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. ص م

تنشيط الخلفية المعرفية اطلب من الطلاب كتابة ما يعرفونه عن العجلة. وقدِّم 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 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 **العجلة** هي معدل تغيّر السرعة المتجهة. عندما تتغيّر السرعة المتجهة لجسم، فإنّ الجسم يتحرّك بعجلة.

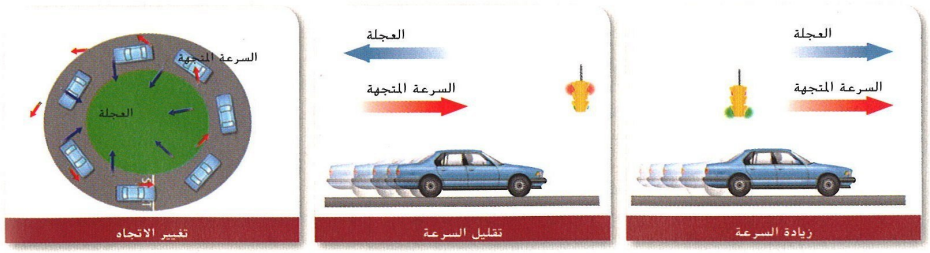
تذكر أنّ السرعة المتجهة تتضمن سرعة الجسم واتجاهه. بالتالي، قد يكون التغيّر في السرعة المتجهة تغيّرًا في السرعة أو الاتجاه. تحدث العجلة عندما يغيّر جسم سرعته أو اتجاهه أو كليهما.

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.

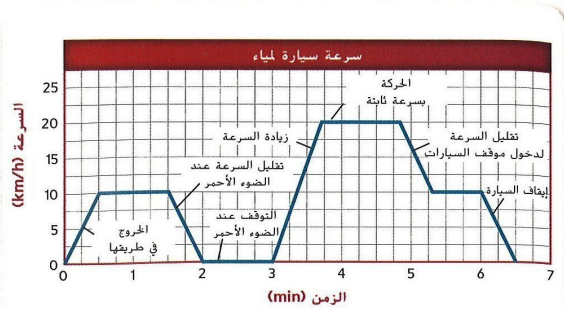
إذا نظرت إلى السيارة في **الشكل 15**، فسترى أنّه عندما تزداد سرعتها تكون العجلة والسرعة المتجهة لها في الاتجاه نفسه. عندما تقل سرعة السيارة، تكون عجلتها في الاتجاه المعاكس لسرعتها المتجهة. وعندما تُغير السيارة من اتجاهها، لا تكون العجلة في الاتجاه نفسه أو الاتجاه المعاكس للسرعة المتجهة للسيارة.



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 ينتقل 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، 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 عجلة الجسم من المعادلة التالية.

معادلة العجلة

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

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

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 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 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. ض م

■ **سؤال حول الشكل 16**

0.5–1.5 min، 2–3 min، 3.7–4.8 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.

McGraw-Hill Education © محفوظة لصالح مؤسسة حقوق الطبع والتأليف

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. ف م

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 القيمة العددية للمساحة أسفل تمثيل بياني للسرعة والزمن هي المسافة التي قطعها الجسم. ف م

McGraw-Hill Education © محفوظة لصالح مؤسسة حقوق الطبع والتأليف

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 $= 5.0\ s$

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.

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 ض م

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. ض م

أصول الكلمة اطلب من الطلاب البحث عن أصل كلمة مقذوف. إنّ كلمة مقذوف مشتقة من البادئة اللاتينية *pro-*، التي تعني "إلى الأمام"، والفعل اللاتيني *iacere*، الذي يعني "يرمي". ض م

McGraw-Hill Education محفوظة لصالح مؤسسة © حقوق الطبع والتأليف

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 درّاج بوضعية السكون ثم يتحرك بعجلة بمعدل $0.5\ m/s^2$ جنوبًا لمدة 20 s. احسب السرعة المتجهة النهائية للدرّاج؟
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.

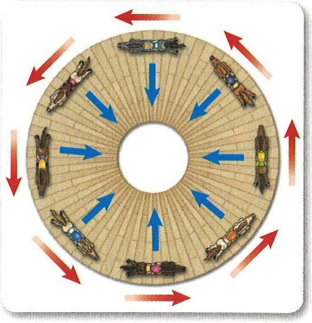
الحركة الدائرية فكّر في الحركة الأفقية لحصان في دوامة الخيل كما يظهر **الشكل 17**. يتحرّك الحصان في مسار دائري. تظل سرعته ثابتة ولكنها تتعجل نظرًا إلى تغيّر اتجاه حركته. إن التغيّر في اتجاه السرعة المتجهة للحصان هو نحو مركز دوامة الخيل. أما السرعة المتجهة للحصان فتتعامد مع اتجاه العجلة الداخلية. تُسمى 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*.

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 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.



الشكل 17 إنّ السرعة الأفقية للأحصنة في دوامة الخيل هذه ثابتة، ولكن الأحصنة تتحرّك بعجلة لأنّ اتجاهها يتغيّر بشكل ثابت. تكون عجلة كل حصان تجاه مركز دوامة الخيل الدائرية.

المفردات

مفردات أكاديمية

الثابت constant

لا يختلف أو يتغيّر مع مرور الوقت؛ 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 تعجل الشريط المطاطي نحو الأسفل. يتسبب مزيج هاتين الحركتين في تحرك الشريط المطاطي في مسار منحنٍ.

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 ونبِّه 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.

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. ف م

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. د م

McGraw-Hill Education محفوظة لصالح مؤسسة © حقوق الطبع والتأليف

القسم 3 • العجلة 521

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

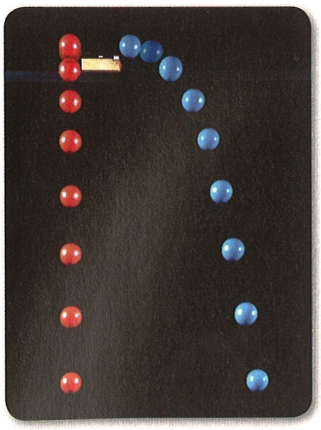
حركي اطلب من الطلاب العمل في مجموعات لإنشاء ملصقات توضّح العجلة التي تواجهها كرة تنس أثناء سقوطها وارتدادها. إذا كان السقوط إلى أسفل هو الاتجاه الموجب، فستكون عجلة الكرة موجبة عند سقوطها وارتدادها إلى أعلى. وعند ملامسة الكرة للأرض، تكون عجلتها سالبة. ف م التعلم التعاوني

إعادة التدريس

أنواع العجلة اطلب من الطلاب توضيح ثلاث طرق للتسارع أثناء السير. زيادة السرعة، الإبطاء، تغيير الاتجاه ف م

التقويم

العملية فكر في طريقة تأثُّر 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 ض م



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 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.

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، فإنّهم 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. **الفكرة الرئيسة** **صِف** 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. **صِف** حركة جسم عجلته $0\ m/s^2$.
4. **التفكير الناقد** افترض أنّ سيارة تتحرّك بعجلة بحيث تزداد سرعتها. أولًا، صِف الخط الذي سترسمه على التمثيل البياني للسرعة والزمن لحركة السيارة. ثم صِف 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؛ وتغيّر 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، أنّها تتحرك في خط مستقيم بسرعة ثابتة أو أنّها 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 $9.8\ m/s^2$ / $(5.42\ m - 0\ m/s)$ =
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

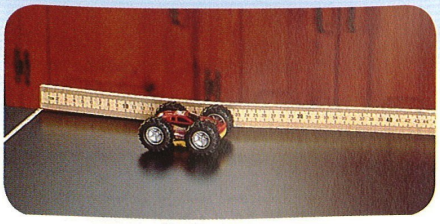
المواد

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 مستخدماً 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 الفواصل 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.

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

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.

شارك
بياناتك

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

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

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

التجارب

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 متحرّك في الزخم؟

التحضير

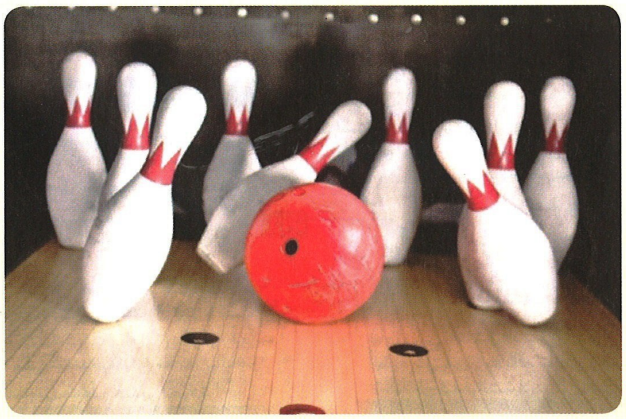
المواد

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

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 كل 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.



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.

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. قِسْ وسَجِّل 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 ينشىء كل تلميذ في الصف تمثيلًا بيانيًا للزخم والمسافة مستخدمًا البيانات التي جمَعها. 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.

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.

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.

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

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 المركَبة 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 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 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 تمر 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 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 معقّدة 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.

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

displacement	الإزاحة
motion	الحركة
speed	السرعة

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

momentum	الزخم
velocity	السرعة المتجهة

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

acceleration	العجلة (التسارع)
centripetal acceleration	العجلة المركزية

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

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

الوحدة 18 مراجعة

استخدام المفردات

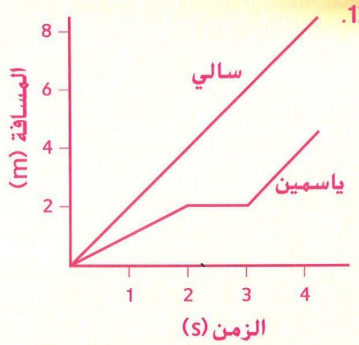
1. ينص كلاهما على طريقة تغيّر المسافة مع مرور الزمن. وتشتمل السرعة المتجهة على الاتجاه.
3. تحدث الحركة عندما يغيّر جسم موقعه. وتصف الإزاحة مسافة واتجاه تغيير جسم لموقعه.
3. يصف كلا المصطلحين حركة جسم. فالسرعة المتجهة هي سرعة واتجاه حركة الجسم. والزخم هو السرعة المتجهة للجسم مضروبة في كتلته.
4. إنّ السرعة 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
   B) km/h
   C) m/s^2
   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 القذيفة 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

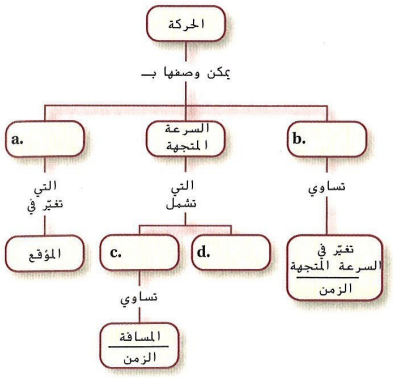
الزمن (s)	1	2	3	4
مسافة سالي (m)	2	4	6	8
مسافة ياسمين (m)	1	2	2	4

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

McGraw-Hill Education © محفوظة لصالح مؤسسة حقوق الطبع والتأليف

الوحدة 18 مراجعة

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. **مبرِّر** قد تحدث العجلة عندما تتحرّك السيارة بسرعة ثابتة. ما المفترض أن يكون قد تسبَّب 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. **فسِّر 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

الوحدة 18 مراجعة

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 km / 16 km/h = 50 h / 8 h/يوم = 6 أيام، ساعتان
20. $a = (v_f - v_i) / t$ = (10,000 m/s − 5,000 m/s) / 60 s = 83 m/s²
21. $s = d / t$ = 90 km / 4 h = 22.5 km/h؛ إزاحتها هي 0 m.
22. الجزء 1 يستغرق 1 h 45 min، وبالتالي يكون v = 45 km / 1.75 h = 26 km/h؛ الجزء 2 يستغرق 2 h 15 min، وبالتالي يكون v = 45 km / 2.25 h = 20 km/h
23. العدّاء 1
24. $m = p / v$ = 45,000 kg·m/s / 30 m/s غربًا = 1,500 kg غربًا

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

الوحدة 18 • مراجعة 529

تدريب على الاختبار المعياري

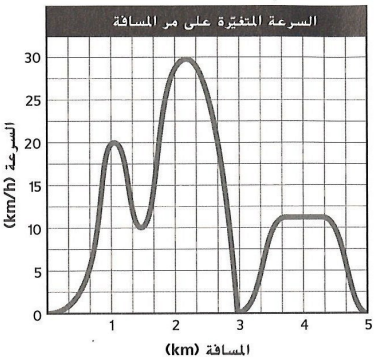
الاختيار من متعدد

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 **C.** 4900 s
B. 4.5 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 **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. احتسب عجلتها؟

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. 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 **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

تدريب على الاختبار المعياري

الاختيار من متعدد

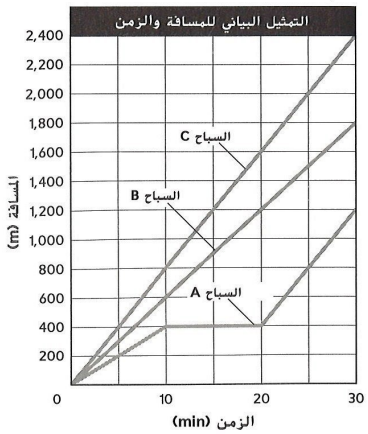
1. B
2. C
3. C
4. B
5. B
6. C
7. A
8. C
9. B
10. A

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* و*12*.



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 5s، احتسب العجلة في m/s^2؟

أسئلة ذات إجابة مفتوحة

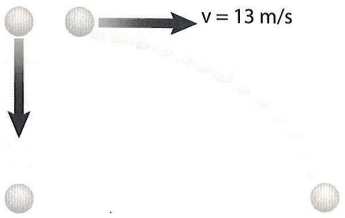
سجّل إجاباتك على ورقة.

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 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؟

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

أسئلة ذات إجابة قصيرة

11. السبَّاحة C؛ لدى الخط الممثل لحركتها الميل الأكبر.

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

13. $40\ km/h \times 1{,}000\ m/km \times 1\ h / 3{,}600\ s = 11\ m/s$

$a = (v_f - vi) / t = (0\ m/s - -2.2 = 5\ s/\text{غربًا}\ 11\ m/s)$

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 $d = st = 13\ m/s \times 5\ s = 65\ m$.