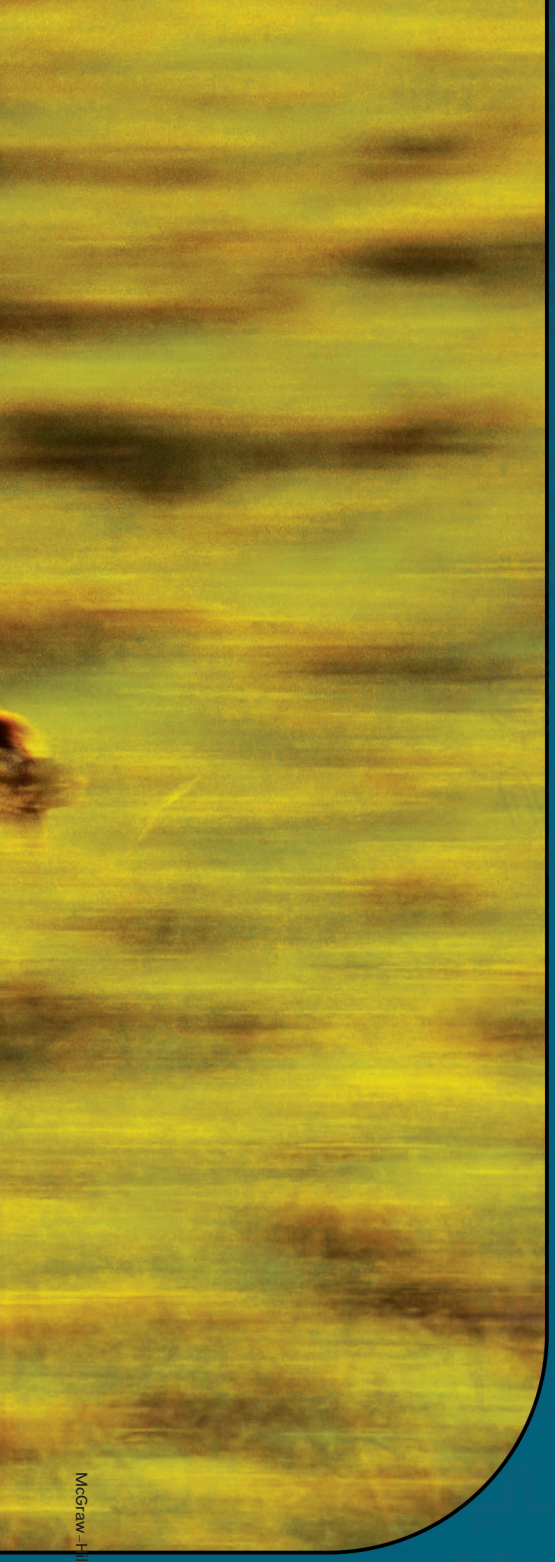
الوحدة 7

الحركة



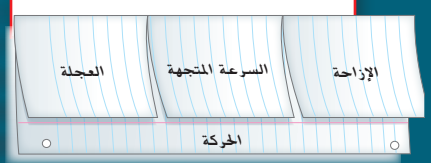
التجربة الاستهلالية

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. وميِّزها بالأسماء على النحو الموضَّح. واستخدمها لتنظيم ملاحظاتك حول الحركة.



حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

لفكرة الرئيسة تحدث الحركة عندما يغيّر جسم موقعه.

القسم 1 • وصف الحركة

القسم 2 • السرعة المتجهة والزخم

القسم 3 • التسارع

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

Motion, Chapter 2, from Physical Science, Student Edition ©2017

وصف الحركة

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

الربط مع الحياة 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 ايضاً طول المسافة التي قطعتها للوصول إلى مدرستك. يصف العلماء مفهوم الحركة بطريقة مماثلة، لكنها تكون أكثر دقة.

الأسئلة الرئيسة

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

مفردات للمراجعة

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

مفردات جديدة

الحركة	Motion
الإزاحة	Displacement
السرعة	Speed

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* ، *x* معًا ويتقاطعان مع النقطة المرجعية.

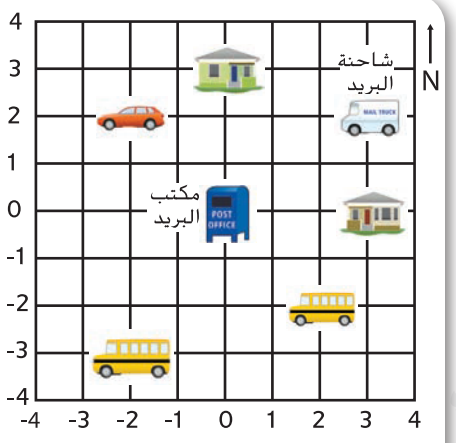
الشكل 1 أثناء متابعة شاحنة البريد لمسارها، تتوقف عند كل صندوق بريد على طول الشارع.

اشرح كيف تعرف أنّ شاحنة البريد قد تحركت؟

برنامج محمد بن راشد للذكاء

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 *y=0* ، *x=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.

حدِّد 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. والنظام الدولي لوحدة المسافة هي المتر (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.

المفردات

الاستخدام العلمي مقابل الاستخدام العام

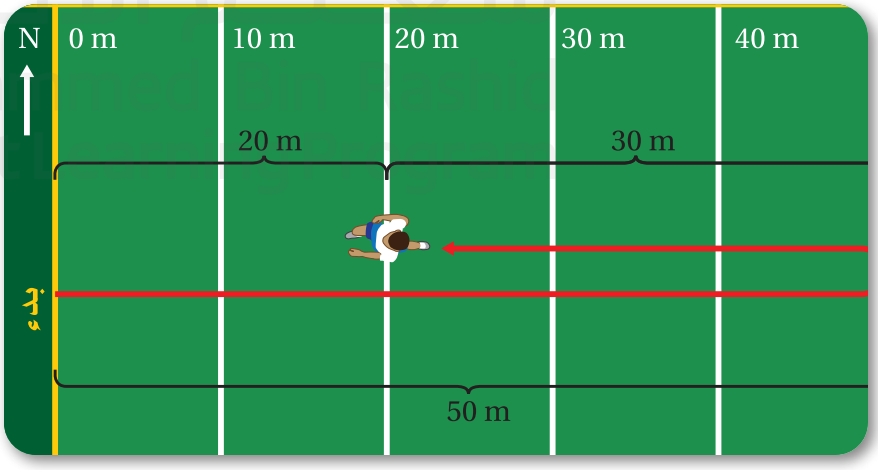
الموْقع Position

الاستخدام العلمي

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

الاستخدام العام

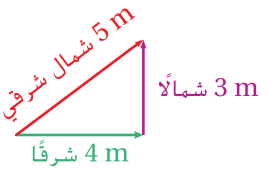
وجهة نظر؛ وظيفة أو رتبة بعد التخرج. قبلت منصب مخطط حوادث مرور في الشرطة.



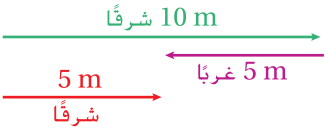
■ **الشكل 3** لا تساوي إزاحة جسم إجمالي المسافة نفسها التي قطعها هذا الجسم. تبلغ إزاحة العداء 20 m شرقًا من خط البداية. لكن، يبلغ إجمالي المسافة التي قطعها العداء 80 m.

صف وجه الاختلاف بين إجمالي المسافة المقطوعة والإزاحة.

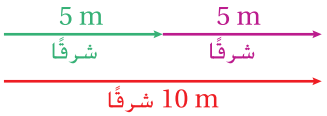
حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education



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



يمكننا طرح الإزاحات ذات الاتجاهات المتعاكسة.



يمكننا جمع الإزاحات ذات الاتجاه نفسه.

■ **الشكل 4** تمثل هذه الأسهم حركات تنقل 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 دائما 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. و**السرعة** هي المسافة التي يقطعها جسم ما في وحدة الزمن.

برنامج الشيخ راشد للتعليم الذكي
Sheikh Rashid Smart Learning Program

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

حساب السرعة يسمى أي تغيّر مع مرور الزمن بالمعدل. على سبيل المثال، يمكنك وصف مدى سرعة تسرّب الماء من حوض عن طريق تحديد كمية اللترات التي يتم فقدانها كل ساعة. ويسمى هذا معدل تسرب الماء. 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 نظام 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 1

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

المجهول: السرعة: s

المعلوم: المسافة: $d = 750\ \text{m}$
الزمن: $t = 25\ \text{s}$

القانون المستخدم والتعويض: $s = \frac{d}{t} = \frac{750\ \text{m}}{25\ \text{s}}$

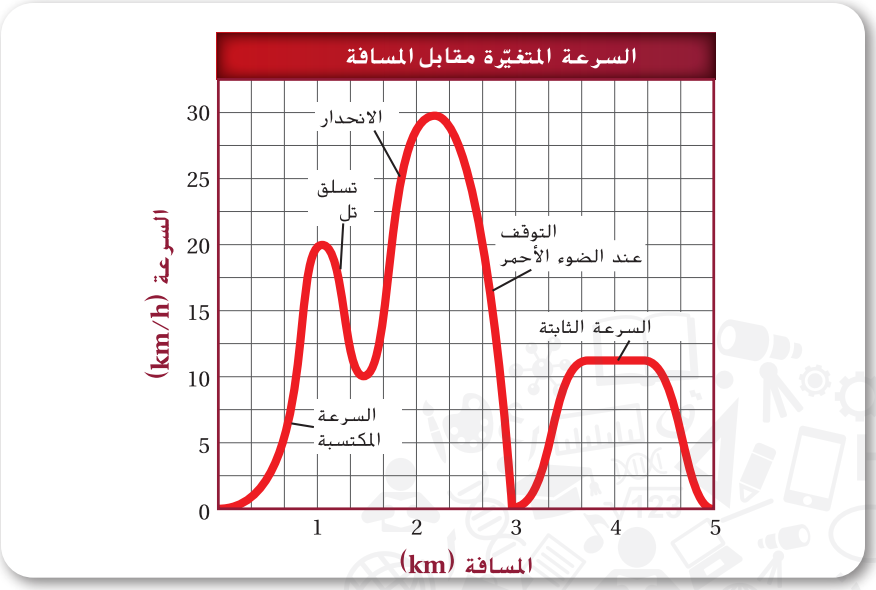
حل المسألة: $s = \frac{750\ \text{m}}{25\ \text{s}} = 30\ \text{m/s}$

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

تطبيقات

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؟

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education



■ **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 أنّك 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 مجدداً 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، يُعدّ متوسط السرعة إجمالي المسافة المقطوعة مقسومة على إجمالي زمن السفر. ويمكن احتسابها باستخدام العلاقات بين السرعة والمسافة والزمن. بالنسبة إلى رحلة الدرّاجة التي تم وصفها توًّا، 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 المخاطر 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.

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.

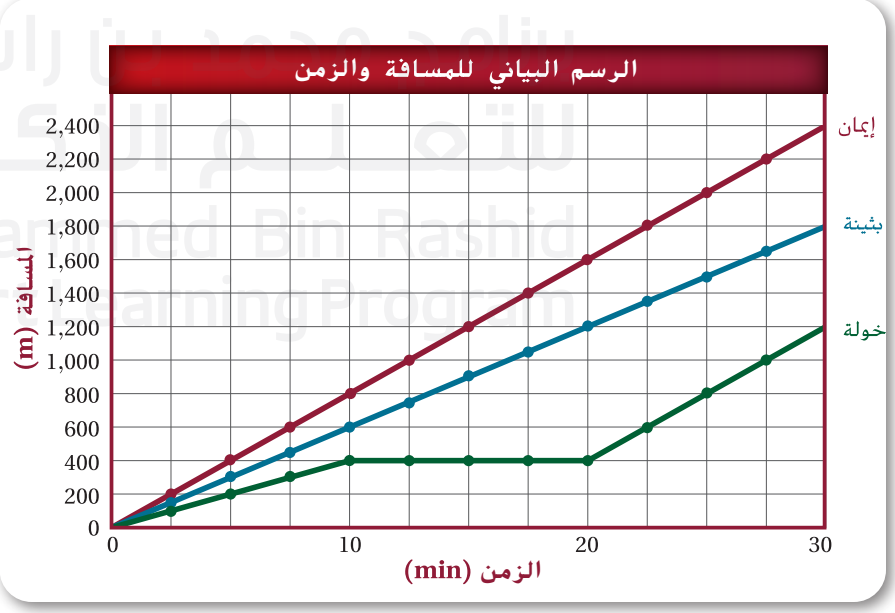
الشكل 6 يقوم عداد السرعة بعرض السرعة اللحظية للسيارة. والسرعة اللحظية هي السرعة في لحظة زمنية واحدة.

الرسم البياني للحركة

يمكن توضيح حركة جسم ما خلال فترة زمنية على رسم بياني للمسافة والزمن. على سبيل المثال، يوضّح الرسم البياني في **الشكل 7** المسافة التي قطعها ثلاثة سباحين خلال تمرين لمدة 30 دقيقة. يتم تعيين الزمن بنقاط على المحور الأفقي للرسم البياني. كما يتم تعين المسافة المقطوعة بنقاط على المحور الرأسي للرسم 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 الرسم البياني المسافة التي تسبحها كل فتاة خلال تمرين لمدة 30 دقيقة. يتم تقسيم الزمن إلى فواصل مدتها 2.5 دقيقة تشكل مقياس المحور *x*. ويتم تقسيم المسافة التي تم سباحتها إلى فواصل قدرها 200 m تشكل مقياس المحور *y*.

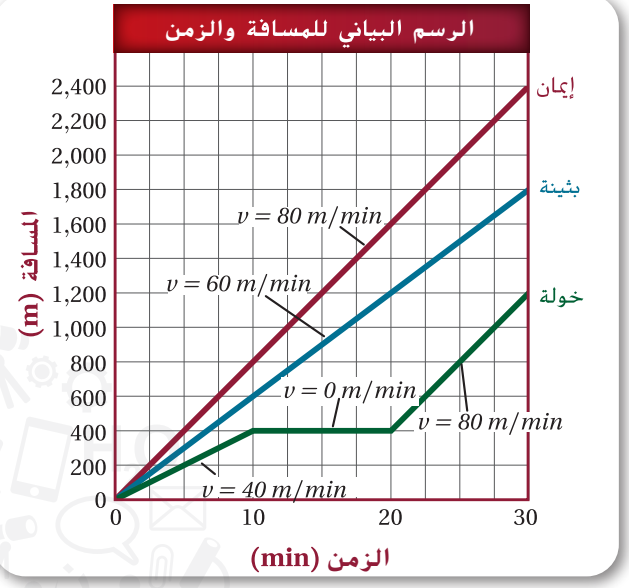
ادرس الرسم البياني وحدّد الفتاة التي سبحت أسرع خلال التمرين.

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

السرعة على الرسومات البيانية للمسافة والزمن

إذا كان لدينا جسم ينتقل 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 الرسم 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 الرسم البياني أنّ الخط الذي يمثّل حركة السباح الأسرع هو الخط الأكثر انحدارًا. وتُعدّ شدة انحدار الخط على رسم بياني ميل الخط، وهو يساوي على رسم 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 زمن استراحتها يكون الخط أفقيًا. يكون ميل الخط الأفقي على الرسم البياني للمسافة والزمن صفرًا ويمثّل جسمًا ما في وقت عدم الحركة.



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

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

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 رسم بياني للمسافة والزمن، يكون الزمن هو المحور *x* والمسافة هي المحور *y*.
- يمثل ميل الخط المرسوم على الرسم البياني للمسافة والزمن هو السرعة.

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

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.

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

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

السرعة المتجهة والزخم

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

الربط مع الحياة 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؟

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

السرعة المتجهة

قمت بتشغيل الراديو وسمعت فقرة 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 **صِف** مدى الاختلاف بين السرعة المتجهة والسرعة.

المطويات

ضمِّن مطويتك معلومات من هذا القسم.

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

برنامج محمد بن راشد للتعلم والذكاء
Rashid Program

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

الشكل 10 يتحرّك 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 متعاكسة. 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 الزمن، 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.

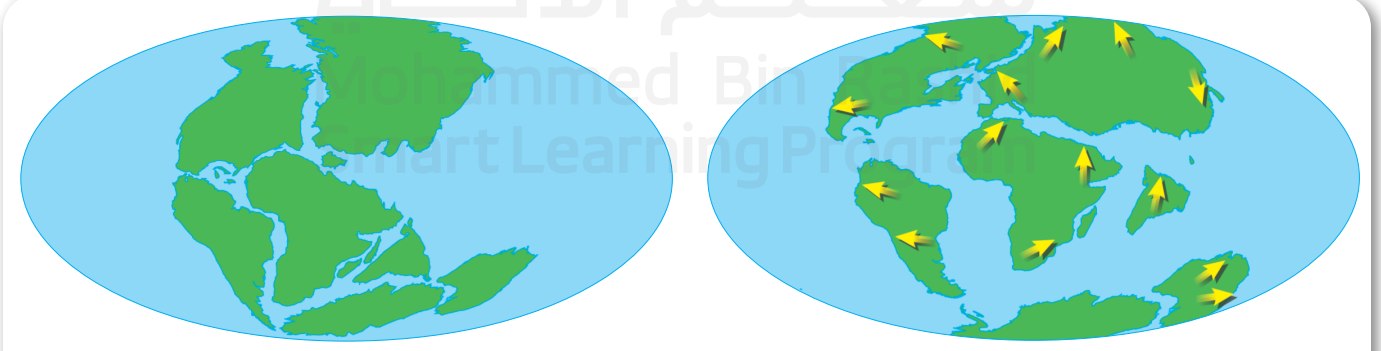
المفردات

أصل الكلمة

السرعة المتجهة Velocity

مشتقة من الكلمة اللاتينية *veloci-* والتي تعني سريعًا أو متسرعًا أو متعجلًا.

وجد الطلاب أنّ السرعة المتجهة للجسم كانت *10 m/s* شمالًا.



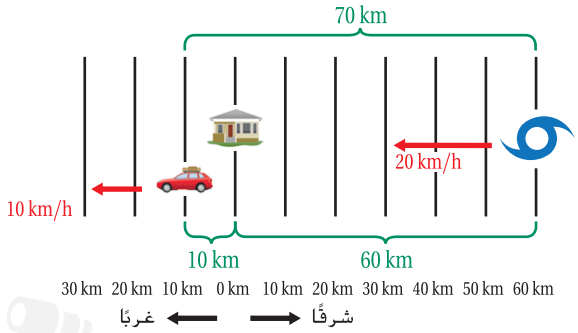
الشكل 11 تشير الدلائل الجيولوجية إلى تغيّر سطح الأرض. فقد تحركت القارات ببطء مع مرور الزمن ولا تزال تتحرّك حتى اليوم.

انفصلت باڠيا إلى أجزاء أصغر. ومنذ نحو 66 مليون عامًا، بدت القارات على النحو المبيّن في الشكل أعلاه.

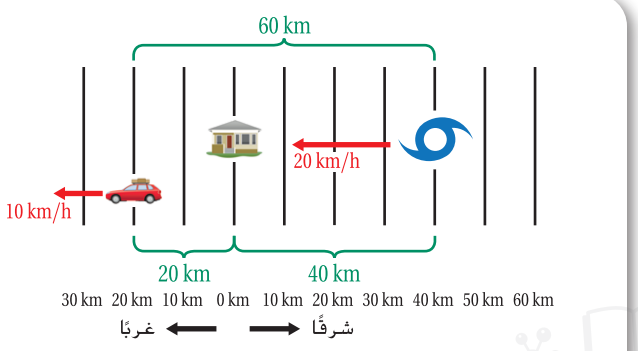
شكلت القارات منذ نحو 250 مليون عاماً قارة عظمة تسمى باڠيا..

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

McGraw-Hill Education حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة



2:00 P.M.



3:00 P.M.

الحركة النسبية

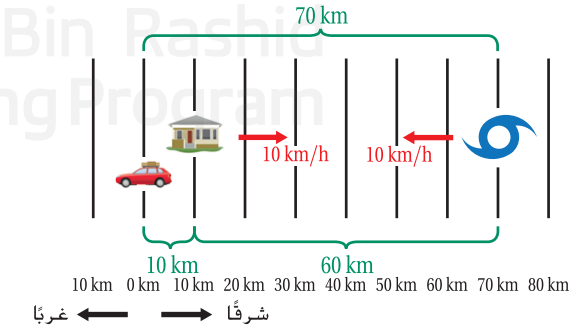
هل شاهدت من قبل سيارات تمرّ بجانبك على الطريق السريع؟ تبدو السيارات التي تسير في الاتجاه نفسه كأنّها تزحف إلى جانبك، بينما تبدو السيارات التي تسير في الاتجاه المعاكس كأنّها تندفع بسرعة كبيرة إلى جانبك. والسبب في هذا الاختلاف الواضح في السرعة هو أن النقطة المرجعية، أي سيارتك، تتحرك ايضاً.

يؤثر 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.

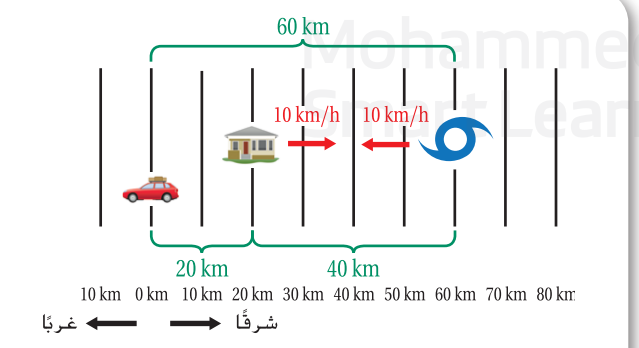
كيف يختلف وصف حركة الإعصار البحري إذا كانت النقطة المرجعية سيارة تنتقل بسرعة 10 km/h غربًا؟ يوضّح **الشكل 13** حركة الإعصار البحري والمنزل بالنسبة إلى السيارة. قد يقول شخص موجود في السيارة إنّ الإعصار البحري يقترب بسرعة 10 km/h وإنّ المنزل يبتعد بسرعة 10 km/h. من المهم ملاحظة أنّ **الشكلين 12** و **13**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

■ **الشكل 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.

■ **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.



2:00 P.M.



3:00 P.M.

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

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

الزخم

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

تُعدّ الطريقة المفيدة لوصف كلٍّ من السرعة المتجهة والكتلة لجسم ما هي تحديد زخمه. يُعدّ **زخم** جسم ما ناتج حاصل ضرب كتلته في السرعة 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 2

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

المجهول:

الزخم: p

المعلوم:

الكتلة: $m = 80.0\ \text{kg}$

السرعة المتجهة: $v = 10.0\ \text{m/s}$ شرقًا

القانون المستخدم والتعويض:

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

حل المسألة:

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

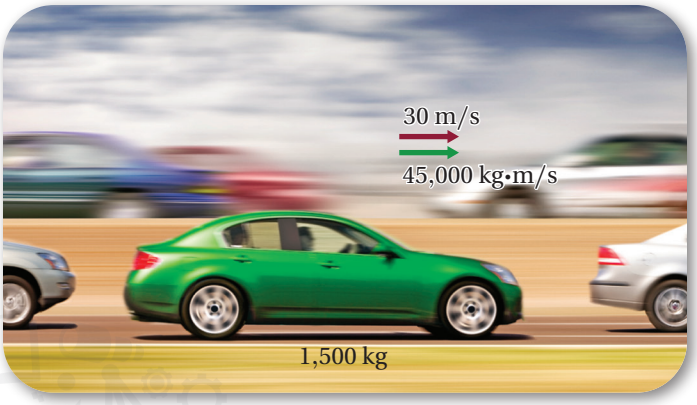
تقييم الإجابة:

تبدو إجابتنا معقولة لأنّه أكبر من زخم شخص يسير، لكنه أصغر جدًّا من زخم سيارة على الطريق السريع.

تطبيقات

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.

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education



■ **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 حاصل ضرب كتلته في السرعة المتجهة له: $p = mv$.

1. **الفكرة الرئيسة** **صِف** السرعة المتجهة لسيارة أثناء التفافها في حلبة سباق بسرعة ثابتة.
2. **اشرح** سبب أنّ للشوارع والطرق السريعة حدود سرعة بدلًا من حدود سرعة متجهة.
3. **حدّد** بالنسبة إلى كل من الفقرات 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 ينتقل 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.

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

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

الأسئلة الرئيسة

- كيف يمكن الربط بين التسارع والزمن والسرعة المتجهة؟
- اذكر ثلاث طرائق تجعل جسمًا ما يتحرك بتسارع
- كيف يمكن حساب تسارع 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

التسارع Acceleration

تسارع مركزي Centripetal Acceleration

التسارع

الفكرة الرئيسة **يصف التسارع طريقة تغيير السرعة المتجهة لجسم مع الزمن.**

الربط 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 بتسارع.

السرعة المتجهة والتسارع

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

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

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

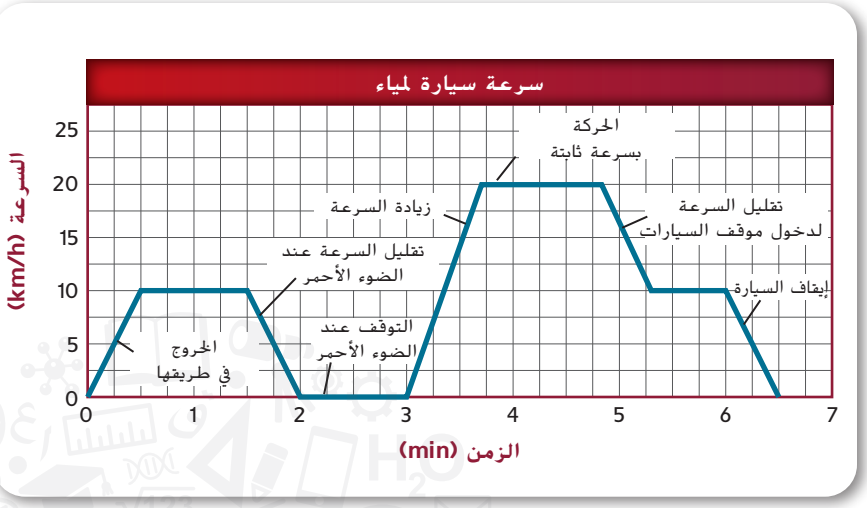
التأكد من فهم النص **حدِّد** ثلاث طرائق يمكن أن يتحرّك بها جسم بتسارع.

يكون للتسارع اتجاه كالسرعة المتجهة والزخم.

إذا نظرت إلى السيارة في **الشكل 15**، فسترى أنّه عندما تزداد سرعتها يكون التسارع والسرعة المتجهة لها في الاتجاه نفسه. عندما تقل سرعة السيارة، يكون تسارعها في الاتجاه المعاكس لسرعتها المتجهة. وعندما تُغير السيارة من اتجاهها، لا يكون التسارع في الاتجاه نفسه أو الاتجاه المعاكس للسرعة المتجهة للسيارة.

الشكل 15 يتحرّك جسم بتسارع مثل هذه السيارة، كلما زادت سرعته أو قلت أو تغيّر اتجاهه.

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education



■ **الشكل 16** بالنسبة إلى الأجسام التي تزداد سرعتها أو تقل، يمثل التسارع ميل الخط في الرسم البياني للزمن والسرعة.

حدّد الفترات الزمنية عندما لا تكون سيارة لمياء في حالة تسارع.

التسارع والرسوم البيانية للسرعة والزمن عندما ينتقل جسم في خط مستقيم ولا يغيّر اتجاهه، فإنّ الرسم البياني للسرعة مقابل الزمن يمكنه أن يقدم معلومات عن تسارع الجسم. يوضّح **الشكل 16** الرسم البياني للسرعة والزمن لسيارة لمياء أثناء القيادة إلى المتجر. بما أنّ ميل الخط على الرسم البياني للمسافة والزمن يشير إلى سرعة الجسم، فإنّ ميل الخط في الرسم البياني للسرعة والزمن يشير إلى تسارع الجسم. على سبيل المثال، عندما تخرج لمياء في طريقها، يكون تسارع السيارة $0.33\ km/min^2$، أي يساوي ميل الخط من $t = 0$ إلى $t = 0.5\ min$.

حساب التسارع إنّ التسارع هو معدل التغيّر في السرعة المتجهة. لحساب تسارع جسم ما، نقسم التغيّر في السرعة المتجهة على طول الفترة الزمنية التي حدث خلالها التغيّر. ويُعتبَر 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 تسارع الجسم من المعادلة التالية.

معادلة التسارع

$$\text{التسارع } (m/s^2) = \frac{\text{التغيّر في السرعة المتجهة } (m/s)}{\text{الزمن } (s)}$$

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

في النظام الدولي للوحدات، تعبّر m/s عن وحدات السرعة المتجهة و s عن وحدات الزمن، ومن ثمَّ فإنّ وحدة التسارع في النظام الدولي هي m/s^2. في بعض الحالات، ستكون نتيجة حساباتك تسارع سالب. وتعني الإشارة السالبة في الاتجاه المعاكس. على سبيل المثال، إنّ التسارع الذي مقداره $-10\ m/s^2$ شمالًا مماثل لـ $10\ m/s^2$ جنوبًا.

تجربة مصغرة

تحديد اتجاه التسارع

الإجراء

1. اقرأ الإجراء وحدّد المخاطر المتعلقة بالسلامة في هذه التجربة قبل بدء العمل.
2. ضع مقياس الماء بشكل مستو 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 وتسارع العربة.
2. **توقّع** طريقة تحرّك الفقاعة إذا قمت بربط مؤخرة العربة بخيط وكررت التجربة في الاتجاه المعاكس. جرّب ذلك.

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

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

مثال 3

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

المجهول:

التسارع: a

المعلوم:

السرعة المتجهة الأولية: غربًا $v_i = 3\ m/s$

السرعة المتجهة النهائية: غربًا $v_f = 0\ m/s$ الزمن: $t = 2\ s$

القانون المستخدم والتعويض: غربًا $a = \frac{(v_f - v_i)}{t} = \frac{(0\ m/s - 3\ m/s)}{2\ s}$

حل المسألة:

غربًا $a = \frac{(0\ m/s - 3\ m/s)}{2\ s} = -1.5\ m/s^2$

لدى التسارع إشارة سالبة، وهذا يعني أنّه تم عكس الاتجاه.

شرقًا $a = 1.5\ m/s^2$

تقييم الإجابة:

يعد التسارع الذي مقداره ($1.5\ m/s^2$) معقول بالنسبة إلى لوح تزلج يستغرق 2 s لتقل سرعته من 3 m/s إلى 0 m/s. يكون التسارع في الاتجاه المعاكس للسرعة المتجهة، لذا تقل سرعة لوح التزلج كما توقعنا.

تطبيقات

1. جرى تشغيل طائرة و هي ساكنة، ثم تحركت بتسارع على مدرج المطار لمدة 20 s. وفي نهاية المدرج كانت سرعتها المتجهة 80 m/s شمالًا. احسب تسارعها؟
2. يبدأ درَّاج بوضعية السكون ثم يتحرك بتسارع بمعدل $0.5\ m/s^2$ جنوبًا لمدة 20 s. احسب السرعة المتجهة النهائية للدرَّاج؟
3. **تحدي:** تم إسقاط كرة بتسارع مقداره $9.8\ m/s^2$ نحو الأسفل. اصطدمت بالأرض بسرعة متجهة مقدارها 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 يكون تسارعه في الاتجاه نفسه أو في الاتجاه المعاكس كسرعته المتجهة. وهذا يعني أننا لا نستطيع استخدام معادلة التسارع. كما لا يمكن الجمع مباشرة بين التسارعات غير الموجودة في الاتجاهات نفسها أو الاتجاهات المتعاكسة كما هو الحال مع الإزاحة والسرعة المتجهة.

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

McGraw-Hill Education حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة

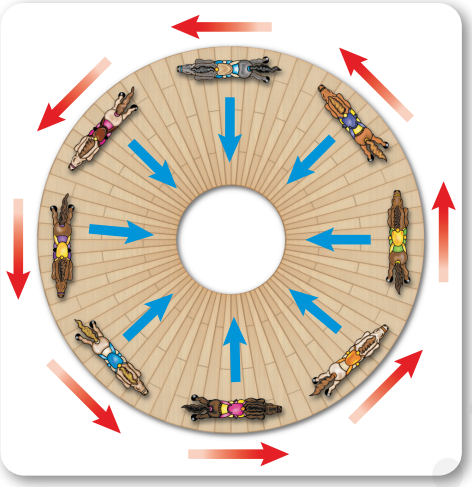
الحركة الدائرية فكّر في الحركة الأفقية لحصان في دوامة الخيل كما يظهر **الشكل 17**. يتحرّك الحصان في مسار دائري. تظل سرعته ثابتة ولكنها تتسارع نظرًا إلى تغيّر اتجاه حركته. إن التغيّر في اتجاه السرعة المتجهة للحصان هو نحو مركز دوامة الخيل. أما السرعة المتجهة للحصان فتتعامد مع اتجاه التسارع الداخلي. يسمى التسارع تجاه مركز مسار منحنٍ أو دائري **تسارع مركزي**. الأمر نفسه ينطبق على الأرض حيث أنها تتعرض لتسارع مركزي عندما تدور حول الشمس بمسار دائري تقريبًا.

التأكد من فهم النص عرّف مصطلح التسارع المركزي.

حركة المقذوفات إذا قذفت كرة إلى شخصٍ، 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 المنقَّط الموضّح في **الشكل 18**.

مع ذلك، يتحرّك الجسم الذي تقل سرعته أيضًا بتسارع، 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.



■ **الشكل 17** إنّ السرعة الأفقية للأحصنة في دوامة الخيل هذه ثابتة، ولكن الأحصنة تتحرّك بتسارع لأنّ اتجاهها يتغيّر بشكل ثابت. يكون تسارع كل حصان تجاه مركز دوامة الخيل الدائرية.

المفردات

مفردات أكاديمية

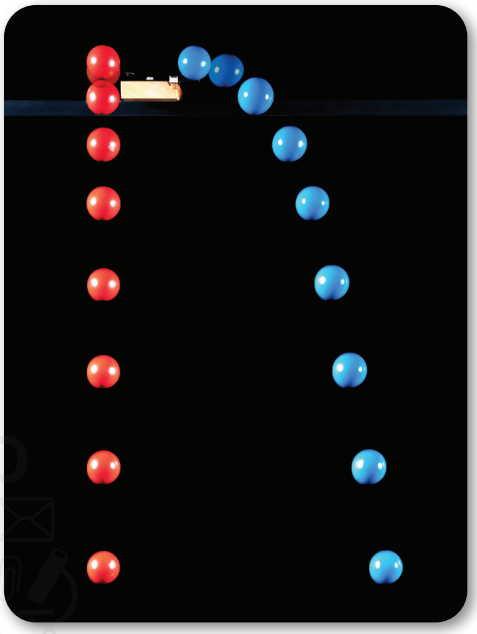
الثابت Constant

لا يختلف أو يتغيّر مع مرور الزمن؛ يصعب الطنين الثابت للمروحة من الخلود في النوم.

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

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

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education



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

الرمي والإسقاط إذا رميت كرة بأقصى قوة تستطيعها في اتجاه أفقي تمامًا، فهل ستستغرق زمنًا أطول حتى تصل إلى الأرض مما إذا كنت أسقطتها من الارتفاع نفسه؟ من المثير للدهشة أنّ الزمن لن يختلف. ستصطدم كلٌّ من الكرة التي رميتها والتي أسقطها 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.

التسارع في 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 والتسارعات 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 تسارعات كبيرة. عندما يهبط الركاب منحدرًا حادًا أو يتحركون في حلقات دائرية مقلوبة، سيتسارعون بإتجاه الأرض نتيجة الجاذبية. وعندما يتحرك الركاب حول المنعطفات الحادة، فإنّهم يتسارعون أيضًا. يؤدي هذا التسارع إلى جعلهم يشعرون وكأنّ القوة تدفعهم إلى جانب العربة.

القسم 3 مراجعة

ملخص القسم

- إنّ التسارع هو معدل تغيّر السرعة المتجهة.
- تزداد سرعة الجسم إذا كان التسارع في اتجاه السرعة المتجهة نفسها.
- تقل سرعة الجسم إذا كان تسارع الجسم وسرعته المتجهة في اتجاهين متعاكسين.
- إذا تحرك جسم في خط مستقيم، فيساوي مقدار التغيّر في السرعة المتجهة السرعة النهائية مطروحًا منها السرعة الأولية.
- يسمى التسارع اتجاه مركز مسار منحنٍ أو دائري تسارع مركزي.

1. الفكرة الرئيسة **صِف** تسارع دراجتك وأنت تقودها من منزلك إلى المتجر.
2. **حدِّد** التغيّر في السرعة المتجهة لسيارة يتم تشغيلها وهي ساكنة وسرعتها المتجهة النهائية هي 20 m/s شمالًا.
3. **صِف** حركة جسم تسارعه $0\ m/s^2$.
4. **التفكير الناقد** افترض أنّ سيارة تتحرّك بتسارع بحيث تزداد سرعتها. أولًا، صِف الخط الذي سترسمه على الرسم البياني للسرعة والزمن لحركة السيارة. ثم صِف الخط الذي سترسمه على الرسم البياني للمسافة والزمن.

تطبيق مفاهيم رياضية

5. **حساب الزمن** سقطت كرة من منحدر ولها تسارع مقداره $9.8\ m/s^2$. ما الزمن الذي ستستغرقه الكرة لتصل إلى سرعة 24.5 m/s؟
6. **حساب السرعة** يتخطى عدَّاء نقطة البداية بتسارع مقداره $4.5\ m/s^2$. احسب سرعة العدَّاء بعد 2 s؟

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

تجربة
التمثيلات البيانية للحركة

الأهداف

- **يقيس** موقع جسم متحرّك.
- **ينشىء** رسم بياني للمسافة والزمن.
- **يستخدم** رسم 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 الرسم البياني للمسافة والزمن تحديد ما إذا كانت السيارة اللعبة تُسرع أو تتباطأ أو تتحرك بسرعة ثابتة.**

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

التحضير

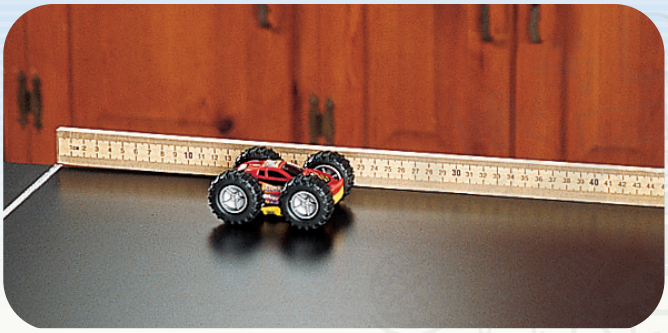
المواد

كاميرا تصوير فيديو
سيارة لعبة بزنبرك
عصا مترية

احتياطات السلامة

الإجراء

1. اقرأ الإجراء وحدّد المخاطر 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** رسمًا بيانيًا للمسافة والزمن للسيارة اللعبة مستخدماً البيانات التي جمعتها.
2. **احسب** سرعة السيارة اللعبة لكل فاصل زمني.
3. **رتّب** السرعات لكل فاصل زمني قدره 0.1 s. استخدم الرسم 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 الفواصل الزمنية؟)
5. **استدلّ** كيف يمكنك استخدام الرسم البياني للمسافة والزمن للتحقق من أنّ عداد سرعة السيارة يعمل.

شارك

بياناتك

قارن بين الرسم البياني الذي أنشأته وذلك الذي أنشأه كلّ من زملائك. ناقش الأسباب الممكنة لاختلاف هذه الرسوم البيانية.

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

تجربة

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 متحرّك في الزخم؟

التحضير

المواد

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

احتياطات السلامة

الإجراء

1. اقرأ الإجراء وحدّد المخاطر 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.

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

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. قِسْ وسَجِّل المسافة التي تحركتها الكرة اللينة.
8. كرّر الخطوات من 5-7، مع دحرجة كرة المضرب بسرعة.
9. كرّر الخطوات من 5-7، مع دحرجة كرة التنس ببطء ثم بسرعة.
10. كرّر الخطوات من 5-7، 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 الرسم 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 رسمًا بيانيًا ينشىء كل تلميذ في الصف رسمًا بيانيًا للزخم والمسافة مستخدمًا البيانات التي جمَعها. يناقش كل تلميذ أوجه التشابه وأوجه الاختلاف بين الرسم البياني خاصته وذلك الذي أنشأه كلّ من زملائه. ناقش أوجه الشبه والاختلاف بين هذا الرسم البياني وبين الرسوم البيانية الأخرى التي قامت بها المجموعات الفردية.

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

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

في الحقل نفسه

بدون سائق؟ بدون خوف!

تواجه السيارة التي تعمل بالديزل والملقبة 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 القوية، هذا مع مرورها بإلتفافات 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 وتنتقل 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 تسارع 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 تمر بها.

يمكن الحصول على بيانات إضافية عن موقع السيارة من خلال استخدام نظام تحديد المواقع العالمي (GPS) والمستشعرات التي تقيس الدوران المحوري لتسارع 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 مفيدة 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 معقدّة مثل اندماجها في حركة المرور ومواقف السيارات وإشارات السير والإلتفاف حول عوائق الطرق 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.

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

الوحدة 7 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 الرسم البياني للمسافة والزمن، يمثل الزمن المحور x وتمثل المسافة المحور y.
- يمثّل ميل الخط المرسوم على الرسم 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 التسارع

التسارع	Acceleration
التسارع المركزي	Centripetal Acceleration

الفكرة الرئيسة **يصف التسارع تغيُّر السرعة المتجهة لجسم مع الزمن.**

- إنّ التسارع هو معدل تغيّر السرعة المتجهة.
- تزداد سرعة الجسم إذا كان التسارع في اتجاه السرعة المتجهة نفسها.
- تتناقص سرعة الجسم إذا كان تسارع الجسم وسرعته المتجهة في اتجاهين متعاكسين.
- عندما يتحرك جسم في خط مستقيم، يساوي مقدار التغير في سرعته المتجهة، سرعته النهائية مطروحًا منها السرعة الأولية.
- يسمى التسارع اتجاه مركز مسار منحنٍ أو دائري تسارع مركزي.

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

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

استخدام المفردات

قارن وقابل بين أزواج المصطلحات التالية.

1. السرعة—السرعة المتجهة

2. الحركة—الإزاحة

3. السرعة المتجهة—الزخم

4. التسارع—السرعة المتجهة

إتقان 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 وحدة النظام الدولي للتسارع؟
   A) km^2/s
   B) km/h
   C) m/s^2
   D) cm/s

7. أي مما يلي لا يُستخدم في حساب التسارع؟
   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 تتسارع 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) التسارع/الزمن
    B) التغيّر في السرعة المتجهة/الزمن
    C) المسافة/الزمن
    D) الإزاحة/الزمن

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

تفسير المخططات

استخدم الجدول أدناه للإجابة عن السؤال *12*.

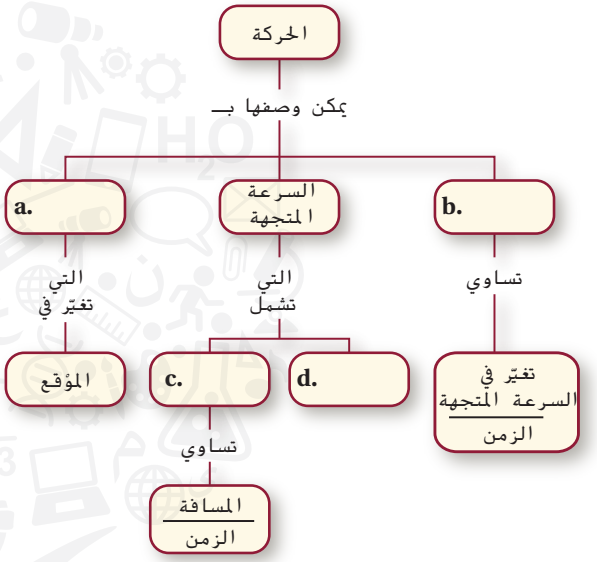
المسافة والزمن للعدَّائين

الزمن (s)	1	2	3	4
مسافة سالي (m)	2	4	6	8
مسافة ياسمين (m)	1	2	2	4

12. أنشئ رسمًا بيانيًا للمسافة والزمن يوضّح حركة كلا العداءتيْن. احسب متوسط سرعة كل عدَّاءة؟ أي من العداءتيْن ستقف لفترة قصيرة؟ عند أي من الفواصل الزمنية ستكون لهما السرعة نفسها؟

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

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



التفكير الناقد

14. **اشرح** لماذا تُعدّ 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 يحدث التسارع عندما تتحرّك السيارة بسرعة ثابتة. ما المفترض أن يكون قد تسبَّب في حدوث هذا التسارع؟

17. **الفكرة الرئيسة** **حدِّد** 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

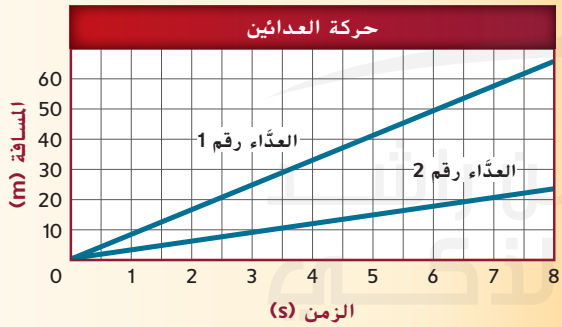
19. **احسب السرعة** ينبغي لدرَّاج قطع مسافة 800 km. كم عدد الأيام التي ستستغرقها رحلته إذا تحرك الدرَّاج بمعدل 8 h كل يوم بمتوسط سرعة قدرها 16 km/h؟

20. **احسب التسارع** تبلغ سرعة قمر صناعي 5,000 m/s. بعد مرور دقيقة واحدة من الزمن، تصبح سرعته 10,000 m/s. كم يبلغ تسارع 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 السابق 21 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. **فسِّر الرسم البياني** استخدم الرسم البياني لتحديد العدَّاء 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

تدريب على الاختبار المعياري

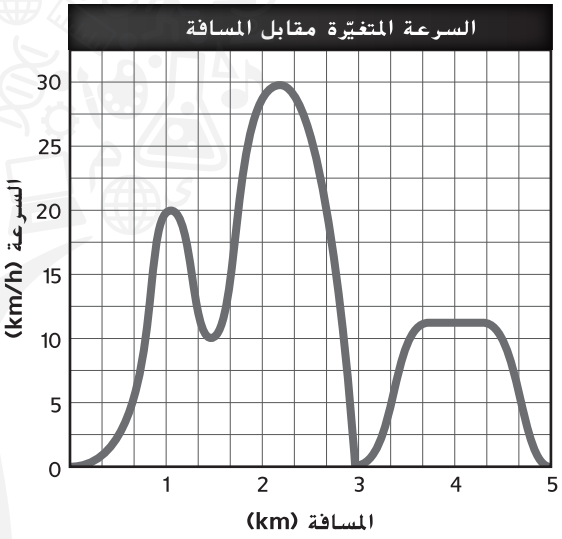
الاختيار من متعدد

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 مسافة 1485 m؟

A. 45 s **C.** 4900 s
B. 4.5 s **D.** 0.22 s

استخدم الشكل التالي للإجابة عن الأسئلة *2* إلى *4*.



2. يوضّح الرسم البياني طريقة تغيّر سرعة درّاج أثناء رحلة مدتها 0.25h. ما متوسط سرعة الدرّاج؟

A. 2 km/h **C.** 20 km/h
B. 30 km/h **D.** 8 km/h

3. بمجرد بدء الرحلة، كم عدد المرات التي توقف فيها الدرّاج؟

A. 0 **C.** 2
B. 4 **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. احسب تسارعها.

A. 9 m/s^2 **C.** 27 m/s^2
B. 3 m/s^2 **D.** 6 m/s^2

6. أي مما يلي يصف بشكل أفضل جسمًا له سرعة متجهة ثابتة؟

A. يتغيّر اتجاهه.
B. تزداد عجلته.
C. تسارعه يساوي صفرًا.
D. تسارعه سالب.

استخدم الجدول أدناه للإجابة عن الأسئلة من *7* إلى *9*.

العدَّاء	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 **C.** 3.0 km/min
B. 530 km/min **D.** 3.4 km/min

8. أي من العدائين له أعلى متوسط سرعة؟

A. محمود **C.** أحمد
B. خالد **D.** صالح

9. إذا كانت كتلة العدائين الأربعة متساوية، فمن صاحب الزخم الأقل؟

A. محمود **C.** أحمد
B. خالد **D.** صالح

10. تدفع حركة الصفيحة الأسترالية أستراليا شمالًا بمتوسط سرعة حوالي 17 cm سنويًا. احتسب إزاحة أستراليا بالأمتار في 1,000 سنة؟

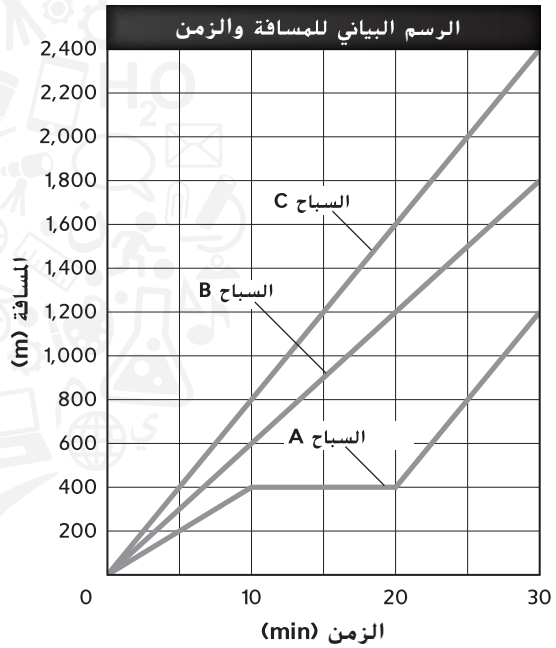
A. 170 m شمالًا **C.** 1,700 m شمالًا
B. 170 m جنوبًا **D.** 1,700 m جنوبًا

McGraw-Hill Education حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة

أسئلة ذات إجابات قصيرة

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

استخدم الشكل أدناه للإجابة عن السؤالين *11* و *12*.



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

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

13. إذا كانت السرعة المتجهة لسيارة هي 40 km/h غربًا ثم توقفت خلال 5s، احسب التسارع بوحدة m/s^2؟

أسئلة ذات إجابات مفتوحة

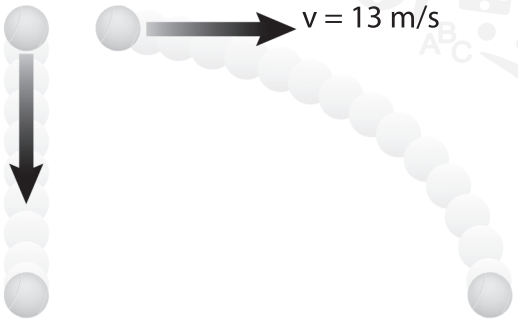
سجّل إجاباتك على ورقة.

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

15. أين ستضع النقطة المرجعية لتصف حركة مسبار فضائي يتحرّك من الأرض إلى المشترى؟ 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؟

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

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education