الوحدة 19

التجربة الاستهلالية

إنجاز المهام باستخدام آلة بسيطة

التحضير أحضر حبالًا للطلاب وقصها قبل زمن إجراء النشاط.

المواد عدة أمتار من الحبال، مقابض مكانس أو أوتاد خشبية سميكة (2)

الإجراء اطلب من الطلاب تحديد المخاطر المتعلقة بالسلامة في هذه التجربة واتباع الإجراء أدناه.

1. اربط حبلًا طوله عدة أمتار بمنتصف مقبض المكنسة. واطلب من أحد الطلاب أن يمسك طرفي المقبض.
2. اطلب من طالب آخر أن يمسك طرفي مقبض ثانٍ والوقوف في مواجهة الطالب الأول.
3. اطلب من طالب ثالث أن يلف الطرف الحر من الحبل حول كل من المقبضين، بحيث يكون المجموع ثلاث لفات.
4. يجب أن يقف الطالب الثالث إلى جانب أحد المقبضين ويشدّ الطرف الحر من الحبل. ويجب أن يحاول الطالبان اللذان يمسكان بمقبضي المكانس، منعهما من الالتصاق.
5. ضاعف عدد اللفات إلى ستة، وكرر الخطوة 4.

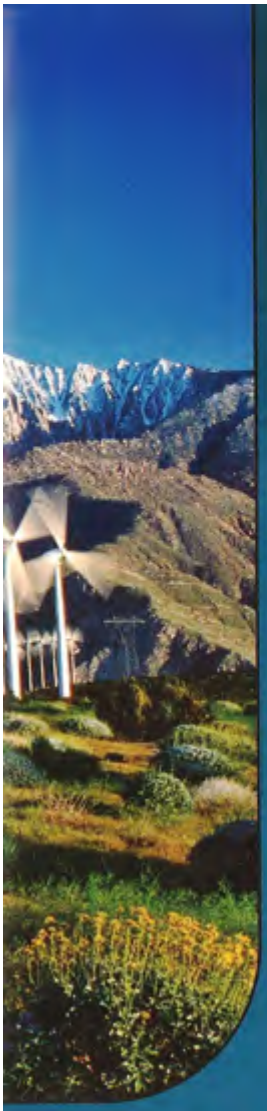
التفكير الناقد

6. صِف الطريقة التي تغيّرت بها القوة المبذولة. ماذا يحدث عند زيادة عدد لفات الحبل؟

سيزداد مقدار القوة المبذولة. وستؤدي زيادة عدد لفات الحبل إلى زيادة مقدار القوة المبذولة بدرجة أكبر.

التقويم

الأداء اطلب من كل مجموعة توقُّع الاختلاف الذي سيطرأ على نتائج التجربة عند ربط الحبل مرتين فقط حول الأطراف. واطلب من الطلاب اختبار توقعاتهم. لن يتمكّن الطالب المسؤول عن شدّ الحبل من أن يشدّ المقبضين معًا بسهولة. ف م



الوحدة 19

الشغل والطاقة

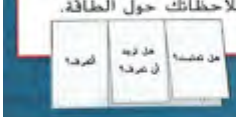
التجربة الاستهلالية

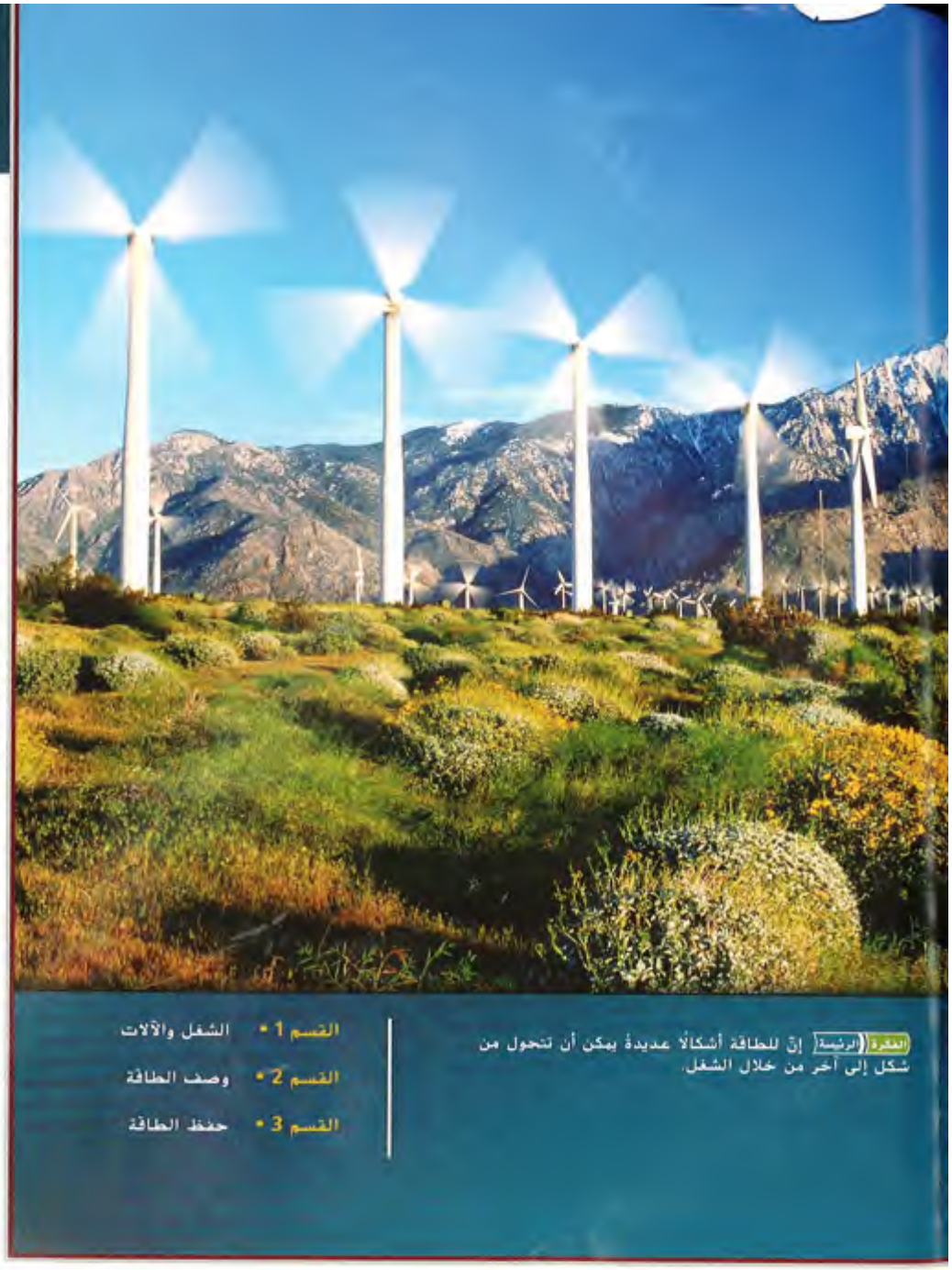
إنجاز المهام باستخدام آلة بسيطة

هل عرفت أنّ بإمكانك رفع جسم وزنه أضعاف وزنك باستخدام البكرات؟ قبل اختراع الرافعة الهيدروليكية، كان ميكانيكي السيارات يستخدم البكرات لرفع السيارات عن الأرض.

المطويات

أنشِئ مطوية من ثلاث صفحات، وسمّها على النحو المبيّن. استخدمها لتنظيم ملاحظاتك حول الطاقة.





الفكرة الرئيسة إنّ للطاقة أشكالاً عديدة يمكن أن تتحول من شكل إلى آخر من خلال الشغل.

القسم 1 • الشغل والآلات

القسم 2 • وصف الطاقة

القسم 3 • حفظ الطاقة

تقديم الوحدة

الآلات والطاقة اطلب من الطلاب ذكر أمثلة على الآلات التي استخدموها وسجّل أمثلتهم على السبورة. واطلب منهم وصف الوظائف التي تؤديها الآلات والخطوات التي يجب اتباعها لتشغيل الآلات. ثم ناقش إمكانية وجود علاقة بين الآلات والطاقة.

الفكرة الرئيسة

الطاقة والشغل والتغيير

تُعرف الطاقة غالبًا بأنّها القدرة على بذل شغل. وعندما يبذل جسم شغلًا على جسم آخر، تنتقل الطاقة من الجسم الأول إلى الجسم الثاني. يجب أن يكون للجسم طاقة لكي يبذل شغلًا على جسم آخر. مع ذلك، لا تنطوي كل العمليات التي تتضمن انتقالًا للطاقة على بذل شغل. على سبيل المثال، لا تتضمن عملية انتقال الطاقة الحرارية من جسم ساخن إلى جسم أبرد بذل شغل.

استخدام الصورة

اطلب من الطلاب الاطلاع على مولّدات الرياح الواردة في هذه الصورة الفوتوغرافية. يحوّل كل مولّد من مولدات الرياح جزءًا من الطاقة الحركية الناتجة عن حركة الرياح إلى الطاقة التي تدير التوربينات. اطلب من الطلاب توقّع العلاقة بين سرعة الرياح مباشرةً خلف مولّد الرياح وسرعة الرياح أمامه. ستكون سرعة الرياح خلف المولّد أبطأ لأنّ بعضًا من الطاقة الناتجة عن حركة الرياح (الطاقة الحركية) قد تحوّل إلى طاقة تدير التوربينات.

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

القسم 1

1 التركيز

الفكرة الرئيسة

تسهيل إنجاز المهام اسأل الطلاب ما إذا كان رفع صندوق ثقيل إلى الأعلى مباشرةً أم دفعه إلى أعلى على منحدر إلى الارتفاع نفسه يتطلب بذل المزيد من الشغل. يتطلب دفع الصندوق إلى أعلى على منحدر بذل المزيد من الشغل. إذا كان المنحدر يتطلب بذل المزيد من الشغل، فلِمَ يستخدمه الأشخاص لرفع الأجسام؟ يتطلب استخدام المنحدر بذل المزيد من الشغل، لكنه يستلزم بذل مقدار أقل من القوة. أخبر الطلاب بأنّهم سيدرسون في هذا القسم طريقة تغيير الآلات للطريقة التي يُبذل بها الشغل.

الربط بالمعرفة السابقة

الشغل في حياة الطلاب اطلب من الطلاب وصف أنواع الشغل التي يؤدونها. وقد يذكرون قطع الأعشاب أو إخراج القمامة أو الاهتمام بإخوتهم الأصغر سنًا. في هذا القسم، سيتعلم الطلاب أنَّ التعريف العلمي للشغل يختلف عن تعريفه في الحياة اليومية.

تشبيه المفردات أخبر الطلاب بأنّه يمكن مقارنة الشغل الذي يدرسونه في العلوم بالواجب المنزلي في بعض النواحي. فمن الممكن أن يخصص الشخص وقتًا للواجب المنزلي بالجلوس على طاولة وعدم إنجاز شيء. لكن الواجب لا يُعدّ مكتملًا إلى أن يتم إنجاز القراءة أو الكتابة أو المشروع المطلوب. وفي العلوم، لا يقتصر الشغل على بذل قوة على جسم ما، بل يتمثّل في تحريك الجسم بالفعل عبر مسافة معينة.

■ **سؤال حول الشكل 1**
كلا، لا يمكنك بذل شغل على آلة جز العشب من دون تحريكها، فالشغل يستلزم الحركة.

تمهيد للقراءة

الأسئلة الرئيسة

- ما المقصود بالشغل؟
- كيف يمكن حساب الشغل عندما يكون كل من القوة والحركة متوازيتين؟
- كيف تسهّل الآلات إنجاز المهام؟
- ما المقصود بالكفاءة والفائدة الميكانيكية؟

مفردات للمراجعة

القوة force: الدفع أو السحب المؤثر في جسم ما

مفردات جديدة

الشغل	work
الآلة	machine
الآلة البسيطة	simple machine
الآلة المركبة	compound machine
الكفاءة	efficiency
الفائدة الميكانيكية	mechanical advantage

الشغل والآلات

الفكرة الرئيسة **تسهّل الآلات إنجاز المهام وتقلل الوقت الذي تستغرقه وذلك بتغيير القوة اللازمة لإنجازها.**

روابط من القراءة بالحياة اليومية متى كانت آخر مرة ركبت فيها دراجة؟ تخيّل أنّك تخطط غدوًا أو سيرًا على الأقدام. المسافة التي قطعتها بالدراجة. لكان ذلك استغرق منك جهدًا أكبر ووقتًا أطول بالتأكيد؛ فالدراجة آلة تساعدك في قطع المسافات في وقت أقصر من الوقت الذي يستغرقه قطعها سيرًا على

الأقدام.

تعريف الشغل

عندما ترد كلمة الشُغل بتبادر إلى الأذهان المهام التي تنجز لكسب العيش. وفي هذا السياق، قد يكون الشغل أي شيء، بداية من إصلاح السيارات إلى تصميم المواقع الإلكترونية. وقد تدل كلمة الشغل أيضًا على المجهود العضلي. أمّا في العلوم، فتُستخدم كلمة الشغل بطريقةٍ مختلفة.

الحركة والشغل اضغط على سطح مكتبك بأقصى قوتك. هل بذلت شغلًا على المكتب؟ كلا، مهما كان ذلك المجهود لك. ففي العلوم، **الشغل** هو تأثير قوة في جسم على مدى مسافة. إذا ضغطت عليه ولم يتحرّك، فمعنى ذلك أنك لم تبذل أي شغل على المكتب لأنّه لم يتحرّك.

القوة واتجاه الحركة تخيّل أنّك تدفع آلة جز العشب، كما يوضّح **الشكل 1**. تستطيع أن تدفع الآلة في العديد من الاتجاهات المختلفة؛ فيمكنك أن تدفعها أفقيًا، كما يمكنك أن تضغط عليها إلى أسفل أو بزاوية. تخيّل اختلاف حركة الآلة في كل مرة. فاتجاه القوة التي تؤثر بها في آلة جز العشب، يغيّر في مقدار الشغل المبذول عليها.

■ **الشكل 1** عندما تدفع آلة جز العشب، تؤثر بقوة في جسم على مدى مسافة. بمعنى أنّك تبذل شغلًا على آلة جز العشب، عندما تدفعها على العشب.

اشرح ما إذا كان من شغل مبذول على الآلة من دون تحريكها.

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

القوة الموازية للحركة تخيّل أنّك تدفع آلة جز العشب التي تظهر في الشكل 1 بقوة مقدارها 25 N عبر مسافة مقدارها 4 m. في أي اتجاه قد تدفع الآلة ليكون ما تبذله من شغل عليها هو أقصى ما يمكنك؟ إن الشغل الأكبر الذي يمكنك بذله هو عندما تدفعها في اتجاه حركتها نفسه. عند تكون القوة والحركة متوازيتين، أي تكونان في الاتجاه نفسه، يساوي الشغل القوة مضروبة في المسافة.

معادلة الشغل

الشغل (بالجول) = **القوة المؤثرة** (بالنيوتن) × **المسافة** (بالمتر)

$$W = Fd$$

إذا كانت القوة تُقاس بوحدة النيوتن (N) المسافة بالمتر (m)، فيقاس الشغل بالجول (J). أنت تبذل شغلًا بمقدار 1 J على الهاتف الخلوي عندما تلتقطه عن الأرض.

مثال 1

أوجد قيمة الشغل إذا كنت تدفع ثلاجة مسافة 5 m بقوة أفقية مقدارها 100 N، فما مقدار الشغل الذي تبذله؟

تحديد المجهول: الشغل، W

وضع قائمة بالمعلوم: القوة المبذولة، $F = 100\ N$ المسافة، $d = 5\ m$

إعداد المسألة: $W = Fd$

حل المسألة: $W = (100\ N)(5\ m) = 500\ J$

التحقق من الإجابة: تحقق لتر ما إذا كانت الوحدات متطابقة في طرفي المعادلة.
وحدات W = (وحدات F) × (وحدات d) $= N \times m = J$

تطبيق

1. دُفعت أريكة على الأرض مسافة 5 m بقوة أفقية مقدارها 80 N. ما مقدار الشغل المبذول في تحريك الأريكة؟
2. ما مقدار الشغل الذي تبذله إذا رفعت طفلًا مسافة رأسية تساوي 0.5 m بقوة مقدارها 100 N؟
3. تبذل مكابح إحدى السيارات شغلًا مقداره 240,000 J لإيقافها. إذا قطعت السيارة مسافة 40 m طوال فترة ضغط المكابح على عجلاتها، فما متوسط القوة التي أثرت بها المكابح في السيارة؟
4. **تحدي** إذا كان مقدار القوة اللازمة لرفع جسم يساوي مقدار قوة الجاذبية التي تؤثر في الجسم، فما مقدار الشغل المبذول لرفع جسم مسافة 2 m في اتجاه رأسي، علمًا بأنّ كتلة هذا الجسم تساوي 5 kg؟

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

2 التدريس

على مستوى المقرّر ككلّ

فنون اللغة لكلمة الشغل العديد من المعاني، وهي كلمة منتشرة في الأحاديث اليومية. أمّا في العلوم، فلكلمة الشغل معنى محدد.

دعم محتوى المعلّم

أكمل معادلة الشغل

إنّ معادلة الشغل الكاملة هي $W = Fd\cos\theta$، حيث F هي القوة المبذولة في الجسم، وd المسافة التي يتحركها الجسم، وθ الزاوية بين القوة والحركة. وتُختصر هذه المعادلة إلى $W = Fd$ حيث $\theta = 0$.

على مستوى المقرّر ككلّ

التاريخ كان جيمس بريسكوت جول عالمًا بريطانيًا عاش في الفترة ما بين عام 1818 إلى 1889. اطلب من الطلاب معرفة السبب في تسمية وحدة الشغل باسمه. أرسى جول قواعد العلاقة بين الطاقة الحرارية والطاقة الميكانيكية، وتُعرف هذه العلاقة باسم المكافئ الميكانيكي للحرارة. ص ٥

تطبيق

1. 400 J
2. 50 J
3. 6,000 N
4. $W = Fd = mgd =$ $(5\ kg)(9.8\ N/kg)(2\ m) = 98\ J$

■ **سؤال حول الشكل 2**
60°

نشاط

تحليل القوى اطلب من أحد المتطوعين الضغط على الحائط. واسأل الطلاب ما إذا كان الشخص يبذل شغلًا على الحائط. كلا، لأنّ الحائط لا يتحرك كرر هذا العرض التوضيحي في عدة أنشطة أخرى مثل رفع جسم عموديًا أو حمل جسم أفقيًا. إذا كان النشاط يتضمن أكثر من نوع من القوى، فساعد الطلاب على تحليل القوى التي تبذل شغلًا والقوى التي لا تبذله. اعمل

التأكد من فهم النص

إذا كانت القوة المبذولة على جسم متعامدة على حركة هذا الجسم، فإنّ قيمة الشغل الناتج عن هذه القوة تساوي صفرًا.

دفتر العلوم

الشغل في الحياة اليومية اطلب من الطلاب أن يصفوا في دفتر العلوم ما شهدوه أو شاركوا فيه من المواقف التي تتضمن بذل الشغل. اعمل

■ **سؤال حول الشكل 3**
الجاذبية؛ مقاومة الهواء

عرض توضيحي سريع

حساب الشغل

المواد ميزان زنبركي، جسم كتلته 1 kg

الزمن المقدر 5 دقائق

الإجراء اربط الميزان الزنبركي بجسم كتلته 1 kg. وباستخدام الميزان الزنبركي، ارفع الكتلة مسافة 1 m. واسمح للطلاب بقراءة الميزان الزنبركي الذي ستكون قراءته 10 N تقريبًا، ثمّ أخبر الطلاب بأنّهم بذلوا للتو شغلًا قيمته 10 J. اسمح للطلاب بتكرار العرض التوضيحي.

نشاط

الجول إنّ وحدة الشغل هي الجول. اطلب من الطلاب التعبير عن الجول باستخدام النظام الدولي للوحدات. $W = F \times d = m \times a \times d$، إذًا، $1\ J = 1\ kg \times m^2/s^2$. اعمل

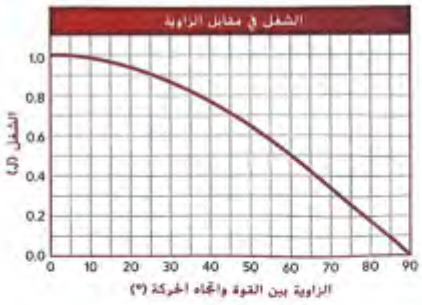
مناقشة

قوة القوس والسهم افترض أنّك استخدمت قوة مقدارها 50 N لإطلاق سهم، وقد طار هذا السهم مسافة 25. وخلال إطلاق السهم، تحرك هذا الأخير بفعل حبل القوس مسافة 1 m. هل كانت قيمة الشغل الذي بذلته على السهم تساوي 1,250 J أم 50 J؟ اشرح إجابتك. تساوي قيمة الشغل التي بذلتها 50 J. فبعد أن غادر السهم من القوس، انطلق حرًا في الهواء ولم تُبذل عليه قوة مؤثرة. اعمل

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

■ **الشكل 2** يوضّح هذا التمثيل البياني الشغل الذي تبذله قوة مقدارها 1 N على جسم لتحريكه مسافة 1 m، مع تغيير الزاوية بين هذه القوة واتجاه الحركة.

تفسير التمثيلات البيانية عند أي زاوية تكون قيمة الشغل نصف قيمة الشغل المبذول عندما تكون القوة والحركة في الاتجاه نفسه؟



المفردات

مفردات أكاديمية

تلامس contact
اتحاد أو اتصال الأسطح
يجب أن تلامس يدك الكتاب كي تدفعه.

■ **الشكل 3** طالما أنّ الكرة في يد هذا اللاعب، فهو يبذل شغلًا عليها. عندما تغادر الكرة يده، لا يؤثر فيها بأي قوة. فلا يكون يبذل أي شغل.

حدّد قوةً تبذل شغلًا على الكرة عندما تطير في الهواء.

القوة المتعامدة على الحركة عندما تحمل كتبًا وتسير بسرعة متجهة ثابتة، قد تظن أنّ ذراعيك يبذلان شغلًا على هذه الكتب. بالفعل، فأنت تؤثر في الكتب بقوة تمنّعك من حملها ونقلها معك. حتى إنّ ذراعيك قد يؤلمانك. لكنّ الواقع غير ذلك. إذ إنّ قيمة الشغل الذي يبذله ذراعاك على الكتب في هذه الحالة تساوي صفرًا، ذلك لأنّ الزاوية بين اتجاه حركة الكتب والقوة المبذولة عليها تساوي 90°. وعندما تكون القوة متعامدة على الحركة، يساوي الشغل الناتج عن هذه القوة صفرًا.

التأكد من فهم النص **صف** الشغل المبذول على جسم، في حال كانت القوة المؤثرة في الجسم متعامدة على اتجاه الحركة.

الاتجاهات الأخرى إذا كانت القوة المؤثرة في جسم موازية لحركة هذا الجسم، فإنّ الشغل الناتج عن هذه القوة يساوي مقدار القوة مضروبًا في المسافة. وإذا كانت القوة المؤثرة في جسم متعامدة على حركة هذا الجسم، فإنّ الشغل الناتج عن هذه القوة يساوي صفرًا. فما قيمة الشغل المبذول إذا كانت القوة غير موازية أو غير متعامدة على اتجاه الحركة؟ بالنسبة إلى جميع هذه الاتجاهات الأخرى، يكون الشغل المبذول أقل من ناتج ضرب القوة في المسافة وأكبر من الصفر. ويوضّح **الشكل 2** تمثيلًا بيانيًا لتأثير اتجاه القوة نسبة إلى اتجاه الحركة في الشغل.

متى يبذل شغل؟ تخيّل أنّك تدفع كتابًا لمجرّد إطلاق حركته، فينزلق على الطاولة مسافة 1 m قبل أن يتوقف. يجب الانتباه إلى مقدار المسافة التي تستخدمها في معادلة حساب الشغل؛ فهي المسافة التي يقطعها الجسم طالما القوة تؤثر فيه. في هذه الحالة، بالرغم من أنّ الكتاب قد قطع مسافة إجمالية مقدارها 1 m، لا يُعتبر أنك بذلت شغلًا على الكتاب إلا في أثناء لمسه فقط.

إذًا أنت لا تبذل شغلًا على الجسم، إلا عندما تؤثّر بقوة فيه. في **الشكل 3**، يبذل اللاعب شغلًا على الكرة، فقط عندما تكون تحت تأثير يده.

الآلات

إنّ **الآلة** جهاز يغيّر القوة أو يزيد الحركة الناتجة عن الشغل. تخيّل أنّك تحاول رفع بيانو كبير؛ سيكون ذلك مستحيلًا بدون مساعدة. لكنك على الأرجح تستطيع دفعه نحو الأعلى على مستوى مائل أو رفعه باستخدام نظام البكرات. وفي كلتا الحالتين، تستخدم آلة لتغيّر القوة المؤثرة في البيانو.

قد ترغب في زيادة السرعة بدلًا من زيادة القوة. فما السرعة التي يمكن أن تتحرك بها في حال استخدمت قوة عضلاتك فقط؟ يمكنك أن تتحرّك أسرع بكثير راكبًا الدراجة مما لو كنت سائرًا على الأقدام.

أنواع الآلات عندما تقطع وجبتك بالسكين أو حتى تمضغ طعامك أو تستخدم مفك البراغي حتى عندما تمضغ طعامك، فأنت تستخدم **آلات بسيطة** وهي آلات تبذل شغلًا مع تأثير نوع واحد فقط من الحركة عليها. ثمة ستة أنواع من الآلات البسيطة هي: الرافعة والبكرة والعجلة والمحور والمستوى المائل والبرغي والوتد. يغيّر كل من البكرة والعجلة والمحور من الروافع المعدّلة. أما البرغي والوتد، فمن المستويات المائلة المعدّلة. ويوضّح **الشكل 4** أحد الأمثلة المشهورة على كل نوع من أنواع الآلات البسيطة.

أما **الآلة المركبة**، فتتكون من آلتين أو أكثر من الآلات البسيطة. فالمقص مثلًا آلة مركبة؛ حيث يتكوّن من وتدين ورافعتين. والدرّاجة كذلك آلة مركبة.

الشكل 4 للآلات البسيطة ستة أنواع، وهي الرافعة والعجلة والمحور والبكرة والمستوى المائل والوتد والبرغي. يمكن تركيب آلتين أو أكثر معًا لبناء آلة مركبة.

صِف آلة مركبة تتكون من آلتين بسيطتين على الأقل.

دعم محتوى المعلّم

تصنيف الآلات البسيطة للآلات البسيطة ستة أنواع وتُصنف عادةً في مجموعتين. تضم المجموعة الأولى الرافعة والعجلة والمحور والبكرة. وتُعدّ هذه الآلات بصفة أساسية من الروافع. بينما تضم المجموعة الثانية المستوى المائل والوتد والبرغي. وتُعدّ هذه الآلات بصفة أساسية من المستوى المائل.

على مستوى المقرّر ككلّ

التاريخ يشتهر ليوناردو دافينشي برسوماته المعروفة مثل لوحة الموناليزا ولوحة العشاء الأخير. ليس ذلك فحسب، فقد اخترع أيضًا مجموعة هائلة من الآلات. كلّف الطلاب بإجراء بحث عن ليوناردو دافينشي وإعداد عرض توضيحي على الحاسوب يوضّح كيف أنّ شغله في الأجهزة الميكانيكية ألهمت العديد من وسائل التكنولوجيا التي نستخدمها في العصر الحالي. ف ن م

■ **سؤال حول الشكل 4**
ستتنوّع الإجابات. وتتضمن الآلات المركّبة التي يمكن وصفها المقص والدراجة والرافعة.

استراتيجية القراءة

القراءة في مجموعات ثنائية اطلب من الطلاب قراءة هذا القسم في مجموعات ثنائية وملاحظة العبارات التي تتضمن "يساوي" أو "يمثل" لاختصار المفاهيم المتعلقة بالآلات أو تعريفها أو شرحها. واطلب من الطلاب تدوين الملاحظات باستخدام العناوين الرئيسة وكتابة بعض المعادلات مثل معادلة القوة المبذولة F_{in} =.

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

القسم 1 • الشغل والآلات 537

تحديد المفاهيم الخاطئة

زيادة الشغل قد يعتقد الطلاب أنّ الآلات تقلل مقدار الشغل اللازم لإنجاز المهمة. والواقع أنّ الآلات تزيد مقدار الشغل اللازم لإنجاز المهمة دائمًا. ولا توجد آلة تبلغ كفاءتها 100%.

تطبيق

1. 40%
2. 63 J
3. $e = (W_{out} / W_{in})\ 100$
$= (F_{out} d_{out} / W_{in})\ 100$
$= [(2{,}000\ \text{N})(2\ \text{m})/(8{,}000\ \text{J})]\ 100$
$= 50\ \%$

الكفاءة يمكن للآلات أن تزيد القوة أو تزيد السرعة. وقد تظن أنّ ذلك يعني أنّ الآلة تنتج شغلًا أكبر من الشغل الذي تبذله عليها لأنّ الشغل يرتبط بالقوة والحركة. لكن لا يمكن لأي آلة أن تزيد من القوة والسرعة معًا. ففي الواقع، إنّ الشغل الذي تبذله على الآلة دائمًا ما يكون أكبر من الشغل الناتج عنها. وذلك قانون علمي أساسي لا يمكن تجاوزه من خلال بناء آلات أفضل. وتُعرف **الكفاءة** بأنّها نسبة الشغل الناتج إلى الشغل المبذول، وتُقاس عادةً بالنسبة المئوية.

معادلة الكفاءة

$$\text{الكفاءة (\%)} = \frac{\text{الشغل الناتج (بالجول)}}{\text{الشغل المبذول (بالجول)}} \times 100$$

$$e = \frac{W_{\text{الناتج}}}{W_{\text{المبذول}}} \times 100$$

يمكن تحسين كفاءة الآلات من خلال تقليل الاحتكاك ويتم ذلك عادةً بإضافة مواد التشحيم مثل الزيت أو الشحم إلى الأسطح التي تحتك ببعضها. ورغم ذلك ليس ثمة من آلة تبلغ كفاءتها 100%.

مثال 2

أوجد قيمة الكفاءة إذا بذلت شغلًا مقداره J 20 في دفع صندوق إلى أعلى على مستوى مائل، وكان الشغل الناتج عن المستوى المائل يساوي J 11. فكم تساوي كفاءته؟

تحديد المجهول: الكفاءة، e

وضع قائمة بالمعلوم: الشغل المبذول، $W_{\text{المبذول}} = 20\ \text{J}$
الشغل الناتج، $W_{\text{الناتج}} = 11\ \text{J}$

إعداد المسألة: $e = \frac{W_{\text{الناتج}}}{W_{\text{المبذول}}} \times 100$

حل المسألة: $e = \frac{11\ \text{J}}{20\ \text{J}} \times 100$
$e = 55\%$

التحقق من الإجابة يساوي مقدار الشغل الناتج نصف مقدار الشغل المبذول تقريبًا، لذا فالإجابة القريبة من 50 بالمئة إجابة منطقية.

تطبيق

1. أوجد قيمة الكفاءة لآلة تنتج شغلًا قيمته J 800 إذا كان الشغل المبذول عليها يساوي J 2,000.
2. إذا كان مقدار الشغل المبذول على نظام البكرات J 75، والكفاءة التي يحققها نظام البكرات 84%. فما قيمة الشغل الناتج عن نظام البكرات؟
3. **تحدي** يبذل العمال شغلًا مقداره J 8,000 على صندوق وزنه N 2,000 لدفعه إلى أعلى على مستوى مائل. إذا كان طول المستوى المائل m 2. فما قيمة كفاءته؟

تحديد المفاهيم الخاطئة

الكفاءة والفائدة الميكانيكية يخلط الطلاب في الغالب بين الكفاءة والفائدة الميكانيكية. فكل منهما يمثل نسبة الناتج إلى المبذول. غير أنّ الكفاءة تمثل نسبة الشغل الناتج إلى الشغل المبذول. أمّا الفائدة الميكانيكية، فتمثل نسبة القوة الناتجة إلى القوة المبذولة. بالإضافة إلى ذلك، يجب أن تكون كفاءة الآلة أقل من 1 دائمًا. أما الفائدة الميكانيكية للآلة، فيمكن أن تكون أقل من 1 أو تساوي 1 أو أكبر من 1.

McGraw-Hill Education © محفوظة لصالح مؤسسة حقوق الطبع والتأليف

ما فائدة الآلات؟ ما فائدة الآلات إذا كان الشغل الناتج عنها أقل دائمًا من الشغل المبذول عليها؟ تغيّر الآلات من الطريقة التي يُبذل بها الشغل، إذ يمكنها زيادة السرعة أو زيادة مقدار القوة أو تغيير اتجاه هذه القوة.

زيادة السرعة إنّ الدراجات من الآلات التي تزيد السرعة. فيمكن للشخص أن ينتقل بالدراجة بسرعة أكبر من التي ينتقل بها سيرًا على الأقدام. ولكي تزيد الدراجة من السرعة، فإنّها تقلل مقدار القوة المؤثرة فيها. انظر إلى الدرّاج الذي يركب الدراجة صعودًا إلى التل في الجزء العلوي من **الشكل 5**. يمكنه أن يصل إلى قمة التل أسرع بكثير مما لو كان سائرًا على قدميه، لكنّ مقدار القوة التي عليه أن يؤثر بها على الدواسات ليصعد هذا التلّ أكبر من القوة التي كان عليه أن يؤثر بها على سطح الأرض لو كان سائرًا على قدميه.

تغيير اتجاه القوة تغيّر بعض الآلات اتجاه القوة المؤثرة. وتصل الفأس التي يأخذ شكل الوتد في **الشكل 5** أحد الأمثلة على ذلك النوع من الآلات. فأنت تبذل على الفأس قوة متجهة للأسفل كي تقطع الخشب. ويغيّر النصل هذه القوة المتجهة إلى الأسفل إلى قوى متجهة إلى الخارج تؤدي إلى قطع الخشب.

زيادة القوة يزيد مرفاع السيارة مثل الموضّح في الجزء السفلي من **الشكل 5**، مقدار القوة لكنه يقلل السرعة. فالقوة المتجهة إلى الأعلى المؤثرة في السيارة أكبر من القوة المتجهة إلى الأسفل التي يؤثر بها الرجل في المقبض. لكن السرعة التي يحرّك بها المقبض أكبر من السرعة التي يرفع بها السيارة.

يمكننا أن نصف فعالية الآلة في زيادة القوة من خلال الفائدة الميكانيكية للآلة. إنّ **الفائدة الميكانيكية** هي نسبة القوة الناتجة إلى القوة المؤثرة.

معادلة الفائدة الميكانيكية

$$\text{الفائدة الميكانيكية} = \frac{\text{القوة الناتجة (نيوتن)}}{\text{القوة المؤثرة (نيوتن)}}$$

$$MA = \frac{F_{\text{الناتجة}}}{F_{\text{المؤثرة}}}$$

إنّ القوة المؤثرة، وهي القوة التي يؤثر بها شخص أو جهاز، مثل المحرك، في الآلة. والقوة الناتجة هي القوة التي تؤثر بها الآلة في جسم آخر. في مثال مرفاع السيارة في **الشكل 5**، إنّ القوة التي يؤثر بها الرجل في مرفاع السيارة هي القوة المؤثرة. والقوة التي يؤثر بها المرفاع في السيارة هي القوة الناتجة. إنّ الفائدة الميكانيكية لمرفاع السيارة أكبر من الواحد الصحيح لأنّ القوة الناتجة أكبر من القوة المؤثرة.

الشكل 5 يمكن للآلة تغيير الشغل لزيادة السرعة أو تغيير اتجاه القوة أو زيادة مقدار القوة.

زيادة السرعة

تغيير اتجاه القوة

زيادة مقدار القوة

مناقشة

الآلات في الحياة اليومية اطلب من الطلاب تسمية بعض الأجهزة التي تسهّل إنجاز الأعمال ولا تُعرف بالآلات عادةً في الأحاديث اليومية. تتضمن الأمثلة المنحدر وفتّاحة العلب والمقص.

نشاط

تغيير اتجاه القوة

اطلب من الطلاب تجربة رفع حمل باستخدام بكرة بسيطة ثابتة واستخدام مفك البراغي لفتح غطاء إحدى العلب. وفي كل نشاط، اطلب من الطلاب القيام بالشغل بدون تغيير اتجاه القوة. ص م

دعم محتوى المعلّم

معلومات عن الفائدة الميكانيكية

تُساوي الفائدة الميكانيكية (*MA*) القوة الناتجة مقسومةً على القوة المبذولة. إذا كانت الفائدة الميكانيكية أقل من 1، تكون القوة المبذولة أكبر من القوة الناتجة. وإذا كانت الفائدة الميكانيكية تساوي 1، تغيّر الآلة اتجاه القوة فقط. أما إذا كانت الفائدة الميكانيكية أكبر من 1، فتزيد الآلة القوة.

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

نشاط

حركي اطلب من الطلاب أن يدفعوا صندوقًا ثقيلًا صعودًا على منحدر ذي ميل منخفض. وحافظ على ارتفاع المنحدر نفسه، لكن اجعله أقصر وبالتالي أكثر انحدارًا، ثم اطلب منهم دفع الصندوق مجددًا. كرر ذلك عدة مرات مع تقليل طول المنحدر في كل مرة وجعله أكثر انحدارًا كي تساعد الطلاب على فهم العلاقة بين المسافة التي يتحركها الجسم والقوة اللازمة لتحريكه. ع م ص م

القسم 1 • الشغل والآلات 539

مثال 3

أوجد قيمة الفائدة الميكانيكية يزن صندوق 950 N. إذا كان يمكنك استخدام نظام بكرات لرفع الصندوق بقوة مقدارها 250 N، فقط فما الفائدة الميكانيكية لنظام البكرات؟

تحديد المجهول: الفائدة الميكانيكية، MA

وضع قائمة بالمعلوم: القوة الناتجة، $F_{\text{الناتجة}} = 950\ \text{N}$

القوة المؤثرة، $F_{\text{المؤثرة}} = 250\ \text{N}$

إعداد المسألة: $MA = \frac{F_{\text{الناتجة}}}{F_{\text{المؤثرة}}}$

حل المسألة: $MA = \frac{950\ \text{N}}{250\ \text{N}}$

$MA = 3.8$

التحقق من الإجابة: إنّ وزن الصندوق قريب جدًا من أربعة أضعاف القوة المطلوبة لرفعه. لذلك، ينبغي أن تكون الفائدة الميكانيكية قريبة من 4. وبما أنّ إجابتنا قريبة من 4، فهي إجابة منطقية.

تطبيق

1. احسب الفائدة الميكانيكية لمطرقة إذا كانت القوة المؤثرة 125 N والقوة الناتجة 2,000 N.
2. **تحدي:** أوجد قيمة القوة المطلوبة لرفع جسم يزن 3,000 N باستخدام آلة فائدتها الميكانيكية 15.

القسم 1 مراجعة

ملخص القسم

- إنّ الشغل هو تأثير قوة في جسم على طول مسافة معينة.
- يمكن للآلة زيادة السرعة أو تغيير اتجاه القوة أو زيادة مقدارها.
- دائمًا ما يكون الشغل الناتج عن آلة معينة أقل من الشغل المبذول على تلك الآلة.
- إنّ الكفاءة هي نسبة الشغل الناتج إلى الشغل المبذول.
- إنّ الفائدة الميكانيكية هي نسبة القوة الناتجة إلى القوة المؤثرة.

1. **مفردات رئيسة** **اذكر مثالًا** على آلة تزيد من السرعة وآلة تغيّر من اتجاه القوة وآلة تزيد من مقدار القوة.
2. **قابل** بين التعريف العلمي *للشغل* ومعانيه المستخدمة في الحياة اليومية.
3. **قارن** بين القوة الناتجة والقوة المؤثرة لآلة معينة لها فائدة ميكانيكية أكبر من الواحد الصحيح.
4. **التفكير الناقد** كيف يؤثر تشحيم الآلة في الشغل الناتج عنها؟ كيف يؤثر ذلك في القوة المؤثرة والقوة الناتجة؟

تطبيق مفاهيم رياضية

5. **احسب الشغل** إذا أثرت في كتاب بقوة ثابتة مقدارها 10.0 N لتدفعه على سطح طاولة مسافة تبلغ 1.5 m، فما مقدار الشغل الذي بذلته على ذلك الكتاب؟
6. **احسب الكفاءة** ما كفاءة المستوى المائل إذا كان الشغل المبذول 96 J والشغل الناتج 24 J؟

تطبيق

1. 16
2. 200 N

3 التقويم

التأكد من الفهم

اختبار الاحتكاك جهّز منحدرًا خشبيًا يبلغ طوله ثلاثة أضعاف ارتفاعه. واستخدم الميزان الزنبركي لشدّ قطعة خشب ملساء أعلى المنحدر. ثم قم بقياس القوة واحسب الشغل المبذول. ألصِق شريطًا من ورق الصنفرة بحيث يغطي عرض الخشب على طول المنحدر وكرر هذا الإجراء. اطلب من الطلاب شرح الآلة الأعلى كفاءةً والسبب. واسألهم عن الطريقة التي يمكنهم استخدامها لتحسين كفاءة المنحدر الثاني من دون إزالة ورق الصنفرة. يمكنهم وضع شيء أملس على ورق الصنفرة. ص م

إعادة التدريس

الآلات أحضر مجموعة متنوعة من الآلات البسيطة كي يفحصها الطلاب. واطلب من الطلاب تحديد الطريقة التي تعمل من خلالها كل آلة، مثل زيادة السرعة أو تغيير اتجاه القوة أو زيادة مقدار القوة. ص م

التقويم

العملية اطلب من كل طالب اختبار آلة وإعداد عرض توضيحي يبيّن الطرائق المختلفة التي يمكن استخدامها لتقليل الاحتكاك في الآلة وزيادة كفاءتها. تتضمن الطرائق المحتملة لتقليل الاحتكاك استخدام المحامل أو العجلات أو مواد التشحيم. ص م

القسم 1 مراجعة

1. ستتنوّع الإجابات. إنّ الدراجة من الأمثلة على الآلات التي تزيد السرعة. إنّ البكرة الثابتة من الأمثلة على الآلات التي تغير اتجاه القوة. إنّ مرفاع السيارة من الأمثلة على الآلات التي تزيد القوة.
2. إنّ التعريف العلمي للشغل هو "قوة مبذولة عبر المسافة". أمّا في سياق الحياة اليومية، فيرتبط معنى الشغل بالمجهود أو المهام التي يؤديها الأفراد لكسب العيش.
3. إنّ القوة الناتجة أكبر من القوة المبذولة.
4. يؤدي تشحيم الآلة إلى زيادة الشغل الناتج عنها، لكنه لا يؤثر في القوى المبذولة عليها. مع ذلك، قد يؤدي تشحيم الآلة إلى زيادة القوة الناتجة.

تطبيق مفاهيم رياضية

5. 15 J
6. 25%

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

التجارب

الفائدة الميكانيكية والكفاءة

الأهداف

- **صمّم** نموذجًا لبعض أجهزة الرفع التي تعتمد على المستوى المائل.
- **احسب** الشغل اللازم لرفع كتلة إلى الأعلى رأسيًا.
- **احسب** الشغل اللازم لرفع كتلة على مستوى مائل.
- **احسب** الفائدة الميكانيكية والكفاءة التي يحققها مستوى مائل معيّن.

الخلفية: هل سبق أن حاولت رفع صندوق ثقيل على شاحنة؟ لعلّ مهمتك كانت أسهل بكثير، فيما لو سبق أن دفعت صندوقًا على منحدر. إنّ المنحدر هو من الأمثلة على المستوى المائل. في هذه التجربة، ستكتشف الفائدة الميكانيكية والكفاءة التي يحققها مستوى مائل معيّن.

السؤال: كيف يمكن استخدام المستوى المائل لتسهيل المهام؟

التحضير

المواد

لوح خشبي طوله 40 cm
دعامة للوح ارتفاعها 10 cm
جسم كتلته 1 kg
ميزان زنبركي، مداه 0-10 N

احتياطات السلامة

الإجراء

1. اقرأ الإجراء وحدّد المخاوف المتعلقة بالسلامة في هذه التجربة قبل بدء العمل.
2. قم بإعداد المستوى المائل، بحيث يكون طوله 40 cm وارتفاعه 10 cm.
3. استخدم الميزان الزنبركي لمعرفة مقدار القوة اللازمة لرفع جسم كتلته 1 kg إلى الأعلى رأسيًا. سيمثّل ذلك مقدار القوة الناتجة.

4. احسب الشغل اللازم لرفع جسم كتلته 1 kg لارتفاع 10 cm. وسيمثل هذا الشغل الناتج للمستوى المائل.
5. استخدم الميزان الزنبركي لمعرفة مقدار القوة اللازمة لرفع جسم كتلته 1 kg على المستوى المائل. سيمثّل ذلك مقدار القوة المبذولة.
6. احسب الشغل المبذول على الكتلة أثناء رفعها على المستوى المائل. وسيمثّل ذلك مقدار الشغل المبذول.
7. استخدم قيمة كل من القوة الناتجة والقوة المبذولة لحساب الفائدة الميكانيكية التي يحققها المستوى المائل.
8. استخدم قيمة كل من الشغل الناتج والشغل المبذول لحساب الكفاءة التي يحققها المستوى المائل.

استنتج وطبّق

1. **اشرح** الطريقة التي قد تحسّن من خلالها كفاءة المستوى المائل.
2. **توقّع** الطريقة التي قد تحسّن من خلالها الفائدة الميكانيكية للمستوى المائل. جرّب هذه الطريقة.
3. **حدّد** بعض الحالات التي قد يكون فيها المستوى المائل مفيدًا.

إيصال

معلوماتك

قارن النتائج التي توصلت إليها مع نتائج طلاب آخرين في الصف. ناقش ما إذا كنت تتفق معهم في الطريقة التي يمكن بها تحسين كفاءة المستوى المائل.

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

شارك

بياناتك

يجب أن يكتشف الطلاب أنّ نتائجهم متشابهة لكنها ليست متطابقة. ويمكن أن يسجّل الطلاب أفكارهم بشأن زيادة كفاءة المستوى المائل على السبورة.

التحضير

الهدف يحسب الطلاب الفائدة الميكانيكية والكفاءة في مستوى مائل معيّن.

المهارات العملية الملاحظة وجمع البيانات وتحليل النتائج

الزمن المطلوب 25 دقيقة

الإجراء

- ينشكّل الطلاب في فِرق من اثنين للمساعدة في تبسيط تجميع الجهاز وأخذ القياسات.
- يجب أن تكون قيمة القوة الناتجة التي يحسبها الطلاب 10 N تقريبًا وقيمة الشغل الناتج 0.1 J تقريبًا.
- ستختلف قيمة الشغل المبذول والقوة المبذولة.

استنتج وطبّق

1. يجب أن يذكر الطلاب طرائق مختلفة لتقليل الاحتكاك على طول المستوى المائل. ومن طرائق الممكنة إضافة مواد التشحيم واستخدام عربة ذات عجلات.
2. يؤدي تقليل الزاوية التي يشكّلها المنحدر مع أسطح الطاولة إلى زيادة الفائدة الميكانيكية للمستوى المائل.
3. ستتنوّع الإجابات. يمكن الاستفادة من المستويات المائلة غالبًا في رفع الأجسام الثقيلة على حافة أو منصة.

التقويم

ضع فرضية اطلب من الطلاب توقُّع ما سيحدث للفائدة الميكانيكية وكفاءة المنحدرات إذا أصبحت أكثر انحدارًا. ستختلف الفرضيات. ستقل الفائدة الميكانيكية. وستزيد الكفاءة.

القسم 2

1 التركيز

الفكرة الرئيسة

الطاقة والتغيير اطلب من الطلاب وصف بعض مواقف الحياة اليومية التي تتضمن حدوث تغيير. ستتنوّع الإجابات. تتضمن الإجابات المحتملة انكسار نافذة بفعل كرة البيسبول وانصهار الجليد والتفاعلات الكيميائية. بعد ذلك، اسأل الطلاب عما إذا كان كل مثال من الأمثلة يتضمن وجود الطاقة. تتواجد الطاقة عند حدوث تغيير. اشرح للطلاب أنّ الطاقة هي القدرة على إحداث تغيير.

الربط بالمعرفة السابقة

الطاقة في الاستخدام العام اطلب من الطلاب أن يصفوا استخدام كلمة الطاقة في الحياة العامة. ربما يذكرون طاقة الوقود أو الطاقة الشمسية. وضّح للطلاب أنهم سيتعلمون التعريف العلمي للطاقة في هذا القسم.

تنشيط المفردات السابقة سيكون معنى المفردات الجديدة في الحياة اليومية مألوفًا للطلاب. اطلب من الطلاب إنشاء مخطط من عمودين. في العمود الأول، سيكتب الطلاب توقعهم لمعنى كل كلمة. وفي العمود الثاني، سيكتبون التعريفات الفيزيائية كما هي واردة في الكتاب المدرسي.

■ **سؤال حول الشكل 6**
تغيّر كرة التنس الشكل والاتجاه.

تهيد للقراءة

الأسئلة الرئيسة

- ما أوجه الاختلاف بين الطاقة الحركية وطاقة الوضع؟
- كيف يمكنك حساب الطاقة الحركية؟
- اذكر بعض الأشكال المختلفة لطاقة الوضع.
- كيف يمكنك حساب طاقة الوضع الجذبية؟

مفردات للمراجعة

الشغل work: أثر قوة تؤثر في جسم، خلال قطعه مسافة معينة

مفردات جديدة

energy	الطاقة
system	النظام
kinetic energy	الطاقة الحركية
potential energy	طاقة الوضع
elastic potential energy	طاقة الوضع المرونية
chemical potential energy	طاقة الوضع الكيميائية
gravitational potential energy	طاقة الوضع الجذبية

وصف الطاقة

الفكرة الرئيسة **إنّ الطاقة هي القدرة على بذل شُغل.**

روابط من القراءة بالحياة اليومية فكّر في ما يُكتب على الوجه الجانبي من علبة حبوب الإفطار. تشير البيانات الواردة، إلى عدد السعرات في كل حصة. والسعر وحدة من وحدات الطاقة. تستهلك كل الأنشطة التي نقوم بها مثل الجري والقفز والنمو وحتى التفكير طاقة.

التغيير يتطلب الطاقة

إذا استطاع شيء ما إحداث تغيير في البيئة المحيطة به أو في نفسه، فيكون له طاقة. **والطاقة** هي القدرة على إحداث تغيير، ومن دونها لكان تغيّر الأشياء مستحيلًا. فمضرب التنس المتحرك في **الشكل 6** مثلًا له طاقة. يحدث المضرب تغيّرًا بفعل تأثيره في شكل كرة التنس مما يغيّر في حركتها.

الشغل ينقل الطاقة يبذل مضرب التنس الموضّح في **الشكل 6** شغلًا على الكرة بفعل تأثيره فيها بقوة خلال قطعها مسافة ما. عندما يحدث ذلك، يكون المضرب قد نقل طاقةً إلى الكرة. لذلك، يمكننا أن نصف الطاقة كذلك بأنّها القدرة على بذل شغل.

وبما أنّه يمكن وصف الطاقة بأنّها القدرة على بذل شغل، يمكن قياسها بوحدات قياس الشغل. فيمكن قياس كل من الشغل والطاقة بالجول. تخيّل أنّ مضرب التنس الموضّح في **الشكل 6** يبذل على الكرة شغلًا قيمته J 250. إذًا ينقل المضرب إلى الكرة طاقةً قيمتها J 250.

الأنظمة يمثّل كل من مضرب التنس والكرة في **الشكل 6** نظامًا من الأنظمة. **والنظام** هو أي شيء يمكنك أن تتخيل وجود حد يحيط به. يمكن أن يتكوّن النظام من جسم واحد مثل كرة التنس، ويمكن أن يتكوّن من مجموعة أجسام مثل النظام الشمسي. وعندما يبذل نظام ما شغلًا على نظام آخر، تنتقل الطاقة من النظام الأول إلى النظام الثاني.

■ **الشكل 6** يحدث مضرب التنس بعض التغيّرات عندما يصطدم بالكرة.
صف التغيّرات التي تحدث.

محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education © حقوق الطبع والتأليف

542 الوحدة 19 • الشغل والطاقة

الشكل 7 يمكن تخزين الطاقة كما يمكن نقلها من مكان إلى مكان آخر. فعلى سبيل المثال، يُسهل نقل الطاقة الناتجة عن الروابط الكيميائية الموجودة في الغازولين إلى السيارات. وكذلك هي الحال بالنسبة إلى الطاقة الكهربائية؛ حيث تُنقل من محطة توليد الطاقة إلى الأجهزة المنزلية. إضافةً إلى ذلك، تنتقل الطاقة الإشعاعية من الشمس إلى الأرض.

الأشكال المختلفة للطاقة

عندما تشغّل المصباح الكهربائي، تضيء الغرفة التي كانت مظلمة. وعندما تدير مشغّل الموسيقى المحمول، تسمع صوت الموسيقى يتدفق من السمّاعات. وفي كلتا الحالتين، يحدث تغيّر. تختلف تلك التغيّرات عن بعضها كما تختلف عن التغيّر الناتج عن اصطدام مضرب التنس بالكرة في **الشكل 6** لأنّ الطاقة لها أشكال مختلفة متعددة، ومنها الطاقة الميكانيكية والطاقة الكهربائية والطاقة الكيميائية والطاقة الإشعاعية.

يبيّن **الشكل 7** بعضًا من مواقف الحياة اليومية التي يمكنك أن تلاحظ فيها وجود الطاقة. تستخدم السيارات الطاقة الكيميائية للغازولين. يتطلب تشغيل العديد من الأجهزة المنزلية طاقة كهربائية. أمّا الطاقة الإشعاعية للشمس، فتبعث الدفء على الأرض. وهكذا يتضح لنا أنّ للطاقة دورًا كبيرًا في كل الأنشطة التي نقوم بها.

التأكد من فهم النص **حدّد** ثلاثة أشكال مختلفة من أشكال الطاقة.

تشبيه الطاقة هل الطاقة الكيميائية للغذاء هي الطاقة نفسها الصادرة عن الشمس أو الغازولين؟ يمكننا استخدام النقود في عقد تشبيه يساعدك على فهم الطاقة. للنقود أشكال مختلفة مثل قطع النقد المعدنية والعملات الورقية من فئة الدرهم وفئة العشرين درهمًا. ويمكنك أن تحوّل النقود من شكلٍ إلى الآخر؛ فيمكنك مثلًا، الحصول على أربع قطع نقد من فئة 25 فلسًا مقابل درهم واحد وبغض النظر عن الاختلاف في شكل النقود، فإنّها تظل نقودًا. وينطبق الأمر نفسه على الطاقة. فالطاقة الشمسية التي تبعث الدفء في الأرض والطاقة التي تحصل عليها من الغذاء الذي تتناوله ليستا سوى شكلين مختلفين لشيء واحد.

المفردات

الاستخدام العلمي مقابل الاستخدام العام

الطاقة energy

الاستخدام العلمي: القدرة على إحداث تغيّر عندما تبذل شغلًا. تُحدث انتقالًا للطاقة.

الاستخدام العام: أن يكون الشخص نشيطًا ولديه القدرة على القيام بالأنشطة، كان للاعب طاقة كبيرة في الملعب اليوم.

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

2 التدريس

على مستوى المقرّر ككلّ

علم الحياة اطلب من الطلاب إجراء بحث لاستكشاف الأحداث الجيولوجية في التاريخ التي تضمنت قدرًا كبيرًا من الطاقة. واطلب من الطلاب إعداد جدول لكتابة أمثلة الأحداث التي يجدونها ومكان وقوع كل منها. الأحداث المحتملة: الزلازل في عام 1964 في ألاسكا وعام 1991 في جنوب كاليفورنيا وعام 1995 في مدينة كوبه في اليابان وعام 2001 في الهند وعام 2010 في هايتي؛ وثوران بركان كراكاتو عام 1883 وبركان جبل فيزوف في عام 79 بعد الميلاد. ص م

التأكد من فهم النص

ستتنوّع الإجابات. تتضمن الاحتمالات الطاقة الميكانيكية والطاقة الكهربائية والطاقة الحرارية والطاقة الإشعاعية والطاقة النووية.

دفتر العلوم

الأشكال المختلفة من الطاقة اطلب من الطلاب إعداد قائمة في دفتر العلوم عن أنواع الطاقة المختلفة التي وردت في الكتاب المدرسي. واطلب منهم ذكر عدة أمثلة توضّح استخدامهم لكل شكل من أشكال الطاقة في الحياة اليومية. ص م

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

القسم 2 • وصف الطاقة 543

استراتيجية القراءة

منظّم البيانات اطلب من الطلاب كتابة كلمة الطاقة في منتصف ورقة. وبينما يقوم الطلاب بقراءة هذا القسم، اطلب منهم كتابة أنواع الطاقة ووصف كل منها في شكل دائري يتفرع من الكلمة المركزية. يجب أن يكون الشكل النهائي على صورة عجلة دراجة، يترتب فيها وصف أنواع الطاقة بطريقة ترتيب أسلاك عجلة الدراجة.

عرض توضيحي سريع

الطاقة الحركية

المواد كرة ثقيلة، كرة خفيفة، كرسيان متماثلان

الزمن المقدّر 5 دقائق

الإجراء

1. اعرض على الطلاب كرتين؛ إحداهما خفيفة والأخرى ثقيلة. ودحرج الكرتين على الطاولة بالسرعة نفسها تقريبًا. ثم اطلب منهم تحديد الكرة التي لديها طاقة حركية أكبر. إذا كانت السرعة المتجهة لكلتا الكرتين واحدة، يكون للكرة ذات الكتلة الأكبر طاقة حركية أكبر.

2. اعرض على الطلاب كرتين متماثلتين. ودحرج الكرتين على الطاولة على أن تدحرج إحداهما بسرعة أكبر من الأخرى. ثم اطلب منهم تحديد الكرة التي لديها طاقة حركية أكبر. الكرة التي تتدحرج بسرعة أكبر

تطبيق

1. 120 J
2. يبلغ مقدار الطاقة الحركية الناتجة عن حركة السيارة عندما تتحرك بسرعة 100 km/h أربعة أضعاف مقدار الطاقة الحركية عندما تتحرك بسرعة 50 km/h.

الطاقة الحركية لعل ما يتبادر إلى ذهنك عندما تفكر في الطاقة هو الأجسام المتحركة. فالأجسام التي تتحرّك يمكن أن تصطدم بغيرها من الأجسام، فتحدث تغيّرًا. بالتالي، إنّ الأجسام التي في حالة حركة لها طاقة. وتُسمى الطاقة التي تنتج عن الحركة **الطاقة الحركية**. فالسيارة التي تتحرك على طريق سريع وكذلك راقصة الباليه التي تقفز في الهواء، لهما طاقة حركية. ويعتمد مقدار الطاقة الحركية التي تنتج عن حركة جسم ما على كتلة الجسم وسرعته.

معادلة الطاقة الحركية

$$\text{الطاقة الحركية (جول)} = \frac{1}{2} \times \text{الكتلة (بوحدة kg)} \times [\text{السرعة (بوحدة m/s)}]^2$$

$$KE = \frac{1}{2}mv^2$$

تُقاس الكتلة بالوحدة kg والسرعة بالوحدة m/s. وتُقاس الطاقة الحركية بالجول. إذا أسقطت كرة لينة من مستوى أعلى من ركبتيك بقليل، فيبلغ مقدار الطاقة الحركية الناتجة عن حركة سقوط الكرة حوالي 1 J وذلك، في اللحظة التي تسبق ارتطام الكرة بسطح الأرض.

مثال 4

أوجد قيمة الطاقة الحركية يتحرّك عدّاء كتلته 60.0 kg إلى الأمام بسرعة 3.0 m/s. ما قيمة الطاقة الحركية الناتجة عن تحرّك هذا العدّاء إلى الأمام؟

تحديد المجهول: الطاقة الحركية: KE

وضع قائمة بالمعلوم: الكتلة: $m = 60.0\ \text{kg}$

السرعة: $v = 3.0\ \text{m/s}$

إعداد المسألة: $KE = \frac{1}{2}mv^2$

حل المسألة: $KE = \frac{1}{2}(60.0\ \text{kg})(3.0\ \text{m/s})^2$

$KE = \frac{1}{2}(60.0\ \text{kg})(9.0\ \text{m}^2/\text{s}^2)$

$KE = 270\ \text{J}$

التحقق من الإجابة: تحقق من الخطوة الأخيرة من خلال التقدير. قرّب $9.0\ \text{m}^2/\text{s}^2$ إلى $10\ \text{m}^2/\text{s}^2$. عندها، $\frac{1}{2}(60.0\ \text{kg})(10\ \text{m}^2/\text{s}^2) = 300\ \text{J}$. بما أنّ الناتج قريب من 270 J، لذا فالإجابة النهائية منطقية.

تطبيق

1. تتحرّك كرة كتلتها 0.15 kg بسرعة 40.0 m/s. ما قيمة الطاقة الحركية الناتجة عن تحرّك الكرة؟
2. **تحدي:** سيارة كتلتها 1,500 kg تضاعف سرعتها من 50 km/h إلى 100 km/h. ما مقدار ازدياد الطاقة الحركية الناتجة عن تحرّك السيارة إلى الأمام؟

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

طاقة الوضع لا ينطوي مفهوم الطاقة دائمًا على حدوث حركة. فحتى الأجسام التي لا تتحرّك، يمكن أن يكون لها طاقة. في هذه الحالة، تُعرف باسم **طاقة الوضع** وهي الطاقة المخزّنة بسبب التفاعلات بين الأجسام. ومن الأمثلة على طاقة الوضع، الطاقة المخزّنة بين تفاحة معلقة على شجرة وبين الأرض. تُخزّن تلك الطاقة بين التفاحة والأرض بسبب قوّة التجاذب بينهما. من الأمثلة الأخرى على طاقة الوضع، الطاقة المخزّنة بين الأجسام التي تتصل بعضها ببعض بنابض مضغوط أو شريط مطاطي مشدود.

طاقة الوضع المرونية إذا شددت شريطًا مطاطيًا ثم أفلتّه من يدك، فإنّه ينطلق عبر أنحاء الغرفة. وطوال انتقاله في الهواء، يكون له طاقة حركية تنتج عن حركته. فما مصدر هذه الطاقة الحركية؟ كما تنتج طاقة الوضع عن القوى الجذبية، تنتج كذلك عن القوى المرونية بين الجسيمات التي يتألف منها شريط مطاطي مشدود. وتُعرف الطاقة المخزّنة في الشريط المطاطي المشدود أو النابض المضغوط باسم **طاقة الوضع المرونية** وهي الطاقة المخزّنة من خلال انضغاط جسم ما أو شدّه.

طاقة الوضع الكيميائية يحتوي الطعام الذي تتناوله وكذلك الغازولين الذي تستهلكه السيارات على طاقة مخزّنة. وتنتج هذه الطاقة المخزّنة عن الروابط الكيميائية الموجودة بين الذرات. إذًا، إنّ **طاقة الوضع الكيميائية هي** الطاقة التي تنتج عن الروابط الكيميائية. ويمكنك أن تلاحظ طاقة الوضع الكيميائية عندما تحرق إحدى المواد. فعندما يحترق جسم ما، تتحول طاقة الوضع الكيميائية إلى طاقة حرارية وطاقة إشعاعية. يوضّح **الشكل 8** عملية احتراق الميثان.

تجربة مصغرة

تفسير البيانات من مقلاع

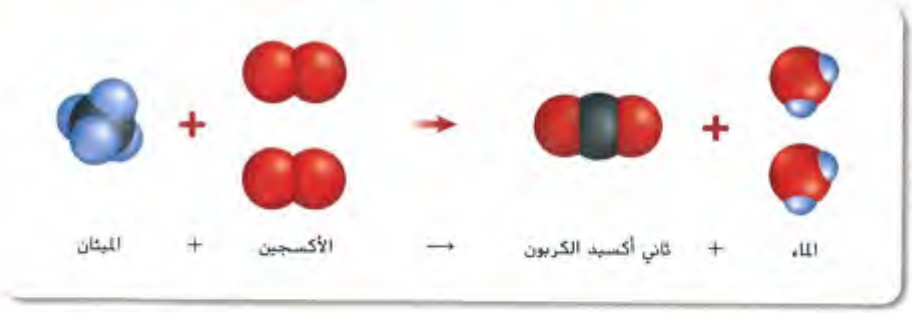
الإجراء

1. اقرأ الإجراء، وحدّد المخاوف المتعلقة بالسلامة في هذه التجربة قبل بدء العمل.
2. استخدم إصبعين وبحذر شدّ شريطًا مطاطيًا على طاولة حتى يكون مشدودًا تمامًا.
3. ضع قطعة نقد معدنية من فئة الخمسة فلسات على الطاولة، بحيث تكون بالكاد ملامسة لنقطة المنتصف في الشريط المطاطي.
4. اسحب القطعة النقدية للخلف مع الشريط المطاطي مسافة 0.5 cm ثم حررها. قم بقياس المسافة التي تقطعها القطعة النقدية باستخدام مسطرة مترية.
5. كرر الخطوة 3 والخطوة 4 في كل مرة مع زيادة مسافة سحب القطعة النقدية للخلف بقيمة 0.5 cm في كل مرة.

التحليل

1. **صِف** العلاقة بين المسافة التي تقطعها العملة المعدنية والمسافة التي تشدّ فيها الشريط المطاطي إلى الخلف.
2. **استدلّ** على العلاقة بين السرعة التي تقلع بها العملة المعدنية والمسافة التي تشدّ فيها الشريط المطاطي إلى الخلف.
3. **استدلّ** على العلاقة بين الطاقة الحركية الناتجة عن حركة العملة المعدنية والمسافة التي تشدّ فيها الشريط المطاطي إلى الخلف.

الشكل 8 عند احتراق الميثان، يتحد مع الأكسجين ويكوّن ثاني أكسيد الكربون والماء. وفي هذا التفاعل الكيميائي، تتحول طاقة الوضع الكيميائية إلى أشكال أخرى من الطاقة.



حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

تجربة مصغرة

الهدف سيلاحظ الطلاب العلاقة بين طاقة الوضع المرونية والطاقة الحركية.

المواد شريط مطاطي، طاولة، قطعة نقدية من فئة الـ 5 فلسات، مسطرة مترية

استراتيجيات التدريس تأكد من أنّ الطلاب لا يشدون الشريط المطاطي لمسافة بعيدة جدًا للخلف؛ فمن الممكن أن تقطع القطعة النقدية مسافة بعيدة جدًا بسرعة.

التحليل

1. تقطع العملة المعدنية من فئة خمسة فلسات مسافة أكبر عندما تشدّ الشريط المطاطي إلى مسافة أبعد.
2. تزيد سرعة انطلاق العملة المعدنية من فئة خمسة فلسات عندما تشدّ الشريط المطاطي إلى مسافة أبعد.
3. تكون الطاقة الحركية الناتجة عن حركة العملة المعدنية من فئة خمسة فلسات أكبر عند شدّ الشريط المطاطي إلى مسافة أبعد.

التقويم

العملية اطلب من الطلاب توقّع الاختلاف الذي سيطرأ على نتائجهم عند استخدام سطح خشن. واطلب منهم اختبار فرضياتهم عن طريق تكرار النشاط على ورق صنفرة.

استخدام تشبيه

ادخار النقود اقترح على الطلاب أنّ طاقة الوضع تتشابه مع النقود الموجودة في حساب ادخار. فالنقود لا تُستخدم في الوقت الراهن، لكنها ستكون متوفرةً كي تستخدمها عند الحاجة.

استخدام الكلمات العلمية

أصل الكلمة اطلب من الطلاب البحث عن كلمة حركي وكلمة وضعي في القاموس. إنّ الكلمة *Kinetic* مشتقة من الجذر اليوناني *kinein* (يتحرك). والكلمة *potential* مشتقة من الجذر اللاتيني *potens* (قدرة). اطلب من أحد المتطوعين ذكر الطريقة التي تعكس فيها كلمة *kinetic* حركي وكلمة *potential* وضعي معاني الجذرين اللذين تُشتقان منهما. الإجابة المحتملة: تنجم الطاقة الحركية عن طاقة الحركة. وطاقة الوضع هي طاقة مُخزنة يمكن أن تتحول إلى طاقة حركية. ص

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

عرض توضيحي سريع

طاقة الوضع الجذبية

المواد ثلاث كرات تنس، رف كتب أو غرض آخر له ثلاثة ارتفاعات مختلفة يمكن وضع الكرات عليها

الزمن المقدّر 5 دقائق

الإجراء وضّح فكرة طاقة الوضع الجذبية من خلال وضع كرات التنس الثلاث على أسطح مختلفة الارتفاع. واسأل الطلاب عن أوجه المقارنة بين قيم طاقة الوضع الجذبية. تزداد قيمة طاقة الوضع الجذبية لنظام يتكوّن فقط من الأرض وكرة تنس واحدة مع ارتفاع الكرة. وتكون قيمة طاقة الوضع الجذبية للكرة الأكثر ارتفاعًا هي الأعلى. أما قيمة طاقة الوضع الجذبية للكرة الأقرب إلى الأرض، فهي الأقل.

الشكل 9 تعتمد طاقة الوضع الجذبية لنظام يتكوّن من الأرض وجسم واحد فقط في المكتبة على كتلة الجسم وقوة جاذبية الأرض وارتفاع الجسم. يُقاس ارتفاع الجسم بالنسبة إلى مستوى مرجعي مثل الأرضية أو السقف أو مركز الأرض.

المطويات

ضمّن مطويتك معلومات من هذا القسم.

طاقة الوضع الجذبية تظهر في الشكل 9 مزهرية زرقاء اللون. ثمة طاقة وضع للمزهرية نسبةً للأرض. تُعرف باسم **طاقة الوضع الجذبية** وهي الطاقة التي تنتج عن قوّة التجاذب بين الأجسام، وغالبًا ما يُشار إليها بالاختصار GPE.

لأي نظام يتكوّن من أجسام تتجاذب بفعل قوة الجاذبية، طاقة وضع جذبية. لنظام يتكوّن من تفاحة والأرض طاقة وضع جذبية. وكذلك الحال بالنسبة إلى النظام الشمسي. تعتمد طاقة الوضع الجذبية في نظام يتكوّن من الأرض وجسم آخر فقط على كتلة هذا الجسم وجاذبية الأرض وارتفاع الجسم. ولعلك تتذكر أنّه بالقرب من سطح الأرض، الجاذبية g تساوي 9.8 N/kg.

معادلة طاقة الوضع الجذبية

طاقة الوضع الجذبية (J) = الكتلة (kg) × الجاذبية (N/kg) × الارتفاع (m)

$$GPE = mgh$$

الارتفاع وطاقة الوضع الجذبية انظر إلى المكتبة الموضّحة في **الشكل 9**. تخيّل أنّ هذه المكتبة موجودة في الطابق الثاني في أحد المباني وأنّ هذا المبنى موجود على قمة تل كبير.

فكيف يمكنك قياس ارتفاع الأجسام الموجودة على الرفوف؟ يمكنك أن تقيس الارتفاع من الأرضية، ويمكنك أيضًا أن تقيسه من السقف أو من الأرض خارج المبنى أو من قاعدة التل أو من مركز الأرض.

لحساب طاقة الوضع الجذبية، يُقاس الارتفاع من مستوى مرجعي. ويعني هذا أنّ طاقة الوضع الجذبية تختلف وفقًا للمستوى المرجعي الذي يتم اختياره.

إذا اخترنا الأرضية كمستوى مرجعي، تكون قيمة طاقة الوضع الجذبية لنظام يتكوّن من المزهرية الزرقاء والأرض فقط حوالي J 90، وبالنسبة إلى السقف، تكون قيمة طاقة الوضع الجذبية للنظام نفسه حوالي J 40-، وبالنسبة إلى مركز الأرض، تكون قيمة طاقة الوضع الجذبية لهذا النظام حوالي 300 مليون J، وجميع هذه العبارات صحيحة. إضافةً إلى ذلك، تكون طاقة الوضع الجذبية لنظام الأرض والمزهرية الزرقاء أكبر من طاقة الوضع الجذبية لنظام الأرض والمزهرية الخضراء مهما كان المستوى المرجعي. أمّا العبارات مثل "طاقة الوضع الجذبية تساوي J 100". فليس لها أي معنى، إذا لم يُذكر المستوى المرجعي.

بعد القراءة

مشروع تعاوني نظّم طلاب الصف في مجموعات تتكوّن من ثلاثة أو أربعة طلاب. وسيحدّد الطلاب أمثلة على طاقة الوضع والطاقة الحركية من الحياة اليومية، مع حساب مقدار كل منهما. سيكون على الطلاب التوصّل إلى طرائق إبداعية لتقديم أفكارهم إلى باقي طلاب الصف. وشجّع المجموعات على استخدام الرسومات الكرتونية أو كتابة الأغاني أو إنشاء النماذج.

مناقشة

ركوب المصعد عندما تركب المصعد، كيف تتغيّر طاقة الوضع وطاقتك الحركية بالنسبة إلى المصعد بينما ترتفع إلى الأعلى؟ لا يتغيّر أي منهما. ق.م

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

546 الوحدة 19 • الشغل والطاقة

مثال 5

أوجد قيمة طاقة الوضع الجذبية توجد مروحة سقف كتلتها 4.0 kg على ارتفاع 2.5 m فوق الأرضية. ما قيمة طاقة الوضع الجذبية في نظام الأرض ومروحة السقف بالنسبة إلى الأرضية؟

إيجاد القيمة المجهولة: طاقة الوضع الجذبية، GPE

وضع قائمة بالمعلوم
الكتلة، $m = 4.0\ kg$
الجاذبية، $g = 9.8\ N/kg$
الارتفاع، $h = 2.5\ m$

إعداد المسألة: $GPE = mgh$

حل المسألة: $GPE = (2.5\ m)(9.8\ N/kg)(4.0\ kg) = 98\ N \cdot m = 98\ J$

التحقق من الإجابة: قرّب 9.8 N/kg إلى 10 N/kg. إذًا، GPE = (4.0 kg)(10 N/kg)(2.5 m) = 100 J. وهذا قريب من الإجابة المذكورة أعلاه، ما يعني أنّ تلك الإجابة منطقية.

تطبيق

1. وُضع كتاب تاريخ كتلته 8.0 kg على مكتب يبلغ ارتفاعه 1.25 m. ما قيمة طاقة الوضع الجذبية في نظام الأرض والكتاب بالنسبة إلى الأرضية؟
2. **تحدي:** ما قيمة طاقة الوضع الجذبية في نظام الكتاب والأرض الوارد في المسألة 18، بالنسبة إلى المكتب؟

القسم 2 مراجعة

ملخص القسم

- ثمة أشكال مختلفة للطاقة ومنها الطاقة الميكانيكية والكهربائية والكيميائية والحرارية والإشعاعية.
- إنّ الطاقة الحركية هي الطاقة التي ينتجها جسم بسبب حركته.
- إنّ طاقة الوضع هي طاقة مخزّنة تنسب فيها التفاعلات بين الأجسام.
- لطاقة الوضع أشكال مختلفة ومنها طاقة الوضع المرونية وطاقة الوضع الكيميائية وطاقة الوضع الجذبية.

1. **صف** تغيّرًا ينتج عن الطاقة الحركية وتغيّرًا يتضمن طاقة الوضع.
2. **استدلّ** ما إذا كان من الممكن أن يكون لنظام طاقة حركية وطاقة وضع في الوقت نفسه.
3. **قابل** بين طاقة الوضع المرونية وطاقة الوضع الكيميائية.
4. **التفكير الناقد** بشكل عام، يكون للجزيئات المختلفة التي يتكوّن منها الهواء في الغرفة الطاقة الحركية نفسها. فكيف تعتمد سرعة الجزيئات المختلفة التي تكوّن الهواء على كتلتها؟

تطبيق مفاهيم رياضية

5. **احسب الطاقة الحركية** تتحرّك كرة كتلتها 0.06 kg بسرعة 5.0 m/s. فما مقدار الطاقة الحركية الناتجة عن حركة الكرة؟
6. **احسب طاقة الوضع الجذبية** توجد تفاحة كتلتها 0.50 kg على ارتفاع 2.0 m من المستوى المرجعي. فما قيمة طاقة الوضع الجذبية في نظام التفاحة والأرض؟

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

تطبيق

1. 98 J
2. 0 J، يساوي الارتفاع 0 بالنسبة إلى المستوى المرجعي.

3 التقويم

التأكد من الفهم

الطاقة الحركية أسقط كرةً على الأرض. واسأل الطلاب عن المكان الذي تكون فيه الطاقة الحركية الناتجة عن حركة سقوط الكرة في أعلى قيمة لها. تكون الطاقة الحركية الناتجة عن حركة سقوط الكرة في أعلى قيمة لها قبل أن تصل الكرة إلى الأرض مباشرةً. أين تكون طاقة الوضع الجذبية لنظام الكرة والأرض في أعلى قيمة لها؟ تكون طاقة الوضع الجذبية بين الكرة والأرضية في أعلى قيمة لها قبل أن تُسقط الكرة مباشرةً.

إعادة التدريس

تحوّل الطاقة

قم بإجراء عدة أنشطة مثل التصفيق بيديك أو السير في أنحاء الغرفة أو رمي كرة عبر الغرفة أو تشغيل الضوء. واطلب من الطلاب تحديد تحولات الطاقة التي تحدث في كل مهمة.

التقويم

العملية أخبر الطلاب بأنّه توجد كرة بولينج كتلتها 5.0 kg على حامل يبلغ ارتفاعه عن الأرض 1.5 m. واطلب منهم حساب قيمة طاقة الوضع الجذبية لنظام كرة البولنج والأرض، مع استخدام الأرض كمستوى مرجعي.

$5.0\ kg \times 9.8\ N/kg \times 1.5\ m = 74\ J$

القسم 2 مراجعة

1. ستتنوّع الإجابات. يُمكن تحطيم زجاج نافذة بفعل كرة من كرات البيسبول تغييرًا ينتج عن الطاقة الحركية. أما سقوط تفاحة من فوق شجرة، فهو تغيير يتضمن طاقة الوضع.
2. يمكن أن يكون لنظام ما طاقة حركية وطاقة وضع في الوقت نفسه. إذا كانت الأجسام الموجودة في النظام تتفاعل مع بعضها ويتضمن النظام وجود حركة، يكون للنظام طاقة وضع وطاقة حركية.
3. إنّ طاقة الوضع المرونية هي الطاقة المخزّنة عن طريق ضغط الأجسام أو شدّها. وطاقة الوضع الكيميائية هي الطاقة التي تُخزّن بفعل الروابط الكيميائية.
4. بشكلٍ عام، تتحرك الجزيئات ذات الكتلة الأصغر بسرعة أكبر.

تطبيق مفاهيم رياضية

5. 0.75 J
6. 9.8 J

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

1 التركيز

الفكرة الرئيسة

حفظ الطاقة

اسأل الطلاب عمّا يحدث لطاقة الوضع الجذبية لنظام الكرة والأرض، عند سقوط الكرة. تتحول طاقة الوضع الجذبية إلى طاقة حركية. ماذا يحدث لطاقة الوضع الكيميائية للبنزين الذي يحترق في محركات السيارات؟ تتحول طاقة الوضع الكيميائية للبنزين إلى طاقة حرارية ترفع درجة حرارة السيارة وطاقة حركية تدفعها إلى الحركة. هل فنت الطاقة أو استُحدِثت في أي من الحالتين؟ كلا أخبر الطلاب بأنّ الطاقة يمكن أن تنتقل أو تتحوّل، لكنها لا تفنى ولا تُستحدث.

الربط بالمعرفة السابقة

التزلّج على اللوح ناقش أشكال الطاقة المختلفة التي يتضمنها التزلّج على اللوح.

استخدام المفردات اطلب من الطلاب إنشاء مخطط من ثلاثة أعمدة. في العمود الأول، يجب أن يكتب الطلاب توقعهم لمعاني المفردات الجديدة. وفي العمود الثاني، سيسجّل الطلاب التعريفات الفعلية كما ترد في الكتاب المدرسي. وفي العمود الأخير، يجب أن يُعِدّ الطلاب رسومات تخطيطية توضّح معنى كل كلمة من المفردات.

التأكد من فهم النص

الطاقة لا تفنى ولا تُستحدث.

تهيئ للقراءة

الأسئلة الرئيسة

- ما المقصود بقانون بقاء الطاقة؟
- ما المقصود بالطاقة الميكانيكية؟
- لمَ لا يمكن حفظ الطاقة الميكانيكية دائمًا؟
- ما العلاقة بين الطاقة والقدرة؟

مفردات للمراجعة

الاحتكاك friction، قوة تقاوم حركة انزلاق واحدٍ من سطحين متلامسين على الآخر

مفردات جديدة

قانون بقاء الطاقة
law of conservation of energy
الطاقة الميكانيكية
mechanical energy
القدرة
power

بقاء الطاقة

الفكرة الرئيسة **الطاقة لا تفنى ولا تستحدث.**

روابط من القراءة بالحياة اليومية عندما تقذف كرة في الهواء، فأنت تمدّها بطاقة حركية. تتحول هذه الطاقة الحركية إلى طاقة وضع مع ارتفاع الكرة. وتعود طاقة حركية مرةً أخرى مع سقوط الكرة. ما الذي يحدث للطاقة عندما تمسك الكرة؟

قانون بقاء الطاقة

تخيّل أنّك تركب عربة أفعوانية كالتي تظهر في الشكل 10. مع تغير ارتفاعك عن الأرض، تتغيّر طاقة الوضع الجذبية. ومع تغير سرعتك، تتغيّر الطاقة الحركية. فكّر في حركات العربة الأفعوانية. عندما تكون العربات في الأعلى بعيدًا عن الأرض، تكون قيمة طاقة الوضع الجذبية كبيرة، وقيمة الطاقة الحركية صغيرة. عندما تكون العربات قريبةً من الأرض، تكون قيمة طاقة الوضع الجذبية صغيرة وقيمة الطاقة الحركية كبيرة. تتحول الطاقة ما بين طاقة حركية وطاقة جذب وضعية. إضافةً إلى ذلك، يتحول جزء من الطاقة الحركية ببطء إلى أشكال أخرى من الطاقة أثناء ركوب العربة الأفعوانية ودورانها.

لكنّ إجمالي الطاقة يظلّ ثابتًا. ينصّ **قانون بقاء الطاقة** على أنّ الطاقة لا تفنى ولا تُستحدث، وإنّما يمكن أن تتحول من شكل إلى آخر أو تنتقل من مكان إلى آخر.

التأكد من فهم النص **اذكر** قانون بقاء الطاقة.

الحفاظ على الموارد ربما سبق لك أن سمعت عن حفظ الطاقة أو تمت مطالبتك بالحفاظ عليها. ترتبط هذه الأفكار بترشيد استخدام موارد الطاقة مثل الفحم والنفط. أمّا قانون بقاء الطاقة، فهو مبدأ عام ينص على أنّ إجمالي الطاقة يظل ثابتًا.

الشكل 10 يمكن للطاقة أن تتحوّل أو تنتقل، لكنها لا تفنى ولا تُستحدث. في العربة الأفعوانية، تتحوّل الطاقة بين طاقة حركية وطاقة وضع جذبية. إضافةً إلى ذلك يتحوّل جزء من الطاقة الحركية إلى أشكال أخرى منها. لكنّ إجمالي مقدار الطاقة يبقى ثابتًا.

استخدام الكلمات العلمية

معنى الكلمة تعني كلمة حفظ "الحماية من الفناء أو الضياع". ناقش السبب في ملاءمة استخدام الكلمة مع مبدأ حفظ الطاقة. الإجابة المحتملة: تُعدّ الكلمة مناسبة لأنّ الطاقة لا تفنى أبدًا. ص ٥

McGraw-Hill Education تأليف © محفوظة لصالح مؤسسة

تحولات الطاقة

ربما تظن أنّه ليست هناك علاقة بين مزهرية على الطاولة وبين الطاقة. إلى أن تسقط المزهرية. ومن المرجح أنّك تربط الطاقة بهدير محركات السيارات التي تمرّ قربك على الطريق مثلًا أو الشمس التي تبعث الدفء في بشرتك أيام الصيف. إنّ كل هذه المواقف تنطوي على تحولات للطاقة.

تحولات الطاقة الميكانيكية تقدم الدراجات والعربات الأفعوانية والأراجيح أفضل الأمثلة عند الحديث عن الطاقة الميكانيكية. **الطاقة الميكانيكية** هي ناتج جمع الطاقة الحركية وطاقة الوضع للأجسام في نظام ما. تشمل الطاقة الميكانيكية الطاقة الحركية للأجسام وطاقة الوضع البروتية وكذلك طاقة الوضع الجذبية، لكنها لا تشمل الطاقة النووية أو الطاقة الحرارية أو طاقة الوضع الكيميائية.

لكنّ اجماليّ الطاقة ليس كلّه طاقة ميكانيكية. فهو يشمل أشكالًا أخرى من الطاقة غير الطاقة الميكانيكية، ولهذا، فليس بالضرورة أن تُحفظ الطاقة الميكانيكية. لكن غالبًا ما تبقى الطاقة الميكانيكية لنظام ما ثابتة أو شبه ثابتة. في هذه الحالة، تتحول الطاقة بين الأشكال المختلفة للطاقة الميكانيكية.

الأجسام الساقطة انظر إلى شجرة التفاح في **الشكل 11**. لنظام الأرض والتفاحة، الذي يتكوّن من جسمين هما: الأرض والتفاحة، طاقة وضع جذبية. بالمقابل، ليس له طاقة حركية، لأن التفاحة ساكنة طالما أنها معلّقة بالشجرة.

لكن عند سقوط التفاحة تقترب تدريجيًا من الأرض، فتقلّ طاقة الوضع الجذبية لنظام الأرض والتفاحة، بحيث تتحول طاقة الوضع إلى طاقة حركية مع ازدياد سرعة التفاحة.

إذا كانت طاقة الوضع تتحول إلى طاقة حركية، فإنّ الطاقة الميكانيكية للنظام لا تتغيّر أثناء سقوط التفاحة. إنّ طاقة الوضع التي يفقدها نظام الأرض والتفاحة، يعود ليكتسبها في صورة طاقة حركية. إنّ ما تغيّر هو شكل الطاقة الميكانيكية، أما إجمالي الطاقة الميكانيكية، فقد ظلّ ثابتًا.

التأكد من فهم النص **صف** ما يحدث للطاقة الميكانيكية في نظام الأرض والتفاحة أثناء سقوط التفاحة من الشجرة.

الشكل 11 يمكن لطاقة الوضع الجذبية في نظام الأرض والتفاحة أن تتحول إلى طاقة حركية. لكن الطاقة الميكانيكية للنظام تظل شبه ثابتة أثناء سقوط التفاحة.

قدّر قيمة طاقة الوضع الجذبية لإحدى التفاحات الموجودة على الشجرة بالنسبة إلى الأرض.

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

على مستوى المقرّر ككلّ

التاريخ من المرجّح أن يكون الطلاب قد سمعوا بشأن قصة اكتشاف نيوتن للجاذبية عند سقوط تفاحة من الشجرة على رأسه. لذا اطلب من الطلاب التحقيق في هذه القصة وتحديد ما إذا كانت خرافة أم حدثت بالفعل. واطلب منهم مشاركة النتائج التي توصلوا إليها مع طلاب الصف. يَزعم أنّ نيوتن قال بنفسه إنّ سقوط التفاحة قد «أنتج» «مفهومه عن الجاذبية». ص م

دفتر العلوم

وحدات الطاقة ثمّة العديد من الوحدات المختلفة للطاقة، منها الجول والسعر والسعر الغذائي والوحدة الحرارية البريطانية (Btu) والإلكترون فولت. اطلب من الطلاب إجراء بحث عن هذه الوحدات المختلفة. ويجب أن يسجّلوا في دفتر العلوم، الاستخدامات الشائعة لكل وحدة من وحدات الطاقة إضافةً إلى العلاقة بين الوحدات المختلفة.

2 التدريس

تحديد المفاهيم الخاطئة

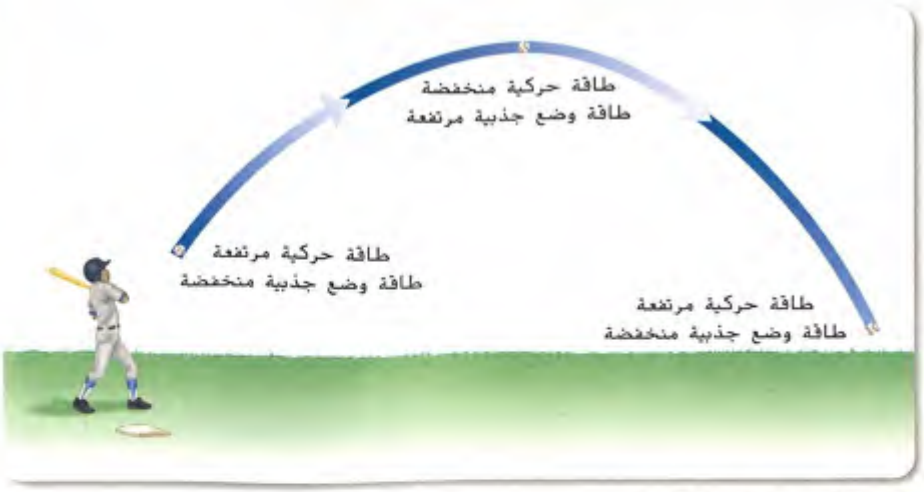
تحولات الطاقة قد يعتقد الطلاب أنّ الطاقة يمكن أن تتحول إلى أشياء أخرى غير الطاقة أو أنّ الأشياء الأخرى يمكن أن تتحول إلى طاقة. انتبه إلى استخدام عبارات مثل "تحوّل الحيوانات الغذاء إلى طاقة" أو "تحوّل الألواح الشمسية ضوء الشمس إلى طاقة". ولا يمكن أن تتحوّل الطاقة إلّا إلى أشكال مختلفة من الطاقة. ولا يمكن أن تتحوّل الأشياء الأخرى إلى طاقة.

سؤال حول الشكل 11
اقبل بكل الإجابات في نطاق J 5-20.

التأكد من فهم النص

لا تتغيّر الطاقة الميكانيكية لنظام التفاحة والأرض بدرجة ملحوظة عند سقوط التفاحة من الشجرة.

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education



■ **الشكل 12** تتحول الطاقة الحركية إلى طاقة وضع جذبية مع ارتفاع الكرة. وفيما تسقط الكرة، تعود طاقة الوضع الجذبية لتتحوّل إلى طاقة حركية.

توقّع ما مقدار الطاقة الميكانيكية لنظام الأرض والكرة بعد اصطدام الكرة بالأرض وتدحرجها إلى أن تتوقف؟ استخدم الأرض كمستوى مرجعي.

حركة المقذوفات تحدث تحولات الطاقة كذلك أثناء حركة المقذوفات عندما يتحرك جسم في مسارٍ منحنٍ. انظر إلى **الشكل 12** وتخيّل نظام الأرض والكرة. في اللحظة التي يُطلِق المضرب الكرة، تكون سرعتها عالية، لذا يكون مقدار الطاقة الحركية في النظام كبيرًا نسبيًا.

أثناء ارتفاع الكرة، تقل سرعتها وبالتالي يقل مقدار الطاقة الحركية للنظام. بالمقابل، يزداد مقدار طاقة الوضع الجذبية فيه. ففي النقطة الأعلى من مسار الكرة، تكون طاقة الوضع الجذبية في النظام أكبر، فيما تكون الطاقة الحركية أصغر. وفيما تسقط الكرة، تقل طاقة الوضع الجذبية للنظام، وتزداد طاقته الحركية. لكنّ مقدار الطاقة الميكانيكية لنظام الكرة والأرض يظلّ شبه ثابت أثناء ارتفاع الكرة وكذلك أثناء سقوطها.

الأراجيح إنّ تحولات الطاقة الميكانيكية لأرجوحة كتلك الظاهرة في الشكل 13، تشبه تحولات الطاقة الميكانيكية لعربة أفعوانية.

تبدأ الجولة بدفع بندل الطاقة الحركية إلى الراكب. ومع ارتفاع الأرجوحة، تقل سرعة الراكب ويزداد ارتفاعه. باستخدام مصطلحات الطاقة، تتحوّل الطاقة الحركية إلى طاقة وضع جذبية. وعند النقطة الأعلى من مسار الراكب، تبلغ طاقة الوضع الجذبية أعلى قيمة لها.

عندها، تبدأ الأرجوحة بالرجوع نحو الأسفل، فتعود طاقة الوضع الجذبية خلال هذه الحركة لتتحوّل إلى طاقة حركية. وفي النقطة السفلى من كل دورة للأرجوحة، تبلغ الطاقة الحركية القيمة العظمى لها وتبلغ طاقة الوضع الجذبية القيمة الدنيا لها. فيما يتأرجح الراكب إلى الأمام والخلف، تستمرّ الطاقة في التحول بين طاقة حركية وطاقة وضع جذبية. تقل حركة الأرجحة تدريجيًا مع كل دورة ما لم يعمد الراكب إلى دفع الأرجوحة أو يدفعها له شخص آخر. ما الذي يحدث لطاقة الراكب الميكانيكية؟

المفردات

أصل الكلمة

حركي kinetic

مشتقة من الكلمة اليونانية *kinetikos*، التي تعني تحريك.

للشاحنة التي تسير على الطريق السريع طاقة حركية كبيرة.

دعم محتوى المعلّم

الربط بالسقوط الحر في حال غياب مقاومة الهواء، سيصطدم جسمان يبدآن في السقوط في الوقت نفسه من الارتفاع نفسه بالأرض معًا. لكنّ النظام الذي يضم الجسم الأكبر كتلةً يتضمن مقدارًا أكبر من طاقة الوضع الجذبية قبل سقوط هذا الجسم، ويتضمن مقدارًا أكبر من الطاقة الحركية في أثناء سقوط الجسم.

■ **سؤال حول الشكل 12**

O J

إنشاء نموذج

تحوّل الطاقة اطلب من الطلاب العمل في مجموعات لإنشاء نماذج توضّح تحوّل طاقة الوضع إلى طاقة حركية. وقد يختارون استخدام زنبرك أو سيارة ذات زنبرك أو كرة لتوضيح الفكرة. التعلم التعاوني

تحديد المفاهيم الخاطئة

البندول قد لا يدرك بعض الطلاب أنّ ثقل البندول يتوقف للحظات عندما يبلغ أقصى ارتفاع له، وتبلغ سرعته المتجهة أعلى قيمة لها عندما يبلغ الجزء الأكثر انخفاضًا في حركة التأرجح. أنشئ رسمًا تخطيطيًا للبندول على السبورة واستخدم الأسهم لتوضيح الحركة. واشرح أنّ الثقل يجب أن يتوقف للحظات لتغيير الاتجاهات. لا تنتج عن حركة البندول في هذه المرحلة طاقة حركية، إذ لا يكون للبندول سرعة متجهة.

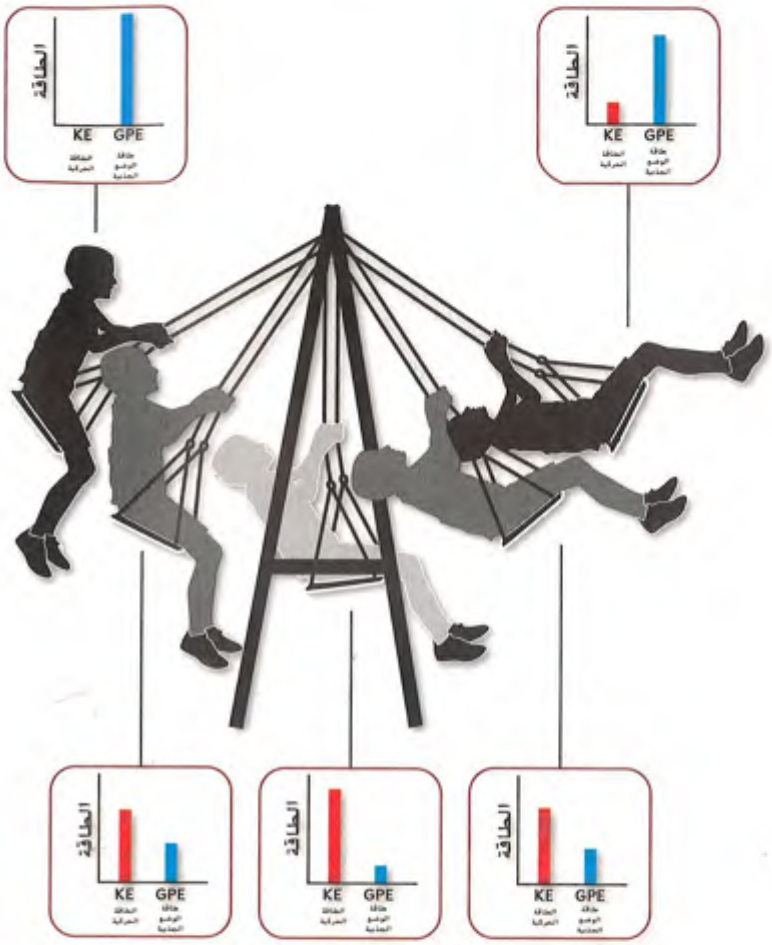
550 الوحدة 19 • الشغل والطاقة

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

الشكل 13

تصور تحولات الطاقة

توضّح دورة الأرجوحة طريقة تحول الطاقة الحركية إلى طاقة وضع ثم إلى طاقة حركية ثانيةً.



حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

التعلم بالوسائل المرئية

تحولات الطاقة اطلب من الطلاب تفحص الصورة ودراسة التمثيلات البيانية، ثم اطرح الأسئلة التالية. عند التأرجح من أقصى اليسار إلى الموقع الثاني من جهة اليسار، لمَ يتزايد مقدار الطاقة الحركية الناتجة عن الحركة؟ بسبب تزايد السرعة المتجهة ما القوة التي تؤدي إلى التسارع خلال الانتقال من أقصى اليسار إلى النقطة الأقل ارتفاعًا؟ الجاذبية ما القوة الأكبر التي تبطئ الانتقال من النقطة الأقل ارتفاعًا إلى أقصى اليمين؟ الجاذبية

نشاط

نمذجة الأرجوحات تتشابه حركة الأرجوحة مع حركة البندول. وفّر للطلاب قطعة من الحبل طولها 1 m ومزودة بحلقة معدنية مربوطة في طرفها. واطلب منهم محاكاة حركة الأرجوحة أو البندول باستخدام الحبل والحلقة المعدنية. ثم اطلب منهم أن يجربوا لمعرفة ما إذا كانت ثمة علاقة بين طول الحبل والزمن الذي تستغرقه الحلقة المعدنية في إكمال دورة كاملة، بدءًا من أقصى اليسار الموضّح في الرسم التخطيطي إلى أقصى اليمين ثم رجوعًا إلى أقصى اليسار مجددًا. نبّه الطلاب إلى عدم أرجحة الحبل والحلقة المعدنية بقوة أو بالقرب من الطلاب الآخرين.

استراتيجية القراءة

مخطط التعلم اطلب من الطلاب أن يرسموا خطًا رأسيًا أسفل ورقة لإنشاء مخطط تعلم وتسجيل الملاحظات الخاصة بالبحث أو المحاضرات أو مصطلحات المفردات في العمود الأيسر. وفي العمود الأيمن، يجب أن يحلل الطلاب النقاط الواردة في العمود الأيسر أو يفسروها أو يكونوا أسئلةً عنها أو يجيبوا عنها.

تحولات أنواع الطاقة الأخرى تخيّل الأرجوحة مرة أخرى، وتخيّل ما يحدث عندما يستمر التأرجح من دون دفع الأرجوحة؛ ستتباطأ الأرجوحة وتتوقف في النهاية. ويعني ذلك أنّ الطاقة الميكانيكية لنظام الأرض والأرجوحة تقلّ. في البداية، قد يبدو أنّ الطاقة قد فُنيت. لكن تذكر أنّ ثمّة أشكالًا أخرى من الطاقة غير الطاقة الميكانيكية. في الغالب، تنطوي تحولات الطاقة على هذه الأشكال الأخرى.

تأثير الاحتكاك عندما تقل الطاقة الميكانيكية في نظام الأرض والأرجوحة، لا بدّ من أن يزداد شكل آخر من أشكال الطاقة بقدر مساوٍ من أجل الحفاظ على إجمالي مقدار الطاقة ثابتًا. ما هذه الأشكال الأخرى؟ فكّر في كلّ من الاحتكاك ومقاومة الهواء، مع كل حركة، تحتك حبال الأرجوحة أو سلاسلها بالخطافات ويقاوم الهواء حركة الراكب، كما يوضّح **الشكل 14**.

يحوّل كلّ من الاحتكاك ومقاومة الهواء جزءًا من الطاقة الميكانيكية إلى طاقة حرارية، وهي الطاقة التي تنتج عن الحرارة والأجسام الساخنة. مع كل حركة من حركات الأرجوحة، تزداد درجة حرارة الخطافات والهواء بصورة طفيفة. فالطاقة الميكانيكية لم تفنَ، بل تحولت إلى طاقة حرارية بفعل الاحتكاك ومقاومة الهواء. وسرعان ما تنتقل هذه الطاقة الحرارية إلى الهواء المحيط.

التأكد من فهم النص استدلّ على السبب في ارتفاع درجة حرارة العجلات عندما تتحرك السيارة.

لضمان استمرار حركة الأرجوحة، يجب عليك أن تزوّد نظام الأرض والأرجوحة بالطاقة بطريقة متواصلة. بإمكانك تحقيق ذلك من خلال دفع الأرجوحة. فتتحوّل بالتالي طاقة الوضع الكيميائية التي تحصل عليها من الطعام الذي تتناوله إلى مزيد من الطاقة الميكانيكية.

الشكل 14 في نظام الأرجوحة والهواء والأرض، يعمل كل من الاحتكاك ومقاومة الهواء على تحويل الطاقة الميكانيكية إلى طاقة حرارية. ولكي يستمرّ الراكب في التأرجح، عليه أن يزوّد النظام بالمزيد من الطاقة الميكانيكية من خلال الدفع برجليه، أو عن طريق دفع أحدهم للأرجوحة.

صف تغيّر الطاقة الحركية وطاقة الوضع الجذبية لنظام الأرض والأرجوحة بمرور الزمن.

عرض توضيحي سريع

تحوُّل الطاقة

المواد كرة صغيرة من المطاط

الزمن المقدر 5 دقائق

الإجراء وضّح تحوّل طاقة الوضع الجذبية إلى طاقة حركية ثمّ إلى طاقة الوضع الجذبية مرةً أخرى من خلال إسقاط كرة مطاطية صغيرة من ارتفاعات مختلفة. ووضح أنّه كلما ازداد ارتفاع سقوط الكرة، ازدادت السرعة المتجهة النهائية للكرة وازداد ارتفاع ارتداد الكرة. لاحظ أيضًا أنّ الكرة لا ترتد إلى ارتفاعها الأصلي أبدًا. واطرح السؤال: لمَ لا ترتد الكرة إلى ارتفاعها الأصلي في كل مرة؟ لأنّ جزءًا من الطاقة الميكانيكية يتحوّل إلى طاقة حرارية في كل مرة تصطدم فيها الكرة بالأرض.

التأكد من فهم النص

ترتفع درجة حرارة عجلات السيارة بدرجة كبيرة أثناء قيادتها لأنّ الطاقة الميكانيكية تتحوّل إلى طاقة حرارية بفعل الاحتكاك في العجلات.

■ **سؤال حول الشكل 14**

بينما تتحرك الأرجوحة إلى الأمام والخلف، تتحول الطاقة باستمرار من الطاقة الحركية إلى طاقة الوضع الجذبية والعكس. وعندما تبطئ الأرجوحة، يتحوّل إجمالي الطاقة المتوفرة الذي يحرك الأرجوحة إلى الأمام والخلف بشكلٍ ثابت إلى طاقة حرارية غير مستخدمة.

عرض توضيحي

طاقة الكرة الزجاجية

الهدف توضيح حفظ الطاقة الميكانيكية

المواد أنبوب بلاستيكي طوله 2 m، عدد اثنين من الحوامل الحلقية التي تحتوي على مشابك، كرة زجاجية

التحضير اصنع نفقًا على شكل حرف U من خلال تثبيت طرفي الأنبوب في الحامل الحلقي.

يجب أن يكون ارتفاع الطرفين متطابقًا.

الإجراء أمسك كرة زجاجية أعلى أحد طرفي الأنبوب بقليل. واطلب من الطلاب توقّع الارتفاع الذي ستبلغه الكرة الزجاجية في الجانب المقابل. ثم أطلق الكرة وناقش النتيجة. أعِد ترتيب الأنبوب لتشكيل أنفاق بأشكال متعددة وتكرار النشاط.

النتائج المتوقعة ستصل الكرة إلى ارتفاع قريب من الارتفاع الذي انطلقت منه، لكنها لن تصل إلى الارتفاع نفسه. ويدل ذلك على أنّ الطاقة الميكانيكية قد تحولّت إلى أشكال أخرى من الطاقة.

التقويم كيف تأثرت الطاقة الميكانيكية عندما تحركت الكرة الزجاجية على طول الأنبوب؟ حوّل الاحتكاك الطاقة الميكانيكية إلى طاقة حرارية عندما تحركت الكرة الزجاجية على طول الأنبوب.

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

■ **الشكل 15** المصباح الكهربائي جهاز يحوّل الطاقة الكهربائية إلى طاقة إشعاعية.

تحوّل الطاقة الكهربائية تشمل تحوّلات الطاقة، الطاقة الكهربائية أيضًا. فكّر في كل الأجهزة الكهربائية التي تستخدمها كل يوم. يحوّل كلّ من الفرن الكهربائي وفرن التحميص الطاقة الكهربائية إلى طاقة حرارية. ويحوّل التلفاز الطاقة الكهربائية إلى طاقة صوتية وطاقة إشعاعية، كما يحوّل المحرك الكهربائي في الغسالة الطاقة الكهربائية إلى طاقة ميكانيكيّة. وتحوّل المصابيح الطاقة الكهربائية إلى طاقة إشعاعية. يبيّن **الشكل 15** عملية تحوّل الطاقة كما تحدث في المصباح الكهربائي.

أيّ أجهزة أخرى استخدمتها اليوم تعتمد على الطاقة الكهربائية؟ ربما تكون قد استيقظت على صوت المنبه أو نشّفت شعرك أو تناولت الخبز المحمص أو استمعت إلى الموسيقى أو حتى لعبت ألعاب الفيديو. ما شكل الطاقة الذي تحوّلت إليه الطاقة الكهربائية في كل مثال من هذه الأمثلة؟

تحوّل طاقة الوضع الكيميائية يخزّن الوقود الطاقة في صورة طاقة وضع كيميائية. فمعظم السيارات مثلًا، تعمل بالجازولين الذي له طاقة وضع كيميائية. يحوّل محرّك السيارة طاقة الوضع الكيميائية إلى طاقة حرارية ثم إلى طاقة ميكانيكيّة من أجل أن تتحرّك السيارة. إنّ درجة حرارة المحرّك ترتفع بصورة كبيرة أثناء استخدامه، وهذا دليل على أنّ معظم الطاقة الحرارية يتحوّل إلى طاقة ميكانيكيّة.

ثمة تحوّلات للطاقة تكون أقل وضوحًا إذ لا ينتج عنها حركة أو صوت أو حرارة أو ضوء بالإمكان ملاحظته. فجميع النباتات الخضراء تحوّل الطاقة الإشعاعية إلى طاقة وضع كيميائية. وعندما تأكل ذرة مثلًا، تنتقل طاقة الوضع الكيميائية من الذرة إلى جسمك. فيستخرج جسمك هذه الطاقة كي يستخدمها في أداء وظائفه مثل التنفس وضخ الدم والحركة والكلام والتفكير.

المطويات

ضمّن مطويتك معلومات من هذا القسم.

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

على مستوى المقرّر ككلّ

علوم الحياة إنّ الأجسام الفتيلية هي العضيات التي تحوّل الطاقة الكيميائية إلى أشكال الطاقة التي يمكن للخلية استخدامها. لهذا السبب تُسمى أحيانًا محطات توليد الطاقة في الخلايا الحية. وللأجسام الفتيلية DNA خاص بها مستقلًا عن الـ DNA النووي لكنها لا تستطيع التكاثر بدون مساعدة من نواة الخلية.

سؤال عن النص

المُنبّه: الطاقة الإشعاعية والطاقة الصوتية؛ مجفف الشعر: الطاقة الميكانيكية والطاقة الحرارية؛ فرن التحميص: الطاقة الحرارية؛ جهاز الستريو: الطاقة الصوتية؛ ألعاب الفيديو: الطاقة الإشعاعية والطاقة الصوتية

على مستوى المقرّر ككلّ

البيئة في السلسلة الغذائية، توضّح الأسهم اتجاه انتقال الطاقة من كائن حي إلى الكائن الذي يليه. سلسلة غذائية محتملة: عشب ← أرنب ← ثعلب

مهنة استكشف طريقة استخدام علماء البيئة في منطقتك للبيانات المتعلقة بالنباتات والحيوانات من أجل تقييم صحة نظام بيئي معين.

التدريس المتمايز

تحدي اطرح على الطلاب السيناريو التالي: يبلغ مقدار الطاقة الحركية الناتجة عن حركة أحد أقراص الهوكي من الأرضية الجليدية إلى الأرضية الأسمنتية 20 J. فكم يبلغ مقدار الطاقة الذي سينقص إذا توقف على الأرضية الأسمنتية؟ 20 J إذا كانت قوة الاحتكاك التي يسببها الأسمنت على القرص تساوي 10 N، فما مقدار مسافة انزلاق القرص؟ $10\ N \times d = 20\ J$. إذًا $d = 2.0\ m$ ماذا يحدث لهذه الطاقة؟ تتحوّل إلى طاقة حرارية. ك م

دفتر العلوم

الطاقة الشمسية اطلب من الطلاب إنشاء رسم تخطيطي انسيابي يتتبع تحوّل الطاقة الإشعاعية المنبعثة من الشمس إلى أشكال مختلفة من الطاقة على الأرض. الإجابات المحتملة: تحوّل النباتات الطاقة الإشعاعية إلى طاقة وضع كيميائية. وتأكل الحيوانات هذه النباتات فتحوّل طاقة الوضع الكيميائية إلى طاقة حرارية كي يحصل الجسم على الحرارة اللازمة لتدفئته وطاقة ميكانيكية من أجل حركته. وتحترق المواد النباتية على صورة الفحم والنفط في محطات توليد الطاقة، فتتحوّل طاقة الوضع الكيميائية إلى طاقة كهربائية.

القسم 3 • حفظ الطاقة 553

دعم محتوى المعلّم

وحدات القدرة الوحدة المترية للقدرة هي الواط وهي تساوي وحدة جول/ثانية. وفي الغالب، يُعبّر عن قدرة التسخين والتبريد بالوحدة الحرارية البريطانية (Btu) في الثانية. وتساوي كل وحدة حرارية بريطانية 1,055 W تقريبًا. ويُعبّر عن قدرة المحركات في الغالب بقدرة الحصان. فكل قدرة حصان (hp) تساوي 746 W تقريبًا.

تجربة مصغرة

الهدف سيكتشف الطلاب مقدار القدرة الذي يمكنهم توليده خلال صعود السلالم.

المواد سلالم، ساعة توقيت، عصا مترية

استراتيجيات التدريس تأكد من أنّ الطلاب يصعدون السلالم صعودًا آمنًا.

التحليل

1. يحتاج الطلاب إلى صعود السلالم بسرعة أكبر كي يتمكنوا من زيادة القدرة.

التقويم

العملية اطلب من الطلاب مقارنة القدرة الناتجة عنهم بـ 1 hp. سيجد معظم الطلاب أنّ القدرة الناتجة عنهم عند صعود السلالم أقل من 1 hp. ويمكن أن يبذل أقوى الأشخاص قدرة يزيد مقدارها على 1 hp. لفترات وجيزة من الوقت.

تجربة مصغرة

حساب القدرة

الإجراء

1. اقرأ الإجراء وحدّد المخاوف المتعلقة بالسلامة في هذه التجربة قبل بدء العمل.
2. ابحث عن مجموعة من السلالم التي يمكن لك تسلّقها بأمان.
3. استخدم ساعة توقيت لتسجيل عدد الثواني التي يستغرقها تسلق السلالم.
4. استخدم عصا مترية لحساب الارتفاع الرأسي للسلالم.
5. احسب مقدار طاقة الوضع الكيميائية التي حوّلتها إلى طاقة وضع جذبية كي تتسلق السلالم. مع العلم أنّ كتلتك بالكيلو جرام تساوي وزنك بالرطل مضروبًا على 2.2
6. استخدم الصيغة $P = \frac{E}{t}$ لحساب القدرة قدرتك على تحويل الطاقة عند تسلق السلالم.

التحليل

1. استدلّ على طريقة يمكنك استخدامها لزيادة قدرتك عند تسلق السلالم.

القدرة — سرعة تغيّر الطاقة فكّر مرة أخرى في الطاقة التي يستخرجها جسمك من الغذاء بصورة يومية. ربما تحصل من الغذاء الذي تتناوله في اليوم الواحد على طاقة تكفي للقفز 10 km تقريبًا في الهواء. إذا كان ذلك صحيحًا، فلمَ ليس بإمكانك أن تفعل ذلك؟ ربما يكون لديك ما يكفي من الطاقة، لكن ليس لديك ما يكفي من **القدرة**، وهي المعدّل الذي يتم به تحويل الطاقة. ويمكن إيجاد القدرة باستخدام المعادلة التالية:

معادلة القدرة

$$\text{القدرة (بالواط)} = \frac{\text{الطاقة (بالجول)}}{\text{الزمن (بالثانية)}}$$

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

تُقاس القدرة بالواط، والواط الواحد يساوي جولًا واحدًا في الثانية. فمصباح كهربائي قدرته 13 W يحوّل 13 J من الطاقة الكهربائية إلى طاقة إشعاعية كل ثانية. تبلغ قدرة الشخص العادي 500 W تقريبًا للقفزة الواحدة، وتكفي هذه القدرة لقفزة يبلغ ارتفاعها أقل من 1 m لشخص متوسط الكتلة.

مثال 6

إيجاد قيمة القدرة إذا كنت تحوّل 950 J من الطاقة الكيميائية إلى طاقة ميكانيكيّة لتدفع أريكة، وإذا استغرقت في ذلك 5.0 s لتحريك الأريكة، فكم كانت قدرتك؟

تحديد المجهول: القدرة، P

وضع قائمة بالمعلوم الطاقة التي تحوّلت، $E = 950\ J$

الزمن، $t = 5.0\ s$

إعداد المسألة: $P = \frac{E}{t}$

حل المسألة: $P = \frac{950\ J}{5.0\ s} = 190\ W$

التحقق من الإجابة: يمكن أن يتراوح معدل قدرة الشخص العادي بين 400 W و 1,000 W لفترات قصيرة من الوقت. وبالطبع فعندما تكون القدرة 190 W. سيتطلب ذلك بذل بعض الجهد لكن لن يكون صعبًا جدًا، إذًا الإجابة منطقية.

تطبيق

1. إذا كانت قدرة إحدى العدّاءات تساوي 400 W أثناء الجري، فما مقدار الطاقة الكيميائية التي تحولها إلى أشكال أخرى من الطاقة خلال 10.0 دقائق؟
2. **تحدي:** إنّ قدرة الحصان هي وحدة من وحدات قياس القدرة وتساوي 746 W. ما مقدار الطاقة التي يمكن أن يحولها محرك قدرته 150 قدرة حصان خلال 10.0 s؟

التنوع الثقافي

الطاقة في الفنون القتالية نشأ الكاراتيه والذي يعني "اليد العارية" في أوكيناوا في القرن السابع عشر. ويمكن للاعب الكاراتيه المدرّب أن يكسر قطعة رقيقة من الأسمنت بيده العارية فحسب. اطلب من الطلاب إجراء بحث عن معاني أسماء بعض الفنون القتالية الأخرى وأماكن نشأتها. قد تتضمن الفنون القتالية الجودو والأيكيدو والتايكواندو. ص م

تطبيق

1. 240,000 J
2. 1.1 مليون J

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

تحولات الطاقة في جسمك عندما تأكل، فإنك تنقل الطاقة من البيئة المحيطة إلى جسمك. تعمل طاقة الوضع الكيميائية التي تحصل عليها من الغذاء على تزويد خلايا جسمك بالطاقة التي تحتاج إليها لأداء وظائفها. تُقاس الطاقة التي تحصل عليها من الغذاء غالبًا بالسعرات (C).

ربما لاحظت بيانات السعرات في كل حصة من الطعام على العبوة الخاصة به، مثل تلك الموجودة على علب حبوب الإفطار أو الحليب. يساوي الشُّعر الواحد 4,000 J تقريبًا.

إنّ كل جرام من الدهون الموجودة في الغذاء يزود الشخص بمقدار 10 C (40,000 J) تقريبًا من الطاقة. أما الكربوهيدرات والبروتينات، فكل جرام منها يزود الشخص بمقدار 5 C (20,000 J) من الطاقة. تتطلب كل الأنشطة التي يقوم بها جسمك طاقةً. ويعتمد عدد السعرات التي تحتاج إليها لأداء الأنشطة المختلفة على وزنك وشكل جسمك وبنيته ودرجة النشاط البدني الذي تقوم به. يبيّن **الجدول 1** مقدار الطاقة اللازم للقيام بأنشطة مختلفة.

الجدول 1 السعرات المستهلَكة في ساعة واحدة

نوع النشاط	بنية الجسم		
	صغيرة	متوسطة	كبيرة
النوم	48	56	64
الجلوس	72	84	96
الأكل	84	98	112
الوقوف	96	112	123
المشي	180	210	240
لعب التنس	380	420	460
ركوب الدراجة (بسرعة)	500	600	700
الجري	700	850	1,000

القسم 3 مراجعة

ملخص القسم

- وفقًا لقانون بقاء الطاقة، فإنّ الطاقة لا تفنى ولا تُستحدث.
- يمكن أن تتحوّل الطاقة من شكل إلى آخر.
- إنّ الطاقة الميكانيكية هي ناتج جمع الطاقة الحركية وطاقة الوضع لكل الأجسام الموجودة في نظام ما.
- إنّ القدرة هي المعدّل الذي يتم به تحويل الطاقة من شكل إلى آخر.

1. **طبّق** قانون بقاء الطاقة وصف تحولات الطاقة التي تحدث عند الهبوط من تلّ مرتفع على دراجة ثم استخدام المكابح لإيقاف الدراجة عند قاعدته.
2. **حدّد**، مما يلي، الطاقة التي تُعدّ من أشكال الطاقة الميكانيكية: طاقة الوضع المرونية، طاقة الوضع الكيميائية، طاقة الوضع الجذبية.
3. **اشرح** تأثير الاحتكاك في الطاقة الميكانيكية لنظام ما.
4. **التفكير الناقد** تهبط عربة أفعوانية من قمة تلّ إلى قمة تل أقل ارتفاعًا. إذا كانت الطاقة الميكانيكية ثابتة، فعلى أي القمتين تكون الطاقة الحركية الناتجة عن حركة العربة الأفعوانية أكبر؟

تطبيق مفاهيم رياضية

5. **تقدير قيمة القدرة** ما مقدار الطاقة الكهربائية التي يحوّلها مصباح كهربائي، قدرته 5 W، إلى طاقة حرارية وطاقة إشعاعية في ساعة واحدة؟
6. **حساب الطاقة الحرارية** إذا كانت الطاقة الميكانيكية لدراجة على قمة تلّ تساوي 6,000 J، وتوقفت الدراجة عند قاعدة التلّ من خلال استخدام المكابح، وإذا كانت طاقة الوضع الجذبية في نظام الدراجة والأرض تساوي 2,000 J عند قاعدة التلّ، فما مقدار الطاقة الميكانيكية التي تحولت إلى طاقة حرارية؟

التعلم بالوسائل المرئية

الجدول 1 اطلب من الطلاب مراجعة ما قاموا به خلال مدة الـ 24 ساعة المنصرمة وإعداد قائمة بالأنشطة التي قاموا بها. واطلب منهم استخدام الجدول لمعرفة عدد سعرات الطاقة التي حولوها.

بعد القراءة

مهمة الكتابة اطلب من الطلاب تأليف إجابة مكتوبة لهذه المهمة: افترض أنّك تدفع طفلًا صغيرًا على أرجوحة. صِف الأدوار التي يؤديها كل من تحولات الطاقة وقانون حفظ الطاقة في هذه الحالة.

3 التقويم

التأكد من الفهم

القدرة والسعرات اعرض على الطلاب صورًا لأشخاص يؤدون مجموعة متنوعة من الأنشطة كتلك الموضّحة في **الجدول 1**. واطلب منهم ترتيب الصور وفقًا للقدرة التي يبذلها الأشخاص في كل صورة. كما يجب أن يحدد الطلاب أنواع تحولات الطاقة في كل نشاط.

إعادة التدريس

الشغل والقدرة اطلب من الطلاب تسمية بعض الأنشطة التي يستمتعون بها. واطلب من الصف مناقشة مقدار القدرة المستخدمة ومقدار الشغل المبذول أثناء القيام بكل نشاط من الأنشطة. ELL م

التقويم

ملف الإنجاز اطلب من الطلاب إعداد بعض الملصقات التي تعرّف القوة والشغل والطاقة والقدرة في النظام الدولي للوحدات، مع توضيح العلاقات بينها. ELL م

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

القسم 3 مراجعة

1. يحوّل هبوط التل طاقة الوضع الجذبية إلى طاقة حركية. ويُحوّل استخدام المكابح الطاقة الحركية إلى طاقة حرارية.
2. إنّ طاقة الوضع المرونية وطاقة الوضع الجذبية من أشكال الطاقة الميكانيكية. أمّا طاقة الوضع الكيميائية، فليست من أشكال الطاقة الميكانيكية.
3. يحوّل الاحتكاك الطاقة الميكانيكية إلى طاقة حرارية.
4. تكون الطاقة الحركية الناتجة عن حركة العربة الأفعوانية أكبر عندما تصبح العربة الأفعوانية على قمة التل الأقل ارتفاعًا.

تطبيق مفاهيم رياضية

5. 20,000 J تقريبًا
6. 4,000 J

McGraw-Hill Education حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة

القسم 3 • حفظ الطاقة 555

التجارب

التحضير

الهدف سيكتشف الطلاب سلوك البندول عند مقاطعة حركته.

المهارات العملية قياس البيانات وجمعها وتنظيمها، الملاحظة والاستدلال، مشاركة المعرفة، إنشاء الجداول واستخدامها، المقارنة والمقابلة، إدراك السبب والنتيجة، تكوين فرضية، تصميم تجربة، استخدام الأرقام، التحكم بالمتغيّرات وفصلها

الزمن المطلوب 60 دقيقة

تكوين فرضية

الفرضية المحتملة قد يقترح الطلاب أنّ تداخل مشبك الذراع على طول الحبل سيؤدي إلى انخفاض الارتفاع الأقصى بصورة ملحوظة. والواقع أنّ شكل مسار البندول سيتغيّر، لكن الارتفاع الذي سيصل إليه على الجهة المقابلة، يجب أن يظل قريبًا من الارتفاع الأصلي.

ضعْ خُطَّة

- جهّز لهذه التجربة بعض المواد الإضافية مثل المزيد من الحبل والشريط اللاصق.
- ألصِق ورقًا أبيض على الجدار خلف البندول لتحديد ارتفاع السدادة.

اتبع خطتك

الإجراءات المحتملة جهّز البندول وابدأ بتحريكه. قم بقياس الارتفاع الذي انطلقت منه السدادة لبدء البندول بالحركة. وعندما يبلغ البندول الجانب البعيد من حركة تأرجحه، أدخل مشبك الذراع. ثم قم بقياس ارتفاع حركة تأرجح البندول بعد أن يبلغ مشبك الذراع.

النتائج المتوقعة سيلاحظ الطلاب أنّه حتى مع استخدام مشبك الذراع، يصل البندول إلى الارتفاع الأصلي تقريبًا.

التجارب

طاقة حركة التأرجح

صممها بنفسك

الأهداف

- **تصميم** بندول لمقارنة التبادل بين الطاقة الحركية وطاقة الوضع عندما يتمّ إيقاف حركة الأرجوحة.
- **قياس** الارتفاع الابتدائي والارتفاع النهائي للبندول.

الخلفية: تخيّل نفسك وأنت تتأرجح على الأرجوحة. ستصل إلى الارتفاع نفسه في كل دورة حتى إذا لم تدفع الأرجوحة أو يدفعها أحدهم لك. ماذا سيحدث إذا أمسك أحد أصدقائك بسلاسل الأرجوحة بينما تمرّ بالنقطة الأقل ارتفاعًا؟ هل ستتوقف تمامًا، أم تتابع الارتفاع إلى أعلى نقطة كنت قد بلغتها أم يكون ارتفاعك بين النقطتين؟

السؤال: ما التغيّر الذي يطرأ على حركة الأرجوحة والقيمة القصوى للارتفاع الذي وصلت إليه إذا ما تمّ إيقاف حركتها؟

تكوين فرضية

ادرس الرسم التخطيطي الموضّح في هذه الصفحة. ما وجه الشبه بينه وبين المثال الموضّح في الفقرة التمهيدية؟ يُعرف الجسم المعلق بحيث يتأرجح إلى الأمام والخلف بالبندول. ضع فرضية عما يحدث لحركة البندول والارتفاع النهائي إذا ما تمّ إيقاف حركة التأرجح.

التحضير

المواد المطلوبة

حامل حلقي
مشبك أنابيب الاختبار
مشبك قضيب التدعيم، زاوية قائمة
قضيب تدعيم طوله 30 cm
سدادة مطاطية متوسطة تحتوي على ثقبين
خيط (1 m)
عصي مترية (2)
ورقة تمثيل بياني

احتياطات السلامة

تحذير: تأكد أنّ القاعدة ثقيلة بدرجة كافية أو مثبتة جيدًا حتى لا ينقلب الجهاز.

تجربة استقصائية بديلة

فقدان الطاقة اطلب من الطلاب تحديد مقدار الطاقة الميكانيكية الذي يتحوّل إلى طاقة حرارية بعد أن يتأرجح البندول عشر مرات. واطلب منهم قياس كتلة السدادة وحساب مقدار طاقة الوضع الجذبية الأولية بين السدادة والأرض ثم حساب مقدار طاقة الوضع الجذبية النهائية بين السدادة والأرض بعد أن يتأرجح البندول عشر مرات. يمثل الفرق بين مقدار طاقة الوضع الجذبية الأولية وطاقة الوضع الجذبية النهائية مقدار الطاقة الميكانيكية التي تحولت إلى طاقة حرارية. اطلب من الطلاب إكمال هذا التمرين مع تدخل مشبك الذراع وبدون تدخله.

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

556 الوحدة 19 • الشغل والطاقة

ضع خطة

1. اقرأ الإجراء وحدّد المخاوف المتعلقة بالسلامة في هذه التجربة قبل بدء العمل.
2. اعمل في مجموعة لتكوين فرضية وتحديد الخطوات التي ستتبعها لاختبار صحتها. كن دقيقًا. احرص على ألا يتم اختبار أكثر من متغيّر واحد في كل مرة. واذكر المواد التي ستحتاجها.
3. صمّم جدول بيانات.
4. قم بإعداد جهاز مشابه للجهاز الموضّح في الرسم التخطيطي.
5. صمّم طريقة لقياس الارتفاع الابتدائي والارتفاع النهائي للسدادة.
6. حدد طريقة إفلات السدادة من الارتفاع نفسه في كل مرة.
7. احرص على اختبار التأرجح، بحيث تكون نقطة الإفلات مرة فوق ارتفاع المشبك العمودي ومرة أسفل ارتفاع المشبك العمودي ومرة عند مستوى ارتفاع المشبك العمودي. كم مرة عليك أن تكرر المحاولة من عند كل نقطة من نقاط الإفلات؟

اتبع خطتك

1. تأكد من موافقة معلمك على الخطة قبل أن تبدأ.
2. نفّذ وفق الخطة التي وافق عليها المعلم.
3. أثناء تنفيذ التجربة، سجل ملاحظاتك وأكمل جدول البيانات.

حلّل بياناتك

1. **صِف** لدى تحرير السدادة من عند مستوى ارتفاع المشبك العمودي، هل يكون الارتفاع النهائي الذي بلغته السدادة هو نفسه الارتفاع الابتدائي؟
2. **حلّل** تحولات الطاقة. عند أي نقطة في حركة التأرجح الواحدة، تبلغ الطاقة الحركية الناتجة عن حركة البندول قيمتها العليا؟ متى تبلغ طاقة الوضع الجذبية قيمتها العليا؟
3. **حدّد** مصادر الخطأ المحتملة. هل أنت واثق من دقة قياسات الارتفاع الابتدائي والارتفاع النهائي؟

استنتج وطبّق

1. **اشرح** هل تدعم النتائج فرضيتك؟
2. **قارن** بين الارتفاع الأولي والارتفاع النهائي للسدادة. هل يوجد ضط؟ هل يمكنك تفسير السلوك الذي لاحظته؟
3. **ناقش** هل تدعم نتائجك قانون بقاء الطاقة؟ علّل إجابتك.
4. **ناقش** هل يؤثر موضع القضيب العمودي في نتائج تجربتك؟ اشرح استنتاجك.
5. **استدل** ماذا يحدث في حال ازدادت كتلة السدادة؟ كيف تختبر ذلك؟

إيصال معلوماتك

قارن النتائج التي توصّل إليها فريق عملك بالنتائج التي توصلت إليها الفرق الأخرى في صفك. اشرح الاختلافات بين النتائج.

التجارب

حلّل بياناتك

1. يجب أن تتطابق الإجابات مع البيانات.
2. تكون الطاقة الحركية الناتجة عن حركة البندول في أعلى قيمة لها عندما يبلغ ثقل البندول الجزء السفلي من قوسه، وتكون طاقة الوضع الجذبية في أعلى قيمة لها عندما يبلغ البندول الجزء العلوي من قوسه.
3. قد يلاحظ الطلاب الصعوبة في قياس الارتفاع النهائي بدقة مع حركة البندول.

استنتج وطبّق

1. ستتنوّع الإجابات. يجب أن توضّح النتائج أنّ البندول يتأرجح إلى الارتفاع نفسه الذي انطلق منه، ما لم يمنع موقع مشبك الذراع وطول الحبل حدوث ذلك.
2. يجب أن تكون قيم ارتفاعات البداية قريبةً من قيم ارتفاعات النهاية في كل الحالات.
3. ستتنوّع الإجابات. إذا كانت قيم ارتفاعات البداية قريبةً من قيم ارتفاعات النهاية، تدعم حينئذٍ النتائج قانون حفظ الطاقة. وبالنسبة إلى كلا الارتفاعين، تُخزن كل الطاقة الموجودة في النظام تقريبًا في شكل طاقة الوضع الجذبية. في كلتا الحالتين، يكون لكل من الارتفاع وكتلة ثقل البندول وقوة جاذبية الأرض القيمة نفسها. بالتالي، يبقى إجمالي الطاقة ثابتًا. وإذا كانت بيانات الطالب لا تدعم هذه النتيجة، يجب مناقشة هذا التباين.
4. لا يؤثر موقع مشبك الذراع في الارتفاع النهائي لحركة تأرجح البندول ما دام الحبل طويلًا بالدرجة الكافية التي تسمح للبندول بالوصول إلى ذلك الارتفاع. أمّا إذا لم يكن الحبل طويلًا بدرجة كافية، فسيلتف البندول حول مشبك الذراع.
5. ستتنوّع الإجابات. لا يعتمد سلوك البندول البسيط، مثل البندول المستخدم في هذه التجربة، بدرجة كبيرة على كتلة ثقل البندول.

التقويم

العملية عند تحريك بندول من الارتفاع نفسه بدون تدخل مشبك الذراع، ستستمر حركة البندول لمدة أطول من المدة التي تستمر فيها حركة البندول مع تدخل مشبك الذراع. اطلب من الطلاب مناقشة ذلك وشرحه. ينتقل جزء من الطاقة إلى مشبك الذراع مع كل حركة تأرجح.

شارك بياناتك

يجب أن يجد الطلاب أنّ إجاباتهم متشابهة. وسيكون السبب في اختلاف النتائج على الأرجح الأخطاء التي ارتكبها الطلاب خلال تنفيذ التجربة.

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

الهدف

يناقش المقال سباق الدراجات العالمي World Human Powered Speed Challenge وهو سباق سنوي يحصل في ولاية نيفادا.

الخلفية

لا تُعدّ الدراجات أجهزة للترفيه فحسب، بل هي أمثلة مهمة توضّح مدى تأثير التكنولوجيا في حياتنا اليومية.

استراتيجيات التدريس

ساعد الطلاب على تحليل الأمور التي تجعل الدراجة اختيارًا جيدًا للمواصلات. وتحقق من الدراجة في ما يتعلق بالجهد والحمل. فكّر في ما سيحدث إذا لم تحتوي دراجة معينة على تروس، على سبيل المثال. لا تحتوي الدراجات الثلاثية والدراجات "ذات العجلة المرتفعة" التي ظهرت في القرن التاسع عشر على تروس.

النتائج المتوقعة

يجب أن تراعي تصاميم الطلاب موقع يدي الراكب بحيث تستطيع بذل أقصى مقدار ممكن من القوة. ويجب أن تمثّل التصاميم الفائدة الميكانيكية التي تكون أقل من 1 وتعالج المخاطر المتعلقة بمقاومة الهواء.

أسرع دراجة في العالم

هل يمكن لشخص يركب دراجة على أرض مسطحة أن يتحرّك بسرعة أكبر من السرعة التي تتحرّك بها سيارة على طريق سريع؟ إذا كانت الدراجة من النوع الفريد الذي يُسمى الدراجة الممدّدة، فالإجابة هي نعم.

تقليل الفائدة الميكانيكية كيف يمكن لدرّاجة أن تجعل من شخص عادي أسرع كائن حي على الأرض؟ تكمن الإجابة في *زيادة* الفائدة الميكانيكية. تتلخص فكرة عمل معظم الآلات البسيطة في زيادة القوة من خلال تقليل المسافة.

أما الدراجة، فتزيد من جهد الراكب لكنها تقطع مسافة أكبر. انظر إلى الدراجة التي تعمل باليد في الشكل 1. يجب على الراكب أن يبذل جهدًا بذراعيه كي تتسارع الدراجة إلى الأمام. لكن النتيجة هي السرعة الفائقة.

إنّ الدراجة الممدّدة، مثل تلك المبيّنة في الشكل 2، تقلل الفائدة الميكانيكية إلى أقصى حد. وفي الوقت نفسه، تمكّن الراكب من بذل أقصى جهد ممكن على الدواسات.

في الاتجاه المعاكس للريح في السباق العالمي World Human Powered Speed Challenge الذي يُقام كل عام في براري نيفادا، تكون الريح هي العدو. حيث يتحرّك المتنافسون المتقدمون بسرعة تفوق 130 km/h.

الشكل 1 تستخدم الدراجة التي تُشغل باليد تقليل الفائدة الميكانيكية.

الشكل 2 تُغطى الدراجة الممدّدة التي تظهر في الخلف بدرع هوائي ديناميكي.

عند بلوغ هذه السرعة، قد تلكز مقاومة الهواء الراكب الذي لا يحمي نفسه جيدًا. للتغلب على مقاومة الهواء، تُغطى الدراجات الأسرع بدروع كما يبيّن **الشكل 2**. إنّ هذه الدروع مصمّمة من ألياف الكيفلار والكربون لتزودها بالخفة والقوة. وهي تحيّد الهواء المحيط بالراكب والهواء من خلفه.

إضافةً إلى ذلك، لا يسمح تصميم ذلك الدرع بانحراف العجلة في أي اتجاه سوى درجات قليلة. فالدراجات التي تشترك في هذا السباق العالمي تُصمم لتحقيق السرعة عند السير في خط مستقيم وليست مصممة للاستدارة والمناورة.

يقام السباق في بداية المساء بعد أن تهدأ رياح الصحراء. يبدأ المتسابقون السباق عند سرعة محددة لمسافة قد تمتد حتى 6 km ثم ينطلقون بالسرعة التي يحددونها. يبدأ تسجيل الوقت عند علامة محددة على الطريق السريع المغلق وينتهي بعدها بمسافة 200 متر فقط. عندما يبلغ المتسابقون السرعة القصوى، يقطعون هذه المسافة في أقل من ست ثوانٍ.

صمّم دراجة تُعمل باليد أو دراجة ثلاثية تصلح للاستخدام في مسابقة من مسابقات السرعة مثل السباق العالمي World Human Powered Speed Challenge.

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

الوحدة 19 دليل الدراسة

الفكرة الرئيسة إنّ للطاقة أشكالًا عديدةً ويمكن أن تتحول من شكل إلى آخر من خلال الشغل.

القسم 1 الشغل والآلات

الآلة المركبة compound machine
الكفاءة efficiency
الآلة machine
الفائدة الميكانيكية mechanical advantage
الآلة البسيطة simple machine
الشغل work

الفكرة الرئيسة **تسهّل الآلات من إنجاز المهام وتقلل الوقت الذي تستغرقه وذلك بتغيير نوع القوة اللازمة لإنجازها.**

- إنّ الشغل هو تأثير قوة في جسم على طول مسافة معينة.
- يمكن للآلة زيادة السرعة أو تغيير اتجاه القوة أو زيادة مقدارها.
- دائمًا ما يكون الشغل الناتج عن آلة معينة أقل من الشغل المبذول على تلك الآلة.
- إنّ الكفاءة هي نسبة الشغل الناتج إلى الشغل المبذول.
- إنّ الفائدة الميكانيكية هي نسبة القوة الناتجة إلى القوة المؤثرة.

القسم 2 وصف الطاقة

طاقة الوضع الكيميائية chemical potential energy
طاقة الوضع المرونية elastic potential energy
الطاقة energy
طاقة الوضع الجذبية gravitational potential energy
الطاقة الحركية kinetic energy
طاقة الوضع potential energy
النظام system

الفكرة الرئيسة **إنّ الطاقة هي القدرة على إحداث تغيّر.**

- ثمّة أشكال مختلفة للطاقة ومنها الطاقة الميكانيكية والكهربائية والكيميائية والحرارية والإشعاعية.
- إنّ الطاقة الحركية هي الطاقة التي ينتجها جسم بسبب حركته.
- إنّ طاقة الوضع هي طاقة مخزّنة تتسبّب التفاعلات بين الأجسام.
- لطاقة الوضع أشكال مختلفة ومنها طاقة الوضع المرونية وطاقة الوضع الكيميائية وطاقة الوضع الجذبية.

القسم 3 حفظ الطاقة

قانون بقاء الطاقة law of conservation of energy
الطاقة الميكانيكية mechanical energy
القدرة power

الفكرة الرئيسة **الطاقة لا تفنى ولا تستحدث.**

- وفقًا لقانون بقاء الطاقة، فإنّ الطاقة لا تفنى ولا تُستحدث.
- يمكن أن تتحوّل الطاقة من شكل إلى آخر.
- إنّ الطاقة الميكانيكية هي ناتج جمع الطاقة الحركية وطاقة الوضع لكل الأجسام الموجودة في نظام ما.
- إنّ القدرة هي المعدّل الذي يتم به تحويل الطاقة من شكل إلى آخر.

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

الوحدة 19 • دليل الدراسة 559

استخدام المفردات

1. آلة مركّبة
2. الفائدة الميكانيكية
3. القدرة
4. طاقة الوضع المرونية
5. طاقة الوضع الجذبية
6. الطاقة الميكانيكية؛ الطاقة الحركية (تُقبل كلتا الإجابتين).
7. قانون حفظ الطاقة

التأكد من المفاهيم

8. C
9. B
10. B
11. B
12. B
13. A
14. C

الوحدة 19 مراجعة

استخدام المفردات

أكمل كل عبارة بالمصطلح الصحيح من دليل الدراسة.

1. _____ تتكوّن من آلتين أو أكثر من الآلات البسيطة.
2. إنّ نسبة القوة الناتجة إلى القوة المبذولة هي _____ للآلة.
3. _____ هي معدّل تحوّل الطاقة.
4. إنّ الطاقة الناتجة عند الضغط على زنبرك هي _____
5. عندما يُنقل كتاب من رف أعلى إلى رف أكثر انخفاضًا، تتغيّر _____
6. تحوّل عضلات العدّاء طاقة الوضع الكيميائية إلى _____
7. وفقًا لـ _____، فإنّ المقدار الإجمالي للطاقة في الكون يبقى ثابتًا.

التأكد من المفاهيم

8. أي من العبارات التالية عن الشغل هي صحيحة دائمًا من الناحية العلمية؟
   A) إنّه صعب.
   B) يتضمن الروافع.
   C) يتضمن نقل الطاقة.
   D) يتم باستخدام الآلات.

9. ما العامل الذي يُغيّر طاقة الوضع الجذبية لنظام الأرض والخبارة عندما يتغيّر؟
   A) سرعة الخبارة
   B) كتلة الخبارة
   C) درجة حرارة الخبارة
   D) طول الخبارة

10. أي مما يلي لا يمكن للآلة تحقيقه؟
    A) زيادة مقدار القوة
    B) زيادة الشغل
    C) تغيّر اتجاه القوة
    D) زيادة السرعة المتجهة

11. ما العامل الذي يزيد عند زيادة كفاءة الآلة؟
    A) الشغل المبذول C) الاحتكاك
    B) الشغل الناتج D) القوة الناتجة

استخدم الشكل التالي للإجابة عن السؤال 12.

12. ما تحوُّل الطاقة الذي يحدث في وسط الشكل أعلاه؟
    A) تحوّل الطاقة الحركية إلى طاقة الوضع الجذبية
    B) تحوّل طاقة الوضع الجذبية إلى طاقة حركية
    C) تحوّل الطاقة الحرارية إلى طاقة ميكانيكيّة
    D) تحوُّل الطاقة الميكانيكية إلى طاقة وضع كيميائية

13. إلى ماذا يحوّل الاحتكاك الطاقة الميكانيكية؟
    A) الطاقة الحرارية C) الطاقة الحركية
    B) الطاقة النووية D) طاقة الوضع

14. أي من المصطلحات التالية يشير إلى عدد المرات التي تضاعف فيها الآلة مقدار القوة المبذولة؟
    A) الكفاءة C) الفائدة الميكانيكية
    B) القدرة D) المقاومة

McGraw-Hill Education حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة

تفسير المخططات

15. انسخ خريطة المفاهيم الخاصة بالآلات البسيطة وأكملها باستخدام المصطلحات التالية: الآلات المركبة، الكفاءة، الفائدة الميكانيكية، القوة الناتجة، الشغل الناتج.

استخدم الجدول الوارد أدناه للإجابة عن السؤال 16.

سيارات لعبة تهبط على المنحدرات			
ارتفاع المنحدر (m)	السرعة عند القاعدة (m/s)	طاقة الوضع الجذبية (J)	الطاقة الحركية (J)
0.50	3.13	a.	b.
0.75	3.83	c.	d.
1.00	4.43	e.	f.

16. **الموضوع المحوري إنشاء الجداول واستخدامها** تهبط ثلاث سيارات لُعب، كتلة الواحدة منها 0.050 kg، على منحدرات يختلف ارتفاع كل منها. يوضّح الجدول ارتفاع كل منحدر وسرعة كل من السيارات عند قاعدة المنحدر. انسخ الجدول وأكمِله من خلال احتساب طاقة الوضع الجذبية لكل سيارة عند قمة المنحدر، بالنسبة إلى قاعدة المنحدر واحتسب الطاقة الحركية الناتجة عن حركة كل من السيارات إلى قاعدة المنحدر. قرّب القيم التي تتوصل إليها إلى منزلتين عشريتين. ما أوجه الاختلاف بين قيم طاقة الوضع الجذبية وقيم الطاقة الحركية التي احتسبتها؟

التفكير الناقد

17. **تفكير ناقد مراجعة استدل** ماذا يحدث للطاقة الميكانيكية لكتاب عندما تدفعه على طاولة بسرعة ثابتة؟

18. **رسم تخطيطي** في الأيام الباردة، تفرك يديك بعضهما ببعض لتبعث فيهما الدفء. أنشئ رسمًا تخطيطيًا يوضّح تحولات الطاقة التي تحدث، بدءًا من طاقة الوضع الكيميائية التي تخزنها عضلاتك.

تطبيق مفاهيم رياضية

19. **حساب الشغل** أوجد قيمة الشغل اللازم لرفع كتاب وزنه 20 N مسافة 2 m.

20. **حساب الشغل المبذول** تحقق آلة كفاءة تبلغ 20 بالمئة. احتسب قيمة الشغل المبذول عليها إذا كانت قيمة الشغل الناتج تساوي 140 J.

21. **حساب القوة الناتجة** تبلغ الفائدة الميكانيكية لرافعة معينة 5.5. فما وزن الحمل الذي يمكن أن ترفعه الرافعة إذا كان مقدار القوة المبذولة عليها 20.0 N؟

22. **حساب القدرة** يتسلق شخص وزنه 500 N مسافة 3 m. فما مقدار القدرة اللازمة كي يتسلق هذه المسافة في 5 s؟

23. **حساب الطاقة الحركية** ما مقدار الطاقة الحركية الناتجة عن حركة كرة تنس كتلتها 0.06 kg وتتحرك بسرعة 50 m/s؟

24. **تقدير طاقة الوضع** تبلغ كتلة صخرة 2,500 kg وتستقر على حافة يبلغ ارتفاعها 200 m فوق أرض الوادي. قدّر قيمة طاقة الوضع الجذبية في نظام الأرض والصخرة بالنسبة إلى أرض الوادي.

25. **تقدير السرعة** تسقط صخرة كتلتها 2,500 kg من حافة يبلغ ارتفاعها 200 m فوق سطح الأرض. قدّر سرعة الصخرة قبل أن تصطدم بالأرض.

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

تفسير المخططات

15. a. الفائدة الميكانيكية
b. الكفاءة
c. الآلات المركّبة
d. القوة الناتجة
e. الشغل الناتج

16. في كل حالة، تكون طاقة الوضع الجذبية عند قمة المنحدر بالنسبة إلى قاعدة المنحدر مساوية للطاقة الحركية الناتجة عن حركة السيارة إلى قاعدة المنحدر.
a. 0.25
b. 0.25
c. 0.37
d. 0.37
e. 0.49
f. 0.49

التفكير الناقد

17. تظل قيمة الطاقة الميكانيكية ثابتة، وتظل سرعة الكتاب وارتفاعه ثابتين، لذا تكون قيمتا الطاقة الحركية وطاقة الوضع الجذبية ثابتتين.

18. يجب أن يكون الرسم التخطيطي على النحو التالي: طاقة الوضع الكيميائية ← الطاقة الحركية الناتجة عن حركة اليدين ← طاقة حرارية

تطبيق مفاهيم رياضية

19. 40 J
20. 700 J
21. 110 N
22. 300 W
23. 75 J
24. قد تتراوح التقديرات بين 4-6 ملايين J.
25. قد تتراوح التقديرات بين 55-70 m/s.

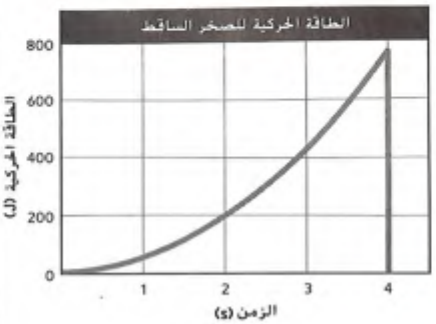
تدريب على الاختبار المعياري

الاختيار من متعدد

دوّن إجابتك في ورقة الإجابات التي زوّدك بها المعلّم أو أي ورقة عادية.

1. ما مقدار الشغل المبذول لرفع صندوق كتلته 9.10 kg إلى الأعلى مباشرةً على رف يبلغ ارتفاعه 1.80 m؟
   - A. 5 J
   - B. 15 J
   - C. 50 J
   - D. 160 J

استخدم الشكل أدناه للإجابة عن السؤالين 2 و3.



2. وفقًا للتمثيل البياني، ما أنسب تقدير لقيمة الطاقة الحركية الناتجة عن حركة سقوط الصخرة بعد سقوطها لمدة 1 s؟
   - A. 0 J
   - B. 50 J
   - C. 100 J
   - D. 200 J

3. إذا كانت كتلة الصخرة 1 kg، فما سرعة الصخرة بعد سقوطها لمدة 2 s؟
   - A. 10 m/s
   - B. 20 m/s
   - C. 100 m/s
   - D. 200 m/s

4. ما التسلسل الذي يصف تحوّلات الطاقة في محرك سيارة؟
   - A. تحوّل الطاقة الكيميائية إلى طاقة حرارية ثم إلى طاقة ميكانيكية
   - B. تحوّل الطاقة الميكانيكية إلى طاقة حرارية ثم إلى طاقة كيميائية
   - C. تحوّل الطاقة الحرارية إلى طاقة ميكانيكية ثم إلى طاقة كيميائية
   - D. تحوّل الطاقة الحركية إلى طاقة وضع ثم إلى طاقة ميكانيكية

5. تبلغ كتلة صندوق على الأرض 10. kg إلى أي ارتفاع تقريبًا سيكون عليك أن ترفع الصندوق كي تزيد طاقة الوضع الجذبية بمقدار 350 J؟
   - A. 3.5 m
   - B. 7.0 m
   - C. 15 m
   - D. 40 m

6. إذا كان الشغل اللازم لرفع صندوق إلى الأعلى مباشرةً يساوي 600 J ويتطلب دفع هذا الصندوق إلى الارتفاع نفسه على منحدر 1,200 J. فما مقدار كفاءة المنحدر؟
   - A. 30 بالمئة
   - B. 50 بالمئة
   - C. 75 بالمئة
   - D. 200 بالمئة

7. ما مقدار طاقة الوضع الجذبية في نظام الأرض والخاموس إذا كانت كتلة الخاموس 5.0 kg ويتواجد على ارتفاع 2.0 m فوق الأرض؟ استخدم الأرض كمستوى مرجعي.
   - A. 2.5 J
   - B. 10 J
   - C. 98 J
   - D. 196 J

8. ما العامل الذي يؤدي تغيّره إلى تغيّر الطاقة الحركية الناتجة عن حركة جسم ما؟
   - A. طاقة الوضع الكيميائية للجسم
   - B. حجم الجسم
   - C. اتجاه حركة الجسم
   - D. سرعة الجسم

9. إذا كانت القوة اللازمة لرفع جسم وزنه 240 N باستخدام نظام البكرة تساوي 80. N، فما الفائدة الميكانيكية في نظام البكرة؟
   - A. 2
   - B. 3
   - C. 4
   - D. 5

McGraw-Hill Education محفوظة لصالح مؤسسة © حقوق الطبع والتأليف

تدريب على الاختبار المعياري

الاختيار من متعدد

1. D
2. B
3. B
4. A
5. A
6. B
7. C
8. D
9. B

أسئلة ذات إجابة قصيرة

دوّن إجابتك في ورقة الإجابات التي زوّدك بها المعلّم أو أي ورقة عادية.

10. عندما ترمي كرةً ما، فإنّك تبذل على هذه الكرة قوةً تساوي 4.2 N. وعندما تبذل هذه القوة عليها، تتحرك الكرة مسافة 0.50 m. بعد ذلك، تنطلق الكرة من يدك وتتحرّك إلى صديقك في مسافة أفقية قدرها 8.5 m. فما مقدار الشغل الذي بذلته على الكرة؟

11. يسير طالب إلى المدرسة بسرعة 2.0 m/s. إذا كانت كتلة الطالب 50 kg، فما مقدار الطاقة الحركية الناتجة عن تحرك هذا الطالب إلى الأمام؟

12. ينزلق كتاب على طاولة أفقية فيتباطأ ثم يتوقف تمامًا. ما نوع الطاقة الذي تحولت إليه الطاقة الحركية للكتاب؟

استخدم الشكل أدناه للإجابة عن السؤال 13.

13. عند أي نقطة في مسار الكرة، تكون الطاقة الحركية الناتجة عن حركة الكرة في أقل قيمة لها؟

أسئلة ذات إجابة موسعة

سجّل إجاباتك على ورقة.

14. اذكر الطرق الثلاث التي يمكن للآلات البسيطة أن تسهّل العمل من خلالها. واذكر مثالًا على آلة تسهّل العمل من خلال كل طريقة.

15. اشرح طريقة زيادة مواد التشحيم من كفاءة الآلة.

استخدم الشكل أدناه للإجابة عن السؤال 16.

16. اشرح العلاقة بين الشغل الذي يبذله الشخص الذي يظهر في الصورة على الصندوق وتحوّل الطاقة الذي يحدث.

17. اذكر مع التوضيح، مثالين على الأقل للأشكال المختلفة التي يمكن أن تُخزن بها الطاقة.

18. اشرح السبب في اعتقاد العلماء أنّ حفظ الطاقة قانون وليس نظرية.

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

أسئلة ذات إجابة قصيرة

10. 2.1 J
11. 100 J
12. طاقة حرارية
13. عندما تكون الكرة في أعلى نقطة بمسارها

أسئلة ذات إجابة مفتوحة

14. ستتنوّع أمثلة الطلاب؛ تغيير اتجاه القوة – استخدام بكرة لرفع العلم على السارية؛ زيادة السرعة – ركوب الدراجة بدلًا من المشي؛ زيادة القوة – استخدام نظام البكرات
15. تعمل مواد التشحيم على تقليل الاحتكاك ومن ثَمّ تقليل معدل تحوّل الطاقة الميكانيكية إلى طاقة حرارية.
16. يساوي مقدار الشغل الذي تبذله المرأة على الصندوق مقدار الطاقة الذي تنقله إليه.
17. الإجابات المحتملة: تُخزَّن طاقة الوضع الكيميائية نتيجة الروابط الجزيئية للغذاء والوقود. وتُخزَّن طاقة الوضع الجذبية نتيجة قوة الجاذبية بين الأرض والشمس. بينما تُخزَّن طاقة الوضع المرونية بفعل الضغط على زنبرك أو شدّه.
18. يعتقد العلماء أنّ حفظ الطاقة قانون لأنّه يصف نمطًا يمكن ملاحظته بدون شرح السبب في حدوث هذا النمط. أمّا نظرية حفظ الطاقة، فتشرح السبب في حدوث ذلك.