الوحدة 9

الشغل والطاقة والآلات

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 المُتزن 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 لِيد محترف الكاراتيه؟ لقد انطلقت لكسر ألياف الخشب.

Monty Rakusen/Getty Images

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.

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

alManahj.com/ae

0141_0156_C09_718462.indd 141 8/19/2016 10:55:33 AM

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 تمّ 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

alManahj.com/ae

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

$W = Fd\cos\theta = (4.0\times10\ 2\text{ N})(15\text{ m})\cos 10.0°$
$= 5900\text{ J}$

almanahj.com/ae

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

alManahj.com/ae

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

alManahj.com/ae

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
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

alManahj.com/ae

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 للمكنسة 0.33 أو أقل. ص 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.

almanahj.com/ae

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

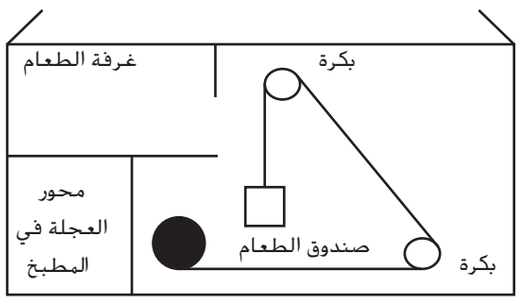
استخدام تجربة الفيزياء

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

alManahj.com/ae

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.
$$IMA = \left(\frac{4.00\ \text{cm}}{5.57\ \text{cm}}\right) \times \left(\frac{15.0\ \text{cm}}{35.6\ \text{cm}}\right)$$
$$\frac{5.57\text{cm}}{4.00\ \text{cm}} = 1.39\ \text{دورة}$$

alManahj.com/ae

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

alManahj.com/ae

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

aManahj.com/ae

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.

alManahj.com/ae

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

alManahj.com/ae

    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
$$v = \frac{d}{t} = Fv\cos\theta$$

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

alManahj.com/ae

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.

alManahj.com/ae

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.

alManahj.com/ae

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.

alManahj.com/ae

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

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

alManahj.com/ae

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 أو $t = 1.5$ ms خلال 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 يضغطها الحذاء بفعل تلك القوة. وبجب 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

alManahj.com/ae

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

almanahj.com/ae

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

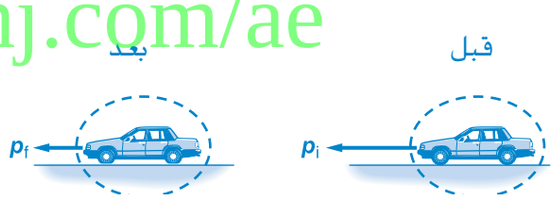
1.

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

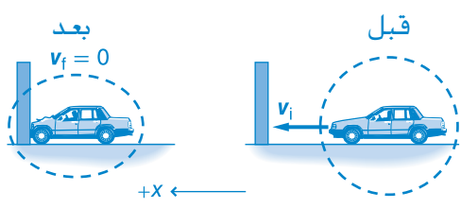
b. 1.3 m/s في اتجاه السرعة المتجهة الأصلية نفسه

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

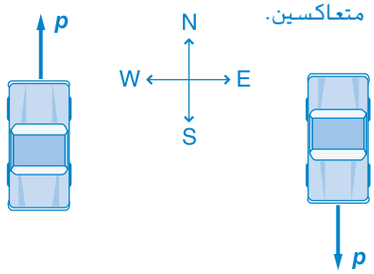
9. 31 rad/s; 1.9 N•m•s

القسم 1 مراجعة

كتاب الطالب ص 243

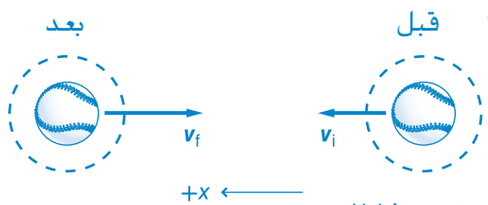
10. لقطرة المطر المتساقطة زخم أكبر. زخم الشاحنة يساوي صفرًا لأن سرعتها المتجهة تساوي صفرًا.

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.

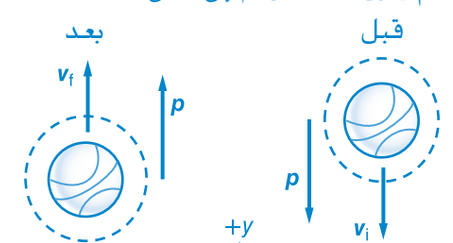


b. −11.1 kg•m/s

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

alManahj.com/ae

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

almanahj.com/ae

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

alManahj.com/ae

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.

almanahj.com/ae

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•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 $= (2.5\ \text{kg•m}^2)(25\ \text{rad/s})$ $63\ \text{kg•m}^2/\text{s}$. وحيث إنك تعرف السرعة المتجهة النهائية، فستجد أن $I = L/\omega = (63\ \text{kg•m}^2/\text{s})/(18\ \text{rad/s}) = 3.5\ \text{kg•m}^2$. ومن ثم يكون مقدار عزْم القصور الذاتي المضاف $1.0\ \text{kg•m}^2$. 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•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

alManahj.com/ae

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.

alManahj.com/ae

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.

alManahj.com/ae

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.

alManahj.com/ae

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

0157_0172_C10_718462.indd 168 8/19/2016 10:55:53 AM

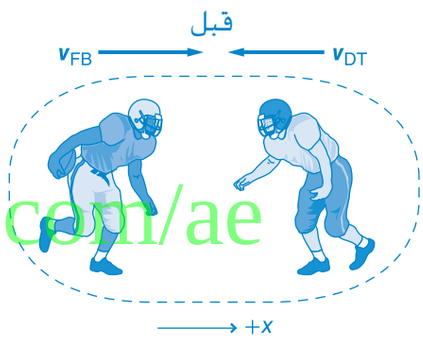
الإجابات

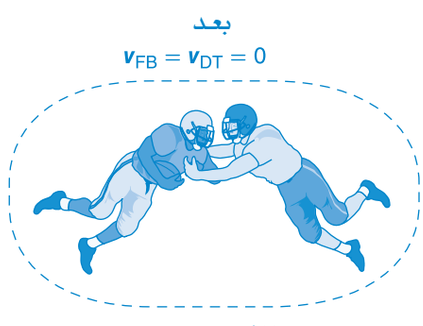
67. ستختلف الإجابات. يمثل ما يلي نموذجًا محتملًا للإجابة الصحيحة، ". . . وأثناء تزلجه بسرعة 4.3 m/s، اصطدم مباشرة بغابي الذي كان يتزلج في الاتجاه المعاكس بسرعة 2.7 m/s وكتلته 50.0 kg. التصق الاثنان ببعضهما. إذا اعتبرنا أن أرماندو وغابي يمثلان نظامًا مغلقًا معزولًا، فما سرعتهما المتجهة النهائية بعد الاصطدام؟"

إتقان حل المسائل

68. 0.37 m/s

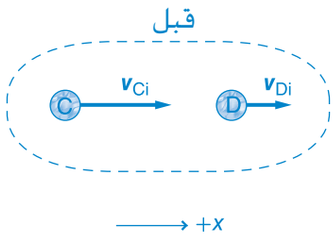
69. a. قبل: $m_{FB} = 95\ kg$
$v_{FB} = 8.2\ m/s$
$m_{DT} = 128\ kg$
$v_{DT} = ?$
بعد: $m = 223\ kg$
$v_f = 0\ m/s$

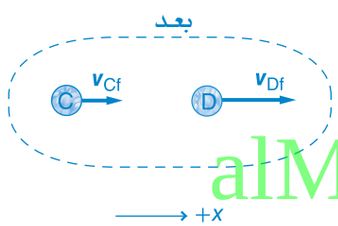




b. $7.8\times10^{2}\ kg\cdot m/s$
c. $-7.8\times10^{2}\ kg\cdot m/s$
d. $+7.8\times10^{2}\ kg\cdot m/s$
e. $-7.8\times10^{2}\ kg\cdot m/s$
f. $-6.1\ m/s$

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: $m_C = 5.0\ g$
$m_D = 10.0\ g$
$v_{Cf} = 8.0\ cm/s$
$v_{Df} = ?$





alManahj.com/ae

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

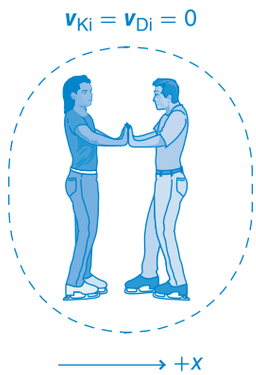
حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

0157_0172_C10_718462.indd 169 8/19/2016 10:55:53 AM

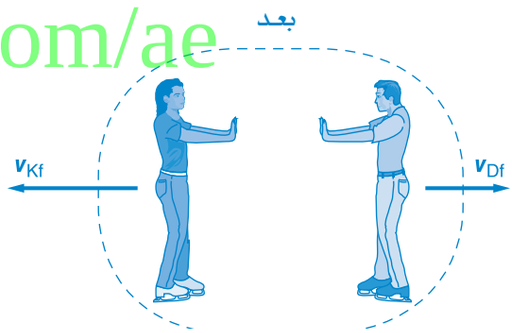
الإجابات

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

alManahj.com/ae

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 الناجّة 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.

alManahj.com/ae

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. $F\Delta t = m\Delta v = (12.0\ \text{kg})(20.0\ \text{m/s} - 0.00\ \text{m/s})$

$= 2.40 \times 10^2\ \text{kg·m/s}$

$= 2.40 \times 10^2\ \text{N·s}$. يساوي دفع الصخرة على الأرض $2.40 \times 10^2\ \text{N·s}$. ولذا، يساوي تأثير الأرض على الصخرة $-2.40 \times 10^2\ \text{N·s}$.

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 أخطاء كثيرة.
0	يقدم الطالب حلًا غير صحيح إطلاقًا أو لا يجيب نهائيًا.

almanahj.com/ae

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

0157_0172_C10_718462.indd 172 8/19/2016 10:55:54 AM

الوحدة 11
الطاقة وحفظها

نبذة عن الصورة

اطلب إلى الطلاب مناقشة أوجه الاختلاف بين المياه على جانبي السد. اسأل الطلاب عن كيفية توليد المولدات الموجودة في السدود للطاقة الكهربائية من الماء. أخبر الطلاب أن طاقة الوضع الجذبية تتحول إلى طاقة حركة في التوربين.

نظرة عامة على الوحدة

تتناول الوحدة أنواعًا محددة من طاقة الحركة وطاقة الوضع. يتم التطرق إلى مفهوم حفظ الطاقة وتتبعه دراسة حفظ الطاقة الميكانيكية.

قبل أن يبدأ الطلاب دراسة موضوعات هذه الوحدة، يجب عليهم تناول:

- حفظ كمية الحركة Conservation of momentum
- طاقة الوضع المرونية elastic potential energy
- طاقة الوضع الجذبية gravitational potential energy
- الطاقة الحركية Kinetic energy
- الكتلة والوزن
- الشغل والطاقة والقدرة الكهربائية Work, energy, and power

لحل المسائل في هذه الوحدة، يحتاج الطلاب إلى استيعاب كامل لكل من:

- بيانات الرسم البياني
- الأرقام المعنوية
- حل المعادلات الخطية

تقديم الفكرة الرئيسة

أحضر لعبة مسدس إطلاق الفوم. اذهب مع الطلاب إلى الخارج وأطلق سهم الرغوة إلى أعلى. من أين اكتسب السهم الطاقة التي ساعدته على الحركة؟ زنبرك مضغوط؛ تحولت طاقة الوضع المرونية في الزنبرك إلى طاقة حركة. عندما وصل إلى أقصى ارتفاع له، أين ذهبت الطاقة؟ تحولت طاقة الحركة إلى طاقة الوضع الجذبية. هل تتساوي طاقة الوضع المرونية في الزنبرك المنضغط مع طاقة الوضع الجذبية للسهم عند أعلى نقطة؟ نعم، إذا انعدم الاحتكاك

استخدام التجارب الاستهلالية

في تجربة طاقة الكرة المرتدة، يمكن أن يلاحظ الطلاب تحولات الطاقة عند إسقاط كرة.

alManahj.com/ae

McGraw-Hill Education حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة

1 مقدمة

البداية (نشاط محفِّز)

الألعاب وطاقة الحركة ومصادر الطاقة اجمع مجموعة مناسبة من الألعاب–بعضها يستخدم طاقة البطاريات وبعضها يستخدم طاقة الزنبرك وبعضها يستخدم طاقة الوضع الجذبية–توضح جميعها تحولات الطاقة. اطلب من الطلاب استخدام الألعاب وملاحظتها. اطرح سؤالاً عن أنواع الطاقة الظاهرة التي تشترك فيها كل الألعاب. طاقة الحركة وطاقة الوضع اطلب من الطلاب ذكر بعض المصادر التي توفر الطاقة لتحريك الألعاب. الإجابات المحتملة: البطاريات، الزنبركات الملفوفة، الجاذبية. ض م **مرئي–مكاني**

مراجعة على المعارف السابقة

نظرية الشغل والطاقة يُقدم للطلاب نموذجًا ماليًا لتثبيت فهم نظرية الشغل والطاقة التي تناولوها في الوحدة السابقة. يتم توسيع النموذج المالي بعد ذلك ليشمل أنواع الطاقة الأخرى بخلاف طاقة الحركة.

2 التدريس

نموذج نظرية الشغل والطاقة

استخدام التناظر

طاقة الدوران وضح أن المعادلة التي تمثل طاقة الحركة الدورانية، $KE_{rot} = \frac{1}{2}I\omega^2$، مشابهة لمعادلة طاقة الحركة الانسحابية، $KE = \frac{1}{2}mv^2$، حيث إن كل جزء من المعادلة السابقة يقابل جزءًا من المعادلة الأخيرة. عزْم القصور الذاتي (I)، الذي يعتمد على كتلة الجسم وشكله، كتلة (m) الجسم النقطي وتناظر السرعة الزاويّة (ω)، السرعة المتجهة الانسحابية (v). اطلب من الطلاب ذكر معادلة مشابهة لكمية الحركة الزاويّة. $I\omega$ ض م

مناقشة

مسألة بحسب **الشكل 2**، يتساوى مقدار الشغل (الجهد) الذي تبذله في إلقاء الكرة مع الشغل الذي تبذله في التقاطها. هل يوضح الشكل أن مقدار القوة نفسه يُمارس في إلقاء الكرة كما في التقاطها؟

الإجابة ليس بالضرورة؛ $W = Fd$؛ عند التقاط الكرة، يعمل متوسط القوة في مسافة أصغر، لذا، فإن متوسط القوة اللازم لالتقاط الكرة عادة ما يكون أكبر من متوسط القوة اللازم لإلقاء الكرة. يدعم هذا الاستنتاج أيضًا التحليل باستخدام نظرية الدفع – كمية الحركة.

ض م **التواصل بين الأشخاص**

شرح **سريع**

الشغل وطاقة الوضع

الوقت المقدَّر 5 دقائق

المواد زنبرك قوي ونظارات واقية

الإجراءات البس النظارات الواقية والمريول. اجذب أطراف الزنبرك بحيث يتمدد بشكل ملحوظ. اسأل طلاب الصف عما إذا تم بذل شغل في مد الزنبرك. نعم، نتج عن القوة إزاحة في اتجاه القوة. اكتب $W = Fd$ على السبورة. اطلب من الطلاب تحديد F و d. تمثل القوة اللازمة لتمدد الزنبرك وتمثل d المسافة التي يتمددها الزنبرك من موضع سكونه. اسأل الطلاب عما إذا تم استهلاك طاقة في مد الزنبرك وإذا ما كانت الطاقة لا تزال متوفرة في الزنبرك المتمدد أم لا. نعم، زود المعلم الطاقة لمد الزنبرك، كما أن الطاقة متوفرة حيث يمكن استخدام الزنبرك المتمدد لتحريك جسم آخر.

معلومات أساسية عن المحتوى

قانون هوك ينص قانون هوك على أن القوة اللازمة لمدّ الزنبرك مسافة صغيرة (x) تتناسب مع الامتداد. بمعنى، $F \propto x$. يمكن صياغة هذا التناسب في صورة معادلة $F = -kx$، حيث k ثابت الزنبرك. (يعد ثابت الزنبرك مؤشرًا على صلابة الزنبرك.) الشغل المبذول في مد الزنبرك يساوي $\frac{1}{2}kx^2$. يتم إيجاد طاقة الوضع المخزنة في الزنبرك المتمدد بالمعادلة التالية $PE_{\text{الزنبرك}} = \frac{1}{2}kx^2$.

طاقة الحركة

تحديد المفاهيم الخاطئة

الطاقة ليست كمية متجهة ارسم كتلتين متساويتين تتحركان في اتجاهين متضادين بالسرعتين المتجهتين $+v$ و $-v$. اسأل الطلاب أي كتلة تمتلك كمية حركة أكبر. الكتلة ذات السرعة الموجبة اسأل الطلاب أيهما له طاقة حركة أكبر. طاقتا الحركة للكتلتين متساويتان. وضح أن تربيع السرعة يجعل الطاقة كمية موجبة بدون اتجاه. اكتب على السبورة، "الطاقة ليست كمية متجهة".

ض م **الرياضيات المنطقية**

almanahj.com/ae

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

المهن

مهندسو الطاقة في مجال توليد الطاقة باستخدام الرياح، يدرك المهندسون تمامًا أنه يمكن تحويل طاقة حركة الرياح إلى طاقة كهربائية باستخدام توربينات الرياح. تعتمد القدرة وهي معدل الطاقة الميكانيكية الواصلة إلى التوربين من الرياح، على مكعب سرعة الرياح. في توربين الرياح، أقصى حد للقدرة يتم الوصول إليه يساوي $(\pi/8)\rho D^2 v^3$، حيث ρ يمثل كثافة الهواء ويمثل، D قطر توربين الرياح ويمثل، v سرعة المتجهة الرياح. تعتمد كفاءة تحويل الطاقة الميكانيكية إلى طاقة كهربائية على بعض العوامل مثل كفاءة توربين الرياح وكفاءة المولد.

طاقة الوضع وطاقة الوضع الجذبية

التفكير الناقد

القفز في الماء من منصة اطرح الأسئلة التالية على الطلاب. هل تتساوى طاقة الوضع بالنسبة إلى جميع الغطاسين على المنصة؟ لا، لكل منهم كتلة مختلفة. هل سيكون لكل منهم طاقة الحركة نفسها عند الوصول إلى الماء إذا قفزوا جميعًا بطريقة مماثلة؟ لا، لأن طاقات الوضع مختلفة. هل يصلون الماء بالسرعة المتجهة نفسها إذا قفزوا بطريقة مماثلة؟ نعم، تتسارع الأجسام في السقوط الحر بالمعدل ذاته. هل سيستغرقون مقدار الزمن ذاته للسقوط من المنصة إلى الماء؟ نعم، تتسارع الأجسام في السقوط الحر بالمعدل ذاته. ض م **الرياضيات المنطقية**

استخدم الشكل 4

التلاعب بثمرات البرتقال اطلب إلى الطلاب تصميم رسومات الجسم الحر للبرتقالتين اللتين على يسار الصورة وفي منتصفها. وضح أن القوة المحصلة المؤثرة في كل برتقالة تمثل وزنها. اطلب من الطلاب افتراض أن البرتقالة التي في المنتصف في قمة مسارها، ثم اسأل الطلاب ما إذا كانت قيمة كل من KE و GPE، على التوالي، عند الحد الأقصى أم الأدنى. تكون قيمة KE في الحد الأدنى وقيمة GPE في الحد الأقصى. اسأل الطلاب إذا ما كانت الجاذبية تبذل شغلاً موجبًا أم سالبًا على البرتقالة التي في اليسار. شغل (جهد) سالبفسر أن الشغل سالب حيث إن القوة المؤثرة في البرتقالة في الاتجاه المضاد للإزاحة.

$$W = Fd\cos\theta$$

$$\theta = 180^\circ \Rightarrow \cos 180^\circ = -1$$

ض م **مرئي-مكاني**

التدريس المتمايز

الطلاب دون المستوى وضح أنه يمكن تحليل حركة البرتقالة المعقدة الموضحة في **الشكل 4** في أربعة أجزاء (1) تبذل القوة إلى أعلى من يد المهرج شغلاً موجبًا على البرتقالة. قبل أن يلقي المهرج البرتقالة، عمل عجلة هذه القوة المتجهة إلى أعلى على زيادة KE من هذا النظام. (2) كلما تحركت البرتقالة إلى أعلى، تزداد GPE لها بينما تنخفض KE بسبب تأثير القوة غير المتزنة – قوة الجاذبية – فيها. في قمة مسار البرتقالة، فإن، GPE في أقصى قيمة لها. (3) أثناء سقوط البرتقالة، تنخفض GPE في حين تزداد KE. (4) عند التقاط البرتقالة، يبذل المهرج شغلاً سالبًا لإيقاف البرتقالة قبل تكرار الخطوة الأولى. ق م **مرئي-مكاني**

مثال إضافي في الصف

الاستخدام مع مثال *1*.

مسألة ما مقدار الشغل الذي يبذله البَناء لحمل 30.2 kg من القرميد من الأرض إلى الطابق الثالث (الارتفاع = 11.1 m) من المبنى الجاري تشييده؟ ما طاقة الوضع الجذبية لنظام القرميد – الأرض عندما يصل البَناء إلى الطابق الثالث؟

الحل

$W = Fd = mgh = (30.2\text{ kg})(9.8\text{ N/kg})(11.1\text{ m}) = 3.29\text{ kJ}$;

$GPE = mgh = (30.2\text{ kg})(9.8\text{ N/Kg})(11.1\text{ m}) = 3.29\text{ kJ}$

التعزيز

خريطة المفاهيم اطلب إلى الطلاب العمل في مجموعات ثنائية لرسم خريطة مفاهيم تربط الكميات أو المفاهيم الأساسية التالية: نظرية الشغل–الطاقة وطاقة الوضع وطاقة الحركة والسرعة المتجهة والارتفاع والجاذبية والكتلة.

ق م **التواصل بين الأشخاص**

التدريس المتمايز

ضعاف البصر يستفيد الطلاب كافة من الشعور بما يجري أثناء التجربة. على سبيل المثال، في حالة دراسة الشغل، اطلب من الطلاب تمرير الكتلة المشقوقة على طول عصا القياس العمودية. يمكن أن يحسب الطلاب بعد ذلك مقدار الشغل المبذول في رفع الكتلة. رتب لحدوث تصادم بين الكتل المنزلقة بحيث يتمكن الطالب من الإمساك بكل كتلة بيده بعد التصادم. يمنح هذا الموقف الطلاب معلومات ملموسة عن كمية حركة الجسم بعد التصادم. ق م **حركي**

alManahj.com/ae

McGraw-Hill Education حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة

طاقة الوضع المرونية

تَطوير المَفاهِيم

الشغل المبذول على القوس وضح للطلاب أن الشغل المبذول على وتر القوس موجب حيث تكون قوة وإزاحة الوتر في الاتجاه نفسه. كما يكون الجهد المبذول على القوس موجبًا أيضًا حيث ينحني السهم في اتجاه الوتر المشدود.

التعزيز

الفكرة الرئيسة ارسم أو اعرض صورة لقطار ملاهٍ. اسأل الطلاب عن نوع الطاقة التي يمتلكها الراكبون في مواقع متعددة على طول المضمار. ينبغي أن تتضمن المواقع كل من المواضع ذات طاقة الوضع الجذبية فقط والمواضع ذات طاقة الحركة فقط والمواضع ذات المزيج منهما.

معلومات أساسية عن المحتوى

المرونة تنتج مرونة كل المواد عن التفاعلات الكهرومغناطيسية بين الذرات في المادة. جميع المواد الصلبة تقريبًا يمكن أن تتمدد أو تنضغط قليلاً، إلا أن الزنبركات منثنية ومصممة لأداء هذا بطريقة مضبوطة ويمكن توقعها. يمكن أن تتمدد المواد بصورة دائمة. تحدث هذه الحالة التي يطلق عليها اسم التشوه اللدن لأن الذرات تغير أماكنها النسبية بفعل التمدد. حتى القوة المحدودة تؤدي إلى حدوث التشوه اللدن لكرة من الصلصال.

الكتلة وأشكال الطاقة الأخرى

الفيزياء في الحياة اليومية

لفحص المواد الغذائية، تعتمد صناعة الغذاء على مجموعة متنوعة من أدوات التحليل الطيفي. يعتمد التحليل الطيفي على استيعاب طريقة توزيع الطاقة بين الذرات والجزيئات. تشمل الطاقة الكلية للجزيء مصادر متعددة من الطاقة–الإلكترونية والنووية والدورانية والانسحابية والاهتزازية. يهتم التحليل الطيفي بالنظر إلى التفاعلات القائمة بين الإشعاع الكهرومغناطيسي والمادة لتحليل بعض الخصائص مثل تركيب الجزيء بنيته وحركته. يمكن أن يعمل الطلاب في فرق صغيرة لفحص الأدوات المتنوعة المستخدمة في تحليل الغذاء واستكشاف كيفية تطبيق الفيزياء ثم نقل ما توصلوا إليه من استنتاجات إلى طلاب الصف.

3 التقويم

تقويم الفكرة الأساسية

استكشاف صور الطاقة اكتب قائمة على السبورة بأسماء عدة أنظمة تحتوي على طاقة حركة وطاقة وضع ومزيج منهما. اطلب من الطلاب كتابة جميع أنواع الطاقة التي يحتوي عليها كل نظام. تتضمن الأمثلة: زنبركًا منضغطًا في لعبة الكرة والدبابيس (*EPE*) وكرة الألعاب البهلوانية التي تم إلقاؤها عموديًا إلى أعلى نقطة (*GPE*) وكرة القدم التي يلقيها اللاعب خلف الوسط إلى اللاعب المستقبل الأمامي (*KE* و *GPE*) ومصيدة فئران جاهزة (*EPE*) والقمر الصناعي للاتصالات في مداره حول الأرض (*KE* و *GPE*) ولوح التزلج المتجه إلى أسفل الجبل (*KE* و *GPE*) وتفاحة عالية على فرع الشجرة (*GPE*) وشريطًا مطاطيًا متمددًا (*EPE*).

التحقق من الاستيعاب

طاقة الوضع اطلب إلى الطلاب وصف تغيرات طاقة الوضع حال صعودهم السلالم واستخدام السلم المتحرك في العودة. عند صعود السلالم، فإن التغير في طاقة الوضع يساوي $mg\Delta h$. وعند العودة في المصعد، فإن التغير في طاقة الوضع يساوي $-mg\Delta h$ لأن Δh تكون سالبة. قم

التوسع

مركز الكتلة في تحليل الحركة، يمكن اعتبار كل كتلة الجسم متمركزة في نقطة واحدة هي مركز الكتلة. بالنسبة إلى الإنسان، تقع هذه النقطة عادة خلف سرة البطن. في الوثب العالي، يقفز اللاعبون بحيث يتمكنون من عبور العارضة في وضع منبسط أو أفقي. منذ خمسة عقود مضت، كان معظم اللاعبين يجتازون العارضة والجزء العلوي من جسدهم عمودي، مثل واثب الحواجز. اطلب من الطلاب التحقيق في تغيرات طاقة الوضع التي تمارس في الوثب العالي وكيفية تطبيق لاعبي الوقت الحاضر لها للقفز بارتفاع أعلى. لا يضطر الواثب الذي يستخدم الوضع المنبسط إلى رفع مركز الكتلة لديه بالارتفاع نفسه الذي يؤديه اللاعب الذي يستخدم الوضع العمودي. ومن ثَمَّ، يستطيع الواثب تسجيل نقطة ارتفاع أعلى باستخدام طاقة الحركة الابتدائية ذاتها. أم

alManahj.com/ae

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

التأكد من فهم النص والتحقق عبر الأشكال والمخططات والرسوم البيانية.

التحقق عبر المخططات

ستتنوع الإجابات؛ نماذج الإجابات: دفع آلة جز العشب أثناء جز الأعشاب؛ دفع المكنسة الكهربائية وسحبها أثناء تنظيف السجاد؛ سحب ودفع المكنسة أثناء كنس الأرضية

التأكد من فهم النص

أثناء ارتفاع البرتقالة، تبذل الجاذبية شغلاً سالبًا على البرتقالة، حيث تبطئ من سرعتها.

التحقق عبر المخططات

ستتنوع الإجابات؛ في منتصف الطريق بين أعلى نقطة وأدنى نقطة للبرتقالة.

التأكد من فهم النص

طاقة الوضع المرونية هي طاقة مختزَنة ناتجة عن تغير شكل الجسم.

تطبيق

1. KE المتغيرة نتيجة الاحتكاك $= 160\ \text{J}$؛ $W = 160\ \text{J}$
2. $KE_i = 2.12\times10^5\ \text{J}$; $KE_f = 8.47\times10^5\ \text{J}$; $W = 6.35\times10^5\ \text{J}$
3. قنابل $KE = 2.45\times10^{20}\ \text{J}$; 5.8×10^4
4. $KE_{trans} = 200\ \text{J}$, $KE_{rot} = 200\ \text{J}$

تطبيق

5. $-44\ \text{J}$
6. $-2.4\times10^2\ \text{J}$
7. $28\ \text{J}$
8. $-1.2\times10^2\ \text{J}$
9. لرفع الصندوق على الطاولة: $W = 1.1\times10^2\ \text{J}$. لتحريك الصندوق عبر الطاولة: $W = 0.0\ \text{J}$ حيث لم يتغير الارتفاع وأهملنا الاحتكاك. لإنزال الصندوق على الأرض: $W = -1.1\times10^2\ \text{J}$. مجموع تغيرات الطاقات الثلاث $= 0.0\ \text{J}$.

مراجعة القسم 1

10. تساوي طاقة الحركة لكرة البولينج صفرًا في حالة سكونها في المضمار أو الإمساك بها بالقرب من كتفك. ومن ثَمَّ، فإن الشغل المبذول على الكرة من قبلك ومن قبل الجاذبية يجب أن يساوي صفرًا.

11. **a.** راجع دليل الحلول عبر الإنترنت للاطلاع على الرسم البياني الشريطي للطاقة. ينبغي أن تكون هناك ثلاثة أشرطة؛ أحدها يمثل طاقة وضع الزنبرك والثاني يمثل طاقة الوضع الجذبية والأخير يمثل طاقة الحركة. تبلغ طاقة وضع الزنبرك الحد الأقصى والنوعين الآخرين من الطاقة يساويان صفرًا.

b. راجع دليل الحلول عبر الإنترنت للاطلاع على الرسم البياني الشريطي للطاقة. تبلغ طاقة الحركة الحد الأقصى والنوعين الآخرين من الطاقة يساويان صفرًا.

c. راجع دليل الحلول عبر الإنترنت للاطلاع على الرسم البياني الشريطي للطاقة. تبلغ طاقة الوضع الجذبية الحد الأقصى والنوعين الآخرين من الطاقة يساويان صفرًا.

12. **a.** $1.0\times10^5\ \text{J}$

b. $-4.9\times10^4\ \text{J}$

13. عند القمة، $GPE = 4.0\times10^4\ \text{J}$؛ عند القاعدة، $GPE = -3.5\times10^4\ \text{J}$؛ راجع دليل الحلول عبر الإنترنت للاطلاع على الرسم البياني الشريطي للطاقة.

14. تتضاعف كمية الحركة الزاويّة لأنها تتناسب مع السرعة الزاويّة. تصل طاقة الحركة الدورانية إلى أربعة أمثال لأنها تتناسب مع مربع السرعة الزاوية. يبذل الأطفال شغلاً في تدوير دوامة الحيل.

15. **a.** بذل محسن قوة ثابتة F عبر المسافة d كما بذل مقدارًا من الشغل $W = Fd$ على القرص. غير هذا الشغل طاقة الحركة للقرص.

$W = KE_f - KE_i = \frac{1}{2}mv_f^2$؛ راجع دليل الحلول عبر الإنترنت للاطلاع على الرسم البياني الشريطي للطاقة.

b. إذا كانت كتلة القرص تبلغ نصف كتلته الحالية، فإنه لا يزال يستقبل نفس مقدار الشغل ونفس التغير في طاقة الحركة. ومع ذلك، ستتحرك الكتلة الأصغر أسرع بمعامل قدره 1.414.

c. كمية حركة القرص الثاني أقل من القرص الأول. حيث إن التغير في كمية الحركة يساوي الدفع الناتج عن خرطوم الهواء، فإن القرص الثاني يستقبل دفعًا أقل.

almanahj.com/ae

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

القسم 2 حفظ الطاقة

1 مقدمة

البداية (نشاط محفِّز)

حفظ الطاقة اطلب إلى الطلاب ملاحظة حركة كرة مطاطية صلبة أثناء إسقاطك إياها من ارتفاع حوالي 1 m على الأرض. كرر العملية عدة مرات بحيث يلاحظ الطلاب أن الكرة لا ترتد إلى نقطة أعلى من النقطة التي ألقيت منها. كرر العملية بحيث تسقط الكرة على مضرب التنس بدلاً من السقوط على الأرض. ثم، أسقط الكرة في صينية مملوءة بالرمل موضوعة على الأرض. اسأل ما أوجه الاختلاف التي لاحظها الطلاب. لماذا لم ترتد الكرة إلى نقطة الارتفاع التي سقطت منها؟ ماذا حدث لطاقة الوضع؟ تحولت طاقة الوضع إلى أشكال أخرى من الطاقة مثل الطاقة الحرارية والطاقة الصوتية.

ض م مرئي-مكاني

مراجعة على المعارف السابقة

قوانين الحفظ بينما يدرس الطلاب قانون حفظ الطاقة، يجب عليهم استرجاع قانون حفظ كمية الحركة التي درسوها في وحدة سابقة وقانون حفظ الكتلة أثناء التفاعلات الكيميائية إذا كانوا يدرسون الكيمياء.

2 التدريس

قانون حفظ الطاقة

تَطوير المَفاهِيم

الطاقة وكمية الحركة غالبًا ما تستخدم الطاقة لوصف حركة الجسم، في حين تستخدم الطاقة وكمية الحركة غالبًا لوصف التصادمات.

تَطوير المَفاهِيم

حفظ الطاقة الميكانيكية الكلية غالبًا ما يكون من الضروري التعرف على جميع صور الطاقة الكامنة في الجسم ثم تحديد ما إذا كان وضع الجسم يسمح بحفظ طاقته الميكانيكية الكلية أم لا.

تعزيز المعارف

الفكرة الرئيسة أحضر كتلة من الطين وكرة مطاطية وألق كل منهما على الأرض. ما نوع الطاقة في كل منهما قبل الاصطدام بالأرض مباشرة؟ طاقة الحركة ماذا حدث لطاقة الحركة؟ تحولت إلى طاقة صوتية وطاقة حرارية وارتد البعض منها إلى طاقة حركة في الكرة المرتدة. هل تم حفظ الطاقة الكلية؟ نعم طاقة حركة؟ لا اطلب من الطلاب وضع معادلة لحفظ الطاقة الكلية لكل من كتلة الطين والكرة المطاطية.

نشاط تحفيزي في الفيزياء

تبادل الطاقة تحقق من كيفية نقل الطاقة بين بندولين مرتبطين معًا على نحو ضعيف. علق كتلتين يصل قيمة كل منهما 1 kg باستخدام خيوط بالطول نفسه في السقف أو في حامل مرتفع. عند النقطة 0.5 m من أعلى الخيط، اربط شريطًا مطاطيًا يربط أحد البندولين بالآخر بحيث يكون مرخيًا. يجب أن ينتج عن الشريط المطاطي سحب أحد البندولين للآخر من حين إلى آخر. اجذب أحد البندولين إلى الخلف ثم أطلقه. لاحظ حركات البندولين على مدار عدة اهتزازات وصِفها مع الإشارة إلى نقل الطاقة من أحدهما إلى الآخر.

أم مرئي-مكاني

alManahj.com/ae

عرض **توضيحي سريع**

حفظ الطاقة الميكانيكية

الزمن المقدَّر 5 دقائق

المواد خيط وطين وحامل مختبر وعلبة صودا فارغة

الإجراءات اصنع بندولاً باستخدام كتلة من الطين بمقدار حجم قبضة اليد وما يقرب من 1.5 m من الخيط وعلقه في حامل المختبر. اجذب ثُقل البندول إلى أحد الجانبين وضع علبة صودا فارغة على خط مستقيم مع ثُقل البندول بحيث يكون بالكاد يلمس جانب العلبة. وقبل إطلاق ثُقل البندول، اطلب من الطلاب افتراض ما سيحدث عقب إطلاق الثُقل. نظرًا لحفظ الطاقة، ينبغي أن يتأرجح ثُقل البندول وبالكاد يلمس علبة الصودا.

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

الفيزياء في الحياة اليومية

المخترع وماسح المستعمرات كان بنيامين بانكر مخترع أفريقي أمريكي عاش في الفترة من 1731 إلى 1806. اعترف جورج واشنطن، الذي عينه في اللجنة التي تولت مهمة تخطيط استخدام أرض ولاية واشنطن العاصمة، بقدراته في المسح والرياضيات. لم يكن بانكر مخطط المدينة وماسحها فحسب، لقد كان نجارًا ماهرًا أيضًا. حيث كانت الساعة المصنوعة بالكامل من الخشب المنحوت أحد المشاريع التي قام بها. كانت الساعة تعمل بالأوزان الساقطة. فكلما سحبت الجاذبية الأوزان إلى أسفل، تحركت العقارب نتيجة مجموعة التروس المعقدة مسجلة الوقت.

مثال إضافي في الصف

الاستخدام مع مثال 2.

مسألة قفز غطاس وزنه 68.2 kg من فوق منصة وثب ارتفاعها 5.0 m. مع تجاهل مقاومة الهواء، ما مقدار طاقة الحركة للغطاس وسرعته عند وصوله إلى الماء؟

الحل

$KE_f = GPE_i = mgh = (68.2\ kg)(9.8\ N/kg)(5.0\ m)$

$= 3.3 \times 10^3\ J$; $KE_f = \frac{1}{2}mv^2 = 3.3 \times 10^3\ J$

$= \frac{1}{2}(68.2\ kg)(v^2)$

$v = 9.8\ m/s$

تَطوير المَفاهِيم

عربات المختبر اطلب إلى الطلاب ضغط زنبركات العربتين المزودتين بزنبركات ووضع الزنبركات معًا وإطلاقهما، ثم قياس المسافة التي تقطعها كل عربة. اطلب من الطلاب تكرار هذا النشاط مستخدمين كتلاً عديدة على إحدى العربتين، ثم اطلب منهم إجابة الأسئلة التالية: ما مدى ارتباط المسافة التي تقطعها كل عربة بسرعتها المتجهة الابتدائية؟ تتناسب المسافة التي تقطعها كل عربة مع سرعتها المتجهة الابتدائية. هل تم حفظ كمية الحركة في كل حالة من الحالات؟ نعم هل توضح البيانات لديك أن الزنبرك أطلق مقدار الطاقة نفسه في كل مرة؟ نعم

التدريس المتمايز

الطلاب دون المستوى وضح مدى ارتباط طاقة الوضع الجذبية وطاقة الحركة بالمفاهيم السابق دراستها. على سبيل المثال، إذا قُذفت الكرة إلى أعلى وتركت الأرض بسرعة v_i، يُحدد أقصى ارتفاع لها بالمعادلة التالية $v_f^2 = v_i^2 + 2ah$. حيث $h = \frac{-v_i^2}{2a}$ الارتفاع هو h. الآن، حلل نفس الموقف من حيث $a = -g$. الطاقة. إجمالي طاقة الكرة على مستوى الأرض هو $GPE_i + KE_i = 0 + \frac{1}{2}mv_i^2$. وهذا يساوي الطاقة عند أقصى ارتفاع، $GPE_f + KE_f = mgh + 0$. عند حل المعادلتين معًا ينتج $\frac{1}{2}mv_i^2 = mgh$. بإيجاد قيمة h ينتج $h = \frac{v_i^2}{2g}$. الإجابة نفسها كما سبق. قم

استخدام التجربة المصغرة

في تجربة تبادل الطاقة، يمكن للطلاب ملاحظة تحول طاقة الحركة للكرة المقذوفة إلى لأعلى إلى طاقة الوضع الجذبية التي تصل إلى الحد الأقصى عند قمة مسار الكرة.

استخدام التجربة المصغرة

في تجربة البندول المتوقف، يمكن أن يلاحظ الطلاب حفظ الطاقة الميكانيكية في ثُقل البندول المتأرجح.

تحليل التصادمات

استخدام مختبر الفيزياء

في تجربة حفظ الطاقة، يمكن أن يلاحظ الطلاب العلاقة بين طاقة الوضع الجذبية وطاقة الحركة للجسم الساقط.

استخدام مختبر الفيزياء

في تجربة هل تم حفظ الطاقة؟، يمكن أن يلاحظ الطلاب النتائج التجريبية لقانون حفظ الطاقة وحفظ الطاقة الميكانيكية.

dMarahj.com/ae

McGraw-Hill Education حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة

عرض توضيحي سريع

نقل الطاقة

الزمن المقدَّر 5 دقائق

المواد كرة مطاطية كبيرة الحجم وكرة مطاطية أصغر حجمًا

الإجراءات ألقِ كل كرة على حدة من مستوى ارتفاع الصدر تقريبًا. اطلب من الطلاب ملاحظة الارتفاعين اللذين ترتد إليهما الكرتين. ضع الكرة الصغيرة فوق الكرة الكبيرة واطلب من الطلاب افتراض ما يمكن أن يحدث إذا ألقيت الكرتين كما سبق. ثم ألق الكرتين. اطلب من الطلاب شرح ملاحظاتهم. أثناء التصادم، انتقلت طاقة الحركة من الكرة الكبيرة إلى الكرة الصغيرة. ارتدت الكرة الكبيرة إلى نقطة ارتفاع أقل في حين ارتدت الكرة الصغيرة إلى نقطة ارتفاع أعلى من نقطة الانطلاق.

نشاط مشروع فيزيائي

تصميم قطار ملاهي اطلب من كل طالب تصميم قطار ملاهي باستخدام أنبوب عزل منحني مصنوع من البلاستيك الصلب لمحامل الكريات. اطلب من الطلاب التفكير في مواصفات لعبة قطار الملاهي الجيدة وكيفية استخدام الطاقة لتوفير هذه المواصفات. في الوقت الذي يصمم فيه الطلاب قطارات الملاهي، اسألهم ماذا يجب أن يعرفوا عن احتكاك التدحرج ومدى تأثير طاقة الحركة الدورانية. اطلب من الطلاب إجراء اختبارات تمهيدية للقطارات التي صمموها. ينبغي أن يوضح كل تقرير من تقارير المشروع طريقة تصميم قطار الملاهي والاختبارات التمهيدية التي أجريت ومدى تطابق القطار الحقيقي مع توقعات التصميم. اطلب من الطلاب عرض نتائجهم أمام طلاب الصف. ض م **حركي**

تحديد المفاهيم الخاطئة

كمية الحركة والطاقة للتفريق بين p و KE، اطلب من الطلاب مناقشة ما يلي معًا: كيف يكون لجسمين نفس الكتلة والطاقة في حين يختلفان في كمية الحركة؟ $v_1 = -v_2$ كيف يكون لجسمين نفس الكتلة وكمية الحركة مع اختلاف الطاقة؟ لا يمكن ذلك. ض م

التواصل بين الأشخاص

استخدام النماذج

نقل الطاقة استُخدم نموذج تبادل المال لوصف نقل الطاقة من أحد أشكالها إلى شكل آخر. في التصادمات، يتم تبادل الطاقة وكمية الحركة من جسم إلى آخر. اطلب من الطلاب تصميم نموذج يحافظ على انفصال عملات كمية حركة العملة عن عملات طاقة. ض م

مرئي-مكاني

مناقشة

مسألة فكر في تصادم اثنين من المتزلجين على الجليد. حيث كانت كتلتي الشخصين متساويتين. هل من الممكن أن تتغير كمية حركة الجسم دون أن تتغير طاقة حركته؟

الحل نعم. فكر في اثنين من المتزلجين لهما الكتلة نفسها والسرعة نفسها ويحدث بينهما تصادم مرن. بالنسبة إلى كل متزلج، قد ينعكس اتجاه متجهي كمية الحركة والسرعة المتجهة وتكون طاقة الحركة غير متغيرة. ض م

معلومات أساسية عن المحتوى

المدارات الإهليلجية يوضح حفظ الطاقة سبب تغير سرعة أحد الكواكب في مدار إهليلجي. افترض أن القوة الوحيدة المؤثرة على الكوكب هي قوة الجاذبية بينه وبين النجم. كلما تحرك الكوكب في مداره، تتغير PE للنظام نتيجة تغير المسافة بين الكوكب والنجم. بما أن مجموع PE و KE ثابت، إذن، يجب أن يكون للنظام حد أدنى من KE عندما يكون PE في الحد الأقصى، هذا ما يحدث عندما يكون الكوكب أبعد ما يكون عن النجم. حيث إن KE تعتمد على السرعة، إذن، فإن الكوكب يكون في أدنى درجات السرعة عند أبعد مسافة. وفي المقابل، تكون PE عند الحد الأدنى عندما تكون KE عند الحد الأقصى وهذا عندما يكون الكوكب في أقرب نقطة من النجم. وبناءً عليه، فإن الكوكب يكون في أقصى درجات سرعته عند أقرب نقطة في مداره.

alManahj.com/ae

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

مثال إضافي في الصف

الاستخدام مع مثال 3.

مسألة اصطدم متزلج على الجليد وزنه 54.5 kg يتحرك بسرعة 3.2 m/s بمتزلج وزنه 44.7 kg ويقف ساكنًا. ثم تزلج الاثنان معًا على الجليد عديم الاحتكاك. فكم تبلغ سرعتهما المتجهة بعد التصادم؟ وما مقدار طاقة الحركة المفقودة في التصادم؟ ما نسبة الجزء المفقود من طاقة الحركة الأصلية؟

الحل

$m_A v_A + m_B v_B = (m_A + m_B) v_f$;

$(54.5\ \text{kg})(3.2\ \text{m/s}) + (44.7\ \text{kg})(0\ \text{m/s}) = (54.5\ \text{kg} + 44.7\ \text{kg}) v_f$;

$v_f = 1.8\ \text{m/s}$;

$KE_f = \frac{1}{2}(m_A + m_B) v_f^2$

$= \frac{1}{2}(54.5\ \text{kg} + 44.7\ \text{kg})(1.8\ \text{m/s})^2$

$= 160\ \text{J}$,

$KE_i = \frac{1}{2} m_A v_A^2 + \frac{1}{2} m_B v_B^2$

$= \frac{1}{2}(54.5\ \text{kg})(3.2\ \text{m/s})^2 + \frac{1}{2}(44.7\ \text{kg})(0\ \text{m/s})^2$

$= 280\ \text{J}$, $KE_i - KE_f = 280\ \text{J} - 160\ \text{J}$

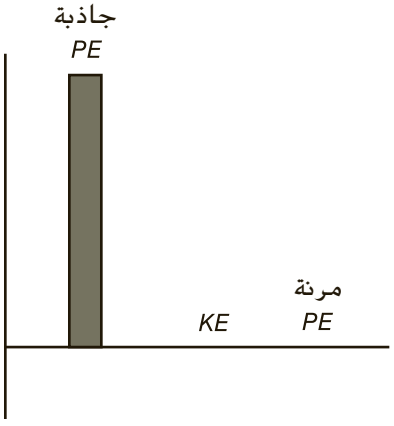
$= 120\ \text{J}$;

$\frac{\Delta KE}{KE_i} = \frac{120\ \text{J}}{280\ \text{J}} = 0.43$ أو 43%

تعزيز المعارف

طاقة الحركة والوضع

ارسم الرسم البياني الشريطي التالي على السبورة.



وضح أن الرسم البياني يعرض توزيع طاقة نظام يتكون من لاعب جمباز وترامبولين والأرض. يتمثل المستوى المرجعي في الترامبولين. هنا، يعد لاعب الجمباز في قمة ارتداده من الترامبولين. اطلب من الطلاب وصف الرسم البياني عند نقطة وصول لاعب الجمباز إلى الترامبولين. عند هذا الارتفاع ($h = 0$) يكون الترامبولين عند نقطة التوازن، لذا فإن عمودي GPE و EPE يصلان إلى الصفر: $PE_{g2} = PE_{e2} = 0$ ومن ثم، من خلال حفظ الطاقة $KE_2 = PE_{g1}$. ض م مرئي-مكاني

التدريس المتمايز

ضعاف السمع اطلب إلى أحد الطلاب الإمساك بكرتي جولف في كلتا يديه وتحريكهما في الاتجاه نفسه مع تحريك إحدى الكرتين بسرعة ضعف سرعة الأخرى. اعرض شفافة عليها الأسئلة التالية: 1. قارن بين طاقة حركة الكرتين. تكون للكرة ذات السرعة الأكبر طاقة أكبر. 2. إذا كانت إحدى الكرتين تتحرك بسرعة ضعف سرعة الكرة الأخرى، فهل تكون KE لها ضعف الكرة الأبطأ؟ لا؛ تعتمد KE على v^2، لذا، فإن الكرة الأسرع ستكون لديها KE حوالي أربعة أضعاف الكرة الأبطأ. ق م مرئي-مكاني

نشاط تحفيزي في الفيزياء

التصادمات يستخدم لاعبو الجولف أنواعًا جديدة من رؤوس المضارب وكرات الجولف سعيًا إلى تصويب الكرات إلى مسافة أبعد بكثير من نقطة الانطلاق. يمكن تقدير ضرب الكرة باعتباره تصادمًا حرًا بين رأس المضرب والكرة. اطلب من الطلاب التفكير في مواصفات الكرة والمضرب، مثل كتلة رأس المضرب، التي قد تؤثر على طول مدى الضربة. اطلب منهم إعداد قائمة بهذه المواصفات ومقارنتها بالمواصفات الواردة في إعلانات المجلات الرياضية. اسأل الطلاب عن أي الإعلانات يوضح فهمًا لنظريات الفيزياء وما إذا كانت مبادئ الفيزياء تدعم المزاعم الواردة في الإعلانات. أم لغوي

alManahj.com/ae

McGraw-Hill Education حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة

3 التقويم

تقويم الفكرة الرئيسة

مصدات السيارة فسر أنه تم تصميم السيارات لتحمل التصادمات غير المرنة. اسأل الطلاب عن السبب الذي يكمن وراء هذا. من خلال تخفيض *KE* للسيارة أثناء التصادم، يُبذل شغل أقل على الراكب لتقليل *KE* الخاصة به إلى الصفر. وبناءً عليه، تقل قوة بذل الشغل على الراكب أيضًا. ض م

التحقق من الاستيعاب

تصادمات السيارات ارسم الرسومات من **الشكل 13.** اطلب من الطلاب وصف تغيرات كمية الحركة والطاقة. في كل حالة، حُفظت كمية الحركة. في الحالة 1، ظلت *KE* ثابتة. في الحالة 2، تقل *KE* بسبب تحول بعض طاقة الحركة إلى طاقة حرارية وصوتية. في الحالة 3، تقل *KE* جراء تحول بعض طاقة الحركة إلى طاقة حرارية وصوتية. في الحالة 4، تزيد *KE* حيث تنبعث طاقة إضافية من تحرير الزنبرك أو الانفجار. ض م **مرئي-مكاني**

alManahj.com/ae

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

التأكد من فهم النص والتحقق عبر الأشكال والمخططات والرسوم البيانية.

التحقق عبر الرسم البياني

المستوى المرجعي هو يد الشخص. بمجرد أن تغادر الكرة اليد، تكون سرعتها المتجهة عند أكبر قيمة لها وتكون طاقتها الحركية عند أكبر قيمة لها. يعد عمود *KE* الأعلى عند هذه النقطة وعمود *GPE* يساوي صفرًا. في منتصف الطريق، يكون عمودا *KE* و *GPE* متساويين. بالعودة إلى اليد مرة أخرى، تساوي *GPE* صفرًا مرة أخرى بينما *KE* تكون عند أكبر قيمة. يصل عمود *KE* إلى نفس الارتفاع كما كان عند رمي الكرة إذا انعدمت مقاومة الهواء.

التأكد من فهم النص

قد تكون *KE* النهائية أقل نتيجة تحول بعض *PE* للكرة إلى طاقة حرارية بسبب الاحتكاك وقد تتحول بعض الطاقة إلى طاقة صوتية.

التحقق عبر الأشكال

تحولت الطاقة إلى أنواع أخرى من الطاقة منها الطاقة الحرارية والطاقة الصوتية.

التأكد من فهم النص

الحالة 1: $p_i = p_f = 1.00\ \text{kg·m/s}$؛ تم حفظ كمية الحركة.
الحالة 2: $p_i = p_f = 1.00\ \text{kg·m/s}$؛ تم حفظ كمية الحركة.
الحالة 3: $p_i = p_f = 1.00\ \text{kg·m/s}$؛ تم حفظ كمية الحركة.
الحالة 4: $p_i = p_f = 1.00\ \text{kg·m/s}$؛ تم حفظ كمية الحركة.

تطبيق

16. $3.1\times10^3\ \text{J};\ 3.7\ \text{m}$

17. يظل نظام الأرض والدراجة والراكب كما هو، إلا أن الطاقة المستخدمة لم تكن الطاقة الميكانيكية فحسب. يجب الأخذ في الحسبان أن الراكب يستهلك طاقة وضع كيميائية حيث يتحول بعضها إلى طاقة ميكانيكية.

18. a. قاع الوادي: $3.0\times10^1\ \text{m/s}$
b. قمة التل التالي: $9.9\ \text{m/s}$
c. لا، لم يكن للزوايا أي تأثير.

19. $1.1\ \text{m}$ أعلى المنصة

20. $0.8\ \text{m/s}$

تطبيق

21. $1.13\times10^2\ \text{m/s}$

22. a. $4.4\times10^3\ \text{J};\ 1.2\times10^3\ \text{kg·m/s}$
b. $6.8\ \text{m/s}$
c. $-200\ \text{J}$

23. a. راجع دليل الحلول عبر الإنترنت للاطلاع على الرسم. يتضمن النظام الهدف المعلق والسهم.
b. تم حفظ كمية الحركة فقط عند التصادم غير المرن بين السهم والهدف. يتم حفظ الطاقة أثناء تأرجح زوجي السهم والهدف إلى أعلى.
c. $46\ \text{m/s}$

مسألة تحدي الفيزياء

1. حفظ كمية الحركة:

$$mv_1 = mv_2 + m_B v_B$$

$$m_B v_B = m(v_1 - v_2)$$

$$v_B = \frac{m(v_1 - v_2)}{m_B}$$

2. بالنسبة إلى الرصاصة فقط:

$$KE_1 = \frac{1}{2}mv_1^2; \qquad KE_2 = \frac{1}{2}mv_2^2$$

$$\Delta KE = \frac{1}{2}m\,(v_1^2 - v_2^2)$$

3. الطاقة المفقودة في الاحتكاك

$$E_{\text{المفقودة}} = KE_1 - KE_2 - KE_{\text{الكتلة}}$$

$$E_{\text{المفقودة}} = \frac{1}{2}mv_1^2 - \frac{1}{2}mv_2^2 - \frac{1}{2}m_B v_B^2$$

القسم 2 مراجعة

24. a. يجب أن توضح الرسومات أن كل طاقة النظام هي طاقة الوضع الجذبية.
b. يجب أن توضح الرسومات أن كل طاقة النظام هي طاقة الوضع الجذبية.

25. لتبسيط المسائل التي تُجرى على مدار فترة زمنية قصيرة، تُعتبر الأرض نظامًا مغلقًا. ومع ذلك فهي ليست معزولة في الواقع وذلك نظرًا لتأثير قوى الجاذبية المبذولة من الكواكب والشمس والنجوم عليها. بالإضافة إلى ذلك، تستقبل الأرض للطاقة الكهرومغناطيسية المستمرة المستمدة من الشمس بشكل أساسي.

26. على الرغم من ارتداد الكرة المطاطية فاقدة القليل من الطاقة، إلا أن طاقة الحركة لن تُحفظ في هذه الحالة نظرًا لاحتمال أن تكون كرة اللبان قد تشوهت نتيجة التصادم.

27. تم تصميم الكرات ومضرب تنس الطاولة ومضرب التنس بحيث يمكن تمرير المقدار الأكبر من طاقة الحركة إلى الكرة. تتلقى الكرة الأكثر ليونة الطاقة بمقدار فقدان أقل من مضرب تنس الطاولة أو مضرب التنس. من المجموعات الأخرى، كرة الجولف ومضرب الجولف (كلاهما صلب) وكرة البيسبول ومضرب البيسبول (كلاهما صلب أيضًا).

28. عقب الارتداد ثلاث مرات

29. $720\ \text{J}$

30. تسقط الكرة ببطءٍ أكثر في بداية السقوط. ومن ثَمَّ، لن تقطع نصف المسافة التي ستسقطها في النصف الأول من زمن السقوط. لذا، ستكون طاقة وضع الكرة أكثر من طاقتها الحركية.

alManahj.com/ae

McGraw-Hill Education محفوظة لصالح مؤسسة © حقوق الطبع والتأليف

الحدود في الفيزياء

ما البديل؟

حوار عن الطاقة البديلة

الهدف

ليتعرف الطلاب على مصادر الطاقة البديلة المتنوعة.

الخلفية

ظهر مصطلح أزمة الطاقة إلى الاستخدام العام أثناء نقص الوقود الأحفوري في السبعينيات. في حين أن الوقود الأحفوري لا يزال مصدر الطاقة الأساسي، إلا أن توافره المتذبذب وتكلفته، إضافة إلى المشاكل البيئية الناتجة عن استخدامه، دفعت إلى البحث عن بدائل أخرى للطاقة. يعد بعض هذه البدائل، مثل الرياح والمياه والكتلة الحيوية، تعديلاً حديثًا على مصادر الطاقة الموجودة منذ قرون. في حين يعد البعض الآخر منها، مثل الخلايا الكهروضوئية والمفاعلات النووية، ناتجًا عن فهم أحدث للمبادئ الفيزيائية.

استراتيجيات التدريس

alManahj.com/ae

- قبل الاطلاع على الخصائص، اطلب إلى الطلاب مراجعة أنواع الطاقة المختلفة التي درسوها في هذه الوحدة ومن بينها طاقة الحركة وطاقة الوضع والطاقة الإشعاعية والكيميائية والنووية والكهربائية.
- اطلب من الطلاب تحديد مصادر الطاقة البديلة التي يستخدمونها. يجب أن يتضمن هذا تحديد مصدر الطاقة الذي تستخدمه شركات الكهرباء المحلية.
  بعض الإجابات المحتملة: آلات حاسبة تعمل بالطاقة الشمسية وسيارات هجينية ومحطات توليد الطاقة الكهرومائية ومزارع الرياح.
- اطلب إلى الطلاب تحديد تحويلات الطاقة التي تحدث مع كل مصدر من مصادر الطاقة البديلة. لإرشادهم، اعرض لهم تحويلات الطاقة التي تتم في محطة نموذجية للوقود الأحفوري:
  الطاقة الكيميائية ← الطاقة الحرارية ← الطاقة الحركية ← الطاقة الكهربائية
- توفر وزارة الطاقة الأمريكية وموقع إدارة معلومات الطاقة الأمريكية ثروة من المعلومات عن مصادر الطاقة واستخداماتها.

المزيد من التعمق >>>

النتائج المتوقعة يجب على الطلاب أخذ العديد من العوامل في الحسبان، مثل تكاليف الإنشاء والتشغيل وإمكانية التوافر والكفاءة والسلامة والتأثير على البيئة ومشكلات التخزين والتوزيع.

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

القسم 1

إتقان المفاهيم

31. ينتج عن الشغل المبذول على الجسم تغيرًا في طاقة الجسم. وهذا ما يعرف بنظرية الشغل والطاقة.

32. تبذل القوة المبذولة لقطع مسافة شغلاً يؤدي إلى تغير في الطاقة.

33. يحتوي النظام الذي يتضمن زنبركًا ملفوفًا على طاقة وضع مرونية. بمجرد تحرك اللعبة، تتحول طاقة الوضع المرونية إلى طاقة حركة. تتوقف اللعبة في حال استخدام الطاقة بأكملها في بذل الشغل أو تحويلها إلى طاقة حرارية بواسطة الاحتكاك.

34. a. تختلف طاقتي الوضع نتيجة اختلاف المستويين المرجعيين.

b. تتساوى التغيرات في طاقات الوضع نتيجة السقوط نظرًا لأن التغير في h متساوي بالنسبة إلى المستويين المرجعيين.

c. تتساوى طاقتي الحركة للكرة عند أي نقطة حيث إن السرعة المتجهة هي نفسها.

35. لا يمكن أن تكون طاقة الحركة لكرة البيسبول سالبة على الإطلاق وذلك لاعتماد طاقة الحركة على مربع السرعة المتجهة الذي يكون موجبًا دائمًا.

36. قد تكون طاقة الوضع الجذبية لكرة البيسبول سالبة إذا كان ارتفاع الكرة أقل من المستوى المرجعي.

37. تزيد طاقة الحركة للعداء بمقدار العامل 9 لأن السرعة المتجهة مربعة.

38. يجري لاعب القفز بالزانة (طاقة حركة) ويثني الزانة وبذلك، مضيفًا بذلك طاقة وضع مرونية إلى الزانة. وأثناء رفع جسمه، تتحول كل من طاقة الحركة وطاقة الوضع المرونية إلى طاقة حركة وطاقة وضع جذبية. وعندما يترك الزانة، تصبح الطاقة بأكملها طاقة حركة وطاقة وضع جذبية.

39. يمكن أن تخزن الزانة المرنة المصنوعة من الألياف الزجاجية طاقة الوضع المرونية حيث يمكن أن تنثني بسهولة. يمكن تحرير الطاقة لدفع لاعب القفز بالزانة إلى أعلى بشكل عمودي. وعلى النقيض، لا تخزن الزانة الخشبية طاقة الوضع المرونية، كما أن أقصى ارتفاع يمكن أن يحققه لاعب القفز بالزانة يكون محدودًا نتيجة التحويل المباشر من طاقة الحركة إلى طاقة الوضع الجذبية.

إتقان حل المسائل

40. 1.3×10^{5} J

41. 203 J

42. a. 2.3×10^{3} J

b. 5.6×10^{2} J

c. 4/1؛ ضعف السرعة المتجهة يعطي أربعة أضعاف طاقة الحركة. تتناسب طاقة الحركة طرديًا مع مربع السرعة المتجهة.

43. 6.86×10^{5} J

44. a. 4.5×10^{3} J

b. 2/1

c. 2/1؛ تعد نسبة طاقة الحركة الإجمالية لهما إلى طاقة الحركة لليان مماثلة لنسبة إجمالي كتلتيهما إلى كتلة ليان. تتناسب طاقة الحركة مع الكتلة.

45. a. 2.54×10^{8} J

b. 2.54×10^{8} J

c. 2.54×10^{8} J

d. 143 m/s

46. 66 m

47. a. −345 J

b. −345 J

c. 34.5 m

48. 2.1×10^{3} J

49. 1.3×10^{2} J

50. -2.78×10^{3} J

51. 3.4×10^{3} J

52. 0.10 kg

53. 17 J

54. 1.7×10^{2} J

55. a. 8.6×10^{4} J

b. 3.9×10^{3} N

56. a. -1.44×10^{5} J

b. -1.44×10^{5} J

c. -2.88×10^{5} N

alManahj.com/ae

McGraw-Hill Education حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة

القسم 2

إتقان المفاهيم

57. a. يتم حفظ إجمالي كمية حركة الكرة والقرص معًا في التصادم لأنه لا توجد قوى غير متزنة تؤثر في هذا النظام.

b. لا يتم حفظ إجمالي طاقة الحركة. حيث يفقد جزء منها في تحطيم كرة الطين والتصاق الكرة بالقرص.

58. a. يتحرك مكعب من الثلج من السكون وينزلق إلى أسفل على منحدر عديم الاحتكاك.

b. يبدأ مكعب من الثلج من الحركة وينزلق إلى أعلى على منحدر عديم الاحتكاك ويصل إلى السكون لحظيًا.

59. في لعبة قطار الملاهي، تبلغ طاقة الوضع للعربة أقصى قيمة لها عند قمم المرتفعات، في حين تبلغ طاقة الحركة أقصى قيمة لها عند قواعد المرتفعات.

60. عند كل ارتدادة، يُخزن بعض طاقة الحركة للكرة وليست كلها على هيئة طاقة وضع مرونية؛ في حين يشتت تغيُّر شكل الكرة ما تبقى من الطاقة على هيئة طاقة حرارية وطاقة صوتية. بعد الارتداد، تنطلق طاقة الوضع المرونية المخزنة على هيئة طاقة حركية. ونظرًا لفقدان الطاقة في تغير شكل الكرة، تبدأ الارتدادات المتوالية بمقدار قليل من طاقة الحركة وينتج عنها وصول الكرة إلى ارتفاع أقل. في النهاية، تتبدد طاقة الكرة بالكامل وتنتهي الكرة إلى حالة سكون.

إتقان حل المسائل

61. 2.0×10^{1} m

62. 26 m

63. a. 4.90×10^{3} J

b. 4.90×10^{3} J

c. 4.90×10^{3} J

64. 407 J

65. a. 2×10^{4} J

b. 2×10^{4} J

c. 40 m/s

66. a. 30 m/s

b. 20 m/s

67. a. 4.0×10^{6} kg•m/s

b. 4.0×10^{6} kg•m/s

c. قبل: 1.6×10^{7} J؛ بعد: 8.0×10^{6} J

d. رغم أن كمية الحركة كانت محفوظة أثناء التصادم إلا أن طاقة الحركة لم تُحفظ. تحولت الكمية التي لم تُحفظ إلى طاقة حرارية وطاقة صوتية.

68. -1.2×10^{3} J

69. 39 m

70. a. ستتنوع الإجابات. يمكن أن تكون الصيغ المحتملة للإجابات الصحيحة كما يلي: "إذا كان ارتفاع الجرف يبلغ 43 m ويُطلق السندان من السكون، فكم ستكون سرعته عندما يصطدم بالأرض عند قاعدة الجرف؟"

b. الإجابة المحتملة: "ما القوة التي يحتاج إلى ممارستها على السندان ليمنحه عجلة إلى أعلى بمقدار $0.06\ m/s^2$؟"

71. a. 3.4 m/s

b. -1.7×10^{2} J

72. 4.1 m/s

73. a. نعم، لقد تغيرت الطاقة الكيميائية؛ زادت طاقة الوضع بمقدار 3200 J.

b. من طاقة الشخص الداخلية

تطبيق المفاهيم

74. a. إذا لم تنزلق عجلات السيارة، فإن أسطح المكابح تحتك ببعضها البعض وتبذل شغلاً يوقف السيارة. الشغل المبذول من المكابح يساوي التغير في طاقة حركة السيارة. ترتفع درجة حرارة أسطح المكابح بسبب تحول طاقة الحركة إلى طاقة حرارية.

b. إذا انغلقت المكابح وانزلقت عجلات السيارة، فإن احتكاك العجلات بالطريق يبذل شغلاً يوقف السيارة. وترتفع درجة حرارة سطح الإطار وليست المكابح. وهذه ليست الطريقة الأكفأ لإيقاف السيارة إضافة إلى أنها تفسد الإطارات.

75. مقدار طاقة حركة مقطورة الشاحنة أكبر، $KE = \frac{1}{2}mv^2$، لأن كتلتها أكبر من السيارة الصغيرة. لذا وفقًا لنظرية الشغل والطاقة، يجب أن يبذل محرك الشاحنة شغلاً أكبر.

76. تُخزن طاقة الوضع المرونية في الحبل الملفوف الذي يبذل شغلاً على الصخرة. يكون للصخرة طاقة حركة وطاقة وضع أثناء طيرانها في الهواء. عندما تصطدم بالجدار، ينتج عن التصادم غير المرن تحول معظم الطاقة الميكانيكية إلى طاقة حرارية وصوتية وبذل شغل يكسر بنية الجدار. تظهر بعض الطاقة الميكانيكية في الأجزاء المتناثرة نتيجة التصادم.

77. تنتقل الطاقة إلى ثني الصفائح المعدنية في السيارات. كما أن الطاقة تحولت أيضًا جراء قوى الاحتكاك بين السيارتين والإطارات في صورة طاقة حرارية وصوتية.

almanahj.com/ae

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

78. سيكون للمتزلج الأضخم طاقة حركة أكبر. سيبدد الشغل السالب، $W = Fd$، المبذول بواسطة الاحتكاك بالثلج طاقة الحركة لكل متزلج. بما أن إن قوى الاحتكاك متساوية، فإن المتزلج الأضخم سيصل إلى مسافة أبعد قبل التوقف.

79. a. لم تبذل قوة الشد أي شغل على الكتلة لأن الشد يؤثر في اتجاه عمودي على حركة الكتلة.

b. لم يخالف هذا نظرية الشغل والطاقة لأن طاقة الحركة للكتلة ثابتة؛ فهي تتحرك بسرعة ثابتة.

80. يجب أن تكون القمة أكبر بمقدار العامل 4.

81. على الرغم من حركة الكرتين في اتجاهين متضادين، إلا أن طاقة الحركة وطاقة الوضع لهما تكونان متساويتان عند إلقائهما. وتكون لهما الطاقة الميكانيكية نفسها والسرعة نفسها عند اصطدامهما بالأرض.

82. a. دفع قرص الهوكي على الجليد بطريقة أفقية؛ النظام يتألف من قرص الهوكي فقط.

b. إسقاط كرة؛ النظام يتكون من الكرة والأرض.

c. ضغط الزنبرك في لعبة على شكل مسدس؛ النظام يتكون من الزنبرك فقط.

d. سيارة مسرعة على مضمار مستو وتقلل من سرعتها.

مراجعة عامة

83. 8.6 m/s

84. 1.3 m

85. افترض أن كرات الفوم تبذل قوة ثابتة لإبطائه، $W = Fd = E = mgh$. إذا زاد الارتفاع بمقدار خمسة أضعاف، فينبغي أن يزيد عمق كرات الفوم بمقدار خمسة أضعاف إلى 5 m.

86. كان لكلا اللاعبين كميتي حركة متساويتين ومتضادتين قبل التصادم. مقدار الطاقة التي فقدها كل لاعب كان $\frac{1}{2}mv^2 = \frac{1}{2}\left(\frac{m^2v^2}{m}\right) = \frac{p^2}{2m}$. فقد اللاعب الظهير طاقة أكثر. وهكذا، فإن $KE_{\text{للظهير}} < KE_{\text{النهائية}}$.

87. أضيفت (13 J) بواسطة الزنبرك

88. 6.28 m

89. يعد الشغل المبذول بواسطة الاحتكاك (5.0 J) أكبر من طاقة العربة (3.9 J). لن تصل العربة إلى سفح التل.

90. 0.67 kg

التفكير الناقد

91. 73 m/s

92. a. إذا كانت $m_1 = m_2$، فإننا نعرف أن m_1 ستكون في حالة سكون عقب التصادم وستتحرك m_2 سرعة متجهة v_1. ستنتقل الطاقة بالكامل إلى m_2.

b. إذا كانت $m_1 \gg m_2$، فإننا نعرف أن حركة m_1 لن تتأثر بالتصادم وأن مقدار الطاقة المنقول إلى m_2 سيكون ضئيلاً للغاية.

c. إن أفضل طريقة لإيقاف أحد النيوترونات أن تجعله يصطدم بذرة هيدروجين، لها كتلة النيوترون نفسها تقريبًا.

93. ستتنوع الإجابات، لكن صيغة الإجابة الصحيحة هي، "ألقيت كرة من مستوى الأرض في الهواء بطاقة حركة ابتدائية مقدارها 30 J. كم سيكون مقدار ارتفاعها فوق مستوى الأرض عندما تقل طاقة الحركة إلى 15 J؟"

94. ستتنوع الإجابات، لكن صيغة الإجابة الصحيحة هي "بينما كان أحد الأشخاص يستعد للعب البولينج أسقط كرة كتلتها 6 kg على قدمه دون قصد. إذا سقطت الكرة على قدمه من ارتفاع 0.92 m، فما مقدار سرعتها عندما تصطدم بقدمه؟"

95.
$$v_{A2} = \left(\frac{m_A - m_B}{m_A + m_B}\right)v_{A1} + \left(\frac{2m_B}{m_A + m_B}\right)v_{B1}$$
$$v_{B2} = \left(\frac{m_B - m_A}{m_A + m_B}\right)v_{B1} + \left(\frac{2m_A}{m_A + m_B}\right)v_{A1}$$

96. $v_A = v_E < v_B = v_C = v_D$

97. 6.7 m/s

الكتابة في علم الفيزياء

98. تحول الشمس الطاقة النووية إلى طاقة حرارية من خلال الاندماج النووي وتطلق هذه الطاقة في صورة إشعاع كهرومغناطيسي ينتقل إلى الأرض عبر فراغ الفضاء. تمتص الأرض هذا الإشعاع الكهرومغناطيسي في الغلاف الجوي والأرض والمحيطات في صورة طاقة حرارية أو حرارة. كما يتحول أيضًا جزء من الإشعاع المرئي إلى طاقة كيميائية خلال عملية البناء الضوئي بواسطة النباتات. يوجد العديد من التفاعلات الكيميائية الأخرى التي يساعد فيها ضوء الشمس مثل إنتاج الأوزون. تتحول الطاقة بعد ذلك إلى أشكال عديدة، بعضها يتمثل في العمليات الكيميائية التي تساعدنا على هضم الطعام وتحويله إلى طاقة كيميائية لبناء الأنسجة والحركة والتفكير. في النهاية وبعد استخدام الطاقة، يتشتت ما تبقى منها ليعود إلى الكون في صورة إشعاع كهرومغناطيسي.

al Manahj.com/ae

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

99. تُخزن طاقة الوضع في ترابط البروتونات والنيوترونات في النواة. تنبعث الطاقة عند انقسام النواة الثقيلة إلى أجزاء صغيرة (الانشطار) أو عند اندماج النوى الصغير جدًا لتكوين نوى أكبر (الاندماج). وبالطريقة نفسها، تُخزن طاقة الوضع الكيميائية عند اندماج الذرات لتكوين جزيئات وتنبعث عند انفصال الجزيئات أو عند إعادة ترتيبها. ينتج عن انفصال الشحنات الكهربائية طاقة وضع كهربائية، كما يحدث في البطارية. تتحول طاقة الوضع الكهربائية إلى طاقة حركية أثناء حركة الشحنات الكهربائية في التيار الكهربائي في حال وجود المسار الموصل أو الدائرة. تعد جميع العمليات البيولوجية عمليات كيميائية ومن ثم، فإن الطاقة البيولوجية ما هي إلا أحد أشكال الطاقة الكيميائية. تعد الطاقة الشمسية طاقة اندماج متحولة إلى إشعاع كهرومغناطيسي. (انظر إجابة السؤال السابق.) الضوء هو أحد أشكال الطاقة الكهرومغناطيسية الموجية ويقع تردده في نطاق يمكن رؤيته بالعين.

مراجعة تراكمية

100. 6.0×10^{24} kg

101. a. −0.500 kg•m/s

b. −0.995 kg•m/s

c. عند ارتداد الرصاصة، يكون تغير كمية الحركة بها أكبر في المقدار والأمر ذاته بالنسبة إلى تغير كمية حركة الحاجز ومن ثَمَّ ينتهي الحاجز إلى سرعة أكبر.

تمرين على الاختبار المعياري

الاختيار من متعدد

1. D

2. D

3. D

4. C

5. C

6. C

7. C

الأجوبة الحرة

8. 0.50 m

9. 1520 J

إرشادات

الإرشادات التالية هي نموذج لجهاز لتسجيل الدرجات للأسئلة ذات الإجابات المفتوحة.

النقاط	الوصف
4	يُظهر الطالب فهمًا عميقًا لموضوعات الفيزياء التي درسها. يمكن أن تشمل الإجابة أوجه قصور بسيطة لا تؤثر على توضيح الفهم العميق.
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. بالرغم من استخدام الطلاب للطريقة الصحيحة للحل أو ربما قدموا حلاً صحيحًا، إلا أن العمل ينقصه فهمًا أساسيًا للمفاهيم الفيزيائية المميزة.
1	يُظهر الطالب فهمًا محدودًا للغاية لموضوعات الفيزياء التي درسها. الإجابة غير كاملة وتكشف عن الكثير من أوجه القصور.
0	يقدم الطالب حلاً خاطئًا تمامًا أو لا يجيب على الإطلاق.

alManahj.com/ae

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education