الشغل والطاقة والآلات

Monty Rakusen/Getty Images

نظرة عامة على الوحدة

حُددت العلاقات بين القوة والإزاحة والشغل والطاقة من خلال الأنشطة العملية والمخططات التوضيحية والمعادلات. الشغل: نقل الطاقة باستخدام وسائل ميكانيكية ويعرف بأنه ناتج مقدار القوة والإزاحة في اتجاه القوة. تعمل الآلات على نقل الطاقة بأكبر فائدة خلال التبادل المُتّزن للقوة والإزاحة. تعتبر الآلات المثالية والحقيقية متمايزة ويتم تحليل الكفاءة وحسابها للآلات البسيطة والمركبة.

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

- الحركة المتسارعة في بُعد واحد
- الحركة الدائرية
- قوانين نيوتن للحركة
- القوة العمودية
- الحركة المنتظمة في بُعد واحد
- المتجهات في مقابل الكميات القياسية

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

- الترميز العلمي
- الأرقام المعنوية
- جيب الزاوية وجيب التمام والمماس
- حل المعادلات الخطية

تقديم الفكرة الرئيسة

اعرض للطلاب مقطع فيديو لمحترف في الكاراتيه يكسر قطعة من الخشب بيده. ماذا حدث للطاقة الحركية لِيد محترف الكاراتيه؟ لقد انطلقت لكسر ألياف الخشب.

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

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. الخطوط التالية تتمثل في إمساك العجلة عند ربط كتلة تبلغ 500 g بحبل موجود حول جزء المحور الواقع خارج العجلة. اطلب من الطلاب استنتاج ما سيحدث عند ربط كتلة تبلغ 100 g أو 200 g. فكرة جيدة أن يكون لديك المزيد من الحبل على العجلة حتى يمكن للكتلة الأصغر أن تسقط لمسافة كبيرة. تزداد سرعة العجلة عند ربط كتلة تبلغ 500 g وبشكل أكثر بطئًا مع كتلة تبلغ 200 g وأشد بطئًا مع كتلة تبلغ 100 g. اشرح للطلاب أنه تم بذل المزيد من الشغل (وبمقدار أكبر للطاقة الحركية النهائية للعجلة) عند سقوط أجسام ذات كتل أكبر خلال المسافة نفسها.

ض م مرئي – مكاني

الربط بالمعرفة السابقة

القوة والحركة تضم هذه الوحدة مفاهيم القوة والحركة. وتبدأ الوحدة باقتراح أن الكمية، غير كمية الحركة، مهمة عند تفاعل الأجسام. طُوِّر مفهوم الطاقة الحركية من خلال تطبيق معادلات الحركة على تعريف كمية جديدة تسمى الشغل.

2 التدريس

الشغل والطاقة

تطوير المفاهيم

الفكرة **الرئيسة** اطلب من الطلاب جمع علب الصودا وجلب علب فارغة إلى الفصل. قم بإنشاء آلة بسيطة لدق الركائز لسحق العلب باستخدام كتلة كبيرة قد تنزلق على مجموعة من القضبان العمودية. اطلب من الطلاب استكشاف ما سيحدث لعلبهم عند سقوط الكتلة عليها من ارتفاعات مختلفة. حدد الحد الأدنى للارتفاع اللازم لسحق العلبة بشكل كامل.

اسأل الطلاب عن سبب سحق العلبة. قوة الكتلة الساقطة اسأل الطلاب عن المسافة التي أثرت خلالها قوة "السحق" هذه في العلبة. حول ارتفاع العلبة أخبر الطلاب أن الكتلة الساقطة بذلت شغلًا على العلبة لأن القوة المطبقة نتج عنها حدوث إزاحة. اسأل الطلاب كيف يغير ارتفاع الكتلة لعملية سحق العلبة. كلما ارتفعت الكتلة انسحقت بدرجة أكبر. أوضح للطلاب أن مستوى السقوط الأعلى أعطى للكتلة الساقطة مزيدًا من الطاقة الحركية ومن ثَمَّ، يمكن تحويلها إلى مزيد من الشغل لسحق العلبة.

تطوير المفاهيم

الحفاظ على مسار الشغل عند إتمام شغل على نظام ما، فإن نظرية الطاقة والشغل تتضمن وجود تغيير في طاقة النظام. للحفاظ على هذه العلاقة يجب مراعاة إجمالي الشغل المبذول خلال التفاعل. بالإضافة إلى ذلك، يجب ألا يعمل هذا النظام أيضًا في بيئته كما لا يجب تنفيذ أي أنواع أخرى لنقل الطاقة مثل التدفئة أو التبريد. يمكنك استخدام الأمثلة التالية لتوضيح كيف تثبت نظرية الطاقة والشغل في مواقف مختلفة.

■ **الدفع باتجاه حائط** تُطبق القوة عند الدفع ولكن الحائط يطبق قوة مساوية ومضادة. لا توجد إزاحة، لذلك فإن الشغل الذي تبذله قوة الدفع وقوة رد الفعل وإجمالي الشغل يساوي صفرًا. لا تتغير الطاقة الحركية لأن الحائط يظل ثابتًا.

■ **الرفع بسرعة ثابتة** صافي الشغل والتغير في الطاقة الحركية يساويان صفرًا. ورغم ذلك، ففي نظام يتضمن الجسم والأرض يؤدي بذل شغل لرفع جسم إلى نقل الطاقة إلى ذلك النظام في شكل طاقة الوضع الجذبية.

■ **السقوط الحر** عندما تكون قوة الجاذبية هي القوة الوحيدة المؤثرة في جسم سقط من وضع السكون ويكون الشغل الذي تبذله هذه القوة على الجسم مساويًا للزيادة في الطاقة الحركية للجسم. تمثل هذه الزيادة المعادلة $W = \Delta E$. الشغل هو $W = Fd = (mg)(d) = mgd$. حيث d هي مسافة سقوط الجسم. التغير في الطاقة هو $\Delta E = \Delta KE = KE_f - KE_i = \frac{1}{2}mv_f^2 - 0 = \frac{1}{2}mv_f^2$. لذلك، فإن $mgd = \frac{1}{2}mv^2$.

التعزيز

القوة في اتجاه نشاط الحركة يمكنك رسم مثلث قائم على السبورة بساق أفقية وأخرى رأسية ووتر مثلث قُطري. قد يكون من المفيد مراجعة تعريفات جيب الزاوية وجيب التمام ومماس الزاوية θ ولإثبات أن الساقين الأفقية والرأسية هما المكونان العموديان للقوة التي يمثلها وتر المثلث. إذا كانت الحركة بامتداد الساق الأفقية، فإن القوة الواقعة في ذلك الاتجاه هي المكون الأفقي للمثلث. الزاوية θ مجاورة للمكون الواقع في اتجاه الحركة. يمكنك سؤال الطلاب عن الدالة المثلثية المساوية للجانب المجاور الواقع على وتر المثلث القائم. دالة جيب الزاوية يمكنك بعد ذلك سؤال الطلاب عن مقدار مكون القوة الموجود بامتداد اتجاه الحركة. $F_x = F \cos \theta$

ض م مرئي – مكاني

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

0141_0156_C09_718462.indd 142 8/19/2016 10:55:33 AM

التفكير الناقد

قوة الاحتكاك والقوة العمودية **اسأل** الطلاب أن يجدوا علاقة رياضية لمقدار مكون القوة الموجود في اتجاه الحركة عند سحب زلاجة منتظمة أفقيًا بسرعة ثابتة بواسطة حبل مثبت في مركزها. يصنع الحبل زاوية θ مع المستوى الأفقي وm هي كتلة الزلاجة وμ هي معامل احتكاك الانزلاق وF هي مقدار القوة بامتداد الحبل وF_N هي مقدار القوة العمودية وg هي قوة مجال الجاذبية. القوة العمودية بين الزلاجة والسطح هي وزن الزلاجة ناقص المكون الرأسي للقوة بامتداد الحبل. يجب أن يكون مقدار المكون الأفقي للقوة بامتداد الحبل مساويًا لمقدار قوة الاحتكاك عند انزلاق الجسم بسرعة ثابتة. لذلك، فإن $F\cos\theta = \mu F_N = \mu(mg - F\sin\theta)$.

ف م منطقي - رياضي

خلفية عن المحتوى

تحديد الشغل لقوة متغيرة يفترض الزعم الوارد في النص بشأن تكافؤ الشغل المبذول والتغير في الطاقة الحركية أن القوة ثابتة. وليس من الضروري أن تكون الحالة هكذا. تتضمن طرق حساب الشغل الناتج عن قوة متغيرة إيجاد المساحة أسفل الرسم البياني لمقدار القوة في مقابل الإزاحة أو إجراء تكامل على مقدار القوة في مقابل دالة الإزاحة خلال نطاق الإزاحة.

مناقشة

مسألة ما مقدار الشغل الذي يبذله شخص على صندوق عندما يدفع الصندوق بقوة تبلغ 184 N لمسافة تبلغ 10.0 m فوق أرضية؟

إجابة $W = Fd = (184\text{ N})(10.0\text{ m}) = 1840\text{ J}$.

د م

الفيزياء في الحياة اليومية

السيارات ونظرية الطاقة والشغل تخيل أن مركبة وزنها 1200-kg تزيد سرعتها من وضع السكون إلى 20.0 m/s في مسافة تبلغ 80.0 m على رصيف مستوٍ. التغير في الطاقة الحركية

$$\frac{1}{2}mv^2 = \frac{1}{2}(1200\text{ kg})(20.0\text{ m/s})^2 = 2.4\times10^5\text{ J}$$

تُحول هذه الطاقة إلى طاقة حرارية عن طريق الاحتكاك. يمكنك توضيح كيفية استخدام نظرية الطاقة والشغل للطلاب لإيجاد مسافة الكبح من 20.0 m/s بكبح العجلات إذا كان معامل الاحتكاك بين الإطارات والطريق على رصيف جاف هو $\mu = 0.70$. مقدار القوة التي يبذلها الطريق لإيقاف السيارة $F = (0.70)(1200\text{ kg})(9.8\text{ N/kg}) = 8.2\times10^3\text{ N}$.

تبلغ مسافة الإيقاف $\frac{(2.4\times10^5\text{ J})}{(8.2\times10^3\text{ N})} = 29\text{ m}$.

ض م

مثال إضافي للحل في الفصل

يستخدم مع مثال المسألة *1*.

مسألة عندما تضرب رأس المضرب كرة جولف وزنها 46 g

$$d = \frac{W}{F} = \frac{43\text{ J}}{2300\text{ N}} = 1.9\times10^{-2}\text{ m}$$

استخدام التجربة المصغرة

في القوة المطبقة بزاوية، يسحب الطلاب كتلة بامتداد منضدة بزوايا مختلفة بين قوة السحب والمنضدة.

مثال إضافي للحل في الفصل

يستخدم مع مثال المسألة *2*.

مسألة كم مقدار الشغل المبذول لدفع صندوق طويل 15 m بقوة مقدارها 4.0×102

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

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

0141_0156_C09_718462.indd 143 8/19/2016 10:55:34 AM

نشاط تحفيزي في الفيزياء

الرسم البياني لمقدار القوة في مقابل زاوية خيط ارجع إلى التجربة المصغرة *القوة المطبقة عند زاوية*. يمكنك سؤال الطلاب عن كيفية ارتباط مقدار قوة الاحتكاك بمعامل الاحتكاك وزاوية الخيط. مقدار قوة الاحتكاك يساوي معامل الاحتكاك، μ، مضروبًا في مقدار القوة العمودية F_N. مقدار القوة العمودية يساوي الفرق في مقدار (mg) وزن الكتلة ومقدار المكون الرأسي لقوة الشد. لذلك فإن $F\cos\theta = \mu F_N = \mu(mg - F\sin\theta)$ و $F = \frac{\mu mg}{(\cos\theta + \mu\sin\theta)}$. بعد ذلك، يمكنك مطالبة الطلاب بحساب قيمة μ من المعادلة $\mu = \frac{F}{mg}$، والتي يمكن الحصول عليها بإيجاد حل لـ μ في المعادلة $F = \frac{\mu mg}{(\cos\theta + \mu\sin\theta)}$، التي تم التعويض عنها بـ $\theta = 0$ وقيمة F المطابقة لتلك الزاوية كما تم قياسها في التجربة المصغرة. عندئذٍ، يمكن للطلاب رسم F بيانيًا كدالة لـ θ. وهذا يعني أن $F(\theta) = \frac{\mu mg}{(\cos\theta + \mu\sin\theta)}$. إذا كانت $\mu = 0.6$، فإن الرسم البياني يبدأ في $F = 6\text{ N}$ عندما $\theta = 0$، يكون لها حد أدنى قريب من 5 N عند زاوية 30° تقريبًا، ويزداد إلى $F = 10\text{ N}$ 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 273–271

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.

$$P = \frac{W}{t} = \frac{Fd}{t} = \frac{(2800\text{ N})(80.0\text{ m})}{80\text{ s}} = 28\text{ kW}$$

استخدام تجربة الفيزياء

سيحسب الطلاب الشغل المبذول والطاقة المولدة في صعود السلالم والطاقة. المفهوم الأساسي المُعزز بالتجربة هو أن مقدار الشغل المبذول نفسَه في فترة زمنية أقصر ينتج عنه قدرة أكبر.

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

0141_0156_C09_718462.indd 144 8/19/2016 10:55:34 AM

نشاط مشروع الفيزياء

كتلة السيارة وتوفير الوقود يجب أن يعمل عدة طلاب معًا للحصول على بيانات الكتلة وتوفير الوقود لخمس سيارات على الأقل ذات أحجام مختلفة. يجب تحويل توفير الوقود إلى كيلومترات لكل لتر من الوقود. يجب على جميع المشاركين أن يسجلوا بعناية المسافة المقطوعة ومقدار الوقود الذي تمت تعبئته خلال ثلاث أو أربع زيارات لمحطة الوقود. يجب على المشاركين بعد مرور أسابيع قليلة جمع بيانات المتوسط وإنشاء مخطط بياني لتوفير الوقود في مقابل كتلة السيارة. يجب أن يقدموا تقريرًا يفيد ما إذا كانت الكتلة قد أثرت في توفير الوقود وتوضيح السبب سواء بالسلب أم الإيجاب.

ستختلف النتائج. إذا تساوت جميع العوامل الأخرى ذات الصلة، فكلما زادت كتلة المركبة استلزم الأمر مزيدًا من الطاقة (التي يوفرها بالبنزين في خزان الوقود) لزيادة طاقة المركبة. يمكن أن تكون هذه الزيادة في شكل طاقة حركية (عند زيادة سرعة المركبة) أو في طاقة الوضع الجذبية لنظام المركبة والأرض (مثلًا عندما تصعد المركبة أحد التلال). هذه الدراسة لا تراعي أو تنظم العوامل الأخرى بخلاف كتلة السيارة والتي يمكنها التأثير في توفير الوقود. ومن ثمّ، 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؟

$d = (8.94\ m/s)(2.16\times10^{4}\ s) = 1.93\times10^{5}\ m = 193\ km$؛

$E = (1.00\ kW)(2.16\times10^{4}\ s) = 2.16\times10^{7}\ J$. 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 $(20.0\ kg)(9.8\ N/kg)(2.0\ m) = 390\ J$. الشغل الذي بذله سو يساوي $(30.0\ kg)(9.8\ N/kg)(1.5\ m) = 440\ J$. قدرة عمر تساوي $\frac{390\ J}{5.0\ s} = 78\ W$ وقدرة سو تساوي $\frac{450\ J}{8.0\ s} = 55\ W$.

ض م منطقي – رياضي

التوسع

فائدة اتجاه القوة يمكنك مطالبة الطلاب بإنشاء رسم تخطيطي سريع يوضح لماذا يكون من الأسهل سحب عربة اليد وصعود السلالم بها مقارنةً بدفعها. عند دفع عربة يد فإن مكون القوة سيتجه إلى أسفل إلا إذا كان يمكنك وضعها في موقع صعب لازم لدفعها لأعلى من الأسفل. وعلى الجانب الآخر فعند سحب عربة اليد، فإن مكون القوة يتجه لأعلى بشكل طبيعي مما يسهل سحب عربة اليد وصعود السلالم بها. ف م مرئي – مكاني

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

0141_0156_C09_718462.indd 145 8/19/2016 10:55:34 AM

التأكد من فهم النص والأشكال

التأكد من فهم الأشكال

إجابة نموذجية: عندما تدفع حاوية الملح فوق سطح المنضدة

التأكد من فهم النص

2 J

التأكد من فهم النص

أنت تقوم بشغل إيجابي لأنك تبذل قوتك في اتجاه الإزاحة ولكن صديقك يقوم بشغل سلبي لأن القوة المطبقة في الاتجاه المقابل للإزاحة.

التأكد من فهم النص

الإجابة النموذجية: افترض أنك تقوم بشد صنارة صيد أسماك بشكل مستقيم يوجد بها طُعم وغاطس تم إرفاقه. إذا كانت كتلة الطُعم وصنارة صيد الأسماك والغاطس تبلغ 0.15 N وتقوم بشدها بشكل مستقيم حتى 8.0 m فأنت تبذل شغلًا مقداره 1.2 J.

التأكد من فهم الأشكال

$W_{friend} - W_{you} = W_{total}$؛ ستكون الإجابة عددًا موجبًا.

مسائل تدريبية

1. **a.** لأن $W = Fd$، فإن مضاعفة القوة ستضاعف الشغل ليصل إلى 1.35 J.
   b. لأن $W = Fd$، تنصيف المسافة سيقلل الشغل للنصف ليصل إلى 0.68 J.
2. **a.** 2.9×10^4 J
   b. 5.8×10^4 J
3. **a.** 6.0×10^2 J
   b. 5.9×10^3 J
4. 1.1×10^2 J

مسائل تدريبية

5. 4.92×10^3 J
6. 6.5×10^3 J
7. **a.** 903 J
   b. −903 J
8. 6.54×10^3 J
9. **a.** 6.9×10^3 J
   b. -1.5×10^4 J

مسائل تدريبية

10. 1.15×10^3 W; 1.15 kW
11. **a.** 348 W
    b. 696 W
12. 0.63 kW
13. 1.3×10^5 N
14. 5.7 min

القسم 1 مراجعة

15. تتناسب الطاقة الحركية مع مربع السرعة المتجهة، لذلك فإن مضاعفة الطاقة تضاعف من مربع السرعة المتجهة. تزداد السرعة المتجهة بمعامل جذر تربيعي يبلغ 2 أو 1.4.
16. 8×10^2 J
17. 1.9×10^3 J؛ ارجع إلى دليل الحلول لإيجاد الرسم البياني للقوة – الإزاحة.
18. 3.46×10^3 J
19. 4.4 J
20. لا. الشغل ليس دالة للوقت. مع ذلك، الطاقة هي دالة للوقت، ولذلك فإن الطاقة اللازمة لرفع الكتاب تعتمد على مدى سرعة رفعك له.
21. 3.4×10^4 W
22. 6.0×10^2 kg
23. يبذل كلاهما كمية الشغل نفسها. نهتم فقط بالارتفاع الذي تم الرفع إليه والقوة الرأسية المبذولة.
24. بما أن الشغل هو التغير في الطاقة الحركية، احسب الشغل المبذول بواسطة كل قوة. يمكن أن يكون الشغل موجبًا أو سالبًا أو صفرًا استنادًا إلى الزوايا النسبية لقوة الجسم وإزاحته. مجموع قيم الشغل الثلاث هو التغير في طاقة النظام.

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

0141_0156_C09_718462.indd 146 8/19/2016 10:55:34 AM

1 مقدمة

نشاط محفِّز

ألعاب تعمل بالزنبرك حاول الحصول على عدة ألعاب صغيرة تعمل بالزنبرك أو بالبطارية. اعرضها على منضدة العرض التوضيحي. يمكنك تشغيل كل واحدة ومطالبة الطلاب بوصف كيفية استفادة كل لعبة من مصدر طاقتها. وضح كيفية دفع آلية الزنبرك أو المحرك الذي يعمل ببطارية للأجزاء المتحركة باللعبة إن أمكن ذلك. ستعتمد الإجابات على أنواع الألعاب المعروضة. بوجه عام، يجب أن يتمتع الطلاب بالقدرة على ملاحظة وجود ارتباط ميكانيكي بين مصدر الطاقة والأذرع أو السيقان أو الأجزاء المتحركة الأخرى باللعبة. تسمح هذه الارتباطات بتحرك الأجزاء. د م مرئي – مكاني

الربط بالمعرفة السابقة

القوة والمسافة والشغل تقوم هذه الوحدة على استيعاب العلاقة بين هذه الكميات الثلاث المحددة في القسم 1. في الحالة المثالية، يكون الشغل المبذول مساويًا للشغل الناتج. يجب أن يعرف الطلاب الآن أن الشغل يساوي مقدار القوة مضروبًا في المسافة. تعمل الآلات البسيطة على مبادلة عوامل مقدار القوة والمسافة هذه لصالحها عند تنفيذ مهمة ميكانيكية. تفيد أيضًا المفاهيم التي تمت تغطيتها أثناء دراسة الطلاب لحركة الدوران المحوري في وصف الجوانب الفيزيائية في العديد من الآلات البسيطة.

2 التدريس

فوائد الآلات

تطوير المفاهيم

الفكرة الرئيسة قسّم الطلاب إلى مجموعات مكونة من أربعة طلاب واطلب منهم القيام ببحث على الإنترنت وإعداد رسومات للآلات التالية، الرافعات والتروس والأسطح المسننة والتروس الدودية والمفتاح الإنجليزي والعجلات المسننة والسلاسل والأحزمة والجريدة المسننة والترس والبكرة والسقّاطة والكامة والوتد والعجلة والمحور. لكل آلة، يجب أن تحدد المجموعات ما إذا كانت الآلة تغير مقدار القوة المبذولة و/أو اتجاهها. اطلب من الطلاب إجراء عصف ذهني لتجاربهم الحياتية التي ربما يكونون قد استخدموا هذه الآلات فيها.

تطوير المفاهيم

الرافعات وعزم الدوران نقطة ارتكاز الرافعة هي محور الدوران المحوري. عزم الدوران المطبق على طرف الجهد يساوي عزم الدوران الناشئ في طرف المقاومة، $F_e d_e = F_r d_r$.

استخدم الشكل 11

فائدة البكرة الطريقة الأساسية لتحديد الفائدة الميكانيكية لبكرة أو نظام بكرات هي حساب عدد الحبال الداعمة للحمولة.

تحديد المفاهيم الخاطئة

أسباب استخدام الآلات قد لا يستوعب الطلاب وجود عدة أسباب لاستخدام الآلات غير تقليل مقدار القوة اللازمة لأداء مهمة ما. فقد تقوم الآلة أحيانًا بتغيير اتجاه قوة الجهد ببساطة دون مضاعفتها. في الواقع، توجد آلات أخرى لها تأثير عكسي تمامًا — حيث تتبادل قوة جهد أكبر مما يؤدي إلى زيادة إزاحة قوة الجهد. يمكنك مطالبة الطلاب بإيجاد مثال لجميع أنواع الآلات هذه. بكرة واحدة بحبل واحد يدعم الحمولة تعكس قوة الجهد. المكنسة هي أحد أنواع الرافعات حيث تكون المسافة التي تتحركها المنطقة الواقعة بالقرب من المقبض أصغر بكثير من المسافة التي تتحركها رأس المكنسة. قد تبلغ الفائدة الميكانيكية لمكنسة 0.33 أو أقل. ض م منطقي – رياضي

خلفية عن المحتوى

عمليات حساب الفائدة الميكانيكية المثالية الفائدة الميكانيكية المثالية (*IMA*) لآلة بسيطة تعتمد على الهندسة الفيزيائية للجهاز. إنها المعامل الذي ستتضاعف به قوة الجهد للحصول على قوة التحميل في حالة عدم وجود خسائر في الطاقة. على سبيل المثال:

رافعة $IMA = \frac{L_e}{L_r}$، حيث L_e وL_r هما أطوال ذراع الجهد وذراع المقاومة على التوالي.

سطح منحدر $IMA = \frac{d_e}{d_r}$، حيث d_e وd_r يمثلان طول المنحدر وارتفاعه على التوالي.

العجلة والمحور $IMA = \frac{r_w}{r_a}$، حيث r_w وr_a يمثلان نصفي قطر العجلة والمحور على التوالي.

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

0141_0156_C09_718462.indd 147 8/19/2016 10:55:34 AM

التعزيز

الفائدة الميكانيكية يمكنك إمساك مفك براغي وسؤال الطلاب عن العامل الأكثر أهمية لفك برغي مربوط بإحكام: شفرة طويلة أم مقبض طويل أم مقبض أكبر قُطرًا. الإجابة الصحيحة هي مقبض أكبر قُطرًا. يمكنك زيادة *IMA* والقوة المطبقة على البرغي بزيادة المسافة الواقعة بين يدك ومحور مفك البراغي. ض م

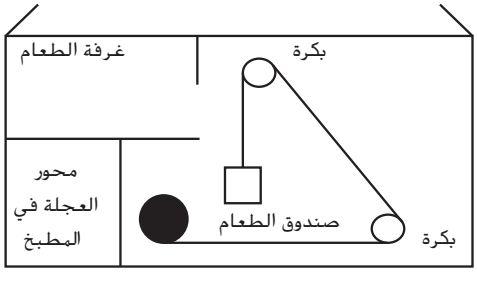
استخدام تجربة الفيزياء

في الرفع بالبكرات، يقوم الطلاب بإعداد أنظمة بكرات والتحقق منها وتحديد معدلات كفاءتها وفائدتها الميكانيكية المثالية.

الفيزياء في الحياة اليومية

مصعد نقل الطعام لتوماس جيفرسون اشتهر توماس جيفرسون بالأجهزة التي أنشأها أثناء تشييد مزرعة مونتيسيلو. الرسم التوضيحي أدناه هو مخطط لمصعد نقل الطعام في مزرعة مونتيسيلو. في هذا التصميم، سيقوم صندوق تخزين الطعام بنقل المحتويات إلى غرفة الطعام بمسافة تبلغ 4.0 m لأعلى عن طريق تدوير المقبض 24 دورة كاملة. تحرك المقبض بمقدار 0.30 m في كل دورة. يمكنك مطالبة الطلاب بحساب الفائدة الميكانيكية المثالية لمصعد نقل الطعام.

$$IMA = \frac{d_e}{d_r} = \frac{(24)(0.30\ \text{m})}{4.0\ \text{m}} = 1.8$$



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 التكوين في زوج الكماشة يمكن دفعها بواسطة المقبض الأساسي إلى موقع "تستقر فيه بإحكام" تحت تأثير الشد. لن "تتزحزح" الرافعات مما يقلل من حاجة المستخدم إلى الحفاظ على القوة المطبقة على المقبض. يدفع المستخدم رافعة التحرير لدفع رافعة الفك خارج موقع القفل. ض م

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

0141_0156_C09_718462.indd 148 8/19/2016 10:55:35 AM

التدريس المتمايز

المعاقون بصريًا يمكن إجراء قياسات مسافات الجهد والمقاومة باللمس معظم الوقت. يجب أن يكون لدى الطالب المعاق بصريًا مسطرة برايل أو مسطرة بلاستيكية مزودة بعلامات بارزة. يوجد بالخطوط الموجودة في معظم عصوات القياس قطع مسننة كافية للاستخدام بحاسة اللمس. يمكن تكييف الموازين الزنبركية على نحو مماثل لقياسات القوة. اطلب من الطلاب تصميم أنظمة بكرات باللمس وتنفيذها كنشاط لهم. قد يستلزم الأمر بعض التوجيه حتى يبدأ الطلاب. يمكن أن تتضمن البيانات والتحليل قياسات المسافة والقوة تحت كتل أحمال مختلفة عديدة. يجب أن يكون لدى الطلاب القدرة على الإحساس بعدد الحبال التي تثبت الحمولة وعد هذه الحبال لتحديد الفائدة الميكانيكية المثالية.

د م مرئي – مكاني

استخدام التجربة المصغرة

في العجلة والمحور، يرفع الطلاب جسمًا وزنه 500 g متصل بحبل ملفوف حول العجلة (مكونة من عجلة ومحور) عن طريق شد حبل آخر ملفوف حول المحور. يقابل الطلاب بين مقدار قوة الشد ومقدار وزن الجسم. بعد ذلك يقابل الطلاب بين مسافة حركة اليد خلال الشد ومسافة رفع الجسم.

استخدم النماذج

نشاط باستخدام آليات ورقية اطلب من الطلاب إعداد نماذج بسيطة لآليات من اختيارهم باستخدام أشرطة ورقية صلبة ودوائر ورقية وأدوات تثبيت معدنية. ينبغي أن يطلق لهم العنان ليقدموا نماذج من نسج خيالهم ولكن يجب مطالبتهم بتقديم إثبات واضح على أن نماذجهم تمثل أجهزة حقيقية مفيدة. يجب أيضًا أن يحللوا جميع الآلات البسيطة أثناء عملها في النماذج بأخذ القياسات وحساب الفائدة الميكانيكية المثالية وشرح الفوائد النوعية للآليات.

الأمثلة التي قد يتم إنشاؤها تتضمن نظامًا مكونًا من ترسين أو ثلاثة تروس أو بكرات باستخدام دوائر ورقية أو نموذج مصغر لطرف بشري باستخدام أشرطة ورقية.

ض م حسي حركي

مثال إضافي للحل في الفصل

يستخدم مع مثال المسألة *4*.

مسألة دراجة بدواسة نصف قطرها 15.0 cm وناقل حركة أمامي بنصف قطر يبلغ 5.57 cm وناقل حركة خلفي بنصف قطر يبلغ 4.00 cm وعجلة خلفية بنصف قطر يبلغ 35.6 cm.

a. ما مقدار *IMA* للدراجة؟

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

$\frac{5.57\text{cm}}{4.00\ \text{cm}} = 1.39$ دورة

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

0141_0156_C09_718462.indd 149 8/19/2016 10:55:35 AM

نشاط تحفيزي في الفيزياء

قانون الآلة يمكنك مطالبة الطلاب بإعداد نظام بكرات بسيط تبلغ *فائدته الميكانيكية المثالية* 2. باستخدام مجموعة كتل تتراوح من 50.0 g إلى 1.0 kg للحمولات وميزان زنبركي لقياس مقدار قوة الجهد، يمكنك مطالبتهم بتسجيل قراءة الميزان الزنبركي بعناية لكل مقدار قوة مقاومة. وبعد ذلك، يمكنك رسم مقدار قوة الجهد مقابل مقدار قوة الحمل في تمثيل بياني . يمكن للطلاب عندئذ العمل على ملاءمة البيانات التي تم الحصول عليها مع المعادلة $F_e = aF_r + b$، حيث F_e يساوي مقدار قوة الجهد وF_r يساوي مقدار قوة المقاومة وa وb ثابتان. يمكنك سؤال الطلاب عن المقصود بالقيمتين الثابتتين a وb. القيمة الثابتة a هي معكوس الفائدة الميكانيكية (MA) وميل الرسم البياني b هو احتكاك "البدء" للآلة. يطلق على هذه العلاقة في بعض الأحيان قانون الآلة. ف م منطقي – رياضي

استخدام تشبيه

ناقل حركة السيارة اطلب من الطلاب تخيل جسم يتدحرج لأسفل من قمة سلسلة مكونة من ثلاثة تلال. التلال ذات انحدار يقل تدريجيًا ومسطحة تقريبًا عند النقطة الأكثر انخفاضًا. اسأل الطلاب عن مدى مشابهة هذه التلال لناقل حركة السيارة. يسمح التل الأكثر ارتفاعًا بأقصى قوة لأسفل بأقل حركة للأمام كما يطبق التل الأقل ارتفاعًا أقل قوة في الاتجاه الأمامي. التل الأوسط هو مرحلة متوسطة. يتشابه التل الأكثر ارتفاعًا مع الترس الأول كما يتطابق الأقل ارتفاعًا مع الترس الأعلى بالسيارة. ض م

الفيزياء في الحياة اليومية

رافعات السيارات يبدو من المدهش أن يستطيع شخص صغير رفع جزء من محرك السيارة بيد واحدة. يوجد جهاز يسمى بالرافعة يجعل هذا أمرًا ممكنًا. يمكنك عرض نوع أو نوعين من رافعات السيارات ومطالبة الطلاب بتوضيح كيف يمكنهم تحديد الفائدة الميكانيكية للرافعة. قد تكون الطريقة التجريبية هي الأفضل، إذا كانت عملية. فيما يلي بعض النتائج الممكنة. قد يطبق شخص قوة تبلغ 250 N خلال مسافة تبلغ 0.5 m أثناء حركة السيارة لأعلى بمقدار 0.1 m.فقط، هذه الرافعة ستكون فائدتها الميكانيكية المثالية $\frac{d_e}{d_r} = \frac{0.5\text{ m}}{0.1\text{ m}} = 5$. ض م

3 قوّم

تقييم الفكرة الرئيسة

استكشاف الآلات اليومية قسّم الطلاب إلى مجموعات مكونة من أربعة طلاب وأعط كل مجموعة آلة "لشرحها". اجلب آلات مثل خفاقة البيض ومكبس الثوم وملقاط وبكرة وعربة يد ومفك براغي ومثقاب وكسارة علب مدمجة ومطرقة ووتد وقلامة أظافر ومقص ولعبة تعمل بالزنبرك وساعة قديمة تعمل بالزنبرك ودراجة. اطلب من كل مجموعة استخدام/ملاحظة الآلة من زوايا متعددة وتحديد عناصر الآلات كما تم البحث عنها سابقًا. يجب أن يتناقش الطلاب في مجموعات حول مدى ارتباط وتأثير الأجزاء في بعضها البعض ثم رسم مخطط تفصيلي للآلة. اطلب من الطلاب إضافة أسهم وملاحظات لتوضيح اتجاهات الحركة. اطلب من المجموعات تحديد ما إذا كانت الآلة تقوم بتغيير قوة و/أو اتجاه القوة المبذولة.

التأكد من الفهم

الشغل المبذول والناتج اسأل الطلاب عن الخطأ في هذه العبارة: "استخدام آلة بسيطة يزيد من كمية الشغل التي يمكن تطبيقها على مهمة ما". الشغل الناتج عن آلة بسيطة لا يمكن أن يتجاوز الشغل المبذول مطلقًا. تعمل الآلة البسيطة على إعادة ترتيب القوة أو المسافة أو كليهما ببساطة حتى يمكن إتمام المهمة بطريقة أكثر سهولة. ض م

إعادة التدريس

نظام البكرة الفائدة **الميكانيكية المثالية** يمكنك استخدام نظام البكرة مع فائدة ميكانيكية مثالية تبلغ 3 لرفع جسم وزنه 1.0 kg. يمكنك مطالبة الطلاب بملاحظة أنه يجب شد الحبل لأسفل بمقدار 60 cm لرفع الجسم بمقدار 20 cm فقط. كما يمكنك بعد ذلك أن تسأل الطلاب عما إذا كانت الفائدة الميكانيكية المثالية للنظام يمكن تحديدها دون قياس المسافات. نعم؛ الفائدة الميكانيكية المثالية مساوية لعدد الحبال الداعمة. ض م

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

0141_0156_C09_718462.indd 150 8/19/2016 10:55:35 AM

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. $1.7\times10^2\ \text{N}$

29. 0.81 m

مسألة تحفيزية في الفيزياء

1. الشغل المبذول في الرفع يساوي $F_g d = mgd$. لذلك فإن القدرة تساوي

$$P_{\text{lift}} = \frac{W}{t} = \frac{F_g d}{t} = \frac{mgd}{t} = \frac{(0.25\ \text{m}^3)(1.00\times10^3\ \text{kg/m}^3)(9.8\ \text{N/kg})(25\ \text{m})}{1.0\ \text{s}}$$

$$= 6.1\times10^4\ \text{W} = 61\ \text{kW}$$

2. الشغل المبذول لزيادة الطاقة الحركية للمضخة يساوي $\frac{1}{2}mv^2$ لذلك فإن

$$P_{KE} = \frac{W}{t} = \frac{\Delta KE}{t} = \frac{\left(\frac{1}{2}mv^2\right)}{t} = \frac{mv^2}{2t} = \frac{(0.25\text{m}^3)(1.00\times10^3\frac{\text{kg}}{\text{m}^3})(8.5\frac{\text{m}}{\text{s}})^2}{(2)(1.0\ \text{s})}$$

$$= 9.0\times10^3\ \text{W} = 9.0\ \text{kW}$$

3.

$$e = \frac{W_o}{W_i}\times100 = \frac{\frac{W_o}{t}}{\frac{W_i}{t}}\times100$$

لذا فإن، $P_i = \frac{P_o}{e}\times100$

$$= \frac{P_o}{P_i}\times100 = \frac{(9.0\ \text{kW} + 61\ \text{kW})}{80}\times100$$

$$= 8.8\times10^4\ \text{W} = 88\ \text{kW}$$

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. $5.2\times10^3\ \text{N}$

32. 18

33. إما أن تزداد MA بينما تبقى IMA كما هي أو تنخفض IMA بينما تبقى MA كما هي أو تزداد MA بينما تنخفض IMA.

34. a. كبيرة

b. صغيرة، نظرًا لحركة الجنزير بشكل أقل فسيتطلب الأمر دورات قليلة للدواسة لكل دورة للعجلة.

c. أصغر

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

0141_0156_C09_718462.indd 151 8/19/2016 10:55:35 AM

ما عيوبها؟

سيقان اصطناعية للعدْو

نظرة عامة

الجهاز الاصطناعي للعدْو المحدد المذكور هنا يسمى Cheetah. في عام 2008، نشأ خلاف إثر رفض تأهل متسابق لديه بتر مزدوج للمنافسة في دورة الألعاب الأوليمبية في بكين عام 2008. استند الحكم إلى دراسة زعمت أنه تحت تأثير مضمار العدْو فإن العضو الاصطناعي Cheetah ينتج طاقة أكثر من مفصل الكاحل البشري الطبيعي — ومن ثمَّ فإنه يمنح العدّاء أفضلية على غير المبتورين. وقد رُفع الحظر لاحقًا عندما قرر الاتحاد الدولي لألعاب القوى أنه لا يوجد دليل كافٍ يؤكد أن Cheetah منح العدّائين أفضلية كاملة. أظهرت دراسة ثانية أن العدّائين ذوي الأطراف الاصطناعية لديهم نقص يتعلق بإنتاج القوة.

استراتيجيات التدريس

- أشر إلى المسألة التحفيزية لوضع قواعد التي تهدف إلى إنشاء مجال لعب متكافئ للمبتورين عن طريق أنواع مختلفة من الأطراف المتبقية. اطلب من الطلاب البحث عن أنواع مختلفة من المبتورين — طرف سفلي، طرف علوي، ثنائي، وفردي — وناقش كيف تضمن الهيئات المنظمة للسباق أن السباق الذي يتضمن جميع الأنواع المختلفة من الرياضيين يتسم بالعدالة.
- شجع الطلاب على معرفة المزيد عن الأنواع المختلفة من الأطراف الاصطناعية التي يستخدمها الرياضيون في الألعاب المختلفة. الأطراف الاصطناعية المخصصة للسباق الموصوفة هنا مثالية لأحداث المضمار والميدان ولكنها لا تتناسب مع السباقات الماراثونية للمشي أو العدو أو المشاركة في ألعاب رياضية مثل البيسبول أو كرة السلة.
- اطلب من الطلاب التعرف على هندسة الميكاترونيات الحيوية، وهي مجال يقوم فيه العلماء بدمج المستشعرات والآليات الروبوتية في أطراف اصطناعية وأعضاء بديلة أخرى.

لمزيد من التعمق >>>

النتائج المتوقعة يجب أن يناقش الطلاب كل أنواع المزايا والعيوب بالنسبة إلى الرياضيين. قد يرغب الطلاب في مقارنة هذا الجدل بالخلافات الواقعة حول ألعاب رياضية أخرى مثل مدى عدالة السماح للسباحين بالمنافسة وهم يرتدون ملابس سباق ذات تكنولوجيا فائقة أو ملابس أو معدات أخرى مُعززة للأداء في جميع أنواع المنافسات الرياضية.

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

0141_0156_C09_718462.indd 152 8/19/2016 10:55:35 AM

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 $= 2.6 \times 10^2$ J
    b. 1.3×10^2 W

62. a. 1.10×10^5 J
    b. 3.14 kW

63. 3.7×10^2 W

القسم 2

إتقان المفاهيم

64. لا. $e \leq 100\%$

65. تقوم الدواسات بنقل القوة من الراكب إلى الدراجة من خلال العجلة والمحور.

إتقان حل المسائل

66. a. 3.0×10^2 N
    b. 4.0×10^1 N
    c. 6.0×10^3 J
    d. 6.8×10^3 J
    e. 3.5

67. 98 J

68. 0.24 m

69. ستتنوع الإجابات ولكن الصياغة التالية من النماذج الصحيحة للإجابة "تؤثر قوة ثابتة تبلغ 12.5 N في جسم يبلغ 6.0kg مما يزيد من سرعته من 0.05 m/s إلى 1.10 m/s. ما المسافة التي تؤثر فيها هذه القوة؟"

70. a. 4.00
    b. 3.59
    c. 89.8%

71. a. 3.5
    b. 4.00
    c. 88%

72. a. 61 N
    b. 4.0
    c. 3.3؛ 82%

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

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 ثَمَّ فلا يوجد تغير في الطاقة الحركية للكوكب ومن ثَمَّ فإن سرعته لا تزيد أو تقل. وهذا صحيح بالنسبة إلى المدار الدائري.

86. يجب أن تكون يدك بعيدة عن الرأس قدر الإمكان لجعل d_e كبيرة قدر الإمكان. يجب أن يكون الظفر قريبًا من الرأس قدر الإمكان لجعل d_r صغيرة قدر الإمكان.

87. تقليل الاحتكاك بأكبر قدر ممكن لزيادة قوة المقاومة.

مراجعة

88. كل منحدر: المسافة الرأسية فقط هي المهمة. إذا استخدمت "هيسا" منحدرًا أطول فستحتاج إلى قوة أقل. سيكون الشغل المبذول كما هو.

89. a. 5.5×10^3 J

b. $d = 0$، لذلك لا يوجد شغل

c. -5.5×10^3 J

d. لا، لم يبذل قوة لذلك لم يبذل شغلًا.

90. a. 9.5×10^2 N

b. 1.8×10^4 J

c. 2.2 kW

91. a. 1.04×10^3 J

b. 958 J

c. 92.1%

92. a. 681 N

b. 456 N، معاكس لاتجاه الحركة

c. -1.14×10^4 J

93. 58.7°

94. a. 57 W

b. 67 W

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

0141_0156_C09_718462.indd 154 8/19/2016 10:55:36 AM

التفكير الناقد

95. a. 6.1×10^{2} W

b. 1.2×10^{3} W

96. a. 1.5×10^{3} W

b. 3.0×10^{3} W

97. $W = 1.76\times10^{4}$ J. من الرسم البياني، الحد الأقصى للقدرة يبلغ 25 W عند 15 kg. يقدر الوقت بحوالي 12 دقيقة.

98. $W_c = W_e < W_b < W_a = W_d$

الكتابة في الفيزياء

99. تبلغ الكفاءة الإجمالية 15–30 بالمئة. تبلغ كفاءة ناقل الحركة حوالي 90 بالمئة. يبلغ احتكاك التدحرج في الإطارات حوالي 1 بالمئة (نسبة قوة الدفع إلى الوزن الذي تم تحريكه). يمكن تحقيق أكبر قدر من الكسب في المحرك.

100. ستختلف الإجابات. بعض الأمثلة تتضمن قيام شركة بتغيير اسمها من قدرة المستهلكين إلى طاقة المستهلكين دون تغيير منتجها وهو الغاز الطبيعي. لقد ظهرت عبارة "ليست طاقة فحسب، إنها القدرة!" في الصحف الشهيرة.

مراجعة تراكمية

101. 82 N

102. 1.02 m

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

0141_0156_C09_718462.indd 155 8/19/2016 10:55:36 AM

تدريب على الاختبار المعياري

اختيار من متعدد

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

إجابة حرة

8. $W_{pull} = Fd\cos(45°) = (200.0\ N)(5.0\ m)(0.71) = 7.1\times10^{2}\ J$; $P_{pull} = \frac{W_{pull}}{t} = \frac{(7.1\times10^{2}\ J)}{10\ s} = 71\ W$

معايير رصد الدرجات

سلم التقدير التالي نموذج لأداة تسجيل النتائج لأسئلة الإجابة الحرة.

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

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

0141_0156_C09_718462.indd 156 8/19/2016 10:55:36 AM