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 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 **صف** مدى الاختلاف بين السرعة المتجهة والسرعة.

**الشكل 9** تتحرّك 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





# 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.

## 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. ض م

## 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 ض م

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

## 2 التدريس

### النشاط

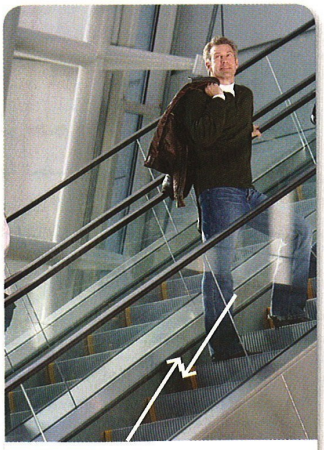
**السرعة المتجهة المتغيّرة** قم بأرجحة كرة على حبل حول رأسك بسرعة ثابتة. واسأل الطلاب ما إذا كانت السرعة المتجهة للكرة ثابتة أم متغيّرة. متغيّرة، نظرًا إلى اختلاف الاتجاه ف م

### 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 ص 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 نهايتَي 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. ص م



■ **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 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**

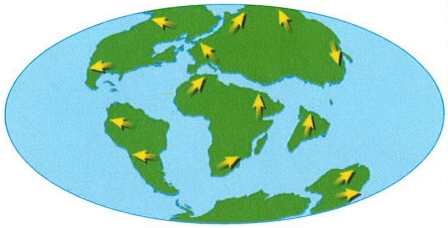
**أصل الكلمة**

**السرعة المتجهة velocity**

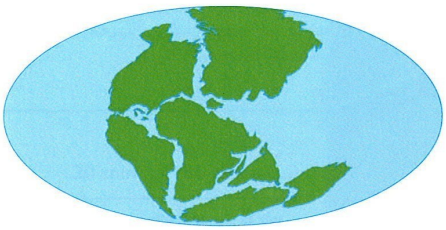
مشتقة من الكلمة اللاتينية *veloci-* والتي تعني سريعًا أو متسرعًا أو متعجلًا.

وجد الطلاب أنّ السرعة المتجهة للفيلوسيرابتور 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 بانجيا إلى أجزاء أصغر. ومنذ نحو 66 مليون عامًا، بدت القارات على النحو المبيّن في الشكل أعلاه.



شكلت القارات منذ نحو 250 عاماً قارة عظمة تسمى بانجيا..



### على مستوى المقرّر ككلّ

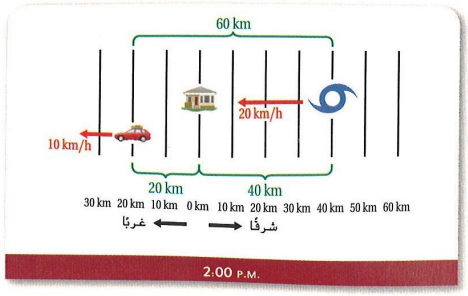
**تاريخ** في أوائل القرن العشرين، وضع ألفريد فيجنر، عالم أرصاد جوية ألماني، نظرية مفادها أنّ كل قارات الكرة الأرضية كانت يومًا ما جزءًا من كتلة أرضية واحدة تسمى بانجيا. واطلب من الطلاب البحث عن دليل يدعم هذه النظرية ومناقشته. الإجابات المحتملة: أوجه الشبه بين القارات في الأحافير والرواسب الجليدية والطبقات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

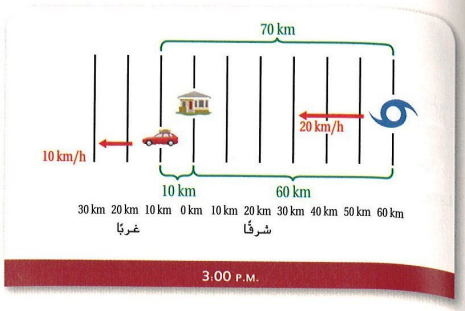
### دعم محتوى المعلّم

**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 © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

514 الوحدة 18 • الحركة




## الحركة النسبية

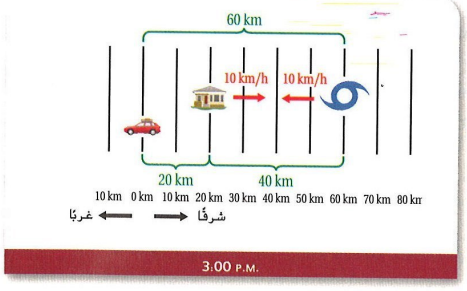
هل شاهدت من قبل سيارات تمرّ بجانبك على الطريق السريع؟ تبدو السيارات التي تسير في الاتجاه نفسه كأنّها تزحف إلى جانبك، بينما تبدو السيارات التي تسير في الاتجاه المعاكس كأنّها تندفع بسرعة كبيرة إلى جانبك. والسبب في هذا الاختلاف الواضح في السرعة هو أن النقطة المرجعية، أي سيارتك، تتحرك ايضاً.

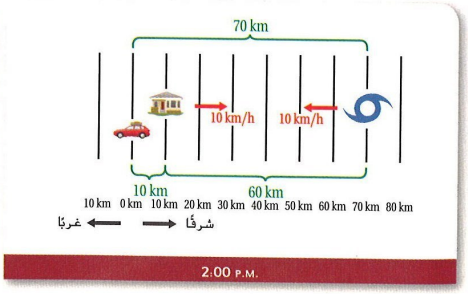
يؤثر اختيار نقطة مرجعية متحركة في طريقة وصفك للحركة. على سبيل المثال، يمكن وصف حركة إعصار بحري باستخدام نقطة مرجعية ثابتة، مثل منزل. يوضّح **الشكل 12** المواقع والسرعات المتجهة لإعصار بحري وسيارة بالنسبة إلى منزل في الساعة 2:00 p.m. وفي الساعة 3:00 p.m. وتقلّ المسافة بين الاعصار البحري والمنزل بمعدل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




حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education



### 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 ض 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

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

## 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. $p = mv$
   شمالًا $= 1{,}300\ \text{kg} \times 28\ \text{m/s}$
   شمالًا $= 36{,}400\ \text{kg·m/s}$
2. $v = p / m = 6.0\ \text{kg·m/s}$
   جنوبًا $0.15\ \text{kg} = 40\ \text{m/s}$ جنوبًا
3. $m = p / v = 52.0\ \text{kg·m/s}$
   غربًا $/ 0.8\ \text{m/s}$ غربًا $= 65\ \text{kg}$
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 كلٍّ 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

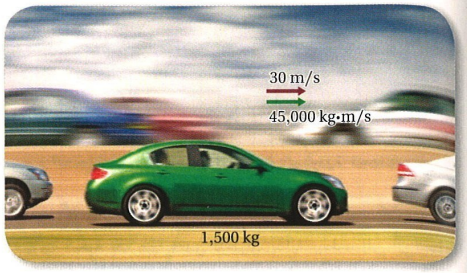
**تحقق من صحة الإجابة:** تبدو إجابتنا معقولة لأنّه أكبر من زخم شخص يسير، لكنه أصغر جدًّا من زخم سيارة على الطريق السريع.

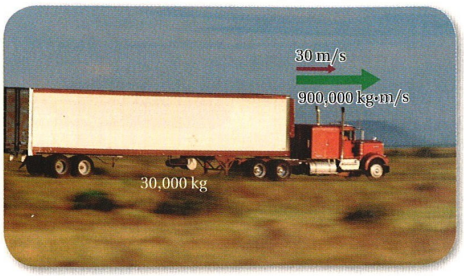
### تطبيق

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. **المفردة الرئيسة** **صف** 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.



## 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. ض م

## إعادة التدريس

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

**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