الإمارات العربية المتحدة
وزارة التربية والتعليم

نسخة المعلم

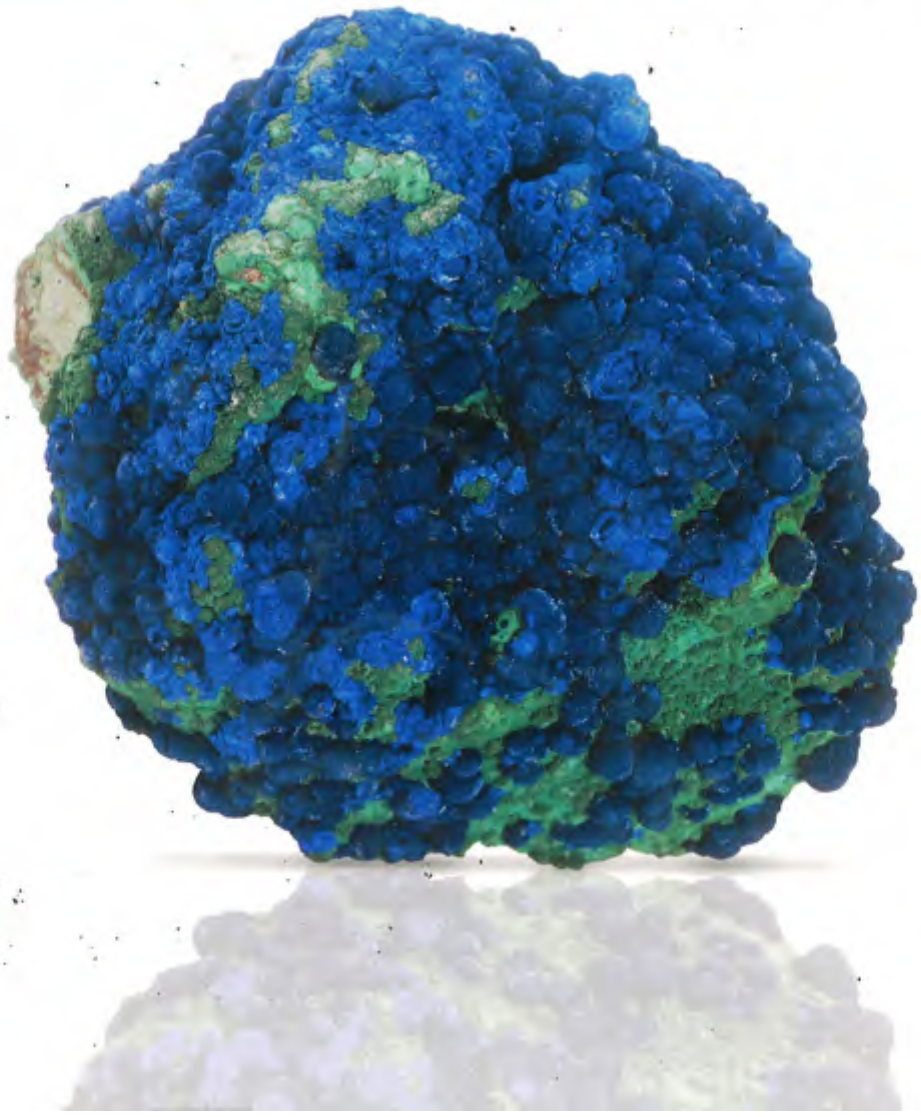
العلوم

9

McGraw-Hill Education

# العلوم المتكاملة

## نسخة الإمارات العربية المتحدة



Mc Graw Hill Education

# الوحدة 18

## التجربة الاستهلالية
### سباق الحيوانات

**الهدف** سيتم عرض مفهوم السرعة على الطلاب.

**التحضير** حدد موقعًا في الخارج يتوفر فيه لمجموعات الطلاب مساحة لتحديد مسافات يبلغ طولها 10 m. وخصّص لكل مجموعة موقعًا معينًا.

**المواد** مسطرة مترية وساعة توقيت

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

1. استخدم المسطرة المترية لتحديد 10 m.
2. اطلب من زميلك استخدام ساعة التوقيت لتحديد السرعة التي تقطع بها مسافة 10 m.
3. قسّم 10 m على الزمن بالثواني لحساب سرعتك بوحدة m/s.
4. اضرب إجابتك في 3.6 لتحديد سرعتك بوحدة km/h.

**التفكير الناقد**

5. اكتب فقرة تقارن فيها سرعتك بالسرعة القصوى للفهد والحصان والفيل والسلحفاة. هل يمكنك الفوز بسباق ضد أي منها؟

يخسر الطلاب السباقات مع الفهد أو الحصان أو الفيل. ويمكنهم الفوز بالسباقات ضد السلحفاة.

**التقويم**

**شفهي** اطلب من الطلاب الاستدلال على صيغة لتحديد سرعة الأجسام المتحركة.

# الوحدة 18

# الحركة

## التجربة الاستهلالية
### سباق الحيوانات

قد يعدو الفهد بسرعة 120 km/h تقريبًا. فهو أسرع عدّاء في العالم. وقد تصل سرعة الحصان إلى 64 km/h. بينما تبلغ السرعة القصوى للفيل حوالي 40 km/h. وتسير السلحفاة بسرعة 0.3 km/h تقريبًا. يتم حساب سرعة جسم من خلال قسمة المسافة التي يقطعها الجسم على الزمن الذي يستغرقه هذا الجسم خلال اجتيازه لهذه المسافة. قارن سرعتك بسرعات هذه الحيوانات؟

**المطويات**

**أنشئ** مطوية من ثلاث صفحات. ومَيِّزها بالأسماء على النحو الموضَّح. واستخدمها لتنظيم ملاحظاتك حول الحركة.

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

الفكرة الرئيسة تحدث الحركة عندما يغيّر جسم موقعه.

القسم 1 • وصف الحركة

القسم 2 • السرعة المتجهة والزخم

القسم 3 • العجلة

## الموضوعات

**الاستقصاء العلمي** طور العلماء طرقًا محددة للحديث عن الحركة.

**الحركة والقوى** الأجسام في حركة من حولنا.

**التكنولوجيا** يستخدم المهندسون قوانين الحركة لتصميم ألعاب مدينة ملاهٍ مثيرة.

**نظام الأرض** تتسبب حركة صفائح القشرة الأرضية في تغيّرات في هيئة الأرض.

## تقديم الوحدة

**نقاط مرجعية** ضع سيارة لعبة تعمل بالبطارية أو الزنبرك على قطعة طويلة من الورق المقوى وحدد موضع بدايتها على الورقة والمنضدة أو الأرض. ثم قم بقياس المسافة التي تقطعها اللعبة خلال 10 s. وضع اللعبة عند موضع بدايتها. شغّل اللعبة مرة أخرى واسحب الورقة إلى الأمام لعدة ثوانٍ بينما تتحرك اللعبة. وبعد 10 s، قم بقياس المسافة التي قطعتها اللعبة بالنسبة إلى نقطتي البداية. وأشر إلى أنّ المسافة المقطوعة تعتمد على نقطة البداية المستخدمة. واشرح أنّه يمكن اختيار من نقطتي البداية.

### الفكرة الرئيسة

**الكميات القياسية والمتجهات** إنّ المتغيّرات الفيزيائية التي تصف الحركة نوعان،الكميات القياسية والمتجهات. إنّ الكميات القياسية هي متغيّرات يُمكن تحديدها برقم. والمسافة التي يقطعها جسم هي كمية قياسية، ويتم تحديدها برقم وهو طول المسار المقطوع. كما أنّ السرعة كمية قياسية. ويتم تحديد المتجهات بالاتجاه، وكذلك بعدد يشير إلى القدر. عند وصف الحركة، تتضمن المتجهات الموقع والإزاحة والسرعة المتجهة والعجلة.

## استخدام الصورة

**الحركة عبر الماء**

اطلب من الطلاب فحص الصورة ثم اطلب منهم شرح الطريقة التي عرفوا فيها أنّ القارب يتحرك. الإجابات المحتملة: الآثار خلف القارب، الأمواج في الماء، والتشويش في الصورة ثم اطلب من الطلاب مناقشة الطريقة التي يمكنهم فيها تقديم وصف تفصيلي لحركة القارب. يمكن للطلاب وصف موقع القارب أو سرعته أو التغيّر في سرعته أو المسافة التي قطعها.

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

# القسم 1

## 1 التركيز

الفكرة الرئيسة

**مقارنة السرعات** اطلب من الطلاب مقارنة حركة حلزون بحركة طائرة نفاثة. قد يذكر الطلاب أنّ الحلزونات تتحرك ببطء شديد في حين أنّ الطائرات النفاثة سريعة للغاية. اشرح أنّهم سيتعلمون طريقة وصف العلماء حركة الحلزونات والطائرات النفاثة في هذا القسم.

■ **سؤال حول الشكل 1**
تغيّر موقعها بالنسبة إلى صندوق البريد.

### الربط بالمعرفة السابقة

**حدود السرعة** اطلب من الطلاب ذكر حدود السرعة بالقرب من المدرسة أو بالقرب من منازلهم أو على الطريق السريع. ثم ناقش مع الطلاب الوحدات، مثل الكيلومترات في الساعة، المستخدمة في حدود السرعة. وأخبر الطلاب بأنّهم سيتعلمون قياس السرعة في هذا القسم.

**جوانب المعنى** اطلب من الطلاب التنبؤ بمعنى المفردات الجديدة. وستكون المصطلحات مألوفة في الحياة اليومية، مثل السرعة التي تعني «خفة الحركة»... مع ذلك، قد تختلف التعريفات في الفيزياء. لذا أشر إلى أنّ السرعة في الفيزياء تعني «المسافة المقطوعة مقسومة على الزمن المنقضي».





تمهيد للقراءة

**الأسئلة الرئيسة**

- ما أوجه الاختلاف بين المسافة والإزاحة؟
- كيف يتم حساب سرعة جسم ما؟
- ما المعلومات التي يوفرها التمثيل البياني للمسافة والزمن؟

**مفردات للمراجعة**

**المتر meter**: النظام الدولي لوحدات الطول، ويُشار إليه اختصارًا بـ m

**مفردات جديدة**

| | |
|---|---|
| motion | الحركة |
| displacement | الإزاحة |
| speed | السرعة |

## وصف الحركة

الفكرة الرئيسة **يصف الموقع مكان الجسم وتصف السرعة مدى حركة هذا الجسم.**

**روابط من القراءة بالحياة اليومية** كيف تصف الرحلة من منزلك إلى مدرستك؟ قد يتضمن وصفك كيفية تنقلك من منزلك إلى مدرستك من خلال السير على الأقدام أو من خلال ركوب الحافلة، و وقد يتضمن وصفك أيضاً طول المسافة التي قطعتها للوصول إلى مدرستك. يصف العلماء مفهوم الحركة بطريقة مماثلة، لكنها تكون أكثر دقة.

### الحركة والموقع

لا تحتاج دائمًا إلى رؤية شيء ما يتحرّك لمعرفة حدوث الحركة. على سبيل المثال، لنفترض أنّك تنظر من النافذة وترى شاحنة بريد قد توقفت بجوار صندوق البريد، كما هو موضّح في **الشكل 1**. وبعد مرور دقيقة، نظرت مرة أخرى ورأيت الشاحنة نفسها وقد توقفت في منتصف الشارع. على الرغم من عدم رؤيتك الشاحنة تتحرّك، إلا أنّك تعرف أنّها تحركت نظرًا إلى تغيّر موقعها بالنسبة إلى صندوق البريد.

**النقاط المرجعية** من الضروري وجود نقطة مرجعية لتحديد موقع جسم ما. في **الشكل 1**، قد تكون النقطة المرجعية هي صندوق البريد. إنّ **الحركة** هي تغيّر في موقع جسم ما بالنسبة إلى نقطة مرجعية. كيف تصف حركة جسم ما وفقًا للنقطة المرجعية المختارة؟ على سبيل المثال، قد يختلف وصف حركة شاحنة البريد في **الشكل 1** إذا كانت النقطة المرجعية شجرة بدلًا من صندوق بريد.

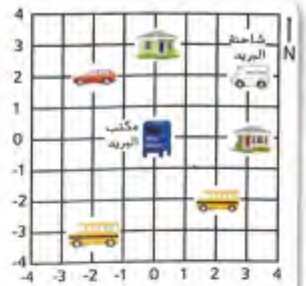
بعد اختيار نقطة مرجعية، يمكن إنشاء إطار مرجعي، وهو نظام إحداثي يتم فيه قياس موقع الجسم. يتم رسم المحور $x$ والمحور $y$ للإطار المرجعي بحيث يتعامد المحوران $y$ و $x$ معًا ويتقاطعان مع النقطة المرجعية.

■ **الشكل 1** أثناء متابعة شاحنة البريد لمسارها، تتوقف عند كل صندوق بريد على طول الشارع.
اشرح كيف تعرف أنّ شاحنة البريد قد تحركت؟



حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

**الأنظمة الإحداثية** يوضّح الشكل 2 خريطة للمدينة حيث تقوم شاحنة البريد بتوصيل البريد باستخدام نظام إحداثي مرسوم على هذه الخريطة. يوجد المحور $x$ في الاتجاه الشرقي-الغربي، ويوجد المحور $y$ في الاتجاه الشمالي-الجنوبي، ويمثّل كل قسم وحدة سكنية بالمدينة. يقع مكتب البريد في نقطة الأصل $x=0$ . $y=0$. وتوجد شاحنة البريد على بُعد 3 وحدات سكنية شرقًا ($x = 3$) ووحدتين سكنيتين شمالًا ($y = 2$) من مكتب البريد.




**الشكل 2** يشبه النظام الإحداثي الخريطة. تكون النقطة المرجعية نقطة الأصل. ويمكن وصف موقع كل جسم باستخدام إحداثياته.
حدّد موقع السيارة البرتقالية.

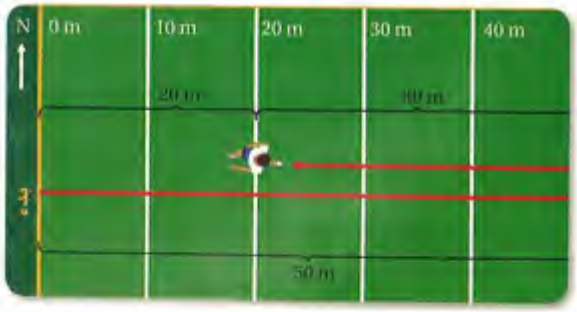
## التغيُّر في الموقع

هل قمت من قبل بالعدو في سباق 50 m؟ إن وصف المسافة التي قطعتها والاتجاه الذي اتخذته يعتبر جزءًا مهمًا لوصف حركتك.

**المسافة** في سباق 50 m، يقطع كل عداء إجمالي مسافة 50 m. ويكون النظام الدولي للوحدات بالمتر (m) كما تُقاس المسافات بالكيلومترات (km). ويساوي الكيلومتر الواحد 1,000 m. ويتم قياس المسافات الأقصر بالسنتيمترات (cm) أو الملليمترات (mm) ويساوي المتر الواحد 100 cm أو 1,000 mm.

**الإزاحة** افترض أنّ أحد العدائين يقوم بالعدو إلى العلامة 50 m ثم يستدير ويعدو رجوعًا حتى العلامة 20 m، كما هو موضّح في الشكل 3. ينتقل العداء مسافة 50 m في اتجاه نقطة الأصل (شرقًا) إضافةً إلى 30 m في الاتجاه المقابل (غربًا). وبذلك يكون إجمالي المسافة التي قطعها 80 m. كم يبعد الآن العداء عن خط البداية؟ الإجابة هي 20 m. قد ترغب أحيانًا في معرفة التغيّر في موقع جسم بالنسبة إلى نقطة البداية. إزاحة جسم هي المسافة الناتجة من تغيير موقع هذا الجسم. إضافةً إلى الاتجاه الذي اعتمد خلال تغيير هذا الموقع. وفي الشكل 3، تبلغ إزاحة العداء 20 m شرقًا.

قد يكون طول الإزاحة وإجمالي المسافة التي قطعها العداء متساويين إذا كانت حركة العداء في اتجاه واحد. على سبيل المثال، إذا ركض العداء شرقًا من خط البداية إلى خط النهاية بدون تغيير الاتجاه. فستكون المسافة التي قطعها 50 m والإزاحة 50 m شرقًا.




**الشكل 3** لا تساوي إزاحة جسم إجمالي المسافة نفسها التي قطعها هذا الجسم. تبلغ إزاحة العداء 20 m شرقًا من خط البداية. لكن، يبلغ إجمالي المسافة التي قطعها العداء 80 m.
صف وجه الاختلاف بين إجمالي المسافة المقطوعة والإزاحة.

**المفردات**

الاستخدام العلمي مقابل الاستخدام العام

**الموقع position**

**الاستخدام العلمي**
موقع جسم ما بالنسبة إلى نقطة مرجعية
كان موقع هذه النقطة على بُعد 3 أمتار شرقًا من المنزل.

**الاستخدام العام**
وجهة نظر، وظيفة أو رتبة
بعد التخرج، قبلت منصب
مخطط حوادث مرور في الشرطة.



# 2 التدريس

■ **سؤال الشكل 2**
تقع السيارة برتقالية اللون عند $x = -2$، $y = 2$ (أو على بعد وحدتين سكنيتين غربيتين ووحدتين شماليتين).

### استخدام تشبيه

**ورق مسطر** اشرح للطلاب أنّ استخدام نقطة مرجعية لوصف الحركة مشابه لاستخدام السطور في الورق للكتابة. حيث توفر تلك السطور نقطة مرجعية للمحافظة على الكتابة على خط مستقيم. ص م

### استخدام الكلمات العلمية

**استخدام المصطلح** قد يجد الطلاب صعوبة في مصطلح تسبي عند استخدامه لوصف حركة جسم أو موقعه. واطلب منهم مناقشة ما يعنيه المصطلح. إنّ الإجابات المحتملة هي "يعتمد على" أو "بالإشارة إلى". ص م

### تحديد المفاهيم الخاطئة

**أوجه اختلاف المصطلحات** قد يعتقد الطلاب أنّ المسافة والإزاحة متماثلتان. ويبدو المصطلحان متشابهين، مما يسبب التباسًا لدى الطلاب. ذكّرهم أنّ المسافة هي الطول المقطوع بينما الإزاحة هي المسافة والاتجاه بين النقطتين الأولية والنهائية.

### التعلم بالوسائل البصرية

**الشكل 3** ساعد الطلاب على فهم المعلومات الواردة في **الشكل 3**. واطلب منهم اتباع مسار العداء بأصابعهم، أثناء قراءتك الوصف من النص. ثم اسألهم عن الاتجاه والمسافة التي يجب على العداء قطعها للعودة إلى نقطة البداية. 20 m غربًا ص م

■ **سؤال حول الشكل 3**
يُعدّ إجمالي المسافة المقطوعة هو الطول الذي يقطعه الجسم على طول مساره. أما الإزاحة، فهي المسافة والاتجاه من نقطة البداية إلى نقطة التوقف.

## التدريس المتمايز

**الطلاب دون المستوى** اطلب من الطلاب تقطيع صور من المجلات تظهر بعض أنواع الحركة. واطلب منهم إعداد ملصقة مزخرفة من الصور.

## على مستوى المقرّر ككلّ

**الجغرافيا** يستخدم علماء الجغرافيا خطوط العرض والطول لمساعدتهم في وصف الإزاحة على كوكب الأرض. واطلب من الطلاب اكتشاف طريقة تحديد البحارة الأوائل لخط العرض والطول. لمعرفة خط العرض، استخدموا مواقع النجوم والشمس حيث لم يكن لديهم طريقة لتحديد خط العرض إلى أن تم اختراع كرونومتر دقيق في منتصف القرن الثامن عشر. ص م

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

## دعم محتوى المعلّم

**المتجهات** يمكن إضافة إزاحات عمودية باستخدام نظرية فيثاغورث، كما هو موضّح على اليمين في **الشكل 4**. هذا صحيح بالنسبة إلى كل المتجهات العمودية ويتم استخدامه على نطاق واسع في الفيزياء.

## استراتيجية القراءة

**القراءة في مجموعات ثنائية** اطلب من الطلاب قراءة **إضافة إزاحات** في مجموعات ثنائية. واطلب منهم التوقف في نهاية كل فقرة والتحدث بشأن ما تعلموه. ثم ينبغي عليهم صياغة جملة أو جملتين لشرح الفكرة الأساسية للفقرة.

## النشاط

**المعدلات المختلفة**

راجع مفهوم المعدل بمطالبة الطلاب بقياس معدلات تنفسهم. ناقش أيضًا المعدلات الأخرى، مثل معدل ضربات القلب (النبض) ونسب المرابحة. وناقش الوحدات التي تصف تلك المعدلات وأشر إلى أوجه الشبه في الوحدات. تُعدّ هذه المعدلات جميعًا عددًا لشيء ما لكل فترة زمنية. ص ٥

## النشاط

**حدود السرعة** اطلب من كل طالب إنشاء جدول يوضّح كل حدود السرعة بين منزله والمدرسة. وينبغي أن يبدأ الجدول بحد سرعة الطريق خارج المنزل كما ينبغي أن يقدّم المسافة التي يسري عليها حد السرعة. ثم ينبغي أن يقدم الجدول حد السرعة التالي والمسافة التي يسري عليها، وما إلى ذلك. بعد ذلك، يمكن للطلاب استخدام الصيغة $t = d/v$ لتحديد الزمن المستغرق للوصول إلى المدرسة إذا قطعوا حد السرعة الدقيق على طول الطريق إلى المدرسة. ص ٥

يمكننا جمع الإزاحات ذات الاتجاه نفسه.

يمكننا طرح الإزاحات ذات الاتجاهات المتعاكسة.

لا يمكننا جمع أو طرح الإزاحات التي ليست في نفس الاتجاه أو عكسه.

**الشكل 4** تمثل هذه الأسهم حركات تمثل الطلاب سيرًا على الأقدام. تبين الأسهم الخضراء الجزء الأول من هذه الحركة، بينما تبين الأسهم الأرجوانية الجزء الثاني من هذه الحركة. أما الأسهم الحمراء فهي تبين الإزاحات التي مثلتها حركات الطلاب

المطويات

ضمّن مطويتك معلومات من هذا القسم.

**جمع الإزاحات** تعلم أنّه يمكنك جمع المسافات معًا للحصول على إجمالي المسافة. على سبيل المثال، $2\text{ m} + 3\text{ m} = 5\text{ m}$. لكن كيف تقوم بجمع الإزاحات التي يبلغ قدرها 5 m شرقًا و10 m شرقًا؟ تشبه الاتجاهات في المسائل الرياضية الوحدات كثيرًا، يمكنك جمع الأعداد في حالة الاتجاهات المتشابهة. على سبيل المثال، افترض أنّ أحد الطلاب يسير مسافة 5 m شرقًا، ويتوقف عند أحد الممرات، ثم يسير مسافة 5 m شرقًا، كما هو موضّح على اليسار في **الشكل 4**.
تكون الإزاحة التي يقطعها

$$5\text{ m شرقًا} + 5\text{ m شرقًا} = 10\text{ m شرقًا}$$

لكن ماذا لو لم تكن الاتجاهات متشابهة؟ قارن إذًا الاتجاهين. إذا كانت الاتجاهات متعاكسة تمامًا، فيمكن طرح المسافات. افترض أنّ أحد الطلاب يسير مسافة 10 m شرقًا، ويستدير، ويسير لمسافة 5 m غربًا، كما هو موضّح في وسط **الشكل 4**. سيكون قياس الإزاحة

$$10\text{ m} - 5\text{ m} = 5\text{ m}$$

يتبع الاتجاه الإجمالي للإزاحة دائمًا اتجاه الإزاحة ذات المقدار الأكبر. في هذه الحالة، تكون الإزاحة الأكبر شرقًا، وبذلك يكون إجمالي الإزاحة 5 m شرقًا.
افترض الآن أنّ الإزاحتين ليستا في الاتجاه نفسه أو في اتجاهات متعاكسة، كما هو موضّح على اليمين في **الشكل 4**. هنا، يسير الطالب مسافة 4 m شرقًا ثم 3 m شمالًا. يسير الطالب إجمالي مسافة 7 m، لكن الإزاحة تبلغ 5 m في اتجاه الشمال الشرقي تقريبًا. لا يمكن جمع أو طرح 4 m شرقًا و3 m شمالًا مباشرة، ويجب مناقشة كل منهما على حدة. يتم تلخيص قواعد جمع الإزاحات في **الجدول 1**.

**الجدول 1 قواعد جمع الإزاحات**

1. اجمع الإزاحات ذات الاتجاهات نفسها.
2. اطرح الإزاحات ذات الاتجاهات المتعاكسة.
3. لا يمكن جمع أو طرح الإزاحات مباشرة، إن لم تكن في الاتجاهات نفسها أو في الاتجاهات المتعاكسة.

### السرعة

تذكّر شاحنة البريد التي تتحرّك إلى منتصف الشارع. يمكنك وصف الحركة بواسطة المسافة المقطوعة أو بواسطة الإزاحة. قد ترغب أيضًا في وصف مدى سرعة تحرّك الشاحنة. للقيام بذلك، تحتاج إلى معرفة المسافة التي قطعتها في مقدار معين من الزمن. الجدير بالذكر أنّه لوصف مدى حركة انتقال جسم ما، يستخدم العلماء سرعة الجسم. **والسرعة** هي المسافة التي يقطعها جسم ما في وحدة الزمن.



## التنوع الثقافي

**الألعاب الأولمبية** يشارك العداؤون من كل أنحاء العالم في سباقات المضمار والميدان في دورة الألعاب الأولمبية التي تُقام كل أربعة أعوام. اطلب من الطلاب البحث عن الفائزين والأوقات التي سجلوها والسرعات التي استغرقوها لاجتياز سباق المضمار والميدان بناءً على اختيارهم للألعاب الأولمبية الصيفية الخمسة الأخيرة. كما ينبغي عليهم تجميع بحثهم في لوحة عرض الإعلانات وربطه بطريقة إبداعية بالمعلومات الواردة في هذه الوحدة. ص ٥



McGraw-Hill Education © مجموعة لصالح مؤسسة حقوق الطبع والتأليف

**حساب السرعة** يسمى أي تغيّر مع مرور الزمن بالمعدل. على سبيل المثال، يمكنك وصف مدى سرعة تسرّب المياه من حوض عن طريق تحديد كمية اللترات التي يتم فقدانها كل ساعة. ويسمى هذا معدل تسرب المياه. إذا كانت المسافة تعبر عن تغيير في موقع جسم ما، فالسرعة تعبر عن معدل هذا التغيير. فستكون السرعة هي معدل التغيّر في الموقع. ويمكن حساب السرعة من هذه المعادلة.

**معادلة السرعة**

$$\text{السرعة (بالأمتار/الثانية)} = \frac{\text{المسافة (بالأمتار)}}{\text{الزمن (بالثواني)}}$$

$$s = \frac{d}{t}$$

وفقًا لنظام الوحدات الدولية، يتم قياس المسافة بالأمتار والزمن بالثواني. بالتالي، تقاس السرعة بالأمتار لكل ثانية (m/s) وفقًا للنظام الدولي للوحدات. أحيانًا، يكون التعبير عن السرعة بوحدات أخرى، مثل الكيلومترات في الساعة (km/h) أكثر ملاءمة.

يوضّح **الجدول 2** السرعات لبعض الأجسام الشائعة.

**الجدول 2 السرعات الشائعة**

| الحركة | السرعة (m/s) |
|---|---|
| سباق 100 m أولمبي | 10 m/s |
| سيارة في أحد شوارع المدينة (55 km/h) | 16 m/s |
| سيارة في طريق سريع ممتد (105 km/h) | 30 m/s |
| طائرة تجارية | 250 m/s |

## مثال المسألة 1

**حساب السرعة** تنتقل سيارة بسرعة ثابتة مسافة 750 m في 25 s. حدّد سرعة السيارة؟

**حدد المجهول:** السرعة، $s$

**اكتب القيم المعلومة:** المسافة، $d = 750\ m$
الزمن، $t = 25\ s$

**أعدّ المسألة:** $s = \frac{d}{t} = \frac{750\ m}{25\ s}$

**حل المسألة:** $s = \frac{750\ m}{25\ s} = 30\ m/s$

**تقييم الإجابة:** إنّ 30 m/s هي تقريبًا حد السرعة على طريق سريع، لذلك تكون الإجابة معقولة.

### تطبيق

1. ينتقل مصعد الركاب من الطابق الأول إلى الطابق 60 وهي المسافة التي تبلغ 210 m، في 35 s. حدّد سرعة المصعد؟
2. تتحرّك دراجة نارية بسرعة ثابتة تبلغ 40 km/h. ما المدة الزمنية التي تستغرقها الدراجة النارية لقطع مسافة 10 km؟
3. ما المسافة التي تقطعها السيارة في 0.75 h إذا كانت تتحرّك بسرعة ثابتة تبلغ 88 km/h؟
4. **تحفيز** يقوم أحد عدائي المسافات الطويلة بالعدو بسرعة ثابتة تبلغ 5 m/s. ما المدة الزمنية التي يستغرقها العداء لقطع مسافة 1 km؟



## على مستوى المقرّر ككلّ

**الحركة عبر الفراغ** تُقدَّر المسافة التي تدورها الأرض حول الشمس في سنة واحدة بـ 942 مليار متر تقريبًا. وتتكوّن السنة من 31,558,000 ثانية تقريبًا. اطلب من الطلاب استخدام هذه الأرقام لحساب سرعة الأرض.

$942 \times 10^9\ m / 31{,}558{,}000\ s = 29{,}850\ m/s$

## مناقشة

**وحدات السرعة** ذكّر الطلاب أنّه عندما تمت إعادة ترتيب معادلة السرعة، حصلنا على $t = d/v$. كيف تستخلص الوحدات الزمنية من هذه المعادلة؟ $m/(m/s) = m \times s/m = s$

## عرض توضيحي سريع

### منحدرات السيارة

**المواد** ثلاثة منحدرات بأطوال مختلفة لا يقل طولها عن 2 m، وسيارة لعبة وساعة توقيت وعصا مترية

**الزمن المقدر** 15 دقيقة

**الإجراء** أنشئ ثلاثة منحدرات بأطوال مختلفة لا يقل طول كل منها عن 2 m. وابدأ في دحرجة السيارة اللعبة على أحد المنحدرات. واحسب وقت حركة السيارة باستخدام ساعة التوقيت، ثم قم بقياس المسافة التي اجتازتها السيارة. واكتب المسافة المقطوعة والزمن المنقضي على اللوحة. كرر النشاط مع كل من المنحدرات الثلاثة. واطلب من الطلاب تحديد السرعة المتوسطة لكل جولة من الجولات الثلاث عن طريق قسمة إجمالي المسافة المقطوعة على إجمالي الزمن.

### تطبيق

1. $s = d / t = 210\ m / 35\ s = 6.0\ m/s$
2. $t = d / s = 10\ km / 40\ km/h = 0.25\ h$ (أو 15 min)
3. $d = st = 88\ km/h \times 0.75\ h = 66\ km$
4. $t = d / s = 1\ km / 5\ m/s = 1{,}000\ m / 5\ m/s = 200\ s$

## دفتر العلوم

**ما المسافة التي اجتازتها؟** اطلب من الطلاب حساب المسافة التي اجتازتها السيارات والطائرة في **الجدول 2** خلال ساعة واحدة وضع حساباتهم ونتائجهم في يوميات في العلوم. سيارة في شارع المدينة: 58 km، سيارة على الطريق السريع: 108 km، طائرة تجارية: 900 km

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

■ **سؤال حول الشكل 5**
السرعة المتوسطة على إجمالي الحركة أو السرعة اللحظية في وقت معين

## مناقشة

**صواعق البرق** اطلب من الطلاب حساب مدى بعد صاعقة البرق عنهم إذا شاهدوها قبل خمس ثوانٍ من سماع الرعد. ثم اكتب الحل على اللوحة بعد حصول الطلاب على فرصة لحل المسألة. استخدم $v = 330$ m/s لسرعة الصوت.

$v = d / t$. لذلك $d = vt$ ؛ $d = 330$
m/s × 5 s = 1,650 m = 1.65 km

ض م

## تجربة مصغرة

**الهدف** سيحسب الطلاب متوسط سرعة السيارة اللعبة.

**المواد** شريط لاصق وسيارة لعبة وساعة توقيت وعصا مترية

**استراتيجيات التدريس** حاول استخدام السيارات التي ستقطع خطًا مستقيمًا عند دفعها برفق.

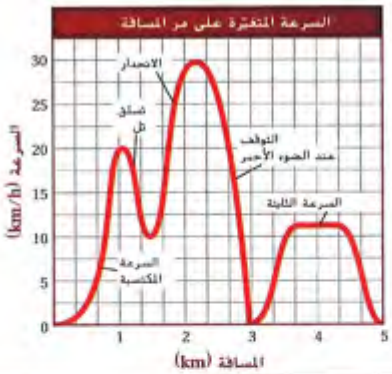
### التحليل

1. تحقق من استخدام الطلاب للمعادلة السرعة المتوسطة = المسافة/ الزمن
2. قد ينتج عن دفعة أكبر متوسط سرعة أكبر.

### التقويم

**العملية** اطلب من الطلاب استخدام ملاحظاتهم لوضع فرضية حول سبب توقف السيارة في نهاية الأمر.

■ **الشكل 5** تختلف سرعة الدرّاج من 0 km/h إلى 30 km/h خلال رحلته.
اشرح طريقة وصف سرعة جسم عند تغيّر السرعة.




**السرعة الثابتة** افترض أنك تسافر في سيارة على طريق سريع فارغ تقريبًا. وعند النظر إلى عداد السرعة ترى أنّ سرعة السيارة بالكاد تتغيّر. إذا لم تتباطأ أو تتزايد سرعة السيارة، فإنها في هذه الحالة تتحرك بسرعة ثابتة. عندما تتحرك بسرعة ثابتة يمكنك حساب سرعتك من خلال قسمة أي مسافة معينة على الزمن المستغرق لقطع هذه المسافة. ستكون السرعة التي حسبتها ثابتة بغض النظر عن قيمة المسافة التي اخترتها.

**السرعة المتغيّرة** عادةً لا تكون السرعة ثابتة. فكّر في ركوب درّاجة لمسافة 5 km. ستختلف سرعة الدرّاجة، كما في الشكل 5. عند البدء، تزيد سرعتك من 0 km/h إلى 20 km/h. وتنخفض سرعتك إلى 10 km/h عند الصعود بالدراجة على تل منحدر وتزيد إلى 30 km/h عند النزول إلى الجانب الآخر من التل. ثم تتوقف عند الضوء الأحمر لإشارة السير لتعود و تزيد سرعتك مجددًا وتتحرك بسرعة ثابتة لفترة وجيزة. في النهاية، تتباطأ سرعتك وتتوقف.

عند التحقق من الزمن على ساعتك، تجد أنّ الرحلة قد استغرقت 15 min. كيف تعبّر عن سرعتك في مثل هذه الرحلة؟ هل ستستخدم سرعتك القصوى أم سرعتك الدنيا أم سرعة متوسطة؟ ثمة طريقتان للتعبير عن السرعة المتغيّرة وهما السرعة المتوسطة والسرعة اللحظية.

**السرعة المتوسطة** تُعد السرعة المتوسطة إحدى طرق وصف سرعة رحلة بالدراجة مثلاً. تُعدّ متوسط السرعة إجمالي المسافة المقطوعة مقسومة على إجمالي وقت السفر. ويمكن احتسابها باستخدام العلاقات بين السرعة والمسافة والزمن. بالنسبة إلى رحلة الدرّاجة التي تم وصفها تؤًا، كان إجمالي المسافة المقطوعة 5 km وإجمالي الزمن $\frac{1}{4}$h أو 0.25 h. ثمّ، فإنّ متوسط المسافة كان

$$s = \frac{d}{t} = \frac{5\text{ km}}{0.25\text{ h}} = 20\text{ km/h}$$

## تجربة مصغرة

### قياس متوسط السرعة

**الإجراء**

1. اقرأ الإجراء وحدّد المخاوف المتعلقة بالسلامة في هذه التجربة قبل بدء العمل.
2. حدّد نقطة على الأرض باستخدام لاصق. ضع سيارة لعبة في هذه النقطة.
3. ادفع السيارة اللعبة برفق إلى الأمام. في الوقت نفسه، قم ببدء تشغيل ساعة توقيت.
4. سجّل الزمن الذي تستغرقه السيارة حتى التوقف.
5. استخدم عصا مترية لقياس المسافة التي تقطعها السيارة.

**التحليل**

1. احسب السرعة المتوسطة للسيارة مستخدمًا m/s.
2. استدلّ كيف يمكن أن تتغير السرعة المتوسطة إذا قمت بدفع السيارة بقوة؟ جرّب ذلك.



## التدريس المتمايز

**الطلاب دون المستوى** قم بإجراء الحسابات لتحديد السرعة المتوسطة على اللوحة لمساعدة الطلاب على فهم العملية قبل تنفيذها بأنفسهم. وبعد تنفيذ الإجراء عدة مرات، اطلب من الطلاب إجراء الحسابات بأنفسهم. ف م

**ضعاف البصر** اطلب من طالب مساعد قراءة النص لكل تمثيل بياني، ثم اطلب منه تحريك إصبعه على طول التمثيل البياني في حين يضع الطالب الآخر يده فوق يد الطالب المساعد. ويمكن أن يساعد هذا الإجراء الطالب ضعيف البصر في "رؤية" التمثيل البياني.

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

**السرعة اللحظية** افترض أنّك تشاهد عداد سرعة لسيارة ما، مثل الموجود في **الشكل 6**، حيث ينتقل العداد من 0 km/h إلى 80 km/h. يوضّح عداد السرعة مدى سرعة انتقال سيارة عند نقطة زمنية واحدة، أو في لحظة واحدة. إنّ السرعة المبينة على عداد السرعة هي السرعة اللحظية، حيث إنّ السرعة اللحظية هي السرعة في نقطة زمنية معينة. عندما يزيد شيء من سرعته أو يقللها، فإنّ سرعته اللحظية تتغيّر. وتختلف السرعة عند كل نقطة زمنية. إذا كان لدينا جسم يتحرّك بسرعة ثابتة، فإنّ السرعة اللحظية لا تتغيّر، وتكون السرعة هي نفسها عند كل نقطة زمنية.

**التأكد من فهم النص** **حدّد** مثالين للحركة تتغيّر فيهما السرعة اللحظية لجسم ما.

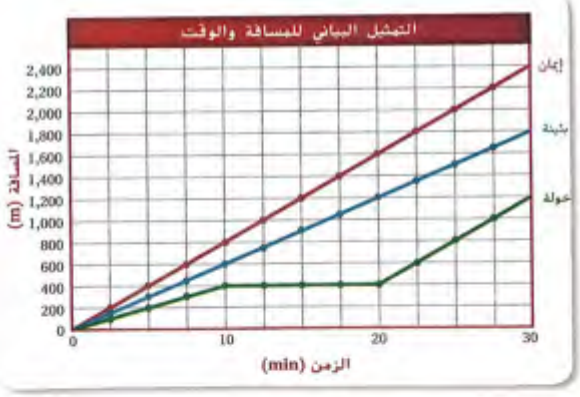
**الشكل 6** يقوم عداد السرعة بعرض السرعة اللحظية للسيارة. والسرعة اللحظية هي السرعة في لحظة زمنية واحدة.

## التمثيل البياني للحركة

يمكن توضيح حركة جسم ما خلال فترة زمنية على تمثيل بياني للمسافة والزمن. على سبيل المثال، يوضّح التمثيل البياني في **الشكل 7** المسافة التي قطعها ثلاثة سباحين خلال تمرين لمدة 30 دقيقة. يتم تعيين الزمن بنقاط على المحور الأفقي للتمثيل البياني، كما يتم تعيين المسافة المقطوعة بنقاط على المحور الرأسي للتمثيل البياني.

يجب أن يحتوي كل محور على مقياس يشتمل على مجموعة الأعداد المتوقع تعيينها. في **الشكل 7**، يجب أن يتراوح مقياس المسافة من 0 إلى 2,400 m ومقياس الزمن من 0 إلى 30 min. بعد ذلك، يتم تقسيم المحور $x$ إلى فواصل زمنية متساوية، والمحور $y$ إلى فواصل مسافات متساوية.

بمجرد أن تكون مقاييس كل محور في موضعها، يمكن رسم نقاط البيانات. في **الشكل 7**، توجد نقطة بيانات مرسومة لكل سباح كل دقيقتين ونصف. بعد رسم نقاط البيانات، يتم رسم خط يصل بين النقاط.




**الشكل 7** يوضّح هذا التمثيل البياني المسافة التي سبحها كل فتاة خلال تمرين لمدة 30 دقيقة. يتم تقسيم الزمن إلى فواصل مدتها 2.5 دقيقة تشكّل مقياس المحور $x$. ويتم تقسيم المسافة التي تم سباحتها إلى فواصل قدرها 200 m تشكل مقياس المحور $y$.

ادرس التمثيل البياني وحدّد الفتاة التي سبحت أسرع خلال التمرين.

### تحديد المفاهيم الخاطئة

**المسافة والسرعة** يفسر الطلاب أحيانًا ارتفاع التمثيل البياني للمسافة والزمن على أنّه الميل. ويُعتبَر انحدار الخط المستقيم للتمثيل البياني للمسافة والزمن هو الميل. فيوضّح هذا السرعة. يُعدّ ارتفاع الخط هو المسافة الأبعد التي قطعها الجسم في الاتجاه الإيجابي.

### التأكد من فهم النص

الإجابات المحتملة: قيادة سيارة في المدينة، ركوب دراجة

■ **سؤال حول الشكل 7**

سبحت إيمان المسافة الأبعد (2,400 m).

### بعد القراءة

**التمثيلات البيانية** اطلب من الطلاب إعداد التمثيلات البيانية للمسافة مقابل الزمن لتوضيح حركة جسم. وينبغي تذييل التمثيلات البيانية بوصف مكتوب.



حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

## عرض توضيحي

### التمثيلات البيانية للمسافة والزمن

**الهدف** توضيح إنشاء جدول وتمثيل بياني من قياسات المسافة والزمن

**المواد** جوارب (8) وساعة توقيت وعصا مترية

**التحضير** ضع علامة على خط البداية حيث يكون لديك مجال للمشي.

**الإجراء** ابدأ المشي ببطء، ثم زود سرعتك بصورة ثابتة. وأسقط جوربًا كل 3 s. قم بقياس المسافة من خط البداية إلى كل جورب. على اللوحة، أنشئ جدولًا وتمثيلًا بيانيًا لبيانات المسافة والزمن.

**النتيجة المتوقعة** ستزداد المسافة بين الجوارب لكل فاصل زمني قدره 3 s.

**استراتيجيات التدريس** طَمْئِن الطلاب أنّ سرعات المشي متفاوتة وأنّ الفاصل الزمني لمسافة يقومون بقياسها مقبول.

**التقويم** ما ميل المستقيم بعد 6 s؟ سيختلف الميل حسب البيانات. ماذا يوضّح هذا؟ السرعة

### التعلم بالوسائل المرئية

**الشكل 8** يمكن للطلاب إيجاد السرعة المتوسطة عبر فترة زمنية بقسمة التغيّر في المسافة أثناء الفترة الزمنية على مقدار الزمن. وينبغي على الطلاب أيضًا ملاحظة أنّ السرعة اللحظية في نقطة زمنية تساوي ميل المستقيم عند تلك النقطة.

■ **سؤال حول الشكل 8**
التمثيل البياني لخولة، بين 10 min و 20 min

## 3 التقويم

### التأكد من الفهم

**لغوي** اطلب من الطلاب كتابة قصة سردية قصيرة تشرح الاختلاف بين المسافة والإزاحة للأشياء الأصغر أو لشخص في الصف الدراسي لا يفهم الاختلاف. ص م

### إعادة التدريس

**حساب السرعة المتوسطة** اطلب من الطلاب حساب متوسط السرعة لسيارة لعبة تعمل بالزنبرك أو البطارية باستخدام عصي مترية وساعة حائط. ص م

### التقويم

**الأداء** أعط الطلاب المسألة التالية: تطوف حافلة أرجاء المدينة. حيث تقطع 100 km في أول ساعتين و 120 km في الساعتين التاليتين، ثم تتوقف لمدة ساعة واحدة، وتنهي الطريق بقطع 100 km في ساعتين. ارسم تمثيلًا بيانيًا لمسافة ووقت حركة الحافلة. ص م

**التمثيل البياني للمسافة والوقت**

■ **الشكل 8** تساوي سرعة الجسم ميل الخط على التمثيل البياني للمسافة والزمن.

حدّد جزء التمثيل البياني الذي يوضّح إحدى السبّاحات وهي تستريح لمدة *10 min*.

**السرعة على التمثيلات البيانية للمسافة والزمن** إذا كان لدينا جسم يتنقل بسرعة ثابتة، فإن نسبة زيادة المسافة على الفترات الزمنية هي ثابتة. ونتيجة لذلك، يكون الخط الذي يمثّل حركة الجسم خطًا مستقيمًا. على سبيل المثال، انظر إلى التمثيل البياني لتدريبات السباحين في **الشكل 8**. يمثّل الخط الأحمر المستقيم حركة إيمان، التي سبحت بسرعة ثابتة تبلغ 80 m/min. ويمثّل الخط الأخضر حركة خولة، التي لم تسبح بسرعة ثابتة. فقد سبحت بسرعة ثابتة تبلغ 40 m/min لمدة 10 دقائق، واستراحت لمدة 10 دقائق، ثم سبحت بسرعة ثابتة تبلغ 80 m/min لمدة 10 دقائق.

يوضّح التمثيل البياني أنّ الخط الذي يمثّل حركة السباح الأسرع هو الخط الأكثر انحدارًا. وتُعدّ شدة انحدار الخط على تمثيل بياني ميل الخط، **وهو يساوي على تمثيل بياني** للمسافة والزمن سرعة الجسم. نظرًا إلى أنّ إيمان سبحت بسرعة أكبر (80 m/min) من بثينة (60 m/min)، فإنّ ميل الخط الذي يمثّل حركتها يكون أكبر. انظر الآن إلى الخط الذي يمثّل حركة خولة. خلال وقت استراحتها يكون الخط أفقيًا. يكون ميل الخط الأفقي على التمثيل البياني للمسافة والزمن صفرًا ويمثّل جسمًا ما في وقت عدم الحركة.

## القسم 1 مراجعة

**ملخص القسم**

- تحدث الحركة عندما يغيّر الجسم موقعه بالنسبة إلى نقطة مرجعية.
- إنّ الإزاحة هي مسافة واتجاه التغيّر في الموقع من نقطة البداية.
- إنّ السرعة هي المعدل الذي يتغيّر فيه موقع الجسم.
- على تمثيل بياني للمسافة والزمن، يكون الزمن هو المحور *x* والمسافة هي المحور *y*.
- يمثل ميل الخط المرسوم على التمثيل البياني للمسافة والزمن هو السرعة.

1. **صف** الرحلة من منزلك إلى المدرسة مستخدماً الكلمات التالية: *الموقع* و*المسافة* و*الإزاحة* و*السرعة*.
2. **اشرح** إمكانية أن تكون إزاحة جسم ما أكبر من المسافة التي يقطعها هذا الجسم.
3. **صف** الحركة الممثلة بخط أفقي على تمثيل بياني للمسافة والزمن.
4. **صف** وجه الاختلاف بين السرعة المتوسطة والسرعة الثابتة.
5. **التفكير الناقد** خلال رحلة ما، هل يمكن أن تكون السرعة اللحظية لسيارة أكبر من سرعتها المتوسطة؟ اشرح.

**تطبيق مفاهيم رياضية**

6. **احسب السرعة** سار سالم لمسافة 1.60 km في 30 min. أوجد متوسط السرعة بـ m/s.
7. **احسب المسافة** تنتقل سيارة بسرعة ثابتة تبلغ 30.0 m/s لمدة 0.80 h. أوجد إجمالي المسافة المقطوعة بـ km.



## القسم 1 مراجعة

1. موقع البدء هو المنزل، وموقع الانتهاء هو المدرسة. ستتراوح المسافات المعقولة بين 1 km و50 km؛ وستختلف الإزاحة بناءً على الطريق المقطوع. وقد تبلغ السرعات 1.5 m/s (سيرًا) أو 10– 20 m/s (حافلة/سيارة).
2. لا. تساوي الإزاحة المسافة فقط إذا تحرك الجسم في خط مستقيم في اتجاه واحد. وإلا، فستكون الإزاحة أقل من المسافة.
3. يساوي الميل صفرًا، بالتطابق مع سرعة الصفر.
4. إنّ السرعة المتوسطة هي إجمالي المسافة المقطوعة مقسومة على إجمالي الزمن، ويمكن أن تتغيّر السرعة اللحظية أثناء هذا الزمن. تعني السرعة الثابتة عدم تغيّر السرعة اللحظية.
5. نعم. يمكن أن تكون السرعة اللحظية في أوقات مختلفة أكبر من السرعة المتوسطة أو أصغر منها.

**تطبيق مفاهيم رياضية**

6. $s = d / t = 1.60\ km / 30\ min = 1{,}600\ m / (30\ min \times 60\ s/min) = 0.9\ m/s$
7. $d = st = 30.0\ m/s \times 0.80\ h = (30.0\ m/s \times 1\ km / 1{,}000\ m) \times (0.8\ h \times 3{,}600\ s/h) = 0.0300\ km/s \times 2{,}880\ s = 86\ km$



McGraw-Hill Education محفوظة لصالح مؤسسة © حقوق الطبع والتأليف

تمهيد للقراءة

**الأسئلة الرئيسة**

- ما الفرق بين السرعة والسرعة المتجهة؟
- كيف تصف حركة جسمين بالنسبة إلى بعضهما البعض؟
- كيف يمكنك احتساب زخم جسم ما؟

**مفردات للمراجعة**

**السرعة speed:** معدل تغيّر الموقع

**مفردات جديدة**

| | |
|---|---|
| السرعة المتجهة | velocity |
| الزخم | momentum |

المطويات

ضمّن مطويتك معلومات من هذا القسم.

# السرعة المتجهة والزخم

الفكرة الرئيسة **تصف السرعة المتجهة لجسم سرعته واتجاه حركته.**

روابط من القراءة بالحياة اليومية تتحرك السيارات والشاحنات والعديد من المركبات الأخرى إلى الأمام كما إلى الخلف في الآن معاً. ويجب على السائق ضبط السيارة على ناقل الحركة الصحيح لكل اتجاه. ما الذي قد يحدث إذا قام السائق بضبط السيارة على وضع الرجوع بدلًا من التحرّك إلى الأمام؟

## السرعة المتجهة

قمت بتشغيل الراديو وسمعت فترة إخبارية عن إعصار بحري. توجد العاصفة، التي تنتقل بسرعة 20 km/h، على مسافة 500 km شرقًا من موقعك. هل ينبغي لك أن تقلق؟

للأسف، ليس لديك معلومات كافية للإجابة عن هذا السؤال. إنّ معرفة سرعة العاصفة فقط لا تساعد كثيرًا. فالسرعة تصف فقط مدى سرعة تحرك شيء ما. لتحديد ما إذا كنت تحتاج إلى الانتقال إلى منطقة أكثر أمانًا، فإنّك بحاجة أيضًا إلى معرفة اتجاه حركة العاصفة. بمعنى آخر، تحتاج إلى معرفة السرعة المتجهة للعاصفة. تتضمن **السرعة المتجهة** سرعة جسم ما واتجاه حركته. ويتم قياس السرعة المتجهة باستخدام وحدات السرعة نفسها، وهي m/s. إذا تم إخبارك بأنّ الإعصار البحري يتجه مباشرة نحو منزلك بسرعة 20 km/h، فتعرف بذلك أنّه يجب عليك إخلاء المكان.

**السرعة المتجهة والسرعة** نظرًا إلى أنّ السرعة المتجهة تعتمد على الاتجاه إضافةً إلى السرعة، يمكن للسرعة المتجهة لجسم أن تتغيّر حتى إن ظلت سرعة الجسم ثابتة. على سبيل المثال، تكون سرعات سيارات السباق الموضّحة في **الشكل 9** ثابتة أثناء الدوران. وعلى الرغم من أنّ السرعات تظل ثابتة، فإنّ سرعاتها المتجهة تتغيّر نظرًا إلى تغيّر الاتجاه أثناء الدوران.

التأكد من فهم النص **صف** مدى الاختلاف بين السرعة المتجهة والسرعة.

**الشكل 9** تتحرك هذه السيارات بسرعة ثابتة. لكن من دون سرعة متجهة ثابتة. وتتغيّر السرعات المتجهة للسيارات نظرًا إلى تغيّر اتجاه حركتها.

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education



## القراءة النشطة

**طلب** اطلب من الطلاب الإنصات أثناء قراءتك لقصة ممتعة أو خبر مهم بصوتٍ عالٍ. وبعد القراءة، اطلب منهم، كل على حدة أو في مجموعات، صياغة أسئلة لمناقشتها. اطلب منهم المشاركة في طلب متعلق بحركة الجسم و/أو عجلته. ELL

## دفتر العلوم

**السرعة المتجهة المتغيّرة** اطلب من الطلاب كتابة فقرات موجزة في دفتر في العلوم تصف عدة مواقف تكون فيها السرعة ثابتة بينما السرعة المتجهة متغيّرة. شخص يتنقل عبر ممرات متجر بقالة صعودًا وهبوطًا بسرعة ثابتة، وطائرة شراعية تتحرك إلى الأعلى وإلى الأسفل في الهواء بسرعة ثابتة ELL

# القسم 2

## 1 التركيز

الفكرة الرئيسة

**السلالم الكهربائية** اسأل الطلاب ما إذا كانوا قد استقلوا سلمًا كهربائيًا أو ممر مشاة متحركًا من قبل. واسألهم ما إذا كانوا قد لاحظوا أشخاصًا يسيرون أو يتسلقون في الاتجاه نفسه وما سبب اعتقادهم أنّ هؤلاء الأشخاص يسيرون. يجب أن يدرك الطلاب أنّ الأشخاص يسيرون أو يتسلقون أحيانًا بحيث يصلون إلى وجهتهم بشكل أسرع. أخبر الطلاب أنّهم سيتعرفون على مواقف مماثلة في هذا القسم.

### الربط بالمعرفة السابقة

**المسافة والإزاحة**

ذكّر الطلاب أنّ الإزاحة هي المسافة والاتجاه من نقطة البداية إلى نقطة التوقف. وأخبرهم بأنّهم سيتعرّفون على السرعة المتجهة، وهي كمية تمنح الجسم سرعة واتجاهًا، في هذا القسم.

**تحديد هدف** اطلب من الطلاب تفحُّص النص للبحث عن مفردات جديدة. وتأكد من أنّهم ينظرون بعناية إلى الأشكال والعناوين لمعرفة المفاتيح الدالة على المعنى. باستخدام الأفكار المقتبسة من تفحُّص النص، اطلب من الطلاب وضع أسئلة تضم المفردات. فبينما يقرأ الطلاب النص، يجب أن يجيب بعضهم عن أسئلة البعض الآخر.

### التأكد من فهم النص

تتضمن السرعة المتجهة الاتجاه، بينما لا تتضمنه السرعة.

## 2 التدريس

### النشاط

**السرعة المتجهة المتغيّرة** قم بأرجحة كرة على حبل حول رأسك بسرعة ثابتة. واسأل الطلاب ما إذا كانت السرعة المتجهة للكرة ثابتة أم متغيّرة. متغيّرة، نظرًا إلى اختلاف الاتجاه ش م

### مناقشة

**السرعة المتجهة** صف السرعة المتجهة لجسم ينتقل شمالًا بسرعة 6.9 m في 3 s، ثم يعود وينتقل جنوبًا بسرعة 2.8 m في 4 s. السرعة المتجهة = 2.3 m/s شمالًا ثم 0.7 m/s جنوبًا ش م

### النشاط

**الصفائح المتحركة** عند تحرك صفيحتين من صفائح الأرض بعضهما أمام البعض، يصف العلماء سرعتهما بالنسبة إلى بعضهما. استخدم شريطًا لتحديد مسارين متجاورين على الأرض، كلاهما بطول 3 m. وخصص طالبًا للوقوف عند كل نهاية للمسارين، واطلب من طلاب آخرين معهم مؤقتات الاستعداد لتسجيل المدة الزمنية التي يستغرقها تدحرج الكرات من نهاية المسار إلى النهاية الأخرى. وعندما تقول "انطلق"، يجب على الطلاب عند نهايتي المسارين دحرجة الكرات بعضها باتجاه بعض. عندئذٍ، يمكن لطلاب الصف تحديد السرعة المتجهة (بالنسبة إلى الأرض) لكرة تنطلق في اتجاه واحد والسرعة المتجهة للكرة التي تنطلق في الاتجاه الآخر. اشرح أنّ إضافة هذه الأرقام ستحدد سرعة الكرات بعضها بالنسبة إلى بعض، كما هو الحال لسرعة صفيحتين أرضيتين تتحركان أمام بعضهما. ش م

**الشكل 10** يتحرك السلّمان الكهربائيان بسرعة 0.5 m/s. لكن تبلغ السرعة المتجهة للسلم الكهربائي الأيسر 0.5 m/s لأسفل والسرعة المتجهة للسلم الكهربائي الأيمن 0.5 m/s لأعلى.

**السرعة نفسها، سُرعات متجهة مختلفة** من الممكن أن يكون لجسمين السرعة نفسها مع اختلاف السرعات المتجهة لهما. على سبيل المثال، يتحرّك السلّمان الكهربائيان في **الشكل 10** بالسرعة نفسها لكن في اتجاهات مقابلة. وتكون سرعات الركاب على كلا السلمين الكهربائيين متساوية، لكن تختلف سرعاتهم المتجهة نظرًا إلى التحرك في اتجاهات مختلفة. والأمر نفسه ينطبق على السيارات التي تتحرك في اتجاهات متعاكسة على إحدى الطرق. فسرعة هذه السيارات هي نفسها. أما سرعتها المتجهة فهي مختلفة.

## حركة القشرة الأرضية

هل يمكنك التفكير في شيء يتحرّك ببطء شديد لا يمكنك اكتشاف حركته، لكن يمكنك رؤية دليل على حركته على فترات زمنية طويلة؟ عند البحث في سطح الأرض من عام إلى عام، تجد أنّ تركيبها الأساسي يبدو مماثلًا. حيث تبدو الجبال والسهول والمحيطات كما هي دون تغيّر. لكن، إذا قمت بدراسة الأدلة الجيولوجية على ما كان يبدو عليه سطح الأرض منذ أكثر من 250 مليون عام، فسترى حدوث تغيّرات كبيرة. يوضّح **الشكل 11** مدى تغيّر مساحات الكتل اليابسة خلال هذا الوقت. وفقًا لنظرية الصفائح التكتونية، تحدث التغيّرات في صفائح الأرض بشكل ثابت حيث تنجرف القارات ببطء فوق سطح الأرض.

تتسبب هذه الصفائح المتحركة بحدوث تغيّرات جيولوجية، مثل تكوّن السلاسل الجبلية وحدوث الزلازل والثورات البركانية. وتُحدث حركة الصفائح تغيّرات في حجم المحيطات. وهكذا، أصبح حجم المحيط الهادئ أصغر وحجم المحيط الأطلسي أكبر. تؤدي حركة الصفائح أيضًا إلى تغيّر شكل القارات حيث تصطدم ثم تتباعد بعضها عن بعض.

تتحرّك الصفائح ببطء شديد حيث يتم تحديد سرعاتها بوحدات السنتيمترات في العام. فعلى سبيل المثال، هناك صفيحتان موجودتان في صدع أندرياس في ولاية كاليفورنيا. تتحرك هاتان الصفيحتان إحداهما بمحاذاة الأخرى بمتوسط سرعة نحو 1 cm في العام. تتحرّك الصفيحة الأسترالية بشكل أسرع وتدفع بأستراليا نحو الشمال بمتوسط سرعة نحو 17 cm/y. بالتالي، تكون السرعة المتجهة للصفيحة الأسترالية 17 cm/y شمالًا.

**المفردات**

أصل الكلمة

**السرعة المتجهة velocity**

مشتقة من الكلمة اللاتينية *veloci-* والتي تعني سريعًا أو متسرعًا أو متعجلًا. وجد الطلاب أنّ السرعة المتجهة للميلوسيرابتور كانت *10 m/s* شمالًا.

**الشكل 11** تشير الدلائل الجيولوجية إلى تغيّر سطح الأرض. فقد تحركت القارات ببطء مع مرور الزمن ولا تزال تتحرك حتى اليوم.

انفصلت بانجيا إلى أجزاء أصغر. ومنذ نحو 66 مليون عام، بدت القارات على النحو المبين في الشكل أعلاه.

شكلت القارات منذ نحو 250 عامًا قارة عظمى تسمى بانجيا.



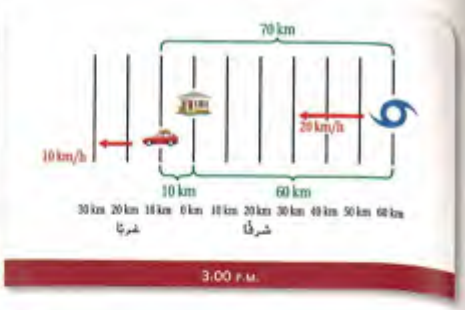
### على مستوى المقرّر ككلّ

**تاريخ** في أوائل القرن العشرين، وضع ألفريد فيجنر، عالم أرصاد جوية ألماني، نظرية مفادها أنّ كل قارات الكرة الأرضية كانت يومًا ما جزءًا من كتلة أرضية واحدة تسمى بانجيا. واطلب من الطلاب البحث عن دليل يدعم هذه النظرية ومناقشته. الإجابات المحتملة: أوجه الشبه بين القارات في الأحافير والرواسب الجليدية والطبقات الصخرية وبنية قاع المحيط ش م

### دعم محتوى المعلّم

**الإزاحة** كما أنّ السرعة المتوسطة هي المسافة مقسومة على إجمالي الزمن، تكون السرعة المتوسطة الإزاحة مقسومة على الزمن. إنّ السرعة اللحظيّة في وقت محدد هي السرعة اللحظية واتجاه الحركة في ذلك الزمن.

حقوق الطبع والتأليف © محفوظ لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education




**الشكل 12** إذا تم اختيار المنزل للنقطة المرجعية، فتبدو السيارة كأنّها تنتقل بسرعة 10 km/h غربًا ويبدو الإعصار البحري كأنّه ينتقل بسرعة 20 km/h غربًا.

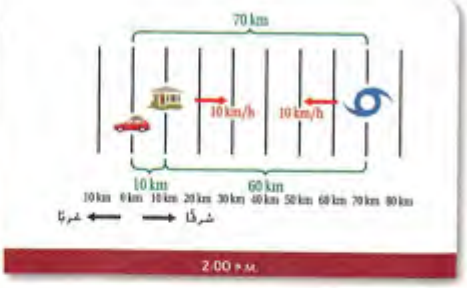
## الحركة النسبية

هل شاهدت من قبل سيارات تمرّ بجانبك على الطريق السريع؟ تبدو السيارات التي تسير في الاتجاه نفسه كأنّها تزحف إلى جانبك، بينما تبدو السيارات التي تسير في الاتجاه المعاكس كأنّها تندفع بسرعة كبيرة إلى جانبك. والسبب في هذا الاختلاف الواضح في السرعة هو أن النقطة المرجعية، أي سيارتك، تتحرك أيضاً.

وؤثر اختيار نقطة مرجعية متحركة في طريقة وصفك للحركة. على سبيل المثال، يمكن وصف حركة إعصار بحري باستخدام نقطة مرجعية ثابتة، مثل منزل. يوضّح الشكل 12 المواقع والسرعات المتجهة لإعصار بحري وسيارة بالنسبة إلى منزل في الساعة 2:00 p.m. وفي الساعة 3:00 p.m. وتقلّ المسافة بين الاعصار البحري والمنزل بمعدل 20 km/h. وتزيد المسافة بين المنزل والسيارة بمعدل 10 km/h.

كيف يختلف وصف حركة الإعصار البحري إذا كانت النقطة المرجعية سيارة تنتقل بسرعة 10 km/h غربًا؟ يوضّح الشكل 13 حركة الإعصار البحري والمنزل بالنسبة إلى السيارة. قد يقول شخص موجود في السيارة إنّ الإعصار البحري يقترب بسرعة 10 km/h وإنّ المنزل يبتعد بسرعة 10 km/h. من المهم ملاحظة أنّ الشكلين 12 و 13 يوضّحان التغيّرات نفسها، لكنهما يستخدمان نقاطًا مرجعية مختلفة. تعتمد السرعة المتجهة والموقع دائمًا على نقطة مرجعية مختارة.

**الشكل 13** إذا تم اختيار السيارة كنقطة مرجعية، فسيبدو الإعصار البحري أنّه يتحرك نحو السيارة بسرعة 10 km/h وأنّ المنزل يبتعد عنها بسرعة 10 km/h.






### مناقشة

**الحركة النسبية** يكون الشخص الجالس على مقعده في قطار متحرك في وضع السكون بالنسبة إلى القطار، لكنه يتحرك بالنسبة إلى الأرض. اطلب من الطلاب إعطاء أمثلة أخرى لمواقف يكونون فيها في وضع حركة بالنسبة إلى جسْم ما ووضع السكون بالنسبة إلى آخر. الإجابات المحتملة: الجلوس في سيارة/حافلة/طائرة أو ركوب قطار الملاهي أو الركض على آلة مشي كهربائية أو الوقوف على سلم كهربائي أو ممر مشاة متحرك ص م

### دعم محتوى المعلّم

**النسبية** تُسمّى مناقشة الحركة النسبية المقدمة هنا نسبية غاليليو أو نيوتن وهي صالحة لسرعات الأجسام التي نصادفها في حياتنا اليومية، مثل الأشخاص والقطارات والسيارات. لكن الأجسام التي تنتقل في كسر معيّن من سرعة الضوء ($c = 300{,}000$ km/s) لا تخضع لهذه القواعد. ويتم وصف حركتها باستخدام نظرية النسبية لأينشتاين.

### التدريس المتمايز

**تحدي** اطلب من الطلاب استكشاف السرعة المتجهة النسبية. على سبيل المثال، فلنفترض أنّك تستقل قطارًا يسير بسرعة 80. km/h إذا سرت باتجاه مقدمة القطار بسرعة 1.2 km/h بالنسبة إلى القطار، تكون السرعة المتجهة بالنسبة إلى الأرض 81.2 km/h في اتجاه سير القطار. وإذا سرت نحو مؤخرة القطار، بدلًا من ذلك، بسرعة 1.2 km/h بالنسبة إلى القطار، تكون السرعة المتجهة بالنسبة إلى الأرض 78.8 km/h في اتجاه سير القطار. اطلب من الطلاب البحث عن مواقف أخرى توضّح مفهوم السرعة المتجهة النسبية، واطلب منهم إعداد ملصق يشرح مثالهم للطلاب الآخرين. ف م

McGraw-Hill Education © محفوظة لصالح مؤسسة الطبع والتأليف

## عرض توضيحي سريع

### تأثيرات الزخم

**المواد** 3 كرات بالحجم نفسه لكن بكتل مختلفة، إناء كبير من الرمل، مسطرة مترية

**الزمن المقدر** 10 min

**الإجراء** تأكد من أنّ الرمل غير مكدس بشدة. وأسقط كل كرة من الكرات داخل إناء الرمل من ارتفاع 1 m. ثم قارن الحفر الناتجة. يجب أن تنتج الكرات ذات الكتلة الأكبر حفرًا أكبر. اشرح للطلاب أنّ الكرات تسقط بالسرعة نفسها، لذلك ترتطم بالرمل بالسرعة المتجهة نفسها. لكن نتائج زخمها كانت مختلفة نظرًا إلى اختلاف كتلها.

## استراتيجية القراءة

**تحديد الأهمية** بعد أن يقرأ الطلاب عن الزخم، اطلب منهم استخلاص ثلاث نقاط يعتقدون أنّها مهمة بشكلٍ خاص في هذا القسم مع شرح السبب. واطلب من الزملاء مقارنة قوائمهم ومن ثم مشاركتها مع الصف الدراسي.

## مناقشة

**الزخم في كرة القدم**

يُعد الزخم مهمًا للاعبي كرة القدم عند استخدامه لإيقاف لاعبي الفريق الآخر. ما الذي يمكن للاعب كرة قدم القيام به لزيادة الزخم؟ الركض أسرع أم زيادة كتلته

## تطبيق

1. $p = mv$
   $= 1{,}300\ \text{kg} \times 28\ \text{m/s}$ شمالًا
   $= 36{,}400\ \text{kg·m/s}$ شمالًا
2. $v = p / m = 6.0\ \text{kg·m/s}$
   $0.15\ \text{kg} = 40\ \text{m/s}$ جنوبًا
3. $m = p / v = 52.0\ \text{kg·m/s}$
   $0.8\ \text{m/s}$ غربًا / $65\ \text{kg}$ = غربًا
4. $p_{bb} : p_{sb} = m_{bb}v : m_{sb}v =$
   $m_{bb} : m_{sb} = 3 : 1$ زخم كرة السلة
   أكبر بثلاث مرات.

## الزخم

يتحرّك جسم بسرعة 2 m/s نحو مزهرية زجاجية. هل سيتم تدمير المزهرية خلال اصتدام الجسم بالمزهرية؟ إذا كانت كتلة الجسم صغيرة، مثل خنفساء، فلن يؤدي الاصتدام إلى تدمير المزهرية. لكن إذا كانت كتلة الجسم أكبر، مثل سيارة، فسيؤدي الاصتدام إلى تدمير المزهرية.

تُعدّ الطريقة المفيدة لوصف كلّ من السرعة المتجهة والكتلة لجسم ما هي تحديد زخمه. يُعدّ **زخم** جسم ما ناتج كتلته والسرعة المتجهة له. عادةً ما يتم تمثيل الزخم باستخدام الرمز $p$.

**الجدول 3** زخم نموذجي

| الجسم | الزخم (kg·m/s) |
|---|---|
| كرة بيسبول ملقاة | 0.15 |
| شخص يسير | 100 |
| سيارة على طريق سريع | 45,000 |

### معادلة الزخم

**الزخم** (بوحدة kg·m/s) = **الكتلة** (بوحدة kg) × **السرعة المتجهة** (بوحدة m/s)

$$p = mv$$

يقاس الزخم بوحدة kg·m/s. ويكون للزخم مقدار واتجاه، مثل السرعة المتجهة. كما يكون زخم جسم ما دائمًا في اتجاه السرعة نفسها المتجهة له. يوضّح **الجدول 3** مقادير الزخم لبعض الأجسام العامة.

### مثال المسألة 2

**أوجد الزخم** في نهاية أحد السباقات، كانت السرعة المتجهة لعداء كتلته 80.0 kg هي 10.0 m/s شرقًا. ما زخم العداء؟

**حدّد المجهول:** الزخم، $p$

**اكتب قائمة بالقيم المعلومة:** الكتلة، $m = 80.0\ \text{kg}$
السرعة المتجهة، $v = 10.0\ \text{m/s}$ شرقًا

**أعدّ المسألة:** $p = mv = (80.0\ \text{kg}) \times (10.0\ \text{m/s})$ شرقًا

**حل المسألة:** $p = (80.0\ \text{kg})(10.0\ \text{m/s})$ شرقًا $= 800.0\ \text{kg·m/s}$ شرقًا

**تحقق من صحة الإجابة:** تبدو إجابتنا معقولة لأنّه أكبر من زخم شخص يسير، لكنه أصغر جدًا من زخم سيارة على الطريق السريع.

### تطبيق

1. ما زخم سيارة كتلتها 1,300 kg تسير شمالًا بسرعة 28 m/s؟
2. يبلغ زخم كرة بيسبول 6.0 kg·m/s جنوبًا وكتلتها 0.15 kg.
   ما السرعة المتجهة لكرة البيسبول؟
3. أوجد كتلة شخص يسير غربًا بسرعة 0.8 m/s بزخم 52.0 kg·m/s غربًا.
4. **تحدي** تساوي كتلة كرة سلة ثلاثة أمثال كتلة كرة لينة. قارن زخم الكرة اللينة وكرة السلة إذا كان كلاهما يتحرك بالسرعة المتجهة نفسها.



516 الوحدة 18 • الحركة

**الشكل 14** تبلغ السرعة المتجهة لكل من السيارة والشاحنة 30 m/s شرقًا. لكن زخم الشاحنة أكبر بكثير.

**مقارنة الزخم** فكّر في السيارة والشاحنة في الشكل 14. أي منهما لديه زخم أكبر؟ يُعدّ زخم الشاحنة أكبر لأنّ كتلتها أكبر. إذا تحرك جسمان بالسرعة المتجهة نفسها، فسيكون للجسم ذي الكتلة الأكبر زخم أكبر. إن الإختلاف في الزخم يفسر كيف أن سيارة تتحرك بسرعة 2m/s قد تحطم مزهرية من البورسلين ، في حين أن حشرة تطير بسرعة 2m/s ربّما لا تؤدي إلى ذلك.

فكّر الآن في حشرتين بحجم 1 mg. تطير حشرة بسرعة 2 m/s، وتطير الأخرى بسرعة 4 m/s. ويكون زخم الحشرة الثانية أكبر. إذا كان ثمة جسمان بالكتلة نفسها، فيكون الجسم ذو السرعة المتجهة الأكبر هو الجسم ذا الزخم الأكبر.

## القسم 2 مراجعة

### ملخص القسم

- تتضمن السرعة المتجهة لجسم سرعته واتجاه حركته بالنسبة إلى نقطة مرجعية.
- يتم وصف حركة الجسم بالنسبة إلى نقطة مرجعية.
- يُعدّ زخم جسم ما ناتج كتلته والسرعة المتجهة له، $p = mv$.

1. **صف** السرعة المتجهة لسيارة أثناء التفافها في حلبة سباق بسرعة ثابتة. مفردات رئيسة
2. **اشرح** سبب أنّ للشوارع والطرق السريعة حدود سرعة بدلًا من حدود سرعة متجهة.
3. **حدّد** بالنسبة إلى كل من العبارات الإخبارية التالية، حدّد ما إذا تم تحديد سرعة جسم أو سرعته المتجهة:
   - الرقم القياسي العالمي لسباق المائة متر هو نحو 10 m/s.
   - تبلغ الرياح اليوم 30 km/h من الشمال الغربي.
   - قطار كتلته 200,000 kg يتنقل شمالًا بسرعة 70 km/h عندما خرج عن مساره.
   - تم إصدار تذكرة لسيارة للسفر بسرعة 140 km/h على الطريق السريع.
4. **التفكير الناقد** أنت تسير نحو مؤخرة حافلة تتحرّك إلى الأمام بسرعة متجهة ثابتة. صِف حركتك بالنسبة إلى الحافلة وبالنسبة إلى نقطة على الأرض.

### تطبيق مفاهيم رياضية

5. **حساب الزخم** ما زخم لاعب كرة قدم كتلته 100 kg يعدو شمالًا بسرعة 4 m/s؟
6. **قارن** بين زخم فيل كتلته 6,300 kg ويسير بسرعة 0.11 m/s وزخم دولفن كتلته 50 kg ويسبح بسرعة 10.4 m/s.



### بعد القراءة

**استراتيجية المعالجة** حدد قسمًا فرعيًا تحفيزيًا من النص، مثل ذلك الذي يتناول الحركة النسبية. وأخبر الطلاب بأنّك ستعيد قراءة القسم الفرعي بصوت عالٍ لتعزيز المعنى. أثناء القراءة، حدد الأجزاء المربكة وتحدث عنها. وانطق الكلمات وتحدث بوتيرة بطيئة واطرح أسئلة. ثم اسمح للطلاب بالتمرين على الاستراتيجية باستخدام قسم فرعي آخر.

## 3 التقويم

### التأكد من الفهم

**حركي** اطلب من الطلاب قذف العديد من الكرات ذات الكتل المختلفة، مع محاولة قذفها بالسرعة نفسها. واطلب منهم شرح طريقة اختلاف زخم الكرات. كرر النشاط، لكن اقذف كرة واحدة بسرعات مختلفة. ص ٥

### إعادة التدريس

**السرعة المتجهة** اطلب من طالبين السير في اتجاهين متقابلين. واطلب من الطلاب مقارنة ومقابلة السرعات المتجهة للطالبين. ص ٥

**التقويم**

**العملية** زوّد الطلاب بصور فوتوغرافية لأجسام مختلفة في وضع الحركة مدون عليها الكتلة والسرعة المتجهة. واطلب من الطلاب شرح الأجسام التي لديها الزخم الأصغر والأكبر.

## القسم 2 مراجعة

1. يكون مقدار السرعة المتجهة للسيارة ثابتًا، لكن الاتجاه متغيّر باستمرار.
2. تتضمن السرعة المتجهة الاتجاه، لذلك يحدّ حد السرعة المتجهة من اتجاه سيارة متحركة ومن سرعتها.
3. السرعة، السرعة المتجهة، السرعة المتجهة، السرعة
4. بالنسبة إلى الحافلة، أنت تسير إلى الخلف بسرعة سيرك، وبالنسبة إلى الأرض، أنت تسير في اتجاه الحافلة نفسه بسرعة تساوي سرعة الحافلة ناقص سرعة سيرك (بافتراض أنّ الحافلة تسير أسرع منك).

### تطبيق مفاهيم رياضية

5. $p = mv = 100\ \text{kg} \times 4\ \text{m/s}$ شمالًا $= 400\ \text{kg·m/s}$ شمالًا
6. الفيل، $p = mv = 6{,}300\ \text{kg} \times 0.11\ \text{m/s} = 693\ \text{kg·m/s}$
   الدلفين، $p = mv = 50\ \text{kg} \times 10.4\ \text{m/s} = 520\ \text{kg·m/s}$
   يكون حجم زخم الفيل 1.3 ضعفًا عن مقدار زخم الدلفين.

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

القسم 2 • السرعة المتجهة والزخم 517

# القسم 3

## 1 التركيز

**الفكرة الرئيسة**

**المقذوفات** اطلب من الطلاب رسم صورة لمسار كرة بيسبول عند قذفها. يجب أن توضّح رسومات الطلاب أنّ الكرة تنعطف باتجاه الأرض. أخبر الطلاب بأنّ كرات البيسبول المقذوفة هي مقذوفات وأنّ المقذوفات تواجه تغيّرًا في السرعة المتجهة. ويُطلق على هذا التغيّر اسم العجلة؛ وسيتعرف الطلاب على المزيد عن العجلة في هذا القسم.

### الربط بالمعرفة السابقة

**القيادة بأقصى سرعة** اطلب من الطلاب شرح العبارة "زيادة السرعة". واربط بين وظيفة المعجّل وحركة سيارة.

**تنشيط الخلفية المعرفية** اطلب من الطلاب كتابة ما يعرفونه عن العجلة. وقدّم التعريف الفيزيائي: إنّ العجلة هي التغيّر في السرعة المتجهة مقسومًا على الزمن الذي يستغرقه حدوث التغيّر. ثم ناقش مدى تشابه هذا التعريف مع الأفكار المترسخة مسبقًا عن العجلة أو اختلافه عنها.

### التأكد من فهم النص

الإسراع، الإبطاء، تغيير الاتجاه



**تمهيد للقراءة**

**الأسئلة الرئيسة**

- كيف يمكن الربط بين العجلة والزمن والسرعة المتجهة؟
- اذكر ثلاث طرق تجعل جسمًا ما يتحرك بعجلة
- كيف يمكن حساب عجلة جسم؟
- ما أوجه الشبه والاختلاف بين الحركة في خط مستقيم والحركة الدائرية وحركة المقذوفات؟

**مفردات للمراجعة**

**السرعة المتجهة velocity**، تصف سرعة واتجاه جسم متحرك

**مفردات جديدة**

العجلة (التسارع) acceleration

عجلة مركزية centripetal acceleration

## العجلة (التسارع)

**الفكرة الرئيسة** **تصف العجلة طريقة تغيير السرعة المتجهة لجسم مع الوقت.**

**روابط القراءة مع الحياة اليومية** إذا كنت قد ركبت الطائرة في حياتك، فمن المؤكد أن لاحظت كيفية إقلاعها. فهي تتحرك بداية ببطء، إلى أن تصل إلى مدرج الإقلاع. وعندها تبدأ سرعة الطائرة بالتزايد. في هذا الوقت تشعر بقوة تجذبك نحو مقعدك مع زيادة سرعة الطائرة إلى أن تصل إلى السرعة المناسبة للإقلاع. عندما تزداد سرعة الطائرة فإنّها تتحرّك بعجلة.

### السرعة المتجهة والعجلة

تخيّل نفسك جالسًا في سيارة عند إشارة المرور حيث تحول الضوء إلى اللون الأخضر. عندها بدوس السائق على دوّاسة الوقود وتبدأ السيارة في الحركة وتزداد سرعة. وبما أنّ السرعة هي معدل تغيّر الموقع، فإنّ **العجلة** هي معدل تغيّر السرعة المتجهة. عندما تتغيّر السرعة المتجهة لجسم، فإنّ الجسم يتحرّك بعجلة.

تذكر أنّ السرعة المتجهة تتضمن سرعة الجسم واتجاهه. بالتالي، قد يكون التغيّر في السرعة المتجهة تغيّرًا في السرعة أو الاتجاه. تحدث العجلة عندما يغيّر جسم سرعته أو اتجاهه أو كليهما.

عندما تفكّر في العجلة، فإنّك تفكّر في شيء تزداد سرعته على الأرجح. ومع ذلك، يتحرّك الجسم الذي تقل سرعته أيضًا بعجلة، وكذلك الجسم الذي يتغيّر اتجاهه. يوضّح **الشكل 15** الطرق الثلاث التي يمكن أن يتحرّك بها جسم بعجلة.

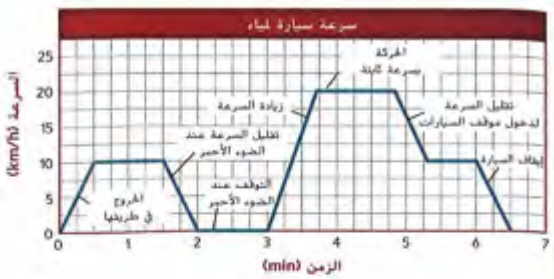
**التأكد من فهم النص** **حدّد** ثلاث طرق يمكن أن يتحرّك بها جسم بعجلة.

يكون للعجلة اتجاه كالسرعة المتجهة والزخم.
إذا نظرت إلى السيارة في **الشكل 15**، فسترى أنّه عندما تزداد سرعتها تكون العجلة والسرعة المتجهة لها في الاتجاه نفسه. عندما تقل سرعة السيارة، تكون عجلتها في الاتجاه المعاكس لسرعتها المتجهة. وعندما تُغير السيارة من اتجاهها، لا تكون العجلة في الاتجاه نفسه أو الاتجاه المعاكس للسرعة المتجهة للسيارة.

**الشكل 15** يتحرّك جسم بعجلة. مثل هذه السيارة. كلما زادت سرعته أو قلت أو تغيّر اتجاهه.

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

518 الوحدة 18 • الحركة




■ **الشكل 16** بالنسبة إلى الأجسام التي تزداد سرعتها أو تقل، تمثل العجلة ميل الخط في التمثيل البياني للوقت والسرعة.

**حدّد الفترات الزمنية عندما لا تكون سيارة لمياء في حالة عجلة.**

**(السرعة-الزمن) و التمثيل البياني للعجلة** عندما يتنقل جسم في خط مستقيم ولا يغيّر اتجاهه، فإنّ التمثيل البياني للسرعة في مقابل الزمن يمكنه أن يقدم معلومات عن عجلة الجسم. يوضّح **الشكل 16** التمثيل البياني للسرعة والزمن لسيارة لمياء أثناء هذه القيادة إلى المتجر. بما أنّ ميل الخط على التمثيل البياني للمسافة والزمن يشير إلى سرعة الجسم، فإنّ ميل الخط في التمثيل البياني للسرعة والزمن يشير إلى عجلة الجسم. على سبيل المثال، عندما تخرج لمياء في طريقها، تكون عجلة السيارة $0.33\ km/min^2$، أي يساوي ميل الخط من $t = 0$ إلى $t = 0.5\ min$.

**حساب العجلة** إنّ العجلة هي معدل التغيّر في السرعة المتجهة. لحساب عجلة جسم ما، تقسم التغيّر في السرعة المتجهة على طول الفترة الزمنية التي حدث خلالها التغيّر. ويُعتبر التغيّر في السرعة المتجهة = السرعة المتجهة النهائية مطروحًا منها السرعة المتجهة الأولية. إذا لم يتغيّر اتجاه الحركة وتحرّك الجسم في خط مستقيم، فيمكن حساب مقدار التغيّر في السرعة المتجهة من التغيّر في السرعة. ثم، يمكن حساب عجلة الجسم من المعادلة التالية.

**معادلة العجلة**

$$\text{العجلة (بالأمتار/ثانية}^2) = \frac{\text{التغيّر في السرعة المتجهة (بالأمتار/ثانية)}}{\text{الزمن (بالثواني)}}$$

$$a = \frac{v_f - v_i}{t}$$

في النظام الدولي للوحدات، تعبّر m/s عن وحدات السرعة المتجهة وs عن وحدات الزمن. ومن ثمّ فإنّ وحدة العجلة في النظام الدولي هي $m/s^2$. في بعض الحالات، ستكون نتيجة حساباتك عجلة سالبة. وتعني العلامة السالبة في الاتجاه المعاكس. على سبيل المثال، إنّ العجلة التي قدرها $-10\ m/s^2$ شمالًا مماثلة لـ $10\ m/s^2$ جنوبًا.

## تجربة مصغرة

### تحديد اتجاه العجلة

**الإجراء**

1. اقرأ الإجراء وحدّد المخاوف المتعلقة بالسلامة في هذه التجربة قبل بدء العمل.
2. ضع مقياس الماء بشكل مستوٍ على عربة مختبر مع تثبيت المقياس في المنتصف. اربط خيطًا بمقدمة العربة.
3. اسحب العربة للأمام، ولاحظ اتجاه حركة الفقاعة.
4. حرّك العربة بسرعة ثابتة ولاحظ اتجاه حركة الفقاعة.
5. قلّل سرعة العربة إلى نقطة توقف، ولاحظ اتجاه حركة الفقاعة.

**التحليل**

1. **اربط** بين حركة الفقاعة وعجلة العربة.
2. **توقّع** طريقة تحرّك الفقاعة إذا قمت بربط مؤخرة العربة بخيط وكررت التجربة في الاتجاه المعاكس. جرّب ذلك.

## 2 التدريس

### التعلم بالوسائل البصرية

**الشكل 16** راجع مع الطلاب التمثيل البياني في **الشكل 16**، ثم اطلب من أحد المتطوعين الرسم على لوحة التمثيل البياني للسرعة والزمن لسيارة تبدأ بسرعة 0 km/h، وتتسارع إلى 30 km/h خلال مدة زمنية تبلغ 2 min، وتسير بسرعة 30 km/h لمدة 10 min، ثم تستغرق 30 s لتتوقف. مص

■ **سؤال حول الشكل 16**

3.7–4.8 min ،0.5–1.5 min ،2–3 min، 5.3–6 min، قد تختلف تقديرات الطلاب قليلًا.

## تجربة مصغرة

**الهدف** سيلاحظ الطلاب اتجاه العجلة لعربة تزداد سرعتها ثم تسير بسرعة متجهة ثابتة ثم تتباطأ.

**المواد** شريط، ميزان ماء، عربة مختبر، سلسلة

**التحليل**

1. تتحرك الفقاعة في اتجاه العجلة. مع زيادة السرعة، يكون اتجاه العجلة إلى الأمام وتتحرك الفقاعة إلى الأمام؛ مع السرعة المتجهة الثابتة، تساوي العجلة صفرًا وتتمركز الفقاعة في المنتصف؛ مع التباطؤ، يكون اتجاه العجلة إلى الخلف وتتحرك الفقاعة إلى الخلف.
2. مع زيادة السرعة، يكون اتجاه العجلة إلى مؤخرة العربة وتتحرك الفقاعة نحو مؤخرة العربة؛ مع السرعة المتجهة الثابتة، تساوي العجلة صفرًا، وتتمركز الفقاعة في المنتصف؛ مع التباطؤ، يكون اتجاه العجلة إلى مقدمة العربة وتتحرك الفقاعة إلى مقدمة العربة.



## مناقشة

**العجلة** أخبر الطلاب بأنّ العجلة، شأنها شأن السرعة المتجهة، يمكن أن تكون ثابتة أو متغيّرة. كما يمكن قياس العجلة اللحظية وكذلك متوسط العجلة. واطلب من الطلاب إعطاء أمثلة على العجلة الثابتة والعجلة اللحظية ومتوسط العجلة. الإجابات المحتملة: العجلة الثابتة—السقوط الحر؛ العجلة اللحظية—عجلة سقوط صخرة بعد سقوطها لمدة 3 s؛ متوسط العجلة—السرعة المتجهة النهائية للصخرة الساقطة عند ارتطامها بالأرض مقسومة على الزمن الكلي لسقوطها. مص

## التدريس المتمايز

**تحدي** اطلب من الطلاب معرفة نوع المعلومات التي يمكن الحصول عليها عند إيجاد المساحة تحت التمثيل البياني للسرعة والزمن. واشرح لماذا قد يمثّل ذلك أداة مفيدة للعلماء. ثم قم بإنشاء تمثيل بياني للسرعة والزمن وأوجد المسافة التي قطعها الجسم. إنّ الخبة العددية للمساحة أسفل تمثيل بياني للسرعة والزمن هي المسافة التي قطعها الجسم. مص

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

## استراتيجية القراءة

**حوار مع قراءة النص** أثناء قراءة الطلاب **حساب العجلة**، اطلب منهم كتابة أسئلة أو أفكار للكاتب. على سبيل المثال، قد يسأل طالب الكاتب ما يلي: ما سبب أهمية معرفة هذه المفاهيم؟ أو قد يسألون: لماذا تقول بأنه يجب طرح السرعة المتجهة الأولية من السرعة المتجهة النهائية؟

## تطبيق

1. $a = (v_f - v_i)/t = (80\ m/s - 0\ m/s)$ شمالًا $/20\ s = 4\ m/s^2$ شمالًا
2. $v_f = at + v_i = 0.5\ m/s^2$ × جنوبًا $20s + 0\ m/s$ جنوبًا $= 10\ m/s$ جنوبًا
3. $t = (v_f - v_i)/a = (49\ m/s - 0\ m/s)/9.8\ m/s^2$ نحو الأسفل $= 5.0\ s$ نحو الأسفل

## عرض توضيحي سريع

### عجلة الكرة

**المواد** أنبوب بلاستيكي مرن وشفاف بطول 2 m تقريبًا، كرة يمكنها التدحرج بحرية عبر الأنبوب

**الزمن المقدر** 10 دقائق

**الإجراء** اطلب من طالبين الإمساك بالأنبوب على شكل U. وضع كرة في إحدى نهايتي الأنبوب. وضّح للطلاب أنّ الكرة تتحرك بعجلة في اتجاه تدحرجها نفسه أثناء انحدارها نحو الأسفل. وعند تدحرجها نحو الأعلى، تكون عجلتها في الاتجاه المعاكس لحركتها.

## نموذج المسألة 3

**حساب العجلة** يتحرك لوح تزلج بسرعة متجهة أولية قدرها 3 m/s غربًا ويصل لنقطة توقف في مدة 2 s. احسب عجلة لوح التزلج؟

**حدد المجهول:** العجلة، $a$

**اكتب قائمة بالقيم المعلومة:** السرعة المتجهة الأولية، $v_i = 3\ m/s$ غربًا
السرعة المتجهة النهائية، $v_f = 0\ m/s$ غربًا الزمن، $t = 2\ s$

**أعدّ المسألة:**
$$a = \frac{(v_f - v_i)}{t} = \frac{(0\ m/s - 3\ m/s)}{2\ s}$$ غربًا

**حل المسألة:**
$$a = \frac{(0\ m/s - 3\ m/s)}{2\ s} = -1.5\ m/s^2$$ غربًا
لدى العجلة علامة سالبة، وهذا يعني أنّه تم عكس الاتجاه.
$a = 1.5\ m/s^2$ شرقًا

**تحقق من صحة الإجابة:** تُعدّ العجلة التي قدرها $(1.5\ m/s^2)$ معقولة بالنسبة إلى لوح تزلج يستغرق 2 s لتقل سرعته من 3 m/s إلى 0 m/s. تكون العجلة في الاتجاه المعاكس للسرعة المتجهة، لذا تقل سرعة لوح التزلج كما توقعنا.

## تطبيق

1. جرى تشغيل طائرة و هي ساكنة، ثم تحركت بعجلة على مدرج المطار لمدة 20 s. وفي نهاية المدرج كانت سرعتها المتجهة 80 m/s شمالًا. احسب عجلتها؟
2. يبدأ دڑاج بوضعية السكون ثم يتحرك بعجلة بمعدل $0.5\ m/s^2$ جنوبًا لمدة 20 s. احسب السرعة المتجهة النهائية للدڑاج؟
3. **تحدي**، تم إسقاط كرة بعجلة قدرها $9.8\ m/s^2$ نحو الأسفل. اصطدمت بالأرض بسرعة متجهة قدرها 49 m/s لأسفل. احسب المدة التي استغرقتها الكرة حتى تسقط على الأرض؟

## الحركة في بُعدين

لقد تناولنا حتى الآن فقط الحركة في خط مستقيم. ولكن معظم الأجسام لا تقتصر حركتها على الخط المستقيم. تذكر أننا لا نستطيع إضافة قياسات ليست في نفس أو عكس الاتجاه. لذلك، سنقوم بمناقشة الحركة في كل اتجاه بشكل منفصل. على سبيل المثال، نفترض أنّ طالبًا سار لمسافة ثلاث وحدات سكنية شمالًا وأربع وحدات شرقًا. سيتم وصف الرحلة بهذه الطريقة: سار الطالب ثلاث وحدات سكنية شمالًا بسرعة 1 m/s ثم سار لأربع وحدات سكنية شرقًا بسرعة 2 m/s.

تذكّر أنّ الأجسام التي تغيّر اتجاهها تتحرّك بسرعة، بالنسبة إلى جسم يغيّر اتجاهه، لا تكون عجلته في الاتجاه نفسه أو في الاتجاه المعاكس كسرعته المتجهة. وهذا يعني أننا لا نستطيع استخدام معادلة العجلة. كما لا يمكن الجمع مباشرة بين العجلات غير الموجودة في الاتجاهات نفسها أو الاتجاهات المتعاكسة كما هو الحال مع الإزاحة والسرعة المتجهة.



## دعم محتوى المعلّم

**الشعور بالعجلة** في مجال الفضاء، يتم التعبير غالبًا عن العجلات التي يتعرض لها رواد الفضاء والطيارون على أنّها مضاعفات $g$، بحيث تبلغ العجلة، الناتجة عن الجاذبية $(g)$، التي تؤثر في جسم يسقط بحرية بالقرب من سطح الأرض حوالي $9.8\ m/s^2$. ويمكن أن تتسبب العجلات الرأسية التي تصل إلى مستويات منخفضة تبلغ 3 $g$ في فقدان الطيارين للوعي.

## على مستوى المقرّر ككلّ

صحة تعتمد معظم الرياضات على قدرة الأشخاص على إحداث تغيّرات سريعة في العجلة. اطلب من الطلاب معرفة بعض الأدوات المستخدمة في رياضات مختلفة لجعل العجلة أسهل. حواجز الانطلاق للعدائين والسباحين؛ أربطة الأحذية للعدائين ولاعبي كرة القدم العالمية والأميركية ولاعبي البيسبول؛ الأحذية ذات النعل المطاطي للاعبي كرة السلة؛ الملابس الخاصة لتقليل مقاومة الرياح لجميع المتسابقين

## استخدام الكلمات العلمية

**استخدام الكلمات** اطلب من الطلاب شرح الطريقة التي يصف بها تعريف كلمة مركزية عجلة كرة على سلسلة تقوم بأرجحتها حول رأسك. تعني كلمة مركزية «متحرك نحو المركز»، حيث يكون اتجاه عجلة الكرة نحو المركز.

**أصول الكلمة** اطلب من الطلاب البحث عن أصل كلمة مخذوف. إنّ كلمة مخذوف مشتقة من البادئة اللاتينية *pro-*، التي تعني «إلى الأمام»، والفعل اللاتيني *lacere*، الذي يعني «يرمي».

McGraw-Hill Education محقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة

**الحركة الدائرية** فكّر في الحركة الأفقية لحصان في دوامة الخيل كما يظهر **الشكل 17**. يتحرّك الحصان في مسار دائري، تظل سرعته ثابتة ولكنها تتعجل نظرًا إلى تغيّر اتجاه حركته. إن التغيّر في اتجاه السرعة المتجهة للحصان هو نحو مركز دوامة الخيل. أما السرعة المتجهة للحصان فتتعامد مع اتجاه العجلة الداخلية. تُسمى العجلة تجاه مركز مسار منحنٍ أو دائري **عجلة مركزية**. الأمر نفسه ينطبق على الأرض حيث أنها تتعرض لعجلة مركزية عندما تدور حول الشمس بمسار دائري تقريبًا.

التأكد من فهم النص **عرّف** مصطلح *العجلة المركزية*.

**الشكل 17** إن السرعة الأفقية للأحصنة في دوامة الخيل هذه ثابتة. ولكن الأحصنة تتحرك بعجلة لأن اتجاهها يتغيّر بشكل ثابت. تكون عجلة كل حصان تجاه مركز دوامة الخيل الدائرية.

**حركة المقذوفات** إذا قذفت كرة إلى شخص، فربما ستلاحظ أنّ الجسم الذي تم إلقاؤه لا ينتقل في خطوط مستقيمة. فهو ينحني نحو الأسفل. وهذا هو سبب قيام لاعبي خلف الوسط ولاعبي السهام المريشة والرماة باستهداف نقطة فوق أهدافهم. يُسمى ما يتم رميه أو قذفه في الهواء بالمقذوف. تتسبب الجاذبية الأرضية في أن تتحرك المقذوفات في مسار دائري.

**الحركة الأفقية والرأسية** عندما ترمي أو تقذف جسمًا، مثل الشريط المطاطي في **الشكل 18**، فإنّ القوة التي تبذلها يدك تعطي الجسم سرعة متجهة أفقية. على سبيل المثال، بعد تحرير الشريط المطاطي تصبح سرعته المتجهة الأفقية ثابتة. لا يتسارع الشريط المطاطي بشكل أفقي، في حال عدم وجود الجاذبية، لكان الشريط المطاطي قد تحرك بمحاذاة الخط المستقيم المنقّط الموضّح في **الشكل 18**.

مع ذلك، يتحرّك الجسم الذي تقل سرعته أيضًا بعجلة، وكذلك الجسم الذي يتغيّر اتجاهه. ويكون للشريط المطاطي سرعة متجهة عمودية متزايدة، وتكون نتيجة هاتين الحركتين انتقال الشريط المطاطي بشكل منحنٍ حتى وإن كانت حركاته الأفقية والرأسية مستقلتين تمامًا عن بعضهما البعض.

**المفردات**

**مفردات أكاديمية**

**الثابت constant**

لا يختلف أو يتغير مع مرور الوقت؛ يصعب الطنين الثابت للمروحة من الخلود في النوم.

**الشكل 18** يرى الطالب الشريط المطاطي بسرعة متجهة أفقية. تظل السرعة المتجهة الأفقية للشريط المطاطي ثابتة ولكن الجاذبية تتسبب في تعجل الشريط المطاطي نحو الأسفل. يتسبب مزيج هاتين الحركتين في تحرك الشريط المطاطي في مسار منحنٍ.



حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

## التدريس المتمايز

**تحدي** اطلب من الطلاب استخدام الرسوم التخطيطية والكتابة لشرح ما يلي: إذا تم إسقاط رصاصة من الارتفاع نفسه والزمن نفسه لإطلاق رصاصة ثانية أفقيًا، فسترتطمان بالأرض في الزمن نفسه. لهما السرعة الرأسية الأولية نفسها (0 m/s) والعجلة الرأسية نفسها ($9.8\ m/s^2$). أي من الرصاصتين سترتطم أولًا إذا تم إطلاق إحداهما بزاوية إلى أعلى في وقت إسقاط الرصاصة الثانية نفسه؟ سترتطم الرصاصة التي تم إسقاطها أولًا.

**الطلاب دون المستوى** تأكد من أنّ الطلاب يدركون أنّ تغيّر اتجاه جسم ما يكون نحو مركز الدائرة عندما يتحرك في دائرة. يمكن للطلاب توضيح ذلك عن طريق تحريك حجر على طول حافة دائرة كبيرة. وفي كل مرة يحركون فيها الحجر، يجب عليهم إمالته قليلًا ليتلاءم مع شكل الدائرة. فتوضّح هذه الإمالة التغيّر في الاتجاه.

## التأكد من فهم النص

إنّ العجلة المركزية هي العجلة نحو مركز مسار منحنٍ أو دائري.

## مختبر الاستقصاء

### المسافة وزاوية الانطلاق

**الهدف** سيصمم الطلاب تجربة لعرض آلية تأثر المسافة الأفقية المقطوعة بواسطة مقذوف وزاوية الانطلاق لها.

**الأدوات المحتملة** مسطرة مترية، منقلة، أشرطة مطاطية، ألواح بحجم 5 cm × 12 cm تقريبًا، مسامير، سدادة مطاطية صغيرة أو بندقية أسهم لعبة ذات فوهة مطاطية

**احتياطات السلامة** ارتدِ واقيًا للعين ونبّه الطلاب لتجنب التصويب بعضهم تجاه بعض أو تجاه أي شيء قابل للكسر.

**الزمن المقدر** 45 دقيقة

**الإجراء المحتمل**

1. اطلب من الطلاب إنشاء مقلاع باستخدام اللوحة والمسامير والشريط المطاطي لإطلاق السدادة المطاطية (أو استخدام بندقية الأسهم).
2. أطلق السدادة المطاطية بزوايا مختلفة من الارتفاع نفسه. وحافظ على قوة الإطلاق نفسها.
3. قم بقياس المسافة الأفقية التي قطعها المقذوف في كل زاوية.
4. مثّل النتائج على تمثيل بياني للزاوية مقابل المسافة.
5. استدل على الزوايا التي تعطي أكبر مسافة أفقية.

**استراتيجيات التدريس** يجب أن يكتشف الطلاب أنّ الزوايا المتتامة تعطي المسافة الأفقية نفسها.

### بعد القراءة

**البحث الموسع** اطلب من الطلاب إجراء بحث عن تصميم قطار الملاهي. واطلب منهم إعداد ملصق أو تقرير مكتوب يشرح طريقة ارتباط التصميم بالعجلة. اقترح أن يستخدموا معلومات التصميم من قطارات الملاهي الموجودة لدعم أفكارهم.

## التعلم بالوسائل البصرية

**الشكل 19** وضّح أنّ تباعد الكرات بالنسبة إلى الوضع الأفقي متطابق. ما يوضّح أنّ الكرات لها العجلة الرأسية نفسها. وتكون العجلات الأفقية والرأسية منفصلة.

# 3 التقويم

## التأكد من الفهم

**حركي** اطلب من الطلاب العمل في مجموعات لإنشاء ملصقات توضّح العجلة التي تواجهها كرة تنس أثناء سقوطها وارتدادها. إذا كان السقوط إلى أسفل هو الاتجاه الموجب، فستكون عجلة الكرة موجبة عند سقوطها وارتدادها إلى أعلى. وعند ملامسة الكرة للأرض، تكون عجلتها سالبة. أ ع التعلم التعاوني

## إعادة التدريس

**أنواع العجلة** اطلب من الطلاب توضيح ثلاث طرق للتسارع أثناء السير. زيادة السرعة، الإبطاء، تغيير الاتجاه أ ع

**التقويم**

**العملية** فكر في طريقة تأثُر الحركة بعجلة الجاذبية. تبلغ عجلة الجاذبية على المريخ خمسي نظيرتها على الأرض. إذا كان الماء موجودًا على سطح المريخ، هل يسقط من شلال أسرع أم أبطأ أم بالسرعة نفسها؟ يسقط أبطأ أ ع

**الشكل 19** لدى كل من الكرة التي تم إسقاطها والتي تم رميها في هذا التصوير متعدد الفلاش العجلة لأسفل نفسها.

**الرمي والإسقاط** إذا رميت كرة بأقصى قوة تستطيعها في اتجاه أفقي تمامًا. فهل ستستغرق وقتًا أطول حتى تصل إلى الأرض مما إذا كنت أسقطتها من الارتفاع نفسه؟ من المثير للدهشة أنّ الزمن لن يختلف. ستصطدم كلّ من الكرة التي رميتها والتي أسقطتها بالأرض في الزمن نفسه. تقطع كلتا الكرتين في **الشكل 19** المسافة الأفقية نفسها في فترة زمنية مماثلة. مع ذلك، تتحرك الكرة التي تم رميها أفقيًا لمسافة أطول من الكرة التي تم إسقاطها.

**عجلة مدينة الملاهي** قد تشعر بالخطر عند ركوبك للعربات الأفعوانية في مدينة الملاهي. ولكن هذه الألعاب مصممة لتكون آمنة. يستخدم المهندسون قوانين الفيزياء لتصميم ألعاب مدينة الملاهي لتجعلها مثيرة وغير ضارة. تتم صناعة العربات الأفعوانية من الصلب أو الخشب. ونظرًا إلى أنّ الخشب ليس بقوة الصلب، فلا يكون للعربات الأفعوانية الخشبية هياكل عالية ومنحدرة مثل التي في العربات الأفعوانية المصنوعة من الصلب.

يتم انتاج أعلى السرعات والعجلات عادةً على العربات الأفعوانية المصنوعة من الصلب. فضلًا عن ذلك، يمكن للعربات الأفعوانية المصنوعة من الصلب هبوط المنحدرات الحادة أو الحركة في حلقات دائرية مقلوبة لعدة مرات مما يعطي الراكب عجلات كبيرة. عندما يهبط الركاب منحدرًا حادًا أو يتحركون في حلقات دائرية مقلوبة، سيتسارعون بإتجاه الأرض نتيجة الجاذبية. وعندما يتحرك الركاب حول المنعطفات الحادة، فإنهم يتسارعون أيضًا. تؤدي هذه العجلة إلى جعلهم يشعرون وكأنّ القوة تدفعهم إلى جانب العربة.

## القسم 3 مراجعة

**ملخص القسم**

- إنّ العجلة هي معدل تغيّر السرعة المتجهة.
- تزداد سرعة الجسم إذا كانت العجلة في اتجاه السرعة المتجهة نفسها.
- تقل سرعة الجسم إذا كانت عجلة الجسم وسرعته المتجهة في اتجاهين متعاكسين.
- إذا تحرك جسم في خط مستقيم، فيساوي مقدار التغيّر في السرعة المتجهة السرعة النهائية مطروحًا منها السرعة الأولية.
- تُسمى العجلة تجاه مركز مسار منحنٍ أو دائري عجلة مركزية.

1. مفردات **صف** عجلة دراجتك وأنت تقودها من منزلك إلى المتجر.
2. **حدّد** التغيّر في السرعة المتجهة لسيارة يتم تشغيلها وهي ساكنة وسرعتها المتجهة النهائية هي 20 m/s شمالًا.
3. **صف** حركة جسم عجلته 0 $m/s^2$.
4. **التفكير الناقد** افترض أنّ سيارة تتحرّك بعجلة بحيث تزداد سرعتها. أولًا، صف الخط الذي سترسمه على التمثيل البياني للسرعة والزمن لحركة السيارة. ثم صف الخط الذي سترسمه على التمثيل البياني للمسافة والزمن.

**تطبيق مفاهيم رياضية**

5. **حساب الزمن** سقطت كرة من منحدر ولها عجلة قدرها 9.8 $m/s^2$. ما المدة الذي ستستغرقها الكرة لتصل إلى سرعة 24.5 m/s؟
6. **حساب السرعة** يتخطى عدّاء وحدات البداية بعجلة قدرها 4.5 $m/s^2$. احتساب سرعة العدّاء بعد 2 s؟



## القسم 3 مراجعة

1. تزداد سرعة دراجتك عند بدء رحلتك؛ وتقيّر من سرعتها واتجاهها خلال الرحلة؛ وتتباطأ بينما تتوقف عند المتجر.
2. التغيّر في السرعة المتجهة = 20 m/s شمالًا
3. لها سرعة متجهة ثابتة. بمعنى، أنها تتحرك في خط مستقيم بسرعة ثابتة أو أنها في وضع السكون.
4. يمكن أن يكون ميل الخط الموجود على التمثيل البياني للسرعة والزمن موجبًا (مائلًا إلى الأعلى)، وقد لا يكون الخط الموجود على التمثيل البياني للمسافة والزمن خطًا مستقيمًا. بل منحنى متجهًا إلى الأعلى

**تطبيق مفاهيم رياضية**

5. $t = (v_f - v_i) / a$
نحو الأسفل $= (5.42\ m - 0\ m/s) / 9.8\ m/s^2$
نحو الأسفل $= 2.5\ s$
6. $v_f = at + v_i = 4.5\ m/s^2 \times 2\ s + 0\ m/s = 9\ m/s$

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

# التجارب التمثيلات البيانية للحركة

## الأهداف

- **يقيس** موقع جسم متحرّك.
- **ينشىء** تمثيل بياني للمسافة والزمن.
- **يستخدم** تمثيل بياني للمسافة والزمن لشرح طريقة تغيّر الجسم من سرعته.

**الخلفية:** **تم تجهيز السيارات بعداد سرعة يتيح للسائق مراقبة سرعة السيارة، إلا أنّ السيارات اللعب لا تحتوي على عدادات سرعة. كيف يمكنك تحديد سرعة سيارة لعبة؟ في هذا النشاط، ستمثّل حركة سيارة لعبة بيانيًا. سيتيح لك التمثيل البياني للمسافة والزمن تحديد ما إذا كانت السيارة اللعبة تُسرع أو تتباطأ أو تتحرك بسرعة ثابتة.**

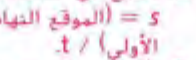
**السؤال:** كيف يتم تمثيل السرعة المتغيّرة لجسم على التمثيل البياني للمسافة والزمن؟

## التحضير

### المواد

كاميرا تصوير فيديو
سيارة لعبة بزنبرك
عصا مترية

### احتياطات السلامة



## الإجراء

1. اقرأ الإجراء وحدّد المخاوف المتعلقة بالسلامة في هذه التجربة قبل بدء العمل.
2. أنشئ جدول بيانات لتسجيل موقع السيارة اللعبة وسرعتها كل 0.1 s.
3. حدّد خط بداية على طاولة المختبر أو السطح الذي يوصي به معلمك.
4. ضع عصا مترية في موازاة المسار الذي ستسلكه السيارة اللعبة. دع أحد أعضاء فريقك أن يكون مستعدًا لتشغيل الكاميرا.
5. ضع السيارة اللعبة على خط البداية.
6. استخدم الكاميرا لتسجيل مقطع فيديو لحركة السيارة اللعبة.

7. اضبط الكاميرا لتشغيل مقاطع الفيديو الواحد تلو الآخر. أعد تشغيل الفيديو لمدة 0.5 s، مع إيقافه لأخذ قياس كل 0.1 s.
8. حدّد موقع السيارة اللعبة لكل فاصل زمني مقداره 0.1 s عن طريق قراءة العصا المترية في الفيديو. سجّل قراءاتك في جدول البيانات.

## استنتج وطبّق

1. **ارسم** تمثيلًا بيانيًا للمسافة والزمن للسيارة اللعبة مستخدمًا البيانات التي جمعتها.
2. **احسب** سرعة السيارة اللعبة لكل فاصل زمني.
3. **رتّب** السرعات لكل فاصل زمني قدره 0.1 s. استخدم التمثيل البياني لتمثل أكبر سرعة بالرقم 1 وأبطأ سرعة بالرقم 5.
4. **حدّد** متى تزداد سرعة السيارة اللعبة ومتى تقل ومتى تظل ثابتة. (تلميح: كيف يتغيّر ميل المستقيم بين المواصل الزمنية؟)
5. **استدلّ** كيف يمكنك استخدام التمثيل البياني للمسافة والزمن للتحقق من أنّ عداد سرعة السيارة يعمل.

## شارك

### بياناتك

**قارن** بين التمثيل البياني الذي أنشأته وذلك الذي أنشأه كلّ من زملائك. ناقش الأسباب الممكنة لاختلاف هذه التمثيلات البيانية.



## نموذج جدول البيانات

| الزمن (s) | موقع السيارة اللعبة (cm) | سرعة السيارة اللعبة (cm/s) |
|---|---|---|
| 0.0 | 11 | |
| 0.1 | 13 | 20 cm/s |
| 0.2 | 14 | 10 cm/s |
| 0.3 | 16 | 20 cm/s |
| 0.4 | 18 | 20 cm/s |
| 0.5 | 19 | 10 cm/s |

## شارك

### بياناتك

الإجابات المحتملة: الاختلافات في السيارات اللعبة، وفي مدة لف الزنبرك قبل إطلاقها

# التجارب

## التحضير

**الهدف** سيقوم الطلاب بإنشاء تمثيل بياني للمسافة والزمن لحركة السيارة اللعبة.

**المهارات العملية** الوصف والقياس باستخدام وحدات النظام الدولي وجمع وتنظيم البيانات والتلخيص ووضع الفرضيات

**الزمن المطلوب** 45 min

**المواد البديلة** يمكن استخدام ألعاب مختلفة ذات زنبرك. ويمكن أيضًا استخدام فيديو لطالب يسير. كما يمكنك استخدام كاميرا فيديو أو كاميرا رقمية أو ساعة توقيت أو العين المجردة.

## الإجراء

**استراتيجيات التدريس** قبل بدء الصف الدراسي، راجع دليل تعليمات الكاميرا لتحديد معدل إطارات الكاميرا.

## استنتج وطبّق

1. تحقق من عمل الطلاب. يجب أن يكون الزمن على المحور *x* والمسافة على المحور *y*.
2. تحقق من استخدام الطلاب للصيغة *s* = (الموقع النهائي − الموقع الأولي) / *t*.
3. تأكد من قيام الطلاب بترتيب السرعات بشكل صحيح.
4. تزداد سرعة السيارة اللعبة عندما يصبح الخط على التمثيل البياني أكثر انحدارًا، وتقل عندما يصبح الخط أقل انحدارًا. وتكون ثابتة في حالة ثبات ميل المستقيم.
5. إذا قمت بتصوير سيارة أثناء سيرها بسرعة متجهة ثابتة موازية لحائط، فيمكنك ملاحظة التغيّر في موقعها وإنشاء تمثيل بياني للمسافة والزمن. يجب أن يكون ميل المستقيم مساويًا للقراءة الموجودة على عداد السرعة.

### التقويم

**شفهيًا** اطلب من الطلاب سرد التمثيل البياني بصوت مرتفع، بما في ذلك معلومات عن الموقع والسرعة والعجلة.

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

# التجارب

## التحضير

**الهدف** سيلاحظ الطلاب تأثيرات الكتلة والسرعة المتجهة على زخم الأجسام المتحركة.

**المهارات العملية** الملاحظة والقياس والمقارنة واستخدام الأرقام واستخدام علاقة المساحة/الزمن، والتسلسل وإدراك السبب والنتيجة والاستدلال

**الزمن المطلوب** 45 دقيقة

**المواد البديلة**

- يمكن استخدام أي نوع من الكرات الرياضية.
- إذا لم يتوفر قاع، فضع العصي المترية على جوانبها لإنشاء حاجز للمحافظة على دحرجة الكرات في خط مستقيم.

**احتياطات السلامة** نبّه الطلاب إلى عدم رمي الكرات أثناء النشاط واطلب منهم دحرجة كرة البيسبول عندما لا يكون الطلاب الآخرين في مسار الكرة.

# التجارب زخم تصادم الأجسام

### الأهداف

- **لاحظ واحسب** زخم الكرات المختلفة.
- **قارن** نتائج التصادم التي تشتمل على كميات مختلفة من الزخم.

**الخلفية:** **في لعبة البولينج، يُعدّ زخم الكرة مهمًا جدًّا، حيث ينبغي للاعب البولنغ التأكد من أنّ الكرة ستستهدف القطع الخشبية ولا تنجرف نحو المجرى الجانبي. يُعدّ مقدار الزخم مهمًا أيضًا. إذا كان الزخم ضئيلًا جدًا، فإنّ الكرة ستُسقِط القليل من القطع الخشبية.**

**السؤال:** كيف يمكن أن تؤثر الكتلة والسرعة المتجهة لجسم متحرك في الزخم؟

### التحضير

**المواد**

عصا مترية
كرة لينة
كرة تنس
شريط لاصق
القاع
ساعة توقيت
كرة مضرب
كرة البيسبول
الميزان

### احتياطات السلامة

### الإجراء

1. اقرأ الإجراء وحدّد المخاوف المتعلقة بالسلامة في هذه التجربة قبل بدء العمل.
2. انسخ جدول البيانات.
3. استخدم الميزان لقياس كتلة كلٍ من كرة المضرب والتنس والبيسبول. سجّل هذه الكتل في جدول البيانات.
4. قِسْ مسافة 2 m على الأرض وضع علامة عند أولها وآخرها باستخدام قطعتين من الشريط اللاصق. حدّد المجرى بحيث يبدأ عند أحد خطي الشريط اللاصق ويمتد مسافة متر تقريبًا خلف الخط الآخر من الشريط.
5. ضع الكرة اللينة في المجرى على قطعة اللاصق. ابدأ من قطعة اللاصق الأخرى، ودحرج كرة المضرب ببطء بمحاذاة المجرى باتجاه الكرة اللينة.

### تجربة استقصائية بديلة

**الزخم** زوّد الطلاب بالمواد المطلوبة لهذه التجارب، واطلب منهم البحث عن طريقة لإعطاء كل كرة الزخم نفسه. واجعلهم يصممون جدول بيانات وطريقة لاختبار متى يتساوى زخم كل كرة مع الكرات الأخرى.

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

# التجارب

## الإجراء

### استراتيجيات التدريس

- اطلب من الطلاب التدرب على دحرجة الكرات بسرعات مختلفة ودحرجة الكرات باتجاه الكرة اللينة.
- قم بإخلاء مساحة من الأرض في الحجرة أو خذ الطلاب خارجًا لتوفير مساحة كافية لكل مجموعة.
- ذكّر الطلاب بأنّ السرعة المتجهة والزخم لهما اتجاه. واجعل الطلاب يفكرون في طريقة تحديد الاتجاه. يمكن للطلاب استخدام كلمات لها علاقة بالاتجاه مثل إلى الأمام أو اليمين أو اليسار.

### النتائج المتوقعة

- سيكون للسرعة المتجهة العالية لكرة البيسبول الزخم الأكبر وسيكون للسرعة المتجهة المنخفضة لكرة المضرب الزخم الأقل.
- إنّ كتل الكرات هي: كرة المضرب 0.04 kg-؛ كرة التنس 0.06 kg-؛ كرة البيسبول 0.14 kg-.

## حلّل بياناتك

1. يجب أن تشير حسابات الزخم إلى أنّ الزخم يزداد عند زيادة الكتلة أو السرعة المتجهة.
2. يجب أن يكون للتمثيل البياني ميل إيجابي (ميل إلى أعلى).

## استنتج وطبّق

1. يجب أن يوضّح التمثيل البياني أنّه كلما زاد زخم تصادم الكرة، ازدادت المسافة التي تتحركها الكرة اللينة.
2. تؤدي زيادة الكتلة أو السرعة المتجهة إلى زيادة الزخم.
3. لكرات البولينج كتل كبيرة لذا يكون لها زخم كافٍ لإسقاط القطع الخشبية. وإذا مارست لعبة البولينج باستخدام كرة تنس، فعلى الأرجح لن تسقط القطع الخشبية.
4. لا. إذا تمت دحرجة الكرة برفق، فلن يكون لها زخم كافٍ لإسقاط القطع الخشبية.

**جدول البيانات**

| الإجراء | الزمن | السرعة المتجهة | الكتلة | الزخم | المسافة التي قطعتها الكرة اللينة |
|---|---|---|---|---|---|
| تدحرجت كرة المضرب ببطء | | | | | |
| تدحرجت كرة المضرب بسرعة | | | | | |
| تدحرجت كرة التنس ببطء | | | | | |
| تدحرجت كرة التنس بسرعة | | | | | |
| تدحرجت كرة البيسبول ببطء | | | | | |
| تدحرجت كرة البيسبول بسرعة | | | | | |

6. استخدم ساعة توقيت لتحديد الفترة الزمنية التي استغرقتها كرة المضرب لتتدحرج مسافة 2 m وتصطدم بالكرة اللينة. سجّل هذه الفترة الزمنية في جدول البيانات.
7. قِس وسجّل المسافة التي تحركتها الكرة اللينة.
8. كرّر الخطوات من 7-5، مع دحرجة كرة المضرب بسرعة.
9. كرّر الخطوات من 7-5، مع دحرجة كرة التنس ببطء ثم بسرعة.
10. كرّر الخطوات من 7-5، مع دحرجة كرة البيسبول ببطء ثم بسرعة.

## حلّل بياناتك

1. **احسب** زخم الكرة المتدحرجة في كل محاولة باستخدام الصيغة $p = mv$. سجّل حساباتك في جدول البيانات.
2. **مثّل بيانيًا** العلاقة بين زخم كل كرة والمسافة التي قطعتها الكرة اللينة. ينبغي أن يكون محور *x* هو الزخم (kg·m/s)، ومحور *y* هو المسافة (m).

## استنتج وطبّق

1. **استدلّ** من التمثيل البياني كيف أنّ المسافة التي قطعتها الكرة اللينة بعد كل تصادم تعتمد على زخم الكرة التي اصطدمت بها.
2. **صِف** كيف تؤثر كتلة جسم وسرعته المتجهة في كمية الزخم الخاصة به؟
3. **اشرح** لماذا كتلة كرة البولينج كبيرة جدًا؟ ما الذي يحدث إذا حاولت لعب البولينج باستخدام كرة تنس؟ اشرح.
4. **استدلّ** عندما تلعب البولينج، هل ينبغي أن تدحرج الكرة برفق؟ اشرح.

## شارك

### بياناتك

**أنشئ تمثيلًا بيانيًا** بنشاء كل تلميذ في الصف تمثيلًا بيانيًا للزخم والمسافة مستخدمًا البيانات التي جمعها. يناقش كل تلميذ أوجه التشابه وأوجه الاختلاف بين التمثيل البياني خاصته وذلك الذي أنشأه كلّ من زملائه. ناقش أوجه الشبه والاختلاف بين هذا التمثيل البياني وبين التمثيلات البيانية الأخرى التي قامت بها المجموعات الفردية.



## التقويم

**شفهيًا** اطلب من الطلاب توقع طريقة تأثير أنواع الكرات الأخرى في المسافة التي تتحركها الكرة اللينة إذا تم دحرجتها برفق. ويجب أن يستدل الطلاب أنّ الكرات الأضخم تُحرك الكرة اللينة لمسافة أبعد.

## شارك

### بياناتك

يجب أن يوضّح التمثيل البياني للصف الدراسي أنّ الزيادة في الزخم تؤدي إلى انتقال الكرة اللينة لمسافة أبعد. وقد يكون الاتجاه أكثر وضوحًا نظرًا إلى توفر المزيد من البيانات.

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

الوحدة 18 • التجارب 525

## الهدف

سيتعرف الطلاب على المركّبات البرية ذاتية التحكم وسيتحققون من أسباب تطوير هذه المركّبات والتقنيات والمفاهيم التي تحكم وظائفها والتأثيرات المحتملة لاستخدامها في طرق المدينة.

## خلفية عن المحتوى

تُعدّ بعض التقنيات المساعدة للسائق والمتوفرة حاليًا نقاط انطلاق نحو السيارات ذاتية التحكم الكلي. وتُنبِّه إنذارات الرؤية الخلفية السائقين إلى وجود عوائق خلف السيارة أثناء رجوع السيارة إلى الخلف. يمكن لأنظمة توجيه الوقوف إيقاف السيارة بدون مساعدة من السائق. كما تعمل أنظمة التحكّم بالجر على تنشيط المكابح أو تقليل الخانق لاستعادة الجر إذا بدأت العجلات في الدوران. سيعمل نظام تحذير الخروج من الحارة على تحذير السائق إذا بدأت المركبة في الخروج من الحارة ما لم يتم تنشيط إشارة الانعطاف في هذا الاتجاه.

## استراتيجيات التدريس

- قدّم المقالة بأن تجعل الطلاب يقومون بعصف ذهني للتغييرات في الحركة التي يمكن أن تحدث عند البدء في قيادة السيارة.
- اجعل الطلاب يحددون الإجراء الذي على السائق اتخاذه لجعل كلٍ من هذه التغييرات في وضع حركة. واسأل الطلاب ما إذا كان على السائق اتخاذ قرارات للقيام بهذه الإجراءات. هل يُعدّ الزمن عاملًا مهمًا في اتخاذ هذه القرارات؟ هل تُعدّ خبرة السائق وثقته عاملًا مهمًا في اتخاذ أيٍ من هذه القرارات؟
- اجعل الطلاب يفكرون في أنواع المعلومات التي جمعها السائق والعمليات اللازمة لاتخاذ قرارات القيادة (مثل أضواء التوقف وعلامات تحديد السرعة والضباب وكثافة الحركة المرورية المحيطة وما إلى ذلك).
- اسأل الطلاب ما إذا كان من الممكن برأيهم تصميم سيارة يمكنها جمع تلك المعلومات واتخاذ القرارات المناسبة ذاتيًا بدون سائق؟ واذكر المهام التي يجب أن تكون السيارة قادرة على القيام بها تلقائيًا؟

# في الحقل نفسه بدون سائق؟ بدون خوف!

تواجه السيارة التي تعمل بالديزل والملحقة بستانلي مهمة صعبة ألا وهي القيادة لما يزيد على 200 km في عرض صحراء موهافي في مدة تقل عن عشر ساعات قاطعةً أنفاقًا ضيقة وعشرات المنعطفات الحادة، هذا مع مرورها بالتفافات حول ممرات جبلية يتخللها وجود منحدرات حادة على الجانبين. ما التحدي الحقيقي؟ ليس مسموحًا لستانلي، الموضّحة في **الشكل 1**، بأن يكون لها سائق.

**التحدي الكبير** في العام 2005، أعلنت وكالة مشاريع البحوث المتطورة الدفاعية نيتها المشاركة في التحدي الكبير والذي تمثل بالمسابقة التي فازت بها ستانلي وفريق سباق ستانفورد. كانت المسابقة جزءًا من الجهود المستمرة لتطوير المركبات البرية ذاتية التحكم، وهي المركبات التي تسير وتتنقل بدون تحكم عن بعد أو بدون سائق. ويساعد استخدام المركبات ذاتية التحكم في حالات القتال على بقاء الجنود خارج ساحة المعركة وبالتالي حماية الأرواح.

**الفيزياء خلف عجلة القيادة** كيف يمكن لسيارة أن تقود نفسها؟ للقيادة بأمان، يترتب عليها تفسير البيئة المحيطة بها، تقييم موقعها بالنسبة إلى المكان الذي تقصده، عبور العوائق، وأخيرًا التحكم بسرعتها واتجاه حركتها. ترتد أشعة الضوء المنبعثة من الليزر، بالإضافة إلى موجات الراديو المنبعثة من وحدة الرادار، عن الأجسام المحيطة والمعالم الجغرافية. إن الأوقات التي تستغرقها هذه الإرتدادات، تساعد في تحديد المسافات بين السيارة والأجسام المحيطة بها. كما تساعد في تقييم التغييرات التي تطرأ على موقع السيارة والطرق التي تسير بها.

يمكن الحصول على بيانات إضافية عن موقع السيارة من خلال استخدام نظام تحديد المواقع العالمي (GPS) والمستشعرات التي تقيس الدوران المحوري لعجلة السيارة واتجاه حركتها. يجمع الكمبيوتر المتطور في ستانلي كل البيانات الواردة ويقارنها بخريطة للطريق التي تسلكها السيارة، ليجري تعديلات في اتجاه المقود ودواسة المكابح ودواسة السرعة.

**الشكل 1** ستانلي، المركبة ذاتية التحكم التي صممها فريق من جامعة ستانفورد والفائزة بالتحدي DARPA Grand Challenge لعام 2005.

**التخلص من القيادة الخطرة** هل هذه التقنية معقدة في الحياة المدنية؟ يواجه السائقون العديد من أسباب التشتت. تساهم عوامل مثل استخدام الهاتف الخلوي وزحمات السير غير المتوقعة في آلاف من حوادث المرور سنويًا. ولكن السيارات ذاتية التحكم لن تتعرض للتشتت وتستطيع إيجاد مسار سريع والقيام بتعديلات على السرعة وتقليل الحوادث.

أثبت المشاركون في تحدي DARPA Urban Challenge لعام 2007 أنّ السيارات ذاتية التحكم يمكن استخدامها في طرق المدينة، يتطلب هذا التنافس القيام بمناورات معقّدة مثل اندماجها في حركة المرور ومواقف السيارات وإشارات السير والإلتفاف حول عوائق الطريق غير المتوقعة. في النهاية، يمكن لسيارات مثل ستانلي إنقاذ الأرواح في ميدان القتال وفي مجتمعاتنا.

**صمم إعلانًا** قم بعصف ذهني لتحديد المزايا المتوقعة لاستخدام السيارات ذاتية التحكّم في طرق المدينة. استخدم الأفكار التي توصلت إليها لتصمم ملصقًا تعلن فيه عن خدمات السيارة ذاتية التحكم. شارك زملاء صفك هذا الملصق.



## النتائج المتوقعة

قد تشمل أفكار الطلاب تقليل الحوادث، والاستفادة القصوى من وقت الذهاب والعودة للسائقين، وتمكين الأفراد غير القادرين على القيادة من الوصول إلى وجهاتهم في سيارة بشكل مستقل، وتقليل الاختناق المروري، وتقليل ونقل باحات الوقوف بعيدًا عن أماكن التسوق. وستعكس الملصقات الإعلانية أفكار الطالب.

# الوحدة 18 دليل الدراسة

الفكرة الرئيسة **تحدث الحركة عندما يغيّر جسم موقعه.**

## القسم 1 وصف الحركة

| | |
|---|---|
| الإزاحة | displacement |
| الحركة | motion |
| السرعة | speed |

الفكرة الرئيسة **يصف الموقع مكان الجسم وتصف السرعة مدى حركة هذا الجسم.**

- تحدث الحركة عندما يغيّر الجسم موقعه بالنسبة إلى نقطة مرجعية.
- إزاحة جسم هي المسافة الناتجة عن تغيير موقع هذا الجسم بدءً من نقطة بداية هذا التغير، بالإضافة إلى الإتجاه الذي اعتمد خلال تغيير هذا الموقع
- إنّ السرعة هي المعدل الذي يتغيّر فيه موقع الجسم.
- في التمثيل البياني للمسافة والزمن، يمثل الزمن المحور $x$ وتمثل المسافة المحور $y$.
- يمثّل ميل الخط المرسوم على التمثيل البياني للمسافة والزمن هو السرعة.

## القسم 2 السرعة المتجهة والزخم

| | |
|---|---|
| الزخم | momentum |
| السرعة المتجهة | velocity |

الفكرة الرئيسة **تصف السرعة المتجهة لجسم سرعته واتجاه حركته.**

- تتضمن السرعة المتجهة لجسم سرعته واتجاه حركته بالنسبة إلى نقطة مرجعية.
- يتم وصف حركة الجسم بالنسبة إلى نقطة مرجعية.
- زخم الجسم هو ناتج ضرب كتلته بسرعته المتجهة: $p = mv$.

## القسم 3 العجلة

| | |
|---|---|
| العجلة (التسارع) | acceleration |
| العجلة المركزية | centripetal acceleration |

الفكرة الرئيسة **تصف العجلة تغيُّر السرعة المتجهة لجسم مع الزمن.**

- إنّ العجلة هي معدل تغيّر السرعة المتجهة.
- تزداد سرعة الجسم إذا كانت العجلة في اتجاه السرعة المتجهة نفسها.
- تتناقص سرعة الجسم إذا كانت عجلة الجسم وسرعته المتجهة في اتجاهين متعاكسين.
- عندما يتحرك جسم في خط مستقيم، يساوي مقدار التغير في سرعته المتجهة، سرعته النهائية مطروحًا منها السرعة الأولية.
- تُسمى العجلة تجاه مركز مسار منحنٍ أو دائري عجلة مركزية.



حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

الوحدة 18 • دليل الدراسة 527

# الوحدة 18 مراجعة

## استخدام المفردات

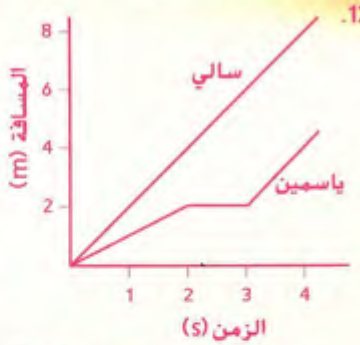
1. ينص كلاهما على طريقة تغيّر المسافة مع مرور الزمن. وتشتمل السرعة المتجهة على الاتجاه.
3. تحدث الحركة عندما يغيّر جسم موقعه. وتصف الإزاحة مسافة واتجاه تغيير جسم لموقعه.
3. يصف كلا المصطلحين حركة جسم. فالسرعة المتجهة هي سرعة واتجاه حركة الجسم. والزخم هو السرعة المتجهة للجسم مضروبة في كتلته.
4. إنّ السرعة المتجهة هي سرعة واتجاه حركة جسم. والعجلة هي طريقة تغيّر السرعة المتجهة مع مرور الزمن.

## التأكد من المفاهيم

5. A
6. C
7. B
8. A
9. A
10. C
11. A

## تفسير المخططات

12.




إنّ متوسط سرعة سالي هي 2 m/s. ومتوسط سرعة ياسمين هي 1 m/s. تتوقف ياسمين لفترة زمنية قصيرة من 2-3 s. فتصبح سرعتها متساوية في الفاصل الزمني 3-4 s.



الوحدة 18 مراجعة

## استخدام المفردات

قارن وقابل بين أزواج المصطلحات التالية.

1. السرعة—السرعة المتجهة
2. الحركة—الإزاحة
3. السرعة المتجهة—الزخم
4. العجلة—السرعة المتجهة

## التأكد من المفاهيم

5. ماذا يسمى ناتج قسمة المسافة الإجمالية المقطوعة على الزمن الإجمالي المستغرق خلال قطع هذه المسافة؟
   A) السرعة المتوسطة
   B) السرعة الثابتة
   C) السرعة المتغيّرة
   D) السرعة اللحظية

6. أي مما يلي يُعتبر النظام الدولي لوحدة العجلة؟
   A) $s/km^2$ C) $m/s^2$
   B) km/h D) cm/s

7. أي مما يلي لا يُستخدم في حساب العجلة؟
   A) السرعة المتجهة الأولية
   B) السرعة المتوسطة
   C) الفاصل الزمني
   D) السرعة المتجهة النهائية

8. لدى كلٍّ من السيارة والدرّاجة والفأر والخنفساء السرعة المتجهة نفسها. أي من التالي له الزخم الأكبر؟
   A) السيارة
   B) الدراجة
   C) الفأر
   D) الخنفساء

9. أي من الحالات التالية لا تتعجّل فيها السيارة؟
   A) عندما تتحرّك بسرعة 80 km/h على طريق سريع مستوٍ مستقيم.
   B) عندما تبطئ سرعتها 80 km/h إلى 35 km/h.
   C) عندما تنعطف.
   D) عندما تزداد سرعتها من 35 km/h إلى 80 km/h.

10. كيف تُعرَّف السرعة؟
    A) العجلة/الزمن
    B) التغيّر في السرعة المتجهة/الزمن
    C) المسافة/الزمن
    D) الإزاحة/الزمن

11. أي مما يلي يصف سبب تحرك الفذيفة في مسار منحنٍ؟
    A) لها سرعة متجهة أفقية ثابتة وعجلة رأسية.
    B) لها عجلة أفقية وسرعة متجهة رأسية ثابتة.
    C) لها زخم أفقي وسرعة متجهة رأسية ثابتة.
    D) لها عجلة أفقية وزخم رأسي.

## تفسير المخططات

استخدم الجدول أدناه للإجابة عن السؤال 12.

| المسافة والزمن للعدّائين | | | | |
|---|---|---|---|---|
| الزمن (s) | 1 | 2 | 3 | 4 |
| مسافة سالي (m) | 2 | 4 | 6 | 8 |
| مسافة ياسمين (m) | 1 | 2 | 2 | 4 |

12. أنشئ تمثيلًا بيانيًا للمسافة والزمن يوضّح حركة كلا العدّاءَين. احسب متوسط سرعة كل عدّاء؟ أي من العدّائين سيقف لفترة قصيرة؟ عند أي من الفواصل الزمنية سيكون لهما السرعة نفسها؟



McGraw-Hill Education © محفوظة لصالح مؤسسة حقوق الطبع والتأليف

13. **الموضوع المحوري** انسخ خريطة مفاهيم الحركة هذه وأكملها.

## التفكير الناقد

14. **اشرح** لماذا لَعدّ معرفة سرعة الإعصار البحري فقط غير كافية لتحذير الأفراد لإخلاء منازلهم؟

15. **قيّم** أيّ مما يلي يمثّل أقصى سرعة، 20 m/s أم 200 cm/s أم 0.2 km/s؟

16. **ميّز** قد تحدث العجلة عندما تتحرّك السيارة بسرعة ثابتة. ما المفترض أن يكون قد تسبّب في حدوث هذه العجلة؟

17. **الفكرة الرئيسة** **حدّد** إذا سرت 20 m، وأخذت كتابًا من على الطاولة، وعدت أدراجك إلى مقعدك، ما المسافة التي قطعتها وما إزاحتك؟

18. **اشرح** عندما تصف المعدل الذي تسير به سيارة حول مسار هل تستخدم المصطلح سرعة أم سرعة متجهة لوصف حركتها؟

## تطبيق مفاهيم رياضية

19. **احسب السرعة** ينبغي لدرّاج قطع مسافة 800 km. كم عدد الأيام التي ستستغرقها رحلته إذا تحرك الدرّاج بمعدل 8 h/يوميًا بمتوسط سرعة قدرها 16 km/h؟

20. **احسب العجلة** تبلغ سرعة قمر صناعي 5,000 m/s. بعد مرور دقيقة واحدة من الزمن، تصبح سرعته 10,000 m/s. كم تبلغ عجلة هذا القمر الصناعي؟

21. **احسب الإزاحة** غادرت راكبة دراجة منزلها متوجهة شرقًا مسافة 45 km. بعد ذلك، عادت أدراجها سالكة الطريق ذاته. إذا استغرقت رحلتها ذهابًا وإيابًا 4 h. جد متوسط سرعتها؟ جد إزاحتها؟

22. **احسب السرعة المتجهة** ازداد زمن رحلة الإياب لراكبة الدراجة في السؤال 21. 30 دقيقة عن زمن رحلة الذهاب، لكن الزمن الإجمالي للرحلة بقي 4 h. احسب سرعتها المتجهة في كل إتجاه.

استخدم الشكل أدناه للإجابة عن السؤال 23.

23. **فسّر التمثيل البياني** استخدم التمثيل البياني لتحديد العدّاء ذي السرعة الأكبر.

24. **احسب الكتلة** احسب كتلة سيارة سرعتها 30 m/s وزخمها 45,000 kg·m/s.



حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education



13. a. الإزاحة
b. العجلة
c. السرعة
d. الاتجاه

## التفكير الناقد

14. يجب أن تعرف أيضًا اتجاه حركة العاصفة لتخطيط مسارها. ويتيح لك هذا توقع المكان الذي تضربه والأفراد الذين يجب إخلاؤهم.
15. 0.2 km/s
16. تغيير في الاتجاه
17. المسافة: 40 m؛ الإزاحة: 0 m
18. السرعة، نظرًا إلى أنّ السرعة المتجهة هي التغيّر بشكل ثابت نتيجة للتغيّر الثابت في الاتجاه

## تطبيق مفاهيم رياضية

19. $t = d / s = 800 \text{ km} / 16 \text{ km/h}$
$= 50 \text{ h} / 8 \text{ h/يوم}$
= 6 أيام، ساعتان
20. $a = (v_f - v_i) / t = (10{,}000 \text{ m/s} - 5{,}000 \text{ m/s}) / 60 \text{ s} = 83 \text{ m/s}^2$
21. $s = d / t = 90 \text{ km} / 4 \text{ h} =$ 22.5 km/h؛ إزاحتها هي 0 m.
22. الجزء 1 يستغرق 1 h 45 min. وبالتالي يكون $v = 45 \text{ km} / 1.75 \text{ h} =$ 26 km/h؛ الجزء 2 يستغرق 2 h 15 min. وبالتالي يكون
$v = 45 \text{ km} / 2.25 \text{ h} = 20 \text{ km/h}$
23. العدّاء 1
24. $m = p / v = 45{,}000 \text{ kg·m/s}$ / 30 m/s غرنًا = 1,500 kg

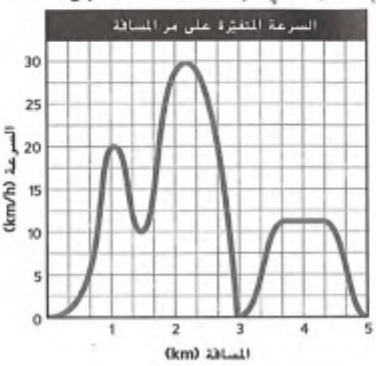
# تدريب على الاختبار المعياري

## الاختيار من متعدد

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

1. إذا كانت سرعة الصوت خلال عاصفة رعدية 330 m/s. فكم يستغرق صوت الرعد للانتقال إلى مسافة 1485 m؟
   A. 45 s
   B. 4.5 s
   C. 4900 s
   D. 0.22 s

استخدم الشكل التالي للإجابة عن الأسئلة 2 إلى 4.




2. يوضّح التمثيل البياني طريقة تغيّر سرعة درّاج أثناء رحلة مدتها 0.25h. ما متوسط سرعة الدرّاج؟
   A. 2 km/h
   B. 30 km/h
   C. 20 km/h
   D. 8 km/h

3. بمجرد بدء الرحلة، كم عدد المرات التي توقف فيها الدرّاج؟
   A. 0
   B. 4
   C. 2
   D. 5

4. ما السرعة القصوى التي انتقل بها الدرّاج؟
   A. 20 km/h
   B. 30 km/h
   C. 12 km/h
   D. 10 km/h

5. تنزلق متزلّجة إلى أسفل تل بسرعة 9 m/s. يزداد انحدار التل وتزداد سرعتها إلى 18 m/s في 3 s. احتسب عجلتها؟
   A. 9 m/s²
   B. 3 m/s²
   C. 27 m/s²
   D. 6 m/s²

6. أي مما يلي يصف بشكل أفضل جسمًا له سرعة متجهة ثابتة؟
   A. يتغيّر اتجاهه.
   B. تزداد عجلته.
   C. عجلته تساوي صفرًا.
   D. عجلته سالبة.

استخدم الجدول أدناه للإجابة عن الأسئلة من 7 إلى 9.

| العدّاء | المسافة المقطوعة (km) | الزمن (min) |
|---|---|---|
| محمود | 12.5 | 42 |
| خالد | 7.8 | 38 |
| أحمد | 10.5 | 32 |
| صالح | 8.9 | 30 |

7. ما متوسط سرعة محمود؟
   A. 0.3 km/min
   B. 530 km/min
   C. 3.0 km/min
   D. 3.4 km/min

8. أي من العدائين له أعلى متوسط سرعة؟
   A. محمود
   B. خالد
   C. أحمد
   D. صالح

9. إذا كانت كتلة العدائين الأربعة متساوية، فمن صاحب الزخم الأقل؟
   A. محمود
   B. خالد
   C. أحمد
   D. صالح

10. تدفع حركة الصفيحة الأسترالية أستراليا شمالًا بمتوسط سرعة حوالي 17 cm سنويًا. احتسب إزاحة أستراليا بالأمتار في 1,000 سنة؟
   A. 170 m شمالًا
   B. 170 m جنوبًا
   C. 1,700 m شمالًا
   D. 1,700 m جنوبًا



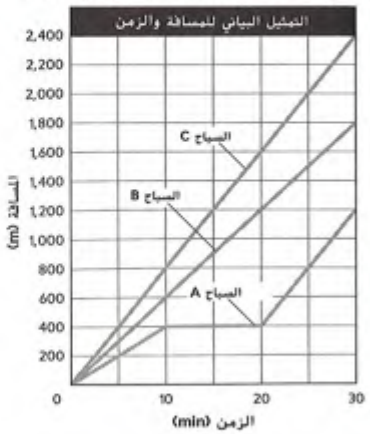
تدريب على الاختبار المعياري
الاختيار من متعدد
1. B
2. C
3. C
4. B
5. B
6. C
7. A
8. C
9. B
10. A

McGraw-Hill Education حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة

## أسئلة ذات إجابة قصيرة

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

استخدم الشكل أدناه للإجابة عن السؤالين 11 و12.




11. يوضّح التمثيل البياني حركة ثلاثة سباحين خلال تدريب مدته 30 min. أي من السباحين كان ذا متوسط سرعة قصوى خلال الفاصل الزمني 30 min؟ اشرح.

12. هل سبح جميع السباحين بسرعة ثابتة؟ اشرح كيف عرفت.

13. إذا كانت السرعة المتجهة لسيارة هي 40 km/h غربًا ثم توقفت خلال 5 s. احتسب العجلة في $m/s^2$؟

## أسئلة ذات إجابة مفتوحة

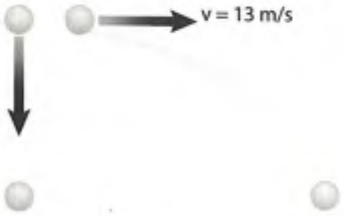
سجّل إجاباتك على ورقة.

14. صِف ثلاث طرق يمكن أن تتغيّر بها سرعتك المتجهة وأنت تركض بمحاذاة ممر حديقة.

15. أين ستضع النقطة المرجعية لتصف حركة مسبار فضائي يتحرّك من الأرض إلى المشتري؟ واشرح اختيارك.

16. سيارتان تقتربان من بعضهما البعض. ما سرعة إحدى السيارات بالنسبة إلى الأخرى مقارنة بسرعة كل منهما بالنسبة إلى الأرض؟

استخدم الشكل أدناه للإجابة عن السؤال 17.




17. توجد كرتان على الارتفاع نفسه وتم تركهما في الزمن نفسه. تم إسقاط إحدى الكرتين واصطدمت بالأرض بعد 5s. أما الأخرى، فكانت حركتها الأولية بشكل أفقي. متى ستصطدم الكرة الثانية بالأرض؟ ما المسافة التي ستقطعها أفقيًا؟



حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

## أسئلة ذات إجابة قصيرة

11. السبّاحة C، لدى الخط الممثل لحركتها الميل الأكبر.

12. تسبح السبّاحتان B وC بسرعات ثابتة لأنّهما تتحركان في خطوط مستقيمة. ولم تسبح السبّاحة A بسرعة ثابتة نظرًا إلى تغيّر ميل الخط أثناء التدريب.

13. $40\ km/h \times 1{,}000\ m/km \times 1\ h / 3{,}600\ s = 11\ m/s$
$a = (v_f - vi) / t = (0\ m/s - 11\ m/s) / 5\ s = -2.2\ m/s^2$ غربًا
$2.2\ m/s^2$ شرقًا

## أسئلة ذات إجابة مفتوحة

14. يمكنك زيادة السرعة أو الإبطاء أو تغيير الاتجاه.

15. الإجابة المحتملة: عند الشمس، لأنّ الأرض والمشتري يتحركان بالنسبة إلى الشمس

16. سرعة إحدى السيارات بالنسبة إلى الأخرى أكبر من سرعة هذه السيارة بالنسبة إلى الأرض.

17. تصطدم الكرة الثانية بالأرض في وقت اصطدام الكرة الأولى نفسه ($t = 5\ s$). وتبلغ مسافتها الأفقية $d = st = 13\ m/s \times 5\ s = 65\ m$.

# منظّم الوحدة 19: الشغل والطاقة

**الفكرة الرئيسة** للطاقة أشكال عديدة ويمكن أن تتحول من شكل إلى آخر من خلال الشغل.

| الأسئلة الرئيسة | موارد لتقويم الإجادة |
|---|---|
| **القسم 1**<br>1. ما المقصود بالشغل؟<br>2. كيف يمكن حساب الشغل عندما يكون كل من القوة والحركة متوازيتين؟<br>3. كيف تسهّل الآلات من إنجاز المهام؟<br>4. ما المقصود بالكفاءة والفائدة الميكانيكية؟<br>3 حصص | **مراقبة التقدم**<br>الأسئلة حول الشكل<br>التقويم التكويني<br>تطبيق<br>التأكد من فهم النص<br>مراجعة القسم |
| **القسم 2**<br>1. ما أوجه الاختلاف بين الطاقة الحركية وطاقة الوضع؟<br>2. كيف يمكنك حساب الطاقة الحركية؟<br>3. ما بعض الأشكال المختلفة لطاقة الوضع؟<br>4. كيف يمكنك حساب طاقة الوضع الجذبية؟<br>حصّتان | **مراقبة التقدم**<br>سؤال حول الشكل<br>التقويم التكويني<br>تطبيق<br>التأكد من فهم النص<br>مراجعة القسم |
| **القسم 3**<br>1. ما المقصود بقانون حفظ الطاقة؟<br>2. ما المقصود بالطاقة الميكانيكية؟<br>3. لمَ لا يمكن حفظ الطاقة الميكانيكية دائمًا؟<br>4. ما العلاقة بين الطاقة والقدرة؟<br>3 حصص | **مراقبة التقدم**<br>الأسئلة حول الشكل<br>التقويم التكويني<br>تطبيق<br>التأكد من فهم النص<br>مراجعة القسم<br>**التقويم الختامي**<br>مراجعة الوحدة |

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

| موارد حسب المستوى | مواد التجارب |
| --- | --- |
| **الملف السريع موارد الوحدة:**<br>ورقة عمل التجربة الاستهلالية ض م<br>التعزيز د م<br>الإثراء ض م ف م<br>ورقة عمل التجربة ض م<br>**أساسيات القراءة** د م<br>**دفتر العلوم** ض م | **التجربة الاستهلالية:** عدة أمتار من الحبال، عدد اثنين من مقابض المكانس أو أوتاد خشبية سميكة *15 min*<br>**عرض توضيحي سريع:** ميزان زنبركي، جسم كتلته 1 kg *5 min*<br>**التجربة:** لوح خشبي طوله 40 cm، كتب مدرسية تُستخدم كدعامة للوح الخشبي، جسم كتلته 1 kg، ميزان زنبركي 10 N *25 min* |
| **الملف السريع موارد الوحدة:**<br>التعزيز د م<br>الإثراء ض م ف م<br>ورقة عمل التجربة المصغرة ض م<br>**أساسيات القراءة** د م<br>**دفتر العلوم** ض م | **عرض توضيحي سريع** كرة ثقيلة، كرة خفيفة، كرتان متماثلتان *5 min*<br>**تجربة مصغرة:** شريط مطاطي، طاولة، قطعة نقدية من فئة الـ 5 فلسات، مسطرة مترية *10 min*<br>**عرض توضيحي سريع:** ثلاث كرات تنس، رف كتب أو غرض آخر له ثلاثة ارتفاعات مختلفة يمكن وضع الكرات عليه *5 min* |
| **الملف السريع موارد الوحدة:**<br>التعزيز د م<br>الإثراء ض م ف م<br>ورقة عمل التجربة المصغرة ض م<br>ورقة عمل التجربة، الإصدار A د م<br>ورقة عمل التجربة، الإصدار B ض م ف م<br>**أساسيات القراءة** د م<br>**دفتر العلوم** ض م | **عرض توضيحي سريع:** كرة صغيرة من المطاط *5 min*<br>**عرض توضيحي:** أنبوب بلاستيكي طوله 2 m، عدد اثنين من الحوامل الحلقية التي تحتوي على مشابك، كرة زجاجية *10 min*<br>**تجربة مصغرة:** سلالم، ساعة توقيت، عصا مترية *15 min*<br>**تجربة:** حامل حلقي، مشبك أنبوب اختبار، مشبك قضيب التدعيم (زاوية يمنى)، قضيب تدعيم طوله 30 cm، سدادة مطاطية متوسطة لها ثقبان، حبل (1 m)، اثنان من العصي المترية، ورقة تمثيل بياني *60 min* |

د م دون المستوى ض م ضمن المستوى ف م فوق المستوى التعلم التعاوني التعلم التعاوني

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

# 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.

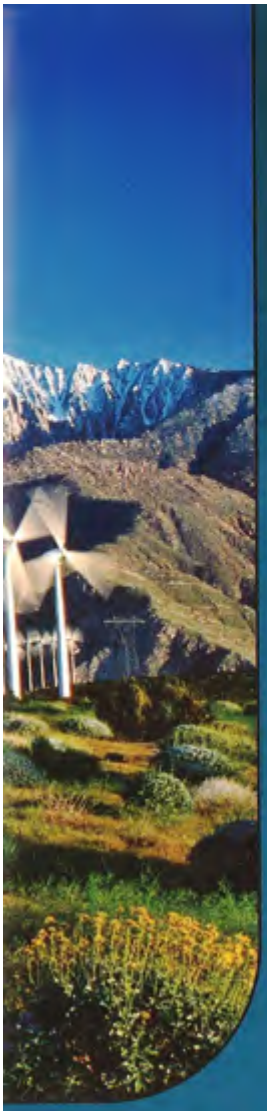
**التفكير الناقد**

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

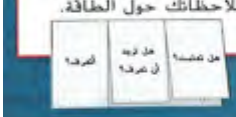
## التجربة الاستهلالية

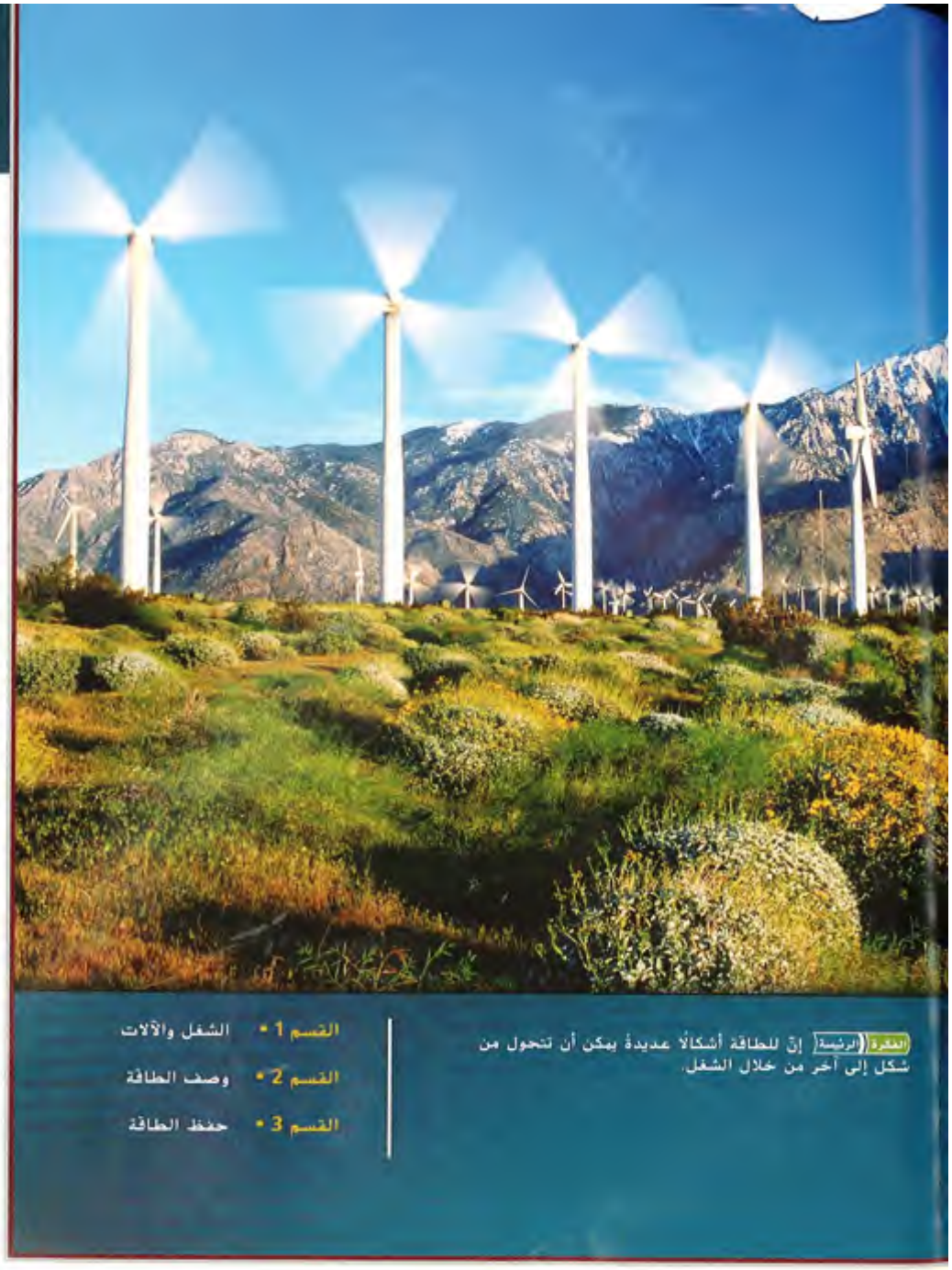
### إنجاز المهام باستخدام آلة بسيطة

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، و$d$ المسافة التي يتحركها الجسم، و$\theta$ 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

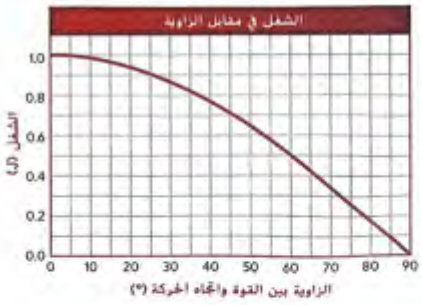
**قوة القوس والسهم** افترض أنّك استخدمت قوة مقدارها 50 N لإطلاق سهم، وقد طار هذا السهم مسافة 25. وخلال إطلاق السهم، تحرك هذا الأخير بفعل حبل القوس مسافة 1 m. هل كانت قيمة الشغل الذي بذلته على السهم تساوي 1,250 J أم 50 J؟ اشرح إجابتك. تساوي قيمة الشغل التي بذلتها 50 J. فبعد أن غادر السهم من القوس، انطلق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

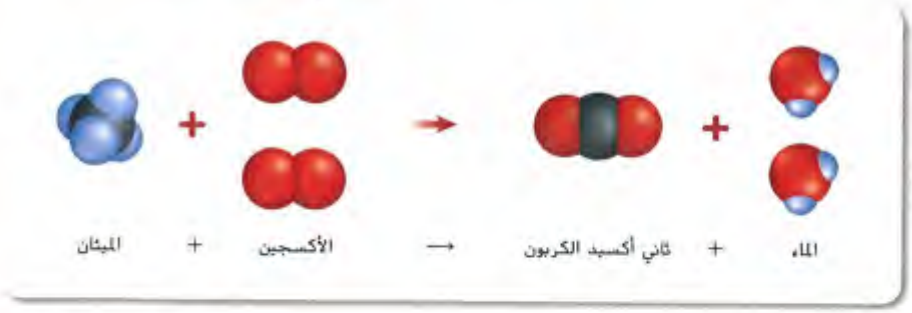
**الإجراء**

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

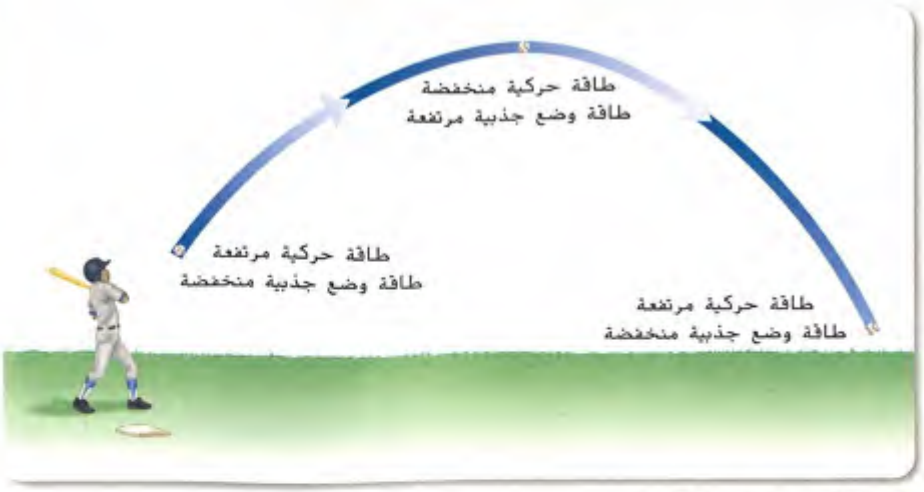
**تحولات الطاقة** قد يعتقد الطلاب أنّ الطاقة يمكن أن تتحول إلى أشياء أخرى غير الطاقة أو أنّ الأشياء الأخرى يمكن أن تتحول إلى طاقة. انتبه إلى استخدام عبارات مثل "تحوّل الحيوانات الغذاء إلى طاقة" أو "تحوّل الألواح الشمسية ضوء الشمس إلى طاقة". ولا يمكن أن تتحوّل الطاقة إلّا إلى أشكال مختلفة من الطاقة. ولا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

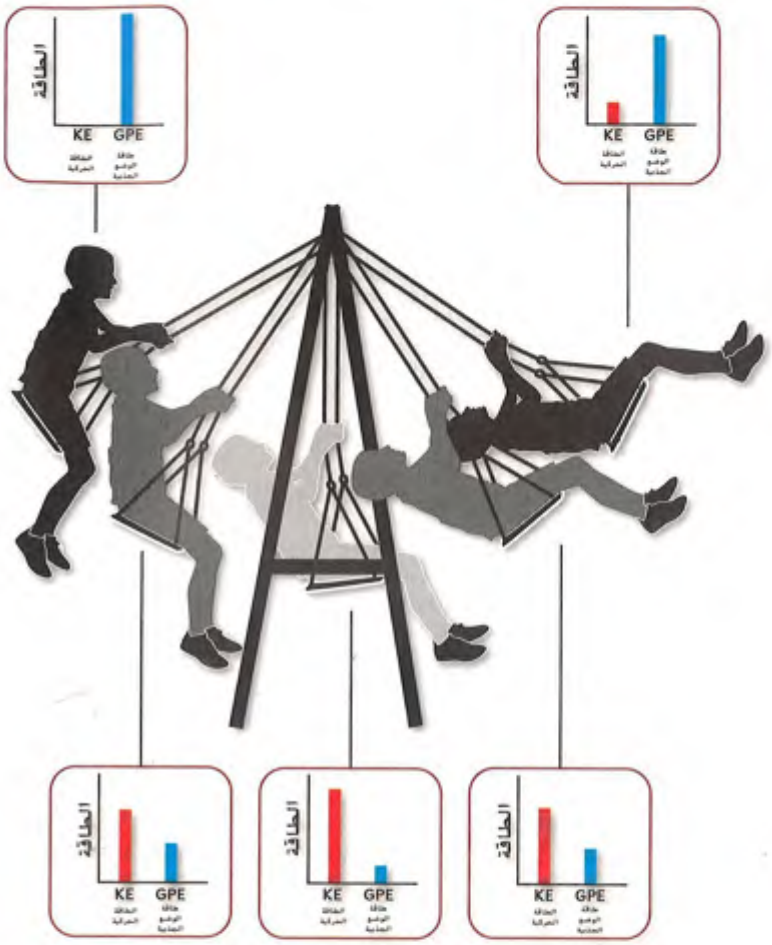
550 الوحدة 19 • الشغل والطاقة

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.

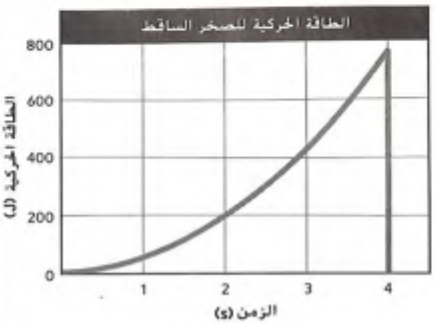
# تدريب على الاختبار المعياري

## 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.