10^2 \Omega$$

حل المسألة 8-b:

$$P = IV = 6 \times 10\ W$$

بقية الإجابات في الصفحة التالية

9. وصِل مصباح كُتب عليه 75 W بمصدر جهد 125 V، احسب مقدار:
a. التيار المار في المصباح. b. مقاومة المصباح.

حل a:

$$I = \frac{P}{V} = 0.6\ \text{A}$$

حل b:

$$R = \frac{\text{V}}{\text{I}} = 2.1 \times 10^2 \Omega$$

10. في المسألة السابقة، إذا أُضيفت مقاومة للمصباح لتقليل التيار المار فيه إلى نصف قيمته الأصلية، فما مقدار:
a. فرق الجهد بين طرفي المصباح؟
b. المقاومة التي أُضيفت إلى الدائرة؟
c. القدرة الكهربائية التي يستهلكها المصباح الآن؟

وزارة التـ
of Education

حل a:

$$\text{V} = \text{IR} = 6.3 \times 10\ \text{V}$$

بداية
beadava.com | موقع بداية التعليم

حل b:

$$\text{R}_{\text{total}} = \frac{\text{V}}{\text{I}} = 4.2 \times 10^2 \Omega$$

$$\text{R}_{\text{res}} = \text{R}_{\text{total}} - \text{R}_{\text{lamp}} = 2.1 \times 10^2 \Omega$$

حل c:

$$P = IV = 19\ \text{W}$$

■ **الشكل 6–4** تمثيل تصويري لدائرة بسيطة (a)، وتمثيل آخر تخطيطي (b).

يوضح **الشكلان 6a–4 و 6b–4** الدائرة نفسها بالرسم التصويري والرسم التخطيطي. ولعلك تلاحظ أن الشحنة الكهربائية في كلا الشكلين تتدفق خارجةً من القطب الموجب للبطارية. ولإنشاء الرسوم التخطيطية للدوائر الكهربائية استخدم استراتيجية حل المسألة أدناه، وحدّد دائمًا اتجاه التيار الاصطلاحي.

تعلمت أن الأميتر يقيس التيار، والفولتمتر يقيس فرق الجهد. ولكل جهاز طرفان يميَّزان عادة بـ + و – لأجهزة قياس التيار المستمر. يقيس الفولتمتر فرق الجهد على أيٍّ من أجزاء الدائرة أو عناصرها. ولقياس فرق الجهد الكهربائي على أيّ عنصر في الدائرة، يوصل دائمًا طرف الفولتمتر الموجب + بطرف العنصر الأقرب إلى القطب الموجب للبطارية، ويوصل الطرف الآخر للفولتمتر بالطرف الآخر للعنصر.

استراتيجيات حل المسألة

إنشاء الرسوم التخطيطية

اتبع هذه الخطوات عند إعداد الرسوم التخطيطية:

1. ارسم رمز البطارية أو رمز أي مصدر آخر للطاقة الكهربائية، مثل البطارية الموضّحة في الجانب الأيسر من أعلى الصفحة، واجعل الطرف الموجب، وهو الخط الأكبر، في الأعلى.
2. ارسم سلكًا خارجًا من الطرف الموجب للبطارية، وعند الوصول إلى مقاومة أو أيّ مكون (عنصر) آخر، ارسم الرمز الخاص به.
3. عند الوصول إلى نقطة يكون عندها مساران للتيار الكهربائي، كتلك النقطة الموصول عندها الفولتمتر، نرسم الرمز ⊥ في الرسم التخطيطي. اتبع أحد المسارين إلى أن يتجمع مسارا التيار مرة أخرى، ثم ارسم بعد ذلك المسار الثاني.
4. اتبع مسار التيار حتى تصل إلى الطرف السالب للبطارية، والذي يرسم على شكل خط موازٍ للطرف الموجب، ولكنه أقصر.
5. تحقّق من صحة عملك، وأنه تضمن كل الأجزاء، وأن المسارات مكتملة ليمر التيار.

تجربة

تأثيرات التيار الكهربائي

هل تعتقد أن التيار يقل عند مروره خلال عناصر مختلفة في الدائرة؟ اعمل كالعلماء لكي تتمكّن من اختبار هذا السؤال عمليًّا.

1. ارسم دائرة كهربائية تتضمن مصدر قدرة ومصباحين كهربائيين صغيرين.
2. ارسم الدائرة مرة أخرى، وضمّن رسمك أميترًا؛ حتى تتمكن من قياس التيار بين مصدر القدرة والمصباحين.
3. ارسم رسمًا تخطيطيًّا ثالثًا للدائرة الكهربائية، على أن توضح فيه الأميتر في موقع يُمكّنك من قياس التيار الكهربائي المار بين المصباحين.

التحليل والاستنتاج

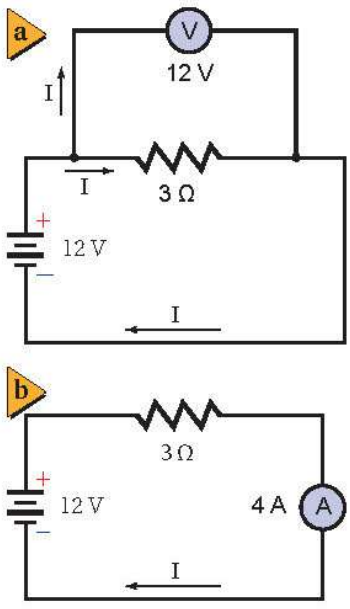
4. توقع هل يكون التيار بين المصباحين أكبر من التيار الذي يكون قبلهما، أو أقل منه، أو يبقى ثابتًا؟ وضّح إجابتك.
5. **اختبر توقعك** عن طريق تركيب الدوائر الكهربائية. ***تحذير: السلك حاد، وقد يجرح الجلد.***

بداية
موقع بداية التعليمي | beadaya.com

بقية الإجابات في الصفحة التالية

مسائل تدريبية

11. ارسم رسمًا تخطيطيًّا لدائرة توالٍ تحتوي على بطارية فرق الجهد بين طرفيها 60.0 V، وأميتر، ومقاومة مقدارها 12.5 Ω، وأوجد قراءة الأميتر، وحدّد اتجاه التيار.
12. أضف فولتمتر إلى الرسم التخطيطي للدائرة الكهربائية في المسألة السابقة لقياس فرق الجهد بين طرفي المقاومتين، ثم أعد حلّها.
13. ارسم دائرة على أن تستخدم بطارية ومصباحًا ومفتاحًا كهربائيًّا ومقاومة متغيرة لتعديل سطوع المصباح.



الشكل 7–4 يبين هذان الرسمان التخطيطيان دائرة توازٍ (a) ودائرة توالٍ (b) كهربائيتين.

عند توصيل فولتمتر بين طرفي عنصر في دائرة كهربائية فإن هذا التوصيل يسمّى **التوصيل على التوازي**، كما هو موضّح في **الشكل 7a–4**. ويُسمّى أيّ توصيل كهربائي يتفرّع فيه التيار إلى مسارين أو أكثر التوصيلَ على *التوازي*. ويكون فرق الجهد بين طرفي الفولتمتر مساويًا لفرق الجهد بين طرفي العنصر في الدائرة، لذا يرافق حالة التوصيل على التوازي دائمًا العبارة الآتية: *"الجهد متساوٍ"*.

يقيس الأميتر التيار المار في عنصر في الدائرة. والتيار نفسه الذي يمر في العنصر يجب أن يمر في الأميتر، لذا يكون هناك مسار واحد فقط للتيار. ويسمّى التوصيل في حالة وجود مسار واحد فقط للتيار في الدائرة **التوصيلَ على التوالي**، كما هو موضّح في **الشكل 7b–4**. ولإضافة أميتر إلى دائرة كهربائية يجب فصل أحد السلكين الموصولين بعنصر الدائرة، ومن ثم يوصل ذلك السلك بالأميتر، ثم يتم توصيل سلك آخر من الطرف الثاني للأميتر بعنصر الدائرة. ويكون هناك مسار واحد فقط للتيار في دائرة التوالي، لذا يرافق حالة التوصيل على التوالي دائمًا العبارة الآتية: *"التيار متساوٍ"*.

beadaya.com | بداية التعليمي

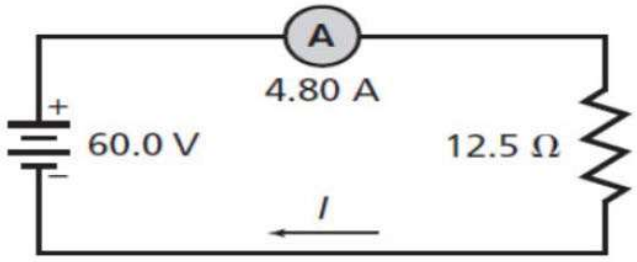
4–1 مراجعة

14. **رسم تخطيطي** ارسم رسمًا تخطيطيًّا لدائرة كهربائية تحتوي على بطارية ومصباح كهربائي، وتأكد من أن المصباح الكهربائي سيضيء في هذه الدائرة .
15. **المقاومة الكهربائية** يدَّعي طارق أن المقاومة ستزداد بزيادة فرق الجهد؛ وذلك لأن $R = V/I$. فهل ما يدعيه طارق صحيح؟ فسر ذلك.
16. **المقاومة الكهربائية** إذا أردت قياس مقاومة سلك طويل فبيّن كيف تركّب دائرة كهربائية باستخدام بطارية وفولتمتر وأميتر والسلك الذي تريد قياس مقاومته. حدّد ما الذي ستقيسه؟ وبيّن كيف تحسب المقاومة؟
17. **القدرة** تتصل دائرة كهربائية مقاومتها 12 Ω ببطارية جهدها 12 V. حدّد التغير في القدرة إذا قلّت المقاومة إلى 9.0 Ω؟
18. **الطاقة** تحوِّل دائرة كهربائية طاقة مقدارها 2.2×10^3 J عندما تُشغّل ثلاث دقائق. حدّد مقدار الطاقة التي ستحوّلها عندما تشغل مدة ساعة واحدة.
19. **التفكير الناقد** نقول إن القدرة تستهلك وتُستنفد في مقاومة. والاستنفاد يعني الاستخدام، أو الضياع. فما (الاستخدام) عند مرور شحنات في مقاومة كهربائية؟

بقية الإجابات في الصفحة التالية

مسائل تدريبية

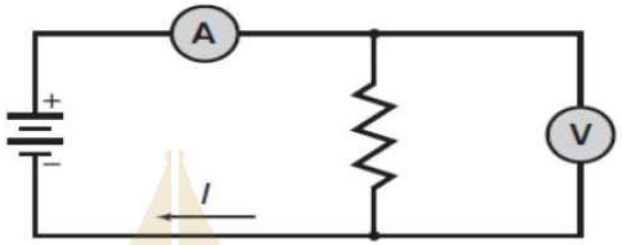
11. ارسم رسمًا تخطيطيًّا لدائرة توالٍ تحتوي على بطارية فرق الجهد بين طرفيها 60.0 V، وأميتر، ومقاومة مقدارها 12.5 Ω، وأوجد قراءة الأميتر، وحدّد اتجاه التيار.



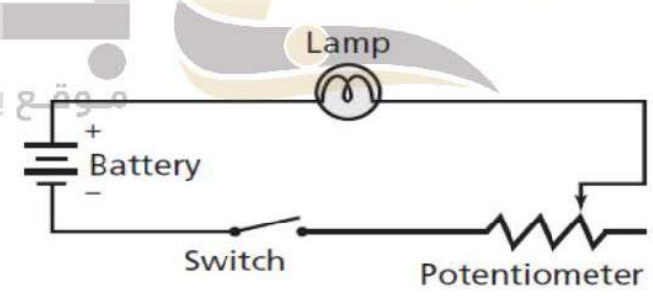
I = 4.80 A

12. أضف فولتمتر إلى الرسم التخطيطي للدائرة الكهربائية في المسألة السابقة لقياس فرق الجهد بين طرفي المقاومتين، ثم أعد حلها.

V 60.0



13. ارسم دائرة على أن تستخدم بطارية ومصباحًا ومفتاحًا كهربائيًّا ومقاومة متغيرة لتعديل سطوع المصباح.



4–1 مراجعة

14. رسم تخطيطي ارسم رسمًا تخطيطيًّا لدائرة كهربائية تحتوي على بطارية ومصباح كهربائي، وتأكد من أن المصباح الكهربائي سيضيء في هذه الدائرة .

15. المقاومة الكهربائية يدّعي طارق أن المقاومة ستزداد بزيادة فرق الجهد؛ وذلك لأن $R = V/I$. فهل ما يدعيه طارق صحيح؟ فسر ذلك.

لا، تعتمد المقاومة على الجهاز، فعند زيادة الجهد V يزداد التيار أيضاً.

16. المقاومة الكهربائية إذا أردت قياس مقاومة سلك طويل فبيّن كيف تركّب دائرة كهربائية باستخدام بطارية وفولتمتر وأميتر والسلك الذي تريد قياس مقاومته. حدّد ما الذي ستقيسه؟ وبيّن كيف تحسب المقاومة؟

قس التيار المار في السلك وفرق الجهد بين طرفيه، ثم قسم فرق الجهد على التيار لتحصل على مقاومة السلك.

17. القدرة تتصل دائرة كهربائية مقاومتها 12 Ω ببطارية جهدها 12 V. حدّد التغير في القدرة إذا قلّت المقاومة إلى 9.0 Ω؟

$$P_1 = V^2/R_1 = 12\ \text{W}$$
$$P_2 = V^2/R_2 = 16\ \text{W}$$
$$\Delta P = P_2 - P_1 = 4\ \text{W}$$

تزداد

18. الطاقة تحوّل دائرة كهربائية طاقة مقدارها 2.2×10^3 J عندما تُشغّل ثلاث دقائق. حدّد مقدار الطاقة التي ستحوّلها عندما تشغل مدة ساعة واحدة.

E = 44×103 J

19. التفكير الناقد نقول إن القدرة تستهلك وتُستنفد في مقاومة. والاستنفاد يعني الاستخدام، أو الضياع فما (الاستخدام) عند مرور شحنات في مقاومة كهربائية؟

تتناقص طاقة الوضع الكهربائية للشحنات عند مرورها خلال المقاوم، ويستخدم هذا النقص في طاقة الوضع في توليد حرارة فيه.

بداية | موقع بداية التعليمي

رابط الدرس الرقمي
www.ien.edu.sa

4–2 استخدام الطاقة الكهربائية Using Electric Energy

تعمل العديد من الأجهزة الكهربائية المنزلية المألوفة على تحويل الطاقة الكهربائية إلى أشكال أخرى للطاقة؛ مثل الضوء أو الطاقة الحركية أو الصوت أو الطاقة الحرارية. فعند تشغيل أحد هذه الأجهزة تُغلق الدائرة الكهربائية ويبدأ تحويل الطاقة الكهربائية إلى أشكال أخرى. ستتعلّم في هذا البند كيفية تحديد معدل تحويل الطاقة وكمية الطاقة المُحوّلة.

الأهداف

- **توضح** كيف تُحوَّل الطاقة الكهربائية إلى طاقة حرارية.
- **تستكشف** طرائق نقل الطاقة الكهربائية.
- **تُعرّف** الكيلو واط. ساعة.

المفردات

الموصل الفائق التوصيل
الكيلو واط. ساعة

تحولات الطاقة في الدوائر الكهربائية
Energy Transfers in Electric Circuits

يمكن استخدام الطاقة التي تدخل دائرة كهربائية بطرائق مختلفة؛ فالمحرك الكهربائي يحوّل الطاقة الكهربائية إلى طاقة ميكانيكية (حركية ووضع)، ويحوّل المصباح الطاقة الكهربائية إلى ضوء. ولا تتحوّل جميع الطاقة الكهربائية الواصلة إلى المحرك أو المصباح إلى شكل مفيد للطاقة؛ فالمصابيح الكهربائية – وبخاصة المتوهّجة منها – تسخن، كما ترتفع غالبًا درجة حرارة المحركات إلى درجة يتعذّر معها لمسها، وفي كلتا الحالتين يتحول جزء من الطاقة الكهربائية إلى طاقة حرارية. وستتفحّص الآن بعض الأدوات التي صُمِّمت لتحول أكبر كمية ممكنة من الطاقة الكهربائية إلى طاقة حرارية.

تسخين مقاومة عند مرور تيار كهربائي في مقاومة فإنه يسخن؛ وذلك بسبب تصادم الإلكترونات مع ذرات المقاومة؛ حيث تعمل هذه التصادمات على زيادة الطاقة الحركية للذرات، ونتيجة لذلك ترتفع درجة حرارة المقاومة. لقد صُمِّمت كل من المدفأة الحرارية وصفيحة التسخين وعنصر التسخين في مجفّف الشعر لتحوّل الطاقة الكهربائية إلى طاقة حرارية. هذه التطبيقات وغيرها من التطبيقات المنزلية – كتلك الموضّحة في **الشكل 8–4** – تعمل عمل مقاومات عند وصلها بدائرة كهربائية. فعندما تتحرك شحنة q خلال مقاومة يقل فرق جهدها بمقدار V. وكما تعلمت سابقًا، فإن التغير في الطاقة يعبَّر عنه بالعلاقة qV. كما تعبّر القدرة ($P = E/t$) عن المعدل الزمني لتحوّل الطاقة، وهي ذات أهمية كبيرة في التطبيقات العملية. وتعلمت أيضًا أن التيار الكهربائي هو المعدل الزمني لتدفق الشحنات ($I = q/t$)، وأن القدرة المستنفدة في مقاومة تمثَّل بالعلاقة $P = IV$، وأن فرق جهد المقاومة يُعبَّر عنه بالعلاقة $V = IR$. لذا، إذا علمت مقدار كلٍّ من I و R

الشكل 8–4 صُمِّمت هذه الأجهزة لتحول الطاقة الكهربائية إلى طاقة حرارية.

الربط مع رؤية 2030

رؤية VISION 2030 المملكة العربية السعودية KINGDOM OF SAUDI ARABIA
اقتصاد مزدهر

من أهداف الرؤية:
3.2.4 زيادة مساهمة مصادر الطاقة المتجددة في مزيج الطاقة.

تجربة عملية

هل الطاقة محفوظة في عملية تسخين الماء؟

ارجع إلى دليل التجارب العملية على منصة عين الإثرائية

beadaya.com | منصة بداية التعليمية

كفاءة
المركز السعودي لكفاءة الطاقة
Saudi Energy Efficiency Center
من أبرز مهام المركز السعودي لكفاءة الطاقة إعداد برنامج وطني لترشيد ورفع كفاءة استهلاك الطاقة

أمكنك تعويض $V = IR$ في معادلة القدرة الكهربائية للحصول على المعادلة الآتية:

القدرة $P = I^2R$

القدرة تساوي مربع التيار مضروبًا في المقاومة.

لذا تتناسب القدرة المستهلكة في مقاومة مع كل من مربع التيار المار فيه ومقدار مقاومته. فإذا علمت مقداري كل من V و R، ولم تعلم مقدار I أمكنك عندئذ تعويض المعادلة $I = V/R$ في المعادلة $P = IV$ للحصول على المعادلة الآتية:

القدرة $P = \frac{V^2}{R}$

القدرة تساوي مربع الجهد مقسومًا على المقاومة.

القدرة الكهربائية عبارة عن المعدل الزمني لتحول الطاقة من شكل إلى آخر، حيث تتحول الطاقة الكهربائية إلى طاقة حرارية، ومن ثم ترتفع درجة حرارة المقاومة. فإذا كانت المقاومة مُسخِّنًا مغمورًا أو صفيحة تسخين في قمّة موقد كهربائي مثلًا فسوف تتدفق الحرارة إلى الماء البارد بسرعة تكون كافية لإيصاله إلى درجة الغليان في دقائق قليلة.

وإذا استمر استهلاك القدرة بمعدل منتظم فإن الطاقة المتحولة إلى طاقة حرارية بعد فترة زمنية t ستساوي $E = Pt$. ولأن $P = I^2R$ و $P = V^2/R$ فإن الطاقة الكلية التي سيتم تحويلها إلى طاقة حرارية يمكن التعبير عنها، كما في المعادلات الآتية:

الطاقة الحرارية

$$E = Pt$$
$$E = I^2Rt$$
$$E = \left(\frac{V^2}{R}\right)t$$

beadaya.com | موقع بداية التعليمي

الطاقة الحرارية تساوي القدرة المستهلكة مضروبة في الزمن، كما أنها تساوي مربع التيار مضروبًا في المقاومة والزمن، وتساوي مربع الجهد مقسومًا على المقاومة، ومضروبًا في الزمن.

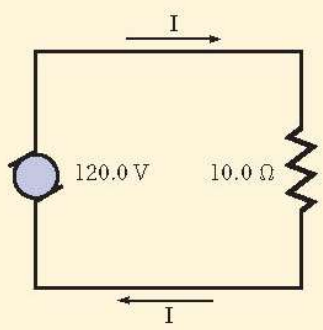
مثال 3

التسخين الكهربائي يعمل سخّان كهربائي مقاومته 10.0 Ω على فرق جهد مقداره 120.0 V. احسب مقدار:

a. القدرة التي يستهلكها السخان الكهربائي. **b.** الطاقة الحرارية التي ينتجها السخان خلال 10.0 s.

1 تحليل المسألة ورسمها

- ارسم الحالة.
- عيّن عناصر الدائرة المعلومة، وهي مصدر فرق جهد مقداره 120.0 V، ومقاومة 10.0 Ω



المعلوم	المجهول
$R = 10.0\ \Omega$	$P = ?$
$V = 120.0\ V$	$E = ?$
$t = 10.0\ s$	

إيجاد الكمية المجهولة

a. لأن مقداري R و V معلومان فإننا نستخدم المعادلة $P = V^2/R$.

بالتعويض عن $R=10.0\ \Omega$، $V=120.0\ V$

$$P = \frac{(120.0\ V)^2}{10.0\ \Omega}$$
$$= 1.44\ kW$$

دليل الرياضيات
الأسس

b. حل لإيجاد الطاقة:

بالتعويض عن $P=1.44\ kW$، $t=10.0\ s$

$$E = Pt$$
$$= (1.44\ kW)\ (10.0\ s)$$
$$= 14.4\ kJ$$

3 تقويم الجواب

- **هل الوحدات صحيحة؟** تقاس القدرة بوحدة الواط، والطاقة بوحدة الجول.
- **هل الجواب منطقي؟** للقدرة: $10^3 = 10^2 \times 10^2 \times 10^{-1}$ ، لذلك فإن مقدار القدرة منطقي. أما للطاقة: $10^4 = 10^3 \times 10^1$، لذا فإن المقدار 10000 جول منطقي.

مسائل تدريبية

20. يعمل سخّان كهربائي مقاومته $15\ \Omega$ على فرق جهد مقداره $120\ V$. احسب مقدار:
- **a.** التيار المار في مقاومة السخان.
- **b.** الطاقة المستهلكة في مقاومة السخان خلال $30.0\ s$.
- **c.** الطاقة الحرارية الناتجة في هذه المدة.

21. إذا وُصِلت مقاومة مقدارها $39\ \Omega$ ببطارية جهدها $45\ V$ فاحسب مقدار:
- **a.** التيار المار في الدائرة.
- **b.** الطاقة المستهلكة في المقاومة خلال $5.0\ min$.

22. مصباح كهربائي قدرته $100.0\ W$، وكفاءته 22%؛ أي أن 22% فقط من الطاقة الكهربائية تتحول إلى طاقة ضوئية.
- **a.** ما مقدار الطاقة الحرارية التي ينتجها المصباح الكهربائي كل دقيقة؟
- **b.** ما مقدار الطاقة التي يحوّلها المصباح إلى ضوء كل دقيقة في أثناء إضاءته؟

23. تبلغ مقاومة عنصر التسخين في طبّاخ كهربائي عند درجة حرارة تشغيله $11\ \Omega$.
- **a.** إذا تم توصيل الطبّاخ بمصدر جهد مقداره $220\ V$ فما مقدار التيار الكهربائي المار في عنصر التسخين؟
- **b.** ما مقدار الطاقة التي يحوّلها هذا العنصر إلى طاقة حرارية خلال $30.0\ s$؟
- **c.** استخدم العنصر في تسخين غلاية تحتوي على $1.20\ kg$ من الماء. افترض أن الماء امتص 65% من الحرارة الناتجة، فما مقدار الارتفاع في درجة حرارته خلال $30.0\ s$؟

24. استغرق سخان ماء كهربائي جهده $127\ V$ زمنًا مقداره $2.2\ h$ لتسخين حجم معيّن من الماء إلى درجة الحرارة المطلوبة. احسب المدة اللازمة لإنجاز المهمة نفسها، وذلك باستخدام سخّان آخر جهده $220\ V$ مع بقاء التيار نفسه.

beadaya.com | موقع بداية التعليمي

بقية الإجابات في الصفحة التالية

20. يعمل سخّان كهربائي مقاومته 15 Ω على فرق جهد مقداره 120 V. احسب مقدار:

a. التيار المار في مقاومة السخان.

$$I = \frac{V}{R}$$
$$= 8A$$

b. الطاقة المستهلكة في مقاومة السخان خلال 30.0 s.

$$E = I^2Rt = 2.9 \times 10^4 J$$

c. الطاقة الحرارية الناتجة في هذه المدة.

$$E = 2.9 \times 10^4 \text{ J}$$

21. إذا وُصِلت مقاومة مقدارها 39 Ω ببطارية جهدها 45 V فاحسب مقدار:

a. التيار المار في الدائرة.

$$I = \frac{V}{R}$$
$$= 1.2 \text{ A}$$

beadaya.com | موقع بداية

b. الطاقة المستهلكة في المقاومة خلال 5.0 min.

$$E = \frac{V^2t}{R}$$
$$= 1.6 \times 10^4 \text{ J}$$

22. مصباح كهربائي قدرته 100.0 W، وكفاءته 22%؛ أي أن 22% فقط من الطاقة الكهربائية تتحول إلى طاقة ضوئية.

a. ما مقدار الطاقة الحرارية التي ينتجها المصباح الكهربائي كل دقيقة؟

$$E = Pt = 1.3 \times 10^3 \text{ J}$$

b. ما مقدار الطاقة التي يحوّلها المصباح إلى ضوء كل دقيقة في أثناء إضاءته؟

$$\text{E} = \text{Pt} = 4.7 \times 10^3 \text{ J}$$

تابع إلى الصفحة التالية

23. تبلغ مقاومة عنصر التسخين في طبّاخ كهربائي عند درجة حرارة تشغيله $11\ \Omega$.

a. إذا تم توصيل الطبّاخ بمصدر جهد مقداره $220\ V$ فما مقدار التيار الكهربائي المار في عنصر التسخين؟

$$I = \frac{V}{R}$$
$$= 2 \times 10\ A$$

b. ما مقدار الطاقة التي يحوّلها هذا العنصر إلى طاقة حرارية خلال $30.0\ s$؟

$$E = I^2Rt = 1.3 \times 10^5 J$$

c. استخدم العنصر في تسخين غلاية تحتوي على $1.20\ kg$ من الماء. افترض أن الماء امتص 65% من الحرارة الناتجة، فما مقدار الارتفاع في درجة حرارته خلال $30.0\ s$؟

$$Q = mC\Delta T$$
$$T = \frac{Q}{mC}$$
$$= 17C$$

24. استغرق سخان ماء كهربائي جهده $127\ V$ زمناً مقداره $2.2\ h$ لتسخين حجم معيّن من الماء إلى درجة الحرارة المطلوبة. احسب المدة اللازمة لإنجاز المهمة نفسها، وذلك باستخدام سخان آخر جهده $220\ V$ مع بقاء التيار نفسه.

بداية
bedaya.com | موقع بداية التعليمي
وزارة التربية

مضاعفة الجهد سيقلل الزمن إلى النصف ،

$t = 1.1h$

الموصلات الفائقة التوصيل **الموصل الفائق التوصيل** مادة مقاومتها صفر، حيث لا يوجد تقييد للتيار في تلك المواد، لذا ليس هناك فرق في الجهد V خلالها. ولأن القدرة المستنفدة في موصل تعطى من ناتج I V فإنه يمكن للموصل الفائق التوصيل توصيلُ الكهرباء دون حدوث ضياع في الطاقة. ولكن لكي تصبح هذه الموصلات فائقة التوصيل يجب تبريدها إلى درجات حرارة منخفضة أقل من 100 K؛ أي أن الاستفادة من هذه الظاهرة تتطلب حتى الآن وجوب بقاء درجة حرارة جميع هذه المواد أقل من 100 K. ومن الاستعمالات العملية للموصلات الفائقة التوصيل صناعة المغانط المستخدمة في أجهزة التصوير بالرنين المغناطيسي MRI، وفي السنكروترون (مسرّع الجسيمات)؛ حيث تستخدم تيارات كهربائية ضخمة، كما يمكن المحافظة عليها عند درجات حرارة قريبة من 0 K.

نقل الطاقة الكهربائية Transmission of Electric Energy

إن المنشآت الكهرومائية– كالسد العالي في مصر الموضح في **الشكل 9–4**، ومحطات التوليد الكهربائية في كافة الدول– قادرة على إنتاج كميات كبيرة من الطاقة الكهربائية. حيث تُنقل هذه الطاقة غالبًا إلى مسافات كبيرة حتى تصل إلى المنازل والمصانع. فكيف يمكن أن تحدث عملية النقل هذه بأقل خسارة ممكنة للطاقة على شكل طاقة حرارية؟

الشكل 9–4 يُزوّد السد العالي مصر بجزء من احتياجاتها من الطاقة الكهربائية.

تعلم أن الطاقة الحرارية تنتج في الأسلاك بمعدل يمكن تمثيله بالمعادلة $P = I^2R$. ويسمّي المهندسون الكهربائيون هذه الطاقة الحرارية المتولّدة غير المرغوب فيها القدرة الضائعة "I^2R". ولتقليل مقدار هذه القدرة الضائعة يتم تقليل التيار I أو المقاومة R.

كيف تصل الكهرباء إلى منازلنا؟

beadaya.com | موقع بداية التعليمي

لجميع أسلاك التوصيل مقاومة، إلا أن مقاومتها صغيرة؛ فمقاومة السلك المستعمل لنقل التيار الكهربائي إلى بيت تساوي $0.20\ \Omega$ لكل $1\ km$ من طوله. افترض أنه تم ربط بيت ريفي مباشرة بمحطة كهرباء تبعد عنه مسافة $3.5\ km$. إن مقاومة الأسلاك المستخدمة لنقل التيار في دائرة كهربائية إلى البيت ثم عودته إلى المحطة تُمثّل بالمعادلة التالية:

$$R = 2(3.5\ km)(0.20\ \Omega/km) = 1.4\ \Omega$$

وإذا استعملت هذه الأسلاك في طبّاخ كهربائي فإنه سيمر فيه تيار مقداره $41\ A$، ويُعبَّر عن القدرة الضائعة في الأسلاك بالعلاقة التالية: $P = I^2R = (41\ A)^2(1.4\ \Omega) = 2400\ W$.

ويتم تحويل كل هذه القدرة إلى طاقة حرارية، لذا فإنها تُفقد. ويمكن تقليل هذا الفَقْد إلى أقل كمية ممكنة بتقليل المقاومة. ويتم ذلك باستعمال أسلاك ذات موصلية كبيرة وقطر كبير، فتكون مقاومتها قليلة. إلا أن مثل هذه الأسلاك تكون باهظة الثمن وثقيلة. كما يمكن أيضًا تقليل القدرة الضائعة في أسلاك نقل الكهرباء من خلال جعل مقدار التيار المار فيها قليلًا؛ لأن فَقْد الطاقة يتناسب أيضًا مع مربع التيار المار في الموصلات.

كيف يمكن تقليل قيمة التيار المار في أسلاك نقل الكهرباء؟ يمكن تحديد الطاقة الكهربائية المنقولة في الثانية الواحدة (القدرة) في سلك (خط) نقل الكهرباء لمسافة طويلة باستخدام العلاقة $P = IV$. وتلاحظ من هذه العلاقة أنه يمكن تقليل التيار دون تقليل القدرة من خلال رفع الجهد. ولنقل القدرة الكهربائية مسافات طويلة تستخدم الشركة السعودية للكهرباء خطوط نقل القدرة الكهربائية جهودا تصل إلى $132\ KV$ ؛ حيث يقلّل التيار المنخفض المار في الأسلاك من ضياع I^2R فيها، وذلك بالإبقاء على قيمة المعامل I^2 قليلة. تكون الجهود المُطبّقة على النقل في الأسلاك الطويلة دائمًا أكبر كثيرًا من الجهود المُطبّقة على أسلاك التمديدات المنزلية؛ وذلك لتقليل ضياع I^2R. ويتم تقليل الجهد الخارج من محطة التوليد عند وصوله إلى المحطات الكهربائية الفرعية؛ ليصبح مقداره $13.8\ KV$، ثم يقلل الجهد مرة أخرى إلى $220\ V$ أو إلى $127\ V$ وفق النظام المعتمد في المملكة العربية السعودية قبل أن يستخدم في المنازل. وقد صدر قرار مجلس الوزراء الموقر رقم (324) وتاريخ 20/ 9/ 1431 هـ القاضي بموافقة على خطة متدرجة لتغيير جهد توزيع الكهرباء في المناطق السكنية والتجارية في المملكة العربية السعودية من الجهد الحالي (127/ 220) فولت إلى الجهد الدولي (230/ 400) فولت، وأن يتم التغيير على مراحل بحيث يبدأ في المناطق الجديدة والمشتركين الجدد في المناطق القائمة اعتباراً من تاريخ نفاذ القرار، ويكون التغير إلى الجهد الجديد في المناطق القائمة خلال المدة (25) سنة من تاريخ نفاذ القرار، وتقسم المدة على مرحلتين تمهيدية مدتها (10) سنوات، والثانية تنفيذية مدتها (15) سنة.

الكيلو واط.ساعة The Kilowatt–Hour

تسمّى شركات الكهرباء غالبًا شركات القدرة، إلا أنها في الواقع تُزوّدنا بالطاقة بدلًا من القدرة. فالقدرة هي المعدل الزمني لتوصيل الطاقة. فعندما يُسدّد المستهلكون فواتير منازلهم الكهربائية – ومنها الفاتورة الموضّحة في **الشكل 10–4** – فهم يُسدّدون ثمن الطاقة الكهربائية المستهلكة، وليس القدرة.

إن كمية الطاقة الكهربائية المُستهلكة في جهاز تساوي معدل استهلاكه للطاقة، بوحدة جول لكل ثانية (W) مضروبًا في زمن تشغيل الجهاز بوحدة ثانية. إن الجول لكل ثانية مضروبًا في ثانية s (J/s) يساوي الكمية الكلية للطاقة المستهلكة بوحدة الجول. إن الجول – الذي يُعرف أيضًا على أنه واط.ثانية (Watt.second) – يُعبّر عن كمية

■ **الشكل 10–4** يستخدم مقياس الواط.ساعة في قياس مقدار الطاقة الكهربائية التي يستهلكها المستخدم. وتستعمل قراءة المقياس لحساب تكلفة الطاقة المستهلكة.

قليلة نسبيًّا من الطاقة، وهو وحدة قياس صغيرة جدًّا للطاقة المُستهلكة في الاستخدامات العملية. لهذا السبب تقيس شركات الكهرباء استهلاك الطاقة بوحدة تساوي عددًا كبيرًا من الجولات، وتسمّى هذه الوحدة كيلوواط.ساعة (kWh). **والكيلوواط.ساعة** يساوي قدرة مقدارها 1000 Watt تصل بشكل مستمر لمدة (1 h) 3600 s؛ أو يساوي 3.6×10^6 J. ولا يوجد الكثير من الأجهزة الكهربائية المنزلية التي تلزمها قدرة أكبر من 1000 W ما عدا سخانات المياه والمكيّفات الكهربائية والطبّاخات ومجفّفات الملابس وأفران الميكروويف والمدافئ ومجففات الشعر. فتشغيل عشرة مصابيح ضوئية قدرة كل منها 100 W في الوقت نفسه يستهلك فقط 1 kWh من الطاقة إذا تركت مضاءة مدة ساعة كاملة. يوضح **الجدول 2—4** كمية وقيمة استهلاك الطاقة الكهربائية في المسكن على مستوى المناطق الإدارية في المملكة العربية السعودية.

تعلمت طرائق متعددة تستخدمها شركات الكهرباء لحل المشكلات التي يواجهها نقل التيار الكهربائي مسافات طويلة، وتعلمت أيضًا كيف تحسب هذه الشركات فواتير الكهرباء، وكيف تتوقع تكلفة تشغيل أجهزة مختلفة في المنزل. إن عملية توزيع الطاقة الكهربائية إلى جميع المناطق على الأرض يُعد من أعظم الإنجازات الهندسية في القرن العشرين.

كمية وقيمة استهلاك الطاقة الكهربائية في المسكن على مستوى المناطق الإدارية

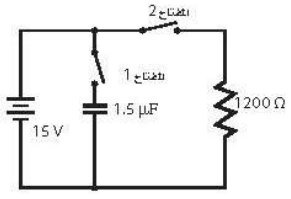
	المنطقة الإدارية	خلال فصل الشتاء		خلال باقي السنة	
		الكمية (ك . و . س)	القيمة (بالريال)	الكمية (ك . و . س)	القيمة (بالريال)
1	الرياض	9,656,113,095	646,321,545	19,437,069,620	5,000,680,818
2	مكة المكرمة	10,225,556,784	673,039,064	18,317,035,855	5,151,689,961
3	المدينة المنورة	2,458,903,536	161,679,183	4,311,665,079	1,155,048,654
4	القصيم	1,682,430,848	115,254,648	2,900,687,425	714,747,363
5	المنطقة الشرقية	5,262,775,052	359,183,065	10,242,576,697	3,165,695,573
6	عسير	4,146,428,089	275,512,195	6,821,368,789	1,969,645,445
7	تبوك	1,111,825,199	73,810,717	1,528,415,281	360,078,967
8	حائل	1,056,543,109	73,455,021	1,308,623,766	321,251,274
9	الحدود الشمالية	461,492,447	28,935,954	560,224,252	124,393,718
10	جازان	2,324,786,701	149,979,131	4,110,099,155	1,136,274,519
11	نجران	767,280,686	54,296,995	1,341,351,903	451,502,210
12	الباحة	633,322,853	42,419,719	814,935,380	202,643,572
13	الجوف	1,047,155,811	53,629,863	1,513,843,770	243,302,753
	إجمالي المملكة	40,834,614,211	2,707,517,100	73,207,896,971	19,996,954,830

* المصدر: مسح الطاقة المنزلي الهيئة العامة للإحصاء جدول 2—4

بدايه
بوابة بدايه | موقع بدايه للتعليم
beadaya.com

مسألة تحفيز

استخدم الشكل المجاور للإجابة عن الأسئلة التالية:

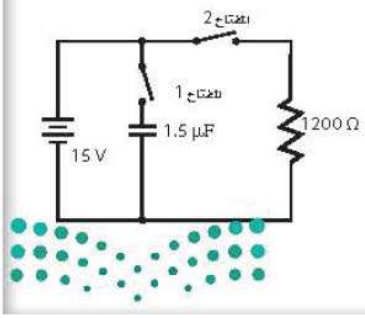


1. في البداية، المكثف غير مشحون، والمفتاح 1 مغلق، والمفتاح 2 بقي مفتوحًا. احسب فرق الجهد بين طرفي المكثف.
2. إذا فُتح المفتاح 1 الآن، وبقي المفتاح 2 مفتوحًا فما فرق الجهد بين طرفي المكثف؟ لماذا؟
3. بعد ذلك، أُغلق المفتاح 2، وبقي المفتاح 1 مفتوحًا. ما فرق الجهد بين طرفي المكثف؟ وما مقدار التيار المار في المقاومة بعد إغلاق المفتاح 2 مباشرة؟
4. مع مرور الوقت، ماذا يحدث لجهد المكثف والتيار المار في المقاومة؟

بقية الإجابات في الصفحة التالية

مسألة تحفيز

استخدم الشكل المجاور للإجابة عن الأسئلة التالية:



1. في البداية، المكثف غير مشحون، والمفتاح 1 مغلق، والمفتاح 2 بقي مفتوحًا. احسب فرق الجهد بين طرفي المكثف.
2. إذا فُتِح المفتاح 1 الآن، وبقي المفتاح 2 مفتوحًا فما فرق الجهد بين طرفي المكثف؟ لماذا؟
3. بعد ذلك، أُغلق المفتاح 2، وبقي المفتاح 1 مفتوحًا. ما فرق الجهد بين طرفي المكثف؟ وما مقدار التيار المار في المقاومة بعد إغلاق المفتاح 2 مباشرة؟
4. مع مرور الوقت، ماذا يحدث لجهد المكثف والتيار المار في المقاومة؟

حل السؤال 1: 15V

حل السؤال 2: سيبقى فرق الجهد 15V ، لأنه لا يوجد مسار لتفريغ الشحنة .

حل السؤال 3: 15V و 13mA .

حل السؤال 4 :

يبقى جهد المكثف 15V، لأنه لا يوجد مسار لتفريغ شحنات المكثف، ويبقى مقدار التيار المار في الدائرة 13mA، لأن جهد البطارية ثابت عند 15V، لكن إذا كان كل من البطارية والمكثف عناصر الدائرة المثالية فإن جهد المكثف في النهاية يصبح صفراً، وذلك بسبب تسرب الشحنات وسيصبح التيار في النهاية صفراً كذلك، بسبب استنفاد البطارية.

بداية
beadaya.com | موقع بداية التعليمي

مسائل تدريبية

25. يمر تيار كهربائي مقداره 15.0 A في مدفأة كهربائية عند وصلها بمصدر فرق جهد 120 V. فإذا تم تشغيل المدفأة بمتوسّط 5.0 h يوميًّا فاحسب:
   a. مقدار القدرة التي تستهلكها المدفأة.
   b. مقدار الطاقة المستهلكة في 30 يومًا بوحدة kWh.
   c. تكلفة تشغيلها مدة 30 يومًا، إذا كان ثمن الكيلوواط.ساعة 0.18 ريال.

26. تبلغ مقاومة ساعة رقمية 12,000 Ω، وهي موصولة بمصدر فرق جهد مقداره 115 V. احسب:
   a. مقدار التيار الذي يمر فيها.
   b. مقدار القدرة الكهربائية التي تستهلكها الساعة.
   c. تكلفة تشغيل الساعة 30 يومًا، إذا كان ثمن الكيلوواط.ساعة 0.18 ريال.

27. تنتج بطارية سيارة تيارًا مقداره 55 A لمدة 1.0 h، وذلك عندما يكون فرق جهدها 12 V. ويتطلب إعادة شحنها طاقة أكبر 1.3 مرّة من الطاقة التي تزوّدنا بها؛ لأن كفاءتها أقل من الكفاءة المثالية. ما الزمن اللازم لشحن البطارية باستخدام تيار مقداره 7.5 A؟ افترض أن فرق جهد الشحن هو نفسه فرق جهد التفريغ.

بداية
بداية.com | موقع بداية التعليمي

4- مراجعة

28. **الطاقة** يُشغّل محركُ السيارة المولدَ الكهربائي، الذي يولّد بدوره التيار الكهربائي اللازم لعمل السيارة، ويُخزّن شحنات كهربائية في بطارية السيارة. وتَستخدم المصابيح الرئيسة في السيارة الشحنةَ الكهربائية المختزنة في بطارية السيارة. جهّز قائمة بأشكال الطاقة في العمليات السابقة.

29. **المقاومة الكهربائية** يتم تشغيل مجفّف الشعر بوصله بمصدر جهد 120 V، ويكون فيه خياران: حار ودافئ. في أيّ الخيارين تكون المقاومة أصغر؟ ولماذا؟

30. **القدرة** حدّد مقدار التغير في القدرة في دائرة كهربائية إذا قل الجهد المُطبّق إلى النصف.

31. **الكفاءة** قوِّم أثر البحث لتحسين خطوط نقل القدرة الكهربائية في المجتمع والبيئة.

32. **الجهد** لماذا يتم توصيل الطبّاخ الكهربائي وسخّان الماء الكهربائي بدائرة جهدها 220 V بدلاً من دائرة جهدها 127 V؟

33. **التفكير الناقد** عندما يرتفع معدل استهلاك القدرة الكهربائية تقوم شركات الكهرباء أحيانًا بتقليل الجهد، مما يؤدي إلى خفوت الأضواء. ما الذي يبقى محفوظًا ولا يتغير؟

بقية الإجابات في الصفحة التالية

مسائل تدريبية

25. يمر تيار كهربائي مقداره 15.0 A في مدفأة كهربائية عند وصلها بمصدر فرق جهد 120 V. فإذا تم تشغيل المدفأة بمتوسط 5.0 h يوميًّا فاحسب:

a. مقدار القدرة التي تستهلكها المدفأة.

$$P = IV = 1.8\ \text{kW}$$

b. مقدار الطاقة المستهلكة في 30 يومًا بوحدة kWh.

$$E = Pt = 270\text{kWh}$$

c. تكلفة تشغيلها مدة 30 يومًا، إذا كان ثمن الكيلوواط.ساعة 0.18 ريال.

32.4 ريال

26. تبلغ مقاومة ساعة رقمية 12,000 Ω، وهي موصولة بمصدر فرق جهد مقداره 115 V. احسب:

a. مقدار التيار الذي يمر فيها.

$$I = \frac{V}{R}$$
$$= 9.6 \times 10^{-3}\ \text{A}$$

b. مقدار القدرة الكهربائية التي تستهلكها الساعة.

P = VI = 1.1 W

c. تكلفة تشغيل الساعة 30 يومًا، إذا كان ثمن الكيلوواط.ساعة 0.12 ريال.

0.1 ريال

27. تنتج بطارية سيارة تيارًا مقداره 55 A لمدة 1.0 h، وذلك عندما يكون فرق جهدها 12 V. ويتطلب إعادة شحنها طاقة أكبر 1.3 مرّة من الطاقة التي تزوّدنا بها؛ لأن كفاءتها أقل من الكفاءة المثالية. ما الزمن اللازم لشحن البطارية باستخدام تيار مقداره 7.5 A؟ افترض أنّ فرق جهد الشحن هو نفسه فرق جهد التفريغ.

$$E_{charge} = 1.3IVt = 858\text{Wh}$$
$$t = \frac{E}{IV}$$
$$= 9.5\ \text{h}$$

4–2 مراجعة

28. **الطاقة** يُشغّل محركُ السيارة المولدَ الكهربائي، الذي يولّد بدوره التيار الكهربائي اللازم لعمل السيارة، ويُخزّن شحنات كهربائية في بطارية السيارة. وتَستخدم المصابيح الرئيسة في السيارة الشحنةَ الكهربائية المختزنة في بطارية السيارة. جهّز قائمة بأشكال الطاقة في العمليات السابقة.

تتحول الطاقة الميكانيكية من المحرك إلى طاقة كهربائية في المولد، وتختزن الطاقة الكهربائية على شكل طاقة كيميائية في البطارية، وتتحول الطاقة الكيميائية إلى طاقة كهربائية في البطارية، وتتحول الطاقة الكهربائية إلى ضوء وطاقة حرارية في المصابيح الرئيسة.

29. **المقاومة الكهربائية** يتم تشغيل مجفّف الشعر بوصله بمصدر جهد 120 V، ويكون فيه خياران: حار ودافئ. في أيّ الخيارين تكون المقاومة أصغر؟ ولماذا؟

يستهلك مجفف الشعر عند ضبطه على الساخن قدرة أكبر. وحيث أن P = IV، والجهد ثابت لذا يكون التيار المار فيه أكبر، ولأ ن I = V/R فإن المقاومة تكون أقل.

30. **القدرة** حدّد مقدار التغير في القدرة في دائرة كهربائية إذا قل الجهد المُطبّق إلى النصف.

ستنخفض إلى ربع القيمة الأصلية

beadaya.com | موقع بداية التعليمي

تابع إلى الصفحة التالية

31. **الكفاءة** قوِّم أثر البحث لتحسين خطوط نقل القدرة الكهربائية في المجتمع والبيئة.

بعض الفوائد المحتملة: تقليل تكلفة الكهرباء المستهلكة، وكلما قلت القدرة المفقودة خلال خطوط النقل قل استهلاك الفحم وغيره من المصادر الأخرى المستخدمة لتوليد القدرة الكهربائية، والذي من شأنه تحسين بيئتنا.

32. **الجهد** لماذا يتم توصيل الطبّاخ الكهربائي وسخّان الماء الكهربائي بدائرة جهدها 220 V بدلاً من دائرة جهدها 127 V؟

للقدرة نفسها، عند مضاعفة الجهد، سيقل التيار إلى النصف. وستقل خسارة I2R في شبكة أسلاك الدائرة الكهربائية بشكل كبير، لأنها تتناسب طرديا مع مربع التيار.

بداية
beadaya.com | جميع الحقوق محفوظة لشركة بداية التعليمي

33. **التفكير الناقد** عندما يرتفع معدل استهلاك القدرة الكهربائية تقوم شركات الكهرباء أحيانًا بتقليل الجهد، مما يؤدي إلى خفوت الأضواء. ما الذي يبقى محفوظًا ولا يتغير؟

القدرة، وليست الطاقة، ستعمل معظم الأجهزة لفترة زمنية أطول.

مختبر الفيزياء

الجهد والتيار والمقاومة

درســت في هذا الفصل العلاقات بين الجهد والتيار والمقاومة في دوائر كهربائية بســيطة. فالجهد هو فرق الجهد الــذي يدفع التيار خلال الدائرة، في حــين تحدّد المقاومة التيار الذي يمــر عند تطبيق فرق جهد. وستجمع في هذه التجربة البيانات، وتعد رسومًا بيانيّة لاستقصاء العلاقات الرياضية بين الجهد والتيار، وكذلك بين المقاومة والتيار.

سؤال التجربة

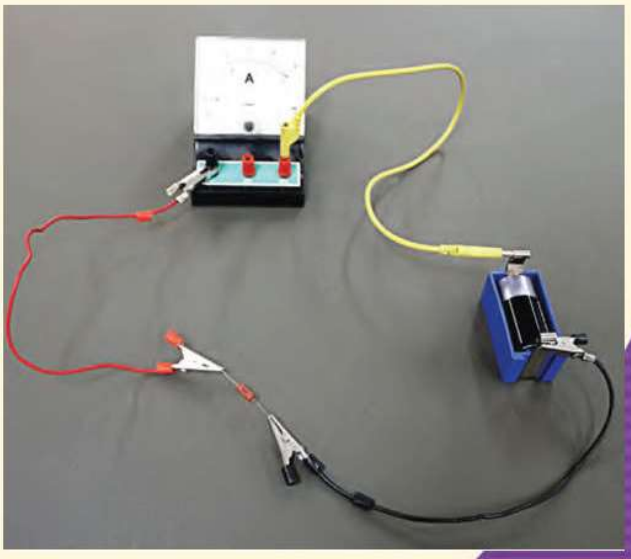
ما العلاقة بين الجهد والتيار؟ وما العلاقة بين المقاومة والتيار؟

الأهــداف

- **تقيس** التيار وفقًا للنظام الدولي SI.
- **تصف** العلاقة بين مقاومة دائرة كهربائية والتيار الكهربائي الكلي المار فيها.
- **تصف** العلاقــة بين الجهــد والتيار الكلي المــار في الدائرة الكهربائية.
- **تنشئ رسومًا بيانيــة وتستخدمها** لتبين العلاقة بين التيار والمقاومة، وبين التيار والجهد.

احتياطات السلامة

- **تحذير: قد تسخن الدوائر الكهربائية والمقاومات.**
- **تحذير: الأسلاك حادة، وقد تجرح الجلد.**



المواد والأدوات

أربع بطاريات من نوع D جهد كل منها 1.5 V، وأربع حوامل للبطاريات، وأميــتر 500 μA، ومقاومــة 10 kΩ، ومقاومة 20 kΩ، ومقاومة 30 kΩ، ومقاومة 40 kΩ، وخمســة أسلاك مزوّدة بمشابك فم التمساح.

الخطوات

الجزء A

1. ضع البطارية في حاملها.
2. ركّب دائرة تحتوي عــلى بطارية، ومقاومة 10 kΩ، وأميتر 500 μA.
3. دوّن مقداري المقاومة والتيار في جدول البيانات 1، على أن تدوّن مقدار المقاومة في عمــود المقاومة، أما لعمود التيار فاستخدم قراءة الأميتر.
4. ضع المقاومة 20 kΩ بدلًا من المقاومة 10 kΩ.
5. دوّن مقداري المقاومة والتيار في جدول البيانات 1.
6. كرّر الخطوتين 4 و5، على أن تضع المقاومة 30 kΩ بدلًا من المقاومة 20 kΩ.
7. كرّر الخطوتين 4 و5، على أن تضع المقاومة 40 kΩ بدلًا من المقاومة 30 kΩ.

الجزء B

8. أعد تركيب الدائرة التي ركّبتها في الخطوة 2، ثم تحقق من مــرور التيار في الدائرة، ودوّن مقــداري الجهد والتيار في جدول البيانات 2.

بداية
موقع بداية التعليمي | beadaya.com

جدول البيانات 1		
الجهد (V)	المقاومة (kΩ)	التيار (μA)
1.5		
1.5		
1.5		
1.5		

2 [illegible]		
الجهد (V)	المقاومة (kΩ)	التيار (μA)
	10	
	10	
	10	
	10	

9. أضف بطارية ثانية جهدها 1.5 V إلى الدائرة، ودوّن مقداري الجهد والتيار في جدول البيانات 2. عندما تستعمل أكثر من بطارية واحدة دوّن مجموع جهود البطاريات بوصفها قيمة للجهد في جدول البيانات 2.
10. كرّر الخطوة 9 مع ثلاث بطاريات جهد كلّ منها 1.5 V.
11. كرّر الخطوة 9 مع أربع بطاريات جهد كلّ منها 1.5 V.

التحليل

1. **أنشئ رسومًا بيانيّة واستخدمها** ارسم التيار بوصفه متغيرًا مقابل المقاومة، على أن تضع المقاومة على المحور x، والتيار على المحور y.
2. **أنشئ رسومًا بيانيّة واستخدمها** ارسم التيار بوصفه متغيرًا مقابل الجهد، على أن تضع الجهد على المحور x، والتيار على المحور y.
3. **حلّل الخطأ** ما العوامل التي تؤثر في التيار في الجزء A إضافة إلى قيم المقاومات؟ وكيف يمكن التقليل من تأثير هذه العوامل؟
4. **حلّل الخطأ** ما العوامل التي تؤثر في التيار في الجزء B إضافة إلى البطاريات المضافة؟ وكيف يمكن التقليل من تأثير هذه العوامل؟

الاستنتاج والتطبيق

1. صِف العلاقة بين المقاومة والتيار بالنظر إلى الرسم البياني الأول الذي أنشأته؟
2. لماذا افترضت وجود هذه العلاقة بين المقاومة والتيار؟
3. كيف يمكنك وصف العلاقة بين الجهد والتيار بالنظر إلى الرسم البياني الثاني الذي أنشأته؟
4. لماذا افترضت وجود هذه العلاقة بين الجهد والتيار؟

التوسع في البحث

1. ما مقدار التيار الكهربائي الذي يمر في دائرة كهربائية إذا كان الجهد 3.0 V والمقاومة 20 kΩ؟ كيف حدّدت هذا التيار؟
2. بالاستعانة ببياناتك التي حصلت عليها في التجربة، هل يمكنك اشتقاق علاقة بين الجهد والتيار والمقاومة؟ *مساعدة: انظر إلى العلاقة البيانية بين التيار وفرق الجهد، وافترض أنها خط مستقيم تمر في نقطة الأصل.*
3. كيف تتفق بياناتك مع هذه العلاقة؟ وضح إجابتك.

الفيزياء في الحياة

1. اذكر بعض التطبيقات الشائعة التي تستخدم فرق جهد 220 V، بدلاً من 127 V.
2. لماذا تحتاج التطبيقات التي ذكرتها إلى 220 V؟ وما العواقب التي تترتب على تشغيل مثل هذه التطبيقات على جهد 127 V؟

beadaya.com | موقع بداية التعليم

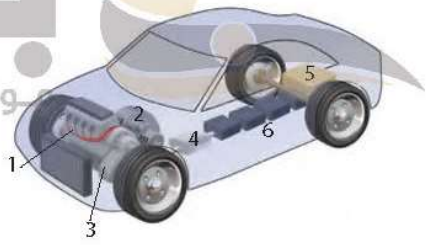
التقنية والمجتمع

السيارات المهجّنة Hybrid Cars

السيارات المهجّنة ذات كفاءة عالية في استهلاك الوقود ومريحة وآمنة وهادئة وغير ملوّثة للبيئة، وتتسارع بصورة جيدة. لذا فإن مبيعات السيارات المهجّنة آخذة في الازدياد.

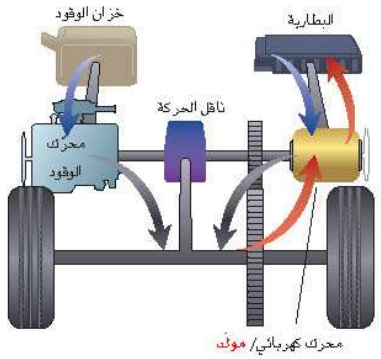
لماذا تسمّى المهجّنة؟ يطلق على السيارة اسم مهجّنة إذا كانت تستخدم مصدرين أو أكثر من مصادر الطاقة. فمثلًا يُطلق على قاطرات الديزل الكهربائية اسم العربات المهجّنة. ولكن مصطلح السيارة المهجّنة يُطلق عادة على السيارة التي تستخدم الوقود والكهرباء.

للسيارات التقليدية محركات كبيرة تمكّنها من التسارع جيدًا وصعود التلال الحادة، إلا أن حجم محركها يجعلها تستهلك في الغالب كميات كبيرة من الوقود، إضافة إلى تدني كفاءة استفادتها من الوقود مقارنة بالسيارات المهجّنة التي يكون وزن محرك البنزين فيها قليلاً وأكثر فاعلية، مما يجعله يلبي معظم احتياجات القيادة وضروراتها. وعند الحاجة إلى مزيد من الطاقة يمكن الحصول عليها من الكهرباء المخزنة في البطاريات القابلة لإعادة الشحن.



كيف تعمل السيارات المهجّنة؟ يبين الرسم التوضيحي أعلاه أحد أنواع السيارات المهجنة، الذي يسمّى التهجين المتوازي. حيث يُشغّل محرك الاحتراق الداخلي الصغير (1) السيارة خلال معظم أوضاع القيادة. ويتصل محرك الوقود والمحرك الكهربائي (2) مع العجلات (3) على جهاز ناقل الحركة نفسه. وتعمل الأدوات الإلكترونية المبرمجة (4) على تحديد وقت استعمال محرك الكهرباء، ووقت استعمال محرك الوقود، ووقت استعمالهما معًا.

ولا يحتاج هذا النوع من التهجين إلى مصدر قدرة خارجي إلى جانب الوقود في خزان الوقود (5)؛ فأنت لا تحتاج إلى توصيل السيارة المهجنة بمصدر كهربائي لإعادة شحن البطاريات (6)، بخلاف السيارة الكهربائية. وبدلًا من ذلك يتم إعادة شحن



تعمل الطاقة الحركية للسيارة في عملية الكبح المتجدّد على إعادة شحن البطاريات.

طاقة وضع من الوقود والبطارية

يدوّر محرك الوقود والمحرك الكهربائي العجلات

تعمل الطاقة الحركية على إعادة شحن البطاريات

البطاريات بعملية تسمّى الكبح المتجدّد، كما هو موضّح في الرسم التخطيطي. حيث يعمل المحرك الكهربائي فيها مولّدًا. فعندما يعمل المحرك الكهربائي على إبطاء حركة السيارة يتم تحويل الطاقة الحركية إلى طاقة كهربائية، تعمل بدورها على إعادة شحن البطاريات.

هل تفيد السيارات المهجّنة المجتمع؟ زادت السيارات المهجّنة من المسافات التي تقطعها السيارات بكمية معيّنة من الوقود، لذا قللت من تكلفة تشغيل السيارة ومن الغازات المنبعثة من العوادم، ومنها غازا ثاني أكسيد الكربون وأول أكسيد الكربون، إضافة إلى مختلف الهيدروكربونات وأكاسيد النيتروجين. حيث تُسهم هذه الانبعاثات في حدوث بعض المشكلات البيئية كالضبخن (الضباب الدخاني). ولأن السيارات المهجّنة تزيد المسافات المقطوعة وتقلل الغازات المنبعثة من العوادم، فإن الكثير من الناس يشعرون أن استخدام هذه السيارات من الطرائق الفعّالة للمساعدة على حماية الهواء من التلوث، بالإضافة إلى المحافظة على مصادر الوقود.

التوسع

1. **حلّل واستنتج** ما الكبح المتجدد؟
2. **توقع** هل يفيد زيادة مبيعات السيارات المهجّنة المجتمع؟ ادعم إجابتك.

بداية
موقع بداية قاعة تعليمية
bedaya.com

الفصل 4
دليل مراجعة الفصل

4–1 التيار الكهربائي والدوائر الكهربائية Current and Circuits

المفردات

- التيار الكهربائي
- التيار الاصطلاحي
- البطارية
- الدائرة الكهربائية
- الأمبير
- حفظ الشحنة
- المقاومة الكهربائية
- التوصيل على التوازي
- التوصيل على التوالي

المفاهيم الرئيسة

- يعرّف التيار الاصطلاحي بأنه التيار الذي يكون في اتجاه حركة الشحنات الموجبة.
- تحوّل المولدات الطاقة الميكانيكية إلى طاقة كهربائية.
- تحوّل الدائرة الكهربائية الطاقة الكهربائية إلى حرارة أو ضوء أو إلى أشكال أخرى مفيدة للطاقة.
- عندما تتحرك شحنة في دائرة كهربائية تُسبّب المقاومات نقصًا في طاقة وضعها الكهربائية.
- الأمبير يساوي واحد كولوم لكل ثانية 1 C/s.
- يمكن حساب القدرة بضرب الجهد في التيار. $P = IV$
- تُعطى مقاومة جهاز ما من خلال النسبة بين جهد الجهاز والتيار المار فيه. $R = \frac{V}{I}$
- ينص قانون أوم على أن النسبة بين فرق الجهد بين طرفي موصل وشدة التيار المار فيه ثابتة لهذا الموصل. وأيّ مقاومة لا تتغير بتغيّر درجة حرارتها أو الجهد المُطبّق عليها أو اتجاه حركة الشحنة فيها؛ تحقّق قانون أوم.
- يمكن التحكم في تيار دائرة كهربائية بتغيير الجهد أو المقاومة أو كليهما.

4–2 استخدام الطاقة الكهربائية Using Electric Energy

المفردات

- الموصل الفائق التوصيل
- الكيلوواط.ساعة

المفاهيم الرئيسة

- القدرة في دائرة كهربائية تساوي مربع التيار مضروبًا في المقاومة، أو تساوي مربع الجهد مقسومًا على المقاومة. $P = I^2R$ أو $P = \frac{V^2}{R}$
- إذا استُنفِدت القدرة بمعدل منتظم فإن الطاقة الحرارية الناتجة تساوي القدرة مضروبة في الزمن، كما يمكن أيضًا التعبير عن القدرة بـ I^2R و V^2/R كما يأتي:

$$E = Pt$$
$$= I^2Rt$$
$$= \frac{V^2}{R}t$$

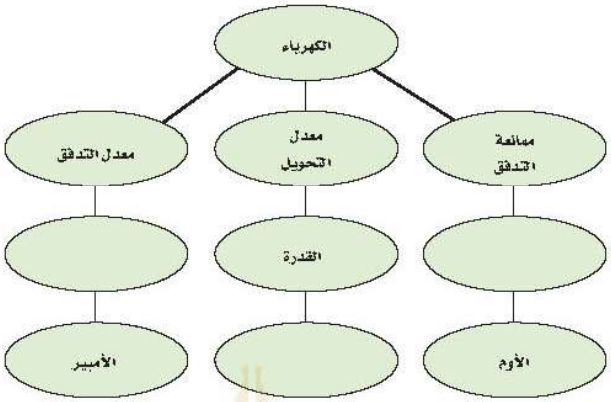
- الموصلات الفائقة التوصيل مواد مقاومتها صفر، ولا زالت استخداماتها العملية حتى وقتنا الحاضر محدودة.
- الطاقة الحرارية غير المرغوب فيها الناتجة عن نقل الطاقة الكهربائية تسمّى القدرة الضائعة I^2R. وأفضل طريقة لتقليل ضياع أو فَقْد I^2R إلى أقل حدّ هي تقليل قيمة التيار المار في أسلاك التوصيل. ويمكن تقليل قيمة التيار المار في أسلاك التوصيل دون تقليل القدرة من خلال نقل الكهرباء عند جهود عالية.
- الكيلوواط.ساعة (kWh) وحدة طاقة تساوي 3.6×10^6 J.

bedaya.com

الفصل 4
التقويم

خريطة المفاهيم

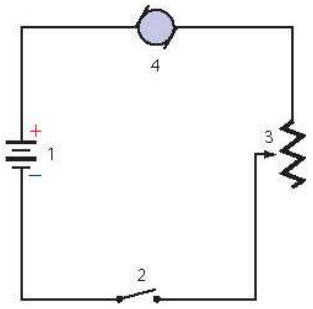
34. أكمل خريطة المفاهيم أدناه باستخدام المصطلحات الآتية: الواط، التيار، المقاومة.



إتقان المفاهيم

35. عرّف وحدة قياس التيار الكهربائي بدلالة النظام الدولي للوحدات SI. (1– 4)

ارجع إلى الشكل **11–4** للإجابة عن الأسئلة **36–39**. (1 –4)



الشكل 11–4

36. كيف يجب وصل فولتمتر في الشكل لقياس جهد المحرك؟

37. كيف يجب وصل أميتر في الشكل لقياس تيار المحرك؟

38. ما اتجاه التيار الاصطلاحي في المحرك؟

39. ما رقم الأداة التي:

a. تحوّل الطاقة الكهربائية إلى طاقة ميكانيكية؟

b. تحوّل الطاقة الكيميائية إلى طاقة كهربائية؟

c. تعمل على فتح الدائرة وإغلاقها؟

d. تحول الطاقة الكهربائية إلى طاقة حركية؟

40. صف تحوّلات الطاقة التي تحدث في الأدوات الآتية: (1– 4)

a. مصباح كهربائي متوهّج.

b. مجفّفة ملابس.

c. مذياع رقمي مزوّد بساعة.

41. أي السلكين يوصل الكهرباء بمقاومة أقل: سلك مساحة مقطعه العرضي كبيرة، أم سلك مساحة مقطعه العرضي صغيرة؟ (1– 4)

42. لماذا يكون عدد المصابيح التي تحترق لحظة إضاءتها أكبر كثيرًا من عدد المصابيح التي تحترق وهي مُضاءة؟ (2– 4)

43. عند عمل دائرة قصر لبطارية بوصل طرفي سلك نحاسي بقطبي البطارية ترتفع درجة حرارة السلك. فسّر لماذا يحدث ذلك؟ (2– 4)

44. ما الكميَّات الكهربائية التي يجب المحافظة على مقاديرها قليلة عند نقل الطاقة الكهربائية مسافات طويلة بصورة اقتصادية؟ (2– 4)

45. عرف وحدة القدرة الكهربائية بدلالة النظام الدولي للوحدات SI. (2– 4)

تطبيق المفاهيم

46. **خطوط القدرة** لماذا تستطيع الطيور الوقوف على خطوط الجهد المرتفع دون أن تتعرض لصدمة كهربائية؟

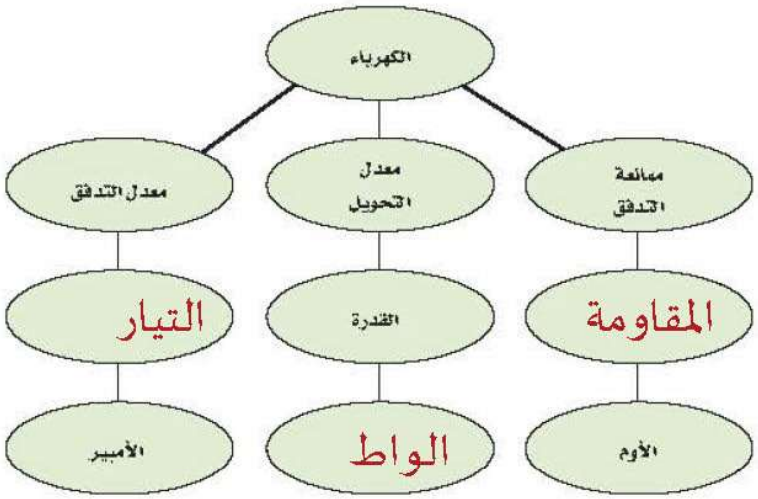
47. صِف طريقتين لزيادة التيار في دائرة كهربائية.

48. **المصابيح الكهربائية** يعمل مصباحان كهربائيان في دائرة كهربائية جهدها 120 V. إذا كانت قدرة أحدهما 50 W والآخر 100 W، فأيّ المصباحين مقاومته أكبر؟ وضّح إجابتك.

بقية الإجابات في الصفحة التالية

خريطة المفاهيم

34. أكمل خريطة المفاهيم أدناه باستخدام المصطلحات الآتية: الواط، التيار، المقاومة.

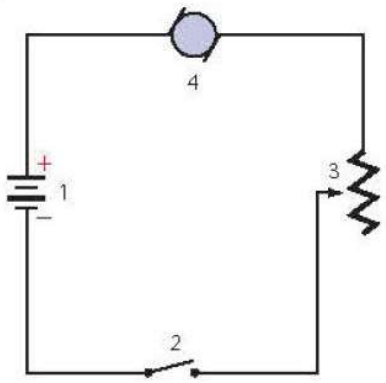


إتقان المفاهيم

35. عرّف وحدة قياس التيار الكهربائي بدلالة النظام الدولي للوحدات SI. (1– 4)

1A = 1C/1s

ارجع إلى الشكل **11–4** للإجابة عن الأسئلة **36–39**. (1 –4)



■ الشكل 11–4

36. كيف يجب وصل فولتمتر في الشكل لقياس جهد المحرك؟

يوصل القطب الموجب للفولتمتر مع قطب الذراع اليسرى للمحرك، ويوصل القطب السالب للفولتمتر مع قطب الذراع اليمني للمحرك.

37. كيف يجب وصل أميتر في الشكل لقياس تيار المحرك؟

افتح الدائرة بين البطارية والمحرك، ثم صل القطب الموجب للاميتر مع الطرف الموجب لمكان فتح الدائرة (الطرف الموصل مع القطب الموجب للبطارية) وصل القطب السالب للاميتر مع الطرف السالب (الطرف الأقرب إلى المحرك).

38. ما اتجاه التيار الاصطلاحي في المحرك؟

من اليسار إلى اليمين خلال المحرك

39. ما رقم الأداة التي:

a. تحوّل الطاقة الكهربائية إلى طاقة ميكانيكية؟ 4

b. تحوّل الطاقة الكيميائية إلى طاقة كهربائية؟ 1

c. تعمل على فتح الدائرة وإغلاقها؟ 2

d. تحول الطاقة الكهربائية إلى طاقة حركية؟ 3

40. صف تحوّلات الطاقة التي تحدث في الأدوات الآتية: (1– 4)

a. مصباح كهربائي متوهّج.

الطاقة الكهربائية إلى طاقة حرارية وضوء

b. مجفّفة ملابس.

الطاقة الكهربائية إلى طاقة حرارية وطاقة حركية

c. مذياع رقمي مزوّد بساعة.

الطاقة الكهربائية إلى ضوء وصوت

بداية
موقع بداية التعليمي | bedaya.com

تابع إلى الصفحة التالية

41. أي السلكين يوصل الكهرباء بمقاومة أقل: سلك مساحة مقطعه العرضي كبيرة، أم سلك مساحة مقطعه العرضي صغيرة؟ (1– 4)

للسك ذي المقطع العرضي الأكبر مقاومة أقل، لأن هناك عددا أكبر من الإلكترونات لحمل الشحنة.

42. لماذا يكون عدد المصابيح التي تحترق لحظة إضاءتها أكبر كثيرًا من عدد المصابيح التي تحترق وهي مُضاءة؟ (2– 4)

تسمح المقاومة القليلة للفتيلة الباردة بمرور تيار كبير في البداية، ومن ثم تغير كبير في درجة حرارتها مما يؤدي إلى تعرض الفتيلة لإجهاد كبير.

43. عند عمل دائرة قصر لبطارية بوصل طرفي سلك نحاسي بقطبي البطارية ترتفع درجة حرارة السلك. فسّر لماذا يحدث ذلك؟ (2– 4)

تولد دائرة القصر تيارا كبيرا مما يسبب تصادم عدد أكبر من الإلكترونات مع ذرات السلك وهذا يؤدي إلى رفع الطاقة الحركية للذرات ودرجة حرارة السلك.

44. ما الكميَّات الكهربائية التي يجب المحافظة على مقاديرها قليلة عند نقل الطاقة الكهربائية مسافات طويلة بصورة اقتصادية؟ (2– 4)

مقاومة السلك والتيار المار في السلك

45. عرف وحدة القدرة الكهربائية بدلالة النظام الدولي للوحدات SI. (2– 4)

$$W = \frac{C}{s} \cdot \frac{J}{C} = \frac{J}{s} = \frac{Kgm^2}{s^3}$$

تطبيق المفاهيم

46. **خطوط القدرة** لماذا تستطيع الطيور الوقوف على خطوط الجهد المرتفع دون أن تتعرض لصدمة كهربائية؟

ليس هناك فرق جهد على إمتداد السلك، لذا لا يمر تياركهربائي خلال جسم الطائر.

47. صِف طريقتين لزيادة التيار في دائرة كهربائية.

إما زيادة الجهد أو بتقليل المقاومة

48. **المصابيح الكهربائية** يعمل مصباحان كهربائيان في دائرة كهربائية جهدها 120 V. إذا كانت قدرة أحدهما 50 W والآخر 100 W، فأيّ المصباحين مقاومته أكبر؟ وضّح إجابتك.

المصباح الكهربائي $P = V^2/R$ و $50W$
لذا فإن $R = V^2/P$
فالمقاومة الكبيرة تسبب قدرة أقل

بداية
موقع بداية التعليمي | bedaya.com

تقويم الفصل 4

49. إذا ثُبّت فرق الجهد في دائرة كهربائية، وتم مضاعفة مقدار المقاومة، فما تأثير ذلك في تيار الدائرة؟

50. ما تأثير مضاعفة كل من الجهد والمقاومة في تيار دائرة كهربائية؟ وضّح إجابتك.

51. **قانون أوم** وجدت سارة أداة تُشبه مقاومة. عندما وصلت هذه الأداة ببطارية جهدها 1.5 V مرَّ فيها تيار مقداره 45×10^{-6} A فقط، ولكن عندما استخدمت بطارية جهدها 3.0 V مر فيها تيار مقداره 25×10^{-3} A ، فهل تحقّق هذه الأداة قانون أوم؟

52. إذا غُيّر موقع الأميتر المبين في **الشكل 4–3a** ليُصبح أسفل الشكل، فهل تبقى قراءة الأميتر هي نفسها؟ وضّح ذلك.

53. سلكان أحدهما مقاومته كبيرة والآخر مقاومته صغيرة. إذا وصِل كل منهما بقطبي بطارية جهدها 6.0 V، فأي السلكين ينتج طاقة بمعدل أكبر؟ ولماذا؟

إتقان حل المسائل

4–1 التيار الكهربائي والدوائر الكهربائية

54. وصل محرك ببطارية جهدها 12 V كما هو موضّح في **الشكل 4–12**. احسب مقدار:

a. القدرة التي تصل إلى المحرك.

b. الطاقة المُحوَّلة إذا تم تشغيل المحرك 15 min.

الشكل 4–12

55. يمر تيار كهربائي مقداره 0.50 A في مصباح متصل بمصدر جهده 120 V، احسب مقدار:

a. القدرة الواصلة.

b. الطاقة التي يتم تحويلها خلال 5.0 min.

56. **مجففات الملابس** وُصِلت مجفّفة ملابس قدرتها 4200 W بدائرة كهربائية جهدها 220 V، احسب مقدار التيار المار فيها.

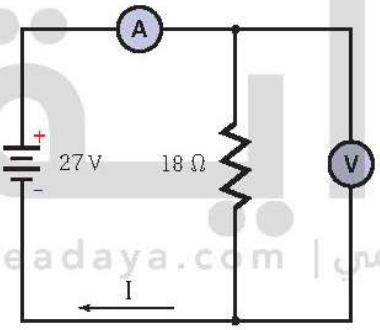
57. ارجع إلى **الشكل 4–13** للإجابة عن الأسئلة الآتية:

a. ما قراءة الأميتر؟

b. ما قراءة الفولتمتر؟

c. ما مقدار القدرة الواصلة إلى المقاومة؟

d. ما مقدار الطاقة التي تصل إلى المقاومة كل ساعة؟



الشكل 4–13

58. **المصابيح اليدوية** إذا وصِل مصباح يدوي بفرق جهد 3.0 V، فمرّ فيه تيار مقداره 1.5 A:

a. فما معدل الطاقة الكهربائية المستهلكة في المصباح؟

b. ما مقدار الطاقة الكهربائية التي يحولها المصباح خلال 11 min؟

59. ارسم رسمًا تخطيطيًّا لدائرة توالٍ كهربائية تحوي مقاومة مقدارها 16 Ω، وبطارية، مع أميتر قراءته 1.75 A، حدّد كلًّا من الطرف الموجب للبطارية وجهدها، والطرف الموجب للأميتر، واتجاه التيار الاصطلاحي.

60. يمر تيار كهربائي مقداره 66 mA في مصباح عند توصيله ببطارية جهدها 6.0 V، ويمر فيه تيار مقداره 75 mA عند استخدم بطارية جهدها 9.0 V، أجب عن الأسئلة الآتية:

بقية الإجابات في الصفحة التالية

49. إذا ثُبّت فرق الجهد في دائرة كهربائية، وتم مضاعفة مقدار المقاومة، فما تأثير ذلك في تيار الدائرة؟

إذا تضاعفت المقاومة فإن التيار سيقل إلى النصف.

50. ما تأثير مضاعفة كل من الجهد والمقاومة في تيار دائرة كهربائية؟ وضّح إجابتك.

لا تأثير / $V = IR$ ، لذا فإن $I = V/R$ فإذا تضاعف كل من الجهد والمقاومة فإن التيار لا يتغير.

51. **قانون أوم** وجدت سارة أداة تُشبه مقاومة. عندما وصلت هذه الأداة ببطارية جهدها 1.5 V مرَّ فيها تيار مقداره 45×10^{-6} A فقط، ولكن عندما استخدمت بطارية جهدها 3.0 V مر فيها تيار مقداره 25×10^{-3} A ، فهل تحقّق هذه الأداة قانون أوم؟

لا، لأنه عند 1.5V تكون المقاومة $3.3 \times 104\Omega$
وعند 3V تكون المقاومة 120Ω
فالجهاز الذي يحقق قانون أوم له مقاومة لا تعتمد على الجهد المطبق.

52. إذا غُيّر موقع الأميتر المبين في الشكل **4–3a** ليُصبح أسفل الشكل، فهل تبقى قراءة الأميتر هي نفسها؟ وضّح ذلك.

نعم، لأن قيمة التيار متساوية عند كل النقاط في الدائرة.

53. سلكان أحدهما مقاومته كبيرة والآخر مقاومته صغيرة. إذا وصِل كل منهما بقطبي بطارية جهدها 6.0 V، فأي السلكين ينتج طاقة بمعدل أكبر؟ ولماذا؟

السلك الذي له أقل مقاومة، لأن $P = V2/R$ ، فالمقاومة R الأقل تولد قدرة P أكبر تتبدد في السلك، حيث يولد طاقة حرارية بمعدل أكبر.

إتقان حل المسائل

4–1 التيار الكهربائي والدوائر الكهربائية

54. وصل محرك ببطارية جهدها 12 V كما هو موضّح في الشكل **4–12**. احسب مقدار:

a. القدرة التي تصل إلى المحرك.

b. الطاقة المُحوَّلة إذا تم تشغيل المحرك 15 min.

الشكل 4–12

حل a :

$P = VI = 18W$

حل b :

$E = Pt = 1.6 \times 10^4$ J

بداية التعليمي | beadaya.com

تابع إلى الصفحة التالية

55. يمر تيار كهربائي مقداره 0.50 A في مصباح متصل بمصدر جهده 120 V، احسب مقدار:

a. القدرة الواصلة.

b. الطاقة التي يتم تحويلها خلال 5.0 min.

حل a :

$P = IV = 6 \times 10\ W$

حل b :

$E = Pt = 1.8 \times 10^4\ J$

56. **مجففات الملابس** وُصِلت مجفّفة ملابس قدرتها 4200 W بدائرة كهربائية جهدها 220 V، احسب مقدار التيار المار فيها.

$$P = IV$$

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

$$= 19\ A$$

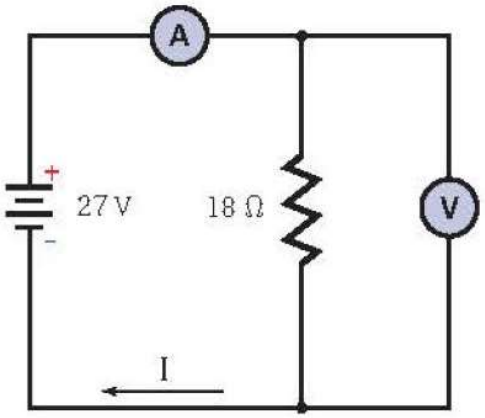
57. ارجع إلى الشكل 13–4 للإجابة عن الأسئلة الآتية:

a. ما قراءة الأميتر؟

b. ما قراءة الفولتمتر؟

c. ما مقدار القدرة الواصلة إلى المقاومة؟

d. ما مقدار الطاقة التي تصل إلى المقاومة كل ساعة؟



الشكل 13–4

حل 57-a:

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

$$= 1.5\ A$$

حل 57-b :

27V

حل 57-c :

$P = IV = 41W$

حل 57-d :

$E = Pt = 1.5 \times 10^5\ J$

58. **المصابيح اليدوية** إذا وصِل مصباح يدوي بفرق جهد 3.0 V، فمرّ فيه تيار مقداره 1.5 A:

a. فما معدل الطاقة الكهربائية المستهلكة في المصباح؟

b. ما مقدار الطاقة الكهربائية التي يحولها المصباح خلال 11 min؟

حل a :

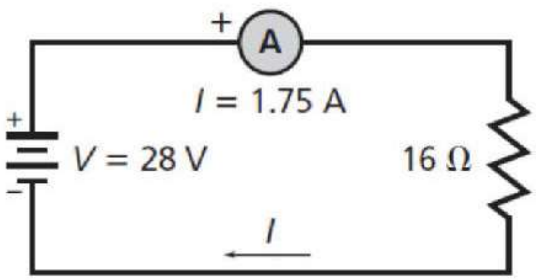
$P = IV = 4.5\ W$

حل b :

$E = Pt = 3 \times 10^3\ J$

59. ارسم رسمًا تخطيطيًّا لدائرة توالٍ كهربائية تحوي مقاومة مقدارها 16 Ω، وبطارية، مع أميتر قراءته 1.75 A، حدّد كلًّا من الطرف الموجب للبطارية وجهدها، والطرف الموجب للأميتر، واتجاه التيار الاصطلاحي.

V=28V



بداية
beadaya.com | موقع بداية التعليمي

تابع إلى الصفحة التالية

تقويم الفصل 4

a. هل يحقّق المصباح قانون أوم؟

b. ما مقدار القدرة المستنفدة في المصباح عند توصيله ببطارية 6.0 V؟

c. ما مقدار القدرة المستنفدة في المصباح عند توصيله ببطارية 9.0 V؟

61. يمر تيار مقداره 0.40 A في مصباح موصول بمصدر جهد 120 V، أجب عما يأتي:

a. ما مقدار مقاومة المصباح في أثناء إضاءته؟

b. تُصبح مقاومة المصباح عندما يبرد $\frac{1}{5}$ مقاومته عندما يكون ساخنًا. ما مقدار مقاومة المصباح وهو بارد؟

c. ما مقدار التيار المار في المصباح لحظة إضاءته من خلال وصله بفرق جهد مقداره 120 V؟

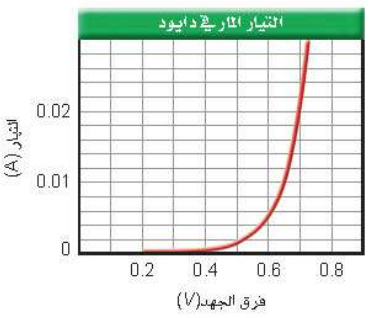
62. **المصابيح الكهربائية** ما مقدار الطاقة المستنفدة في مصباح قدرته 60.0 W خلال نصف ساعة؟ وإذا حوّل المصباح 12% من الطاقة الكهربائية إلى طاقة ضوئية فما مقدار الطاقة الحرارية التي يولّدها خلال نصف ساعة؟

63. يمثل الرسم البياني في **الشكل 14–4** العلاقة بين فرق الجهد والتيار المار في جهاز يسمى الصمام الثنائي (الدايود) وهو مصنوع من السليكون. أجب عن الأسئلة الآتية:

a. إذا وصِل الدايود بفرق جهد مقداره 0.70 V فما مقدار مقاومته؟

b. ما مقدار مقاومة الدايود عند استخدام فرق جهد مقداره 0.60 V؟

c. هل يُحقّق الدايود قانون أوم؟



■ **الشكل 14–4**

4–2 استخدام الطاقة الكهربائية

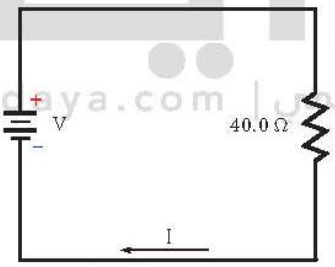
64. **البطاريات** يبلغ ثمن بطارية جهدها 9.0 V تقريبًا 10.00 ريالات، وتولّد هذه البطارية تيارًا مقداره 0.0250 A مدة 26.0 h قبل أن يتم تغييرها. احسب تكلفة كل kWh تُزوِّدنا به هذه البطارية.

65. ما مقدار أكبر تيار ينتج عن قدرة كهربائية مقدارها 5.0 W في مقاومة مقدارها 220 Ω ؟

66. يمر تيار مقداره 3.0 A في مكواة كهربائية جهدها 110 V. ما مقدار الطاقة الحرارية الناتجة عن المكواة خلال ساعة؟

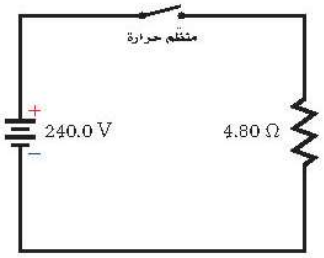
67. في الدائرة الموضّحة في **الشكل 15–4** تبلغ أكبر قدرة كهربائية آمنة 50.0 W. استخدم الشكل لإيجاد كل مما يأتي:

a. أكبر تيار آمن. **b.** أكبر جهد آمن.



■ **الشكل 15–4**

68. يمثل **الشكل 16–4** دائرة فرن كهربائي. احسب قيمة الفاتورة الشهرية (30 يومًا) إذا كان ثمن الكيلوواط.ساعة 0.18 ريال، وتم ضبط منظّم الحرارة ليشتغل الفرن 6 ساعات يوميًّا.



■ **الشكل 16–4**

بداية | موقع بداية التعليمي
beadaya.com

بقية الإجابات في الصفحة التالية

60. يمر تيار كهربائي مقداره 66 mA في مصباح عند توصيله ببطارية جهدها 6.0 V، ويمر فيه تيار مقداره 75 mA عند استخدم بطارية جهدها 9.0 V، أجب عن الأسئلة الآتية:

وزارة التربية

a. هل يحقّق المصباح قانون أوم؟

لا، يزداد الجهد بمعامل قدره 1.5، بينما يزداد التيار بمعامل مقداره 1.1

b. ما مقدار القدرة المستنفدة في المصباح عند توصيله ببطارية 6.0 V؟

$P = IV = 0.4\ W$

c. ما مقدار القدرة المستنفدة في المصباح عند توصيله ببطارية 9.0 V؟

$P = IV = 0.68\ W$

61. يمر تيار مقداره 0.40 A في مصباح موصول بمصدر جهد 120 V، أجب عما يأتي:

a. ما مقدار مقاومة المصباح في أثناء إضاءته؟

$$V = IR$$
$$R = \frac{V}{I}$$
$$= 3 \times 10^2 \Omega$$

b. تُصبح مقاومة المصباح عندما يبرد $\frac{1}{5}$ مقاومته عندما يكون ساخنًا. ما مقدار مقاومة المصباح وهو بارد؟

$$6 \times 10\Omega$$

c. ما مقدار التيار المار في المصباح لحظة إضاءته من خلال وصله بفرق جهد مقداره 120 V؟

$$I = \frac{V}{R}$$
$$= 2\ A$$

62. **المصابيح الكهربائية** ما مقدار الطاقة المستنفدة في مصباح قدرته 60.0 W خلال نصف ساعة؟ وإذا حوّل المصباح 12% من الطاقة الكهربائية إلى طاقة ضوئية فما مقدار الطاقة الحرارية التي يولّدها خلال نصف ساعة؟

$$1.08 \times 10^5\ J, 9.5 \times 10^4\ J$$

63. يمثل الرسم البياني في **الشكل 14-4** العلاقة بين فرق الجهد والتيار المار في جهاز يسمى الصمام الثنائي (الدايود) وهو مصنوع من السليكون. أجب عن الأسئلة الآتية:

a. إذا وصِل الدايود بفرق جهد مقداره 0.70 V فما مقدار مقاومته؟

$$R = \frac{V}{I}$$
$$= 32\Omega$$

b. ما مقدار مقاومة الدايود عند استخدام فرق جهد مقداره 0.60 V؟

$$R = \frac{V}{I}$$
$$= 1.2 \times 10^2 \Omega$$

c. هل يُحقّق الدايود قانون أوم؟

لا، تعتمد المقاومة على الجهد

بداية
موقع بداية التعليمي

تابع إلى الصفحة التالية

4–2 استخدام الطاقة الكهربائية

64. البطاريات يبلغ ثمن بطارية جهدها 9.0 V تقريبًا 10.00 ريالات، وتولّد هذه البطارية تيارًا مقداره 0.0250 A مدة 26.0 h قبل أن يتم تغييرها. احسب تكلفة كل kWh تُزوِّدنا به هذه البطارية.

1700/kWh ريال

65. ما مقدار أكبر تيار ينتج عن قدرة كهربائية مقدارها 5.0 W في مقاومة مقدارها 220 Ω ؟

$$P = I^2R$$

$$I = 0.15\ \text{A}$$

66. يمر تيار مقداره 3.0 A في مكواة كهربائية جهدها 110 V. ما مقدار الطاقة الحرارية الناتجة عن المكواة خلال ساعة؟

$$Q = E = VIt = 1.2 \times 10^6\ \text{J}$$

67. في الدائرة الموضّحة في الشكل 15–4 تبلغ أكبر قدرة كهربائية آمنة 50.0 W. استخدم الشكل لإيجاد كل مما يأتي:

a. أكبر تيار آمن. **b.** أكبر جهد آمن.

حل a:

$$P = I^2R$$

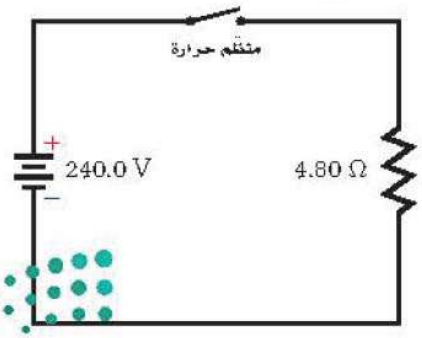
$$I = 1.1\ \text{A}$$

حل b:

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

$$V = 45V$$

68. يمثل الشكل 16–4 دائرة فرن كهربائي. احسب قيمة الفاتورة الشهرية (30 يومًا) إذا كان ثمن الكيلوواط.ساعة 0.18 ريال، وتم ضبط منظّم الحرارة ليشتغل الفرن 6 ساعات يوميًّا.



الشكل 16–4

$$E = \frac{V^2t}{R}$$

$$= 2160\text{kWh}$$

التكلفة = 216 ريال

وزارة التـ
beadaya.com | موقع بداية التعليمي

تابع إلى الصفحة التالية

تقويم الفصل 4

69. التطبيقات يُكلّف تشغيل مُكيّف هواء 50 ريالًا خلال 30 يومًا، وذلك على اعتبار أن المُكيّف يعمل 12 ساعة يوميًّا، وثمن كل kWh هو 0.18 ريال. احسب التيار الذي يمر في المكيّف عند تشغيله على فرق جهد مقداره 120 V؟

70. المذياع يتم تشغيل مذياع ببطارية جهدها 9.0 V، بحيث تزوِّده بتيار مقداره 50.0 mA.

a. إذا كان ثمن البطارية 10.00 ريالات، وتعمل لمدة 300.0 h فاحسب تكلفة كل kWh تُزوِّدنا به هذه البطارية عند تشغيل المذياع هذه الفترة.

b. إذا تم تشغيل المذياع نفسه بمحوِّل موصول بدائرة المنزل، وكان ثمن الكيلوواط.ساعة 0.18 ريال، فاحسب تكلفة تشغيل المذياع مدة 300.0 h.

مراجعة عامة

71. يمر تيار مقداره 1.2 A في مقاومة مقدارها 50.0 Ω مدة 5.0 min، احسب مقدار الحرارة المتولدة في المقاومة خلال هذه الفترة.

72. وصِلت مقاومة مقدارها 6.0 Ω ببطارية جهدها 15 V

a. ما مقدار التيار المار في الدائرة؟

b. ما مقدار الطاقة الحرارية الناتجة خلال 10.0 min؟

73. المصابيح الكهربائية تبلغ مقاومة مصباح كهربائي متوهّج 10.0 Ω قبل إنارته، وتُصبح 40.0 Ω عند إنارته بتوصيله بمصدر جهد 120 V. أجب عن الأسئلة الآتية:

a. ما مقدار التيار الذي يمر في المصباح عند إنارته؟

b. ما مقدار التيار الذي يمر في المصباح لحظة إنارته (التيار اللحظي)؟

c. متى يَستهلِك المصباح أكبر قدرة كهربائية؟

74. تستخدم مقاومة مُتغيّرة للتحكم في سرعة محرك كهربائي جهده 12 V. عند ضَبط المقاومة ليتحرك المحرك بأقل سرعة يمر فيه تيار مقداره 0.02 A، وعندما تضبط المقاومة ليتحرك المحرك بأكبر سرعة يمر فيه تيار مقداره 1.2 A، ما مدى المقاومة المتغيرة؟

75. يُشغّل محرك كهربائي مضخّة توزيع الماء في مزرعة بحيث تضخ 1.0×10^4 L من الماء رأسيًّا إلى أعلى مسافة 8.0 m في كل ساعة. فإذا وصِل المحرك بمصدر جهد 110 V، وكانت مقاومته في أثناء تشغيله 22.0 Ω فما مقدار:

a. التيار المار في المحرك؟

b. كفاءة المحرك؟

76. ملف تسخين مقاومته 4.0 Ω ، ويعمل على جهد مقداره 120 V، أجب عما يأتي:

a. ما مقدار التيار الكهربائي المار في الملف عند تشغيله؟

b. ما مقدار الطاقة الواصلة إلى الملف خلال 5.0 min؟

c. إذا غُمر الملف في وعاء عازل يحتوي على 20.0 kg من الماء فما مقدار الزيادة في درجة حرارة الماء؟ افترض أن الماء امتص الحرارة الناتجة بنسبة 100 %.

d. إذا كان ثمن الكيلوواط.ساعة 0.18 ريال فما تكلفة تشغيل الملف 30 min في اليوم مدة 30 يومًا؟

77. التطبيقات مدفأة كهربائية تصل قدرتها إلى 500 W. أجب عما يأتي:

a. ما مقدار الطاقة الواصلة إلى المدفأة في نصف ساعة؟

b. تستخدم المدفأة لتدفئة غرفة تحتوي على 50 kg من الهواء، فإذا كانت الحرارة النوعية للهواء 1.10 kJ /kg.°C، و50% من الطاقة الحرارية الناتجة تعمل على تسخين الهواء في الغرفة، فما مقدار التغير في درجة هواء الغرفة خلال نصف ساعة؟

c. إذا كان ثمن الكيلوواط.ساعة 0.18 ريال، فما تكلفة تشغيل المدفأة 6.0 h في اليوم مدة 30 يومًا؟

موقع بداية التعليم beadaya.com

بقية الإجابات في الصفحة التالية

69. **التطبيقات** يُكلّف تشغيل مُكيّف هواء 50 ريالًا خلال 30 يومًا، وذلك على اعتبار أن المُكيّف يعمل 12 ساعة يوميًّا، وثمن كل kWh هو 0.18 ريال. احسب التيار الذي يمر في المكيّف عند تشغيله على فرق جهد مقداره 120 V؟

$$E = \frac{\text{Cost}}{\text{Rate}}$$
$$= 556\text{kWh}$$
$$E = \text{IVt}$$
$$\text{I} = \frac{\text{E}}{\text{Vt}}$$
$$= 12.9\ \text{A}$$

70. **المذياع** يتم تشغيل مذياع ببطارية جهدها 9.0 V، بحيث تزوِّده بتيار مقداره 50.0 mA.

a. إذا كان ثمن البطارية 10.00 ريالات، وتعمل لمدة 300.0 h فاحسب تكلفة كل kWh تُزوِّدنا به هذه البطارية عند تشغيل المذياع هذه الفترة.

74/kWh ريال

b. إذا تم تشغيل المذياع نفسه بمحوِّل موصول بدائرة المنزل، وكان ثمن الكيلوواط.ساعة 0.18 ريال، فاحسب تكلفة تشغيل المذياع مدة 300.0 h.

0.02 ريال

مراجعة عامة

71. يمر تيار مقداره 1.2 A في مقاومة مقدارها 50.0 Ω مدة 5.0 min، احسب مقدار الحرارة المتولدة في المقاومة خلال هذه الفترة.

2.2×10^4 J

72. وصِلت مقاومة مقدارها 6.0 Ω ببطارية جهدها 15 V

a. ما مقدار التيار المار في الدائرة؟

$$\text{V} = \text{IR}$$
$$\text{I} = \frac{\text{V}}{\text{R}}$$
$$= 2.5\ \text{A}$$

b. ما مقدار الطاقة الحرارية الناتجة خلال 10.0 min؟

$$Q = E = I^2Rt = 2.3 \times 10^4 J$$

73. **المصابيح الكهربائية** تبلغ مقاومة مصباح كهربائي متوهّج 10.0 Ω قبل إنارته، وتُصبح 40.0 Ω عند إنارته بتوصيله بمصدر جهد 120 V. أجب عن الأسئلة الآتية:

a. ما مقدار التيار الذي يمر في المصباح عند إنارته؟

$$I = \frac{V}{R}$$
$$= 3\ \text{A}$$

b. ما مقدار التيار الذي يمر في المصباح لحظة إنارته (التيار اللحظي)؟

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

74. تستخدم مقاومة مُتغيّرة للتحكم في سرعة محرك كهربائي جهده 12 V. عند ضَبط المقاومة ليتحرك المحرك بأقل سرعة يمر فيه تيار مقداره 0.02 A، وعندما تضبط المقاومة ليتحرك المحرك بأكبر سرعة يمر فيه تيار مقداره 1.2 A، ما مدى المقاومة المتغيرة؟

بداية
موقع بداية التعليمي bedaya.com

تابع إلى الصفحة التالية

مقاومة أصغر سرعة هي:

$$R = V/I = 600\Omega$$

مقاومة أكبر سرعة هي:

$$R = V/I = 1 \times 10\Omega$$

المدى من $1 \times 10^1\Omega$ **إلى** 600Ω

75. يُشغّل محرك كهربائي مضخّة توزيع الماء في مزرعة بحيث تضخ 1.0×10^4 L من الماء رأسيًّا إلى أعلى مسافة 8.0 m في كل ساعة. فإذا وصِل المحرك بمصدر جهد 110 V، وكانت مقاومته في أثناء تشغيله 22.0 Ω فما مقدار:

a. التيار المار في المحرك؟

$$V = IR = 5A$$

b. كفاءة المحرك؟

$$E_w = mgd = 8 \times 105 \text{ J}$$
$$E_m = IVt = 2 \times 106 \text{ J}$$

الكفاءة =

$$\frac{E \times 100}{E_m}$$
$$= 40\%$$

76. ملف تسخين مقاومته 4.0 Ω ، ويعمل على جهد مقداره 120 V، أجب عما يأتي:

a. ما مقدار التيار الكهربائي المار في الملف عند تشغيله؟

$$V = IR$$
$$I = \frac{V}{R}$$
$$= 3 \times 10 \text{ A}$$

b. ما مقدار الطاقة الواصلة إلى الملف خلال 5.0 min؟

$$E = I^2Rt = 1.1 \times 10^6 J$$

c. إذا غُمر الملف في وعاء عازل يحتوي على 20.0 kg من الماء فما مقدار الزيادة في درجة حرارة الماء؟ افترض أن الماء امتص الحرارة الناتجة بنسبة 100 %.

$$\Delta T = \frac{Q}{mC}$$
$$= 13°C$$

d. إذا كان ثمن الكيلوواط.ساعة 0.18 ريال فما تكلفة تشغيل الملف 30 min في اليوم مدة 30 يومًا؟

4.4 ريالات

77. **التطبيقات** مدفأة كهربائية تصل قدرتها إلى 500 W. أجب عما يأتي:

a. ما مقدار الطاقة الواصلة إلى المدفأة في نصف ساعة؟

$$E = Pt = 9 \times 10^5 \text{ J}$$

b. تستخدم المدفأة لتدفئة غرفة تحتوي على 50 kg من الهواء، فإذا كانت الحرارة النوعية للهواء 1.10 kJ /kg.°C، و50% من الطاقة الحرارية الناتجة تعمل على تسخين الهواء في الغرفة، فما مقدار التغير في درجة هواء الغرفة خلال نصف ساعة؟

$$Q = mC\Delta T$$
$$\Delta T = \frac{Q}{mC}$$
$$= 8C$$

c. إذا كان ثمن الكيلوواط ساعة 0.18 ريال، فما تكلفة تشغيل المدفأة 6.0 h في اليوم مدة 30 يومًا؟

7 ريالات

بداية التعليمي | beadaya.com

تقويم الفصل 4

التفكير الناقد

78. **تصميم النماذج** ما مقدار الطاقة المختزنة في مكثف؟ يُعبَّر عن الطاقة اللازمة لزيادة فرق الجهد للشحنة q بالعلاقة: $E = qV$، ويحسب فرق الجهد في مكثف بالعلاقة: $V = q/C$. لذا كلما زادت الشحنة على المكثف ازداد فرق الجهد، ومن ثم فإن الطاقة اللازمة لإضافة شحنة عليه تزداد. إذا استخدم مكثف سعته الكهربائية 1.0 F بوصفه جهازًا لتخزين الطاقة في حاسوب شخصي فمثِّل بيانيًّا فرق الجهد V عند شحن المكثف بإضافة شحنة مقدارها 5.0 C إليه. وما مقدار فرق الجهد بين طرفي المكثف؟ وإذا كانت المساحة تحت المنحنى تمثّل الطاقة المختزنة في المكثف فأوجد هذه الطاقة بوحدة الجول، وتحقق مما إذا كانت تساوي الشحنة الكلية مضروبة في فرق الجهد النهائي أم لا. وضّح إجابتك.

79. **تطبيق المفاهيم** يعمل فرن ميكروويف على فرق جهد 120 V، ويمر فيه تيار مقداره 12 A. إذا كانت كفاءته الكهربائية (تحويل تيار AC إلى أشعة ميكروويف) 75%، وكفاءة تحويله أشعة الميكروويف إلى حرارة تستخدم في تسخين الماء أيضًا 75% فأجب عما يأتي:

a. ارسم نموذجًا تخطيطيًّا للقدرة الكهربائية. ميّز وظيفة كلّ جزء منه وفقًا للجولات الكلية لكل ثانية.

b. اشتق معادلة لمعدل الزيادة في درجة الحرارة $(\Delta T/s)$ لمادة موضوعة في الميكروويف مستعينًا بالمعادلة $\Delta Q = mC\Delta T$، حيث ΔQ التغير في الطاقة الحرارية للمادة، و m كتلتها، و C حرارتها النوعية، و ΔT التغير في درجة حرارتها.

c. استخدم المعادلة التي توصلت إليها لإيجاد معدل الارتفاع في درجة الحرارة بوحدة سلسيوس لكل ثانية، وذلك عند استخدام هذا الفرن لتسخين 250 g من الماء إلى درجة حرارة أعلى من درجة حرارة الغرفة.

d. راجع حساباتك جيدًا وانتبه إلى الوحدات المستخدمة، وبين ما إذا كانت إجابتك صحيحة.

e. ناقش بصورة عامة الطرائق المختلفة التي يمكنك بها زيادة كفاءة تسخين الميكروويف.

f. ناقش لماذا يجب عدم تشغيل أفران الميكروويف وهي فارغة؟

80. **تطبيق المفاهيم** تتراوح أحجام مقاومة مقدارها 10 Ω بين رأس دبوس إلى وعاء حساء. وضح ذلك.

81. **إنشاء الرسوم البيانية واستخدامها** الرسم البياني للصمام الثنائي (الدايود) الموضّح في **الشكل 14-4** أكثر فائدة من رسم بياني مشابه للمقاومة يحقّق قانون أوم. وضح ذلك.

الكتابة في الفيزياء

82. هناك ثلاثة أنواع من المعادلات التي تواجهها في العلوم: (1) التعريفات، (2) القوانين، (3) الاشتقاقات. ومن الأمثلة عليها: (1) الأمبير الواحد يساوي كولوم واحد لكل ثانية. (2) القوة تساوي الكتلة مضروبة في التسارع. (3) القدرة الكهربائية تساوي مربع الجهد مقسومًا على المقاومة. اكتب صفحة واحدة توضح فيها متى تكون العلاقة "المقاومة تساوي الجهد مقسومًا على التيار" صحيحة. قبل أن تبدأ ابحث في التصنيفات الثلاثة للمعادلات المعطاة أعلاه.

83. تتمدد المادة عند تسخينها. ابحث في العلاقة بين التمدد الحراري وأسلاك التوصيل المستخدمة لنقل الجهد العالي.

مراجعة تراكمية

84. تبعد شحنة مقدارها $+3.0\times10^{-6}$ C مسافة 2.0 m عن شحنة أخرى مقدارها $+6.0\times10^{-5}$ C، احسب مقدار القوة المتبادلة بينهما. (الفصل 2)

الإجابات في الصفحة التالية

التفكير الناقد

78. **تصميم النماذج** ما مقدار الطاقة المختزنة في مكثف؟ يُعبَّر عن الطاقة اللازمة لزيادة فرق الجهد للشحنة q بالعلاقة: $E = qV$، ويحسب فرق الجهد في مكثف بالعلاقة: $V = q/C$. لذا كلما زادت الشحنة على المكثف ازداد فرق الجهد، ومن ثم فإن الطاقة اللازمة لإضافة شحنة عليه تزداد. إذا استخدم مكثف سعته الكهربائية 1.0 F بوصفه جهازًا لتخزين الطاقة في حاسوب شخصي فمثِّل بيانيًّا فرق الجهد V عند شحن المكثف بإضافة شحنة مقدارها 5.0 C إليه. وما مقدار فرق الجهد بين طرفي المكثف؟ وإذا كانت المساحة تحت المنحنى تمثّل الطاقة المختزنة في المكثف فأوجد هذه الطاقة بوحدة الجول، وتحقق مما إذا كانت تساوي الشحنة الكلية مضروبة في فرق الجهد النهائي أم لا. وضّح إجابتك.

الجهد

$$V = \frac{Q}{C} = \frac{5\text{C}}{1\text{ F}} = 5\text{ V}$$

الطاقة

$$\text{E} = 0.5 \times 5\text{ V} \times 5\text{C} = 13\text{ J}$$

لا. بيانيا، الشحنة الكلية مضروبة في فرق الجهد النهائي تساوي ضعف المساحة تحت المنحني تماما. وفيزيانيا هذا يعني أن كل كولوم يحتاج إلى كمية الطاقة القصوى نفسها لتخزينها في المكثف. وفي الواقع تزداد كمية الطاقة اللازمة لإضافة كل شحنة كلما تراكمت الشحنة في المكثف.

79. **تطبيق المفاهيم** يعمل فرن ميكروويف على فرق جهد 120 V، ويمر فيه تيار مقداره 12 A. إذا كانت كفاءته الكهربائية (تحويل تيار AC إلى أشعة ميكروويف) 75%، وكفاءة تحويله أشعة الميكروويف إلى حرارة تستخدم في تسخين الماء أيضًا 75% فأجب عما يأتي:

a. ارسم نموذجًا تخطيطيًّا للقدرة الكهربائية. ميّز وظيفة كلّ جزء منه وفقًا للجولات الكلية لكل ثانية.

b. اشتق معادلة لمعدل الزيادة في درجة الحرارة $(\Delta T/s)$ لمادة موضوعة في الميكروويف مستعينًا بالمعادلة $\Delta Q = mC\Delta T$، حيث ΔQ التغير في الطاقة الحرارية للمادة، و m كتلتها، و C حرارتها النوعية، و ΔT التغير في درجة حرارتها.

$$\frac{\Delta T}{\Delta t} = \frac{1}{mC}\frac{\Delta Q}{\Delta t}$$

c. استخدم المعادلة التي توصلت إليها لإيجاد معدل الارتفاع في درجة الحرارة بوحدة سلسيوس لكل ثانية، وذلك عند استخدام هذا الفرن لتسخين 250 g من الماء إلى درجة حرارة أعلى من درجة حرارة الغرفة.

$$\Delta\text{T} = \frac{1}{\text{mC}} \cdot \frac{\Delta Q}{\Delta t}$$
$$\Delta t = 0.78\text{C/s}$$

d. راجع حساباتك جيدًا وانتبه إلى الوحدات المستخدمة، وبين ما إذا كانت إجابتك صحيحة.

تختصر وحدة kg ووحدة J لينتج C°/s

بداية
موقع بداية التعليم
bedaya.com

تابع إلى الصفحة التالية

e. ناقش بصورة عامة الطرائق المختلفة التي يمكنك بها زيادة كفاءة تسخين الميكروويف.

من المحتمل إيجاد طريقة أخرى مختلفة لتحويل الطاقة الكهربائية إلى إشعاع تكون أكثر فاعلية، ومن المحتمل تحسين عملية تحويل أشعة الميكروويف إلى طاقة حرارية عند استخدام ترددات مختلفة للإشعاع الكهرومغناطيسي.

f. ناقش لماذا يجب عدم تشغيل أفران الميكروويف وهي فارغة؟

الفرن الفارغ يعني أن طاقة الميكروويف ستتبدد في الفرن. وهذا قد يؤدي إلى مزيد من السخونة لأجزاء الفرن، ومن ثم تلفها.

80. **تطبيق المفاهيم** تتراوح أحجام مقاومة مقدارها 10 Ω بين رأس دبوس إلى وعاء حساء. وضح ذلك.

يحدد الحجم الفيزيائي للمقاوم حسب قدرتها. فالمقاومات المقدرة عند 100W أكبر كثيرا من تلك المقدرة عند 1W.

81. **إنشاء الرسوم البيانية واستخدامها** الرسم البياني للصمام الثنائي (الدايود) الموضّح في الشكل 14-4 أكثر فائدة من رسم بياني مشابه للمقاومة يحقّق قانون أوم. وضح ذلك.

المنحنى البياني فولت- أمبير للمقاوم الذي يحقق قانون أوم عبارة عن خط مستقيم ونادرا ما يكون ضروريا.

الكتابة في الفيزياء

82. هناك ثلاثة أنواع من المعادلات التي تواجهها في العلوم: (1) التعريفات، (2) القوانين، (3) الاشتقاقات. ومن الأمثلة عليها: (1) الأمبير الواحد يساوي كولوم واحد لكل ثانية. (2) القوة تساوي الكتلة مضروبة في التسارع. (3) القدرة الكهربائية تساوي مربع الجهد مقسومًا على المقاومة. اكتب صفحة واحدة توضح فيها متى تكون العلاقة "المقاومة تساوي الجهد مقسومًا على التيار" صحيحة. قبل أن تبدأ ابحث في التصنيفات الثلاثة للمعادلات المعطاة أعلاه.

الأجهزة التي تحقق قانون أوم يتناسب هبوط الجهد فيها طرديا مع التيار المار في الجهاز، وأن الصيغة الرياضية R = V/I، وهي تعريف المقاومة، مشتقة من قانون أوم.

83. تتمدد المادة عند تسخينها. ابحث في العلاقة بين التمدد الحراري وأسلاك التوصيل المستخدمة لنقل الجهد العالي.

بداية
موقع بداية التعليمي | beadaya.com

أسلاك نقل القدرة الكهربائية تصبح ساخنة بمقدار كاف لكي يتمدد وترتخي عندما يمر فيها تيارات كبيرة. وتصبح هذه الأسلاك المرتخية خطيرة إذا لامست أجساما أسفل منها، كالأشجار أو خطوط قدرة أخرى.

مراجعة تراكمية

84. تبعد شحنة مقدارها $+3.0\times10^{-6}\ C$ مسافة 2.0 m عن شحنة أخرى مقدارها $+6.0\times10^{-5}\ C$. احسب مقدار القوة المتبادلة بينهما. (الفصل 2)

وزارة التربية

$$F = k\frac{q_A q_B}{d^2}$$
$$= 0.41\ N$$

اختبار مقنن

أسئلة الاختيار من متعدد

اختر رمز الإجابة الصحيحة فيما يأتي:

1. إذا وصل مصباح كهربائي قدرته 100 W بسلك كهربائي فرق الجهد بين طرفيه 120 V فما مقدار التيار المار في المصباح؟

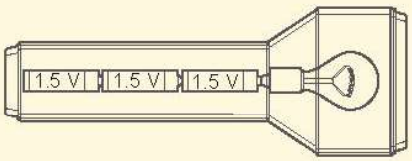
(A) 0.8 A (C) 1.2 A
(B) 1 A (D) 2 A

2. إذا وصلت مقاومة مقدارها 5.0 Ω ببطارية جهدها 9.0 V فما مقدار الطاقة الحرارية الناتجة خلال 7.5 min؟

(A) 1.2×10^{2} J (C) 3.0×10^{3} J
(B) 1.3×10^{3} J (D) 7.3×10^{3} J

3. يمر تيار كهربائي مقداره 0.50 A في المصباح اليدوي الموضح أدناه. فإذا كان الجهد عبارة عن مجموع جهود البطاريات المتصلة فما مقدار القدرة الواصلة إلى المصباح؟

(A) 0.11 W (C) 2.3 W
(B) 1.1 W (D) 4.5 W



4. إذا أُضيء المصباح اليدوي الموضّح أعلاه مدة 3.0 min فما مقدار الطاقة الكهربائية التي تصل إليه؟

(A) 6.9 J (C) 2.0×10^{2} J
(B) 14 J (D) 4.1×10^{2} J

5. يمرّ تيار مقداره 2.0 A في دائرة تحتوي على محرك مقاومته 12 Ω، ما مقدار الطاقة المُحوّلة إذا تم تشغيل المحرك دقيقة واحدة؟

(A) 4.8×10^{1} J (C) 2.9×10^{3} J
(B) 2.0×10^{1} J (D) 1.7×10^{5} J

6. إذا مرّ تيار مقداره 5.00 mA في مقاومة مقدارها 50.0 Ω في دائرة كهربائية موصولة مع بطارية فما مقدار القدرة الكهربائية المستنفدة في الدائرة؟

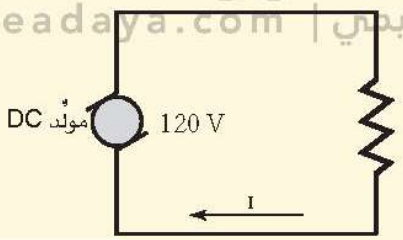
(A) 1.00×10^{-2} W (C) 1.25×10^{-3} W
(B) 1.00×10^{-3} W (D) 2.50×10^{-3} W

7. ما مقدار الطاقة الكهربائية الواصلة إلى مصباح قدرته 60.0 W، إذا تم تشغيله مدة 2.5 h؟

(A) 4.2×10^{-2} J (C) 1.5×10^{2} J
(B) 2.4×10^{1} J (D) 5.4×10^{5} J

الأسئلة الممتدة

8. يبين الرسم أدناه دائرة كهربائية بسيطة تحتوي على مولّد DC، ومقاومةً. فإذا كانت المقاومة في الرسم تمثل مُجفّف شعر مقاومته 8.5 Ω فما مقدار التيار المار في الدائرة؟ وما مقدار الطاقة التي يستهلكها مجفف الشعر إذا تم تشغيله 2.5 min؟



$$I = 14\ \text{A}$$

$$E = 2.5 \times 10^{5}\ \text{J}$$

beadaya.com | موقع بداية التعليمي

✓ إرشاد

أكثر من رسم بياني

إذا تضمّن سؤال اختبار أكثر من جدول، أو أكثر من رسم بياني أو تخطيطي أو مرفق فعليك استخدامها جميعًا. وإذا اعتمدت في إجابتك على رسم واحد فقط فمن المحتمل أن تفقد جزءًا مهمًّا من المعلومات.