الوحدة 3

الحركة المتسارعة



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.

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.

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

Glow Images

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

القسم 1 التسارع

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 Δx قبل ذلك. وضّح أن الأسلوب نفسه يستخدم لتحديد Δv في **الشكل 3**. تُعاد كتابة تعريف Δv, $v_f - v_i$ في صيغة $v_f + (-v_i)$ حيث $(-v_i)$ يمثل متجهًا متساويًا في طوله مع v_i ولكنه في الاتجاه المعاكس. مجموع متجهات $v_f + (-v_i)$، والذي يساوي Δv يمثل متجهًا توجد قاعدته عند قاعدة v_f ويوجد طرفه عند طرف $-v_i$. ض م

التعزيز

اتجاه Δv أكّد على أن Δv هو التغير في السرعة المتجهة من v_i إلى v_f. في **الشكل 3**، اطلب من الطلاب ملاحظة أنه مع زيادة سرعة الجسم الموجود جهة اليمين، يمتد طول متجه السرعة المتجهة من v_i إلى v_f بمعدل يتساوى مع الطول Δv. وضّح أن اتجاه المتجه Δv في اتجاه الحركة. اطلب من الطلاب رسم مخطط الحركة لجسم تقل سرعته ناحية اليمين، مع ملاحظة أن متجه السرعة المتجهة يقل طوله من v_i إلى v_f بمعدل Δv. نظرًا لتناقص طول المتجه، فإن اتجاه التغير في متجه السرعة المتجهة، Δv، 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 v_i وv_f وΔv و 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_C03_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_C03_718462.indd 39 8/19/2016 10:52:49 AM

القسم 1 الإجابات

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

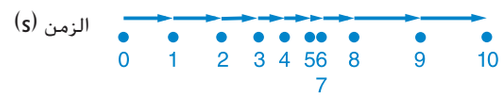
التسارع اللحظي هو الفرق في السرعة المتجهة في لحظة من الزمن، ولكن التسارع المتوسط هو الفرق في السرعة المتجهة خلال فاصل زمني مقسومًا على تلك الفترة الفاصلة.

التأكد من فهم النص

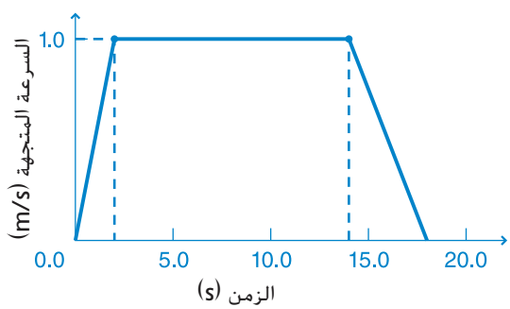
قد يتسارع الجسم بتغير اتجاهه.

مسائل تدريبية

1.



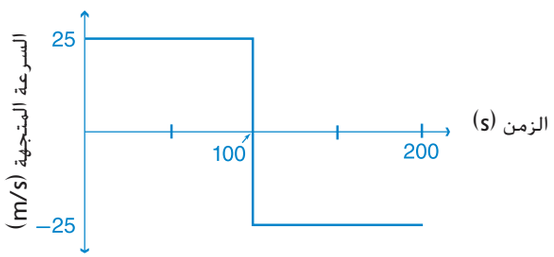
2. a. 5.0 إلى 15.0 s
   b. 0.0 إلى 5.0 s
   c. 15.0 إلى 20.0 s
3. a. $2.0\ m/s^2$
   b. $-1.2\ m/s^2$
   c. $0.0\ m/s^2$
4.



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_C03_718462.indd 40 8/19/2016 10:52:49 AM

القسم 2 الحركة بتسارع ثابت

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

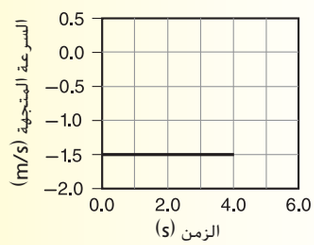
الاشتقاق $x_f = \frac{1}{2}at_f^2$ ذكّر الطلاب أن العرض التوضيحي السريع أوضح أن السرعة النهائية لجسم يتحرك بتسارع ثابت من وضع السكون تساوي ضعف متوسط سرعته المتجهة خلال ذلك الفاصل الزمني. اطلب من الطلاب استخدام هذا الاستنتاج مع تعريف $\bar{a}$ لإظهار أن $x_f = \frac{1}{2}at^2$ لجسم في وضع السكون في البداية. إذا كان $t_i = 0,\ v_i = 0$، و$x_i = 0$، فإن $v_f = v_{ave}$ عند t_f أو $2v_{ave} = \frac{2x_f}{t_f}$. حل $at_f = \frac{2x_f}{t_f}$. 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_C03_718462.indd 41 8/19/2016 10:52:49 AM

تحديد المفاهيم الخاطئة

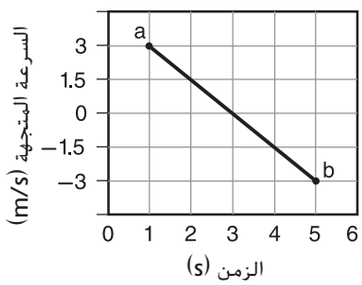
المساحة أسفل رسم بياني *v*–*t* في مثال المسألة 3، قد يعتقد الطلاب أن ارتفاع المساحة يبلغ 70 – 75 m/s m/s. ذكّر الطلاب أن v هو ارتفاع الخط المرسوم فوق المحور t، ومن المفهوم أنه يتقاطع مع المحور v إذا كان v = 0.

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 ثمَّ، 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 ثمَّ، 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_C03_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_C03_718462.indd 43 8/19/2016 10:52:50 AM

القسم 2 الإجابات

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*

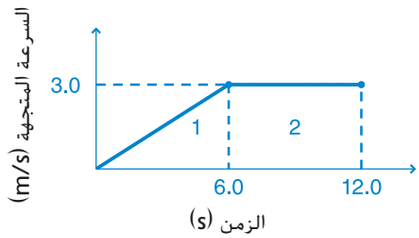
28. $32\ m$ شرقًا

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

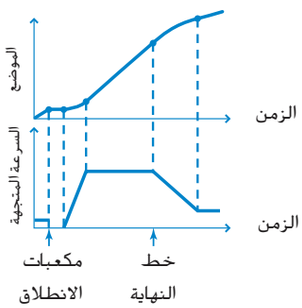
b. $90.0\ m/s$

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_C03_718462.indd 44 8/19/2016 10:52:50 AM

القسم 3 السقوط الحر

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_C03_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 ثمَّ، 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 $9.8\ m/s^2$ لـ a). 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

القسم 3 الإجابات

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.** $v = 0\ m/s;\ a = 9.8\ m/s^2$ 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_C03_718462.indd 47 8/19/2016 10:52:50 AM

الفيزياء إنه شيء ممتع!

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 مرتفَعًا 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

الوحدة 3 الإجابات

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. $9.2\times10^2\ m$ شمالاً

67. a. $1.4\times10^2\ m$

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. $3.1\times10^2\ m$ لأسفل

73. $2.0\times10^1\ m/s$ لأسفل؛ $2.0\times10^1\ m$ 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_C03_718462.indd 49 8/19/2016 10:52:50 AM

الإجابات

تطبيق المفاهيم

77. لا، توجد لها إشارات متضادة.

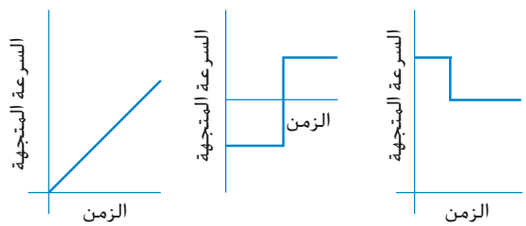
78. (1) سر في الاتجاه الموجب بسرعة ثابتة. (2) سر في الاتجاه الموجب بسرعة متزايدة لفترة قصيرة؛ استمر في السير بسرعة متوسطة ضعف الزمن؛ قلل سرعتك لوقت قصير وتوقف؛ استمر في التوقف؛ واستدر وكرر الإجراء حتى تصل إلى الموقع الأصلي.

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

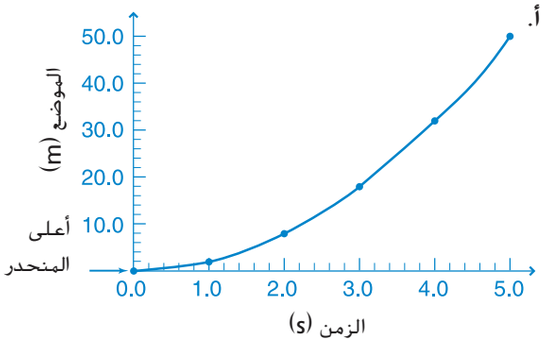
87. يجب أن تعرف الزمن الذي يمر بين مرات الوميض والمسافة بين أول صورتين والمسافة بين آخر صورتين. ومن هذه البيانات، سوف تحصل على سرعتين متجهتين. بين هاتَين السرعتين المتجهتين، يوجد فاصل زمني يبلغ t ثانية. اقسم الفارق بين السرعتين المتجهتين على t.

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

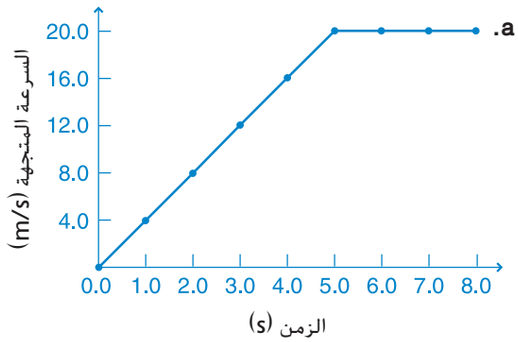
b. 21 ضعف تسارع السقوط الحر

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

0037_0052_C03_718462.indd 50 8/19/2016 10:52:51 AM

الإجابات

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

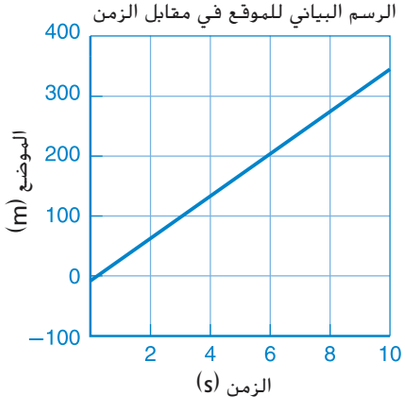
b. $8.4\times10^{8}\ km$

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_C03_718462.indd 51 8/19/2016 10:52:51 AM

الإجابات

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 = $(36.9\ m/s - 8.10\ m/s)/6.00\ s$
$= 4.80\ m/s^2$ التسارع
$= 4.80\ m/s^2$ الإزاحة
= 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

الوحدة 4

القوى في بُعد واحد



نبذة عن الشكل

القوى المؤثرة في سفينة ما اطلب من الطلاب تأمل الشكل. اطلب من الطلاب ذكر القوى التي يمكن أن تؤثر في السفينة الكبيرة. الإجابات المحتملة: قد يكون محرك السفينة ومراوح الدفع تعمل، أو قد تكون السفينة تحت تأثير سحب زورق السحب، أو تيار المياه أو الرياح. اسأل الطلاب لماذا قد يكون زورق السحب الصغير مفيدًا في مساعدة السفينة على المناورة في منطقة الميناء. يمكن لزورق السحب سحب السفينة في أي اتجاه وتدوير السفينة بانحراف شديد.

استخدم التجربة الاستهلالية

في القوى في اتجاهين متضادين، يمكن للطلاب التحقيق في ما يحدث عندما تؤثر أكثر من قوة في جسم ما.

مراجعة على الوحدة

يؤدي تأثير قوة محصلة على جسم ما إلى تغير سرعته المتجهة. يمكن أن تؤثر القوى سواء عن طريق التلامس المباشر بجسم آخر أو في بعض الحالات عبر مجال، مثل الجاذبية. تصف قوانين نيوتن تأثير القوة في السرعة المتجهة.

قبل أن يدرس الطلاب المادة في هذه الوحدة، يجب أن يدرسوا:

- الحركة المتسارعة في بُعد واحد
- إضافة المتجهات في بُعد واحد
- الحركة المنتظمة في بُعد واحد
- الكميات المتجهة مقابل الكميات القياسية

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

- تمثيل البيانات بيانيًا
- الترميز العلمي
- الأرقام المعنوية
- الميل
- حل المعادلات الخطية

تقديم الفكرة الرئيسية

قم بتربيت كرة مطاطية. اطلب من الطلاب وصف القوى المؤثرة فيها أثناء حركتها. تسحب الجاذبية الكرة إلى أسفل. تمارس مقاومة الهواء قوى صغيرة عليها، ولكنها ليست كبيرة مثل الجاذبية. اطلب من الطلاب وصف القوى المؤثرة في الكرة عندما تصطدم بالأرض واشرح لماذا ترتد. عندما تصطدم الكرة بالأرضية، فإن الجاذبية تسحبها لأسفل في حين تدفعها الأرض إلى أعلى مرة أخرى. قوة الأرض التي تدفع الكرة إلى أعلى أكبر من الجاذبية التي تسحبها إلى أسفل؛ وتغير القوة المحصلة حركة الكرة.

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education
James Lauritz/Digital Vision/Getty Images

0053_0068_C04_718462.indd 53 8/19/2016 10:53:07 AM

القسم 1 القوة والحركة

1 التقديم

نشاط محفِّز

القوى اطلب من الطلاب وضع جسم صغير مسطح نسبيًا على مكاتبهم، مثل عملة أو مشبك ورق. واطلب منهم استخدام طرق مختلفة لتحريك الجسم عبر سطح المكتب دون رفع الجسم من فوق المكتب. بعد أن يفعل الطلاب هذا لمدة دقيقة واحدة، اطلب منهم وصف كيف تمكنوا من تحريك الجسم. يندرج كل ما فعلوه أسفل فئتين: الدفع والسحب. فإحدى طرق وصف القوة هي وصفها كقوة دفع أو قوة سحب.

د م حسي حركي

الربط بالمعرفة السابقة

القوى والتسارع تعلم الطلاب كيفية وصف حركة ذات تسارع ثابت باستخدام علم الكينماتيكا. تتناول هذه الوحدة مقدمة عن القوة، التي تعد سبب التسارع. تجيب هذه الوحدة عن سؤال لماذا تتسارع الأجسام.

2 التدريس

القوة



تحديد المفاهيم الخاطئة

القوة والتسارع يخلط الكثير من الطلاب بين مفاهيم القوة والسرعة المتجهة والتسارع. تُعرف القوة بأنها دفع أو سحب يسبب تغيرًا في الحركة. تسبب القوة المحصلة التسارع، وهو تغير في السرعة المتجهة. عندما يغير جسم اتجاهه أثناء الحركة أو يسرع أو يبطئ أو يتوقف، فإنه يفعل ذلك بسبب تأثير قوة غير متوازنة عليه. وضح للطلاب أن التغير في السرعة المتجهة قد يكون ناتجًا عن تغير في سرعة الجسم أو اتجاهه أو كليهما. ومع ذلك، وضح أيضًا أنه قد يكون للجسم سرعة متجهة دون وجود قوة تؤثر فيه، كما في حالة سفينة الفضاء التي تنتقل في خط مستقيم عبر الفضاء السحيق. اسألهم هل لها سرعة متجهة. نعم هل هناك أي قوة لا تزال تؤثر فيها؟ لا هل من المحتمل في هذه الحالة أن تقوم السفينة الفضائية بالتسارع؟ لا ما لم توجد قوة تؤثر فيها وضح أنه طالما وجدت قوة غير متزنة تؤثر في جسم ما، فيستمر هذا الجسم في التسارع. ومع ذلك، عندما تتوقف القوة عن التأثير في جسم ما، يستمر هذا الجسم في التحرك بسرعة متجهة ثابتة كما في حالة سفينة الفضاء. ض م

استخدم الشكل 2

تحديد القوى في كل شكل من الصور، اطلب من الطلاب تحديد المسبّبات والاتجاهات لجميع القوى المؤثرة في النظام.

الشكل الأيسر – تتضمن المسببات الطاولة التي تضغط على الكتاب إلى أعلى ويدك التي تضغط على الكتاب جهة اليمين وكتلة الأرض (الجاذبية) التي تسحب الكتاب إلى أسفل.

الشكل الأوسط – تتضمن المسبّبات الخيط الذي يسحب الكتاب إلى أعلى وكتلة الأرض التي تسحب الكتاب إلى أسفل.

الشكل الأيمن – المسبب الوحيد هو كتلة الأرض التي تسحب الكتاب إلى أسفل (مع تجاهل مقاومة الهواء).

وضح أن القوتين متساويتان في المقدار ومتضادتان في الاتجاه في الشكل الأوسط فقط. ومن ثَمَّ، تساوي القوة المحصلة صفرًا، ولا يوجد تغير في السرعة المتجهة.

التعليم المتمايز

الطلاب دون المستوى ساعد الطلاب على تصميم نماذج فيزيائية للقوى المؤثرة في جسم ما. واطلب من كلٍ منهم أن يرسم رسم الجسم الحر لكتاب موضوعٍ على طاولة. ذكر الطلاب أن النقطة في رسم الجسم الحر تمثل الجسم. قبل أن يرسم الطلاب رسومات الجسم الحر، اطلب منهم تعريف النظام وأين يتلامس النظام بالمحيط الخارجي. الكتاب هو النظام ويتلامس بالمحيط الخارجي على سطح الطاولة. واطلب منهم أن يخبروك بالقوة الأخرى المؤثرة في الكتاب. الجاذبية أو كتلة كوكب الأرض في الكتاب ذكرهم أن كل سهم يمثل اتجاه القوة.

د م مرئي – مكاني

تطوير المفاهيم

عرض توضيحي للقوة والسرعة المتجهة لإثبات عكس فكرة أن القوة تسبب سرعة متجهة، وليس تغيرًا في السرعة المتجهة، دحرج كرة أو ادفع عربة عبر طاولة. وأثناء حركة الجسم، ادفعه في اتجاه ما بحيث تتغير سرعته بوضوح. اطلب من الطلاب تعريف هذا على أنه تسارع. اسألهم إذا كانوا لاحظوا أي علاقة بين اتجاه القوة التي أثرت بها واتجاه التسارع الناتج. القوة والتسارع في الاتجاه نفسه. د م

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

0053_0068_C04_718462.indd 54 8/19/2016 10:53:07 AM

من معلم إلى معلم

الأجسام الساقطة لشرح قوى المجال وكيف تسقط جميع الأجسام – في غياب مقاومة الهواء – بالمعدل نفسه، اطلب من أحد الطلاب حمل كتاب بموازاة الأرض، بينما يحمل طالب آخر ريشة على المسافة نفسها فوق الأرض. وعند سماع الأمر، يسقطون الجسمين في الوقت نفسه. اطلب من الطلاب ملاحظة كيف تسقط الريشة ببطء أكثر. وبهذا يكون الوضع مناسبًا لمناقشة مقاومة الهواء كرر التمرين مع وضع الريشة فوق الكتاب. يسقط الكتاب والريشة بالمعدل نفسه لأن الكتاب يلغي مقاومة الهواء. د م حسي حركي

تطوير المفاهيم

القوى اطلب من الطلاب مقارنة القوى المؤثرة في جسم واحد. اطلب منهم التفكير في دلو معلق في الهواء بحبل يمر على بكرة. اطلب منهم مقارنة القوى المؤثرة في الدلو. قوة الجاذبية تساوي قوة الحبل ولكنهما متضادتان. والآن أخبرهم أن الدلو يبدأ في السقوط ويسحب الحبل خلال البكرة. مرة أخرى، اطلب منهم مقارنة القوتين. نظرًا لأن الدلو يتسارع نحو الأسفل، يجب أن تكون قوة الجاذبية التي تؤثر فيه إلى أسفل أكبر من قوة الحبل التي تؤثر فيه إلى أعلى.

المتجهات بالنسبة إلى الكثير من الطلاب، قد يكون مفهوم متجه السرعة محيرًا. اشرح لهم أن المتجهات تمثل كميات فيزيائية مهمة. ووضّح أن المتجهات لها مقدار واتجاه. على سبيل المثال، يمكن التفكير في "10 km في اتجاه الشمال الغربي" على أنه متجه. فالمقدار 10 km والاتجاه نحو الشمال الغربي. وتُعد السرعة المتجهة للرياح مثالًا آخر على المتجهات. اسأل الطلاب، إذا كانت الرياح تهب بسرعة 8 km/h في اتجاه الشرق، فما مقدارها واتجاهها؟ 8 km/h، الشرق ض م منطقي – رياضي

خلفية عن المحتوى

الأجسام الساقطة تُثبت فيزياء نيوتن أن السرعة المتجهة للأجسام الساقطة لا تتأثر بالحجم ولا بالكتلة. وهذا ينطبق فقط على الأجسام الساقطة في الفراغ حيث هناك قوة واحدة فقط تؤثر في الجسم وهي الجاذبية. ولاعب القفز الحر الذي يسقط خلال الهواء يتأثر أيضًا بمقاومة الهواء، والتي تسمى القوة المعيقة. سيتعلم الطلاب المزيد حول القوة المعيقة والسرعة الحدية في نهاية هذه الوحدة.

جمع القوى

التفكير الناقد

القوى اطلب من الطلاب التفكير في عربة تتحرك على طول طريق بسرعة متجهة ثابتة. نظرًا لأن السرعة المتجهة لا تتغير، اسأل الطلاب، هل هذا يعني أنه لا توجد قوى مؤثرة في العربة؟ لا؛ الأرض والطريق كلاهما يبذل قوة على العربة. اسأل الطلاب، لماذا لا يوجد تغير في السرعة المتجهة إذا كانت مسببات معينة تبذل قوى على العربة؟ بفرض عدم وجود مقاومة الهواء، فإن القوة المحصلة على العربة تساوي صفرًا. ض م

خلفية عن المحتوى

الفكرة الرئيسة المجموع المتجهي لجميع القوى التي تؤثر في جسم ما هو القوة المحصلة. إذا كانت القوة المحصلة التي تؤثر في جسم ما تساوي صفرًا، فإن الجسم لن يتسارع. على سبيل المثال، إذا تم دفع متزلج ينزلق ببطء على الجليد من الخلف، فسوف يتسارع ويتحرك أسرع بسبب القوة غير المتوازنة الناتجة عن الدفع. بعد الدفع، ينزلق بسرعة ثابتة نسبيًا نظرًا لأن القوة المحصلة تقترب من الصفر.

التسارع والقوة

تطوير المحتوى

الحركة والقوى قسم الفصل إلى مجموعات. قدم العبارة التالية إلى الفصل: "تتطلب الحركة بسرعة ثابتة قوة ثابتة في اتجاه الحركة." اطلب من الطلاب تصحيح العبارة وأعطِ مثالًا على متى تكون صحيحة ومتى تكون غير صحيحة. القوة المحصلة المؤثرة في جسم يتحرك بسرعة متجهة ثابتة تساوي صفرًا. غير صحيحة: فكر في كويكب منطلق عبر النظام الشمسي مثلًا. قد يكون قُذف في الفضاء منذ دهور، ومع ذلك لا تزال القوة التي أطلقت الكويكب تؤثر فيه. ض م اجتماعي

قانون نيوتن الثاني

خلفية عن المحتوى

مبدأ التوافق والنسبية الخاصة أحد المفاهيم المهمة في الفيزياء هو مبدأ التوافق، الذي يتطلب نظريات قد تبدو مختلفة تمامًا في الحالات المفرطة لتوقع النتائج نفسها في حالات أقل شدة. عند تطبيق مبدأ التوافق على النسبية الخاصة، يثبت أنه في السرعات المتجهة أقل من c (سرعة الضوء) بكثير، تتوافق نظرية أينشتين للنسبية الخاصة مع قوانين نيوتن.

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

0053_0068_C04_718462.indd 55 8/19/2016 10:53:07 AM

الفيزياء في الحياة اليومية

تطبيق قوانين نيوتن تعتمد حركة جسم ما على القوى المؤثرة عليه. يستخدم المهندسون في وكالة ناسا الفضائية قوانين نيوتن لتحليل مواقف معقدة من واقع الحياة لها دور في إطلاق مركبة فضائية. ناقش بعض عوامل التعقيد التي يواجهها المهندسون في وكالة ناسا عند استخدام قوانين نيوتن. على سبيل المثال، فكر في المتغيرات التي تتغير عند حساب تسارع المركبة الفضائية، مثل إطلاق صاروخ. تتغير القوة والتسارع باستمرار عند حرق الوقود وتقل كتلة المركبة الفضائية. لتمثيل هذا الموقف، انفخ بالونًا وأبق فوهته مغلقة. على طول الذراع، أطلق البالون ولاحظ تغير حركته.

تنبيه: قد يكون لدى بعض الطلاب حساسية تجاه اللاتكس.

التدريس المتمايز

الطلاب دون المستوى اطلب من المجموعات وضع مثال ثنائي يساعدهم على تذكر قانون نيوتن الثاني. في كل مجموعة ثنائية، يجب الإبقاء على الكتلة أو التسارع أو القوة ثابتين. على سبيل المثال، إذا كان لديك كرتا بولينج متماثلتان ودفعت إحداهما بقوة كبيرة والأخرى بقوة أصغر، فسوف تكتسب تلك التي دفعتها بقوة أكبر تسارعًا أكبر.

د م | التعلّم التعاوني | اجتماعي

قانون نيوتن الأول

عرض توضيحي سريع

الكتلة

الوقت المقدَّر 10 دقائق

المواد زجاجة فارغة سعتها لتران، شريط مطاطي، خيط، مسطرة مترية، ماء

الإجراء اربط الخيط في الشريط المطاطي. ضع الشريط المطاطي حول الزجاجة الفارغة. يجب أن تكون الزجاجة في وضع مستقيم مع وجود الغطاء عليها. اسحب الخيط حتى تبدأ الزجاجة في التحرك. استخدم المسطرة لقياس مدى تمدد الشريط المطاطي. سجل القياس. أضف بعض الماء إلى الزجاجة وكرر العملية. قارن بين القياسات. بمجرد أن تتسارع الزجاجة، لا تكون القوة المحصلة على الزجاجة تساوي صفرًا. عند إضافة المزيد من الماء إلى الزجاجة، يجب أن يمارس الشريط المطاطي قوة أكبر لإنتاج التسارع نفسه بسبب كبر كتلة الزجاجة.

التعزيز

خريطة المفاهيم اطلب من الطلاب رسم خريطة مفاهيم تتضمن القوة والكتلة والتسارع والسرعة المتجهة. يجب أن يصف الطلاب العلاقات بين العناصر على الخطوط التي تربط بينها.

د م | لغوي

3 التقويم

تقويم الفكرة الرئيسة

القوى علّق ثقلًا في نابض أو ميزان زنبركي. اطلب من الطلاب تحديد القوى المؤثرة في الثقل. تسحب الجاذبية الثقل إلى أسفل ويسحب الزنبرك الثقل إلى أعلى. والآن اطلب من الطلاب وضع يد واحدة أسفل الثقل ورفعه حتى يصبح النابض مضغوطًا. اطلب من الطلاب تحديد جميع القوى المؤثرة في الثقل مرة أخرى. تسحب الجاذبية الثقل لأسفل وتدفع اليد الثقل إلى أعلى، ويدفع النابض الآن الكتلة إلى أسفل.

التأكد من الفهم

رسومات الجسم الحر اطلب من الطلاب رسم رسومات الجسم الحر للعديد من الأجسام الساكنة المتصلة بالأجسام الثابتة الأخرى، مثل كرسي وشخص جالس عليه. تأكد من أن الطلاب يرسمون فقط القوى المؤثرة في كل جسم وليس القوة التي يبذلها الجسم نفسه.

ض م | مرئي – مكاني

إعادة التدريس

عرض توضيحي للقوى اطلب من أحد الطلاب الوقوف ومد ذراع واحد، وضع كتابًا على يده. اسأل الطلاب هل تبذل اليد قوة على الكتاب. تأكد من أن تسأل الطالب الذي يبذل هذه القوة عما يعتقده هو أيضًا. ثم اطلب من الطالب إغلاق عينيه. وفجأة، ارفع الكتاب عن يده. ستتسارع يد الطالب نحو الأعلى، مما يوضح أنه بالفعل يبذل قوة إلى أعلى.

د م | حسي حركي

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

0053_0068_C04_718462.indd 56 8/19/2016 10:53:07 AM

القسم 1 الإجابات

التأكد من فهم النصوص والصور

التأكد من فهم النص، كتاب الطالب ص *90*
تعد القوى غير المتوازنة السبب في حدوث التسارع.

التأكد من فهم الشكل، كتاب الطالب ص *91*
تعد F الطاولة في الكتاب و**F** اليد في الكتاب قوتي تلامس،
تعد F كتلة الأرض في الكتاب قوة مجال.

التأكد من فهم النص، كتاب الطالب ص *92*
كلاهما في الاتجاه نفسه.

التأكد من فهم الشكل، كتاب الطالب ص *95*
تسارع عربتين يساوي نصف تسارع عربة واحدة.

التأكد من فهم النص، كتاب الطالب ص *95*
يجب تقليل القوة إلى النصف.

مسائل تدريبية

كتاب الطالب، ص *93*

1. راجع دليل الحلول عبر الإنترنت للاطلاع على رسم الحركة ورسم الجسم الحر.
2. راجع دليل الحلول عبر الإنترنت للاطلاع على رسم الحركة ورسم الجسم الحر.
3. راجع دليل الحلول عبر الإنترنت للاطلاع على رسم الحركة ورسم الجسم الحر.
4. راجع دليل الحلول عبر الإنترنت للاطلاع على رسم الحركة ورسم الجسم الحر.
5. راجع دليل الحلول عبر الإنترنت للاطلاع على رسم الحركة ورسم الجسم الحر.

مسائل تدريبية

كتاب الطالب، ص *96*

6. 3.90×10^2 N في اتجاه القوتين
7. 6.0×10^1 N في اتجاه القوة الأكبر
8. 24 N الشرق

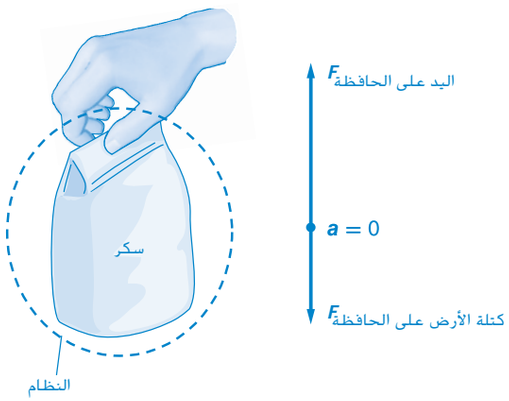
مسائل تدريبية

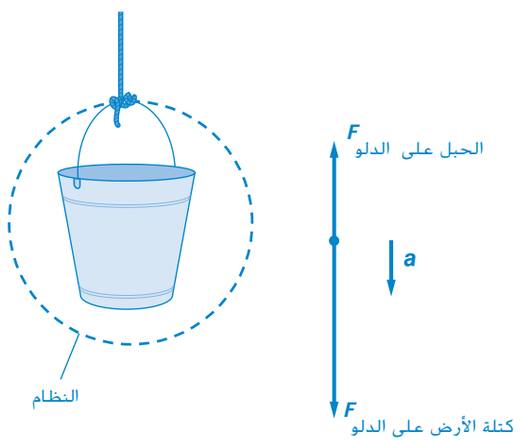
كتاب الطالب، ص *97*

9. $4.2\ m/s^2$
10. 22 N
11. a. راجع دليل الحلول عبر الإنترنت للاطلاع على رسم الجسم الحر.
    b. 144 N
    c. 111 kg

القسم 1 مراجعة

كتاب الطالب ص *99*

12. a. الدفع باليد، الاحتكاك، مقاومة الهواء، قوة النابض
    b. الجاذبية
    c. الكتلة، القصور الذاتي، التسارع
13. 

14. 

15. نظرًا لأن $m = F/a$ والقوى متساوية، فإن كتلة الثقل الثاني تساوي ثلث كتلة الثقل الأول.

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

0053_0068_C04_718462.indd 57 8/19/2016 10:53:08 AM

القسم 2 الوزن والقوة المعيقة

1 التقديم

نشاط محفِّز

الكتلة والوزن اعرض للصف العديد من الأجسام المختلفة (أسطوانات معدنية وغيرها). اسأل أي الأجسام أكبر وزنًا ولماذا هو كذلك. علق الأجسام في موازين زنبركية للتأكد من توقعات الطلاب. اسأل هل تظل أوزان الأجسام كما هي على كوكب آخر أو على القمر. لا؛ سيكون للأجسام أوزان مختلفة نظرًا لأن القوة المحلية للجاذبية ستختلف. د م مرئي – مكاني

الربط بالمعرفة السابقة

القوى المؤثرة في الأجسام يجب أن يكون الطلاب على دراية بالتسارع ومفهوم القوة. في هذا القسم، يستكشفون قانوني نيوتن الأول والثاني على نطاق أوسع.

2 التدريس

الوزن

تطوير المفاهيم

الفكرة الرئيسة تعلم الطلاب في ما سبق أن تسارع السقوط الحر بالقرب من سطح الأرض يساوي $9.8\ m/s^2$. وضح أن تسارع الجسم الحر هو نفسه g. وهو قوة مجال الجاذبية.

الوحدات تأكد من أن الطلاب يفهمون أن $9.8\ m/s^2$ و $9.8\ N/kg$ **يعبران عن الكمية نفسها. اشرح أن 1 نيوتن (N) يساوي** $1\ kg \cdot m/s^2$.

المناقشة

مسألة افترض أنك واقف في مصعد يتسارع إلى أعلى. هل يكون مقدار القوة العمودية المؤثرة فيك من أرضية المصعد هو نفسه مقدار وزنك أم أكبر منه أم أصغر منه؟

الإجابة يجب أن يكون مقدار القوة العمودية أكبر من الوزن. يجب أن تكون القوة المحصلة في الاتجاه إلى أعلى لأنك تتسارع في هذا الاتجاه. ومن ثمَّ يجب أن يكون المجموع المتجهي لقوة الوزن والقوة العمودية عبارة عن قوة متجهة إلى أعلى، أي، في اتجاه القوة العمودية. ض م

مثال إضافي مثال للحل في الفصل

استخدم مثال المسألة 2.

مسألة يحتاج أيمن إلى رفع صخرة كتلتها 35.0 kg إذا كان يبذل قوة متجهة إلى أعلى بمقدار 502 N على الصخرة، فكم يبلغ تسارع الصخرة؟

الإجابة $F_{\text{المحصلة}} = F_{\text{أيمن في الصخرة}} - F_{\text{كتلة الأرض في الصخرة}}$

$$502\ N - (35.0\ kg)(9.8\ N/kg) =$$

$$159\ N = 502\ N - 343\ N =$$

$$a = \frac{F_{\text{المحصلة}}}{m}$$

ومن ثمَّ، $a = \frac{159\text{N}}{35.0\ \text{kg}} = 4.54\text{m/s}^2$

$$a = 4.54\ m/s^2$$

نشاط مسألة تحفيزية في الفيزياء

التحقق من القوة والتسارع اطلب من الطلاب تسجيل مقطع فيديو لأنفسهم وهم واقفون على ميزان أثناء استقلالهم المصعد. واطلب منهم تشغيل مقطع الفيديو ببطء وتحديد أقصى قوة وأدنى قوة أثروا بها في الميزان. اسأل الطلاب ما عمليات التسارع (المقدار والاتجاه) المتوافقة مع هذه القوى وعند أي النقاط أثناء الحركة لم يكن للمصعد أي تسارع. ف م

حسي حركي

استخدام تجربة الفيزياء

اطلب من الطلاب إجراء التجربة، القوى في المصعد، للتحقق من القوى التي تؤثر في جسم ما في المصعد.

استخدام التجربة المصغّرة

اطلب من الطلاب إجراء التجربة، الكتلة والوزن، للتحقق من العلاقة بين الكتلة والوزن.

تحديد المفاهيم الخاطئة

سبب الوزن الظاهري قد يعتقد بعض الطلاب أن الوزن الظاهري مرتبط بالحركة بسرعة متجهة ثابتة. لكن يُلاحظ الوزن الظاهري عندما يتعرض الجسم لتسارع رأسي. ذكر الطلاب أنه سواء بدا الجسم أخف أو أثقل فإن ذلك يعتمد على اتجاه التسارع وليس السرعة المتجهة للجسم.

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

0053_0068_C04_718462.indd 58 8/19/2016 10:53:08 AM

مثال إضافي مثال للحل في الفصل

استخدم مثال المسألة *3*.

مسألة إذا كنت في مصعد وتقف على ميزان منزلي. ولاحظت أن الميزان يقرأ وزنًا أقل من وزنك الحقيقي. (بفرض أن الميزان معاير على نحو صحيح.)

a. فهل يتحرك المصعد بسرعة متجهة ثابتة، أم أنه يتسارع؟

b. إذا كان يتسارع، فما هو اتجاه التسارع؟

الإجابة **a.** يتسارع **b.** إلى أسفل

القوة المعيقة

استخدام تجربة الفيزياء

اطلب من الطلاب إجراء التجربة، السرعة الحدية، لمعرفة آثار مقاومة الهواء في الأجسام في السقوط الحر.

استخدام التجربة المصغّرة

اطلب من الطلاب إجراء التجربة، المظلة المقلوبة، للتحقق من مدى اعتماد السرعة الحدية على الكتلة.

عرض توضيحي سريع

القوة المعيقة

الوقت المقدَّر 10 دقائق

المواد قطعة رخام واحدة – أو كرة معدنية – ومكعب واحد (أو أسطوانة معدنية) لهما الكتلة نفسها، كأس واحدة كبيرة، زيت محركات، مصباح، مقياس حرارة، مؤقت رقمي

الإجراء املأ الكأس بالزيت في درجة حرارة الغرفة. سجل درجة حرارة الزيت في الكأس. وبعد ذلك، أمسك قطعة الرخام والمكعب فوق سطح الزيت مباشرةً، اتركهما في الوقت نفسه في الكأس. (إذا كنت تستخدم أسطوانة معدنية، فتأكد من إسقاط طرفها المستوي أولًا). اطلب من الطلاب مشاهدة الجسمين أثناء سقوطهما عبر السائل الموجود في الكأس. اطلب من متطوعين تسجيل معدل سقوط الأجسام. ضع الكأس أسفل مصباح ودع الزيت يسخن، حتى تتغير خصائص السائل. كرر الإجراء، سجل أولًا درجة حرارة السائل. اطلب من متطوعين تسجيل معدل سقوط الأجسام. ارسم جدولًا على السبورة لمقارنة البيانات. سيرى الطلاب الدليل على القوة المعيقة.

تحديد المفاهيم الخاطئة

قوة الهواء قد يعتقد بعض الطلاب أن الهواء يبذل قوة متجهة إلى أسفل فقط. في الواقع، يدفع الهواء في جميع الاتجاهات.

تقويم الفكرة الرئيسة

الأجسام الساقطة ارمِ كرة في الهواء عموديًا ودعها تسقط على الأرض. اطلب من الطلاب أن يشرحوا لماذا غيرت الكرة اتجاهها وسقطت على الأرض. بذلت الجاذبية قوة متجهة إلى أسفل على الكرة مما تسبب في التسارع وسحب الكرة تجاه الأرض. وفي النهاية، يتغلب التسارع تجاه الأرض على السرعة المتجهة الابتدائية إلى أعلى. اطلب من الطلاب أن يصفوا التسارع بسبب الجاذبية أثناء تحرك الكرة إلى أعلى، ثم إلى أسفل. لم تتغير قوة الجاذبية أثناء تحرك الكرة إلى أعلى أو إلى أسفل، ومن ثمَّ كان التسارع هو نفسه.

التأكد من الفهم

السرعة الحدية اعرض ثلاثة رسوم للحركة توضح الأجسام عند سرعات حدية مختلفة. واطرح الأسئلة التالية على الطلاب: إذا كانت الأجسام الثلاث عبارة عن قطرة مطر وقطعة برد وندفة ثلج، فأي رسم يتطابق مع أي جسم؟

ض م مرئي – مكاني

إعادة التدريس

مقاومة الهواء أعطِ الطلاب أنواعًا متعددة من الكرات، بما فيها كرة تنس طاولة أو كرة من الفلين. اطلب منهم ترتيب الكرات وفقًا للوقت اللازم لسقوط كلٍ منها من ارتفاع معين. اطلب من الطلاب إجراء التجربة لمعرفة الترتيب الحقيقي. د م حسي حركي

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

0053_0068_C04_718462.indd 59 8/19/2016 10:53:08 AM

التأكد من فهم النصوص والصور

التأكد من فهم الشكل

القوى هي F الميزان فيك و F كتلة الأرض فيك.

التأكد من فهم النص

يقرأ الميزان وزنك مبدئيًا عندما يكون المصعد في وضع السكون، ثم يقرأ قيمة أكبر من وزنك أثناء تسارع المصعد إلى أعلى، ثم يقرأ وزنك أثناء تحركه بسرعة ثابتة، ثم يقرأ قيمة أقل من وزنك عند الإبطاء وأخيرًا يقرأ وزنك مرة أخرى عندما يكون في وضع السكون.

مسائل تدريبية

16. 39 N
17. 10.5 N/kg
18. 4.9 N، قد تتحرك بسرعة ثابتة.
19. 252 N، لن يتحمل الكيس.
20. a. 60 kg
    b. 95.5 N
21. a. 735 N
    b. 885 N
    c. 585 N
    d. 735 N
    e. إلى أعلى

مسألة تحفيزية في الفيزياء

1. 7.8 s
2. −76 m/s
3. 4100 N

القسم 2 مراجعة

22. نعم؛ لمدة قصيرة سيتسارع لاعب القفز الحر إلى أعلى نظرًا لوجود قوة إضافية إلى أعلى بسبب مقاومة الهواء لمظلة الهبوط. يتسبب التسارع إلى أعلى في تناقص السرعة المتجهة للاعب إلى أسفل. ينص قانون نيوتن الثاني على أن القوة المحصلة في اتجاه معين ينشأ عنها تسارع في ذلك الاتجاه ($ma = F_{\text{المحصلة}}$).
23. 16.2 N
24. $-0.5\ \text{m/s}^2$؛ التسارع يساوي $0.5\ \text{m/s}^2$ إلى أسفل.
25. راجع دليل الحلول عبر الإنترنت للاطلاع على رسم الحركة ورسومات الجسم الحر. يتساوى الوزن الظاهري والوزن الحقيقي عندما تتحرك إلى أعلى أو إلى أسفل بسرعة متجهة ثابتة. يكون الوزن الظاهري أقل من الوزن الحقيقي عندما يبطئ المصعد أثناء الصعود أو يسرع أثناء النزول. يكون الوزن الظاهري أكبر عند الإسراع أثناء الصعود أو الإبطاء أثناء النزول.
26. $0.14\ \text{m/s}^2$ في اتجاه القوة التي يؤثر بها صديقه
27. قد تتنوع الإجابات. إحدى الإجابات المحتملة: يمكنك تجاهل المقاومة إذا أجريت كل التحركات على الحزام ذي البكرات. نظرًا لأنك تعرف وزن الصندوق الذي يبلغ وزنه 1000 N، يمكنك استخدامه كمقياس. اسحب الصندوق الذي يزن 1000 N بقوة معينة لمدة 1 s، قدر سرعته المتجهة واحسب التسارع الناتج عن قوتك. بعد ذلك، اسحب صندوقًا مجهول الكتلة بأقرب سرعة ممكنة من السرعة نفسها لمدة 1 s. قدر السرعة المتجهة للصندوق واحسب التسارع الناتج عن قوتك. ستكون القوة التي سحبت بها كل صندوق هي القوة المحصلة في كل حالة.

$F_{\text{المحصلة في صندوق مجهول الكتلة}} = F_{\text{المحصلة في صندوق 1000-N}}$

$$(m_{\text{مجهول}})(a_{\text{مجهول}}) = (1000\ \text{N})(a_{\text{صندوق 1000 N}})$$

$$m_{\text{مجهول}} = \frac{(1000\ \text{N})(a_{\text{صندوق 1000-N}})}{a_{\text{مجهول}}}$$

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

0053_0068_C04_718462.indd 60 8/19/2016 10:53:08 AM

القسم 3 قانون نيوتن الثالث

1 التقديم

نشاط محفِّز

قوى التأثير المتبادل اطلب من طالبين ارتداء حذاء تزلج مع ارتداء الملابس الواقية المناسبة والوقوف أمام الغرفة. اطلب من أحدهما أن يدفع الآخر. سيرى طلاب الفصل أن الطالبين كليهما تحركا، على الرغم من أن أحدهما فقط هو الذي بذل جهدًا لدفع الآخر. د م حسي حركي

الربط بالمعرفة السابقة

رسومات الجسم الحر في هذا القسم، يطبق الطلاب مهاراتهم في تطوير رسومات الجسم الحر. تسمح الرسومات للطلاب بدراسة القوى في أزواج التأثير المتبادل. ويساعد الرسم أيضًا الطلاب على الربط بين قانوني نيوتن الثاني والثالث ويزيد من فهمهم للقوة العمودية.

2 التدريس

أزواج التأثير المتبادل



تحديد المفاهيم الخاطئة

أزواج التأثير المتبادل توجد فكرة راسخة بأن الكيان الأكثر فعالية في التأثير المتبادل – الأسرع أو الأكبر أو الأقوى – سيبذل قوة أكبر. وفقًا لقانون نيوتن الثالث، لا يُعد هذا صحيحًا. تبذل الأجسام في التأثير المتبادل قوة لها المقدار نفسه على بعضها البعض.

استخدام تجربة الفيزياء

اطلب من الطلاب إجراء التجربة، قانون نيوتن الثالث، للتحقق من تفاعلات القوة بين عربات القطار.

الفيزياء في واقع الحياة

الفنون القتالية تم تطوير الكاراتيه، ويعني "اليد الفارغة"، في أوكيناوا، اليابان، في أوائل القرن السابع عشر كوسيلة للدفاع عن النفس حيث كانت الأسلحة محظورة بأمر الحاكم. قد يستغرق الأمر أعوامًا للتدرب على تعلم مهارات الكاراتيه، ولكن مع التدريب بعناية تستطيع حتى "الأيادي الفارغة" كسر الكتل الخرسانية. يستطيع الخبير المتدرب كسر كتلة خرسانية بسمك 3.8 cm عن طريق تحريك يده بسرعة قدرها 11 m/s لإنشاء قوة قدرها 3069 N. بالطبع، تبذل الكتلة مقدار القوة نفسه على اليد. والمثير للدهشة أن عظام يد الإنسان يمكنها احتمال قوة تصل إلى 40 مرة أكبر من الخرسانة.

مثال إضافي مثال للحل في الفصل

استخدم مثال المسألة *4*.

مسألة بينما كنت تمشي في خط مستقيم انزلقت على الجليد ووقعت. وللحظة كنت تسقط سقوطًا حرًا. خلال هذا الوقت، ما القوة التي تؤثر بها في الأرض إذا كانت كتلتك تساوي 55 kg ؟ تؤثر الأرض فيك بقوة:

$$F = mg = (55\ \text{kg})(9.8\ \text{N/kg}) = 540\ \text{N}$$

الإجابة القوة التي تؤثر بها في الأرض تساوي المقدار:

$$F = mg = (55\ \text{kg})(9.8\ \text{N/kg}) = 540\ \text{N}$$

التدريس المتمايز

الطلاب دون المستوى اسأل الطلاب كيف عرفوا أن لكل قوة توجد قوة أخرى مساوية ومضادة لها. بالنسبة إلى الطالب الذي أجاب عن هذا بسرعة وبشكل صحيح، اطلب منه تمثيل فهمه أمام الفصل. على سبيل المثال، يمكن أن يثبت الطالب أنه عندما يرمي كرة ثقيلة إلى أعلى في الهواء ثم يمسك بها، يستطيع أن يشعر بتسارع أكبر من الكرة الأقل وزنًا. إذا كانت القوة التي تؤثر بها الأرض في الكرة غير متساوية في المقدار، فلن يكون هناك ذلك الاختلاف في الوزن الذي شعر به الطالب عند الإمساك بالكرة. وإذا كانت القوة التي تؤثر بها الأرض في الكرة ليست مضادة في الاتجاه، فلن ترجع الكرة مرة أخرى إلى الأرض.

د م حسي حركي

الشد

استخدم الشكل 17

أخبر الطلاب أنه من المضمون عدم انقطاع الحبل في **الشكل 17** إذا كان الشد أقل من 500 N. اطلب من الطلاب تقدير الشد في الحبل إذا قاموا بتعليق جرس قوته 300 N بدلًا من الدلو. يساوي الشد وزن جميع الأجسام المعلقة. 300 N. ما الذي قد يحدث إذا أضافوا بعد ذلك وزنًا إضافيًا قدره 300 N إلى الحبل؟ سينقطع الحبل.

ض م مرئي – مكاني

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

0053_0068_C04_718462.indd 61 8/19/2016 10:53:08 AM

تطوير المفاهيم

عرض توضيحي للشد ضع ميزانًا زنبركيًا في وضع أفقي بين بكرتين. واربط كتلتين متساويتين بحبلين، كل واحدة في أحد طرفي الميزان، ووجِّه الحبلين على البكرتين، بحيث تكون الكتلتان معلقتين في الهواء. تأكد من أن الوجه الأمامي للميزان ليس في مواجهة الفصل. اسأل الطلاب ماذا يعتقدون عن قراءة الميزان. بعد محاورة مفيدة، أدر الأدوات حتى يتمكنوا من رؤية قراءة الميزان. قد يتوقع بعض الطلاب أن الميزان الزنبركي يقرأ مجموع الوزنين. في الواقع، يقرأ الميزان مقدار الشد؛ فالوزنان يبذلان قوتين متساويتين ولكن متضادتين على الميزان الزنبركي. وبذلك تساوي قوة الشد في الميزان القوة التي يسحب بها كل ثقل. ض م

نشاط مشروع الفيزياء

لعبة شد الحبل اطلب من الطلاب البحث في تاريخ لعبة شد الحبل. هناك أدلة كثيرة على أن اللعبة موجودة منذ آلاف السنين حيث انتشرت من أفريقيا إلى آسيا ثم إلى أوروبا. وقد وجدت رسومات لهذه المسابقات في المقابر المصرية القديمة التي يرجع تاريخها إلى 4500 عام. كما توجد سجلات من محاكم الأباطرة الصينيين القدماء عن قواعد الاشتراك ونتائج المنافسة. ويتضمن أحد أشكال لعبة شد الحبل العديد من الحبال. اطلب من الطلاب طرح قواعد لعبة شد الحبل وشرح لماذا قد تكون هذه القواعد ضرورية. يمكن للطلاب أيضًا تقديم أشكال مختلفة من لعبة شد الحبل بالإضافة إلى قوانين اللعب.

ض م حسي حركي

المناقشة

الفكرة الرئيسة طالبان يرتديان حذائي تزلج يمسك كلٌ منهما بأحد طرفي حبل. إذا سحب أحد الطالبين الحبل، فماذا سيحدث؟

الإجابة سيتسارع كل طالب نحو الآخر. سيبذل الحبل قوتين متساويتين في المقدار ومتضادتين في الاتجاه على كل طالب، ومن ثمَّ سيتسارع الطالب ذو الكتلة الأصغر أكثر من الطالب ذي الكتلة الأكبر. ض م

مثال إضافي مثال للحل في الفصل

استخدم مثال المسألة 5.

مسألة بينما تصيد السمك أمسكت سمكة كتلتها 6 kg. فإذا كان خيط الصنارة يتحمل قوة شد بحد أقصى 30 N، فما أقصى تسارع يمكنك أن تعطيه للسمكة أثناء لف الخيط؟

الإجابة $F = ma$

$30\ \text{N} = (6\ \text{kg})(a)$

$a = 5\ \text{m/s}^2$

القوة العمودية

التعزيز

القوة العمودية اطلب من كل طالب تصميم رسم الجسم الحر لتمثيل القوى المؤثرة في عربة على منحدر عديم الاحتكاك. تؤثر قوتان في العربة: القوة العمودية، تُرسم عمودية على سطح المنحدر، والوزن، يُرسم إلى أسفل وعموديًا على سطح الأرض. ض م مرئي – مكاني

3 التقويم

تقويم الفكرة الرئيسة

القوة المؤثرة في الأجسام ضع سيارتين صغيرتين من الألعاب أو عربتين ذواتي عجلات على مكتب. وضع وزنًا إضافيًا على إحدى العربتين حتى يكون هناك اختلاف ملحوظ في الوزن بين العربتين. ضع نابضًا بينهما وادفع العربتين معًا حتى ينضغط النابض. اترك العربتين. اطلب من الطلاب وصف حركة العربتين. تتحرك العربتان بعيدًا عن بعضهما البعض، ولكن تتسارع العربة الأثقل بمعدل أقل من العربة الأخف. اطلب من الطلاب وصف القوة المؤثرة في كل عربة. كانت القوتان المؤثرتان في العربتين متساويتين ولكنهما متضادتان.

التأكد من الفهم

القوة العمودية اربط خيطًا حول صندوق وضعه على طاولة. اسأل الطلاب ما القوة العمودية المؤثرة في الصندوق. تبذل الطاولة قوة عمودية على الصندوق يتساوى مقدارها مع وزن الصندوق. ادفع الصندوق إلى أسفل واسأل الطلاب كيف تغيرت القوة العمودية. لقد ازدادت. اسحب الخيط لأعلى (يجب أن يظل الصندوق ملامسًا للطاولة) واطلب من الطلاب وصف القوة العمودية. القوة العمودية أقل من وزن الصندوق. عزز المفهوم لدى الطلاب بأن القوة العمودية على جسم ما لا تساوي دائمًا وزن الجسم.

ض م مرئي – مكاني

التوسع

قوى الشد يجب أن يبذل الفريق الفائز في لعبة شد الحبل قوة على الفريق المنافس أكبر من القوة التي يبذلها المنافسون عليهم. اطلب من الطلاب تقويم هذه العبارة. ليس من الممكن لأحد الفريقين في لعبة شد الحبل التأثير بقوة في الفريق المنافس أكبر من القوة التي يؤثر بها الفريق المنافس فيهم. فهذا قد يكون مخالفًا لقانون نيوتن الثالث. بدلًا من هذا، يجب على أحد الفريقين التأكد من أن اتجاه القوة المحصلة المؤثرة فيه بعيد عن المركز، بينما يكون اتجاه القوة المحصلة على الفريق المنافس متجهًا إلى المركز. ض م

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

0053_0068_C04_718462.indd 62 8/19/2016 10:53:08 AM

التأكد من فهم النصوص والصور

التأكد من فهم النص

ستساوي القوة المؤثرة فيك 15 N في اتجاه اليمين.

التأكد من فهم النص

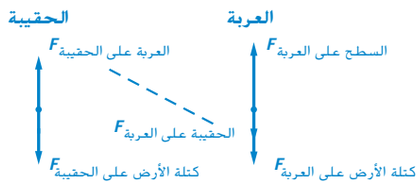
عادةً ما يكون تسارع الأرض قليلًا جدًا لأن كتلة الأرض كبيرة للغاية بالمقارنة بكتلة الجسم.

مسائل تدريبية

28. القوى المؤثرة في الكرة هي قوة يدك وقوة جاذبية كتلة الأرض. تؤثر الكرة بقوة في يدك وبقوة جاذبية في الأرض. وتؤثر هذه القوى جميعها في يدك أو الكرة أو الأرض.

29. تمثل قوة جاذبية كتلة الأرض القوة الوحيدة التي تؤثر في قالب القرميد. يؤثر القرميد في الأرض بقوة مساوية في المقدار ومضادة في الاتجاه.

30.



زوجي التأثير المتبادل الوحيد في هذه الرسومات هما $F_{\text{العربة في حقيبة السفر}}$ و $F_{\text{حقيبة السفر في العربة}}$.

31.



القوة الوحيدة التي تؤثر في الكرة هي قوة كتلة الأرض، عند تجاهل مقاومة الهواء. فالكرة تؤثر في الأرض بقوة مساوية في المقدار ومضادة في الاتجاه.

مسائل تدريبية

كتاب الطالب، ص *110*

32. 54 N

33. $0.91\ m/s^2$

القسم 3 مراجعة

34. القوى المؤثرة في الكتاب هي قوة الجاذبية المتجهة إلى أسفل بسبب كتلة الأرض وقوة اليد المتجهة إلى أعلى. ويتمثل النصف الآخر من أزواج التأثير المتبادل في قوة الكتاب في الأرض وقوة الكتاب في اليد.

35. راجع دليل الحلول عبر الإنترنت للاطلاع على رسم الحركة ورسومات الجسم الحر.

36. بالنسبة إلى الحبل السفلي مع الاتجاه الموجب إلى أعلى: 49 N. بالنسبة إلى الحبل العلوي مع الاتجاه الموجب إلى أعلى: 98 N.

37. بالنسبة إلى الحبل السفلي مع الاتجاه الموجب إلى أعلى: 29 N. بالنسبة إلى الكتلة العلوية مع الاتجاه الموجب إلى أعلى: 3.5 kg.

38. ستكون قوة الشد 500 N. والحبل في حالة توازن، أي أن القوة المحصلة المؤثرة فيه تساوي صفرًا. يبذل الفريق والشجرة قوتين متساويتين في اتجاهين متضادين.

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

0053_0068_C04_718462.indd 63 8/19/2016 10:53:09 AM

الحدود في **الفيزياء**

أسرع من الصوت؟

قفز حر أسرع من الصوت

الخلفية

في عام 1957 أثناء مشروع مانهاي، طار عقيد القوات الجوية جوزيف كيتينجر باستخدام كبسولة مضغوطة وبالون على ارتفاع 29.5 km. وقدمت بعثات البالون هذه اختبارات مهمة لبزات الضغط وأجهزة دعم الحياة وتقنية مظلة الهبوط المستخدمة في تطوير برنامج ناسا الفضائي لعطارد. وفي 16 أغسطس عام 1960، كجزء من مشروع إكسيلسيور، سجل كيتينجر رقمًا قياسيًا عالميًا لأعلى قفزة بمظلة وأطول هبوط بمظلة وأسرع هبوط لإنسان في السقوط الحر. والآن تقاعد كيتينجر ولكنه عمل كاستشاري لمجموعة من العلماء والمهندسين ولاعبي القفز بالمظلات الذين يطمحون إلى تحطيم أرقام كيتينجر القياسية.

استراتيجيات التدريس

- اسأل الطلاب ما الذي قد يهبط أسرع على القمر: مطرقة أم ريشة؟ وضع جاليليو نظريته الأولى بأنه في غياب الغلاف الجوي، تسقط جميع الأجسام بالمعدل ذاته بغض النظر عن الكتلة. وقد ثبت هذا في عام 1971 عن طريق رائد الفضاء ديفيد سكوت أثناء بعثة أبولو 15 عندما أسقط ريشة ومطرقة على سطح القمر. وسقط كلاهما بالمعدل ذاته. وتتوفر مقاطع فيديو كثيرة على الإنترنت تتناول هذا الحدث. اطلب من الطلاب الرجوع إلى مثال مسألة 2 ليروا الحسابات التي توضح التسارع المتساوي في السقوط الحر لأجسام لها كتل مختلفة.
- اسأل الطلاب أين يبدأ الفضاء في اعتقادهم؟ من المحتمل أن يقول معظمهم عندما ينقشع الغلاف الجوي في الفضاء النقي (غالبًا ما توصف هذه المنطقة بالفضاء الخارجي). لا يوجد للغلاف الجوي حدود مفاجئة، لذلك يُعد تحديد أين يبدأ الفضاء أمرًا مفتوحًا للتفسيرات. يصف كيتينجر أي شيء يزيد ارتفاعه على 19.2 km على أنه في الفضاء لأن الإنسان لا يستطيع البقاء على قيد الحياة فوق هذا الارتفاع بدون ارتداء بزة الضغط. تصنف وكالة ناسا أي شخص ينتقل في طبقة الثيرموسفير، والتي تبدأ على ارتفاع 80 km، على أنه رائد فضاء. وتعد العديد من وكالات الفضاء الأخرى ارتفاع 100 km بداية الفضاء.

لمزيد من التعمق >>>

النتائج المتوقعة أثناء قفزة إكسيلسيور I، بدأت الخوذة الخاصة ببزة كيتنجر في التمدد بعيدًا عن البزة. بالإضافة إلى ذلك، انبسطت المرحلة الأولى من نظام مظلة الهبوط الخاصة به قبل موعدها بكثير. وأدى بسط المظلة مبكرًا إلى تعرض كيتينجر لخطر التشابك مع خيوط المظلة والسقوط حتى الأرض. في قفزة إكسلسيور III القياسية، حدث تسرب في قفاز اليد اليمنى في بدلة الضغط الخاصة بكيتينجر أثناء صعود البالون. وورمت يده حتى تضاعف حجمها عن حجمها الطبيعي كنتيجة للضغط المنخفض للغاية. على الرغم من الألم الشديد، لم يخبر كيتينجر المجموعة الضابطة للبعثة على الفور بالتسرب لأنه لم يرد إنهاء البعثة.

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

0053_0068_C04_718462.indd 64 8/19/2016 10:53:09 AM

الوحدة 4 الإجابات

القسم 1

إتقان المفاهيم

39. لا يتفق نيوتن مع ذلك. فقد كان هناك تأثير متبادل بين القدم والكرة. أثرت قدمك بقوة في الكرة ما أدى إلى تسارعها. عند التحرك عبر الملعب كان هناك تأثير متبادل بين الكرة والعشب. أثرت قوة في الكرة وتسببت في تسارعها؛ أبطأت سرعتها.

40. يلزم وجود قوة كبيرة لتتسارع كتلة الدراجة وراكبها. بمجرد الوصول إلى السرعة المتجهة الثابتة المطلوبة، تكفي قوة أقل بكثير للتغلب على قوى الاحتكاك الموجودة دائمًا.

إتقان حل المسائل

41. 9.8 N

42. $0.12\ m/s^2$

43. 6.9×10^3 N

44. $13\ m/s^2$

القسم 2

إتقان المفاهيم

45. لا، إنه يعني فقط أن القوى المؤثرة فيه متوازنة وأن القوة المحصلة تساوي صفرًا. الكتاب في وضع السكون على الطاولة لا يتحرك ولكن تسحبه قوة الجاذبية إلى أسفل وتدفعه القوة العمودية للطاولة إلى أعلى. وتتوازن هاتان القوتان ومن ثَمَّ تصبح القوة المحصلة صفرًا.

46. نعم، تغير اتجاه سرعته المتجهة؛ ومن ثَمَّ اكتسب تسارعًا ويلزم وجود قوة لتتسارع كرة السلة. المسبب هو الأرض.

47. أمير على صواب. اتجاه القوة إلى اليمين يعني أن اتجاه التسارع إلى اليمين. فإذا كانت تتحرك تجاه اليمين فإنها تسرع؛ وإذا كانت تتحرك تجاه اليسار فإنها تبطئ.

48. a. نظرًا لأن مقدار مقاومة الهواء يصبح كبيرًا فجأة، تنخفض السرعة المتجهة للاعب فجأة.

b. تتساوى قوة مقاومة الهواء وقوة الجاذبية. ومجموعهما صفر، لذلك لا يوجد تسارع. يستمر لاعب القفز الحر في الاتجاه إلى أسفل بسرعة متجهة ثابتة.

49. a. البالون، كرة السلة، الكرة الحديدية.

b. الكرة الحديدية، كرة السلة، البالون.

c. هي معكوسات لبعضها البعض.

إتقان حل المسائل

50. ستتنوع الإجابات حسب الكتلة. شخص كتلته 68 kg يزن 670 N.

51. a. 200 kg

b. $0.20\ m/s^2$؛ يجب أن يبين رسم الجسم الحر التي يكون تأثيرها في الأشخاص F أطول قليلًا من F_w.

c. 11 s

52. a. 5.2×10^2 N

b. 410 N

c. 410 N

d. 5.2×10^2 N

e. 652 N

53. a. 22 N

b. 2.1 N

54. a. 14.0 m/s

b. -3.2×10^3 N

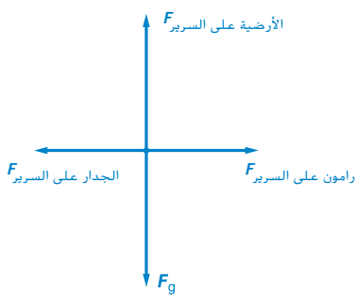
القسم 3

إتقان المفاهيم

55. تؤثر الصخرة بقوة سحب في الأرض، ولكن كتلة الأرض الضخمة ستتأثر بتسارع طفيف للغاية نتيجة لهذه القوة الصغيرة. وقد لا يكون هذا التسارع ملموسًا.

56. إذا رسمت رسم الجسم الحر لأي نقطة على الحبل، فستكون هناك قوتا شد تؤثران في اتجاهين متضادين. $F_{\text{المحصلة}} = F_{\text{إلى أعلى}} - F_{\text{إلى أسفل}} = ma = 0$ (لأنه عديم الكتلة). ومن ثَمَّ، $F_{\text{إلى أعلى}} - F_{\text{إلى أسفل}}$. وفقًا لقانون نيوتن الثالث، تتساوى القوة التي تؤثر بها قطعة الحبل الواصلة في هذه النقطة مع القوة التي تؤثر بها هذه النقطة فيها ولكنها مضادة لها في الاتجاه. لذلك يجب أن تكون القوة ثابتة دائمًا.

57.



حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

0053_0068_C04_718462.indd 65 8/19/2016 10:53:09 AM

الإجابات

58. 

F الكرة في المضرب وF المضرب في الكرة هما زوجا تأثير متبادل.

59. من الأكبر إلى الأصغر: الصندوق الأيمن > الصندوق الأيسر > الصندوق الأوسط.

إتقان حل المسائل

60. a. 59 N؛ الاتجاه إلى أعلى.

b. 59 N إلى أسفل

61. 2.40×10^{-5} N

62. 9.5×10^{2} N اختلاف القوة نحو الأمام، 9.3×10^{2} N اختلاف القوة العمودية

63. 5.3×10^{4} N

64. القوة العمودية على الثقل العلوي: 45 N. القوة العمودية على الثقل الأوسط: 57 N. القوة العمودية على الثقل السفلي: 93 N.

تطبيق المفاهيم

65. a. تسارعت السيارة فجأة إلى الأمام. يتسبب المقعد في تسارع جسمك، ولكن يجب أن تتسبب رقبتك في تسارع رأسك. وقد يؤذي هذا عضلات رقبتك.

b. يدفع مسند الرأس رأسك، مما يؤدي إلى تسارعها في الاتجاه نفسه مثل السيارة.

66. تدل الأوقيات على الوزن بالوحدات الإنجليزية. تدل الجرامات والكيلوجرامات على الوزن بالوحدات المترية. يجب أن يشير ملصق التسمية إلى أن "الكتلة 0.85 kg" لتكون صحيحة على القمر. تظل الجرامات والكيلوجرامات دون تغيير.

67. تصل كرة تنس الطاولة الأخف وزنًا الممتلئة بالهواء إلى السرعة الحدية أولًا. فكتلتها أقل بالنسبة إلى الشكل والحجم أنفسهما. لذلك تصبح قوة الاحتكاك التي يؤثر بها الهواء إلى أعلى مساوية لقوة $m \times g$ إلى أسفل في وقت أقرب. نظرًا لأن قوة الجاذبية في كرة تنس الطاولة الأثقل وزنًا الممتلئة بالماء أكبر، فإن سرعتها الحدية أكبر، وتصطدم بالأرض أولًا.

68. يعني هذا أنه على سطح الأرض، يكون وزن 1 kg مساويًا لوزن 2.2 lb. يجب عليك مقارنة الكتل بالكتل والأوزان بالأوزان. ومن ثمَّ، فإن 9.8 N يساوي 2.2lb.

69. a. راجع دليل الحلول عبر الإنترنت للاطلاع على رسم الجسم الحر.

b. 0 m/s

c. نظرًا لأن القوة الوحيدة التي تؤثر فيها هي الجاذبية الأرضية، تسقط الكرات بتسارع السقوط الحر البالغ $9.8\ m/s^2$.

70. ستقلل اليدان السرعة المتجهة للكرة إلى صفر. عند تحريكهما في اتجاه الكرة المتحركة، سيطول مقدار الوقت الذي سيستغرقه التسارع، ومن ثمَّ يقل التسارع. يؤدي تقليل التسارع إلى تقليل القوة اللازمة لإيقاف الكرة.

مراجعة جامعة

71. $31.89\ m/s^2$, 160.2 m/s

72. 1.80×10^{2} N

73. 139 m

74. a. $45\ m/s^2$

b. 3.9×10^{4} N

c. 3.1×10^{3} N

75. 222 m/s؛ 126.6 m/s أبطأ من السرعة الحدية المعتمدة على تسارع ثابت، لذلك لا يمكن أن يكون التسارع ثابتًا.

76. $-2.1\ m/s^2$

77. a. $-6.0\times10^{3}\ m/s^2$

b. -8.7×10^{2} N

c. المقدار نفسه واتجاه مضاد (في اتجاه السرعة المتجهة للكرة)

78. 8.0×10^{3} N في اتجاه الحركة

79. a. $48\ m/s^2$

b. 43 m/s

80. a. $4.0\ m/s^2$ أعلى

b. 40 m/s أعلى

c. وزن الأداة فقط، 49 N− أسفل

d. 4.1 s بعد الإطلاق

81. $0.78\ m/s^2$

82. a. $2.3\ m/s^2$ إلى اليمين

b. 12 N إلى اليمين

c. وفقًا لقانون نيوتن الثالث، يجب أن تكون هذه القوة مساوية للقوة الموجودة في النقطة b في المقدار ومضادة لها في الاتجاه، ومن ثمَّ تكون القوة 12 N إلى اليسار.

83. a. $1.17\ m/s^2$

b. $-0.633\ m/s^2$

c. تتوقف، لأن مقدار التسارع أقل و$t = v/a$

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

0053_0068_C04_718462.indd 66 8/19/2016 10:53:09 AM

الإجابات

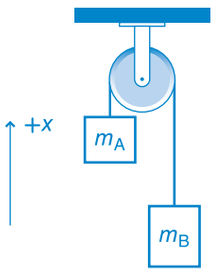
84. a. 37 N

b. 2.4 m/s²

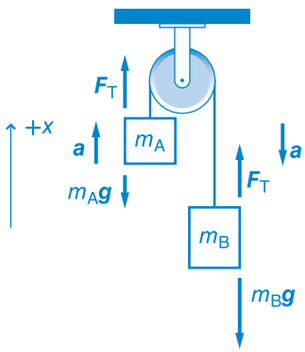
التفكير الناقد

85. ستتنوع الإجابات، ولكن الصيغة الصحيحة للإجابة هي، "أنت تأمل أن تعطي طفلة صغيرة على زلاجة على الجليد، إجمالي كتلتها 23 kg، دفعة ليصبح تسارعها 1.8 m/s². بأي قوة يجب عليك دفعها؟"

86. a.



b.



c. 2.0 m/s² إلى أعلى

87. 5.88 m/s² إلى أسفل

88. a. 3.0 m/s²

b. 18 N

89. راجع دليل الحلول على الإنترنت لمعرفة الرسم والحل المحتمل.

90. راجع دليل الحلول على الإنترنت للحصول على مثال محلول.

91. ستتنوع تجارب الطلاب بتنوع الأجهزة المتاحة والتصميمات. يجب أن تعكس رسومات *x-t* ورسومات *v-t* تسارعًا منتظمًا. علمًا بأن مجال الجاذبية يجب أن يكون قريبًا من 9.8 N/kg.

92. a. "...إذا دفع الصندوق بقوة 40 N، فما هو تسارع الصندوق؟"

b. "...إذا دفع الصندوق بقوة 40 N، فما القوة التي يؤثر بها الصندوق فيه؟"

الكتابة في الفيزياء

93. ستتنوع الإجابات. يجب أن تتضمن إسهامات نيوتن أعماله المتعلقة بالضوء والألوان والتلسكوبات وعلم الفلك وقوانين الحركة والجاذبية وربما حساب التفاضل والتكامل. وإحدى الحجج التي تدعم أن تكون قوانين الحركة الثلاثة أعظم إنجازاته هي أن علم الميكانيكا يقوم على أساس هذه القوانين. وقد يقترح البعض أن التطورات التي أدخلها على فهم الجاذبية قد تكون هي أعظم إنجازاته بدلًا من قوانين الحركة الثلاث.

94. ستتنوع الإجابات. ينطوي قانون الحركة الأول لنيوتن على جسم تكون القوى المحصلة المؤثرة فيه صفرًا. يظل الجسم الساكن ساكنًا ويظل الجسم المتحرك متحركًا في الاتجاه نفسه بسرعة متجهة ثابتة. فقط يمكن للسرعة التي تؤثر في جسم ما في وضع السكون تغيير وضعه إلى الحركة. وبالمثل، يمكن أن تتسبب القوة المؤثرة في جسم ما متحرك فقط في تغيير اتجاهه أو سرعته. قد يُنظر إلى الحالتين (الجسم الساكن والجسم المتحرك) كإطارين مرجعيين مختلفين. ويمكن تحديد هذا القانون ولكن لا يمكن إثباته.

95. قوة الجاذبية هي قوة طويلة المدى بين كتلتين أو أكثر. القوة المغناطيسية الكهربائية هي قوة طويلة المدى تؤثر في الشحنات الكهربائية والمغناطيسات. تلعب القوة النووية الضعيفة دورًا في اضمحلال بيتا. أثناء اللحظات الأولى من تكون الكون، عندما كان الكون ساخنًا وكثيفًا للغاية، توحدت القوة المغناطيسية الكهربائية مع القوة النووية الضعيفة في قوة واحدة سميت قوة كهروضعيفة. للقوة النووية القوية نطاق قصير جدًا وهو ما يحفظ البروتونات والنيترونات معًا في نواة الذرة.

مراجعة تراكمية

96. 39 min، يجب أن يمر المتزلج بمنزلك الساعة 9:04 AM.

97. a. 3 s~ 8 s

b. السيارة A

c. 5 s

d. لا شيء

e. 3 s~ إلى 10 s

98. a. 0 m/s

b. ~0 m/s

c. ~1 m/s

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

0053_0068_C04_718462.indd 67 8/19/2016 10:53:09 AM

الإجابات

تدريب على الاختبار المعياري

خيارات متعددة

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

الحل الحر

10. راجع دليل الحلول عبر الإنترنت يتسارع المصعد إلى أعلى: يتزايد الوزن الظاهري للكلب $F_{\text{المحصلة}} = F_{\text{الميزان في الكلب}} + F_{g}$.
المصعد بسرعة ثابتة إلى أسفل: لا يتغير الوزن الظاهري للكلب $F_{\text{الميزان في الكلب}} = F_{g}$.
يسقط المصعد سقوطًا حرًا إلى أسفل: الوزن الظاهري للكلب يساوي صفرًا $F_{\text{المحصلة}} = F_{\text{الميزان في الكلب}} + F_{g}$
لكن $F_{\text{المحصلة}} = F_{g}$ ومن ثَمَّ $F_{\text{الميزان في الكلب}} = F_{\text{المحصلة}} - F_{g} = 0$.

سلم التقدير

يُعد سلم التقدير التالي أداة لتسجيل عينات الأسئلة التي تعتمد على الإجابات الحرة.

النقاط	الوصف
4	يُظهر الطالب أن لديه فهمًا شاملًا للمبادئ الفيزيائية التي درسها. وقد تتضمن الإجابة بعض الأخطاء البسيطة، إلا أنها لا تؤثر في إظهار الاستيعاب الشامل.
3	يُظهر الطالب أن لديه فهمًا للمبادئ الفيزيائية التي درسها. وتكون إجابته صحيحة في مجملها وتُظهر فهمًا أساسيًا وليس كاملًا لموضوعات الفيزياء.
2	يُظهر الطالب أن لديه فهمًا جزئيًا للمبادئ الفيزيائية التي درسها. وربما استخدم الطالب النهج الصحيح للتوصل إلى الحل أو ربما خرج بإجابة صحيحة، لكن عمله ينقصه فهم أساسي للمفاهيم الفيزيائية التي درسها.
1	يُظهر الطالب أن لديه فهمًا محدودًا للمبادئ الفيزيائية التي درسها. فالإجابة غير كاملة وتتضمن أخطاءً كثيرة.
0	يقدم الطالب حلًا غير صحيح بالكلية أو لا يجيب على الإطلاق.

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

0053_0068_C04_718462.indd 68 8/19/2016 10:53:09 AM