الإمارات العربية المتحدة
وزارة التربية والتعليم

نسخة المعلم

McGraw-Hill Education

الفيزياء

نسخة الإمارات العربية المتحدة

مجلد 1

Mc Graw Hill Education

2016_MSS_NA_G11_TE_TP_0077188845.indd 1 8/18/16 9:37 PM

mheducation.com/prek-12

جميع الحقوق محفوظة © للعام 2017 لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

جميع الحقوق محفوظة. لا يجوز إعادة إنتاج أي جزء من هذا المنشور أو توزيعه في أي صورة أو بأي وسيلة كانت أو تخزينه في قاعدة بيانات أو نظام استرداد من دون موافقة خطية مسبقة من McGraw-Hill Education، بما في ذلك، على سبيل المثال لا الحصر، التخزين على الشبكة أو الإرسال عبرها أو البث لأغراض التعليم عن بُعد.

الحقوق الحصرية للتصنيع والتصدير عائدة لمؤسسة McGraw-Hill Education. لا يمكن إعادة تصدير هذا الكتاب من البلد الذي باعته له McGraw-Hill Education. هذه النسخة الإقليمية غير متاحة خارج أوروبا والشرق الأوسط وإفريقيا.

طُبع في دولة الإمارات العربية المتحدة.

رقم النشر الدولي: 978-0-07-718881-8 (نسخة الطالب)
MHID: 0-07-718881-0 (نسخة الطالب)
رقم النشر الدولي: 978-0-07-718884-9 (نسخة المعلم)
MHID: 0-07-718884-5 (نسخة المعلم)

XXX 17 16 15 14 13 12 9 8 7 6 5 4 3 2 1

صاحب السمو الشيخ خليفة بن زايد آل نهيان
رئيس الدولة، حفظه اللّه

”يجب التزوُّد بالعلوم الحديثة والمعارف الواسعة والإقبال عليها بروح عالية ورغبة صادقة حتى تتمكّن دولة الإمارات خلال الألفية الثالثة من تحقيق نقلة حضارية واسعة.“

من أقوال صاحب السو الشيخ خليفة بن زايد آل نهيان

Arabic_President Page_Sample-9.indd 4 8/16/16 11:59 PM

موجز المحتويات

الميكانيكا

1 مدخل إلى علم الفيزياء. . . . . .
2 تمثيل الحركة . . . . . .
3 الحركة المتسارعة . . . . . .

الحركة والقوى

4 القوى في بُعد واحد . . . . . .
5 الإزاحة والقوة في بُعدين. . . . . .
6 الحركة في بُعدين . . . . . .
7 الجاذبية . . . . . .
8 الحركة الدورانية. . . . . .
9 الشغل والطاقة والآلات. . . . . .

الكهرباء

10 الزخم وحفظه. . . . . .
11 الكهرباء الساكنة. . . . . .
12 المجالات الكهربائية . . . . . .
13 التيار الكهربائي . . . . . .

القوى

14 حالات المادة. . . . . .

الطاقة

15 الطاقة وحفظها. . . . . .
16 الطاقة الحرارية. . . . . .

المغناطيسية

17 دارات التوالي والتوازي . . . . . .
18 المجالات المغناطيسية . . . . . .
19 الحث الكهرومغناطيسي . . . . . .
20 الكهرومغناطيسية. . . . . .

الضوء

21 أساسيات الضوء. . . . . .
22 الانعكاس والمرايا . . . . . .
23 الانكسار والعدسات . . . . . .

الموجات

24 الاهتزازات والموجات. . . . . .
25 الصوت . . . . . .
26 الانكسار والعدسات. . . . . .

الفيزياء النووية

27 نظرية الكم. . . . . .
28 الذرة. . . . . .
29 الفيزياء النووية وفيزياء الجسيمات . . . . . .

FM.indb 5 8/20/2016 4:05:57 AM

جدول المحتويات

الميكانيكا

الوحدة 1 **مدخل إلى علم الفيزياء** 1
القسم 1 الطرق العلمية 2
القسم 2 الرياضيات والفيزياء 5
القسم 3 القياس 8
القسم 4 تمثيل البيانات بيانيًّا 11
إجابات تقويم الوحدة 15

الوحدة 2 **تمثيل الحركة** 19
القسم 1 تصوير الحركة 20
القسم 2 أين ومتى؟ 22
القسم 3 الرسومات البيانية للعلاقة بين الموضع والزمن 25
القسم 4 ما مقدار السرعة؟ 28
إجابات تقويم الوحدة 33

الوحدة 3 **الحركة المتسارعة** 37
القسم 1 التسارع 38
القسم 2 الحركة بتسارع ثابت 41
القسم 3 السقوط الحُر 45
إجابات تقويم الوحدة 49

الحركة والقوى

الوحدة 4 **القوى في بُعد واحد** 53
القسم 1 القوة والحركة 54
القسم 2 الوزن والقوة المعيقة 58
القسم 3 القانون الثالث لنيوتن 61
إجابات تقويم الوحدة 65

الوحدة 5 **الإزاحة والقوة في بُعدين** 69
القسم 1 المتجهات 70
القسم 2 الاحتكاك 75
القسم 3 القوة في بُعدين 78
إجابات تقويم الوحدة 83

الوحدة 6 **الحركة في بُعدين** 87
القسم 1 حركة المقذوف 88
القسم 2 الحركة الدائرية 92
القسم 3 السرعة المتجهة النسبية 96
إجابات تقويم الوحدة 100

الوحدة 7 **الجاذبية** 103
القسم 1 حركة الكواكب والجاذبية 104
القسم 2 استخدام قانون الجذب الكوني 109
إجابات تقويم الوحدة 117

الوحدة 8 **الحركة الدورانية** 121
القسم 1 وصف الحركة الدورانية 122
القسم 2 ديناميكا الحركة الدورانية 125
القسم 3 التوازن 131
إجابات تقويم الوحدة 137

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

FM.indb 6 8/20/2016 4:05:58 AM

المحتويات

الكهرباء

الوحدة 9 **الشغل والطاقة والآلات** 141
القسم 1 الشغل والطاقة 142
القسم 2 الآلات 147
إجابات تقويم الوحدة 153

الوحدة 10 **الزخم وحفظه** 157
القسم 1 الدفع والزخم 158
القسم 2 حفظ الزخم 162
إجابات تقويم الوحدة 168

الوحدة 11 **الكهرباء الساكنة**
القسم 1 الشحنة الكهربائية
القسم 2 القوة الكهربائية الساكنة
إجابات تقويم الوحدة

الوحدة 12 **المجالات الكهربائية**
القسم 1 قياس المجالات الكهربائية
القسم 2 تطبيقات المجالات الكهربائية
إجابات تقويم الوحدة

الوحدة 13 **التيار الكهربائي**
القسم 1 التيار والدارات الكهربائية
القسم 2 استخدام الطاقة الكهربائية
إجابات تقويم الوحدة

القوى

الوحدة 14 **حالات المادة**
القسم 1 خصائص السوائل
القسم 2 القوى داخل السوائل
القسم 3 السوائل في حالتي السكون والحركة
إجابات تقويم الوحدة

الطاقة

الوحدة 15 **الطاقة وحفظها**
القسم 1 أشكال الطاقة العديدة
القسم 2 حفظ الطاقة
إجابات تقويم الوحدة

الوحدة 16 **الطاقة الحرارية**
القسم 1 درجة الحرارة والسخونة والطاقة الحرارية
القسم 2 تغيرات الحالة والديناميكا الحرارية
إجابات تقويم الوحدة

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

FM.indb 7 8/20/2016 4:05:58 AM

المغناطيسية

الوحدة 17

دارات التوالي والتوازي

القسم 1 الدارات البسيطة
القسم 2 تطبيقات الدارات
إجابات تقويم الوحدة

الوحدة 18

المجالات المغناطيسية

القسم 1 فهم المغناطيسية
القسم 2 تطبيق القوى المغناطيسية
إجابات تقويم الوحدة

الوحدة 19

الحث الكهرومغناطيسي

القسم 1 تيارات حائة
القسم 2 تطبيقات التيارات المستحثة
إجابات تقويم الوحدة

الوحدة 20

الكهرومغناطيسية

القسم 1 القوى الكهربائية والمغناطيسية على الجسيمات
القسم 2 المجالات الكهربائية والمغناطيسية في المكان
إجابات تقويم الوحدة

الضوء

الوحدة 21

أساسيات الضوء

القسم 1 الإضاءة
القسم 2 الطبيعة الموجية للضوء
إجابات تقويم الوحدة

الوحدة 22

الانعكاس والمرايا

القسم 1 المرايا المستوية
القسم 2 المرايا المنحنية
إجابات تقويم الوحدة

الوحدة 23

الانكسار والعدسات

القسم 1 انكسار الضوء
القسم 2 العدسات المحدبة والمقعرة
القسم 3 تطبيقات العدسات
إجابات تقويم الوحدة

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

FM.indb 8 8/20/2016 4:05:58 AM

المحتويات

الموجات

الوحدة 24 **الاهتزازات والموجات**
القسم 1 الحركة الدورية
القسم 2 خصائص الموجات
القسم 3 سلوك الموجات
إجابات تقويم الوحدة

الوحدة 25 **الصوت**
القسم 1 خصائص الصوت واتجاهه
القسم 2 فيزياء الموسيقى
إجابات تقويم الوحدة

الوحدة 26 **التداخل والحيود**
القسم 1 التداخل
القسم 2 الحيود
إجابات تقويم الوحدة

الفيزياء النووية

الوحدة 27 **نظرية الكم**
القسم 1 نموذج جسيمي للموجات
القسم 2 موجات مادية
إجابات تقويم الوحدة

الوحدة 28 **الذرة**
القسم 1 النموذج الذري لبور
القسم 2 النموذج الكمي للذرة
إجابات تقويم الوحدة

الوحدة 29 **الفيزياء النووية وفيزياء الجسيمات**
القسم 1 النواة
القسم 2 الاضمحلال النووي والتفاعلات النووية
القسم 3 وحدات بناء المادة
إجابات تقويم الوحدة

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

FM.indb 9 8/20/2016 4:05:58 AM

نبذة عن المؤلفين

استخدم مؤلفو كتاب الفيزياء: المبادئ والمشكلات معرفتهم بمحتوى مادة الفيزياء وخبراتهم في التدريس لابتكار مخطوط يسهل فهمه ويتسم بالدقة ويركز على تحصيل الطلاب.

بول دبليو زيزيفيتز، المؤلف الرئيس

أستاذ متقاعد مختص في الفيزياء وتعليم العلوم بجامعة ميشيغان – ديربورن. حصل على درجة البكالوريوس في الفيزياء من جامعة كارلتون ثم حصل على درجة الماجستير والدكتوراه في الفيزياء من جامعة هارفارد.

وعمل الدكتور زيزيفيتز في تدريس الفيزياء لطلبة البكالوريوس في جامعة ميشيغان – ديربورن لمدة 36 عامًا، ونشر أكثر من 50 ورقة بحثية تضم تجارب في مجال الفيزياء الذرية.

وحصل على زمالة الجمعية الفيزيائية الأمريكية لمساهماته في مجال الفيزياء وتعليم العلوم لمعلمي المدارس الثانوية والمدارس الإعدادية وطلابها. وهو الآن يشغل منصب أمين الجمعية الأمريكية لمعلمي الفيزياء وكان رئيسًا لفرع الجمعية بميشيغان ورئيسًا للمنتدى التعليمي للجمعية الفيزيائية الأمريكية.

دايفد ج. هاس

أستاذ فيزياء متميز لطلاب البكالوريوس بجامعة ولاية كارولينا الشمالية. حصل على درجة البكالوريوس في الفيزياء والرياضيات في جامعة رايس وحصل على درجة الماجستير والدكتوراه في الفيزياء من جامعة ديوك ضمن برنامج الزمالة. من مؤسسة جيمس ديوك. وقد كان باحثًا نشطًا في الفيزياء التجريبية عند درجات الحرارة المنخفضة وفي الفيزياء النووية. ويدرّس برنامج الفيزياء لطلبة البكالوريوس والدراسات العليا كما عمل لسنوات عديدة في تدريب معلمي الصفوف من الحضانة إلى الصف الثالث الثانوي. وكان المدير المؤسس لبيت العلوم في ولاية كارولاينا الشمالية، وهو مركز لتعليم العلوم والرياضة يقود عملية تدريب المعلمين والبرامج الخاصة بالطلاب في جميع أنحاء كارولينا الشمالية.

إلى جانب ذلك، شارك في تأليف ما يزيد عن 100 ورقة بحثية في الفيزياء التجريبية وتعليم العلوم. إضافة إلى أنه زميل الجمعية الفيزيائية الأمريكية. كما تلقى ميدالية ألكسندر هولاداي للتميز، من جامعة ولاية كارولينا الشمالية، ومُنح ميدالية بيغرام للتميز في تدريس العلوم واختاره مجلس تطوير ودعم التعليم (CASE) في عام 1990 لجائزة أستاذ العام في ولاية كارولاينا الشمالية.

كاثلين أ. هاربر

عضو مساعد في هيئة التدريس بمركز الابتكارات في مجال التعليم الهندسي بجامعة ولاية أوهايو. حصلت على ماجستير العلوم في الفيزياء وبكالوريوس العلوم في الهندسة الكهربائية والفيزياء التطبيقية من جامعة كيس وسترن ريسرف وحصلت على الدكتوراه في الفيزياء من جامعة ولاية أوهايو. وقد درَّست برامج الفيزياء التمهيدية وعلم الفلك والهندسة لطلبة البكالوريوس لمدة 20 عامًا تقريبًا، كما ساعدت في تقديم ورش عمل لنمذجة التدريس لمعلمي المدارس الثانوية في أوهايو وفي جميع أنحاء البلاد. وتتضمن اهتماماتها البحثية تدريس وتعلُّم مهارات حل المسائل وابتكار صيغ بديلة لها. كما أنها عضو في الجمعية الأمريكية لمعلمي الفيزياء، على المستويين المحلي والوطني، وغالبًا ما تقدم مناقشات وورش عمل حول تدريس حل المسائل. بالإضافة إلى أنها محرر مشارك مجموعة مختارة من المقالات المتوفرة من خلال البوابة المشتركة للجمعية الأمريكية لمعلمي الفيزياء، تحت عنوان "مدخل إلى بحوث تعليم الفيزياء".

McGraw-Hill Education

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

FM.indb 10 8/20/2016 4:05:59 AM

استخدام أساسيات المعلم

كيفية استخدام كتاب الفيزياء: أساسيات المعلم للمبادئ والمشكلات

- كل ما تحتاج إليه في تصميم منطقي وفعّال
- تنظيم يسهل استخدامه
- اعثر على ما تحتاج إليه عندما تحتاج إليه

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 الخلية 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

الكتلة 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. ص 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 $F_{\text{المحصلة}} = F_{\text{أيمن في الصخرة}} - F_{\text{كتلة الأرض في الصخرة}}$

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

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

$a = \frac{F_{net}}{m}$

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

$a = 4.54\ m/s^2$

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 منتجة 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.

58 الوحدة 4 • القوى في بُعد واحد

كل قسم داخل الوحدة منظَّم وفقًا لموضوعات كتاب الطالب.

أرقام الصفحات الخاصة بكل موضوع في كتاب الطالب واضحة ويسهل الوصول إليها.

الكتاب مزود بأمثلة إضافية للمسائل في مواضع تتيح لك تقديم تدريبات في الفصل في الوقت المناسب.

القسم 1 الإجابات

التأكد من فهم النص والتأكد من فهم الشكل

التأكد من فهم الشكل

تغيرت النماذج لأن العلماء توصلوا إلى اكتشافات جديدة عن بنية الذرة.

التأكد من فهم الشكل

ستعتمد الإجابات على النماذج الموجودة في غرفة الفصل. الإجابات المحتملة: كرة، نموذج للنظام الشمسي، سيارة لعبة، نموذج لهيكل عظمي.

التأكد من فهم النص

تتيح أجهزة الكمبيوتر للعلماء إمكانية نمذجة الأنظمة الكبيرة للغاية أو اختبار تفسير مقترح لكيفية حدوث عملية معينة. تتيح عمليات المحاكاة بالكمبيوتر للطيارين إمكانية التدريب مع محاكاة الظروف السيئة والخطرة دون أن يتعرضوا للخطر.

القسم 1 مراجعة

1. الإجابة المحتملة: سأجري بعض الملاحظات وأسأل بعض الأسئلة بناءً على هذه الملاحظات. سأجري بحثًا عما هو معروف بالفعل عن المشكلة ثم أضع فرضية. سأصمم تجربة وأجريها لاختبار الفرضيات التي وضعتها ثم أحلل النتائج. سأتحقق مما إذا كانت النتائج تدعم الفرضية التي وضعتها. قد أسأل سؤالًا آخر على أساس النتائج التي توصلت إليها أو الملاحظات التي دوّنتها أثناء التجربة.
2. [illegible]
3. يمكن أن يؤثر التحيز في نتائج أو خلاصة التحقيق، فيجعلها غير صحيحة.
4. يستخدم العلماء النماذج كي تساعدهم على تفسير أو معرفة المزيد عن أشياء كبيرة أو صغيرة للغاية أو بعيدة للغاية بدرجة لا تسمح برؤيتها أو ملاحظتها بسهولة. ومن أمثلة ذلك النظام الشمسي أو الخلية أو نموذج الحمض النووي أو الديناميكا الهوائية للطائرة.
5. النظرية العلمية تفسير حدث ما بناءً على المعرفة المكتسبة من الملاحظات والتحقيقات. أما القانون العلمي فهو عبارة تصل شيئًا يحدث في الطبيعة ويبدو أنه صحيح في جميع الأحوال. ولأن النظرية تقدم تفسيرًا لسبب حدوث شيء ما في حين أن القانون لا يفسر شيئًا، فلا يمكن للنظرية أن تتحول إلى قانون.
6. اختبار الآراء لا يندرج ضمن الطرق العلمية. فمن المستحيل إثبات أن رأيًا ما صحيح للجميع. بالإضافة إلى ذلك، أجري الاستطلاع على جزء صغير من الطلاب، وفي مدرسة واحدة فقط. لذا لا يمكن تعميم النتائج على الجميع.
7. لا. لأن القيمة $9.8\ m/s^2$ أقرتها الكثير من التجارب الأخرى. ولكي تلغي هذه النتيجة تحتاج إلى تفسير سبب خطئها. هناك على الأرجح بعض العوامل التي تؤثر في حساباتك، مثل الاحتكاك أو مدى الصحة الذي قست بها المتغيرات المختلفة.

سهولة وسرعة العثور على الإجابات لتدريبات كتاب الطالب.

- إجابات القسم مجمّعة مع بعضها في نهاية كل قسم.
- إجابات تقويم الوحدة مجمّعة مع بعضها في نهاية كل وحدة.

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

FM.indb 11 8/20/2016 4:05:59 AM

استخدام أساسيات المعلم

القسم 3 السقوط الحر

1 تقديم

النشاط المحفّز

السطح المائل الرأسي اعرض للطلاب سطحًا مائلًا 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. أشر 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 مثالية للجسم إلى اليمين قليلًا 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 شارع السقوط الحر، يستطيع الطلاب استخدام البيانات التي جمعوها مع موقت شرارة كهربائية لحساب تسارع السقوط الحر.

القسم 3 • السقوط الحر 45

جميع أساسيات التدريس الخاصة بك موجودة هنا!

- تحديد المفاهيم الخاطئة لاكتشاف أفكار الطلاب وتصحيحها
- العروض التوضيحية السريعة لتوضيح الأفكار وتحفيز الطلاب على تعلم الفيزياء
- أنشطة لتعزيز المفاهيم بتجربة ملموسة

الوحدة 8

آلية العمل

الدوران السريع

أجهزة الطرد المركزي

الغاية

رؤية تطبيق مبادئ الحركة الدورانية في قطعة من المعدات المختبرية الشائعة، الطاردة المركزي

الخلفية

من وجهة نظر علماء الفيزياء، لم يُصاغ اسم الطاردة المركزية المختبرية جيدًا. حيث تستغل الطاردة المركزية غياب قوة الجذب المركزي في الخليط السائل لتفصل ذلك الخليط. تتطلب الحركة الدائرية قوة. يتم توفير كل القوة على السائل عن طريق جدران أنبوبة الطاردة المركزية، أما داخل الأنبوبة فتفصل الكثافةُ المكونات المختلفة الخليط لأنها غير قادرة على توليد قوة جذب مركزي كافية على بعضها البعض لتحتفظ بتكوينها الأصلي.

استراتيجيات التدريس

تستخدم عربة الكرنفال المعروفة مبادئ مماثلة. تعكس هذه العربة طبيعة الطاردة المركزية عن طريق تدوير الراكبين بسرعة حتى يمسكون بجدار العربة، حتى حينما تتحرك الأرضية من تحت أقدامهم. يشعر الراكبون أن العربة تميل على الرغم أنها لا تزال أفقية. يحدث هذا الوهم بسبب التسارع المركزي (الذي يدفع الحائط للداخل) الذي يحاكي القوة العمودية (التي تدفع الأرض لأعلى). صمّم نموذجًا لعربة الكرنفال من خلال تكليف طلاب الفصل بأن يضعوا تقديرات معقولة لمعدل الدوران

توجد عدة أجزاء في نهاية الوحدة تربط الفيزياء بالحياة اليومية:

- الفيزياء: هذا هو جزء الترفيه
- نظرة عن كثب
- أثناء العمل
- الحدود في الفيزياء
- آلية العمل

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

FM.indb 12 8/20/2016 4:06:00 AM

تدريس الفيزياء

ساعد طلابك على فهم الفيزياء

هذا البرنامج الدراسي مُنظّم بناءً على الأفكار الرئيسة والأفكار الأساسية والأسئلة المهمة.

- تبدأ كل وحدة بالفكرة الرئيسة – وهي عبارة موجزة تلخّص المفهوم الأساسي للوحدة.
- يبدأ كل قسم بالفكرة الأساسية، التي تجذب الانتباه إلى الفكرة الأساسية للقسم.
- تعكس الأسئلة المهمة أهداف التعلّم التي ينطوي عليها القسم. وتقوّم مراجعة كل قسم الأسئلة المهمة.

مقدمة إلى الفكرة الرئيسة

في بداية كل وحدة، تتضمن أساسيات المعلم طريقة مثيرة لجذب انتباه الطلاب وتقديم الفكرة الرئيسة للمرة الأولى. وقد يشمل ذلك عرضًا توضيحيًا سريعًا أو نشاطًا أو أسئلة تجعل الطلاب يفكرون ويتحدثون بشأن الفكرة الرئيسة.

مقدمة إلى الفكرة الرئيسة

قسّم الطلاب إلى مجموعات من ثلاثة أو أربعة طلاب وأعط كل مجموعة لوحة بيضاء محمولة وقلم تحديد قابلًا للمسح. اطلب من المجموعات إكمال العبارات التالية: "يدرس علماء الأحياء ..." – "يدرس علماء الكيمياء ..." – "يدرس علماء الجيولوجيا ..." – "يدرس علماء الفيزياء ...". اختر بعض المجموعات لتقديم أفكارهم إلى الفصل أثناء حمل اللوحة

تدريس الفكرة الأساسية

تتناول أساسيات المعلم الفكرة الأساسية بوضوح قُرب بداية كل قسم. ويتوافق عنصر التدريس هذا مباشرة مع الفكرة الأساسية ويساعد الطلاب على فهمها بصورة أفضل.

2 التدريس

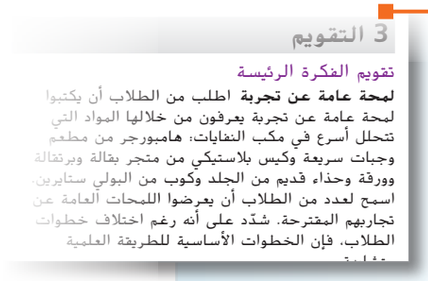
ما الفيزياء؟

تطوير المفاهيم

الفكرة الرئيسة أعطِ مجموعات الطلاب صناديق سوداء صغيرة مغلقة بحجم صناديق الأحذية وبها أغراض غير معلومة، مثل كرات مطاطية وكتل مشقوقة وحبوب وجوز وسدادات ومناديل ورقية وحبوب من الفلين، وما إلى ذلك. وينبغي أن يكون بالصناديق ثقوب صغيرة

قوّم الفكرة الأساسية

تقدم أساسيات المعلم قرب نهاية كل قسم استراتيجيات لتقويم فهم الطلاب للفكرة الأساسية.


3 التقويم

تقويم الفكرة الرئيسة

لمحة عامة عن تجربة اطلب من الطلاب أن يكتبوا لمحة عامة عن تجربة يعرفون من خلالها المواد التي تتحلل أسرع في مكب النفايات: هامبورجر من مطعم وجبات سريعة وكيس بلاستيكي من متجر بقالة وبرتقالة وورقة وحذاء قديم من الجلد وكوب من البولي ستايرين. اسمح لعدد من الطلاب أن يعرضوا اللمحات العامة عن تجاربهم المقترحة. شدّد على أنه رغم اختلاف خطوات الطلاب، فإن الخطوات الأساسية للطريقة العلمية

تدعم العناصر المختلفة **الفكرة الرئيسة** **والأفكار الأساسية** لكل فصل وتعززها.

- التأكد من الفهم
- التوسع
- وغير ذلك الكثير!
- أمثلة إضافية للحل في الفصل
- تطوير المفاهيم
- التفكير الناقد
- خلفية عن المحتوى
- الربط بالمعرفة السابقة
- التعزيز
- تحديد المفاهيم الخاطئة
- الثقافة المرئية

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

FM.indb 13 8/20/2016 4:06:01 AM

تدريس الفيزياء

التدريس المتمايز

تختلف قدرات الطلاب بصورة كبيرة. يحتوي كتاب الفيزياء: أساسيات المعلم للمبادئ والمشكلات استراتيجيات للوصول إلى جميع الطلاب.

تظهر علامات التدريس المتمايز مع كل نشاط على مدار الوحدة. انظر الدليل التالي للاطلاع على معنى كل علامة من علامات التدريس المتمايز.

د م دون المستوى	أنشطة دون المستوى مناسبة للطلاب الذين يقل تحصيلهم عن مستوى الصف.
ض م ضمن المستوى	أنشطة ضمن المستوى مناسبة للطلاب الذين يناسب تحصيلهم مستوى الصف.
ف م فوق المستوى	أنشطة فوق المستوى مناسبة للطلاب الذين يفوق تحصيلهم مستوى الصف.
التعلّم التعاوني التعلم التعاوني	أنشطة مصمَّمة للعمل الجماعي التعاوني البسيط

تظهر أنماط التعلم بعد كل د م أو ض م أو ف م أو التعلّم التعاوني كلما كان ذلك مناسبًا.

المتعلم الحسي الحركي يتعلم من خلال اللمس والحركة ومعالجة الأشياء.

المتعلم المرئي – المكاني يفكر في الصور والرسومات التوضيحية والنماذج.

المتعلم المنطقي – الرياضي يستوعب الأعداد بسهولة وتكون لديه مهارات برهنة منطقية متطورة بشكل كبير.

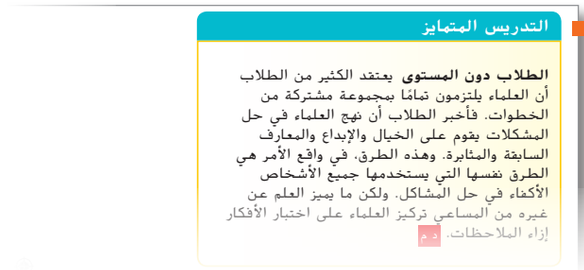
المتعلم اللغوي يكتب بوضوح ويفهم الكلمة المكتوبة.

المتعلم الاجتماعي يتذكر الكلمة المنطوقة ويمكنه إنشاء إيقاعات وألحان لها.

المتعلم الاجتماعي يستوعب ويعمل جيدًا من خلال التواصل مع الآخرين.

المتعلم الشخصي يستطيع تحديد نقاط القوة والضعف لديه وقد يفضل العمل بمفرده.

أنشطة التدريس المتمايز ليست مقتصرة على الطلاب دون المستوى فقط. لكنها تقدم دعمًا إضافيًا لأي طالب يجد صعوبة في مفهوم ما.


التدريس المتمايز

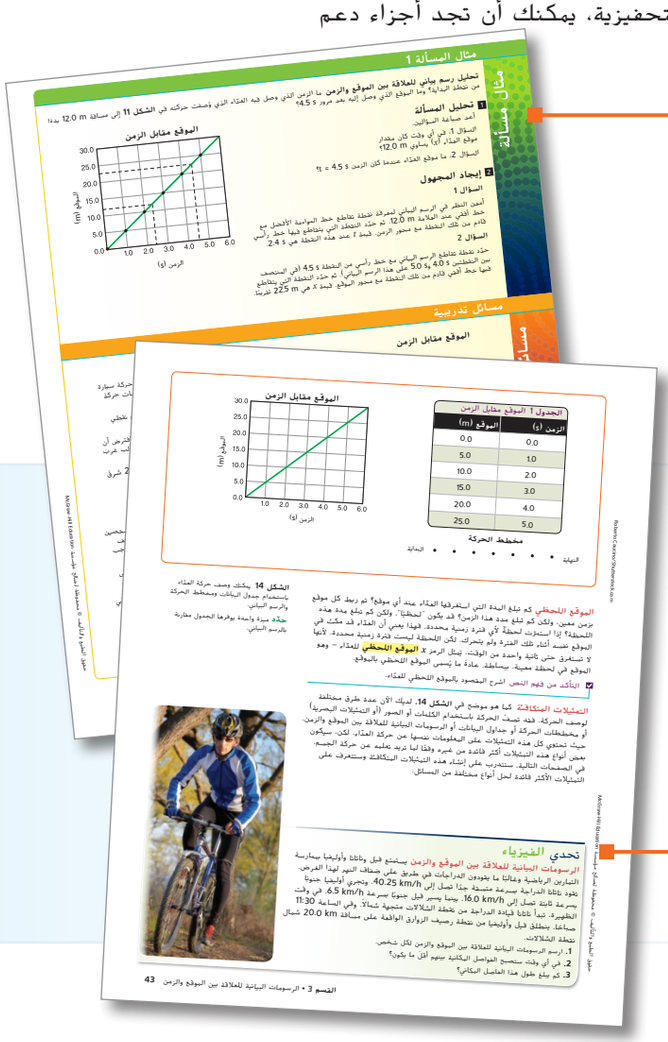
الطلاب دون المستوى يعتقد الكثير من الطلاب أن العلماء يلتزمون تمامًا بمجموعة مشتركة من الخطوات. فأخبر الطلاب أن نهج العلماء في حل المشكلات يقوم على الخيال والإبداع والمعارف السابقة والمثابرة. وهذه الطرق، في واقع الأمر هي الطرق نفسها التي يستخدمها جميع الأشخاص الأكفاء في حل المشاكل. ولكن ما يميز العلم عن غيره من المساعي تركيز العلماء على اختبار الأفكار إزاء الملاحظات. د م

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

FM.indb 14 8/20/2016 4:06:01 AM

دعم الرياضيات للفيزياء

يمكن أن يؤدي فهم الرياضيات إلى إثراء تجربة تعلم الفيزياء. ويقدم هذا البرنامج الدراسي أدوات كثيرة لمساعدتك على تقوية مهارات الرياضيات لدى الطلاب وتعزيزها. بدءًا من المعالجة وحتى المسائل التحفيزية، يمكنك أن تجد أجزاء دعم الرياضيات لكل طلابك.



دليل الرياضيات

- أمثلة على المسائل
- استراتيجيات حل المسائل
- كتب عبر الإنترنت قابلة للتخصيص تربط الرياضيات بالفيزياء

تمرين إضافي

- مسائل تدريبية
- مسائل تدريبية إضافية عبر الإنترنت
- مسائل تحفيزية في الفيزياء
- كتب مسائل إضافية قابلة للتخصيص على الإنترنت

موارد مفيدة

- المعلمون الشخصيون
- كتيب الرياضيات

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

FM.indb 15 8/20/2016 4:06:02 AM

تدريس الفيزياء

نصوص لتعزيز الفيزياء

على الرغم من أن جميع الطلاب غالبًا يعرفون كيف يقرؤون عند تخرجهم من المدارس الثانوية، لا يعرف معظمهم المهارات اللازمة لقراءة واستخدام نص تقني غير أدبي بصورة فعالة. يحتوي كتاب الفيزياء: المبادئ والمشكلات على العديد من الاستراتيجيات لمساعدة الطلاب على الانتقال إلى القراءة والتعلم المستقل.

القسم 1
التسارع
الفيزياء في حياتك
عندما تقلع الطائرة تتغير سرعـ على مدرج الإقلاع لتصل تقريبًا عندما تكون في الهواء. إذا سبق طائرة، فقد تشعر بدفع الكرسي عندما تتسارع الطائرة بسرعة .
مخططات الحركة غير المنتظمة
إن الجسم الذي يتحرك حركة منتظمة على طول خط مستقيم بـ غير متغيرة، لكن هناك أجسام قليلة تتحرك بهذه الطريقة طوال الوق

مخطط نموذج الجسيمات كيف يبدو مخطط حركة نموذج الجسيمات لجسم ذي سرعة متجهة متغيرة؟ يعرض الشكل 2 مخططات حركة نموذج الجسيمات أسفل مخططات حركة العداءة عندما تزيد سرعتها وتقل. هناك مؤشران رئيسان يعبران عن التغير في السرعة المتجهة في هذا النمط من مخطط الحركة. ويشير التغير في المسافات بين النقاط والاختلافات بين أطوال متجهات السرعة المتجهة إلى حدوث تغيرات في السرعة المتجهة. فإذا زادت سرعة الجسم، فإن كل متجه سرعة متجهة تالٍ يكون أطول وتزداد المسافة بين النقاط. أما إذا انخفضت سرعة الجسم، فإن كل متجه يكون أقصر من المتجه السابق وتقل المسافة بين النقاط. ويعطي كلا نوعي مخططات الحركة تصورًا عن كيفية تغير السرعة المتجهة لجسم ما.
التأكد من فهم النص حلّل ما الذي تشير إليه زيادة وتناقص أطوال متجهات السرعة المتجهة في مخطط الحركة؟

تساوي الفترة الزمنية الزمن النهائي مطروحًا منه الزمن الابتدائي
$\Delta t = t_f - t_i$
يمثل الحرفان السفليان i و f الزمنين الابتدائي والنهائي، لكن يمكن أن يكونا الزم الابتدائي والنهائي لأي فترة زمنية تختارها. في مثال العدّاء، يكون الزمن الذي ب للركض من نقطة الشجرة إلى نقطة عمود الإنارة هو $t_f - t_i = 5.0\ s - 1.0\ s = 4.0\ s$، أو يمكنك وصف الفترة الزمنية لركض الع نقطة الأصل إلى نقطة عمود الإنارة.
في هذه الحالة، ستكون الفترة الزمنية $t_f - t_i = 5.0\ s - 0.0\ s = 5.0\ s$.
الفترة الزمنية كمية عددية لأنها لا اتجاه لها. لكن ماذا عن موقع العدّاء؟ هل هـ عددية أيضًا؟
المفردات
الاستخدام العلمي مقابل الاستخدام العام
المقدار (Magnitude)
•الاستخدام العلمي
مقياس للحجم
عند رسم متجهات، يكون مقدار المتجه تناسبيًا مع طول هذا المتجه.
•الاستخدام العام
حجم أو مدى كبير
يصف التقاط مدى الأخدود الأعظم في صور فوتوغرافية.

- **الفيزياء من أجلك** تربط الدرس بحياة الطلاب بطريقة إبداعية.
- **التأكد من فهم النص** يساعد الطلاب على المراجعة الذاتية لاستيعابهم لما قرؤوه للتو من خلال التلخيص والشرح والوصف والتطبيق.
- **التأكد من فهم الصورة** يحفز الطلاب على دراسة الصور والرسومات البيانية والمخططات بدقة وتطبيق ما تعلموه.
- **مراجعة القسم** مراجعة الأسئلة المهمة في نهاية كل قسم.
- **المفردات** تقديم التعريفات والنماذج لكل من الاستخدام العلمي والاستخدام العام لكلمة معينة.
- **الفيزياء في الحياة اليومية** تربط قراءة الطلاب بتطبيقات من الحياة اليومية.

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

FM.indb 16 8/20/2016 4:06:03 AM

نمذجة الفيزياء

يحتوي كتاب الفيزياء: المبادئ والمشكلات ونمذجة التدريس

يستخدم عدد متزايد من معلمي العلوم في جميع أنحاء الولايات المتحدة عناصر نمذجة التدريس في برامجهم الدراسية. وفي ما يلي عدد من الميزات الحالية التي تتوافق خصيصًا مع هذا النهج.

ما المقصود بنمذجة التدريس؟

نمذجة التدريس نهج تعليمي تطور في أواخر ثمانينيات القرن العشرين من خلال التعاون بين معلم فيزياء بمدرسة ثانوية حاصل على جائزة وأستاذ فيزياء في منطقة فينيكس. ففي عام ٢٠٠١، كانت النمذجة أول برنامج صممته وزارة التعليم في الولايات المتحددة كبرنامج نموذجي في تدريس الرياضيات والعلوم في المدارس الثانوية.

ومن بين نقاط القوة للنمذجة أنها نظام تدريسي وليست منهجًا دراسيًا مقررًا على نحو محكم. وأساس هذا النظام ما يعرف باسم دورة النمذجة. ففي دورة النمذجة المثالية، لا يقوم الطلاب بتنفيذ تجربة لإثبات معادلة أو لاختبار توقّع مفصَّل بشكل واضح؛ بل يشاركون في استقصاء علمي موجَّه.

وقد تتبع إحدى دورات النمذجة التي تدرس سرعة متجهة ثابتة الخطوات الموضحة أدناه:

1. يعرض المعلم للطلاب سيارة لعبة تتحرك في الغرفة ويطلب منهم مشاركة ملاحظاتهم. تُسجَّل جميع الملاحظات على السبورة. يوجّه المعلم الطلاب إلى التركيز على الملاحظات التي يمكن تحديد كميتها.

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

FM.indb 17 8/20/2016 4:06:04 AM

2. يطلب المعلم من الطلاب وصف طريقة يمكنهم من خلالها تحديد ما إذا كانت هناك علاقة بين هذه الكميات. وفي هذه الحالة، تنتهي مناقشة الفصل إلى تكوين مجموعات صغيرة من الطلاب يصمّمون تحقيقات مختبرية لإيجاد العلاقة بين المسافة التي قطعتها السيارة والزمن المنقضي.

3. تشارك كل مجموعة نتائجها على لوحات معلومات بأحجام مناسبة للطلاب ويعرضون نتائجهم بيانيًا. يشركهم المعلم في مناقشة حول نتائج الرسومات البيانية. ويمكن تقديم أدوات تمثيلية جديدة، مثل مخطط الحركة. ففي مثال السرعة المتجهة الثابتة، تؤدي الرسومات البياني لبيانات الطلاب إلى المعادلة الحركية المعروفة:

$$x = x_0 + vt$$

4. يطبق الطلاب الفهم المشترك المحصّل في التجربة في مجموعة متنوعة من المواقف، قد تشمل حل المسائل والمناقشات والمشروعات وتطبيقات عملية للتجربة.

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

FM.indb 18 8/20/2016 4:06:04 AM

كيف يدعم هذا البرنامج النمذجة؟

يحتوي كتاب الفيزياء: المبادئ والمشكلات على العديد من العناصر الموصى بها في أبحاث تعليم الفيزياء والمتضمَّنة في معظم فصول النمذجة.

الطبيعة التجريبية للعلوم: يُشرك هذا البرنامج الطلاب في أخذ الملاحظات حول البيئات المحيطة بهم (في الأمثلة النصية من الحياة اليومية وفي الصور الافتتاحية للوحدة والفيزياء من أجلك) وفي البرهنة المنطقية بشأن الطريقة التي تؤدي من خلالها هذه الملاحظات إلى علاقات رياضية مقبولة.

التمثيلات المتعددة: يعي الطلاب الموضوعات بسهولة أكبر عندما يتوفر لديهم العديد من الأدوات التمثيلية. وتشمل الأمثلة على ذلك استخدام مخططات الحركة لحل المسائل الحركية ومسائل القوة واستخدام مخططات الأعمدة البيانية للعلاقة بين الشغل والطاقة.

مجموعة غنية من الأنشطة التطبيقية: تحتوي المسائل الموجودة في نهاية الوحدة، وكذلك المواد الخاصة بالمعلم، على العديد من الأنشطة التي تتناسب مع معلمي النمذجة، بما فيها التطبيقات العملية للتجربة وتصنيف المهام والمسائل العكسية وصياغة المسائل.

زيادة تأثير النمذجة

إذا كنت مهتمًا بمعرفة المزيد عن النمذجة، فهناك العديد من الجمعيات المهنية تقدّم ورش عمل تمهيدية في لقاءات على المستويين المحلي والوطني. كما أنه في فصل الصيف تستضيف الجامعات في جميع أنحاء البلد ورش عمل مكثفة.

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

FM.indb 19 8/20/2016 4:06:04 AM

الوحدة 1

مدخل إلى علم الفيزياء

Image Source/Image Source/Superstock

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

نظرة عامة على الوحدة

الرياضيات هي لغة الفيزياء، ويحتاج الطلاب إلى تعلّم كيفية استخدام الرياضيات كأداة لتحقيق الاستفادة القصوى من دراستهم. يعرض القسم الأول للطلاب مقدمة عن الطرق العلمية. كما يوضّح الفرق بين القانون العلمي والنظرية العلمية. وفي القسم الثاني، سيتعرف الطلاب على الوحدات والأرقام المعنوية. أما في القسم الثالث، فسيتعرف الطلاب على الصحة والدقة وهامش الخطأ في القياس. وفي النهاية، سيتعرف الطلاب على تمثيل البيانات بيانيًا وكيف أن المعادلات المخططات البيانية توضح العلاقة بين المتغيرات.

مقدمة إلى الفكرة الرئيسة

قسّم الطلاب إلى مجموعات من ثلاثة أو أربعة طلاب وأعطِ كل مجموعة لوحة بيضاء محمولة وقلم تحديد قابلًا للمسح. اطلب من المجموعات إكمال العبارات التالية: "يدرس علماء الأحياء ..." – "يدرس علماء الكيمياء ..." – "يدرس علماء الجيولوجيا ..." – "يدرس علماء الفيزياء ...". اختر بعض المجموعات لتقديم أفكارهم إلى الفصل أثناء حمل اللوحة البيضاء. اجمع القوائم التي أعدوها عن الفيزياء على السبورة، وصنف العناصر إلى فئتين: طاقة أو مادة.

بعد ذلك، اطلب من الطلاب إجراء عصف ذهني بشأن خطوات التحقيق العلمي. بعد جلسة العصف الذهني، اختر بعض المجموعات لعرض ألواحهم البيضاء واجمع أفكارهم حول الطريقة العلمية (طرح الأسئلة، ووضع الفرضيات، وعمل التجارب، والحصول على البيانات/النتائج، وتحليل/استنتاج الخلاصات).

حول الشكل

اطلب من الطلاب دراسة شكل أول يد صناعية بها أصابع قادرة على الانثناء. أخبر الطلاب أن اليد الصناعية (i-LIMB) يمكنها تقشير الموز والكتابة على لوحة المفاتيح والتقاط مشابك الورق. اسأل الطلاب عن الاعتبارات التي يجب مراعاتها عند تصميم جهاز مثل (i-LIMB). اذكر للطلاب أن متطلبات التصميم هذه تحتاج إلى الإلمام الجيد بالعديد من مفاهيم الفيزياء لتطوير مثل هذا الطرف الصناعي المعقد.

استخدام التجربة الاستهلالية

في الكتلة والأجسام الساقطة، يمكن للطلاب إجراء تحقيق عما إذا كانت الكتلة توثر في سرعة سقوط الجسم.

0001_0018_C01_718462.indd 1 8/19/2016 10:51:34 AM

القسم 1 الطرق العلمية

1 التقديم

النشاط المحفِّز

أهمية العلم أمسك بعدد من الأجهزة، مثل الهاتف الجوال ومصباح فلورسنت صغير وآلة حاسبة. أوضح للطلاب أن معظم الأجهزة التي يستخدمونها يوميًا طُوّرت بالأساس عن طريق البحث العلمي والطرق العلمية، حيث تظهر فكرة تقود إلى البحث، وبعد الكثير من الاختبارات يظهر جهاز. د م مرئي – مكاني

الربط بالمعرفة السابقة

طرق التحقيق أجرى الطلاب تحقيقات في حصص العلوم السابقة. فاطلب منهم أن يصفوا الإجراءات التي اتبعوها. وساعدهم على فهم أن الإجراءات قد تختلف لكن هناك أمور مشتركة بين جميع التحقيقات. وقد كان على الطلاب أن يأخذوا بعض القياسات ويسجلوا بعض البيانات ويحللوها ويستنتجوا بعض الخلاصات.

2 التدريس

تحديد المفاهيم الخاطئة

العلم والعلماء اكتشف الأفكار العالقة بأذهان الطلاب عن ماهية العلم والأشخاص الذين يمارسون العلم. ومن المفيد أن تشدّد طوال السنة الدراسية على أن العلم أكثر بكثير من مجرد البحث عن المعلومات في الكتب. فالعلماء يختبرون أفكارهم باستمرار إزاء الحالات الجديدة ويعدّلون أفكارهم تبعًا للنتائج.

ما الفيزياء؟

تطوير المفاهيم

الفكرة الرئيسة أعطِ مجموعات الطلاب صناديق سوداء صغيرة مغلقة بحجم صناديق الأحذية وبها أغراض غير معلومة، مثل كرات مطاطية وكتل مشقوقة وحبوب وجوز وسدادات ومناديل ورقية وحبوب من الفلين، وما إلى ذلك. وينبغي أن يكون بالصناديق ثقوب صغيرة تسمح بدخول أعواد يمكن بها لمس الشيء الموجود داخل الصندوق. يجب أن يكتشف الطلاب ما بداخل الصندوق بناءً على الملاحظات، مثل الأصوات والإحساس بحركة العناصر داخل الصندوق ودحرجته أو انزلاقه ولمسه من خلال الثقب، وما إلى ذلك. ثم اطلب من الطلاب وضع عدة فرضيات عما يمكن أن يكون العنصر باستخدام الملاحظات لدعم استنتاجهم. أخبر الطلاب أنه رغم أن الخطوات التي اتبعوها غير متماثلة، فقد اتبعت كل المجموعات طرقًا متشابهة لتحديد العنصر المخفي داخل الصندوق. بعد أن تنتهي المجموعات من وضع تخميناتها، اكشف عن العناصر الموجودة في الصناديق. وأخبر الطلاب أن الفيزياء تستخدم طريقة مشابهة في التجريب والملاحظة تسمى الطريقة العلمية لدراسة الطاقة والمادة.

التعلم التعاوني

الطرق العلمية

التدريس المتمايز

الطلاب دون المستوى يعتقد الكثير من الطلاب أن العلماء يلتزمون تمامًا بمجموعة مشتركة من الخطوات. فأخبر الطلاب أن نهج العلماء في حل المشكلات يقوم على الخيال والإبداع والمعارف السابقة والمثابرة. وهذه الطرق، في واقع الأمر هي الطرق نفسها التي يستخدمها جميع الأشخاص الأكفاء في حل المشاكل. ولكن ما يميز العلم عن غيره من المساعي تركيز العلماء على اختبار الأفكار إزاء الملاحظات. د م

استخدام التجربة المصغّرة

عند قياس التغير، يتعلم الطلاب تأثير الكتلة في طول الزنبرك.

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

0001_0018_C01_718462.indd 2 8/19/2016 10:51:34 AM

عرض توضيحي سريع

الضوء والخلايا الشمسية

الوقت المقدَّر 15 minutes

المواد خلية شمسية ومقياس متعدد ويوم مشمس

الإجراء اسأل الطلاب عن العلاقة التي تربط بين الطاقة الكهربائية الناتجة عن خلية شمسية وكمية ضوء الشمس الذي يسقط على سطح الخلية. وبعد أن يطرح الطلاب بعض النظريات، اسألهم عن كيفية اختبار هذه النظريات. قم بإعداد المقياس المتعدد لقياس التيار الذي تولده الخلية الشمسية. وضَع الخلية الشمسية تحت ضوء الشمس المباشر، بحيث تكون موجهة نحو الشمس. سجل التيار. قم بتغطية أجزاء متعددة من سطح الخلية، وسجل التيارات المتولدة. اشترك مع الطلاب في إجراء تحليل موجز للبيانات ومناقشة العملية المستخدمة وتحديد الخلاصات التي يمكنهم استنتاجها بشكل منطقية. سيكتشف الطلاب أنه من الممكن أن تختلف طرق التحقيق، لكن النتائج ستكون دومًا واحدة: زيادة ضوء الشمس ينتج عنه زيادة في التيار.

التوسُّع

القياس عن بُعد استطاع جاليليو، بمساعدة تلسكوبه، تقدير ارتفاع الجبال على سطح القمر عن طريق تقدير أطوال الظلال. اطلب من أحد الطلاب أن يمسك بصندوق أحذية ومسطرة طولها 30 cm في وضع قائم على بعد 1 meter تقريبًا من شاشة عرض بيضاء. استخدم مصباحًا يدويًا لتكوين ظلال للجسمين في وقت واحد على الشاشة. اطلب من الطلاب أن يشيروا إلى الجسم الذي له ظل أطول. الجسم الأطول اطلب من الطلاب أن يستخدموا النسب لمقارنة الأبعاد المقيسة للجسمين والظل الناتج. ينبغي أن يكتشف الطلاب أن ظل كل جسم يتناسب طرديًا مع ارتفاعه. ض م مرئي – مكاني

خلفية عن المحتوى

جاليليو والطرق العلمية في عام 1609، بنى جاليليو جاليلي (1564–1642)تلسكوبًا واستخدمه لدراسة السماء. ووجد أن القمر ليس كرة تامة الاستدارة وليس كرة ملساء. بل إنه في الحقيقة مليء بالجبال؛ وقد استطاع تقدير ارتفاع هذه الجبال من الظلال التي تكونها. كما اكتشف جاليليو من خلال تليسكوبه أربعة أقمار تدور حول المشترى، وأن مجرة درب التبانة بها نجوم أكثر مما تخيله أحد من قبل، وأن كوكب الزهرة له أطوار كأطوار القمر. وبناءً على منظوره الجديد، رأى جاليليو أن الأرض وغيرها من الكواكب تدور حول الشمس.

النماذج

استخدام النماذج

المعادلات اضرب مثالًا للطلاب على كيفية استخدام المعادلات لنمذجة ظاهرة معينة. واشرح لهم أن المعادلة $v = \frac{d}{t}$ تصف العلاقة التي تربط بين السرعة المتجهة (v) والمسافة (d) و الزمن (t). فإذا عرفنا أي كميتين من هذه الكميات الثلاثة، يمكننا إيجاد الثالثة بسهولة. اطلب من الطلاب أن يصوغوا معادلة لإيجاد d وأخرى لإيجاد t. $d = vt$ و $t = \frac{d}{v}$ ض م منطقي – رياضي

3 التقويم

تقويم الفكرة الرئيسة

لمحة عامة عن تجربة اطلب من الطلاب أن يكتبوا لمحة عامة عن تجربة يعرفون من خلالها المواد التي تتحلل أسرع في مكب النفايات: هامبورجر من مطعم وجبات سريعة وكيس بلاستيكي من متجر بقالة وبرتقالة وورقة وحذاء قديم من الجلد وكوب من البولي ستايرين. اسمح لعدد من الطلاب أن يعرضوا اللمحات العامة عن تجاربهم المقترحة. شدّد على أنه رغم اختلاف خطوات الطلاب، فإن الخطوات الأساسية للطريقة العلمية متشابهة.

التوسيع

تطبيقات العلم اعرض أمام الطلاب مؤشر ليزر. واشرح لهم أن العلماء طوّروا الليزر والميزر في الأساس لتوضيح خاصية شديدة التشويق بشأن المادة، وهي الانبعاث المحفَّز. ورغم أن الليزر يستخدم اليوم في الكثير من التطبيقات المفيدة، فقد ظل لعدة سنوات يُسمى حلًا يبحث عن مشكلة. قسّم الطلاب إلى فِرق واطلب من كل فريق أن يضع قائمة بالتطبيقات التي يُستخدم فيها الليزر اليوم. ثم اطلب من الطلاب أن يقارنوا قوائمهم ببعضها ويتحققوا من صحة ما ورد فيها.

ض م اجتماعي

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

0001_0018_C01_718462.indd 3 8/19/2016 10:51:34 AM

القسم 1 الإجابات

التأكد من فهم النص والتأكد من فهم الشكل

التأكد من فهم الشكل

تغيرت النماذج لأن العلماء توصلوا إلى اكتشافات جديدة عن بنية الذرة.

التأكد من فهم الشكل

ستعتمد الإجابات على النماذج الموجودة في غرفة الفصل. الإجابات المحتملة: كرة، نموذَج للنظام الشمسي، سيارة لعبة، نموذج لهيكل عظمي.

التأكد من فهم النص

تتيح أجهزة الكمبيوتر للعلماء إمكانية نمذجة الأنظمة الكبيرة للغاية أو اختبار تفسير مقترح لكيفية حدوث عملية معينة. تتيح عمليات المحاكاة بالكمبيوتر للطيارين إمكانية التدريب مع محاكاة الظروف السيئة والخطرة دون أن يتعرضوا للخطر.

القسم 1 مراجعة

1. الإجابة المحتملة: سأجري بعض الملاحظات وأسأل بعض الأسئلة بناءً على هذه الملاحظات. سأجري بحثًا عما هو معروف بالفعل عن المشكلة ثم أضع فرضية. سأصمم تجربة وأجريها لاختبار الفرضيات التي وضعتها ثم أحلل النتائج. سأتحقق مما إذا كانت النتائج تدعم الفرضية التي وضعتها. قد أسأل سؤالًا آخر على أساس النتائج التي توصلت إليها أو الملاحظات التي دوّنتها أثناء التجربة.
2. الفرضية تفسير محتمل لمشكلة ما استنادًا إلى ما تعرفه وما تلاحظه. يمكن اختبار الفرضية عن طريق تدوين الملاحظات أو بناء نموذج أو إجراء تجربة.
3. يمكن أن يؤثر التحيز في نتائج أو خلاصة التحقيق، فيجعلها غير صحيحة.
4. يستخدم العلماء النماذج كي تساعدهم على تفسير أو معرفة المزيد عن أشياء كبيرة أو صغيرة للغاية أو بعيدة للغاية بدرجة لا تسمح برؤيتها أو ملاحظتها بسهولة. ومن أمثلة ذلك النظام الشمسي أو الخلية أو نموذج الحمض النووي أو الديناميكا الهوائية للطائرة.
5. النظرية العلمية تفسير حدث ما بناءً على المعرفة المكتسبة من الملاحظات والتحقيقات. أما القانون العلمي فهو عبارة تصل شيئًا يحدث في الطبيعة ويبدو أنه صحيح في جميع الأحوال. ولأن النظرية تقدم تفسيرًا لسبب حدوث شيء ما في حين أن القانون لا يفسر شيئًا، فلا يمكن للنظرية أن تتحول إلى قانون.
6. اختبار الآراء لا يندرج ضمن الطرق العلمية. فمن المستحيل إثبات أن رأيًا ما صحيح للجميع. بالإضافة إلى ذلك، أجري الاستطلاع على جزء صغير من الطلاب، وفي مدرسة واحدة فقط. لذا لا يمكن تعميم النتائج على الجميع.
7. لا، لأن القيمة $9.8\ m/s^2$ أقرتها الكثير من التجارب الأخرى، ولكي نلغي هذه النتيجة نحتاج إلى تفسير سبب خطئها. هناك على الأرجح بعض العوامل التي تؤثر في حساباتك، مثل الاحتكاك أو مدى الصحة الذي قِست بها المتغيرات المختلفة.

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

0001_0018_C01_718462.indd 4 8/19/2016 10:51:34 AM

القسم 2 الرياضيات والفيزياء

1 التقديم

النشاط المحفِّز

أنظمة الوحدات اطلب من الطلاب أن يقيسوا شيئًا ما – كطول الغرفة أو عرضها أو عرض الطاولة – دون استخدام أي أداة قياس رسمية. سيحتاجون إلى استخدام أذرعهم أو أقدامهم أو بعض الوحدات الشبيهة لإجراء هذا القياس. ثم اطلب من جميع الطلاب تسجيل نتائجهم. ناقش مدى الصعوبة في مقارنة النتائج مع كل هذه الأنظمة المختلفة للوحدات. د م حركي

الربط بالمعرفة السابقة

الوحدات سيكون لدى الطلاب الذين درسوا الكيمياء بالفعل بعض المعرفة بالنظام الدولي للوحدات والترميز العلمي، لكن هذا الكتاب لا يفترض أن لديهم أي معرفة مسبقة.

2 التدريس

الرياضيات في الفيزياء

خلفية عن المحتوى

إيجاد المجهول يتطلب قياس الكميات الفيزيائية وحسابها استخدام الرياضيات. ويستمد نظام الرياضيات المعاصر الكثير من إسهامات علماء الرياضيات الهندوس والمسلمين، ولا يقتصر ذلك على مجرد ابتكار مفهوم الصفر والأعداد العربية التي نستخدمها. فقد تطور علم الجبر الكلاسي كي على مدار 4000 عام. وكلمة *algebra* مأخوذة من الكلمة العربية الجبر، وتعني "(علم) الجمع". وكلمة *algorithm* (خوارزمية) مأخوذة من اسم عالم الرياضيات محمد بن موسى الخوارزمي، الذي ألف كتابًا جامعًا عن الجبر سنة 830 ميلادية.

تطوير المفاهيم

الفكرة الرئيسة أخبر الطلاب أنهم ربما سمعوا كثيرًا أن الرياضيات لغة الفيزياء. واطلب من الطلاب أن يعملوا في مجموعات ثنائية لوضع تعبيرات عن السيناريوهات التالية: قطعت السيارة (B) ثلاثة أضعاف المسافة التي قطعتها السيارة (A)، وقطعت السيارتان معًا 120 miles. ضع تعبيرات تسمح بإيجاد المسافة التي قطعتها السيارتان. $d_B = 3d_A$ و $3d_A + d_A = 120$. اكتشف إسحاق نيوتن أن قوة الجذب بين كتلتين تتناسب طرديًا مع حاصل ضرب الكتلتين مقسومًا على مربع المسافة بينهما. $F \propto \frac{m_1 m_2}{r^2}$. في تجربة خاصة بالدوائر الكهربائية، قاس أحد الطلاب التيار المار في مقاوم ووجد أنه يساوي نسبة الجهد عبر المقاوم إلى قيمة المقاوم. $I = \frac{V}{R}$

وحدات النظام الدولي

مناقشة

السؤال لماذا يستخدم العلماء النظام المتري بدلًا من استخدام الوحدات الإنجليزية أو غيرها من أنظمة القياس؟

الإجابة في النظام المتري، ذي الأساس عشرة، يسهل التحويل من مستوى قياسات إلى مستوى آخر. على سبيل المثال، من الأسهل كثيرًا أن نحوّل من السنتيمتر (centimeter) إلى المتر (meter) عن أن نحول من الإنش (inches) إلى الياردة (yards). ض م

تطوير المفاهيم

أنظمة الوحدات اسأل الطلاب عن سبب أهمية وجود نظام وحدات متفق عليه. لأن ذلك يسهّل المقارنات بين المجموعات المختلفة.

كما يساعدنا على إدراك أحجام القياسات المختلفة. على سبيل المثال، سيدرك معظم الطلاب ما تعنيه السرعة 25 mph. لكن هل سيعرف الطلاب ما تعنيه السرعة 10 فراسخ (furlongs) في أسبوعين؟ مع التقدم في الدراسة، سيدرك الطلاب ما تعنيه السرعة 25 m/s. ض م

نشاط مشروع الفيزياء

المعايير القديمة احتاجت جميع الحضارات القديمة إلى تطوير معايير للقياس. على سبيل المثال، في بلاد ما بين النهرين (3500–1800 قبل الميلاد)، بنى العمال المدن الأولى باستخدام الذراع (cubits)، وهو تقريبًا امتداد الساعد من الرسغ إلى الكوع (ويمكن أن يتراوح طول الذراع بين 43–56 cm أو 17–22 in.) اطلب من الطلاب أن يجروا بحثًا عن أنظمة القياس لحضارات مختلفة. وينبغي أن تشمل تقاريرهم مزايا الأنظمة وعيوبها ووحدات القياس فيها ونقطة الأصل للوحدة أو سبب استخدامها ومعادلاتها في النظام الدولي للوحدات. كما ينبغي أن يحولوا أشياء ذات قياسات شائعة (مثل ملعب كرة القدم) كي يكتسبوا منظورًا إضافيًا عن النظام. ض م لغوي

التعزيز

نشاط لعبة البادئات اكتب البادئات المترية التي تنوي استخدامها كثيرًا في الفصل على بطاقات فهرسة. وجهّز عدة مجموعات من البطاقات. قسّم الطلاب إلى فِرق، وأعطِ كل فريق مجموعة من البطاقات. واطلب من كل طالب في الفريق أن يختار بطاقة بشكل عشوائية، ثم أجرِ مسابقة لمعرفة الفريق الذي يستطيع ترتيب أعضائه بسرعة أكبر طبقًا لحجم البادئة الموجودة على البطاقة التي سحبها كل عضو. د م اجتماعي

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

0001_0018_C01_718462.indd 5 8/19/2016 10:51:35 AM

التعزيز

معاملات التحويل والوحدات المكعبة يمكن أن يجد الطلاب صعوبة في فهم عوامل التحويل عندما ترتبط بالوحدات المكعبة. على سبيل المثال، يعرف الطلاب أن 100 cm يساوي 1 m. وقد يستنتجون أن $100\ cm^3$ يساوي $1\ m^3$، لكن قد يصعب عليهم أن يستنتجوا أن $1{,}000{,}000\ cm^3$ ($1\times10^6\ cm^3$) يساوي $1\ m^3$. أحضر للطلاب نموذجًا لمكعب حجمه $1\ m^3$. واطلب من الطلاب أن يحددوا حجم المكعب بوحدة cm^3 ووحدة mm^3. ثم اطلب منهم أن يستنتجوا معاملات التحويل من الحسابات التي أجروها.

التحليل البُعدي، والأرقام المعنوية، وحل المسائل

تطوير المفاهيم

التقريب قد يواجه الطلاب صعوبة في التقريب إلى العدد الصحيح من الأرقام المعنوية عندما يقع العدد في المنتصف بين عددين. ينبغي أن يتبع الطلاب القواعد الآتية. (1) عندما يكون الرقم الذي ينبغي إسقاطه في أقصى اليسار هو 5 متبوعًا بعدد غير صفري، يتم إسقاط هذا الرقم وأي أرقام أخرى تأتي بعده. ويُضاف واحد صحيح إلى الرقم الأخير في العدد المقرب. فمثلًا، العدد 8.7519 مقربًا إلى رقمين معنويين يساوي 8.8. (2) إذا كان الرقم على يمين آخر رقم معنوي يساوي 5 لكنه ليس متبوعًا بعدد غير صفري، ننظر إلى آخر رقم معنوي. فإذا كان فرديًا، نضيف إليه واحدًا صحيحًا؛ أما إذا كان زوجيًا فلا نقرب للأعلى. فمثلًا، العدد 92.350 مقربًا إلى ثلاثة أرقام معنوية يساوي 92.4، أما الرقم 92.25 فيساوي 92.2.

تطوير المفاهيم

المعنوية في اللغة الإنجليزية العامة، تعني كلمة *significant* "مهمًا". أما في لغة العلم فتعني "معنويًّا". والأرقام غير المعنوية مهمة من حيث إنها أرقام رمزية. فالقياس 8000 به أربعة أرقام مهمة، لكن به رقم معنوي واحد فقط.

التعزيز

الأرقام المعنوية اطلب من الطلاب أن يكتبوا عددًا من أربعة أرقام به صفر واحد غير معنوي وصفر آخر معنوي. نموذج الإجابة: 1020؛ الصفر الأول معنوي، لكن الصفر الثاني غير معنوي. بعد حوالي 30 s، اطلب منهم تبادل الأوراق في ما بينهم وتقييمها. ض م

3 التقويم

تقويم الفكرة الرئيسة

معادلة الحفظ تَستخدم الفيزياء الرياضيات لتمثيل الطبيعة لأن الطبيعة يمكن وصفها بمصطلحات منطقية وكمّية. أحضر عددًا من الكؤوس أو الأكواب أو غيرها من الأوعية التي يمكنها أن تحتفظ بالماء. باستخدام شريط لاصق، أعطِ كل كأس اسمًا من أسماء الطاقة مثل طاقة وضع إلى طاقة حرارية، وطاقة وضع إلى طاقة حركية، وطاقة وضع إلى طاقة صوت، وطاقة وضع إلى طاقة إشعاعية. خذ إبريقًا كبيرًا من المياه وسمّه طاقة وضع. اطلب من الطلاب أن يوزّعوا الماء على الكؤوس. ثم اطلب منهم أن يضعوا تعبيرًا رياضيًّا يربط بين الطاقة الكلية قبل التوزيع وبعده. أخبر الطلاب أن قوانين الحفظ في الفيزياء (الطاقة والزخم) مرتبطة بهذا النشاط حيث إن المياه قد حُفِظت، ولم تُفقد.

التأكد من الفهم

الترميز العلمي أعطِ الطلاب قائمة بأعداد مكتوبة بالترميز العلمي. واطلب من الطلاب أن يرتبوا الأعداد من الأصغر إلى الأكبر. احرص على أن تضيف بعض الكميات السالبة وبعض الكميات ذات الأسس السالبة.

ض م منطقي – رياضي

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

0001_0018_C01_718462.indd 6 8/19/2016 10:51:35 AM

القسم 2 الإجابات

التأكد من فهم النص والتأكد من فهم الشكل

التأكد من فهم الشكل

من المهم أن يكون لدينا معايير كي يمكننا أن نحدد مدى دقة القياسات وأن نقارن بينها على مستوى العالم.

التأكد من فهم النص

جيجا بايت (gigabytes)

التأكد من فهم الشكل

هناك هامش خطأ لأن المسطرة تقيس بالميلليمتر (millimeter). ويستند الرقم الأخير إلى تقدير للمسافة بين علامتين على المسطرة.

القسم 2 مراجعة

8. لأن الصيغ موجزة ويمكن استخدامها لتوقع بيانات جديدة.
9. قد تشمل الإجابات أن وحدات النظام الدولي تساعدنا على التواصل بشأن النتائج التي توصلنا إليها، أو أن وحدات النظام الدولي هي المستخدمة في معظم البلدان حول العالم، أو أن وحدات النظام الدولي يسهل التعامل معها لأنها تقوم على أساس مضاعفات العدد عشرة.
10. 750,000 kHz
11. 31,622,400 s
12. a. 2.5 g بعد التقريب
    b. 4.33 m بعد التقريب
    c. 3.2×10^2 cm^2
    d. 1.22 g/mL
    e. 93.6 cm بعد التقريب
    f. 1600 m بعد التقريب
13. $v = \frac{F}{Bq}$
14. نموذج الإجابة: في معظم السيارات، الإجابة غير منطقية لأن 290 km/h تعادل 81 m/s أو 180 mph. لكن قد تكون الإجابة منطقية لسيارة سباق.

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

0001_0018_C01_718462.indd 7 8/19/2016 10:51:35 AM

القسم 3 القياس

1 التقديم

النشاط المحفِّز

أسلوب القياس اطلب من اثنين من الطلاب أن يمثّلوا عملية أخذ القياس. وينبغي أن يستخدم أحدهم أسلوبًا جيدًا وأن يقوم الآخر ببعض الأخطاء الواضحة. ثم اسأل الصف أي الطالبين ستكون نتائجه أكثر قابلية للتصديق ولماذا؟ ض م حركي

الربط بالمعرفة السابقة

الدقة والضبط ينبغي أن يكون الطلاب على دراية بهذين المفهومين، حتى لو لم يكونوا يستخدمون المصطلحين بطريقة علمية. اطلب من الطلاب أن يفكروا في جوانب من خبرات الحياة اليومية يمكنهم أن يقيسوها، مثل انتظارهم للحافلة وتنافسهم في مسار للجري وبناء أرفف الكتب. د م

2 التدريس

ما القياس؟ ومقارنة النتائج

تطوير المفاهيم

الفكرة الرئيسة اطلب من الطلاب أن يُحضروا وصفات الكعك أو البسكويت المفضل لديهم. اطلب من كل طالب أن يصف الخصائص الفيزيائية للطعام: المذاق والملمس والقوام وما إلى ذلك. واطلب منهم أن يضعوا توقعات لما ستؤول إليه وصفاتهم المفضلة إذا لم يتبعوا خطوات الوصفة وقاموا بأشياء مثل تغيير درجة حرارة الفرن أو الزمن المستغرق أو بتقدير القياسات بدلًا من استخدام أكواب القياس أو بعدم إضافة أحد المكونات. قد يتغير المذاق أو تحترق أو يتغير قوامها أو لا ترتفع وما إلى ذلك. أخبر الطلاب أنه لكي يتم تكرار تجربة معينة، يجب أن تكون القياسات قد أخذت بعناية ويجب تسجيل خطوات الوصفة أو ملحوظات عليها. ولا يمكن مقارنة النتائج أو إعادة إنتاجها في المستقبل إلا إذا كانت القياسات مأخوذة بعناية وخطوات الوصفة مسجلة بدقة.

مناقشة

سؤال ارسم رسمًا كرتونيًّا لشاطئ. لافتة مكتوب عليها "البركة ضحلة – متوسط العمق 3 feets". وهناك شخص يقف على الشاطئ. اسأل الطلاب ما إذا كان الشخص يمكن أن يخوض في المياه حتى تغطي رأسه. نعم اسأل الطلاب هل يمكن أن تكون البركة بعمق 30 ft في بعض الأماكن. نعم اسأل ما إذا كانت اللافتة مفيدة. قد لا يعكس المتوسط بدقة أعلى القياسات أو أدناها.

ض م منطقي – رياضي

التدريس المتمايز

ضعاف البصر اطلب من الطلاب أن يضعوا إصبع السبابة لإحدى اليدين على أنوفهم وأن يمدوا الذراع الأخرى إلى جانبهم لأبعد ما يمكنهم. أخبرهم أن طول المسافة بين إصبعي السبابة لديهم 1 m تقريبًا. ثم اطلب من الطلاب أن يتحسسوا سمك أصابع الخنصر لديهم، وأخبرهم أن ذلك العرض يساوي 1 cm. وأن عرض قبضة اليد يساوي 10 cm. وذكّرهم بأن هذه المسافات ستكون معهم دائمًا ليستخدموها في عمل تقديرات. ض م حركي

الصحة والدقة

تحديد المفاهيم الخاطئة

أنظمة الوحدات والدقة قد يعتقد بعض الطلاب أن النظام المتري أكثر دقة من النظام الإنجليزي لأنه النظام الذي اختاره العلماء. لكن في الواقع ليس هناك نظام أكثر دقة في حد ذاته من نظام آخر.

استخدام الشكل 10

هامش الخطأ اطلب من ثلاثة إلى ستة طلاب أن يقيسوا العناصر نفسها، مثل عرض كتاب أو مكتب. واطلب منهم أن يسجلوا قياساتهم دون الإعلان عنها أو مقارنتها. ستختلف قياساتهم اختلافات صغيرة على الأرجح. ارسم مُخططًا بيانيًّا بأعمدة هامش الخطأ. كرر ذلك مع ثلاث مجموعات أو ثلاثة فصول لعمل مخطط بياني مشابه للرسم الموجود في **الشكل 10**. ض م حركي

مناقشة

مسألة اعرض على الطلاب نتائج مسألة حسابية على آلتين حاسبتين مختلفتين تعرض إحداهما منازل عشرية أكثر من الأخرى. ما الآلة الأكثر دقة؟

الإجابة دقة الحساب ليس لها في الغالب علاقة بالآلة الحاسبة. بل ترتبط الدقة بشكل أكبر بمدى دقة مستخدم الآلة الحاسبة في قراءة النتائج. ولا يعني عرض الآلة الحاسبة منازل عشرية أكثر أن الشخص الذي يستخدمها سيحصل على نتائج أكثر دقة.

ض م منطقي – رياضي

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

0001_0018_C01_718462.indd 8 8/19/2016 10:51:35 AM

التفكير الناقد

متوسط الدقة ارجع إلى الرسم الكرتوني الذي رسمتموه سابقًا للشخص الواقف على الشاطئ. اطلب من الطلاب أن يناقشوا ما إذا كانت زيادة عدد الأرقام المعنوية ستكون مفيدة في هذه الحالة. حتى لو ظهر القياس في شكل 3.0000 ft، سيظل الشخص عرضة لأن تغطي المياه رأسه لأن العدد المكتوب هو متوسط. ض م

تقنيات القياس الجيد

استخدام الشكل 13

اختلاف زاوية النظر في القياس اطلب من الطلاب أن ينظروا إلى جسم على مسافة منهم بعين واحدة. واطلب منهم أن يضعوا أصابع إبهامهم على بعد ذراع أمام الجسم كي يحجبوه عن النظر. ثم اطلب منهم أن ينظروا إلى الجسم مع إغلاق العين الأخرى، ثم مرة الأخرى بالعين الأولى. اطلب منهم أن يخبروك عما يحدث للجسم. سيبدو وكأنه يتحرك من مكانه. اشرح لهم أنه كلما زادت الحركة الظاهرة للجسم، كان أقرب إلى الملاحِظ

ض م حركي

الفيزياء في الحياة اليومية

أنظمة تحديد المواقع العالمية تسمح هذه الأنظمة للبحارة والرحالة والسائقين بتحديد مواقعهم على سطح الأرض بدقة ضمن أمتار قليلة. ذكّر الطلاب بأن الإحداثيات ثلاثية الأبعاد. اسأل الطلاب عما إذا كان لدى أحدهم جهاز GPS. إذا كانت الإجابة نعم، فاطلب من الطالب أن يعرضه أمام الفصل.

استخدام تجربة الفيزياء

في الكتلة والحجم، سيحدد الطلاب العلاقة بين الكتلة والحجم لمواد مختلفة.

3 التقويم

تقويم الفكرة الرئيسة

قطرات على قطعة نقدية قسم الطلاب إلى مجموعات صغيرة، وأعط كل مجموعة قطعة نقدية وقطرات للعين. اجعل إحدى المجموعات تمثل دور المجموعة "المستهترة" أو غير الحريصة التي تستعجل ولا تقوم بالمحاولات الخمسة كلها. ثم اطلب من الطلاب الآخرين أن يقوموا بالإجراءات بمنتهى الحرص. اغسل القطع النقدية وجففها تمامًا وعِدّ قطرات المياه التي تستقر على القطعة النقدية. كرر الإجراء خمس مرات، واحسب المتوسط لكل فريق. اكتب النتائج على السبورة الأمامية. اسأل الطلاب عن أوجه التشابه والاختلاف التي يرونها في النتائج. ناقش أسباب ذلك. اسأل الطلاب عن سبب إجراء التجربة مرات متعددة. اسأل الطلاب عما إذا كانوا يتوقعون أن يحصلوا على نتائج مشابهة لو كرروا التجربة مرة أخرى.

التأكد من الفهم

الدقة اطلب من الطلاب أن يضعوا قائمة بأمثلة من الحياة اليومية على أهمية مراعاة الصحة والدقة عند إجراء القياسات. ض م

إعادة التدريس

مبادئ رياضية بسيطة أعطِ الطلاب العددين $5.87\ km$ و $1.2\times10^{-2}\ km$، **واطلب منهم جمع هذه الأعداد وطرحها وضربها وقسمتها.** ناتج الجمع $5.88\ km$ وناتج الطرح $5.86\ km$ وناتج الضرب $7.0\times10^{-2}\ km^2$ وناتج القسمة 4.9×10^{2} ض م

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

0001_0018_C01_718462.indd 9 8/19/2016 10:51:35 AM

القسم 3 الإجابات

التأكد من فهم النص والتأكد من فهم الشكل

التأكد من فهم الشكل

تتلاقى إجابتا الطالب الأول والطالب الثاني، لذا فبينهما تطابق. أما نتائج الطالب الثالث فلا تتلاقى مع القياسين الآخرين، لذا فليس بينهما تطابق. قد لا تكون نتائج الطالب الثالث قابلة للتكرار. وستكون القياسات غير دقيقة على الأرجح.

التأكد من فهم الشكل

يلزم الحصول على المزيد من المعلومات لتحديد ما إذا كان الميزان دقيقًا. ربما تم تصفيره، لكن ليس معلومًا ما إذا كان يعطي قراءة صحيحة عند قياس معيار مقبول.

التأكد من فهم النص

كلاهما مهم عند إجراء القياسات. الصحة هي درجة الإحكام في القياس. الدقة هي مدى تطابق القياس مع القيمة المقبولة.

التأكد من فهم الشكل

أدى اختلاف زاوية النظر إلى إزاحة القياس حوالي 0.1 N أو حوالي 10 g.

القسم 3 مراجعة

15. سيكون أكثر صحةً لكن أقل دقة.
16. لأن حافة المسطرة تتآكل بمرور الوقت، سيحدث تآكل لأول ملليمتر أو ملليمترين من المقياس إذا كان المقياس يبدأ عند الحافة.
17. لا، لأنه لا يغير من دقة الأقسام على المقياس.
18. سيكون طوله بين 181.5 cm و 182.5 cm. صحة القياس هي نصف أصغر قسم على أداة القياس. وسيزيد الطول 182 cm أو ينقص بقيمة ± 0.5 cm.
19. a. 7.05×10^3 cm^3
    b. أقرب عُشر من السنتيمتر (centimeter)؛ أقرب 10 cm^3
20. a. 243.6 cm
    b. أقرب عُشر من السنتيمتر (centimeter)؛ أقرب عشر من السنتيمتر
21. لا ينبغي أن نثق كثيرًا في صحة التقرير. لأن النتيجة لا يمكن أبدًا أن تكون صحيحة بدرجة أكبر من القياس الأقل صحةً. لأن المتوسط المحسوب لزمن الدورة يتجاوز الصحة التي يمكن الحصول عليها باستخدام الساعة.

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

0001_0018_C01_718462.indd 10 8/19/2016 10:51:35 AM

القسم 4 تمثيل البيانات بيانيًّا

1 التقديم

النشاط المحفِّز

المخططات البيانية أولًا، اعرض على الطلاب جدول بيانات ومُخططًا بيانيًّا للبيانات ذاتها. واسألهم أيهما يمكنهم أن يفهموه بشكل أسرع. ثانيًا، اعرض على الطلاب مخطط بيانيًّا في مجال غير الفيزياء – مثل عدد المبيعات مقابل ساعات اليوم أو عدد السيارات التي تمر من تقاطع في يوم في الأسبوع. اسأل الطلاب عما يمثله الرسم البياني ومَن سيهتم بالمعلومات الواردة فيه. أخيرًا، اعرض على الطلاب رسمًا بيانيًّا بدون تسميات على المحاور. اسألهم عما يمثله. عندما يجيب الطلاب بأنهم لا يعرفون، اسألهم لماذا لا يستطيعون الإجابة، وشدد على أهمية التسمية. يمكن توسيع هذا النشاط لعرض مخططات بيانية أخرى تنقصها عناصر مهمة.

ض م مرئي – مكاني

الربط بالمعرفة السابقة

الرسومات البيانية رسم الطلاب رسومًا بيانية للمعادلات الرياضية في حصص الرياضيات من قبل. ومن المتوقع أن يكونوا على دراية بالأسس والمعادلات الخاصة بالخطوط القطوع المكافئة. وينبغي أن يكون الطلاب الذين درسوا الكيمياء على دراية بأهمية الوحدات.

2 التدريس

تحديد المتغيرات

تطوير المفاهيم

الفكرة الرئيسة اجمع البيانات التالية من الطلاب عن الأحذية التي يرتدونها: ألوانها والمادة المصنوعة منها وماركاتها ومقاسها ونوعها ونوع (جنس) صاحبها. اطلب من مجموعة صغيرة أن تنظم البيانات في أنواع مختلفة من الرسومات البيانية ذات الأعمدة لتوضيح العلاقة بين هذه المتغيرات. ثم اطلب من الطلاب أن يرسموا الرسومات البيانية ذات الأعمدة على ألواح بيضاء محمولة. اختر عدة رسومات بيانية ناجحة تظهر اتجاهات وعلاقات واضحة بين البيانات كأمثلة في الفصل. اعرض أيضًا بعض الرسومات البيانية التي لا تظهر بوضوح اتجاهًا بين البيانات. شدّد للطلاب على أن التفسيرات البصرية للبيانات هي أدوات مفيدة لمعرفة الاتجاهات ولاستيعاب قدر كبير من البيانات من نظرة واحدة.

نشاط مشروع الفيزياء

تطبيقات الرسومات البيانية اطلب من الطلاب أن يتصفحوا الجرائد أو المجلات ليعثروا على أمثلة على رسومات بيانية تحاول الترويج لمنتج أو وجهة نظر. ثم اطلب منهم أن يغيروا الرسم البياني بشكل ما، كأن يغيروا الحجم أو الأعداد المكتوبة على المحاور لإحداث انطباع مرئي مختلف. واطلب من الطلاب أن يكتبوا فقرة قصيرة عن كيفية تصميم الرسوم البيانية بهدف تضليل القراء. ض م مرئي – مكاني

العلاقات الخطية

استخدام التجربة المصغّرة

في إلى أي مدى تقريبًا؟ يحدد الطلاب العلاقة بين المحيط والقطر.

تحديد المفاهيم الخاطئة

الميل اعرض للطلاب رسمًا بيانيًّا ذا محورين ***x*** و***y*** لخطين متوازيين أحدهما أقصر من الآخر. واسألهم أيهما له ميل أكبر. قد يجيب البعض بأن الخط الأطول له ميل أكبر. لكن النظر إلى الرسمين البيانيَّين يظهر أن الميلين متساويان. من الناحية الرياضية، $\frac{\Delta y_1}{\Delta x_1} = \frac{\Delta y_2}{\Delta x_2}$ ض م منطقي – رياضي

استخدام تشبيه

الدَرَج والميل وضّح للطلاب وجه التشابه بين صعود الدرج وإيجاد الميل. واستخدم الرياضيات لتشرح لهم أن الارتفاع على المسافة الأفقية يساوي $\frac{\Delta y}{\Delta x}$، حيث Δy يساوي عدد الخطوات التي يصعدونها لأعلى مضروبًا في ارتفاع كل درجة وΔx يساوي عدد الخطوات مضروبًا في عمق كل درجة. وهذا يعني أن Δx هو قياس للمسافة في شكل الطول على المحور ***x***.

استخدام الشكل 16

تغيير الوحدات اسأل الطلاب كيف يتغير الرسم البياني للخط المستقيم في **الشكل 16** لو كانت البيانات قد قيست وسجلت بالوحدات الإنجليزية بدلًا من الوحدت المترية. لن يتغير شكل الرسم البياني باستخدام الوحدات الإنجليزية، ولن تختلف سوى الأرقام المكتوبة على المحورين. ض م

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

0001_0018_C01_718462.indd 11 8/19/2016 10:51:35 AM

العلاقات غير الخطية

عرض توضيحي سريع

أنواع الرسومات البيانية

الوقت المقدَّر 15 min

المواد سيارة أو شاحنة بزنبرك وعصا مترية وورقة رسم بياني

الإجراءات اعرض للطلاب سيارة أو شاحنة بزنبرك. ثم مثّل المسافة التي ستتحركها السيارة كدالة في عدد اللفات التي تقوم بها على الزنبرك. بالنظر إلى الرسم البياني، اطلب من الطلاب أن يقدموا تخميناتهم عن نوع العلاقة بين المتغيرين (اللفات والمسافة). هل هي خطية أم قطع مكافئ أم عكسية أم غير ذلك؟

التعزيز

العلاقات الخطية والعكسية اطلب من الطلاب أن يضعوا قائمة بالعلاقات الخطية والعلاقات العكسية. بعد عدة دقائق، اطلب من عدد من الطلاب أن يكتبوا أفكارهم على السبورة ثم أجرِ مناقشة بهدف المراجعة. واحرص على أن يذكر الطلاب سبب اعتقادهم بأن علاقة معينة خطية في حين أن الأخرى عكسية. ض م اجتماعي

نشاط تحفيزي في الفيزياء

ملء كأس أعطِ الطلاب كأسًا كبيرًا ومُدَرَّجًا بالنظام المتري، ثم اطلب منهم أن يملؤوه بتنقيط المياه ببطء من الصنبور. ثم يكرروا ذلك مع تدفق سريع للمياه. أخبر الطلاب أن حجم الكأس يقاس بالميلليمتر (millimeters) وأن معدل تدفق المياه يمكن أن يقاس بالملليمتر في الثانية(millimeters / second). اطلب من الطلاب أن يرسموا رسمًا بيانيًّا يمثلون فيه العلاقة العكسية المرتبطة بملء الكأس بالماء. ينبغي أن يحدد الطالب الثابت والمتغير التابع والمتغير المستقل ومعادلة العلاقة العكسية. الزمن المستغرق لملء الكأس يتناسب عكسيًّا مع معدل التدفق. الثابت هو سعة الكأس (V_f) مقيسًا بوحدة mL؛ والمتغير المستقل هو معدل التدفق (q) والمتغير التابع هو الزمن المستغرق (t_f) . العلاقة العكسية هي $t_f = \frac{V_f}{q}$. ف م مرئي – مكاني

التدريس المتمايز

الطلاب دون المستوى أعطِ الطلاب عدة مربعات مختلفة الأحجام من الورق المقوى. واطلب منهم قياس أضلاع كل منها وحساب المساحات المقابلة، ثم تمثيل المساحة (A) كدالة في طول الضلع (x). ستكون الرسومات البيانية الخطية لها منحنيات قطع مكافئ. ثم اطلب منهم مقارنة رسوماتهم البيانية مع **الشكل 17** في الصفحة 21. وأوضح لهم أن الرسم البياني بالخطوط يوضح العلاقة التربيعية لأن أحد المتغيرين يعتمد على مربع المتغير الآخر. د م حركي

استخدام تجربة الفيزياء

في الدليل في الدم، يستخدم الطلاب أنماط تناثر الدم لاستنباط أدلة.

توقُّع القيم

استخدام تجربة الفيزياء

في استكشاف الأجسام المتحركة، يستكشف الطلاب كيفية تحديد سرعة مركبة.

3 التقويم

تقويم الفكرة الرئيسة

تفسير معلومات المخططات تصفح الإنترنت للعثور على بعض الرسومات البيانية "الشهيرة"، مثل خطة نابليون لغزو روسيا سنة 1812–1813 أو قانون هابل أو مخطط تركيزات غاز ثاني أكسيد الكربون لكل سنة أو ما شابه. واطلب من الطلاب أن يفسروا الرسومات البيانية ويستنتجوا خلاصات. ما نوع القياسات التي احتاج العلماء إلى أخذها لرسم كل رسم بياني؟

التأكد من الفهم

الرسومات البيانية بالخطوط اطلب من كل طالب أن يرسم رسمًا بيانيًّا يوضح فيه علاقة خطية. واطلب منهم أن يضعوا قيمًا عددية على الرسم البياني وأن يحسبوا الميل فيه. بعد بضع دقائق، اطلب من الطلاب أن يتبادلوا الرسومات مع زملائهم للتحقق من أعمالهم. ض م

التوسيع

نصف القطر والمحيط اطلب من الطلاب أن يتخيلوا حبلًا مربوطًا حول خط الاستواء لكوكب الأرض ويفترضوا أن سطحه أملس تمامًا ($C = 2\ \pi r$, حيث $r = 6400\ km$) r نصف القطر، c المحيط. ثم اسألهم كم سيرتفع ذلك الحبل فوق السطح لو ازداد طول الحبل بما يقرب من 200 km. تقريبًا 32 km (طريقة رياضية مختصرة: اقسم الطول المضاف على المحيط، وهو 200 km، على $2\ \pi$) ف م

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

0001_0018_C01_718462.indd 12 8/19/2016 10:51:36 AM

القسم 4 الإجابات

التأكد من فهم النص والتأكد من فهم الشكل

التأكد من فهم الشكل

كلما نقصت الكتلة، نقص طول الزنبرك.

التأكد من فهم النص

في العلاقة التربيعية، يعتمد أحد المتغيرين على مربع المتغير الآخر.

التأكد من فهم الشكل

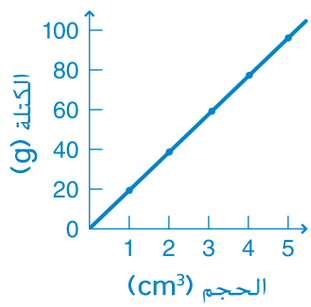
كلما ازدادت السرعة، نقص الزمن.

التأكد من فهم النص

أحد المتغيرين يعتمد على معكوس المتغير الآخر.

مسائل تدريبية

21. a.



b. خط مستقيم

c. العلاقة خطية.

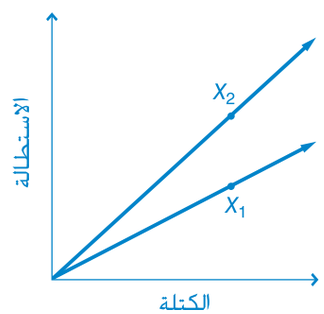
d. $19\ g/cm^3$

e. $m = (19\ g/cm^3)V$

f. كتلة كل سنتيمتر مكعب من الذهب تساوي 19 g.

مسألة تحفيزية في الفيزياء

1.



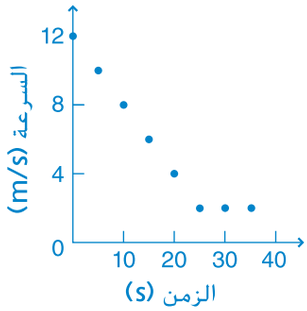
2. نعم، لأن نقطة الأصل تماثل 0 استطالة عندما تكون الكتلة 0.

3. الميل الخاص بالزنبرك الثاني أشد انحدارًا.

4. $x_2 = 1.6x_1$, 5.3 cm $= 1.6x_1$, 3.3 cm $= x_1$

القسم 4 مراجعة

22.



23. توجد كتلة كلية غير صفرية عندما يكون حجم المادة صفرًا. يمكن أن يحدث ذلك إذا كانت قيمة الكتلة تتضمن وعاء المادة.

24. 16 g

25. حوالي 2.6 h

26. عندما يكون ميل الخط أصغر يكون النابض أكثر صلابة، ومن ثم، يتطلب كتلة أكبر كي يستطيل بقيمة 1 cm.

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

0001_0018_C01_718462.indd 13 8/19/2016 10:51:36 AM

الفيزياء إنه شيء ممتع!

تطبيق في الحياة اليومية

الفيزياء المستخدمة في الرسوم المتحركة

الخلفية

كان أول فيلم طويل متحرك صُمم بأكمله بأسلوب "الشكل المنشأة بالحاسوب" (CGI) هو فيلم "قصة لعبة" *Toy Story*، الذي أنتجته شركة بيكسار أستوديو وعرض سنة 1995. وتستخدم شركة بيكسار تقنيات تقوم على أسس رياضية لإنشاء الصور المتحركة، على عكس الشركات الكبيرة المنافسة لها التي تنتج أفلامًا متحركة طويلة باستخدام تكنولوجيا التقاط الحركة بشكل أساسية.

استراتيجيات التدريس

- اعرض مقطعًا من أفلام بيكسار مثل الخارقين (*The Incredibles*) وفي المقابل اعرض مقطعًا من أفلام شركة دريموركس مثل القطار القطبي (*The Polar Express*) الذي صورت فيه الشخصيات البشرية باستخدام التقاط الحركة. اسأل الطلاب أي الفيلمين يبدو أكثر واقعية.
- اسأل الطلاب عما إذا كانوا قد رأوا فيلمًا متحركًا طويلًا في الفترة الأخيرة، وإذا كانوا قد فعلوا، فما الجوانب التي بدت دقيقة من الناحية الفيزيائية وما إذا كانوا قد اعتقدوا أن ذلك بسبب التصميم أم أنه نتيجة لقصور التكنولوجيا.
- اسأل الطلاب أي الموضوعات التي درسوها في الفيزياء يعتقدون أنها ستكون مفيدة لصانعي الرسوم المتحركة. ستختلف إجابات الطلاب. ومن الإجابات المحتملة: ديناميكيات الجزيئات (العلاقة التفاعلية بين الذرات والجزيئات) وتمثيل الحركة والطبيعة الموجية للضوء والقوى في الأوساط السائلة وغيرها من الأوساط.
- اطلب من الطلاب أن يبحثوا عن "مجموعة الاهتمامات الخاصة بشأن الرسومات الحاسوبية والتقنيات التفاعلية (SIGGRAPH)، وهو مؤتمر سنوي تُعرض فيه التطورات في تكنولوجيا الرسومات الحاسوبية.

لمزيد من التعمق >>>

النتائج المتوقعة ستختلف إجابات الطلاب. تشمل المزايا توفير المال والوقت عن طريق عدم الاستعانة بالممثلين، ولا تتطلب المساحة الكبيرة والمتطلبات الخاصة المطلوبة لالتقاط الحركة، والقدرة على إدخال تغييرات بالكمبيوتر بدلًا من إعادة تصوير المشاهد الصعبة. وتشمل السلبيات القدرة الحاسوبية الضخمة المطلوبة لعرض الصور الحاسوبية المعقدة وأن التقاط الحركة يمكنه إنشاء حركة أكثر دقة من الناحية الفيزيائية في بعض المواقف.

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

0001_0018_C01_718462.indd 14 8/19/2016 10:51:36 AM

الوحدة 1 الإجابات

القسم 1

إتقان المفاهيم

27. الإجابة المحتملة: تحديد المشكلة، وجمع معلومات عنها بالملاحظة والتجريب، وإنشاء نموذج أو نظرية لشرح النتائج، وتحليل المعلومات لاختبار النموذج، واستخدام النموذج لتوقع نتائج جديدة.

28. a. النظام الشمسي كبير جدًا.

b. ديناميكا الطيران أكثر تعقيدًا وديناميةً.

c. يمكن للنموذج الرياضي صياغة القوة التي يبذلها كل جسم في شكل كمية.

القسم 2

إتقان المفاهيم

29. تسمح لنا الرياضيات بأن نعبر بشكل كمية، أي أن نقول "مقدار السرعة" وليس مجرد أن جسمًا ما "سريع".

30. النظام الدولي للوحدات نظام قياس يقوم على العدد 10 وهو النظام المعياري في العلم. والوحدات الأساسية هي المتر (meter) والكيلوجرام (kilogram) والثانية (second) والكلفن (kelvin) والمول (mole) والأمبير (ampere) والشمعة (candela).

31. الوحدات المشتقة تنتج من الجمع بين الوحدات الأساسية.

32. a. الأصفار ضرورية لتوضيح حجم القيمة، لكن ليس هناك طريقة نعرف بها ما إذا كانت الأداة المستخدمة في قياس القيم قد قاست الأصفار بالفعل أم لا. ومن ثم، فقد لا تكون فائدة الأصفار سوى تحديد الواحد الصحيح.

b. اكتب العدد بالترميز العلمي، على أن يضم الأرقام المعنوية فحسب.

33. a. centimeter

b. millimeter

c. kilometer

34. $\frac{60\ \text{min}}{1\ \text{h}}$

35. a. $3.49\times10^{5}\ \text{g}$

b. $2.87\times10^{5}\ \text{J/cm}^{3}$

إتقان المسائل

36. a. 0.423 m

b. 6.2×10^{-12} m

c. 2.1×10^{4} m

d. 2.3×10^{-5} m

e. 2.14×10^{-4} m

f. 5.7×10^{-8} m

37. a. 6.12×10^{9} s

b. 2.94×10^{-6} m

c. 1.250×10^{-4} kg

d. 7.50×10^{7} g

38. 1.234 و7.603 مرتبطان مع 4، و0.250 مع 3، و0.13 مع 2، و0.08 مع 1

39. a. 1

b. 4

c. 5

d. 1

e. 3

40. a. 34.7 m

b. 25.022 m

c. 46.00 cm^2

d. 3.1 kg

41. a. $2.9\times10^{9}\ \text{m}^2$

b. 2.0×10^{5} m/s

c. $1.3\times10^{-6}\ \text{km}^2$

d. $1.9\times10^{2}\ \text{kg/m}^3$

42. a. 408 N

b. 64.5 kg

43. لا، لأنه بالوحدة kg•s.

القسم 3

إتقان المفاهيم

44. صحة أداة القياس وهي محدودة بأدق قسم على المقياس.

45. الرقم الأخير تقديري.

إتقان المسائل

46. 48.2 kg

47. $2.4\times10^{2}\ \text{m}^3$

48. 362.1 m

49. ±0.05 g

50. 3.6 ± 0.1 A

51. الارتفاع القياسي لإطار باب في مسكن 80 inches تقريبًا، أي حوالي 200 cm. وتعتمد الصحة على أداة القياس المستخدمة.

52. a. 1.2°C/h

b. حوالي 8°C

c. لا، لأن درجة الحرارة لن تستمر على الأرجح في الانخفاض بهذه الشدة والثبات طوال تلك المدة.

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

0001_0018_C01_718462.indd 15 8/19/2016 10:51:36 AM

الإجابات

القسم 4
إتقان المفاهيم

53. ميل الرسم البياني الخطي هو نسبة التغير الرأسي إلى التغير الأفقي، أو الارتفاع على المسافة الأفقية.

54. a. موجب. لأنه كلما ازدادت السرعة، ازدادت مسافة رد الفعل.

b. أكبر. لأن السائق المشتت سيستغرق وقتًا أطول في رد الفعل ومن ثم ستكون مسافة رد الفعل أكبر عند سرعة معينة.

55. المتغير المستقل هو درجة الحرارة والمتغير التابع هو الحجم.

56. تربيعية؛ $y = ax^2 + bx + c$

57. a. علاقة عكسية

b. علاقة خطية

c. علاقة تربيعية

إتقان المسائل

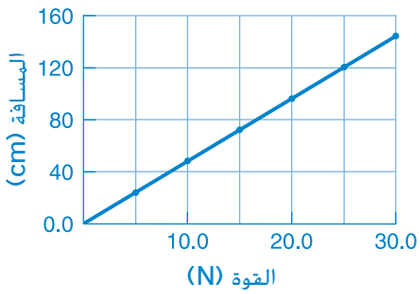
58. a. (A) 80 g, (B) 260 g, (C) 400 g

b. (A) 36 cm^3, (B) 12 cm^3, (C) 7 cm^3

c. يمثل الميل الكتلة الزائدة لكل سنتيمتر مكعب (cubic centimeter) إضافي من المادة.

d. الجزء المقطوع من محور y عند النقطة (0 , 0). ويعني ذلك أنه عندما تكون $V = 0\ cm^3$، لا يوجد أي مقدار المادة ($m = 0$ g).

59. a.



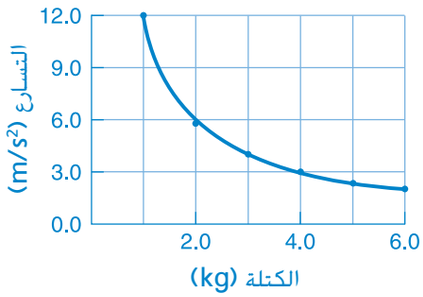
b. خط مستقيم

c. $d = 4.9F$

d. الثابت يساوي 4.9 ووحداته هي cm/N.

e. 108 cm أو 110 cm باستخدام رقمين معنويين

60. a.



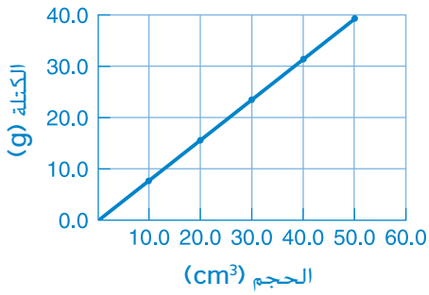
b. قطع مكافئ

c. $a = \frac{12}{m}$

d. $kg \cdot m/s^2$

e. 1.5 m/s^2

61. a.



b. خط مستقيم

c. $m = 0.79V$

d. g/cm^3؛ الكثافة

e. 25.7 g

تطبيق المفاهيم

62. ليس هناك ترتيب ثابت بخطوات محددة. ومع ذلك، مهما يكن النهج المتبع، فإنه دومًا ما يتضمن الملاحظة عن كثب والتجريب المضبوط والتلخيص والتحقق وإعادة التحقق.

63. القانون العلمي قاعدة من قواعد الطبيعة، أما النظرية العلمية فهي تفسير للقانون العلمي استنادًا إلى الملاحظة. والنظرية تفسر سبب حدوث شيء ما، أما القانون فيصف ما يحدث.

64. عندما تكون $t = 0$ و$t = 2$، سيكون ارتفاع الكرة 20 m تقريبًا. وعندما تكون $t = 5$، ستكون الكرة قد هبطت على الأرض، أي أن الارتفاع يساوي 0 m.

65. a. من الإجابات المحتملة, g/cm^3 kg/m^3

b. وحدة مشتقة

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

0001_0018_C01_718462.indd 16 8/19/2016 10:51:36 AM

الإجابات

66. a. cm
b. mm
c. m
d. km

67. قد يشمل المخطط: نصف قطر الذرة 5×10^{-11} m – فيروس 10^{-7} m – سمك ورقة 0.1 mm – عرض كتاب ورقي 10.7 cm – ارتفاع باب 1.8 m – عرض مدينة 7.8 km – نصف قطر الأرض 6×10^{6} m – المسافة إلى القمر 4×10^{8} m.

68. قد يشمل المخطط: فترة عمر النصف للبولونيوم 194 وتبلغ 0.7 s – الزمن بين ضربات القلب ويبلغ 0.8 s – زمن المشي بين فصل الفيزياء وفصل الرياضيات ويبلغ 2.4 min – مدة السنة الدراسية وتبلغ 180 يومًا – الزمن بين انتخابات مجلس النواب الأمريكي ويبلغ سنتين – الزمن بين الانتخابات الرئاسية الأمريكية ويبلغ 4 سنوات – وعمر الولايات الأمريكية المتحدة ويبلغ 235 سنة تقريبًا

69. a. $(3.001 \pm 0.001)\times10^{8}$ m/s
b. $(2.999 \pm 0.006)\times10^{8}$ m/s

70. في الجمع والطرح، نسأل إلى أي منزلة نعرف قيمة القياس الأقل صحةً؛ وفي هذه الحالة، إلى أقرب سنتيمتر. لذا، تُقرب الإجابة إلى أقرب سنتيمتر. في الضرب والقسمة، ننظر إلى عدد الأرقام المعنوية في الإجابة الأقل صحةً؛ وفي هذه الحالة، 2. لذا، تُقرب الإجابة إلى رقمين معنويين.

71. سيكون الميل سالبًا، لأن التغير في المسافة الرأسية سالب مقابل تغير موجب في المسافة الأفقية

72. الميل يساوي صفرًا؛ لأن التغير في المسافة الرأسية صفر. لا يعتمد المحور الرأسي y على المحور الأفقي x.

73. يجب أن تكون الوحدات في كل حد من حدود المعادلة بالمتر (meters) لأن المسافة (d) تقاس بالمتر (meters). حيث $av^2 = a(m/s)^2$، تقاس a بالوحدة m/s^2؛ وحيث، $bv = b(m/s)$ تقاس b بالوحدة s^{-1}.

74. 8.3 cm ± 0.05 cm أو 83 mm ± 0.5 mm

75. النظرية العلمية تخضع للاختبار وتؤيدها أدلة كثيرة قبل أن تصبح مقبولة. أما الفرضية فهي فكرة عن كيفية عمل الأشياء؛ وحجم الأدلة المؤيدة لها أقل بكثير من النظرية.

76. من الإجابات المحتملة قوانين نيوتن للحركة وقانون بقاء الطاقة وقانون بقاء الشحنة وقانون الانعكاس

77. تؤثر مقاومة الهواء في الكثير من الأجسام الخفيفة. وبدون تجارب مضبوطة، قد تكون الملاحظات اليومية قد أوحت إلى اليونانيين القدماء أن الأجسام الأثقل تسقط أسرع.

78. ±0.5 mL

79. ستختلف الإجابات، لكن من الصياغات الصحيحة للإجابة أن: "كل دقيقة، يدخل الغرفة ثلاثة أشخاص إضافيين. فإذا كانت الغرفة خالية منذ البداية عندما كان الزمن = 0، فكم سيكون عدد الأشخاص في الغرفة بعد 8 minutes ؟"

مراجعة جامعة

80. 0.0034 m ، 1234 m – 45.6 m

81. 80 m تعادل حوالي 260 feet ، وهو رقم كبير جدًا. وقد تكون 5 meters ، قيمة أكثر منطقية.

82. 162 بوحدة short

83. الحجم = 1.87×10^{-4} m^3، والكثافة = 8.87 g/cm^3

84. 5.4×10^{7} y

85. 8.00 g/cm^3

التفكير الناقد

86. السؤال "المناسب" هو الذي يوجهنا إلى إجراء بحوث مثمرة وإلى أسئلة أخرى يمكن حلها.

87. 286 kg

88. 0.0494 g/cm^3

89. كتلة الكرة ووضع القدمين والتدريب وحالة الجو

90. ستختلف الإجابات. من الصياغات المحتملة للإجابة الصحيحة ما يلي: "... ثم تضيف إليها 46.3 mL من الكحول المحمّر. ما حجم السائل الكلي الذي بحوزتك؟"

الكتابة في الفيزياء

91. ستختلف الإجابات. على سبيل المثال، قد يصف الطلاب تغير وجهات نظر العلماء عن القوى الأساسية بمرور الوقت أو تغير وجهات نظر العلماء عن الإشعاع.

92. على سبيل المثال، قد يقترح الطلاب أن تحسين الصحة قد يؤدي إلى ملاحظات أفضل.

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

0001_0018_C01_718462.indd 17 8/19/2016 10:51:37 AM

تدريب على الاختبار المعياري

خيارات متعددة

1. C
2. C
3. B
4. A
5. A
6. B

الإجابة الحُرة

7. a. $a = \frac{F}{m}$

b. $\frac{1\text{ kg}}{1000\text{ g}}$

c. $a = \left(\frac{2.7\text{ kg}\cdot\text{m/s}^2}{350\text{g}}\right)\left(\frac{1000\text{g}}{1\text{ kg}}\right) = 7.7\text{ m/s}^2$

8. $d = -\left(\frac{6}{7}\right)t + 11$

إرشادات رصد الدرجات

إرشادات رصد الدرجات التالية نموذج على أداة تسجيل النتائج لأسئلة الإجابة الحرة.

النقاط	الوصف
4	يُظهر الطالب أن لديه استيعابًا شاملًا للمبادئ الفيزيائية المتضمنة. وقد تتضمن الإجابة بعض الأخطاء البسيطة، إلا أنها لا تؤثر في إظهار الاستيعاب الشامل.
3	يُظهر الطالب أن لديه استيعابًا للمبادئ الفيزيائية المتضمنة. والإجابة صحيحة بشكل أساسية وتثبت أن الطالب لديه استيعاب لأساسيات الفيزياء، لكن أقل من أن يوصف بأنه استيعاب شامل.
2	يُظهر الطالب أن لديه استيعابًا جزئيًا للمبادئ الفيزيائية المتضمنة. وربما استخدم الطالب النهج الصحيح للتوصل إلى الحل أو ربما خرج بإجابة صحيحة، لكن عمله ينقصه استيعاب أساسي للمفاهيم الفيزيائية المتضمنة.
1	يُظهر الطالب أن استيعابه للمبادئ الفيزيائية المتضمنة شديد القصور. فالإجابة غير تامة وتظهر بها الكثير من الأخطاء.
0	قدم الطالب حلًا خاطئًا بالكُلِّيّة أو لم يجب على الإطلاق.

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

0001_0018_C01_718462.indd 18 8/19/2016 10:51:37 AM

الوحدة 2

تمثيل الحركة

نظرة عامة على الوحدة

تقدم هذه الوحدة للطلاب فكرة عن وصف الحركة وتحليلها بطريقة منهجية. يتعلم الطلاب كيفية إنشاء رسومات الحركة وتحليلها. يتعرف الطلاب بعد ذلك على قياسات الموضع والإزاحة والفاصل الزمني. تُقدَّم الرسومات البيانية للعلاقة بين الموضع والزمن مصحوبة بتحليل نوعي لهذه الرسومات البيانية. في نهاية الأمر، يحدد الطلاب السرعة المتجهة كخط مائل في الرسم البياني للعلاقة بين الموضع والزمن ويتعلمون التمييز بين السرعة والسرعة المتجهة.

قبل أن يدرس الطلاب المادة العلمية الواردة في هذه الوحدة، ينبغي عليهم دراسة:

- بيانات الرسم البياني
- القياس في العلوم
- الطريقة العلمية

لحل المسائل الواردة في هذه الوحدة، سيحتاج الطلاب إلى التعرف على ما يلي:

- الصور المهمة
- حل المعادلات الخطية

عرض الفكرة الرئيسة

حركة الأجسام أطلع الطلاب على خريطة لأحد الشوارع بها مكانان يفصل بينهما 10 مبانٍ على طول خط مستقيم – وهما مميّزان بالرمزين A و B. سيبدأ الشخص في السير من المكان A، وسيمر بين المباني، وسيتوقف عند المكان **B.** اطلب من الطلاب وصف سرعة الشخص أثناء سيره. كانت سرعة الشخص ثابتة. كيف يتمكن الشخص من معرفة سرعته؟ عن طريق تسجيل زمن السير من A إلى B باستخدام ساعة، وقسمة الزمن على عدد المباني التي مر بها.

نبذة عن الشكل

السرعة الثابتة اطلب من الطلاب إمعان النظر في الشكل. اسأل الطلاب كيف عرفوا أن الأحصنة تتحرك. الإجابات المحتملة: يتطاير شعر أعناق الأحصنة؛ الشكل تبدو ضبابية. ثم اطلب من الطلاب وصف حركة الأحصنة بمزيد من التفاصيل. يمكن للطلاب وصف مواضع حوافر الأحصنة أو زوايا أرجلها أو شكل أذيالها.

استخدام النشاط العملي

في لعبة سباق السيارات، يتحقق الطلاب من نوع البيانات اللازمة لوصف السرعات والمقارنة بينها.

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

John Giustina/Photodisc/Getty Images

0019_0036_C02_718462.indd 19 8/19/2016 10:52:32 AM

القسم 1 تصوير الحركة

1 مقدمة

نشاط تحفيزي

تصنيف الحركة أطلع الطلاب على الأجسام التي تُظهر حركات مختلفة، كالدمى التي تتغير سرعتها (بشكل أسرع أو أبطأ) أو تتحرك بسرعة ثابتة أو تتأرجح ذهابًا وإيابًا أو تهتز أو تتحرك في مسارات دائرية. اطلب من الطلاب تصنيفها حسب حركتها.

ف م حركي

الربط بالمعرفة السابقة

الحركة سيكون الطلاب قد جربوا الحركة وينبغي أن يكونوا قادرين على وصفها. اسألهم كيف يعرفون أن الجسم يتحرك أو ما الدليل الذي يقنعهم بأنه يتحرك.

د م لغوي

2 التدريس

جميع أنواع الحركة ورسومات الحركة

تطوير المفاهيم

عرض توضيحي لرسم الحركة ساعد الطلاب على الربط بين رسومات الحركة والصور الوامضة عن طريق التوضيح باستخدام دمية وامضة لها سرعة ثابتة. ركّز على الفواصل الزمنية المتساوية بين إشارات الوميض والصور الملتقطة.

نماذج الجسيمات

استعن بالشكل 3

رسومات الحركة راجع مع الطلاب رسومات الحركة الواردة في نموذج الجسيمات في **الشكل 3** للتأكد من فهمهم للسمات الرئيسة. ذكّر الطلاب بأن الفواصل الزمنية بين أي نقطتين متجاورتين في **الشكل 3** متساوية. ض م

التفكير الناقد

الفكرة الرئيسة اسأل الطلاب عن السبب وراء أهمية اعتبار الفواصل الزمنية المستخدمة لعرض الحركة في رسم الحركة الذي يمثل جزءًا من **الشكل 3** متساوية. من المهم تغيير متغير واحد فقط — المسافة التي يقطعها العدّاء. إذا كانت الفواصل الزمنية مختلفة، فسيكون من الصعب معرفة كيف تتغير المسافة بتغير الزمن. ض م

استخدام تجارب الفيزياء

في رسومات الحركة، سيقارن الطلاب ويقابلون بين رسومات حركة السيارات اللعبة.

قطعة من البلاستيك أو الأسيتات. ادعم التسجيل بعدد قليل من الصور. أشر إلى موضع الجسم مرة أخرى. كرر هذا الإجراء إلى أن تفحص حركة الجسم بالكامل كما هو موضح في الفيديو. عن طريق وضع قطعة من البلاستيك أو الأسيتات في مكان بارز، يمكنك عرض رسم الحركة أمام الفصل بسهولة.

التعزيز

نشاط نموذج الجسيمات اطلب من الطلاب شرح نموذج الجسيمات وإعطاء مثال لا ينطبق فيه نموذج الجسيمات. النموذج المبسّط غير مفيد عند قياس حركات أجسام غير منتظمة الشكل لمسافات قصيرة، لا سيما عند المقارنة بين الأجسام. يمكن ضرب مثال لذلك وهو فرس الرهان الفائز بأفضلية طفيفة. د م تفاعلي

3 التقويم

تقويم الفكرة الرئيسة

الحركة اطلب من الطلاب شرح السبب وراء أهمية استخدام النقطة نفسها على أحد الأجسام في كل مرة تُحدد فيها حركته. لكي يمكنك استخدام النقاط لقياس حركة الجسم

التأكد من الفهم

رسم الحركة اعرض للطلاب رسم حركة ذات سرعة ثابتة به سبع نقاط مفصول بينها بفواصل متساوية وأخبر الطلاب أن الفاصل يمثل 12 s. اسأل عن مقدار الوقت المستغرق بين النقاط المتجاورة. 2 s د م

إعادة التدريس

رسم الحركة اطلب من الطلاب استخدام فرشاة رسم مبللة. اطلب منهم أن يجعلوا الفرشاة تلامس الأرض كل 10 s. تمثّل سلسلة علامات الطلاء رسم الحركة.

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

0019_0036_C02_718462.indd 20 8/19/2016 10:52:32 AM

القسم 1 الإجابات

التأكد من فهم النص ومراجعة التعليقات التوضيحية

مراجعة التعليقات التوضيحية

لن يظهر القطار ضبابيًا.

التأكد من فهم النص

يجب أن تعرف أين يقع الجسم في الأوقات المختلفة ومتى يكون عند كل موضع.

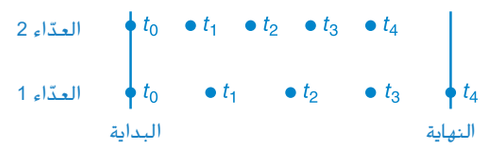
التأكد من فهم النص

لا؛ تكون المسافات متساوية فقط إذا كان الجسم يتحرك بسرعة ثابتة.

مراجعة التعليقات التوضيحية

يُفصل بين النقاط بمسافات متساوية.

القسم 1 مراجعة

1. يوضح رسم الحركة موضع الجسم المتحرك في فترات زمنية متساوية.
2. • • • • • •
3. انظر دليل الحلول على الإنترنت. ينبغي أن تكون النقطة قريبة من مركز السيارة.
4. انظر دليل الحلول على الإنترنت. ينبغي أن تكون النقطة قريبة من مركز الطائر.
5. 

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

0019_0036_C02_718462.indd 21 8/19/2016 10:52:32 AM

القسم 2 أين ومتى؟

1 مقدمة

نشاط تحفيزي

أين؟ اسأل الطلاب كيف يعرفون مكان وجود الشيء. ثم اسألهم عن موقع مكان معين، مثل المقصف. لكي يصف الطلاب موقع المقصف وصفًا دقيقًا، سيحتاجون إلى تحديد نقطة مرجعية. تُعد هذه بمثابة نقطة انطلاق جيدة يمكن البدء منها بمناقشة الأنظمة الإحداثية ونقاط الأصل. د م بصري-مكاني

الربط بالمعرفة السابقة

المسافة والفواصل الزمنية يكون الطلاب على معرفة بمفاهيم المسافة والفاصل الزمني، إلا أن هذه المعرفة من المحتمل أن تكون غير دقيقة من الناحية العلمية. ستساعد مقدمة عن الأنظمة الإحداثية على جعل معرفتهم منهجية. ينبغي أن يكون الطلاب على معرفة بنقاط الأصل والمحاور من مقررات الرياضيات.

2 التدريس

الأنظمة الإحداثية

مناقشة

المسألة أطلع الطلاب على رسم حركة لنموذج جسيم له سرعة ثابتة من دون نقطة بداية أو نهاية، ومن دون توفر معلومات عن المسافة بين النقاط. اسأل الطلاب عن المعلومات التي قد تكون معرفتها مفيدة وغير معطاة في ذلك التمثيل.

الإجابة لا يذكر اتجاه حركة الجسم أو من أين بدأ أو أين انتهى أو مقدار الوقت المستغرق بين النقاط أو المسافة بين النقاط. ض م بصري-مكاني

تطوير المفاهيم

الأنظمة الإحداثية ساعد الطلاب على معرفة سبب أهمية الأنظمة الإحداثية. اطلب من الطلاب شرح كيف يمكن الوصول إلى منازلهم لأحد الأشخاص من خارج المدينة. عندما ينتهي الطلاب من ذلك، اسألهم عن النقطة أو النقاط المرجعية التي استخدموها. د م

التفكير الناقد

الموضع والمسافة اسأل الطلاب عن الفرق بين موضع أحد الأجسام والمسافة التي يبعدها الجسم عن نقطة الأصل. اطلب منهم ربط إجاباتهم بموقع المدن والمسافات التي تبعدها. الإجابة النموذجية: يشير موضع الجسم إلى المكان الذي يقع فيه بالتحديد. على سبيل المثال، عندما نفترض أن مدينة نيويورك تقع على مسافة 3950 km في الشرق من لوس أنجلوس، نكون قد حددنا موضعًا لمدينة نيويورك. عندما نفترض أن مدينة نيويورك تقع على مسافة 3950 km من لوس أنجلوس، نكون قد حددنا المسافة بين نيويورك ولوس أنجلوس. ض م

الكميات الموجهة وغير الموجهة

التعزيز

الكميات المتجهة وغير المتجهة العادية للتركيز على الفرق بين الكميات المتجهة وغير المتجهة، اسرد الكلمات أو الأمثلة اليومية واحدة تلو الأخرى والتي تعبر عن الكميات المتجهة وغير المتجهة. اطلب من كل طالب وصف طبيعة الكميات المتجهة أو غير المتجهة مثل درجة الحرارة 98.6°F، وركلة جزاء على بُعد عشر ياردات، وكيلوجرام من الدقيق، والرياح الشرقية بسرعة تتراوح من 10 km/h إلى 25 km/h. د م لغوي

استخدام تجربة مصغرة

في نماذج المتجهات، سيستخدم الطلاب لعب البناء لتمثيل إضافة المتجه.

التدريس المتمايز

متحدو الإعاقة الجسدية إذا كان الطلاب يعانون من ضعف جسدي يجعل من الصعب عليهم استخدام مسطرة وقلم رصاص لرسم المتجهات، فاطلب منهم العمل في مجموعات تعاونية صغيرة مع الاستعانة بشقّاطات مقصوصة بأطوال مختلفة. قص كل شقّاطة من المنتصف بالطول لمنعها من اللف، وقص حافة أحد طرفيها وحدد الطول عليها. يمكنك اعتبار هذا تحديًا عن طريق خلط مجموعات من الشقّاطات التي تُضاف ببُعد واحد مع مجموعات أخرى تُضاف بزوايا قائمة (أطوال بنسب 3:4:5 أو 5:12:13). سيساعد هذا النشاط جميع الطلاب على التعود على جمع المتجهات ومن ثَمَّ يمكن أن يتعودوا بسهولة على طرحها. د م حركي

تحديد المفاهيم الخاطئة

المسافة والإزاحة قد يعتقد الطلاب أن المسافة والإزاحة مترادفان. تُعد المسافة التي يقطعها الجسم كمية غير متجهة لعدم وجود اتجاه لها. بينما تُعرف إزاحة الجسم بأنها تغيير يطرأ على موضعه. الإزاحة لها مقدار واتجاه. إذا تحرك جسم مسافة 5 m جهة اليمين، فستكون له إزاحة مختلفة عما إذا تحرك مسافة 5 m جهة اليسار.

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

0019_0036_C02_718462.indd 22 8/19/2016 10:52:32 AM

نشاط تحدي الفيزياء

الفكرة الرئيسة اطلب من الطلاب الرجوع إلى **الشكل 9**، واسألهم عن النظام الإحداثي. النظام الإحداثي: الخط المستقيم الذي يركض عليه الفرد اسأل الطلاب أين توجد أكبر شجرة في النظام الإحداثي. توجد أكبر شجرة في النظام الإحداثي عند 5 m. اطلب من الطلاب أن يوضحوا ماذا سيحدث لمواقع العدّاء وإزاحاته إذا تغير النظام الإحداثي. ستتغير المواقع، بينما ستظل الإزاحات كما هي. ق م

استخدام التشبيه

نشاط طرح المتجه اطلب من كل طالب التعبير كتابةً عن تعليمات طرح المتجهات خطوة بخطوة. ثم اطلب منهم توضيح التعليمات التي كتبوها بمثال. أو اطلب من الطلاب تبادل التعليمات مع طالب آخر واتباع تلك التعليمات لمعرفة هل هي دقيقة أم لا. على سبيل المثال، يسير متجول مسافة 5 km في مسار مستقيم بعيدًا عن المعسكر ويأخذ راحة. يسير المتجول بعد ذلك مسافة 2 km بعيدًا عن المعسكر في الاتجاه نفسه ويأخذ راحة مجددًا.

يعود المتنزّه ليبتعد عن المخيّم 2 km إضافيين في الاتجاه نفسه ويستريح. إنّ الإزاحة التي قطعها المتنزّه بين نقطتي الاستراحة تُمثّل بمتّجه مقداره 2 كلم ويتجّه بعيدًا عن المخيّم. إنّ إزاحة المتنزّه من بداية الرحلة حتى نقطة الاستراحة الثانية تُمثل بمتّجه مقداره 7 km ويتجّه بعيداً عن المخيّم. د م لغوي

الفيزياء في واقع الحياة

تسجيل أوقات الألعاب الأوليمبية يُعد تسجيل أوقات السباقات في الألعاب الأوليمبية وغيرها من المنافسات الرياضية الكبرى جانبًا مهمًا للغاية في الألعاب. تُسجَّل الأوقات التي يستغرقها العدّاؤون حتى الانتهاء من السباق على هيئة أجزاء من المائة من الثانية وتُستخدم في تحديد الأرقام القياسية العالمية والأوليمبية.

استعن بالشكل 10

طرح المتجه اطلب من الطلاب استخدام مسطرة لإثبات طرح المتجه كما هو موضح في **الشكل 10**. أشر إلى أنه على الرغم من أن هذه العمليات الرياضية بسيطة، إلا أنهم ينبغي أن يكونوا حريصين على مراقبة الاتجاهات لتفادي الأخطاء. ض م

3 التقويم

تقويم الفكرة الرئيسة

الموضع والإزاحة أخبر الطلاب أن العدّاء يبدأ في منتصف حاجز مستقيم، ويركض حتى يصل إلى خط النهاية. اطلب من الطلاب وصف النظام الإحداثي للعدّاء. سيكون النظام الإحداثي بطول الخط المستقيم الواصل من منتصف الحاجز (الصفر) إلى أي نقطة نهاية يصل إليها العدّاء. اطلب من الطلاب شرح الحالة التي قد يكون فيها موضع العدّاء سالبًا والإزاحة موجبة. إذا ركض العدّاء عائدًا من خلال نقطة الأصل إلى النهاية المقابلة للحاجز

التأكد من الفهم

الكميات المتجهة وغير المتجهة اطلب من الطلاب إعطاء أمثلة للكميات المتجهة وغير المتجهة، بالإضافة إلى تقديم تفسيرات لسبب اعتبار تلك الأمثلة مناسبة. الإجابة النموذجية: تُعد كتلة الجسم كمية غير متجهة — فلا يعقَل أن نسأل عن اتجاه الكتلة بالجرامات. بينما تُعد السرعة كمية متجهة — فعندما يتحرك الجسم، يكون من المعقول أن نسأل عن الاتجاه الذي يتحرك فيه. د م

التوسع

الفواصل الزمنية اطلب من الطلاب التفكير في ثلاثة أمثلة من الحياة اليومية للحاجة إلى قياس فواصل زمنية دقيقة. مثال على ذلك، تود عدّاءة معرفة المدة التي يستغرقها اجتياز 400 km. منطقي-رياضي ض م

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

0019_0036_C02_718462.indd 23 8/19/2016 10:52:32 AM

القسم 2 الإجابات

التأكد من فهم النص ومراجعة التعليقات التوضيحية

مراجعة التعليقات التوضيحية

سيشير السهم إلى موقع 5+.

مراجعة التعليقات التوضيحية

20 m إلى اليسار

التأكد من فهم النص

المسافة: طول الرحلة بالكامل وقد تتضمن الحركة ذهابًا وإيابًا.
الإزاحة: المسافة في اتجاه معين من نقطة البداية.

التأكد من فهم النص

يشير اتجاه السهم إلى الاتجاه الذي يبدأ من نقطة الأصل إلى موقع الجسم. يمثل الطول المسافة من نقطة الأصل إلى موضع الجسم.

مراجعة التعليقات التوضيحية

20 m شمالاً

القسم 2 مراجعة

6. الإجابة النموذجية: يمكن أن يكون اتجاه الموضع على طول حمّام السباحة. ويمكن أن تكون نقطة الأصل عند أحد الجوانب القصيرة لحمّام السباحة.

7. البداية ● ⟵ النهاية

8. ينتقل متجه الموضع من نقطة الأصل إلى الجسم. وعندما تختلف نقاط الأصل، ستختلف متجهات الموضع. على الجانب الآخر، لا توجد علاقة بين متجه الإزاحة ونقطة الأصل.

9. مدرسة ⟵ منزل

10. ينبغي أن يتفق الطالبان على الإزاحة والمسافة والفاصل الزمني للرحلة لأن هذه الكميات الثلاث مستقلة عن المكان الذي توضع فيه نقطة الأصل في النظام الإحداثي. ولن يتفق الطالبان على موضع السيارة لأن الموضع يُقاس من نقطة الأصل في النظام الإحداثي إلى مكان السيارة.

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

0019_0036_C02_718462.indd 24 8/19/2016 10:52:32 AM

القسم 3 الرسومات البيانية للعلاقة بين الموضع والزمن

1 مقدمة

نشاط تحفيزي

بيانات العلاقة بين الموضع والزمن اعرض للطلاب سيارة لعبة تتحرك بسرعة متجهة ثابتة. وبمشاركة الفصل بأكمله، اجمعوا بيانات عن موضعها وزمنها. استخدم هذه البيانات لتصميم رسم بياني للعلاقة بين الموقع والزمن. يمكنك حينئذٍ الرجوع إلى هذا الرسم البياني في أي مكان داخل القسم. د م بصري-مكاني

الربط بالمعرفة السابقة

التمثيلات البيانية والمسائل اللفظية سيصبح الطلاب على دراية برسومات بيانية من حصص الرياضيات، إلا أن هذه الرسومات البيانية قد لا تتضمن قدرًا كبيرًا من السياق. ينبغي أن يكون الطلاب على دراية بالمتغيرات المستقلة وغير المستقلة ونقاط الرسم والخط الأكثر ملاءمة وغير ذلك. سيصبح الطلاب أيضًا على دراية بحل المسائل اللفظية من خلال حصص الرياضيات التي أخذوها.

2 التدريس

تحديد المواضع

تطوير المفاهيم

الفكرة الرئيسة لمساعدة الطلاب على استيعاب عملية الرسم البياني بشكل كاملة وربطها بالبيانات، اشرح للطلاب بالتفصيل عملية إنشاء رسم بياني للعلاقة بين الموضع والزمن. يمكنك استخدام البيانات المأخوذة من النشاط التحفيزي أو البيانات الناتجة عن معادلات الحركة وتحضيرها قبل الحصة. د م منطقي-رياضي

متعلم الإنجليزية

تحديد المفاهيم الخاطئة

الرسومات البيانية للعلاقة بين الموضع والزمن قد يخلط بعض الطلاب بين الرسم البياني للعلاقة بين الموضع والزمن ونموذج الجسيمات لرسم الحركة. اسأل الطلاب عن المعلومات الواردة في الرسم البياني للعلاقة بين الموضع والزمن وغير الواردة في رسم الحركة. يُعد الرسم البياني للعلاقة بين الموضع والزمن تمثيلاً تصويريًا لجدول البيانات. يحتوي جدول البيانات على معلومات أكثر من رسم الحركة حيث تُسجل الأوقات المنقضية والمسافات الفعلية في الجدول. د م

استعن بالشكل 11

الموضع في **الشكل 11**، اطلب من الطلاب أن يحددوا موضع العدّاء الذي تُمثِّل حركته بعد 2.0 s. 10.0 m

التفكير الناقد

الرسم البياني للعلاقة بين الموضع والزمن اطلب من الطلاب أن يصفوا كيف ستبدو **الشكل 11** إذا بدأ العدّاء من المكان نفسه ولكنه تحرك في الاتجاه المعاكس.
ستصبح الشكل رسمًا بيانيًا في الربع الرابع الذي يوضح أن كل نقطة تالية تبعد أكثر عن نقطة الأصل. ف م

خلفية عن المحتوى

الطريقة العلمية يستطيع الطلاب التفكير في الرسم البياني لحركة العدّاء كنتيجة للبحث العلمي. قد تتمثل الفرضية في أن المسافة التي يقطعها العدّاء تزداد بزيادة الزمن. يُسمى وزن العدّاء وسرعته المتجهة متغيرات مضبوطة لأنها لا تتغير. إذا أُخذت قياسات الموضع عند فواصل زمنية متساوية، فسيُطلق على الزمن اسم المتغير المستقل لأن القائم بالتجربة هو الذي يحدد الفاصلَ الزمني. تُسمى المسافة المتغير التابع. من المعتاد تمثيل المتغير المستقل على المحور الأفقي (السيني) والمتغير التابع على المحور الرأسي (الصادي).

تطوير المفاهيم

التمثيلات يقع منزل طالبة في الشارع نفسه الذي توجد فيه المدرسة التي تبعد عنه بمسافة 10 عمارات. بعد مرور 1 min، تسير الطالبة بمسافة عمارة واحدة وبعد مرور 2 min، تسير بمسافة عمارتين وبعد مرور 3 min، تسير بمسافة 4 عمارات وبعد مرور 4 min، تسير بمسافة 7 عمارات وبعد مرور 5 min، تسير بمسافة 9 عمارات وبعد مرور 6 min، تصل الطالبة إلى المدرسة. اطلب من الطلاب أن يمثلوا الحركة بثلاث طرق مختلفة. قد يصمّم الطلاب رسوم الحركة والرسومات البيانية للعلاقة بين الموضع والزمن وجداول البيانات لتمثيل الحركة. ض م

استعن بالشكل 14

توضيح الحركة ينبغي أن يفهم الطلاب الطرق المختلفة لتمثيل الحركة. اطلب من الطلاب أن ينظروا إلى كل من التمثيلات الواردة في **الشكل 14** ويناقشوا كيف يوضح كل تمثيل طريقة حركة الجسم. يبين الجدول بالضبط المعلومات نفسها الموجودة في الرسم البياني، ولكن نموذج الجسيمات يقدم معلومات أقل بكثير من التمثيلين الآخرين. قد ترغب في إعادة النظر في هذا مرة أخرى في القسم 4 بعد وضع منهجية لمفهوم السرعة المتجهة. ض م

استخدام النماذج

تمثيلات العلاقة بين الموضع والزمن أثناء السكون تُعد جداول البيانات والرسومات البيانية للعلاقة بين الموضع والزمن نماذج تصف الحركة. اطلب من الطلاب أن يصمّموا هذه التمثيلات المكافئة لحركة طائر مهاجر يبدأ من نقطة سكون ويطير بسرعة 10 km/h لمدة 4 h، ويستريح لمدة 1 h، ويبدأ الحركة مرة أخرى بالسرعة نفسها لمدة 2 h أخرى ثم يستريح مرة أخرى لمدة 1 h. اشرح أنه عندما يكون الجسم ساكنًا، سيكون ميله على الرسم البياني للعلاقة بين الموضع والزمن خطًا أفقيًا.

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

0019_0036_Co2_718462.indd 25 8/19/2016 10:52:33 AM

عدة أجسام على رسم بياني للعلاقة بين الموضع والزمن

التعزيز

تجاوز الأجسام اسأل الطلاب كيف يمكن استخدام النظام الإحداثي نفسه لوصف حركة سيارتين مختلفتين، A و B، تسيران على الطريق نفسها. يوجد خط خاص لكل سيارة على الرسم البياني. اسأل الطلاب ماذا يشبه الرسم البياني إذا تجاوزت السيارة A السيارة B أو إذا تجاوزت السيارة B السيارة **A.** ستتقاطع الخطوط مع بعضها البعض. د م **لغوي**

مناقشة

المسألة في مثال المسألة 2، أي من العدَّاءَيْن بدأ قبل الآخر، العدّاء A أم العدّاء B؟ ماذا تعني كلمة "قبل"؟ إذا بدأت الأميال التي تمثل العدَّاءَيْن A وB من النقاط نفسها وتمت استدارتها لأسفل محور الزمن، فأي من العدَّاءَيْن سيبدأ أولاً، وماذا ستعني كلمة "سيبدأ أولاً" في هذه الحالة؟

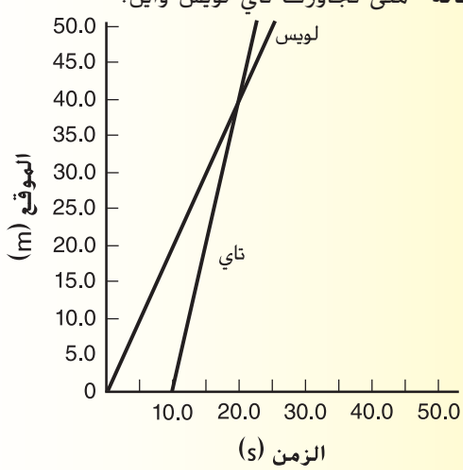
الحل في الحالة الأولى، بدأ العدّاء A قبل العدّاء B. حيث بدأ العدّاء A من نقطة الأصل وبدأ العدّاء B من خلف نقطة الأصل وركض كلا العدَّاءَيْن في الاتجاه نفسه. سيوضح الرسم البياني المتجه لأسفل أن كلا العدَّاءَيْن كان يركض بعيدًا عن نقطة الأصل في اتجاه معاكس للحالة الأولى. لقد بدأ العدّاء B أولاً في هذه الحالة لأنه بدأ من مسافة تبعد 50 m عن نقطة الأصل في اتجاه الحركة، بينما تحرك العدّاء A من نقطة الأصل.

ض م **منطقي-رياضي**

مثال إضافي للحل داخل الفصل

استخدم مثال المسألة *2*.

المسألة متى تجاوزت تاي لويس وأين؟



الحل النقطة التي يتقاطع عندها الخطان المرسومان بيانيًا تساوي 20.0 s و40.0 m.

3 التقويم

تقويم الفكرة الرئيسة

رسوم الحركة اطلب من الطلاب أن يتخيلوا حافلة تتحرك بمسافة 2.0 km من نقطة سكون ثم تتوقف وترجع إلى الخلف بمسافة 0.5 km ثم تصل إلى نقطة السكون مرة أخرى. ثم تتحرك من نقطة السكون إلى الأمام بمسافة 1.0 km ثم تتوقف. اطلب من الطلاب أن يرسموا رسمين للحركة، بحيث يمثل كل رسم اتجاهًا من اتجاهات الحركة. ثم اطلب من الطلاب تخصيص نظام إحداثي واحد للحركة الكاملة. اسأل الطلاب أي الإزاحات موجبة وأيها سالبة. إذا كان الاتجاه الأمامي موجبًا، فإن الاتجاه الخلفي سيكون سالبًا.

التأكد من الفهم

الرسومات البيانية ورسوم الحركة قدِّم للطلاب رسمًا بيانيًا لجسم يتحرك بعيدًا عن نقطة الأصل بسرعة ثابتة. اطلب من الطلاب أن يرسموا رسم الحركة المقابل له. تأكد أنهم يشيرون على وجه التحديد إلى نظامهم الإحداثي ونقطة البداية للجسم. سيكون رسم الحركة عبارة عن سلسلة من النقاط المتباعدة بشكل متساوٍ. وينبغي أن تحمل النقطة الأولى اسم نقطة الأصل.

ض م **منطقي-رياضي**

التوسع

الرسومات البيانية للعلاقة بين الموضع والزمن اطلب من الطلاب النظر إلى **الشكل 17**. Ask them to extrapolate the position of the hockey puck at 10 s. 200 m د م **منطقي-رياضي**

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

0019_0036_C02_718462.indd 26 8/19/2016 10:52:33 AM

القسم 3 الإجابات

التأكد من فهم النص ومراجعة التعليقات التوضيحية

مراجعة التعليقات التوضيحية

يتطابق الخط مع المسافة بداية من نقطة الأصل، التي تتزايد، وليس اتجاه الحركة.

مراجعة التعليقات التوضيحية

الإجابة النموذجية: يبين الجدول قيمًا دقيقة للبيانات بشكل سريعة.

التأكد من فهم النص

يصبح الموضع الحالي للعدّاء هو موضع العدّاء في لحظة معينة.

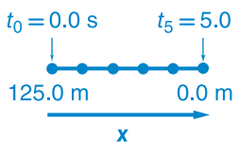
التأكد من فهم النص

لاحظ أن تقاطع خطين على رسم بياني للعلاقة بين الموضع والزمن يُعْلِمُك بالوقت الذي تكون فيه الأجسام في الموضع نفسه.

مسائل تدريبية

11. تبدأ السيارة من الموضع 125.0 m وتتحرك تجاه نقطة الأصل، وبهذا تصل إلى نقطة الأصل بعد مرور 5.0 s من بدء حركتها. تتجاوز السيارة نقطة الأصل.

12.



13. a. عند 4.0 s

b. 100.0 m

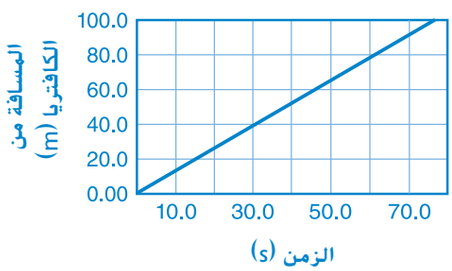
c. 50.0 m

14. يسير اثنان من المشاة المسافة نفسها خلال كل فترة زمنية ويسير كلاهما تجاه الشرق طوال الوقت. بدأ الماشي A من غرب نقطة الأصل وسار تجاه نقطة الأصل وواصل السير تجاه الشرق. وبدأ الماشي B من نقطة الأصل وسار تجاه الشرق.

15. a. 19 s

b. 58 s

c.



16. تجاوز العدّاء A نقطة الأصل.

17. العدّاء B

18. عند 50.0 m−

19. 30 m تقريبًا

20. a. 6.0 min

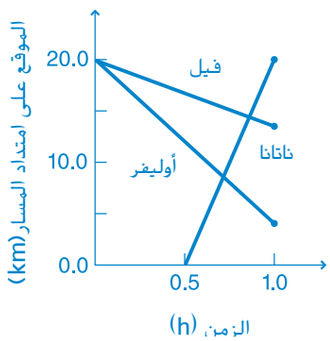
b. لا، حيث تبعد الخطوط التي تمثل حركات كل من جونيتا وهيثر أكثر كلما ازداد الزمن. ولن تتقاطع الخطوط.

c. 1 km

d. $t = 1.8$ hr

تحدي الفيزياء

1.



2. تتجاوز نتانا أوليفيا عند الساعة 12:13 مساءً

3. يقف فيل على مسافة تقرب من 6.8 km شمال مواقع كل من نتانا وأوليفيا.

القسم 3 مراجعة

21. انظر دليل الحلول على الإنترنت.

22. انظر دليل الحلول على الإنترنت.

23. 0.5 s

24. 100 m

25. 2.0 s

26. لا، لأنهما لا يوضحان الحركة نفسها. على الرغم من تحرك كلا الجسمين في الاتجاه الموجب، إلا أن أحدهما يتحرك بشكل أسرع من الآخر. يستطيع الطلاب الاستشهاد بعدد من الأمثلة المختلفة من الرسم البياني ونموذج الجسيمات لدعم هذا المبدأ. على سبيل المثال، يوضح نموذج الجسيمات الموضع 2 m بعد مرور 2 s، ولكن الرسم البياني يوضح الموضع 8 m بعد مرور 2 s.

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

0019_0036_C02_718462.indd 27 8/19/2016 10:52:33 AM

القسم 4 ما مقدار السرعة؟

1 مقدمة

نشاط تحفيزي

السرعة اطلب من الطلاب أن يسيروا في جميع أنحاء الغرفة مرتين، على أن يبدؤوا السير ببطء ثم يتقدمون في السرعة. واسأل طلابًا آخرين هل فعل الطالب الأول ما طلبته منه. واسألهم كيف عرفوا ذلك. اسأل عن الدليل الذي استعانوا به لاتخاذ قرارهم على وجه التحديد. واطلب منهم أن يكتبوا قائمة بالكميات الفيزيائية التي يجب معرفتها لتحديد مقدار سرعة جسم ما. الكميات هي الموضع الأولي والموضع النهائي والوقت الذي استغرقه الطالب للانتقال من الموضع الأولي إلى الموضع النهائي. د م بصري-مكاني

الربط بالمعرفة السابقة

السرعة سيصبح الطلاب على دراية بمفهوم السرعة. ومع ذلك قد لا يعرفون الفرق بين السرعة والسرعة المتجهة، وسيستخدم العديد منهم هذين المصطلحين بالتبادل. إذا أدخل الطلاب مصطلح السرعة المتجهة في المناقشة قبل أن تكون مستعدًا لشرحه، فاسألهم ماذا يقصدون.

2 التدريس

السرعة المتجهة والسرعة العادية

تطوير المفاهيم

عرض توضيحي لمتوسط السرعة المتجهة يمكنك تصميم نموذج كمثال لعدَّاءَيْنِ بطيئين في الفصل بلعبتين تتحركان بسرعات ثابتة مختلفة. يمكن القيام بذلك كعرض توضيحي تفاعلي أو كنشاط جماعي صغير. قد تختار أيضًا أن تطلب من الطلاب أخذ بيانات اللعبتين وحساب سرعتَيهما. د م حركي

التفكير الناقد

تفسير الرسومات البيانية اسأل الطلاب عن إمكانية كون رسم بياني دقيق للموقع في مقابل الزمن رسماً على شكل مستقيم رأسي. لا ، هذا غير ممكن؛ إذ ذلك قد يعني أن الجسم موجود في مواقع عدّة في آن واحد أو أن للجسم سرعة تساوي اللانهاية ف م

تطبيق الفيزياء

سرعة الضوء وفقًا لنظرية النسبية التي وضعها ألبرت أينشتاين (1879–1955) في عام 1905، فإن أقصى سرعة ممكنة للجسم هي سرعة الضوء. وكان جاليليو جاليلي (1564–1642) أول عالم حاول قياس سرعة الضوء. كانت طريقته هي وضع رجلين أعلى قمتي جبلين يبعدان عن بعضهما بمسافة معروفة. حَمَلَ كل رجل قنديلاً بمزلاج وكان أحد الرجلين معه مساعد بجهاز لقياس الزمن. ومع ذلك، لم يتمكن جاليليو عبر هذه المسافة القصيرة من **إجراء قياس دقيق. واستطاع أن يستنتج فقط أن الضوء يتحرك أسرع من الصوت. يُعد أوول رومر (1644–1710) أول من نجح في قياس سرعة الضوء. استند قياس رومر إلى ملاحظات خسوف أحد الأقمار التابعة لكوكب المشتري.**

عرض عملي سريع

سبورة. صمّم سيارتين تتجهان نحو بعضهما البعض واطلب من الطلاب أن يتوقعوا المكان الذي ستتصادم فيه السيارتان. قدّم العرض التوضيحي لترى هل التوقعات صحيحة أم لا. أرشد الطلاب ليفهموا أنه إذا تساوت سرعات السيارتين، فستصطدم السيارتان في المنتصف، وإذا كانت هناك سيارة أسرع من الأخرى، فستتلاقى السيارتان عند نقطة أبعد من النقطة التي بدأت منها السيارة الأسرع.

التدريس المتمايز

الطلاب الذين يواجهون صعوبة أحيانًا يواجه الطلاب صعوبة في تفسير الوحدات m/s على نحو صحيح، وخاصة الفكرة التي تتمثل في أن سرعة جسم ما تُعْلِمُك بعدد الأمتار التي يتحركها الجسم في 1 s. لمساعدة الطلاب على فهم هذه الوحدات، اطلب منهم أن يفكروا في سيارة تبدأ من نقطة الأصل وتتحرك بسرعة 20 m/s. واسألهم أين تكون السيارة عند 1 s و2 s و3 s وهكذا، ثم اسألهم عن المسافة التي تحركتها السيارة خلال الثانية الأولى والثانية وهكذا. ساعد الطلاب على استخدام هذه المعلومات لتفسير السرعة على نحو صحيح. د م منطقي-رياضي

استخدام تجارب الفيزياء

في نشاط السرعة الثابتة، سيقيس الطلاب المسافة والزمن لإيجاد متوسط السرعة.

استخدام تجارب الفيزياء

في نشاط قياس السرعة المتجهة، سيستخدم الطلاب مِكشاف الحركة لقياس السرعة المتجهة.

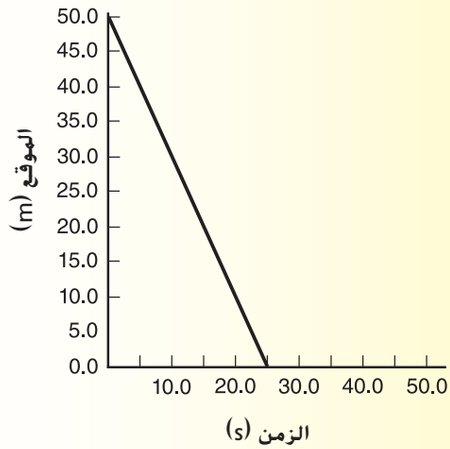
حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

0019_0036_Co2_718462.indd 28 8/19/2016 10:52:33 AM

مثال إضافي للحل داخل الفصل

استخدم مثال المسألة 3.

$v = (50.0\ m - 0.0\ m)/(0.0\ s - 25.0\ s)$
$- 2.00 m/s,\ 2.00\ m/s$



نشاط مشروع الفيزياء

الحركة في خط مستقيم اطلب من الطلاب أن يتجولوا في المدرسة ويدوّنوا أمثلة لأجسام متحركة مختلفة. من بين تلك الأمثلة، ينبغي أن تكون هناك ثلاثة أمثلة لأجسام يستطيع الطلاب أن يصفوا حركتها باستخدام مفاهيم الفيزياء الواردة في هذه الوحدة. ينبغي أن تكون هناك أيضًا ثلاثة أمثلة لأجسام لا يستطيع الطلاب أن يصفوا حركتها بدقة حتى الآن. ينبغي أن يذكر الطلاب، على وجه التحديد، السبب في عدم تطبيق النموذج الحالي للحركة على هذه الأجسام. على سبيل المثال، ينبغي أن يكون الطلاب قادرين على تمثيل حركة كرة تتدحرج على أرضية أفقية من خلال الدروس التي تعلموها في هذه الوحدة. ومع ذلك، لن يتمكن الطلاب من تصميم نموذج لحركة كرة ترتد أسفل درجات السلم. ض م حركي

التعزيز

الفكرة الرئيسة ضع كرة أعلى منحدر طويل وأطلقها. اطلب من الطلاب أن يصفوا السرعة المتجهة اللحظية للكرة بينما تتدحرج أسفل المنحدر. واشرح أن السرعة المتجهة تساوي صفرًا عند القمة وتزداد حتى تصل الكرة إلى القاع. باستخدام مسطرة وساعة إيقاف أو ساعة، اطلب من الطلاب أن يحددوا متوسط السرعة المتجهة للكرة أثناء تغيير موضعها عن طريق التحرك من قمة المنحدر إلى قاعه. د م بصري-مكاني

تحديد المفاهيم الخاطئة

السرعة المتجهة اللحظية والمتوسطة في لغة الحياة اليومية، قد تستخدم كلمة سرعة متجهة لتشير إلى السرعة المتجهة اللحظية أو متوسط السرعة المتجهة. ونتيجة لذلك، قد يخلط الطلاب بين المدلولين. وضِّح الفرق عن طريق ربط المصطلحين بحركة السيارة. اسأل الطلاب كيف يعرفون السرعة التي يسيرون بها عندما يسافرون بالسيارة. يوضح عدّاد السرعة السرعة المتجهة اللحظية. اسأل الطلاب ما السرعة المتوسط للسيارة في حالة الحركة والتوقف إذا كانت السيارة تسير بسرعة 40 km في 2 h. 20 km/h

معادلة الحركة

استعن بالشكل 23

اسأل الطلاب كيف يعرفون أي من السيارات تكون سرعتها المتجهة المتوسطة أكبر في **23**. تُعد المسافة بين الفواصل الزمنية للسيارة التي تسير تجاه اليمين أكبر منها بين الفواصل الزمنية للسيارة التي تسير تجاه اليسار. بالإضافة إلى ذلك، يُعد متجه السيارة التي تسير تجاه اليمين أطول من متجه السيارة التي تسير تجاه اليسار. د م منطقي-رياضي

نشاط تحدي الفيزياء

السباقات قدّم للطلاب أو اطلب منهم إيجاد سرعات لأنواع عديدة من حيوانات ذات أحجام مختلفة. ستكون هذه السرعات بوحدات مختلفة. واطلب من الطلاب أن يتوقعوا الترتيب النهائي لسباق 100 m بين الحيوانات. اطلب منهم أيضًا أن يكتشفوا الزمن الذي يستغرقه كل متسابق. ثم اطلب منهم تمثيل ذلك مرئيًا وشرح كيف توصلوا إلى إجاباتهم باستخدام المفاهيم الرياضية.

ف م منطقي-رياضي

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

0019_0036_C02_718462.indd 29 8/19/2016 10:52:33 AM

التعزيز

الموضع اطلب من الطلاب أن يكوّنوا مجموعات ثنائية. واطلب منهم أن يشرحوا لبعضهم البعض الطرق الأربع المستخدمة لتمثيل حركة جسم يتحرك بسرعة ثابتة. ينبغي أن يشرح كل طالب طريقتين. وإذا لم يفهم الطالب الطريقة المشروحة، ينبغي عليه أن يطرح أسئلة.

د م تفاعلي

3 التقويم

تقويم الفكرة الرئيسة

السرعة المتجهة لجسم ما اطلب من الطلاب أن يصمّموا رسمًا لحركة شاحنة تتحرك بسرعة ثابتة من النقطة A إلى النقطة **B.** واشرح للطلاب أن الشاحنة تسير من المدينة A إلى المدينة B مسافة قدرها 100 km. وأخبر الطلاب أن الشاحنة تقطع النصف الأول من الرحلة بسرعة 50 km/h وتقطع النصف الثاني من الرحلة بسرعة 100 km/h. اطلب من الطلاب أن يجدوا متوسط السرعة المتجهة للشاحنة.

متوسط السرعة

$$= \frac{100\text{km}}{\frac{50\text{ km}}{50\text{ km/h}} + \frac{50\text{ km}}{100\text{km/h}}}$$

$$= 67\text{ km/h}$$

إذا استغرقت الشاحنة وقتًا متساويًا بسرعة 50 km/h و100 km/h، فإن متوسط السرعة = 75 km/h.

التأكد من الفهم

متوسط السرعة المتجهة والسرعة اسأل الطلاب عما يلي: يمكنك أن تسير إلى المتجر الذي يبعد 0.5 km ثم تعود في خط مستقيم. إذا استغرقت المسافة بأكملها 20 دقيقة، فكم تبلغ سرعتك المتجهة المتوسطة؟ كم تبلغ سرعتك المتوسطة؟ متوسط السرعة المتجهة=0، متوسط السرعة=3 km/h

ض م

التوسع

السرعة المتجهة الثابتة قسِّم الفصل إلى مجموعات صغيرة واطلب من كل مجموعة أن تصمّم تجربة سريعة لتحديد ما إذا كان شخص ما يسير بسرعة متجهة ثابتة أم لا. اجمع التصميمات التجريبية ثم نظّم بعض الاقتراحات الأكثر شيوعًا في بداية الحصة التالية لتجعل الطلاب يختبرونها ويقوّمونها.

ف م تفاعلي

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

0019_0036_C02_718462.indd 30 8/19/2016 10:52:33 AM

القسم 4 الإجابات

التأكد من فهم النص ومراجعة التعليقات التوضيحية

مراجعة التعليقات التوضيحية

أبعد 3 m

التأكد من فهم النص

يعني الميل لأعلى فوق المحور الأفقي *x* أن السرعة المتجهة موجبة وأن الجسم يتحرك بعيدًا عن نقطة الأصل. يعني الميل لأعلى أسفل المحور الأفقي *x* أن السرعة المتجهة موجبة وأن الجسم يتحرك تجاه نقطة الأصل. يعني الميل لأسفل فوق المحور الأفقي *x* أن السرعة المتجهة سالبة وأن الجسم يتحرك تجاه نقطة الأصل. يعني الميل لأسفل أسفل المحور الأفقي *x* أن السرعة المتجهة سالبة وأن الجسم يتحرك بعيدًا عن نقطة الأصل.

مراجعة التعليقات التوضيحية

سيكون الميل موجبًا.

التأكد من فهم النص

تُحدَّد متوسط السرعة المتجهة عن طريق قسمة الفرق بين السرعات المتجهة النهائية والأولية على الفاصل الزمني. ولا يؤخذ في الحسبان التغيرات التي تطرأ على السرعة المتجهة خلال الفاصل الزمني. السرعة المتجهة اللحظية هي السرعة المتجهة لجسم ما في لحظة زمنية معينة.

التأكد من فهم النص

توضح أطوال متجهات السرعة المتجهة سرعة الجسم مقارنةً بسرعة الأجسام الأخرى.

مسائل تدريبية

27. a. 0.3 m/s

b. تمثل متوسط السرعة المتجهة ميل الخط، بما في ذلك العلامة، بحيث تكون 0.3 m/s− أو 0.3 m/s شمالاً.

28. تبحر السفينة شمالاً بسرعة 0.3 m/s.

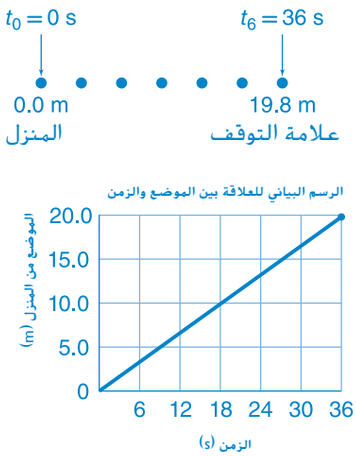
29. 1.2 cm/s−

30. a. 0.7 km/min

b. 0.7 km/min في الاتجاه الموجب

31. تسير الدراجة في الاتجاه الموجب بسرعة 0.7 km/min.

32. رسم الحركة



33. 88 km شرقًا

34. 1.1×10^{2} km شرقًا

35. 17 km غربًا

36. 52 km غربًا و4.0×10^{1} km غربًا

القسم 4 مراجعة

37. السرعة المتجهة لجسم ما تساوي معدل التغير في موضعه.

38. C = D ،B ،A

39. حجم متوسط السرعة المتجهة لـــ A أكبر من حجم متوسط السرعة المتجهة لـــ B، ولكن متوسط السرعة المتجهة لـــ A سالبة ومتوسط السرعة المتجهة لـــ B موجبة. تتساوى مقادير السرعات المتجهة المتوسطة لـــ C وD، ولكن متوسط السرعة المتجهة لـــ D موجبة ومتوسط السرعة المتجهة لـــ C سالبة.

40. **D** .A، C، B. نعم، سيكون الترتيب من الأكبر مسافة إلى الأصغر مسافة هو A، C، D، B.

41. متوسط السرعة: القيمة المطلقة لمتوسط السرعة المتجهة إذا كان الجسم يتحرك بطريقة متسقة.

42. سارت السيارة الحمراء 8 km شرق النقطة B. وسارت السيارة الزرقاء 12 km غرب النقطة B. تقع السيارة الحمراء عند 14 km شرق نقطة الأصل. وتقع السيارة الزرقاء عند 6 km غرب نقطة الأصل.

43. 23 km

44. ستتنوع الإجابات. يساعدك رسم النماذج على تنظيم وضعية المسألة. يصعب كتابة المعادلة الصحيحة إذا لم تكن لديك شكل واضحة عن كيفية وضع الأجسام و/أو تحركها. يمكنك كذلك اختيار النظام الإحداثي في هذه الخطوة ويُعد هذا ضروريًا للتأكد من استخدامك للعلامات الصحيحة في الكميات التي ستستبدلها في المعادلة لاحقًا.

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

0019_0036_C02_718462.indd 31 8/19/2016 10:52:33 AM

نظرة عن كثب

هل لديك الوقت الكافي؟

تمدد الزمن

الغاية

سيعرف الطلاب كيف يمكن أن تؤثر الحركة في معدل مرور الزمن.

الخلفية

تُفسر نسبية الزمن، التي يُطلق عليها أيضًا تمدد الزمن، عن طريق النظرية النسبية الخاصة. تتضمن الجوانب الأخرى لنظرية النسبية الخاصة انخفاض الطول والحد الأقصى لسرعة الضوء وتكافؤ المادة والطاقة. تعمم النظرية النسبية العامة النظرية النسبية الخاصة لتفسر كيف تؤثر الجاذبية في المكان والزمان.

استراتيجيات التدريس

- ربما اعتاد الطلاب على الفكرة التي تفيد بأن ساعة زمنية واحدة لشخص ما هي الساعة الزمنية نفسها لشخص آخر. عزز الفكرة بأن هذا تقريب يسري فقط عند السرعات الأبطأ.
- أحيانًا يُظهر الطلاب مفاهيم خاطئة تتعلق بنسبية الزمن. على سبيل المثال، قد يعتقد طالب أن الساعات الحقيقية فقط هي التي تسير بشكل أسرع أو أبطأ أو أن المرء "يشعر" بالسرعة أو البطء وفقًا لوجهة نظره. عزز لدى الطلاب الفكرة التي تتمثل في أن الزمن يمر بالفعل ببطء أو بسرعة وفقًا لوجهة نظرك، وأن هذا ليس مجرد وهم.

لمزيد من التعمق >>>

النتائج المتوقعة تؤثر جاذبية الأرض في مرور الزمن على قمر صناعي بنظام تحديد المواقع العالمي (GPS) أكثر من تأثير حركة القمر الصناعي نفسه. تزيد سرعة القمر الصناعي بنظام تحديد المواقع العالمي بحوالي 45 μs/يوم بسبب موضعه بالنسبة إلى سطح الأرض في مجال الجاذبية الأرضية. وهذا عكس ما يحدث من فقدان 7 μs/يوم بسبب حركة القمر الصناعي، الأمر الذي يؤدي إلى زيادة إضافية تقترب من 38 μs/يوم بالنسبة إلى سطح الأرض.

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

0019_0036_C02_718462.indd 32 8/19/2016 10:52:33 AM

الوحدة 2 الإجابات

القسم 1

إتقان المفاهيم

45. يوضح لك رسم الحركة شكل للحركة تساعدك على تصور الإزاحة والسرعة المتجهة.

46. يمكن معاملة الجسم كجسيم نقطي إذا لم تكن الحركات الداخلية مهمة وإذا كان الجسم صغيرًا مقارنةً بالمسافة التي يتحركها.

القسم 2

إتقان المفاهيم

47. يختلف الموضع والإزاحة عن المسافة حيث يتضمن الموضع والإزاحة معلومات عن الاتجاه الذي تحرك فيه الجسم، أما المسافة فلا تتضمن مثل هذه المعلومات. تختلف المسافة والإزاحة عن الموضع حيث يوضحان كيف يتغير مكان الجسم خلال فاصل زمني معين، بينما يشير الموضع بالضبط إلى المكان الذي يقع فيه الجسم في وقت محدد.

48. اقرأ الساعة في بداية الفترة ونهايتها واطرح وقت البداية من وقت النهاية.

القسم 3

إتقان المفاهيم

49. صمّم رسمين بيانيين على مجموعة المحاور نفسها. سيتجاوز أحد المتزلجين في خط مستقيم متزلجًا آخر إذا تقاطع الخطان اللذان يمثلان حركة كليهما. ويكون إحداثي زمن النقطة التي يتقاطع فيها الخطان هو الزمن الذي يحدث فيه التجاوز.

القسم 4

إتقان المفاهيم

50. $\overline{v} \equiv \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{x_f - x_i}{t_f - t_i}$

51. كلاهما خط مستقيم يبدأ من الموضع نفسه، ولكن ميل خط العدّاء يكون أشد انحدارًا.

52. السرعة المتجهة

53. يمكن حساب متوسط السرعة المتجهة من المعلومات المقدمة، ولكن لا يمكن إيجاد السرعة المتجهة اللحظية.

إتقان المسائل

54. 2.0×10^{1} m

55. 1.5×10^{11} m

56. ستختلف الإجابات. الصيغة المحتملة للإجابة الصحيحة هي "... إذا كان هذا يستغرق من الفراشة 7 ثوانٍ، فكم يبلغ متوسط سرعتها؟"

57. 18 min

58. 1.8 min

تطبيق المفاهيم

59. A ،B ،D ،C

60. إذا جرى الأرنب مرتين بأقصى سرعة، فإن ميل الرسم البياني سيكون منحدرًا بمقدار الضعف. وإذا جرى الأرنب في الاتجاه المعاكس، فإن مقدار الميل سيكون هو نفسه ولكنه سيكون سالبًا.

61. لا توجد تركيبات تتضمن الوحدات الصحيحة، وهي الأمتار في الثانية. بالإضافة إلى ذلك، يزيد $\Delta x + \Delta t$ عندما تزداد إحدى المدتين. تعتمد العلامة $\Delta x - \Delta t$ على الأحجام النسبية لـ Δx وΔt. يزيد $\Delta x \times \Delta t$ عندما يزيد أحدهما. ينقص $\Delta t / \Delta x$ مع تزايد الإزاحة ويزيد مع تزايد الفاصل الزمني الذي يتراجع بدءًا من السرعة المتجهة.

62. يمكن معاملة كرة القدم كجسيم إذا لم تكن حركات دورانه مهمة وإذا كانت المسافة التي يتحركها أكبر بكثير من كرة القدم.

63. a. إذا كان العدّاء A له الأسبقية بأربع وحدات.

b. إذا كان العدّاء B أسرع، كما هو موضح بالميل الأشد انحدارًا.

a. يتجاوز العدّاء B العدّاء A عند النقطة *P* ويسبق العدّاء A بعد تلك النقطة.

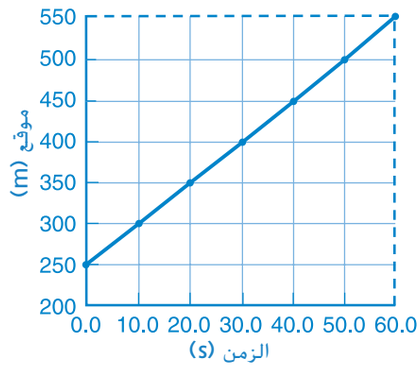
حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

0019_0036_Co2_718462.indd 33 8/19/2016 10:52:34 AM

الإجابات

مراجعة شاملة

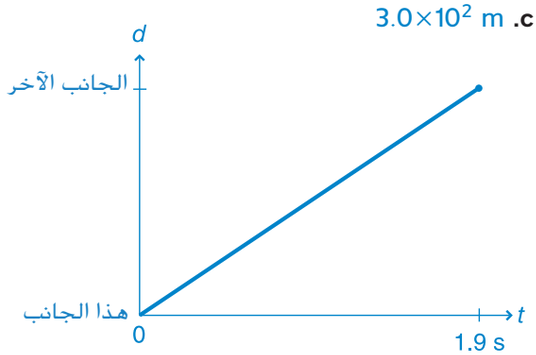
64. a.



b. 550 m غربًا

c. 3.0×10^{2} m

65.



المعادلة هي $\Delta x = \bar{v}\Delta t$.

66. a. 1.0 h

b. 45 min

c. من 6.0 km إلى 9.0 km من نقطة الأصل

67. a. انظر دليل الحلول عبر الإنترنت.

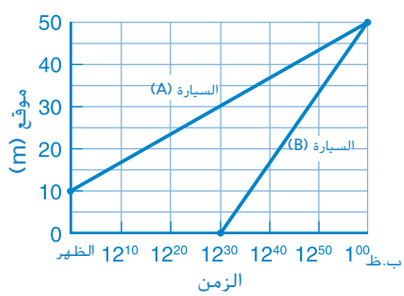
السيارة A: 150 km

السيارة B: 170 km

b. السيارة A: 1.6 h

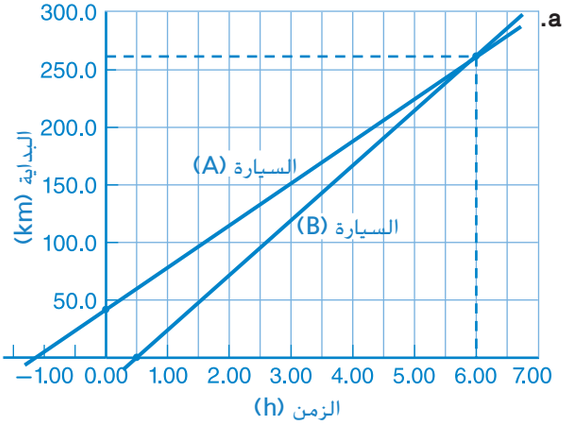
السيارة B: 1.4 h

68.



وصلت السيارتان إلى الشاطئ الساعة 1:00 مساءً.

69. a.



6.0 h

b. 2.6×10^{2} km

c. 7.3 h

70. a. ستتنوع الإجابات، ولكن الصيغة الصحيحة للإجابة هي أن إبراهيم يسير 6 m في 7 s. ويتوقف لمدة 16 s. ويسير
6 m في 9 s ويتوقف لمدة 5 s. ويغير اتجاهه ويعود تجاه نقطة الأصل. ويسير 9 m في 9 s ويتوقف لمدة 5 s. وبعد ذلك يسير بعيدًا عن نقطة الأصل مرة أخرى لمسافة 3 m في 1 s. ويتوقف مرة أخرى لمدة 5 s ويغير اتجاهه ويسير 6 m في 6 s ليعود تجاه نقطة الأصل.

b. من 7.0 إلى 23.0 s، وبشكل لحظي في 43.0 s، ومن 52.0 s إلى 57.0 s

c. $\Delta t = 32.0\text{ s} - 0.0\text{ s} = 32.0\text{ s}$

d. −1.00 m/s

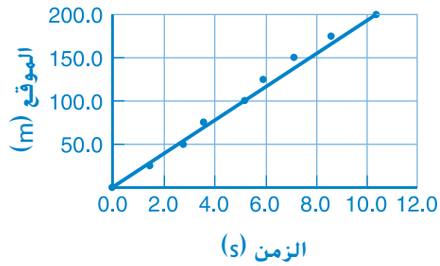
حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

0019_0036_C02_718462.indd 34 8/19/2016 10:52:34 AM

الإجابات

التفكير الناقد

71.



يصل ميل الخط وسرعة السيارة إلى حوالي 19.7 m/s.

72. 720 km/h. لا

73. الإجابات المحتملة: 1) اجمع بعض الأفراد معًا وأعطِ ساعة يد لكل منهم. اضبط الساعات بحيث يكون الزمن فيها جميعها مماثلاً وقف على طول الشارع مع الحرص على وجود مسافات فاصلة متساوية، ربما 10 m أو نحو ذلك. عندما تمر الدراجة النارية، اطلب من كل فرد تسجيل الوقت (بمستوى دقة يبلغ ثوانيَ على الأقل) الذي مرت فيه الدراجة النارية من أمام الفرد. صمّم رسمًا بيانيًا للعلاقة بين الموضع والزمن واحسب ميل الخط الأكثر ملاءمة. إذا كان الميل أكبر من 25 mph، فيعني هذا أن سرعة الدراجة النارية تزداد. 2) اطلب من شخص ما لديه رخصة قيادة أن يقود سيارة على طول الشارع لمسافة 25 mph في الاتجاه نفسه الذي تتوقع أن تسير الدراجة النارية فيه. إذا قلت المسافة بين الدراجة النارية والسيارة، فيعني هذا أن سرعة الدراجة النارية تزداد. وإذا ظلت المسافة بينهما كما هي، فيعني هذا أن الدراجة النارية تسير وفق السرعة المقررة. بينما إذا زادت المسافة، فيعني هذا أن الدراجة النارية تسير بسرعة أقل من السرعة المقررة.

74. يمكن أن يكون هناك خط أفقي يمثل رسمًا بيانيًا للعلاقة بين الموضع والزمن. يشير هذا إلى أن موضع الجسم لا يتغير، أو بمعنى آخر، لا يتحرك. ولا يمكن أن يكون هناك رسم بياني للعلاقة بين الموضع والزمن يمثل خطًا رأسيًا، لأن هذا يعني أن الجسم يتحرك بسرعة لانهائية.

اكتب في موضوع في الفيزياء

75. ستختلف الإجابات. حاول جاليليو أن يحدد سرعة الضوء ولكنه لم ينجح. بينما نجح عالم الفلك الدنماركي، أوول رومر، في قياس سرعة الضوء عام 1676 عن طريق ملاحظة خسوف أحد الأقمار التابعة لكوكب المشتري. وبلغ تقديره 140000 ميل/ثانية (225,308 km/s). ومنذ ذلك الوقت، حاول العديد من العلماء الآخرين قياس سرعة الضوء بدقة أكثر باستخدام عجلات دوّارة مسنّنة ومرايا دوّارة ومصراع كير خلوي.

76. ستختلف الإجابات. من أمثلة الحيوانات التي لديها قدرة عالية على التحمل لتصمد أكثر أمام الحيوانات المفترسة أو الفريسة: البغال والدببة والقيوط. ومن أمثلة الحيوانات التي لديها القدرة على الهروب بسرعة من الحيوانات المفترسة أو اقتناص الفريسة: الفهود والظباء والغزلان.

مراجعة تراكمية

77. a. 5.8×10^{-8} s
b. 4.6×10^{7} s
c. 9.27 s
d. 1.23×10^{4} s

78. a. 4
b. 5
c. 3
d. 3

79. a. 7.4 mm
b. 49.6 m^2
c. 70.4 kg

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

0019_0036_C02_718462.indd 35 8/19/2016 10:52:34 AM

الإجابات

تدريب على الاختبار المعياري

اختيار من متعدد

1. C
2. A
3. B
4. B
5. A

الإجابة الحرة

6. $x = \bar{v}t + x_i$

$= (12.8 \text{ cm/s})\ (3.10 \text{ s}) + 0 \text{ s}$

$= 39.7 \text{ cm}$

يتحرك الفأر 39.7 cm شمالاً من نقطة بدء حركته.

رصد الدرجات

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

النقاط	الوصف
4	يُظهر الطالب فهمًا تامًا لدروس الفيزياء المتضمنة. وقد تتضمن إجابته أخطاءً طفيفة لا تنقص من إثبات فهمه التام.
3	يُظهر الطالب فهمًا لدروس الفيزياء المتضمنة. وتكون إجابته صحيحة في الأساس وتوضح أن فهمه غير تام ولكنه استوعب دروس الفيزياء بشكل أساسي.
2	يُظهر الطالب فهمًا جزئيًّا فقط لدروس الفيزياء المتضمنة. وعلى الرغم من أنه قد استخدم نهجًا صحيحًا للحل أو قدَّم حلاً صحيحًا، إلا أن إجابته تفتقر إلى فهم أساسي للمفاهيم الفيزيائية الأساسية.
1	يُظهر الطالب فهمًا محدودًا جدًا لدروس الفيزياء المتضمنة. وتكون إجابته غير كاملة وبها أخطاء كثيرة.
0	يقدم الطالب إجابة غير صحيحة تمامًا أو لا يجيب على الإطلاق.

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

0019_0036_C02_718462.indd 36 8/19/2016 10:52:34 AM

الوحدة 3

الحركة المتسارعة

Glow Images

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

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

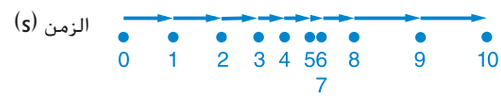
التسارع اللحظي هو الفرق في السرعة المتجهة في لحظة من الزمن، ولكن التسارع المتوسط هو الفرق في السرعة المتجهة خلال فاصل زمني مقسومًا على تلك الفترة الفاصلة.

التأكد من فهم النص

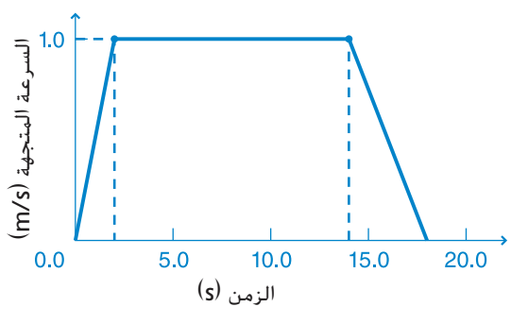
قد يتسارع الجسم بتغير اتجاهه.

مسائل تدريبية

1.



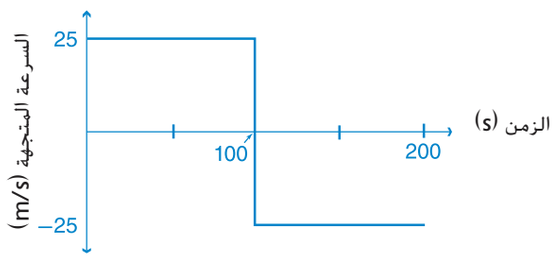
2. a. 5.0 إلى 15.0 s
   b. 0.0 إلى 5.0 s
   c. 15.0 إلى 20.0 s
3. a. $2.0\ m/s^2$
   b. $-1.2\ m/s^2$
   c. $0.0\ m/s^2$
4.



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

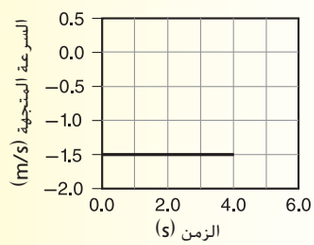
الاشتقاق $x_f = \frac{1}{2}at_f^2$ ذكّر الطلاب أن العرض التوضيحي السريع أوضح أن السرعة النهائية لجسم يتحرك بتسارع ثابت من وضع السكون تساوي ضعف متوسط سرعته المتجهة خلال ذلك الفاصل الزمني. اطلب من الطلاب استخدام هذا الاستنتاج مع تعريف $\bar{a}$ لإظهار أن $x_f = \frac{1}{2}at^2$ لجسم في وضع السكون في البداية.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

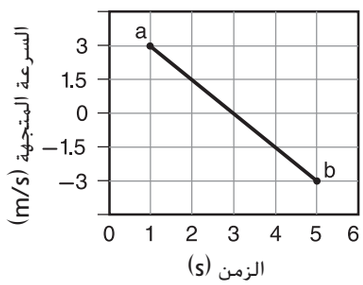
المساحة أسفل رسم بياني *v*–*t* في مثال المسألة 3، قد يعتقد الطلاب أن ارتفاع المساحة يبلغ 70 – 75 m/s. ذكّر الطلاب أن v هو ارتفاع الخط المرسوم فوق المحور t، ومن المفهوم أنه يتقاطع مع المحور v إذا كان v = 0.

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*

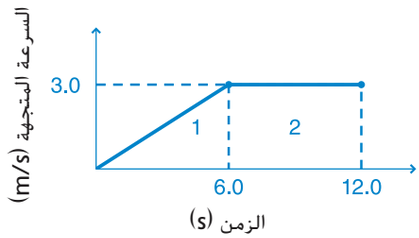
28. $32\ m$ شرقًا

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

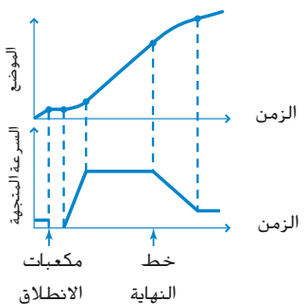
b. $90.0\ m/s$

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.

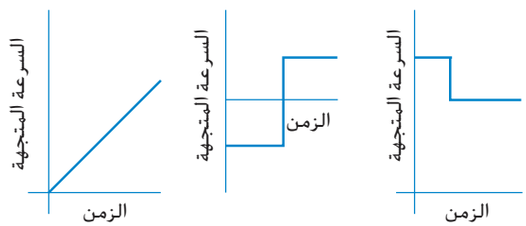
78. (1) سر في الاتجاه الموجب بسرعة ثابتة. (2) سر في الاتجاه الموجب بسرعة متزايدة لفترة قصيرة؛ استمر في السير بسرعة متوسطة ضعف الزمن؛ قلل سرعتك لوقت قصير وتوقف؛ استمر في التوقف؛ واستدر وكرر الإجراء حتى تصل إلى الموقع الأصلي.

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

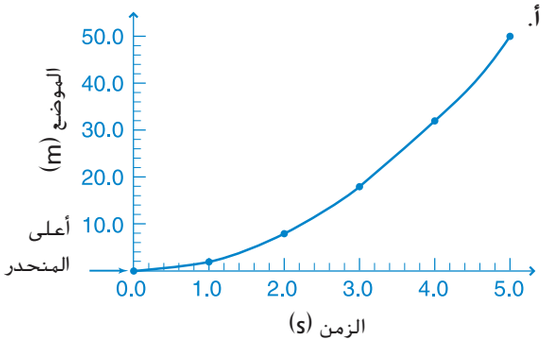
87. يجب أن تعرف الزمن الذي يمر بين مرات الوميض والمسافة بين أول صورتين والمسافة بين آخر صورتين. ومن هذه البيانات، سوف تحصل على سرعتين متجهتين. بين هاتَين السرعتين المتجهتين، يوجد فاصل زمني يبلغ t ثانية. اقسم الفارق بين السرعتين المتجهتين على t.

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

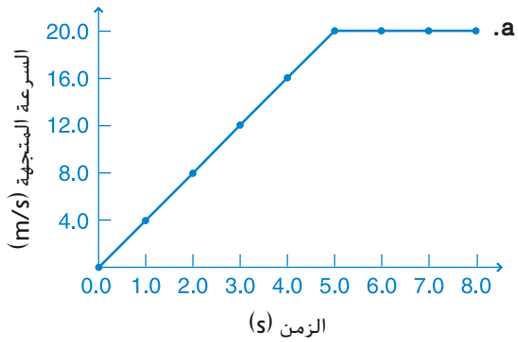
b. 21 ضعف تسارع السقوط الحر

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

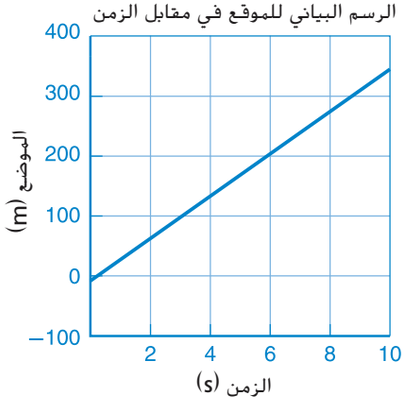
b. $8.4\times10^{8}\ km$

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

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.

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.

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

James Laurits/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 وF 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

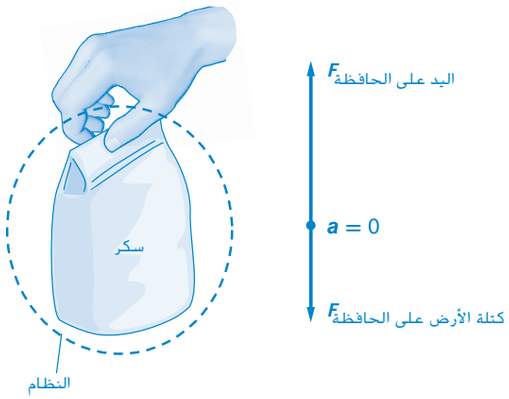
مسائل تدريبية

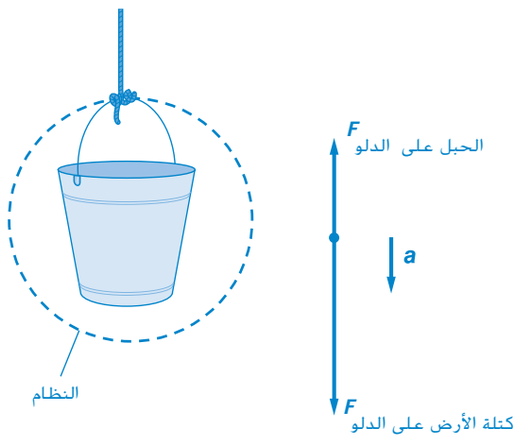
كتاب الطالب، ص *97*

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

القسم 2 الإجابات

التأكد من فهم النصوص والصور

التأكد من فهم الشكل

القوى هي F الميزان فيك وF 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

القسم 3 الإجابات

التأكد من فهم النصوص والصور

التأكد من فهم النص

ستساوي القوة المؤثرة فيك 15 N في اتجاه اليمين.

التأكد من فهم النص

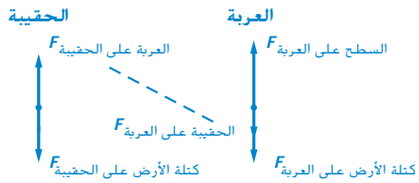
عادةً ما يكون تسارع الأرض قليلًا جدًا لأن كتلة الأرض كبيرة للغاية بالمقارنة بكتلة الجسم.

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 العربة في حقيبة السفر و F 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

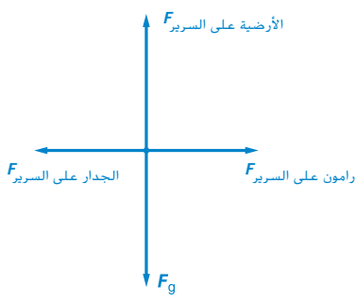
القسم 3

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

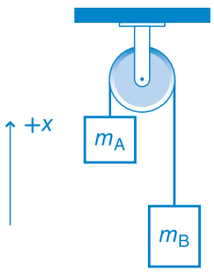
84. a. 37 N

b. 2.4 m/s^2

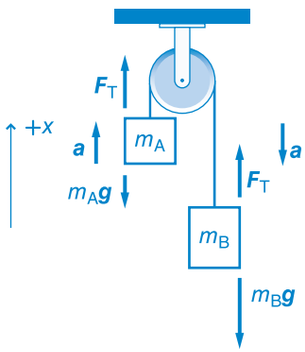
التفكير الناقد

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/s^2. بأي قوة يجب عليك دفعها؟"

86. a.



b.



c. 2.0 m/s^2 إلى أعلى

87. 5.88 m/s^2 إلى أسفل

88. a. 3.0 m/s^2

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 $F_{\text{الميزان في الكلب}} = F_{\text{المحصلة}} + F_{g}$
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

الوحدة 5

الإزاحة والقوة في بُعدين

نبذة عن الشكل

القوى التي تؤثر في الجسور اطلب من الطلاب إمعان النظر في الشكل وتحديد أجزاء الجسر التي تتأثر بالقوة. الإجابات المحتملة: قاعدة الطريق، الأبراج، الأسلاك
اطلب من الطلاب وصف كيف تتأثر قاعدة الطريق بالقوة في أكثر من بُعد.
الإجابات المحتملة: تسحب الجاذبية قاعدة الطريق لأسفل وتعلق الأسلاك قاعدة الطريق من أعلى بزوايا غير رأسية وتوفر ركائز الدعم القوة العمودية الصاعدة.

استخدام التجربة الاستهلالية

في نشاط جمع المتجهات، سيلاحظ الطلاب طبيعة متجهات القوة وسيستخدمون ملاحظاتهم لجمع المتجهات.

نظرة عامة على الوحدة

توسع هذه الوحدة مناقشة قوانين نيوتن لتشمل بُعدين. يستعرض القسم الأول جمع المتجهات الأساسية في بُعد واحد ويوسعها لتشمل بُعدين. يقدم القسم الثاني الاحتكاك الحركي والاحتكاك السكوني ويوضح كيفية تناول الاحتكاك من منظور تحليلات نيوتن. وأخيرًا، ستتم مناقشة حالات البُعدين الإضافية التي تتضمن الأسطح المائلة كمفهوم لعامل الموازنة.

قبل أن يدرس الطلاب المادة العلمية الواردة في هذه الوحدة، ينبغي عليهم دراسة:

- التسارع في بُعد واحد
- جمع متجهات في بُعد واحد
- الكتلة والوزن
- قوانين نيوتن للحركة
- القوة العمودية
- الحركة المنتظمة في بُعد واحد

لحل المسائل الواردة في هذه الوحدة، سيحتاج الطلاب إلى فهم عميق لما يلي:

- الأرقام المعنوية
- حل المعادلات من الدرجة الأولى
- دوال الجيب وجيب التمام والظل
- الميل

عرض الفكرة الرئيسة

اطلب من الطلاب تحديد القوى، بما في ذلك الاتجاهات التي تؤثر في بهلوان يقف في منتصف حبل مرتخ (متراخ).
تؤثر قوة الجاذبية لأسفل وتوثر قوة الشد في الحبل عند زاوية.
اشرح أن الحالات الفيزيائية تتطلب غالبًا قوى تؤثر في العديد من الاتجاهات المختلفة.

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

James Lauritz/Digital Vision/Getty Images

0069_0086_C05_718462.indd 69 8/19/2016 10:53:57 AM

القسم 1 المتجهات

1 مقدمة

نشاط تحفيزي

إزاحة شخص اطلب من الطلاب التفكير في شخص يمشي مسافة 100 m شمالاً ثم يفقد الإحساس بالاتجاه تمامًا. من دون معرفة الاتجاه، يمشي الشخص مسافة 100 m أخرى. اسأل الطلاب عن مقدار الإزاحة بالنسبة إلى نقطة البداية الأصلية. يجب أن يأخذوا في الاعتبار المسافة التي قطعها في خط مستقيم من نقطة البداية. اقترح أن يرسم الطلاب أسهمًا لتمثيل المتجهين بطول 100–m أثناء تحليل المسألة. يمكن أن يكون مقدار إزاحة الشخص في نقطة ما بين 0 m و 200 m. ض م

الربط بالمعرفة السابقة

المتجهات والقوى والتسارع دَرَسَ الطلاب كيفية جمع المتجهات في بُعد وطرحها. دَرَسَ الطلاب أيضًا القوى وكيفية تطبيق قوانين نيوتن في بُعد واحد. رغم أن التركيز في هذا الدرس على القوة في بُعدين، إلا أن معرفة الإزاحة والسرعة والتسارع ضرورية أيضًا لتحليل بعض الحالات المطروحة.

2 التدريس

المتجهات في بُعدين

استخدام النماذج

العرض التوضيحي للمسطرة الأسطوانية لتساعد الطلاب على تصور وفهم الطرق المسموح بها لنقل المتجهات من دون تغييرها، استخدم مسطرة أسطوانية لتوضيح مجموعة فرعية من الطرق الصحيحة لنقل المتجهات. تتوفر هذه المساطر في المتاجر التي تبيع أدوات الرسم والتصميم.

تطوير المفاهيم

تعيين المتجهات اشرح الطريقة التي ستستخدمها لتوضيح الكميات المتجهة على السبورة أو الورق الشفاف والكتيبات. يتم ذلك عادة عن طريق وضع سهم على الرمز الذي يحدد الكمية.

اثراء

المقدار اطلب من الطلاب توضيح معنى المقدار في الفيزياء. في الفيزياء، يعني حجم كمية يمثلها غالبًا طول سهم. ناقش الحاجة الدائمة إلى تحديد كل من المقدار والاتجاه للكميات المتجهة.

ض م لغوي

استعن بالشكل 2

جمع المتجهات بيانيًا يوضح الشكل 2 إحدى طريقتين صحيحتين لجمع متجهين بيانيًا. ناقش مع الطلاب أن جمع المتجهات عملية تبادلية، ويعني هذا أنه يمكن جمع المتجهين بأي ترتيب في هذه الحالة. يمكنك توصيل نهاية المتجه الذي يتجه شرقًا برأس المتجه الذي يتجه شمالاً. ستكون المحصلة هي نفسها المحصلة الموضحة في **الشكل 2**، رغم أن الرسومات ستظهر بشكل مختلف. ض م

عرض عملي سريع

جمع المتجهات

الوقت المقدَّر 10 دقائق

المواد حبلان أو ثلاثة حبال بنجي برؤوس أسهم، لوحة بفتحات، مسطرة مترية

الإجراء استخدم اللوحة المزودة بفتحات وحبال بنجي لتوضيح جمع المتجهات. كوّن عددًا من مسائل جمع المتجهات. استخدم حبال بنجي لتمثيل متجهات مختلفة. يمكن أن تبدأ المتجهات من نقطة الأصل نفسها أو يمكن جمعها لتوضيح عملية الجمع بشكل مرئية. استخدم المسطرة لقياس طول كل "متجه" وكذلك المحصلة. بصري–مكاني

التدريس المتمايز

الطلاب دون المستوى يوضح النص جمع المتجهات باستخدام الطريقة المتتالية. إذا كانت هذه الطريقة لا تبدو واضحة لبعض الطلاب، فاطلب منهم استخدام طريقة متوازي الأضلاع لجمع المتجهات. في هذه الطريقة، يرسم الطلاب المتجهين **A** و**B** المراد جمعهما من نهايتهما من نقطة البداية نفسها. توضح هذه الطريقة للطلاب اتجاهي المتجهات ومقدارها. يرسم الطلاب بعد ذلك متوازي أضلاع يبدأ من المتجهين **A** و**B**. يرسم الطالب المتجه (**A′**) بنفس طول المتجه **A** من نهاية المتجه **B** وموازٍ للمتجه **A**. ثم يرسم الطالب النسخة (**B′**) من المتجه **B** من رأس المتجه **A** وموازٍ للمتجه **B**. ينتج عن ذلك متوازي أضلاع. وأخيرًا، يصل الطلاب النقطة المشتركة في قاعدتي المتجهين **A** و**B** بالنقطة المشتركة في نهايتي المتجهين **A′** و**B′** للحصول على متجه محصلة الإزاحة.

د م بصري–مكاني

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

0069_0086_C05_718462.indd 70 8/19/2016 10:53:57 AM

مثال إضافي للحل داخل الفصل

استخدم مثال المسألة *1*

المسألة أوجد مقدار مجموع قوتين، واحدة 20.0 N والأخرى 7.0 N عندما تكون الزاوية بينهما 30.0°.

الحل استخدم قانون جيب التمام:

$$\begin{aligned} R^2 &= A^2 + B^2 - 2AB\cos\theta \\ &= (20.0\ \text{N})^2 + (7.0\ \text{N})^2 \\ &\quad - 2(20.0\ \text{N})(7.0\ \text{N})\cos 150.0° \\ &= 400\ \text{N}^2 + 49\ \text{N}^2 - 280\ \text{N}^2\,(-0.866) \\ &= (400 + 49 + 242.49)\ \text{N}^2 \\ &= 691.49\ \text{N}^2 \\ R &= \sqrt{691.49} \\ &= 26.3\ \text{N} \end{aligned}$$

تتوافق هذه الإجابة مع رسم متجه هذه المسألة الذي يوضح أن المحصلة ينبغي أن تكون بالفعل أكبر قليلاً في المقدار من القوة 20.0-N.

لاحظ أن $\theta = 180.0° - 30.0° = 150.0°$.

قد يستنتج بعض الطلاب بسرعة جدًا أن θ تساوي 30.0°، ولكن يمكن أن يوضح رسم المتجه بالإضافة إلى بعض المعلومات الأساسية في الهندسة أن θ تساوي تكملة 30.0°، أي 150°.

تحديد المفاهيم الخاطئة

نظرية فيثاغورس قد يرغب الطلاب في تطبيق نظرية فيثاغورس عند جمع أي متجهين. في الواقع، لا تنطبق نظرية فيثاغورس إلا عند جمع متجهين بزاوية قائمة إلى بعضهما.

التعزيز

جمع المتجهات قد يكون من الأسهل للطلاب فهم جمع المتجهات وطرحها عندما يطبق تطبيقًا مباشرًا على حركتها. اختر موقعًا مثل صالة ألعاب رياضية أو ملعب أو ساحة انتظار سيارات بحيث يمكن تمييز الحدود بمخطط شبكي. اطلب من الطلاب الانتقال من موقع إلى آخر باستخدام الشبكة لتساعدهم على تحديد موضعهم على السطح. ثم اطلب منهم تمثيل حركتهم على ورقة رسم بياني. عند الانتقال إلى الموضع الثاني ورسم هذه الحركة والموقع على ورقة رسم بياني، يمكنهم بعد ذلك قياس إزاحتهم من نقطة البداية إلى نقطة النهاية ومقارنة ذلك بالقياس على ورقة الرسم البياني. د م حسي حركي

نشاط التحدي في الفيزياء

عمليات المتجهات قد يسأل بعض الطلاب إذا كان من الممكن ضرب المتجهات وقسمتها. اطلب منهم الرجوع إلى كتاب الفيزياء الخاص بمرحلة الجامعة الذي يتناول ضرب المتجهات لتكوين حاصل ضرب قياسي (أو نقطي) وأنواع مختلفة من الضرب لتكوين حاصل ضرب متجهي (أو متقاطع). اطلب من الطلاب حل مسألة من مسائل الفيزياء الواردة في الكتاب المدرسي. اطلب من الطلاب مقارنة إجاباتهم وحلولهم مع بعضهم.

ف م منطقي-رياضي

التفكير الناقد

العمليات المسموح بها اسأل الطلاب عن العمليات الحسابية المسموح بها بين الكمية المتجهة والكمية القياسية. ليس من الممكن جمع مجموعة من الكميات المتجهة والكميات القياسية. من الممكن ضرب كمية متجهة في كمية قياسية. ناقش أنه عند ضرب كمية متجهة في كمية قياسية موجبة، فإن حاصل الضرب سيكون كمية متجهة بنفس اتجاه الكمية المتجهة المضروبة. اشرح أن العكس صحيح للكمية القياسية السالبة؛ إذ يكون حاصل ضربها في الاتجاه المعاكس. إذا كانت الكمية القياسية لها قيمة مطلقة تساوي **1**، فإن حاصل الضرب سيكون كمية متجهة بنفس مقدار الكمية المتجهة المضروبة. ولكن إذا كانت الكمية القياسية لها قيمة مطلقة أكبر من **1**، فإن مقدار حاصل الضرب سيكون أكبر من مقدار الكمية المتجهة المضروبة. وعندما تكون الكمية القياسية أقل من **1** ولكن أكبر من 0، سيكون مقدار حاصل الضرب أقل من الكمية المتجهة المضروبة. يحدث مثال الضرب في كمية قياسية سالبة في خطوة من الخطوات لإجراء طرح المتجهات، $\boldsymbol{B} - \boldsymbol{A}$، الموضح في هذا الكتاب المدرسي. لإجراء هذه العملية، تجمع الكمية المتجهة $\boldsymbol{A}$ مع الكمية المتجهة $-\boldsymbol{B}$ وهي الكمية المتجهة $\boldsymbol{B}$ مضروبة في الكمية القياسية -1. ض م

التعزيز

جمع المتجهات قد يجري الطلاب الجمع العادي عندما يأتي في المسائل اللفظية التي تتضمن متجهات. إذا حدث ذلك، فاطلب من الطلاب تخيل شخص في زاوية من حديقة تبلغ مساحتها 50-m مربعًا يريد أن يمشي إلى الزاوية المقابلة. اطلب من الطلاب تخيل الشخص يمشي على طول حدود حديقة يبلغ طولها 50-m إلى نهايتها، ثم يتجه بزاوية 90° ويمشي 50 m أخرى. اسأل عن مقدار المسافة التي يبعدها الشخص عن نقطة البداية. إذا كانت الإجابة 100 m، فاسأل عن أقصر طريق بين الزاويتين المتقابلتين. سيختصر الشخص الطريق وسيذهب من نقطة البداية إلى نقطة النهاية في مسار قطري. اسأل عن المسافة التي يبعدها الشخص وفقًا لجمع المتجهات.

71 m د م

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

0069_0086_C05_718462.indd 71 8/19/2016 10:53:57 AM

التدريس المتمايز

ضعاف البصر يمكن توضيح الجوانب النوعية لجمع المتجهات للطلاب ضعاف البصر باستخدام ورق مقوى أو أسهم بلاستيكية متفاوتة الأطوال. ويمكن استخدام مثبتات لوضع رأس سهمين متجهين على الذيل ويمكن استخدام سهم ثالث ليمثل الناتج. بدلاً من ذلك، يمكن لصق أقلام رصاص على سطح مستوٍ بحيث يمكن للطلاب أن يلاحظوا الأشكال الهندسية. وعند تحريك الأسهم أو الأقلام الرصاص، يمكنك نقلها (تحريكها لأعلى أو لأسفل أو لليمين أو لليسار) من دون تدويرها. حيث يمكن أن يغير التدوير قيمة المتجه بينما لا يغير النقل قيمته.

د م حسي حركي

التفكير الناقد

جمع ثلاثة متجهات ذكّر الطلاب بأنهم درسوا جمع متجهين. اسألهم كيف قد يحل ذلك مسألة تتضمن ثلاثة متجهات. اجمع متجهين، ثم اجمع المتجه الثالث إلى الناتج.

ض م

التدريس المتمايز

الطلاب الذين يواجهون صعوبة

الطلاب دون المستوى

إذا كان لمثلث قائم ضلعان متجهان فيكون وتره متجهًا يساوي محصلة هذين الضلعين. رغم أن المتجه c يساوي محصلة المتجهين a و b، (أي إن $c = a + b$)، فإن مقدار المتجه c، وهو طول وتر المثلث c، لا يساوي المجموع الجبري لمقداري المتجهين a و b، أي إن $c \neq a + b$.

ستحتاج لتأدية هذا النشاط إلى مساحة وافية، وشريط لاصق، وعصا مترية وآلة حاسبة. أفرغ مساحة كافية لرسم مثلث كبير نسبياً على الأرض بواسطة شريط لاصق.

اطلب من طالبين التدرب على خطو خطوات متساوية من حيث الطول (يكون ذلك أسهل على أرض مبلّطة). ثم اطلب منهما الوقوف على رأس إحدى الزاويتين الحادتين.

اطلب من طالب الانتقال على طول الوتر حتى الوصول إلى رأس الزاوية الحادة الأخرى، ومن الآخر أن ينتقل إلى الرأس نفسه على طول الضلعين. احرص على أن يعتمد كلّ من الطالبين خطوات متساوية بالطول وبالوتيرة نفسها. إنّ الطالب الذي يتنقل على طول الوتر سيصل أولاً. ذكّر الطلاب بأنّه يجب أن تكون المتجهات مرسومة بحسب طريقة "الرأس إلى الذنب" ليتمكنوا من تطبيق قاعدة جيوب التمام.

د م حسي حركي

مركبات المتجهات وجمع المتجهات جبريًا

التعزيز

التحقق من إشارة المركب قد يكون من المفيد تذكير الطلاب أو توجيههم إلى أنه إذا كانت مسألة الفيزياء تتطلب منهم حساب مركبات x أو y الخاصة بالمتجه، فعليهم التحقق من أن إشارة المركب ذات دلالة. إذا وجد طالب أن إشارة المركب بلا دلالة، فيشير هذا إلى أن الطالب ينبغي أن يتحقق من عمله.

على سبيل المثال، يتضمن الحل المقدم للمثال التالي الإضافي للحل داخل الفصل حسابات المركبتين x وy للمتجهات الثلاث، B، A، وناتجها، R. للتحقق مما إذا كانت إشارات المركبات الخمسة التي لها إشارات (مركبة واحدة تساوي صفرًا، ليست لها إشارة) لها دلالات أم لا، يمكن للطالب أن يرسم المتجهات الثلاث بالاتجاهات الصحيحة والأطوال النسبية وذيولها التي تتطابق مع نقطة أصل شبكة الإحداثيات x–y.

من خلال رسم المتجه، ينبغي أن يتمكن الطالب في لمحة من إدراك أن كل الإشارات ذات دلالات، في الواقع. ينبغي أن يدرك أيضًا أن كل الاتجاهات والمقادير المحسوبة ذات دلالات أيضًا.

مثال إضافي للحل داخل الفصل

استخدم مثال المسألة 2.

المسألة اجمع المتجهين التاليين بواسطة طريقة المركبات: A تساوي 4.0 m جنوبًا و B تساوي 7.3 m شمال غرب.

الحل استخدم للشرق الإشارة $+x$ وللشمال الإشارة $+y$.

$$A_x = (4.0\ \text{m}) \cos 270° = 0$$
$$B_x = (7.3\ \text{m}) \cos 135° = -5.16\ \text{m}$$
$$A_y = (4.0\ \text{m}) \sin 270° = -4.0\ \text{m}$$
$$B_y = (7.3\ \text{m}) \sin 135° = 5.16\ \text{m}$$
$$R_x = A_x + B_x = 0 + (-5.16\ \text{m}) = -5.16\ \text{m}$$
$$R_y = A_y + B_y = (-4.0\ \text{m}) + (5.16\ \text{m}) = 1.16\ \text{m}$$
$$R^2 = R_x^2 + R_y^2 = (-5.16\ \text{m})^2 + (-1.16\ \text{m})^2$$
$$\text{Direction: } \theta = \tan^{-1}\left(\frac{R_y}{R_x}\right)$$
$$= \tan^{-1}\left(\frac{1.16\ \text{m}}{-5.16\ \text{m}}\right)$$
$$= 167°,\ \text{أو } 13°\ \text{شمال غرب}$$

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

0069_0086_C05_718462.indd 72 8/19/2016 10:53:58 AM

3 التقييم

تقييم الفكرة الرئيسة

مركبات المتجهات اطلب من الطلاب أن يتخيلوا أنفسهم وهم يسيرون في شوارع المدينة المبينة على شبكة. ويسيرون في اتجاه واحد على بُعد 4 مبانٍ ثم يحولون اتجاههم ويسيرون على بُعد 5 مبانٍ في شارع يقع على زوايا قائمة مع الشارع الأول. اسأل الطلاب كيف يمكنهم أن يوضحوا إزاحتهم بالمتجهات وشبكة الإحداثيات. استخدم شبكة الإحداثيات لتمثيل مسارهم على الشارعين وحساب المسار القطري من المكان الذي بدؤوا السير منه إلى المكان الذي توقفوا فيه.

تأكد من فهمك

جمع المتجهات اطلب من الطلاب أن يحلوا مسألة تتضمن جمع متجهات في بُعد واحد. واطلب منهم أن يشرحوا طريقة حلها. ثم اطلب منهم أن يحلوا مسألة أخرى تتضمن جمع متجهات في بُعدين، حيث تقع المتجهات على زوايا قائمة، واطلب منهم أن يعرضوا خطوات الحل. وأخيرًا، اطلب منهم إيجاد مسألة تتضمن جمع متجهات في بُعدين من دون زوايا قائمة وشرح حلها.

ض م لغوي

إعادة التدريس

جمع المتجهات راجع طرق جمع المتجهات بيانيًا وجبريًا. أكّد على الحالات التي تُطبق فيها نظرية فيثاغورس والحالات التي لا تُطبق فيها. ارسم عددًا من مجموعات المتجهات على السبورة. واطلب من أحد الطلاب أن يستخدم عصا قياس ليقيس المتجهات ويحدد المتجه الناتج. ثم اطلب من الطلاب أن يحددوا الناتج لكل مجموعة باستخدام أحد قوانين حساب المثلثات.

ض م بصري–مكاني

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

0069_0086_C05_718462.indd 73 8/19/2016 10:53:58 AM

القسم 1 الإجابات

التأكد من فهم النص ومراجعة التعليقات التوضيحية

التأكد من فهم النص، كتاب الطالب ص *123*

تُجمع المتجهات من خلال إضافة ذيل المتجه الثاني إلى رأس المتجه الأول. يمثل المتجه المرسوم من ذيل المتجه الأول إلى رأس المتجه الثاني مجموع المتجهين.

مراجعة التعليقات التوضيحية، كتاب الطالب ص *125*

يُعرف المتجه الذي مركبته y تساوي صفرًا بالمتجه الأفقي.

التأكد من فهم النص، كتاب الطالب ص *126*

يقاس الاتجاه في عكس اتجاه عقارب الساعة من محور x الموجب.

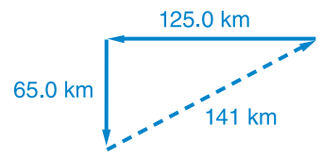
مراجعة التعليقات التوضيحية، كتاب الطالب ص *126*

يقع المتجه في الربع الرابع، لذا تكون المركبة x موجبة وتكون المركبة y سالبة.

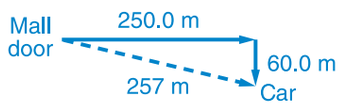
مسائل تدريبية

كتاب الطالب ص *124*

1. $R = 141\ \text{km}$



2. $R = 257\ \text{m}$



3. $1.0 \times 10^{1}\ \text{km}$

4. $8.3\ \text{cm}$

مسائل تدريبية

كتاب الطالب ص *129*

5. $0.87\ \text{km}$ عند $77°$ غرب شمال

6. $6.0\ \text{km}$

7. تكون المركبة x موجبة في الزوايا التي تقل عن $90°$ وللزوايا التي تزيد عن $270°$. وتكون سالبة في الزوايا التي تزيد عن $90°$ ولكنها أقل من $270°$.

8. لا يمكن للمتجه أن يكون أقصر من أحد مركباته، ولكنه إذا وقع على طول المحور x أو y، فسيساوي طوله إحدى مركباته.

9. ستتجه القوة لأعلى. نظرًا لأن الزوايا متساوية، فستكون القوى الأفقية متساوية ومتضادة وستكون محصلتها صفرًا. $4.4\ \text{N}$ لأعلى

10. محصلة القوة تساوي $0.8\ \text{N}$ في الاتجاه التصاعدي.

القسم 1 مراجعة

كتاب الطالب ص *129*

11. $M_x = 4.0$ إلى اليمين

$M_y = 3.0$ لأعلى

12. كلا المتجهين أفقيّ، لذا لا تحتوي أي منهما على المركبة y.

$K_x = -4.0, K_y = 0$

$L_x = 6.0,\ L_y = 0$

13. $R = 6.7$ عند $27°$

14. $6.0 - (-4.0) = 10.0$ إلى اليمين

15. **a.** تؤدي طريقتا الجمع M وL إلى المتجه R نفسه.

b. يُعد الجمع والضرب عمليتين تراكميتين.

الأمثلة: $3 + 4 = 4 + 3$

$2 + 5 = 5 + 2$

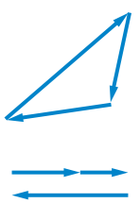
يُعد الطرح والقسمة عمليتين غير تراكميتين.

الأمثلة: $10 - 3 \neq 3 - 10$

$8 \div 2 \neq 2 \div 8$

16. على سبيل المثال ليس بالضرورة،أن تسير حول المبنى (واحد km لكل جانب). ستساوي إزاحتك صفرًا وستساوي المسافة التي تسيرها 4 km.

17. في حالة وجود إزاحتين، لا يمكن أن يكون الناتج صفرًا. وفي حالة وجود ثلاث إزاحات، يمكن أن يساوي المجموع صفرًا إذا كانت المتجهات الثلاث تكوّن مثلثًا عند وضع رأس المتجهات على ذيلها. ويمكن أن يساوي مجموع الإزاحات الثلاث صفرًا دون تكوين مثلث إذا كان مجموع الإزاحتين في اتجاه واحد يساوي الإزاحة الثالثة في الاتجاه المقابل.



حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

0069_0086_C05_718462.indd 74 8/19/2016 10:53:58 AM

القسم 2 الاحتكاك

1 مقدمة

نشاط تحفيزي

الاحتكاك السطحي ادفع جسمًا يتسم باحتكاك منخفض، مثل الجليد، على طاولة. ثم ادفع جسمًا يتسم باحتكاك عالٍ، مثل كتاب، على السطح نفسه. اطلب من الطلاب أن يوضحوا الفرق في سلوكيات الجسمين ويشيروا إلى السبب المحتمل لهذا الفرق. من المحتمل أن يذكر الطلاب أن الاحتكاك كان عاملاً مؤثرًا. وجّه الطلاب إلى توضيح ماذا يقصدون بالاحتكاك، حتى تتمكن من توجيههم إلى التعريف العلمي في وقت لاحقٍ. د م بصري–مكاني

الربط بالمعرفة السابقة

القوى غير المتوازنة ادفع كتابًا على طاولة بقوة واسأل الطلاب كيف يعرفون القوة غير المتوازنة التي أثرت في الكتاب عندما وصل إلى نقطة سكون. زادت سرعته اشرح أن القوة غير المتوازنة هي الاحتكاك. اطلب من الطلاب أن يذكروا أمثلة أخرى يلاحظون فيها الاحتكاك الذي يؤثر على حركة جسم ما.

2 التدريس

الاحتكاك الحركي والسكوني

استخدام التشبيه

التحقق من الاحتكاك التشبيه البسيط لقوة الاحتكاك بين جسمين هو تفاعل قطعتين من شريط لاصق به أهداب وخطاطيف مع خطاطيف صغيرة للغاية. وعلى المستوى المجهري، يتداخل السطحان المتلامسان جزئيًا مع بعضهما البعض. اطلب من الطلاب أن يجروا بحثًا عن آلية عمل هذا الشريط اللاصق ويرسموا بعض الرسومات لتساعدهم على شرح ذلك. ض م

استعن بالشكل 10

الاحتكاك والقوة ارسم الصور الواردة في **الشكل 10** على السبورة. ارسم متجهات القوى التي توضح القوة المبذولة ومقاومة الاحتكاك في كل حالة. اشرح أن الاحتكاك الثابت سيتناسب مع القوة المبذولة لمقاومة الحركة كما هو مبين في الشكل اليسرى. سيتحرك الجسم فقط عندما تتجاوز القوة المبذولة قوة المقاومة كما هو مبين في الشكل اليمنى.

التفكير الناقد

الاحتكاك العالي أو المنخفض اسأل الطلاب هل من الأفضل أن يكون لديك احتكاك عالٍ أم منخفض بين الأسطح. يعتمد ذلك على الحالة. اطلب من الطلاب أن يقدموا أمثلة لكل حالة. من أمثلة الحالات ذات الاحتكاك المنخفض المكابس في المحركات والزلاجات على الثلج. ومن أمثلة الحالات التي يفضل الاحتكاك العالي فيها المحاة على الورق أو قفاز ماسك العَلم الذي يحكم القبض على السارية. ض م منطقي–رياضي

استخدام تجربة الفيزياء

في معامل الاحتكاك، سيحدد الطلاب معامل الاحتكاك السكوني والحركي.

مثال إضافي للحل داخل الفصل

استخدم مثال المسألة *3*.

المسألة يجر طفل حذاءً ثقيلاً نعله مطاطي من أربطته على رصيف بسرعة ثابتة تصل إلى 0.35 m/s. إذا كانت كتلة الحذاء تساوي 1.56 kg ومعامل الاحتكاك الحركي يساوي 0.65، فما المركبة الأفقية للقوة التي يبذلها الطفل؟ (افترض أن النعل يلامس الرصيف ولا يتحرك حوله).

الحل $F_{net} = ma = 0$

$ma = 0 \quad F_{net} = F_x - F_f$

بتعويض النواتج، $F_x = F_f$

$F_x = \mu F_n = \mu mg = (0.65)(1.56\ kg)$
$(9.8\ N/kg) = 9.9\ N$

المناقشة

المسألة ما الحالات التي يفضل فيها استخدام معامل احتكاك عالٍ بين الأسطح؟

الحل الأمثلة المحتملة هي أحذية الركض على المضمار وورق الصنفرة على الخشب وفرامل السيارات على العجلات وإطارات السيارات على الطرق. ض م

عرض عملي سريع

الاحتكاك

الوقت المقدَّر 10 دقائق

المواد ورقة كعك غير لاصقة، قالب خشبي مغطى باللباد مقاس (6 in × 3 in × 1 in)

الإجراء اطلب من الطلاب أن يتوقعوا جانب القالب الذي سيتطلب قوة أكبر لدفعه على ورقة الكعك بسرعة ثابتة. ثم اطلب من بعض الطلاب أن يحركوا أكبر جانب من القالب المغطى باللباد بسلاسة على طول ورق الكعك غير اللاصق. كرر ذلك مع الجانب الأصغر من القالب. اطلب من الطلاب تلخيص نتائجهم أمام طلاب الفصل.

تصبح قوة الاحتكاك هي نفسها في كلتا الحالتين، بغض النظر عن مساحة الأسطح المتلامسة.

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

0069_0086_C05_718462.indd 75 8/19/2016 10:53:58 AM

تطوير المفاهيم

عرض توضيحي للاحتكاك والقوة العمودية اطلب من أحد الطلاب أن يدفع قفصًا أو صندوقًا فارغًا بسرعة ثابتة على أرضية مستوية. ثم ضع حملاً ثقيلاً في الحاوية. اطلب من الطالب أن يدفع الصندوق على الأرضية مرة أخرى. واطلب من الطالب أن يعبر عن التغير النوعي في القوة المطلوبة. اطلب من الطلاب أن يشرحوا السبب في كون القوة المطلوبة أكبر في الحالة الثانية. تزيد القوة المطلوبة لأن القوة العمودية الزائدة تنتج احتكاكًا زائدًا. ض م حسي حركي

التعزيز

عرض توضيحي للاحتكاك السكوني مقابل الاحتكاك الحركي استخدم ميزانًا زنبركيًا بحجم نموذج العرض التوضيحي بحيث يستطيع طلاب الفصل قراءة الميزان بينما تسحب كتابًا على طاولة. وضّح أن الأمر يستغرق قوة أكثر بكثير ليُسحب الكتاب مقارنة بالقوة المبذولة لإبقائه متحركًا. اطلب من الطلاب أن يشرحوا ملاحظاتهم في ضوء قوى الاحتكاك السكوني والحركي. يمكن القيام بهذا النشاط أيضًا في مجموعات صغيرة باستخدام مقاييس زنبركية أصغر. ض م بصري-مكاني

تطبيق الفيزياء

الأسطح بما أن الاحتكاك السطحي مختلف، فإن قدرة مواد معينة على الالتصاق بالسطح مختلفة أيضًا. لمنع الكتابة على الجدران في الأماكن العامة، غالبًا ما تُطلى الجدران بمادة يحول سطحها دون الكتابة عليها بقلم جاف أو قلم تحديد دائم أو قلم رصاص.

الفيزياء في الحياة اليومية

التزحلق على الماء تُعد معاملات الاحتكاك بين الإطارات المطاطية وخرسانة الطريق أقل بكثير عندما يكون الطريق مبللاً مقارنة بحالته عندما يكون جافًا. وفي حالة وجود برك مياه على سطح الطريق، يمكن أن يكون هناك طبقة مياه كافية بين الطريق والإطارات، ولا يوجد تلامس تقريبًا بين الإطارات والطريق، بحيث تُحمل الإطارات بشكل أساسي على طبقة المياه.

مثال إضافي للحل داخل الفصل

استخدم مثال المسألة 4

المسألة إذا سحب الطفل في المثال السابق الإضافي للحل داخل الفصل بنصف القوة المبذولة من قبل فقط، فماذا سيحدث؟

الحل إذا كانت القوة الجديدة نصف القوة الأصلية (5.0 N)، فستتطابق مع قوة الاحتكاك السكوني ولن يتحرك الحذاء.

المسألة إذا سحب الطالب بقوة إضافية مقدارها 2.0 N في الاتجاه الأفقي، فكم سيبلغ تسارع الحذاء؟

الحل

$$a = \frac{F_{net}}{m}$$
$$= \frac{2.0\,N}{1.56\,kg}$$
$$= 1.3 m/s^2$$

3 التقييم

تقييم الفكرة الرئيسة

الاحتكاك اطلب من الطلاب أن يصفوا القوة التي تؤثر في صندوق الكتب الذي يوجد في نقطة سكون على الأرضية بينما يبذل شخص ما قوة أفقية عليه. يؤثر الاحتكاك الثابت على الصندوق في الاتجاه المقابل للقوة المبذولة؛ تسحب قوة الجاذبية لأسفل على الصندوق؛ تدفع القوة الأرضية لأعلى على الصندوق. اسأل الطلاب كيف تتغير القوى على الصندوق عندما يبدأ في الحركة. لا تتغير كل من قوة الجاذبية التي تدفع لأسفل والقوة الأرضية التي تدفع لأعلى؛ تؤثر قوة الاحتكاك الحركي في الاتجاه المقابل للقوة المبذولة.

التأكد من الفهم

معاملات الاحتكاك اعرض مسألة تتطلب استخدام معامل احتكاك واحد فقط لحلها، ولكن يجب عليك أن تقدم كلا المعاملين. وبعدما يحل الطلاب المسألة، اسألهم ما المعامل الذي استخدموه ولماذا.

ض م منطقي-رياضي

إعادة التدريس

الاحتكاك السكوني راجع مع الطلاب أن قوة الاحتكاك السكوني يمكن أن تتنوع ويعطي معامل الاحتكاك السكوني أقصى قوة ممكنة للاحتكاك السكوني. اسحب جسمًا ثقيلاً بميزان زنبركي مختلف القوى واطلب من الطلاب أن يصفوا الاختلاف في القوى. ض م

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

0069_0086_C05_718462.indd 76 8/19/2016 10:53:58 AM

القسم 2 الإجابات

التأكد من فهم النص ومراجعة التعليقات التوضيحية

مراجعة التعليقات التوضيحية

يؤثر الاحتكاك الحركي في الأريكة عندما تكون في حالة حركة.

التأكد من فهم النص

تنزلق المواد عن بعضها البعض وتؤثر القوة العمودية بين الجسمين في قوى الاحتكاك.

مراجعة التعليقات التوضيحية

الأسطح في معامل الاحتكاك الحركي الزائد:

طاولة مصقولة بدرجة كبيرة > طاولة خشنة > ورقة صنفرة.

مسائل تدريبية

18. 0.69

19. 74 N

20. 78 N

21. 0.39

مسائل تدريبية

22. 0.13

23. 0.15

24. 0.50 s

25. 66 m، لذا يرتطم بالفرع قبل أن يتوقف.

26. 6.7 m، سيتوقف القرص في الجزء المكون من 10 نقاط.

القسم 2 مراجعة

27. ينتج كلاهما من سطحين يحك أحدهما في الآخر. ويعتمد كلاهما على القوة العمودية بين هذين السطحين. يبذل الاحتكاك السكوني عندما لا توجد حركة نسبية بين السطحين. يُعد الاحتكاك الحركي نوعًا من الاحتكاك عندما توجد حركة نسبية. يكون معامل الاحتكاك السكوني بين السطحين أكبر من معامل الاحتكاك الحركي بين هذين السطحين نفسيهما.

28. 37 N

29. 1.3 m/s

30. 1.7×10^2 N

31. كل ما تستطيع أن تستنتجه عن معامل الاحتكاك السكوني هو أنه يقع بين 0.16 و 0.20.

32. يزيد الاحتكاك بين الخزانة والشاحنة من سرعة الخزانة إلى الأمام. إذا تجاوزت قوة الشاحنة على الخزانة $\mu_s mg$، فستنزلق الخزانة إلى الخلف.

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

0069_0086_C05_718462.indd 77 8/19/2016 10:53:58 AM

1 مقدمة

نشاط تحفيزي

القوى في زاوية اربط خيطًا بين دعامتين بحيث يكون أفقيًا تقريبًا. علّق كتلة صغيرة من مركز الخيط بحيث يسقط الخيط بشكل ملحوظ. اطلب من الطلاب أن يحددوا القوى التي تؤثر في الكتلة. تؤثر قوة الجاذبية لأسفل وتؤثر قوة الشد الموجودة في الخيط على طول اتجاه الخيط وليس في الاتجاه الرأسي أو الأفقي تمامًا اسأل الطلاب كيف يعرفون أن محصلة القوة على الكتلة تساوي صفرًا. لا تزيد سرعته يجب أن يكون هناك مركبة رأسية لقوة الشد لتوازن قوة الجاذبية لأسفل. اطلب من الطلاب أن يصفوا حالات أخرى تؤثر فيها عدة قوى في جسم ما ولكن الجسم يحتفظ باتزانه.

ض م بصري–مكاني

الربط بالمعرفة السابقة

الاتزان ينبغي أن يكون الطلاب على دراية بمفهوم الاتزان من خلال المعلومات الدراسية السابقة. ومع ذلك، فقد طبقوها في بُعد واحد فقط حتى الآن.

2 التدريس

إعادة النظر في الاتزان

استعن بالشكل 15

إلغاء القوة توضح ال ثلاث قوى أضيفت للحصول على الناتج صفر. يمكن الحصول على النتيجة نفسها عن طريق إلغاء F_A والمركبة الرأسية F_B، ثم إلغاء F_C والمركبة الأفقية F_B. ض م

تطوير المفاهيم

عرض توضيحي للاتزان اربط جسمًا بميزانين زنبركيين باستخدام خيوط متساوية الطول. ارفع الجسم باستخدام الميزانين الزنبركيين. وضّح للطلاب أنه يمكن بلوغ الاتزان بعدة طرق مختلفة عن طريق ترتيب الموازين الزنبركية بحيث تختلف الزاوية بين الخيوط وكذلك القوى التي يبذلها كل خيط.

تحديد المفاهيم الخاطئة

الاتزان في محاولة من الطلاب لإيجاد الاتزان بين قوتين، غالبًا ما سيحسبون ناتج المتجهين فقط ويطلقون عليه عامل التوازن. ولمساعدة الطلاب على تجنب هذا الخطأ، اسألهم ما الاتجاه الذي يؤثر فيه عامل التوازن، وذكّرهم بأن هذه القوة تُعد متجهًا له المقدار الناتج نفسه ولكن في الاتجاه المضاد. ض م

استخدام التجربة المصغّرة

في نشاط الاتزان، سيجد الطلاب عامل التوازن بين قوتين باستخدام قوى الخيط والشد على ميزان زنبركي معلق.

التفكير الناقد

مركبات القوى اطلب من الطلاب أن ينظروا إلى صور أو مقاطع فيديو رافعي الأثقال ويحددوا كيف تتعلق المادة الواردة في هذا الجزء بالأسلوب الناجح لرفع الأثقال. قد يساعدهم رسم رسوم القوى على توضيح تفسيراتهم. يمكن للقوة التي تبذلها الرافعة عموديًا على العارضة أن ترفع العارضة بالفعل. سيستخدم رافعو الأثقال قبضة معينة تمكّنهم من الاستفادة من هذه القوة العمودية. ض م بصري–مكاني

خلفية عن المحتوى

المبنى القباني وعوامل التوازن يستخدم شعب الإنويت عوامل توازن لبناء مبانٍ قبانية. المبنى القباني عبارة عن هيكل على شكل قبة مبنية من كتل الجليد. كلما سحبت الجاذبية الكتل بالقرب من بعضها البعض، دُفعت كل كتلة تجاه الكتل الموجودة على أحد الجانبين وأعلاه وأسفله. تُعد الكتلة الوسطى العلوية أهم كتلة. ولكي تستقر الكتلة الوسطى في مكانها، سيتحرك الصف العلوي للكتل (بصفة خاصة) نظرًا لعدم وجود كتل في حالة اتزان. ومع ذلك، فبمجرد وضع الكتلة العلوية، تظل كل الكتل في المبنى القباني في مكانها لأن مجموع القوى يؤدي إلى محصلة قوى مقدارها صفر.

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

0069_0086_C05_718462.indd 78 8/19/2016 10:53:58 AM

الفيزياء في واقع الحياة

الاتزان والتوازن السكوني أحد أهم تطبيقات متجهات القوة التي يستخدمها المهندسون المعماريون والمصمّمون في تحقيق الاتزان في الهياكل التي يصمّمونها وتُعرف باسم التوازن السكوني. يُعد الاتزان عنصرًا حيويًا سواء أكان الهيكل جسرًا أو مبنى أو طريقًا سريعًا. ينبغي تشييد مبانٍ بأسطح ذات قمم بحيث تكون القوة الخارجية في المكان الذي يلتحم فيه السطح بالحائط متوازنة. يمكن القيام بذلك عن طريق دعامة خارجية أو كتيفة داخلية. وفي كل حالة، تُبذل قوة داخلية أفقية لتوازن المركبة الخارجية لمتجه السطح.

الأسطح المائلة

المناقشة

المسألة إذا انزلق جسم لأسفل سطح مائل، فهل يعتمد تسارعه على كتلته؟ أم على معامل الاحتكاك الحركي بين السطحين؟ أم على زاوية الميل؟

الحل يعتمد على الزاوية ومعامل الاحتكاك، لكنه لا يعتمد على كتلة الجسم.

$A = g\,(\sin\theta - \mu_k \cos\theta)$، لأن θ كبير لدرجة أنه يسمح بحدوث انزلاق. ض م

استخدام التجربة المصغّرة

في القوى على السطح، سيقيس الطلاب مقدار القوة اللازمة لسحب جسم ما بسرعة ثابتة أعلى سطح مائل.

استخدام تجربة الفيزياء

في الاحتكاك على السطح، سيحقق الطلاب في تسارع جسم ما ينزلق أسفل منحدر. وسيقارنون هذا بقيمتهم المحددة من واقع التجربة لمقدار التسارع.

استخدام تجربة الفيزياء

في القوى العمودية، يحدد الطلاب بالتجربة كيف تسرع قوتان مختلفتان، عندما تعملان بشكل منفصلة، جسمًا معينًا.

مثال إضافي للحل داخل الفصل

استخدم مثال المسألة *5*.

المسألة يجلس جيف، الذي يزن 640.0 N، على منحدر تل ينحدر بزاوية مقدارها 35.0° من الاتجاه الأفقي. فما مركبات وزنه الموازية لسطح التل والعمودية عليه؟

الحل إن اختيار محاور مثل $+y$ الذي يوجد أسفل المنحدر ويكون عموديًا عليه و$+x$ الذي يوجد أسفل المنحدر، يؤدي إلى:

$F_{gx} = (640.0\ \text{N})(\sin 35.0°) = 367\ \text{N}$

$F_{gy} = (640.0\ \text{N})(\cos 35.0°) = 524\ \text{N}$

مثال إضافي للحل داخل الفصل

استخدم مثال المسألة *6*.

المسألة ينزلق طفل من نقطة سكون أعلى زلاقة في ملعب. إذا كانت الزلاقة تميل بزاوية 30.0° وكان معامل الاحتكاك الحركي بين الزلاقة وسروال الطفل يساوي 0.18، فكم يبلغ تسارع الطفل؟

الحل $F_{gx} - F_{fx} = ma_x$

$mg(\sin\theta) - \mu mg(\cos\theta) = ma_x$

$a_x = g(\sin\theta) - \mu g(\cos\theta)$

$= (9.80\ \text{N/kg})(\sin 30.0°)$

$- 0.18(9.80\ \text{N/kg})(\cos 30.0°)$

$= 3.4\ \text{m/s}^2$

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

0069_0086_C05_718462.indd 79 8/19/2016 10:53:58 AM

3 التقويم

تقويم الفكرة الرئيسة

الحركة على لوح منحدر اسأل الطلاب كيف سيصمّمون محاور لحركة انزلاق صندوق أدوات أسفل لوح منحدر. ضع المحور *y* عموديًا على اللوح والمحور *x* موازيًا لسطحه. اطلب من الطلاب أن يصفوا كيف ترتبط القوة العمودية بزاوية اللوح. كلما زادت الزاوية، قلت القوة العمودية ($F_N = mg \cos \theta$).

التأكد من الفهم

عوامل التوازن اسأل كيف يمكن بذل قوتين بمقدار 6.0 N و8.0 N على جسم لتحصل على قوة ناتجة مقدارها 10.0 N. يمكن بذل القوتين بزاوية مقدارها 90° مع بعضهما البعض. ارسم القوتين. ثم اسأل كيف يمكن إضافة قوة ثالثة لتحقيق الاتزان. ينبغي أن يصل مقدار القوة الثالثة إلى 10.0 N وتتجه في الاتجاه المقابل لهذه القوة الناتجة التي مقدارها 10.0-N. ذكّر الطلاب أن هذه القوة الثالثة تعد عامل توازن.

ض م منطقي-رياضي

إعادة التدريس

تحليل المتجهات أحد تحليلات المتجهات الأكثر شيوعًا هو تحليل وزن جسم على سطح مائل. كرّر هذا التحليل خطوة بخطوة، مع التأكيد على السبب الذي يجعل كل مركبة تقع في المكان الذي توجد فيه، ولا يمكن أن تكون المركبة أكبر من الوزن الإجمالي للجسم. لاحظ أن رسم مثلث كبير سيساعد الطلاب.

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

0069_0086_C05_718462.indd 80 8/19/2016 10:53:58 AM

القسم 3 الإجابات

التأكد من فهم النص ومراجعة التعليقات التوضيحية

مراجعة التعليقات التوضيحية

المركبة الرأسية F_A متساوية في المقدار لكنها مضادة في الاتجاه من وزن الكتلة المعلقة من الحلقة.

التأكد من فهم النص

تُعد القوة الموازنة متساوية في المقدار ولكنها مضادة في الاتجاه من المتجه الناتج.

مراجعة التعليقات التوضيحية

كلما زادت الزاوية، زادت أيضًا مركبة وزن الفتاة الموازية للميل.

التأكد من فهم النص

سيكون التسارع موازيًا للميل، لذا يعني اختيار الاتجاه *x* ليصبح موازيًا للميل أن السرعة المتجه والتسارع سيكونان في الاتجاه *x* دون مزج الاتجاهين *x* و*y*. سيجعل هذا الحل سهلاً.

مسائل تدريبية

33. انظر دليل الحلول عبر الإنترنت للاطلاع على رسم الجسم الحر.

34. $F_{g,\text{موازٍ}} = 1.1\ \text{N}$ ؛ $F_{g,\text{عمودي}} = 4.2\ \text{N}$

35. 345 N

36. 26.6° بالنسبة إلى الاتجاه الأفقي

مسائل تدريبية

37. $4.90\ \text{m/s}^2$; 19.6 m/s

38. 0.75

39. $5.2\ \text{m/s}^2$

40. أ.

$$\phi_{\text{average}} = \frac{21° + 17° + 21° + 18° + 19°}{5} = 19°$$

b. 0.34

c. 0.20

التحدي في الفيزياء

$F_{1x} = 58.3\ \text{N}$
$F_{1y} = 17.8\ \text{N}$
$F_{2x} = 16.7\ \text{N}$
$F_{2y} = 34.2\ \text{N}$
$F_{3x} = -7.52\ \text{N}$
$F_{3y} = 53.5\ \text{N}$
$F_{4x} = -74.3\ \text{N}$
$F_{4y} = 56.0\ \text{N}$
$F_{5x} = -60.7\ \text{N}$
$F_{5y} = -23.3\ \text{N}$
$F_{6x} = -26.4\ \text{N}$
$F_{6y} = -98.5\ \text{N}$
$F_{7x} = 0.0\ \text{N}$
$F_{7y} = -26.0\ \text{N}$
$F_{8x} = 28.8\ \text{N}$
$F_{8y} = -71.4\ \text{N}$
$F_{9x} = 27.8\ \text{N}$
$F_{9y} = -42.8\ \text{N}$
$F_{10x} = 81.7\ \text{N}$
$F_{10y} = -7.15\ \text{N}$
$F_x = 44.38\ \text{N}$
$F_y = -107.65\ \text{N}$

$$F_R = \sqrt{(F_x)^2 + (F_y)^2} = \sqrt{(44.38\ \text{N})^2 + (-107.65\ \text{N})^2} = 116\ \text{N}$$

$$\theta_R = \tan^{-1}\left(\frac{F_y}{F_x}\right) = \tan^{-1}\left(\frac{-107.65\ \text{N}}{44.38\ \text{N}}\right) = -67.6°$$

يجب أن تكون زاوية عامل التوازن مقابلة لزاوية الناتج، لذا أضف 180°:

$F_{\text{عامل التوازن}} = 116\ \text{N}$ عند 112°

القسم 3 مراجعة

41. $3.2\ \text{m/s}^2$، أعلى الميل

42. انظر دليل الحلول عبر الإنترنت للاطلاع على الرسم. توضح المتجهات المبينة في رسم الجسم الحر أن القوة الصغيرة، أيضًا، العمودية على الحبل يمكن أن تزيد قوة الشد في الحبل (F_T) بدرجة تكفي للتغلب على قوة الاحتكاك. بما أن $F = 2F_T \sin\theta$ (حيث θ هي الزاوية التي تقع بين الموقع الأصلي للحبل وموقع إزاحته)، إذن

$$F_T = \frac{F_{\text{الشخص على الحبل}}}{2\sin\theta}$$

بالنسبة إلى القيم الأصغر لـ θ، ستزيد قوة الشد، (F_T) إلى حد كبير.

43. $1.31 \times 10^3\ \text{kg}$

44. مجموع المتجهات يساوي صفرًا. إذا كانت المتجهات تمثل قوى، فإن الجسم يكون في حالة اتزان. يعني هذا أن الجسم لا يتسارع.

45. يصغر F_T عندما يكبر θ، ويكون θ كبيرًا في الشكل السفلية.

46. لا، لأن الطفل إذا تسلق الزلاقة، فستتجه كل من قوة الاحتكاك المقابلة لحركة الطفل ومركبة جاذبية سطح الأرض الموازية للمنحدر أسفل الزلاقة وليس أعلاها.

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

0069_0086_C05_718462.indd 81 8/19/2016 10:53:59 AM

أثناء العمل

المجازفة

الخلفية

تتضمن الهندسة المعمارية توازنًا دقيقًا بين القوى لضمان وجود هيكل آمن ومستقر. وفي معظم المباني، توفر العتبات الساندة القوة الصاعدة اللازمة لتوازن قوة الجاذبية الهابطة. ينبغي أن يتأكد المهندسون المعماريون من أن العتبات يمكنها أن تدعم ليس فقط ثقل مواد البناء بل وثقل الأثاث والأفراد والأجسام الأخرى داخل المبنى أيضًا وذلك بمجرد تشييد المبنى.

استراتيجيات التدريس

- قد يسمع الطلاب عن مصطلح "الحامل" الذي يستخدم لوصف أعمدة أو جدران معينة مستخدمة في المباني. اشرح كيف توضح هذه التسمية أن هذه الهياكل مسؤولة بصفة رئيسة عن توازن قوة الجاذبية في الأرضيات والهياكل التي تعلوها. كما أن إزالة الحائط الحامل يزيل الهيكل الذي يوفر قوة صاعدة، وبعد ذلك تصبح القوى غير متوازنة وسينهار المبنى.
- يمكن أن يعتقد الطلاب أن القوى الصاعدة وقوة الجاذبية الهابطة بطاقتان مائلتان على بعضهما البعض. وبإزالة إحدى البطاقتين يحدث تسارع، وعندما توضع كلتا البطاقتين في أماكنهما، فإنهما توازنان بعضهما البعض وتصبح محصلة القوة صفرًا.

لمزيد من التعمق >>>

النتائج المتوقعة تعد الهياكل القوسية الأكثر استقرارًا والقائمة بذاتها أقواسًا تسلسلية، وسميت بهذا الاسم لاحتوائها على منحنى يماثل لسلسلة معلقة، على الرغم من كونها مقلوبة. تُدفع الكتل الفردية في أحد الأقواس لأسفل وللخارج نتيجة للثقل الذي تصنعه الكتل التي تعلوها.

وتُدفع أيضًا كل كتلة لأعلى وللداخل عن طريق القوة العمودية التي تبذلها الكتلة التي أسفلها. ليصبح القوس مستقرًا، يجب أن يساوي مجموع هذه القوى صفرًا.

تزيد القوة المبذولة على إحدى الكتل، من أعلى، الحركة إلى أسفل القوس، حيث لا تمتلك كل كتلة ثقلها الخاص فقط وإنما وزن الكتل التي تعلوها أيضًا. يكمن المصدر الرئيس لاستقرار المنحنى التسلسلي في الحقيقة التي تفيد بأن تكون القوة الخارجية على كل كتلة ثابتة. يتحقق ذلك عن طريق وضع كل كتلة في القوس بحرص بحيث تصبح القوة العمودية رأسية بشكل متزايد نحو الجزء السفلي من القوس.

ويكون إجمالي القوة العمودية التي تبذلها الأرض مساويًا لإجمالي وزن القوس.

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

0069_0086_C05_718462.indd 82 8/19/2016 10:53:59 AM

الوحدة 5 الإجابات

القسم 1

إتقان المفاهيم

47. ارسم رسومًا بمقاييس رسم للأسهم التي تمثل كميات متجهة. ضع أسهمًا للكميات المراد جمعها من الرأس إلى الذيل. ارسم سهمًا من ذيل الكمية الأولى إلى رأس الكمية الأخيرة. قِس طول ذلك السهم وأوجد اتجاهه.

48. مسموح: يمكن تحريك المتجه دون تغيير طوله أو اتجاهه

49. يمثل الناتج إجمالي متجهين أو أكثر. ويمثل الكمية التي تنتج من جمع المتجهات.

50. لا يتأثر.

51. اعكس اتجاه المتجه الثاني ثم اجمعهما.

52. ***A*** رمز يشير إلى الكمية المتجهة. A مقدار (طول) المتجه.

53. يمثل a وb طولي متجهين بزوايا قائمة مع بعضهما البعض. c تمثل طول مجموع المتجهين.

54. تقاس الزاوية في عكس اتجاه عقارب الساعة من المحور x.

إتقان المسائل

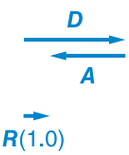
55. 2.0×10^{1} km شرقًا

56. a. $E_x = 3.5,\ E_y = 3.5$

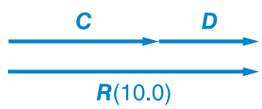
b. $F_x = -3.5,\ F_y = -3.5$

c. $A_x = -3.0,\ A_y = 0.0$

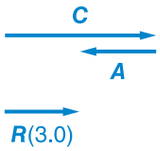
57. a.



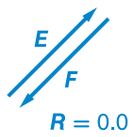
b.



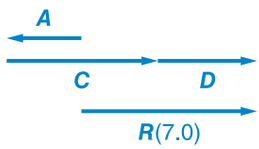
c.



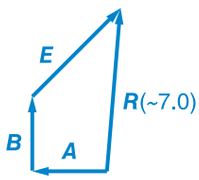
d.



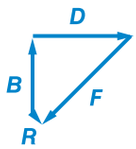
58. a.



b.



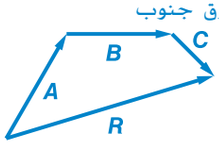
c.



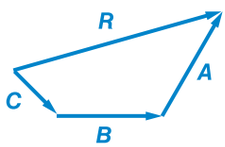
59. A < D < E < B < C

60. 40 m. 45° شرق جنوب

61. a.



b.



c. دائمًا ما تكون الإزاحات الناتجة هي نفسها. يُعد جمع المتجهات عملية تراكمية.

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

0069_0086_C05_718462.indd 83 8/19/2016 10:53:59 AM

الإجابات

62. تساوي محصلة القوة 640 N عند 101°.

63. a. 6.5 m/s

b. 58° من الاتجاه الأفقي، والتي تكون مقدارها 32° من الاتجاه الرأسي

c. 42 s

64. تساوي محصلة القوة 79 N عند 54°.

65. 509.9 km، 78.69° جنوب غرب

66. 5 km، 53° جنوب شرق

القسم 2

إتقان المفاهيم

67. تصبح قوة الاحتكاك أكبر من القوة العمودية. ويمكنك سحب الجسم على طول السطح، مع قياس القوة اللازمة لتحريكه بسرعة ثابتة. قِس أيضًا وزن الجسم.

68. لن يكون هناك أي فارق. لا يعتمد الاحتكاك على مساحة السطح.

إتقان المسائل

69. 0.255

70. 1.2 m/s^2

71. a. 8.0 m/s^2

b. 1.0×10^1 N

c. 0.20

72. 180 N

73. 0.400

القسم 3

إتقان المفاهيم

74. يكون محور واحد رأسيًا، ويكون الاتجاه الموجب لأعلى أو لأسفل.

75. يجب أن يقع المحوران في زوايا قائمة. يتجه محور *y* الموجب 30 درجة بعيدًا عن الاتجاه الرأسي بحيث يقع على زوايا قائمة مع المحور *x*.

76. بالنسبة إلى الحركة على التل، عادة ما يتم وضع محور (*y*) الرأسي عموديًا على سطح التل.

77. محصلة القوة التي تؤثر في الكتاب تساوي صفرًا.

78. نعم، يسمح قانون نيوتن الأول بالحركة طالما أن السرعة المتجهة للجسم ثابتة. ولا يمكن تسريعها.

79. a. ضع المحور *y* عموديًا على سطح الطاولة واجعل المحور *x* متجهًا لأعلى التل وموازيًا للسطح.

b. تُوازي إحدى المركبات السطح المائل وتكون المركبة الأخرى عمودية عليه.

80. a. عندما تزيد الزاوية التي كونتها الطاولة أفقيًا، تزيد مركبة وزن الكتاب على طول الطاولة.

b. عندما تزيد الزاوية، تقل مركبة الوزن العمودية على الطاولة وتقل قوة الاحتكاك.

إتقان المسائل

81. 74.4 N، 253°

82. 34 N، 223°

83. 433 N، يمينًا

84. a. 1.5×10^2 N

b. 1.1×10^2 N

85. 123 N

86. a. معامل الاحتكاك الثابت بين المريض وملاءات السرير.

b. 1.00

87. a. 4.0 m/s^2

b. 93 N

88. $F=\left(\frac{g}{\mu_s}\right)(m+M)$

تطبيق المفاهيم

89. 15 km

90. 10 mm

91. الأكبر يساوي 7 m، الأصغر يساوي 1 m. انظر دليل الحلول عبر الإنترنت.

92. يزيد الناتج.

93. a. *A* أطول.

b. *B* أطول

c. *A* و*B* متساويان في الطول.

94. مركبة (*y*) المتجهة شمالاً أطول.

95. يمكن استخدام نظرية فيثاغورس فقط إذا كان المتجهان المراد جمعهما في زوايا قائمة مع بعضهما البعض.

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

0069_0086_C05_718462.indd 84 8/19/2016 10:53:59 AM

الإجابات

96. انظر دليل الحلول عبر الإنترنت. تقع مركبة واحدة في اتجاه x السالب، وتقع المركبة الأخرى في اتجاه y السالب، مع الافتراض بأن الاتجاه الموجب يتجه لأعلى ويكون عموديًا على التل.

97. تؤثر القوى المتساوية في المقدار والمتضادة في الاتجاه، المشار إليها في قانون نيوتن الثالث، في أجسام مختلفة. سيجر الحصان العربة وستجذب العربة الحصان. توجد محصلة قوة غير متوازنة على العربة (مع تجاهل قوة الاحتكاك) ومن ثَمَّ ستزيد سرعتها.

98. عند فرد الشبكة بين العمودين، لن يعود هناك مركبة عمودية صاعدة لتوازن وزن الشبكة. وتكون كل القوة المبذولة على الشبكة أفقية. يتطلب فرد الشبكة للتخلص من آخر جزء من الارتخاء قوة هائلة لتقليل مرونة الشبكة وزيادة القوى الداخلية التي تربطها معًا.

99. a. $45°$

b. $0°$

100. تصبح المركبة العمودية على الأرض أكبر لأن الزاوية بين سلك التثبيت والاتجاه الأفقي أكبر من $45°$.

مراجعة شاملة

101. 284 N

102. a. 166 N

b. 3.6 km

103. a. $-4.9\ m/s^2$

b. 24 m

التفكير الناقد

104. 49 m

انظر دليل الحلول عبر الإنترنت للاطلاع على الحل الكامل.

105. a. $a = g\,(\sin\theta - \mu_k \cos\theta)$. لذا يكون التسارع مستقلاً عن الكتلة. سيرتبطان معًا، لذا فإن كاكو محق.

b. سيصلان إلى الجزء السفلي في الوقت نفسه.

106. الصيغة المحتملة للإجابة الصحيحة هي، "...يحرك البطاقة شمالاً مسافة قدرها 125 cm، حيث يضعها على رف يرتفع عن الأرض بمقدار 115 cm. ما إجمالي إزاحة البطاقة؟"

107. الصيغة الصحيحة للإجابة هي، "يُدفع الكرتون بقوة 10 N على الأرضية عن طريق بذل قوة مقدارها 10 N بزاوية $20°$ أسفل الاتجاه الأفقي. إذا كان معامل الاحتكاك الحركي يساوي 0.13، فكم يبلغ التسارع الناتج للكرتون؟"

اكتب في موضوع الفيزياء

108. ستتنوع الإجابات وقد تتضمن مواد تزليق وتقليلاً للقوة العمودية من أجل تقليل قوة الاحتكاك.

109. تتضمن الموضوعات المحتملة أزياء العدَّائين ومايوهات تغطي الجسم بالكامل ومايوهات منخفضة الاحتكاك وخوذات هوائية للمتزلجين ونظارات واقية وسارية.

مراجعة تراكمية

110. a. 90.0 g

b. 1.68 km

c. 128.6 kg

d. 12 N

e. 2 m/s

111. 10 km/h

112. $13\ m/s^2$

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

0069_0086_C05_718462.indd 85 8/19/2016 10:53:59 AM

الإجابات

تدريب على الاختبار المعياري

اختيار من متعدد

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

الحل الحر

9. 5.5×10^2 m
10. 1.8×10^2 N

سلم التقرير

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 إجابته أخطاءً بسيطة لا تقلل من إظهار فهمه التام.
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. وتكون إجابته غير كاملة وبها أخطاء كثيرة.
0	يقدم الطالب إجابة غير صحيحة تمامًا أو لا يجيب على الإطلاق.

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

0069_0086_C05_718462.indd 86 8/19/2016 10:53:59 AM

الوحدة 6

الحركة في بُعدين

نبذة عن الشكل

اسأل الطلاب ما القوى التي تؤثر في الشاب عندما يطير في الهواء. الجاذبية ما الذي يحدد مساره؟ سرعته الابتدائية ومحصلة القوة التي تؤثر فيه متى يصل إلى أقصى ارتفاع. هل لا يزال مركز ثقله يتحرك أم ثبت للحظات؟ لا يتحرك رأسيًا ولكنه يتحرك بسرعة ثابتة في الاتجاه الأفقي بسبب عدم وجود قوة تؤثر في هذا الاتجاه.

نظرة عامة على الوحدة

في هذه الوحدة، تُوسَّع مفاهيم علم الحركة والقوى الديناميكية التي درسها الطلاب سابقًا إلى الحركة في بعدين. تحلل الوحدة حركة المقذوف من خلال تطبيق علم الحركة باستخدام السرعة الأفقية الثابتة والتسارع الرأسي الثابت. يتعلم الطلاب تحليل الحركة الدائرية من خلال تطبيق قوانين نيوتن. تنتهي الوحدة بمناقشة عن السرعة النسبية.

قبل أن يدرس الطلاب المادة العلمية الواردة في هذه الوحدة، ينبغي عليهم دراسة:

- جمع المتجهات
- الكتلة مقابل الوزن
- قوانين نيوتن للحركة
- الحركة المنتظمة في بُعد واحد
- الكميات المتجهة مقابل الكميات القياسية

لحل المسائل الواردة في هذه الوحدة، سيحتاج الطلاب إلى فهم عميق لما يلي:

- بيانات الرسم البياني
- الأرقام المعنوية
- دوال الجيب وجيب التمام والظل
- حل المعادلات الخطية
- حل المعادلات التربيعية

عرض الفكرة الرئيسة

بإتقان المتجهات وقوانين نيوتن، يمكن تحليل مجموعة متنوعة من مسائل الحركة. تتناول هذه الوحدة حركة المقذوفات والحركة الدائرية والسرعة النسبية. بتطبيق المتجهات وقوانين نيوتن، يمكن توقع سرعة الأجسام وموضعها وتسارعها بدرجة كبيرة من الدقة في المستقبل.

استخدام التجربة الاستهلالية

في حركة المقذوف، يمكن أن يستخدم الطلاب مفردات ورسومات بيانية لوصف الحركة الأفقية والرأسية للمقذوفات.

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education
Gustoimages/Photo Researchers, Inc.

0087_0102_C06_718462.indd 87 8/19/2016 4:26:47 PM

القسم 1 حركة المقذوف

1 مقدمة

نشاط تحفيزي

حركة المقذوف اطلب من طالبين تحريك كرة لينة (أو كرة مماثلة) للأمام والخلف مع مراعاة أن تكون اليد تحت مستوى الكف أمام طلاب الفصل. اطلب من الطلاب التركيز على الحركة الأفقية والحركة الرأسية للكرة بأن تطلب منهم أولاً وصف الحركة كما يراها المراقب فوق مستوى الحركة وكما يراها أحد الطالبين اللذين يحركان الكرة. د م حركي

الربط بالمعرفة السابقة

علم الحركة ستنطبق النماذج التي صمّمها الطلاب في الوحدات السابقة لتحليل حركة السرعة الثابتة وحركة التسارع الثابت على الحركة الأفقية والرأسية للمقذوفات.

2 التدريس

مسار المقذوف

استعن بالشكل 1

وجّه انتباه الطلاب إلى أوجه الاختلاف بين أشكال المسارات في الشكلين. أكد على أن الاتجاه الابتدائي هو نفسه اتجاه القوة التي تطلق المقذوف، ولكن قوة الجاذبية تغير شكل المسار. اطلب من الطلاب ذكر أمثلة أخرى لنوعي الحركة.

حرية الحركة في بُعدين

استخدم التجربة المصغرة

في نشاط على الحافة، يمكن أن يتحقق الطلاب من مدى تأثير الكتلة في حركة المقذوف.

استخدم التجربة المصغرة

في نشاط مسار المقذوف، سيحلل الطلاب الحركة الرأسية والأفقية للمقذوف.

عرض عملي سريع

الفكرة **الرئيسة**

الزمن المقدّر 5 دقائق

المواد كرتان زجاجيتان متطابقتان، طاولة

الإجراء لإظهار الطبيعة الحرة للحركات الأفقية والرأسية في آن واحد، أمسك كرة زجاجية واحدة بالقرب من حافة سطح الطاولة وضع كرة زجاجية متطابقة على حافة الطاولة. أسقط الكرة الزجاجية الأولى وادفع الكرة الزجاجية الثانية أفقيًا في الوقت نفسه. كرر التجربة بسرعات متجهة أفقية مختلفة للكرة الزجاجية الأولى. بالنسبة إلى كل التجارب، ينبغي أن يسمع الطلاب صوت الكرتين الزجاجيتين وهما ترتطمان بالأرضية ويروهما في الوقت نفسه.

تطوير المفاهيم

حرية السرعات أكد مرة أخرى على أن الحركة الأفقية للمقذوف ثابتة في عدم وجود مقاومة للهواء. تتغير السرعة الرأسية للمقذوف مع تسارع قوة الجاذبية للمقذوف.

التدريس المتمايز

الطلاب دون المستوى قدّم للطلاب نسخة من شكل مماثل **للشكل 2**. باستخدام مسطرة، اطلب من الطلاب أن يرسموا خطًا أفقيًا بين كل زوج من الأجسام يسير جنبًا إلى جنب. وباستخدام شكل مربع، اطلب من الطلاب أن يتحققوا من أن الخط مستقيم بالنسبة إلى الحافة اليسرى أو اليمنى للشكل. عزّز لدى الطلاب الفكرة بأن الموضع الرأسي للجسمين هو نفسه عند كل فترة زمنية، ومن ثم تسقط الأجسام بالسرعة نفسها بغض النظر عن مركبة الحركة الأفقية.

د م بصري-مكاني

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

0087_0102_C06_718462.indd 88 8/19/2016 4:26:47 PM

المقذوفات التي أُطلقت أفقيًا

استخدام التجربة الفيزيائية

في نشاط إجراء التحقيق، يستخدم الطلاب الفيزياء لتحديد معايير إطلاق المقذوف.

استخدام التجربة الفيزيائية

في نشاط بلوغ الهدف، يمكن أن يجري الطلاب تحقيقًا لتحديد العوامل التي تؤثر في مسار المقذوف.

النشاط

السرعة الأفقية الثابتة ضع زجاجة كبيرة يبلغ عرض فتحتها 5-cm على الأرض بحيث يمكن أن يمر الطلاب من فوقها. أعط كل طالب كرة يمكن أن تمر بسهولة من خلال فتحة الزجاجة. اطلب من الطلاب المرور على الزجاجة بسرعة ثابتة مع الإمساك بالكرة من جانبها وإسقاط الكرة داخل الزجاجة. بعد النشاط، اطلب من الطلاب تحديد النقطة التي ينبغي عندها إسقاط الكرة بحيث تدخل في الزجاجة. ينبغي أن يسقط الطلاب الكرة قبل أن تصبح فوق فتحة الزجاجة.

ض م حركي

الإطلاق بزاوية

تحديد المفاهيم الخاطئة

نشاط تسارع القمة اطلب من الطلاب إعداد رسم الجسم الحر لمقذوف في قمة مساره. قد يعتقد بعض الطلاب أن تسارع المقذوف في قمة مساره يساوي صفرًا ولا توجد قوة تؤثر في المقذوف في هذا الوقت. وضِّح أن ثمة قوة واحدة تؤثر في المقذوف؛ وهي قوة الجاذبية. نظرًا لأن الجاذبية تؤثر لأسفل، يجب أن يكون للمقذوف دائمًا تسارع لأسفل حتى تؤثر قوة أخرى مضادة للجاذبية. ض م بصري-مكاني

التدريس المتمايز

ضعاف البصر لمساعدة الطلاب على الحصول على فكرة عن شكل المسار، اربط قطعًا من الخيط عند فواصل متساوية على طول عصا القياس. بحيث تمثل الفواصل فترات زمنية متساوية. ينبغي أن تكون أطوال الخيط بنسبة 1:4:9:16:25 وما إلى ذلك. تمثل أطوال قطع الخيط المسافات الرأسية المقطوعة. اربط صامولة صغيرة بطرف كل خيط. يستطيع الطلاب حينئذٍ أن "يدركوا" ماذا "يشبه" المسار. من خلال إمساك العصا من زوايا مختلفة، يستطيع الطلاب أن يحاكوا مسارات المقذوفات ذات زوايا الإطلاق المختلفة. ض م حركي

مثال إضافي للحل داخل الفصل

استخدم مثال المسألة *2*.

المسألة يركل محمد كرة قدم ساكنة على أرض مستوية ويطلقها بسرعة متجهة ابتدائية بمقدار 7.8 m/s عند زاوية 32° فوق سطح الأرض. افترض أن القوى ضئيلة بسبب مقاومة الهواء للكرة.

a. ما المدة التي ستستغرقها الكرة في الهواء؟

b. ما الارتفاع الذي ستصل إليه الكرة؟

c. ماذا سيكون مداها؟

الحل

$$v_{yi} = v_i \sin\theta = (7.8\ \text{m/s}) \sin 32°$$

$$v_{yi} = 4.1\ \text{m/s}$$

$$v_{xi} = v_i \cos\theta = (7.8\ \text{m/s}) \cos 32°$$

$$v_{xi} = 6.6\ \text{m/s}$$

a. عند السقوط، $y = 0$

$$0 = 0 + v_{yi}t - \frac{1}{2}gt^2$$

$$t = 2v_{yi}/g = 2(4.1\ \text{m/s})/(9.8\ \text{m/s}^2) = 0.84\ \text{s}$$

b.

$$y_{max} = v_{yi}\left(\frac{1}{2}t\right) - \frac{1}{2}g\left(\frac{1}{2}t\right)^2$$

$$= (4.1\ \text{m/s})(0.42\ \text{s}) - \frac{1}{2}(9.8\ \text{m/s}^2)(0.42\ \text{s})^2$$

$$= 0.86\ \text{m}$$

c.

$$R = v_{xi}t = (6.6\ \text{m/s})(0.84\ \text{s}) = 5.5\ \text{m}$$

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

0087_0102_C06_718462.indd 89 8/19/2016 4:26:47 PM

اثراء

المقذوفات وعلم الحركة والمتجهات اطلب من الطلاب إنشاء قوائم بالمفاهيم من الوحدات السابقة تلزم لتحليل حركة المقذوفات. ينبغي أن تتضمن هذه القوائم السرعة والتسارع والسقوط الحر وتحليل المتجهات وحرية المتجهات المتعامدة.

ض م لغوي

التفكير الناقد

حركة المقذوف اشرح للطلاب أن ثلاثة أجسام متساوية الكتلة أُطلقت في خط مستقيم لأعلى بالسرعة الابتدائية نفسها. يوجد أحد الأجسام على القمر وآخر على سطح الأرض والأخير على الأرض ولكنه غاص عميقًا في بركة من المياه لدرجة أن المقذوف لم يخرج من المياه. اطلب من الطلاب مقارنة أشكال مسارات الأجسام ومقابلتها. سيكون لكل مسار مجموعة صفرية. المسارات مرتبة من الأعلى إلى الأدنى وهي القمر والأرض وتحت الماء. ض م

نشاط التحدي في الفيزياء

المسارات اطلب من الطلاب مشاهدة فيديو لركلة البداية في مباراة كرة قدم. واطلب منهم استخدام برنامج تحليل الفيديو لقياس وقت ارتفاع الكرة التي رُكِلت ومسافتها. من خلال هذه القياسات، اطلب منهم حساب السرعات المتجهة الأفقية والرأسية الابتدائية والسرعة المتجهة الابتدائية (المقدار والزاوية) وأقصى ارتفاع. اطلب منهم اختيار رياضة أخرى تكون فيها حركة المقذوف واضحة مثل كرة الطائرة أو كرة السلة. ينبغي أن يحللوا حركة المقذوف ويقارنوا بين حركة الجسمين. ف م بصري-مكاني

مسار مركز الثقل

اطلب من الطلاب تقدير مكان مركز الثقل للشاب الوارد في شكل مقدمة الوحدة. في مكان ما بالقرب من سرّته باستخدام ورقة استشفاف، صل هذه النقطة بين الصور المختلفة. ارسم محور الزمن (على اليسار) أسفل الورقة ومحور المسافة الرأسية على يمين الورقة. ماذا يشبه مسار مركز الثقل؟ القطع المكافئ.

قوى من الهواء

استعن بالشكل 6

اطلب من الطلاب مقارنة مسارات الماء في الصورتين السفليتين بمسار الماء في الشكل العلوية. ذكّرهم بأن محصلة القوة التي تؤثر في الجسم هي التي تغير سرعته.

3 التقييم

تقييم الفكرة الرئيسة

تخيل أنه يمكن تشغيل الجاذبية وإيقاف تشغيلها بضغطة زر. إذا أوقفت تشغيل الجاذبية في اللحظة التي يركل فيها اللاعب كرة القدم، فكيف سيتغير مسار كرة القدم؟ تعمل الجاذبية في الاتجاه الرأسي (لأسفل)، لذا ستتغير فقط المركبة الرأسية لمسار كرة القدم. ونتيجة لعدم وجود قوى (مقاومة الهواء مهملة) تؤثر في كرة القدم في الاتجاه الرأسي، فلن تسرع الكرة رأسيًا وبالتالي ستواصل الصعود باستمرار بسرعتها المتجهة الرأسية الابتدائية. ولم تؤثر الجاذبية في حركتها الأفقية، لذا ستتحرك كرة القدم أفقيًا بنفس سرعتها عند وجود جاذبية.

التأكد من الفهم

العرض التوضيحي للسرعة المتجهة والتسارع اقذف كرة رأسيًا لأعلى واطرح الأسئلة التالية على الطلاب. ما التغيير الذي يطرأ على السرعة المتجهة كلما ارتفعت الكرة؟ تقل السرعة المتجهة عندما ترتفع الكرة لأعلى. كم تبلغ السرعة المتجهة للكرة عند أعلى نقطة لها؟ صفرًا ما التغيير الذي يطرأ على السرعة المتجهة عندما تسقط الكرة؟ تزيد السرعة المتجهة عندما تسقط الكرة لأسفل. كم يبلغ تسارع الكرة عندما ترتفع؟ تسارع السقوط الحر يساوي $9.8\ m/s^2$ لأسفل. كم يبلغ تسارع الكرة عند أعلى نقطة لها؟ $9.8\ m/s^2$ لأسفل كم يبلغ تسارع الكرة عندما تسقط؟ $9.8\ m/s^2$ لأسفل ض م

إعادة التدريس

حرية السرعات المتجهة قدّم للطلاب المركبات الأفقية والرأسية للسرعة المتجهة الابتدائية للمقذوف. اطلب منهم أن يحسبوا مركبات السرعة المتجهة في أوقات أخرى أثناء ارتفاع المقذوف. أكّد على أن السرعة المتجهة الرأسية تتغير باستمرار بينما تظل السرعة المتجهة الأفقية ثابتة. ض م منطقي-رياضي

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

0087_0102_C06_718462.indd 90 8/19/2016 4:26:48 PM

القسم 1 الإجابات

التأكد من فهم النص ومراجعة التعليقات التوضيحية

مراجعة التعليقات التوضيحية، كتاب الطالب ص *153*

$-9.8\ m/s$

التأكد من فهم النص، كتاب الطالب ص *153*

تُعد السرعات المتجهة الأفقية والرأسية للجسم المُسقَط حرة، لذا لا تعتمد السرعة المتجهة الرأسية على السرعة المتجهة الأفقية الابتدائية.

مراجعة التعليقات التوضيحية، كتاب الطالب ص *154*

$-9.8\ m/s^2$

التأكد من فهم النص، كتاب الطالب ص *154*

إذا أهملنا مقاومة الهواء، فلن تعود هناك قوى تؤثر في الاتجاه الأفقي. ومن ثم لن يعود هناك تسارع في الاتجاه الأفقي وبالتالي تكون السرعة المتجهة الأفقية ثابتة.

مسائل تدريبية

كتاب الطالب ص *156*

1. **a.** $4.0\ s$
   b. $2.0 \times 10^1\ m$
   c. $v_x = 5.0\ m/s,\ v_y = 39\ m/s$
2. $1.1\ m/s$
3. $0.60\ cm$

التأكد من فهم النص ومراجعة التعليقات التوضيحية

التأكد من فهم النص، كتاب الطالب ص *156*

في الجزء العلوي

مسائل تدريبية

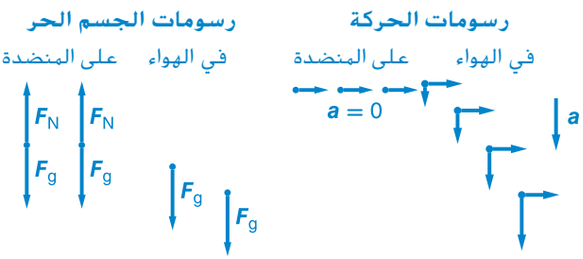
كتاب الطالب ص *157*

4. **a.** $2.8\ s$
   b. $9.3\ m$
   c. $65\ m$
5. الزمن المستقطع $= 4.8\ s$، المسافة $= 65\ m$، أقصى ارتفاع $= 28\ m$
6. $32\ m/s$ عند $82°$ فوق أفقي

القسم 1 مراجعة

كتاب الطالب ص *158*

7. تظل الكرة الأسرع في الهواء لفترة زمنية أقل، ومن ثم تكتسب سرعة متجهة رأسية أقل.
8.



9. $27\ m$
10. $3.6\ m$
11. لا تتغير السرعة المتجهة الأفقية، يكون زمن الارتفاع أكبر على سطح القمر، يكون أقصى ارتفاع أكبر على سطح القمر، تكون المسافة الأفقية أطول على سطح القمر

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

0087_0102_C06_718462.indd 91 8/19/2016 4:26:48 PM

القسم 2 الحركة الدائرية

1 مقدمة

نشاط تحفيزي

قوة الجذب المركزي ارسم دائرة كبيرة (يبلغ قطرها 50 cm على الأقل) على قطعة ورقية كبيرة. اطلب من الطلاب أن يلاحظوا ما يحدث بينما تطلب من متطوع أو أكثر محاولة جعل كرة تلف على طول محيط الدائرة فقط من خلال النقر الخفيف على الكرة. اطلب من الطلاب تحديد كل نقرة كقوة. واسألهم ما الذي لاحظوه في اتجاه كل قوة. ينبغي أن تتجه كل قوة نحو مركز الدائرة.

ض م بصري-مكاني

الربط بالمعرفة السابقة

الكميات المتجهة ذَكِّر الطلاب أن السرعة المتجهة والتسارع كميتان متجهتان لأن كليهما له مقدار واتجاه.

2 التدريس

وصف الحركة الدائرية

تحديد المفاهيم الخاطئة

التسارع في الحركة الدائرية قد يعتقد الطلاب أن الجسم في الحركة الدائرية لا يمكن تسريعه إلا إذا كانت سرعته متغيرة. اشرح أن كلمة تسارع تستخدم أحيانًا بهذه الطريقة في لغة الحياة اليومية، ولكن في العلوم يسرع الجسم أيضًا إذا تغير اتجاه حركته حتى وإن ظلت سرعته ثابتة.

التسارع المركزي

استعن بالشكل 9

اشرح للطلاب أن الرسم الموجود في الجزء السفلي من **الشكل 9** يستخدم تعريف $\Delta v = v_f - v_i$ عن طريق رسمه في شكل $v_i + \Delta v = v_f$. ض م

تطوير المفاهيم

قوة الجذب المركزي وضِّح أنه إذا كان هناك تسارع مركزي، فيجب أن تكون محصلة القوة نصف قطرية من الداخل.

استخدام التجربة الفيزيائية

في نشاط قوة الجذب المركزي، يستطيع الطلاب التحقق من التسارع المركزي والحركة الدائرية.

عرض عملي سريع

التسارع المركزي

الزمن المقدّر 5 دقائق

المواد كرسي دوّار، مقياس التسارع

الإجراء

1. اطلب من طالب أن يجلس على كرسي يلف ببطء مع تثبيت مقياس التسارع على بُعد ذراعك.
2. اطلب من الطالب أن يثبت مقياس التسارع بشكل عرضي على المسار الدائري ولاحظ قراءة المقياس.
3. كرر الخطوة 2 مع تثبيت مقياس التسارع بشكل نصف قطري.
4. اطلب من الطلاب أن يقارنوا بين الحالتين.

سيوضح مقياس التسارع عدم وجود تسارع في الخطوة 2. بينما يتجه التسارع نحو المركز في الخطوة 3.

تحديد المفاهيم الخاطئة

الفكرة الرئيسة قد يعتقد الطلاب أنه إذا تم التخلص من محصلة القوة التي تغذي التسارع المركزي من الجسم، فسيواصل الجسم حركته في مسار دائري. حرّك كرة مطاطية لتدور في شكل دوامة على طرف الخيط الموجود فوق رأسك ثم حرر الخيط. تتحرك الكرة في خط مستقيم عند مماس لمسارها الدائري الأصلي. اشرح أن الكرة تتحرك في دائرة لأن الخيط يوفر قوة جذب مركزي ليحدث التسارع المركزي. وبمجرد تحرير الخيط، تواصل الكرة الحركة في خط مستقيم بسبب وجود قوى أفقية تؤثر فيها.

الفيزياء في الحياة اليومية

قوى g يتعرض الطيارون الذين يقودون مقاتلة حربية وطائرة أيروباتش لضغط يُطلق عليه "القوة g"، وهو مقياس لزيادة واضحة في قوة الجاذبية كنتيجة للقوة التي يبذلها مقعد الطيار. في الدوران –4 أو $5g$ المحكم، يساوي وزن الجسم الظاهر للطيار 4 أو 5 أضعاف وزنه الطبيعي، وبالتالي فالطيارة التي تزن 900N ستبدو كأنها تزن 4500 N. وكلما كان الدوران صعبًا، زادت القوة التي يبذلها المقعد، ومن ثم تزداد قوة g. عند قوة 9 g تقريبًا، تتوقف الرؤية ويبدأ الطيار في تجربة الرؤية النفقية. يجرب الطيار "مرحلة العرض بظل رمادي خفيف" بشكل مؤقتة ويظهر كل شيء في هذه المرحلة باللون الأبيض والأسود.

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

0087_0102_C06_718462.indd 92 8/19/2016 4:26:48 PM

مناقشة

السؤال ما أوجه الشبه بين متجهات السرعة المتجهة والتسارع في الحركة الدائرية؟ وما أوجه الاختلاف بينهما؟

الإجابة كلاهما لديه مقدار ثابت واتجاه متغير. يكون اتجاه السرعة المتجهة مماسًا للمدار، بينما يكون اتجاه التسارع نصف قطري من الداخل. ض م

مثال إضافي للحل داخل الفصل

استخدم مثال المسألة 3.

المسألة يخرج جاي في رحلة صيد ولديه الوقت المناسب ليقرر تغيير ثقل خيط السنارة على طرف قطعة من خيط السنارة. كانت كتلة الثقل تساوي 0.028 kg وبلغ طول خيط السنارة بين يده والثقل 0.75 m ويقوم الثقل بلفة واحدة في 1.2 s. فما مقدار القوة المبذولة بواسطة الخيط على الثقل؟

الحل 0.59 N

$$a_c = 4\pi^2 r / T^2$$

$$F_T = ma_c = 4\pi^2 mr / T^2$$

$$= 4\pi^2 (0.028\ \text{kg})(0.75\ \text{m})/(1.2\ \text{s})^2 = 0.58\ \text{N}$$

التعزيز

نشاط محصلة القوة ألصق بعض الأنابيب في شكل نصف دائري على قطعة من الخشب أو ورقة من الكرتون المقوى السميك. لف الكرة الزجاجية حول الجزء الداخلي من القناة واجعل الطلاب يلاحظون أنه عندما تظهر الكرة الزجاجية من القناة، فإنها تتبع خطًا مستقيمًا مماسًا للقناة عند نقطة الخروج. ض م

بصري-مكاني

"قوة" الطرد المركزي

نشاط التحدي في الفيزياء

منحنيات الميل الجانبية اطلب من الطلاب أن يجدوا مواصفات لمنحنى ميل جانبي على طريق سريع أو يقدروا قيمة المواصفات. وبداية من الزاوية والسرعة الحدية المقترحة للمنحنى، اطلب منهم تحديد الحد الأدنى لقيمة معامل الاحتكاك الثابت اللازم بين الطريق وإطارات السيارة لمنعها من الانزلاق. قد تميل المنحنيات جانبيًا عند زوايا تتراوح بين درجات متعددة للطرق العامة وعشرات الدرجات لحلبات السباق. افترض أنه إذا لم يكن الاحتكاك موجودًا، فستنزلق السيارة لأعلى الطريق (بعيدًا عن مركز الدوران). وفي هذه الحالة، يجب أن يؤثر الاحتكاك في الطريق المائل جانبيًا لمنع هذه الحركة. يوضح تطبيق القانون الثاني لنيوتن

$$F_{net} = ma_{centripetal}$$

$$F_{N_c} + F_{f_c} = m\frac{v^2}{r}$$

$$F_N \sin\theta + F_f \cos\theta = m\frac{v^2}{r}$$

$$mg\cos\theta\sin\theta + \mu mg\cos^2\theta = m\frac{v^2}{r}$$

$$\mu g\cos^2\theta = \frac{v^2}{r} - g\cos\theta\sin\theta$$

$$\mu = \frac{\frac{v^2}{r} - g\cos\theta\sin\theta}{g\cos^2\theta}$$

إدراج $\theta = 5.0°$، $v = 29\ \text{m/s}$ (65 mph)، و $r = 100\ \text{m}$ توضح $\mu = 0.78$

ف م منطقي-رياضي

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

0087_0102_C06_718462.indd 93 8/19/2016 4:26:48 PM

التفكير الناقد

منحنيات الميل الجانبية اسأل الطلاب عن سبب ميل المنحنيات على الطرق السريعة بشكل جانبي. ينتج الطريق المائل مركبة أفقية للقوة العمودية. ستكون هذه المركبة في الاتجاه نفسه مثل التسارع المركزي المطلوب، ومن ثم تسهم في تسريع السيارة لجعلها تدور حول المنحنى. ض م

مناقشة

السؤال عندما تركب سيارة أثناء سيرها، لماذا تنزلق باتجاه الجزء الخارجي من المنحنى؟

الحل إذا كانت قوة الاحتكاك الثابت بينك وبين المقعد غير كافية، فإن القصور الذاتي لجسمك، في الوقت الذي تتحرك فيه السيارة لأسفل، سيجعل الجسم يواصل الحركة في خط مستقيم حتى يلامس باب السيارة. ض م

3 التقويم

تقويم الفكرة الرئيسة

لماذا تميل الطائرات جانبًا لتدور؟ من خلال الميل الجانبي، تصبح مركبة قوة رفع الأجنحة أفقية وعمودية على السرعة المتجهة للطائرة. تتسبب هذه القوة في تسريع الطائرة مركزيًا (وهو ما يجعلها تدور).

التأكد من الفهم

الحركة الدائرية المنتظمة اطلب من الطلاب أن يصفوا سرعة الجسم وسرعته المتجهة وتسارعه عندما يتحرك في حركة دائرية منتظمة. توصف سرعته بأنها ثابتة ولكن اتجاه السرعة المتجهة يتغير بشكل مستمرة ليتبع مسارًا دائريًا. يكون مقدار التسارع ثابتًا، ولكن اتجاهه يتغير بحيث يتجه دائمًا نحو مركز الدائرة. ض م

التوسع

نشاط محطة الفضاء اطلب من الطلاب أن يشاهدوا أحد المشاهد من فيلم *2001:* أوديسا الفضاء الذي يُظهر دوران محطة الفضاء. وفقًا للمستشار العلمي للفيلم، كان من المفترض أن يساوي قطر المحطة (1,000ft) 305m. ومن خلال الاستعانة بالفيديو، اطلب من الطلاب أن يقيسوا فترة دوران المحطة واحسب التسارع المركزي لفرد ما في المحطة. واطلب من الطلاب أن يقارنوا هذا التسارع المركزي بتسارع السقوط الحر على سطح الأرض.

لبلوغ تسارع السقوط الحر على سطح الأرض، يجب أن تكون فترة دوران المحطة

$$T = 2\pi\sqrt{r/g} = 2\pi\sqrt{(152.5\ \text{m})/(9.8\text{m/s}^2)} = 25\text{s}$$

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

0087_0102_C06_718462.indd 94 8/19/2016 4:26:48 PM

القسم 2 الإجابات

التأكد من فهم النص ومراجعة التعليقات التوضيحية

مراجعة التعليقات التوضيحية، ص *159*
متجهات السرعة المتجهة لها نفس الطول.

مراجعة التعليقات التوضيحية، ص *161*
التسارع الأفقي سيساوي صفرًا والسرعة المتجهة الأفقية ستظل ثابتة.

مسائل تدريبية

كتاب الطالب ص *162*

12. $3.1\ m/s^2$، الاحتكاك

13. 8.1 km

14. 1.2×10^2 N

15. 0.24 N

16. $8.6\ m/s^2$، 0.88

القسم 2 مراجعة

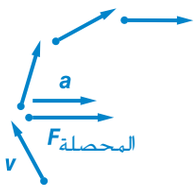
كتاب الطالب ص *163*

17. تسرع الكرة تجاه مركز الدائرة بسبب قوة الجذب المركزي.

18. تتجه القوة نحو مركز الحوض. تمارس الحوائط القوة على الملابس.

19. يوجد تسارع لأن اتجاه السرعة المتجهة متغير. يجب أن يكون هناك قوة محصلة تجاه مركز الدائرة. يعزز الطريق تلك القوة ويسمح الاحتكاك بين الطريق والإطارات ببذل القوة على الإطارات. يمارس المقعد القوة على السائق تجاه مركز الدائرة. ينبغي أن توضح الملاحظة أيضًا أن قوة الطرد المركزي ليست قوة حقيقية.

20.



a. يمين

b. يمين

c. مقعد السيارة

21. $4.7\ m/s^2$

22. 0.32 N

23. $55\ m/s^2$، 15 m/s

24. 61 N

25. تعزز جاذبية الأرض القوة التي تسرعك. وسيسجل المقياس وزنًا أقل إذا كنت في حالة حركة دائرية منتظمة.

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

0087_0102_C06_718462.indd 95 8/19/2016 4:26:48 PM

القسم 3 السرعة المتجهة النسبية

1 مقدمة

نشاط تحفيزي

الأرصفة المتحركة ضع سيارة ذات سرعة ثابتة على لوح طويل على سطح طاولة وشغلها. اطلب من الطلاب أن يصفوا حالتين تساوي السرعة المتجهة للسيارة المتحركة فيهما صفرًا. (1) اسحب اللوح أثناء السير بالسرعة نفسها التي تسير بها السيارة ولكن في الاتجاه المعاكس (بحيث تساوي السرعة المتجهة للسيارة بالنسبة إلى سطح الطاولة صفرًا). (2) سِر بالسرعة نفسها وفي الاتجاه نفسه مثل السيارة (بحيث تساوي السرعة المتجهة للسيارة بالنسبة إلى السائر صفرًا). ض م

الربط بالمعرفة السابقة

جمع المتجهات والسرعات المتجهة يوسّع الطلاب فهمهم للسرعة المتجهة بحيث يشمل السرعة المتجهة النسبية. يطبق الطلاب جمع المتجهات على متجهات السرعة المتجهة.

2 التدريس

الحركة النسبية في بُعد واحد

تطوير المفاهيم

الأطر المرجعية اشرح أن $v_{a/b}$ هي السرعة المتجهة للجسم على النحو المقيس في الإطار المرجعي للملاحظ b، و$v_{b/c}$ هي حركة الإطار المرجعي للملاحظ b على النحو المقيس في الإطار المرجعي للملاحظ c. ومن ثم $v_{a/c}$ هي السرعة المتجهة للجسم على النحو المقيس في الإطار المرجعي للملاحظ c. لاحظ أنه عن طريق إلغاء القيم السفلية المتكررة، يتم تأكيد الترتيب الصحيح للجمع (مثل $v_{a/b} + v_{b/c} = v_{a/c}$).

التعزيز

جمع المتجهات إن مجموع متجهين يؤثران في بُعد واحد يساوي مجموعهما الجبري وليس مجموعهما الحسابي.

U، يستطيع الطلاب أن يكتشفوا الحركة من وجهات نظر مختلفة.

استخدام التشبيه

صافي الحركة وصافي الأجر وجّه انتباه الطلاب إلى المتجه الذي يوضح صافي حركتهم بالنسبة إلى الشارع الذي يوجد على يمين الرسم في **الشكل 14**. ولمساعدتهم على فهم هذا المتجه، استخدم التشبيه التالي: إذا كان أجرك بالساعة يساوي 12/h$ ويتعين عليك دفع 2/h$ مقابل انتظار سيارتك طوال ساعات عملك، فسيصبح صافي أجرك بالساعة هو 10/h$.

تحديد المفاهيم الخاطئة

نشاط مسار السرعة المتجهة النسبية اطلب من الطلاب أن يرسموا الإزاحة بالنسبة إلى ماء الكرة الزجاجية التي تم تناولها في مثال المسألة 4. يكون المسار في خط مستقيم في اتجاه $v_{m/w}$. قد يرسم بعض الطلاب المسار كمنحنى. ساعد الطلاب على رسم نموذج للحركة النسبية باستخدام الاستراتيجية الواردة في الصفحة التالية في "استخدام النماذج".

ض م بصري-مكاني

مثال إضافي للحل داخل الفصل

استخدم مثال المسألة 4.

المسألة تضع لالي صينية غذائها على الحزام الناقل، في الكافتيريا، الذي يتحرك غربًا بسرعة 0.150 m/s. وُجد على الصينية خنفساء تزحف شمالاً بسرعة 0.050 m/s. فكم تبلغ السرعة المتجهة للخنفساء بالنسبة إلى الأرض؟

الحل 0.16 m/s، 18° شمال غرب

$$v_{l/g} = v_{l/t} + v_{t/g}$$

$$v_{l/g}^2 = v_{l/t}^2 + v_{t/g}^2$$

$$v_{l/g} = \sqrt{v_{l/t}^2 + v_{t/g}^2}$$

$$= \sqrt{(0.150\,m/s)^2 + (0.050 m/s)^2}$$

$$= 0.16\ m/s$$

$$\theta = \tan^{-1}(v_{l/t}/v_{t/g})$$

$$= \tan^{-1}((0.050\ m/s)/(0.150\ m/s))$$

$$= 18°\ \text{شمال غرب}$$

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

0087_0102_C06_718462.indd 96 8/19/2016 4:26:49 PM

القسم 3

خلفية عن المحتوى

التيارات النفاثة والسفر جوًا تتدفق التيارات النفاثة بسرعة، وعُثِرَ على تيارات هواء محصورة في الغلاف الجوي عند خط عرض حوالي 12 km. وفي نصف الكرة الشمالي، غالبًا ما توجد التيارات بين خطوط عرض 30° – 70° وبين خطوط عرض 20° – 50°. تختلف سرعات الرياح وفقًا لتدرج درجة الحرارة؛ حيث تتراوح بين 55 km/h في الصيف و120 km/h في الشتاء، وذلك على الرغم أنه من المعروف وجود سرعات تزيد عن 400 km/h. يُعد موقع التيار النفاث أحد المعطيات المهمة للغاية لخطوط الطيران. على سبيل المثال، في الولايات المتحدة يمكن أن يقل الوقت اللازم للطيران من الساحل الشرقي إلى الساحل الغربي أو يزيد بمقدار 30 دقيقة ويتوقف ذلك على ما إذا كانت الطائرة تطير مع التيار النفاث أم عكسه، على التوالي.

استخدام النماذج

الفكرة الرئيسة لمحاكاة قارب يسير بسرعة متجهة ثابتة في نهر معين، استخدم سيارة لعبة بسرعة متجهة ثابتة وورقة طويلة. تمثل حركة السيارة $v_{b/w}$ ويمكن سحب الورقة عند سرعة ثابتة لمحاكاة حركة التيار، $v_{w/g}$. اطلب من الطلاب أن يلاحظوا أن السرعة المتجهة للقارب بالنسبة إلى الأرض ($v_{b/g}$) تكون في خط مستقيم.

التأكد من الفهم

معادلة السرعة المتجهة النسبية راجع الصيغة العامة لمعادلة السرعة المتجهة النسبية. ثم اطلب من الطلاب أن يشرحوا لماذا يُعد من المهم أن تتضمن المعادلة سرعات متجهة لا سرعات عادية. قد لا تُستخدم السرعة إلا إذا كانت كل الأطر المرجعية والأجسام داخلها تتحرك في الاتجاه نفسه (على سبيل المثال، أفقيًا أو رأسيًا). وإذا تحركت إحدى هذه الصور في اتجاهات مختلفة، يتعين عليك أن تفكر في السرعة في الأبعاد المختلفة (على سبيل المثال، الأفقي والرأسي) لوصف الحركة. يُطلق على الكمية التي تتطلب كميتين قياسيتين لوصفها اسم المتجه. ض م

إعادة التدريس

السرعة المتجهة النسبية اطلب من كل طالب أن يكتب مسألة السرعة المتجهة النسبية على ورقة ويكتب حلها في الجزء الخلفي من الورقة. (قد تحتاج إلى تحديد عدد الأبعاد). اطلب من الطلاب أن يتبادلوا الورق ويحلوا المسائل. وبعد ذلك، قد يعرض الطلاب حلولهم أمام الفصل، ويستطيع طلاب الفصل أن يحسموا الخلافات التي تتعلق بالحلول.

ض م بين الأشخاص

3 التقويم

تقويم الفكرة الرئيسة

انظر **الشكل 2**. إذا كانت الكاميرا تتحرك بسرعة متجهة هي نفسها السرعة المتجهة الابتدائية للكرة الأرجوانية بالنسبة إلى الأرض، $v_{p/g,i}$، فكيف ستبدو الشكل؟ انظر الأطر المرجعية للأرض (g) والكاميرا (c). في g، تتحرك الكاميرا أفقيًا بسرعة متجهة هي نفسها السرعة المتجهة الابتدائية للكرة الأرجوانية (بمعنى أن $v_{p/g,i} = v_{c/g}$). ومن ثم لا توجد سرعة متجهة أفقية للكرة الأرجوانية في c ($v_{p/c,i} + v_{c/g} = v_{p/g,i} \Rightarrow v_{p/c,i} = 0$). لذلك ستسقط مباشرة في الجزء السفلي من الشكل. وفي c، ستكون السرعة المتجهة الابتدائية للكرة الحمراء عكس السرعة المتجهة الابتدائية للكرة الأرجوانية في g: $v_{r/c,i} + v_{c/g} = v_{r/g,i} \Rightarrow v_{r/c,i} = -v_{c/g} = -v_{p/g,i}$ (لاحظ أن $v_{r/g,i} = 0$). ومن ثم في c، تكون السرعة المتجهة الابتدائية للكرة الحمراء عكس السرعة المتجهة الابتدائية للكرة الأرجوانية في g. وبالتالي ستتبع الكرة الحمراء المسار المكافئ نفسه مثلما تفعل الكرة الأرجوانية في g. إلا أن ذلك سيحدث في اليسار بدلاً من اليمين.

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

0087_0102_C06_718462.indd 97 8/19/2016 4:26:49 PM

القسم 3 الإجابات

التأكد من فهم النص ومراجعة التعليقات التوضيحية

مراجعة التعليقات التوضيحية

السرعة

التحدي في الفيزياء

$$x = \sqrt{\frac{2Trh}{ma_{grav}}}$$

نعم، تتغير المعادلة إذا كان أمير يسير بسرعة 0.50 m/s بالنسبة إلى الأرض. إذا تحرك الحجر في الاتجاه نفسه الذي يسير فيه أمير، فستكون السرعة المتجهة للحجر بالنسبة إلى الأرض أكبر، الأمر الذي يؤدي إلى قيمة أكبر لـ x.

مراجعة التعليقات التوضيحية

سيكون متجه الهواء في الاتجاه المعاكس وسيتغير وضع المتجه الناتج في كل من الطول والاتجاه.

التأكد من فهم النص

نعم

التأكد من فهم النص

حل متجهات السرعة المتجهة في مركباتها x– وy–. توضح كل مركبة السرعة في الاتجاه المقابل بالنسبة إلى الإطار المرجعي المحدد.

مسائل تدريبية

26. 6.0 m/s

27. 0.73 m/s

28. 2.0 m/s، في الاتجاه المقابل للقارب

29. a. 4.0 m/s

b. 19° جنوب غرب

30. 1.7×10^2 km/h

31. a. 250.0 km/h

b. 150.0 km/h

القسم 3 مراجعة

32. 260 km/h غربًا

33. 5 m/s مع التيار، 0 m/s عكس التيار

34. 14 m/s، 69° شمال غرب

35. a. 8.0 m/s شرقًا

b. 1.0×10^1 m/s

36. 3.8 m/s، 9.3° شمال شرق

37. 1.9×10^2 km/h، 64° جنوب شرق

38. 2.9×10^2 km/h، 81° شمال شرق

39. اختر مركبة سرعتك المتجهة على طول اتجاه النهر لتصبح مساوية للسرعة المتجهة للنهر وعكسها.

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

0087_0102_C06_718462.indd 98 8/19/2016 4:26:49 PM

أثناء العمل

الحاجة إلى السرعة

سائق سيارة سباق

الخلفية

لم يوزع ثقل سيارة السباق بالتساوي على جميع الإطارات الأربع في أحد المنعطفات. يستطيع سائق أن يتلاعب بتوزيع قوة الهبوط على الإطارات عن طريق كبحها أو تسريعها. تزيد الفرامل من قوة الهبوط على العجلات الأمامية للسيارة، والتي تزيد من معدل التحكم في التوجيه. وبطبيعة الحال، تقلل الفرامل أيضًا سرعة السيارة. يجب أن يحافظ السائقون على التوازن الاستراتيجي بين السرعة والتحكم خلال المنعطفات لتحقيق مركز تنافسي في السباق.

استراتيجيات التدريس

- أخبر الطلاب أن القوى القصوى الفاعلة في سباق السيارات تؤثر أيضًا في جسم السائق داخل كابينة القيادة. يجب أن تكون رقاب سائقي سيارات السباق قوية وكذلك سيقانهم وأذرعهم ليحافظوا على التحكم في السيارات خلال التسارعات الكبيرة. يجب أيضًا أن يكون السائقون مستعدين للخروج بسرعة من السيارة في حالة اشتعال النيران داخلها عند وقوع حادث.
- اطلب من الطلاب أن يكتشفوا كيف غيرت ميزات السلامة المحسنة في طراز السيارة، التي أدخلت على ناسكار في عام 2007، من رياضة سباق السيارات وطبيعتها.
- شجّع الطلاب على اكتشاف كيف تختلف مضامير السباق ذات الميل الجانبي عن المضامير المسطحة وكيف تؤثر في القوى الفاعلة أثناء تشغيل سيارات السباق.

لمزيد من التعمق <<<

النتائج المتوقعة ينبغي أن يختار الطلاب حدثين من أحداث سباق السيارات ويصفوا كيف تختلف طرز هياكل السيارات وكيف تختلف أشكال المضامير وكذلك الفرق في اللوائح. وبعد ذلك، ينبغي أن يشرح الطلاب كيف تؤثر هذه الاختلافات في السرعات التي تحققها السيارات والقوى التي تؤثر في حركتها.

على سبيل المثال، تقام سباقات الجر في مضامير مستقيمة لا توجد بها منعطفات، بينما تقام سباقات السيارات في مضامير بيضاوية حيث يكمن الجزء الأكبر من المهارة في التعامل مع القوى الفاعلة أثناء المنعطفات.

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

0087_0102_C06_718462.indd 99 8/19/2016 4:26:49 PM

الوحدة 6 الإجابات

القسم 1

إتقان المفاهيم

40. ليس صحيحًا. حيث تمثل الرمية أو الركلة أو القوة الأخرى قوة تلامس، وبمجرد عدم وجود تلامس، لن توجد قوة.

41. a. E

b. تكون السرعة المتجهة الأفقية هي نفسها في كل النقاط.

c. B وC

d. يكون التسارع هو نفسه في كل مكان.

42. بعد إطلاق كلا الجسمين، تصبح القوة الوحيدة التي تؤثر فيهما هي الجاذبية. يبدأ كلا الجسمين على الفور في التسارع لأسفل، ويمتلك الجسم الذي تم إطلاقه لأعلى عند زاوية ما سرعة متجهة ابتدائية لأعلى، مما يتسبب في تحركه لأعلى ثم انحنائه لأسفل. وعلى الفور، ينحني الجسم الذي تم إطلاقه أفقيًا لأسفل.

43. ستتنوع الإجابات، ولكن الصيغة الصحيحة للإجابة هي، "تُقذف كرة البيسبول أفقيًا عند سرعة ابتدائية قدرها 1.5 m/s. كم تبلغ المسافة التي تتحركها الكرة أفقيًا قبل أن تصطدم بالأرض بمسافة 8 m لأسفل؟"

44. ستكون الطائرة فوق الصندوق مباشرة عندما يصطدم الصندوق بالأرض. وتكون سرعتهما المتجهة الأفقية هي نفسها. ووصولاً إلى مراقب ما على الأرض، سيبدو الصندوق أنه يتحرك أفقيًا بينما يسقط رأسيًا.

إتقان المسائل

45. 29 m

46. 3.2 m

47. a. 0.50 s

b. 0.80 m/s

48. 33 m, 7.3 m

49. a. 31 m

b. 2.1×10^{2} m

50. 31 m/s عند 45°

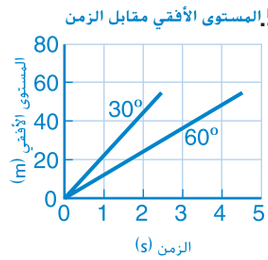
51. a. 14 s

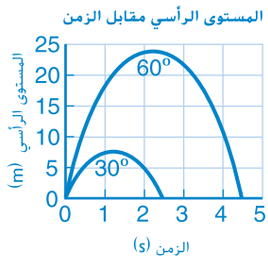
b. 5.0×10^{2} m

52. 6.5 m/s

53. 12 m/s

54.





القسم 2

إتقان المفاهيم

55. a. لا، حيث إن الدوران حول المنحنى يغير اتجاه السرعة المتجهة. ومن ثم لا يمكن أن يساوي التسارع صفرًا.

b. لا، قد يكون مقدار التسارع ثابتًا ولكن اتجاهه سيتغير.

56. تتناسب محصلة القوة طرديًا مع مربع سرعة الجسم المتحرك.

57. a. تسير القوة على طول الخيط تجاه مركز الدائرة التي يتبعها اليويو.

b. يبذل الخيط القوة.

c. إذا حُرر الخيط، فلن تتغير السرعة المتجهة لليويو. وفقًا لقانون نيوتن الأول للحركة، سيتحرك الخيط بحيث يكون مماسًا للدائرة في الاتجاه الذي تحرك فيه.
وستوجد قوة جاذبية عليه، ووفقًا لقانون نيوتن الثاني للحركة، سيكون له تسارع لأسفل أيضًا. وسيعمل كالمقذوف الذي أُطلق أفقيًا.

إتقان المسائل

58. a. $9.65\ m/s^2$

b. 5.94×10^{3} N

59. A < C < B = D < E

60. $71\ m/s^2$; 5.0×10^{2} N

61. a. $2.64\times10^{7}\ m/s^2$

b. 2.6×10^{4} N

62. 13 m/s

63. 1.5×10^{3} m

القسم 3

إتقان المفاهيم

64. يمكن إيجاد مقدار السرعة المتجهة النسبية لتلك السيارة بالنسبة إلى سيارتك عن طريق جمع مقادير السرعات المتجهة للسيارتين معًا. ولأنه من المحتمل أن تتحرك كل سيارة بسرعة قريبة من السرعة المحددة، فستكون السرعة المتجهة النسبية الناتجة أكبر من السرعة المحددة.

إتقان المسائل

65. فاز عليّ.

66. a. 5.0 m/s، 53° من الشاطئ

b. 3.0 m/s, 4.0 m/s

67. 1.6×10^{2} km/h، 18° غرب الجنوب

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

0087_0102_C06_718462.indd 100 8/19/2016 4:26:49 PM

الإجابات

68. ستتنوع الإجابات. ولكن الصيغة المحتملة للإجابة الصحيحة هي: "يرغب في الوصول إلى معسكر معين على الضفة الشرقية التي تبعد 75 m في اتجاه مجرى النهر. وإذا جدف بسرعة 5 m/s، فما الزاوية التي ينبغي أن يوجه القارب نحوها لتتجه إلى المعسكر مباشرة؟"

تطبيق المفاهيم

69. تُعد الحركة الأفقية منتظمة لأنه لا توجد قوى تؤثر في ذلك الاتجاه (تجاهل معامل الاحتكاك). وفي الناحية الرأسية، سيكون هناك تسارع نتيجة لقوة الجاذبية. لم تطبق معادلات حركة المقذوف الواردة في هذا الكتاب عندما يؤخذ معامل الاحتكاك في الاعتبار. ستتأثر حركة المقذوف في كلا الاتجاهين عندما تؤخذ مقاومة الهواء في الاعتبار حيث تُعد مقاومة الهواء هي قوة الاحتكاك.

70. 20 m/s لأسفل

71. بسبب التسارع الناجم عن الجاذبية، تسقط كرة البيسبول على مسافة أكبر خلال $\frac{1}{4}$ s الثانية مقارنة بالمسافة خلال $\frac{1}{4}$ s الأولى.

72. a. لا يتغير الوقت.

b. تنتج السرعة الأفقية الأعلى مسافة أفقية أطول.

73. نعم

74. 6.0 s

75. كل من سرعة المادة المطلقة وزاويتها، لذا يُحدث الارتفاع فرقًا. يتحقق أقصى مدى عندما تمتلك السرعة المتجهة الناتجة مركبات رأسية وأفقية متساوية، بمعنى آخر، تمتلك زاوية إطلاق بمقدار 45°. ولهذا السبب، يؤثر الارتفاع والسرعة في المدى.

76. تكون السرعة النسبية للسيارتين اللتين تسيران في الاتجاه نفسه أقل من السرعة النسبية للسيارتين اللتين تسيران في الاتجاه المقابل. كما أن المرور بالسرعة النسبية الأقل سيستغرق وقتًا أطول.

77. a. في يدك

b. ستسقط الكرة بجانبك، تجاه الجزء الخارجي من المنحنى.

78. تتضاعف قوة الشد المطبقة على الخيط، حيث إن $F_T = ma_c$.

79. انظر دليل الحلول عبر الإنترنت للاطلاع على رسم الجسم الحر. يتجه التسارع نحو مركز المضمار.

a. تعمل مركبة القوة العمودية نحو مركز المنحنى وتعتمد على سرعة السيارة، وتعمل مركبة قوة الاحتكاك نحو المركز وتسهم كلتا المركبتين في محصلة القوة في اتجاه التسارع.

b. نعم

مراجعة جامعة

80. a. 464 m/s

b. 3.3 N

c. 9.5×10^2 N

d. 9.5×10^2 N

81. 1157 m/s

82. −1.50 km/s

83. 24 N

84. 3.0×10^2m

85. 35°, 49°

86. a. 15 N

b. 0.69 m/s

87. 53 m أو 4.0×10^1 m

88. 8.5 m/s

التفكير الناقد

89. تغير قوة الجاذبية الرأسية سرعة السيارات، ولذلك لا تصبح الحركة حركة دائرية منتظمة.

90. a. نعم، تبعد الكرة عن الحائط مسافة 2.1 m.

b. 41 m/s

c. من 25° إلى 73°

91. 3.0×10^8 m/s, $\frac{4}{5}$c

92. ليست حركة دائرية منتظمة. تزيد الجاذبية سرعة الكرة عندما تتحرك لأسفل وتقلل السرعة عندما تتحرك لأعلى. وبالتالي، سيكون التسارع المركزي اللازم لاستمرار حركة الكرة في دائرة أكبر في الجزء السفلي من الدائرة وأصغر في الجزء العلوي منها. في الجزء العلوي من الكرة، تكون قوة الشد والجاذبية في الاتجاه نفسه، ولهذا ستكون قوة الشد اللازمة أصغر أيضًا. وفي الجزء السفلي من الكرة، ستكون الجاذبية نحو الخارج وستكون قوة الشد نحو الداخل. ومن ثم يجب أن تكون قوة الشد التي يبذلها الخيط أكبر أيضًا.

اكتب في موضوع في الفيزياء

93. ستتنوع الإجابات. ينبغي أن يشرح الطلاب أن الشكل الشراعي يقلل التسارع المركزي الذي يمر به راكبو الدراجات، الأمر الذي يجعل الركوب أمنًا.

94. ستتنوع الإجابات. قد يشرح الطلاب أن ركوب البندول يؤرجح الراكبين في حركة قوسية الشكل، حيث يعمل التسارع المركزي عكس تسارع الجاذبية في الجزء العلوي من القوس. ويكون راكبو الحامل الدائري في حركة دائرية بسرعة ثابتة، ونتيجة لتغير اتجاههم، فإنهم يمرون بتسارع مركزي.

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

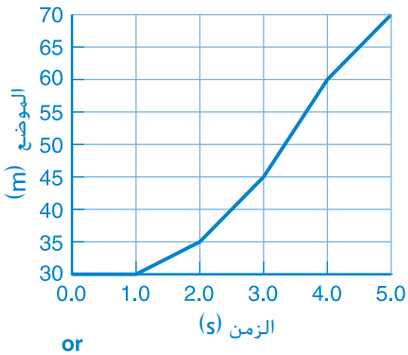
0087_0102_C06_718462.indd 101 8/19/2016 4:26:49 PM

الإجابات

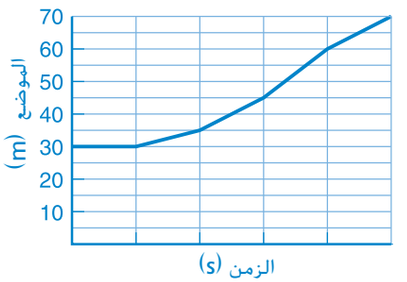
مراجعة تراكمية

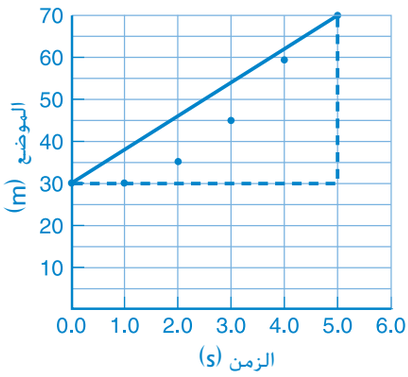
95. a. $2\times10^{16}\ m^2$
b. $1.4\times10^{-7}\ km^2$
c. $2.8\ kg/m^3$
d. $1.7\times10^{-3}\ m/s$

96. 8 m/s



or





97. a. 5.9 N
b. 3.4 N

تدريب على الاختبار المعياري

كتاب الطالب ص *175*

اختيار من متعدد

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

الحل الحر

8. 82 m. لذا تسقط الكرة خارج الحلقة. يجب أن يضبطوا المدفع لإطلاق النار إلى أسفل قليلاً.
9. 59 N

سلم التقدير

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

النقاط	الوصف
4	يُظهر الطالب فهمًا تامًا لدروس الفيزياء المتضمنة. وقد تتضمن إجابته أخطاءً بسيطة لا تقلل من إظهار فهمه التام.
3	يُظهر الطالب فهمًا لدروس الفيزياء المتضمنة. وتكون إجابته صحيحة في الأساس وتوضح أن فهمه غير تام ولكنه استوعب دروس الفيزياء بشكل أساسي.
2	يُظهر الطالب فهمًا جزئيًّا فقط لدروس الفيزياء المتضمنة. وعلى الرغم من أنه قد استخدم نهجًا صحيحًا للحل أو قدَّم حلاً صحيحًا، إلا أن إجابته تفتقر إلى فهم أساسي للمفاهيم الفيزيائية الأساسية.
1	يُظهر الطالب فهمًا محدودًا جدًا لدروس الفيزياء المتضمنة. وتكون إجابته غير كاملة وبها أخطاء كثيرة.
0	يقدم الطالب إجابة غير صحيحة تمامًا أو لا يجيب على الإطلاق.

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

0087_0102_C06_718462.indd 102 8/19/2016 4:26:50 PM

الوحدة 7

الجاذبية

NASA

نبذة عن الشكل

أين التقط الشكل؟ من محطة الفضاء الدولية (*ISS*). صف شكل الحياة على محطة الفضاء الدولية. قد يذكر الطلاب طفو روّاد الفضاء والأجسام الأخرى بالإضافة إلى "انعدام الجاذبية" في الفضاء. ما الذي يحول دون اصطدام محطة الفضاء الدولية بالأرض؟ تقطع محطة الفضاء الدولية مسافة 17,500 mph تقريبًا بينما تسحبها قوة الجاذبية الأرضية إلى الأسفل. فتكون المحصلة النهائية أن مسار محطة الفضاء الدولية يتبع منحنى سطح الأرض. احسب الزمن الدوري المداري لمحطة الفضاء الدولية. 90 دقيقة تقريبًا

استخدام التجربة الاستهلالية

في نموذج حركة عطارد، يمكن للطلاب رسم مدار عطارد استنادًا إلى البيانات وتحديد ما إذا كان المنحنى المرسوم عبارة عن دائرة.

نظرة عامة على الوحدة

تعرض هذه الوحدة القوانين التي تحكم حركة الكواكب من منظور تاريخي. كما تتضمن مناقشة قوانين كبلر وتفسيرها من خلال قانون نيوتن في الجذب الكوني. بالإضافة إلى مناقشة الوزن وحالة انعدام الوزن في المدار. كما تعرض الوحدة مفهوم مجالات الجاذبية ونظرية النسبية العامة لأينشتين.

قبل أن يبدأ الطلاب دراسة المواد الواردة في هذه الوحدة، يجب عليهم أن يدرسوا ما يلي:

- الحركة المتسارعة في بعد واحد
- إضافة المتجهات في بعدين
- الحركة الدائرية
- الكتلة والوزن
- حركة المقذوفات
- الكميات المتجهة مقابل الكميات القياسية

لحل المسائل الواردة في هذه الوحدة، يجب أين يكون الطلاب ملمّين بما يلي:

- تمثيل البيانات بيانيًّا
- الترميز العلمي
- الأرقام المعنوية
- الميل
- حل المعادلات الخطية
- حل المعادلات التربيعية

تقديم الفكرة الرئيسة

ما الخصائص المشتركة بين الإلكترون وكوكب المشتري والمبنى وكوكب الأرض والإنسان والسيارة؟ الكتلة ومجالات الجاذبية هل الجاذبية قوة تجاذب أم تنافر؟ تجاذب تمارس الأجسام ذات الكتل قوى التجاذب على غيرها من الأجسام.

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

0103_0120_C07_718462.indd 103 8/19/2016 10:54:28 AM

القسم 1 حركة الكواكب والجاذبية

1 التقديم

نشاط محفِّز

مقياس أمسك كرة بولينج بيدك وأخبر الطلاب بأنها تمثل الشمس، ثم اطلب منهم أن يجدوا جسمًا يمثل حجم الأرض باستخدام المقياس نفسه. يمكنك الاستعانة بالجدول 1 الوارد في صفحة 173. المقياس هو 1:109. لذا سيكون قطر الأرض 2 mm تقريبًا. أحضر أجسامًا مثل: كرة تنس وثمرة بلوط وحبة بندق وحبة فول سوداني وحبات من الفلفل ورؤوس دبابيس. وضح للطلاب أنهم في الأنشطة القادمة سيستعملون الكرة وحبات الفلفل لبناء نموذج للنظام الشمسي. ض م مرئي – مكاني

الربط بالمعرفة السابقة

الجاذبية سيطبق الطلاب قانون الحركة الثاني لنيوتن على قوة جديدة وهي قوة الجاذبية التي تسبب ظهور التسارع المركزي لقمر صناعي يتحرك في مداره.

2 التدريس

الملاحظات الأولى وقوانين كبلر

تطوير المفاهيم

الفكرة الرئيسة قسِّم الطلاب إلى مجموعات يتكون كل منها من أربعة طلاب وأعطِ كل مجموعة العديد من الأجسام في شكل أزواج ومسطرة مترية. يمكن أن تتضمن أزواج الأجسام كرة قدم – ثمرة بلوط، وكرة تنس – كرة تنس، وبطاطس – سدادة فلين، ومشبك ورق – كرة بولينج، وكتابًا – علبة مشروبات غازية، وزوجًا من العملات المعدنية وما إلى ذلك. ثم اطلب من الطلاب الفصل بين كل زوج والآخر بمسافة قدرها 1 m. بعد ذلك، اطلب من الطلاب ترتيب الأزواج حسب قوة الجاذبية بين كل زوج من الأكبر إلى الأصغر. أحضر ميزانًا ثلاثي الأذرع ليستخدمه الطلاب إذا احتاجوا إلى قياس الكتل. تحقق من الترتيب في كل مجموعة. اسأل الطلاب ما إذا كان الترتيب سيتغير عند خفض قيمة المسافات إلى النصف. لا. ماذا يحدث في القوة الموجودة بين الأجسام عندما تكون أقرب؟ تزيد.

تحديد المفاهيم الخاطئة

الشمس مركز النظام الشمسي قد يظن الطلاب أن فكرة الشمس مركز النظام الشمسي كانت موجودة في عصر كوبرنيوس أو جاليليو أو نيوتن. في الواقع، لم يُقبل البرهان المبني على الملاحظات حتى ثلاثينيات القرن التاسع عشر، وقُبل نظام كوبرنيكوس لأنه كان أسهل من النظام الذي يعتبر الأرض مركزًا للنظام. كما أن قوانين نيوتن استطاعت أن تصف حركة الكواكب في نظام كوبرنيكوس. لكنها لم تستطع أن تصف مدارات الكواكب حول الأرض بالتفصيل في النموذج الذي يعتبر الأرض مركزًا للنظام.

استخدام تجربة الفيزياء

في نمذجة المدارات، يحدد الطلاب شكل مدارات الكواكب والأقمار الصناعية في النظام الشمسي.

تطوير المفاهيم

بناء نموذج لحركة الكواكب تعرف على معلومات الطلاب عن الأرض والشمس والنظام الشمسي. ابدأ بالتعرف على ملاحظاتهم بشأن حركة الشمس حول الأرض مثلًا أو تفاصيل حركة الشمس في السماء وحركة النجوم في الليل وعلى مدار العام. اطلب من الطلاب بناء نموذج يشرح هذه الملاحظات. إذا اختار الطلاب بناء نموذج تكون الشمس في مركزه، فاسألهم عن الملاحظات التي تؤيد اختيارهم لهذا الموقع.
ض م مرئي – مكاني

نشاط مشروع الفيزياء

المدارات مختلفة المركز اطلب من الطلاب البحث في النماذج التاريخية المتعددة للنظام الشمسي لشرح كيف يمكن أن يكون قد تأثر بها كبلر. اسألهم عن سبب أهمية فهم أن مدارات الكواكب إهليلجية الشكل. في الواقع، حتى كوبرنيكوس أجرى عمله بافتراض أن الكواكب تتحرك في مدارات دائرية. اطلب من الطلاب العمل معًا لتصوير وشرح المدارات مختلفة المركز لبعض الكواكب بالإضافة إلى بلوتو الذي أصبح يُصنف على أنه كوكب قزم. اسألهم ما إذا كان بلوتو أبعد دائمًا عن الشمس من نبتون. لا، في الواقع بسبب مداراتهما مختلفة المركز وأماكن وجودهما – إذا كانا في الأوج أو الحضيض الشمسي – يمكن أحيانًا لبلوتو أن يكون أقرب إلى الشمس من نبتون. ض م
مرئي – مكاني

تحديد المفاهيم الخاطئة

المدارات الإهليلجية ارسم على السبورة دائرة قطرها 1 m ثم ضع الشمس على بعد 1 cm من مركز الدائرة. الفرق بين مركزي المدار الدائري والمدار الإهليلجي يساوي 0.07 mm. اسأل الطلاب عن موقع الأرض بالنسبة إلى الشمس خلال فصل الشتاء في نصفها الشمالي. تكون الأرض في أقرب موقع لها من الشمس في شهر يناير. وضِّح للطلاب أن الفصول الأربعة على الأرض ليست ناتجة عن موقع الأرض بالنسبة إلى الشمس، ولكن بسبب زاوية محور الأرض. فعند ميل نصف الكرة الشمالي بعيدًا عن الشمس، لا تسقط أشعة الشمس عمودية عليه، ولا سيما عند الارتفاعات الشاهقة، ومن ثَمَّ تكون تلك المناطق باردة. ض م

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

0103_0120_C07_718462.indd 104 8/19/2016 10:54:28 AM

التوسّع

اختلاف الموقع النجمي تتغير مواقع النجوم القريبة إلى الأرض مع تغير موقع الأرض حول الشمس. اطلب من الطلاب استكمال هذا النشاط لنمذجة اختلاف الموقع النجمي. ستحتاج إلى كوبي قهوة سعة كل منهما 2 lb وبهما غطاءان شفافان من البلاستيك ومصباحين كهربائيين (ضع واحدًا في منتصف غرفة الصف والآخر في الجهة الأخرى) وشريط لاصق. اصنع ثقبًا صغيرًا في منتصف قاع كوبَي القهوة. اربط الكوبين معًا بحيث يكونان متجاورين. سيمثل الكوبان تلسكوبين، حيث يمثل أحدهما موقع الأرض في شهر يناير وبمثل الآخر موقعها في شهر يوليو. كما يمثل أحد المصباحين نجمًا قريبًا ويمثل الآخر نجمًا بعيدًا. ضع الكوبين في أحد جوانب غرفة الصف بحيث يكون القاع في اتجاه النجمين (المصباحين). عتِّم الغرفة ولاحظ الموقع النسبي لصور النجمين (المصباحين) على غطاء كل كوب. سيظهر موقع المصباح القريب على الغطاءين مزاحًا قليلًا عند مقارنته بموقع المصباح البعيد. وهذا ما يراه الفلكيون ولكن على نحوٍ مضخم.

ض م حركي

الفيزياء في الحياة اليومية

الفلك في الحضارات القديمة كان علم الفلك يشكل جزءًا رئيسًا في العديد من الحضارات والأديان. حيث كانت معرفة طول السنة أمرًا ضروريًا للحضارات التي تعتمد على الزراعة، حيث كان لشعوب أمريكا الوسطى ملاحظات دقيقة لكوكب الزهرة، وبُني الأسطرلاب في بغداد في القرن الثامن، وهو آلة من القرون الوسطى لقياس مواقع الكواكب والنجوم. وقد شاهد سكان الصين انفجار سديم السرطان في عام 1054، وهذا الحدث لم يسجَّل في الغرب.

الفيزياء في الحياة اليومية

التلسكوبات أجرى كل من براهي وكبلر عملهما دون تلسكوب، وكان جاليليو يستخدم تلسكوبًا بسيطًا عندما اكتشف أقمار المشتري وحلقات زحل وأطوار الزهرة. ومن المؤكد أن هذه الاكتشافات قد ساعدت على تأييد نموذج النظام الشمسي الذي مركزه الأرض. اسأل الطلاب ما الذي تتميز به التلسكوبات عن العين المجردة. شارك مع نادي فضاء محلي في إقامة حفل لمراقبة النجوم. اطلب من الطلاب تلخيص ما شاهدوه وتوضيح كيف ساعدهم التلسكوب على تحقيق ذلك. يستطيع التلسكوب أن يجمع من الضوء أكثر مما تستطيع العين المجردة جمعه، مما يجعل الأجسام ذات الإضاءة الخافتة أكثر وضوحًا. د م

مثال إضافي للحل في الصف

مسألة أوروبا هو أحد أقمار كوكب المشتري وزمنه الدوري 3.55 أيام. فكم وحدة تبلغ مسافة نصف قطره؟

الإجابة

$$r_E^3 = (4.2 \text{ وحدات})^3 \left(\frac{3.55 \text{ أيام}}{1.8 \text{ يومًا}} \right)^2 = 288 \text{ وحدة}^3$$

$r_E = 6.6$ وحدات

اثراء

قوانين كبلر قارن بين مدارين للقمر "لو" والقمر "كاستيلو" كما في مثال المسألة. بعد ذلك، اسأل الطلاب: كيف طبَّق جاليليو القانون الثالث لكبلر؟ عامل جاليليو المشتري كالشمس، والأقمار كما لو كانت كواكب تدورحوله.

ض م

التدريس المتمايز

الطلاب دون المستوى راجع مع الطلاب موضوع الحركة الدائرية، باستخدام رسومات الحركة لتوضيح كيف يتناسب التسارع مع تغير السرعة المتجهة (مقدارها أو اتجاهها أو كليهما). وارسم مدارًا دائريًا ووضح أن قوة الجاذبية (التي سنفترض منطقيًا أنها القوة المحصلة في الكوكب) والتسارع يكونان في اتجاه مركز الدائرة. ارسم بعد ذلك مدارًا إهليلجيًا بانحراف كبير نسبيًا (انحراف عن شكل الدائرة، وهو شكل إهليلجي من دون انحراف) بحيث تكون الشمس في إحدى بؤرتيه. وارسم خطوطًا من الشمس إلى نقاط محددة على الشكل الإهليلجي، مع ملاحظة أن قوة الجاذبية المؤثرة في الكوكب وكذلك تسارعه، عند أي نقطة معلومة في المدار، يكونان على امتداد هذا الخط ويتجهان نحو الشمس. ويكون تسارع الكوكب عموديًا على اتجاه سرعته المتجهة المدارية عند أقرب نقطة وأبعد نقطة عليه (ولذلك يتغير اتجاه الكوكب ولكن لا تتغير سرعته). أما عند النقاط الأخرى الموجودة على المدار، فلا يكون تسارع الكوكب عموديًا على سرعته المتجهة المدارية بسبب وجود مكوِّن تسارع موازٍ للسرعة المتجهة للكوكب (ومن ثَمَّ تزيد سرعة الكوكب أو تقل).

د م مرئي – مكاني

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

0103_0120_C07_718462.indd 105 8/19/2016 10:54:28 AM

قانون نيوتن في الجذب الكوني

التفكير الناقد

تناسب التربيع العكسي يتضمن قانون نيوتن في الجاذبية أمثلة على التناسب الطردي وتناسب التربيع العكسي. وضِّح للطلاب باستخدام الأرقام كيف تتغير القوة المحسوبة بواسطة قانون الجذب الكوني، عندما تأخذ الكتلة الأولى مع نصف الكتلة الثانية أو ضعفها أو ثلاثة أضعافها. ثم أعد الحسابات لعدد من التغيرات في المسافة. عندما نأخذ نصف إحدى الكتلتين تقل القوة إلى النصف، وعند مضاعفة الكتلة تتضاعف القوة، وعندما تتضاعف الكتلة إلى ثلاثة أمثالها تتضاعف القوة ثلاثة أمثالها أيضًا، وهكذا. أما عندما تقل المسافة بين الجسمين إلى النصف فإن القوة تتضاعف إلى أربعة أمثال قيمتها، في حين تقلل مضاعفة المسافة القوة إلى الربع، وتقلل مضاعفة المسافة لثلاثة أمثالها القوة إلى التسع. ض م

عرض عملي سريع

قانون نيوتن في الجذب الكوني

الوقت المقدَّر 5 دقائق

المواد كرتا جولف

الإجراءات أمسك كرة جولف في كل يد، بحيث تكون الكرة الأولى على ارتفاع 1 m والثانية على ارتفاع 2 m تقريبًا من الأرضية. ثم اطلب من الطلاب تأمل معادلة قانون الجذب الكوني: $F = \frac{Gm_1m_2}{r^2}$ والمقارنة بين القوتين المؤثرتين في الكرتين. القوتان متساويتان تقريبًا لأن r تُقاس بحساب البعد عن مركز الأرض.

تطوير المفاهيم

قانون نيوتن في الجذب الكوني لم يكن واضحًا من خلال قانون الجذب الكوني أنه يمكن تفسير تأثير قوة جذب جسم كبير كالأرض في تفاحة. فقد استغرق نيوتن 20 عامًا في تطوير حساب التفاضل والتكامل لإثبات فكرته. ارسم مخططًا للأرض وتفاحة. اسأل الطلاب ماذا سيحدث إذا جزأنا الأرض إلى مجموعة من الصخور؟ ارسم أسهمًا تمثل القوى بين هذه الصخور والتفاحة، ووضح كيف يمثل التناظر متوسط القوى من جهتي اليسار واليمين. فمن خلال رسم أشكال مخروطية صغيرة لها زوايا مختلفة نلاحظ أن كمية الصخور البعيدة عن التفاحة أكبر من كمية الصخور القريبة منها، وهذا من شأنه أن يعوض عن قوة أضعف بين التفاحة وأجزاء الأرض البعيدة عنها. ض م مرئي – مكاني

مثال إضافي للحل في الصف

مسألة اصنع شُفافة مشابهة للرسم التوضيحي من كتاب الأطفال الأمير الصغير (يقف الأمير على كويكبه الخاص). اطلب من الطلاب تقدير قيمة g على السطح. نصف قطر الكويكب يساوي 1.5 m وكثافته تساوي كثافة كويكب فيستا نفسها، $3.3\times10^3\ kg/m^3$. فماذا سيحدث إذا قفز الأمير إلى أعلى؟

$10^3\ kg/m^3)(14\ m^3) = 4.6\times10^4$

$\frac{F}{m} = \frac{Gm}{r^2} = \frac{(6.67\times10^{-11}\ N\cdot m^2/kg^2)(4.6\times10^4 kg)}{1.5\ m^2}$

$= 1.4\times10^{-6}\ m/s^2$

سيقفز عاليًا جدًا. ض م

استخدم الشكل 8

ميزان كافندش اعرض صورًا لموازين اللّي وموازين كافندش المحوسبة لحساب الجاذبية. حيث تعمل قوة الجاذبية التي تؤثر بها الكرات الكبيرة في الكرات الصغيرة على التواء السلك. ويمكن قياس مقدار اللّي بملاحظة انحراف شعاع الضوء، حيث يولد السلك عزمًا يتناسب مع مقدار انحراف الشعاع. ويمكن حساب ثابت التناسب من خلال قياس الزمن الدوري لاهتزازه، ثم تُقاس زاوية الاتزان وبعدها يمكن حساب قوة الجاذبية. ض م

تطوير المفاهيم

قيمة الثابت G مشتقة من قانون نيوتن في الجذب الكوني، حيث إن ثابت الجاذبية (G) هو الرقم المستخدم في حساب قوة الجاذبية. كانت القيمة المقبولة للثابت G في ثمانينيات القرن الماضي هي $6.67260\times10^{-11}\ N\cdot m^2/kg^2$، مع نسبة خطأ مرتفعة تساوي 0.01%. أما القيمة المقبولة حديثًا فهي $G = 6.67390\times10^{-11}\ N\cdot m^2/kg^2$، ونسبة الخطأ فيها تساوي 0.0014%. وما زال العلماء يبحثون في طبيعة الجاذبية. فمثلًا الجاذبية في الفضاء ليست قوة مباشرة، وبدلًا من أن يحسب العلماء قيمة G، فإنهم يقيسون الضغط المتولد من الفضاء على المادة/ الطاقة المكافئة لها. ولحساب الجاذبية بدقة أكبر، أصبح العلماء يضربون التواء الفضاء النسبي (RSW) في ثابت الفضاء (SC).

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

0103_0120_C07_718462.indd 106 8/19/2016 10:54:28 AM

خلفية عن المحتوى

قوة الجاذبية اطلب من الطلاب التفكير في الأسئلة التالية: ما مدى شمولية قانون نيوتن في الجذب الكوني؟ هل تعتمد قوة الجاذبية على الكتلة فقط وليس على المادة أيضًا؟ هل يمكن أن تعتمد على الأرقام النسبية لعدد البروتونات والنيوترونات في المادة على سبيل المثال؟ كانت الاختبارات المبكرة على يد العالم المجري لوراند إتفوس المولود في عام 1848 الذي اخترع ميزان اللي الحساس. حيث قارن بين قوى الجاذبية المؤثرة في أجسام مختلفة لها كتلة القصور نفسها، مستخدمًا أنواعًا مختلفة من الخشب والمعادن وتوصل إلى أن القوى متساوية لخمسة أجزاء في البليون.

3 التقييم

تقييم الفكرة الرئيسة

ترتيب قوى الجاذبية ارسم خمسة مخططات على السبورة (تحمل العناوين من أ إلى هـ) لأزواج مختلفة من الكتل تفصلها مسافات مختلفة. اطلب من الطلاب ترتيب قوى الجاذبية على الأجسام الموجودة في الجانب الأيسر من الأعلى إلى الأقل. اطلب من الطلاب ترتيب قوى الجاذبية على الأجسام الموجودة في الجانب الأيمن من الأعلى إلى الأقل. هل هناك فرق؟ لا، قوى الجاذبية متساوية في جميع الأزواج لكنها في اتجاهات متعاكسة، فالمعادلة المستخدمة هي نفسها وبالمتغيرات نفسها.

التأكد من الفهم

رسم مخطط الجسم الحر ارسم مدارًا دائريًا لقمر صناعي حول الأرض، وحدد موقعين للقمر الصناعي، ثم اطلب من الطلاب نسخ الرسم بالإضافة إلى رسم مخطط جسم حر للقمر الصناعي في كلا الموقعين. ثم اطلب منهم تحديد القوة أو القوى التي تؤثر فيه واتجاه تسارعه على الرسم. سيكون هناك قوة واحدة فقط مؤثرة فيه هي، F_g ويجب أن تكون في اتجاه الأرض، كما يجب أن يكون متجه التسارع في اتجاه القوة نفسه. ناقش سبب عدم وجود قوى أخرى تؤثر في القمر الصناعي. حيث إنه لا يوجد أي جسم يلامس القمر، فإن قوى التلامس غير موجودة. إن القوة بعيدة المدى المؤثرة في القمر الصناعي هي قوة الجاذبية الأرضية؛ لذا يوجد قوة واحدة فقط. لاحظ أن الكثير من الطلاب قد يذكرون أن القوة المركزية أو "قوى" الطرد المركزي هي قوى إضافية. فإذا حدث ذلك، فوضح لهم معنى المصطلحات التي يستخدمونها. في هذا المثال، قوة الجاذبية التي تؤثر في القمر الصناعي هي قوة مركزية، والقوة المركزية هي أي قوة في اتجاه مركز الدائرة التي يتحرك فيها الجسم.

أما بخصوص قوة الطرد المركزي، فافترض أن القمر الصناعي يُلاحظ من مناط استناد يدور حول مركز الأرض وبالمعدل نفسه الذي يدور به القمر الصناعي. سيكون القمر الصناعي ساكنًا بالنسبة إلى مناط الاستناد هذا في دورانه. ووفقًا لقانون الحركة الأول لنيوتن، إذا كان الجسم ساكنًا، فلن تكون هناك قوة محصلة تؤثر فيه. ونحن نعلم أن قوة الجاذبية تسحب الجسم نحو مركز الأرض. لن يكون قانون نيوتن الأول صحيحًا في حالة دوران مناط الاستناد ما لم يكن هناك قوة تؤثر في القمر الصناعي، تكون مساوية لقوة الجاذبية ومضادة لها في الاتجاه، أي متجهة بعيدًا عن مركز الأرض. أما قوة الطرد المركزي فهي القوة التي ستجعل قانون نيوتن الأول صحيحًا في حالة دوران مناط الاستناد (بالمعنى الموضح أعلاه). وهي تختلف عن قوة الجاذبية في أنه يوجد قانون يربط قوة الجاذبية التي تؤثر في جسم ما له كتلة معينة بالمواقع النسبية للأجسام الأخرى وكتلها، في حين أنه لا يوجد مصدر مادي مماثل في قوة الطرد المركزي.

ض م مرئي – مكاني

إعادة التدريس

عرض توضيحي للكتلة أسقط جسمًا—كرة، على سبيل المثال. اسأل الطلاب إذا كان تسارع الجسمين يخبرهم شيئًا عن كتلة الجسم أو كتلة الأرض. اسألهم عما إذا كانت إجاباتهم بشأن الجسم الذي أسقطته تنطبق أيضًا على قمر صناعي يدور حول الأرض. لا يعتمد تسارع السقوط الحر للجسم على كتلته (بدرجةٍ ما، مع إغفال مقاومة الهواء على سبيل المثال)، لذا فقياس التسارع لا يخبرك بأي شئ عن كتلة الجسم. ولكن

$$a_{\text{السقوط الحر}} = \frac{F_{\text{الجاذبية}}}{m_{\text{الجسم}}} = \frac{Gm_{\text{الجسم}}m_{\text{الأرض}}}{r^2 m_{\text{الجسم}}} = \frac{Gm_{\text{الأرض}}}{r^2}$$

إذن فقياس قيمة التسارع تتيح لك حساب كتلة الأرض (بافتراض أنك تعرف قيمة G وr). وتنطبق النتائج نفسها على الأقمار الصناعية، بمعنى أنك لا تستطيع حساب كتلة القمر الصناعي، لكن تستطيع حساب كتلة الأرض من خلال معرفة تسارع السقوط الحر للقمر الصناعي. ض م

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

0103_0120_C07_718462.indd 107 8/19/2016 10:54:28 AM

القسم 1 الإجابات

التأكد من فهم النصوص والصور

التأكد من فهم النص

المسافة بين النقطتين 1 و 2 أطول من المسافة بين النقطتين 6 و7. الأرض أقرب إلى الشمس وهي تقطع المسافة بين النقطتين 1 و 2 بسرعة أكبر من المسافة بين النقطتين 6 و7.

التأكد من فهم الشكل

يختلف شكل المسافات الزمنية المتساوية لأن الشمس تقع في إحدى بؤرتي الشكل الإهليلجي، والتي تتزحزح من مركز الشكل الإهليلجي.

التأكد من فهم النص

يُستخدم مقدار الدوران المحوري الأفقي للذراع في تحديد قوة الجذب بين الكرتين.

مسائل تدريبية

1. 11 وحدة
2. 2.8 y
3. $0.724 r_E$
4. $19 r_E$
5. 684 يومًا
6. a. 89 min
   b. 3.2×10^2 km
7. 4.3×10^4 km

مسألة تحفيزية في الفيزياء

1. بالنسبة إلى الكوكب (ب)، $\frac{r_ب^3}{T_ب^2} = 9.6 \times 10^{-6}$ AU^3/يوم^2

   بالنسبة إلى الكوكب (ج)، $\frac{r_ج^3}{T_ج^2} = 9.77 \times 10^{-6}$ AU^3/يوم^2

   بالنسبة إلى الكوكب (د)، $\frac{r_د^3}{T_د^2} = 9.82 \times 10^{-6}$ AU^3/يوم^2

   تُحقّق الكواكب القانون الثالث لكبلر.

2. بالنسبة إلى نظام الأرض والشمس،

$$\frac{r^3}{T^2} = \frac{(1.000\ \text{AU})^3}{(1.000\ \text{y})^2} = 1.000\ \frac{\text{AU}^3}{\text{y}^2}$$

   بالنسبة إلى نظام الكوكب (ج) والنجم أبسيلون،

$$\frac{r^3}{T^2} = 9.77 \times 10^{-6}\ \text{AU}^3/\text{يوم}^2$$

$$= (9.77 \times 10^{-6}\ \text{AU}^3/\text{يوم}^2)(365\ \text{يوم}/\text{y})^2$$

$$= 1.30\ \text{AU}^3/\text{y}^2$$

   كتلة النجم تساوي 1.30 ضعف كتلة الشمس.

القسم 1 مراجعة

8. 1.2×10^{-7} N; 8.4×10^3 جزء في البليون من الوزن.
9. 6.02×10^4 يوم
10. سوف تزداد قيمة g.
11. تظل قيمة G كما هي، حيث تُستخدم القيمة نفسها في وصف التجاذب بين أجسام ذات تركيبات كيميائية مختلفة وهي: الشمس (نجم) والكواكب والأقمار الصناعية.
12. لا، فالقانون العلمي عبارة عن بيان بالأشياء التي لوحظ أنها حدثت مرات عديدة. أما النظرية فتشرح النتائج العلمية. وهذه العبارات لا تفسر سبب حركة الكواكب بهذه الطريقة ولا سبب عمل الجاذبية بهذه الطريقة.
13. a. يتطلب الرمي الأفقي المجهود نفسه، بسبب استخدام معادلة القصور $F = ma$. للصخرة. تعتمد كتلة الصخرة على مقدار المادة الموجودة في الصخرة وليس على موقعها في الكون. يبقى المسار قطعًا مكافئًا، لكنه سيكون أعرض بكثير لأن الصخرة ستذهب بعيدًا قبل أن تصطدم بالأرض، في ظل معدل التسارع الأصغر ووقت الرحلة الأطول.

    b. افترض أن الصخرة ستسقط من الارتفاع نفسه على الأرض وعلى القمر. سيكون الأذى أقل على القمر، لأن قيمة g أقل وهذا يعني أن السرعة المتجهة للصخرة ستكون أقل عندما ترتطم بالإصبع على القمر منها وهي ترتطم به على الأرض.

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

0103_0120_C07_718462.indd 108 8/19/2016 10:54:29 AM

القسم 2 استخدام قانون الجذب الكوني

1 التقديم

نشاط محفِّز

حركة المقذوفات تحذير: ارتدِ نظارات واقية. ارفع كرة جولف إلى أعلى بطول ذراعك. أفلت الكرة ثم أمسكها عند أعلى موقع بعد ارتدادها عن الأرضية. اسأل الطلاب ما المسافة التي قطعتها الكرة في الثانية الأولى من سقوطها $\frac{(9.8\ m/s - 0\ m/s)}{2} = 4.9\ m/s/1\ sec = 4.9\ m$. واطلب منهم التفكير في ما يمكن أن يحدث إذا أُلقيت الكرة بانحراف جانبي بالسرعات 10 m/s و50 m/s و500 m/s. ما المسافة التي تقطعها الكرة في الثانية الأولى؟ 4.9 m ما المسافة التي تقطعها الكرة أفقيًا (بانحراف جانبي) في الثانية الأولى؟ 10 m، 50 m، 500 m وما شكل مسارها؟ سيكون منحنيًا اطلب من الطلاب ربط هذا النشاط **بالشكل 11**.

د م **مرئي – مكاني**

الربط بالمعرفة السابقة

حركة الأقمار الصناعية اطلب من الطلاب تطبيق قانون نيوتن في الجاذبية على حركة الأقمار الصناعية. سيحتاجون إلى مراجعة مفهومَي الوزن والكتلة. ض م

2 التدريس

تطوير المفاهيم

الفكرة الرئيسة أحضر نسخًا من صور للحطام المداري حول الأرض أو ابحث عنها على الإنترنت لعرضها على الطلاب ويمكن العثور عليها على موقع مكتب ناسا لبرنامج الحطام المداري. اسمح للطلاب باستكشاف صور الحطام المداري في المدار الأرضي المنخفض (LEO) والمدار المتزامن مع الأرض (GEO). اسأل الطلاب عن سبب عدم تطاير الحطام في الفضاء. تحافظ قوة الجاذبية الأرضية على وجود الحطام في المدار. اسأل الطلاب: إلى أي مدى يمتد مجال الجاذبية الأرضية. إلى ما لا نهاية.

مدارات الكواكب والأقمار الصناعية وتسارع السقوط الحر

تطوير المفاهيم

المدارات ابدأ مع الطلاب بالحقيقة التالية: يسقط الجسم الموجود عند سطح الأرض أو بالقرب منه ويقطع مسافة 4.9 m في 1 s. أنشئ جدولًا للمسافات الأفقية التي سيقطعها الجسم في تلك الثانية وذلك عند سرعات أفقية مختلفة.

رسم المخططات ساعد الطلاب على تقدير انحناء سطح الأرض من رسم مخطط وشرح التالي. وضِّح للطلاب أنه عندما تقطع مسافة أفقية x، يحصر الجسم زاوية مركزية ويُعبَّر عن هذه الزاوية بالعلاقة $\tan\theta = \frac{x}{r_E}$، حيث تُمثل r_E نصف قطر الأرض، وتساوي 6.37×10^3 km. وبسبب هذه الزاوية، يُعبَّر عن المسافة التي "تنخفضها" الأرض عن الخط الأفقي تقريبًا بهذه العلاقة $y = r_E(1 - \cos\theta)$. فمثلًا إذا كانت $x = 8$ km، فإن $\tan\theta = 1.3\times10^{-3}$ و $y = 5$ m. ض م

تطبيق الفيزياء

أقمار صناعية للاستشعار عن بُعد قمران صناعيان للاستشعار عن بُعد يسميان *GOES* (القمر الصناعي البيئي التشغيلي المتزامن مع الأرض) يغطيان النصف الغربي من الكرة الأرضية. يُسمى الأول *GOES-East* وهو في موقع ثابت فوق خط طول 75° W ويُسمى الآخر *GOES-West* ويقع فوق خط الطول 135° W. كتلة كل منهما 2100 kg وأُطلق كل منهما بواسطة صاروخ أطلس سنتور. وحل القمر الصناعي *GOES-12* محل القمر *GOES-8* وعُرف باسم *GOES-East* وذلك بعد أكثر من 6 سنوات من الخدمة. وهناك قمر صناعي ثالث في المدار يمكن أن يتحرك إلى الموقع إذا حدث عطل في أي من القمرين. يمكن العثور على المعلومات المحدثة على موقع http://goespoes.gsfc.nasa.gov/goes.

التعزيز

السرعة المدارية اطلب من الطلاب شرح كيف يعتمد مقدار سرعة جسم يتحرك في مدار دائري على نصف قطر المدار. إذا ضاعفت نصف القطر، فماذا يحدث لمقدار السرعة؟ سيصبح مقدار السرعة $\frac{1}{\sqrt{2}}$ أو 70.7% من مقدار سرعته الأصلية. كرر السؤال بالنسبة إلى الزمن الدوري للمدار.

ستكون السرعة $\sqrt{2^3}$ أو 2.8 مرة ضعف السرعة الأصلية.

ض م

استخدام النماذج

أين سيكون المريخ عند منتصف الليل؟ اطلب من الطلاب رسم دائرتين تمثلان مداري الأرض والمريخ بمقياس رسم على ورقة كبيرة. ويمكن أن يرسموا مدار الأرض بنصف قطر 15 cm ومدار المريخ بنصف قطر 23cm. (إذا كان للدائرتين مركز مشترك، فحدد نقطة على الدائرتين للإشارة إلى الاقتران، وإلا فسيكون هناك قياس فعلي. (وهذه هي نقطتك للبدء). واطلب منهم تحديد مواقع الأرض في مدارها حول الشمس في كل شهر والبحث عن التواريخ التي يكون فيها المريخ في حالة اقتران (أقرب مكان إلى الأرض) أو مقابلة (أبعد مكان عن الأرض). واطلب منهم استخدام الزمن الدوري للمريخ (684 يومًا) لتمييز موقع المريخ في كل شهر من شهور الأرض وتحديده. بما أن الجزء المظلم من السماء يكون في منتصف الليل في الاتجاه البعيد عن الشمس، فاطلب من الطلاب إيجاد الشهور التي يكون فيها المريخ مرئيًا أو في الشرق والجنوب (بالنسبة إلى سكان النصف الشمالي للكرة الأرضية) والغرب. ض م **مرئي – مكاني**

المهن

عالم الفلك يدرس عالم الفلك المتخصص أصل الكون وتطور تركيبه. ويدرس فلكيون آخرون ظواهر كانت قبل

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

0103_0120_C07_718462.indd 109 8/19/2016 10:54:29 AM

مثال إضافي للحل في الصف

مسألة يخطط مهندسون لوضع محطة الفضاء الدولية (ISS) في مدار على ارتفاع 450 km فوق سطح الأرض، فكم سيكون مقدار سرعتها المدارية؟ وكم سيكون زمنها الدوري؟

الإجابة

المعلوم: $h = 4.50\times10^{5}\ \text{m}$

$r_E = 6.38\times10^{6}\ \text{m}$

$m_E = 5.97\times10^{24}\ \text{kg}$

$G = 6.67\times10^{-11}\ \text{N}\cdot\text{m}^2/\text{kg}^2$

لتحديد نصف قطر المدار: أضف ارتفاع مدار القمر عن سطح الأرض إلى نصف قطر الأرض.

$$r = h + r_E$$
$$= 4.50\times10^{5}\ \text{m} + 6.38\times10^{6}\ \text{m}$$
$$= 6.83\times10^{6}\ \text{m}$$

احسب السرعة.

$$v = \sqrt{\frac{Gm_E}{r}}$$
$$= \sqrt{\frac{(6.67\times10^{-11}\ \text{N}\cdot\text{m}^2/\text{kg}^2)(5.97\times10^{24}\ \text{kg})}{6.83\times10^{6}\ \text{m}}}$$
$$= 7640\ \text{m/s}\ \text{أو}\ 27{,}500\ \text{km/h}$$

احسب الزمن الدوري.

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{r^3}{Gm_E}}$$
$$= 2\pi\sqrt{\frac{(6.83\times10^{6}\ \text{m})^3}{(6.67\times10^{-11}\ \text{N}\cdot\text{m}^2/\text{kg}^2)(5.97\times10^{24}\ \text{kg})}}$$
$$= 5620\ \text{s}$$

وهو يساوي تقريبًا 94 min.

التدريس المتمايز

ضعاف البصر أصدرت وكالة ناسا الفضائية كتاب المس الكون: كتاب في علم الفلك بطريقة برايل تابع لوكالة ناسا لمؤلفته نورين جرايس. استُخدم في الكتاب طريقة برايل ورسومات بارزة تتضمن 14 صفحة لصور التُقطت بتلسكوب هابل الفضائي. وتحوي كل شكل نقوشات لخطوط ومطبات وغيرها من التراكيب. وتنقل الأنماط البارزة شكل الألوان والأشكال وغير ذلك من التفاصيل الصغيرة للأجسام الكونية إلى ضعاف البصر مما يمكّنهم من الشعور بما لا يمكنهم رؤيته. كما تتضمن كل من الصور الفوتوغرافية الأربعة عشرة التي يحويها الكتاب طريقة برايل وأوصافًا بارزة مما يجعل تصميم الكتاب في متناول القراء بمختلف قدراتهم البصرية. يبدأ الكتاب مع القارئ بالأرض ثم ينتقل به عبر النظام الشمسي وينتهي بالصور الأبعد مسافة والملتقطة بواسطة هابل.

عقود محط اهتمام في موضوعات كتب الخيال العلمي؛ كأصداء الضوء حول النجوم المنفجرة وعدسات الجاذبية. لم يَرْتَدْ جميع علماء الفلك الجامعات. فالعديد منهم يعملون في قطاع الأعمال التجارية والصناعة. إن أفضل طريقة لإعداد الشخص للعمل بوصفه عالم فلك هي تلقي تعليم متقدم في الرياضيات، حيث تُعد دراسة الرياضيات أفضل طريقة للتحضير لدراسة الفيزياء التي تُعد جزءًا مكملًا لتعليم عالم الفلك. وليس من الضروري السعي إلى الحصول على درجة الدكتوراه في علم الفلك، ولكن ينبغي أن يكون دافع الشخص هو مواصلة الدراسات من خلال مستوى الماجستير.

تحديد المفاهيم الخاطئة

انعدام الوزن يظن كثير من الناس أن جاذبية الأرض تتوقف عند نهاية الغلاف الجوي، ويُعزز هذا المفهوم الخاطئ الاستخدامُ غير الصحيح لمصطلحَي انعدام الوزن والجاذبية الميكروية. عند مناقشة التسارع الناتج عن الجاذبية بعيدًا عن الأرض، وضِّح أن تطوير نيوتن لقانون الجذب الكوني يستند إلى إدراكه أن جاذبية الأرض تمتد إلى القمر كما تمتد إلى أبعد من ذلك بكثير.

مناقشة

مسألة كيف يمكن استخدام أحواض السباحة لنمذجة حالة انعدام الوزن ومحاكاة ما يواجهه رواد الفضاء على القمر أو في المحطات الفضائية؟

الإجابة يشعر الشخص أن وزنه أقل وذلك بسبب قوة الطفو الناتجة عن الماء والمؤثرة فيه إلى أعلى. ويمكن للشخص أن يُجرِّب الشعور بانعدام الوزن إلى حد ما من خلال أدائه بعض الحركات داخل الحوض. ض م

مجال الجاذبية ونوعا الكتلة

خلفية عن المحتوى

مجال الجاذبية تبعث فكرة التأثير عن بُعد على القلق. افترض أن الشمس لم تعد موجودة. فإذا كانت الجاذبية تؤثر عن بُعد، فسيكون تأثيرها في هذه الحالة فوريًّا. فبمجرد اختفاء الشمس، ستبدأ الأرض بالتحرك في مسار بخط مستقيم. إن مفهوم المجال يجعل كل التأثيرات محلية، فلا تتأثر كتلة الأرض بكتلة الشمس ولكن تتأثر بمجال الجاذبية للشمس عند موقع الأرض. وقد أُجريت حديثًا تجربة تهدف إلى مقارنة سرعة قوة الجاذبية وسرعة الضوء. فوجد العلماء أنها تساوي 1.06 أمثال سرعة الضوء (بنسبة خطأ 20%). ولكن علماء آخرين رفضوا هذا التحليل ورأوا أن هذه التجربة ليست إلا تجربة لقياس سرعة الضوء. للحصول على مراجع عن هذا الموضوع، راجع صفحة الويب
.http://physics.wustl.edu/cmw/SpeedofGravity.html

استخدام التجربة المصغرة

في تجربة الماء عديم الوزن، يضع الطلاب الماء في كوب به فتحة، في المطبخ أو المطعم، وسيظن الطلاب أن هذه فكرة سيئة. ولكن الطلاب الذين توقعوا أن الماء سيتسرب أو لن يتسرب من الكوب أثناء السقوط الحر ويريدون الآن حكمًا نهائيًا، سيرون أن وضع الماء في كوب به فتحة فكرة جيدة للغاية في حقيقة الأمر.

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

0103_0120_C07_718462.indd 110 8/19/2016 10:54:29 AM

القسم 2

استخدام التجربة المصغرة

عند دراسة الوزن في السقوط الحر، يمكن أن يلاحظ الطلاب ما يحدث في وزن الجسم في ما يتعلق بمناط الاستناد عند السقوط الحر.

عرض عملي سريع
قياس كتلة القصور

الوقت المقدَّر 15 دقيقة

المواد شفرة منشار

الإجراءات علِّق شفرة المنشار على المكتب من أحد طرفيها بحيث يمكن للشفرة أن تتحرك أفقيًا. ثم علق أجسامًا مختلفة الكتلة بالطرف الآخر. قم بقياس الزمن الدوري للتردد. لاحظ أن الزمن الدوري يعتمد على الجذر التربيعي للكتلة. كتلة القصور فقط هي التي تؤثر.

نشاط مسألة تحفيزية في الفيزياء

المقاييس والموازين اجمع أكبر عدد ممكن من الأدوات التي يمكن استخدامها لقياس وزن جسم ما، ثم حدد طريقة عمل كل منها. مثلًا، يقيس المقياس الزنبركي استطالة الزنبرك الناتجة عن القوة (الوزن) المؤثرة فيه، ويستخدم الميزان الإلكتروني الاستطالة أيضًا، ولكنه يستخدم المقاومة الكهربائية لقياسها، بينما يقارن الميزان ذو الأذرع بين قوة الجاذبية على الجسم وقوة الجاذبية على كتلة المعايرة، أما ميزان كتلة القصور فيقيس الزمن الدوري للاهتزاز الذي يعتمد على كل من كتلة القصور للجسم والقوة التي يؤثر بها زنبرك الميزان. ف م حركي

استخدام تجربة الفيزياء

كيف يمكنك قياس الكتلة، يستخدم الطلاب ميزان القصور لقياس الكتلة.

استخدام تجربة الفيزياء

في كتلة القصور وكتلة الجاذبية، يحدد الطلاب العلاقة بين كتلة القصور وكتلة الجاذبية.

خلفية عن المحتوى

الجسيمات والأجسام يعطينا قانون نيوتن في الجاذبية قوة الجاذبية بين جسيمين، لكل منهما كتلته، ولكن بدون حجم، كما هو الحال مع النقاط الهندسية. ما قوة الجاذبية إذًا بين الجسمين (1 و2)، وأي منهما لديه حجم؟ يتم نمذجة كل جسم باعتباره عددًا كبيرًا من الجسيمات (أو العديد من الأجسام باعتبارها توزيعًا مستمرًا للمادة، نموذج الجسيم). كل جسيم في الجسم 1 يؤثر بقوة جاذبية في كل جسيم في الجسم 2. ويكون إجمالي قوة الجاذبية في الجسم 1 بسبب الجسم 2 هو حاصل جمع متجهات كل قوى الجاذبية في الجسم 1 بسبب الجسم 2، ويُحدد كل منهما باستخدام قانون نيوتن في الجاذبية. (إذا كانت الأجسام عبارة عن مادة مستمرة، فعند ذلك يكون إجمالي القوة هو تكامل كمية المتجهات بدلًا من حاصل جمعها). إذا كان حجما الجسمين 1 و2 صغيرين جدًا بالنسبة إلى بُعد المسافة بينهما، فعند ذلك يكون الجسمان مجرد جسيمين نقطيين يُطبَّق عليهما قانون نيوتن.

أما إذا لم يكن حجما الجسمين 1 و2 صغيرين جدًا بالنسبة إلى بُعد المسافة بينهما، كما في الحالة التي يكون لدى الجسمين فيها تناظر كرويّ (كما هو الحال، على سبيل المثال، في الكثافة المنتظمة، الكرة الصلبة)، فعند ذلك يكون حاصل جمع متجهات القوى في الجسم 1 المذكور أعلاه هو القوة نفسها التي تنتج إذا تم استبدال الجسم 1 بجسيم مفرد مع كتلة الجسم 1 ووقوعه عند مركز الكتلة واستبدال الجسم 2 بجسيم مفرد مع كتلة الجسم 2 عند مركز كتلته. وهذا يعني، استبدال مسألة قوة الجسمين بمسألة قوة جسيمين أبسط بكثير. بالنسبة إلى المسألة الأخيرة، يتم تحديد مقدار القوة المؤثرة في الجسيم 1 (الجسم 1) من خلال معادلة الكمية القياسية التالية: $F_g = \frac{Gm_1m_2}{r^2}$.

يكون اتجاه القوة على امتداد الخط الواصل بين الجسيمين 1 و2. ومن ثَمَّ، تكون قوة الجاذبية المحصلة المؤثرة في الجسم 1 بسبب الجسم 2، قوة مفردة موجهة من مركز الجسم 1 إلى مركز الجسم 2. ف م

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

0103_0120_C07_718462.indd 111 8/19/2016 10:54:29 AM

التفكير الناقد

الأرض والقمر الصناعي من طرق تشجيع الطلاب على التفكير في الأفكار الموجودة في جزئية الخلفية عن المحتوى، تطبيق هذه الأفكار على قمر صناعي يدور حول الأرض. يمكننا نمذجة الأرض على شكل كرة مكونة من عدد كبير من الجسيمات والقمر الصناعي الصغير بالنسبة إليها باعتباره جسيماً مفردًا. ارسم قمرًا صناعيًا في مدار حول الأرض وارسم خطًا يصل بين القمر الصناعي ومركز الأرض ("الخط الواصل بين الأرض والقمر الصناعي").

اطلب من الطلاب أن يشرحوا لماذا يكون اتجاه قوة الجاذبية المحصلة المؤثرة في القمر الصناعي في اتجاه مركز الأرض على الرغم من أن معظم مواد الأرض تقع على أحد جانبي الخط الواصل بين الأرض والقمر الصناعي. تلميح: افترض أن الأرض مكوَّنة من صخور منفصلة متساوية الحجم والكتلة وموزعة بانتظام، تجذب كل منها القمر الصناعي. ارسم نقطتين تمثلان نقطتين تقعان على سطح مستوٍ في الأرض، نقطتين على يمين ويسار الخط الواصل بين الأرض والقمر الصناعي وتكونان على مسافة متساوية من هذا الخط ومن القمر الصناعي. وعند النقطة التي تمثل القمر الصناعي، ارسم متجهَي قوة متساويي المقدار بحيث يتجهان نحو النقطتين المحددتين على الأرض. افصل كل متجه قوة إلى مكوِّن على امتداد الخط الواصل بين الأرض والقمر الصناعي ومكوِّن عمودي على الخط نفسه. اسأل الطلاب عما لاحظوه عند مقارنة مكونات متجهَي القوة. تتساوى المكونات العمودية على الخط الواصل بين الأرض والقمر الصناعي في المقدار وتتعارض في الاتجاه، في حين أن المكونات الموجودة على امتداد الخط الواصل بين الأرض والقمر الصناعي تكون في الاتجاه نفسه. ثم اسألهم عن حاصل جمع متجه المكونات العمودية. صفر ويمكن التعبير عن هذا بقول إن هذه المكونات "يحذف بعضها بعضًا". قبل تحديد مجموعة ثانية من النقاط، اسأل الطلاب إذا كان لديهم حدس أو برهنة منطقية بشأن هل ستُحذف المكونات العمودية مقابل زوج جديد من النقاط أم لا. يجب أن تُحذف مكونات المتجهات العمودية بصرف النظر عن زوج النقاط المحدد، حيث إن الحذف لا يعتمد على "مكان" وجود النقطتين، ولكن يعتمد على تناظرهما في ما يتعلق بالخط الواصل بين الأرض والقمر الصناعي. ما الذي يفسِّر إذًا قوة الجاذبية المحصلة التي تؤثر في القمر الصناعي المتجه نحو مركز الأرض؟ نظرًا للتوزيع التناظري لمواد الأرض في ما يتعلق بالخط الواصل بين الأرض والقمر الصناعي، فإن مكونات متجهات قوى الجاذبية التي لا تُحذف هي فقط تلك المكونات التي تتجه نحو مركز الأرض. وبسبب أن هذا يوضح قوة الجاذبية في حالة معينة، يحتاج الطلاب إلى البحث عن تناظر في إحدى المسائل لتبسيط الحل في مسألة معينة.

ف م مرئي – مكاني

نظرية إينشتاين في الجاذبية

تطوير المفاهيم

الزمكان وانحناؤه قد يرغب الطلاب في مواصلة مناقشة بعض الأفكار الواردة في كتاب الطالب.

الزمكان: الحدث هو ما يحدث في مكان وزمان محددين – مثل التصفيق بيدك وارتداد الكرة. يُقال إن المكان يكون ثلاثي الأبعاد لأن الشخص يحتاج إلى ثلاثة إحداثيات لتحديد موقع حدث ما. في حين يُقال إن الزمان أحادي البُعد لأنه يمكن تحديد زمان وقوع الحدث من خلال إحداثي واحد فقط. في الميكانيكا النيوتنية والنسبية، يمكن أن يفكر الشخص في المكان والزمان باعتبارهما جزءًا من تركيب مفرد رباعي الأبعاد (3 + 1 = 4) يُسمى الزمكان، وهو "الساحة" التي تقع فيها الأحداث (وجهة النظر هذه مفيدة ومهمة بشكل خاص في الميكانيكا النسبية). فكِّر في تحديد حدث من خلال رسم نقطة على الشبكة الإحداثية *t-y-x* ثلاثية الأبعاد، تُسمى رسم الزمكان، مع جعل محور *t* مرسومًا عادة كالمحور الرأسي. ولا يمكن استيعاب الإحداثي الرابع *z* في مثل هذا الرسم، ولذا لم يُرسَم.

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

0103_0120_C07_718462.indd 112 8/19/2016 10:54:29 AM

انحناء الزمان المكاني: النسبية العامة هي (على أقل تقدير) نظرية الجذب، في حين أن النسبية الخاصة هي حالة خاصة من النسبية العامة يكون مقدار الجذب فيها ضعيفًا نسبيًّا. ففي النسبية العامة، تؤثر المادة في قياسات المكان والزمان (كما هو موضح أدناه). ويُشار إلى هذه التأثيرات في الغالب بالأسماء التالية: "انحناء" أو "تجعد" أو "تشويه الزمان" المكاني، حيث يكون مصطلح المادة عبارة عن اختصار لكل شيء في الزمان المكاني، الأجسام والإشعاع وما إلى ذلك، بناء على طاقة وزخم هذه الأنظمة. ولقول إن الفضاء "منحني" ("متجعد" أو "مشوه") يعني أن الهندسة الفراغية لا تتوافق مع الهندسة الإقليدية. وهذا يعني على سبيل المثال أن مجموع قياسات الزوايا الثلاث لمثلث لا تساوي 180° (حيث يتم تكوين مثلث من خلال توصيل ثلاث نقاط في الفضاء بأقصر خطوط ممكنة).

وهناك ثلاث طرق مختلفة للتفكير في هذا الفضاء أو تصوره. تتمثل إحدى هذه الطرق في تخيُّل أن الفضاء ثلاثي الأبعاد منحنيًا بالمعنى الحرفي لأنه "يقبع" في فضاء كثير الأبعاد (ستكون هناك حاجة إلى 6 أبعاد فعليًا) في حين يكون سطح الأرض ثنائي الأبعاد منحنيًا لأنه "يقبع" في فضاء ثلاثي الأبعاد. وهذا التفسير هو المعنى الحرفي لمصطلح "الفضاء المنحني". ومن الطرق الأخرى، تخيُّل أن الفضاء ثلاثي الأبعاد هو نفسه الفضاء الإقليدي "حقًا"، أي أنه ليس منحنيًا ولكن العُصي المترية مشوهة من مجال الجاذبية بطريقة تجعل نتائج القياسات يتم وصفها من خلال الهندسة غير الإقليدية. وفي هذا التفسير، تتمدد العُصي المترية أو تنكمش حسب موقعها واتجاهها ووقت إجراء القياس. فعلى سبيل المثال، تنكمش العُصي المترية الموجهة على طول الاتجاه نصف القطري بالنسبة إلى مركز الأرض كلما اقتربت تجاهها.

لا يمكن لنظرية النسبية العامة ولا التجارب ولا الملاحظات أن تحدد أي التفسيرين "صحيح". ولذلك فهما ليسا سوى تفسيرين، فيمكن اختيار كل منهما على أساس الفائدة أو الراحة أو التفضيل. القول بأن الزمان "منحنٍ" يعني أن المعدل الذي "تدق" به الساعات يعتمد على المكان و"الزمان" الذي تكون فيه. فعلى سبيل المثال، كلما كانت الساعة أعلى أكثر عن سطح الأرض، كانت أسرع في دورانها، مقارنة بالساعات الموجودة على الأرض، وهو التأثير الذي تم قياسه. ويجب أن يؤخذ هذا التأثير في الحسبان عند تصميم نظام GPS وتشغيله، والذي يتم فيه نقل الإشارات بين الأقمار الصناعية وأجهزة الاستقبال الأرضية.

قراءة إضافية:

Spacetime Physics by Edwin Taylor and J. A. Wheeler; *Black Holes and Time Warps*: *Einstein's Outrageous Legacy* by Kip Thorne; and „Curve Space,„ an edited transcript of a lecture by Richard Feynman, available in Feynman, Leighton, Sands, *The Feynman Lectures on Physics* (Vol. II, Ch. 42) or Feynman, *Six Not-So-Easy Pieces*: *Einstein's Relativity, Symmetry and Space-Time* (Ch. 6).

استخدام تشبيه

تشبيه انحناء الشبك المطاطي بانحناء الزمان المكاني وضِّح للطلاب الطرق التي يكون فيها تشبيه انحناء الشبك المطاطي بانحناء الزمان المكاني الموضَّح في **الشكل 16**، مفيدًا والطرق التي يكون فيها مضللًا. على سبيل المثال: يكون مفيدًا: (1) تمامًا كما تعمل الكرة الصفراء على انحناء الشبكة المطاطية، تعمل الشمس على انحناء الزمان المكاني؛ (2) تمامًا كما يتأثر مسار الكرة الحمراء بشكل الشبكة المطاطية، يتأثر مسار الكوكب في الفضاء بانحناء الزمان المكاني. يكون مضللًا: (1) تعمل الكرة الصفراء على انحناء الشبكة المطاطية، وهي سطح مكاني ثنائي الأبعاد أو فضاء ثنائي الأبعاد. تعمل الشمس على انحناء ليس المكان فقط، بل المكان والزمان، أي الزمان المكاني. في الواقع، إن انحناء الزمان هو الأكثر أهمية في تفسير حركة الكواكب التي تدور حول الشمس وليس انحناء الفضاء. (2) قد يوحي هذا التشبيه بأن الشمس تعمل على انحناء الفضاء بالطريقة نفسها التي تعمل بها الكرة الصفراء على انحناء الشبكة المطاطية أو بقدر كبير مثلها. ولكن في الواقع، إن انحناء الفضاء حول الشمس صغير جدًا لدرجة أنه لم يُكتشَف حتى الآن. (3) تتسارع الكرة الحمراء تجاه الكرة الصفراء لأن الكرة الحمراء على مرتفع، أي، الشبكة المطاطية التي تم انحناؤها بواسطة الكرة الصفراء. (ذكِّر الطلاب أنه حتى في حال تحرك الكرة الحمراء في مسار دائري حول الكرة الصفراء دون الاقتراب، فمع ذلك تتسارع تجاه الكرة الصفراء على الرغم من تحركها فورًا بسرعة متجهة معينة في اتجاه تماسي للمسار). وتتسارع الكرة الحمراء تجاه الكرة الصفراء بسبب تأثير السطح المطاطي المنحدر بقوة تلامس أو قوة طبيعية في الكرة، مع اتجاه مكوِّن واحد منها تجاه الكرة الصفراء. قد يعتقد الطلاب خطأً بوجود آلية مشابهة وفقًا لرؤية الزمان المكاني المنحني لحركة الكوكب. في الواقع، لا يوجد "مرتفع يؤثر بقوة" في الكواكب. ولا يتم الاعتماد على قوة الجاذبية في الواقع على الإطلاق. بل تتحرك الكواكب في "مسار طبيعي" في زمان مكاني منحنٍ.

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

0103_0120_C07_718462.indd 113 8/19/2016 10:54:30 AM

خلفية عن المحتوى

الانحناء في نظرية نيوتن بالرغم من صحة أن نيوتن قد استخدم الفضاء الإقليدي عند التفكير في الجاذبية، في حين استخدم أينشتاين الزمان المكاني غير الإقليدي (الذي يُسمى غالبًا "الزمان المكاني المنحني")، إلا أن ذلك ليس ما يميز بين النظريتين حقيقة؛ فيمكن بالفعل التعبير عن نظرية الجاذبية لنيوتن بلغة الفضاء المنحني كذلك. فهناك أكثر من وجه اختلاف جوهري بين نظرية نيوتن والنسبية العامة، غير أن أحد أوجه الاختلاف المهمة يتمثل في أن نظرية نيوتن تفيد بأن الزمن مطلق وكوني، وهو ما لا تنص عليه النظرية النسبية العامة.

استخدم الشكل 16

اسأل الطلاب ماذا يحدث للكرة الكبيرة إذا كانت الكرة الصغيرة ذات أكبر كتلة. ستحد زيادة كتلة الكرة الصغيرة من تأثير الكرة الكبيرة في مسار الكرة الصغيرة. ومع زيادة كتلة الكرة الصغيرة، سيزداد تأثيرها في الكرة الكبيرة إلى أن تتساوى الكتلتان في النهاية، ومن ثم ستبدأ الكرة الكبيرة في التحرك باتجاه الكرة الصغيرة. كما يرتبط ذلك أيضًا بالمسافة بين الكرتين، فكلما زادت المسافة بينهما، قلّت الجاذبية. ض م

خلفية عن المحتوى

النظرية النسبية العامة ثبتت العديد من توقعات النظرية النسبية العامة لأينشتاين. كما ثبتت قدرة الجسم ذي الكتلة الضخمة كالمجرة على العمل كعدسة بشكل مدهش، وذلك من خلال الصور الملتقطة بواسطة تلسكوب هابل الفضائي. كما وجد أن النجوم النيترونية أو النجوم النابضة التي تدور بسرعة عالية جدًا تبطئ من سرعة دورانها بطريقة تتفق مع النظرية النسبية العامة؛ حيث يسبب الإشعاع الجاذبي تباطؤًا في سرعة دوران النجوم النابضة. واستمرت تجربة مرصد موجات الجاذبية المتداخلة الليزري تبحث عن الإشعاع الجاذبي من النجوم فوق المستعرة والنجوم النابضة منذ عام 2002.

3 التقويم

تقويم الفكرة الرئيسة

اصطدام مذنب اطلب من الطلاب البحث عبر الإنترنت عن مقاطع فيديو وصور فوتوغرافية لمذنب شوميكر ليفي 9 الذي اصطدم بكوكب المشتري في يوليه 1994. لماذا اصطدم المذنب بالمشتري ولماذا تحطم إلى أجزاء؟ أسر مجال الجاذبية الشديد للمشتري المذنب قبل أن يصطدم به بحوالي 20 إلى 30 سنة. وكان هذا أول مذنب عبر التاريخ جرى رصده يدور حول كوكب قبل الاصطدام به. وقد تحطم المذنب إلى أجزاء بسبب اقترابه من الكوكب حيث أدت قوى المد والجزر إلى تفتيته. وعندما اصطدمت أجزاء المذنب بالمشتري، حدثت انفجارات، وشوهدت ندوب كانت أكثر وضوحًا من البقعة الحمراء الكبيرة في مواقع التصادم وظلت لمدة أشهر بعدها.

التأكد من الفهم

مجال الجاذبية راجع مع الطلاب كيفية حساب وزن جسم ما باستخدام العلاقة التالية: $F_g = mg$.

F_g = وزن الجسم بالنيوتن (N)

m = كتلة الجسم بالكيلوجرام (kg)

g = شدة مجال الجاذبية بالنيوتن/كيلوجرام (N/kg)

اطلب من الطلاب أن يحسبوا شدة مجال الجاذبية حول الأرض. عليهم إيجاد g [بوحدة النيوتن لكل كيلوجرام (N/kg)] عند مسافات nr_E، حيث $n = 1$ و2 و3 و4 و5. وعليهم بعد ذلك حساب وزنهم (بالنيوتن) عند هذه المواقع باستخدام كتلتهم المعروفة (بالكيلوجرام). ض م

إعادة التدريس

انعدام الوزن راجع الطرق المستخدمة في قياس كتلة القصور وكتلة الجاذبية والوزن، ثم ناقش ثلاث حالات يكون فيها وزنك الظاهري قريبًا من الصفر: عندما تكون بعيدًا جدًا عن أي كوكب أو قمر صناعي أو نجم حيث لا تؤثر فيك قوة جاذبية؛ أو عندما تؤثر فيك قوة مثل قوة الطفو؛ أو عندما تكون متسارعًا بمعدل g جنبًا إلى جنب مع الميزان وغيره من المؤثرات الأخرى المحتملة. اسأل الطلاب ما الذي سيشعرون به عندما يجربون هذه الحالة. سيجربون شعور انعدام الوزن. د م

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

0103_0120_C07_718462.indd 114 8/19/2016 10:54:30 AM

القسم 2 الإجابات

التأكد من فهم النصوص والصور

التأكد من فهم الشكل

لم يلتفت المثال إلى تأثيرات مقاومة الهواء.

التأكد من فهم النص

لا تؤثر كتلة القمر الصناعي في سرعته المدارية ولا زمنه الدوري.

التأكد من فهم الشكل

يُحسب مجال ال جاذبية (g) باستخدام المعادلة $g = \frac{F_g}{m}$. لن تساوي قوة الجاذبية (F_g) الصفر إطلاقًا لأنها تتناسب عكسيًا مع مربع المسافة بين جسمين. فعندما تصل r إلى 0، تبلغ القوة أقصى حد لها. وعندما تقترب r من اللانهاية، تقترب قيمة F_g من الصفر ولكنها أبدًا لن تصل إلى هذه القيمة بسبب العلاقة $\frac{1}{r^2}$.

التأكد من فهم الشكل

إننا على الأرض نشاهد انتقال الضوء في خطوط مستقيمة.

مسائل تدريبية

14. **a.** 7.75×10^3 m/s
    b. أبطأ
    c. تكون السرعة أبطأ لأن نصف القطر r أكبر. القمر الصناعي أبعد عن مركز الأرض.
15. 70 km/s، 1.4 يومًا أرضيًّا
16. **a.** 7.8×10^3 m/s
    b. 5.3×10^3 s أو 88 min
17. **a.** 2.86×10^3 m/s
    b. 1.65 h

القسم 2 مراجعة

18. **a.** $\frac{g_S}{g_E} = 2.2$
    b. 8.5×10^{19} N/kg
19. نعم. الكراسي منعدمة الوزن ولكنها ليست منعدمة الكتلة. إنها لا تزال في حالة قصور ويمكن أن تؤثر بقوة تلامس في إصبعك.
20. 1.5 N/kg
21. **a.** عندما يكون نصف القطر المداري كبيرًا، سيزداد الزمن الدوري أيضًا؛ ومن ثَمَّ، سيكون للقمر الذي على بعد 160 km الزمن الدوري الأكبر.
    b. القمر الذي على بُعد 150 km، حيث كلما قلَّ نصف القطر المداري، زادت السرعة.
22. يصف قانون نيوتن كيفية حساب القوة بين جسمين لهما كتلة كبيرة، بينما تشرح نظرية أينشتاين كيفية جذب أحد الأجسام كالأرض للقمر.
23. 7.35 N/kg
24. لا، لأن سرعة المدار وزمنه الدوري لا يعتمدان إطلاقًا على كتلة القمر الصناعي، فلم يتمكن المستشارون العلميون من حساب كتلة القمر الصناعي.
25. تدور الأرض باتجاه الشرق، وتزيد سرعتها المتجهة من سرعة القمر الصناعي المتجهة التي يكتسبها من الصاروخ، ومن ثم تقل السرعة المتجهة التي يلزم اكتسابها من الصاروخ.

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

0103_0120_C07_718462.indd 115 8/19/2016 10:54:30 AM

الحدود في **الفيزياء**

لا شيء يستطيع الإفلات

هل الثقب الأسود عبارة عن ثقب حقيقي؟

الغرض

يصف هذا المقال كيف تمنع سرعة الإفلات المتجهة العالية للثقب الأسود كل شيء من الإفلات حتى الضوء.

الخلفية

يتمثل أفق الحدث – حدود التأثير – للثقب الأسود في كرة تحيط بالثقب الأسود في الفضاء. ويميز أفق الحدث المسافة التي لا يستطيع عندها أي شيء الإفلات حتى الضوء. ويبقى المتغير الوحيد الذي يحدد نصف قطر الكرة هو كتلة الثقب الأسود، فعند مجاوزة الأجسام أفق الحدث، تزداد كتلة الثقب الأسود ويتوسع أفق الحدث إلى الخارج.

استراتيجيات التدريس

يمثل "ثقب التصريف"، دوامة في الماء، تشبيهًا للثقب الأسود. حيث تكمن الفكرة في أنه لا يوجد شيء يستطيع أن يتحرك عبر الماء بسرعة أكبر من سرعة الصوت. وفي مناطق معينة بالقرب من ثقب التصريف، يتحرك الماء باتجاه ثقب التصريف بسرعة كبيرة جدًا لا يستطيع الصوت الإفلات منها. ناقش مع طلابك بعض الخواص الفريدة لثقب التصريف هذا. ما أنواع الإشارات التي تستطيع الإفلات من أفق الصوت هذا أو لا تستطيع الإفلات منه؟

لمزيد من التعمق >>>

النتائج المتوقعة في حين أن سرعة الشعاع الضوئي لا تتغير، إلا أن النظرية النسبية العامة لألبرت أينشتاين قد أثبتت أن الجاذبية تؤثر في الضوء بطريقة غير معتادة. فتُفقد الجاذبية الشعاع الضوئي بعض طاقته، وطاقة الشعاع الضوئي تساوي لونه، فكلما فقد الشعاع الضوئي طاقة، انخفض لونه لأسفل الطيف، من الأزرق إلى الأحمر وما يليه. وبالنسبة إلى اللون الأسود المنبعث من الثقب الأسود، فقد انخفضت طاقة الشعاع حتى وصلت إلى صفر.

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

0103_0120_C07_718462.indd 116 8/19/2016 10:54:30 AM

الوحدة 7 الإجابات

القسم 1

إتقان المفاهيم

26. ستختلف الإجابات. يمثل ما يلي نمطًا محتملاً للإجابة الصحيحة: " . . إذا كان متوسط نصف القطر المداري لكوكب ما 9.50×10^{8} km، فما مقدار زمنه الدوري الذي تتوقعه؟"

27. يمثل مسار القمر "لو" إهليلجًا، يشترك مع المشتري في البؤرة ذاتها.

28. حيث إن الأرض تتحرك في مدارها ببطء أكبر خلال الصيف، ووفقًا للقانون الثاني لكبلر، يجب أن تكون أبعد عن الشمس. لذلك تكون الأرض أقرب إلى الشمس في أشهر الشتاء.

29. لا. إن تساوي المساحات الممسوحة في وحدة الزمن يُطبَّق على كل كوكب على حدة.

30. عرف نيوتن أن القمر يتحرك في مسار منحنٍ؛ لذلك فهو يتسارع. كما عرف أن التسارع يتطلب وجود قوة مؤثرة.

31. قاس الكتلتين والمسافة بينهما وقوة التجاذب بينهما بدقة، ثم حسب قيمة G باستخدام قانون نيوتن في الجذب الكوني.

32. وفقًا لقانون نيوتن، فإن $F_g \propto \frac{1}{r^2}$. فإذا ضاعفنا المسافة،

قلّت القوة إلى الربع.

33. نظرًا لأن $\frac{T^2}{r^3} = \frac{4\pi^2}{Gm_S}$، فإذا ضاعفنا كتلة الشمس، m_S،

فستنخفض النسبة إلى النصف.

إتقان حل المسائل

34. 12 y

35. 246 y

36. 4.16×10^{23} N

37. 9.11×10^{-31} kg

38. 6.5×10^{-8} N

39. 6.1×10^{-9} N

40. a. 489 N

b. 4.90×10^{2} N

41. a. 6.0×10^{24} kg

ب. 5.5×10^{3} kg/m^3

42. 5.84×10^{-10} N

43. 8.0×10^{-10} N

44. كتلة النجم تساوي 1.91 أمثال كتلة الشمس.

45. 23 سنة

46. $\frac{F_E}{F_S} = \frac{1.0}{2.3}$

47. b> c> e> a> d

48. 0.37 kg، 0.75 kg

49. 101 N

50. 5.65×10^{26} kg

51. 18 AU

52. a. 2.2×10^{15} m^2/s

b. 2.0×10^{11} m^2/s

53. 79 يومًا

القسم 2

إتقان المفاهيم

54. سرعته؛ حيث إنه يسقط طوال الوقت.

55. تعتمد السرعة فقط على b، البعد عن الأرض، وc، كتلة الأرض.

56. قوة الجاذبية بينه وبين الأرض في اتجاه مركز الأرض

57. تعني قوة $5g$ أن وزن رائد الفضاء يساوي خمسة أمثال وزنه على الأرض، فالقوة التي تؤثر في رائد الفضاء تساوي خمسة أمثال قوة الجاذبية الأرضية.

58. يرى أينشتاين أن الجاذبية تمثل تأثيرًا لانحناء الفضاء تسببه الكتلة، في حين أن نيوتن يرى أن الجاذبية هي القوة التي تؤثر مباشرة في ما بين الأجسام. لذا، فوفقًا لأينشتاين، تكون الجاذبية بين الأرض والقمر تأثيرًا لانحناء الفضاء يسببه مجموع كتلتيهما.

59. $\frac{N}{kg} = \frac{kg\cdot m/s^2}{kg} = \frac{m}{s^2}$

60. ستتضاعف قيمة الثابت g.

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

0103_0120_C07_718462.indd 117 8/19/2016 10:54:30 AM

الإجابات

إتقان حل المسائل

61. a. 3.07×10^{3} m/s أو 3.07 km/s

b. 8.66×10^{4} s أو 24.1 h

62. a. 0.2 N/m

b. 20 N

63. a. 2.03×10^{20} N

b. 2.80×10^{-3} N/kg

64. ستختلف الإجابات، لكن النموذج الصحيح للإجابة هو "قمر صناعي يدور في مدار دائري حول الأرض، فإذا كان يتحرك بسرعة 8.3×10^{3} m/s، فكم سيكون نصف قطره المداري؟"

65. a. 1.80×10^{3} N

b. 8.00×10^{2} N

c. 2.92×10^{2} N

66. 2.64×10^{3} km

67. a. 1.6×10^{3} kg

b. 1.3×10^{-10} m/s^2

68. 8.3×10^{-9} N

69. 7.3×10^{22} kg

70. 1.60 N/kg

71. 3.0×10^{-47} N

72. a. 1.7×10^{-10} N

b. 1.7×10^{-12} N

73. 241 N

74. a. 29 N/kg

b. 1.1 N/kg

c. 4.9 N/kg

تطبيق المفاهيم

75. لا يعتمد التسارع على كتلة الجسم، وذلك لأن الأجسام ذات الكتلة الأكبر تحتاج إلى قوة أكبر لتتسارع بالمعدّل نفسه.

76. يجب أن تعرف الزمن الدوري ونصف القطر المداري لأحد الأقمار على الأقل.

77. لا تعتمد الحركة المدارية لجسم ما على كتلته، ولا يمكن استخدامها لإيجاد الكتلة. تُستخدم صيغة نيوتن للقانون الثالث لكبلر لإيجاد كتلة جسم ما عند معرفة قمر صناعي يدور حوله.

78. $\frac{1}{4}g$

79. لا شيء يتغير، حيث إن G ثابت كوني لا يعتمد على كتلة الأرض، ومع ذلك، ستتضاعف قوة جذبها.

80. ستتضاعف أيضًا.

81. سيكون المدار السفلي الأيمن هو المحتمل فقط. فالشمس ليست في بؤرة المدارين العلويين، وأما في المدار السفلي الأيسر، فإن الكوكب ليس في مدار حول الشمس.

82. لا، حيث إن القوتين تمثلان الفعل ورد الفعل، وتبعًا للقانون الثالث لنيوتن، فهما متساويتان في المقدار ومتضادتان في الاتجاه.

83. القمر الصناعي ذو نصف القطر المداري الصغير له سرعة متجهة أكبر.

84. إذا زاد نصف القطر المداري، زاد كذلك الزمن الدوري.

85. قيمة g على المشتري تساوي ثلاثة أمثال قيمتها على الأرض.

86. كلما زادت كتلة الكوكب، قلَّ الزمن الدوري للقمر الصناعي. وحيث إن كتلة الأرض أكبر من كتلة المريخ، سيكون الزمن الدوري للقمر الصناعي للأرض أقلّ.

87. a. تزداد كتلتك.

b. ستظل النسبة ثابتة لأنها تساوي مجال الجاذبية في الموقع.

88. لكي "تسقط" جسمًا إلى الأرض، يتعين عليك إطلاقه في اتجاه عكسي بالسرعة ذاتها التي تتحرك بها في المدار. وبالنسبة إلى الأرض، فإن سرعة الجسم العمودي على اتجاه الجاذبية الأرضية تساوي صفرًا، ومن ثم يمكن أن "يسقط" لأسفل باتجاه الأرض. ومع ذلك، فمن المرجح أن يحترق الجسم نتيجة الاحتكاك مع الغلاف الجوي للأرض في طريقه لأسفل.

89. يوضع القمر الصناعي في أقرب موقع ممكن لخط الاستواء بحيث لا تكون حركته باتجاه الشمال أو الجنوب كبيرة. فيؤدي وجود القمر الصناعي على هذا البُعد إلى أن يكون زمنه الدوري 24.0 h. أما إذا كان أقرب من ذلك، فسيكون الزمن الدوري له أقل من 24.0 h وسيبدو أنه يتحرك باتجاه الشرق. وإذا كان أبعد من ذلك، فسيكون زمنه الدوري أطول من 24.0 h.

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

0103_0120_C07_718462.indd 118 8/19/2016 10:54:30 AM

مراجعة جامعة

90. 2.01×10^{30} kg

91. a. 1.7×10^{3} m/s

b. 6.5×10^{3} s

92. $r \geq 7.8\times10^{1}$ m

93. a. 1.2×10^{2} min

b. 1.6×10^{3} m/s

94. a. 0.707 شهر

b. 1.26 أمثال نصف القطر المداري الحالي للقمر

c. لن يتأثر طول السنة على الأرض، فهي لا تعتمد على كتلة الأرض.

95. $0.35T_M$

96. 84.5 min

التفكير الناقد

97. عند مستوى سطح البحر: $c = 4.0\times10^{8}$ وحدات، $y = 9.77$ m/s^2

على قمة جبل إفرست: 9.74 m/s^2

في المدار الطبيعي للقمر الصناعي: 9.47 m/s^2

في المدار الأعلى: 9.18 m/s^2

98. حوالي 8 min

99. a. $F_{Sm} = (5.90\times10^{-3}\ \text{N})m$; $F_{Mm} = (3.40\times10^{-5}\ \text{N})m$

b. تجذب الشمس الماء الموجود على سطح الأرض بقوة أكبر 100 مرة.

c. $(2.28\times10^{-6}\ \text{N})m$

d. $(1.00\times10^{-6}\ \text{N})m$

e. القمر

f. ينتج المد والجزر بشكل أساسي بسبب الفرق بين قوة جذب القمر لسطح الأرض القريب منه وسطح الأرض البعيد عنه.

الكتابة في الفيزياء

100. أحد أقدم القياسات البسيطة جرت على يد العالم جيمس برادلي عام 1732. كما يجب أن تناقش الإجاباتُ القياسات التي أُخذت أثناء مرور كوكب الزهرة التي رُصدت في تسعينيات القرن السابع عشر.

101. تمكن علماء الفلك من قياس السرعة المتجهة الصغيرة للنجوم الناتجة عن قوى جاذبية الكواكب الضخمة المؤثرة فيها. حيث جرى حساب السرعة المتجهة من خلال قياس انزياح دوبلر لضوء النجم الناتج عن هذه الحركة. وتتذبذب حركة النجم بسبب دوران الكوكب حوله، مما أتاح حساب الزمن الدوري للكوكب. وبمعرفة مقدار السرعة المتجهة، أمكنهم تقدير أبعاد الكوكب وكتلته. وبمقارنة أبعاد الكواكب في المجموعة الشمسية وأزمنتها الدورية بكواكب متعددة، واستخدام القانون الثالث لكبلر، يمكن للفلكيين الحصول على أبعاد النجوم والكواكب وكتلتها بشكل أفضل.

مراجعة تراكمية

102. 4.0×10^{2} km

103. 610 N

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

0103_0120_C07_718462.indd 119 8/19/2016 10:54:30 AM

تدريب على الاختبار المعياري

اختيار من متعدد

1. C
2. D
3. A
4. C
5. D

الإجابة المفتوحة

6. 8×10^5 km

سلم تقدير

يمثل سلم التقدير التالي نموذجًا لأداة تقدير الأسئلة مفتوحة الإجابة.

النقاط	الوصف
4	يُظهر الطالب فهمًا كاملًا لموضوعات الفيزياء التي درسها. قد تتضمن الإجابة بعض الأخطاء البسيطة التي لا تؤثر في إظهار الفهم الكامل.
3	يُظهر الطالب فهمًا لموضوعات الفيزياء التي درسها. وتكون إجابته صحيحة في مجملها وتُظهر فهمًا أساسيًا وليس كاملًا لموضوعات الفيزياء.
2	يُظهر الطالب فهمًا جزئيًا فقط لموضوعات الفيزياء التي درسها. وقد يكون قد استخدم الطريقة الصحيحة في الوصول إلى الحل، أو قدَّم حلًا صحيحًا، إلا أن عمله يفتقر إلى الفهم الأساسي لمفاهيم الفيزياء الأساسية.
1	يُظهر الطالب فهمًا محدودًا جدًا لموضوعات الفيزياء التي درسها. فالإجابة غير كاملة وتتضمن أخطاءً كثيرة.
0	يقدم الطالب حلًا غير صحيح إطلاقًا أو لا يجيب نهائيًا.

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

0103_0120_C07_718462.indd 120 8/19/2016 10:54:30 AM

الوحدة 8

الحركة الدورانية

نبذة عن الشكل

الألعاب الدائرية ربما ركب معظم الطلاب أرجوحة في الملاهي. تتكون هذه الألعاب من مقاعد مربوطة بسلاسل متصلة بعمود رأسي دوّار. اطلب من الطلاب وصف اللعبة من حيث السرعة الزاوية المتجهة من بداية ركوب اللعبة حتى نهايته. ما الذي يجعل السرعة الزاوية المتجهة للأرجوحة تتغير أثناء الركوب؟ ساعد الطلاب على فهم أن جميع الأجسام التي تغير سرعتها الزاوية المتجهة تخضع لمحصلة عزم دوران.

بدء النشاط العملي

في نشاط الأجسام الدوّارة، يمكن أن يكتشف الطلاب أجسامًا مختلفة في عزم القصور الذاتي.

نظرة عامة على الوحدة

على غرار السرعة الخطية، تخضع الحركة الدورانية لقوانين نيوتن. ولكن يوجد انحراف إضافي: تتعرض أجزاء الجسم المختلفة الدوّارة لسرعات متجهة وتسارعات مختلفة. يلزم معرفة مفاهيم جديدة مثل العزم وعزم القصور الذاتي وعدة رموز جديدة لوصف هذا النوع الشائع من الحركة. يلزم وجود العزم لتحديد هل الجسم في حالة اتزان دوراني أم لا.

قبل أن يدرس الطلاب المادة العلمية الواردة في هذه الوحدة، ينبغي عليهم دراسة:

- الحركة المتسارعة في بُعد واحد
- جمع متجهات في بُعدين
- قوانين نيوتن للحركة
- قوانين نيوتن للجذب العام
- الحركة المنتظمة في بُعد واحد

لحل المسائل الواردة في هذه الوحدة، سيحتاج الطلاب إلى التعرف على ما يلي:

- بيانات الرسم البياني
- الترميز العلمي
- الميل
- حل المعادلات من الدرجة الأولى

عرض الفكرة الرئيسة

الحركة الخطية والدائرية توقع ماذا سيحدث ليويو سقط أثناء الإمساك بنهاية الخيط. سيدور اليويو أثناء سقوطه. هل سيتسارع بسرعة $9.8\ m/s^2$؟ لا. أسقط اليويو للتأكد. نتج عن قوة الشد الصاعدة في الخيط وجود عزم مما تسبب في تغيير السرعة الزاوية المتجهة. قوة الشد الصاعدة هي السبب الذي لم يجعل اليويو يتسارع بسرعة $9.8\ m/s^2$ ولكن بسرعة أقل.

(t)LMR Group/Alamy, (r)Photodisc/Getty Images
حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

0121_0140_C08_718462.indd 121 8/19/2016 10:55:14 AM

القسم 1 وصف الحركة الدورانية

1 مقدمة

نشاط تحفيزي

تدوير كرة القدم باستخدام كرة قدم، اسأل الطلاب أولاً متى يمكن التعامل معها كجسيم نقطي. يمكن التعامل مع كرة القدم كجسيم نقطي عندما تكون حركتها الدورانية صغيرة مقارنة بسرعتها الخطية. عندما تمسك بها بين يديك وتدورها عرضًا في جميع الاتجاهات الممكنة، اطلب منهم التفكير في جميع الكميات التي يلزم تحديدها لوصف موضع كرة القدم وكيفية تدويرها وكيفية حركتها. لا ينبغي أن تتضمن الكميات x وy وz (والسرعات المتجهة الثلاث) لمركز الكرة فحسب، بل ينبغي أن تتضمن أيضًا اتجاه الكرة حول محاور الدوران الثلاثة (محور رأسي ومحورين أفقيين) ومدى سرعة دورانها حول هذه المحاور الثلاثة. ناقش بإيجاز أجسام أخرى تُعد حركات دورانها مهمة بالنسبة إليها.

ض م بصري-مكاني

الربط بالمعرفة السابقة

الحركة الخطية سيستخدم الطلاب الكميات التي تصف الحركة الخطية (الموضع والسرعة المتجهة والتسارع) وهندسة الدوائر لوضع معادلات للحركة الدورانية.

2 التدريس

الإزاحة الزاوية

تطوير المفاهيم

الرموز اليونانية ستكون الرموز المستخدمة للكميات الواردة في الحركة الدورانية — θ (ثيتا) وω (أوميجا) وα (ألفا) وτ (تاو)—غير مألوفة لمعظم الطلاب. وضّح أن هذه الرموز تُستخدم للتمييز بين الحركة الخطية والدورانية.

الراديان يعتمد قياس الزاوية بالراديان (rad) على النسبة بين طول القوس ونصف قطر الدائرة. وضّح بالعمليات الحسابية أن وحدات الراديان بلا أبعاد.

التعزيز

الدرجة والراديان لمساعدة الطلاب على التعود على القياس بالراديان، ارسم رسمًا دائريًا يوضح الزوايا شائعة الاستخدام (30° و45° و60° و90° و120° و180° وما إلى ذلك) وقياسات الراديان المرتبطة بها ($\frac{\pi}{6}$ و$\frac{\pi}{4}$ و$\frac{\pi}{3}$ و$\frac{\pi}{2}$ و$\frac{2\pi}{3}$ وπ وما إلى ذلك.) وضّح للطلاب متى يكون راديان واحد مناسبًا. أ م بصري-مكاني

تطوير المفاهيم

الفكرة الرئيسة ضع تمثالاً صغيرًا على قرص دوّار باتجاه الحافة الخارجية. ضع التمثال على موضع الساعة 12 على القرص الدوّار. أعط طالبًا ساعة إيقاف لحساب وقت الحركة وطالبًا آخر شريط قياس من القماش الناعم. شغّل القرص الدوّار واطلب من الطالب حساب زمن حركة التمثال لعدة دورات. اطلب من الطالب قياس إجمالي المسافة التي قطعها التمثال باستخدام شريط القياس المصنوع من القماش. اسأل الطلاب إذا كانت هناك طريقة أسهل لقياس المسافة المقطوعة. قد يقول الطلاب إنه من الأسهل حساب عدد الدورات وقياس نصف قطر المسار الدائري لتحديد هذه القيمة من محيط الدائرة. أخبر الطلاب أن الإزاحة الزاوية θ ترتبط بالمسافة الخطية التي قاسها شريط القياس المصنوع من القماش وحدد الإزاحة الزاوية بالراديان. ثم اطلب من الطلاب تحديد متوسط السرعة الزاوية المتجهة ω بوحدات rad/s.

التفكير الناقد

الزوايا "الطبيعية" للبدء، اطلب من الطلاب التفكير في طريقة طبيعية لقياس الزوايا. ثم ارسم على السبورة نصفي قطر في دائرة كبيرة بزاوية 60° تقريبًا ($\frac{\pi}{3}$ راديان) بعيدًا عن بعضهما. أوجد بدقة قياس نصف القطر وطول القوس المحصور. اطلب من الطلاب حساب نسبة طول القوس إلى نصف القطر وتحديد بأي صيغة يكون قياس الزاوية عدديًا أقرب من هذه النسبة. ينبغي أن تكون النسبة 1 تقريبًا وسيصبح $\frac{\pi}{3}$ رداديان الأقرب حينئذٍ. على هذا الأساس، يصبح الراديان الصيغة الطبيعية لقياس الزوايا. ض م بصري-مكاني

عرض عملي سريع

الإزاحة الزاوية

الزمن المقدّر 10 min

المواد عجلة دراجة وعصا قياس وشريط قياس مصنوع من القماش.

الإجراء قِس نصف قطر العجلة. حدد نقطة واحدة على الجدار الجانبي للعجلة في الإطار الخارجي. ضع العجلة على الأرض بحيث تكون النقطة المحددة لأسفل. دوّر العجلة على الأرض دورة واحدة وقِس المسافة التي قطعتها العجلة على الأرض. استخدم هذه المعلومات لربط θ بالمسافة المقطوعة. ستكون المسافة المقطوعة $2\pi r$. ق م حركي

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

0121_0140_C08_718462.indd 122 8/19/2016 10:55:14 AM

السرعة الزاوية المتجهة والتسارع الزاوي

تحديد المفاهيم الخاطئة

متوسط السرعة والسرعة اللحظية كما في حالة الحركة الخطية، تُعد قيم متوسط السرعة والسرعة اللحظية للسرعة الزاوية المتجهة والتسارع الزاوي للجسم محيرة في كثير من الأحيان. إذا كانت السرعة الزاوية المتجهة متغيرة، فيمكن للمرء دائمًا أن يحدد متوسط السرعة الزاوية المتجهة، لكن يمكن للمرء أيضًا في كل لحظة تحديد السرعة الزاوية المتجهة اللحظية. إذا كان الموضع الزاوي مرسومًا كدالة زمنية، فإن السرعة الزاوية المتجهة اللحظية ستمثل ظل الرسم البياني. إذا كانت السرعة الزاوية المتجهة تتغير بمعدل ثابت، فإن التسارع الزاوي المتوسط واللحظي سيكون واحدًا.

ض م منطقي-رياضي

استعن بالجدول 1

الإزاحة الزاوية والخطية ارسم على السبورة رسمًا يوضح العلاقة بين الإزاحة الزاوية والخطية ويوضح كيفية زيادة x مع r لثبات θ. وضّح، باستخدام رسومات الحركة، علاقة التشابه بين v وr لثبات ω.

ض م بصري-مكاني

3 التقويم

تقويم الفكرة الرئيسة

حركة ساعة بها عقرب للثواني أحضر إلى غرفة الفصل ساعة كبيرة بها عقرب للثواني. اطلب من الطلاب تحديد الإزاحة الزاوية بالراديان (بداية من 12) لعقرب الثواني عندما يصل إلى 9. $\theta = \frac{3\pi}{2}$ راديان. اطلب من الطلاب تحديد السرعة الزاوية المتجهة لعقرب الثواني. $\omega = 0.10\ rad/s$. اطلب من الطلاب تحديد التسارع الزاوي لعقرب الثواني. $\alpha = 0\ rad/s^2$.

التأكد من الفهم

توضيح السرعة الزاوية المتجهة استخدم عجلة كبيرة، يُفضل واحدة مرفقة بها بكرة صغيرة. حدد نقطة على الإطار الخارجي. لف خيطًا حول العجلة. اسحب نهاية الخيط بسرعة متجهة ثابتة. اطلب من الطلاب ملاحظة السرعة الزاوية المتجهة للعجلة. كرر سحب الخيط بنفس السرعة المتجهة الثابتة تقريبًا كما كان من قبل. لف الخيط في هذه المرة حول البكرة الصغيرة. ولكن أولاً، اطلب منهم توقع هل ستتغير السرعة الزاوية المتجهة. السرعة الزاوية المتجهة: $\omega = \frac{v}{r}$.

بما أن نصف القطر أصغر، يجب أن تكون السرعة الزاوية المتجهة أكبر.

التوسيع

تحديد التسارع الزاوي اطلب من الطلاب التفكير في عجلة معلقة على بُعد عدة أقدام من سطح الأرض يوازي محورها سطح الأرض. يوجد جسم ثقيل معلق في خيط ملفوف حول المحور عدة مرات. كيف يمكن استخدام المجسات لقياس التسارع الزاوي للعجلة؟ يمكن توصيل مستشعر الحركة الدورانية بالجهاز.

اسأل هل التسارع الخطي لنقطة على محيط الدائرة سيختلف إذا استُخدمت بكرة؟ $a = \frac{\alpha}{r}$ تعتمد العلاقة على r. عند استخدام البكرة، سيصبح a أصغر بكثير.

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

0121_0140_C08_718462.indd 123 8/19/2016 10:55:15 AM

القسم 1 الإجابات

التأكد من فهم النص ومراجعة التعليقات التوضيحية

مراجعة التعليقات التوضيحية

يمثل المتغير r المسافة التي تبعدها النقطة عن مركز الجسم الدوّار. يمثل المتغير x المسافة التي تتحركها النقطة. يمثل المتغير θ زاوية الدوران.

التأكد من فهم النص

4π

التأكد من فهم النص

السرعة الزاوية المتجهة هي الإزاحة الزاوية للجسم مقسومة على الزمن الذي يستغرقه الجسم لتحقيق الإزاحة الزاوية.

التأكد من فهم النص

تصف السرعة الزاوية المتجهة والتسارع الزاوي على حد سواء حركة الجسم. ولكن التسارع الزاوي يساوي التغير الذي يحدث في السرعة الزاوية المتجهة مقسومًا على الوقت اللازم لحدوث التغيير.

مسائل تدريبية

1. a. -120π rad أو -377 rad
   b. -2π rad أو -6.28 rad
   c. $-\frac{\pi}{6}$ rad أو -0.524 rad
2. a. 6π rad
   b. 2π rad/min
   c. تسارع سالب لأن اللعبة تبطئ حتى تتوقف عن الحركة
3. 0.707 m
4. a. التغيرات التي تحدث في السرعة واحدة، لذا تصبح التسارعات الخطية واحدة.
   b. بسبب انخفاض نصف قطر العجلة من 35.4 cm إلى 24 cm، سيزيد التسارع الزاوي. $\alpha_1 = 5.23$ rad/s^2; $\alpha_2 = 7.7$ rad/s^2
5. بما أن $\omega = \frac{v}{r}$، إذا زاد r، فإن ω سيقل. سيقل أيضًا عدد الدورات.

القسم 1 مراجعة

6. a. 2.36×10^{6} s
   b. 2.66×10^{-6} rad/s
   c. 4.63 m/s
   d. تبلغ السرعة على خط استواء الأرض 464 m/s أو 100 مرة أسرع تقريبًا.
7. a. $\Delta\theta = -\frac{\pi}{3}$ rad
   b. $\Delta\theta = -4\pi$ rad
   c. $\Delta\theta = -240\pi$ rad
8. -8.3 rad/s^2
9. الإزاحة الزاوية — نعم؛ المسافة الخطية — لا. لأنها دالة نصف القطر
10. a. 5.0×10^{2} rev/min أو 52 rad/s
    b. 2.4×10^{2} rev/min أو 25 rad/s
    c. -5.9×10^{-3} rad/s^2

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

0121_0140_C08_718462.indd 124 8/19/2016 10:55:15 AM

القسم 2 ديناميكا الحركة الدورانية

1 مقدمة

نشاط تحفيزي

ذراع الرافعة استخدم باب غرفة الفصل أو جسمًا آخر كبيرًا يدور على محور حول حافة واحدة. اطلب من الطلاب اكتشاف كيف يغير موضع القوة المؤثرة واتجاهها دوران الباب. وضّح كيف يحدث أكبر دوران لأقل قوة عندما تؤثر القوة عموديًا في الباب إلى أبعد ما يمكن عن المفصلة. ض م حركي

الربط بالمعرفة السابقة

القوة سيستخدم الطلاب مفهوم الحركة الزاوية وقانون نيوتن الثاني وهندسة الدوائر لتوضيح قانون نيوتن الثاني للحركة الدورانية.

2 التدريس

القوة والسرعة الزاويّة المتجهة

تطوير المفاهيم

الحد الأقصى للعزم عند لف خيط حول جسم، سيصبح دائمًا مماسًا للدائرة ومن ثَمَّ يكون عموديًا على نصف القطر. The torque exerted when you exert a force F on the string is $\tau = rF$. ض م

نشاط التحدي في الفيزياء

الفكرة الرئيسة أحضر كرة قدم إلى الفصل. أعطِ هذه الكرة إلى طالب واطلب منه أن يقف أمام الغرفة. ارسم "خط مرمى" على الأرض بشريط لاصق من نوع معين. اطلب من الطالب الذي يحمل كرة القدم أن يقف على بُعد بضع أقدام من "خط المرمى". كيف ينبغي التصدي للاعب لمنعه من الانتقال إلى "خط المرمى"؟ قد يجيب الطلاب أنه ينبغي التصدي للاعب عند مستوى تحت الخصر. احرص على أن تشرح للطلاب أن التصدي عند مستوى تحت الخصر يولّد عزمًا على اللاعب يجعل جسمه يدور بسرعة متجهة زاوية معينة. ستجعل هذه الحركة الزاوية اللاعب يرتطم بالأرض بشكل أسرع من ملامسته عند مستوى الخصر. قد تتسبب ملامسة اللاعب عند مستوى الخصر في انتقال اللاعب عدة أقدام قبل عرقلته لمنعه من الوصول إلى "خط المرمى". حرصًا على سلامة الطلاب، ذكّرهم بأن هذا مجرد عرض توضيحي ولا تسمح لهم بالتصدي للعارِض.

استعن بالشكل 6

تصورات معادلة العزم استكشف معادلة العزم: $\tau = Fr \sin \theta$. لاحظ أنه يمكن كتابتها بالصيغة $\tau = r(F \sin \theta)$ أو $\tau = F(r \sin \theta)$. في الحالة الأولى، يمكن تفسيرها كقوة، تقل بسبب الزاوية التي تؤثر فيها، مضروبة في المسافة. في الحالة الثانية، قوة مضروبة في ذراع رافعة، تعتمد على المسافة والزاوية التي تؤثر فيها القوة.

ض م منطقي-رياضي

المناقشة

المسألة عند أي نقطة بين جانب المفصلة والحافة الخارجية من الباب ستولّد قوة محددة عمودية على الباب نفس عزم قوة متساوية في القوة ولكن بزاوية 30° على طول الحافة الخارجية للباب؟

الحل سيكون العزم متساويًا إذا كانت القوة تؤثر في منتصف الباب. ض م

مثال إضافي للحل داخل الفصل

استخدم مثال المسألة *1*.

المسألة ما القوة المطبقة عند استخدام مفتاح الربط نفسه (كما في مثال المسألة) بعزم مقداره 35-N•m عند زاوية مقدارها 75° من الخط العمودي؟

الحل مقارنة بالزاوية 60° من الخط العمودي في مثال المسألة، تعد الزاوية 75° من الخط العمودي أقرب إلى الزاوية القائمة بذراع نصف قطري. ومن ثَمَّ، فإن القوة اللازمة لبلوغ عزم 35 N•m ينبغي أن تقل عن القوة الموجودة في مثال المسألة.

$$F = \frac{\tau}{r \sin \theta} = \frac{(35\ \text{N•m})}{(0.25\ \text{m})\sin(75)} = 1.4 \times 10^2\ \text{N}$$

التدريس المتمايز

ضعاف البصر استشعر العزم! أدر عصا المكنسة حول طرف واحد على المحور. ثبت خطافات في الجزء السفلي على مسافات متفاوتة من المحور. اسمح لأحد الطلاب ضعاف البصر بأن يختبر رفع جسم ثقيل. علّق الجسم من خطاف محدد أثناء رفع الطالب للطرف الحر لعصا المكنسة. اطلب من الطالب أن يصف القوة المبذولة على عصا المكنسة. صِف للطالب موقع الخطاف. كرر هذا النشاط باستخدام خطاف آخر واطلب من الطالب أن يكوّن علاقة بين العزم وذراع الرفعة. بدلاً من ذلك، اطلب من طالب أن يسحب خطافًا لأسفل باستخدام ميزان لبذل قوة ثابتة مع ضبط الزاوية لتغيير العزم. ض م حركي

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

0121_0140_C08_718462.indd 125 8/19/2016 10:55:15 AM

التفكير الناقد

رسم بياني لذراع رافعة اسأل الطلاب عن كيفية تمثيل ذراع الرافعة بيانيًا. لتصور كيف أن تأثير قوة في زاوية يقلل من ذراع الرافعة، ينبغي أن يستخدم الطلاب المثال الموضح في **الشكل 6** لرسم ذراع الرافعة عند تأثير قوة في مفتاح بطول 25 cm بزاوية 15° و30° و45° و60° و75°. ما طول أذرع هذه الرافعة؟ 6.5 cm و12 cm و18 cm و22 cm و24 cm

ض م منطقي-رياضي

إيجاد محصلة العزم

استخدام التشبيه

المتوسطات نقطة التوازن، كما هي محددة حيث تساوي جميع المشاركات في مجموع محصلة العزم صفرًا. يمكن مقارنتها بأنواع أخرى من المتوسطات الرياضية. على سبيل المثال، فكّر في درجات الطلاب في امتحان العلوم. إن إضافة درجة أعلى بكثير من متوسط غرفة الفصل أو أقل بكثير منه ستجعل المتوسط يتحرك أكثر مقارنة بإضافة درجة أقرب إلى المتوسط الأولي.

الفيزياء في الحياة اليومية

مفتاح ربط العزم يُعد بذل العزم الصحيح عند ربط برغي مهمًا جدًا — العزم ضعيف جدًا ولن يؤثر البرغي بقوة كافية لكي يبقي الجسمين معًا. ومن ناحية أخرى، إذا بذلت الكثير من العزم، فمن الممكن أن تكسر البرغي. صُمّم مفتاح ربط العزم ليمنع الشخص من بذل الكثير من العزم. يوجد في الطرز البسيطة مقبض مرن ومؤشر دقيق يحول المقدار الذي أثناه المقبض إلى عزم. بينما يوجد في الطرز الأغلى ثمنًا جهاز يصدر نقرة مسموعة عند بذل العزم الصحيح. يوجد في معظم المفاتيح الكهربائية والهوائية مؤشرات عزم مدمجة لمنع العمال من بذل عزم زائد.

مثال إضافي للحل داخل الفصل

استخدم مثال المسألة 2.

المسألة افترض أن عائشة استُبدلت بآمال التي تزن 52 kg. أين ينبغي أن تجلس آمال؟

الحل $F_{gM} = m_M g = (52\ \text{kg})(9.8\ \text{N/kg}) = 5.1 \times 10^2\ \text{N}$. استبدل 4.2 بـ 5.1 في المعادلة النهائية لتحصل على

$$r_M = \frac{(5.5 \times 10^2\ \text{N})(1.75\ \text{m})}{(5.5 \times 10^2\ \text{N} + 5.1 \times 10^2\ \text{N})} = -0.91\ \text{m}$$

المناقشة

المسألة أخبر الطلاب أن يتخيلوا لوحًا خشبيًا متناسقًا ثقيلاً جدًا طوله l وكتلته m_1 يمتد عبر مسافة r على حافة منصة صغيرة. لم يُثبت اللوح على المنصة بأي طريقة. اسأل الطلاب عن العوامل التي تحدد أقصى قيمة للمسافة r بحيث يمكن لشخص كتلته m_2 أن يمشي إلى نهاية اللوح. اطلب من الطلاب وضع معادلة لهذه المسافة القصوى.

الحل يعمل طول اللوح وموضع مركز اللوح بالنسبة إلى حافة المنصة وكتلة الشخص على تحديد المسافة القصوى.

ضع المعادلة مع الأخذ في الاعتبار أولاً أن اللوح متناسق، لذا يمكن اعتبار أن الكتلة تؤثر في مركزه. ثم افترض أن الشخص في نهاية اللوح أثناء ضبطه للحصول على أقصى مسافة r قبل أن ينقلب اللوح. محصلة العزم تساوي صفرًا. اضبط العزم الذي في اتجاه عقارب الساعة بحيث يساوي العزم الذي في عكس اتجاه عقارب الساعة ثم أوجد الحل لمعرفة نتائج r

$$m_1 g\left(\frac{l}{2} - r\right) = m_2 g r,$$

ض م $r = \left(\frac{m_1}{m_1 + m_2}\right)\frac{l}{2}$

خلفية عن المحتوى

الأرجوحة السبب في جميع التغيرات التي تحدث في الحركة الدورانية هو محصلة العزم. عند دراسة حالة الأرجوحة، قد تحتاج إلى تذكير بعض الطلاب بأن العزم كمية متجهة في ديناميكا الحركة الدورانية يمكن جمعها. وقد تكون متوازنة أو غير متوازنة. إذا كان العزم غير متوازن على الأرجوحة، فإن اللوح سيدور. يبذل شخصان على النهايتين المتقابلتين من الأرجوحة عزمًا في اتجاهين متضادين. إذا كان عزمهما المبذول متساويًا في المقدار ومضادًا في الاتجاه، فإن اللوح لن يدور. إذا كان وزن الشخصين متساويًا، فإن اللوح سيصبح متزنًا عندما يجلسان على مسافة متساوية من المحور — أو نقطة الارتكاز، في هذه الحالة. إذا كان وزنهما غير متساوٍ، فإن الشخص الأثقل يجب أن يجلس بالقرب من المحور لكي يصبح اللوح متزنًا.

استخدام التجربة الفيزيائية

في نشاط الرفع، يمكن أن يوضح الطلاب كيف تقلل الرافعة من الجهد اللازم لإحداث قوى كبيرة.

استخدام التجربة الفيزيائية

في نشاط العزم، يمكن أن يقيس الطلاب القوى التي تُحدث العزم.

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

0121_0140_C08_718462.indd 126 8/19/2016 10:55:15 AM

عزم القصور الذاتي

تطوير المفاهيم

المسافة والعزم وضّح للطلاب أن العزم يُجمع إذا كان في الاتجاه نفسه ويُطرح إذا كان في اتجاه مختلف. اطلب من الطلاب التفكير في دفع باب لفتحه. يُعد مكان الدفع واتجاهه من العوامل المهمة في تحديد السهولة التي يمكنهم من خلالها دفع الباب لفتحه. ربما شاهد بعضهم الأطفال الصغار وهم يوضحون أنه عندما يدفعون الباب بعيدًا عن المفصلات (نقطة الدوران)، يصبح فتحه أسهل. بعبارة أخرى، تؤدي زيادة مسافة نصف القطر إلى زيادة العزم. قد يفهم الطلاب عزم القصور الذاتي بعد فهم أهمية المسافة في تعريف العزم. أ م بصري-مكاني

استعن بالجدول 2

توزيع الكتلة اطلب من الطلاب مقارنة عزم القصور الذاتي لجسم كروي وأسطوانة وحلقة بنفس الكتلة ونصف القطر. ذكّر الطلاب أنه كلما كانت الكتلة بعيدة عن المحور، كان عزم القصور الذاتي أكبر. اسأل الطلاب عن الجسم الذي يوجد جزء كبير من كتلته بعيدًا عن المحور. توجد كتلة الحلقة جميعها على الحافة؛ الأسطوانة في الوسط، معظم كتلة الجسم الكروي بالقرب من المحور. ض م

تطوير المفاهيم

تكامل الكتلة يتطلب حساب عزم القصور الذاتي استخدام حساب التكامل. من الناحية النظرية، يقسّم الجسم إلى أجزاء صغيرة من الكتلة. تُضرب الكتلة الصغيرة في مربع المسافة من المحور. تُجمع حواصل الضرب هذه على جميع أجزاء الكتل الصغيرة.

التعزيز

توضيح إذا كان لجسمين نفس الكتلة ولكنهما مختلفان في الشكل، فإن الجسم الذي وُزعت كتلته بعيدًا عن محور الدوران سيكون له عزم قصور ذاتي أكبر. اعرض للطلاب مجموعات ثنائية من الأجسام التي لها نفس الكتلة ولكنها مختلفة في الشكل، مثل الحلقة والقرص. اطلب منهم تحديد الجسم الذي ينبغي أن يكون عزم قصوره الذاتي أكبر. ينبغي أن يكون الطلاب قادرين على توضيح أن الشكل الحلقي له عزم قصور ذاتي أكبر. أ م حركي

التدريس المتمايز

الطلاب دون المستوى اطلب من الطلاب أن يحققوا في كيفية تأثير عزم القصور الذاتي في السرعة المتجهة لجسم معين. اطلب من الطلاب أن يستخدموا طوقًا وقرصًا لهما نفس القطر والعرض والكتلة. اسأل الطلاب ما الجسم الذي توجد كتلته في أبعد نقطة من مركزه. الطوق ما تسأل الطلاب عنه حقًا هو تحديد كيف توزع كتلة كل جسم حول محور دورانه. اسأل الطلاب أن يتوقعوا ما الجسم الذي سيصل إلى الجزء السفلي من الميل أولاً. واطلب منهم أن يختبروا توقعاتهم. أرشد الطلاب أن يضعوا القرص والطوق على ميل ويحرروهما في آنٍ واحد. سيصل القرص الصلب إلى الجزء السفلي أولاً. أ م حركي

مثال إضافي للحل داخل الفصل

استخدم مثال المسألة *3*.

المسألة في حالة تدوير العصا، في مثال المسألة 3، بمقدار حوالي ربع المسافة من جسم واحد مستدير، فكيف يمكن مقارنة عزم القصور الذاتي بالمثالين؟

الحل يبلغ جسم واحد مستدير ربع طول القضيب من المحور؛ يبلغ الجسم الآخر ثلاثة أرباع الطول. ومن ثَمَّ، $I = m\left(\frac{1}{4}l\right)^2 + m\left(\frac{3}{4}l\right)^2 = m\left(\frac{5}{8}\right)l^2$.

إذن $I = (0.30\ \text{kg})\left(\frac{5}{8}\right)(0.65\ \text{m})^2 = 0.08\ \text{kg}\cdot\text{m}^2$؛

ما الوسيط بين الحالتين الأخريين.

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

0121_0140_C08_718462.indd 127 8/19/2016 10:55:15 AM

عرض عملي سريع

نموذج عزم القصور الذاتي ومقاومةالحركة

الزمن المقدّر 10 دقائق

المواد شريط لاصق، أرباع، عصا قياس، ساعة إيقاف

الإجراء

1. ألصق أرباعًا على العلامتين 40 cm و60 cm على عصا القياس. **تحذير: ينبغي أن يرتدي الجميع نظارات واقية.**
2. اطلب من أحد الطلاب أن يمسك عصا القياس أفقيًا، من العلامة 50 cm، بذراع ممدود. اطلب من طالب آخر أن يستخدم ساعة إيقاف لتسجيل مقدار الوقت الذي يحتاج إليه الطالب الأول ليؤرجح عصا القياس ذهابًا وإيابًا، من الاتجاه الأفقي إلى الرأسي، خمس مرات بأقصى سرعة ممكنة.
3. كرر هذا مع وضع أرباع عند العلامتين 25 cm و75 cm ومرة أخرى عند العلامتين 10 cm و90 cm. اسأل الطلاب ماذا يحدث لزمن التأرجح (الوقت اللازم لكل تأرجح) عندما توزع الكتلة بعيدًا عن مركز الدوران. ينبغي أن يزيد الزمن، بسرعة، زيادة مقدارها ثانية عن المرة الأولى، إذا بذل الطالب جهد التواء مماثلاً في كل المحاولات الثلاث. يوضح هذا أنه عندما توزع الكتل النقطية بعيدًا عن محور الدوران، تزداد مقاومتها للدوران أسرع مما ستشير إليه العلاقة الطردية. ض م حركي

نشاط التحدي في الفيزياء

اختبار صلاحية النماذج اطلب من الطلاب أن يحسبوا عزم القصور الذاتي المضاف للربع بسبب دورانه. إذا كان الربع هو المسافة r من محور الدوران، فإن عزم قصوره الذاتي ككتلة نقطية هو $I = mr^2$. وعزم قصوره الذاتي كقرص رقيق هو $I_{disk} = m\left(\frac{1}{12}h^2 + \frac{1}{4}r^2\right)$، حيث h هي كثافته وr هي نصف قطره. احسب عزم القصور الذاتي المضاف بسبب دورانه. ما الكسر العشري لعزم قصوره الذاتي كجسيم نقطي عندما يبعد 10 cm عن المحور؟ وعندما يبعد 2 cm عن المحور؟

$m = 5.5$ g, $r = 12$ mm, $h = 1.3$ mm.

$I_{disk} = 2.0\times10^{-7}$ kg•m^2. عند 2 cm.

$I = 2.2\times10^{-6}$ kg•m^2. عند 10 cm.

$I = 5.5\times10^{-5}$ kg•m^2. إذن يكون عزم القصور الذاتي المضاف حوالي 9 بالمائة عند 2 cm، ويكون حوالي 0.4 بالمائة عند 10 cm. ق م منطقي-رياضي

استخدام التجربة المصغّرة

في العزم المتوازن، يمكن للطلاب إيجاد شرط الاتزان وحساب العزم.

قانون نيوتن الثاني للحركة الدورانية

عرض عملي سريع

قانون نيوتن الثاني للحركة الدورانية

الزمن المقدّر 5 دقائق

المواد أنبوبتا مياه PVC 3/4″ طول كل منها 1 m، أربعة قضبان حديد تسليح طول كل قضيب 0.3 m

الإجراء أمام طلاب الفصل، أدخل قضيبين من الحديد المسلح في أنبوبة واحدة بحيث يتلاقيان عند المركز. أدخل القضيبين الحديدين الآخرين في الأنبوبة الأخرى بحيث يصبحان بمحاذاة أطراف الأنبوبة. اطلب من الطلاب رفع الأنابيب ليلاحظوا أن كتلها واحدة. اطلب من الطلاب أن يمسكوا كل أنبوبة من المركز ويقوموا بتدويرها إلى الأمام وإلى الخلف. يسهل ملاحظة العزم اللازم لتسريع الأنابيب في المعصمين.

خلفية عن المحتوى

وصف الحركة الدورانية تتعلق الحركة الدورانية بحركة جسم صلب حول نقطة تُسمى محور الدوران. لوصفها، نستخدم نظامًا إحداثيًا يتيح لنا قياس الزوايا المتغيرة. التسارع الزاوي $\left(\alpha = \frac{\Delta\omega}{\Delta t}\ \text{rad/s}^2\right)$ هو معدل تغير السرعة الزاوية المتجهة $\left(\omega = \frac{\Delta\theta}{\Delta t}\ \text{rad/s}\right)$. تُعد السرعة الزاوية المتجهة والتسارع الزاوي كميات متجهة. يُحدَّد متجه التسارع الزاوي وفقًا لمتجه السرعة الزاوية المتجهة المشار إليه على طول محور الدوران. في الحركة الدورانية، نظرًا لأن عزم القصور الذاتي (I) يوضح كيفية توزيع كتلة جسم حول محور الدوران، يمكن أيضًا وصف العزم $(\tau,\ \text{tau})$ بأنه حاصل ضرب عزم القصور الذاتي في التسارع الزاوي $(\tau = I\alpha)$.

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

0121_0140_C08_718462.indd 128 8/19/2016 10:55:16 AM

مثال إضافي للحل داخل الفصل

استخدم مثال المسألة 4.

المسألة تُسرَّع العجلة المستخدمة في مثال المسألة من نقطة السكون إلى 8.00 rev/s في 5.00 s فقط. إلى أي مدى ستتأثر القوة اللازمة؟

الحل تتغير كمية واحدة معروفة فقط (t). في الجزء "a"، يتضح التسارع الزاوي الآن عن طريق $\alpha = \frac{2\pi(8.00\ \text{rev/s})}{5.00\ \text{s}} = 10.1\ \text{rad/s}^2$. إنه أكبر ثلاثة أضعاف. يتناسب العزم والقوة أيضًا مع التسارع الزاوي، لذا يزيدان أيضًا ثلاثة أضعاف. ومن ثَمَّ، تساوي القوة 16.5 N.

تحديد المفاهيم الخاطئة

القصور الذاتي والعزم يمتلك عزم القصور الذاتي لكتلة نقطية عاملين هما قيمة الكتلة ومربع مسافتها من محور الدوران. ولأن العزم يتضمن حاصل ضرب القوة في قوة المسافة الأولى، قد يحدث خلط. قد يساعد التلميح التالي الطلاب على فهم هذا الأمر. أولاً، ذكِّر الطلاب أن التسارع الزاوي يرتبط بالتسارع الخطي، $a = r\alpha$. وبعد ذلك، ينبغي أن يطبق الطلاب قانون نيوتن الثاني للحركة الخطية، $\frac{F}{m} = r\alpha$. والآن، اطلب منهم ضرب كلا طرفي هذه المعادلة في r، $\frac{Fr}{m} = r^2\alpha$. إذن، $\alpha = \frac{Fr}{mr^2} = \frac{\tau}{I}$. يشكل التسارع الزاوي والعزم وعزم القصور الذاتي، على النحو المحدد، عمل قانون نيوتن الثاني للحركة الدورانية. ض م

نشاط التحدي في الفيزياء

سباق العلب اطلب من الطلاب أن يتسابقوا لدحرجة علبتي حساء، حساء سائل مقابل حساء غليظ القوام، على لوح مائل. اسأل الطلاب ما العلبة التي تتفوق على الأخرى. لماذا؟ اطلب من الطلاب أن يبدؤوا السباق بعلب ذات أنصاف أقطار مختلفة ويحللوا النتائج ويعرضوها أمام الفصل. يتمثل مفتاح الفهم في اختيار محور الدوران في المكان الذي تلامس العلبةُ الميلَ فيه. اجمع عزم القصور الذاتي لجسم نقطي عند حافة العلبة على عزم القصور الذاتي للعلبة، إذن $I_{\text{علبة}} = mr^2 + I_{\text{can}}$. بعد ذلك، يؤدي تطبيق القانون الثاني لنيوتن إلى $a = \frac{g\sin\theta}{1 + \frac{I_{\text{can}}}{mr^2}}$.

تعمل علبة الحساء السائل كطوق لأن السائل لا يدور في وقت السباق القصير. تعمل علبة الحساء الغليظ القوام كأسطوانة صلبة لذا تفوقت على العلبة الأخرى. ولا يؤثر نصف قطر العلبة في التسارع. ق م حركي

3 التقويم

تقويم الفكرة الرئيسة

الاحتكاك بوصفه قوة عزم أدر عجلة الدراجة أو جسمًا آخر يشبه القرص بحيث يتحرك بسرعة إلى حد ما. اطلب من الطلاب أن يكتبوا قائمة بالطرق المختلفة لإيقاف العجلة أو القرص باستخدام ممحاة سبورة طباشيرية أو سبورة بيضاء. اختبر عددًا قليلاً من الطرق. ما الطريقة التي تعمل على نحو أفضل؟ قد يجيب الطلاب أن أفضل طريقة هي تطبيق قوة على حافة العجلة ذات أكبر قدر ممكن من القوة. اشرح كيف تقل السرعة المتجهة الزاوية بشكل أسرع عند تطبيق أقصى عزم. تتطلب زيادة العزم إلى أقصى قدر تطبيق قوة بعيدة عن مركز العجلة قدر الإمكان.

التأكد من الفهم

التوضيح قدِّم دراجة أو ركِّب عجلة أو ارسم ترس دراجة بدواسة على السبورة. اسأل الطلاب ما موقع الدواسة الذي سيختارونه لتشغيل الدراجة من نقطة السكون. واطلب منهم أن يستخدموا العزم وقانون نيوتن الثاني للحركة الدورانية في إجابتهم. عندما تكون الدواسة أفقية، يصبح العزم الخاص بقوة محددة أكبر ما يكون. إذا شغّل أحد دواسة الدراجة بزاوية تبدأ من 30° إلى 45° فوق المستوى الأفقي، فإن العزم يقل إلى 87 بالمائة فقط أو 71 بالمائة من أقصى قدر له، ولكن الدواسة يمكن أن تبعد قبل أن يهبط العزم إلى الصفر في الجزء السفلي. ض م

إعادة التدريس

عزم القصور الذاتي راجع عزم القصور الذاتي وحقيقة أنه يمكن التعبير عنه كنسبة العزم إلى التسارع الزاوي. أحضر مجموعة متنوعة من الأجسام ذات كتلة متساوية وعزم قصور ذاتي مختلف، بداية من أنابيب مبطنة بحديد تسليح إلى قطع معدنية مستخدمة في أقلام رصاص أو حلقات وأسطوانات صلبة. اطلب من الطلاب أن يستنبطوا طرقًا لمقارنة قوى عزم القصور الذاتي للعنصرين. ض م

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

0121_0140_C08_718462.indd 129 8/19/2016 10:55:16 AM

القسم 2 الإجابات

التأكد من فهم النص ومراجعة التعليقات التوضيحية

مراجعة التعليقات التوضيحية

يجب استخدام جيب الزاوية عندما لا تساوي الزاوية (θ) 90°.

التأكد من فهم النص

يمثل المتغير L طول ذراع الرافعة. يمثل المتغير r المسافة الواصلة من محور الدوران إلى النقطة التي تطبق فيها القوة. يمثل المتغير θ الزاوية بين القوة ومحور الدوران إلى النقطة التي تطبق فيها القوة.

التأكد من فهم النص

يمثل المتغير τ العزم. يمثل المتغير F القوة. يمثل المتغير r المسافة الواصلة من محور الدوران إلى النقطة التي تطبق فيها القوة. يمثل المتغير θ الزاوية بين القوة ومحور الدوران إلى النقطة التي تطبق فيها القوة.

مراجعة التعليقات التوضيحية

يلزم عزم أقل عندما توضع يداك في منتصف الكتاب، لأن متوسط مسافة كتلة الكتاب من محور الدوران أقل بكثير في هذه الحالة.

التأكد من فهم النص

$I = mr^2$

مسائل تدريبية

11. 1.4×10^2 N
12. 0.407 m
13. a. 36.6°
    b. 30.2°
14. 94 N•m
15. 1.1×10^2 N•m; 0.0 N•m
16. 1.5 m
17. يجب بذل عزم مقداره +2.70 N•m.
18. 0.056 kg
19. 0.042 kg
20. 789 N
21. عند مضاعفة r، تُضرب I 4 مرات.
22. كلما زادت الكتلة التي تبعد عن المركز، أصبح عزم القصور الذاتي أكبر. ومن ثَمَّ، تكون قيمة الكرة المجوفة أكبر من I.
23. a. 4.0 kg•m^2
    b. 2 kg•m^2
    c. 1.6 kg•m^2
24. a. تختلف قيم عزم القصور الذاتي. إذا كان التباعد بين الأجسام الكروية هو r ويمتلك كل جسم كروي الكتلة m، إذن سيكون الدوران حول الجسم الكروي A هو $I = mr^2 + m(2r)^2 = 5mr^2$. وسيكون الدوران حول الجسم الكروي C هو $I = mr^2 + mr^2 = 2mr^2$. وسيكون عزم القصور الذاتي أكبر عند الدوران حول الجسم الكروي A.
    b. حول الجسم الكروي A: 0.020 kg•m^2؛ حول الجسم الكروي C: 0.008 kg•m^2
25. 16 rev/s
26. 9.0 N
27. 5.5 N
28. 4.3 N
29. 8.99 kg•m^2
30. 7.7 N

التحدي في الفيزياء

B > C > D > A

القسم 2 مراجعة

31. لتوليد عزم بأقل قوة، ينبغي أن تدفع بالقرب من الحافة وعند الزوايا القائمة للباب قدر الإمكان.
32. $\frac{F_{\text{صديق}}}{F_{\text{أنت}}} = 1.8$. يدفع صديقك ضعف ما تدفع أنت تقريبًا.
33. a. 0.44 N•m
    b. 1.6 N
34. 29 N•m
35. الجسم الكروي > القرص الصلب > العجلة. كلما قل عزم القصور الذاتي، قل العزم اللازم لتعطي جسمًا ما التسارع الزاوي نفسه.
36. 5.99 kg•m^2
37. العزم: $\tau = Fr \sin \theta$. تنتج القوة بسبب الاحتكاك، ويتسبب العزم في تدوير الكرة في اتجاه عقارب الساعة. وفي حالة عدم وجود احتكاك على السطح، فمن ثم لن توجد قوة موازية لهذا السطح ولا عزم ومن ثَمَّ لن يوجد دوران. تذكر، يتم تجاهل القوى التي تؤثر في النقطة المحورية (مركز الكرة). انظر دليل الحلول عبر الإنترنت للاطلاع على رسم الجسم الحر.

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

0121_0140_C08_718462.indd 130 8/19/2016 10:55:16 AM

القسم 3 الاتزان

1 مقدمة

نشاط تحفيزي

نقطة التوازن استخدم قضيبًا واحدًا صلبًا أو عصا أو خيطًا معينًا وثلاثة أثقال وأظهر حركة بسيطة. ينبغي أن يكون هناك ثقلان متساويان تقريبًا وأن يكون الثقل الثالث نصف وزنهما تقريبًا. اربط مجموعات مختلفة مكونة من ثقلين من الأثقال الثلاث في العصا. وفي كل حالة، حاول أن تحتفظ بالحركة عن طريق ربط قطعة أخرى من الخيط في نقطة التوازن التي يقترحها الطلاب. استمر في تجربة اقتراحاتهم حتى تتوازن الحركة. دع الطلاب يتصورون المكان الذي ينبغي أن تكون فيه نقطة التوازن في ضوء المجموعات المختلفة.

ض م بصري-مكاني

الربط بالمعرفة السابقة

الاتزان سيجمع الطلاب بين مفهومي محصلة القوة وصافي العزم لتحليل حالات الاتزان. وبعد ذلك سيوسعون معرفتهم بالسرعة المتجهة الزاوية والسرعة المتجهة الخطية في الحالات التي تحدث فيها الحركة داخل إطار مرجعي دوّار.

2 التدريس

مركز الكتلة

تطوير المفاهيم

أهمية مركز الكتلة يمتلك جسم ما أو مجموعة أجسام مركز كتلة. وهو النقطة التي يمكن اعتبار الكتلة الكلية عندها فاعلة. على سبيل المثال، اطلب من الطلاب أن يحددوا موقع مركز كتلة جسم يزن 10 kg وجسم يزن 20-kg ويبعدان 3 m عن بعضهما البعض. في هذه الحالة، يقع مركز الكتلة على خط بين الجسمين عند نقطة تبعد 1 m عن جسم يزن 20 kg وعند نقطة تبعد 2 m عن جسم يزن 10 kg. ض م بصري-مكاني

التعزيز

الفكرة الرئيسة صِف هذا المشهد السينمائي وارسمه على السبورة. في أحد الأفلام المشهورة، تحاول عالمتان إغلاق باب يوجد ديناصور رابتور على جانبه الآخر. وتضغط إحداهما على الباب بالقرب من المقبض بينما تدفع الأخرى بالقرب من المفصلات. تزعم العالمة التي تدفع بالقرب من المفصلات أنها لا تتمكن من ترك الباب لتحمل سلاحًا لأن العالمة الأخرى لا تستطيع إغلاق الباب بمفردها. لماذا ينبغي على العالمة التي تدفع بالقرب من المفصلات أن توقف الدفع وتحمل السلاح؟ ربما يجيب الطلاب أن العالمة التي تدفع بالقرب من المفصلات تبذل عزمًا قليلاً في هذه الحالة وينبغي أن تدفع بالقرب من مقبض الباب أو تحمل السلاح.

اشرح أن العزم يزيد عندما تكون القوة أبعد ما يمكن عن المفصلات. ولفترة زمنية لا بأس بها، تبذل العالمة التي تدفع عن طريق المقبض العزم الذي يكفي لإبطال عزم رابتور. سيظل الباب في حالة الاتزان هذه، حيث تساوي كل محصلة القوى وصافي العزم صفرًا، بينما تغادر العالمة التي تدفع بالقرب من المفصلات لاستعادة السلاح.

عرض عملي سريع

مركز الكتلة

الزمن المقدّر 10 دقائق

المواد قطعة كبيرة من الإسفنج (يبلغ سمكها 10 cm، وطولها حوالي 30–50 cm)، عصوان من عصي التألق الكيميائي (بطول 15 cm تقريبًا)

الإجراء

1. جهّز العصا الكيميائية. اثقب فتحة في الإسفنج بالقرب من إحدى الحواف ثم مرر عصا التألق من خلالها. أوجد مركز كتلة الإسفنج بالإضافة إلى عصا التألق. حدد مركز الكتلة واثقب فتحة فيه ومرر عصا التألق الثانية من هذه الفتحة. إذا كانت عصي التألق غير ثقيلة بدرجة كافية، فأضف أثقالاً مثل ثقالات الرصاص.
2. ألقِ الإسفنجة في جميع أنحاء الغرفة، الأمر الذي يجعلها تدور بسرعة. اسأل ما المسار الذي اتخذته. هل كل الأجزاء اتبعت المسار نفسه؟ قوس؛ لا
3. ثم أطفئ أنوار الغرفة. ألقِ الإسفنج مرة ثانية. واطلب من الطلاب أن يصفوا المسار. سلكت عصا التألق في مركز الكتلة مسارًا مكافئًا؛ وشكلت العصا الأخرى دوائر حولها.

الفيزياء في واقع الحياة

إذا كان الطلاب قادرين على رؤية تتبع جهاز الكمبيوتر لجسم لاعب **القفز العالي** الذي يتجاوز الآخرين في القفز، فسيرون مسارًا مرسومًا، حسب مركز كتلة لاعب القفز أو مركز الثقل، على هيئة قطع مكافئ مثالي. ابحث عبر الإنترنت عن مقطع فيديو لقفزات عالية وبرنامج لتحليل الفيديو. ساعد الطلاب على تحليل القفزات العالية باستخدام البرنامج.

مركز الكتلة والثبات

تطوير المفاهيم

الإمالة احصل على صناديق ذات أشكال مختلفة. املأ بعضها بمواد ثقيلة ومستقرة، إلى حد ما، لا تتحرك داخل الصندوق. اطلب من الطلاب أن يحاولوا قلب الصناديق (بحرص) ويحللوا الحالات التي تكون مستقرة فيها والحالات التي لا تكون مستقرة فيها. تحدّ الطلاب لإيجاد مركز كتلة الصناديق.

ض م حركي

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

0121_0140_C08_718462.indd 131 8/19/2016 10:55:16 AM

خلفية عن المحتوى

مركز الكتلة ومركز الثقل بالنسبة إلى جسم صلب، يستطيع الفرد أن يستبدل كتلة الجسم بأكملها بكتلة نقطية مساوية لكتلة الجسم التي تقع في مركز الجسم الصلب. سيدور الجسم حول مركز كتلته تقريبًا. يُعد مركز الكتلة أيضًا نقطة توازن الجسم؛ أي أن الجسم يمكن تعليقه من مركز كتلته ولن يدور. ولن يخرج عن حالة التوازن. وبالمثل، يجب أن تمر كل حبال تعليق الكتلة من خلال مركز الكتلة لأنه لا يمكن أن يوجد صافي العزم على الجسم عندما يكون معلقًا في حالة اتزان. هذا هو أساس الطريقة المستخدمة لإيجاد مركز الكتلة عن طريق تقاطع حبال التعليق. يُستخدم مصطلحا مركز الكتلة ومركز الثقل بالتبادل.

استخدام التجربة المصغّرة

في ألعاب الخذروف، يستطيع الطلاب أن يطوروا مفهوم مركز الكتلة ويطبقوا قانون نيوتن الأول حيث يرتبط بتدوير الأجسام (القصور الذاتي الدوّار).

استخدام التجربة الفيزيائية

في نشاط الاتزان، يستطيع الطلاب أن يجمعوا بيانات عن القوى التي تؤثر في السقالات وينظمونها.

التعزيز

الثبات راجع الثبات والاتزان مع الطلاب عن طريق طرح سؤال عليهم حول كيف يقفون لمنع أنفسهم من السقوط. اطلب من أحد الطلاب أن ينحني على الأرضية. ضع مرفقيه وساعديه على ركبتيه على الأرضية. اطلب من شخص آخر أن يضع صندوقًا صغيرًا في متناول يد هذا الطالب. ثم اطلب منه أن يضع يديه خلف ظهره ويحاول لمس الصندوق بأنفه. بصفة عامة، يكون الذكور غير مستقرين في هذه الحركة لأنه يجب عليهم أن يحركوا مركز كتلتهم الأعلى أمام الركبة. وعادة ما تستطيع الإناث القيام بهذه الحركة.

شروط الاتزان

عرض عملي سريع

الاتزان ومركز الكتلة

الزمن المقدّر 5 min

المواد لا يوجد

الإجراء اطلب من أحد الطلاب أن يقف على أطراف أصابعه مع وضع أصابع قدميه مقابلة لجدار ما. سيجد هذا الطالب ذلك صعبًا للغاية إن لم يكن مستحيلاً. ناقش السبب في ذلك.

نشاط مشروع الفيزياء

استقرار السيارات يخضع استقرار السيارات، وخاصة السيارات التي لديها مراكز كتلة عالية مثل السيارات الرياضية، لنقاش عام ويحظى باهتمام كبير. اطلب من الطلاب إجراء بحث حول آراء الإدارة الوطنية لسلامة المرور على الطرق السريعة وجهات تصنيع السيارات والمستشارين المستقلين. لاحظ أن مناقشة الاستقرار، في هذه الوحدة، ركزت على الاستقرار السكوني. من ناحية أخرى، إذا كان الجسم في حالة دوران، فيلزم عزم إضافي لتقليل السرعة المتجهة الزاوية. يمكن استخدام صناديق لمحاكاة هذه الحالات. ينبغي أن يعرض الطلاب نتائجهم أمام طلاب الفصل. ض م لغوي

مثال إضافي للحل داخل الفصل

استخدم مثال المسألة 5.

المسألة افترض أن الفرد يرفع طرف السلم الأقرب إلى المسند B. فماذا ستكون القوة التي يجب أن يبذلها هذا الفرد؟ ما القوة التي سيبذلها المسند المتبقي؟

الحل في هذه الحالة، $l_B = 0$. القوتان غير المعروفتين هما F_A وF_B. التغيير الوحيد في الحل هو r_B، الذي يساوي الآن 1.20 m. إذن

$$F_B = \frac{(0.30\ \text{m})(56.84\ \text{N})}{1.20\text{m}} = 14\ \text{N}$$

$$F_A = \left(\frac{1-0.30\text{m}}{1.20\text{m}}\right)(56.84\ \text{N}) = 43\ \text{N}.$$

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

0121_0140_C08_718462.indd 132 8/19/2016 10:55:16 AM

التفكير الناقد

الاتزان السكوني أخبر الطلاب أن كلمة سكوني **تعني "حالة غير متغيرة". ثم اسأل هل هذا التعريف** يعني أيضًا أنه لا يجب أن تكون هناك قوى تؤثر في جسم ما في حالة الاتزان السكوني. لا. أكد أن هناك قوى تؤثر في الأجسام التي توجد في حالة اتزان سكوني وأن هذه القوى متوازنة لذا تساوي محصلة قوتها صفرًا. كلمة اتزان مشتقة من كلمة "توازن".

تطوير المفاهيم

مركز الكتلة اسأل الطلاب أين سيجدون مركز كتلة السلم. وسط درجة السلم المركزية، مع الافتراض أن الكثافة ثابتة. اطلب من الطلاب أن يرسموا رسمًا لجسم حر خاصًا بالقوى الموجودة على السلم الذي يرتكز على مسندين. تعيين القوى: يكون المسند الأيسر هو F_A والمسند الأيمن هو F_B. تكون هذه القوى موازية لبعضها البعض وتؤثر في الاتجاه التصاعدي. اطلب من الطلاب أن يكتبوا محصلة القوة التي تؤثر في السلم للسلم الذي سيكون في حالة اتزان. $F_A + F_B - F_g = 0$, or $F_A + F_B = F_g$ ض م بصري-مكاني

المِهن

المهندسون المعماريون والمصمّمون يمكن الاستعانة بقوانين علم الإستاتيكا لتحليل القوى التي تؤثر في الأجسام التي تكون في حالة اتزان. يستخدم المهندسون المعماريون والمهندسون المدنيون قوانين علم الإستاتيكا لتحديد السلامة الهيكلية لتصميماتهم. في ميونيخ بألمانيا، يُعد مبنى بي إم دبليو ويلت منشأة للمؤتمرات مبنية بحيث يبدو السطح كسحابة عائمة. مكنت قوانين الإستاتيكا المهندسين المعماريين من استخدام 11 عمودًا فقط لدعم سطح فولاذي يمتد على بُعد $2\frac{1}{2}$ من ملاعب كرة القدم الموجودة على الأطراف.

تطوير المفاهيم

العزم ذكّر الطلاب أن العزم هو حاصل ضرب القوة (F) في ذراع الرافعة arm $\tau = rF$. في مثال المسألة، تقع كل من F_A وF_B وF_g عمودية على السلم. اطلب من الطلاب أن يعرّفوا ذراع رافعة كل قوة. إنه المسافة الممتدة على طول السلم من محور الدوران إلى النقطة التي تؤثر فيها كل قوة. ض م

التفكير الناقد

الاتزان الدوّار اطلب من الطلاب الرجوع مرة أخرى إلى مثال المسألة 5 داخل الفصل. وضّح أن المعادلة $F_A + F_B - F_g = 0$ (أو $F_A + F_B = F_g$) تبين محصلة القوة التي تؤثر في السلم. واطلب منهم أن يجدوا F_A وF_B.استخدم الشرط الثاني من شروط الاتزان السكوني: يجب أن يكون السلم في حالة اتزان دوّار. اسأل الطلاب ما الشرط اللازم ليصبح السلم في حالة اتزان دوّار. يجب أن يكون صافي العزم صفرًا. ض م

التدريس المتمايز

الطلاب دون المستوى عادة ما تتضمن مسائل الاتزان معادلة لمحصلة القوة – حيث يجب أن يساوي مجموعها صفرًا للاتزان – ومعادلة أخرى لصافي العزم، حيث يجب أن يساوي مجموعها صفرًا أيضًا. تتضمن معظم المسائل التي يواجهها الطلاب جسمًا ذا توزيع منتظم للكتلة ووزنًا منفصلاً يؤثر في نقطة معينة على طول الجسم ونقطتين للدعم. ينبغي أن يدرك الطلاب أن اختيار محور الدوران عند النقطة التي تؤثر فيها إحدى القوى أو عند مركز كتلة الجسم الموزع سيبسط المسألة. تأكد أن الطلاب يستطيعون استخدام هذه المبادئ لصياغة المعادلات الصحيحة. ثم عالج معهم الصعوبات التي قد يواجهونها أثناء إكمال الحل الجبري. أ م

الإطارات المرجعية الدوّارة و"قوة" الطرد المركزي و"قوة" كوريوليس

تحديد المفاهيم الخاطئة

القوى الظاهرية قد يظن الطلاب أنهم يشعرون بقوة تدفعهم إلى الخلف وهم بداخل سيارة تسرع إلى الأمام أو تدفعهم للخارج عند تغيير الاتجاه. أكد عليهم مرة ثانية أن قانون نيوتن الأول يطبق فقط في الإطارات المرجعية التي لا يمكن زيادة سرعتها. ومن ثَمَّ عندما تسرع السيارة إلى الأمام، يشعر الطالب أن هناك "قوة" تدفعه إلى الخلف. في الواقع، تدفع قوة ما الطالب إلى الأمام مع السيارة، الأمر الذي يجعل جسم الطالب يرجع إلى الخلف في المقعد. يبدو هذا كأنه قوة تدفع الطالب إلى الخلف، ويكون هذا في الحقيقة نتيجة للقصور الذاتي لجسم الطالب الذي يقاوم التسارع. ينطبق الأمر ذاته على "قوى" الطرد المركزي.

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

0121_0140_C08_718462.indd 133 8/19/2016 10:55:17 AM

التعزيز

القوى الظاهرة يبدو أن "قوى" الطرد المركزي وكوريوليس تظهر في الإطارات المرجعية الدوّارة، ولكن في كل حالة، يكون الأثر شخصيًا في الواقع من وجهة نظر الشخص أو الجسم الذي يقع ضمن الإطار المرجعي. على سبيل المثال، تشكل "قوة" الطرد المركزي مفهومًا خاطئًا عامًّا ورئيسًا، بالتحديد، لأنها تبدو حقيقية. وعلى الرغم من ذلك، يُعد فهم القوة الظاهرة مهمًا لأن قوانين نيوتن لا تطبق إلا في إطارات مرجعية ثابتة. ض م **منطقي-رياضي**

3 التقويم

تقويم الفكرة الرئيسة

توازن علب الصودا اطلب من كل طالب أن يحضر علبة صودا فارغة. اطلب من الطلاب أن يحاولوا موازنة علب الصودا الفارغة على الحافة السفلية من العلبة. لماذا لن تتوازن العلبة الفارغة على الحافة؟ يولد مركز كتلة العلبة عزمًا حول النقطة المحورية، الأمر الذي يجعل العلبة تدور أو تُقلب. ثم اطلب من الطلاب أن يضيفوا كميات قليلة من الماء في العلب ببطء ليحددوا هل يستطيعون موازنة العلبة على حافتها السفلية أم لا. لماذا يمكن أن تتوازن العلب الآن؟ يقع مركز كتلة العلبة فوق النقطة المحورية مباشرة ولا يولد صافي العزم، مما يعني أن العلبة لن تُقلب.

التأكد من الفهم

مركز الكتلة أعد حاملاً دائريًا. اربط شريطًا في الجزء العلوي من الحامل الدائري بحيث يشكل دعامة موازية للطاولة المختبرية. قدّم خيطًا ومقصًا وشريطًا لاصقًا وقلم تحديد وجسمًا صغيرًا غير منتظم الشكل. اجعل الطلاب يقتدون بأفعالك لإيجاد مركز كتلة الجسم الصغير غير منتظم الشكل. علّق الجسم من الدعامة. عندما يتوقف عن الحركة، حدد المكان الذي سقط فيه الخيط بشريط لاصق أو قلم تحديد. علّق الجسم مرة أخرى بحيث يسقط الخيط في موقع مختلف على الجسم. حدد الخط الذي شكله الخيط. مركز كتلة الجسم هو المكان الذي تقاطع فيه الخطان.

إعادة التدريس

عرض توضيحي للاتزان اسأل الطلاب ماذا نحتاج للحفاظ على سكون جسم ممتد ساكن. عندما يساوي مجموع مركبات القوى في كل الاتجاهات الثلاث صفرًا، فلن يسرع الجسم. وضّح اختلال الاتزان عن طريق موازنة عصا قياس على إصبعك، ثم لُفّ الإصبع قليلاً بحيث تدور العصا. ناقش قوى العزم والقوى الفاعلة عندما تكون عصا القياس في حالة اتزان.

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

0121_0140_C08_718462.indd 134 8/19/2016 10:55:17 AM

القسم 3 الإجابات

التأكد من فهم النص ومراجعة التعليقات التوضيحية

التأكد من فهم النص
مركز الكتلة هو نقطة تقع على الجسم وتتحرك بالطريقة نفسها التي سيتحرك بها جسيم نقطي.

التأكد من فهم النص
عندما يقع مركز الكتلة أعلى قاعدة الجسم، يصبح أكثر استقرارًا.

التأكد من فهم النص
قوة الطرد المركزي هي قوة ظاهرة، لا توجد بالفعل، يبدو أنها تدفع الجسم للخارج في شكل إطار مرجعي دوّار.

التأكد من فهم النص
ستحسب الزاوية، التي تقع في الاتجاه الغربي، اللازمة لتعويض دوران الأرض.

مسائل تدريبية

38. $F_B = 32\ \text{N};\ F_A = 8.0\times10^{1}\ \text{N}$

39. a. عكس اتجاه عقارب الساعة $F_B(0.51\ \text{m})$.
في اتجاه عقارب الساعة: $-F_A(0.66\ \text{m})$

b. $F_B(0.51\ \text{m}) = -F_A(0.66\ \text{m})$

c. 31 N

d. ستصبح F_A أكبر، وستصبح F_B أقل.

40. $F_{\text{الوسط}} = 2.4\times10^{2}\ \text{N};\ F_{\text{النهاية}} = 0\ \text{N}$

41. $F_{\text{لوسطا}} = 1.8\times10^{3}\ \text{N};\ F_{\text{النهاية}} = -8.3\times10^{2}\ \text{N}$

القسم 3 مراجعة

42. a. يسقط كتاب معين دون أن يدور

b. تدور أرجوحة غير متوازنة حتى ترتطم قدم شخص ما بالأرض

43. نعم، يتحرك جسم ما كأن كل كتلته متمركزة عند مركز الكتلة. لا يتضمن التعريف شيئًا يتطلب أن تكون كل كتلة الجسم أو جزء منها في ذلك الموقع.

44. سيرتفع مركز كتلة السيارة، ولكن حجم قاعدتها لن يزيد. إذن يلزم إمالة السيارة بزاوية أصغر لتصل إلى مركز الكتلة خارج قاعدة السيارة.

45. يقع في وسط الأسطوانة في الجزء المفتوح.

46. الإجابة المحتملة: احصل على قطعة من الخيط واربط ثقلاً صغيرًا فيها. علّق الخيط والثقل في إحدى زوايا الكتاب. ارسم خطًا على طول الخيط. علّق الخيط والثقل في زاوية أخرى من الكتاب. وارسم خطًا على طول الخيط مرة أخرى. مركز الكتلة هو النقطة التي يتقاطع عندها الخطان.

47. تبذل كتلة الأرض قوة دفع لأسفل. يبذل سطح القرص الدوّار قوة دفع لأعلى لتوازن الجاذبية وقوة دفع للداخل بسبب الاحتكاك الذي يمد القطعة النقدية الصغيرة بتسارعها المركزي. لا توجد قوة دفع للخارج. إذا لم تكن هناك قوة للاحتكاك، فستتحرك القطعة النقدية الصغيرة في خط مستقيم.

48. على الرغم من أن الرياح توفر القوة التي تولّد تيارات المحيطات السطحية، يؤثر دوران الأرض بشكل كبير على حركة هذه التيارات، في اتجاه عقارب الساعة في نصف الكرة الشمالي، وفي عكس اتجاه عقارب الساعة في نصف الكرة الجنوبي. نظرًا لدوران الأرض حول محورها شرقًا، تنحرف تيارات محيطية إلى اليمين (شرقًا) في نصف الكرة الشمالي وإلى اليسار (غربًا) في نصف الكرة الجنوبي.

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

0121_0140_C08_718462.indd 135 8/19/2016 10:55:17 AM

آلية **العمل**

الدوران السريع

أجهزة الطرد المركزي

الغاية

رؤية تطبيق مبادئ الحركة الدورانية في قطعة من المعدات المختبرية الشائعة، الطاردة المركزي

الخلفية

من وجهة نظر علماء الفيزياء، لم يُصاغ اسم الطاردة المركزية المختبرية جيدًا. حيث تستغل الطاردة المركزية غياب قوة الجذب المركزي في الخليط السائل لتفصل ذلك الخليط. تتطلب الحركة الدائرية قوة. يتم توفير كل القوة على السائل عن طريق جدران أنبوبة الطاردة المركزية، أما داخل الأنبوبة فتفصل الكثافةُ المكونات المختلفة الخليط لأنها غير قادرة على توليد قوة جذب مركزي كافية على بعضها البعض لتحتفظ بتكوينها الأصلي.

استراتيجيات التدريس

تستخدم عربة الكرنفال المعروفة مبادئ مماثلة. تعكس هذه العربة طبيعة الطاردة المركزية عن طريق تدوير الراكبين بسرعة حتى يمسكون بجدار العربة، حتى حينما تتحرك الأرضية من تحت أقدامهم. يشعر الراكبون أن العربة تميل على الرغم أنها لا تزال أفقية. يحدث هذا الوهم بسبب التسارع المركزي (الذي يدفع الحائط للداخل) الذي يحاكي القوة العمودية (التي تدفع الأرض لأعلى). صمّم نموذجًا لعربة الكرنفال من خلال تكليف طلاب الفصل بأن يضعوا تقديرات معقولة لمعدل الدوران والاحتكاك الموجود في العربة.

لمزيد من التعمق >>>

النتائج المتوقعة ستتنوع الإجابات. تستخدم الطاردات المركزية لفصل سوائل الجسم مثل الدم ولعزل الأحماض النووية والبروتينات من عينات الأنسجة المعالجة ولفصل البلاستيدات الخضراء أو العضيات الأخرى من الأنسجة الخلوية وفي العديد من الاستخدامات الأخرى.

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

0121_0140_C08_718462.indd 136 8/19/2016 10:55:17 AM

الوحدة 8 الإجابات

القسم 1

إتقان المفاهيم

49. إنه ثابت.

50. يساوي صفرًا.

51. تدور كل أجزاء الجسم الصلب بمعدل السرعة المتجهة الزاوية نفسه وليس بنفس معدل السرعة المتجهة الخطية.

52. إنه للداخل (مركزي).

إتقان المسائل

53. 0.600 rad

54. 51 rad/s

55. 0.49 m

56. a. 197 rad/s

b. 492 rad

57. $-7.54\ rad/s^2$

58. 17.5 cm/s

59. a. 2.73

b. 1.65

c. $71g$

60.

القسم 2

إتقان المفاهيم

61. كلهم مختلفون. من لديه أكبر كتلة، ويقع على مسافة أبعد من المحور، لديه أكبر عزم قصور ذاتي.

62. يؤثر التسارع الزاوي في البرغي الذي يولّد قوة. يمكن بذل قوى عزم مختلفة بمفاتيح ربط ذات أطوال مختلفة.

63. ذكّر بأن $\tau = Fr \sin \theta$. إذًا، E < D < C < = 0 < B < A.

إتقان المسائل

64. 23 N

65. 3.8 N•m

66. $0.050\ kg \cdot m^2$

67. a. 7.5×10^2 rad/s

b. 0.72 N

68. $0.048\ kg \cdot m^2$

القسم 3

إتقان المفاهيم

69. عندما تكون العجلة متوازنة، لدرجة أنها لا تميل (تدور) في اتجاه ما، لا يُبذل صافي العزم عليها. يعني هذا أن مركز الكتلة يقع عند النقطة المحورية.

70. يقع فوق الخط مباشرة بين النقاط التي تلامس العجلتان الأرض عندها. لا يُبذل صافي العزم على الشاحنة، لذا تكون مستقرة بشكل مؤقتة.

71. يجب أن يكون مركز كتلتك فوق نقطة الدعم. يقع مركز كتلتك في وسط جسمك تقريبًا. ومن ثم عندما تقف على أصابع قدميك، يجب أن يكون نصف جسمك تقريبًا أمام أصابع قدميك ونصف جسمك الآخر خلفها. إذا كانت أصابع قدميك مقابلة للحائط، فلا يمكن أن يقع جزء ما من جسمك أمام أصابع قدميك.

72. يحرك مركز كتلته بالقرب من رأسه.

73. يقع مركز كتلة السيارة ذات العجلات الأكبر عند أعلى نقطة. ومن ثَمَّ، ليس من الضروري أن تميل بعيدًا جدًا قبل أن تتحرك إلى الجانب الآخر.

إتقان المسائل

74. a. سيرفع نصف الكتلة فقط، في الطرف المقابل. $F_{least} = 61\ N$

b. سيرفع الكتلة بأكملها، عند مركز كتلة اللوح (الأوسط). $F_{الأكبر} = 120\ N$

75. 1.16 m من أمام السيارة

76. $F_{right} = 62\ N$ لأعلى، $F_{left} = 38\ N$ لأعلى

تطبيق المفاهيم

77. تمتاز الأسنان بسرعات متجهة خطية متطابقة. لأن أنصاف الأقطار مختلفة و$\omega = \frac{v}{r}$، تقل السرعة المتجهة الزاوية للترس الأكبر.

78. يمكنك بذل عزم معين وقياس التسارع الزاوي الناتج.

79. كلما زادت الكتلة التي تبعد عن المحور، زاد عزم القصور الذاتي. إذا كان العزم ثابتًا، فسيزيد عزم القصور الذاتي وسيقل التسارع الزاوي. ومن ثم يكون لدى العجلة التي تقع كتلتها في الغالب عند المحور أقل عزم قصور ذاتي وأكبر تسارع زاوي. ويكون لدى العجلة التي تقع كتلها في الغالب بالقرب من الحافة أكبر عزم قصور ذاتي وأقل تسارع زاوي.

80. لا يمكن أن يزيد معدل دورانها إلا في حالة بذل عزم عليها. تولد قوة احتكاك الممر الضيق على الكرة هذه القوة. وعندما تلف الكرة بدون انزلاق، فليس هناك المزيد من قوة الاحتكاك الحركي ومن ثم لا يوجد المزيد من العزم.

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

0121_0140_C08_718462.indd 137 8/19/2016 10:55:17 AM

الإجابات

81. ضع أنبوب إطالة على طرف مفتاح الربط لزيادة ذراع الرافعة أو ابذل قوة على الزوايا القائمة مع مفتاح الربط أو ابذل قوة أكبر. ربما عن طريق قيام شخصين بالدفع على طرف مفتاح الربط.

82. تولّد هذه القوى عزمًا يساوي صفرًا لأن ذراع الرافعة يساوي صفرًا.

83. يزيد القطب عزم القصور الذاتي بسبب كتلته وطوله. تُقرِّب أطراف القطب المتدلية مركز الكتلة من السلك، ومن ثم تقلل العزم المبذول على السائر. يقلل عزم القصور الذاتي الزائد والعزم الناقص التسارع الزاوي إذا أصبح السائر غير متوازنًا. يستطيع السائر أيضًا أن يستخدم القطب بسهولة لتحريك مركز الكتلة فوق السلك لتعويض عدم الاستقرار.

84. لديك سرعة متجهة مماسية أمامية، لذا سيسقط المفتاح من يديك بفعل تلك السرعة المتجهة. لذا، ينبغي أن تلقيه في وقت مبكر.

85. يجعل هذا العزم الذي تولّده تلك القوة يساوي صفرًا. الأمر الذي يقلل عدد قوى العزم التي يجب حسابها.

86. سيكون عزم القصور الذاتي للجسم الذي يشبه قرصًا أقل من عزم القصور الذاتي للجسم الذي يشبه طوقًا، لذا $D > A > C > B > E$.

مراجعة شاملة

87. a. $\alpha = \frac{3g}{2l}$

b. لا؛ حيث تتغير الزاوية بين الباب والوزن. ومن ثَمَّ، يتغير التسارع.

88. $5.0\times10^{2}\ \text{rad/s}^2$

89. $F_{\text{يسار}} = 1.5\times10^{2}\ \text{N};\ F_{\text{يمين}} = 6.0\times10^{2}\ \text{N}$

90. تستطيع سوكي أن تتحرك 0.848 m من الدعامة أو $1.75 - 0.848 = 0.90\ \text{m}$ من الطرف.

91. $-1.3\times10^{-3}\ \text{m/s}$

92. a. يظل مركز الكتلة دائمًا فوق نقطة التلامس مع سطح الأسطوانة الثابتة. لذا تحرك مركز الكتلة 2.50 m.

b. 2.00 m/s

c. 8 rad/s

93. a. 21 rad/s

b. 16 rev

c. 1.0×10^{2} rad

94. a. $-2.2\ \text{rad/s}^2$

b. $-1.3\times10^{-2}\ \text{N·m}$

95. لأن زيادة نصف القطر تقلل السرعة المتجهة الزاوية، فإنها ستقلل أيضًا قراءة عداد السرعة.

96. $F_{\text{الحبل}} = \frac{(0.86\ \text{m}^2/\text{s}^2)M}{h - 0.25\ \text{m}}$ لاحظ أنه عندما تسحب الصندوق عند ارتفاع مركز كتلته، تصبح قيمة المقام صفرًا. يعني هذا أنه يمكنك سحب مقدار قوة معين دون أن يُقلب الصندوق.

97. a. بما أن الكتل هي نفسها، إذن فالأوزان هي نفسها. ومن ثم يلزم نفس قوة الدفع لأعلى لرفع كل حمولة.

b. سيصبح من السهل منع قطعة الخشب الطويلة من الدوران لأنها تتسم بعزم قصور ذاتي أكبر.

98. a. 86 N

b. يتعين على فارس أن يرفع 2.0 m عن طرف اللوح الخاص بمراد.

التفكير الناقد

99. 4.20×10^{2} N

100. a. 21 N·m

b. تساوي قوة الشد المبذولة في الحبل 64 N.

101. ستتنوع الإجابات، ولكن الصيغة الصحيحة للإجابة هي، "أن الحدافة تلف بسرعة متجهة زاوية مقدارها 20 rad/s عندما يُبذل تسارع زاوي ثابت مقداره $3.5\ \text{rad/s}^2$ لتبطئها. ما الزاوية التي لفت من خلالها بعد مرور 4 s؟"

102. ستختلف الإجابات. الصيغة المحتملة للإجابة الصحيحة هي، "يضع إحدى يديه على بُعد 20 cm أمام مركز السلم ويضع اليد الأخرى على بُعد 40 cm خلف مركز السلم. ما القوى التي تبذلها كل يد؟"

103. a. عندما $\omega = 0.0$

b. عندما $\alpha = 0.0$

c. عندما $\omega = 0.0$ لحظيًا، ولكن α لا تساوي صفرًا. ستظل ω في حالة تغيير.

d. نعم، طالما أن ω ثابتة ولا تساوي صفرًا.

104. يبذل الطريق قوة على الإطارات التي تُدخل السيارة في وضع سكون. ويكون مركز الكتلة فوق الطريق. ومن ثم يُبذل صافي العزم على السيارة، الأمر الذي يتسبب في تدويرها في الاتجاه الذي يجعل الجزء الأمامي ينزل لأسفل.

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

0121_0140_C08_718462.indd 138 8/19/2016 10:55:17 AM

الإجابات

اكتب في موضوع في الفيزياء

105. بالنسبة إلى الكوكب والقمر ذوَي الكثافات المتطابقة، فإن حد روش يساوي 2.446 ضعف نصف قطر الكوكب. يبلغ حد روش الأرض 18,470 km.

106. تعمل القوة التي تبذلها الأرض على الإطار على تسريع السيارة. يوّلد المحرك هذه القوة. ويوّلد هذه القوة عن طريق تدوير المحور. يساوي العزم القوة المبذولة على حافة الإطار مضروبة في نصف قطر الإطار. وقد تتسبب التروس الموجودة في ناقل الحركة في تغيير القوة ولكنها لا تغير العزم. ومن ثم يصل مقدار العزم الذي يولده المحرك إلى العجلات.

مراجعة تراكمية

107.a 24 N

b. $-2.0\ m/s^2$

108. 18.4°

109. 122 km/h عند 14.2° غرب الشمال

110. 972 N

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

0121_0140_C08_718462.indd 139 8/19/2016 10:55:17 AM

الإجابات

تدريب على الاختبار المعياري

اختيار من متعدد

1. C
2. B
3. C
4. D
5. B
6. C

الحل الحر

7. 44 N•m

معايير رصد الدرجات

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 إجابته أخطاءً بسيطة لا تقلل من إظهار فهمه التام.
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. وتكون إجابته غير كاملة وبها أخطاء كثيرة.
0	يقدم الطالب إجابة غير صحيحة تمامًا أو لا يجيب على الإطلاق.

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

0121_0140_C08_718462.indd 140 8/19/2016 10:55:17 AM

الوحدة 9

الشغل والطاقة والآلات

حول الشكل

اطلب من الطلاب إمعان النظر في الشكل وتحديد جميع الآلات. اطلب من الطلاب ذكر مميزات الآلات المستخدمة في تصنيع السيارات مقارنةً بتصنيع البشر لها يدويًا. قد يقول الطلاب إن الآلات يمكنها إحكام ربط المسامير والبراغي بطريقة أفضل من الأيدي البشرية لقدرتها على تطبيق قدر أكبر من عزم الدوران أو القوة. اطلب من الطلاب إعداد قوائم بالآلات التي يستخدمونها في حياتهم اليومية. تأكد من توضيح أن أجسام مثل فتاحات الزجاجات والبكرات ومفكات البراغي وغير ذلك تعتبر آلات بسيطة أيضًا.

بدء النشاط العملي

في الطاقة والسقوط، يلاحظ الطلاب مدى تأثير الأجسام ذات الأحجام والكتل المختلفة التي يتم إسقاطها من ارتفاعات مختلفة على حجم الفوهة الصدمية الناتجة في الرمال التي سقطت الأجسام عليها.

نظرة عامة على الوحدة

حُددت العلاقات بين القوة والإزاحة والشغل والطاقة من خلال الأنشطة العملية والمخططات التوضيحية والمعادلات. الشغل: نقل الطاقة باستخدام وسائل ميكانيكية ويعرف بأنه ناتج مقدار القوة والإزاحة في اتجاه القوة. تعمل الآلات على نقل الطاقة بأكبر فائدة خلال التبادل المُتّزن للقوة والإزاحة. تعتبر الآلات المثالية والحقيقية متمايزة ويتم تحليل الكفاءة وحسابها للآلات البسيطة والمركبة.

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

- الحركة المتسارعة في بُعد واحد
- الحركة الدائرية
- قوانين نيوتن للحركة
- القوة العمودية
- الحركة المنتظمة في بُعد واحد
- المتجهات في مقابل الكميات القياسية

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

- الترميز العلمي
- الأرقام المعنوية
- جيب الزاوية وجيب التمام والمماس
- حل المعادلات الخطية

تقديم الفكرة الرئيسة

اعرض للطلاب مقطع فيديو لمحترف في الكاراتيه يكسر قطعة من الخشب بيده. ماذا حدث للطاقة الحركية لليد محترف الكاراتيه؟ لقد انطلقت لكسر ألياف الخشب.

Monty Rakusen/Getty Images

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

0141_0156_C09_718462.indd 141 8/19/2016 10:55:33 AM

القسم 1 الشغل والطاقة

1 مقدمة

نشاط محفِّز

تحذير: يجب ارتداء نظارات واقية.

نقل الطاقة يمكنك تثبيت عجلة ومحور على منضدة العرض التوضيحي. الخطوة التالية تتمثل في إمساك العجلة عند ربط كتلة تبلغ 500 g بحبل موجود حول جزء المحور الواقع خارج العجلة. اطلب من الطلاب استنتاج ما سيحدث عند ربط كتلة تبلغ 100 g أو 200 g. فكرة جيدة أن يكون لديك المزيد من الحبل على العجلة حتى يمكن للكتلة الأصغر أن تسقط لمسافة كبيرة. تزداد سرعة العجلة عند ربط كتلة تبلغ 500 g وبشكل أكثر بطئًا مع كتلة تبلغ 200 g وأشد بطئًا مع كتلة تبلغ 100 g. اشرح للطلاب أنه تم بذل المزيد من الشغل (وبمقدار أكبر للطاقة الحركية النهائية للعجلة) عند سقوط أجسام ذات كتل أكبر خلال المسافة نفسها.

ض م مرئي – مكاني

الربط بالمعرفة السابقة

القوة والحركة تضم هذه الوحدة مفاهيم القوة والحركة. وتبدأ الوحدة باقتراح أن الكمية، غير كمية الحركة، مهمة عند تفاعل الأجسام. طُوِّر مفهوم الطاقة الحركية من خلال تطبيق معادلات الحركة على تعريف كمية جديدة تسمى الشغل.

2 التدريس

الشغل والطاقة

تطوير المفاهيم

الفكرة **الرئيسة** اطلب من الطلاب جمع علب الصودا وجلب علب فارغة إلى الفصل. قم بإنشاء آلة بسيطة لدق الركائز لسحق العلب باستخدام كتلة كبيرة قد تنزلق على مجموعة من القضبان العمودية. اطلب من الطلاب استكشاف ما سيحدث لعلبهم عند سقوط الكتلة عليها من ارتفاعات مختلفة. حدد الحد الأدنى للارتفاع اللازم لسحق العلبة بشكل كامل.

اسأل الطلاب عن سبب سحق العلبة. قوة الكتلة الساقطة اسأل الطلاب عن المسافة التي أثرت خلالها قوة "السحق" هذه في العلبة. حول ارتفاع العلبة أخبر الطلاب أن الكتلة الساقطة بذلت شغلًا على العلبة لأن القوة المطبقة نتج عنها حدوث إزاحة. اسأل الطلاب كيف يغير ارتفاع الكتلة لعملية سحق العلبة. كلما ارتفعت الكتلة انسحقت بدرجة أكبر. أوضح للطلاب أن مستوى السقوط الأعلى أعطى للكتلة الساقطة مزيدًا من الطاقة الحركية ومن ثمَّ، يمكن تحويلها إلى مزيد من الشغل لسحق العلبة.

تطوير المفاهيم

الحفاظ على مسار الشغل عند إتمام شغل على نظام ما، فإن نظرية الطاقة والشغل تتضمن وجود تغيير في طاقة النظام. للحفاظ على هذه العلاقة يجب مراعاة إجمالي الشغل المبذول خلال التفاعل. بالإضافة إلى ذلك، يجب ألا يعمل هذا النظام أيضًا في بيئته كما لا يجب تنفيذ أي أنواع أخرى لنقل الطاقة مثل التدفئة أو التبريد. يمكنك استخدام الأمثلة التالية لتوضيح كيف تثبت نظرية الطاقة والشغل في مواقف مختلفة.

- **الدفع باتجاه حائط** تُطبق القوة عند الدفع ولكن الحائط يطبق قوة مساوية ومضادة. لا توجد إزاحة، لذلك فإن الشغل الذي تبذله قوة الدفع وقوة رد الفعل وإجمالي الشغل يساوي صفرًا. لا تتغير الطاقة الحركية لأن الحائط يظل ثابتًا.
- **الرفع بسرعة ثابتة** صافي الشغل والتغير في الطاقة الحركية يساويان صفرًا. ورغم ذلك، ففي نظام يتضمن الجسم والأرض يؤدي بذل شغل لرفع جسم إلى نقل الطاقة إلى ذلك النظام في شكل طاقة الوضع الجذبية.
- **السقوط الحر** عندما تكون قوة الجاذبية هي القوة الوحيدة المؤثرة في جسم سقط من وضع السكون ويكون الشغل الذي تبذله هذه القوة على الجسم مساويًا للزيادة في الطاقة الحركية للجسم. تمثل هذه الزيادة المعادلة $W = \Delta E$. الشغل هو $W = Fd = (mg)(d) = mgd$، حيث d هي مسافة سقوط الجسم. التغير في الطاقة هو $\Delta E = \Delta KE = KE_f - KE_i =$ $\frac{1}{2}mv_f^2 - 0 = \frac{1}{2}mv_f^2$. لذلك، فإن $mgd = \frac{1}{2}mv^2$.

التعزيز

القوة في اتجاه نشاط الحركة يمكنك رسم مثلث قائم على السبورة بساق أفقية وأخرى رأسية ووتر مثلث قُطري. قد يكون من المفيد مراجعة تعريفات جيب الزاوية وجيب التمام ومماس الزاوية θ ولإثبات أن الساقين الأفقية والرأسية هما المكونان العموديان للقوة التي يمثلها وتر المثلث. إذا كانت الحركة بامتداد الساق الأفقية، فإن القوة الواقعة في ذلك الاتجاه هي المكون الأفقي للمثلث. الزاوية θ مجاورة للمكون الواقع في اتجاه الحركة. يمكنك سؤال الطلاب عن الدالة المثلثية المساوية للجانب المجاور الواقع على وتر المثلث القائم. دالة جيب الزاوية يمكنك بعد ذلك سؤال الطلاب عن مقدار مكون القوة الموجود بامتداد اتجاه الحركة. $F_x = F \cos \theta$

ض م مرئي – مكاني

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

0141_0156_C09_718462.indd 142 8/19/2016 10:55:33 AM

التفكير الناقد

قوة الاحتكاك والقوة العمودية **اسأل** الطلاب أن يجدوا علاقة رياضية لمقدار مكون القوة الموجود في اتجاه الحركة عند سحب زلاجة منتظمة أفقيًا بسرعة ثابتة بواسطة حبل مثبت في مركزها. يصنع الحبل زاوية θ مع المستوى الأفقي وm هي كتلة الزلاجة وμ هي معامل احتكاك الانزلاق وF هي مقدار القوة بامتداد الحبل وF_N هي مقدار القوة العمودية وg هي قوة مجال الجاذبية. القوة العمودية بين الزلاجة والسطح هي وزن الزلاجة ناقص المكون الرأسي للقوة بامتداد الحبل. يجب أن يكون مقدار المكون الأفقي للقوة بامتداد الحبل مساويًا لمقدار قوة الاحتكاك عند انزلاق الجسم بسرعة ثابتة. لذلك، فإن $F\cos\theta = \mu F_N = \mu(mg - F\sin\theta)$.

ف م منطقي - رياضي

خلفية عن المحتوى

تحديد الشغل لقوة متغيرة يفترض الزعم الوارد في النص بشأن تكافؤ الشغل المبذول والتغير في الطاقة الحركية أن القوة ثابتة. وليس من الضروري أن تكون الحالة هكذا. تتضمن طرق حساب الشغل الناتج عن قوة متغيرة إيجاد المساحة أسفل الرسم البياني لمقدار القوة في مقابل الإزاحة أو إجراء تكامل على مقدار القوة في مقابل دالة الإزاحة خلال نطاق الإزاحة.

مناقشة

مسألة ما مقدار الشغل الذي يبذله شخص على صندوق عندما يدفع الصندوق بقوة تبلغ 184 N لمسافة تبلغ 10.0 m فوق أرضية؟

إجابة $W = Fd = (184\text{ N})(10.0\text{ m}) = 1840\text{ J}$.

د م

الفيزياء في الحياة اليومية

السيارات ونظرية الطاقة والشغل تخيل أن مركبة وزنها 1200-kg تزيد سرعتها من وضع السكون إلى 20.0 m/s في مسافة تبلغ 80.0 m على رصيف مستوٍ. التغير في الطاقة الحركية

$$\frac{1}{2}mv^2 = \frac{1}{2}(1200\text{ kg})(20.0\text{ m/s})^2$$
$$= 2.4\times10^5\text{ J}$$

تُحول هذه الطاقة إلى طاقة حرارية عن طريق الاحتكاك. يمكنك توضيح كيفية استخدام نظرية الطاقة والشغل للطلاب لإيجاد مسافة الكبح من 20.0 m/s بكبح العجلات إذا كان معامل الاحتكاك بين الإطارات والطريق على رصيف جاف هو $\mu = 0.70$. مقدار القوة التي يبذلها الطريق لإيقاف السيارة $F = (0.70)(1200\text{ kg})(9.8\text{ N/kg}) = 8.2\times10^3\text{ N}$.

تبلغ مسافة الإيقاف $\frac{(2.4\times10^5\text{ J})}{(8.2\times10^3\text{ N})} = 29\text{ m}$.

ض م

مثال إضافي للحل في الفصل

يستخدم مع مثال المسألة *1*.

مسألة عندما تضرب رأس المضرب كرة جولف وزنها 46 g

$$d = \frac{W}{F} = \frac{43\text{ J}}{2300\text{ N}} = 1.9\times10^{-2}\text{ m}$$

استخدام التجربة المصغرة

في القوة المطبقة بزاوية، يسحب الطلاب كتلة بامتداد منضدة بزوايا مختلفة بين قوة السحب والمنضدة.

مثال إضافي للحل في الفصل

يستخدم مع مثال المسألة *2*.

مسألة كم مقدار الشغل المبذول لدفع صندوق طويل 15 m بقوة مقدارها 4.0×102

$W = Fd\cos\theta = (4.0\times10\ 2\text{ N})(15\text{ m})\cos 10.0°$
$= 5900\text{ J}$

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

0141_0156_C09_718462.indd 143 8/19/2016 10:55:34 AM

نشاط تحفيزي في الفيزياء

الرسم البياني لمقدار القوة في مقابل زاوية خيط ارجع إلى التجربة المصغرة *القوة المطبقة عند زاوية*. يمكنك سؤال الطلاب عن كيفية ارتباط مقدار قوة الاحتكاك بمعامل الاحتكاك وزاوية الخيط. مقدار قوة الاحتكاك يساوي معامل الاحتكاك، μ، مضروبًا في مقدار القوة العمودية F_N. مقدار القوة العمودية يساوي الفرق في مقدار (mg) وزن الكتلة ومقدار المكون الرأسي لقوة الشد. لذلك فإن $F\cos\theta = \mu F_N = \mu(mg - F\sin\theta)$ و $F = \frac{\mu mg}{(\cos\theta + \mu\sin\theta)}$. بعد ذلك، يمكنك مطالبة الطلاب بحساب قيمة μ من المعادلة $\mu = \frac{F}{mg}$، والتي يمكن الحصول عليها بإيجاد حل لـ μ في المعادلة $F = \frac{\mu mg}{(\cos\theta + \mu\sin\theta)}$، التي تم التعويض عنها بـ $\theta = 0$ وقيمة F المطابقة لتلك الزاوية كما تم قياسها في التجربة المصغرة. عندئذٍ، يمكن للطلاب رسم F بيانيًا كدالة لـ θ. وهذا يعني أن $F(\theta) = \frac{\mu mg}{(\cos\theta + \mu\sin\theta)}$. إذا كانت $\mu = 0.6$، فإن الرسم البياني يبدأ في $F = 6$ N عندما $\theta = 0$، يكون لها حد أدنى قريب من 5 N عند زاوية 30° تقريبًا، ويزداد إلى $F = 10$ N عندما $\theta = 90°$.

ف م منطقي – رياضي

استخدم الشكل 4

القوة الثابتة والمتغيرة يمكنك مطالبة الطلاب بتقديم مثالين للقوى التي لا تختلف باختلاف الموقع مثل القوة الموضحة جهة اليسار في **الشكل 4**. السيارة ذات التسارع الثابت والجسم الذي في حالة سقوط حر دون مقاومة هوائية بالقرب من سطح الأرض هما مثالان للأجسام الواقعة تحت محصلة قوى ثابتة.

أما القوة الناتجة عن الزنبرك فهي مثال آخر للقوة التي تختلف خطيًا بالإزاحة. ميل الرسم البياني لمقدار القوة في مقابل الإزاحة هو القوة الثابتة للزنبرك، k. يمكنك أن تسأل الطلاب: كيف يمكن إيجاد الشغل المبذول لإزاحة الزنبرك لأي مسافة x؟ يرتبط مقدار القوة بالموقع بواسطة المعادلة $F = kx$. الشغل هو المساحة أسفل المثلث. لذلك فإن الحالة العامة هي $W = \left(\frac{1}{2}\right)(kx)(x)$، أو $W = \frac{1}{2}kx^2$. انظر الوحدة 14، القسم 1 لمزيد من التفاصيل. ض م

القدرة

كتاب الطالب ص *271–273*

تحديد المفاهيم الخاطئة

الطاقة في مقابل القدرة يخلط الطلاب غالبًا بين الطاقة والقدرة. يمكنك أولًا أن تسأل الطلاب إذا كان بمقدورهم تحديد ما إذا كانت آلة ما كبيرة وقوية بناءً على عدد وحدات الجول التي تستهلكها من الطاقة. لا؛ تستطيع الآلة استهلاك أي عدد من وحدات الطاقة لوقت كافٍ. كيف يرتبط تقييم آلة أو جهاز منزلي بحجمه؟ تقييم قدرته، بالواط أو القوة الحصانية؛ يوضح هذا التقييم مدى سرعة الجهاز في استهلاك الطاقة أو نقلها. ض م

منطقي – رياضي

التدريس المتمايز

مسألة تحفيز في الفيزياء يتطلب إيجاد ناتج القدرة الميكانيكية لصعود منحدر مجهز للكراسي المتحركة تسجيل ثلاثة قياسات وهي كالتالي: التغير في ارتفاع المنحدر وكتلة الكرسي وعليه المستخدم والزمن اللازم لصعود المنحدر. قِس هذه القيم وسجلها لمدخل مبنى أو موقع آخر. احسب الزمن الذي يستغرقه الطلاب لصعود المنحدر من أكثر نقطة انخفاضًا إلى أكثرها ارتفاعًا. كن مصرًا على سير الطلاب بطريقة عادية. ثم اطلب من الطلاب حساب ناتج القدرة باستخدام العلاقة $P = \frac{mgh}{t}$ حيث P هي القدرة بالواط وm هي إجمالي الكتلة بالكيلوجرامات وg هي قوة مجال الجاذبية وh هي تغير ارتفاع المنحدر. ض م حسي حركي

مثال إضافي للحل في الفصل

يستخدم مع مثال المسألة *3*.

$$P = \frac{W}{t} = \frac{Fd}{t} = \frac{(2800\ \text{N})(80.0\ \text{m})}{8.0\ \text{s}} = 28\ \text{kW}$$

استخدام تجربة الفيزياء

سيحسب الطلاب الشغل المبذول والطاقة المولدة في صعود السلالم والطاقة. المفهوم الأساسي المُعزز بالتجربة هو أن مقدار الشغل المبذول نفسَه في فترة زمنية أقصر ينتج عنه قدرة أكبر.

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

0141_0156_C09_718462.indd 144 8/19/2016 10:55:34 AM

نشاط مشروع الفيزياء

كتلة السيارة وتوفير الوقود يجب أن يعمل عدة طلاب معًا للحصول على بيانات الكتلة وتوفير الوقود لخمس سيارات على الأقل ذات أحجام مختلفة. يجب تحويل توفير الوقود إلى كيلومترات لكل لتر من الوقود. يجب على جميع المشاركين أن يسجلوا بعناية المسافة المقطوعة ومقدار الوقود الذي تمت تعبئته خلال ثلاث أو أربع زيارات لمحطة الوقود. يجب على المشاركين بعد مرور أسابيع قليلة جمع بيانات المتوسط وإنشاء مخطط بياني لتوفير الوقود في مقابل كتلة السيارة. يجب أن يقدموا تقريرًا يفيد ما إذا كانت الكتلة قد أثرت في توفير الوقود وتوضيح السبب سواء بالسلب أم الإيجاب.

ستختلف النتائج. إذا تساوت جميع العوامل الأخرى ذات الصلة، فكلما زادت كتلة المركبة استلزم الأمر مزيدًا من الطاقة (التي يوفرها بالبنزين في خزان الوقود) لزيادة طاقة المركبة. يمكن أن تكون هذه الزيادة في شكل طاقة حركية (عند زيادة سرعة المركبة) أو في طاقة الوضع الجذبية لنظام المركبة والأرض (مثلًا عندما تصعد المركبة أحد التلال). هذه الدراسة لا تراعي أو تنظم العوامل الأخرى بخلاف كتلة السيارة والتي يمكنها التأثير في توفير الوقود. ومن ثمَّ، سيتطلب الأمر إجراء دراسة إضافية قبل التوصل إلى استنتاج مؤكد بشأن العلاقة بين كتلة المركبة وتوفير الوقود. ض م حسي حركي

تطبيق الفيزياء

ركوب الدراجات يمكنك طرح الأسئلة التالية على الطلاب: ما متوسط المسافة التي يقطعها متسابق في سباق فرنسا للدراجات ومتوسط ناتج الطاقة لديه خلال 6 ساعات؟

$d = (8.94\ \text{m/s})(2.16\times10^{4}\ \text{s}) = 1.93\times10^{5}\ \text{m} = 193\ \text{km}$;

$E = (1.00\ \text{kW})(2.16\times10^{4}\ \text{s}) = 2.16\times10^{7}\ \text{J}$. ض م

3 قوّم

تقويم الفكرة الرئيسة

القوى التي تعمل بالجهد على السبورة الأمامية، ارسم مخططًا لكتلة تتعرض للدفع أعلى سطح صلب مائل مع قوة دفع موازية للسطح المائل. اطلب من الطلاب رسم مخطط للجسم الحر وتسمية جميع القوى الموجودة في الكتلة. F_{push}، F_f، $mg\sin\theta$، F_N، و $mg\cos\theta$. اطلب من الطلاب تحديد القوى التي تعمل والتي لا تعمل. F_{push}، F_f، و $mg\sin\theta$ تعمل والأخرى لا تعمل. اسأل الطلاب عن سبب عدم قيام F_N و $mg\cos\theta$ بشغل. لأنهما عموديان على اتجاه الحركة.

التأكد من الفهم

الشغل والقدرة في الرفع يرفع عمر كتلة تبلغ 20.0 kg لارتفاع 2.0 m في 5.0 s. يرفع سو 30.0 kg لارتفاع 1.5 m في 8.0 s. يمكنك مطالبة الطلاب بمقارنة الشغل والقدرة لكل طالب وشرح إجاباتهم. الشغل الذي بذله عمر يساوي $(20.0\ \text{kg})(9.8\ \text{N/kg})(2.0\ \text{m}) = 390\ \text{J}$. الشغل الذي بذله سو يساوي $(30.0\ \text{kg})(9.8\ \text{N/kg})(1.5\ \text{m}) = 440\ \text{J}$. قدرة عمر تساوي $\frac{390\ \text{J}}{5.0\ \text{s}} = 78\ \text{W}$ وقدرة سو تساوي $\frac{450\ \text{J}}{8.0\ \text{s}} = 55\ \text{W}$.

ض م منطقي – رياضي

التوسع

فائدة اتجاه القوة يمكنك مطالبة الطلاب بإنشاء رسم تخطيطي سريع يوضح لماذا يكون من الأسهل سحب عربة اليد وصعود السلالم بها مقارنةً بدفعها. عند دفع عربة يد فإن مكون القوة سيتجه إلى أسفل إلا إذا كان يمكنك وضعها في موقع صعب لازم لدفعها لأعلى من الأسفل. وعلى الجانب الآخر فعند سحب عربة اليد، فإن مكون القوة يتجه لأعلى بشكل طبيعي مما يسهل سحب عربة اليد وصعود السلالم بها. ف م مرئي – مكاني

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

0141_0156_C09_718462.indd 145 8/19/2016 10:55:34 AM

القسم 1 الإجابات

التأكد من فهم النص والأشكال

التأكد من فهم الأشكال

إجابة نموذجية: عندما تدفع حاوية الملح فوق سطح المنضدة

التأكد من فهم النص

2 J

التأكد من فهم النص

أنت تقوم بشغل إيجابي لأنك تبذل قوتك في اتجاه الإزاحة ولكن صديقك يقوم بشغل سلبي لأن القوة المطبقة في الاتجاه المقابل للإزاحة.

التأكد من فهم النص

الإجابة النموذجية: افترض أنك تقوم بشد صنارة صيد أسماك بشكل مستقيم يوجد بها طُعم وغاطس تم إرفاقه. إذا كانت كتلة الطُعم وصنارة صيد الأسماك والغاطس تبلغ 0.15 N وتقوم بشدها بشكل مستقيم حتى 8.0 m فأنت تبذل شغلًا مقداره 1.2 J.

التأكد من فهم الأشكال

$W_{friend} - W_{you} = W_{total}$؛ ستكون الإجابة عددًا موجبًا.

مسائل تدريبية

1. **a.** لأن $W = Fd$، فإن مضاعفة القوة ستضاعف الشغل ليصل إلى 1.35 J.
   b. لأن $W = Fd$، تنصيف المسافة سيقلل الشغل للنصف ليصل إلى 0.68 J.
2. **a.** 2.9×10^4 J
   b. 5.8×10^4 J
3. **a.** 6.0×10^2 J
   b. 5.9×10^3 J
4. 1.1×10^2 J

مسائل تدريبية

5. 4.92×10^3 J
6. 6.5×10^3 J
7. **a.** 903 J
   b. −903 J
8. 6.54×10^3 J
9. **a.** 6.9×10^3 J
   b. -1.5×10^4 J

مسائل تدريبية

10. 1.15×10^3 W; 1.15 kW
11. **a.** 348 W
    b. 696 W
12. 0.63 kW
13. 1.3×10^5 N
14. 5.7 min

القسم 1 مراجعة

15. تتناسب الطاقة الحركية مع مربع السرعة المتجهة. لذلك فإن مضاعفة الطاقة تضاعف من مربع السرعة المتجهة. تزداد السرعة المتجهة بمعامل جذر تربيعي يبلغ 2 أو 1.4.
16. 8×10^2 J
17. 1.9×10^3 J؛ ارجع إلى دليل الحلول لإيجاد الرسم البياني للقوة – الإزاحة.
18. 3.46×10^3 J
19. 4.4 J
20. لا. الشغل ليس دالة للوقت. مع ذلك، الطاقة هي دالة للوقت، ولذلك فإن الطاقة اللازمة لرفع الكتاب تعتمد على مدى سرعة رفعك له.
21. 3.4×10^4 W
22. 6.0×10^2 kg
23. يبذل كلاهما كمية الشغل نفسها. نهتم فقط بالارتفاع الذي تم الرفع إليه والقوة الرأسية المبذولة.
24. بما أن الشغل هو التغير في الطاقة الحركية، احسب الشغل المبذول بواسطة كل قوة. يمكن أن يكون الشغل موجبًا أو سالبًا أو صفرًا استنادًا إلى الزوايا النسبية لقوة الجسم وإزاحته. مجموع قيم الشغل الثلاث هو التغير في طاقة النظام.

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

0141_0156_C09_718462.indd 146 8/19/2016 10:55:34 AM

القسم 2 الآلات

1 مقدمة

نشاط محفِّز

ألعاب تعمل بالزنبرك حاول الحصول على عدة ألعاب صغيرة تعمل بالزنبرك أو بالبطارية. اعرضها على منضدة العرض التوضيحي. يمكنك تشغيل كل واحدة ومطالبة الطلاب بوصف كيفية استفادة كل لعبة من مصدر طاقتها. وضح كيفية دفع آلية الزنبرك أو المحرك الذي يعمل ببطارية للأجزاء المتحركة باللعبة إن أمكن ذلك. ستعتمد الإجابات على أنواع الألعاب المعروضة. بوجه عام، يجب أن يتمتع الطلاب بالقدرة على ملاحظة وجود ارتباط ميكانيكي بين مصدر الطاقة والأذرع أو السيقان أو الأجزاء المتحركة الأخرى باللعبة. تسمح هذه الارتباطات بتحرك الأجزاء. د م مرئي – مكاني

الربط بالمعرفة السابقة

القوة والمسافة والشغل تقوم هذه الوحدة على استيعاب العلاقة بين هذه الكميات الثلاث المحددة في القسم 1. في الحالة المثالية، يكون الشغل المبذول مساويًا للشغل الناتج. يجب أن يعرف الطلاب الآن أن الشغل يساوي مقدار القوة مضروبًا في المسافة. تعمل الآلات البسيطة على مبادلة عوامل مقدار القوة والمسافة هذه لصالحها عند تنفيذ مهمة ميكانيكية. تفيد أيضًا المفاهيم التي تمت تغطيتها أثناء دراسة الطلاب لحركة الدوران المحوري في وصف الجوانب الفيزيائية في العديد من الآلات البسيطة.

2 التدريس

فوائد الآلات

تطوير المفاهيم

الفكرة الرئيسة قسّم الطلاب إلى مجموعات مكونة من أربعة طلاب واطلب منهم القيام ببحث على الإنترنت وإعداد رسومات للآلات التالية، الرافعات والتروس والأسطح المسننة والتروس الدودية والمفتاح الإنجليزي والعجلات المسننة والسلاسل والأحزمة والجريدة المسننة والترس والبكرة والسقّاطة والكامة والوتد والعجلة والمحور. لكل آلة، يجب أن تحدد المجموعات ما إذا كانت الآلة تغير مقدار القوة المبذولة و/أو اتجاهها. اطلب من الطلاب إجراء عصف ذهني لتجاربهم الحياتية التي ربما يكونون قد استخدموا هذه الآلات فيها.

تطوير المفاهيم

الرافعات وعزم الدوران نقطة ارتكاز الرافعة هي محور الدوران المحوري. عزم الدوران المطبق على طرف الجهد يساوي عزم الدوران الناشئ في طرف المقاومة، $F_e d_e = F_r d_r$.

استخدم الشكل 11

فائدة البكرة الطريقة الأساسية لتحديد الفائدة الميكانيكية لبكرة أو نظام بكرات هي حساب عدد الحبال الداعمة للحمولة.

تحديد المفاهيم الخاطئة

أسباب استخدام الآلات قد لا يستوعب الطلاب وجود عدة أسباب لاستخدام الآلات غير تقليل مقدار القوة اللازمة لأداء مهمة ما. فقد تقوم الآلة أحيانًا بتغيير اتجاه قوة الجهد ببساطة دون مضاعفتها. في الواقع، توجد آلات أخرى لها تأثير عكسي تمامًا — حيث تتبادل قوة جهد أكبر مما يؤدي إلى زيادة إزاحة قوة الجهد. يمكنك مطالبة الطلاب بإيجاد مثال لجميع أنواع الآلات هذه. بكرة واحدة بحبل واحد يدعم الحمولة تعكس قوة الجهد. المكنسة هي أحد أنواع الرافعات حيث تكون المسافة التي تتحركها المنطقة الواقعة بالقرب من المقبض أصغر بكثير من المسافة التي تتحركها رأس المكنسة. قد تبلغ الفائدة الميكانيكية لمكنسة 0.33 أو أقل. ض م منطقي – رياضي

خلفية عن المحتوى

عمليات حساب الفائدة الميكانيكية المثالية الفائدة الميكانيكية المثالية (IMA) لآلة بسيطة تعتمد على الهندسة الفيزيائية للجهاز. إنها المعامل الذي ستتضاعف به قوة الجهد للحصول على قوة التحميل في حالة عدم وجود خسائر في الطاقة. على سبيل المثال:

رافعة $IMA = \frac{L_e}{L_r}$، حيث L_e وL_r هما أطوال ذراع الجهد وذراع المقاومة على التوالي.

سطح منحدر $IMA = \frac{d_e}{d_r}$، حيث d_e وd_r يمثلان طول المنحدر وارتفاعه على التوالي.

العجلة والمحور $IMA = \frac{r_w}{r_a}$، حيث r_w وr_a يمثلان نصفي قطر العجلة والمحور على التوالي.

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

0141_0156_C09_718462.indd 147 8/19/2016 10:55:34 AM

التعزيز

الفائدة الميكانيكية يمكنك إمساك مفك براغي وسؤال الطلاب عن العامل الأكثر أهمية لفك برغي مربوط بإحكام: شفرة طويلة أم مقبض طويل أم مقبض أكبر قُطرًا. الإجابة الصحيحة هي مقبض أكبر قُطرًا. يمكنك زيادة *IMA* والقوة المطبقة على البرغي بزيادة المسافة الواقعة بين يدك ومحور مفك البراغي. ض م

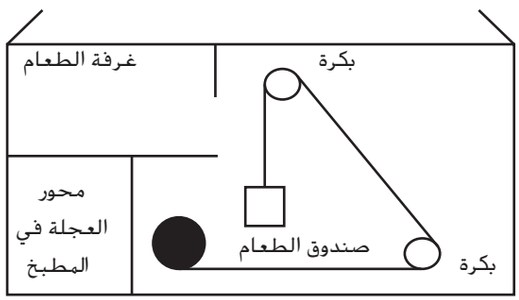
استخدام تجربة الفيزياء

في الرفع بالبكرات، يقوم الطلاب بإعداد أنظمة بكرات والتحقق منها وتحديد معدلات كفاءتها وفائدتها الميكانيكية المثالية.

الفيزياء في الحياة اليومية

مصعد نقل الطعام لتوماس جيفرسون اشتهر توماس جيفرسون بالأجهزة التي أنشأها أثناء تشييد مزرعة مونتيسيلو. الرسم التوضيحي أدناه هو مخطط لمصعد نقل الطعام في مزرعة مونتيسيلو. في هذا التصميم، سيقوم صندوق تخزين الطعام بنقل المحتويات إلى غرفة الطعام بمسافة تبلغ 4.0 m لأعلى عن طريق تدوير المقبض 24 دورة كاملة. تحرك المقبض بمقدار 0.30 m في كل دورة. يمكنك مطالبة الطلاب بحساب الفائدة الميكانيكية المثالية لمصعد نقل الطعام.

$$IMA = \frac{d_e}{d_r} = \frac{(24)(0.30\ \text{m})}{4.0\ \text{m}} = 1.8$$



الآلات المركبة

التفكير الناقد

الكفاءة المركبة يمكنك طرح السؤال التالي على الطلاب: إذا تم توصيل آلتين بسيطتين على التوالي فكيف يجب الجمع بين كفاءة كل آلة منفردة للحصول على صافي كفاءة الآلة بأكملها؟ إذا كانت الأولى يمكن أن تنقل فقط e_1 =80% من الشغل تليها الثانية التي تنقل e_2 =70%، عندئذ فإن 70% من 80% من الشغل يظهر في الناتج. هذا هو الصافي من $e = e_1e_2$ = 56%. بعد ذلك يمكنك طرح سؤال وهو ما صافي كفاءة n لهذه الآلات على التوالي؟ $e = e_1e_2e_3 \ldots e_n$

ف م منطقي – رياضي

عرض توضيحي سريع

أدوات القرص

الوقت المقدَّر 5 دقائق

المواد مقص أسلاك أو قطاعة براغي أو أداة أخرى طويلة المقبض أو أسلاك خردة أو مواد أخرى لاختبار الأداة

الإجراءات يمكنك البدء بإمساك إحدى هذه الأدوات وتوضيح مدى سهولة قطعها لمواد النفايات. يمكنك سؤال الفصل عن كيفية استخدام هذه الأجهزة لتطبيق مزيد من القوة. تبلغ مسافة الحركة في طرف المقبض عدة أضعاف مسافة حركة طرف القرص لذلك فإن قوة المقاومة تكون أكبر بكثير من قوة الجهد. إذا كانت الأداة الجاري توضيحها هي أداة قطع فيمكنك سؤال الطلبة إذا كان بإمكانهم تحديد آلة بسيطة أخرى على الأداة غير الرافعات التي شكلتها المقابض. رؤوس القطع في الأداة هي الأوتاد. وذلك لإنها عبارة عن أسطح منحدرة صغيرة تزيد من القوة عند قطع المواد.

مناقشة

مسألة كماشة التثبيت هي أداة يقوم فيها المقبض الطويل وذراع تحرير ثانٍ بتشغيل نظام رافعة آخر متصل بالفك المتحرك للكماشة. (احصل على هذه الأداة واعرضها بشكل توضيحي إن أمكن ذلك). ما ميزات وفوائد هذه الأداة؟

الإجابة مجموعة الرافعات التي تحرك الفكيْن في زوج الكماشة يمكن دفعها بواسطة المقبض الأساسي إلى موقع "تستقر فيه بإحكام" تحت تأثير الشد. لن "تتزحزح" الرافعات مما يقلل من حاجة المستخدم إلى الحفاظ على القوة المطبقة على المقبض. يدفع المستخدم رافعة التحرير لدفع رافعة الفك خارج موقع القفل. ض م

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

0141_0156_C09_718462.indd 148 8/19/2016 10:55:35 AM

التدريس المتمايز

المعاقون بصريًا يمكن إجراء قياسات مسافات الجهد والمقاومة باللمس معظم الوقت. يجب أن يكون لدى الطالب المعاق بصريًا مسطرة برايل أو مسطرة بلاستيكية مزودة بعلامات بارزة. يوجد بالخطوط الموجودة في معظم عصوات القياس قطع مسننة كافية للاستخدام بحاسة اللمس. يمكن تكييف الموازين الزنبركية على نحو مماثل لقياسات القوة. اطلب من الطلاب تصميم أنظمة بكرات باللمس وتنفيذها كنشاط لهم. قد يستلزم الأمر بعض التوجيه حتى يبدأ الطلاب. يمكن أن تتضمن البيانات والتحليل قياسات المسافة والقوة تحت كتل أحمال مختلفة عديدة. يجب أن يكون لدى الطلاب القدرة على الإحساس بعدد الحبال التي تثبت الحمولة وعد هذه الحبال لتحديد الفائدة الميكانيكية المثالية.

د م **مرئي – مكاني**

استخدام التجربة المصغرة

في العجلة والمحور، يرفع الطلاب جسمًا وزنه 500 g متصل بحبل ملفوف حول العجلة (مكونة من عجلة ومحور) عن طريق شد حبل آخر ملفوف حول المحور. يقابل الطلاب بين مقدار قوة الشد ومقدار وزن الجسم. بعد ذلك يقابل الطلاب بين مسافة حركة اليد خلال الشد ومسافة رفع الجسم.

استخدم النماذج

نشاط باستخدام آليات ورقية اطلب من الطلاب إعداد نماذج بسيطة لآليات من اختيارهم باستخدام أشرطة ورقية صلبة ودوائر ورقية وأدوات تثبيت معدنية. ينبغي أن يطلق لهم العنان ليقدموا نماذج من نسج خيالهم ولكن يجب مطالبتهم بتقديم إثبات واضح على أن نماذجهم تمثل أجهزة حقيقية مفيدة. يجب أيضًا أن يحللوا جميع الآلات البسيطة أثناء عملها في النماذج بأخذ القياسات وحساب الفائدة الميكانيكية المثالية وشرح الفوائد النوعية للآليات.

الأمثلة التي قد يتم إنشاؤها تتضمن نظامًا مكونًا من ترسين أو ثلاثة تروس أو بكرات باستخدام دوائر ورقية أو نموذج مصغر لطرف بشري باستخدام أشرطة ورقية.

ض م **حسي حركي**

مثال إضافي للحل في الفصل

يستخدم مع مثال المسألة 4.

مسألة دراجة بدواسة نصف قطرها 15.0 cm وناقل حركة أمامي بنصف قطر يبلغ 5.57 cm وناقل حركة خلفي بنصف قطر يبلغ 4.00 cm وعجلة خلفية بنصف قطر يبلغ 35.6 cm.

a. ما مقدار *IMA* للدراجة؟

b.
$$IMA = \left(\frac{4.00\ \text{cm}}{5.57\ \text{cm}}\right) \times \left(\frac{15.0\ \text{cm}}{35.6\ \text{cm}}\right)$$
$$\frac{5.57\text{cm}}{4.00\ \text{cm}} = 1.39 \text{ دورة}$$

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

0141_0156_C09_718462.indd 149 8/19/2016 10:55:35 AM

نشاط تحفيزي في الفيزياء

قانون الآلة يمكنك مطالبة الطلاب بإعداد نظام بكرات بسيط تبلغ *فائدته الميكانيكية المثالية* 2. باستخدام مجموعة كتل تتراوح من 50.0 g إلى 1.0 kg للحمولات وميزان زنبركي لقياس مقدار قوة الجهد، يمكنك مطالبتهم بتسجيل قراءة الميزان الزنبركي بعناية لكل مقدار قوة مقاومة. وبعد ذلك، يمكنك رسم مقدار قوة الجهد مقابل مقدار قوة الحمل في تمثيل بياني . يمكن للطلاب عندئذ العمل على ملاءمة البيانات التي تم الحصول عليها مع المعادلة $F_e = aF_r + b$، حيث F_e يساوي مقدار قوة الجهد وF_r يساوي مقدار قوة المقاومة وa وb ثابتان. يمكنك سؤال الطلاب عن المقصود بالقيمتين الثابتتين a وb. القيمة الثابتة a هي معكوس الفائدة الميكانيكية (MA) وميل الرسم البياني b هو احتكاك "البدء" للآلة. يطلق على هذه العلاقة في بعض الأحيان قانون الآلة. ف م منطقي – رياضي

استخدام تشبيه

ناقل حركة السيارة اطلب من الطلاب تخيل جسم يتدحرج لأسفل من قمة سلسلة مكونة من ثلاثة تلال. التلال ذات انحدار يقل تدريجيًا ومسطحة تقريبًا عند النقطة الأكثر انخفاضًا. اسأل الطلاب عن مدى مشابهة هذه التلال لناقل حركة السيارة. يسمح التل الأكثر ارتفاعًا بأقصى قوة لأسفل بأقل حركة للأمام كما يطبق التل الأقل ارتفاعًا أقل قوة في الاتجاه الأمامي. التل الأوسط هو مرحلة متوسطة. يتشابه التل الأكثر ارتفاعًا مع الترس الأول كما يتطابق الأقل ارتفاعًا مع الترس الأعلى بالسيارة. ض م

الفيزياء في الحياة اليومية

رافعات السيارات يبدو من المدهش أن يستطيع شخص صغير رفع جزء من محرك السيارة بيد واحدة. يوجد جهاز يسمى بالرافعة يجعل هذا أمرًا ممكنًا. يمكنك عرض نوع أو نوعين من رافعات السيارات ومطالبة الطلاب بتوضيح كيف يمكنهم تحديد الفائدة الميكانيكية للرافعة. قد تكون الطريقة التجريبية هي الأفضل، إذا كانت عملية. فيما يلي بعض النتائج الممكنة. قد يطبق شخص قوة تبلغ 250 N خلال مسافة تبلغ 0.5 m أثناء حركة السيارة لأعلى بمقدار 0.1 m.فقط، هذه الرافعة ستكون فائدتها الميكانيكية المثالية $\frac{d_e}{d_r} = \frac{0.5\text{ m}}{0.1\text{ m}} = 5$. ض م

3 قوّم

تقييم الفكرة الرئيسة

استكشاف الآلات اليومية قسّم الطلاب إلى مجموعات مكونة من أربعة طلاب وأعط كل مجموعة آلة "لشرحها". اجلب آلات مثل خفاقة البيض ومكبس الثوم وملقاط وبكرة وعربة يد ومفك براغي ومثقاب وكسارة علب مدمجة ومطرقة ووتد وقلامة أظافر ومقص ولعبة تعمل بالزنبرك وساعة قديمة تعمل بالزنبرك ودراجة. اطلب من كل مجموعة استخدام/ملاحظة الآلة من زوايا متعددة وتحديد عناصر الآلات كما تم البحث عنها سابقًا. يجب أن يتناقش الطلاب في مجموعات حول مدى ارتباط وتأثير الأجزاء في بعضها البعض ثم رسم مخطط تفصيلي للآلة. اطلب من الطلاب إضافة أسهم وملاحظات لتوضيح اتجاهات الحركة. اطلب من المجموعات تحديد ما إذا كانت الآلة تقوم بتغيير قوة و/أو اتجاه القوة المبذولة.

التأكد من الفهم

الشغل المبذول والناتج اسأل الطلاب عن الخطأ في هذه العبارة: "استخدام آلة بسيطة يزيد من كمية الشغل التي يمكن تطبيقها على مهمة ما". الشغل الناتج عن آلة بسيطة لا يمكن أن يتجاوز الشغل المبذول مطلقًا. تعمل الآلة البسيطة على إعادة ترتيب القوة أو المسافة أو كليهما ببساطة حتى يمكن إتمام المهمة بطريقة أكثر سهولة. ض م

إعادة التدريس

نظام البكرة الفائدة **الميكانيكية المثالية** يمكنك استخدام نظام البكرة مع فائدة ميكانيكية مثالية تبلغ 3 لرفع جسم وزنه 1.0 kg. يمكنك مطالبة الطلاب بملاحظة أنه يجب شد الحبل لأسفل بمقدار 60 cm لرفع الجسم بمقدار 20 cm فقط، كما يمكنك بعد ذلك أن تسأل الطلاب عما إذا كانت الفائدة الميكانيكية المثالية للنظام يمكن تحديدها دون قياس المسافات. نعم؛ الفائدة الميكانيكية المثالية مساوية لعدد الحبال الداعمة. ض م

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

0141_0156_C09_718462.indd 150 8/19/2016 10:55:35 AM

القسم 2 الإجابات

التأكد من فهم النص والأشكال

التأكد من فهم النص

N 6

التأكد من فهم النص

$IMA = 6$

التأكد من فهم الأشكال

الإجابات النموذجية: رافعة؛ أرجوحة؛ بكرة؛ بكرة سارية العلم؛ عجلة ومحور، مقبض باب؛ سطح منحدر، منحدر للكراسي المتحركة؛ وتد، أسنان بشرية؛ برغي، غطاء لولبي لمشروب غازي

التأكد من فهم النص

كلاهما مصمم لتسهيل المهمة. تتكون الآلات المركبة من آلات بسيطة.

التأكد من فهم النص

قوة الجهد هي القوة التي تبذلها على الدواسة. قوة المقاومة هي التي يبذلها الترس على الجنزير.

التأكد من فهم النص

كل من MA و IMA كميات بلا أبعاد وليست لها وحدات.

التأكد من فهم النص

تحتاج التروس إلى تطبيق مقادير مختلفة من القوى لتنفيذ متطلبات مختلفة.

مسائل تدريبية

25. $IMA = 0.225$

$MA = 0.214$

$F_r = 33.2\ \text{N}$

$d_e = 3.15\ \text{cm}$

26. a. 4.0

b. 1.5

c. 38%

27. a. 1.82

b. 91.0%

28. a. 6.0

b. $1.7 \times 10^2\ \text{N}$

29. 0.81 m

مسألة تحفيزية في الفيزياء

1. الشغل المبذول في الرفع يساوي $F_g d = mgd$. لذلك فإن القدرة تساوي

$$P_{\text{lift}} = \frac{W}{t} = \frac{F_g d}{t} = \frac{mgd}{t} = \frac{(0.25\ \text{m}^3)(1.00 \times 10^3\ \text{kg/m}^3)(9.8\ \text{N/kg})(25\ \text{m})}{1.0\ \text{s}}$$

$$= 6.1 \times 10^4\ \text{W} = 61\ \text{kW}$$

2. الشغل المبذول لزيادة الطاقة الحركية للمضخة يساوي $\frac{1}{2}mv^2$ لذلك فإن

$$P_{\text{KE}} = \frac{W}{t} = \frac{\Delta KE}{t} = \frac{\left(\frac{1}{2}mv^2\right)}{t} = \frac{mv^2}{2t} = \frac{(0.25\text{m}^3)(1.00 \times 10^3 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3})(8.5 \frac{\text{m}}{\text{s}})^2}{(2)(1.0\ \text{s})}$$

$$= 9.0 \times 10^3\ \text{W} = 9.0\ \text{kW}$$

3.

$$e = \frac{W_o}{W_i} \times 100 = \frac{\frac{W_o}{t}}{\frac{W_i}{t}} \times 100$$

$$= \frac{P_o}{P_i} \times 100$$ لذا فإن $P_i = \frac{P_o}{e} \times 100$

$$= \frac{(9.0\ \text{kW} + 61\ \text{kW})}{80} \times 100$$

$$= 8.8 \times 10^4\ \text{W} = 88\ \text{kW}$$

القسم 2 مراجعة

30. a. عجلة ومحور، يعملان على زيادة حجم القوة

b. رافعة؛ تعمل على زيادة حجم القوة وتغيير اتجاهها

c. وتد؛ يعمل على زيادة حجم القوة وتغيير اتجاهها

d. **رافعة**؛ تعمل على زيادة حجم القوة وتغيير اتجاهها

31. $5.2 \times 10^3\ \text{N}$

32. 18

33. إما أن تزداد MA بينما تبقى IMA كما هي أو تنخفض IMA بينما تبقى MA كما هي أو تزداد MA بينما تنخفض IMA.

34. a. كبيرة

b. صغيرة، نظرًا لحركة الجنزير بشكل أقل فسيتطلب الأمر دورات قليلة للدواسة لكل دورة للعجلة.

c. أصغر

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

0141_0156_C09_718462.indd 151 8/19/2016 10:55:35 AM

نظرة عن كثب

ما عيوبها؟

سيقان اصطناعية للعدْو

نظرة عامة

الجهاز الاصطناعي للعدْو المحدد المذكور هنا يسمى Cheetah. في عام 2008، نشأ خلاف إثر رفض تأهل متسابق لديه بتر مزدوج للمنافسة في دورة الألعاب الأوليمبية في بكين عام 2008. استند الحكم إلى دراسة زعمت أنه تحت تأثير مضمار العدْو فإن العضو الاصطناعي Cheetah ينتج طاقة أكثر من مفصل الكاحل البشري الطبيعي — ومن ثمَّ فإنه يمنح العدّاء أفضلية على غير المبتورين. وقد رُفع الحظر لاحقًا عندما قرر الاتحاد الدولي لألعاب القوى أنه لا يوجد دليل كافٍ يؤكد أن Cheetah منح العدّائين أفضلية كاملة. أظهرت دراسة ثانية أن العدّائين ذوي الأطراف الاصطناعية لديهم نقص يتعلق بإنتاج القوة.

استراتيجيات التدريس

- أشر إلى المسألة التحفيزية لوضع قواعد التي تهدف إلى إنشاء مجال لعب متكافئ للمبتورين عن طريق أنواع مختلفة من الأطراف المتبقية. اطلب من الطلاب البحث عن أنواع مختلفة من المبتورين — طرف سفلي، طرف علوي، ثنائي، وفردي — وناقش كيف تضمن الهيئات المنظمة للسباق أن السباق الذي يتضمن جميع الأنواع المختلفة من الرياضيين يتسم بالعدالة.
- شجع الطلاب على معرفة المزيد عن الأنواع المختلفة من الأطراف الاصطناعية التي يستخدمها الرياضيون في الألعاب المختلفة. الأطراف الاصطناعية المخصصة للسباق الموصوفة هنا مثالية لأحداث المضمار والميدان ولكنها لا تتناسب مع السباقات الماراثونية للمشي أو العدو أو المشاركة في ألعاب رياضية مثل البيسبول أو كرة السلة.
- اطلب من الطلاب التعرف على هندسة الميكاترونيات الحيوية، وهي مجال يقوم فيه العلماء بدمج المستشعرات والآليات الروبوتية في أطراف اصطناعية وأعضاء بديلة أخرى.

لمزيد من التعمق >>>

النتائج المتوقعة يجب أن يناقش الطلاب كل أنواع المزايا والعيوب بالنسبة إلى الرياضيين. قد يرغب الطلاب في مقارنة هذا الجدل بالخلافات الواقعة حول ألعاب رياضية أخرى مثل مدى عدالة السماح للسباحين بالمنافسة وهم يرتدون ملابس سباق ذات تكنولوجيا فائقة أو ملابس أو معدات أخرى مُعززة للأداء في جميع أنواع المنافسات الرياضية.

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

0141_0156_C09_718462.indd 152 8/19/2016 10:55:35 AM

الوحدة 9 الإجابات

القسم 1

إتقان المفاهيم

35. الجول

36. لا، تتجه قوة الجاذبية باتجاه الأرض وتكون عمودية على اتجاه إزاحة تابع القمر الصناعي.

37. تؤثر الجاذبية والقوة العمودية الصاعدة فقط في الجسم. لا يتم بذل شغل لأن الإزاحة عمودية على هذه القوى. لا توجد قوة في اتجاه الإزاحة لأن الجسم ينزلق بسرعة ثابتة.

38. الشغل هو ناتج القوة والمسافة التي يتحرك خلالها الجسم في اتجاه القوة. القدرة هي المعدل الزمني الذي يتم خلاله بذل الشغل.

39. $kg \cdot m^2/s^3$

إتقان حل المسائل

40. 1×10^4 J

41. 59.9 kg

42. 2.75×10^4 N

43. 8.87×10^7 J

44. 126 W

45. 7.5 J

46. a. 9.00 kJ

b. 3.00 kW

47. 4.43×10^3 J

48. نعم، بسبب تطبيق القوة في اتجاه حركة جزازة العشب.

7.9×10^4 J

49. 36.2°

50. 2.0 kW

51. 518 J

52. 7.4×10^3 J

53. 1.20×10^4 J

54. a. 6.0×10^4 J

b. 7.4×10^4 J

55. 54.7 m

56. 9.0×10^1 kW

57. a. 8.0×10^2 J

b. 5.9×10^2 J

58. a. 3.4×10^2 J

b. -2.8×10^2 J

c. -1.3×10^2 J (الشغل المبذول مقابل الاحتكاك)

59. a. 25 N/m

b. 0.50 J

c. $W = \frac{1}{2}kd^2 = \frac{1}{2}(25\ \text{N/m})(0.20\ \text{m})^2 =$ 0.50 J

60. 0.80 J

61. a. إجمالي = 2.6×10^2 J

b. 1.3×10^2 W

62. a. 1.10×10^5 J

b. 3.14 kW

63. 3.7×10^2 W

القسم 2

إتقان المفاهيم

64. لا، $e \leq 100\%$

65. تقوم الدواسات بنقل القوة من الراكب إلى الدراجة من خلال العجلة والمحور.

إتقان حل المسائل

66. a. 3.0×10^2 N

b. 4.0×10^1 N

c. 6.0×10^3 J

d. 6.8×10^3 J

e. 3.5

67. 98 J

68. 0.24 m

69. ستتنوع الإجابات ولكن الصياغة التالية من النماذج الصحيحة للإجابة "تؤثر قوة ثابتة تبلغ 12.5 N في جسم يبلغ 6.0kg مما يزيد من سرعته من 0.05 m/s إلى 1.10 m/s. ما المسافة التي تؤثر فيها هذه القوة؟"

70. a. 4.00

b. 3.59

c. 89.8%

71. a. 3.5

b. 4.00

c. 88%

72. a. 61 N

b. 4.0

c. 82% ;3.3

73. 31.4 cm

74. 0.50 m/s

75. 1.64×10^4 J

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

0141_0156_C09_718462.indd 153 8/19/2016 10:55:35 AM

الإجابات

76. ستتنوع الإجابات. من الصياغات المحتملة للإجابة الصحيحة ما يلي: ". . إذا دفعه بقوة تبلغ 20 N لمسافة 7.0 m خلال 14.0 s، فما مقدار القدرة التي يوفرها؟

77. a.
$$W_{i1} = W_{o1} = W_{i2} = W_{o2}$$
$$W_{i1} = W_{o2}$$
$$F_{e1}d_{e1} = F_{r2}d_{r2}$$

بالنسبة إلى الآلة المركبة

$$IMA_c = \frac{d_{e1}}{d_{r2}}$$

$$IMA_1 = \frac{d_{e1}}{d_{r1}} \text{ و } IMA_2 = \frac{d_{e2}}{d_{r2}}$$
$$d_{r1} = d_{e2}$$
$$\frac{d_{e1}}{IMA_1} = d_{r1} = d_{e2} = (IMA_2)(d_{r2})$$
$$d_{e1} = (IMA_1)(IMA_2)(d_{r2})$$
$$\frac{d_{e1}}{d_{r2}} = IMA_c = (IMA_1)(IMA_2)$$
$$= (3.0)(2.0) = 6.0$$

b. 150 N

c. 2.0 cm

تطبيق المفاهيم

78. يتطلب كل منهما مقدار الشغل نفسه لأن مقدار القوة مضروبًا في المسافة هو المقدار نفسه.

79. تقوم ببذل شغل موجب على الصندوق لوقوع القوة والحركة في الاتجاه نفسه. تبذل الجاذبية شغلًا سالبًا على الصندوق لأن قوة الجاذبية معاكسة لاتجاه الحركة. هناك فاصل بين الشغل الذي تبذله والشغل الذي تبذله الجاذبية ولا يبطل واحد منهما الآخر.

80. صافي الشغل هو صفر. يتطلب حمل علبة كرتونية للطابق العلوي شغلًا موجبًا بينما يتطلب حملها إلى أسفل بذل شغل سالب. يكون الشغل المبذول في كلتا الحالتين متساويًا ومعاكسًا لأن المسافات متساوية ومعاكسة. قد يقوم الطالب بترتيب المدفوعات على أساس الوقت اللازم لحمل الأوراق، سواء لأعلى أو لأسفل، لا على أساس الشغل المبذول.

81. لا، تكون القوة المبذولة على الصندوق لأعلى والإزاحة حتى نهاية الردهة. إنهما متعامدان ولا يوجد شغل مبذول.

82. a. يبذل كلا الشخصين مقدار الشغل نفسه لأنهما يصعدان السلالم نفسها ولهما الكتلة نفسها.

b. الشخص الذي يصعد في 25 s يستهلك مزيدًا من القدرة نظرًا للحاجة إلى أقل وقت لقطع المسافة.

83. $P = \frac{W}{t}$، لكن $W = Fd\cos\theta$ لذلك فإن $P = \frac{Fd\cos\theta}{t}$ لأن

$$v = \frac{d}{t} = \frac{d_e}{t}$$
$$P = Fv\cos\theta$$

84. زيادة نسبة $\frac{d_e}{d_r}$ لزيادة نسبة IMA للآلة.

85. على افتراض وجود مدار دائري فإن القوة الناتجة عن الجاذبية تتعامد على اتجاه الحركة. هذا يعني أن الشغل المبذول يساوي صفرًا. ومن ثمَّ فلا يوجد تغير في الطاقة الحركية للكوكب ومن ثَمَّ فإن سرعته لا تزيد أو تقل. وهذا صحيح بالنسبة إلى المدار الدائري.

86. يجب أن تكون يدك بعيدة عن الرأس قدر الإمكان لجعل d_e كبيرة قدر الإمكان. يجب أن يكون الظفر قريبًا من الرأس قدر الإمكان لجعل d_r صغيرة قدر الإمكان.

87. تقليل الاحتكاك بأكبر قدر ممكن لزيادة قوة المقاومة.

مراجعة

88. كل منحدر: المسافة الرأسية فقط هي المهمة. إذا استخدمت "هيسا" منحدرًا أطول فستحتاج إلى قوة أقل. سيكون الشغل المبذول كما هو.

89. a. 5.5×10^3 J

b. $d = 0$، لذلك لا يوجد شغل

c. -5.5×10^3 J

d. لا، لم يبذل قوة لذلك لم يبذل شغلًا.

90. a. 9.5×10^2 N

b. 1.8×10^4 J

c. 2.2 kW

91. a. 1.04×10^3 J

b. 958 J

c. 92.1%

92. a. 681 N

b. 456 N، معاكس لاتجاه الحركة

c. -1.14×10^4 J

93. 58.7°

94. a. 57 W

b. 67 W

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

0141_0156_C09_718462.indd 154 8/19/2016 10:55:36 AM

التفكير الناقد

95. a. 6.1×10^{2} W

b. 1.2×10^{3} W

96. a. 1.5×10^{3} W

b. 3.0×10^{3} W

97. $W = 1.76\times10^{4}$ J. من الرسم البياني، الحد الأقصى للقدرة يبلغ 25 W عند 15 kg. يقدر الوقت بحوالي 12 دقيقة.

98. $W_c = W_e < W_b < W_a = W_d$

الكتابة في الفيزياء

99. تبلغ الكفاءة الإجمالية 15–30 بالمئة. تبلغ كفاءة ناقل الحركة حوالي 90 بالمئة. يبلغ احتكاك التدحرج في الإطارات حوالي 1 بالمئة (نسبة قوة الدفع إلى الوزن الذي تم تحريكه). يمكن تحقيق أكبر قدر من الكسب في المحرك.

100. ستختلف الإجابات. بعض الأمثلة تتضمن قيام شركة بتغيير اسمها من قدرة المستهلكين إلى طاقة المستهلكين دون تغيير منتجها وهو الغاز الطبيعي. لقد ظهرت عبارة "ليست طاقة فحسب، إنها القدرة!" في الصحف الشهيرة.

مراجعة تراكمية

101. 82 N

102. 1.02 m

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

0141_0156_C09_718462.indd 155 8/19/2016 10:55:36 AM

الإجابات

تدريب على الاختبار المعياري

اختيار من متعدد

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

إجابة حرة

8. $W_{pull} = Fd\cos(45°) = (200.0\ N)(5.0\ m)(0.71) = 7.1\times10^{2}\ J$; $P_{pull} = \frac{W_{pull}}{t} = \frac{(7.1\times10^{2}\ J)}{10\ s} = 71\ W$

معايير رصد الدرجات

سلم التقدير التالي نموذج لأداة تسجيل النتائج لأسئلة الإجابة الحرة.

النقاط	الوصف
4	يُظهر الطالب أن لديه فهمًا شاملًا للمبادئ الفيزيائية المتضمنة. وقد تتضمن الإجابة بعض الأخطاء البسيطة، إلا أنها لا تؤثر في إظهار الاستيعاب الشامل.
3	يبرهن الطالب على استيعابه للمبادئ الفيزيائية المتضمنة. والإجابة صحيحة بشكل أساسية وتثبت أن الطالب لديه فهم لأساسيات الفيزياء، لكن أقل من أن يوصف بأنه فهم شامل.
2	يُظهر الطالب أن لديه فهمًا جزئيًا للمبادئ الفيزيائية المتضمنة. وربما استخدم الطالب النهج الصحيح للتوصل إلى الحل أو ربما خرج بإجابة صحيحة، لكن عمله ينقصه فهم أساسي للمفاهيم الفيزيائية المتضمنة.
1	يُظهر الطالب أن فهمه للمبادئ الفيزيائية المتضمنة شديد القصور. فالإجابة غير تامة وتظهر بها الكثير من الأخطاء.
0	قدم الطالب حلًا خاطئًا بالكلية أو لم يجب على الإطلاق.

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

0141_0156_C09_718462.indd 156 8/19/2016 10:55:36 AM

الوحدة 10

الزخم وحفظه

نبذة عن الشكل

الزخم في الرياضة اطلب من الطلاب أن يتذكروا بعض المرات المميزة التي مارسوا فيها الرياضة. واطلب منهم أن يصفوها وفقًا للحركة في بعد واحد أو بعدين، بما في ذلك السرعة المتجهة والقوة والتسارع. وقد يساعد إنشاء رسم الطلاب على صياغة أسئلة يمكن الإجابة عنها باستخدام مفاهيم الزخم والدفع.

نظرة عامة على الوحدة

تناقش هذه الوحدة التغيرات في حركة جسم ما، وذلك بدراسة زخم الجسم قبل الدفع المؤثر فيه وبعده، إضافة إلى الشروط المطلوبة لحفظ زخم نظام ما.

قبل أن يبدأ الطلاب دراسة المواد الواردة في هذه الوحدة، يجب عليهم أن يدرسوا ما يلي:

- الحركة المتسارعة في بعد واحد
- إضافة المتجهات في بعد واحد
- إضافة المتجهات في بعدين
- الحركة الدائرية
- الكتلة والوزن
- قوانين نيوتن في الحركة
- الحركة المنتظمة في بعد واحد
- الكميات المتجهة والكميات القياسية

لحل المسائل الواردة في هذه الوحدة، يجب أين يكون الطلاب ملمّين بما يلي:

- تمثيل البيانات بيانيًّا
- الترميز العلمي
- الأرقام المعنوية
- جيب الزاوية وجيب تمام الزاوية وظل الزاوية
- حل المعادلات الخطية
- حل المعادلات التربيعية

تقديم الفكرة الرئيسة

كمية الحركة كان نيوتن ينظر إلى الزخم على أنه مفهوم أساسي وسماه "كمية الحركة". كيف يمكن تفسير هذه العبارة في الوقت الحالي؟ عندما يتحرك جسيمان متماثلان معًا بالسرعة المتجهة نفسها، تكون كمية الحركة لهما أكبر مما لو تحرك كل جسيم بمفرده.

استخدام التجربة الاستهلالية

في الأجسام المتصادمة، يمكن للطلاب إجراء تحقيق بشأن تفاعل الكرات المتماثلة في الحجم والمختلفة في الكتلة بعد التصادم.

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

(l)MIKE CLARKE/AFP/Getty Images, (r)Mikael Karlsson/Alamy

0157_0172_C10_718462.indd 157 8/19/2016 10:55:51 AM

القسم 1 الدفع والزخم

1 التقديم

نشاط محفِّز

قوة التصادم أسقط جسمًا ثقيلًا، مثل هذا الكتاب، على مكتبك، ثم أعد المحاولة ولكن بوضع وسادة على المكتب، وأسقط الكتاب عليها. اطلب من الطلاب استخدام معرفتهم السابقة وتسجيل الأشياء التي يمكن تحديدها عن طبيعة التصادم وتلك التي لا يمكنهم تحديدها. يمكنهم إيجاد كتلة الجسم ويجب أن يكونوا قادرين على حساب سرعته المتجهة لحظة اصطدامه بالمكتب. ويمكنهم أيضًا ملاحظة أن السرعة المتجهة بعد التصادم تكون صفرًا. ولكن بدون معرفتهم للزمن الذي استغرقه الجسم للتوقف، لا يمكنهم تحديد تسارع الجسم قبيل توقفه، ولا القوة التي أثر بها المكتب في الجسم أو العكس. ض م مرئي – مكاني

الربط بالمعرفة السابقة

قوانين الحركة سيستخدم الطلاب قانون الحركة الثاني لنيوتن لاستكشاف العلاقة بين الزخم والدفع. قد يحتاج الطلاب إلى مراجعة السرعة الزاوية قبل أن يتعرفوا على الزخم الزاوي.

2 التدريس

نظرية الدفع – الزخم

استخدم الشكل 1

يمكن للطلاب أن يتعرفوا على العلاقة بين القوة والدفع من خلال دراسة منحنى الجرس الموضَّح في **الشكل 1**. اطلب منهم إيجاد القوة العظمى. 1.47×10^4 N اسأل: هل من الممكن تحديد المدة التي استغرقها التصادم؟ نعم كيف؟ لاحظ أن الفترة الزمنية التي أثرت خلالها القوة في كرة البيسبول غير صفرية ($t = -1.5$ ms خلال $t = 1.5$ ms أو 3.0 ms). اشرح لهم أن أحد القياسات المهمة تتمثل في تحديد الفترة الزمنية عندما تكون القوة أكبر من نصف قيمتها العظمى. اطلب من الطلاب استخدام الرسم البياني لحساب الفترة الزمنية. ($\Delta t \approx 0.4$ ms $-$ (-0.4 ms) $= 0.8$ ms) اسأل الطلاب كيف يمكنهم تحديد قيمة تقريبية للدفع. المساحة أسفل المنحنى تمثل الدفع. ويمكن إيجادها بنسخ هذه المساحة على ورقة رسم بياني وعدّ المربعات، وإيجاد مساحة كل مربع وضرب الناتج في عدد المربعات. ويمكنهم أيضًا إيجاد مساحة المثلث الذي يكون رأسه عند القوة العظمى ويمس نقطتي منتصف القوة العظمى. اطلب من الطلاب مقارنة مساحة ذلك المثلث بالمساحة الصحيحة، 13.1 N•s. ستكون رأس المثلث عند (1.47×10^4 N, 0.0 ms) وسوف تكون نقاط قاعدته عند (-0.8 ms, 0.0 N) و(0.8 ms, 0.0 N). وسوف تكون مساحته (0.5)(القاعدة)(الارتفاع)، وهي (0.5)(0.0016 s)(14,700 N) = 12 N•s مرئي – مكاني ض م

تطوير المفاهيم

الزخم والسرعة المتجهة ساعد الطلاب على فهم الفرق بين الزخم والسرعة المتجهة من خلال كتابة المعادلة $\boldsymbol{p} = m\boldsymbol{v}$ على السبورة واطلب من الطلاب تحليلها.

تطوير المحتوى

الفكرة الرئيسة للتمييز بين الزخم والتغير في الزخم (الدفع)، اكتب ما يلي على السبورة:
$\boldsymbol{F}\Delta t = m\Delta\boldsymbol{v} = m(\boldsymbol{v}_f - \boldsymbol{v}_i) = m\boldsymbol{v}_f - m\boldsymbol{v}_i = \boldsymbol{p}_f - \boldsymbol{p}_i$. أكد أن الزخم والدفع كميتان متجهتان، أي أن لكل منهما مقدارًا واتجاهًا. اشرح أن نقاط الدفع تكون في نفس اتجاه التغير في الزخم.

استخدام تجربة الفيزياء

في التصادمات الملتحمة، يمكن للطلاب إجراء تحقيق بشأن ما يحدث لزخم الجسم في أثناء التصادم.

تطبيق الفيزياء

القوة المؤثرة على العدائين اطلب من الطلاب فحص أحذيتهم الرياضية لتحديد مقدار انضغاط النعل عندما تؤثر فيه قوة. اقترح تصميم آلية لفحص الأحذية بحيث تؤثر بقوة مقيسة على جسم بحجم الجزء المكور من القدم، وقس المسافة التي ينضغطها الحذاء بفعل تلك القوة. ويجب فحص القوى المقاربة لأربعة أمثال وزن الطالب. اطلب من الطلاب إجراء بحث حول نموذج الحذاء الذي يخفض كثيرًا من القوة المؤثرة في القدم عند الركض. يستطيع الطلاب جمع أحذية متنوعة لفحص أي نوع منها يعمل على تخفيض القوة المؤثرة في القدم كثيرًا.

عرض عملي سريع

الدفع

الوقت المقدَّر 5 دقائق

المواد غطاء سرير، بيضة نيئة

الإجراءات اصطحب طلابك إلى خارج البناية أو إلى مكان آمن يسهل تنظيفه. اطلب من اثنين من المساعدين إمساك غطاء السرير رأسيًا بينهما. واطلب من الطلاب أن يتوقعوا ما إذا كان باستطاعتك كسر البيضة بقذفها بكل ما أوتيت من قوة نحو غطاء السرير. ثم ارم البيضة النيئة بسرعة متجهة كبيرة في اتجاه مركز الغطاء. سيوقف غطاء السرير البيضة عادة دون أن يكسرها. اشرح أن غطاء السرير يوقف البيضة خلال فترة زمنية (Δt) أطول مما لو رميت البيضة على حائط من الطوب. وأكّد أن الفترة الزمنية الأطول Δt تعني أن القوة المؤثرة في البيضة تقل.

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

0157_0172_C10_718462.indd 158 8/19/2016 10:55:51 AM

خلفية عن المحتوى

دالة القوة كيف يمكن لشخص أن يطور دالة رياضية لقوة متغيرة (مثل تلك الموجودة في **الشكل 1**)؟
إحدى هذه الطرق هي تقريب القوة والتعامل معها بوصفها قوة ثابتة. ورياضيًا، هذا مكافئ لعمل مستطيل مساحته مساوية للمساحة أسفل منحنى رسم F–t البياني، وبالطبع، فإن شكل المستطيل لا يغير الدفع. وأحد الاختيارات هو أخذ متوسط القوة مساويًا للقوة العظمى وضبط الفترة الزمنية للحصول على المساحة الصحيحة. أما الاختيار الثاني فهو اختيار الفترة الزمنية، وهو أفضل تمثيل للفترة الزمنية التي أثرت خلالها القوة، ومن ثم ضبط القوة للحصول على المساحة الصحيحة. وبدون قياسات مفصلة للقوة كدالة للزمن، فإنه لا توجد طريقة واحدة صحيحة.

تحديد المفاهيم الخاطئة

الزخم والسرعة المتجهة الزخم ليس السرعة المتجهة نفسها. ففي جميع الأمثلة يرتبط الزخم مع السرعة المتجهة بنسبة ثابتة هي الكتلة. ولهذا السبب لا يرى بعض الطلاب سببًا ليكون لديهم كمية أخرى، لذا فإنهم يتعاملون مع الزخم كما لو كان سرعة متجهة. وسوف يكون الاختلاف أكثر وضوحًا بعد دراسة التصادمات.

اثراء

المتجهات صمِّم بعض التمارين حول طرح المتجهات باستخدام متجهات الزخم الابتدائي والنهائي. وأكد أن الفرق الناتج سيكون الدفع، مضمنًا بعض التمارين زخمًا ابتدائيًا أو نهائيًا يساوي صفرًا ومتجهي زخم ابتدائي ونهائي في الاتجاه نفسه وفي عكس الاتجاه.

د م مرئي – مكاني

مثال إضافي للحل في الصف

استخدام مع مثال المسألة 1.

مسألة افترض أن مسافرًا كتلته 85 kg يجلس في المركبة الموصوفة في مثال المسألة 1. احسب الدفع ومتوسط القوة اللازم لإيقاف الشخص والمركبة معًا في حالة قيام السائق بالضغط على المكابح برفق والضغط عليها فجأة.

الإجابة $p_i = (85\ \text{kg})(26\ \text{m/s})$

$p_i = 2.2\times10^3\ \text{kg·m/s};\ p_f = 0.$

لذا $F\Delta t = -2.2\times10^3\ \text{kg·m/s}$

وعندما $\Delta t = 21\ \text{s}$، فإن $F = -1.0\times10^2\ \text{N}$

وعندما $\Delta t = 3.8\ \text{s}$، فإن $F = -5.8\times10^2\ \text{N}$

نشاط مشروع الفيزياء

أحزمة الأمان والوسائد الهوائية كتوسيع لما تعلمه الطلاب عن الدفع والزخم، يمكنهم أن يستكشفوا كيف تعمل الوسائد الهوائية على تقليل القوى المؤثرة في تصادمات السيارات. اطلب منهم البحث عن مقاطع فيديو تبيِّن كيف أن انتفاخ الوسادة الهوائية "يخفف من حدة التصادم" على دمى اختبارات التصادم، وتنزيل هذه المقاطع. ويمكن للطلاب تطوير عروض توضيحية باستخدام عربة المختبر وراكب من الصلصال مع وضع استراتيجيات مختلفة لحماية الراكب عندما تصطدم العربة بحاجز. ويمكنهم تغطية الحافة الحادة للعربة بالمطاط لنمذجة لوحة عدادات مبطنة. ويمكن أن تمثل الأشرطة نماذج لأحزمة الأمان والبالونات نماذج للوسائد الهوائية. ويمكن لبعض الطلاب اختيار تزويد عرباتهم بمصدات مصنوعة من البوليسترين. ض م حسي حركي

نشاط مشروع الفيزياء

من معلم إلى معلم

فيزياء سقوط البيض اطلب من الطلاب أن يصمموا أوعية تحمي البيض الذي سيُسقَط من ارتفاعٍ كبيرٍ من الكسر، من قمة مطلع الدرج في المدرسة مثلًا. نظِّم كتلة كل وعاء حتى يكون التغير في زخم التصادم أو دفعه هو نفسه لكل وعاء. إن الهدف هو تقليل قوة التصادم على البيضة لحمايتها من الكسر. ويمكن للطلاب أن يفعلوا ذلك بزيادة زمن التصادم للبيضة داخل الوعاء لإنقاص القوة. ض م حسي حركي

الزخم الزاوي

نشاط

الدفع الزاوي يمكنك أن توضح الزخم الزاوي باستخدام كرسي مستدير يدور بحرية أو باستخدام عجلة دوارة لدراجة لها إطار منفوخ ومحور ممتد لسهولة التعامل معها. إذا استخدمت الكرسي المستدير، فقد يكون من الأفضل أن تجلس عليه في أثناء تدويره. وفي كلتا الحالتين، اسأل الطلاب كيف يمكن تدويرك أو تدوير العجلة. استخدم عزمًا مثل دفع جانب من المكتب بيدك إذا كنت على الكرسي الدائري أو بدفع المحور في حالة العجلة. اسأل الطلاب ماذا سيفعلون لزيادة سرعة الدوران. استخدام عزمًا أكبر خلال فترة زمنية أطول، أي زيادة الدفع الزاوي. ض م منطقي – رياضي

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

0157_0172_C10_718462.indd 159 8/19/2016 10:55:51 AM

تطوير المفاهيم

الزخم الزاوي مقابل السرعة الزاوية اطلب من الطلاب تعريف كل من الزخم الزاوي والسرعة الزاوية. الزخم الزاوي، زخم الجسم الدائر حول محور يساوي حاصل ضرب عزم القصور الذاتي للجسم في سرعته الزاوية. السرعة الزاوية هي معدل دوران الجسم حول المحور.

مناقشة

سؤال ما وجه الاختلاف بين الزخم الزاوي والسرعة الزاوية؟

الإجابة الزخم الزاوي للجسم يساوي حاصل ضرب السرعة الزاوية في عزم القصور الذاتي للجسم. ض م

التفكير الناقد

الأنظمة الدوارة وجّه الطلاب في عصف ذهني لتقديم أمثلة على الأنظمة الدوارة التي تحتوي على الزخم الزاوي. اطلب منهم رسم أمثلة من الحياة اليومية ومن الطبيعة، فكّر في أمثلة من مجالات مثل الفلك وعلم الأرصاد الجوية والرياضة. تتضمن الأمثلة على الأنظمة الدوارة المجرات والأنظمة الشمسية والأرض وغيرها من الكواكب والعواصف مثل الأعاصير البحرية والأعاصير القمعية ومناطق الضغط العالي والمنخفض والدوامات ودوارات الهواء والكرات الدوارة والمضارب ولاعبي الجمباز والغطاسين والعجلات الدوارة والأبواب الدوارة والمثقاب وأنصال المنشار الدوارة. ف م

نشاط

تطبيقات الدوران يستطيع الطلاب ربط ما تعلموه عن الزخم الزاوي بالحياة اليومية من خلال البحث عن طُرز مختلفة من المركبات الرياضية وسيارات الجيب وغيرها من المركبات لتقييم سلامتها. اقترح أن يأخذوا في الاعتبار كيفية تعامل المركبات مع المنحنيات الحادة عند التحرك بسرعات عالية أو حتى متوسطة. اطلب من الطلاب اختيار المركبة التي يعتقدون أن تصميمها هو الأنسب للميل في الزوايا الكبيرة. يمكنهم أيضًا اختيار تصميم غير مناسب. اطلب منهم أن يحددوا الطُرز الأكثر عرضة للانقلاب. اطلب من الطلاب إعداد تقرير سلامة لأحد الطُرز، بحيث يوضح التقرير مركز كتلة المركبة وقاعدتها ونقطة الدعم ومحور الدوران. إذا كان الوقت يسمح بذلك، اطلب من الطلاب تقديم أبحاثهم إلى الصف وأن يشرحوا كيف صُمِّمت المركبة التي اختاروها بحيث تراعي السلامة وكيف تحافظ على ثباتها عند الانعطاف أو الميل.

ض م مرئي – مكاني

3 التقييم

تقييم الفكرة الرئيسة

ممثل بديل كتلته 100.0 kg سقط من سطح مبنى قبل الاصطدام بحشوة مملوءة بالهواء أوقفت سقوطه خلال 0.75 s. فإذا كانت سرعته المتجهة لحظة وصوله إلى الحشوة هي 14 m/s−، فما الدفع المؤثر عليه؟ 1400 N•s
ما متوسط القوة التي أثرتها الحشوة في الممثل؟ 1900 N

التأكد من الفهم

دفع الارتداد ارمِ كرة نحو الأرض حتى ترتد عنها. اطلب من الطلاب عمل رسم تخطيطي للزخم الابتدائي والزخم النهائي والدفع. اسأل الطلاب عن الذي ينتج الدفع. الأرض اطلب من الطلاب مقارنة الدفع على كرتين مختلفتين في الكتلة. تصطدم الكرتان بالأرض بالسرعة المتجهة نفسها، ولكن الكرة الأكبر كتلة سوف يكون لها زخم أكبر، لذا سوف يكون لها دفع أكبر. ض م

توسع

الدفع النوعي أفسح المجال للطلاب المهتمين بالصواريخ ليوضحوا لأقرانهم كيف أن الدفع والزخم يدخلان في تشغيل الصواريخ.
الدفع النوعي لداسر الصاروخ هو مقياس تقريبي لسرعة خروج الداسر من الجزء الخلفي للصاروخ. يُعد التسارع عاملًا مهمًا في الرحلات الفضائية ويحدد التسارع من خلال الدفع؛ فكلما كانت سرعة العادم الغاز الخارج من العادم أكبر كان الدفع النوعي أكبر. وفي تصميم الصواريخ ذات الداسر الكيميائي، لا يكون الهدف هو تقليل كمية الوقود ولكن زيادة الدفع (ومن ثم القوة) لكل وحدة وقود محترق. ف م منطقي – رياضي

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

0157_0172_C10_718462.indd 160 8/19/2016 10:55:51 AM

القسم 1 الإجابات

التأكد من فهم النصوص والصور

التأكد من فهم الشكل، كتاب الطالب ص 241

عندما يمدد ذراعيه، يبعد كتلته عن محور الدوران. وهذا يؤدي إلى زيادة عزم القصور الذاتي ويقلل السرعة الزاوية حتى يقفز مباشرة في الماء.

التأكد من فهم النص، كتاب الطالب ص 241

إن وضع انثناء الوركين والركبتين يزيد من السرعة الزاوية للغطاس من خلال تقريب كتلته من محور الدوران حتى يتناقص عزم القصور الذاتي.

مسائل تدريبية

كتاب الطالب ص 239

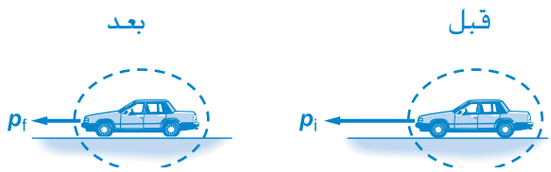
1.

a. 2.32×10^{4} kg•m/s باتجاه الشرق

b. 38.4 km/h باتجاه الشرق

2. a. 1.0×10^{4} N•s باتجاه الغرب

b.



1.3×10^{4} kg•m/s باتجاه الشرق، 65 km/h باتجاه الغرب

3. a. 2.7 m/s في اتجاه السرعة المتجهة الأصلية نفسه

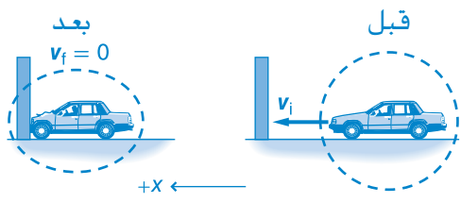
b. 1.3 m/s في اتجاه السرعة المتجهة الأصلية نفسه

4. a.

b. 5.28×10^{3} kg•m/s

c. 88.0 N

5.



a. 7.8×10^{3} N في الاتجاه المعاكس للحركة

b. 8.0×10^{2} kg؛ ومثل هذه الكتلة لا يمكن رفعها لأنها ثقيلة. لذا لا يمكنك إيقاف جسمك بأمان بواسطة ذراعيك.

مسائل تدريبية

كتاب الطالب ص 243

6. 18 s

7. 63 rad/s; 0.033 N•m

8. 2.45 N•m•s; 1.02 N•m

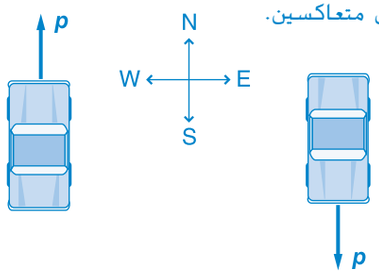
9. 31 rad/s; 1.9 N•m•s

القسم 1 مراجعة

كتاب الطالب ص 243

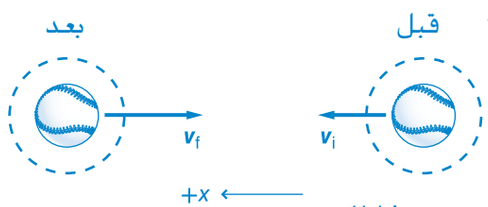
10. لقطرة المطر المتساقطة زخم أكبر. زخم الشاحنة يساوي صفرًا لأن سرعتها المتجهة تساوي صفرًا.

11. نعم. فالزخم كمية متجهة ويكون زخم السيارتين في اتجاهين متعاكسين.



12. لقد قللت القوة بزيادة الفترة الزمنية التي استغرقتها لإيقاف حركة جسمك.

13. a.

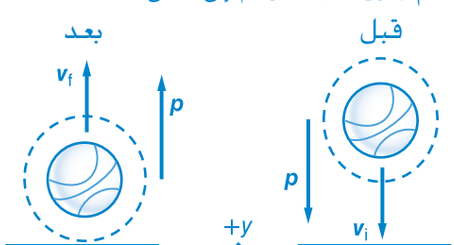


b. −11.1 kg•m/s

c. −11.1 N•s

d. -1.4×10^{4} N

14. لا. يكون التغيير في الزخم إلى أعلى؛ فقبل أن تصطدم الكرة بالأرض يكون متجه الزخم إلى أسفل. وبعد التصادم يكون متجه الزخم إلى أعلى.



15. لا يوجد عزم أثر فيه؛ فقد أدى سحب ذراعيه إلى تقليل عزم قصوره الذاتي؛ ولم يتغير الزخم الزاوي وازدادت سرعته الزاوية.

16. تنتج السهام المرتدة عن الهدف دفعًا أكبر، لأن لها زخمًا في الاتجاه المعاكس عند ارتدادها.

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

0157_0172_C10_718462.indd 161 8/19/2016 10:55:52 AM

1 التقديم

نشاط محفِّز

كرات نيوتن المعلقة المهتزة أحضر أداة نيوتن التي تتكون من كرات معلقة قابلة للاهتزاز، على أن تحتوي على ست أو سبع كرات فولاذية معلقة على قضيبَين معدنيين متوازيين. اسحب الكرات إلى الخارج ما عدا كرتين، ثم اسحب واحدة من الكرتين ودعها تصطدم بالأخرى. اطلب من الطلاب وصف التصادم. كرر التجربة ولكن دع كرة واحدة تصطدم بثلاث كرات هذه المرة. قبل أن تترك الكرة اطلب من الطلاب أن يتوقعوا نتيجة التصادم على النظام. د م مرئي – مكاني

الربط بالمعرفة السابقة

قوانين نيوتن في الحركة يربط هذا القسم بين القانونين الأول والثالث لنيوتن في الحركة وبين حفظ الزخم؛ حيث تتطلب التصادمات في بعدين جمع المتجهات. وسيستخدم الطلاب ما تعلموه عن الحركة المتسارعة والسرعة الزاوية والزخم الزاوي وديناميكا الدوران لفهم قانون حفظ الزخم الزاوي.

2 التدريس

تصادم جسمين

تحديد المفاهيم الخاطئة

نظام الأجسام اسأل الطلاب عن صحة أن النظام يتكون من جسم واحد فقط. لا؛ فالنظام يمكن أن يحتوي على أكثر من جسم حتى لو لم تكن الأجسام متلامسة. صف لهم نظام الأرض – القمر وكيف يتحرك الجسمان في مدار حول الشمس كنظام واحد رغم أن الأرض والقمر ليسا مرتبطين ماديًا ويتحرك كل منهما بالنسبة إلى الآخر. ولا يُعد نظام الأرض – القمر نظامًا معزولًا بسبب الدور الذي تؤديه الشمس.

الزخم في نظام مغلق معزول

مناقشة

سؤال كيف ترتبط قوانين نيوتن في الحركة مع النظام المغلق المعزول لجسمين متصادمين؟

الإجابة يتبع الجسمان قانون الحركة الثالث لنيوتن عند تصادمهما، فكل جسم يؤثر في الآخر بقوة أثناء التصادم، وتكون القوتان متساويتين في المقدار ومتعاكستين في الاتجاه. يستمر الجسمان في الحركة ملتحمين. وإذا استطعت تحديد مركز الكتلة في النظام، فسترى أنه يتحرك بسرعة متجهة ثابتة قبل التصادم وخلاله وبعده، وفقًا لقانون الحركة الأول لنيوتن. ض م

مثال إضافي للحل في الصف

استخدام مع مثال المسألة 3.

مسألة تتحرك سيارة كتلتها 1875 kg بسرعة 23 m/s فتصطدم بسيارة أخرى كتلتها 1025 kg متحركة بسرعة 17 m/s في اتجاه معاكس للسيارة الأولى. التحمت السيارتان وتحركتا على الجليد. ما سرعة السيارتين الملتحمتين بعد التصادم؟

الإجابة إذا كانت $v_{Di} = -17\ m/s$. فإن

$$v_f = \frac{(1875\ kg)(23\ m/s) + (1025\ kg)(-17\ m/s)}{1875\ kg + 1025\ kg} = 8.9\ m/s$$

. لاحظ أن هذه السرعة أبطأ من تلك التي يكون فيها التصادم عند الطرف الخلفي كما في المثال.

نشاط مشروع الفيزياء

من معلم إلى معلم

درع القوة ضع جسمًا كبيرًا في يدك، ثم اضربه بمطرقة صغيرة. وبيِّن للطلاب أن هذه الضربة لم تؤذِ يدك؛ وذلك بفعل حفظ الزخم؛ فكتلة الجسم الموضوع في يدك كبيرة مقارنة بكتلة المطرقة، مما يسبب تحول سرعة المطرقة المتجهة الكبيرة إلى سرعة متجهة صغيرة للجسم عند التصادم، لذا لا تضر يدك. ض م منطقي – رياضي

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

0157_0172_C10_718462.indd 162 8/19/2016 10:55:52 AM

الارتداد

استخدام تجربة الفيزياء

في تصادم العربات، يمكن للطلاب استخدام كاشف الحركة لدراسة ما سيحدث لزخمَي العربتين عند اصطدامهما.

استخدام التجربة المصغرة

في **ارتفاع الارتداد** يستطيع الطلاب ملاحظة كيف تؤثر الكتلة والسرعة المتجهة في زخم كرة مرتدة.

الفيزياء في الحياة اليومية

البقعة المثلى تُصمَّم مضارب التنس لزيادة السرعة المتجهة التي تكتسبها الكرة ومساعدة اللاعب على التحكم في اتجاه الكرة، ويساعد التصميم أيضًا على تقليل قوة المضرب المؤثرة في يد اللاعب. ويستخدم اللاعبون مصطلح البقعة المثلى للدلالة على الموقع الملائم لضرب الكرة بالمضرب. فضرْب الكرة عند البقعة المثلى، يقلل اهتزازات المضرب ذات التردد العالي. كما تمثل البقعة المثلى المنطقة التي يكون عندها معامل الارتداد (COR) مرتفعًا. ويُقاس معامل الارتداد من خلال إسقاط الكرة على مضرب محمول بثبات. ومعامل الارتداد هو النسبة بين مقدار سرعة الكرة المتجهة لحظة ارتدادها من المضرب إلى مقدار سرعتها قبل أن تصطدم به.

التدريس المتمايز

ضعاف البصر يمكن أن يشعر الطلاب بارتداد البالون. انفخ بالونًا وأعطه إلى أحد الطلاب. تأكد أن الطالب يمسك بفوهة البالون جيدًا حتى لا يخرج الهواء منه، ثم دعه يضع الجهة المعاكسة من البالون على راحة يده، واطلب منه أن يفتح فوهة البالون لينطلق الهواء منه. يجب أن يشعر الطالب بقوة الهواء الخارج من البالون على يده. حيث يندفع البالون إلى الأمام بفعل قوة الهواء على مقدمة البالون. ض م حسي حركي

الدفع في الفضاء

تحديد المفاهيم الخاطئة

دفع الصاروخ عندما بدأ روبرت غودارد تجاربه على الصواريخ، قالت صحيفة مشهورة آنذاك إن تجاربه محكوم عليها بالفشل، لأنه كما يعلم أي طالب في المرحلة الثانوية حينئذ، أن الصاروخ لا يتحرك إلا إذا قامت الغازات المقذوفة بدفع الهواء، وأنه لا يوجد هواء في الفضاء، فكيف ستتحرك الصواريخ إذًا؟ وقد كانت الصحيفة مخطئة تمامًا؛ فالغازات المقذوفة من الصاروخ لا تدفع الهواء، وإنما تدفع الصاروخ نفسه، فيتقدم الصاروخ إلى الأمام ويتسارع بدفع الغازات له.

مثال إضافي للحل في الصف

استخدام مع مثال المسألة 4.

مسألة ماذا لو كانت كتلة رائد الفضاء نفسه في مثال المسألة 4 تساوي 62 kg فقط؟ كم تصبح سرعته النهائية؟

الإجابة يمكن استخدام التحليل نفسه والمعادلة الأخيرة ولكن بكتلة مختلفة:

$$v_{Cf} = \frac{-m_D v_{Df}}{m_C}$$

$$= \frac{-(0.035\,kg)(-875\,m/s)}{62\,kg}$$

$$v_{Cf} = +0.49\ m/s$$

التصادمات في بعدين

التدريس المتمايز

الطلاب دون المستوى تقدم التصادمات في بُعدين للطلاب الذين يعانون مشكلة مع القوى في بُعدين فرصة ثانية ليتعلموا كيفية التعامل مع المتجهات. سيميل معظم الطلاب إلى جمع الزخم كما يتعاملون مع الكميات القياسية. وبعضهم سيجد أن التعامل مع الطرق الرسومية أسهل في الفهم، بينما يجد الذين لا يتعلمون مرئيًا أن التعامل مع الطرق الجبرية أسهل. اختر الطريقة التي تتناسب مع أسلوب تعلم الطلاب. كوّن مجموعة ثنائية من طالبَين ذوي قدرات مختلفة واطلب منهما حل المسألة نفسها ومقارنة إجابتيهما وتعليم بعضهما كيف يحلان المسألة بأسلوبهما الخاص. تعلم تعاوني

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

0157_0172_C10_718462.indd 163 8/19/2016 10:55:52 AM

استخدم الشكل 12

اطلب من الطلاب تصميم رسومات للجسم الحر عند التصادم. يمكنهم أن يحوّلوا الشكل إلى ورقة عمل، ثم يقيسوا أطوال وزوايا متجهات الزخم. اشرح لهم أنه يمكنهم تحريك المتجهات في أنحاء الصفحة ما دامت أطوالها واتجاهاتها لا تتغير. ثم اطلب منهم التحقق مما إذا كان مجموع المتجهين للزخم النهائي يساوي الزخم الابتدائي للكرة C (لأن الكرة D كانت ساكنة في البداية). ض م مرئي – مكاني

المهن

خبير تمثيل الحادث يتطلب التحقق في حوادث السيارات فهم التصادمات والاحتكاك وقوانين نيوتن في الحركة. فخبراء تمثيل الحوادث يعملون بطرق مختلفة لتحديد أسباب حوادث السيارات مستخدمين أدلة مثل أثر الإطارات على الطريق. تتضمن المسائل التدريبية في هذا القسم بعض تقنياتهم. وقد جرت العادة على استدعاء خبراء تمثيل الحوادث بصفتهم شهودًا وخبراء في المحاكم. وفي السنوات الأخيرة، ساهمت المعدات المتخصصة في جمع البيانات وبرامج الحاسب في تسهيل عملهم. ولقد شكَّل هؤلاء الخبراء العديد من المنظمات المتخصصة تساعدهم على تحسين مهاراتهم وتبادل المعلومات. كما تعمل الكليات الأهلية والجامعات على تقديم برامج تدريب قصيرة للمحققين.

مثال إضافي للحل في الصف

استخدام مع مثال المسألة 5.

مسألة تحركت سيارة C كتلتها 975 kg جنوبًا بسرعة 22.5 m/s، فاصطدمت بشاحنة D كتلتها 2165 kg متحركة غربًا بسرعة 17.5 m/s. فالتحمتا معًا. في أي اتجاه بالنسبة إلى الجنوب وبأي سرعة ستتحركان بعد التصادم؟

الإجابة $m_C = 975\ \text{kg}, m_D = 2165\ \text{kg}$

$v_{Ci,y} = -22.5\ \text{m/s}, v_{Di,x} = -17.5\ \text{m/s}.$

$p_{f,y} = p_{i,y} = m_C v_{Ci,y} = (975\ \text{kg})(-22.5\ \text{m/s})$

$= -2.19 \times 10^4\ \text{kg·m/s}$

$p_{f,x} = p_{i,x} = m_D v_{Di,x} = (2165\ \text{kg})(-17.5\ \text{m/s})$

$= -3.79 \times 10^4\ \text{kg·m/s}$

$p_f = 4.38 \times 10^4\ \text{kg·m/s}, v_f = p_f/(m_C + m_D)$

$= 13.9\ \text{m/s}$

$\theta = \tan^{-1}(p_{f,x}/p_{f,y})$

$= \tan^{-1}\left(\frac{-3.79 \times 10^4\ \text{kg·m/s}}{-2.19 \times 10^4\ \text{kg·m/s}}\right)$

$\theta = 60.0°$ غرب الجنوب

استخدام التجربة المصغرة

في الزخم، يمكن للطلاب أن يستخدموا قانون حفظ الزخم لتحديد السرعة المتجهة لجسم ما بعد التصادم.

تطوير المفاهيم

الفكرة الرئيسة تُمثل "فرضية السديم" نموذجًا يحاول شرح تكوين النظام الشمسي ويلقى قبولًا واسع نطاق. ففي هذا النموذج، تنهار سحابة غازية ضخمة من تلقاء نفسها بفعل الجاذبية. ولأن الزخم الزاوي محفوظ، فإن السرعة الزاوية الكلية للسحابة الغازية تزداد أثناء انكماشها. في الواقع، يقتضي حفظ الزخم الزاوي أن معظم الأجسام الكونية، بما فيها النجوم والمجرات والثقوب السوداء، في حالة دوران مستمر.

عرض عملي سريع

تغير عزْم القصور الذاتي

الوقت المقدَّر 10 دقائق

المواد كرسي دوار، قالبان ثقيلان

الإجراءات اجلس على كرسي حاملًا القالبين على مقربة من جسدك. واطلب من أحد الطلاب أن يُديرك بلطف. مُدَّ ذراعيك وأعدهما. ناقش ما يحدث في ما يتعلق بحفظ الزخم الزاوي والتغيرات في عزْم القصور الذاتي. كيف يؤثر هذا في ω، السرعة الزاوية؟ عندما يقلّ عزْم القصور الذاتي (I) – الذراعان في وضع قريب – تزيد السرعة الزاوية (ω) وتدور أنت بشكل أسرع. يزيد عزْم القصور الذاتي عند امتداد الذراعين وتقل السرعة الزاوية وتدور أنت ببطء أكثر.

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

0157_0172_C10_718462.indd 164 8/19/2016 10:55:52 AM

خلفية عن المحتوى

الأجسام الدوارة مقابل الأجسام المغزلية الحركة يمثل الزخم الزاوي إحدى الخصائص التي تُستخدم لوصف الجسم المتحرك حول محوره. ولأن الزخم الزاوي يعتبر كمية متجهة، فإن الوصف الكامل يتضمن كلًا من المقدار والاتجاه. يُرمز للزخم الزاوي لجسم دوار بالرمز mvr. حيث m كتلة الجسم وv مقدار سرعته الخطية وr المسافة بين المركز والمدار. يمكن التعبير عن الزخم الزاوي باستخدام $I\omega$ حيث $I = mr^2$ و$\omega = v/r$. كما يمثل الزخم الزاوي للجسم مغزلي الحركة بالرمز $I\omega$.

اثراء

حفظ الزخم الزاوي اطلب من الطلاب كتابة وصف للزخم الزاوي بأسلوبهم الخاص. يجب أن تربط أوصافهم الزخم الزاوي بعزْم القصور الذاتي والسرعة الزاوية. كما يجب أن تشرح أوصافهم كيفية حفظ الزخم الزاوي. مثال للإجابة: يعتمد الزخم الزاوي على السرعة الزاوية وعزْم القصور الذاتي. يكون الزخم الزاوي محفوظًا في ظل انعدام محصلة العزوم الخارجية على الجسم في النظام. د م

لغوي

التفكير الناقد

إضافة كتلة إلى النظام الدوار اطلب من الطلاب أن يتخيلوا أنهم يجرون تجربة مختبرية لحفظ الزخم. هب أنهم يستخدمون قرصًا يدور بسرعة 25 rad/s وعزْم قصوره الذاتي يساوي $2.5\ kg{\cdot}m^2$. ثم يقومون بإسقاط حلقة معدنية على القرص الدوار ليتوافق مركزها مع مركز القرص الدوار، بعدها يلاحظون أن السرعة النسبية الجديدة أصبحت 18 rad/s. افترض أن الزخم الزاوي محفوظ وأن الحلقة المعدنية لم تكن تدور في البداية. واسأل الطلاب عن مقدار عزْم القصور الذاتي. الزخم الزاوي الابتدائي والنهائي $= (2.5\ kg{\cdot}m^2)(25\ rad/s)$ $63\ kg{\cdot}m^2/s$. وحيث إنك تعرف السرعة المتجهة النهائية، فستجد أن $I = L/\omega = (63\ kg{\cdot}m^2/s)/(18\ rad/s) = 3.5\ kg{\cdot}m^2$. ومن ثم يكون مقدار عزْم القصور الذاتي المضاف $1.0\ kg{\cdot}m^2$. ف م

مرئي – مكاني

3 التقويم

تقويم الفكرة الرئيسة

حفظ الزخم تخيل أن متزلجَين على الجليد تصادما على حلبة تزلج جليدية. فما الظروف التي يجب أن تتوفر قبل التصادم لكي تتوقف حركة كل منهما بعد التصادم؟ يجب أن يكون للمتزلجَين زخمين متساويان في المقدار ومتعاكسان في الاتجاه. وإذا كان لكلا المتزلجَين الكتلة نفسها، فيجب أن يتحركا بالسرعة نفسها في اتجاهين متعاكسين. هل يمكن أن تتوقف حركة أحد المتزلجَين قبل التصادم؟ لا، ففي هذا الحالة، سيتحرك أحدهما أو كلاهما بعد التصادم.

التأكد من الفهم

تناسب الزخم اطلب من الطلاب استخدام مبدأ حفظ الزخم لتقدير مقدار الزخم الخطي الذي تكتسبه الأرض عندما يقفز شخص في الهواء. نموذج الإجابة: إذا قفز شخص إلى أعلى مسافة 0.80 m، فإن سرعته المتجهة عندما يترك الأرض ستكون 4.0 m/s. وإذا كانت كتلة الشخص 60.0 kg، فسيكون زخمه $240\ kg{\cdot}m/s$.

اطرح على الطلاب الأسئلة التالية. ما التغير الذي سيحدث لسرعة الأرض المتجهة؟ إن كتلة الأرض تساوي 6.0×10^{24} kg، لذا يجب أن تكون سرعتها المتجهة 4.0×10^{-23} m/s. ما التغير الذي سيحدث لسرعة الأرض المتجهة لو أن مليون شخص في مدينة نيويورك قفزوا معًا؟ سيكون التغير في السرعة 4.0×10^{-17} m/s.

ض م

منطقي – رياضي

توسع

الأرض المتباطئة اطلب من الطلاب إجراء بحث حول كيفية تغير الزخم الزاوي للأرض بسبب دورانها مع مرور الزمن وسبب هذا التغير. عليك أن تدرك أن هذه المسألة معقدة جدًا. تحدث التغيرات بسبب التفاعلات مع الغلاف الجوي والمحيطات والثلوج المنصهرة والتوهج الشمسي. ينبغي على الطلاب أيضًا أن يأخذوا بعين الاعتبار عوامل أخرى تؤثر في تباطؤ الأرض؛ منها على سبيل المثال، تناقص البروز عند خط الاستواء، ودوران لب الأرض المنصهر بسرعة أكبر قليلًا من الأرض. ف م

لغوي

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

0157_0172_C10_718462.indd 165 8/19/2016 10:55:53 AM

القسم 2 الإجابات

التأكد من فهم النصوص والصور

التأكد من فهم الشكل

يتبيَّن من الرسم أن القوتين اللتين تؤثر بهما الكرتان متساويتان في المقدار ومتعاكستان في الاتجاه. وحيث إن الدفع يساوي حاصل ضرب القوة في الفترة الزمنية، ولأن الفترتين الزمنيتين متساويتان، لذا يجب أن يكون الدفعان متساويين في المقدار ومتعاكسين في الاتجاه أيضًا.

التأكد من فهم النص

لا يكتسب النظام المغلق كتلة ولا يفقدها. يكون النظام معزولًا إذا كانت محصلة القوى الخارجية التي تؤثر فيه تساوي صفرًا.

التأكد من فهم الشكل

بالرغم من أن القوى المؤثرة في الصبي الأطول وصديقه متساوية في المقدار، فإن للصبي الأكبر تسارعًا أقلّ؛ وهو ما يعني، وفقًا لقانون الحركة الثاني لنيوتن، أن كتلته هي الأكبر.

التأكد من فهم الشكل

ستتحرك الكرة الأكبر في الكتلة مسافة أقلّ، وستتحرك الكرة الأقل في الكتلة مسافة أطول.

التأكد من فهم الشكل

لا يوجد عزم غير متوازن يؤثر في النحلة إلا إذا دارت بميل.

التأكد من فهم النص

أثناء دوران الأرض، تؤثر الشمس فيها بعزم، مما يسبب دورانها حول محورها.

مسائل تدريبية

17. 1.1 m/s
18. 0.034 m/s
19. 1.2×10^3 m/s
20. 2.8 m/s
21. 6.7 m/s
22. 2.0 m/s في الاتجاه المعاكس

مسائل تدريبية

23. 7.91 m/s
24. 9.0 cm/s نحو اليمين
25. 2.8 m/s في الاتجاه المعاكس

مسائل تدريبية

26. 11.2 m/s، بزاوية 36.6° شمال غرب
27. 18.1 m/s، بزاوية 15.9° جنوب شرق
28. 22.1 m/s؛ نعم، لقد كانت متجاوزة لحد السرعة.
29. 3.5 m/s، بزاوية 30.0° نحو اليمين، و2.0 m/s، بزاوية 60.0° نحو اليسار

مسألة تحفيزية في الفيزياء

1. 2.0×10^1 m/s
2. 3.0×10^1 m/s؛ لم تتجاوز الصديقة حد السرعة 22 m/s، بينما تجاوزته السيارة الأخرى.

القسم 2 مراجعة

30. تتمركز معظم كتلة القرص في الحافة الخارجية، والتي بموجبها يزداد عزْم القصور الذاتي. ولذا، عندما يدور القرص بحركة مغزلية، يكون زخمه الزاوي أكبر منه إذا ما زاد تمركز الكتلة بالقرب من مركز القرص. وبزيادة الزخم الزاوي، يتطاير القرص في الهواء بثبات أكبر.
31. a. 3.13 m/s
    b. 1.25 m/s
32. لا، لأن كتلة المضرب أكبر كثيرًا من كتلة الكرة، ويتطلب تغيرًا صغيرًا في سرعته المتجهة. بالإضافة إلى أن المضرب محمول بكتلة كبيرة وهي الذراع المتحركة المرتبطة مع الجسم المتصل بالأرض. لذا، فإن المضرب والكرة لا يشكلان نظامًا معزولًا.
33. يأتي الزخم الرأسي من قوة دفع الأرض للزانة. تكتسب الأرض زخمًا رأسيًا متساويًا في المقدار ومتعاكسًا في الاتجاه.
34. لأن زخمهما النهائي يساوي صفرًا، فإن زخميهما الابتدائيين متساويان في المقدار ومتعاكسان في الاتجاه.
35. a. في الحالة الأولى، تكوّن أنت والكرة ولوح التزلج نظامًا معزولًا، وفي الحالة الثانية، تدخل الأرض في النظام.
    b. في الحالة الأولى، يكون الزخم مشتركًا، وفي الحالة الثانية، تدخل كتلة الأرض الضخمة في النظام، بينما يتم إهمال التغير في السرعة المتجهة.

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

0157_0172_C10_718462.indd 166 8/19/2016 10:55:53 AM

نظرة عن كثب

حريق في السماء

الخلفية

بالنسبة إلى الأجرام القريبة من الأرض، يكون لحجمها أهمية كبيرة؛ فالجرم الذي عرضه أقل من 40 m، يكون من المرجح احتراقه في الجو دون أن يشكِّل خطرًا محتملًا. وأما ما يصل عرضه إلى 1 km، فسيكون له زخم كافٍ عند التصادم ليسفر عن دمار محلي هائل. وأما الأجسام التي يزيد قطرها عن 2 km، فقد تسبب مشكلات كبيرة عبر أنحاء العالم، فعندما يحترق حطامها في الجو يتغير المناخ العالمي. وقد يؤدي "الشتاء المظلم" إلى حدوث مجاعة حيث تموت كافة المحاصيل في جميع أنحاء العالم بسبب فقد ضوء الشمس الكافي.

استراتيجيات التدريس

- لإعطاء الطلاب فكرة عن الحجم، اطلب منهم البحث عن مقدار نصف قطر الأرض (حوالي 12,700 km). ثم اطلب منهم حساب حجم النموذج الحجمي لكويكب كروي قطره 10 km إذا كان نموذج الأرض يتمثل في كرة سلة (قطرها حوالي 24 cm). سيكون قطر نموذج الكويكب حوالي 0.02 cm.
- اشرح أنه سواء أكان انقراض الديناصورات قد حدث أثناء اصطدام تشيكسولوب أم لا، فإن ثمة شيء مؤكد، ألا وهو حدوث التصادم الذي أسفر بشكل كبير عن دمار شامل. ويقدر العلماء تأثير اصطدام الكويكب بالأرض بما يعادل تأثير انفجار 300 مليون سلاح نووي.

لمزيد من التعمق >>>

النتائج المتوقعة تُعد فرضية "الاصطدام العملاق" لتكوُّن القمر هي الفرضية الأكثر قبولًا بشكل عام، ولكن توجد غيرها. ففرضية الانشطار التي تنص على أن المادة المكوِّنة للقمر انفصلت عن قشرة الأرض نفتها حقيقة أن القمر لا يدور حول الأرض تمامًا في مستواها المداري. وتشير الدراسات الخاصة بتكوين القمر إلى أن عمره أصغر من عمر الأرض بحوالي 100 مليون سنة، لذلك فإن فرضية الاصطدام هي المرجحة أكثر. كما يدعم ارتفاع الزخم الزاوي لنظام الأرض – القمر وحقيقة أن القمر يتحرك ببطء بعيدًا عن الأرض فرضية الاصطدام العملاق.

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

0157_0172_C10_718462.indd 167 8/19/2016 10:55:53 AM

الوحدة 10 الإجابات

القسم 1

إتقان المفاهيم

36. نعم، لكي يكون للرصاصة زخم الشاحنة نفسه، يجب أن تكون سرعتها أكبر كثيرًا من سرعة الشاحنة لأن الكتلتين غير متساويتين.

$m_{\text{الشاحنة}} v_{\text{الشاحنة}} = m_{\text{الرصاصة}} v_{\text{الرصاصة}}$

37. a. يؤثر ضارب الكرة وملتقطها بمقدار الدفع نفسه في الكرة ولكن في اتجاهين متعاكسين.

b. يؤثر ملتقط الكرة بقوة أكبر في الكرة لأن الفترة الزمنية التي تؤثر فيها القوة أصغر.

38. إذا لم تكن هناك قوة محصلة على النظام فهذا يعني أنه لا يوجد دفع محصل على النظام ولا تغير محصل في الزخم. لكن قد يكون لأجزاء منفردة من النظام تغير في الزخم طالما كان التغير المحصل في الزخم يساوي صفرًا.

39. تزود السيارات بماص صدمات ينضغط في أثناء التصادم لزيادة زمن التصادم بما يقلل القوة.

40. a. بتطبيق عزم خارجي

b. بتغير عزْم القصور الذاتي

إتقان حل المسائل

41. 0.013 s

42. a. $-14\ \text{kg·m/s}$

b. $-3.2\times10^{4}\ \text{N}$

43. 25 m/s

44. $74\ \text{kg·m/s};\ 1.0\times10^{1}\ \text{m/s}$

45. a. $-7.1\ \text{kg·m/s}$

b. $-1.4\times10^{4}\ \text{N}$

46. a. $2.0\times10^{4}\ \text{kg·m/s}$

b. $1.3\times10^{3}\ \text{N}$

47. $-1.2\times10^{3}\ \text{N}$

48. $-6.0\times10^{1}\ \text{N}$

49. a. $-1.0\times10^{2}\ \text{kg·m/s}$

b. $-5.0\times10^{2}\ \text{kg·m/s}$

50. a. $-5.1\ \text{kg·m/s}$

b. $-1.0\times10^{2}\ \text{N}$

c. $-1.0\times10^{1}\ \text{N}$

51. D < A < B < C = E

52. 4.8 N·s

53. $3.5\times10^{2}\ \text{kg·m/s}$

54. 42 m/s

55. a. $+5.2\times10^{-23}\ \text{N·s}$

b. +7.8 N

56. 1.3×10^{3} s، أو 22 min

57. $8.9\times10^{2}\ \text{kg·m/s}$ بزاوية 44°

58. a. $-2.00\times10^{2}\ \text{kg·m/s}$

b. $-4.0\times10^{3}\ \text{N}$

c. $4.1\times10^{2}\ \text{kg}$

d. لا

e. لن تتمكن من حماية الطفل في حضنك في حالة حدوث تصادم.

59. ستختلف الإجابات، لكن النموذج الصحيح للإجابة هو "في لعبة الكروكيت، ضُربت كرة كتلتها 1.3 kg بمضرب لامسها مدة 0.55 s، فأصبحت سرعة الكرة التي كانت في حالة سكون في البداية 20.0 cm/s. ما متوسط القوة التي أثَّر بها المضرب في الكرة؟"

القسم 2

إتقان المفاهيم

60. النظام المعزول هو النظام الذي لا تؤثر فيه قوى خارجية.

61. لأن الزخم محفوظ، التغير في زخم الغازات في اتجاه واحد يجب أن يوازن بتغير مساو له في زخم المركبة الفضائية في الاتجاه المعاكس.

62. إذا اعتبرت أن الكرتين تكونان نظامًا، فيجب أن تتحرك الكرة التي تحمل الرقم 8 بالسرعة المتجهة نفسها لكرة البلياردو قبل أن تصدمها.

63. a. لا يكون زخم الكرة الساقطة محفوظًا لأنه توجد قوة محصلة خارجية تؤثر فيها وهي قوة الجاذبية الأرضية.

b. يكون الزخم الكلي محفوظًا إذا كان النظام مكوَّنًا من الكرة والأرض.

64. a. تُعد الأرض خارج النظام، لذا فهي تؤثر بقوة خارجية ومن ثَمَّ تؤثر بدفع في الكرة.

b. يكون الزخم محفوظًا في النظام المكوَّن من الكرة والأرض.

65. يمكن للقوة الخارجية لمكابح السيارة أن تُوقف السيارة بوقف العجلات والسماح لقوة الاحتكاك الخارجية للطريق الموجودة في اتجاه الإطارات بإيقاف السيارة. ولكن إذا لم توجد قوة احتكاك – عندما يكون الطريق جليديًا مثلًا – فعندئذ لا توجد قوة خارجية ولا تتوقف السيارة.

66. يجب على الطفل أن يؤثر بعزم فيها. فيمكن أن يقف بجانبها ويؤثر بقوة تماسية في الدائرة الموجودة على المقابض عند مرورها. ويمكنه أيضًا الجري بجانبها والقفز على متنها.

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

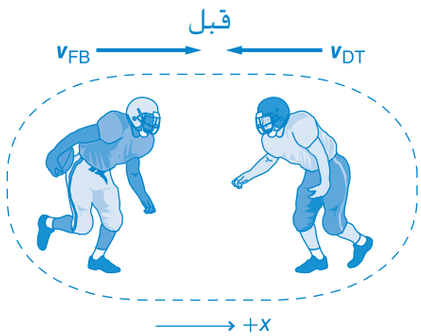
0157_0172_C10_718462.indd 168 8/19/2016 10:55:53 AM

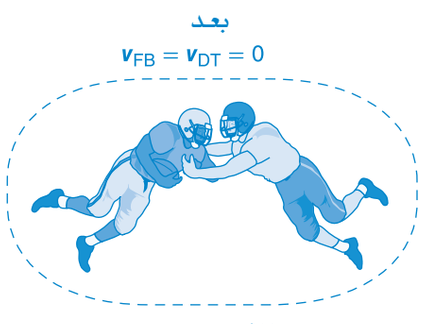
67. ستختلف الإجابات. يمثل ما يلي نموذجًا محتملًا للإجابة الصحيحة، ". . . وأثناء تزلجه بسرعة 4.3 m/s، اصطدم مباشرة بغابي الذي كان يتزلج في الاتجاه المعاكس بسرعة 2.7 m/s وكتلته 50.0 kg. التصق الاثنان ببعضهما. إذا اعتبرنا أن أرماندو وغابي يمثلان نظامًا مغلقًا معزولًا، فما سرعتهما المتجهة النهائية بعد الاصطدام؟"

إتقان حل المسائل

68. 0.37 m/s

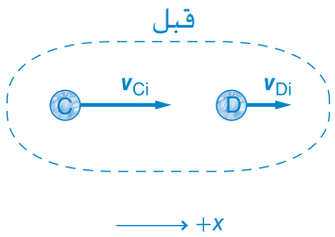
69. a. قبل: $m_{FB} = 95\ kg$
$v_{FB} = 8.2\ m/s$
$m_{DT} = 128\ kg$
$v_{DT} = ?$
بعد: $m = 223\ kg$
$v_f = 0\ m/s$

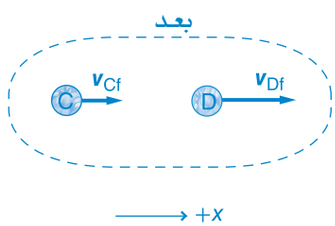




b. $7.8\times10^{2}\ kg\cdot m/s$
c. $-7.8\times10^{2}\ kg\cdot m/s$
d. $+7.8\times10^{2}\ kg\cdot m/s$
e. $-7.8\times10^{2}\ kg\cdot m/s$
f. $-6.1\ m/s$

70. a. قبل: $m_C = 5.0\ g$
$m_D = 10.0\ g$
$v_{Ci} = 20.0\ cm/s$
$v_{Di} = 10.0\ cm/s$
بعد: $m_C = 5.0\ g$
$m_D = 10.0\ g$
$v_{Cf} = 8.0\ cm/s$
$v_{Df} = ?$





b. $p_{Ci} = 1.0\times10^{-3}\ kg\cdot m/s$, $p_{Di} = 1.0\times10^{-3}\ kg\cdot m/s$
c. $4.0\times10^{-4}\ kg\cdot m/s$
d. $1.6\times10^{-3}\ kg\cdot m/s$
e. 16 cm/s

71. −0.30 m/s

72. −4.94 m/s أو 4.94 m/s إلى الخلف

73. 1.26 m/s في الاتجاه نفسه الذي كان يتحرك فيه

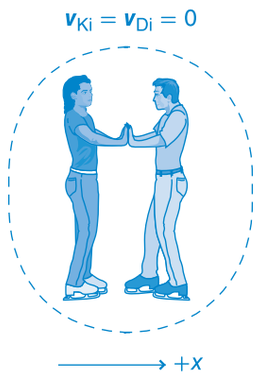
حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

0157_0172_C10_718462.indd 169 8/19/2016 10:55:53 AM

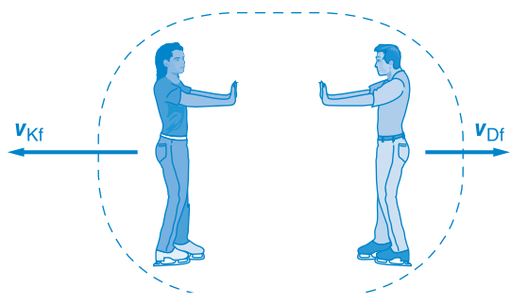
الإجابات

74. a. قبل: $m_K = 60.0\ kg$
$m_D = 90.0\ kg$
$v_i = 0.0\ m/s$
بعد: $m_K = 60.0\ kg$
$m_D = 90.0\ kg$
$v_{Kf} = ?$
$v_{Df} = ?$

قبل



بعد



b. -1.50

c. أحمد، الذي لديه الكتلة الأصغر، لديه السرعة الأكبر.

d. إن القوتين متساويتان ومتعاكستان.

75. كرة البلياردو: 2.8 m/s؛ الكرة التي تحمل الرقم 8: 2.8 m/s

76. 11 m/s

77. 0.22 m/s في الاتجاه الأصلي

تطبيق المفاهيم

78. الدفع هو أن تؤثر قوة F في جسم ما خلال فترة زمنية Δt، مسببة تغيرًا في زخمه بمقدار $F\Delta t$.

79. من 4 إلى 6 s، يتحرك الجسم بسرعة متجهة ثابتة موجبة. من 8 إلى 10 s، يكون الجسم في وضع السكون. بعد 11 s، يتحرك الجسم بسرعة متجهة ثابتة سالبة.

80. نعم، إذا أثرت قوة صغيرة لفترة زمنية طويلة فإنها تنتج دفعًا أكبر.

81. يجب عليك تحريك يديك في اتجاه حركة الكرة نفسه وذلك لتزيد الفترة الزمنية للتصادم ومن ثَمَّ تقلل القوة.

82. تستغرق الرصاصة الخارجة من البندقية زمنًا أطول لذا تكتسب زخمًا أكبر.

83. عندما يطلق رائد الفضاء الغاز من المسدس في الاتجاه المعاكس للسفينة، يولِّد المسدس دفعًا يعمل على تحريك الرائد في اتجاه السفينة.

84. نعتبر النظام يتكون من الكرة والحائط والأرض، فيكتسب الحائط والأرض بعض الزخم خلال التصادم.

85. اعتبر أن الشاحنتين تمثلان نظامًا معزولًا. إذا تساوت كتلتا الشاحنتين فسوف تتحركان بنصف سرعة الشاحنة المتحركة بعد التصادم. لذا لا بد أن تكون حمولة الشاحنة المتحركة أكبر.

86. في كل حالة، اعتبر أن الرصاصة والقالب الخشبي يمثلان نظامًا معزولًا. يكون الزخم محفوظًا، لذا فإن زخم القالب والرصاصة بعد التصادم يكون مساويًا لزخمهما قبل التصادم. للرصاصة المطاطية زخم سالب بعد التصادم بالقالب، لذا يجب أن يكون زخم القالب الذي ارتدّت عنه الرصاصة المطاطية أكبر.

مراجعة جامعة

87. 60.0 kg•m/s؛ 20.0 m/s

88. a. $2.12\times10^4\ kg\cdot m/s$

b. 313 N

89. a. دارت لاعبة الجمباز حول مركز كتلة جسدها، في البداية وهي في وضع الانثناء، ثم عند اعتدالها.

b. التأرجح الكبير (A)، الاعتدال (C)، الانثناء (B)

c. الانثناء (الأكبر)، الاعتدال، التأرجح الكبير (الأصغر)

90. a. $2.35\times10^4\ kg\cdot m/s$

b. $2.6\times10^4\ N$

c. تولدت هذه القوة من خلال الاحتكاك مع المضمار.

91. 8.39 m/s

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

0157_0172_C10_718462.indd 170 8/19/2016 10:55:53 AM

الإجابات

92. a. قبل: $m_w = 50.0\ kg$
$m_c = 10.0\ kg$
$v_i = 5.0\ m/s$
بعد: $m_w = 50.0\ kg$
$m_c = 10.0\ kg$
$v_{wf} = 7.0\ m/s$
$v_{cf} = ?$
راجع دليل الحلول لمشاهدة الرسم.

b. $-5.0\ m/s$ أو $5.0\ m/s$ غربًا

93. a. $1.5\times10^2\ kg\cdot m/s$ أسفل

b. $-1.5\times10^2\ kg\cdot m/s$ أعلى

c. $3.0\times10^3\ N$

d. $5.88\times10^2\ N$؛ تساوي قوته حوالي خمسة أضعاف وزنه.

التفكير الناقد

94. اعتبر أن الكرتين تمثلان نظامًا معزولًا. توضح الخطوط المنقطة أن التغيرات في الزخم لكل كرة متساوية ومتعاكسة: $\Delta(m_A v_A) = \Delta(-m_B v_B)$.
نظرًا لأن الكتلتين تساويان النسبة 3:2، فإن النسبة 2:3 للتغير في السرعة المتجهة ستكافئهما.

95. ستدور الطالبة والكرسي ببطء في الاتجاه المعاكس لتلك العجلة. وبدون احتكاك لن يكون هناك عزم دوران خارجي. ولذا، لا يتغير الزخم الزاوي للنظام. ويجب أن يكون الزخم الزاوي للطالبة والمقعد مساويًا للزخم الزاوي للعجلة الدوارة ومعاكسًا له.

96. a. قبل: $m_A = 92\ kg$
$m_B = 75\ kg$
$m_C = 75\ kg$
$v_{Ai} = 5.0\ m/s$
$v_{Bi} = -2.0\ m/s$
$v_{Ci} = -4.0\ m/s$
بعد: $m_A = 92\ kg$
$m_B = 75\ kg$
$m_C = 75\ kg$
$v_f = ?$
راجع دليل الحلول لمشاهدة الرسم.

b. $0.041\ m/s$

c. نعم. السرعة المتجهة موجبة، لذا ستعبر كرة القدم خط المرمى لتُسجِّل هدفًا.

الكتابة في الفيزياء

97. لا يعتمد التغير في زخم السيارة على الفترة الزمنية التي تستغرقها السيارة للتوقف. وهكذا، فإن الدفع أيضًا لا يتغير. ولتقليل القوة، يجب زيادة الفترة الزمنية التي تستغرقها السيارة للتوقف. ويعمل استخدام الحواجز على زيادة الفترة الزمنية اللازمة لتوقف السيارة لذا تقل القوة. وتستخدم عادة الحاويات البلاستيكية المرنة المملوءة بالرمل.

98. توجد طريقتان لكي تعمل الوسائد الهوائية على تقليل الإصابات. أولًا، تنتفخ الوسائد الهوائية طوال فترة تأثير الدفع ومن ثم تقل القوة. ثانيًا، أن تنشر الوسادة الهوائية القوة فوق مساحة أكبر لذا يقل الضغط. وهكذا فإن الإصابات الناجمة عن القوى الناتجة عن الأجسام الصغيرة تقلّ. إن معظم أخطار الوسائد الهوائية تنجم عن أن هذه الوسائد يجب أن تنتفخ بسرعة كبيرة. يمكن لسطح الوسادة الهوائية أن يقترب من الراكب بسرعة تصل إلى $322\ km/h\ (200\ mph)$. وتحدث الإصابات عندما تصطدم الوسادة الهوائية المتحركة بالراكب. وما زالت هذه الأنظمة تتطور حتى ينضبط معدل امتلاء الوسادة الهوائية بالغازات لتطابق حجم الراكب.

مراجعة تراكمية

99. $-6.0\ N$

100. $4.3\times10^7\ m$

101. $\alpha = 8.33\ rad/s^2$; $\omega = 16.7\ rad/s$; $I = 1.44\ kg\cdot m^2$

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

0157_0172_C10_718462.indd 171 8/19/2016 10:55:53 AM

الإجابات

تدريب على الاختبار المعياري

اختيار من متعدد

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

الإجابة المفتوحة

9. $F\Delta t = m\Delta v = (12.0\ \text{kg})(20.0\ \text{m/s} - 0.00\ \text{m/s})$

$= 2.40 \times 10^2\ \text{kg}\cdot\text{m/s}$

$= 2.40 \times 10^2\ \text{N}\cdot\text{s}$. يساوي دفع الصخرة على الأرض $2.40 \times 10^2\ \text{N}\cdot\text{s}$. ولذا، يساوي تأثير الأرض على الصخرة $-2.40 \times 10^2\ \text{N}\cdot\text{s}$.

سلم التقدير

يمثل سلم التقدير التالي نموذجًا لأداة تقدير الأسئلة مفتوحة الإجابة.

النقاط	الوصف
4	يُظهر الطالب فهمًا كاملًا لموضوعات الفيزياء التي درسها. قد تتضمن الإجابة بعض الأخطاء البسيطة التي لا تؤثر في إظهار الفهم الكامل.
3	يُظهر الطالب فهمًا لموضوعات الفيزياء التي درسها. وتكون إجابته صحيحة في مجملها وتُظهر فهمًا أساسيًا وليس كاملًا لموضوعات الفيزياء.
2	يُظهر الطالب فهمًا جزئيًا فقط لموضوعات الفيزياء التي درسها. وقد يكون قد استخدم الطريقة الصحيحة في الوصول إلى الحل، أو قدَّم حلًا صحيحًا، إلا أن عمله يفتقر إلى الفهم الأساسي لمفاهيم الفيزياء الأساسية.
1	يُظهر الطالب فهمًا محدودًا جدًا لموضوعات الفيزياء التي درسها. فالإجابة غير كاملة وتتضمن أخطاءً كثيرة.
0	يقدم الطالب حلًا غير صحيح إطلاقًا أو لا يجيب نهائيًا.

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

0157_0172_C10_718462.indd 172 8/19/2016 10:55:54 AM

كتيب المهارات الرياضية

إجابات كتيب الرياضيات

مسائل تدريبية

1. a. 4 أرقام معنوية
   b. 3 أرقام معنوية
   c. رقمان معنويان
   d. 5 أرقام معنوية
   e. رقمان معنويان
   f. 3 أرقام معنوية

2. a. 1400 m
   b. 2.5 km
   c. 0.003 m
   d. 12.0 kg

3. a.
$$\begin{array}{r} 5.012 \text{ km} \\ 3.4 \text{ km} \\ +2.33 \text{ km} \\ \hline 10.7 \text{ km} \end{array}$$
   b. $5\text{ g} - 8.3\text{ g} = 37\text{ g}$
   c. $3.40\text{ cm} \times 7.125\text{ cm} = 24.2\text{ cm}^2$
   d. $(54\text{ m})/(6.5\text{ s}) = 8.3\text{ m/s}$

4. a. $\frac{1}{x} + \frac{y}{3} = \left(\frac{1}{x}\right)\left(\frac{3}{3}\right) + \left(\frac{y}{3}\right)\left(\frac{x}{x}\right)$
$$= \frac{3}{3x} + \frac{xy}{3x} = \frac{3+xy}{3x}$$
   b. $\frac{a}{2b} - \frac{3}{b} = \left(\frac{a}{2b}\right) - \left(\frac{3}{b}\right)\left(\frac{2}{2}\right)$
$$= \frac{a}{2b} - \frac{6}{2b} = \frac{a-6}{2b}$$
   c. $\left(\frac{3}{x}\right)\left(\frac{1}{y}\right) = \frac{3}{xy}$
   d. $\left(\frac{2a}{5}\right) \div \left(\frac{1}{2}\right) = \left(\frac{2a}{5}\right)\left(\frac{2}{1}\right) = \frac{4a}{5}$

5. a. $(x)(2) = (3)(4)$
$$x = \frac{12}{2} = 6$$
   b. $n = \frac{13}{15} \times 75 = 65$
   c. $s = \frac{36}{12} \times 16 = 48$
   d. $(2.5)(w) = (7.5)(5.0)$
$$w = \frac{37.5}{2.5} = 15$$

6. a. $\sqrt{22} = 4.69$
   b. $\sqrt[3]{729} = 9.00$
   c. $\sqrt{676} = 26.00$
   d. $\sqrt[3]{46.656} = 3.60$

7. a. $\sqrt{16a^2b^4} = 4ab^2Z$
   b. $\sqrt{9t^6} = 3t^3$

8. a. $\sqrt{n^3} = n^{\frac{3}{2}}$
   b. $\frac{1}{\sqrt{a}} = \frac{1}{a^{\frac{1}{2}}} = a^{\frac{-1}{2}}$

9. a. $\frac{x^2t}{x^3} = \frac{t}{x} = x^{-1}t$
   b. $\sqrt{t^3} = t^{\frac{3}{2}}$
   c. $(d^2n)^2 = d^4n^2$
   d. $x^2\sqrt{x} = x^{\left(2+\frac{1}{2}\right)} = x^{\frac{5}{2}}$

10. $\frac{m}{q}\sqrt{\frac{2qv}{m}} = \sqrt{\frac{2qvm^2}{mq^2}}$
$$= \sqrt{\frac{2vm}{q}}$$
$$= (2vm)^{\frac{1}{2}} q^{\frac{-1}{2}}$$

EM.indb 1 8/20/2016 4:09:04 AM

11. a. 4.56×10^{8}

b. 2.0×10^{-5}

12. a. 0.000000303

b. 97,000,000,000

13. a.

$$(5.2\times10^{-4})(4.0\times10^{8}) = (5.2\times4.0)(10^{-4}\times10^{8})$$
$$= (21)(10^{-4+8}) = 21\times10^{4}$$
$$= 2.1\times10^{5}$$

b.

$$(2.4\times10^{3}) + (8.0\times10^{4}) = (0.24\times10^{4}) + (8.0\times10^{4})$$
$$= (0.24 + 8.0)(10^{4})$$
$$= 8.2\times10^{4}$$

14. a.

$$2 + 3x - 2 = 17 - 2$$
$$\frac{3x}{3} = \frac{15}{3}$$
$$5 = x$$

b.

$$x - 4 + 4 = 2 + 4 - 3x$$
$$x + 3x = 6 - 3x + 3x$$
$$\frac{4x}{4} = \frac{6}{4}$$
$$x = \frac{3}{2}$$

c.

$$(3)(t-1) = (3)\left(\frac{x+4}{3}\right)$$
$$3t - 3 = x + 4$$
$$x + 4 - 4 = 3t - 3 - 4$$
$$x = 3t - 7$$

d.

$$(c)(a) = (c)\left(\frac{b+x}{c}\right)$$
$$ac - b = b - b + x$$
$$x = ac - b$$

e.

$$\left(\frac{2x+3}{x}\right)(x) = (6)(x)$$
$$2x - 2x + 3 = 6x - 2x$$
$$4x = 3$$
$$x = \frac{3}{4}$$

f.

$$ax + bx + c - c = d - c$$
$$(a+b)(x) = d - c$$
$$x = \left(\frac{d-c}{a+b}\right)$$

15. a.

$$4x^{2} - 19 + 19 = 17 + 19$$
$$\frac{4x^{2}}{4} = \frac{36}{4} = 9$$
$$x = \pm\sqrt{9} = \pm3$$

b.

$$12 + 9 - 3x^{2} = -9 + 9$$
$$21 - 3x^{2} + 3x^{2} = 0 + 3x^{2}$$
$$\frac{3x^{2}}{3} = \frac{21}{3}$$
$$x = \pm\sqrt{7} = \pm2.65$$

c.

$$x = \frac{-b \pm \sqrt{b^{2} - 4ac}}{2a}$$
$$= \frac{-(-2) \pm \sqrt{(-2)^{2} - (4)(1)(-24)}}{2(1)}$$
$$= \frac{2 \pm \sqrt{4 + 96}}{2} = \frac{2 \pm \sqrt{100}}{2}$$
$$= \frac{2 \pm 10}{2} = 1 \pm 5$$

ومن ثمّ،

$x = -4$ أو $x = 6$

d.

$$x = \frac{-b \pm \sqrt{b^{2} - 4ac}}{2a}$$
$$= \frac{-(-14) \pm \sqrt{(-14)^{2} - (4)(24)(-6)}}{2(24)}$$
$$= \frac{14 \pm \sqrt{196 + 576}}{48} = \frac{14 \pm \sqrt{772}}{48}$$
$$= \frac{14 \pm 27.8}{48}$$

ومن ثمّ

$x = 0.9$ أو $x = -0.3$

EM.indb 2 8/20/2016 4:09:04 AM

16. $\Delta t = \frac{4.0\times10^2\ \text{m}}{16\ \text{m/s}}$

$= \left(\frac{4.0\times10^2}{16}\right)\left(\frac{\text{m}}{\text{m/s}}\right)$

$= 25\ \textbf{s}$

17. $v = a\Delta t = (-9.8\ \textbf{m/s}^2)(5.0\ \textbf{s} - 0.0\ \textbf{s})$

$= 49\ \textbf{m/s}$

18. $\left(\frac{32\ \text{cm}}{1\ \text{s}}\right)\left(\frac{60\ \text{s}}{1\ \text{min}}\right)\left(\frac{60\ \text{min}}{1\ \text{h}}\right)\left(\frac{1\ \text{m}}{100\ \text{cm}}\right)$

$= \left(\frac{32\times60\times60}{100}\right)\left(\frac{\text{m}}{\text{h}}\right)$

$= 1200\ \textbf{m/h}$

19. $v = \frac{d}{t} = \frac{100.0\ \text{m}}{9.87\ \text{s}} \times \frac{1\ \text{km}}{1000\ \text{m}} \times \frac{3600\ \text{s}}{1\ \text{h}}$

$= 36.5\ \textbf{km/h}$

20. a. $0.62 = \cos\theta$

$\theta = \cos^{-1}(0.62)$

$= 52°$

b. $0.13 = \textbf{cos}\ \theta$

$\theta = \textbf{cos}^{-1}(0.13)$

$= 83°$

c. $0.53 = \textbf{tan}\ \theta$

$\theta = \textbf{tan}^{-1}(0.53)$

$= 28°$

d. $0.84 = \textbf{sin}\ \theta$

$(0.84)^{1-}\ \theta = \textbf{sin}$

$°57 =$

21. $\log_3 81 = 4$

$81 = 3^4$

22. $10^{-3} = 0.001$

$\log_{10} 0.001 = -3$

23. $\log x = 3.125$

$10^{\log_{10} x} = 10^{3.125}$

$x \approx 1334$

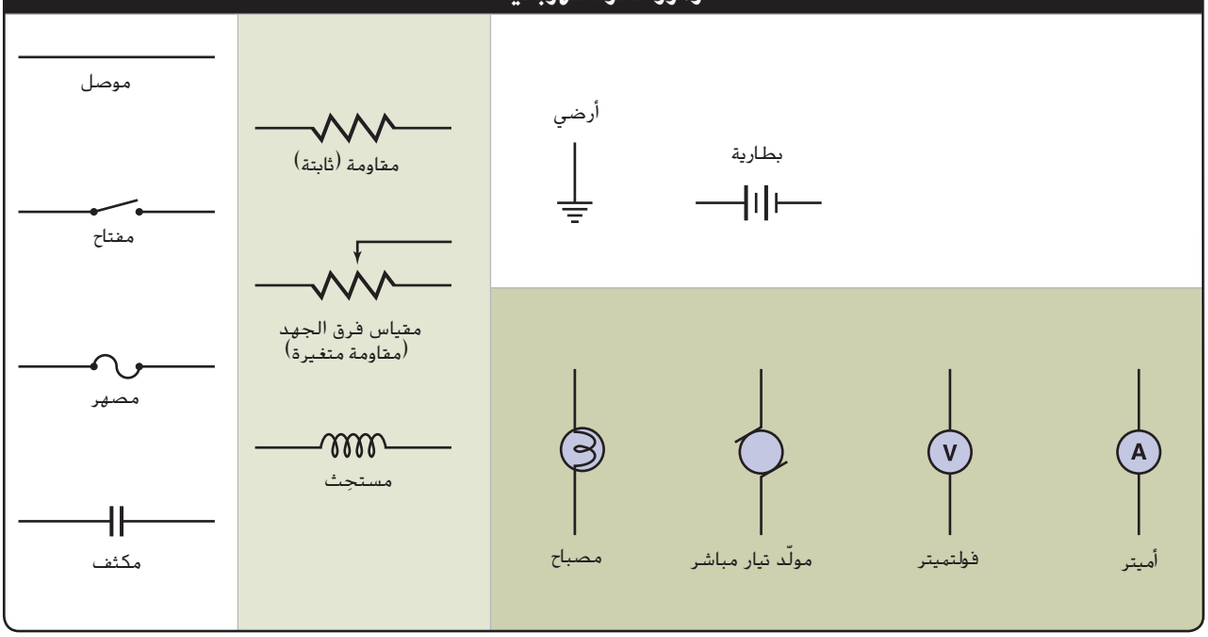
EM.indb 3 8/20/2016 4:09:05 AM

الجداول المرجعية

دليل الألوان

متجه الإزاحة (**x**)		شحنة سالبة	−
متجه السرعة المتجهة (**v**)		شحنة موجبة	+
متجه التسارع (**a**)		اتجاه التيار	
متجه القوة (**F**)		إلكترون	
متجه كمية الحركة (**p**)		بروتون	
شعاع ضوء		نيوترون	
جسم		محاور الإحداثيات	
شكل			
خط المجال الكهربائي (**E**)			
خط المجال المغناطيسي (**B**)			

رموز دائرة كهربائية



حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

EM.indb 1 8/20/2016 4:09:06 AM

الجداول المرجعية

الوحدات الأساسية للنظام الدولي للوحدات

الكمية	الوحدة	اختصار الوحدة
الطول	المتر	m
الكتلة	الكيلوجرام	kg
الزمن	ثوانٍ	s
درجة الحرارة	كلفن	K
كمية المادة	المول	mol
التيار الكهربائي	أمبير	A
شدة الإضاءة	الشمعة	cd

الوحدات المشتقة في النظام الدولي للوحدات

الكمية	الوحدة	رمز الوحدة	الوحدة معبّر عنها بالوحدات الأساسية	الوحدة معبّر عنها بوحدات أخرى من النظام الدولي للوحدات
التسارع	متر للثانية المربعة	m/s^2	m/s^2	
المساحة	متر مربع	m^2	m^2	
السعة	فاراد	F	$A^2 \cdot s^4/(kg \cdot m^2)$	
الكثافة	كيلوجرام للمتر المكعب	kg/m^3	kg/m^3	
شحنة كهربائية	كولوم	C	A·s	
المجال الكهربائي	نيوتن للكولوم	N/C	$kg \cdot m/(A \cdot s^3)$	V/m
المقاومة الكهربائية	أوم	Ω	$kg \cdot m^2/(A^2 \cdot s^3)$	V/A
القوة الدافعة الكهربائية (*EMF*)	فولت	V	$kg \cdot m^2/(A^2 \cdot s^3)$	
الطاقة، الشغل	الجول	J	$kg \cdot m^2/s^2$	N·m
القوة	نيوتن	N	$kg \cdot m/s^2$	
التردد	هرتز	Hz	s^{-1}	
الاستضاءة	لوكس	lx	cd/m^2	
المجال المغناطيسي	تسلا	T	$kg/(A \cdot s^2)$	N·s/(C·m)
فرق الجهد	فولت	V	$kg \cdot m^2/(A \cdot s^3)$	W/A وأ J/C
الطاقة	وات	W	$kg \cdot m^2/s^3$	J/s
الضغط	باسكال	Pa	$(kg/m)s^2$	N/m^2
السرعة المتجهة	متر للثانية	m/s	m/s	
الحجم	متر مكعب	m^3	m^3	

تحويلات مفيدة

1 in = 2.54 cm أ	$1 \text{ kg} = 6.02 \times 10^{26} \text{ u}$	1 atm = 101 kPa أ
1 mi = 1.61 km أ	1 oz = 28.4 g أ	1 cal = 4.184 J أ
$1 \text{ mi}^2 = 640 \text{ acres}$ أ	1 oz = 2.21 lb أ	$1 \text{ eV} = 1.60 \times 10^{-19} \text{ J}$
1 gal = 3.79 L أ	1 lb = 4.45 N أ	1 kWh = 3.60 MJ أ
$1 \text{ m}^3 = 264 \text{ gal}$ أ	$1 \text{ atm} = 14.7 \text{ lb/in}^2$ أ	1 hp = 746 W أ
1 knot = 1.15 mi/h أ	$1 \text{ atm} = 1.01 \times 10^5 \text{ N/m}^2$	$1 \text{ mol} = 6.02 \times 10^{23}$ particles

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

EM.indb 2 8/20/2016 4:09:06 AM

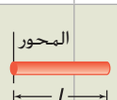
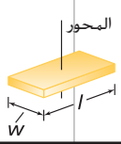
ثوابت فيزيائية

الكمية	الرمز	القيمة	القيمة التقريبية
وحدة الكتل الذرية	u	$1.660538782\times10^{-27}$ kg	1.66×10^{-27} kg
عدد أفوجادرو	N_A	6.02214179×10^{23} mol^{-1}	6.022×10^{23} mol^{-1}
ثابت بولتزمان	k	1.3806504×10^{-23} $Pa\cdot m^3/K$	1.38×10^{-23} $Pa\cdot m^3/K$
ثابت كولوم	K	8.987551788×10^{9} $N\cdot m^2/C^2$	9.0×10^{9} $N\cdot m^2/C^2$
الشحنة الأساسية	e	1.60217653×10^{-19} C	1.602×10^{-19} C
ثابت الغاز	R	8.314472 $Pa\cdot m^3/mol\cdot K$	8.31 $Pa\cdot m^3/mol\cdot K$
ثابت الجاذبية	G	6.67428×10^{-11} $N\cdot m^2/kg^2$	6.67×10^{-11} $N\cdot m^2/kg^2$
كتلة الإلكترون	m_e	9.10938215×10^{-31} kg	9.11×10^{-31} kg
كتلة البروتون	m_p	$1.672621637\times10^{-27}$ kg	1.67×10^{-27} kg
كتلة النيوترون	m_n	$1.674927211\times10^{-27}$ kg	1.67×10^{-27} kg
ثابت بلانك	h	6.62606896×10^{-34} J·s	6.63×10^{-34} J·s
سرعة الضوء في الفراغ	c	2.99792458×10^{8} m/s	3.00×10^{8} m/s

بادئة النظام الدولي للوحدات

البادئة	الرمز	الترميز العلمي
فيمتو	f	10^{-15}
بيكو	p	10^{-12}
نانو	n	10^{-9}
ميكرو	μ	10^{-6}
ميلي	m	10^{-3}
سنتي	c	10^{-2}
ديسي	d	10^{-1}
ديكا	da	10^{1}
هكتو	h	10^{2}
كيلو	k	10^{3}
ميجا	M	10^{6}
جيجا	G	10^{9}
تيرا	T	10^{12}
بيتا	P	10^{15}

عزْم القصور الذاتي لأجسام مختلفة

الجسم	موقع المحور	الرسم	عزْم القصور الذاتي
طوق رفيع بنصف قطر r	عبر القطر المركزي		mr^2
أسطوانة صلبة منتظمة بنصف قطر r	من المركز		$\frac{1}{2}mr^2$
كرة منتظمة بنصف قطر r	من المركز		$\frac{2}{5}mr^2$
قضيب طويل منتظم طوله l	من المركز		$\frac{1}{12}ml^2$
قضيب طويل منتظم طوله l	من الطرف		$\frac{1}{3}ml^2$
صفيحة رفيعة مستطيلة الشكل بطول l وعرض w	من المركز		$\frac{1}{12}m(l^2+w^2)$

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

EM.indb 3 8/20/2016 4:09:07 AM

الجداول المرجعية

كثافة بعض المواد الشائعة

المادة	الكثافة (g/cm^3)
الألومنيوم	2.70
الكادميوم	8.65
النحاس	8.92
الجرمانيوم	5.32
الذهب	19.32
الهيدروجين	8.99×10^{-5}
الإنديوم	7.31
الحديد	7.87
الرصاص	11.34
الزئبق	13.534
الأكسجين	1.429×10^{-3}
السيليكون	2.33
الفضة	10.5
الماء (4°C)	1.000
الخارصين	7.14

درجات الانصهار والغليان

المادة	درجة الانصهار (°C)	درجة الغليان (°C)
الألومنيوم	660.32	2519
النحاس	1084.62	2562
الجرمانيوم	938.25	2833
الذهب	1064.18	2856
الإنديوم	156.60	2072
الحديد	1538	2861
الرصاص	327.5	1749
السيليكون	1414	3265
الفضة	961.78	2162
الماء	0.000	100.000
الخارصين	419.53	907

الحرارة النوعية

المادة	الحرارة النوعية، C [J/(kg·K)]	المادة	الحرارة النوعية، C [J/(kg·K)]
الألومنيوم	897	الرصاص	130
النحاس الأصفر	376	الميثانول	2450
الكربون	710	الفضة	235
النحاس	385	الماء	4180
الزجاج	840	بخار الماء	2020
الثلج	2060	الخارصين	388
الحديد	450		

الحرارة الكامنة للانصهار والتبخر

المادة	الحرارة الكامنة للانصهار، H_f (J/kg)	الحرارة الكامنة للتبخر، H_v (J/kg)
النحاس	2.05×10^5	5.07×10^6
الذهب	6.30×10^4	1.64×10^6
الحديد	2.66×10^5	6.29×10^6
الرصاص	2.04×10^4	8.64×10^5
الزئبق	1.15×10^4	2.72×10^5
الميثانول	1.09×10^5	8.78×10^5
الفضة	1.04×10^5	2.36×10^6
الماء (متجمد)	3.34×10^5	2.26×10^6

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

EM.indb 4 8/20/2016 4:09:08 AM

معاملات التمدد الحراري عند 20°C

المادة	معامل التمدد الطولي α ($°C^{-1}$)	معامل التمدد الحجمي β ($°C^{-1}$)
المادة الصلبة		
الألومنيوم	23×10^{-6}	69×10^{-6}
النحاس الأصفر	19×10^{-6}	57×10^{-6}
الخرسانة	12×10^{-6}	36×10^{-6}
النحاس	17×10^{-6}	51×10^{-6}
الزجاج (عادي)	9×10^{-6}	27×10^{-6}
الزجاج (مقاوم للحرارة)	3×10^{-6}	9×10^{-6}
حديد، صلب	12×10^{-6}	35×10^{-6}
بلاتينيوم	9×10^{-6}	27×10^{-6}
السوائل		
البنزين		950×10^{-6}
الزئبق		180×10^{-6}
الميثانول		1200×10^{-6}
الماء		210×10^{-6}
الغازات		
الهواء (ومعظم الغازات الأخرى)		3400×10^{-6}

الطول الموجي للضوء المرئي

اللون	الطول الموجي، λ (nm)
بنفسجي	380–430
نيلي	430–450
أزرق	450–500
أزرق داكن	500–520
أخضر	520–565
أصفر	565–590
برتقالي	590–625
أحمر	625–740

سرعة الصوت في أوساط متنوعة

الوسط (0°C)	السرعة (m/s)
الهواء (0°C)	331
الهواء (20°C)	343
الهيليوم (0°C)	972
الهيدروجين (27°C)	1310
الماء (25°C)	1497
ماء البحر (25°C)	1533
المطاط	1600
النحاس (25°C)	3560
الحديد (25°C)	5130
زجاج مقاوم للحرارة	5640
ألماس	12,000

ثابت العزل الكهربائي، k (20°C)

الفراغ	1.0000
الهواء (1 atm)	1.00059
النيون (1 atm)	1.00013
الزجاج	4–7
الكوارتز	4.3
كوارتز منصهر	3.75
الماء	80

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

EM.indb 5 8/20/2016 4:09:08 AM

الجداول المرجعية

بيانات النظام الشمسي

	عطارد	الزهرة	الأرض	المريخ	المشترى	زحل	أورانوس	نبتون
الكتلة ($10^{24}\times$kg)	0.330	4.87	5.97	0.642	1899	569	86.8	102
متوسط نصف القطر ($10^{6}\times$m)	2.44	6.05	6.38	3.40	71.5	60.3	25.6	24.8
الكثافة (kg/m^3)	5427	5243	5515	3933	1326	687	1270	1638
الوضاءة	0.068	0.90	0.306	0.250	0.343	0.342	0.300	0.290
متوسط المسافة من الشمس ($10^{9}\times$m)	57.91	108.2	149.6	227.9	778.4	1433.5	2872.5	4498.2
مدة الدورة المدارية (بأيام الأرض)	88.0	224.7	365.2	687.0	4332	10,759	30,685	60,189
الميل المداري (درجات)	7.0	3.4	0.0	1.9	1.3	2.5	0.8	1.8
الانحراف المداري	0.205	0.007	0.017	0.094	0.049	0.057	0.046	0.011
فترة دوران الكوكب حول محوره (h)	1407.6	5832.5^{R}	23.9	24.6	9.9	10.7	17.2^{R}	16.1
الميل المحوري (درجات)	0.03	177.4	23.4	25.2	3.1	26.7	97.8	28.3
متوسط درجة الحرارة على السطح (K)	440	737	288	210	163	133	78	73
قوة مجال الجاذبية بالقرب من السطح (N/kg)	3.7	8.9	9.8	3.7	20.9	10.4	8.4	10.7

تشير R إلى الحركة العكسية.

القمر

الكتلة	0.073×10^{24} kg
نصف القطر الاستوائي	1738 km
متوسط الكثافة	3340 kg/m^3
الوضاءة	0.11
متوسط المسافة من الأرض	384×10^{3} km
مدة الدورة المدارية	27.3 يومًا من أيام الأرض
الدورة الاقترانية (القمرية)	29.53 يومًا من أيام الأرض
الميل المداري	5.1°
الانحراف المداري	0.055
فترة دوران الكوكب حول محوره	655.7 h
قوة مجال الجاذبية بالقرب من السطح	1.6 N/kg

الشمس

الكتلة	1.99×10^{30} kg
نصف القطر الاستوائي	6.96×10^{8} m
متوسط الكثافة	1408 kg/m^3
القدر المطلق	+4.83
الضياء	3.846×10^{26} J/s
نوع الطيف	G2 V
فترة دوران الكوكب حول محوره (استوائي)	609.12 h
متوسط إنتاج الطاقة	0.1937×10^{-3} J/kg
متوسط درجة الحرارة على السطح	5778 K

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

EM.indb 6 8/20/2016 4:09:08 AM

الجداول المرجعية

الجدول الدوري للعناصر

الرقم المحاط بقوسين هو العدد الكتلي للنظير الأطول عمرًا للعنصر.

★ إنّ أسماء ورموز العناصر 113 و114 و115 و116 و118 مؤقتة.
وسيتم اختيار أسمائها النهائية عند التأكد من اكتشافها.

McGraw-Hill Education © حقوق الطبع والنشر محفوظة

EM.indb 7
8/20/2016 4:09:09 AM

الجداول المرجعية

العناصر

العنصر	الرمز	العدد الذري	الكتلة الذرية	العنصر	الرمز	العدد الذري	الكتلة الذرية
الأكتينيوم	Ac	89	(227)	المولبيديوم	Mo	42	95.96
الألومنيوم	Al	13	26.982	النيوديميوم	Nd	60	144.24
الأميريسيوم	Am	95	(243)	النيون	Ne	10	20.180
الأنتيمون	Sb	51	121.760	النبتونيوم	Np	93	(237)
الأرجون	Ar	18	39.948	النيكل	Ni	28	58.693
الزرنيخ	As	33	74.922	النيوبيوم	Nb	41	92.906
الأستاتين	At	85	(210)	النيتروجين	N	7	14.007
الباريوم	Ba	56	137.327	النوبليوم	No	102	(259)
البركيليوم	Bk	97	(247)	الأوزميوم	Os	76	190.23
البريليوم	Be	4	9.012	الأكسجين	O	8	15.999
البزموت	Bi	83	208.980	البالاديوم	Pd	46	106.42
البوريوم	Bh	107	(272)	الفوسفور	P	15	30.974
البورون	B	5	10.811	البلاتينيوم	Pt	78	195.078
البروم	Br	35	79.904	البلوتونيوم	Pu	94	(244)
الكادميوم	Cd	48	112.411	البولونيوم	Po	84	(209)
الكالسيوم	Ca	20	40.078	البوتاسيوم	K	19	39.098
كاليفورنيوم	Cf	98	(251)	البراسيوديميوم	Pr	59	140.908
الكربون	C	6	12.011	البروميثيوم	Pm	61	(145)
السيريوم	Ce	58	140.116	البروتكتينيوم	Pa	91	231.036
السيزيوم	Cs	55	132.905	الراديوم	Ra	88	(226)
الكلور	Cl	17	35.453	الرادون	Rn	86	(222)
الكروم	Cr	24	51.996	الرينيوم	Re	75	186.207
الكوبلت	Co	27	58.933	الروديوم	Rh	45	102.906
الكوبرنيسيوم	Cn	112	(285)	الرونتجينيوم	Rg	111	(280)
النحاس	Cu	29	63.546	الروبيديوم	Rb	37	85.468
الكوريوم	Cm	96	(247)	الروثينيوم	Ru	44	101.07
الدارمشتاتيوم	Ds	110	(281)	الرذرفورديوم	Rf	104	(265)
الدبنيوم	Db	105	(262)	السمريوم	Sm	62	150.36
الدسبروزيوم	Dy	66	162.500	السكانديوم	Sc	21	44.956
آينشتاينيوم	Es	99	(252)	السيبورجيوم	Sg	106	(271)
الأربيوم	Er	68	167.259	السيلينيوم	Se	34	78.96
الأوروبيوم	Eu	63	151.964	السيليكون	Si	14	28.086
الفيرميوم	Fm	100	(257)	الفضة	Ag	47	107.868
الفلور	F	9	18.998	الصوديوم	Na	11	22.990
الفرانسيوم	Fr	87	(223)	الإسترانشيوم	Sr	38	87.62
الغادولينيوم	Gd	64	157.25	الكبريت	S	16	32.065
الغاليوم	Ga	31	69.723	التنتالوم	Ta	73	180.948
الجرمانيوم	Ge	32	72.63	التكنيشيوم	Tc	43	(98)
الذهب	Au	79	196.967	التيلوريوم	Te	52	127.60
الهفنيوم	Hf	72	178.49	التربيوم	Tb	65	158.925
الهاسيوم	Hs	108	(270)	الثاليوم	Tl	81	204.383
الهيليوم	He	2	4.003	الثوريوم	Th	90	232.038
الهولميوم	Ho	67	164.930	الثليوم	Tm	69	168.934
الهيدروجين	H	1	1.008	القصدير	Sn	50	118.710
الإنديوم	In	49	114.81	التيتانيوم	Ti	22	47.867
اليود	I	53	126.904	التنجستين	W	74	183.84
الإيريديوم	Ir	77	192.217	اليورانيوم	U	92	238.029
الحديد	Fe	26	55.847	الفاناديوم	V	23	50.942
الكريبتون	Kr	36	83.798	الزينون	Xe	54	131.293
اللانثانوم	La	57	138.906	الإيتيربيوم	Yb	70	173.04
اللورنسيوم	Lr	103	(262)	الإيتريوم	Y	39	88.906
الرصاص	Pb	82	207.2	الخارصين	Zn	30	65.38
الليثيوم	Li	3	6.941	الزركونيوم	Zr	40	91.224
اللوتيشيوم	Lu	71	174.967	العنصر *113	Uut	113	(284)
الماغنسيوم	Mg	12	24.305	العنصر *114	Uuq	114	(289)
المنجنيز	Mn	25	54.938	العنصر *115	Uup	115	(288)
المايتنريوم	Mt	109	(276)	العنصر *116	Uuh	116	(293)
المندليفيوم	Md	101	(258)	العنصر *118	Uuo	118	(294)
الزئبق	Hg	80	200.59				

* لم يتم اعتماد تلك الأسماء بعد من قِبل الاتحاد الدولي للكيمياء البحتة والتطبيقية (IUPAC).

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

EM.indb 8 8/20/2016 4:09:09 AM

رموز السلامة	المخاطر	الأمثلة	الإجراء الوقائي	العلاج
التخلص من المخلفات	يجبا اتباع إجراءات التخلص من المخلفات الخاصة.	بعض المواد الكيميائية، الكائنات الحية	تجنب التخلص من هذه المواد بإلقائها في البالوعة أو سلة المهملات.	تخلص من النفايات وفقًا لتوجيهات معلمك.
مخاطر حيوية	الكائنات الحية أو المواد الحيوية الأخرى التي قد تسبب ضررًا للإنسان.	البكتيريا، الفطريات، الأنسجة غير المحفوظة، المواد النباتية	تجنب ملامسة الجلد لهذه المواد. ارتد كمامة وقفازات.	أبلغ معلمك في حالة ملامسة هذه المواد، واغسل اليدين جيدًا.
درجات الحرارة الشديدة	الأشياء التي قد تحرق الجلد بسبب برودتها الشديدة أو حرارتها الشديدة.	السوائل المغلية، الأطباق الساخنة، الثلج الجاف، النيتروجين السائل	استخدام وسيلة الحماية المناسبة عند التعامل مع هذه المواد.	اذهب إلى المعلم لطلب الإسعافات الأولية.
الأجسام الحادة	استخدام الأدوات أو المواد الزجاجية التي تجرح الجلد بسهولة.	الشفرات، الدبابيس، المشارط، الأدوات المدببة، أدوات التشريح، الزجاج المكسور	تعامل بحكمة مع الأداة واتبع إرشادات استخدامها.	اذهب إلى المعلم لطلب الإسعافات الأولية.
الأبخرة	قد تسبب الأبخرة خطرًا محتملًا على الجهاز التنفسي.	الأمونيا، الأسيتون، مزيل طلاء الأظافر، الكبريت الساخن، كرات العث	تأكد من وجود تهوية جيدة. لا تستنشق الأدخنة بشكل مباشرة إطلاقًا، وارتد كمامة.	غادر المكان الذي به الأدخنة وأبلغ معلمك على الفور.
الكهرباء	خطر محتمل من الصدمة الكهربائية أو الحريق.	تأريض غير صحيح، سوائل منسكبة، قصر في الدائرة، أسلاك معراة	تأكد من التوصيلات بالتعاون مع معلمك. افحص حالة الأسلاك والأجهزة.	لا تحاول إصلاح المشكلات الكهربائية. بل أبلغ معلمك على الفور.
المواد المهيّجة	مواد قد تهيج الجلد أو الغشاء المخاطي في الجهاز التنفسي.	حبوب اللقاح، كراث العث، سلك غسيل الصحون، الألياف الزجاجية، برمنجنات البوتاسيوم	ارتد كمامة للغبار وقفازات. تعامل بحرص شديد مع هذه المواد.	اذهب إلى المعلم لطلب الإسعافات الأولية.
المواد الكيميائية	المواد الكيميائية التي قد تتفاعل مع الأنسجة والمواد الأخرى وتتلفها	المبيضات مثل فوق أكسيد الهيدروجين؛ الأحماض مثل حمض الكبريتيك، حمض الهيدروكلوريك؛ القواعد مثل الأمونيا، هيدروكسيد الصوديوم	ارتد نظارة واقية وقفازات ومعطفًا	اغسل المنطقة المصابة بالماء وأبلغ معلمك على الفور.
المواد السامة	مواد تسبب التسمم إذا لُمست أو استُنشقت أو ابتلعت.	الزئبق، العديد من المركبات الفلزية، اليوم، أجزاء النباتات الاستوائية السامة	اتبع تعليمات المعلم.	اغسل يديك جيدًا بعد الانتهاء من العمل. اذهب إلى المعلم لطلب الإسعافات الأولية.
المواد القابلة للاشتعال	قد تشتعل بعض المواد الكيميائية القابلة للاشتعال بسبب اللهب المكشوف أو الشرر أو تعرضها لحرارة.	الكحول، الكيروسين، برمنجنات البوتاسيوم	تجنب الاقتراب من اللهب المكشوف أو الحرارة عند استخدام المواد الكيميائية القابلة للاشتعال.	أبلغ معلمك على الفور. استخدم مطفأة الحريق إن وجدت.
اللهب المكشوف	قد يؤدي ترك اللهب مكشوفًا إلى حدوث حريق.	الشعر، الملابس، الورق، المواد الصناعية	اربط الشعر للخلف ولا ترتد الملابس الفضفاضة. اتبع تعليمات المعلم عند إشعال اللهب وإطفائه.	أبلغ معلمك على الفور. واستخدم مطفأة الحريق إن وجدت.

سلامة العين
يجب دائمًا ارتداء نظارة واقية عند إجراء الأنشطة العلمية أو مراقبتها.

وقاية الملابس
يظهر هذا الرمز عندما يحتمل أن تسبب المواد بقعًا أو حرقًا للملابس.

نشاط إشعاعي
يظهر هذا الرمز عند استخدام المواد المشعة.

غسل اليدين
بعد كل تجربة، اغسل يديك بالماء والصابون قبل نزع النظارة الواقية.

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

EM.indb 9 8/20/2016 4:09:11 AM