حفظ الطاقة

الأسئلة الرئيسة

- ما المقصود بقانون حفظ الطاقة؟
- ما المقصود بالطاقة الميكانيكية؟
- لِمَ 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 حفظ الطاقة
Law of Conservation of Energy

الطاقة الميكانيكية
Mechanical Energy

القدرة
Power

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

الربط مع الحياة 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 حفظ 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 وضع جذبية. 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 حفظ 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 حفظ الطاقة.

الحة **الطاقة لا تفنى ولا تستحدث** عن حفظ الطاقة أو

تمت م[illegible] ترشيد استخدام موارد الطاقة مثل الفحم والنفط. أمّا قانون حفظ الطاقة، فهو مبدأ عام ينص على أنّ إجمالي الطاقة يبقى ثابتًا.

الشكل 10 يمكن للطاقة أن تتحوّل أو تنتقل، لكنها لا تفنى ولا تُستحدث. ففي 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.

برنامج محمد بن راشد للتعلم الذكي
Mohammed Bin Rashid Learning Program

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

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 المرونية 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 تُحفَظ 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. إنَّ ما تغيّر هو شكل الطاقة الميكانيكية، أما إجمالي الطاقة الميكانيكية، فقد ظلّ ثابتًا.

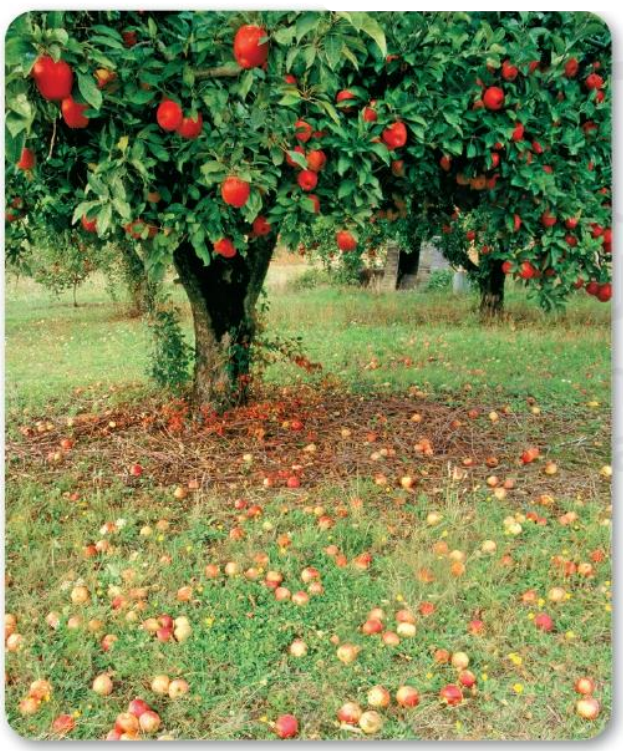
التأكد من فهم النص صِف ما يحدث للطاقة الميكانيكية في نظام الأرض والتفاحة أثناء سقوط التفاحة من الشجرة

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

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

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

يترك للطالب



حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح McGraw-Hill

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.

0 J

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 يُطلق 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 إنَّ تحولات الطاقة الميكانيكية لأرجوحة كتلك الظاهرة في **الشكل 13**، تشبه تحولات الطاقة الميكانيكية لعربة أفعوانية.

تبدأ الجولة بدفعٍ ينقل 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.

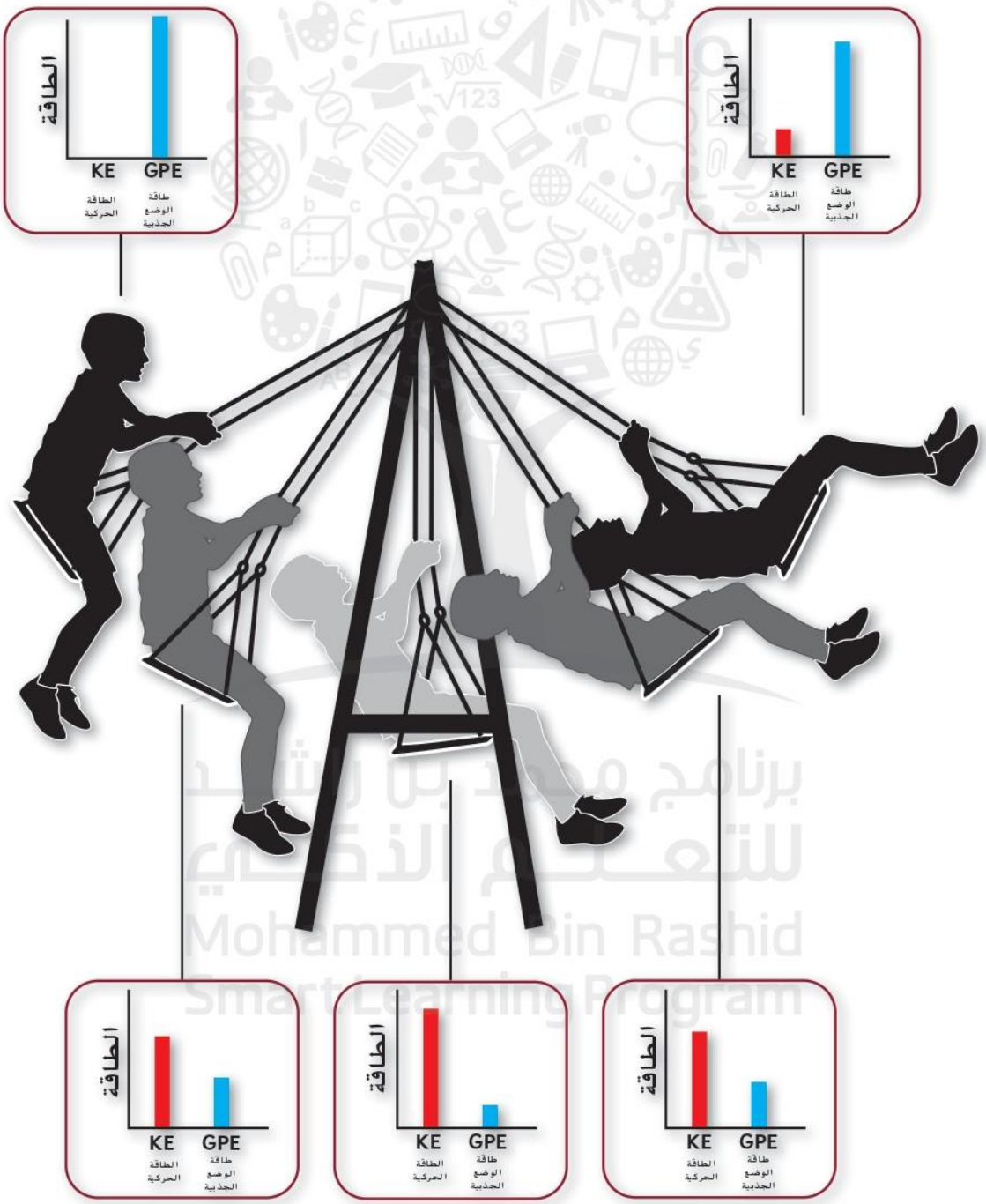
للشاحنة التي تسير على الطريق السريع طاقة حركية كبيرة.

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

الشكل 13

ملخص بصري لتحولات الطاقة

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



برنامج محمد بن راشد للتعلم الذكي
Mohammed Bin Rashid Smart Learning Program

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

تحولات أنواع الطاقة الأخرى تخيّل الأرجوحة مرةً 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 أنَّ الطاقة قد فنيت. لكن تذكر أنَّ 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 بقدرٍ 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.

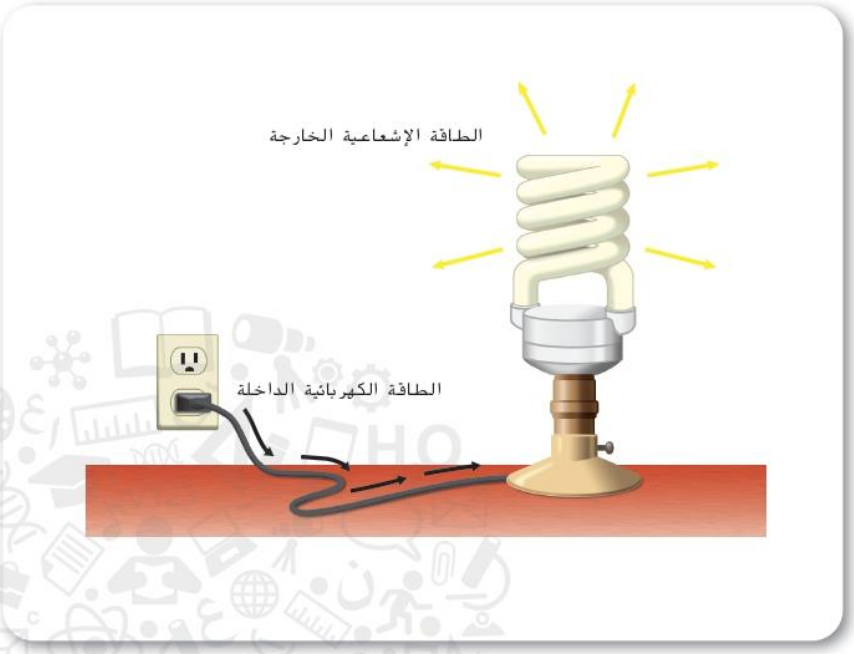
ترتفع درجة حرارة عجلات السيارة بدرجة كبيرة أثناء قيادتها لأن الطاقة الميكانيكية تتحول إلى طاقة حرارية بفعل الاحتكاك في العجلان

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 برجه عن طريق دفع أحدهم للأرجوحة.

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

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

McGraw-Hill Education مؤسسة



■ **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 أنَّ معظم الطاقة الحرارية يتحوّل إلى طاقة ميكانيكيّة.

ثمة تحولّات 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

تجربة مصغرة

حساب القدرة

الإجراء

1. اقرأ الإجراء وحدّد المخاطر المتعلقة بالسلامة في هذه التجربة قبل بدء العمل.
2. ابحث عن مجموعة من السلالم التي يمكن لك تسلُّقها 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.
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.

أحتاج إلى صعود السلالم بسرعة أكبر كي يتمكنوا من زيادة القدرة

القدرة — سرعة تغيّر الطاقة فكّر مرةً 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؟

المجهول:

القدرة: P

المعلوم

الطاقة التي تحوّلت: $E = 950\ \text{J}$

الزمن: $t = 5.0\ \text{s}$

القانون المستخدم:

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

حل المسألة:

$$P = \frac{950\ \text{J}}{5.0\ \text{s}} = 190\ \text{W}$$

تقييم 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.

تطبيقات

1. إذا كانت قدرة إحدى العداءات تساوي 400 W أثناء الجري، فما مقدار الطاقة الكيميائية التي تحولها إلى أشكال أخرى من الطاقة خلال 10.0 دقائق؟ 240000 J
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؟ 1.1مليون J

برنامج محمد بن راشد للتعليم الذكي Mohammed Bin Rashid Smart Learning Program

McGraw-Hill Education حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة

تحولات الطاقة في جسمك عندما تأكل، فإنّك 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 نحصل 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 الـ1 الواحد لـ 4,000 تقريبًا

الجدول 1 **السعرات المستهلَكة في ساعة واحدة**

نوع النشاط	بنية الجسم		
	صغيرة	متوسطة	كبيرة
النوم	48	56	64

ج1: يحول هبوط التل طاقة الوضع الجذبية إلى طاقة حركية، ويحول استخدام المكابح الطاقة الحركية إلى طاقة حرارية

ج2: إن طاقة الوضع المرونية وطاقة الوضع الجذبية من أشكال الطاقة الميكانيكية أما الطاقة الكيميائية فليست من أشكال الطاقة الميكانيكية

ج3: يحول الاحتكاك الطاقة الميكانيكية إلى طاقة حرارية

ج4: تكون الطاقة الحركية الناتجة عن حركة العربة الأفعوانية أكبر عندما تصبح العربة الأفعوانية على قمة التل الأقل ارتفاعاً

ملخص القسم

- وفقًا لقانون حفظ الطاقة، فإنَّ 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. الفكرة الرئيسة **طبّق** قانون حفظ الطاقة وصِف 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؟ J 20000
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؟ J 20000

برنامج محمد بن راشد للتعلم الذكي
Mohammed bin Rashid Smart Learning Program

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

تجربة

طاقة حركة التأرجح

صممها بنفسك

الأهداف

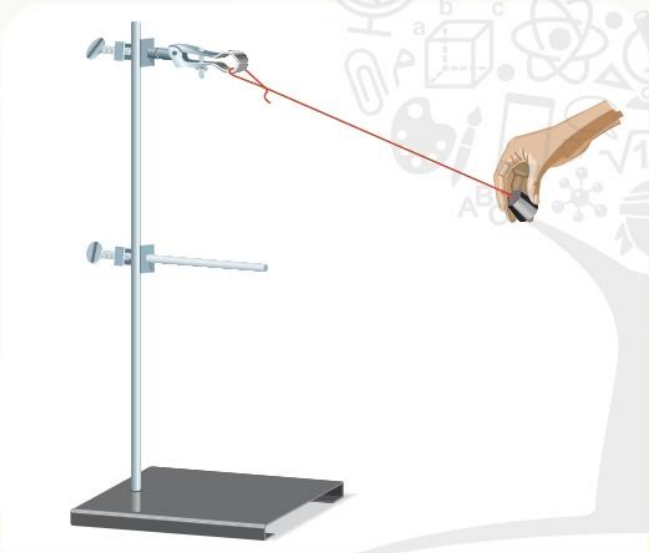
- **تصميم** بندول لمقارنة التبادل بين الطاقة الحركية وطاقة الوضع عندما يتمّ إيقاف حركة الأرجوحة.
- **قياس** الارتفاع الابتدائي والارتفاع النهائي للبندول.

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 ساق التدعيم
ساق تدعيم طوله 30 cm
سدادة مطاطية متوسطة تحتوي على ثقبين
خيط (1 m)
عصي مترية (2)
ورقة رسم بياني

احتياطات السلامة

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

برنامج محمد بن راشد للتعلم الذكي
Mohammed Bin Rashid Smart Learning Program

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

يترك للطالب

ج2: 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

ضع خطة

1. اقرأ الإجراء وحدّد المخاطر المتعلقة بالسلامة في هذه التجربة قبل بدء العمل.
2. اعمل في مجموعة لتكوين فرضية وتحديد الخطوات التي ستتبعها لاختبار صحتها. كن دقيقًا. احرص على ألّا 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

يترك للطالب

استنتج وطبّق

1. **اشرح** هل تدعم النتائج فرضيتك؟
2. **قارن** بين الارتفاع الأولي والارتفاع النهائي للسدادة. هل يوجد نمط؟ هل يمكنك تفسير السلوك الذي لاحظته؟
3. **ناقش** هل تدعم نتائجك قانون حفظ الطاقة؟ فسر إجابتك.
4. **ناقش** هل يؤثر موضع الساق العمودي في نتائج تجربتك؟ فسر استنتاجك.
5. **استدلّ** 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.

برنامج محمد بن راشد للتعليم الذكي
Mohammed Bin Rashid Smart Learning Program

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

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 الممددة، فالإجابة هي نعم.

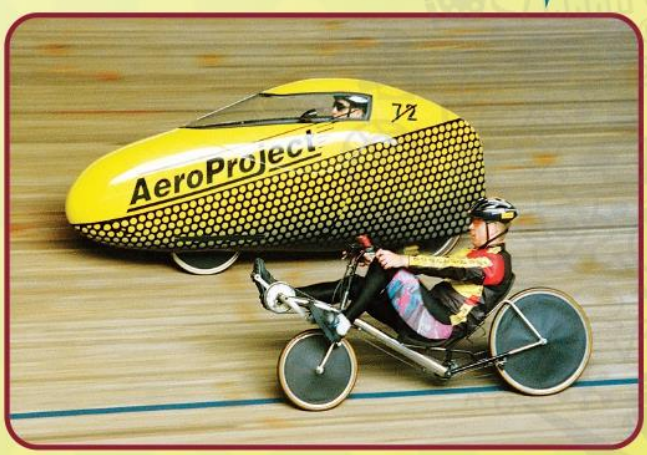
تقليل الفائدة الميكانيكية كيف يمكن لدرّاجة أن تجعل من شخص عادي أسرع كائن حي على الأرض؟ تكمن الإجابة في *زيادة* الفائدة الميكانيكية. تتلخص فكرة عمل معظم الآلات البسيطة في زيادة القوة من خلال تقليل المسافة.

أما الدراجة، فتزيد من جهد الراكب لكنها تقطع مسافةً 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 الممددة، مثل تلك المبيَّنة 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 الممددة 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 مصمَّمة 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.

صمِّم 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 8 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 حفظ الطاقة Law of Conservation of Energy
الطاقة الميكانيكية Mechanical Energy
القدرة Power

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

- وفقًا لقانون حفظ 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.

برنامج محمد بن راشد للتعلم الذكي
Mohammed Bin Rashid Smart Learning Program

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

استخدام المفردات

أكمل كل عبارة بالمصطلح الصحيح من دليل الدراسة.

1. آلة مركبة تتكوّن من آلتين أو أكثر من الآلات البسيطة.

2. إنّ نسبة القوة الناتجة إلى القوة المبذولة هي الخاصية الميكانيكية للآلة.

3. القدرة هي معدّل تحوّل الطاقة.

4. إنّ الطاقة الناتجة عند الضغط على زنبرك هي طاقة الوضع المرونية.

5. عندما يُنقل كتاب من رف أعلى إلى رف أكثر انخفاضًا، تتغيّر طاقة الوضع الجذبية.

6. تحوّل عضلات العدّاء طاقة الوضع الكيميائية إلى الطاقة الميكانيكية / الحركية.

7. وفقًا لـ قانون حفظ الطاقة، فإنّ المقدار الإجمالي للطاقة في الكون يبقى ثابتًا.

إتقان 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 والخيارة عندما يتغيّر؟
   - A) سرعة الخيارة
   - B) كتلة الخيارة
   - C) درجة حرارة الخيارة
   - D) طول الخيارة

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
    - B) الشغل الناتج
    - C) الاحتكاك
    - 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
    - B) الطاقة النووية
    - C) الطاقة الحركية
    - D) طاقة الوضع

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

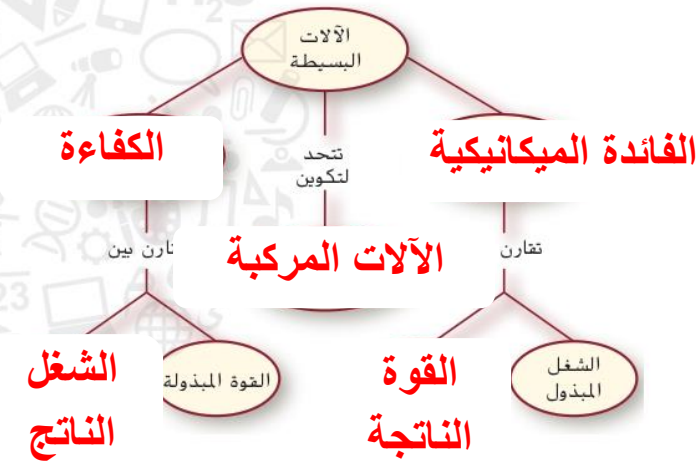
برنامج محمد بن راشد للتعلم الذكي Mohammed Bin Rashid Smart Learning Program

McGraw-Hill Education حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة

ج17: تظل قيمة الطاقة الميكانيكية ثابتة وتظل سرعة الكتاب وارتفاعه ثابتين لذا تكون قيمتا الطاقة الحركية وطاقة الوضع الجذبية ثابتتين

ج18: يجب أن يكون الرسم التخطيطي على النحو التالي: طاقة الوضع الكيميائية --- الطاقة الحركية الناتجة عن حركة اليدين --- طاقة حرارية

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

في كل حالة، تكون طاقة الوضع الجذبية عند قمة المنحدر بالنسبة إلى قاعدة المنحدر مساوية للطاقة الحركية الناتجة عن حركة السيارة إلى قاعدة المنحدر

- 0.25 - 0.25 - 0.37 - 0.37 - 0.49 - 0.49

17. **الفكرة الرئيسة** **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. **40 J**

20. **حساب الشغل المبذول** تحقق آلة كفاءة تبلغ 20 بالمئة. احتسب قيمة الشغل المبذول عليها إذا كانت قيمة الشغل الناتج تساوي 140 J. **700 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؟ **110 N**

22. **حساب القدرة** يتسلق شخص وزنه 500 N مسافة 3 m. فما مقدار القدرة اللازمة كي يتسلق هذه المسافة في 5 s؟ **300 W**

23. **حساب الطاقة الحركية** ما مقدار الطاقة الحركية الناتجة عن حركة كرة تنس كتلتها 0.06 kg وتتحرك بسرعة 50 m/s؟ **75 J**

24. **تقدير طاقة الوضع** تبلغ كتلة صخرة 2,500 kg وتستقر على حافة يبلغ ارتفاعها [illegible] الوادي. قدّر قيمة طاقة الوضع [illegible] الأرض والصخرة بالنسبة إلى أر[illegible]

قد تتراوح التقديرات بين 4 - 6 ملايين جول

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.

m/s 70 - 55

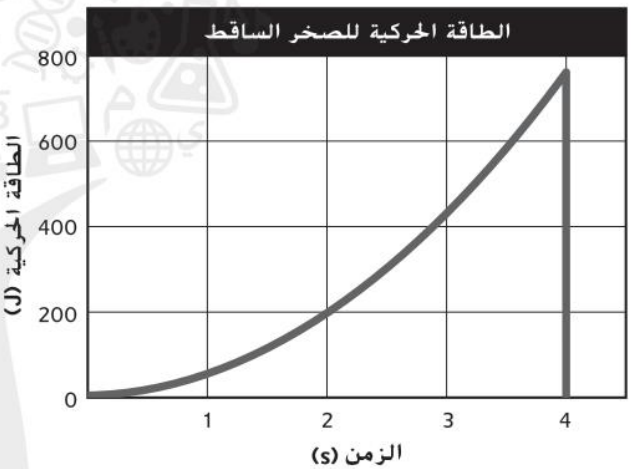
تدريب على الاختبار المعياري

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 و 3.



2. وفقًا للرسم 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 والقاموس إذا كانت كتلة القاموس 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

برنامج محمد بن راشد للتعلم الذكي
Mohammed Bin Rashid Smart Learning Program

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

تغيير اتجاه القوة - استخدام بكرة لرفع العلم على السارية، زيادة السرعة - ركوب الدراجة بدلاً من المشي، زيادة القوة - استخدام نظام البكرات

أسئلة ذات إجابات 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؟

2.1 J

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؟

100 J

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

طاقة حرارية

استخدم الشكل أدناه للإجابة عن السؤال 13.

عندما تكون الكرة في أعلى نقطة بمسارها

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

سجّل إجاباتك على ورقة.

14. اذكر الطرائق 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.

تعمل مواد التشحيم على تقليل الاحتكاك ومن ثم تقليل معدل تحول الطاقة الميكانيكية إلى طاقة حرارية

يساوي مقدار الشغل الذي تبذله المرأة على الصندوق مقدار الطاقة الذي تنقله إليه

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 أنَّ حفظ الطاقة قانون وليس نظرية.

يعتقد العلماء أن حفظ الطاقة قانون لأنه يصف نمطاً يمكن ملاحظته بدون شرح السبب في حدوث هذا النمط، أما نظرية حفظ الطاقة فتشرح السبب في حدوث ذلك

ج17: تخزن طاقة الوضع الكيميائية نتيجة الروابط الجزيئية للغذاء والوقود، وتخزن طاقة الوضع الجذبية نتيجة قوة الجاذبية بين الأرض والشمس بينما تخزن طاقة الوضع المرونية بفعل الضغط على زنبرك أو شده

McGraw-Hill Educat