الحركة المتسارعة

حول الشكل

اطلب من الطلاب فحص الشكل وتحديد الوقت الذي يحدث فيها للسيارة تسارع خلال سباق السيارات. الإجابات المحتملة: عندما تبدأ السيارة في السباق وعندما تنهي السيارة السباق وتتوقف وكلما قامت السيارة بتغيير السرعة وكلما مرت السيارة بمنعطف. اطلب من الطلاب مناقشة كيفية معرفة سائق السيارة أن السيارة في حالة تسارع. الإجابات المحتملة: سيشعر السائق بالدفع أو الشدّ وهو داخل السيارة، قد يلاحظ السائق حدوث تغيير في قراءة مقياس السرعة.

استخدام التجربة الاستهلالية

في الرسم البياني للحركة، يقارن الطلاب الرسوم البيانية لكائن ما يتحرك بسرعة ثابتة وكائن آخر يتحرك بسرعة متزايدة.

نظرة عامة على الوحدة

تقدم الوحدة مفهوم التسارع كمعدل لتغير السرعة المتجهة. تستخدم الرسوم البيانية للسرعة المتجهة – الزمن والرسوم البيانية للموقع – الزمن لصياغة معادلات الحركة واستيعاب مفهوم الحركة بتسارع ثابت. يستخدم الطلاب هذه المعادلات لحل المسائل المرتبطة بالحركة بتسارع ثابت. تنتهي الوحدة بمناقشة السقوط الحر كمثال على هذا النوع من الحركة.

قبل أن يدرس الطلاب المادة الواردة بهذه الوحدة، يجب عليهم دراسة ما يلي:

- إضافة المتجهات في بُعد واحد
- الرسوم البيانية للموقع والزمن
- الحركة المنتظمة في بُعد واحد
- المتجهات مقابل الكميات القياسية

لحل المسائل الواردة في هذه الوحدة، سيحتاج الطلاب إلى استيعاب ما يلي جيدًا:

- إنشاء رسم بياني للبيانات
- الأرقام المعنوية
- المَيْل
- حل المعادلات الخطية
- حل المعادلات التربيعية

تقديم الفكرة الرئيسة

يمكنك تقديم عرض توضيحي عن طريق استخدام يويو في الفصل. عرّف التسارع بأنه تغير في السرعة واطلب من الطلاب وصف توقيت تغير سرعة اليويو أثناء استخدامه. تتغير سرعة اليويو طوال الوقت تقريبًا، أثناء السقوط والرجوع إلى اليد على حد سواء.

Glow Images

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

0037_0052_C03_718462.indd 37 8/19/2016 10:52:48 AM

1 تقديم

النشاط المحفّز

نوع جديد من الحركة أظهر للطلاب نموذجًا للحركة المتسارعة، مثل لعبة تعمل بزنبرك تقل سرعتها بسرعة أو عداء يغادر نقطة الانطلاق لتوه أو عربة تتحرك فوق ورق الصنفرة. تجنب استخدام السقوط الحر كمثال لأنه من الصعب ملاحظة الحركة المتسارعة. اطلب من الطلاب وصف الاختلافات بين هذا النوع من الحركة والحركة المنتظمة التي تمت مناقشتها في الوحدة السابقة. د م مرئي مكاني

الربط بالمعرفة السابقة

مخططات الحركة والرسوم البيانية ارسم مخططًا للحركة ورسمًا بيانيًا للإزاحة والزمن لشخص يتحرك بسرعة متجهة ثابتة، واطلب من الطلاب تفسيرهما. اسأل الطلاب عن الشيء الذي تمثله ماديًا كمية مَيْل الخط في الرسم البياني x–t. السرعة المتجهة (معدل تغير الموقع) وضح للطلاب أنهم سيستخدمون أسلوب تحليل المنحدر لوصف الحركة التي لها معدل ثابت لتغير السرعة المتجهة. ض م مرئي مكاني

2 التدريس

مخططات الحركة غير المنتظمة

تطوير المفاهيم

وصف تغيرات السرعة المتجهة العبارات مثل زيادة السرعة وتقليل السرعة تصف الحركة مع وجود تغيرات معينة في متجه السرعة المتجهة. إذا زادت سرعة جسم ما، فإن متجهات السرعة المتجهة المتعاقبة في مخطط الحركة الخاص بهذا الجسم تزداد طولاً. أما إذا قلت سرعة جسم ما، فإن متجهات السرعة المتجهة المتعاقبة يقل طولها.

استخدم الشكل 2.

اطلب من الطلاب الإمساك بمرآة مستوية بحيث تكون عمودية على الصفحة والنظر إلى **الشكل 2** وانعكاسها. اسأل الطلاب عن السبب الذي جعل كلا من مخطط الحركة العلوي في الشكل وصورته المعكوسة يظهران حركة تتزايد حتى إذا كانت الحركة في اتجاهات عكسية. يزداد طول متجهات السرعة المتجهة. اطلب من الطلاب التأكد من أن كلا من المخطط السفلي وصورته المنعكسة يظهران حركة تقل سرعتها في الاتجاهات العكسية نظرًا لتناقص طول متجهات السرعة المتجهة. د م مرئي مكاني

استخدم الشكل 3.

اطلب من الطلاب أن يتذكروا كيف حددوا $\Delta \boldsymbol{x}$ قبل ذلك. وضّح أن الأسلوب نفسه يستخدم لتحديد $\Delta \boldsymbol{v}$ في **الشكل 3**. تُعاد كتابة تعريف $\Delta \boldsymbol{v}$، $\boldsymbol{v}_f - \boldsymbol{v}_i$ في صيغة $\boldsymbol{v}_f + (-\boldsymbol{v}_i)$ حيث $(-\boldsymbol{v}_i)$ يمثل متجهًا متساويًا في طوله مع $\boldsymbol{v}_i$ ولكنه في الاتجاه المعاكس. مجموع متجهات $\boldsymbol{v}_f + (-\boldsymbol{v}_i)$، والذي يساوي $\Delta \boldsymbol{v}$ يمثل متجهًا توجد قاعدته عند قاعدة $\boldsymbol{v}_f$ ويوجد طرفه عند طرف $-\boldsymbol{v}_i$. ض م

التعزيز

اتجاه $\Delta \boldsymbol{v}$ أكّد على أن $\Delta \boldsymbol{v}$ هو التغير في السرعة المتجهة من $\boldsymbol{v}_i$ إلى $\boldsymbol{v}_f$. في **الشكل 3**، اطلب من الطلاب ملاحظة أنه مع زيادة سرعة الجسم الموجود جهة اليمين، يمتد طول متجه السرعة المتجهة من $\boldsymbol{v}_i$ إلى $\boldsymbol{v}_f$ بمعدل يتساوى مع الطول $\Delta \boldsymbol{v}$. وضّح أن اتجاه المتجه $\Delta \boldsymbol{v}$ في اتجاه الحركة. اطلب من الطلاب رسم مخطط الحركة لجسم تقل سرعته ناحية اليمين، مع ملاحظة أن متجه السرعة المتجهة يقل طوله من $\boldsymbol{v}_i$ إلى $\boldsymbol{v}_f$ بمعدل $\Delta \boldsymbol{v}$. نظرًا لتناقص طول المتجه، فإن اتجاه التغير في متجه السرعة المتجهة، $\Delta \boldsymbol{v}$، يكون ناحية اليسار، في مقابل اتجاه الحركة. ض م مرئي مكاني

اتجاه التسارع

استخدم الشكل 4.

وضّح أنه في مخططي الحركة الأول والثالث، تتزايد أطوال متجهات السرعة المتجهة، مما يشير إلى زيادة سرعة الجسم. وضّح أيضًا أن $\boldsymbol{v}_i$ و$\boldsymbol{v}_f$ و$\Delta \boldsymbol{v}$ و $\boldsymbol{a}$ لها الاتجاه نفسه. أخبر الطلاب أن بإمكانهم توقع زيادة سرعة جسم ما إذا كان تسارعه في اتجاه حركته نفسه. اطلب من الطلاب استخدام المناقشات التشبيهية لتوقع الظروف التي تقل فيها سرعة جسم ما. ض م

تحديد المفاهيم الخاطئة

التسارع الإيجابي والسلبي يربط الطلاب غالبًا بين التسارع الإيجابي وزيادة السرعة وبين التسارع السلبي وتناقص السرعة فحسب. اسأل الطلاب عن تأثير التسارع الإيجابي على جسم ما يتحرك في الاتجاه الموجب. ستزيد سرعة الجسم. ثم اسألهم عن تأثير التسارع السلبي على جسم ما يتحرك في الاتجاه السالب. ستزيد سرعة الجسم. ض م

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

0037_0052_Co3_718462.indd 38 8/19/2016 10:52:48 AM

التعزيز

الفكرة الرئيسة اطلب من الطلاب رسم مخطط للحركة للموقف التالي، بافتراض أن الاتجاه الأمامي هو الاتجاه الموجب. هناك سيارة متوقفة (أ) تقف في طابور سيارات (ب) تتوقف (ج) تتحرك للأمام ثم (د) تتوقف. اطلب من الطلاب تحديد الحركات التي لها تسارعات إيجابية والحركات التي لها تسارعات سلبية. الحركتان (ب) و(ج) تتميزان بتسارع إيجابي؛ أما الحركتان (أ) و(د) فتتميزان بتسارع سلبي. د م مرئي مكاني

الرسوم البيانية للسرعة المتجهة – الزمن

مناقشة

سؤال لنفترض أن إحدى زميلاتك في الصف تمارس رياضة التزلج باللوح على سطح مستوٍ وسط رياح عاتية، مما يقلل من سرعتها ويجعلها تتحرك للخلف. نظرًا لأن اتجاه حركتها يتغير، فما سرعتها المتجهة؟ هل يكون تسارعها إيجابيًا أم سلبيًا أم صفرًا عندما تتغير حركتها؟

جواب في اللحظة التي غيرت فيها اتجاهها، كانت سرعتها الاتجاهية اللحظية صفرًا. إذا كان الاتجاه الأولي لحركتها موجبًا، فإن تسارعها يكون سلبيًا والعكس صحيح. ض م

المدى والتسارع اللحظي

استخدم التجربة المصغرة

في سباق الكرة الفولاذية، يستطيع الطلاب مقارنة حركة كرتين تتحركان لأسفل على منحدر (سطح مائل) من ارتفاعات مختلفة.

استخدام تجربة الفيزياء

في التسارع، يستطيع الطلاب استخدام بوابة ضوئية وموقت لقياس حركة كرة متحركة ثم حساب تسارع الكرة.

استخدام تجربة الفيزياء

في حركة رمي الكرة، يستطيع الطلاب استخدام كاشف حركة لجمع البيانات عن كرة يتم إلقاؤها لأعلى في خط مستقيم ثم تحليل الرسوم البيانية التي تحتوي على البيانات.

حساب التسارع والتسارع بسرعة ثابتة

التدريس المتمايز

الطلاب الذين يواجهون صعوبات لكل طالب، جهّز بطاقة فهرسة تحمل رسمًا بيانيًا v–t مختلفًا. صمّم نظامًا إحدائيًا في الفصل واطلب من كل طالب شرح الحركة التي يمثلها الرسم البياني. اطلب من زملاء الفصل التطوع ليرسموا على السبورة الرسم البياني الذي يعتقدون أنه يمثل الحركة التي قام بها الطالب. د م

التعلم الحثي الحركي

3 التقييم

تقويم الفكرة الأساسية

التسارع أثناء السير اطلب من الطلاب وصف التسارع الذي قد يشعرون به أثناء سيرهم في الردهة بين الفصول. يزيد التسارع كلما زادت سرعتهم أو انخفضت أو غيروا اتجاههم اطلب منهم وصف الوقت الذي "لا" يحدث لهم تسارع فيه. كلما ساروا في خط مستقيم بسرعة ثابتة أو وقفوا في مكانهم

إعادة التدريس

الحركة والمتجهات ارسم متجهي سرعة متجهة متعاقبين لهما طول متزايد وفي اتجاه السبورة نفسه، مع تمييزهما باسم v_1 وv_2 على التوالي. اشرح أن المتجهين سلبيان. اطلب من الطلاب توضيح سبب استخدامهم لمتجهات السرعة المتجهة للعثور على اتجاه متجه التسارع. اعثر على Δv عن طريق طرح v_1 من v_2. اتجاه a هو اتجاه Δv. ض م مرئي مكاني

التوسيع

تجارب على الحركة المتسارعة اطلب من الطلاب وصف تجاربهم المرتبطة بالحركة المتسارعة خلال اليوم السابق أو نحو ذلك. اطلب من الطلاب تقدير قيم التسارع أو شرح كيف يمكنهم قياسها. ض م

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

0037_0052_Co3_718462.indd 39 8/19/2016 10:52:49 AM

التأكد من فهم النص والتأكد من العناوين

التأكد من فهم النص

تشير زيادة الطول إلى ارتفاع سرعة الجسم.
يشير نقص الطول إلى انخفاض سرعة الجسم.

التأكد من العنوان

لا؛ سيكون التسارع صفرًا نظرًا لعدم تغير السرعة المتجهة.

التأكد من فهم النص

تقل سرعة الجسم.

التأكد من فهم النص

تقل سرعة الجسم إلى الصفر.

التأكد من العنوان

$2\ m/s^2$

التأكد من فهم النص

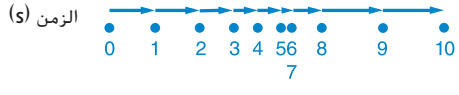
التسارع اللحظي هو الفرق في السرعة المتجهة في لحظة من الزمن، ولكن التسارع المتوسط هو الفرق في السرعة المتجهة خلال فاصل زمني مقسومًا على تلك الفترة الفاصلة.

التأكد من فهم النص

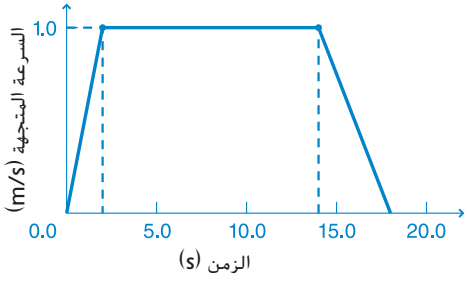
قد يتسارع الجسم بتغير اتجاهه.

مسائل تدريبية

1.



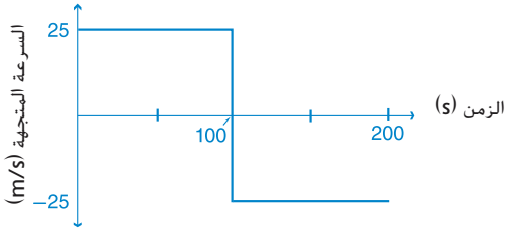
2. a. 5.0 s إلى 15.0 s
   b. 0.0 s إلى 5.0 s
   c. 15.0 s إلى 20.0 s
3. a. $2.0\ m/s^2$
   b. $-1.2\ m/s^2$
   c. $0.0\ m/s^2$
4.



5. $8.0\ m/s^2$ للأمام
6. $7.0\ m/s^2$ للخلف
7. a. $8.3\ m/s^2$ شرقًا
   b. النصف ($-4.2\ m/s^2$ شرقًا)
8. $3.0\ m/s^2$
9. $0.28\ m/s^2$ غربًا
10. $0.5\ cm/y^2$ في الاتجاه المعاكس للإزاحة

القسم 1 مراجعة

11. تزيد السرعة، تنخفض السرعة، يتغير الاتجاه
12. a. سيكون لكلا الخطين المَيْل نفسه ولكنهما سيرتفعان من المحور x عند نقاط مختلفة، $+15\ m$، و$-15\ m$.
    b. سيكون رسماهما البيانيان للسرعة المتجهة – الزمن متطابقين.
13.



14. a. 1 m/s لأسفل
    b. $-0.75\ m/s^2$ لأسفل
15. راجع دليل الحلول عبر الإنترنت لا؛ كان للسيارتين الموقع نفسه وليس السرعة المتجهة نفسها. كي تكون لهما السرعة المتجهة نفسها، كان من اللازم أن يكون لهما الموقع النسبي نفسه لفترة من الزمن.

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

0037_0052_Co3_718462.indd 40 8/19/2016 10:52:49 AM

1 تقديم

النشاط المحفّز

حركة سطح مائل أنشئ سطحين مائلين على هيئة أنبوب على شكل حرف U بزوايا مختلفة بشكل واضح. اطلب من الطلاب الملاحظة بينما تحرر كرة فولاذية من وضع السكون على كل سطح مائل. اطلب من الطلاب تحديد الدليل الذي يثبت أن الكرتين كان لهما تسارع مختلف. استغرق الأمر أوقاتًا مختلفة كي تتحرك الكرتان المسافة نفسها من وضع السكون.

د م **مرئي مكاني**

الربط بالمعرفة السابقة

المَيْل والتسارع المتوسط ذكّر الطلاب أنهم قرروا في القسم الأول أن مَيْل الرسم البياني للسرعة المتجهة – الزمن هو التسارع المتوسط.

2 التدريس

الموقع مع تسارع ثابت

عرض توضيحي سريع

المتوسط والسرعة المتجهة النهائية

الوقت المقدّر 15 دقيقة

المواد مركبة ذات سرعة متجهة ثابتة، سطح مائل بمعدل 100–cm على هيئة أنبوب على شكل حرف U، كرة

الإجراء قم بإمالة الأنبوب الذي يأخذ شكل حرف U حتى تتحرك الكرة والمركبة بمعدل 100 cm في الوقت نفسه. وضّح أن كلا من المركبة والكرة سيتحرك بمعدل 100 cm في الوقت نفسه. حرر الكرة من وضع السكون أعلى السطح المائل بمجرد أن تبدأ المركبة رحلتها لمسافة 100 cm. اطلب من الطلاب ملاحظة أن كلاً من المركبة والكرة سيصل إلى نهاية المنحدر في الوقت نفسه. تأكد من وجود طالب يوقف الكرة قبل أن تتحرك بعيدًا عن المنحدر. وجّه الطلاب لاستيعاب أن مقدار السرعة المتوسطة لكل مركبة كان المقدار نفسه. وضّح للطلاب أنهم يستطيعون الربط بين السرعة المتجهة النهائية للكرة وبين متوسط سرعتها المتجهة. كرّر العرض التوضيحي، ولكن هذه المرة دع الكرة تتحرك بعيدًا عن المنحدر. أوقف الكرة والمركبة في الوقت نفسه ووضّح أن الكرة تحركت بعيدًا عن طرف المنحدر ضعف مقدار حركة المركبة. اسأل الطلاب عن سرعة حركة الكرة مقارنةً بالمركبة. ضعف سرعة المركبة لأنها تحركت بعيدًا عن طرف المنحدر ضعف مقدار حركة المركبة تحقق من أن السرعة النهائية لجسم يتحرك بتسارع ثابت من وضع السكون تبلغ ضعف متوسط سرعتها المتجهة خلال الفاصل الزمني.

استخدام تجربة الفيزياء

في قياس التسارع، يستطيع الطلاب استخدام كاشف حركة لجمع بيانات حول عربة متحركة ثم تحليل الرسوم البيانية للبيانات.

نشاط تحدي الفيزياء

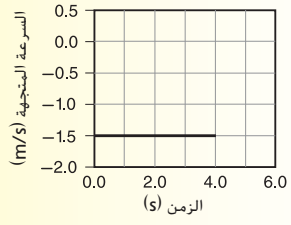
الاشتقاق $x_f = \frac{1}{2}at_f^2$ ذكّر الطلاب أن العرض التوضيحي السريع أوضح أن السرعة النهائية لجسم يتحرك بتسارع ثابت من وضع السكون تساوي ضعف متوسط سرعته المتجهة خلال ذلك الفاصل الزمني. اطلب من الطلاب استخدام هذا الاستنتاج مع تعريف $\bar{a}$ لإظهار أن $x_f = \frac{1}{2}at^2$ لجسم في وضع السكون في البداية. إذا كان $t_i = 0$, $v_i = 0$، و$x_i = 0$، فإن $v_f =$ عند $= v_{ave}2$ أو $\frac{2x_f}{t_f}$ $= \frac{2x_f}{t_f}$. حل at_f. x_f يساوي $\frac{a(t_f)^2}{2}$ $= \frac{1}{2}$عند t_f^2.

ف م **منطقي رياضي**

مثال إضافي في الصف

استخدم مثال المسألة 3.

مسألة يمثل الرسم البياني v–t أدناه حركة سيارة تغادر طريقًا ما. ما إزاحة السيارة إذا كانت $t = 4.0$ s؟



الإجابة

$x = vt = (-1.5\ \text{m/s})(4.0\ \text{s}) = -6.0\ \text{m}$

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

0037_0052_Co3_718462.indd 41 8/19/2016 10:52:49 AM

تحديد المفاهيم الخاطئة

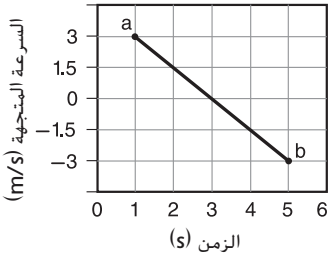
المساحة أسفل رسم بياني *v*–*t* في مثال المسألة 3، قد يعتقد الطلاب أن ارتفاع المساحة يبلغ 70 – 75 m/s = m/s. ذكّر الطلاب أن v هو ارتفاع الخط المرسوم فوق المحور t، ومن المفهوم أنه يتقاطع مع المحور v إذا كان v = 0.

التعزيز

مساحة رسم بياني *v*–*t* معظم الطلاب حسبوا المساحة السطحية لمكعب عن طريق ضرب قياسي طول متعامدين. وضّح أن أي مساحة مستطيلة لها بُعد هو ناتج ضرب البُعد المعروض بطول المحور x والبُعد المعروض بطول المحور y. في رسم بياني v–t، يعرض المحور x الزمن ويعرض المحور y نسبة (السرعة المتجهة). يبلغ بُعد هذه المساحة (m/s)•s = m، وهي كمية مادية. ومن ثَمَّ، تمثل المساحة كمية مادية. اطلب من الطلاب التفكير في رسم بياني آخر للنسبة والزمن — رسم يتم فيه تخطيط المبلغ المدفوع ($/h) على المحور y وتخطيط ساعات العمل اليومية في الأسبوع (h) على المحور x. اسأل الطلاب عما تمثله مساحة هذا الرسم البياني وما بُعده. الأجر الأسبوعي، بالدولارات د م **مرئي مكاني**

التفكير الناقد

المساحات الموجبة والسالبة لرسم بياني *v*–*t* على السبورة، ارسم الرسم البياني الوارد أدناه.



اطلب من الطلاب توضيح الإزاحة للفاصل الزمني t_a–t_b. تبلغ الإزاحة 0 m. المساحات المحاطة بالمحور *v* والمحور *t* خلال النصف الأول والنصف الثاني من الفاصل الزمني متساوية، مما يشير إلى قطع مسافتين متساويتين. ورغم ذلك، فإن الإزاحة الأولى إيجابية بينما الثانية سلبية. إجمالي الإزاحة للفاصل هي مجموع إزاحتين متساويتين في الحجم في اتجاهين متقابلين، وتبلغ 0 m. ف م **مرئي مكاني**

تطبيق الفيزياء

اشرح للطلاب أنه عندما يحاول سائق سيارة رياضية تحقيق أقصى درجة من التسارع، يتأثر توزيع الوزن وشد المركبة. ارسم رسمًا بيانيًا يوضح أنه عند زيادة التسارع يقل الوزن الواقع على العجلات الأمامية، بينما يزيد الوزن الواقع على العجلات الخلفية. كما يزيد الوزن الذي يجب أن تتحمله العجلات الأمامية حتى تستقر الإطارات، المسمى بحد السحب، خلال التسارع. ومن ثَمَّ، فمع زيادة القوة خلال التسارع، تقل قوة رد الفعل والسحب في الجزء الأمامي من السيارة وتزيد في الجزء الخلفي. حد التسارع هو النقطة التي تصل فيها السيارة إلى مرحلة السحب، أو عندما ترتفع العجلات الأمامية عن الأرض ويكون هناك فقدان للتحكم في الاتجاهات.

المهن

هندسة التحكم في الحركة العديد من شركات التصنيع تستفيد من الروبوتات لصناعة منتجاتها وتغليفها تلقائيًا باستخدام أنظمة سيور النقل المتطورة. يتولى مهندسو التحكم في الحركة مسؤولية تصميم أنظمة للإدارة التلقائية بواسطة الروبوتات ودمج عمليات تشغيل مجموعة متنوعة من الأجهزة الميكانيكية والبصرية والإلكترونية. للتأكد من تصنيع المنتجات بطريقة صحيحة، يجيب مهندسو التحكم في الحركة عن أسئلة مثل مدى السرعة التي يجب أن يتحركها جسم ما على سير نقل والمسافة التي يجب أن يقطعها ومتى يجب أن يتحرك الجسم وأين يجب أن يكون في زمن معين. يعتبر تحديد التسارع والسرعة المتجهة وموقع الجسم بشكل دقيق في زمن معين خلال تشغيل النظام من الجوانب المهمة في هذا العمل.

مناقشة

مسألة اجذب انتباه الطلاب إلى الموقع من خلال معادلة التسارع المتوسط. اسأل، ما التغيير الذي ينبغي أن تجريه على هذه المعادلة إذا أردت تطبيقها على فاصل زمني ليس له زمن أولي يساوي صفرًا؟

الإجابة استبدل t_f^2 بـ Δt^2. ض م

السرعة المتجهة مع التسارع المتوسط

تحديد المفاهيم الخاطئة

التسارع المتوسط والتسارع الثابت قد يفكر الطلاب في أن بمقدورهم فقط تطبيق معادلة التسارع المتوسط لفاصل زمني معين إذا ظل التسارع خلال الفاصل الزمني دون تغير. ذكّر الطلاب أن التسارع الذي لا يتغير يسمى تسارعًا ثابتًا. ويختلف عنه التسارع المتوسط لأنه قد يتغير عدة مرات خلال الفاصل الزمني. ض م

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

0037_0052_Co3_718462.indd 42 8/19/2016 10:52:49 AM

معادلة بديلة

مثال إضافي في الصف

استخدم مثال المسألة 4.

مسألة تركض جوني بسرعة متجهة تبلغ 2.50 m/s. إذا زادت سرعتها بعد ذلك بمعدل ثابت يبلغ $-0.10\ m/s^2$، فكم ستبلغ سرعة ركضها عندما تتحرك مسافة 10.0 m؟

الإجابة

$v_f^2 = v_i^2 + 2a(x_f - x_i)$; $v_f^2 = (2.50\ m/s)^2 + 2(-0.10\ m/s^2)(10.0\ m - 0\ m)$ و $v_f = 2.1\ m/s$

عرض توضيحي سريع

الربط بين المتجهين a و v

الوقت المقدّر 10 دقائق

المواد أنبوب على شكل حرف U وكرة فولاذية

الإجراء رتب الأنبوب الذي يأخذ شكل حرف U بحيث يكون قاعًا يتميز جانباه بانحدار متساوٍ. قبل تحرير الكرة الفولاذية من وضع السكون لتقع على السطح المائل الأيسر (المواجه للطلاب)، اطلب من الطلاب توقع المسافة التي ستتحركها الكرة على السطح المائل الأيمن. حرر الكرة واطلب من الطلاب ملاحظة أن المسافات تكون متساوية في نطاق حدود التجربة. استخدم العرض التوضيحي لمراجعة العلامة الجبرية لتسارع الكرة على كل سطح مائل إذا كانت الحركة جهة اليمين موجبة. موجبة على السطح المائل الأول وسالبة على السطح المائل الثاني. اسأل الطلاب لماذا يستطيعون استخدام المعادلة $v_f^2 = 2ax + v_i^2$ لإظهار تطابق مقدار تسارع الكرة على كل سطح مائل. السرعة المتجهة النهائية للكرة على السطح المائل الأول تساوي سرعتها المتجهة الابتدائية على السطح المائل الثاني.

نشاط تحدي الفيزياء

قيم تسارع متساوية ولكن متضادة اطلب من الطلاب جمع بيانات الإزاحة من العرض التوضيحي السريع. من بيانات الإزاحة، اطلب منهم حساب مقادير قيمتي التسارع. سيكتشف الطلاب أن مقدار التسارع على السطح المائل الأول يساوي مقدار التسارع على السطح المائل الثاني. كطريقة بديلة، اطلب منهم إظهار أن قيمتي التسارع متساويتان في المقدار من خلال مراعاة الزمن الذي تحتاج إليه الكرة لعبور السطح المائل الأول ثم الثاني. ف م

منطقي رياضي

تطوير المفاهيم

الحركة مع تسارعات مختلفة ذكّر الطلاب أن مسائل الحركة يجب تقسيمها إلى أجزاء كلما تغير التسارع. على سبيل المثال، في مثال المسألة 5، a تساوي $0\ m/s^2$ لرد الفعل و$8.5\ m/s^2$ لإيقاف السيارة.

مثال إضافي في الصف

استخدم مثال المسألة 5.

مسألة تجري قطة بسرعة 2.0 m/s لمدة 3.0 s ثم تقل سرعتها حتى تتوقف بتسارع يبلغ $-0.80\ m/s^2$. ما إزاحة القطة خلال هذه الحركة؟

الإجابة

$x_i = (2.0\ m/s)(3.0\ s) = 6.0\ m$;

$x_f = (v_f^2 - v_i^2)/2a = ((0.0\ m/s)^2 - (2.0\ m/s)^2)/2(-0.80\ m/s^2) = 2.5\ m$;

$x_{total} = x_i + x_f = 6.0\ m + 2.5\ m = +8.5\ m$

3 التقييم

تقييم الفكرة الأساسية

التسارع اطلب من الطلاب تحديد تسارع كلا الرسمين البيانيين في **الشكل 12**. يمثل الرسم البياني الموجود جهة اليسار تسارعًا قدره $5.0\ m/s^2$، بينما يمثل الرسم البياني الموجود جهة اليمين تسارعًا قدره صفر. ما الذي سيتغير على الرسوم البيانية إذا تضاعفت كلتا قيمتي التسارع؟ سوف يتضاعف مَيْل الرسم البياني جهة اليسار وسيظل مَيْل الرسم البياني الموجود جهة اليمين قيمته صفر.

التأكد من الفهم

معادلات الحركة اكتب المعادلة $v_f = v_i +$ عند f على السبورة. اطلب من الطلاب شرح ما إذا كان من الممكن استخدام المعادلة لحساب حل المسألة التالية: احسب السرعة النهائية لسيارة يبلغ تسارعها الثابت $2.0\ m/s^2$ لمدة 4.0 s. لا يمكن استخدامها نظرًا لعدم معرفة اتجاه كل من التسارع والسرعة المتجهة الابتدائية للسيارة. د م

إعادة التدريس

معادلات الحركة اذكر المسألة السابقة مرة أخرى واشرح للطلاب أن المعلومات يمكن استخدامها فقط لحساب حجم Δv. وضّح للطلاب أنه نظرًا لعدم معرفة اتجاه التسارع أو Δv، فلا يمكنك تحديد ما إذا كانت سرعة السيارة تزيد أم تقل. ض م مرئي مكاني

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

0037_0052_Co3_718462.indd 43 8/19/2016 10:52:50 AM

التأكد من فهم النص والتأكد من العناوين

التأكد من فهم النص، كتاب الطالب ص *68*

القطع المكافئ

التأكد من العنوان، كتاب الطالب ص *69*

$5.00\ m/s^2$

مسائل تدريبية

كتاب الطالب ص *69*

16. a. $1.0\ m/s$

b. $-1.0\ m/s$

c. قلت السرعة المتجهة للكرة في الحالة الأولى. في الحالة الثانية، قلت سرعة الكرة حتى توقفت ثم بدأت في التحرك أسفل السطح المائل. راجع دليل الحلول عبر الإنترنت

17. $67\ km/h$ شرقًا

18. $5.1\ s$

19. $9.0\ s$

كتاب الطالب ص *70*

20. $\Delta x_A = 9.0\ m$ شمالاً ; $\Delta x_B = 8.0\ m$ شمالاً

21. $\Delta x_C = 8.0\ m$ south; $\Delta x_D = 4.0\ m$ south

22. a. راجع دليل الحلول عبر الإنترنت.

b. $\Delta x = 150\ m$ غربًا

c. راجع دليل الحلول عبر الإنترنت.

d. كانت الإزاحة متساوية لكلتا السيارتين. بالنسبة إلى السيارة الثانية، فإن

$v = \frac{\Delta x}{t} = \frac{150\ m}{12s} = 13\ m$ غربًا

(مع التقريب إلى العدد الصحيح من الأرقام المعنوية).

كتاب الطالب ص *72*

23. $8.8\ s$

24. $360\ m$

25. $6.3\ s$

26. $0.94\ m/s$ شمالاً

27. $17\ m/s$ غربًا

كتاب الطالب ص *74*

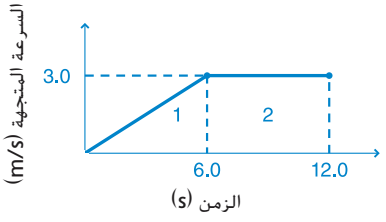
28. $32\ m$ شرقًا

29. $4.3\times10^2\ m$

30. $81.0\ m$, $1.16\times10^3\ m$

31. $0.077\ m/s^2$ في الاتجاه الموجب

32. $27\ m$ شرقًا



القسم 2 مراجعة

كتاب الطالب ص *74*

33. $v_f^2 = v_i^2 + 2a\Delta x$

34. $1.3\ m/s^2$ شرقًا

35. a. $1.35\times10^3\ m$ شرقًا

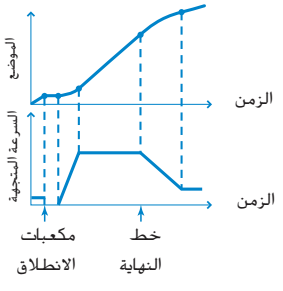
b. $90.0\ m/s$

36. $34\ m$

37. $71\ m/s$ شمالاً

38. $7.0\times10^1\ m/s$ جنوبًا

39.



40. يقرأ شخص واحد ساعة إيقاف ويحدد الفواصل الزمنية ويقرأ شخص آخر مقياس السرعة كل مرة ويسجل قراءته. ارسم مخططًا للسرعة في مقابل الزمن وابحث عن المَيْل.

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

0037_0052_Co3_718462.indd 44 8/19/2016 10:52:50 AM

1 تقديم

النشاط المحفّز

السطح المائل الرأسي اعرض للطلاب سطحًا مائلاً على هيئة أنبوب على شكل حرف U مائل بمعدل 30° تقريبًا ثم ارفعه بمعدل 60° تقريبًا. اسألهم عن السطح المائل الذي ستتميز عليه الكرة المطاطية بقدر أكبر من التسارع الثابت. السطح المائل الأكثر انحدارًا أمسك الأنبوب الذي يأخذ شكل حرف U رأسيًا وأسقط كرة بطول الأنبوب. اطلب من الطلاب الاعتماد على أول مثالين واسألهم ما إذا كانوا يعتقدون أن الكرة من المحتمل بدرجة أكبر أن تتميز بتسارع ثابت لأسفل.

ض م مرئي مكاني

الربط بالمعرفة السابقة

تحليل السقوط الحر ووصفه اشرح للطلاب أن جميع الطرق الرسومية البيانية لتحليل الحركة بتسارع ثابت والمعادلات المرتبطة بها التي تم وضعها في القسمين 1 و2 يمكن تطبيقها على السقوط الحر، والذي سيدرسونه في هذا القسم.

2 التدريس

اكتشاف جاليليو

استخدام الشكل 19.

اطلب من الطلاب مقارنة حركة المطرقة والريشة في **الشكل 19**. اسألهم كيف ستختلف الحركة إذا سقط هذان الجسمين بالقرب من كوكب الأرض بدلًا من القمر. ستسقط الريشة بسرعة أقل بدرجة كبيرة بسبب مقاومة الهواء.

تسارع السقوط الحر

نشاط تحدي الفيزياء

صور الحركة التقطت شكل الجسم الساقط في **الشكل 20** بواسطة كاميرا تستخدم خاصية التصوير بالفلاشات المتعددة. يسمح لك هذا الأسلوب بدراسة الجوانب المختلفة لحركة جسم ما، مثل سرعته أو تردد اهتزازه. تجعل الكاميرا الجسم يظهر كما لو كانت سرعته تقل أو يتوقف تمامًا من خلال إنشاء الصور على فترة فاصلة تبلغ 0.06 s تقريبًا. قدّم للطلاب عدة صور لأجسام في وضع سقوط حر مشابهة لشكل الجسم الساقط. أعطهم أيضًا بيانات بشأن الموقع والفاصل الزمني واطلب منهم حساب السرعة المتجهة للجسم وتسارعه. بعد النشاط، وضّح للطلاب أن هذا مثال يبين كيف يستطيع الأفراد في مجموعة مختلفة من المهن الاستفادة من الفيزياء.

ف م منطقي رياضي

استخدام الشكل 20.

لمساعدة الطلاب على استيعاب العلاقة بين الشكل متعددة الفلاشات لجسم يسقط وكرة تلقى لأعلى، اطلب منهم رسم مخطط للإزاحة في مقابل الزمن للكرة الملقاة لأعلى. يجب أن تبدو رسومات الطلاب مشابهة للشكل .

استخدام التجربة المصغرة

في السقوط الحر، يستطيع الطلاب استخدام حركة الأجسام الساقطة لتقدير تسارع السقوط الحر.

تحديد المفاهيم الخاطئة

الرسوم البيانية والمسارات قد يعتقد بعض الطلاب أن خط القطع المكافئ بالرسم البياني للموقع – الزمن يوجد في مسار الكرة المتحركة. وضّح لهم أن الكرة تتحرك رأسيًا في خط مستقيم. لا يوجد هذا الشكل في الرسم البياني. أشرح أن شكل القطع المكافئ هو المعادلة التي تربط بين الموقع والزمن. للتأكيد على هذه النقطة، اطلب من الطلاب الرجوع إلى **الشكل 20**. اسألهم عن الشكل الذي سينتج إذا تحركت كل شكل متتالية للجسم إلى اليمين قليلاً وتم رسم خط للتوصيل بينها. نصف قطع مكافئ وضّح أن الرسومات البيانية x–t الموضحة في **الشكل 22** تمثل سلسلة من اللقطات لجسم يتحرك في خط مستقيم مقسمة حسب الزمن. ض م

استخدام النماذج

مخططات الحركة الرأسية اطلب من الطلاب رسم مخطط حركة لجسم يتحرك أفقيًا بتسارع ثابت في اتجاه الحركة. اطلب منهم تدوير رسوماتهم حتى تشير متجهات السرعة المتجهة لأسفل. وضّح للطلاب أن لديهم الآن نموذجًا لأجسام في حالة سقوط حر — التسارع لأسفل دائمًا (وعلى الأرض، حوالي $9.8\ m/s^2$).

ض م مرئي مكاني

استخدام تجربة الفيزياء

في تسارع السقوط الحر، يستطيع الطلاب استخدام البيانات التي جمعوها مع موقت شرارة كهربائية لحساب تسارع السقوط الحر.

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

0037_0052_Co3_718462.indd 45 8/19/2016 10:52:50 AM

التعزيز

اتجاه تسارع السقوط الحر الجسم الذي يكون في حالة سقوط حر دائمًا ما يتسارع لأسفل، ولكن التسارع المستخدم في حل المسائل قد يكون إيجابيًا أو سلبيًا، بناءً على الاتجاه الذي يتم اختياره ليكون الموجب. قسّم الطلاب إلى مجموعتين واطلب من مجموعة حساب الزمن اللازم لسقوط جسم بمعدل 2.0 m من وضع السكون، بافتراض أن الحركة لأعلى موجبة. اطلب من المجموعة الأخرى القيام بالعملية الحسابية نفسها مع افتراض أن الحركة لأسفل سالبة. اطلب من كل مجموعة أن تشرح العملية الحسابية واطلب من الفصل مقارنة الإجابتين. د م **علاقات شخصية متبادلة**

التفكير الناقد

الفكرة الأساسية قم بإلقاء كرة في الهواء واسأل الطلاب عن تسارع الكرة عند أعلى نقطة في رحلتها. تسارع الكرة طوال الرحلة (حتى عند أعلى نقطة) يساوي $9.8\ m/s^2$ لأسفل. إذا واجه الطلاب صعوبة في استيعاب هذا المفهوم، فاطلب منهم وصف التغير الذي حدث في السرعة والتسارع عندما ترتفع الكرة ثم تسقط، بما في ذلك الزمن الذي وصلت فيه الكرة إلى أعلى نقطة. عند أعلى نقطة، بلغت سرعة الكرة 0 m/s. فهل تغير التسارع في أي وقت؟ لا — يظل التسارع دائمًا $9.8\ m/s^2$ لأسفل. ض م

خلفية عن المحتوى

الحركة بتسارع غير ثابت رغم أن تسارع السقوط الحر يفترض أن يكون ثابتًا بالقرب من الأرض، إلا أنه يتفاوت عكسيًا مع مربع المسافة من مركز الأرض. ومن ثَمَّ، فلا يمكن اعتبار تسارع السقوط الحر ثابتًا عند حدوث تغيرات كبيرة في الارتفاع. وعلى مقياس أصغر للمسافة، تمثل الحركة غير المنتظمة لجسم ما على زنبرك أو سقوط قطرة مطر أو جسيم مشحون بعض الأمثلة الأخرى للحركة بتسارع غير ثابت. لا يمكن استخدام المعادلات المصممة في هذه الوحدة لصناعة نموذج لهذه الحركة. ورغم ذلك يمكن صناعة نموذج لهذه الحركة عن طريق حساب التفاضل والتكامل وباستخدام برامج كمبيوتر متخصصة.

تطوير المفاهيم

حالة خاصة من التسارع الثابت للتأكيد على أن السقوط الحر مجرد حالة خاصة من الحركة بتسارع ثابت، اكتب دائمًا الصيغة العامة لمعادلة التسارع الثابت أولًا، قبل استبدال القيم (مثل a لـ $9.8\ m/s^2$). شجّع الطلاب على القيام بالشيء نفسه.

3 تقويم

تقويم الفكرة الأساسية

حركة كرة ملقاة قف فوق مقعد أو مكتب (باستخدام احتياطات السلامة المناسبة) وقم بإلقاء كرة باتجاه الأرض. اطلب من الطلاب وصف توقيت وكيفية تسارع الكرة. تتسبب قوة الجاذبية في تسارع الكرة باتجاه الأرض بسرعة $9.8\ m/s^2$ في الاتجاه السفلي خلال رحلة السقوط بأكملها. اسأل الطلاب كم كان سيبلغ التسارع إذا كنت قد ألقيت الكرة لأعلى بدلًا من إلقائها لأسفل. كان التسارع سيظل عند القيمة نفسها وهي $9.8\ m/s^2$ في الاتجاه السفلي.

التأكد من الفهم

حركة السقوط الحر والشروط الأولية ارسم مخططًا على السبورة مشابهًا للحركة الموضحة في **الشكل 20**. أخبر الطلاب أن هذا المخطط يمثل حركة كرة في حالة سقوط حر. اطلب من الطلاب تحديد مجموعتين مختلفتين من الشروط الأولية التي يمكنها إنتاج هذا المخطط. كرة تسقط من وضع السكون وكرة تتحرك (يتم إلقاؤها) لأعلى. ض م

إعادة التدريس

حركة السقوط الحر باستخدام المخطط الوارد أعلاه (الموصوف في "التأكد من الفهم"، ارسم متجهات السرعة المتجهة للكرة التي تسقط من وضع السكون. وضّح أن الاتجاه العلوي وقع عليه الاختيار باعتباره الاتجاه المعاكس. وضّح أن تسارع السقوط الحر سلبيّ لأن متجهات السرعة المتجهة تزداد طولاً لأسفل وأن قيمتها $-9.8\ m/s^2$. وجّه الطلاب أثناء قيامهم بتحليل حركة الكرة التي تتحرك لأعلى في وضع السقوط الحر بطريقة مشابهة. ض م

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

0037_0052_C03_718462.indd 46 8/19/2016 10:52:50 AM

التأكد من فهم النص والتأكد من العناوين

التأكد من العنوان

سيبدأ الخط عند $-20.0\ m/s$ ويميل لأعلى.

التأكد من فهم النص

سرعته المتجهة صفر. تسارعه $9.8\ m/s^2$ لأسفل.

التأكد من العنوان

$2.5\ m/s^2$

مسائل تدريبية

41. a. $39\ m/s$ لأسفل
    b. يسقط القالب $78\ m$.
42. a. $-39\ m/s$ لأعلى
    b. يستمر القالب في السقوط $78\ m$.
43. $8.3\ m/s$
44. a. $26\ m$
    b. $4.6\ s$
45. a. $\boldsymbol{v} = 0\ m/s;\ \boldsymbol{a} = 9.8\ m/s^2$ لأسفل
    b. $2.2\ m/s$
    c. $0.45\ s$
46. a. سيكون الرسم البياني للسرعة المتجهة – الزمن عبارة عن مقاطع خط مستقيم تبدأ عند المصدر ثم ترتفع وتسقط وترتفع مرة أخرى.
    b. سيبدأ الرسم البياني عند المصدر ويكون له شكل قطع مكافئ معكوس.

القسم 3 مراجعة

47. السقوط الحر هو حركة جسم ما عندما تكون قوة الجاذبية هي القوة الوحيدة التي تؤثر فيه. يؤثر الهواء بدرجة كبيرة على الورق وليس الكتاب.
48. $9.2\ m/s$ لأسفل
49. يسقط الأشخاص بمعدل $26\ m$ خلال الفترة الزمنية التي تبلغ $2.3\ s$.
50. a. سيكون الارتفاع الأقصى أكثر ارتفاعًا على المريخ بمعدل ثلاثة أضعاف.
    b. تزيد مدة الرحلة بمعدل ثلاثة أضعاف على المريخ.
51. تقل السرعة المتجهة بمعدل ثابت عندما تتحرك الكرة لأعلى. عند أعلى نقطة تصلها الكرة، تكون السرعة المتجهة صفرًا. عندما تبدأ الكرة في السقوط، تبدأ السرعة المتجهة في الزيادة في الاتجاه العكسي حتى تصل إلى الارتفاع الذي أطلقت منه في البداية. عند تلك النقطة، تتميز الكرة بالسرعة نفسها التي كانت عليها وقت إطلاقها. يكون التسارع ثابتًا طوال رحلة الكرة.
52. نموذج الإجابة: تتسارع الكرة وتتغير سرعتها المتجهة. التقط شكل متعددة الفلاشات لقياس موقع الكرة. من الصور، احسب السرعة المتجهة للكرة.

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

0037_0052_Co3_718462.indd 47 8/19/2016 10:52:50 AM

التحرك لأسفل

ركوب الألعاب المثيرة في الملاهي

الخلفية

قد يظن الطلاب أن متعة ركوب الألعاب المثيرة تستمد فقط من السرعة. اطلب منهم التفكير في هذا السؤال: ما الذي يوفر لك قدرًا أكبر من المتعة، قيادة سيارة سريعة تسير بسرعة ثابتة لمدة ساعة أم قيادة سيارة تتحرك بسرعة أقل ولكنها تتوقف فجأة دون إخطار. من المحتمل بدرجة أكبر أن يتسبب التسارع للخلف بشكل غير متوقع في زيادة سرعة نبضات قلبك. اشرح للطلاب أن التغير في السرعة والاتجاه، أي التسارع، هو ما يحقق معظم المتعة والإثارة في ألعاب الملاهي.

استراتيجيات التدريس

- وضّح للطلاب أن أصحاب الملاهي يفرضون قيودًا على الحجم والصحة حتى لا يحدث ضرر للأشخاص الذين لا تتناسب أجسامهم مع معدات السلامة أو لا يمكنهم تحمل الإثارة المفرطة.
- شجّع الطلاب على الذهاب إلى مدينة ملاهٍ إذا أمكن ذلك وحدد لهم نقاط التسارع أثناء ركوب الألعاب الترفيهية السريعة. أما إذا لم يكن من الممكن الذهاب إلى مدينة ملاهٍ، فاطلب منهم مراجعة مخطط أو مشاهدة فيديو لإحدى الألعاب الترفيهية السريعة.
- جهّز الطلاب لاستيعاب مفهوم التسارع الزاوي، والذي سيدرسونه في وحدة لاحقة، عن طريق توضيح مواقع معينة في الألعاب الترفيهية السريعة يشعر فيها الراكب بالتسارع عندما ينعطف في زاوية ما أو يتحرك بطول منحنى في شريط قطار أو أرجوحة.
- للربط بالوحدة اللاحقة المرتبطة بالجاذبية، اطلب من الطلاب التعرف على قوة الجاذبية g وكيف تؤثر الجاذبية g الموجبة والسالبة في مستوى المتعة الذي يشعر به راكب العجلة الدوارة.

لمزيد من التعمق >>>

النتائج المتوقعة ينبغي أن يوضح الطلاب قيم تسارع تتضمن زيادة في السرعة المتجهة، كما يحدث عندما يتسارع الراكب للأمام نتيجة لقوة ناتجة عن محرك أو السقوط الحر لأسفل. بالإضافة إلى ذلك، ينبغي أن يوضحوا قيم تسارع تتضمن تناقص السرعة المتجهة، كما يحدث عندما يصعد الراكب مرتفعًا ما أو أثناء فترات التوقف المؤقت أو خفض السرعة أثناء القفز بالحبال.

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

0037_0052_C03_718462.indd 48 8/19/2016 10:52:50 AM

القسم 1

إتقان المفاهيم

53. التسارع هو التغير في السرعة المتجهة مقسومًا على الفاصل الزمني الذي يحدث فيه. إنه معدل تغير السرعة المتجهة.

54. a. إذا كان الأمام هو الاتجاه الموجب، فإن السيارة تتحرك للخلف بسرعة متناقصة

b. في النظام الإحداثي نفسه، تتحرك السيارة للخلف بسرعة متزايدة

c. سيارة تتحرك على طريق دائري بسرعة ثابتة

55. تبدأ السيارة في الحركة من وضع السكون وتزيد سرعتها. مع زيادة سرعة السيارة، يقوم السائق بتغيير التروس.

56. عندما يكون الرسم البياني للسرعة المتجهة – الزمن خطًا موازيًا للمحور t، يكون التسارع صفرًا.

إتقان المسائل

57. من أقل إلى أكبر مقدار للتسارع:
$C < E < A < D < B$.

58. a. الإجابة المحتملة: "... وتحجب اللقطة. يدها ملامسة للكرة لمدة 0.3 s. إذا كانت كرة السلة في البداية تتحرك باتجاه السلة بسرعة 1.3 m/s ثم ابتعدت عن السلة بسرعة 2.0 m/s، فما التسارع الذي أعطته للكرة؟"

b. الإجابة المحتملة: "... وهي تقف وتدحرج كرة السلة أعلى المفتاح. بمجرد بدء اللعب، تحركت في خط مستقيم مسافة 5.0 m لمدة 3.0 s. فماذا كان متوسط سرعتها خلال الحركة؟"

59. a. $6.0\ m/min^2$ شرقًا

b. $0.0\ m/min^2$ شرقًا

c. $2.0\ m/min^2$ غربًا

d. $4.0\ m/min^2$ غربًا

60. راجع دليل الحلول عبر الإنترنت لمشاهدة الرسم البياني.

a. زيادة السرعة من 0.0 s إلى 4.0 s، ومن 10.0 s إلى 12.0 s؛ وانخفاض السرعة من 5.0 s إلى 10.0 s

b. عند سرعة 10.0 s

c. مقدار التسارع كما هو، ولكن اتجاه التسارع عكسيّ.

61. $7.00\times10^{4}\ m/s$ للأمام

62. تتميز السيارة ب بأكبر تسارع والذي يبلغ 6.4 m/s^2. باستخدام الأرقام المعنوية، تتميز السيارتان (أ) و(ج) بالتسارع نفسه، ويبلغ $4.5\ m/s^2$.

القسم 2

إتقان المفاهيم

63. الإزاحة

64. نموذج الإجابة: "سيارة يبلغ تسارعها الأمامي 5 m/s^2. بعد 3 s، أدرك السائق أنه يقترب من السرعة المطلوبة ويقلل تسارعه الأمامي إلى $1.5\ m/s^2$ لمدة 5 s. في ذلك الوقت، يشاهد علامة تشير إلى منطقة إنشاءات قادمة ويقلل سرعته بمعدل $2.0\ m/s^2$ لمدة 2 s".

إتقان المسائل

65. a. 43 m أعلى المرتفع

b. 43 m أعلى المرتفع

66. 9.2×10^{2} m شمالاً

67. a. 1.4×10^{2} m

b. 550 m، وهذه سرعة أكبر بمعدل 4 أضعاف تقريبًا مقارنةً بإيقاف سيارة تتحرك بنصف السرعة.

68. a. 88 m

b. 75 m

c. 13 m

d. 288 m

القسم 3

إتقان المفاهيم

69. جميع الأجسام ذات الحجم نفسه تتسارع باتجاه الأرض بالسرعة نفسها.

70. ستتنوع إجابات الطلاب. من أمثلة الأجسام الساقطة التي يمكن تجاهل مقاومة الهواء لها الكرة الفولاذية والصخرة وسقوط شخص من مسافات قليلة. أما أمثلة الأجسام الساقطة التي لا يمكن تجاهل مقاومة الهواء لها فتتضمن الأوراق والمظلات وأوراق الشجر والريش.

إتقان المسائل

71. 1.2 s

72. a. 78 m/s لأسفل

b. 3.1×10^{2} m لأسفل

73. 2.0×10^{1} m/s لأسفل؛ 2.0×10^{1} m لأسفل

74. 7.3 m/s

75. 7.3 m/s

76. a. 5.9 m

b. 11 m/s لأعلى

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

0037_0052_Co3_718462.indd 49 8/19/2016 10:52:50 AM

تطبيق المفاهيم

77. لا، توجد لها إشارات متضادة.

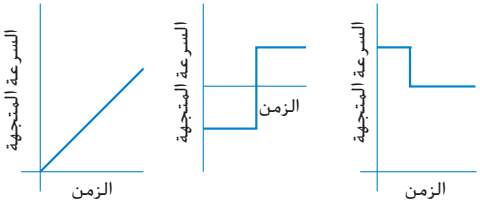
78. (1) سر في الاتجاه الموجب بسرعة ثابتة. (2) سر في الاتجاه الموجب بسرعة متزايدة لفترة قصيرة؛ استمر في السير بسرعة متوسطة ضعف الزمن؛ قلل سرعتك لوقت قصير وتوقف؛ استمر في التوقف؛ واستدر وكرر الإجراء حتى تصل إلى الموقع الأصلي.

79. ارسم رسمًا بيانيًا للسرعة المتجهة – الزمن وانظر ما إذا كان الرسم البياني خطًا مستقيمًا، أو احسب قيم التسارع باستخدام $a = \Delta v/\Delta t$ وقارن الإجابات لترى إذا كانت متطابقة.

80. تزيد السرعة المتجهة بسرعة أولاً ثم بسرعة أقل. يبلغ التسارع أقصى درجاته في البداية ولكنه ينخفض مع زيادة السرعة المتجهة. وفي نهاية الأمر، من الضروري أن ينتقل السائق إلى الترس الثاني. يكون التسارع أقل قبل تغيير الترس مباشرةً لأن المَيْل يكون أقل عند تلك النقطة على الرسم البياني. بمجرد أن يقوم السائق بتغيير السرعة وتعشيق التروس، يزيد التسارع ومَيْل المنحنى.

81. تحرك كلا الجسمين المسافة نفسها. الجسم الذي التقطت له شكل في الجزء العلوي مباشرةً يرتفع إلى المستوى نفسه الذي سقط منه الجسم الآخر.

82.



83. a. ستصطدم الكرة بالقمر بسرعة أقل لأن التسارع الناتج عن قوة الجاذبية أقل على سطح القمر.

b. سيستغرق سقوط الكرة زمنًا أطول.

84. a. لنفترض أن الحرف J = المشتري والحرف E = الأرض وa_{grav} = تسارع الجاذبية. عند أقصى ارتفاع، $v_f = 0$، إذًا

$$x_J = \frac{v_i^2}{2a_{gravJ}} = \frac{v_i^2}{2(3a_{gravE})} = \frac{1}{3}x_E$$

b. إذا كانت $v_f = 0$، فإن قيمة x_f تتناسب طرديًا مع مربع السرعة المتجهة الابتدائية v_i. وهذا يعني

$$x_f = \frac{v_f^2}{2g} = \frac{(3v_i)^2}{2g}$$

على سطح الأرض، تؤدي السرعة المتجهة الابتدائية الأكبر بمعدل ثلاثة أضعاف إلى ارتفاع الكرة بمعدل تسعة أضعاف. ورغم ذلك فعلى كوكب المشتري نجد أن الارتفاع الأكبر بمعدل تسعة أضعاف سينخفض ليصبح أكبر بمعدل ثلاثة أضعاف فقط بسبب العلاقة العكسية بين x_f و a_{grav} الأكبر بمعدل ثلاثة أضعاف.

85. a. تصطدم الصخرة (ب) بالأرض بسرعة متجهة أكبر.

b. يتميزان بالتسارع نفسه، وهو التسارع الناتج عن قوة الجاذبية.

c. الصخرة (أ)

مراجعة مختلطة

86. 1.14×10^3 m

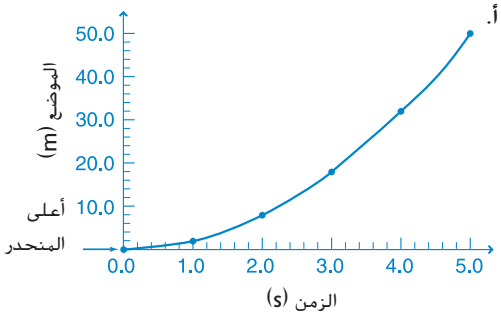
87. يجب أن تعرف الزمن الذي يمر بين مرات الوميض والمسافة بين أول صورتين والمسافة بين آخر صورتين. ومن هذه البيانات، سوف تحصل على سرعتين متجهتين. بين هاتَين السرعتين المتجهتين، يوجد فاصل زمني يبلغ t ثانية. اقسم الفارق بين السرعتين المتجهتين على t.

88. 8.0 m

89. a. 2.8×10^2 m لأسفل

b. 7.5 s

90. أ.



b. بعد 2.2 ثانية، تحركت الكرة بمعدل 10 m تقريبًا.

91. a. 3.1×10^8 m/s^2

b. 11 μs

92. 15 m

93. 29 ضعف التسارع الناتج عن قوة الجاذبية

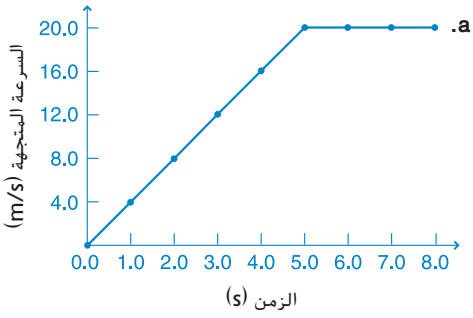
94. a. 25 ضعف تسارع السقوط الحر

b. 21 ضعف تسارع السقوط الحر

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

0037_0052_Co3_718462.indd 50 8/19/2016 10:52:51 AM

95. a.



b. 8.0 m في الاتجاه الأمامي

c. 32 m في الاتجاه الأمامي

d. 110 m في الاتجاه الأمامي

e. $4.0\ m/s^2$ في الاتجاه الأمامي؛ التسارع

f. $0.0\ m/s^2$؛ السرعة المتجهة الثابتة

96. 180 m من مصباح الإيقاف

97. a. الاتجاه المعاكس لأعلى. تتحرك القبضة بمعدل 13 m/s لمدة 4 ms تقريبًا. ثم تتوقف بعد ذلك بشكل مفاجئ (تتسارع).

b. $3.7\times10^{3}\ m/s^2$ لأعلى

c. 380 ضعف تسارع السقوط الحر تقريبًا

d. يمكن تقريب المساحة بواسطة مستطيل: $(-13\ m/s)(0.006\ s) = -8\ cm$.
هذا يتوافق مع الرسم البياني للموقع – الزمن حيث تتحرك اليد من +8 cm إلى 0 cm بإزاحة صافية تبلغ −8 cm.

98. a. 15 m/s لأسفل

b. سقطت الحقيبة $1.0\times10^{1}\ m$

c. توجد الحقيبة على ارتفاع $1.0\times10^{1}\ m$ تحت المصدر و $2.0\times10^{1}\ m$ تحت الهليكوبتر.

التفكير الناقد

99. ستتنوع تجارب الطلاب ينبغي أن يكتشف الطلاب أن التغير في الكتلة على حافة المنضدة لن يغير المسافة التي تقطعها العربة لأن التسارع يظل كما هو دائمًا: $9.8\ m/s^2$ لأسفل.

100. التغير في السرعة المتجهة بالمقدار نفسه.

101. a. عبّر: 216 m؛ محليًا: 232 m؛ على هذا الأساس لن يحدث أي تصادم.

b. راجع دليل الحلول عبر الإنترنت.

الكتابة في الفيزياء

102. ستتنوع إجابات الطلاب. ينبغي أن تتضمن الإجابات تجارب جاليليو التي توضح كيف تتسارع الأجسام أثناء سقوطها. قد تتضمن الإجابات استخدامه للتلسكوب لاكتشاف أقمار كوكب المشتري وحلقات كوكب زحل واعتماده على النتائج التجريبية بدلًا من المصادر.

103. ستختلف الإجابات. نظرًا لأن البشر قد يشعرون بآثار سلبية مثل فقدان الوعي، يحتاج مصممو العجلات الدوارة إلى تصميم المنحدرات السفلية بطريقة لا تجعل العجلات تصل إلى معدلات التسارع التي تسبب فقدان الوعي. وبالمثل، يحتاج المهندسون الذين يصممون القطار السريع إلى تصميم النظام بطريقة تسمح للقطار بالتسارع حتى يصل إلى سرعات كبيرة، دون أن يتسبب في فقدان الركاب لوعيهم.

مراجعة تراكمية

104. a. $6.3\times10^{-3}\ m$

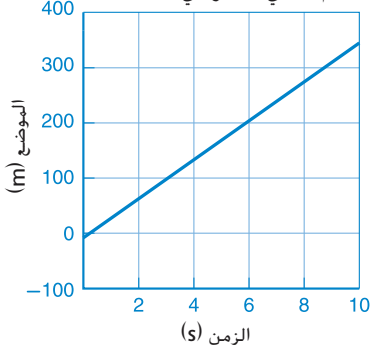
b. $8.4\times10^{8}\ km$

c. $1.69\times10^{4}\ cm^2$

d. $6.45\times10^{-13}\ m/s$

105. يوضح الرسم البياني ومخطط الحركة وجود حركة بسرعة متجهة ثابتة مع سرعة متجهة أمامية 35.0 m/s وموقع أولي 5.0 m. ستختلف المسائل التي يصوغها الطلاب. مسألة نموذجية: يبدأ جسم ما في الحركة عند موقع 5.0 m غرب نقطة ما ويتحرك شرقًا بسرعة متجهة ثابتة تبلغ 35.0 m/s. أين سيكون موقع الجسم بعد 10.0 s من بدء حركته؟ ستختلف الإجابات للجزء الخاص بصياغة مسألة.

الرسم البياني للموقع في مقابل الزمن



مخطط الحركة

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

0037_0052_Co3_718462.indd 51 8/19/2016 10:52:51 AM

تدريب على الاختبار المعياري

خيارات متعددة

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

إجابة حرة

10. المَيل = $(36.9\ m/s - 8.10\ m/s)/6.00\ s$
= التسارع $4.80\ m/s^2$
= الإزاحة $4.80\ m/s^2$
= المساحة أسفل الرسم البياني
المساحة أسفل الرسم البياني = مساحة المستطيل
+ مساحة المثلث = $(8.10\ m/s \times 12.00\ s)$
$+ (1/2)(12.00\ s \times 57.6\ m/s) = 443\ m$
راجع دليل الحلول عبر الإنترنت.

سلم التقدير

سلم التقدير التالي عبارة عن وسيلة نموذجية لتسجيل النقاط للأسئلة ذات الإجابات الحرة.

النقاط	الوصف
4	يبرهن الطالب على استيعابه للفيزياء المرتبطة بشكل كامل. قد تحتوي الإجابة على أخطاء ثانوية لا تنتقص من استيعاب الطالب بشكل كامل.
3	يبرهن الطالب على استيعابه للفيزياء المرتبطة. الإجابة صحيحة بشكل أساسي وتبرهن على فهم الفيزياء بشكل أساسي ولكن بمعدل أقل من الفهم الشامل.
2	يبرهن الطالب على استيعابه للفيزياء المرتبطة بشكل جزئي فقط. رغم أن الطالب ربما يكون قد استخدم المنهج الصحيح للتوصل إلى الحل أو ربما يكون قد قدم حلًا صحيحًا، فإن العمل يفتقر إلى الاستيعاب الأساسي للمفاهيم الفيزيائية الرئيسة.
1	يبرهن الطالب على استيعابه للفيزياء المرتبطة بشكل محدود للغاية. الإجابة غير مكتملة وبها العديد من الأخطاء.
0	يقدم الطالب حلًا غير صحيح بالكامل أو لا يجيب على الإطلاق.

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

0037_0052_C03_718462.indd 52 8/19/2016 10:52:51 AM