الإمارات العربية المتحدة
وزارة التربية والتعليم

نسخة المعلم

McGraw-Hill Education

الفيزياء

نسخة الإمارات العربية المتحدة

مجلد 2

mheducation.com/prek-12

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

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

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

طُبع في دولة الإمارات العربية المتحدة.

رقم النشر الدولي: 978-0-07-718882-5 (نسخة الطالب)
MHID: 0-07-718882-9 (نسخة الطالب)
رقم النشر الدولي: 978-0-07-718885-6 (نسخة المعلم)
MHID: 0-07-718885-3 (نسخة المعلم)

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

صاحب السّمو الشّيخ خليفة بن زايد آل نهيان
رئيس دولة الإمارات العربيّة المتّحدة، حفظه الله

"يجب التزوُّد بالعلوم الحديثة والمعارفِ الواسعة، والإقبال عليها
بروح عالية ورغبة صادقة؛ حتى تتمكّن دولة الإمارات خلال
الألفيّة الثّالثة من تحقيق نقلة حضاريّة واسعة."

من أقوال صاحب السّمو الشّيخ خليفة بن زايد آل نهيان

موجز المحتويات

الميكانيكا

1 مدخل إلى علم الفيزياء
2 تمثيل الحركة
3 الحركة المتسارعة

الحركة والقوى

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

الكهرباء

10 الزخم وحفظه
11 الطاقة وحفظها
12 الطاقة الحرارية
13 حالات المادة

القوى

14 الكهرباء الساكنة

الطاقة

15 المجالات الكهربائية
16 االتيار الكهربائي

المغناطيسية

17 دوائر التوالي والتوازي
18 المجالات المغناطيسية
19 الحث الكهرومغناطيسي
20 الكهرومغناطيسية

الضوء

21 أساسيات الضوء
22 الانعكاس والمرايا
23 الانكسار والعدسات

الموجات

24 الاهتزازات والموجات
25 الصوت
26 التداخل والحيود

الفيزياء النووية

27 نظرية الكم
28 الذرة
29 الفيزياء النووية وفيزياء الجسيمات

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

جدول المحتويات

الميكانيكا

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

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

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

الحركة والقوى

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

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

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

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

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

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

الوحدة 9

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

الكهرباء

الوحدة 10

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

الوحدة 11

الطاقة وحفظها 173
القسم 1 الأشكال المتعددة للطاقة 174
القسم 2 حفظ الطاقة 178
إجابات تقويم الوحدة 185

الوحدة 12

الطاقة الحرارية 189
القسم 1 درجة الحرارة والحرارة والطاقة الحرارية 190
القسم 2 تغيرات الحالة والديناميكا الحرارية 195
إجابات تقويم الوحدة 200

الوحدة 13

حالات المادة 203
القسم 1 خصائص الموائع 204
القسم 2 القوى داخل السوائل 208
القسم 3 الموائع في السكون والحركة 211
القسم 4 الأجسام الصلبة 215
إجابات تقويم الوحدة 219

القوى

الوحدة 14

الكهرباء الساكنة 223
القسم 1 الشحنة الكهربائية 224
القسم 2 القوة الكهربائية الساكنة 227
إجابات تقويم الوحدة 233

الطاقة

الوحدة 15

المجالات الكهربائية 237
القسم 1 قياس المجالات الكهربائية 238
القسم 2 تطبيقات المجالات الكهربائية 242
إجابات تقويم الوحدة 248

الوحدة 16

التيار الكهربائي 251
القسم 1 التيار الكهربائي والدوائر الكهربائية 252
القسم 2 استخدام الطاقة الكهربائية 257
إجابات تقويم الوحدة 261

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

المغناطيسية

الوحدة 17 **دوائر التوالي والتوازي الكهربائية** **265**
القسم 1 الدوائر الكهربائية البسيطة 266
القسم 2 تطبيقات الدوائر الكُهَربائّية 272
إجابات تقويم الوحدة 277

الوحدة 18 **المجالات المغناطيسية** **281**
القسم 1 فهم المغناطيسية 282
القسم 2 تطبيق القوى المغناطيسية 286
إجابات تقويم الوحدة 291

الوحدة 19 **الحث الكهرومغناطيسي** **295**
القسم 1 حث التيارات 296
القسم 2 تطبيقات التيارات المستحثة 302
إجابات تقويم الوحدة 307

الوحدة 20 **الكهرومغناطيسية** **311**
القسم 1 القوى الكهربائية والمغناطيسية على الجسيمات 312
القسم 2 المجالات الكهربائية والمغناطيسية 316
إجابات تقويم الوحدة 323

الضوء

الوحدة 21 **أساسيات الضوء**
القسم 1 الإضاءة
القسم 2 الطبيعة الموجية للضوء
إجابات تقويم الوحدة

الوحدة 22 **الانعكاس والمرايا**
القسم 1 المرايا المستوية
القسم 2 المرايا المنحنية
إجابات تقويم الوحدة

الوحدة 23 **الانكسار والعدسات**
القسم 1 انكسار الضوء
القسم 2 العدسات المحدبة والمقعرة
القسم 3 تطبيقات العدسات
إجابات تقويم الوحدة

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

الموجات

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

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

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

الفيزياء النووية

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

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

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

كتيب المهارات الرياضية **MS-1**
جداول مرجعية **R-0**

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

نبذة عن المؤلفين

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

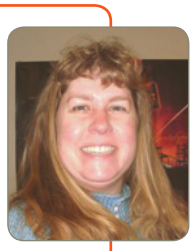
بول دبليو زيزيفيتز، المؤلف الرئيس

أستاذ متقاعد مختص في الفيزياء وتعليم العلوم بجامعة ميشيغان – ديربورن. حصل على درجة البكالوريوس في الفيزياء من جامعة كارلتون ثم حصل على درجة الماجستير والدكتوراه في الفيزياء من جامعة هارفارد. وعمل الدكتور زيزيفيتز في تدريس الفيزياء لطلبة البكالوريوس في جامعة ميشيغان – ديربورن لمدة 36 عامًا، ونشر أكثر من 50 ورقة بحثية تضم تجارب في مجال الفيزياء الذرية. وحصل على زمالة الجمعية الفيزيائية الأمريكية لمساهماته في مجال الفيزياء وتعليم العلوم لمعلمي المدارس الثانوية والمدارس الإعدادية وطلابها. وهو الآن يشغل منصب أمين الجمعية الأمريكية لمعلمي الفيزياء وكان رئيسًا لفرع الجمعية بميشيغان ورئيسًا للمنتدى التعليمي للجمعية الفيزيائية الأمريكية.

دايفد ج. هاس

أستاذ فيزياء متميز لطلاب البكالوريوس بجامعة ولاية كارولينا الشمالية. حصل على درجة البكالوريوس في الفيزياء والرياضيات في جامعة رايس وحصل على درجة الماجستير والدكتوراه في الفيزياء من جامعة ديوك ضمن برنامج الزمالة. من مؤسسة جيمس ديوك. وقد كان باحثًا نشطًا في الفيزياء التجريبية عند درجات الحرارة المنخفضة وفي الفيزياء النووية. ويدرّس برنامج الفيزياء لطلبة البكالوريوس والدراسات العليا كما عمل لسنوات عديدة في تدريب معلمي الصفوف من الحضانة إلى الصف الثالث الثانوي. وكان المدير المؤسس لبيت العلوم في ولاية كارولاينا الشمالية، وهو مركز لتعليم العلوم والرياضة يقود عملية تدريب المعلمين والبرامج الخاصة بالطلاب في جميع أنحاء كارولينا الشمالية. إلى جانب ذلك، شارك في تأليف ما يزيد عن 100 ورقة بحثية في الفيزياء التجريبية وتعليم العلوم. إضافة إلى أنه زميل الجمعية الفيزيائية الأمريكية. كما تلقى ميدالية ألكسندر هولاداي للتميز، من جامعة ولاية كارولينا الشمالية، ومُنح ميدالية بيغرام للتميز في تدريس العلوم واختاره مجلس تطوير ودعم التعليم (CASE) في عام 1990 لجائزة أستاذ العام في ولاية كارولاينا الشمالية.

كاثلين أ. هاربر



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

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

استخدام أساسيات المعلم

كيفية استخدام كتاب الفيزياء: أساسيات المعلم للمبادئ والمشكلات

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

القسم 2 الوزن والقوة المعيقة

1 التقديم

نشاط محفِّز

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

الربط بالمعرفة السابقة

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

2 التدريس

الوزن

تطوير المفاهيم

الفكرة الرئيسة تعلم الطلاب في ما سبق أن تسارع السقوط الحر بالقرب من سطح الأرض يساوي 9.8 m/s². وضح أن تسارع الجسم الحر هو نفسه g، وهو قوة مجال الجاذبية.

الوحدات تأكد من أن الطلاب يفهمون أن 9.8 m/s² و 9.8 N/kg يعبران عن الكمية نفسها. اشرح أن 1 نيوتن (N) يساوي 1 kg·m/s².

المناقشة

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

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

مثال إضافي مثال للحل في الفصل

استخدم مثال المسألة 2.

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

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

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

$159\ \text{N} = 502\ \text{N} - 343\ \text{N} =$

$a = \frac{F_{\text{محص}}}{m}$

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

$a = 4.54\ \text{m/s}^2$

نشاط مسألة تحفيزية في الفيزياء

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

استخدام تجربة الفيزياء

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

استخدام التجربة المصغّرة

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

تحديد المفاهيم الخاطئة

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

58 الوحدة 4 • القوى في بُعد واحد

كل قسم داخل الوحدة منظَّم وفقًا لموضوعات كتاب الطالب.

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

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

القسم 1 الإجابات

القسم 1 • الإجابات

التأكد من فهم النص والتأكد من فهم الشكل

التأكد من فهم الشكل

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

التأكد من فهم الشكل

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

التأكد من فهم النص

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

القسم 1 مراجعة

1. الإجابة المحتملة: سأجري بعض الملاحظات وأسأل بعض الأسئلة بناءً على هذه الملاحظات. سأجري بحثًا عما هو معروف بالفعل عن المشكلة ثم أضع فرضية. سأصمم تجربة وأجريها لاختبار الفرضيات التي وضعتها ثم أحلل النتائج. سأتحقق مما إذا كانت النتائج تدعم الفرضية التي وضعتها. قد أسأل سؤالًا آخر على أساس النتائج التي توصلت إليها أو الملاحظات التي دوّنتها أثناء التجربة.
2. الفرضية تفسير محتمل لمشكلة ما أو سؤال ما. تعرف
3. يمكن أن يؤثر التحيز في نتائج أو خلاصة التحقيق. فيجعلها غير صحيحة.
4. يستخدم العلماء النماذج كي تساعدهم على تفسير أو معرفة المزيد عن أشياء كبيرة أو صغيرة للغاية أو بعيدة للغاية بدرجة لا تسمح برؤيتها أو ملاحظتها بسهولة. ومن أمثلة ذلك النظام الشمسي أو الخلية أو نموذج الحمض النووي أو الديناميكا الهوائية للطائرة.
5. النظرية العلمية تفسير حدث ما بناءً على المعرفة المكتسبة من الملاحظات والتحقيقات. أما القانون العلمي فهو عبارة تصل شيئًا يحدث في الطبيعة ويبدو أنه صحيح في جميع الأحوال. ولأن النظرية تقدم تفسيرًا لسبب حدوث شيء ما في حين أن القانون لا يفسر شيئًا، فلا يمكن للنظرية أن تتحول إلى قانون.
6. اختبار الآراء لا يندرج ضمن الطرق العلمية. فمن المستحيل إثبات أن رأيًا ما صحيح للجميع. بالإضافة إلى ذلك، أجري الاستطلاع على جزء صغير من الطلاب، وفي مدرسة واحدة فقط. لذا لا يمكن تعميم النتائج على الجميع.
7. لا. لأن القيمة 9.8 m/s² أقربها الكثير من التجارب الأخرى، ولكي نلغي هذه النتيجة نحتاج إلى تفسير سبب خطئها. هناك على الأرجح بعض العوامل التي تؤثر في حساباتك، مثل الاحتكاك أو مدى الصحة الذي قِست بها المتغيرات المختلفة.

سهولة وسرعة العثور على الإجابات لتدريبات كتاب الطالب.

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

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

استخدام أساسيات المعلم

القسم 3 السقوط الحر

1 تقديم

النشاط المحفّز

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

ض م مرئي مكاني

الربط بالمعرفة السابقة

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

2 التدريس

اكتشاف جاليليو

استخدام الشكل 19.

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

تسارع السقوط الحر

نشاط تحدي الفيزياء

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

ف م منطقي رياضي

استخدام الشكل 20.

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

استخدام التجربة المصغرة

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

تحديد المفاهيم الخاطئة

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

استخدام النماذج

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

ض م مرئي مكاني

استخدام تجربة الفيزياء

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

القسم 3 • السقوط الحر 45

جميع أساسيات التدريس الخاصة بك موجودة هنا!

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

الوحدة 8 كتاب الطالب ص 226

آلية العمل

الدوران السريع

أجهزة الطرد المركزي

الغاية

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

الخلفية

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

استراتيجيات التدريس

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

توجد عدة أجزاء في نهاية الوحدة تربط الفيزياء بالحياة اليومية:

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

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

تدريس الفيزياء

ساعد طلابك على فهم الفيزياء

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

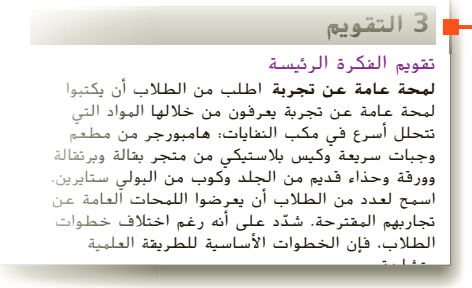
- تبدأ كل وحدة بالفكرة الرئيسة – وهي عبارة موجزة تلخّص المفهوم الأساسي للوحدة.
- يبدأ كل قسم بالفكرة الأساسية، التي تجذب الانتباه إلى الفكرة الأساسية للقسم.
- تعكس الأسئلة المهمة أهداف التعلّم التي ينطوي عليها القسم. وتقوّم مراجعة كل قسم الأسئلة المهمة.

مقدمة إلى الفكرة الرئيسة

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

تدريس الفكرة الأساسية

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



تقويم الفكرة الأساسية

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

تدعم العناصر المختلفة الفكرة الرئيسة والأفكار الأساسية لكل وحدة وتعززها.

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

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

التدريس المتمايز

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

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

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

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

المتعلم **الحسي الحركي** يتعلم من خلال اللمس والحركة ومعالجة الأشياء.

المتعلم **البصري - المكاني** يفكر في الصور والرسومات التوضيحية والنماذج.

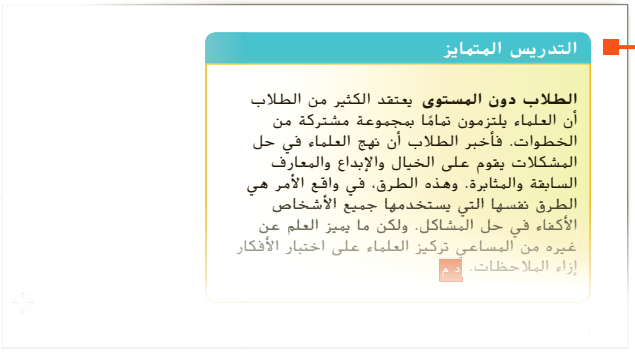
المتعلم **المنطقي - الرياضي** يستوعب الأعداد بسهولة وتكون لديه مهارات برهنة منطقية متطورة بشكل كبير.

المتعلم **اللغوي** يكتب بوضوح ويفهم الكلمة المكتوبة.

المتعلم **السمعي الموسيقي** يتذكر الكلمة المنطوقة ويمكنه إنشاء إيقاعات وألحان لها.

المتعلم **الاجتماعي** يستوعب ويعمل جيدًا من خلال التواصل مع الآخرين.

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

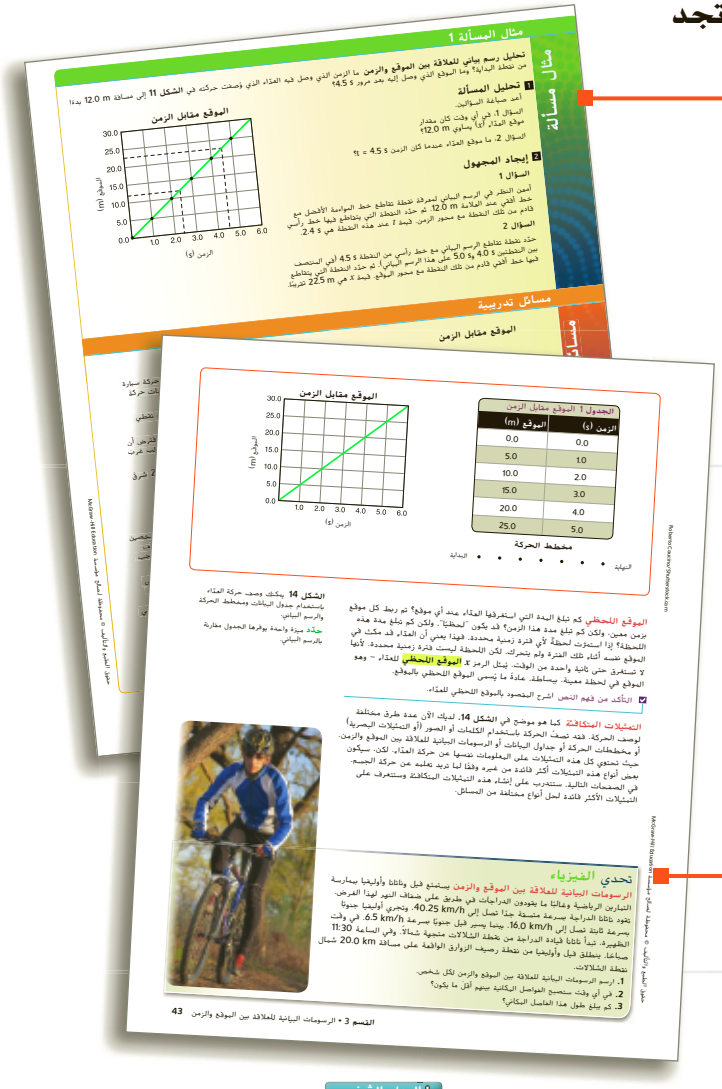


أنشطة **التدريس المتمايز** ليست مقتصرة على الطلاب دون المستوى فقط. لكنها تقدم دعمًا إضافيًا لأي طالب يجد صعوبة في مفهوم ما.

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

دعم الرياضيات للفيزياء

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



دليل الرياضيات

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

تمرين إضافي

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

موارد مفيدة

- المعلمون الشخصيون
- كتيب الرياضيات

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

نصوص لتعزيز الفيزياء

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

القسم 1
التسارع
الفيزياء في حياتك
مخططات الحركة غير المنتظمة

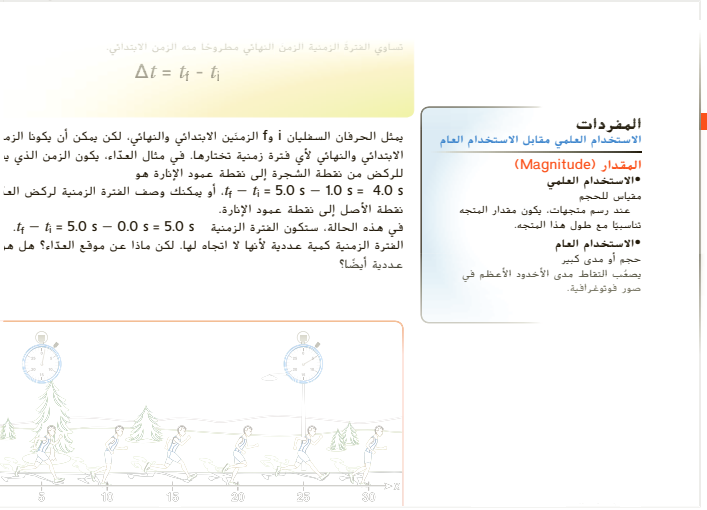
- **الفيزياء في حياتك** تربط الدرس بحياة الطلاب بطريقة إبداعية.

- **التأكد من فهم النص** يساعد الطلاب على المراجعة الذاتية لاستيعابهم لما قرؤوه للتو من خلال التلخيص والشرح والوصف والتطبيق.

مخطط نموذج الجسيمات
التأكد من فهم النص حلّل

- **التأكد من فهم الصورة** يحفز الطلاب على دراسة الصور والرسومات البيانية والمخططات بدقة وتطبيق ما تعلموه.

- **مراجعة القسم** مراجعة الأسئلة المهمة في نهاية كل قسم.


المفردات
الاستخدام العلمي مقابل الاستخدام العام
المقدار (Magnitude)

- **المفردات** تقديم التعريفات والنماذج لكل من الاستخدام العلمي والاستخدام العام لكلمة معينة.

- **الفيزياء في الحياة اليومية** تربط قراءة الطلاب بتطبيقات من الحياة اليومية.

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

يحتوي كتاب الفيزياء: المبادئ والمسائل ونمذجة التدريس

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

ما المقصود بنمذجة التدريس؟

نمذجة التدريس نهج تعليمي تطور في أواخر ثمانينيات القرن العشرين من خلال التعاون بين معلم فيزياء بمدرسة ثانوية حاصل على جائزة وأستاذ فيزياء في منطقة فينيكس. ففي عام 2001، كانت النمذجة أول برنامج صممته وزارة التعليم في الولايات المتحدة كبرنامج نموذجي في تدريس الرياضيات والعلوم في المدارس الثانوية.

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

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

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

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

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

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

$$x = x_0 + vt$$

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

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

كيف يدعم هذا البرنامج النمذجة؟

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

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

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

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

زيادة تأثير النمذجة

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

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

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

استخدام التجارب الاستهلالية

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

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 تتساوى طاقة الوضع المرونية في الزنبرك المنضغط مع طاقة الوضع الجذبية للسهم عند أعلى نقطة؟ نعم، إذا انعدم الاحتكاك

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

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. F 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**

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**

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

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.

McGraw-Hill Education حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة

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

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.

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.

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

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

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

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

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

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

$= 160\ \text{J}$,

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

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

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

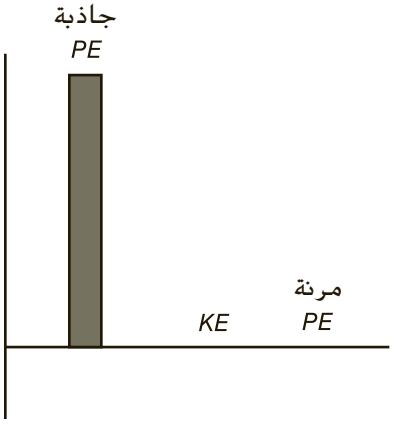
$= 120\ \text{J}$;

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

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**

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:

$$m v_1 = m v_2 + m_B v_B$$

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

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

2. بالنسبة إلى الرصاصة فقط:

$$KE_1 = \frac{1}{2} m v_1^2; \qquad KE_2 = \frac{1}{2} m v_2^2$$

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

3. الطاقة المفقودة في الاحتكاك

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

$$E_{\text{المفقودة}} = \frac{1}{2} m v_1^2 - \frac{1}{2} m v_2^2 - \frac{1}{2} m_B v_B^2$$

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.

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

- 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

الوحدة 11 الإجابات

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

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

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.

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 مستوٍ 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.

McGraw-Hill Education حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة

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.

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

الوحدة 12

الطاقة الحرارية

نبذة عن الصورة

الطهي اطلب إلى الطلاب أن يُعدّوا قائمة بالطرائق التي يتم من خلالها نقل الطاقة الحرارية إلى الطعام أثناء الطهي. يمكن تصنيف طرائق نقل الطاقة الحرارية هذه على أنها توصيل أو حَمل أو إشعاع. تعتمد بعض أنواع الطهي (كتحمير شريحة من اللحم أو تجميد المثلجات) على المعدلات المرتفعة لنقل الطاقة الحرارية، بينما تعتمد أنواع أخرى من الطهي على الكمية الإجمالية للطاقة الحرارية المنقولة (على سبيل المثال تجهيز طبق من الحساء بواسطة قِدر الطهي البطيء).

نظرة عامة على الوحدة

تعلم الطلاب كيفية تحويل الطاقة وكذلك كيفية انتقالها بين الأجسام. ستبحث هذه الوحدة في انتقال الطاقة بين الجسيمات التي تتألف منها المادة سواءً الصلبة أو السائلة أو الغازية. تسمى طاقة الوضع والحركة الخاصة بالجسيمات المكوِّنة للمادة بالطاقة الحرارية ويمكن نقل هذه الطاقة إلى الأجسام الأخرى. تعد هذه المفاهيم مفيدة في شرح آلية عمل المحركات والثلاجات وتؤدي إلى القانون الثاني من قوانين الديناميكا الحرارية وهو أحد أهم قوانين الطبيعة الأساسية.

قبل أن يدرس الطلاب مواضيع هذا الوحدة، يجب عليهم دراسة ما يلي:

- حفظ الطاقة
- الطاقة الحركية

لحل المسائل الواردة في هذا الوحدة، سيحتاج الطلاب إلى استيعاب ما يلي استيعابًا قويًا:

- بيانات الرسم البياني
- الترميز العلمي
- الأرقام المعنوية
- الميل
- حل المعادلات الخطية

استخدام التجارب الاستهلالية

في انتقال الطاقة الحرارية سيبحث الطلاب شكلًا شائعًا من أشكال انتقال الطاقة الحرارية.

تقديم الفكرة الرئيسة

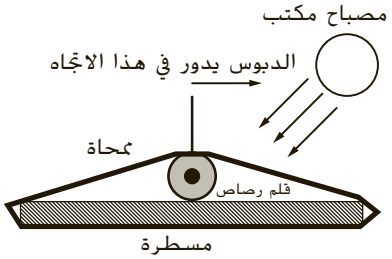
الطاقة الحرارية أمسِك بالونًا منفوخًا أمام الطلاب، ثم استفسر منهم عما إذا كانوا يلاحظون أي شيء يتحرك داخل البالون. قد يجيب الطلاب بأن الجزئيات تتحرك داخل البالون. ثم اسأل الطلاب إذا ما كانت هذه الجزيئات بها طاقة. يجب أن يدرك الطلاب أن الجسيمات المتحركة تحتوي على طاقة حركية. أخبر الطلاب بأن الطاقة المرتبطة بذرات وجزيئات الجسم تسمى طاقة حرارية.

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

1 مقدمة

البداية (نشاط محفِّز)

مقياس حرارة بشريط مطاطي على سبيل التوضيح أو الاستقصاء الطلابي، اصنع مقياس حرارة بسيط باستخدام مسطرة وشريط مطاطي وقلم رصاص خشبي مستدير ودبوس (انظر الرسم التخطيطي). ضع القلم على المسطرة وقم بتمديد الشريط المطاطي على طرفي المسطرة لتثبيت القلم في مكانه. يُثبت الدبوس على جانب القلم الرصاص للإشارة إلى كيفية دوران القلم. أمسِك بمصباح مكتبي وقرِّبه من أحد أجزاء الشريط المطاطي. نظرًا لأن المطاط يتقلص بالحرارة (على عكس أغلب المواد)، فإن القلم الرصاص سيجعل الدبوس يدور ليشير إلى الجانب المسخَّن من الشريط المطاطي. حينما يُزال مصدر الحرارة، يجب أن يدور الدبوس مرة أخرى ليعود إلى موضعه الأصلي. ق م بصري-مكاني



الربط بالمعارف السابقة

الطاقة لقد بحثنا في الطاقة بالفعل بأشكال مختلفة: الطاقة الحركية الخطية والطاقة الحركية الدورانية وطاقة الوضع المرنة. يمكن أن يحتوي كل جزيء وذرة في المادة على طاقة في شكل أو أكثر من هذه الأشكال. تنقل هذه الجسيمات الطاقة بين بعضها البعض من خلال التصادم المرن والتصادم غير المرن. يسمى هذا النقل للطاقة الحرارية بالحرارة.

2 التدريس

الطاقة الحرارية ودرجة الحرارة

تَطوير المَفاهِيم

الطاقة الحرارية ودرجة الحرارة إذا كان تنظيم الوحدة يسمح بذلك، جهِّز مكانًا مفتوحًا كبيرًا في منتصف الغرفة. اطلب إلى الطلاب أن يتجمعوا في منتصف المكان الفارغ وأيديهم مفرودة بشكل مستقيم على الجانبين، بحيث تكون أكتافهم متلامسة (اجعلهم يملؤون المكان الفارغ ولكن لا ترتبهم ترتيبًا يجعلهم يقفون باتجاه معين). أخبرهم أنهم يمثلون الآن جزيئات إحدى المواد الصلبة تحت درجة حرارة منخفضة. أخبرهم أن يهتزوا ويتحركوا إلى أعلى وإلى أسفل على أصابع القدم ويثنوا رُكبهم قليلًا ولكن لا يرفعون أقدامهم أو أذرعهم. إنهم الآن يمثلون مادة صلبة تحت درجة حرارة أعلى (الاهتزاز في وضع ثابت).

حان الآن وقت الانصهار! أخبرهم أن يهتزوا كما فعلوا من قبل وكذلك يحركوا أقدامهم بحيث يتحرك كعب أحد الطلاب ملامسًا أصابع قدم طالب آخر. إلى جانب ذلك، يمكنهم الآن رفع أذرعهم بالدرجة التي يتطلبها الأمر ويتعين عليهم أن يحافظوا على تلامسهم يدًا بيد دائمًا مع طالبين آخرين على الأقل. (موضع جيد للتشابكات الجزيئية) لقد انصهرت الآن المادة الصلبة وأصبحت مادة سائلة.

ق م حسيّ حركي

الاتزان والقياس الحراري

استخدم الشكل 4

لكي يصل كلُ من الجسم الساخن (A) والجسم البارد (B) إلى الاتزان الحراري، يجب أن يتم تبادل الطاقات الحرارية للجسيمات من خلال تصادم الجسيمات. اسأل الطلاب عن كيفية وصول الجسمين إلى الاتزان الحراري. نظرًا لأن الطاقة الحرارية تنتقل من الأجسام الساخنة إلى الباردة، تنتقل الطاقة الحرارية بالتدريج من اليسار إلى اليمين في أثناء حدوث التصادمات. يتأثر معدل انتقال الطاقة الحرارية بالفرق الأوليّ بين درجتي حرارة الجسمين وبمنطقة التلامس. ض م

عرض توضيحي سريع

التمدد الحراري

الزمن المقدر 10 دقائق

المواد كأسان من الزجاج وماء مثلج وماء ساخن من الصنبور ومقياس حرارة كحولي كبير

الإجراءات ضع مقياس الحرارة في كأس من الماء المثلج. بعد أن يتكيف مقياس الحرارة مع درجة الحرارة المنخفضة، قم بإزالته وضعه في كأس من ماء الصنبور الساخن. اسأل الطلاب عن سبب ارتفاع الكحول في مقياس الحرارة. تنتقل الطاقة الحرارية من جزيئات الماء الساخن إلى جسيمات الكحول في مقياس الحرارة. وبينما تزداد الطاقة الحرارية للكحول، يتمدد السائل ويرتفع في الأنبوب الشَعريّ ثابت الحجم الموجود داخل مقياس الحرارة.

ثم اطلب إلى الطلاب أن يفسروا التمدد الحراري للسائل على المستوى الجزيئي. وفقًا للنظرية الجزيئية الحركية، فإنه بينما ترتفع درجة حرارة السائل، يرتفع معها معدل الطاقة الحركية لجزيئاته. ونظرًا لأن الجزيئات تتحرك بسرعة، فإنها تتصادم ببعضها البعض بمعدل أكبر وأكثر قوة؛ مما يجعلها تشغل فراغًا أكبر.

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

نشاط تحفيزي لمشروع فيزيائي

معايرة مقياس الحرارة (الثيرموميتر) اشرح للطلاب أنه يمكن صنع مقياس حرارة غازي بسيط باستخدام شاروقة صغيرة أو أنبوب من البلاستيك وقطعة من الصلصال وكمية صغيرة من المياه الملوَّنة الموضوعة في زجاجة شفافة من البلاستيك. اجعل الطلاب يضعون إحدى طرفي الشاروقة في الماء الملون، ثم يستخدمون الصلصال لسد عنق الزجاجة بينما يثبتون الشاروقة في موضعها. انفخ في الشاروقة حتى يرتفع الماء خلالها ليصل إلى مستوى أعلى من عنق الزجاجة. سخِّن مقياس الحرارة بوضعه في الشمس أو برِّده بوضعه مائلًا في دلو من الماء المثلج. سيتمدد الهواء المحبوس داخل الزجاجة أو ينكمش تبعًا للتغير في درجة الحرارة وسيتحرك الماء صعودًا وهبوطًا خلال الشاروقة. اسأل الطلاب عن كيفية وضع درجات وعلامات على الأنبوب حتى يصبح مقياس الحرارة مفيدًا. يمكنهم أن يضعوا علامة على مستوى الماء بمجرد أن يصل مقياس الحرارة إلى الاتزان الحراري في مكان تكون درجة حرارته معروفة. يجب عليهم بعد ذلك أن يكرروا تلك العملية في مناطق عديدة أخرى تكون درجة حرارتها معروفة. أم

حسيّ حركي

تحديد المفاهيم الخاطئة

مقاييس الحرارة ربما يتردد الطلاب في اختيار مقياس حرارة لاستخدامه في إجراء الحسابات. يعد مقياس كلفن القياس الحراري الوحيد الصحيح من ناحية الديناميكا الحرارية ويمكن استخدامه في إجراء معظم الحسابات. نظرًا لأن مدى درجة الحرارة بالنسبة إلى المقياس السيليزي هو نفس المدى بالنسبة إلى مقياس كلفن، يُسمَح باستخدام المقياس السيليزي فقط إذا كانت الاختلافات في درجات الحرارة مهمة. لا يستخدم مقياس فهرنهايت أبدًا في حل المسائل. يجب أن يتم تحويل درجات الحرارة بمقياس فهرنهايت إلى المقياس السيليزي أو مقياس كلفن قبل إجراء الحسابات.

خلفية عن المحتوى

مقاييس درجة حرارة أخرى معروفة (ثيرميترات) تعد مقاييس الحرارة الزجاجية التي تحتوي على سوائل مقاييس سهلة الكسر ولا تُجدي تلك المقاييس نفعًا إلا على مدى محدود من درجات الحرارة. تُقاس درجات الحرارة في العديد من الأفران باستخدام المزدوجة الحرارية. المزدوجة الحرارية هي جهاز بسيط جدًا ومتين الصنع ويُصنَع بواسطة ثني نهايتي سلكين من فلزيين مختلفين معًا، كسلك من النحاس وسلك من الحديد مثلًا. وتسمى هذه الوصلة المثنية وصلة بمزدوجة حرارية. إذا تم توصيل نهايتي السلكين غير المتصلين بجهاز قياس الجهد الكهربي (الفولتميتر)، يمكن لإحداهما قياس جهد كهربي صغير يتغير بتغير درجة حرارة وصلة المزدوجة الحرارية المصنوعة من النحاس والحديد.

انتقال الحرارة والطاقة الحرارية

التفكير بشكل ناقد

ألوان الملابس اسأل الطلاب إذا ما كان الاتجاه السائد بارتداء الملابس ذات الألوان الناصعة في الصيف وارتداء الملابس ذات الألوان الداكنة في الشتاء اتجاهًا مبنيًا على أساس علمي. تمتص الملابس الداكنة كمية أكبر من الطاقة الإشعاعية، لذا فإنها تنقل كمية أكبر من الطاقة الحرارية إلى من يرتدونها أثناء الطقس الأكثر برودة. ق م

استخدام مختبر الفيزياء

في تجربة المجمّعات الشمسية، يمكن للطلاب أن يبحثوا في مدى كفاءة المواد المختلفة في تجميع الطاقة الإشعاعية من الشمس.

تعزيز المعرفة

الحرارة والطاقة الحرارية ودرجة الحرارة قسِّم الطلاب إلى أزواج واطلب إلى كل زوج أن يرسم خريطة مفاهيم تربط المفاهيم أو الكميات الرئيسية التالية: الطاقة الحرارية ودرجة الحرارة وحركة الجزيئات والحرارة والكتلة والحرارة النوعية. يجب أن يستخدم الطلاب عبارات توضيحية قصيرة لتفسير الروابط الموجودة على خريطة المفاهيم. ق م بصري-مكاني

الحرارة النوعية

خلفية عامة عن المحتوى

الحرارة النوعية يمكن اعتبار الحرارة النوعية، بالنسبة لمعظم الأغراض العملية، ثابتة على مدى واسع ومعقول من درجات الحرارة. من خواص معظم المواد أن حرارتها النوعية تنخفض في درجات الحرارة المنخفضة جدًا. يجب أن تنخفض الحرارة النوعية لجميع المواد إلى صفر حينما تنخفض درجة حرارتها إلى الصفر المطلق.

McGraw-Hill Education حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة

مثال إضافي في الصف

الاستخدام مع مثال *1*.

مسألة أحيانا ما تُنتج دائرة كهربية قصيرة في إحدى أنظمة التوصيلات الكهربائية طاقة حرارية تكفي لصهر الوصلة. ما كمية الطاقة الحرارية التي يلزم نقلها إلى قطعة سلك نحاس كتلتها 20.0 g لترتفع درجة حرارتها من درجة حرارة الغرفة (25.0°C) إلى درجة حرارة انصهار النحاس (1085.0°C)؟

الإجابة

$$Q = mC(T_f - T_i)$$
$$= (0.0200\ \text{kg})(385\ \text{J/(kg·°C)})(1085.0°\text{C} - 25.0°\text{C})$$
$$= 8162\ \text{J}$$

استخدام مختبر الفيزياء

في التسخين والتبريد، يمكن للطلاب أن يلاحظوا انتقال الطاقة الحرارية وتغير درجة الحرارة والحرارة النوعية للماء.

قياس الحرارة النوعية

عرض توضيحي سريع

قياس الكالوري (التَسْعير)

الزمن المقدر 5 دقائق

المواد ثيرموميتر، كأس سعة 250 mL، ماء، كلوريد الكالسيوم (يباع في متاجر الأدوات الخاصة لتجفيف المناطق الرطبة)، ملعقة قياس.

الإجراءات صب 200 mL من الماء في الكأس وقِس درجة حرارتها. أضِف ملعقة صغيرة (5 mL) من كلوريد الكالسيوم إلى الماء وقم بمزجها لوقت قصير. قِس درجة حرارة المحلول حتى يستقر. أضِف ملعقة صغيرة أخرى من كلوريد الكالسيوم وكرر العملية السابقة. قِس درجة الحرارة مرة أخرى. كرر العملية السابقة مرة أو مرتين. مثِّل درجة الحرارة المُقاسة بيانيًا في مقابل عدد الملاعق الصغيرة التي أضفتها. بعد معرفة الاختلافات في درجة الحرارة والحرارة النوعية للماء، يستطيع الطلاب حساب الطاقة التي انبعثت حينما يذوب كلوريد الكالسيوم في الماء. يعد هذا الأسلوب إحدى الطرائق التي تقاس بها الطاقة المنبعثة أو الممتصة بسبب التفاعل الكيميائي.

استخدام التشابه

أجهزة الكالوريميتر قد يكون من المفيد للطلاب أن يفهموا آلية عمل جهاز الكالوريميتر إذا قارنوا تجويفه بالترمس الذي يستخدم لتخزين المشروبات الساخنة أو الباردة. لا يسمح الترمس للطاقة الحرارية بالدخول أو الخروج من النظام بسهولة. وبالمثل يجب أن تكون جدران الكالوريميتر معزولة جيدًا. إذا أمكن للطاقة الحرارية الدخول أو الخروج من النظام، فإن التغير في درجة حرارة الماء لن يعكس بدقة كمية الطاقة الحرارية الممتصَّة أو المنبعثة من العينة الموجودة في تجويف الجهاز.

التدريس المتمايز

الطلاب الذين يواجهون صعوبات غالبًا ما يواجه الطلاب مشكلات في حساب درجات الحرارة النهائية بالقياس الكالوري؛ وذلك لأنهم لا يحسنون استخدام إشارات السالب أو يخفقون في حساب الطاقة الحرارية المتبادلة. ذكِّر الطلاب بأن مبادلة الطاقة الحرارية تشبه مبادلة الأموال: فالمال ينتقل من شخص إلى آخر ولا يضيع. كما يجب عليهم كذلك أن يتوقعوا أن تكون درجة الحرارة النهائية المقاسة بالكالوريمتر رقمًا تقريبًا يقع ما بين درجات الحرارة الأولية للأجسام الأكثر برودة والأجسام الأكثر حرارة. وأخيرًا، عند حساب ΔT في القانون، فإن العلامة الصحيحة يمكن الحصول عليها دائمًا من خلال طرح درجة الحرارة الأولية من درجة الحرارة النهائية. قم

تَطوير المَفاهِيم

الفكرة الرئيسة يرتبط مفهوما الطاقة الحرارية ودرجة الحرارة بتجمعات أعداد كبيرة من الجسيمات الصغيرة. الطاقة الحرارية هي الكمية الإجمالية للطاقة الحركية وطاقة الوضع الخاصة بهذه الجسيمات إلى جانب الطاقة الإجمالية للجسم. درجة الحرارة هي متوسط طاقة الحركة لهذه الجسيمات. حينما يتم توصيل جسم صغير درجة حرارته عالية بجسم آخر أكبر ذي درجة حرارة منخفضة، فسينتقل الجسم الصغير بعضًا من طاقته الحرارية إلى الجسم الأكبر وذلك حتى يصبح الجسمان في نفس درجة الحرارة. سيظهر تحت المجهر أن جسيمات الجسم الصغير قد نقلت بعضًا من طاقتها الحركية إلى جسيمات الجسم الأكبر. وفي النهاية سيصبح متوسط الطاقة الحركية لجسيمات كلا الجسمين متساويًا.

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

استخدام مختبر الفيزياء

في نشاط كم عدد السعرات الحرارية الموجودة؟ يمكن للطلاب تجربة تطبيق من الحياة اليومية على استخدام الحرارة النوعية.

مثال إضافي في الصف

الاستخدام مع مثال 2.

مسألة قالب من مادة مجهولة كتلته 0.025 kg في درجة حرارة 82°C، موضوع في جهاز كالوريميتر مع كمية من الماء تزن 0.025 kg في درجة حرارة 22°C. يصل النظام إلى درجة حرارة اتزان تقدر بـ 27°C. ما المادة المجهولة؟

الإجابة

$$C_{\text{مجهول}} = \frac{-m_w C_w \Delta T_w}{m_{\text{مجهول}} \Delta T_{\text{مجهول}}}$$

$$= \frac{-(0.025\ \text{kg})(4180\ \text{J/(kg·°C)})(27°\text{C} - 22°\text{C})}{(0.025\ \text{kg})(27°\text{C} - 82°\text{C})}$$

$= 380\ \text{J/(kg·°C)}$, والتي توافق مادة النحاس

خلفية عامة عن المحتوى

الحرارة النوعية والكتلة الذرية في عام 1819، أثبت كلٌ من أليكسيس تيريز بيتي وبيير لويس دولونغ أن ناتج ضرب الحرارة النوعية والطاقة الذرية ثابت تقريبًا بالنسبة إلى مجموعة كبيرة من العناصر الصلبة. وبناءً على ذلك فإن درجات الحرارة النوعية لهذه العناصر تتناسب عكسيًا مع كتلها الذرية. ولذلك، حينما يتم تحديد الحرارة النوعية لعنصر جديد، يمكن تحديد كتلته الذرية بالتقريب. وجد جونز جايكوب بيرزيليوس هذا الاكتشاف مفيدًا في تحسين جدول الكتل الذرية الذي وضعه وهو الجدول الذي أسهم بعد ذلك في وضع الجدول الدوري للعناصر.

الكائنات الحية والطاقة الحرارية

مناقشة

سؤال يلعب الماء دورًا فريدًا للكائنات الحية. فمعظم أجزاء أجسامنا مكوَّنة من الماء. لو لم تكن قيمتا الحرارة النوعية للماء وحرارة التبخر كبيرتين جدًا وكانتا بدلًا من ذلك قيمتين قليلتين للغاية، فما الآثار الممكنة لذلك على البشر؟

الإجابة حينها ستكون درجة حرارة أجسامنا أكثر تأثرًا بالعوامل الخارجية. تعني القيمة الكبيرة للحرارة النوعية للماء أنه يجب إضافة أو إنقاص الكثير من الطاقة الحرارية لتغيير درجة حرارة جسم الإنسان. على سبيل المثال، حينما يشرب شخص مشروبًا باردًا فإن درجة حرارة جسمه لا تنخفض. كما أن ارتفاع درجة حرارة تبخُّر الماء يساعد كذلك في تبريد أجسامنا حينما نعرق. حينما تكون درجة حرارة تبخُّر الماء منخفضة، فقد نضطر إلى العرق أكثر للتخلص من الكمية الزائدة للطاقة الحرارية.

ض م رياضي – منطقي

3 التقويم

تقويم الفكرة الرئيسة

الطاقة الحرارية املأ كوبين زجاجيين شفافين بالماء، بحيث تملأ أحدهما بماء ساخن والآخر بماء بارد. أضِف قطرة من ألوان الطعام الصناعية إلى كل كوب (لا تقلِّب الماء). اطلب إلى الطلاب أن يلاحظوا ما يحدث إلى لون الطعام الصناعي في أثناء انتشاره خلال الماء. لماذا ينتشر لون الطعام الصناعي بمعدلات مختلفة في الكوبين؟ يحتوي الماء الساخن على طاقة حرارية أكبر، لذلك فإن جزيئاته لها معدل أكبر من الطاقة الحركية، مما يؤدي إلى انتشار لون الطعام الصناعي بسرعة أكبر.

التحقق من الاستيعاب

المياه المتجمدة على الجسور اسأل الطلاب عن سبب وجود لافتات بالقرب من الجسور الموجودة في المناطق الباردة، غالبًا ما يكون مكتوبٌ عليها: "تحذير: يتجمد الجسر قبل أن يتجمد سطح الطريق". يتعرض الجانب السفلي للجسر للهواء البارد والذي يمكنه تبريد الجسر بسرعة كبيرة ويتسبب في تجميد أي مياه موجودة على السطح العلوي. أما الأرضية الموجودة تحت الطريق فهي تعزل سطح الطريق وتزوده بكتلة إضافية يلزم تبريدها إلى درجة صفر °C قبل أن يتجمد الماء على سطح الطريق. ض م

توسُّع

الملابس الخاصة طوَّر الموردون ملابس أنيقة لمحبي التنزه سيرًا على الأقدام ومحبي إقامة المخيمات ومتسلقي الجبال لارتدائها في الطقس البارد والمرتفعات الشاهقة. اطلب إلى الطلاب أن يعدُّوا بحثًا عن الخصائص المفيدة لأشياء مثل المواد العازلة المحشوة بالألياف الصناعية وريش الأوز ومادة البوليمر المستخدمة في صناعة الملابس الداخلية والقمصان والصوف الطبيعي والصوف الاصطناعي والأغطية العاكسة للضوء. ض م

McGraw-Hill Education حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة

التأكد من فهم النص والتحقق عبر الأشكال أو المخططات أو الرسوم البيانية

التأكد من فهم النص

سوف تختلف الإجابات. الإجابات المحتملة: لقد دخلتَ إلى منزلك في يوم كثير الثلوج ثم خلعت حذاءك المغطّى بالثلوج داخل المنزل بجوار الباب تماماً. حينما دخلت إلى المنزل أولًا، لم يكن حذاؤك والثلوج التي تغطيه متوازنين حراريًا مع الهواء الموجود في المنزل. وفي الزمن الذي تذوب فيه الثلوج ويدفأ حذاؤك، يصل الماء والحذاء إلى الاتزان الحراري مع الهواء في المنزل.

التحقق عبر الأشكال

نظرًا لان الطاقة الحرارية تنتقل من الجسم الأعلى حرارة إلى الجسم الأقل برودة، تنتقل الطاقة الحرارية من جبينك إلى مقياس الحرارة. ما أن يتم الوصول إلى الاتزان الحراري، يقيس مقياس الحرارة درجة حرارتك بدقة.

التأكد من فهم النص

الصفر المطلق هو أقل درجة حرارة ممكنة يمكن الوصول إليها. عند الصفر المطلق يتم التخلص من كل الطاقة الحرارية من الغاز المثالي.

التحقق عبر الأشكال

الإجابات المحتملة: إذا وقفت حافي القدمين على رصيف ساخن في فصل الصيف، تنتقل الطاقة الحرارية من الرصيف إلى قدميك. حينما تفتح باب مبنى مكيف بالهواء في يوم حار، تنتقل الطاقة الحرارية من خارج المبنى إلى داخلة من خلال الحَمل الحراري. تنبعث الطاقة الحرارية من السخان الكهربي.

التأكد من فهم النص

الحرارة النوعية للمادة هي قياس كمية الطاقة التي يلزم إضافتها إلى لوحدة الكتل من هذه المادة لرفع درجة حرارتها بمقدار درجة واحدة.

التحقق عبر الأشكال

الحرارة النوعية للنحاس منخفضة، لذا يحسُن اختياره في صنع القواعد حيث إنه سيوصل الحرارة من الموقد إلى داخل المقلاة. الحرارة النوعية للفولاذ المقاوم للصدأ عالية نوعًا ما، لذا فسوف ينقل الطاقة الحرارية إلى الطعام ولكنه لا يتأثر بتقلب درجة الحرارة. الحرارة النوعية للبلاستيك عالية للغاية، مما يجعله عازلًا جيدًا لصنع المقابض.

تطبيق

1. 5.3×10^4 J
2. 0.36 درهم
3. a. 10.0 K
   b. 21 K
   c. بالنسبة إلى درجة الحرارة الأعلى من صفر 0°C، يعد الماء مُبرِّد أفضل، لأن بإمكانه امتصاص الطاقة الحرارية من دون أن تتغير درجة حرارته، تماماً كالميثانول.

تطبيق

4. 9.04×10^2 J/(kg•°C)
5. 2.53×10^2 J/(kg•°C)
6. 45.0°C
7. 28.5°C
8. 42.1°C

القسم 1 مراجعة

9. كلا؛ شعورك بدرجة حرارة الأرض هو في الحقيقة انتقال الطاقة الحرارية من قدميك أو إليها. يعد توصيل القرميد الطاقة الحرارية من قدميك أكثر كفاءة من السجاجيد والهواء داخل المنزل.
10. a. 278 K
    b. −239°C
    c. 485 K
    d. 43°C
11. كلا، تقاس الحرارة بوحدات الجول (J) وتقاس الحرارة النوعية بوحدات الجول لكل كيلوغرام كلفين (J/(kg•k)).
12. يكون لكرة السلة طاقة حركية حينما تتحرك وتكون لها طاقة وضع الجاذبية الأرضية حينما تكون فوق الأرض. تتحول بعض الطاقة الحركية غلى طاقة حرارية وطاقة صوتية حينما ترتطم كرة السلة بالأرض. يعتمد إجمالي الطاقة الحرارية لكرة السلة على إجمالي طاقة جزيئاتها.
13. نعم؛ إذا كانت كتلة الماء البارد تفوق كتلة الماء الساخن، فقد تكون للماء البارد نفس الطاقة الحرارية؛ نظرًا لأنه يحتوي على عدد أكبر من الجسيمات في الوعاء.
14. الحرارة النوعية للبطاطس عالية وهي موصل رديء للطاقة الحرارية؛ لذا فهي تفقد طاقتها الحرارية ببطء.
15. البطاطس ليست موصلًا جيدًا للطاقة الحرارية. زيادة مساحة السطح من خلال تقطيع البطاطس إلى أجزاء صغيرة تزيد من معدل انتقال الطاقة الحرارية إلى البطاطس.
16. إنها موصلات جيدة للطاقة الحرارية وحرارتها النوعية منخفضة نسبيًا.
17. الملعقة البلاستيكية موصل رديء للطاقة الحرارية، لذا فهي لا تنقل الطاقة الحرارية إلى لسانك بصورة جيدة.
18. تتبخر بعض جزيئات الماء على سطح السائل. حينما تتصل الجسيمات الساخنة بالهواء البارد فوق الإناء، تتكثف مرة أخرى في الماء السائل. يُكوِّن هذا الماء المُكثَّف ضبابًا رقيقًا فوق الإناء.

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

1 مقدمة

البداية (نشاط محفِّز)

الشغل المبذول والطاقة الداخلية اجعل كل طالب يأخذ مشبكًا ورقيًا نظيفًا مصنوعًا من الصلب ويعيد تشكيله على شكل حرف "U". أخبر كل طالب أن يضع الثَنيَة الموجودة في منتصف المشبك على شفته العليا. يجب أن يلاحظ الطلاب أن المشبك بارد قليلًا. ثم اطلب إليهم أن يثنوا المشابك بقوة عدة مرات ويجعلوها تلامس الشفة العليا مرة أخرى. يجب أن يلاحظ الطلاب أن المشبك أدفأ من ذي قبل؛ نظرًا للعمل الذي تم إجراؤه على الفلز. قم حركي

الربط بالمعارف السابقة

الاحتكاك لقد رأى الطلاب أن الطاقة الميكانيكية تحولت إلى طاقة حرارية بسبب الاحتكاك. هذا التحول في الطاقة يزيد من درجة حرارة الأجسام. اطلب إلى الطلاب فرك أيديهم، ليصنعوا بذلك احتكاكًا، ثم يلاحظوا أيديهم وهي تصبح أدفأ من ذي قبل. إذا كان شخص ما يقوم بالتخييم، فقد يفرك يديه أو يقربهما من نار المخيم ليدفئهما. هذا الشخص المخيِّم يؤدي جهدًا من خلال فرك يديه. تدفئ النار اليدين من خلال الطاقة الإشعاعية في المقام الأول. القانون الأول من قوانين الديناميكا الحرارية يرتبط بالشغل المبذول والحرارة والطاقة الداخلية ودرجة الحرارة.

2 التدريس

تغيرات الحالة

تطوير المحتوى

الفكرة الرئيسة إحدى الطرائق لإثبات الطاقة المطلوبة لتحويل المادة الصلبة إلى سائلة ثم إلى غازية هي انصهار قطعة منحوتة من الجليد. ابدأ بالقطع الصغيرة المنحوتة من الثلج (مياه ملونة متجمدة في إحدى قوالب الحلوى). ضع قطعتين في طبقين؛ ضع إحداهما في درجة حرارة الغرفة والأخرى تحت حرارة المصباح. ضع قطعة ثالثة في كيس تخزين مغلق بسحّاب واطلب إلى الطلاب أن يمسكوها في أيديهم ويدحرجونها. كلما زاد مقدار الطاقة المبذولة، انصهر الجليد على نحو أسرع. تحت حرارة المصباح، سيتبخر الثلج في نهاية المطاف.

استخدام التجربة المصغرة

في تجربة الانصهار، يمكن للطلاب أن يراقبوا تغير حالة الماء ويلاحظوا درجة انصهاره.

استخدام مختبر الفيزياء

في تجربة حرارة الانصهار، يمكن للطلاب أن يبحثوا في القياس الكالوري.

مثال إضافي في الصف

الاستخدام مع مثال *3*.

مسألة تم تسخين 1.0 kg من الماء من درجة حرارة الغرفة (25.0°C) إلى الغليان، ثم تبخر نص حجم الماء الأولي. كم عدد وحدات الجول للطاقة الحرارية التي يجب أن يصدرها الموقد لعمل ذلك؟

الإجابة

$$Q = mC\Delta T + (1/2)mH_V$$

$$= (1.0\ \text{kg})(4180\ \text{J/(kg·°C)})(100.0°\text{C} - 25.0°\text{C}) + \frac{1}{2}(1.0\ \text{kg})(2.26 \times 10^6\ \text{J/kg})$$

$$Q = 1.4 \times 10^6\ \text{J}$$

نشاط تحفيزي في الفيزياء

درجات حرارة الانصهار في المحاليل إضافة مادة إلى الماء لعمل محلول تؤدي إلى تغيير درجات حرارة انصهار وغليان الماء. على سبيل المثال، يُرَش الملح على الأرصفة المغطاة بالثلوج لتقليل درجة تجمد الماء. تؤدي إضافة مانع التجمد إلى نظام التبريد في السيارة إلى زيادة درجة حرارة غليان الماء. اطلب إلى الطلاب أن يجيبوا على الأسئلة التالية ويعلنوا الأجوبة للفصل كيف تتغير درجات حرارة الانصهار والغليان بتغير عدد الجسيمات المُذابة في الماء؟ هل جميع المواد المُذابة لها نفس التأثير على الانصهار والغليان؟ كيف يمكن شرح هذه التغيرات في نطاق ما تعلمه الطلاب عن الانصهار والغليان؟ أم رياضي-منطقي

قانون الديناميكا الحرارية الأول

استخدام التجربة المصغرة

في تجربة تحويل الطاقة، يمكن للطلاب أن يبحثوا العلاقة ما بين الشغل المبذول والطاقة الحرارية.

McGraw-Hill Education حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة

تحديد المفاهيم الخاطئة

المحركات والطاقة ربما يعتقد الطلاب أن محرك السيارة يحول كل الطاقة الكيميائية للجازولين إلى شغل يدفع السيارة للحركة. ولكن المحرك بدلًا من ذلك لا يستخدم إلا جزءًا من الطاقة الكيميائية المتاحة لإنتاج عمل مفيد. أما بقية الطاقة الكيميائية فيتم إخراجها على شكل حرارة مهدرة. يتطلب المحرك كذلك خزانًا ذي درجة حرارة أقل بحيث يمكن طرد الحرارة المهدرة إليه. لن يعمل محرك السيارة على كوكب تكون درجة حرارة غلافه الجوي أعلى من درجة حرارة الاحتراق.

التفكير الناقد

الطاقة الحرارية المنبعثة من التكثيف اسأل الطلاب عن السبب في أنه عند تعريض الجلد للبخار يمكن أن يتسبب في إصابتها بحروق أبلغ من التي تصيبها عند تعرضها للماء المغلي. في الضغط العادي، يمكن أن تفوق درجة حرارة البخار 100°C ولكن درجة حرارة الماء السائل لا تفوق هذه الدرجة. الطاقة الحرارية للبخار عند درجة 100°C تكون أكبر من الطاقة الحرارية للماء عند نفس الدرجة ويمكن للبخار عند درجة حرارة 100°C أن يتكثف كالماء عند نفس الدرجة (100°C)، مما يؤدي إلى إطلاق حرارة تبخره العالية في العملية. ض م

التدريس المتمايز

ضعاف البصر ضع العديد من قطرات زيت النعناع في إحدى أطباق التبخير والعديد من قطرات زيت البرتقال في طبق آخر. ضع طبق زيت النعناع على لوح تسخين مضبوط على درجة حرارة منخفضة وضع طبق زيت البرتقال في كأس من الثلج المهشم. ضع الطبقين على بعد متساو من الفصل. تصل رائحة زيت النعناع إلى الطلاب أولا وتكون رائحتها أقوى بكثير. اطلب إلى الطلاب أن يفسروا ما لاحظوه. نظرًا لأن لوح التسخين يضيف باستمرار طاقة حرارية إلى زيت النعناع، فإن المزيد من جزيئات زيت النعناع لديها طاقة حركية كافية للإفلات من قوى التجاذب في السائل. ق م حسيّ حركي

استخدم الشكل 17 والشكل 20

مخططات الطاقة هذه الأشكال تمثل بيانيًا عمليات انتقال الطاقات الحرارية والميكانيكية في المحركات والثلاجات. اعرض شكلين معًا واطلب إلى الطلاب أن يقارنوا بينهما. تتعلق الاختلافات باتجاهات الأسهم بالنسبة إلى W و Q_H و Q_C. هل من الممكن استخدام محرك حراري لتقديم الشغل المبذول W اللازم لتشغيل الثلاجة؟ هل يمكن استخدام تلك الثلاجة بعد ذلك لتوفير الحرارة Q_H اللازمة لتشغيل محرك حراري آخر يمكنه إنتاج شغل أكبر W_2؟ يمكن فعل ذلك ولكنه لن يكون ذا فائدة. تُفقد بعض الطاقة المفيدة في كل من تلك الخطوات؛ بسبب الحرارة المُهدرة ذاتيًا التي يفقدها المحرك والثلاجة. ض م

تَطوير المَفاهِيم

الحرارة المهدرة اطلب إلى الطلاب أن يحددوا أمثلة للحرارة المهدرة التي تنبعث من المنازل الموجودة في المدن وأن يشرحوا تأثير تلك الحرارة المهدرة على البيئة المجاورة للمدن. ربما تتضمن الأمثلة الطاقة الحرارية المطرودة من إحدى المباني عن طريق مكيفات الهواء والطاقة الحرارية المنبعثة من محركات السيارات. يمكن أن تتسبب تلك الحرارة المهدرة في ارتفاع درجات الحرارة المحلية، خاصة في المناطق الحضرية. ض م رياضي-منطقي

الفيزياء في الحياة اليومية

تدفئة المنازل كان الصينيون أول من استخدموا التدفئة المركزية في منازلهم. فبدلًا من إيقاد النار داخل المنزل، كانوا يوقدونها خارج المنزل. كانت النار تسخّن الهواء الذي كانت تيارات الحَمل الحراري توزعه من خلال فراغات مجوَّفة تحت أرضية المنزل. كانت القراميد التي تغطي الأرضية تسخن وتُسخّن بكفاءة كل غرفة في المنزل. أما سكان الإسكيمو فقد عكسوا استخدام الفكرة في أكواخهم الجليدية. وذلك بأنهم كانوا يحفرون مدخلًا في مستوى أقل من المستوى داخل الكوخ الجليدي فيصنعون بذلك حاجزًا طبيعيًا للضغط؛ للاحتفاظ بالهواء الساخن داخل المنزل. ونظرًا لأن الهواء البارد أكثر كثافة وينخفض إلى أقل نقطة، يمتلئ المدخل بالهواء البارد من الخارج ويمنع تدفق الهواء. ويبقى الهواء الدافئ داخل الكوخ الجليدي؛ لأنه أقل كثافة من الهواء البارد الموجود في المدخل.

تعزيز المعرفة

المحركات والثلاجات قسِّم الطلاب إلى أزواج واطلب إلى كل أن زوج يرسم خريطة مفاهيم تربط المفاهيم أو الكميات التالية: المحرك الحراري، الثلاجة، الحرارة، الشغل المبذول، الكفاءة، الخزان الحراري. يجب أن يستخدم الطلاب عبارات توضيحية قصيرة لتفسير الروابط الموجودة على خريطة المفاهيم.

ق م بصري-مكاني

خلفية عامة عن المحتوى

بذل الشغل على الغازات كيف يمكنك بذل شغل على جسم ما؟ إذا كانت هناك قوة خارجية F تفرد سلكًا طوليًا بمقدار ΔL، فإن مقدار الشغل المبذول في السلك $W_{\text{خارجي}} = F\Delta L$. الشغل الذي يبذله السلك سيكون $W_{\text{السلك}} = -F\Delta L$. طبقًا للقانون الأول من قوانين الديناميكا الحرارية، فإنه $\Delta U_{\text{السلك}} = Q - W_{\text{السلك}} = Q - (-F\Delta L) = Q + F\Delta L$. سيعرف الطلاب في الوحدة التالية أن معادلة الضغط = القوة/المساحة هي معادلة مفيدة الاستخدام في العمل مع الغازات. الشغل المبذول بواسطة ضغط خارجي في ضغط غاز هو $W_{\text{خارجي}} = -P\Delta V$، حيث ΔV هو التغير في حجم الغاز. تنطبق إشارة الطرح، لأن الحجم يقل مع زيادة الضغط الخارجي.

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

قانون الديناميكا الحرارية الثاني

مناقشة

مسألة إذا كنت تريد زيادة الإنتروبي الخاص بإناء من الماء بكمية معينة ΔS، هل يتطلب ذلك طاقة حرارية أكبر أو أقل إذا كان الماء دافئًا مما لو كان الماء قد انصهر للتو؟

الإجابة لأن $\Delta S = Q/T$، كمية الطاقة الحرارية المطلوبة لزيادة إنتروبي الماء باستخدام ΔS تعتمد على درجة الحرارة الأولية للماء. قد يحتاج الماء الأكثر برودة إلى طاقة حرارية أقل لزيادة الإنتروبي بكمية معينة. ض م

رياضي-منطقي

الفيزياء في الحياة اليومية

الإنتروبي في مجالات أخرى لقد أصبح مفهوم الإنتروبي باعتباره قياسًا لتشتت الطاقة مفيدًا في مجالات دراسة أخرى. توظف علوم الحاسب وصفات رياضية تستخدم العشوائية للوصول إلى حلول سريعة للمسائل المعقدة. تتضمن تلك الخوارزميات أحيانًا زيادة إنتروبي النظام الرياضي إلى أقصى حد. يعد مفهوم الإنتروبي مفيدًا في وصف أنواع محددة من الأكواد الرياضية، بما في ذلك تلك الأكواد التي يستخدمها الجواسيس والأكواد الوراثية المخزنة في الحامض النووي. كما تم تطبيق الأفكار المرتبطة بالإنتروبي للتنبؤ بسلوك الأسواق المالية.

نشاط مشروع فيزيائي

المُجمِّعات الشمسية يمكن استخدام تجميع الطاقة الشمسية في إنتاج الطاقة الكهربية. اطلب إلى الطلاب أن يضعوا تصميماً لمجمِّعات شمسية بسيطة ويبنوها باستخدام مواد يجدونها في أنحاء المنزل؛ مثل الورق المقوَّى والمظلات ورقائق الألمونيوم والأكواب البلاستيكية والأشرطة. يجب أن يكون الهدف هو عكس ضوء الشمس إلى نقطة تجميع تضم كؤوس صغيرة من الماء. يمكن حساب كمية الطاقة المُجمَّعة من خلال قياس زيادة درجة حرارة الماء. يجب أن تعرض فرق الطلاب تصاميمها مع شرح أسباب تقريرهم لتلك التصاميم وأجهزة التجميع وقياساتهم لأداء الأجهزة.

3 التقويم

تقويم الفكرة الرئيسة

الكفاءة والأنتروبي اسأل الطلاب ماذا سيحدث لدرجة الحرارة في الغرفة إذا تُرك مكيف هواء يعمل فوق طاولة موضوعة في منتصف الغرفة. ستزداد درجة حرارة الغرفة. حيث إن الطاقة الحرارية التي يطردها الهواء البارد تُعاد مرة أخرى إلى الغرفة من خلال ملفات التخلص من الحرارة الموجودة على الجانب الآخر من مكيف الهواء. حتى لو تم طرد نفس كمية الطاقة الحرارية بواسطة الهواء البارد الذي تمت إعادته إلى الغرفة من خلال ملفات التخلص من الحرارة، فإن الحرارة الناتجة من المحرك الضاغط ستسخن الغرفة كذلك.

التحقق من الاستيعاب

الحرارة والشغل المبذول والإنتروبي اسأل الطلاب عن الشيء الذي يجعل الحرارة تختلف عن الشغل المبذول ويجعل كلًا منهما يؤثران على الإنتروبي. اطلب إلى الطلاب أن يرسموا أسهماً على رسم توضيحي لمحرك حراري يُظهر كيفية زيادة الإنتروبي في تشغيل المحرك الحراري. الحرارة هي الانتقال التلقائي للطاقة الحرارية من الجسم الأكثر حرارة إلى الجسم الأقل حرارة. إضافة الطاقة الحرارية تزيد من إنتروبي الجسم. يمكن بذل الشغل على جسم من دون زيادة إنتروبي الجسم. في المحرك الحراري، ينخفض إنتروبي الخزان الساخن ويرتفع إنتروبي الخزان البارد. ولكي يعمل المحرك باستمرار، يلزم أن يبقى إنتروبي المحرك ثابتة. ض م

التوسع

الإنتروبي والحوسبة اطلب إلى الطلاب أن يناقشوا ما يلي: بينما يُجري الحاسب الآلي الحسابات، فهو ينظم المعلومات كذلك. ولهذا فإن إنتروبي الحاسب في تناقص. ناقش ما إذا كانت عمليات الحوسبة تخرق القانون الثاني من قوانين الديناميكا الحرارية. يمكن النظر للحاسب الآلي على أنه نظام مغلق تقل فيه الإنتروبي بالشغل المبذول على النظام. ومع ذلك، فإن الحاسب الآلي يُطلق طاقة حرارية وبناء على ذلك فهو يزيد من إنتروبي باقي الكون. لذا فتماشيًا مع القانون الثاني من قوانين الديناميكا الحرارية، فإن إنتروبي الكون في تزايد دائم. أم

McGraw-Hill Education حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة

التأكد من فهم النص والتحقق عبر الأشكال والمخططات والرسوم البيانية

التأكد من فهم النص

يستخدم المحرك الأكثر كفاءة وقودًا أقل بالنسبة إلى كمية معينة من الشغل المبذول، لأن كمية أقل من الطاقة المنبعثة ستتحول إلى حرارة مُهدرة وكمية أكبر من الطاقة ستُستخدم في أداء الشغل النافع.

التأكد من فهم النص

في أي نظام مغلق (على سبيل المثال، الكون بأكمله)، لا يمكن أن تقل الكمية الإجمالية للإنتروبي أبدًا.

تطبيق

19. 3.75×10^4 J
20. 502 kJ
21. $H_f = 3.34\times10^5$ J/kg; $H_v = 2.259\times10^6$ J/kg
22. 9.5×10^7 J
23. 9.40×10^2 kJ

تطبيق

24. 75 J
25. 1.8×10^3 J
26. 9 مرات
27. 2.6×10^4 تقليبة
28. 200 kJ

تحدي الفيزياء

1. $$\Delta S = Q/T = \frac{mC\Delta T}{T} = \frac{(1.0\text{ kg})(4180\text{ J/(kg·K)})(274\text{ K} - 273\text{ K})}{273\text{ K}} = 15\text{ J/K}$$

2. $$\Delta S = Q/T = \frac{mC\Delta T}{T} = \frac{(1.0\text{ kg})(4180\text{ J/(kg·K)})(354\text{ K} - 353\text{ K})}{353\text{ K}} = 12\text{ J/K}$$

3. $$\Delta S = Q/T = \frac{mC\Delta T}{T} = \frac{(1.0\text{ kg})(130\text{ J/(kg·K)})(274\text{ K} - 273\text{ K})}{273\text{ K}} = 0.48\text{ J/K}$$

4. $$\Delta S = Q/T = \frac{mh_f}{T} = \frac{(1.0\text{ kg})(3.34\times10^5\text{ J/kg})}{273\text{ K}} = 1.2\times10^3\text{ J/K}$$

بوجه عام، يؤدي استخدام كمية معينة من الحرارة إلى زيادة الإنتروبي بكمية كبيرة، حينما تكون الحرارة الأولية أقل. ذلك لأن الإنتروبي تقيس تشتت الطاقة وكمية معينة من الحرارة لن تتشتت بنفس القدر في مادة تكون بالفعل في درجة حرارة أعلى. وكذلك، يؤدي تغير حالة المادة بوجه عام إلى إحداث تغير في الإنتروبي أكبر من التغير الذي يحدثه التسخين إلى 1°C.

مراجعة القسم 2

29. تستخدم بعض الطاقة الحرارية من الخزان الساخن في بذل شغل (التحول إلى طاقة ميكانيكية) وبعضها ينتقل إلى الخزان البارد ويرفع درجة حرارته. تزداد الإنتروبي متى تدفقت الطاقة الحرارية من الجسم الأعلى حرارة إلى الجسم الأقل حرارة وترفع درجة حرارته.
30. أطلق البخار المكثف حرارة تبخيره إلى الغرفة، ثم أُعيد توزيعه مرة أخرى إلى المِرجَل حيث كانت إعادة تسخينه.
31. 20.8 kJ
32. 3.5×10^5 J
33. يُمتَص جزء من الطاقة الحركية للمطرقة باعتباره طاقة حرارية بواسطة دليل ضبط الحركة. طاقة المطرقة هي 4.0 KJ والتغير في الطاقة الحرارية لدليل ضبط الحركة هو 2.0 kJ. انتقلت نصف طاقة المطرقة تقريبًا إلى دليل ضبط الحركة.
34. يحتوي الماء الموجود على السطح على طاقة وضع جذبية تتبدد إلى طاقة حرارية حينما يسقط الماء مصطدمًا بالقاعدة.
35. 0.293°C
36. يطلق الغاز طاقة حرارية في درجة حرارة اشتعاله. تتفكك جزيئات الغاز الطبيعي وتتحد مع الأكسجين. تُوزَّع الطاقة الحرارية بطرائق جديدة عديدة ولا يمكن إعادة تجميع جزيئات الغاز الطبيعي بسهولة.
37. حينما يتبخر الماء، فإنه يمتص الطاقة الحرارية من الهواء.

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

في العمل

مع اثنين هناك حديث ومع ثلاثة هناك ضجيج . . .

ديناميكية السير على الأقدام

الهدف

سوف يتعلم الطلاب كيفية استخدام نماذج الفيزياء لشرح ديناميكية السير على الأقدام (تدفق الأشخاص بوتيرة معينة) وقياس كميتها، للمساعدة على تصميم أنظمة أفضل لتدفق الحشود وتشتتها.

الخلفية

في عام 1971، قام إل إف هندرسون بنشر بحث بعنوان (إحصائيات الموائع المتجمعة) "The Statistics of Crowd Fluids"؛ حيث أثبت فيه أن معادلات نظرية ماكسويل-بولتزمان الخاصة بالغاز المتجانس المركَّب من جسيمات مستقلة إحصائيًا في اتزان حراري على سطح ثنائي الأبعاد يمكن تطبيقها على حركة الحشود. لاحظ هندرسون إلى أنه في الكثافات المنخفضة تشبه الحشود جسيمات الغاز وفي الكثافات العالية تشبه جسيمات السائل. وفي تسعينيات القرن الماضي، حسَّن ديرك هيلبينغ هذا النهج الخاص بديناميكا الموائع والمتعلق بدراسة الظواهر وأسسه من الناحية الرياضية على أساس أحد نماذج حركة الغاز المحددة بحركة المشاة. وقد انصب الاهتمام مؤخرًا على المزيد من النماذج المجهرية (أفراد من المشاة)، باستخدام نظريات تتعلق بالقوة الاجتماعية ومحاولات للتنبؤ بسلوك المشاة على نحو إحصائي.

استراتيجيات التدريس

- اطلب إلى الطلاب أن يتذكروا وقتًا كانوا فيه جزءًا من حشد كثيف ومدى السرعة التي يمكن أن تغير بها القوى الاتجاه وما إذا كانوا قد شعروا حينئذ بعجزهم عن التحرك في أي اتجاه.
- اطلب إلى الطلاب أن يدرسوا خطة لإخلاء المبنى ويقترحوا أي طرائق لتحسينها.
- اطلب إلى الطلاب أن يعدوا بحثًا أو يفكروا في أي أفكار معمارية جديدة للمساعدة في مسألة تدفق الحشد. من الاقتراحات الخاصة بتحسين عملية إخلاء المبنى أن يتم وضع أعمدة أمام أماكن الخروج، مما قد يساعد في تخفيف آثار الاحتكاك ويمنع "التقوس"، التي يمكن رؤيتها حينما تنشأ الاختناقات في أماكن الخروج الضيقة. ومن الاقتراحات الأخرى أن يتم توزيع المداخل وأماكن الخروج بدلًا من مركزتها في مكان واحد وتجنب المداخل والسلالم المعتمة وإزالة السارات المحيِّرة والغامضة.

المزيد من التعمق >>>

النتائج المتوقعة ربما يعد عرض مكان الخروج هو أهم عامل في تدفق الحشد. كشفت دراسات حول عمليات إخلاء الطائرات في أماكن الخروج الضيقة أن بإمكان المسافرين المغادرة بسرعة حينما يتعاونون بدلًا من التنافس مع بعضهم البعض للخروج بسرعة ولكن الأمر على النقيض بالنسبة إلى المخارج الأكثر اتساعًا في هذه الحالة.

McGraw-Hill Education حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة

القسم 1

إتقان المفاهيم

38. الطاقة الميكانيكية هي حاصل جمع طاقة الوضع وطاقة الحركة لكرة تمثل كتلة واحدة. الطاقة الحرارية هي حاصل جمع طاقة الوضع وطاقة الحركة للجسيمات المفردة، التي تؤلف كتلة الكرة. درجة الحرارة هي قياس متوسط طاقة الحركة لجسيمات الكرة.

39. كلا؛ ليست هناك أي جسيمات بها طاقة في العدم.

40. كلا، ثمة توزيع للسرعات الاتجاهية للذرات والجزيئات.

41. بشرتنا تقيس الطاقة الحرارية المتدفقة منها وإليها. يمتص مقبض الباب الفلزي الطاقة الحرارية من جلودنا بمعدل أسرع من الباب الخشبي، لذا يكون أكثر برودة، حتى وإن كان الباب والمقبض لهما نفس درجة الحرارة.

42. ستتغير درجة حرارة الجسمين حسب كتلتيهما وحرارتيهما النوعية وستصلان في النهاية إلى نفس درجة الحرارة. ليس بالضرورة أن تكون التغيرات في درجة الحرارة واحدة في كل منهما.

إتقان حل المسائل

43. 1.64×10^{4} J

44. 2.02×10^{4} J

45. 127 J/(kg·K)

46. 63°C

47. 1.00×10^{3} J/(kg·K)

48. 0.87 L

49. 15 kg

50. 370 s (6.2 min)

51. D < E < C < A < B

52. 12.7°C

القسم 2

إتقان المفاهيم

53. نعم؛ حينما تقوم بصهر مادة صلبة أو غلي مادة سائلة، فإنك تضيف طاقة حرارية من دون تغيير درجة الحرارة.

54. في عملية التجمُّد، يطلق الشمع طاقة حرارية.

55. حينما يتبخر الماء الموجود في الغطاء إلى الهواء الجاف، فلا بد أن يمتص كمية من الطاقة الحرارية تتناسب مع حرارة انصهاره. في أثناء فعل ذلك، فإنه يبرِّد المطعم.

56. داخل المنزل، يتبخر المبرِّد في الملفات لامتصاص الطاقة من الغرف.

إتقان حل المسائل

57. 6.68×10^{6} J

58. 2.47×10^{5} J/kg

59. 29°C

60. 3.09×10^{4} J

61. 290°C

62. 1.0×10^{1} m

تطبيق المفاهيم

63. يجب ألا يحدث ذلك فرقًا. في كلتا الحالتين، يكون الماء في نفس درجة الحرارة.

64. الميثانول، نظرًا لأن حرارته النوعية أقل وبالنسبة إلى كتلة معينة ومقدار انتقال معين للحرارة، فإنه يولد قيمة أكبر ΔT، لأن $Q = mC\Delta T$.

65. الحرارة النوعية للألمونيوم أكبر من الحرارة النوعية للرصاص ولذلك فإنه يُذيب كمية أكبر من الثلج.

66. في الزمن الذي تتبخر فيه، فإنها تمتص حرارة تبخرها من الجلد.

67. لن يتجمد الماء الموجود على أوراق الشجر حتى يستطيع إطلاق حرارة انصهاره. تُبقي هذه العملية أوراق الشجر أدفأ لوقت أطول. تُبطئ السعة الحرارية للماء عملية التبريد تحت صفر 0°C.

68. كلا، الكوب الذي يحتوي على الكتلة (A) سيكون أكثر سخونة، لأن الكتلة (A) تحتوي على طاقة حرارية أكبر.

69. في النصف الشمالي من الكرة الأرضية، يأتي ضوء الشمس من الجنوب. في معظم الأماكن، تكون تدفئة المنازل في فصل الشتاء أسهل من تبريده في فصل الصيف، لذلك فإن النوافذ المواجهة لاتجاه الشمال تجعل من الأسهل إبقاء المنزل باردًا في فصل الصيف ولكنها ما تزال تسمح للضوء غير المباشر بالدخول إلى المنزل لتدفئة المنزل نوعًا ما في فصل الشتاء.

مراجعة شاملة

70. الكفاءة = 34%؛ الحرارة المهدرة = 3500 J/s

71. 0.016°C

72. a. سوف تختلف الأجوبة نموذج إجابة: ". . . هناك 1.0 kg من الماء في الكأس. قطعة من الخارصين كتلتها 5.0 جرام درجة حرارتها صفر 0°C موضوعة فيها. ما درجة الحرارة النهائية للزنك والماء"؟

b. سوف تختلف الأجوبة نموذج إجابة: ". . . إذا أُضيف 75 J من الطاقة الحرارية إليها، فما مقدار الزيادة في الإنتروبي"؟

73. 12°C

74. 1.1 Kg؛ وذلك تحتاج إلى كمية من الثلج أكبر قليلًا من الشاي ولكن هذا المعدل سيصنع شايًا مائيًا. دع الشاي يبرد حتى درجة حرارة الغرفة قبل أن تضيف الثلج.

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

75. كتلة النحاس أكبر من كتلة الألمونيوم بمقدار 2.33 أضعاف.

76. 12 m/s

77. 2.0×10^{-5} kg

التفكير الناقد

78. 4.8×10^{-19} J/molecule

79. سوف تختلف الإجابات. نموذج إجابة: "كمية معينة من الماء تم تسخينها من 250 K إلى 260 K وزاد الإنتروبي بمقدار 75 J/K. ما هي كتلة الماء؟

80. a. 0.0313 J/K

b. 0.103 J/k

81. 0.0478 kg

82. سوف تختلف الإجابات. يجب أن تعكس الأجوبة متوسط درجات الحرارة المتغيرة على الأرض وأنماط الطقس المختلفة وفصائل النباتات والحيوانات المنقرضة، إلخ.

الكتابة في الفيزياء

83. تعني الحرارة النوعية وحرارتا الانصهار والتبخر المرتفعة أنه يمكن للماء والثلج وبخار الماء تخزين الكثير من الطاقة الحرارية من دون تغيير درجات حرارتها بمقدار كبير. ثمة مدلولات كثيرة. تخفف المحيطات والبحيرات الكبيرة من تغيرات درجة الحرارة في المناطق المجاورة بصورة يومية وموسمية. يعد اختلاف درجة الحرارة من النهار إلى الليل بالقرب من إحدى البحيرات أصغر منه في الصحراء. تتحكم حرارة الانصهار المرتفعة للماء في تغير المواسم في أقصى الشمال والجنوب. انطلاق الطاقة بواسطة المياه المتجمدة في الخريف وامتصاصها في فصل الربيع، يبطئ من تغيرات درجة الحرارة في الغلاف الجوي. يمتص الماء ويخزن الكثير من الطاقة حينما يتبخر. يمكن استخدام هذه الطاقة في تحريك أحداث الأرصاد الجوية كالعواصف الرعدية والأعاصير.

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

تمرين على الاختبار المعياري

الاختيار من متعدد

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

إجابة مفتوحة

10. لينصهر: 152 KJ؛ ليغلي 1030 KJ؛ يتطلب التحول إلى بخار مزيدًا من الطاقة بمقدار 878 KJ وذلك ليتكون البخار. 190×10^2 kJ؛ الاختلاف في الطاقة ما بين تغيرات المرحلة أكبر من الطاقة المطلوبة لتدفئة الماء في حالته السائلة.

إرشادات

المعايير التالية هي عينة من أداة تقويم الأسئلة ذات الإجابات الحرة.

النقط	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. الإجابة صحيحة بشكل جوهري وتوضح شيئًا أساسيًا، لكنها لا توضح الفهم العميق في الفيزياء.
2	يُظهر الطالب فهمًا جزئيًا فقط لموضوعات الفيزياء التي درسها. بالرغم من استخدام الطلاب للطريقة الصحيحة للحل أو ربما يكونون قد قدموا حلاً صحيحًا، إلا أن العمل ينقصه فهم أساسي للمفاهيم الفيزيائية المتضمنة.
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.

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

الوحدة 13

حالات المادة

نبذة عن الصورة

اسأل الطلاب ما إذا كانوا قد قاموا بركوب مركب في نهر من قبل. مفهوم الضغط يمكن أن يفسر كيف يمكن صنع قارب من مواد أكثر كثافة من الماء إذا كان بالشكل الصحيح. هل لاحظوا الاختلافات في السرعة على طول مجرى النهر؟ سرعة النهر تعتمد جزئيا على المقطع العرضي لمساحة النهر ومن ثم أيضا على عمق المياه في نقطة معينة.

نظرة عامة على الوحدة

تناقش هذه الوحدة الخصائص المختلفة للمادة والتي تعتمد على حالتها ومن ثم على الطاقة الحرارية لها. يتم استكشاف الضغط والحجم ودرجة الحرارة عن طريق قوانين الغاز. وتشمل القوى في السوائل كلا من قوى التماسك والتلاصق. مفاهيم الضغط وقوة الطفو يتم تحديدها كمياً باستخدام قانون Pa ومبدأ أرخميدس ومبدأ بيرنولي الذي يربط بين الضغط وسرعة السائل في أثناء الحركة. يتم استكشاف التمييز بين المواد الصلبة البلورية والمواد الصلبة غير المتبلورة. معظم المواد الصلبة تتمدد وتنكمش بناء على درجة الحرارة.

قبل أن يقوم الطلاب بدراسة المواد الواردة في هذا الوحدة، ينبغي دراسة:

- الطاقة الحركية
- الكتلة والوزن Mass and weight
- درجة الحرارة Temperature
- الطاقة الحرارية
- الكميات المتجهة مقابل الكميات غير المتجهة Vectors versus scalars

لحل المسائل في هذا الوحدة، سوف يلزم الطلاب فهم ما يلي فهمًا جيدًا:

- الترميز العلمي
- الأرقام المعنوية
- حل المعادلات الخطية

تقديم الفكرة الرئيسة

اسأل الطلاب إذا كانوا قد لاحظوا من أي وقت مضى ذرات الغبار ترتجف عشوائياً في منتصف الهواء. وهذا مثال على الحركة البراونية. الحركة البراونية هي نتيجة للطاقة الحركية التي لدى جميع الذرات والجزيئات، تتصل اتصالاً مباشرا بظواهر الضغط والطفو ودرجة الحرارة.

استخدام التجارب الاستهلالية

في تجربة قياس الطفوية، يمكن للطلاب مراقبة وأخذ القياسات لشيء يطفو على الماء.

McGraw-Hill Education حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة

1 مقدمة

البداية

الرافعة الهوائية يمكنك أن تثبت قوة السائل بصنع وسادة قابلة للنفخ. اربط كيس قمامة صغير بشريط مخفي. قم بإدخال شفاطة مشروبات في ثقب في الكيس واربط في موضع إدخال الشفاطة. اطلب إلى أحد الطلاب نفخ الكيس قليلاً. ضع اثنين من الكتب المدرسية على الكيس واطلب من الطالب رفعهم. اطلب إلى الطلاب وصف القوة التي تصدر من الكيس على الكتب ووصف القوة والشغل (الجهد) الذي يبذله الطالب على الكتاب النفخ في الشفاطة. القوة على الكتب: الجاذبية وقوة الدفع إلى أعلى من الهواء في الكيس. القوة التي تصدر من الكيس على الكتب تساوي أسفل منطقة الكتب مع قياس الضغط في الكيس. يبذل الطالب شغلًا (جهدًا) على الكتب عن طريق تحريك الهواء داخل الكيس.

ق م حسيٌّ حركي

الربط بالمعارف السابقة

القوى ذكّر الطلاب بالقوى مع رسم الرسومات التخطيطية للجسم الحر. مجموع جميع القوى المؤثرة على شيء ما تساوي صفر، إذا كان هذا الجسم لا يتسارع. اشرح أن الضغط قوة تقسّم على المساحة. الضغط أمر عددي وليس اتجاهي.

2 التدريس

السوائل والغازات

التفكير الناقد

الفكرةالرئيسة المائعان الأكثر تأثيرًا على حياتنا هما الهواء والماء. اطلب إلى الطلاب كتابة العديد من الخصائص بقدر ما يمكنهم عن كل واحد منهما. ضع الخصائص في قائمة من عمودين للمقارنة السهلة. اسأل الطلاب ماذا يحدث عندما يتحركون في هذه السوائل. سوف تختلف الأجوبة. المياه في مقابل الهواء: ثقيلة/خفيف، للشراب/للتنفس، تتدفق/نسيم، تجمع في الزجاج/يجمع في منطاد، لها سطح/ليس له سطح، يبلل الأجسام/يجفف الأجسام، مرئية/غير مرئي، لزج/غير لزج، لها حجم محدد/غير محدد الحجم، غير قابلة للضغط/قابل للضغط. قد يقارن الطلاب الجهد اللازم للسباحة أو التجديف في مقابل التلويح بأيديهم في الهواء. ق م لغوي

الضغط

تَطوير المَفاهِيم

الضغط والقوة قد يخلط بعض الطلاب بين الضغط والقوة؛ قم بالتأكيد على أن الضغط هو حاصل قسمة القوة مقسوماً على المنطقة التي تبذل فيها هذه القوة. وبعبارة أخرى، الضغط هو القوة في وحدة المساحة.

تحديد المفاهيم الخاطئة

اتجاه الضغط قد يعتقد الطلاب أن ضغط الهواء أو الماء هو فقط في اتجاه النزول عندما يعلمون أن عمود الهواء أو الماء يسبب ضغطاً على المنطقة أسفل منه. اشرح أن العمود يسبب ضغطاً على المنطقة أسفل منه في كل الاتجاهات، حتى في الجانب وإلى الأعلى. على سبيل المثال، الغواص تحت الماء يجد أن ضغط المياه عليه من جميع الجوانب وليس فقط من فوقه.

مثال إضافي في الصف

الاستخدام مع مثال *1*.

مسألة كيف يمكن مقارنة متوسط ضغط الفيل الذي يقف على الأرض، بالضغط الذي يبذله شخص يقف على الأرض؟ الشخص يزن 640 N. وكل حذاء تبلغ مساحته حوالي $0.016\ m^2$ عند نقطة التلامس مع الأرض. يزن الفيل 4.13×10^4 N وله أربعة أقدام، كل منها مساحته $0.14\ m^2$ عند نقطة التلامس مع الأرض.

الإجابة قم بإيجاد متوسط الضغوط لكل منها، باستخدامالضغط $P = F/A$.

$$P_{\text{على الأرض}} = \frac{640\ \text{N}}{(2)(0.016\ m^2)} = 2.0\times10^4\ \text{Pa}$$

$$P_{\text{الفيل على الأرض}} = \frac{4.13 \times 10^4\ \text{N}}{(4)(0.14\ m^2)} = 7.4\times10^4\ \text{Pa}$$

على الرغم من أن وزن الفيل تقريبا 65 مرة ضعف وزن الشخص، إلا أن الضغط الصادر من الفيل على الأرض ليس بأربعة أضعاف الضغط الصادر من الشخص.

مناقشة

سؤال عند الضغوط العالية، يمكن أن تنكسر المواد الصلبة. اطلب إلى الطلاب مناقشة لماذا أكبر الحيوانات البرية على الأرض أصغر من أكبر الحيوانات في المحيط.

الجواب إذا كان أحد الحيوانات على الأرض سيصبح كبيرًا بما يكفي، فالضغط على العظام يمكن أن يتسبب في انكسارها (نظراً للضغط عليها بسبب قوة الجاذبية التي تتسبب في الإجهاد). المياه المحيطة بالحوت، مع ذلك، تدعم بنية جسده، بينما يتركز كل وزن الفيل على أربعة أقدام.

ض م الرياضيات المنطقية

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

نشاط مشروع فيزيائي

المعلم للمعلم

عرض للضغط في مقابل المساحة بالنسبة لنفس القوة، كلما كانت المساحة أكبر، كان الضغط المبذول أقل.

المواد أكواب ورقية، لوح بمساحة حوالي 15 cm × 120 cm

الإجراءات اطلب إلى أحد الطلاب وضع قدم واحدة على كوب واحد والضغط بكل وزنه على الكوب. ينبغي أن يسحق الضغط الكأس. ثم ضع 10–16 كوبًا مقلوبة على رأسها على الأرض. وضع اللوح فوق الأكواب واطلب من الطالب الوقوف عليها. لن تتهشم الأكواب. اطلب من مزيد من الطلاب الوقوف على كل جوانب اللوح بدون الاقتراب جدًا من الحافة. ينبغي أن يدعم اللوح والأكواب هذا الوزن.

قوانين الغازات

استخدام التجربة المصغرة

في تجربة الضغط يمكن للطلاب التحقق من مقدار الضغط الذي يبذلونه عندما يقفون على قدم واحدة.

عرض توضيحي سريع

قانون شارل

الزمن المقدر 5 دقائق

المواد مجفف شعر، منطاد الهيليوم بشريط منفوخ جزئيًا من البوليستر، سلسلة، جسم صغير الحجم

الإجراءات يجب القيام بهذا في يوم بارد أو لطيف أو استخدام الثلاجة في تبريد المنطاد. اربط الجسم الصغير في منطاد الهليوم بالشريط المتمدد جزئيًا من البوليستر بحيث يطفو المنطاد ولكن لا يرتفع. خذ المنطاد إلى الخارج أو ضعه في الثلاجة. عندما يتعرض لدرجات الحرارة الأكثر برودة، فسوف يتقلص المنطاد ويصبح أقل حجمًا بحيث سيتمدد تقريبا على الأرض. قم بإحضار المنطاد إلى الداخل مرة أخرى. اطلب من الطلاب التنبؤ بما سوف يحدث للمنطاد عند تسخينه بمجفف الشعر.

سوف يرتفع المنطاد نحو السقف وربما يمكنه رفع الجسم الصغير.

استخدم الشكل 4

قوانين الغاز تقدم قوانين الغازات فرصة جيدة لتعزيز مهارات تفسير التمثيل البياني. على سبيل المثال، يشير قانون بويل إلى العلاقة العكسية بين الضغط والحجم إذا كانت درجة الحرارة ثابتة. يشير قانون تشارلز إلى وجود علاقة مباشرة بين الحجم ودرجة الحرارة إذا كان الضغط واحدًا. ض م مرئي-مكاني

خلفية عامة عن المحتوى

البارومتر السائل في عام 1643 أثبت ايفانجليستا توريسيلي أن الزئبق في أنبوب يرتفع إلى نفس المستوى حتى عندما يميل الأنبوب. لأن توريسيلي لم يسمح بدخول الهواء للأنبوب وكان الضغط في الجزء السفلي من عمود الزئبق يعادل ضغط الهواء المحيط. أدرك توريسيلي أنه يمكن قياس الضغط الذي يكون من الغلاف الجوي عن طريق قياس مدى ارتفاع عمود الزئبق. ارتفاع عمود الزئبق في الأنبوب يتناسب مع الضغط الجوي. البارومتر، الذي يقيس الضغط الجوي باستخدام هذا المبدأ، يستخدم للإشارة إلى التغيرات في الطقس.

التعزيز

نشاط قانون الغاز المثالي اطلب إلى الطلاب تأكيد وحدات معادلة الغاز المثالي أولًا بحل المعادلات الخاصة بـ k (Pa•m^3/K) والخاصة بـ R (Pa•m^3/(mol•K)). ثم اطلب منهم تبديل الوحدات المناسبة بدلًا من P و V و T و N و n في المعادلات. ض م الرياضيات المنطقية

الوظائف

الغازات التجارية إنتاج وتخزين ونقل وتسليم الغازات من الصناعات الهامة. يجب أن يفهم المهندسون في مجال الإمداد بالغاز كيفية تشغيل نظم الضغط وكذلك كيمياء المواد الغازية. غازات التنفس والتي هي في الأساس خليط من N_2 و O_2، تباع في خزانات ذات ضغط عالٍ للمستشفيات والأطباء أنابيب النفط العملاقة تنقل الغاز الطبيعي المستخدم في التدفئة المنزلية والصناعات الكيميائية. الشاحنات المعزولة تنقل الغاز الطبيعي المسال عند درجات حرارة منخفضة. يمكن نقل ثاني أكسيد الكربون والذي يكون السبب في الفوران في المشروبات الغازية ويستخدم في العديد من العمليات الكيميائية، كسائل أو مادة صلبة. وكثيراً ما يتم نقل الهليوم في شكل سائل.

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

مثال إضافي في الصف

الاستخدام مع مثال 2.

الإجراءات المسألة تم استخدام زجاجة تخزين أكسجين بواسطة مريض يعاني من ضعف التنفس بحجم 4.0 L وتحتوي على غاز بضغط 1.3×10^7 Pa عند درجة حرارة 300.0 K. وتقوم الزجاجة بإخراج الأكسجين للمريض للتنفس بمستوى الضغط الجوي. ما هو حجم الأكسجين الذي يصل إلى المريض عند مستوى الضغط الجوي؟ كم عدد جزيئات الأكسجين في الزجاجة؟

الإجابة لمعرفة الحجم، استخدم القانون الجامع للغازات مع $T_1 = T_2$ وأوجد قيمة V_2. $\frac{P_1V_1}{T_1} = \frac{P_2V_2}{T_2}$

و $T_1 = T_2$

ثم $V_2 = \frac{P_1 V_1}{P_2}$

$$= \frac{(1.3\times10^7 \text{ Pa})(4.0 \text{ L})}{1.0\times10^5 \text{ Pa}} = 520 \text{ L}$$

للعثور على المول، استخدم قانون الغاز المثالي، $PV = nRT$، وأوجد قيمة n.

$$n = \frac{P_1V_1}{RT_1}$$

$$n = \frac{(1.3\times10^7 \text{ Pa})(4.0\times10^{-3} \text{ m}^3)}{(8.31 \text{ Pa}\cdot\text{m}^3/(\text{mol}\cdot\text{K}))(300.0 \text{ K})}$$

$$n = 21 \text{ mol}$$

التمدد الحراري والبلازما

خلفية عن المحتوى

الشموع، حيث الوزن الظاهر هو صفر

الاحتراق في الفضاء يأخذ شكلاً مختلفاً مقارنة بالاحتراق على الأرض. لهب الشمعة المتساقط في شكل دمعة هو نتيجة للجاذبية الأرضية وتيارات الحمل الحراري. عندما يكون الوزن الظاهري هو صفر (على سبيل المثال، في مدار الأرض)، فبدلاً من رؤية تكتل كثيف صغير من اللون الأزرق قريب من الفتيل ويصدر لهب الشمعة اللون الأصفر والأبيض نحو الأعلى، ستشاهد قبة صغيرة من اللون الأزرق المكثف. فكّر في الأمر كلهب أنقى – بدون تأثير الجاذبية، لا توجد هناك تيارات حمل حراري لتحمل الغبار إلى اللهب وهذه الشوائب هي التي تجعل الشمعة تحترق باللون الأصفر.

استخدام النماذج

رقائق الجليد اسأل الطلاب لماذا يستطيعون تمرير أيديهم في المياه ولكن لا يمكنهم فعل ذلك في الثلج. الجزيئات في السائل يمكنها أن تتحرك بجوار بعضها البعض ولكن الجسيمات في المواد الصلبة لا يمكنها ذلك. قم بالإشارة إلى أن المياه لها بعض الخصائص غير العادية. على سبيل المثال، معظم المواد الصلبة تتمدد عندما تذوب. إلا أن، المياه تتمدد، عندما تتجمد. يطفو الجليد لنفس سبب تكون رقائق الجليد وهو بنيته الجزيئية. خذ علبة بها كرات بلاستيكية صغيرة ومستديرة، كل واحدة منها تمثل جزيء ماء. قم بصبها على طاولة؛ حيث ستظهر كما لو أنها تتدفق. قم بإظهار رسم تخطيطي للطلاب بهيكل بلورات الثلج. اطلب من الطلاب العمل في أزواج لتوصيل الكرات الصغيرة (جزيئات الماء) مع المسواك بحيث تشكل بنية شعرية متشابهة لنموذج كتلة الجليد. من المستحيل الآن القيام بصب جزيئات الماء. انظر عما إذا كانوا يمكنهم كسر كتلة من "الجليد" إلى رقائق. ق م حركي

استخدام التشابه

الحالات الصلبة والسائلة للماء اسأل الطلاب السؤال التالي: هل الجليد له حجم أكبر أو أصغر من الماء؟ أكبر اطلب إلى الطلاب شرح إجابتهم من حيث الجسيمات. يمكن استخدام القياس التالية لتفسير هذا: اسأل الطلاب عن العدد المناسب من الناس للركوب سويًا في مصعد. عندما يتفق الطلاب على إجابة، اطلب منهم تحديد عدد الناس الذين المناسبين لركوب المصعد إذا كانت جميع أيديهم مشدودة بجبيرة الكسر، بحيث تبرز هذه الجبائر خارجاً على جانبي أجسامهم. اشرح الأشكال الصلبة (الناس بالجبيرة) والسائلة (الناس بدون الجبيرة) للماء فيما يتعلق بهذا التشبيه. ض م

3 التقويم

تقويم الفكرة الرئيسة

الضغط في الإطارات ارسم سيارة على السبورة، مع جعل إطاراتها الأربعة مستقرة على طريق مسطح. في حالة نفخ كل إطار إلى ضغط 2.0×10^5 Pa وكانت مساحة كل إطار 0.024 m^2 عند نقطة الاتصال بالطريق، ما هو وزن السيارة؟ 1.9×10^4 N

التحقق من الاستيعاب

إضافة الضغط اطلب من كل طالب تقدير المساحة السطحية لجسمه. سيكون على الأرجح بين 1 و 2 m^2. اطلب من الطلاب حساب القوة الإجمالية بسبب ضغط الهواء على سطح جسمه. ثم اسألهم لماذا لا ينهار جسم الإنسان تحت مثل هذه القوة كبيرة. هناك قوة خارجية كبيرة مساوية لهذه القوة تعمل داخل الجسم لكل شخص. ض م

ملحق

العيش في الفضاء يرتدي رواد الفضاء بزات رواد الفضاء على سطح القمر لأنه ليس هناك غلاف جوي في الفضاء. اسأل الطلاب عما إذا كان يمكن لرائد الفضاء السير على القمر باستخدام جهاز تنفس الهواء فقط الذي يستخدمه الغواصين. اطلب منهم شرح إجاباتهم. لا؛ مثل هذا الجهاز لا يوفر إلا الأكسجين. لأن التواجد على سطح القمر مثل التواجد في الفراغ، فرائد الفضاء يحتاج أيضًا إلى أن يكون محاطًا ببيئة ضغط.

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

التأكد من فهم النص والتحقق عبر الأشكال والمخططات والرسوم البيانية.

التحقق عبر الأشكال

الغازات في الغلاف الجوي، بما في ذلك بخار الماء والأكسجين وثاني أكسيد الكربون

التحقق عبر الأشكال

حساب وزن رائد الفضاء على سطح القمر 3.3×10^{4} Pa؛ (حوالي سدس وزنه على الأرض) ومنطقة حذائه؛ باستخدام هذه القيم قم بحساب الضغوط التي يبذلها رائد الفضاء.

التحقق عبر الأشكال

إذا كان الحجم ثابت، تكون المعادلة كالتالي $\frac{P_1}{T_1} = \frac{P_2}{T_2}$.

التأكد من فهم النص

مع تسخين السوائل، تتمدد. نتيجة لذلك يصبح الهواء الساخن أقل كثافة ولذلك يرتفع. عندما يزيد السائل الموجود في أسفل المقلاة الساخنة في درجة الحرارة، فإنه يصبح أقل كثافة ويرتفع.

تطبيق

1. 1.2×10^{5} N
2. 1.0×10^{2} kPa
3. 23 kPa
4. 2.7×10^{4} N الموجه من داخل البيت نحو الخارج
5. 8.9×10^{-2} m^2

تطبيق

6. 3.4 m^3
7. 5.1×10^{2} g
8. 2.40×10^{2} kPa
9. 0.83 m^3

مراجعة القسم 1

10. السوائل والغازات هي السوائل التي تتدفق وليس لها شكل محدد. ممارسة القوة على السوائل والغازات يمكن أن يغير حجم ودرجة حرارتهما. القانون العام للغازات يمثل العلاقة بين الضغط والغازات. البلازما هي حالة شبيهة بالغاز للإلكترونات السالبة الشحنة والأيونات الموجبة. البلازما أيضا سائل.
11. **a.** ضغط الهواء هو نفسه.
    b. نظرًا لأن $F = PA$، فإن القوة الكلية للهواء أكبر على الصندوق ذي المساحة الأكبر. الصندوق الثاني له ضعف المساحة السطحية، لذا له ضعف مجموع قوة الصندوق الأول.
12. 3.1×10^{1} m^3
13. أثناء تسخين الماء من 0 درجة مئوية، سوف تزيد الكثافة حتى تصل إلى الحد الأقصى لها عند 4 درجات مئوية. وعند زيادة التسخين إلى 8 درجات مئوية، ستقل كثافة الماء.
14. 9×10^{2} K
15. 0.0224 m^3
16. 28.1 mol; 8.1×10^{2} g
17. هناك عدد متساو من الجسيمات في العينتين. في الغاز المثالي، لا توجد صلة بين حجم الجسيمات وحجم الغاز أو الضغوط التي يمارسها الغاز.

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

1 مقدمة

البداية

دبس السكر في يناير قم ببطء بصب سوائل كثيفة، مثل الشامبو أو دبس السكر، في كأس فارغ. اشرح أن أحد العوامل التي تؤثر على كيفية حركة السوائل هي اللزوجة أو مقاومة التدفق. قوة الجذب بين الجزيئات تحدد مدى سهولة حركة الجزيئات بجانب بعضها البعض. كما تنتج هذه الجزيئات قوي التوتر السطحي للسائل. اطلب من الطلاب وصف كيفية حركة السوائل أثناء قيامك بصبها. إنها تتحرك ببطء؛ كما أنها تلتصق بسطح الكأس. قم بالإشارة إلى أن درجات الحرارة يمكن أن تؤثر أيضا على اللزوجة. التعبير الشعبي "تتحرك ببطء مثل دبس السكر في يناير" يشير إلى حقيقة أن الطقس البارد يعمل على زيادة لزوجة دبس السكر. ق م مرئي-مكاني

الربط بالمعارف السابقة

نماذج المواد ترتبط الطاقة الحرارية بالطاقة الحركية للجسيمات التي تتكون منها المادة. مراجعة وصف الجزيئات التي تتحرك بحرية والتي تشكل الغاز ونموذج لمادة صلبة ترتبط فيها الجزيئات بواسطة الزنبركات.

2 التدريس

قوى التماسك

التفكير الناقد

قوة التماسك واللزوجة قوة التماسك في المائع تتسبب في لزوجة ذلك المائع. اسأل الطلاب عما إذا كان من الممكن أن توجد قوة تماسك في الغاز. نعم الغاز الذي نعرفه جيدًا وهو الهواء، لزوجته منخفضة جداً – وقوة التماسك بين جسيماته صغيرة. اسأل الطلاب كيف يمكنهم ملاحظة لزوجة الهواء. إنها واضحة، على سبيل المثال، في نفق هوائي حيث يمكن للدخان أن يجعل حركة الهواء مرئية. ض م الرياضيات المنطقية

استخدم الشكل 7

التوتر السطحي بيّن للطلاب كيف أن أقدام حشرة جندب الماء تخطو على الماء كما لو كان السطح مادة لينة، مسطّحة مثل المادة التي تكسو منصة البهلوان. بعض الحشرات التي هي من الحيوانات المفترسة لحشرة جندب الماء تقوم برش مادة كيميائية تعمل على تدمير التوتر السطحي حتى لا تستطيع حشرة جندب الماء الاستمرار في الانزلاق على السطح.

نشاط مشروع فيزيائي

تطبيقات اللزوجة اللزوجة خاصية هامة من خواص الموائع، من زيوت المحركات للدهانات وحتى مستحضرات التجميل. ففي زيت المحركات، تتحكم اللزوجة بتدفق الزيت للتزييت بين الأسطح المنزلقة على بعضهما. إذا كان الزيت لزج جداً، فإنه يتسبب في التصاق الأسطح. إذا لم يكن الزيت لزجًا بما يكفي، فإنه يتدفق بعيداً عن الأسطح. زيوت المحركات الحديثة مصممة للحفاظ على اللزوجة المناسبة في أيام البرد وأيام الحر على حد سواء. اطلب من الطلاب البحث في كيفية قياس اللزوجة واستنباط طريقة لمقارنة لزوجة السوائل المختلفة مثل زيت المحركات والزيوت النباتية والشامبو والماء. ض م حسيّ حركي

تَطوير المَفاهِيم

التوتر السطحي اطلب إلى الطلاب القيام بتحدي تعويم قصاصة الورق على الماء. اطلب منهم معرفة ماذا يحدث عندما يدخلون أيديهم في الماء وفيها قطعة من الصابون. لمس الماء بقطعة من الصابون يدمر التوتر السطحي، مما يتسبب في غرق القصاصات الورقية. ق م حركي

قوى الالتصاق

الفيزياء في الحياة اليومية

القوة الشعرية في النباتات القوة الشعرية التي تساعد على سحب المياه لأعلى داخل الشجرة هي نفس القوة التي تسمح للمناشف الورقية بامتصاص المياه. ضع طرف شريط طويل من منشفة ورقية في كوب ماء وراقب كيف يرتفع الماء لأعلى عبر الشريط.

مناقشة

سؤال كل يوم نستخدم الحبر للكتابة على أنواع مختلفة من الأسطح. اسأل الطلاب الأسئلة التالية: هل تتوقع أن كل الأحبار لها نفس الخصائص؟ لماذا نعم أو لماذا لا؟ ما هي الخصائص المرغوبة في الأحبار في أقلام الحبر الجاف وأقلام الخطاط والطابعات النافثة للحبر؟ هل الأحبار نفسها صالحة لجميع الأسطح؟ فسر

الإجابة سوف تختلف الإجابات. أحبار قلم الحبر الجاف لزجة بحيث يمكنها إيقاف الكرة. الأحبار النافثة يجب أن تكون أقل لزوجة ولكن التوتر السطحي يجب أن يسمح لها بتشكيل قطرات صغيرة. على بعض الأوراق، قد ينتشر الحبر بكثرة بسبب الخاصية الشعرية. ض م الرياضيات المنطقية

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

التدريس المتمايز

ضعاف البصر ساعد الطلاب على فهم كيف يمكن أن يبدو سطح الماء منحنيًا وذلك بأن تعرض عليهم تجربة عملية تثبت ذلك. ضع طين الصلصال في كوب بلاستيك. قم بتشكيل الصلصال ليأخذ شكل سطح هلالي مقعر. اطلب من الطلاب تحسس الانحناء. أشرح لهم أن تمسك المياه بجانبي كوب الاختبار هو ما يشكّل هذا النوع من الأسطح مستديرة الزوايا. قم بإضافة المزيد من الطين إلى الكوب لتشكيل سطح محدب. اطلب من الطلاب الشعور بهذا الانحناء. اشرح لهم أن التوتر السطحي للمياه عندما يكون الكوب ممتلئ يعمل على تشكيل هذا النوع من السطح مستدير الزوايا. ض م

حسيّ حركي

التبخر والتكاثف

تحديد المفاهيم الخاطئة

عرض التبخر والحرارة بعض الطلاب يعتقدون أنه يجب غلي الماء لكي تتغير حالته من سائل إلى غاز. اطلب منهم بيان ما إذا كان من الممكن تغير حالة الماء من السائل إلى الغاز بدون وصول الماء إلى درجة الغليان، 100°C. نعم ضع طبقًا مسطحًا يحتوي على الماء على طاولة طوال الليل واطلب من الطلاب النظر على دليل التبخر في اليوم التالي. ض م **الرياضيات المنطقية**

تَطوير المَفاهِيم

الفكرة الرئيسة الهيليوم أحد العناصر الأكثر وفرة في الكون وهو غاز يوجد عند نطاق واسع ومختلف من درجات الحرارة. عند تبريده في حدود بضع درجات من الصفر المطلق، فيمكن أن يصبح الهيليوم سائل بدرجة لزوجة صفر. هذا السائل "فائق الميوعة" يمكنه أن يتسلق بسرعة جدران الوعاء الموجود به والتدفق بعيداً. ما هي العلاقة بين قوة التماسك وقوة التلاصق في مثل هذا السائل؟ يجب أن تكون قوة التلاصق بين السوائل وجدران الوعاء أكبر بكثير من قوة التماسك بين جزيئات السائل. وهذا يفسر أيضا ضعف اللزوجة فيه.

التعزيز

تلخيص الخصائص اطلب إلى الطلاب مقارنة قوائم خصائص الغازات والسوائل مع تحديد الخصائص التي هي أكثر شيوعاً في الغازات وتلك الأكثر شيوعًا في السوائل. اطلب منهم تحديد الخصائص استناداً على الطاقة الحركية، بالإضافة إلى الخصائص التي تستند على القوة بين الجُسيمات والتي تشكل الغاز أو السائل. ض م

استخدام مختبر الفيزياء

في تجربة التبريد بالتبخير، يستطيع الطلاب جمع وتنظيم البيانات عن تبخر الكحول.

3 التقويم

تقويم الفكرة الرئيسة

التكثف والتبخر الطلاب ملمون بعمليتي تكثف وتبخر الماء. اطلب منهم شرح هذه العمليات من حيث قوة التماسك ودرجة الحرارة والضغط. ما هو دور الضغط الجوي في التبخر؟ قوة التماسك بين جزيئات الماء تبطئ عملية تبخر المياه. إذا كان ضغط الهواء أكبر، فهذا أيضا سوف يعيق التبخر لأن الجسيمات في المياه السائلة يجب أن تتغلب على ضغط الهواء، بالإضافة إلى قوة التماسك. درجة الحرارة تحدد متوسط الطاقة الحركية، حيث تشير درجة الحرارة الأعلى إلى أنه يوجد المزيد من الطاقة للتغلب على هذه القوة.

التحقق من الاستيعاب

الضباب في الليل الأسرار التي تحدث في لندن، إنجلترا، غالبًا ما تبدأ بمشهد ليلي ضبابي. اسأل الطلاب لماذا يتشكل الضباب في الليل. بدون حرارة الشمس، يبرد الهواء ويتكثف ليشكّل الرطوبة التي يتم امتصاصها في الهواء أثناء النهار. وهذا هو السبب نفسه في ظهور الندى على العشب في الصباح. ق م

التوسُّع

الخاصية الشعرية والملابس بعض الملابس المصممة للألعاب الرياضية أو لاستخدامها خارج المنزل يمكن أن تقوم بإخراج الرطوبة من الجسم وتساعد على الاحتفاظ بحرارة الجسم. اسأل الطلاب كيف يحدث هذا. تستخدم المواد المصنوع منها الملابس الخاصية الشعرية لنقل العرق من الجلد إلى خارج الملابس؛ وبذلك تتبخر الرطوبة خارج الملابس وليس على الجلد. وبذلك، تعزل هذه الملابس الجلد من التأثر تأثير التبريد الناتج من التبخر. ض م

McGraw-Hill Education حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة

التأكد من فهم النص والتحقق عبر الأشكال والمخططات والرسوم البيانية.

التأكد من فهم النص

مع هروب الجسيمات التي لها طاقة حركية أعلى من المتوسط، يحدث انخفاض في متوسط الطاقة الحركية للجسيمات المتبقية.

مراجعة القسم 2

18. نعم؛ الشريط اللاصق يلتصق بشيء آخر غير الشريط. المجموعة المتماسكة هي مجموعة من الناس يعملون معا.
19. ينبغي أن توضع قصاصة الورق بعناية وبشكل مسطّح على سطح الماء. فهذا سوف يقلل من الوزن لكل وحدة مساحية على سطح المياه التي ستستقر عليها القصاصة.
20. إذا حدث وقطعت قصاصة الورق سطح الماء، فسوف تغرق.
21. الكحول له جاذبية لاصقة أكبر مع الزجاج عن الزئبق. قوة تماسك الزئبق قوية بما يكفي لتتغلب على قوته اللاصقة مع الزجاج.
22. لأن الكحول يتبخر بسهولة، فهناك تأثير تبريد بخري ملحوظ جداً. وهذا الإجراء يمكن أن يخفض درجة حرارة الجسم للطفل.
23. رانا قامت بوزن الزجاج قبل تبريده في الثلاجة. ثم يمكنها إخراجه من الثلاجة والسماح للرطوبة بالتجمّع خارجه. وأخيراً، يمكنها أن تزن الزجاج مرة ثانية.

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

1 مقدمة

البداية

الموائع والضغط املأ كأسًا كبيرًا حتى منتصفه بالماء. ضع كأس أصغر حجماً في الماء مقلوبًا. اطلب إلى الطلاب مراقبة مستويات الماء في كل من الكأسين قبل وبعد إدخال الكأس المقلوب. اطلب منهم شرح التغييرات في مستويات المياه. لماذا لا ترتفع المياه في الكأس الأصغر؟ يرتفع منسوب المياه في الكأس الكبير لأن الكأس الصغير والهواء المحصور فيه يعملان على إزاحة المياه. لا ترتفع الماء في الكأس الصغيرة لأن ضغط الهواء يجبرها على الهبوط. ق م مرئي-مكاني

الربط بالمعارف السابقة

قوة الطفو يستكشف هذا القسم الضغط كحاصل قسمة القوة على المساحة التي تبذل عليها هذه القوة. ينبغي أن يكون لدى الطلاب معرفة بالكثير من تجارب الحياة مع قوة الطفو؛ مثل السباحة والطفو على الألواح العائمة ومراقبة مناطيد الهيليوم.

2 التدريس

الموائع في السكون

عرض **توضيحي سريع**

الضغط والعمق في كوب القهوة

الزمن المقدَّر 5 دقائق

المواد علبة ومسمار ومطرقة ومياه وحوض أو وعاء كبير وشريط

الإجراءات اصنع ثلاثة ثقوب صغيرة على ارتفاعات مختلفة في جانب العلبة الكبيرة. قم بتغطية الثقوب بالشريط القوي والمقاوم للماء. املأ الكوب بالماء الملونة وضعه في الحوض الكبير أو الوعاء الكبير. قم بإزالة الشريط. اطلب إلى الطلاب بيان السبب في أن تيارات المياه التي تخرج من الثقوب تبتعد لمسافات مختلفة من الكوب. تيار المياه الخارج من الثقب الأسفل يكون له أكبر سرعة أفقية (v) لأن الضغط داخل الكوب يكون في أعلى مستوياته في الجزء السفلي من الكوب. على العكس من ذلك، فالتيار الخارج من الثقب الأعلى يكون له أقل سرعة أفقية لأن الضغط داخل الكوب يكون في أقل مستوياته في الجزء السفلي من الكوب.

السباحة تحت الضغط

استخدام مختبر الفيزياء

في تجربة "تحت الضغط"، يمكن للطلاب تحليل القوة من تدفق السائل.

تَطوير المَفاهِيم

عدم وجود ضغط اطلب إلى الطلاب القيام بعمل رسم مخطط للقوى التي تؤثر على السباح. يجب أن يظهر الرسم التخطيطي الجاذبية وهي تسحب إلى الأسفل ولكن يمكن أن يكون غير محدد للمصادر التي تدفع للأعلى. اطلب من الطلاب كيف أن ارتداء سترة النجاة يعمل على تغيير هذه القوى. سترة النجاة تضيف بعض الوزن ولكنها تزيد من قوة الطفو أكثر. اطلب إلى الطلاب إعداد رسم تخطيطي مماثل لمنطاد الهواء الساخن الذي يحمل سلة. ماذا سيكون أثر زيادة حجم المنطاد؟ هذا سيزيد الوزن ولكن الزيادة في قوة الطفو ستكون أكبر. ض م مرئي-مكاني

استخدم الشكل 12

هذه الصورة تبين كيف تنشأ قوة الطفو من الاختلافات في الضغط على الجزء العلوي والسفلي للشيء. اطلب من الطلاب إعادة رسم هذه الصورة باستخدام أشكال أخرى مختلفة الأطوال والارتفاع؛ بحيث يرسمون متجهات القوة. افترض أن الجسم المغمور هو صندوق مستطيل له جانبين غير متساوين في الطول. ناقش كيف أن قوة الطفو على مثل هذا الصندوق ستكون هي نفسها بغض النظر عن متجهات الصندوق. ض م مرئي-مكاني

التفكير الناقد

الطفو في الهواء المناطيد الأولى التي قامت بحمل البشر في الجو كانت مليئة بالهواء الساخن وليس الهيليوم. اطلب إلى الطلاب الأخذ في الاعتبار كيف يوفر منطاد الهواء الساخن قوة رفع تكفي للقيام بحمل جندول وعلى متنه الركاب. اطلب منهم ما إذا كان مثل هذا المنطاد سوف يعمل على نحو أفضل أو أسوأ في اليوم البارد. ينبغي أن يعمل المنطاد بشكل أفضل في اليوم البارد عندما يكون الهواء المحيط به أكثر كثافة. اطلب إلى الطلاب شرح هذا فيما يتعلق بما يعرفونه عن الغازات والحركة الحرارية. ينبغي أن يتمكن الطلاب أيضًا من شرح هذا فيما يتعلق بقانون الغاز المثالي لأنه يؤدي إلى مفهوم الحركية الجزيئية لدرجة الحرارة. الهواء الساخن في المنطاد أقل كثافة من الهواء حوله لأن جزيئات الهواء لها طاقة حرارية أكبر وتتحرك بعيداً عن بعضها البعض. فرق الكثافة بين الهواء الساخن والهواء الأكثر برودة المحيط هو ما ينتج قوة الطفو التي ترفع المنطاد. ض م

McGraw-Hill Education حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة

خلفية عن المحتوى

مبدأ أرخميدس وفقا للأسطورة، طلب الملك "هيرو" ملك سرقوسة من أرخميدس (287–212 B.C.) التأكد مما إذا كان تاجه الجديد يحتوي على جميع الذهب الذي أعطي للحرفي. وكما تقول الأسطورة، فعندما نزل أرخميدس في ماء الحمام، أدرك أنه تمت إزاحة المياه في حوض الاستحمام لديه وشعر أن جسمه أصبح أقل وزنًا. فقفز من حوض الاستحمام وركض عبر الشوارع وراح يصيح، "إوريكا!" ("وجدتها وجدتها".) أرخميدس وجد أن الجسم الأكثر كثافة، مثل الذهب، سوف يزيح كمية أقل من المياه. ووجد أن التاج في الواقع لم يكن من الذهب الخالص. التاج الجديد قام بإزاحة المزيد من المياه عن الكمية التي أزاحها نفس الوزن من الذهب نظراً لأنه شغل مساحة أكبر.

استخدام مختبر الفيزياء

في تجربة قوة الطفو في الماء،يمكن للطلاب إثبات العلاقة بين قوة الطفو ووزن الجسم.

تحديد المفاهيم الخاطئة

الوزن الظاهري والكتلة نظرًا لمعرفة الطلاب أنه يمكنهم رفع الأجسام بسهولة أكثر تحت الماء، فقد يعتقدون أن الأجسام لها وزن أو كتلة أقل. فسِّر كيف أن كتلة الجسم المغمور في الماء لا تتغير وأن قوة الجاذبية على الجسم ($F_g = mg$) هي نفسها كما كانت من قبل. قوة الطفو تدفع الجسم لأعلى وبذلك، يكون الوزن الظاهري أقل.

نشاط مشروع فيزيائي

من معلم لمعلم

تأثير الضغط الجوي

الهدف إثبات أثر الضغط الجوي على المادة الصلبة

المواد علبة صودا فارغة من الألمنيوم وملقط وموقد بنزن وقائم حلقي أو صفيحة ساخنة ونظارات واقية وقفازات واقية وصينية بيتزا مليئة بالماء المثلج

الإجراءات قم بارتداء النظارات الواقية والقفازات. ضع 5 mL من الماء في كوب الصودا. قم بتسخين المياه حتى يخرج البخار من أعلى كوب الصودا. باستخدام الملقط، ارفع العلبة من على الموقد وعلى الفور قم بوضعه في وعاء الماء المثلج بحيث يكون الجزء العلوي من الكوب في أسفل صينية البيتزا. سيتسبب انخفاض درجة الحرارة في انخفاض الضغط داخل الكوب وسيعمل الضغط الجوي الخارجي على انكماش كوب الصودا.

التدريس المتمايز

ضعاف البصر يمكن ملاحظة الطفو والضغط واللزوجة بالإحساس. ينبغي إعطاء الفرصة للطالب لكي تشعر بتأثير الطفو بدفع أو رفع الأجسام العائمة أو المغمورة في مياه الحوض أو وعاء كبير مملوء بالمياه. يمكن للطالب التحقيق من اللزوجة بتحريك الماء أو شامبو كثيف بإصبعه. اطلب من الطلاب وصف الأحاسيس التي يشعرون بها. اسأل الطلاب الأسئلة التالية: ما الذي يجدونه عند محاولة غمر كتلة رغوة أو مكعبات الثلج في الماء؟ ماذا يتعلمون من هذا عن الطفو؟ كيف يمكن مقارنة تحريك الكاكاو الساخن بتحريك حلوى الشوكولاتة؟ ماذا يشير هذا عن لزوجة الموائع؟ **قم**

مثال إضافي في الصف

الاستخدام مع مثال *3*.

مسألة يقوم الطفل بطي قطعة من رقائق الألمنيوم كتلتها 0.012 kg في شكل طبق يطفو على الماء. ما هو حجم المياه التي يزيحها هذا الطبق المصنوع من الرقائق؟

الإجابة نظرًا لأن الطبق يطفو، فإن قوة الطفو هي

$$F_{\text{الطفو}} = F_{g,\ \text{الألمنيوم}} = m_{\text{الألمنيوم}}g =$$

$$\rho_{\text{المياه}}V_{\text{المياه}}g. \text{ ثم } V_{\text{الماء}} = \frac{m_{\text{الألمنيوم}}}{\rho_{\text{الماء}}} =$$

$$\frac{0.012\ \text{kg}}{1.0\times10^{3}\ \text{kg/m}^3} = 1.2\times10^{-5}\ \text{m}^3.$$

مسألة يقوم الطفل بتعديل نفس القارب وتحويله إلى كرة صغيرة تغوص في الماء. ما هو الحجم الذي يمكن للرقاقة إزاحته، على افتراض أنه لا يوجد بها أي هواء؟ ما هو الوزن الظاهري لكرة رقائق الألمونيوم تحت الماء؟

الإجابة حجم كرة رقائق الألمونيوم هو

$$V = \frac{m_{\text{ألمونيوم}}}{\rho_{\text{ألمونيوم}}} = \frac{0.012\ \text{kg}}{2.70\times10^{3}\ \text{kg/m}^3}$$

$$= 4.4\times10^{-6}\ \text{m}^3.$$

هذا هو حجم المياه التي تمت إزاحتها بواسطة الكرة المغمورة. الوزن الظاهري هو الوزن ناقص قوة الطفو على الكرة المغمورة:

$$F_{\text{الوزن الظاهري}} = m_{\text{ألمنيوم}}g - \rho_{\text{ماء}}V_{\text{ماء}}g =$$

$$(0.012\ \text{kg})(9.8\ \text{N/kg}) - (1.0\times10^{3}\ \text{kg/m}^3)$$

$$(4.4\times10^{-6}\ \text{m}^3)(9.8\ \text{N/kg}) = 0.074\ \text{N}$$

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

استخدام مختبر الفيزياء

في عالم الطب الشرعي الأول، يمكن للطلاب تعزيز مفاهيم الكتلة والحجم والكثافة.

مبدأ بيرنولي

مناقشة

الفكرةالرئيسة امسك ورقتين من ورق الكتابة رأسيًا أمام وجهك وانفخ بين سطحي الورقتين المسطحين. اسأل الطلاب لماذا تنجذب الورقتان إلى بعضهما البعض. كلما ازداد تدفق الهواء—كلما ازدادت السرعة المتجهة لجزيئات الهواء—بين الصفحات يؤدي انخفاض ضغط هواء. الضغط المرتفع خارج الصفحات يدفعهم باتجاه بعضهم. ض م مرئي-مكاني

تعزيز المعارف

مبدأ بيرنولي ذكّر الطلاب بأن الضغط والطفو ومبدأ بيرنولي من خواص السوائل والغازات على حد السواء. اطلب منهم لماذا لا يبدو الطفو من الخواص الواضحة في الهواء مثل وضوحه في غيره ولماذا نستخدم في الغالب أمثلة الغاز لمبدأ برنولي. انخفاض كثافة الهواء تجعل قوة الطفو فيه أقل. تنتقل معظم الأجسام عن طريق السوائل ببطء ولذا فآثار مبدأ بيرنولي غالباً ما تكون صغيرة في السوائل. ض م

نشاط تحفيزي في الفيزياء

تصميم القوارب والزوارق الشخصية تصميم الزوارق والمواد الترفيهية مثل الزوارق الشخصية يحتاج إلى فهم قوّة الطفو وحجم الماء المزاح ومركز الثقل لتحقيق الاتزان ومبدأ برنولي. فعلى سبيل المثال، يقوم المهندسين بتصميم العديد من القوارب الترفيهية والزوارق الشخصية التي تطفو في المياه الضحلة. عند تحرك هذه الزوارق بسرعات عالية بما يكفي، فستبدأ في الاستواء على السطح، مع إزاحة كميات أقل من الماء ومواجهة مقاومة أقل عند الحركة. اطلب إلى الطلاب البحث في كيفية تصميم مثل هذه الأجهزة بحيث تكون مستقرة وبحيث تصل إلى الاستواء عند سرعات معينة. ض م لغوي

3 التقويم

تقويم الفكرة الرئيسة

مبدأ أرخميدس والكثافة اطلب إلى الطلاب تحديد إذا ما كان مبدأ أرخميدس ينطبق على الأجسام التي هي أقل كثافة من الماء. كيف يمكنكم تصميم تجربة تستخدم مبدأ أرخميدس في تحديد وزن هذا الجسم؟ الأجسام التي تطفو لا يزال بإمكانها إزاحة كمية من الماء تساوي وزنها. وهذا السبب في أن الأجسام الأقل كثافة تطفو بشكل أكبر "لأعلى" في الماء من الأجسام الأقل كثافة. ويمكن استخدام أسطوانة مدرجة لقياس ارتفاع منسوب المياه لتحديد مقدار الماء الذي تتم إزاحته.

التحقق من الاستيعاب

مبدأ بيرنولي والقيادة على الطريق السريع عندما تمر شاحنة كبيرة بجوار سيارة على الطريق السريع، فقد يتم جذب السيارة من جانبها باتجاه الشاحنة. اسأل الطلاب لماذا حدث ذلك. الهواء بين السيارة والشاحنة يجب أن يتحرك بسرعة أعلى من الهواء المحيط بهما، مما يتسبب في انخفاض ضغط الهواء بين السيارة والشاحنة. يؤدي هذا إلى قوّة محلة باتجاه الشاحنة. ض م

McGraw-Hill Education حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة

التأكد من فهم النص والتحقق عبر الأشكال والمخططات والرسوم البيانية

التحقق عبر المخططات

F_2 قد تزداد بسبب انتقال القوة الزائدة في جميع أنحاء السائل.

التحقق عبر المخططات

سوف يطفو الجسم إذا كان وزن الجسم أقل من قوة الطفو.

التأكد من فهم النص

مع ازدياد سرعة السائل، يقل الضغط الذي يصدر من السائل.

تطبيق

24. 8.0×10^{1} N
25. 8.8×10^{3} N
26. 0.4:1

تطبيق

27. 1.6×10^{3} N
28. 6.2×10^{-2} m^3
29. 1.09×10^{3} N
30. 8.8×10^{2} N
31. 4.9×10^{-2} m^3

مراجعة القسم 3

32. يذاب حوالي 1/4 كوب من السكر في الشراب العادي، مما يجعله أكثر كثافة من الماء. مشروب الحمية الغذائية به كمية صغيرة من مادة التحلية الاصطناعية. صودا الحمية الغذائية أقل كثافة من الصودا العادية المحملة بالسكر.
33. 24 N
34. 0.9 m^3
35. كثافة الفلين حوالي عُشر كثافة الماء.
36. a. 1.5×10^{5} Pa
    b. 1.3×10^{3} N
37. a. كتلة الألمونيوم سوف تزيح المزيد من المياه.
    b. كل منها سوف يزيح نفس كمية المياه.
38. الهواء المتحرك بسرعة في الإعصار له ضغط أقل من الهواء الموجود داخل المنزل. ولذلك، فإن الهواء داخل المنزل له ضغط أعلى وينتج قوة هائلة على النوافذ والأبواب وجدران المنزل. يتم تقليل هذا الفرق في الضغط بفتح الأبواب والنوافذ للسماح بتدفق الهواء بحرية إلى الخارج.

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

1 مقدمة

البداية (نشاط محفِّز)

معجون اللعب في بعض الأحيان يكون الفرق بين المادة الصلبة والسائلة غير ملحوظ. وخير مثال هو مثال المدرسة الابتدائية معجون اللعب المصنوع من البوراكس والغراء الأبيض أو الكحول البولي فينيل المتوفر في المحلات. مرر كميات صغيرة من المعجون على الطلاب للتحقق منها. اسأل الطلاب الأسئلة التالية: هل المعجون مادة سائلة أو مادة صلبة؟ هل يحتفظ بشكله أو انسيابه؟ هل يرتد للخلف؟ هل يمكن قطعه؟ عند وضعه في الثلاجة، هل يتجمد ثم يذوب عند استخدامه في درجة حرارة اليد؟ الإجابات تعتمد على المعجون المستخدم (تتوفر العديد من الوصفات) ولكن كلها من أنواع البوليمر ذات اللزوجة العالية والتماسك القوي ولا توجد له درجة حرارة انصهار محددة تحديداً جيدًا. يشترك المعجون في الخصائص مع السوائل والأجسام الصلبة. ق م حسيّ حركي

مراجعة على المعارف السابقة

التمدد الحراري والطاقة الحركية راجع نموذج مجموعة الجسيمات الصلبة بوصفها مجموعة جسيمات مرتبطة بواسطة زنبركات. ناقش كيف أن إضافة الطاقة تتسبب في حركة تلك الجسيمات بقوة أكثر وأكثر حتى تنكسر الروابط بينها. ناقش كيف سيؤثر هذا على حجم المادة الصلبة في بعد واحد واثنين وثلاثة أبعاد. ض م

2 التدريس

الأجسام الصلبة

تَطوير المَفاهِيم

قوى التجاذب بين جسيمات المواد الصلبة التغييرات في الحركة الحرارية للذرات في المادة الصلبة تسبب تغييرات في الشكل البنائي وفي أبعاد هذه المادة الصلبة. على خلاف السوائل، قوى التجاذب بين الجسيمات في المادة الصلبة تعمل على الاحتفاظ بالجسيمات معًا بطريقة تجعل المادة الصلبة محافظة على الشكل الخاص بها. لذلك، فالمواد الصلبة مرنة وتتمدد أو تتلاحم بطريقة واضحة المعالم. تصنع بعض المواد الصلبة الأكثر أهمية من الجزيئات التي يمكن تدويرها، مثل الماء أو جزيئات البوليمر الكبيرة التي يمكن تدويرها وثنيها، مثل المطاط أو البلاستيك أو المعجون (الهلام) الذي تمت مناقشته في النشاط التحفيزي.

الوظائف

علم المواد وهندستها عالم المواد أو مهندس المواد يقوم بالبحث في وتصميم المواد لاستخدامها في استخدامات محددة في الآلات أو السيارات أو الأجهزة الإلكترونية. قد تتطلب هذه التطبيقات مواد تحتوي على مواصفات معينة في القوة والصلابة والليونة أو خاصية التمدد الحراري. ويعمل المهندس على التركيب الكيميائي وبنية المادة لإنتاج الخصائص المطلوبة. فعلى سبيل المثال، يصمم مهندسي المواد سبائك فلزية خاصة للاستخدام في الأجزاء الخفيفة والقوية والمقاومة للحرارة اللازمة للطائرات فائقة السرعة. ويمكن لعالم الخزف تصميم أجزاء مقاومة للحرارة وأقل في التمدد وعالية التوصيل الحراري لمحركات السيارات أو الأجهزة الإلكترونية الخاصة.

التمدد الحراري للأجسام الصلبة

تطوير المحتوى

الفكرةالرئيسة يمكن ملاحظة آثار التمدد الحراري والانكماش غالباً على سطح الخزف المزجج برقائق الزجاج مثل الفناجين وأكواب القهوة. إذا كانت رقائق الزجاج المستخدمة لا تتمدد بنفس معدل تغير الخزف الأسفل منها مع تغير درجة الحرارة أو كانت رقيقة أكثر من اللازم، فيمكن أن تنفصل رقائق الزجاج عن سطح الخزف. وهذا ينتج شبكة عنكبوتية من الخطوط الدقيقة والتي لا يظل الخزف فيها محميًا برقائق الزجاج. الارتجاف هو الظاهرة المعاكسة. تتقشر رقائق الزجاج في المواضع التي تكون فيها سميكة جداً وتنضغط عندما يتلاحم الخزف في الأسفل كلما ازداد برودة.

التفكير الناقد

التمدد والكثافة اسأل الطلاب ماذا يحدث لكتلة وكثافة جسم ما عندما يتمدد. لا تتغير عدد الذرات والكتلة الإجمالية للجسم ولكن يزداد الحجم. ولذلك فإن الكثافة- وهي عبارة عن الكتلة بالنسبة للحجم - تقل عند تمدد المادة. ض م

تحديد المفاهيم الخاطئة

التمدد النسبي قد لا يفهم الطلاب أن كمية التمدد الحراري لجسم هو تأثير نسبي. فعند تسخين 10 درجة مئوية، ستتمدد عصا مترية فلزية في الطول بمقدار عشرة أضعاف ما تتمدده مسطرة بطول 0.1 متر في نفس الظروف. وبسبب هذا التأثير، فسيحتفظ الجسم المصنوع من مادة واحدة بشكله عند التسخين أو التبريد.

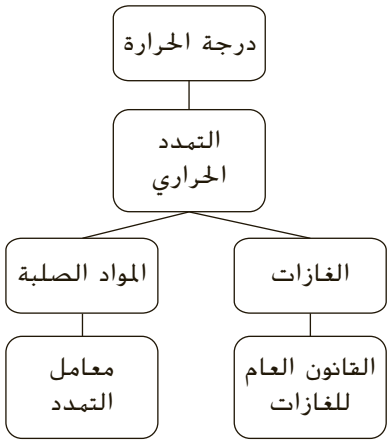
McGraw-Hill Education حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة

الفيزياء في الحياة اليومية

الحرارة قد يعتقد بعض الطلاب أن الغرفة الباردة تدفئ أسرع عن طريق ضبط الحرارة على مستوى أعلى وأن الغرفة الساخنة تبرد أسرع عن طريق ضبط الحرارة على مستوى أقل. إلا أنه في الواقع، الترموستات (جهاز تنظيم الحرارة) عبارة عن مفتاح التشغيل وإيقاف التشغيل ولا يعمل مثل دوّاسة البنزين في السيارة. فعلى سبيل المثال، تغيير الترموستات إلى 75°F في غرفة درجة حرارتها 65°F لن يجعل درجة الحرارة ترتفع إلى 70°F بسرعة أكبر مما ينبغي لها إذا تم ضبط الترموستات ببساطة إلى 70°F.

تعزيز المعارف

بناء المفهوم درجة الحرارة هي مقياس لمتوسط الطاقة الحركية للجسيمات في جسم ما ويعتمد التمدد الحراري على حركة هذه الجسيمات. اطلب من الطلاب بناء خريطة مفاهيم باستخدام درجة الحرارة والتمدد الحراري ومعامل التمدد والمواد الصلبة والغازات والقانون الجامع للغازات. اطلب منهم مناقشة تلك الخرائط مع غيرهم من الطلاب ثم خلق نقاش في الصف الدراسي حول هذه الخرائط. إحدى الخريطة المحتملة ممكن أن تبدو مثل هذه: ض م



نشاط مشروع فيزيائي

عَالَم المواد اطلب إلى الطلاب اختيار مادة للبحث فيها وتقديم تقرير بالخصائص الفيزيائية لها التي تجعل هذه المادة مفيدة. اسأل الطلاب الأسئلة التالية: في أي حالة من حالات المادة تستخدم هذه المادة؟ ما هي قيم الخصائص الخاصة بها مثل معاملات التمدد الحراري لها وكثافتها؟ ما المواد الأخرى التي لها نفس الخصائص أو لها خصائص مماثلة؟ ض م

مثال إضافي في الصف

الاستخدام مع مثال 4.

مسألة عند درجة حرارة 30.0°C، لديك قضيب مستطيل من الألمنيوم أبعاده 1.45 m × 0.125 m × 0.0150 m. يتم تسخين القضيب بشكل موحد إلى درجة حرارة 310.0°C. فما هي الأبعاد الجديدة لقضيب الألمنيوم؟

الإجابة $L_2 = L_1 + \alpha L_1(T_2 - T_1)$ أو،

$L_2 = L_1(1 + \alpha(T_2 - T_1))$ حيث $(1 + \alpha(T_2 - T_1))$

$= 1 + (23 \times 10^{-6}/°C)(310.0°C - 30.0°C)$

الأبعاد الجديدة هي:

$(0.0150\ m)(1 + (23 \times 10^{-6}/°C)(310.0°C - 30.0°C)) = 0.015\ m$

$(0.125\ m)(1 + (23 \times 10^{-6}/°C)(310.0°C - 30.0°C)) = 0.13\ m$

$(1.45\ m)(1 + (23 \times 10^{-6}/°C)(310.0°C - 30.0°C)) = 1.5\ m$

استخدام التجربة المصغرة

في تجربة قفازات اللاعبين، يمكن للطلاب إثبات المعدلات المختلفة لتمدد الفلزات.

3 التقويم

تقويم الفكرة الرئيسة

التمدد في الحجم في مقابل التمدد الطولي اطلب إلى الطلاب مقارنة معاملات التمدد الطولي والتمدد في الحجم للمواد الصلبة الواردة في **الجدول 2**. ما هي الاختلافات التي يمكن أن يلاحظها الطلاب في هذه القيم؟ كيف يمكن تفسير هذا؟ بالنسبة للمواد الصلبة، معامل التمدد في الحجم حوالي ثلاث مرات ضعف التمدد الطولي. وهذا أمر منطقي لأن التمدد في الحجم هو بالأساس تمدد طولي في ثلاثة أبعاد.

التحقق من الاستيعاب

التمدد الحراري اطلب إلى الطلاب ما عساه أن يعني إذا حصلوا على إجابة بالسالب للتغير في الطول في مسألة تمدد حراري. النتيجة السالبة تعني الانكماش وليس التمدد. اسألهم كيف يتأكدون إذا كانت الإجابة على مثل هذه المسألة منطقية. معظم الأجسام تتمدد عند تسخينها ولكن التغيير في الطول عادة ما يكون صغيرًا جدًا. إذا وجدت أن الجسم تضاعف طوله عند تبريده، فهناك شيء غير صحيح! ض م

إعادة التدريس

فتح برطمان اسأل الطلاب لماذا إذا قمنا بتسخين برطمان زجاجي له غطاء فلزي محكم الغلق بشدة عن طريق تشغيل الماء الساخن على الغطاء فغالباً ما يتسبب ذلك في فك الغطاء. مع ارتفاع درجة حرارة الفلز، يتمدد الغطاء وتتسع فتحته. ترتفع درجة حرارة الفلز ويتمدد بشكل أسرع من الزجاج. أم

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

التأكد من فهم النص والتحقق عبر الأشكال والمخططات والرسوم البيانية.

التحقق عبر الأشكال

قد تحدث تشققات في الرصيف.

تطبيق

39. 6.1 mm

40. 12 cm

41. 2 mL

42. a. 4.4×10^{4} L

b. انخفض حجم البنزين نظراً لانخفاض درجة الحرارة. كتلة البنزين ظلت كما هي.

43. 1.7×10^{-4} cm

44. −0.072%

مسألة تحدي الفيزياء

$L_{\text{النحاس}} = L_{\text{الألمنيوم}} + L_{\text{الحديد}}$

و

$\alpha_{\text{النحاس}} L_{\text{النحاس}} \Delta T = (\alpha_{\text{الألمنيوم}} L_{\text{الألمنيوم}} + \alpha_{\text{الحديد}} L_{\text{الحديد}})\ \Delta T$

وهذا يعطي، بعد استبدال $L_{\text{الألمنيوم}} = L_{\text{النحاس}} - L_{\text{الحديد}}$

$$L_{\text{الحديد}} = \frac{(\alpha_{\text{النحاس}} - \alpha_{\text{الألمنيوم}})\ L_{\text{النحاس}}}{\alpha_{\text{الألمنيوم}} - \alpha_{\text{الحديد}}}$$

$$L_{\text{الحديد}} = \frac{(1.00\text{ m})(17\times10^{-6}\text{°C}^{-1} - 23\times10^{-6}\text{°C}^{-1})}{12\times10^{-6}\text{°C}^{-1} - 23\times10^{-6}\text{°C}^{-1}}$$

$$= 0.54\text{ m}$$

$$L_{\text{الألمنيوم}} = L_{\text{النحاس}} - L_{\text{الحديد}} = 1.00\text{m} - 0.54\text{m} = 0.46\text{m}$$

مراجعة القسم 4

45. تركيب وتثبيت الباب بإحكام.

46. يمكن اعتبار الشمع مادة صلبة لأن له حجم محدد وشكل. يمكن اعتباره سائل لزج لأن الجسيمات لا تشكل نمطاً بلوريًا ثابتًا.

47. لمضاعفة طوله، ينبغي أن يكون التغير في درجة الحرارة 6.3×10^{4}°C. سوف يتبخر النحاس في درجة الحرارة هذه.

48. معاملات التمدد في الحجم أكبر بكثير في السوائل عن المواد الصلبة.

49. الجزيئات في السائل متباعدة عن بعضها وأقل ارتباطًا ببعضها. نظراً لحرية الجُسيمات في التدفق بجوار بعضها البعض، فلا يمكن ثني السائل.

50. لنجعل x هو عرض الثقب (بقياس طول القوس الدائري). و θ هو مقياس القوس (بالدرجات). و L هو طول الحلقة (أي أن محيط الدائرة أقل من عرض الثقب x). بعد ذلك: $\frac{x}{L+x} = \frac{\theta}{360}$ ومنها $x = L\frac{\theta}{360-\theta}$.

حيث أن الجسم يحتفظ بهندسته وشكله أثناء تسخينه، فالعلاقة المذكورة أعلاه بين عرض الفجوة وطول الحلقة تظل صحيحة:

$$x + \Delta x = (L + \Delta L)\left(\frac{\theta}{360-\theta}\right)$$

استناداً إلى تعريف معامل التمدد الحراري: $\Delta L = \alpha L \Delta T$.

عوّض في المعادلة أعلاه واطرح المعادلة الأصلية للحصول على:

$$\Delta x = \alpha L \Delta\left(\frac{\theta}{360-\theta}\right)$$

عرض الثقب يزداد بما يتناسب مع الزيادة في طول الحلقة.

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

كيف تعمل

قواعد الانحناء!

الخلفية

كرة القدم هي الرياضة الأكثر شعبية على هذا الكوكب. يجري كأس العالم كل أربع سنوات ويضم 32 فريقًا من الدول المؤهلة المختلفة. حركة الكرة في الجو تعتمد على الطاقة الأولية من الركلة (برفع الكرة و/أو تدويرها، على حسب الموضع الذي ركلت فيه الكرة)، في الموضع الذي تلامس الكرة فيه القدم وبالعكس، في الموضع الذي تلامس القدم فيه الكرة. العوامل مثل الرياح والضغط الجوي (في الارتفاعات المختلفة) يمكن أيضا أن تؤثر على طيران الكرة. خذ في الاعتبار الكرة التي تدور حول محور عمودي مع تدفق الهواء عبرها. عند دوران الكرة، يكون الضغط على أحد جوانب الكرة أكبر من الضغط على الجانب الآخر.

استراتيجيات التدريس

- اذهب مع الطلاب إلى ملعب لكرة قدم واجعلهم يحاولون القيام بركلات مقوسة نحو المرمى. تأكد من ارتداء الزي المناسب – الأحذية الرياضية أو أحذية لعبة التنس ليست الأمثل مقارنة بأحذية كرة القدم ولكن يمكن أن تفي بالغرض.
- قم بمقارنة ركل كرة قدم منحنية مع رمي كرة منحنية في لعبة البيسبول.

المزيد من التعمق >>>

النتائج المتوقعة إجابات الطلاب ينبغي أن تشير إلى أن الخصائص الفيزيائية لكل قذيفة تكون مناسبة للألعاب التي تستخدم في لعبها.

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

الوحدة 13 الإجابات

القسم 1

إتقان المفاهيم

51. تعتمد القوة فقط على دفع أو سحب الجسم. الضغط يعتمد على القوة، بالإضافة إلى المساحة التي يتم فيها تطبيق هذه القوة.

52. سيظل حجم السائل بدون تغيير وقد لا يملأ الحاوية. سيتمدد الغاز ليكون بحجم الحاوية وقد يحدث له ضغط.

53. كلاهما ليس له حجم محدد أو شكل محدد. جسيمات البلازما أكثر نشاطا ويمكن للبلازما أن توصل الكهرباء.

54. بلازما الشمس ساخنة جداً ولكن الأهم من ذلك أنها كثيفة جداً – أكثر كثافة من معظم المواد الصلبة على الأرض.

إتقان حل المسائل

55. a. 8.3 N
    b. 1.7×10^{2} Pa

56. B < A < E < D < C

57. 3×10^{1} cm

58. a. 0.32 مول
    b. 14 g

59. 0.14 m^3

60. a. 3.2×10^{5} Pa
    b. 31 psi

القسم 2

إتقان المفاهيم

61. حتى يذوب الثلج أو الجليد، يجب أن يمتص كمية من الطاقة من الهواء والماء والتي تساوي حرارة انصهاره. وبهذا سوف يعمل على تبريد الهواء فوقه.

62. يتبخر الماء في الهواء ويقوم بامتصاص الطاقة من المقصف والماء بداخله.

القسم 3

إتقان المفاهيم

63. أنابيب التوازن توضح أن الضغط مستقل عن شكل الوعاء.

64. التغيرات في الضغط يتم توزيعها بالتساوي على جميع أجزاء الوعاء. ويزيد الضغط في الجزء العلوي.

65. حجم أو شكل جسم المياه لا يهم، ما يهم هو العمق فقط. فالضغط هو نفسه في كل حالة.

66. لا، ليس كذلك. الوزن الظاهري للسائل المزاح هو صفر لأن السائل في وضع السقوط الحر. وبالتالي، لا توجد هناك قوة طفو.

67. ضغط المياه يتناقص بسبب مبدأ بيرنولي.

إتقان حل المسائل

68. a. 1.7×10^{5} Pa
    b. 3.9×10^{4} Pa

69. 8.4×10^{2} Pa

70. a. 6.33×10^{-5} m^3
    b. 19.0×10^{3} kg/m^3؛ وهي مصنوعة من الذهب.

71. a. 203 N
    b. 197 N

72. 0.70 m

73. 26.0 N

74. 24 N

75. −10.0 N

76. 5.0×10^{1} N

القسم 4

إتقان المفاهيم

77. يتم ترتيب الذرات في المادة البلورية في نمط مرتب. في المادة غير المتبلورة، يتم ترتيب الذرات عشوائيًا.

78. لا. المُعامِل هو مقياس لتمدد مادة بالنسبة إلى طوله الإجمالي. الوحدات والطول الإجمالي لا يتغيران α.

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

إتقان حل المسائل

79. $1.4\times10^{-4}°C^{-1}$
80. 1.3×10^{-5} m
81. 0.1 m
82. 3.1×10^{-2} m
83. 1.6×10^{-3} m^3
84. $-1.2\times10^{2}°C$
85. 0.55 m^3
86. 7.6×10^{-2} cm^3
87. 2.4 cm^3
88. a. 3.8×10^{-4} m
    b. 2.3×10^{-3}
89. a. 0.348 m^3
    b. 0.703 m
90. شهد الجزءان 1 و 2 انخفاضًا أكبر في الطول من الأجزاء 3 و 4؛ ولذلك، فالجزءان 1 و 2 يجب أن يكونا مصنوعين من الألمونيوم والذي يكون مُعامل تمدد أكبر من الصلب.

تطبيق المفاهيم

91. ازداد الضغط. الوزن بقي كما هو ولكن الوزن بالنسبة للمساحة قد ازداد.
92. $1\ Pa = 1\ N/m^2 = 1\ (kg{\cdot}m/s^2)/m^2 = 1\ kg/m{\cdot}s^2$
93. سوف يغطس لعمق أكبر في الماء لأنه قد يكون أثقل وزنًا.
94. 136 cm
95. قوة التماسك به الأقوى في الزئبق والأضعف في الأسيتون. كلما ازدادت قوة التماسك، كانت النقطة أكثر كروية.
96. قوة التماسك في المياه أكبر بكثير من الكحول.
97. a–1, b–2, c–6, d–6, e–6
98. الزجاج المقاوم للحرارة يتمدد أقل من الزجاج اللين عند التسخين. لا ترتفع المياه بنفس مستوى الارتفاع في A لأن أنبوبة الزجاج اللين تتمدد في الحجم.
99. مُعامل البلاتين في التمدد الحراري شبيه بالزجاج ولذلك فهو يتمدد وينكمش مثل الزجاج. النحاس له مُعامل أكبر من الزجاج.

مراجعة شاملة

100. 7.4×10^{5} Pa
101. 6.2×10^{-6} m^3
102. سوف تختلف الإجابات ولكن نموذج الإجابة الصحيحة هو، "عينة الغاز مبدئيًا لها ضغط 77.0 kPa وحجم 25.0 L. عند السماح لها لتبرد إلى مستوى درجة حرارة الغرفة، ينخفض الضغط إلى 61.2 kPa ويتمدد الحجم إلى 28.0 L. فكم كانت درجة الحرارة الأولية للغاز"؟
103. معامل الحجم لتمدد الزئبق أكبر من الألمونيوم. ولذلك، عند تسخينهما، يصبح الألمونيوم أكثر كثافة بالنسبة للزئبق ويمكن أن يغطس لعمق أكبر في الزئبق.
104. تتمدد المياه: 0.735 mL يتمدد الكوب: 0.76 mL سينخفض مستوى المياه قليلاً ولكن لا يمكن ملاحظته.
105. a. 2.5×10^{3} N
    b. 75 cm
106. ينخفض الضغط الجوي في الارتفاعات الأكبر. ولذلك، كتلة حجم السوائل التي ارتفعت لأعلى مع المنطاد والتي لها نفس الحجم تكون أقل في الارتفاعات الأكبر. للحصول على نفس قوة الطفو في الارتفاعات الأكبر، يجب أن يفرغ المنطاد المزيد من الغاز وهذا يتطلب درجات حرارة أعلى.

التفكير الناقد

107. سوف تختلف الإجابات. سيكون نموذج الإجابة الصحيحة المحتملة "...إذا غمرها المياه في خزان للمياه وخرجت بعد ذلك، ماذا ستكون السرعة"؟
108. الطبيب يزن الشخص بشكل عادي، ثم يزن الشخص مغمورًا تمامًا. يجب إضافة الوزن إلى جهاز الوزن نظراً لأن كثافة الإنسان عادة ما تكون أقل من كثافة الماء. وينبغي أيضًا قياس حجم الماء التي يتسبب الشخص في إزاحته. ويمكن حساب متوسط كثافة الشخص من توازن القوى التي تحافظ على توازن الشخص تحت الماء.
109. a. نسبة 9.5 في المئة من الجسم الكروي الطافي سوف تغمره المياه.
    b. 7×10^{1} N
    c. 8×10^{-2} m^3
110. كثافة الماء في الكيس والأسماك والبلاستيك كلها بنفس كثافة الماء في حوض الأسماك تقريبًا. ولذلك، يسوف يطفو الكيس عند مستوى المياه في الحقيبة بنفس ارتفاع مستوى المياه في الحوض.

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

الكتابة في مجال الفيزياء

111. الأربطة المطاطية مصنوعة من جزيئات المطاط الطويلة التي تسمى بالبوليمرات والتي تعمل مثل سلاسل لها العديد من الروابط الطويلة. خصائص المطاط تأتي من قدرة روابط السلسلة على الانحناء والدوران. عندما يصبح المطاط أكثر برودة، تتمدد روابط البوليمر في خط مستقيم، مثل الروابط في سلسلة الصلب التي تمسكها من إحدى طرفيها وتتركها معلقة بحرية. ولأن الروابط مرتبة بهذه الطريقة، فتكون البوليمرات بها القليل من الاضطراب النسبي أو الإنتروبي. إضافة الحرارة للبوليمرات يزيد من حركتها الحرارية. تبدأ الروابط في الاهتزاز في موضعها ويزداد اضطرابها. إذا قمت بهز السلسلة على هذا النحو، فسوف ترى أن متوسط طولها يصبح أقل مما لو كانت السلسلة معلقة بلا حراك.

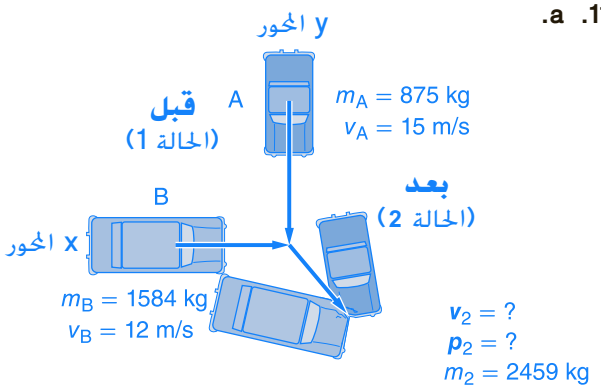
112. كان جاي لوساك عالمًا فرنسيًا مهتمًا أيضًا بصعود المنطاد لارتفاعات كبيرة. واكتشف أن الغازات عندما تكون في نفس درجة الحرارة والضغط، فإن أحجامها تتفاعل بنسب أعداد صغيرة وأعداد كلية. ساهم عمل جاي لوساك في اكتشاف صيغة الماء من خلال إظهار تفاعل حجمين مختلفين لغاز الهيدروجين مع حجم واحد لغاز الأكسجين. وقام أفوجادرو بالبناء على عمل جاي لوساك لتطوير العلاقة بين جزيئات الغاز والحجم.

مراجعة تراكمية

113. **a.** $2.6\ m/s^2$

b. 22 N

114. **a.**



b. 9.4 m/s, 55° بـونجـ قرشـ

c. 8.2 m

115. 2.89×10^3 N

McGraw-Hill Education حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة

تدريب على الاختبار المعياري

الاختيار من متعدد

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

إجابة مفتوحة

9.

$$V_2 = \frac{P_1 V_1}{P_2}$$

$$= \frac{P_1 V_1}{P_{\text{الغلاف الجوي}} + \rho hg}$$

$$= \frac{(101.3\times10^3\ \text{Pa})(125\ \text{mL})}{(101.3\times10^3\ \text{Pa} + (1.00\times10^3\ \text{kg/m}^3)(1.27\ \text{m})(9.8\ \text{N/kg}))}$$

$$= 111\ \text{mL}$$

إرشادات

الإرشادات وتوجيهات التصحيح التالية هي عينة لاستراتيجية تحديد الدرجات لأسئلة الإجابة الحرة.

النقط	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. الإجابة صحيحة بشكل جوهري وتوضح شيئًا أساسيًا، لكنها لا توضح الفهم العميق في الفيزياء.
2	يُظهر الطالب فهمًا جزئيًا فقط لموضوعات الفيزياء التي درسها. بالرغم من استخدام الطلاب للطريقة الصحيحة للحل أو ربما يكونون قد قدموا حلاً صحيحًا، إلا أن العمل ينقصه فهم أساسي للمفاهيم الفيزيائية المتضمنة.
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.

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

الوحدة 14

الكهرباء الساكنة

حول الصورة

صواعق البرق يمكن أن تكون آثار الكهرباء الساكنة هائلة إلى حد كبير كما يظهر في هذه الصورة. تتسبب العديد من الظواهر الطبيعية الموجودة في الغلاف الجوي في فصل الشحنات الموجبة والسالبة، ما يؤدي إلى تكوين قوى تنتج آثارًا هائلة، عند انطلاقها، مثل البرق. اسأل الطلاب عن اتجاه تأثير القوة في الإلكترونات في هذه الصورة. ما الظواهر الطبيعية الأخرى التي يمكن أن تؤثر في مسار الصاعقة البرقية؟ سيتم تناول الأسئلة المشابهة لهذا السؤال في هذه الوحدة.

نظرة عامة على الوحدة

تعرض هذه الوحدة قوة الكهربائية الساكنة التي توجد بين الأجسام المشحونة. تصف هذه القوة قانون كولوم الذي ينص على أن قوة الكهربائية الساكنة بين النقاط المشحونة تتناسب طرديًا مع مقدار الشحنات وعكسيًا مع مربع المسافة الفاصلة بينها.

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

- جمع المتجهات في اتجاه واحد
- جمع المتجهات في اتجاهين
- قانون الجذب العام لنيوتن
- قوانين الحركة لنيوتن
- الكميات المتجهة مقابل الكميات غير المتجهة

لحل المسائل في هذه الوحدة، يجب أن يتقن الطلاب فهم:

- الترميز العلمي
- الجيب وجيب التمام وظل الزاوية
- حل المعادلات الخطية

تقديم الفكرةالرئيسة

تعلمنا من نيوتن أن الكتلة تجذب الكتلة عبر قوة الجذب. في هذه الوحدة، ستتعلم أن هناك خاصية أخرى من خصائص المادة، تسمى الشحنة الكهربائية ويمكنها أن تؤثر بقوة. على عكس الكتلة، تكون الشحنة الكهربائية من نوعين–الشحنة الموجبة والشحنة السالبة. تتأثر الأجسام ذات الشحنة المتشابهة بقوة تنافر بينما تتأثر الأجسام ذات الشحنة المختلفة بقوة تجاذب.

استخدام التجارب الاستهلالية

في تجربة القوة الكهربائية الساكنة: قوة مجال أخرى، يمكن أن يلاحظ الطلاب قوى التجاذب والتنافر بين الشحنات الساكنة.

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

1 مقدمة

البداية (نشاط محفِّز)

الشريط المشابه لذيل السناجب قبل المتابعة، يرجى ملاحظة أن معظم التجارب التي تتضمن شحنات كهربائية تعمل على نحو أفضل عندما يكون الجو الداخلي جافًا بدرجة كبيرة. جهّز موزعًا يحتوي على لفافة من شريط شفاف عريض. اقطع شريطًا بطول 25 cm من اللفافة. علّق الشريط بلصق أحد طرفيه في أصبعك بحيث يرى الجميع حركة الشريط. اسأل الطلاب عما يحدث عندما يقترب الشريط من أحد الأسطح. ينثني الشريط تجاه السطح غير المشحون. يحدث هذا لأن الشريط يكتسب شحنة أثناء إزالته من اللفافة ويستحث شحنة مضادة عندما يقترب من سطح غير مشحون. ق م

بصري-مكاني

مراجعة على المعارف السابقة

القوة يعد تسارع الشريط دليلاً على وجود قوة. يجب أن يكون الطلاب قد درسوا تأثير القوة المؤثرة في حركة الجسم في دراساتهم السابقة. يدل تسارع الجسم المشحون على أن الشحنة الكهربائية الساكنة يمكن أن تولد قوة.

2 التدريس

الدليل على وجود شحنة

تحديد المفاهيم الخاطئة

كيف يحدث الشحن فكرة أنه لا بد من احتكاك الأجسام لتوليد شحنة ساكنة ليست فكرة صحيحة. لكن ما يلزم لذلك هو أن يتلامس نوعان مختلفان من العوازل الكهربائية ثم ينفصلا. بعض المواد المستخدمة في هذه الوحدة لا يلزمها الاحتكاك مطلقًا لتكتسب شحنة كهربائية. على سبيل المثال، تنتج شحنة عند تقشير الشريط اللاصق الشفاف من فوق سطح اللفافة غير اللاصق. تفاصيل الكيفية التي تصبح من خلالها الأجسام مشحونة لا تزال مجالاً للاستقصاء الحثيث ومعظم الإجابات حولها غير معروفة.

تعزيز المعارف

الفكرة الرئيسة اطلب إلى الطلاب إنشاء جدول يلخص ملاحظاتهم حول قِطَع الشريط اللاصق الشفاف المشحونة. يجب أن يفصل الجدول سلوك الشريط السفلي (*B*) والشريط العلوي (*T*) في أي اختبارات يجرونها مع بيان إشارة الشحنة الموجبة والسالبة. اطلب إلى الطلاب تسجيل ملاحظاتهم في العمود أسفل إما *B* أو *T* لكل جسم يجري اختباره والذي يتنافر الجسم بناء عليه. يصبح المشط البلاستيكي مشحونًا بشحنة سالبة عند تدليكه. استخدم هذا المثال لإثبات القاعدة +/−. ض م

لغوي

استخدام مختبر الفيزياء

في تجربة الشحنة الساكنة، يمكن أن يلاحظ الطلاب طبيعة الشحنة الساكنة.

عرض مجهري للشحنة

التفكير الناقد

القوى المؤثرة في البروتونات في الذرة الطبيعية، تتزن البروتونات ذات الشحنة الموجبة مع الإلكترونات ذات الشحنة السالبة. وتكون البروتونات مخزنة معًا داخل النواة وكما رأيت تتنافر الشحنات المتشابهة. اسأل الطلاب عما يجب أن يكون صحيحًا بشأن القوى بين البروتونات داخل النواة التي تمنع البروتونات من الانفصال. يجب أن تكون هناك قوة تجاذب قوية بدرجة كافية داخل النواة لتتغلب على التنافر بفعل الكهرباء الساكنة. ويمكن أن تعمل قوة التجاذب هذه على مسافات صغيرة للغاية فقط. يطلق العلماء على هذا التجاذب داخل النواة القوة القوية. ض م

خلفية عن المحتوى

الشحنة الأساسية كان رذرفورد أول من افترض مفهوم البنية الذرية الذي نستخدمه اليوم–وهو أن للذرة بنية مركزية دقيقة لها شحنة موجبة تحيط بها إلكترونات في مدارات ولها شحنة سالبة. روبرت ميليكان، أحد معاصري رذرفورد، أظهر في إحدى تجاربه أن الشحنة تظهر بوحدات صحيحة. أي أن الشحنة لها كمية. يحمل كل من الإلكترون والبروتون كمًا فرديًا من الشحنة المضادة. من التعريف، شحنة الإلكترون سالبة وشحنة البروتون موجبة. سيتعلم الطلاب لاحقًا في هذه الوحدة أن قيمة الشحنة الأساسية 1.602×10^{-19} C.

عرض توضيحي سريع

فصل الأسطح المطلية

الزمن المقدَّر 5 دقائق

المواد قطعتان صغيرتان من الورق المقوى، طلاء قابل للذوبان في الماء

الإجراء ضع طبقة رقيقة من الطلاء المبلل على أحد سطحي قطعة من الورق المقوى. ضع القطعة غير المطلية من الورق المقوى على القطعة المطلية بحيث يتلامس السطحان. افصل قطعتي الورق المقوى. اسأل الطلاب إلى أي مدى يتشابه ذلك مع انتقال الشحنة بين السطح المشحون وغير المشحون. سينتقل بعض الطلاء من السطح المطلي إلى السطح غير المطلي. عندما يلامس جسم مشحون جسمًا غير مشحون، يمكن أن تنتقل بعض الشحنات من السطح المشحون إلى السطح غير المشحون. ض م

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

الموصلات والعوازل

استخدام مختبر الفيزياء

في تجربة الأجسام المشحونة، يمكن أن يقارن الطلاب ويقابلوا بين قدرة المواد على اكتساب الشحنات الموجبة والسالبة والاحتفاظ بها.

خلفية عن المحتوى

الموصلات والعوازل يوجد العديد من الأمثلة الأخرى للمواد التي تعمل كموصلات كهربائية أو عازلات كهربائية، بناء على الظروف. يكون الهواء موصلاً رديئًا حتى يتأين بفعل مجال كهربائي قوي. ثم يتحول إلى بلازما–حالة شبيهة بالغاز توصل الشحنة الكهربائية بسهولة. في مثال آخر، تزيد إذابة الملح في الماء من قابلية المحلول للتوصيل، على الرغم من أن كلتا المادتين لا تعد جيدة التوصيل بمفردها.

نشاط

الموصلات والعازلات في الحياة اليومية أحضر مجموعة متنوعة من الأجزاء الكهربائية الصغيرة، مثل قطعة سلك ومهايئ مقبس وموصلات جهاز كمبيوتر ولوحة دائرة تحتوي على قطع السيراميك لكي يلاحظها الطلاب. اطلب منهم تحديد أي الجوانب من تلك الأجزاء تعد موصلات وأيها يعد عوازل. ض م

بصري–مكاني

التدريس المتمايز

الطلاب ذوي الإعاقة الجسدية يمكن أن يمثل التعامل مع قطع الشريط اللاصق الشفاف صعوبة بالنسبة إلى الطلاب ذوي الإعاقة الجسدية. يمكن صنع مختبر الشحنة باستخدام بالونين منفوخين. اربط كل بالون في طرف خيط طوله من 20 إلى 25 cm. اربط الطرف الآخر من الخيط بعصا. أبق البالونين بالقرب من بعضهما دون أن يتلامسا. يشحن الطالب كل بالون من خلال دلكه بالكامل بقطعة من الغلاف البلاستيكي ويلاحظ أن البالونين يتنافران. قبل المتابعة، يجب أن يلمس الطالب البالون بالكامل لإزالة الشحنة. ثم يدلك الطالب أحد البالونين بالغلاف البلاستيكي والآخر بقطعة من الصوف ويلاحظ أن البالونين يتجاذبان. ق م

استخدم الشكل 5

فسِّر أنه يمكن توزيع الشحنة في الموصل بالتساوي إذا اقترب منه جسم مشحون آخر. تتحرك الشحنات السالبة بسهولة نسبيًا إذا اقتربت منها شحنة خارجية لأن الإلكترونات تتحرك بسهولة تمامًا. على الرغم من أن الشحنات لا تتمتع بحرية الحركة على السطح العازل، إلا أن الجسيمات القريبة من سطح المادة يمكن أن تصبح مستقطبة. ض م

3 التقويم

تقويم الفكرة الرئيسة

تخيل أن كرة فلزية مشحونة تلامس كرة فلزية غير مشحونة. بعد فصلهما، هل ستكون القوة بينهما تجاذب أم تنافر أم غير موجودة؟ ولماذا؟ ستكون قوة تنافر لأن الشحنة في الكرة المشحونة ستنقسم بين الكرتين، بحيث تحصل كل كرة على شحنة محصلة من النوع نفسه.

التحقق من الاستيعاب

نوع الشحنة اسأل الطلاب عما إذا كان جسمان غير مشحونين سيحصلان على النوع نفسه من الشحنة عند احتكاكهما معًا. هل يمكنك إجراء تجربة بسيطة للتحقق من إجابتك؟ تكتسب الأجسام دائمًا شحنات متضادة. يكتسب أحد الجسمين شحنة سالبة، بينما يفقدها الآخر. يمكنك اختبار الشحنة على كل جسم باستخدام قطعة من الشريط الشفاف تمت إزالتها للتو من اللفافة. سيجذب أحد الجسمين الشريط، بينما يتنافر الجسم الآخر مع الشريط. ض م

التوسع

الموصلات والعوازل في بعض الظروف، يمكن أن تنتقل الشحنات عبر المادة التي تعد عازلاً في الظروف العادية. ما أحد الأمثلة لذلك؟ البرق. أثناء العاصفة البرقية، ما الذي يجعل المكوث داخل السيارة آمنًا؟ ليست الإطارات المصنوعة من المطاط هي التي تحميك، بل إن الشحنات التي تضاف إلى موصل مثل الهيكل الخارجي للسيارة سرعان ما تنتشر على السطح الخارجي للموصل. والسبب في هذا أن الشحنات المتشابهة تتنافر. وبقائها على السطح الخارجي للموصل، تصل المسافة بين الشحنات إلى أقصى حد لها وذلك بفعل قوة التنافر بينها. ومن ثَمَّ، لا تدخل شحنة زائدة إلى داخل السيارة، لتظل آمنًا بداخلها. ض م

McGraw-Hill Education حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة

التأكد من فهم النص والتحقق عبر الأشكالأو المخططات أو الرسوم البيانية

التحقق عبر الأشكال

جزيئات الماء قطبية ومن ثم يمكن أن تحمل بسهولة أكثر من الجزئيات غير القطبية. في اليوم الرطب، يوجد الكثير من جزيئات الماء في الهواء ويمكنها أن تنقل الشحنات الزائدة بعيدًا. في اليوم الجاف، يوجد القليل من جزيئات الماء في الهواء لذا تنتقل الشحنة بعيدًا ببطء أكثر.

التأكد من فهم النص

قطعة الشريط السفلية تحمل شحنة سالبة، لذا تتنافر مع المشط الذي يحمل شحنة سالبة. قطعة الشريط العلوية تحمل شحنة موجبة، لذا تنجذب.

التحقق عبر الأشكال

يطلي المصنّعون الأسلاك بالمطاط لأنه عازل.

التأكد من فهم النص

تعد الفلزات موصلات جيدة لأنه يوجد إلكترون واحد على الأقل في كل ذرة غير مرتبط بالذرة بإحكام. يمكن أن تنتقل الإلكترونات بحرية عبر الفلز.

مراجعة القسم 1

1. قرّب قضيبًا زجاجيًا يحمل شحنة موجبة من قطعتي الشريط. القطعة التي تتنافر مع القضيب موجبة.
2. يفقد المشط شحنته الموجبة إلى الأشياء المحيطة به ويصبح متعادلاً مرة أخرى.
3. قرّب جسمًا يحمل شحنة معلومة، مثل قضيب من المطاط الصلب يحمل شحنة سالبة، بالقرب من الكرة. إذا تنافرت الكرة، فهي تحمل الشحنة نفسها مثل القضيب. وإذا انجذبت، فقد تكون تحمل شحنة مضادة أو متعادلة. ولمعرفة أيهما، قرّب قضيبًا زجاجيًا يحمل شحنة موجبة بالقرب من الكرة. إذا تنافرا، فالكرة تحمل شحنة موجبة وإذا تجاذبا، فالكرة متعادلة.
4. يكتسب الصوف شحنة موجبة لأنه يفقد إلكترونات إلى القضيب المطاطي.
5. التفاحة تحتوي على أعداد متساوية من الشحنات الموجبة والسالبة، لذا فهي متعادلة.
6. يجذب القضيب الزجاجي الإلكترونات من القضيب الفلزي، لذا يكتسب الفلز شحنة موجبة. تتوزع الشحنة على نحو منتظم على القضيب.
7. نظرًا لأن النحاس موصل، يظل متعادلاً طالما كان ملامسًا ليدك.
8. يمكن أن يفسر نموذج الشحنتين ظواهر التجاذب والتنافر على نحو أفضل. وهو يشرح أيضًا كيفية اكتساب الأجسام للشحنة عند احتكاكها معًا.

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

1 مقدمة

البداية (نشاط محفِّز)

العزم الكهربائي علِّق بكرة خشبية في خيط واجعلها تستقر. قرب قضيبًا متعادلاً من البكرة. ثم قرب قضيبًا مشحونًا من البكرة. يجب أن يلاحظ الطلاب أن القضيب المشحون يجعل البكرة تدور. اطلب إلى الطلاب مناقشة الكيفية التي يتسبب بها القضيب المشحون في دوران البكرة المتعادلة. افترض أن البكرة تحمل شحنة سالبة. تصبح الجسيمات في البكرة مستقطبة، ما يتسبب في إنشاء شحنة محصلة موجبة في الجانب القريب من البكرة وشحنة محصلة سالبة في الجانب البعيد من البكرة. سينشئ هذا قوة تجاذب بين الجزء الذي يحمل شحنة موجبة من البكرة والقضيب وقوة تنافر بين الجزء الذي يحمل شحنة سالبة من البكرة والقضيب. ومع ذلك، نظرًا لأن الجزء الذي يحمل شحنة موجبة هو الأقرب إلى القضيب، ستكون قوة التجاذب أقوى من قوة التنافر، لذا تكون القوة المحصلة هي التجاذب. ق م **بصري-مكاني**

مراجعة على المعارف السابقة

القوة والجاذبية يمكنك تقديم القوة الكهربائية الساكنة من خلال مقارنتها بقوة الجاذبية. كلتاهما من القوى طويلة المدى. يشبه قانون كولوم للقوة الكهربائية الساكنة بين الشحنات النقطية قانون الجذب العام لنيوتن من حيث الصيغة الرياضية. في كل منهما، يتناسب مقدار القوة عكسيًا مع مربع المسافة الفاصلة.

ومع ذلك، هناك اختلافات مهمة بين القوة الكهربائية الساكنة وقوة الجاذبية أيضًا. فالقوة النسبية للقوة الكهربائية الساكنة بين الأجسام بوجه عام يمكن أن تكون أكبر بكثير من قوة الجاذبية. في الواقع، الأجسام بأحجام الأجرام السماوية، مثل الشمس والقمر والأرض، هي فقط الكبيرة بدرجة كافية لتوليد قوة جاذبية يمكن ملاحظتها بسهولة. لكن قوة الجاذبية بين الأجسام ذات الأحجام العادية صغيرة ولا يستطيع اكتشاف تلك القوى إلا الأجهزة بالغة الحساسية. كما أن القوة الكهربائية الساكنة بين جسمين يمكن أن تكون تجاذبًا أو تنافرًا، في حين أن قوة الجاذبية بين الأجسام دائمًا ما تكون تجاذبًا.

2 التدريس

القوى المؤثرة في الأجسام المشحونة

تَطوير المَفاهِيم

القوة المحصلة نظرًا لأن القوى كميات متجهة، عندما تبذل أكثر من شحنة واحدة قوة على شحنة أخرى، تكون القوة المحصلة المبذولة على الشحنة هي المجموع المتجه للقوى المفردة.

تخزين الشحنة يمكن تخزين الشحنة الكهربائية في قارورة ليدن وهي النسخة السابقة من المكثف (وأحد موضوعات البحث للطلاب). يمكن استخدام قارورة ليدن لنقل الطاقة الكهربائية في صورة شحنات كهربائية من مادة إلى أخرى.

فيزياء الحياة اليومية

التحكم في تفريغ الكهرباء الساكنة (ESD) تكون المكونات الكهربائية، كتلك المستخدمة في مكونات الكمبيوتر، عرضة للتلف بسبب عمليات تفريغ الكهرباء الساكنة. قد لا يكون الأشخاص على دراية أنهم يحملون غالبًا شحنة كهربائية كافية لإتلاف تلك الأجهزة. يستخدم الفنيون الذين يتعاملون مع المكونات الحساسة سجادات مضادة للكهرباء الساكنة ويرتدون أساور معصم فلزية خاصة حول المعصم لتوفير مسار لتتدفق عبره الشحنة سريعًا إلى الأرض. وهذا يمنع تراكم الشحنة على الجسم. لضمان أن الشخص المتصل بطرف أرضي باستخدام سوار معصم فلزي لن يتعرض لصدمة كهربائية عن طريق الخطأ، يتم وضع مقاوم عالي القيمة بين السوار والطرف الأرضي.

نشاط مشروع فيزيائي

الرطوبة وتفريغ الكهرباء الساكنة (ESD)

أي الظروف الجوية أسوأ بالنسبة إلى الأجهزة الكهربائية المعرضة للتلف من جراء تفريغ الكهرباء الساكنة (ESD)؟ الظروف منخفضة الرطوبة اطلب إلى الطلاب دراسة الآليات التي يمكن أن تتعرض من خلالها الأجهزة للتلف بسبب تفريغ الكهرباء الساكنة (ESD). ثم اطلب منهم ابتكار إجراء لتقييم تهديد تفريغ الكهرباء الساكنة (ESD) اليومي بالنسبة إلى الأجهزة. إحدى الوسائل لتحقيق هذا هي الاحتفاظ بكشاف كهربائي في موضع معين مع إجراء ثابت لشحن جسم معين وتقريبه من الكشاف الكهربائي غير المشحون. يمكن تصنيف درجة استجابة الكشاف الكهربائي كل يوم بالإضافة إلى الرطوبة النسبية في ذلك الوقت. يمكن أن تناقش تقارير الطلاب أي علاقات ترابطية ممكنة. ض م **حركي**

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

مناقشة

سؤال تعمل الكرة الأرضية وغلافها الجوي بمثابة فاصل شحنة عملاق. تحمل الأرض (سطح الكرة الأرضية) شحنة سالبة في حين أن الطبقة الموصلة من الغلاف الجوي العلوي تحمل شحنة موجبة. ما الآلية الموجودة في الغلاف الجوي التي تحافظ على فصل هذه الشحنة العالمية؟

الإجابة الإجابة على هذا السؤال مخالفة للمنطق. يبدو كما لو كان البرق يفرغ شحنة الأرض لأن تأثيره المحلي يكون عادة تفريغ سحب معينة يتكون فيها اختلال لتوازن الشحنة. لكن البرق يحدث على مستوى العالم في آلاف العواصف الرعدية اليومية التي تحمل شحنة سالبة محصلة إلى الأرض، تاركًا شحنة موجبة محصلة في الغلاف الجوي ككل. بدون البرق، لم يكن ليتم الاحتفاظ بعدم توازن الشحنة العالمي هذا. لا يعد الهواء عازلاً تمامًا للكهرباء، لذا فهو يسمح بتصريف الشحنة ببطء. ض م

استخدام النماذج

نشاط التأريض في الدوائر الكهربائية، يعد الطرف الأرضي مصدرًا هائلاً للشحنة، يتصل بالأرض عادة ويظل ثابتًا بشكل أساسي بغض النظر عن تدفق الشحنة. وتظل أي شحنة منقولة ضئيلة مقارنة بهذا المصدر الهائل. استخدم صندوقًا مليئًا بحبات من فوم التغليف وقضيبًا مشحونًا لتمثيل طبيعة الطرف الأرضي بشكل مرئي. يكفي صندوق طوله 200 cm وعرضه 100 cm ممتلئ ببضع مئات من حبات الفوم. عندما يقرّب شخص ما الجسم المشحون من فتحة الصندوق، ستقفز بضع حبات من الفوم وتلتصق بالجسم. لكن هذا سيكون عددًا قليلاً مقارنة بالعدد الإجمالي لحبات الفوم في الصندوق. ما يزال الصندوق يبدو ممتلئًا. وبالمثل، عند هزّ بضع حبات (تمثل الشحنات) لتعود مرة أخرى إلى الصندوق، يتسبب هذا في تغير يمكن إهماله بالنسبة إلى إجمالي الصندوق. ق م **بصري-مكاني**

خلفية عن المحتوى

الشحنات المتراكمة يمكن أن يصبح جسمك مشحونًا بشحنة كهربائية نتيجة تلامس الجورب مع السجاد. إذا مررت عبر الغرفة لتحية شخص ما، فقد ينتهي بك الأمر لتعطيه صدمة صغيرة مع المصافحة. تكون الصدمة الكهربائية أسوأ في فصل الشتاء لأن الهواء يميل إلى الجفاف أكثر. توجد طرق لتقليل الشحنة الساكنة. تجنب ارتداء أنواع الأقمشة التي تراكم الشحنات بسهولة، مثل الصوف أو النايلون. قبل الإمساك بمقبض باب فلزي بيدين عاريتين، المس الفلز بواسطة المفتاح لتفريغ الشحنة من جسمك أولاً. يمكنك أيضًا تقليل الشعور بالصدمة من خلال النقر على المقبض الفلزي بمفصل أصبعك أولاً. ربما لا تزال توجد شرارة، لكنها ستكون أصغر.

استخدام مختبر الفيزياء

في الجزء المعنون "الشحن"، يمكن أن يلاحظ الطلاب خصائص الأجسام المشحونة. يمكنهم أيضًا ملاحظة الشحنات التي تنتج بواسطة الحث والتوصيل.

استخدام التجربة المصغرة

في التحقق من الحث والتوصيل، يستطيع الطلاب التحقق من خلال حث شحنة على جسم متعادل ونقل الشحنات من خلال التلامس.

قانون كولوم

تعزيز المعارف

الفكرة الرئيسة ما مدى اختلاف القوة الكهربائية الساكنة بناء على المسافة؟ تتناسب القوة الكهربائية الساكنة عكسيًا مع مربع المسافة بين الشحنات النقطية. يقدم قانون كولوم طريقة لحساب القوى الكهربائية الساكنة بشكل مباشر. ومع ذلك، بشرط أن تظل كميات الشحنة ثابتة، يمكن أن يستخدم الطلاب النسب لحساب القوة الكهربائية الساكنة في مواضع جديدة. اطلب إلى الطلاب إجراء السلسلة التالية من الحسابات السريعة: إذا كان مقدار المسافة الفاصلة بين شحنتين 4.0 cm وتتأثران بقوة قدرها 90.0 N، فما القوة التي تتأثران بها إذا زادت المسافة بينهما إلى 12.0 cm؟ زادت المسافة إلى ثلاثة أضعاف، لذا فإن القوة تقل بمقدار المُعامل $3^2 = 9$ إلى 10 N. كم تصبح القوة إذا قلت المسافة بين ذات الشحنتين إلى 2.0 cm؟ سوف تزيد القوة بمقدار المُعامل $2^2 = 4$ إلى 360 N. ض م

التدريس المتمايز

الطلاب دون المستوى لتصور القوة التي تبذلها شحنتان نقطيتان ثابتتان على شحنة نقطية ثالثة بشكل بصري، يمكن أن يصمم الطلاب الرسم المقياسي المقترح في استراتيجيات حل المسائل في المثال 1. اطلب إليهم رسم موضع كل شحنة في المسألة بالتفصيل على ورقة رسم بياني. بعد ذلك عليهم رسم خطوط الفعل نتيجة كل زوج من القوى من خلال ربط الشحنات باستخدام مسطرة التقويم. وأخيرًا، اطلب إليهم جمع أسهم الطول بعناية لتتناسب مع قوة الكهرباء الساكنة المحسوبة لهذا الزوج. إذا لزم الأمر، فراجع إلى أي مدى يستطيع الطلاب استخدام نظرية فيثاغورس لإيجاد القوة المحصلة. ق م **بصري-مكاني**

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

عرض توضيحي سريع

كأس الشحنة

الزمن المقدَّر 5 دقائق

المواد كأس فلزية واحدة وكأس سليمة من البوليستيرين وكأس من البوليستيرين مكسَّرة إلى شرائح صغيرة، مولد فان دي جراف

الإجراءات ضع كميات متساوية من رقائق البوليستيرين في كل كأس. اطلب إلى الطلاب توقع ما سيحدث عند وضع الكأسين فوق مولد فان دي جراف. اطلب إليهم شرح الاختلافات التي لاحظوها. تظل الشرائح مستقرة في الكأس الفلزية في حين تطير خارج كأس البوليستيرين. استخرج تفسيرات الطلاب من خلال الأسئلة. على سبيل المثال، قد يعتقد الطلاب أن الشحنة قد انتقلت عبر كأس البوليستيرين إلى قطع البوليستيرين. كيف يمكن أن يحدث هذا مع أن البوليستيرين عازل؟ الشحنات السالبة الزائدة في مولد فان دي جراف تتنافر مع الشحنة السالبة في الشرائح التي تصبح مستقطبة. ثم تتراكم بعض الشحنة السالبة الزائدة من داخل الكأس بسبب الشحنة الموجبة الزائدة (الموضعية). بمجرد أن تراكم الشرائح شحنة سالبة كافية، تتنافر مع الشحنة السالبة الزائدة في مولد فان دي جراف. هل هذا يعني أن البوليستيرين موصل أفضل من الفلز في الواقع؟ لا. قد يفترض الطلاب أيضًا أن الشحنة تتراكم على السطح الخارجي للكأس الفلزية فقط. كيف يتسنى للطلاب اختبار هذه الفرضية بصورة أعمق؟ ضع الكأس الفلزية على سطح عازل ثم وصل السطح الداخلي للكأس بمولد فان دي جراف بواسطة سلك. والآن اشحن السطح الداخلي للكأس لمولد فان دي جراف ولاحظ الشرائح. هل ستبدأ الشحنة في التراكم على السطح الداخلي للكأس في نهاية الأمر، بعد مرور وقت كافٍ؟ لا. ستتراكم الشحنات على السطح الخارجي للكأس فقط نظرًا لأن هذه هي أدنى حالة للطاقة. ض م

مثال إضافي في الصف

الاستخدام مع مثال *1*.

مسألة استخدم تكوين الشحنات الموضح في المسألة المحلولة 1 ولكن حرك الكرة C إلى موضع يبعد 5.0 cm أسفل الكرة B مباشرة واجعل الشحنة في C تساوي +2.0 μC. اطلب إلى الطلاب إيجاد القوة المحصلة المؤثرة في الكرة B.

الإجابة حدد القوة المبذولة من الكرة C على الكرة B.

$$F_{\text{C على B}} = \frac{Kq_Bq_C}{r_{BC}^2}$$

$$= \frac{\left(9.0\times10^9\ \frac{\text{N}\cdot\text{m}^2}{\text{C}^2}\right)(3.0\times10^{-6}\ \text{C})(2.0\times10^{-6}\ \text{C})}{(5.0\times10^{-2}\ \text{m})^2}$$

$$= 2.2 \times 10^1\ \text{N}$$

تحمل الكرتان C و B شحنتين متضادتين لذا فهما تتأثران بقوة تجاذب. ومن ثَمَّ، تقل القوة التي تؤثر بها C في B. القوة المحصلة $F_{\text{محصلة}}$ على الكرة B تساوي المجموع المتجه لكل من $F_{\text{A في B}}$ و $F_{\text{C في B}}$، لذا فإن مقدار $F_{\text{محصلة}}$ يساوي

$$F_{\text{محصلة}} = \sqrt{F_{\text{A على B}}^2 + F_{\text{C على B}}^2}$$

$$= \sqrt{(1.0 \times 10^2\ \text{N})^2 + (2.2 \times 10^1\ \text{N})^2}$$

$$= 1.0 \times 10^2\ \text{N}.$$

تحديد زاوية القوة:

$$\tan\theta = \frac{F_{\text{C على B}}}{F_{\text{A على B}}}$$

$$= \tan^{-1}\left(\frac{2.2 \times 10^1\ \text{N}}{1.0 \times 10^2\ \text{N}}\right)$$

$$= 12°$$

$F_{\text{محصلة}} = 1.0\times10^2$ N, x أسفل المحور 12°.

نشاط تحفيزي في الفيزياء

حساب الشحنة يمكن أن تطلب إلى الطلاب تعليق بالونين في خيطين وشحن هذين البالونين. ثم اطلب إلى الطلاب قياس المسافة الفاصلة بين البالونين r بدقة وكذلك زاوية الفصل θ. اطلب من الطلاب حساب الشحنة q على كل بالون.

مكونات القوة F_T الخاصة بالتوتر في كل خيط هي $F_T \sin\left(\frac{\theta}{2}\right) = \frac{Kq^2}{r^2}$ و $F_T \cos\left(\frac{\theta}{2}\right) = mg$ لذلك.

$q = \sqrt{\frac{mgr^2}{K}\tan\left(\frac{\theta}{2}\right)}$. $K = 9.0\times10^9\ \text{N}\cdot\text{m}^2/\text{C}^2$.

يمكن أن تكون النتيجة دقيقة المقدار الأسي.

أم حسيٌّ حركي

McGraw-Hill Education حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة

تحديد المفاهيم الخاطئة

قانون كولوم اطلب إلى الطلاب وصف الظروف التي ينطبق فيها قانون كولوم. ينطبق قانون كولوم تمامًا إذا كانت الشحنات متركزة في نقاط. إذا كانت الشحنة موزعة على جسم محدود الحجم، ينطبق قانون كولوم تقريبًا إذا كان كل جسم صغيرًا جدًا مقارنة بالمسافة بين الأجسام.

استخدامات القوى الكهربائية الساكنة

تعزيز المعارف

مشغل الكتروستاتي اطلب إلى الطلاب تصميم مشغل الكتروستاتي وهو جهاز يحول الإشارة الكهربائية إلى عمل مادي. أحد الأجهزة الممكنة يتكون من مشطين فلزيين متداخلين. عند شحنهما بشحنة متشابهة، يتنافر المشطان وينفصلان. وعند شحنهما بشحنتين مختلفتين، يتجاذب المشطان.

3 التقويم

تقويم الفكرة الرئيسة

تخيل أن مولد فان دي جراف موضوع بالقرب من طاولة عليها 3 كرات تحمل شحنات سالبة متساوية وكتلها متساوية. بالنسبة إلى مولد فان دي جراف، الكرات موضوعة في صف بحيث تكون الكرة الأولى على مسافة r من مركز مولد فان دي جراف والثانية على مسافة $2r$ والأخيرة على مسافة $3r$. ستبذل الشحنة السالبة في مولد فان دي جراف قوة تنافر على الكرات الثلاث. ما العلاقة بين العجلة الأولية للكرات الثلاث؟ وفقًا للقانون الثاني لنيوتن $F = ma$؛ وفقًا لقانون كولوم $F = Kq_1^2q_2^2/r^2$. مع دمج هاتين المعادلتين وحلهما لإيجاد العجلة نحصل على $a = Kq_1^2q_2^2/(mr^2)$. ومن ثَمَّ، إذا كانت عجلة الكرة الأولى a_0، فستكون عجلة الكرة الثانية $a_0/4$ وتكون عجلة الكرة الثالثة $a_0/9$.

إعادة التدريس

شحنة اختبار اطلب إلى الطلاب تصور شحنة $q_1 = -2.0\ \mu C$ وشحنة $q_2 = -8.0\ \mu C$ البعيدتين عن بضعهما بمقدار 6.0 m. اطلب إليهم استخدام نسب الشحنة والمسافة لتحديد النقطة التي تكون فيها القوة المحصلة المؤثرة في شحنة الاختبار قدرها $+1.0\ \mu C$ ستكون صفرًا. يجب أن يكون لقوة الجذب المؤثرة في شحنة الاختبار الناتجة عن الشحنة $-2.0\ \mu C$ المقدار نفسه مثل القوة الناتجة عن الشحنة $-8.0\ \mu C$. يحدث هذا على الخط الواصل بين الشحنتين. نظرًا لأن نسبة الشحنة تساوي $\frac{q_1}{q_2} = \frac{-2.0\ \mu C}{-8.0\ \mu C} = \frac{1}{4}$. يجب أن تكون نسبة المسافة $\left(\frac{x_{T-q_1}}{x_{T-q_2}}\right) = \frac{1}{4}$ أو $\frac{x_{T-q_1}}{x_{T-q_2}} = \frac{1}{2}$ (حيث x_{T-q_1} هي المسافة من الشحنة q_1 إلى شحنة الاختبار) أو $x_{T-q_1} = \frac{1}{2}x_{T-q_2}$. ومن ثَمَّ، المسافة من شحنة الاختبار إلى الشحنة $-2.0\ \mu C$ ستكون $\frac{1}{2}$ تلك بالنسبة إلى الشحنة $-8.0\ \mu C$ **أو** $x_{T-q_1} = 2.0$ m و $x_{T-q_2} = 4.0$ m. ض م

التوسع

القوة الكهربائية الساكنة (الإلكتروستاتية) وقانون نيوتن تبلغ كتلة البروتون حوالي 2000 ضعف كتلة الإلكترون. اسأل الطلاب عما يوحي به قانونا كولوم ونيوتن أن يحدث إن أمكن تحرير بروتون وإلكترون في نطاق دون وجود الشحنات الأخرى. سيتأثر الجسيمان بقوتي تجاذب لهما المقدار نفسه (قانون نيوتن الثالث). وفقًا لقانون كولوم، هذه القوة تساوي $-Ke^2/r^2$ حيث e هي الشحنة الأساسية. نظرًا لأن كتلة الإلكترون أقل 2000 مرة من كتلة البروتون، ستكون عجلة الإلكترون أكبر 2000 مرة من عجلة البروتون (قانون نيوتن الثاني). لذا فإن الجسيمات تصطدم أقرب بكثير إلى الموضع الأصلي للبروتون. أم

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

التأكد من فهم النص والتأكد من فهم الأشكال والمخططات والرسوم البيانية

التأكد من فهم النص

تتباعد ورقتا الكشاف الكهربائي.

التحقق عبر الأشكال

إذا كان مقدار الشحنة الموجبة التي يحملها القضيب أقل من أو يساوي مقدار الشحنة السالبة في الكشاف الكهربائي، فستتقارب الورقتان حيث يتم تفريغ الكشاف الكهربائي جزئيًا أو كليًا. إذا كان مقدار الشحنة التي يحملها القضيب أكبر من تلك الموجودة في الكشاف الكهربائي، فإن الكشاف الكهربائي يكتسب شحنة موجبة وتتباعد الورقتان.

تطبيق

9. 1.6×10^{4} N تجاذب
10. 3.0×10^{-6} C
11. الرسم البياني للقوة منعكس على المحور y بالنسبة إلى الرسم البياني الموضح في المسألة المحلولة 1. تظل مقادير كل القوى كما هي. يتغير الاتجاه إلى 42° فوق المحور x السالب أو 138° عكس اتجاه عقارب الساعة من المحور الموجب x.
12. تقل القوة الكهربائية الساكنة بين شحنتين بمقدار المعامل $9 = 3^2$.
13. 0.068 N تجاه اليمين
14. 3.1 N تجاه اليمين

تحدي الفيزياء

1. $q = m\sqrt{G/K}$
2. لا تؤثر المسافة في صيغة التعبير q لأن القوتين تتناسبان عكسيًا مع مربع المسافة، لذا فإن المسافة تُلغى.
3. $q = (8.61\times10^{-11}\ \text{C/kg})(1.50\ \text{kg})$
$= 1.29\times10^{-10}$ C

القسم 2 مراجعة

15. تتناسب القوة الكهربائية الساكنة طرديًا مع حاصل ضرب الشحنتين وتتناسب عكسيًا مع مربع المسافة بينهما. معادلة هذه العلاقة هي: $F_E = Kq_Aq_B/r^2$.
16. تتناسب القوة الكهربائية الساكنة طرديًا مع كل شحنة. تكون قوة تنافر بين الشحنات المتشابهة وقوة تجاذب بين الشحنات المتضادة.
17. تتناسب القوة الكهربائية الساكنة عكسيًا مع مربع المسافة بين الشحنات. إذا زادت المسافة إلى ثلاثة أمثال، تنخفض القوة إلى التُسع.
18. يظل الكشاف الكهربائي متعادلاً.
19. بينما تتباعد الورقتان، تنخفض قوة الكهربائية الساكنة بينهما حتى تتزن مع قوة الجاذبية التي تجذبهما إلى أسفل.
20. يحرك فصل الشحنة، الناتج عن تجاذب الشحنات المتضادة وتنافر الشحنات المتشابهة، الشحنات المضادة في الجسم المتعادل بالقرب من الجسم المشحون ويحرك الشحنات المشابهة بعيدًا. والتناسب العكسي بين القوة والمسافة يعني أن الشحنات المتضادة الأقرب ستتجاذب بدرجة أكبر من تنافر الشحنات المتشابهة الأبعد. لذا يكون الأثر الإجمالي هو التجاذب.
21. للشحن بشحنة موجبة، لامس القضيب بالكشاف الكهربائي. وللشحن بشحنة سالبة، قرّب القضيب من الكشاف الكهربائي. وقم بتأريض الكشاف الكهربائي؛ وأزل التأريض ثم أزل القضيب.
22. تكون القوى متساوية في المقدار ومتضادة في الاتجاه.
23. ستتنافر بعض الشحنة في الكرة الفلزية إلى الجانب الآخر من الكرة البلاستيكية، مما يجعل مسافة التأثير بين الشحنات أكبر من المسافة بين مركزي الكرتين.

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

نظرة فاحصة

عندما يتطاير الشرر

انفجارات مضخات الغاز

الخلفية

تكون حرائق مضخات الغاز أكثر شيوعًا في الطقس البارد الجاف. وتكون أكثر شيوعًا كذلك عند استخدام الألياف الاصطناعية، مثل أغطية المقاعد المصنوعة من النايلون. أحد الحلول للتخلص من تراكم الكهرباء الساكنة في مقاعد السيارة أن تدلك مواد التنجيد بالمناديل الورقية أو منتج مشابه يمنع تراكم الشحنة نتيجة احتكاك الأقمشة.

استراتيجيات التدريس

- قارن الشرارة عند مضخات الغاز بالبرق الذي يضرب قضيب البرق. لكلا نوعي تفريغ الكهرباء الساكنة، ساعد الطلاب في بناء علاقة بين الجسم المشحون (سحابة العاصفة، السائق) والموصل الكهربائي (قضيب البرق، فوهة مضخة الغاز).
- اطلب إلى الطلاب البحث في الأسطورة التي تقول أن استخدام الهاتف المحمول قد يؤدي إلى حرائق مضخات الغاز. اطلب منهم كتابة إجابة إلى صديق أرسل إليهم رسالة عبر البريد الإلكتروني عن خطر استخدام الهاتف المحمول أثناء التزود بالغاز. اطلب منهم تفنيد الأسطورة وتضمين المعلومات حول المخاطر الحقيقية وإرشادات السلامة.
- ناقش مع الطلاب استخدام أشرطة التأريض المضادة للكهرباء الساكنة في السيارات. الأشرطة الرفيعة المدلاة من الهيكل الفلزي للسيارة أو الشاحنة والتي توفر وصلة كهربائية بين السيارة والطريق لتشتيت الكهرباء الساكنة التي يمكن أن تتراكم داخل السيارة في حالة عدم وجودها.

المزيد من التعمق >>>

النتائج المتوقعة يجب أن يذكر الطلاب وصفًا لإمكانية تسبب تراكم الكهرباء الساكنة في حدوث شرارة من شأنها أن تشعل أبخرة الغاز. كما يجب أن يقدموا نصائح حول كيفية تفريغ الكهرباء الساكنة قبل التزود بالوقود وكيفية تجنب التعرض لإعادة الشحن أثناء التزود بالوقود.

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

الوحدة 14 الإجابات

القسم 1

إتقان المفاهيم

24. لا؛ يجب أن يحمل شعرك شحنة موجبة حتى ينقل شحنة سالبة إلى المشط. الشحنة الكلية (الشعر + المشط) محفوظة.

25. تنجذب الورقة في البداية إلى المشط لأن المشط يؤثر بفصل الشحنة في الورقة. ينجذب جزء الأوراق الذي يحمل شحنة موجبة. عندما تلمس الأوراق المشط، تنتقل بعض الشحنة السالبة الزائدة من المشط إلى الورق. ولأن شحنتهما تصبح متشابهة، يتنافر الورق بعد ذلك.

26. ستختلف إجابات الطلاب ولكنها قد تتضمن الهواء الجاف والخشب والبلاستيك والزجاج والقماش والماء غير المؤين كعوازل والفلزات وماء الصنبور وجسم الإنسان كموصلات.

27. تتضمن الفلزات إلكترونات حرة ويتضمن المطاط إلكترونات مرتبطة.

القسم 2

إتقان المفاهيم

28. لقد شُحنت بالتلامس أثناء احتكاكها بالملابس الأخرى ومن ثَمَّ، تنجذب إلى الملابس المتعادلة أو التي تحمل شحنة مضادة.

29. يؤدي دلك القرص المضغوط إلى شحنه. ثم تنجذب الجسيمات المتعادلة مثل التراب بعد ذلك.

30. لا؛ الشحنة المحصلة هي الفرق بين الشحنتين الموجبة والسالبة. لا تزال الشحنة المحصلة للعملة تساوي صفرًا.

31. تتناسب القوة الكهربائية الساكنة عكسيًا مع مربع المسافة. نظرًا لأن المسافة تقل في حين تظل الشحنات كما هي، تزيد القوة بالتناسب مع مربع المسافة.

32. قرّب الموصل من القضيب دون أن يلمسه. قم بتأريض الموصل أثناء وجود القضيب المشحون، ثم أزل الطرف الأرضي قبل إزالة القضيب المشحون.

33. يكون التناسب $1/r^2$ صحيحًا في حالة الشحنات النقطية فقط. يمكن عرض القرصين كمجموعة من الشحنات النقطية ولكن لحساب تناسب r كان يجب دمج إجمالي الشحنات النقطية. هذه مسألة لعمليات الفصل الصغيرة فقط. في حالة كانت الأقراص أكثر بعدًا، فسوف تعمل مثل الشحنات النقطية.

إتقان حل المسائل

34. 1.0×10^{-8} N، بعيدًا عن بعضها البعض

35. 2.5×10^{2} N، تجاه الشحنة الأخرى

36. 3.2×10^{-19} C

37. 1.6×10^{20} إلكترون

38. 98 N، شرقًا

39. $q_A = 5.2\times10^{-7}$ C; $q_B = 1.5\times10^{-6}$ C

40. a. 18 N، يمينًا
    b. 42 N، يسارًا

41. ستختلف الإجابات، لكن أحد نماذج الإجابات الصحيحة كما يلي، "توجد شحنة قدرها 3.0 μC بين شحنة قدرها 2.0 μC وشحنة قدرها 5.0 μC ومن ثم، تكون على مسافة 0.25 m من الشحنة 2.0 μC و 0.45 m من الشحنة 5.0 μC. ما القوة المحصلة المؤثرة في الشحنة 3.0- μC؟"

42. 2×10^{5} C

43. سوف تختلف الإجابات. يمكن أن يكون أحد نماذج الإجابة الصحيحة، "... وموضوعة على مسافة 3.5 cm من كرة أخرى شحنتها 2.1 μC. ما مقدار قوة الكهربائية الساكنة التي يؤثران بها في بعضهما؟"

44. A > B = C > D > E

تطبيق المفاهيم

45. كان يجب أن تقل المسافة بمعدل $r^2 = \frac{1}{3}$ أو 0.58 ضعف بعيدًا عن بعضها.

46. 2.32 N

47. تكون قوى الجاذبية تجاذبية فقط. يمكن أن تكون قوى الكهربائية الساكنة إما تجاذبية أو تنافرية ويمكننا الإحساس بمجموعها المتجهي فقط وعادة ما يكون صغيرًا. الانجذاب بفعل قوة الجاذبية إلى الأرض أكبر ويمكن ملاحظته لدرجة أوضح لأن الأرض كتلة كبيرة.

48. شحنة البروتون لها المقدار نفسه مثل شحنة الإلكترون لكن إشارتها مختلفة.

49. استخدم عازلاً معروفًا لإمساك إحدى نهايتي الجسم بالقرب من الكشاف الكهربائي. والمس النهاية الأخرى بالقضيب المشحون. إذا أشار الكشاف الكهربائي إلى وجود شحنة، فإن الجسم يعد موصلاً.

50. تنجذب الكرات المتعادلة أولاً إلى القضيب المشحون، لكنها تكتسب الشحنة ذاتها مثل القضيب عندما تلمسه. نتيجة لذلك، تتنافر مع القضيب.

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

51. ستبتعد الورقتان أكثر عند اقتراب قضيب يحمل شحنة موجبة من المقبض، لكنهما تنخفضان قليلاً عند اقتراب قضيب يحمل شحنة سالبة.

52. تتنافر الشحنة في السحابة مع الإلكترونات على الأرض، ما يتسبب في فصل الشحنة باستخدام الحث. يكون جانب الأرض الأقرب إلى السحابة موجبًا وينتج عنه قوة تجاذب.

53. بعد شحن الكرتين A و B بالتساوي، تلمس الكرة B كرتين بالحجم نفسه وتلمسان بعضهما. ستنقسم الشحنة التي تحملها الكرة B بالتساوي بين الكرات الثلاث، لتصبح شحنتها بمقدار الثلث.

54. الخصائص المتشابهة هي التناسب العكسي مع مربع المسافة وأن القوى تتناسب طرديًا مع حاصل ضرب كميتين (الكتلة أو الشحنة). الفرق أن الكتلة لها إشارة واحدة، لذا تكون قوة الجاذبية قوة تجاذب دائمًا، في حين أن الشحنة لها إشارتان، لذا يمكن أن تكون قوى الكهربائية الساكنة قوة تجاذب أو تنافر.

مراجعة شاملة

55. 14 N، بعيدًا عن بعضهما

56. 8.2×10^{-8} N، نحو بعضها البعض

57. 5.0×10^{-8} C

58. 6.7×10^{-7} C

59. 1.6×10^{-8} C

التفكير الناقد

60. 2.3×10^{39}

61. a. +2.00 m على المحور x

b. +2.00 m على المحور x

62. $F_{\text{محصلة}} = 3.7\times10^{2}$ N, 197° من المحور الموجب x

63. a. 9.8×10^{-3} N

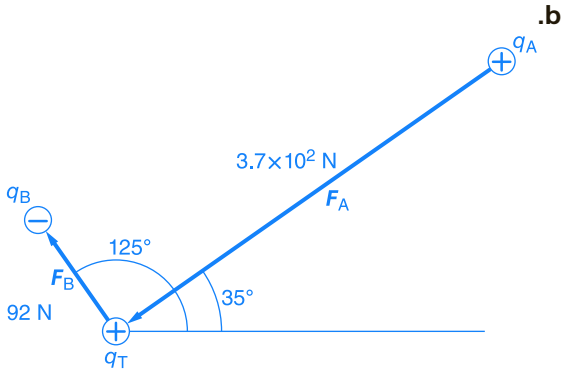
b. 5.7×10^{-3} N

c. 2.4×10^{-8} C على كل كرة

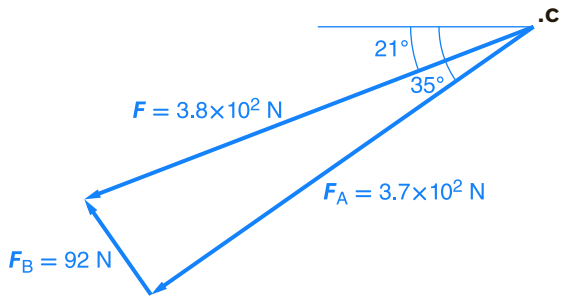
64. عندما يكون الأيون الموجب في المركز بين القضبان تمامًا، تتزن القوة من القضيب العلوي مع القوة من القضيب السفلي. وبالمثل، تتزن القوتان من القضيبين الأيمن والأيسر تمامًا. إذا تحرك الأيون إلى أعلى أو أسفل، يبذل القضيب الأقرب قوة تنافر أكبر دافعًا الأيون مرة أخرى إلى المركز. إذا تحرك الأيون إلى اليمين أو اليسار، يبذل القضيب الأقرب قوة تجاذب أكبر دافعًا الأيون بعيدًا عن المركز.

65. a. $F_A = 3.7\times10^{2}$ N، بعيدًا (باتجاه q_T)؛ $F_B = 92$ N، نحو (بعيدًا عن q_T)

b.



c.



حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

الكتابة في الفيزياء

66. ستتنوع إجابات الطلاب لكن ينبغي أن تتضمن معلومات كالتالية. تعد قارورة ليدن التي اخترعت في أواسط الأربعينيات من القرن الثامن عشر أول مكثف. وكانت تستخدم على مدار القرنين الثامن عشر والتاسع عشر لتخزين الشحنات لاستخدامها في التجارب والبراهين المتعلقة بالكهرباء. كانت آلة ويمشورست جهازًا يُستخدم في القرن التاسع عشر وأوائل القرن العشرين لإنتاج الشحنات الساكنة وتفريغها. استخدمت آلات ويمشورست، التي حل محلها مولد فان دي جراف في القرن العشرين، قارورات ليدن لتخزين الشحنات قبل التفريغ.

67. ستتنوع الإجابات، لكن يجب أن يصف الطلاب التفاعلات بين الشحنات الموجبة والسالبة على المستوى الجزيئي. يجب أن يلاحظ الطلاب أن شدة هذه القوى تتوقف على الاختلافات في درجات الانصهار والغليان وعلى السلوك غير المعتاد للماء بين درجتي الحرارة 0°C و 4°C.

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

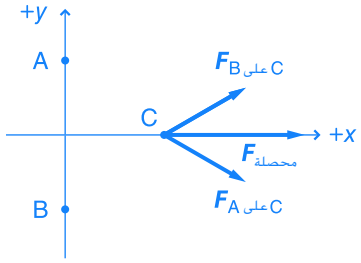
تدريب على الاختبار المعياري

الاختيار من متعدد

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

إجابة مفتوحة

11. $F_{\text{صافي}} = 0.46\ \text{N}$ في اتجاه xالموجب



إرشادات

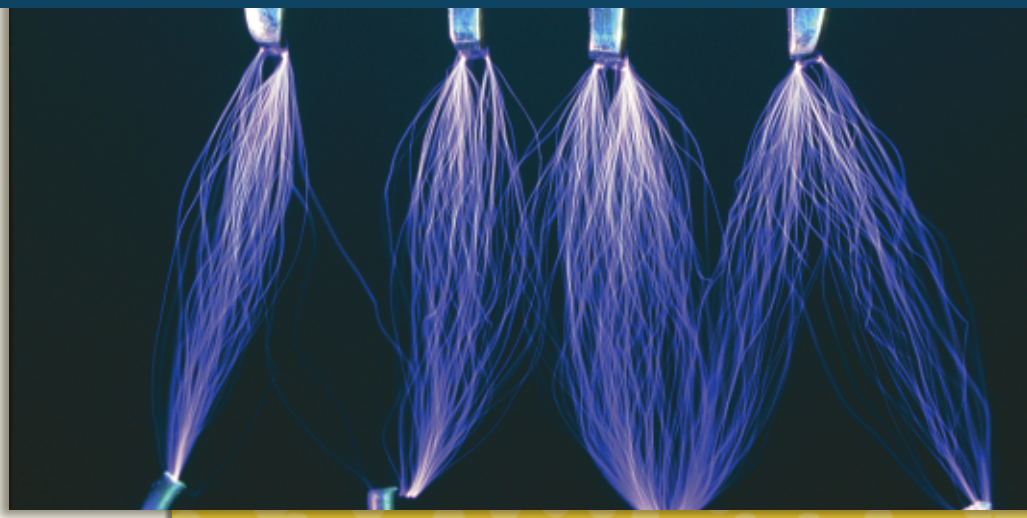
الإرشادات وتوجيهات التصحيح التالية هي عينة لاستراتيجية تحديد الدرجات لأسئلة الإجابة الحرة.

النقط	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. الإجابة صحيحة بشكل جوهري وتوضح شيئًا أساسيًا، لكنها لا توضح الفهم العميق في الفيزياء.
2	يظهر 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 وتوضح العديد من أوجه القصور.
0	يقدم الطالب حلاً خاطئًا تمامًا أو لا يجيب على الإطلاق.

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

الوحدة 15

المجالات الكهربائية



نبذة عن الصورة

إذا كان المجال الكهربائي كبيرًا بما يكفي، فيمكنه سحب الإلكترونات من الذرات وإحداث تفريغ للبلازما، كما هو موضح في الصورة. بمجرد تحرر الإلكترونات والأيونات التي تحمل شحنة مخالفة لها، تتسارع الإلكترونات والأيونات للعبور من الفتحات الموجودة في الاتجاهات المقابلة نتيجة القوة التي تشهدها في المجال الكهربائي. يُصبح المجال الكهربائي أقوى بالقرب من الحواف الحادة للأقطاب الكهربائية، حيث يكون التفريغ أبيض اللون.

استخدام التجارب الاستهلالية

في تجربة الأجسام المشحونة والمسافة يستطيع الطلاب ملاحظة الكيفية التي يتفاعل بها جسمان مشحونان على بعد مسافة ما.

نظرة عامة على الوحدة

تتناول هذه الوحدة بالتفصيل مفهوم الشحنة الكهربية الساكنة ويستوضح المجالات الكهربائية. في القسم 1، يُطبق قانون كولوم على مفهوم المجال الكهربائي وسيقرأ الطلاب عن كيفية إنشاء نموذج لمجال كهربائي باستخدام خطوط المجال الكهربائي. في القسم 2، سيقرأ الطلاب عن استخدامات المجالات الكهربائية.

قبل أن يتناول الطلاب هذه الوحدة بالدراسة، ينبغي عليهم دراسة ما يلي:

- جمع المتجهات في بعدين
- الاحتفاظ بالطاقة
- الشحن الكهربائي
- طاقة الوضع الجذبية — gravitational potential energy
- الطاقة الحركية — kinetic energy
- قانون الجذب العام لنيوتن

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

- بيانات التمثيل البياني — graphing data
- الجيب وجيب التمام وظل الزاوية — sine, cosine, and tangent
- الميل — slope
- حل المعادلات الخطية

تقديم الفكرة الرئيسة

مثلما هو الحال في القوة الناتجة عن الجاذبية والتي يؤثر فيها مجال الجاذبية الناتج عن جسم بكتلة، بقوة على جسم آخر بكتلة، يبذل المجال الكهربائي الذي يتولَّد عن جسم مشحون قوة على جسم آخر مشحون. إلا أن هناك فرقًا يتمثل في وجود نوع واحد فقط من الكتلة بينما يمكن أن تكون الشحنة موجبة أو سالبة. ويعني هذا أن قوة الجاذبية يمكن أن تكون جاذبة فقط، بينما يمكن أن تكون القوى الكهربائية إما جاذبة أو طاردة.

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

1 مقدمة

البداية (نشاط تحفيزي)

القوى الفاعلة اشحن أنبوبًا من البلاستيك بطول 1 m مثل النوع المستخدم في تغطية مضارب الجولف عن طريق فركه بورقة من أغلفة المطبخ البلاستيكية. ضع علبة فارغة من الألومنيوم على جانبها على سطح الطاولة ولاحظ ماذا يحدث عندما تُمرر أنبوبًا بلاستيكيًا مشحونًا فوقها. ستتسبب القوى الكهربية الساكنة في تحريك العلبة في أي اتجاه دون لمسها بالأنبوب. سيتعلم الطلاب في هذه الوحدة أن المجالات الكهربائية تبذل قوى يمكنها بذل الشغل. ق م مرئي-مكاني

مراجعة على المعارف السابقة

القوى والقوانين في وحدة سابقة، قرأ الطلاب أن الأجسام يمكن أن تكون لها شحنة. وتعلموا أيضًا أن هناك أنواعًا مختلفة من الشحنات — موجبة وسالبة. بينما أوضح قانون كولوم العلاقة بين مقدار قوة الشحنات والمسافة بين الشحنات. أما هذه الوحدة فتتناول بالتفصيل فكرة القوة الموجودة بين الشحنات وتستكشف كيفية بذل الشحنات لهذه القوة عند عدم ملامستها لبعضها البعض. سيُطبِّق الطلاب معرفتهم بالشحنات وقانون كولوم على مفهوم المجال الكهربائي.

2 التدريس

تعريف المجال الكهربائي

تَطوير المَفاهِيم

القوة لكل وحدة أكد على التشابه بين مجال الجاذبية والمجال الكهربائي. اكتب $g = F/m$ و $E = F/q'$ على السبورة واشرح أن مجال الجاذبية هو القوة لكل كتلة وحدة والمجال الكهربائي هو القوة لكل شحنة وحدة.

التفكير الناقد

قوة المجال الكهربائي اطلب إلى الطلاب التفكير بعناية في النتائج التي استخلصوها من التجربة الاستهلالية. اسألهم ما إذا كان من الممكن شحن بالون منفصل عن طريق الحث. لااطلب منهم شرح ما قد يحدث لبالون مشحون لو أنهم تمكنوا من لمسه. إذا تمكن الطلاب من ملامسة البالون، فإن النقطة التي لمسوها على البالون ستُمثّل نقطة تفريغ عن طريق مشاركة الإلكترونات مع الشخص الملامس له. لاحظ أنه لن يحدث تفريغ في البالون بالكامل لأنه مصنوع من مادة غير موصلة. ض م

خلفية عن المحتوى

المجالات الكهربائية والصحة في جامعة بريستول في إنجلترا، أجرى فريق دراسة آثار الإشعاع على البشر تجاربه على خط كهرباء قدرته 400 kV وتردده 50 Hz حيث كانت شدة المجال الكهربائي القصوى فوق سطح الأرض 1 m حوالي 4 kV/m. اكتشفوا أن الملوثات المحمولة جوًا يتم سحبها إلى داخل المجال الكهربائي وينتهي بها الأمر إلى أن تتركز أسفل خطوط الكهرباء حيث تصبح مستقطبة. تُنشئ القطبية حركة متذبذبة تجعل الجزئيات "أكثر لزوجة"، بحيث تكون أكثر عرضة للالتصاق بنسيج الرئة. تعتاد أجهزة المناعة في البشر على التعامل مع الملوثات المحمولة جوًا، لكن عندما توجد الملوثات المحمولة جوًا بهذه التركيزات وبخصائص التصاق إضافية، فإنها تُشكّل خطرًا على الصحة.

تحديد المفاهيم الخاطئة

القوة مقابل المجال قد يخلط الطلاب بين المجال الكهربائي الذي يدور حول الشحنة والقوة المؤثرة في الشحنة. وضح أن المجال الكهربائي هو النسبة التي تقيس القوة الكهربية الساكنة لكل وحدة شحنة. ($E = F/q'$). استعن بالمسألة المحلولة 1 وبـ "مثال في الصف" داخل الفصل لمعرفة الكيفية التي كان يتعين بها تغيير مقدار المجال الكهربائي إذا تبين أن القوة الموجودة على شحنة الاختبار الموجبة قد تضاعفت.

مثال إضافي في الصف

الاستخدام مع مثال 1.

مسألة يُقاس المجال الكهربائي باستخدام شحنة اختبار موجبة قدرها 3.0×10^{-6} C. تتأثر شحنة الاختبار بقوة قدرها 0.24 N بزاوية 15° شمال شرق ما مقدار المجال الكهربائي واتجاهه في موقع شحنة الاختبار؟

الإجابة استخدم $E = F/q'$، حيث $q' = 3.0\times10^{-6}$ C و $F = 0.24$ N. أوجد قيمة E:

$$E = (0.24\text{ N})/(3.0\times10^{-6}\text{ C}) = 8.0\times10^{4}\text{ N/C}$$

شحنة الاختبار موجبة، لذا تكون القوة المؤثرة في شحنة الاختبار في نفس اتجاه المجال الكهربائي؛ 15° ناحية الشمال الشرقي.

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

التدريس المتمايز

ضعاف البصر لا يتمكن الطلاب ضعاف البصر غالبًا من إدراك أن بعض الظواهر تحدث في فراغ ثلاثي الأبعاد. ساعد الطلاب على معرفة الحقيقة التي تفيد بأن المجال الكهربائي في الواقع ثلاثي الأبعاد. اطلب من الطلاب إنشاء نموذج لمجال كهربائي يُحيط بشحنة موجبة. يمكنهم استخدام صلصال التشكيل أو أعواد الأسنان أو أدوات تنظيف الأنابيب أو غيرها من المواد المناسبة. اطلب من الطلاب شرح كيفية توجيه خطوط المجال الكهربائي عند تقديمهم للنموذج. ض م **حسيّ حركي**

مثال إضافي في الصف

الاستخدام مع مثال 2.

مسألة ماذا يحدث لمقدار المجال الكهربائي عند تقليل المسافة إلى شحنة المصدر إلى النصف؟ قارن بين النتائج المستخلصة هنا والمستخلصة من المسألة المحلولة 2. أوجد مقدار المجال الكهربائي عند نقطة تبعد مسافة 0.15 m إلى ناحية اليمين من مجال شحنة قدرها -4.0×10^{-6} C.

الإجابة نظرًا لاتباع المجال الكهربائي لقانون التربيع العكسي، ينبغي أن يزداد المجال بمقدار أربعة أضعاف إذا قمت بخفض المسافة إلى شحنة المصدر إلى النصف. استخدم $E = \frac{F}{q'}$ بدون قانون كولوم، $F = \frac{K\,qq'}{d^2}$، حيث $K = 9.0\times10^{9}\ \text{N}\cdot\text{m}^2/\text{C}^2$، $q = -4.0\times10^{-6}$ C، و $d = 0.15$ m. وهذا يساوي

$$E = K\frac{qq'}{d^2q'} = K\frac{q}{d^2}$$
$$= \frac{(9.0\times10^{9}\ \text{N}\cdot\text{m}^2/\text{C}^2)(-4.0\times10^{-6}\ \text{C})}{(0.15\ \text{m})^2}$$
$$= -1.6\times10^{6}\ \text{N/C}.$$

تشير إشارة السالب إلى أن شحنة الاختبار الموجبة q' تتأثر بقوة إلى جهة اليسار (على سبيل المثال، باتجاه الشحنة النقطية السالبة q).

عرض توضيحي للمجال الكهربائي

الفكرة الرئيسة انفخ بالونين. افرك أحدهما بشعرك لمنحه شحنة سالبة (تنتقل الإلكترونات المتحررة من شعرك إلى البالون). ضع البالون على سطح غير موصل مثل الطاولة أو الأرض. والآن اشحن البالون الثاني بالطريقة نفسها وضعه بالقرب من البالون الأول لكن دون ملامسته، بحيث يتنافر معه البالون الأول. اشرح للطلاب أن المجال الكهربائي الناتج عن البالون سالب الشحنة الموجود في يدك يتفاعل مع البالون سالب الشحنة الموجود على الأرض أو الطاولة لتوليد قوة طاردة. يمكن تكرار هذا العرض التوضيحي بمجموعة من الأجسام غير الموصلة ذات الأشكال الهندسية المختلفة. ض م **مرئي-مكاني**

نشاط تحفيزي في الفيزياء

طواحين المجال الكهربائي لتفادي التعرض لضربات البرق المحتملة عند تشغيل مركبة ما، يستخدم المهندسون في وكالة ناسا نوعًا من أجهزة الاستشعار يُعرف باسم طاحونة المجال الكهربائي لتقييم مقدار المجالات الكهربائية الجوية الموجودة في السحب والمحيطة بها على طول مسار الإطلاق المقصود. شجّع الطلاب على البحث عن إحدى طواحين المجال الكهربائي وبناء نموذج لها — من الممكن استخدام صناديق القمامة ومقالي الكعك ومحرك كهربائي وأدوات أخرى. تأكد من أن يشرح الطلاب كيفية استخدام وكالة ناسا لطواحين المجال الكهربائي لإيجاد مقدار المجال الكهربائي المحيط وقطبيته (عن طريق قياس السعة وطور التيار المار من الأجزاء الساكنة في المحرك وإليها). يمكن للطلاب تقديم طواحين المجال الكهربائي التي صمموها أمام الفصل. أم **حسيّ حركي**

إنشاء نموذج للمجال الكهربائي

تحديد المفاهيم الخاطئة

اتجاه القوة قد لا يفهم الطلاب أن خطوط المجال أو خطوط القوى، تكون موجهة من الشحنات الموجبة إلى الشحنات السالبة. أكد على أن شحنة الاختبار الموجبة في أي مجال كهربائي تتأثر بالقوة في اتجاه مماثل للمجال الكهربائي المحلي. إلا أن شحنة الاختبار السالبة في أي مجال كهربائي تتأثر بقوة تكون في الاتجاه المعاكس للمجال الكهربائي المحلي.

استخدام التشابه

الخطوط الكنتورية يستخدم رسامو الخرائط خطوط العرض والطول لتحديد الموقع ولكن هذه الخطوط لا وجود لها في الواقع؛ وهو ما يعني أن الشخص لا يرى خطوط العرض والطول أثناء مشيه. وبالمثل، خطوط المجال الكهربائي غير موجودة في العالم الواقعي. فهي تُستخدم في تمثيل بعض خصائص المجال الكهربائي الواقعي.

McGraw-Hill Education حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة

التدريس المتمايز

الطلاب دون المستوى اطلب إلى الطلاب عمل رسوم تخطيطية لعرض خطوط المجال الكهربائي لمختلف الشحنات النقطية. ينبغي أن تتجه خطوط المجال بعيدًا عن الشحنات الموجبة ونحو الشحنات النقطية السالبة. بالنسبة إلى الشحنتين النقطيتَين الموجبتين، تتجه خطوط المجال بعيدًا عن كلتا الشحنتين، نظرًا لأن الشحنات المتماثلة تتنافر. بالنسبة إلى المسافات التي تفوق مسافة الفصل بين الشحنات بدرجة كبيرة، ينبغي أن تتشابه خطوط المجال مع تلك الخطوط الناتجة عن شحنة واحدة نقطية موجبة ومزدوجة. بالنسبة إلى إحدى الشحنات النقطية الموجبة وإحدى الشحنات النقطية السالبة، تتجه خطوط المجال من الشحنة الموجبة إلى الشحنة السالبة. بالنسبة إلى المسافات التي تفوق مسافة الفصل بين الشحنات بدرجة كبيرة، ينبغي أن تتشابه خطوط المجال مع خطوط نقطة الحياد (أي يجب ألا يكون هناك أي خطوط مجال). لا تتقاطع خطوط المجال مع بعضها البعض أبدًا. ق م مرئي-مكاني

مُولِّد فان دي غراف

استخدم الشكل 7

يربط معظم الطلاب بين كلمة المجال والسطح المستوي. اطلب من الطلاب تحليل الصورة الفوتوغرافية للشخص الذي يلمس مُولِّد فان دي غراف في **الشكل 7**. يمكنهم رؤية الجزء الأمامي من رأس الشخص، لكن كيف يتخيلون الجزء الخلفي من الرأس؟ الشعر منتصب للأعلى. اسأل الطلاب عما يمكنهم استنتاجه بخصوص المجالات الكهربائية من هذه الصورة الفوتوغرافية. المجالات الكهربائية ثلاثية الأبعاد. في هذا المثال، تشع هذه المجالات من رأس الشخص نحو الخارج.

تَطوير المَفاهِيم

تحديد الشحنة اطلب من الطلاب اقتراح طريقة أخرى لتحديد ما إذا كان مُولِّد فان دي غراف مشحون بشحنة موجبة أو سالبة. قد تختلف الإجابات. على سبيل المثال، إذا وضعوا الكاثود (القطب السالب) الموجود في أنبوب التفريغ بالقرب من المجال المشحون وتوهج الأنبوب، فهذا يعني أن المُولِّد سالب الشحنة. لكن، إذا كان المُولِّد يحمل شحنة موجبة، فسيتعين على الطلاب تثبيت الأنود (أو القطب الموجب) ناحية المجال للحصول على التوهج ذاته.

تعزيز المعارف

شحنة الأرض على سطح الأرض، يوجد مجال كهربائي يبلغ 150 N/C تقريبًا، يتجه إلى الأسفل. اسأل عن الإشارة التي لا بد أن تحملها شحنة الأرض لتوليد مجال كهربائي بهذا الاتجاه. لا بد أن تكون الأرض سالبة الشحنة. ض م

3 التقويم

تقويم الفكرة الرئيسة

فكّر في العرض التوضيحي للبالونين والذي يظهر أن المجالات الكهربائية يمكن أن تنقل القوى على الأجسام المشحونة (أو المستقطبة). اسأل الطلاب عن الكيفية التي يمكن بها زيادة القوة بين البالونين. لزيادة القوة، يمكن تقريب البالونين من بعضهما البعض أو يمكن زيادة الشحنة على بالون واحد أو كليهما أو القيام بالأمرين. اطلب منهم رسم خطوط المجال الكهربائي التي تنبعث من أحد البالونين عند عزله ومن كلا البالونين عند تقريبهما بما يكفي لتوليد قوة طرد بينهما. في الحالة الأولى، ستنبع خطوط المجال الكهربائي بشكل شعاعي من البالون. أما في الحالة الثانية، فسيحدث الأمر نفسه فيما عدا أنه بين البالونين، ستنحرف خطوط المجال بعيدًا عن بعضها البعض. ض م

التحقق من الاستيعاب

خطوط المجال الكهربائي اطلب إلى الطلاب رسم خطوط المجال لصفيحة كبيرة تحمل شحنة موجبة. تأمل فقط المنطقة البعيدة عن حواف الصفيحة. بعيدًا عن حواف الصفيحة، تكون خطوط المجال مستقيمة المسار وموازية للخطوط المتعامدة على الصفائح وتشير بعيدًا عن الصفيحة الموجودة على كلا الجانبين. ق م مرئي-مكاني

التوسع

شدة المجال الكهربائي اسأل الطلاب عما إذا كان هناك حد أقصى لشدة المجال الكهربائي. بالطبع، هناك حد لأنه يستحوذ على مجموعة من الشحنات اللازمة لتوليد مجال كهربائي. بعد الوصول إلى كثافة معيّنة، ستبدأ هذه الشحنات في التنافر من بعضها البعض، يجعل إضافة المزيد من الشحنات مستحيلًا. ض م

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

التأكد من فهم النص والتحقق عبر الأشكال والمخططات والرسوم البيانية.

التأكد من فهم النص

المتغيرات المكتوبة بخط عريض ما هي إلا كميات متجهة، لذا تحتاج إلى كميتين (مقدار واتجاه) لتحديدها.

توجد الشحنة في موقع الأسلاك النحاسية.

مسائل للتمرين

1. 4.0×10^{1} N/C
2. 3.0×10^{6} N/C إلى اليسار
3. -3.2×10^{-8} C
4. اطلع على الإجابات أدناه.

الجدول 2 نموذج بيانات

شدة شحنة الاختبار (C)	القوة المؤثرة في شحنة الاختبار (N)	شدة المجال الكهربائي (N/C)
1.0×10^{-6}	0.30	3.0×10^{5}
2.0×10^{-6}	0.65	3.3×10^{5}
3.0×10^{-6}	0.45	1.5×10^{5}

5. 8.1×10^{-6} N، جنوبًا
6. 1.6×10^{4} N/C باتجاه q
7. **a.** لا؛ ستكون القوة المؤثرة في شحنة قدرها 2.0 μC مضاعفة عن القوة المؤثرة في شحنة قدرها 1.0 μC.

   b. نعم؛ سوف تقسم القوة على شدة شحنة الاختبار، لذلك ستكون النتائج هي نفسها.

مسائل للتمرين

8. 2.6×10^{4} N/C
9. 6.5×10^{3} N/C
10. 2.5×10^{4} N/C شرقًا
11. -3.1×10^{-9} C
12. 7.7 m
13. نظرًا لتناسب شدة شحنة الاختبار q' والقوة F تناسبًا طرديًا، تكون $F = (Kq/r^2)q'$. ومن ثَمَّ، يكون المجال الكهربائي وهو نسبة القوة إلى شحنة الاختبار، مستقلًا عن q': $E = F/q' = Kq/r^2$.
14. 7.5×10^{2} N/C
15. 6.4×10^{3} N/C

مراجعة القسم 1

16. للكشف عن مجال في نقطة، ضع شحنة الاختبار عند تلك النقطة وحدد ما إذا كانت هناك قوة مؤثرة فيها. لإيجاد مقدار المجال، اقسم مقدار القوة المؤثرة في شحنة الاختبار على مقدار شحنة الاختبار. لا بد من اختيار مقدار شحنة الاختبار بحيث تكون صغيرة للغاية مقارنة بمقادير الشحنات المُولِّدة للمجال.
17. 6.25×10^{4} N/C شرقًا
18. تشير الأسهم الموجودة حول الشحنة الموجبة بعيدًا عن الشحنة؛ بينما تشير الأسهم الموجودة حول الشحنة السالبة ناحية الشحنة.
19. المجال هو خاصية من خصائص تلك المنطقة من الفراغ ولا يعتمد على شحنة الاختبار المستخدمة في قياسه. تعتمد القوة على مقدار شحنة الاختبار وإشارتها.
20. لا؛ هذه الشحنة كبيرة بما يكفي لتشويه المجال الناتج عن الشحنات الأخرى بمجالها الخاص.

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

1 مقدمة

البداية (نشاط تحفيزي)

نقل الشحنة ضع علبة قهوة فارغة على منصة عازلة، مثل كتلة إسفنجية من البوليفوم واشحنها. اجعل أحد الموصلات، مثل شريط من رقائق الألومنيوم، يلامس الجزء الداخلي من العلبة ومن ثمّ وصّله بالكشاف الكهربائي. تأكد من تثبيت الرقاقة بعازل لكي تتفادى تأريض الرقاقة. وضّح أن ورقتا الكشاف الكهربائي لا تزالان مرتنّين. كرر الأمر؛ لكن في هذه المرة اجعل الموصّل يلامس الجزء الخارجي من علبة القهوة. وضّح أن ورقتَي الكشاف الكهربائي أصبحتا متباعدتين الآن. اسأل طلاب الفصل عما يستنتجونه من هذه التجربة بخصوص الكيفية التي ينقل بها الجسم الشحنة. تنتقل الشحنة على الجزء الخارجي للجسم وليس على الجزء الداخلي له. ق م مرئي-مكاني

مراجعة على المعارف السابقة

طاقة الوضع مثلما تم توضيحه في القسم 1، يمكن للطلاب الاستمرار في رسم المقارنات بين قوة الجاذبية وطاقة الوضع الجذبية. ستؤدي مراجعة طاقة الوضع إلى مساعدة الطلاب على فهم فكرة طاقة الوضع الكهربائية.

2 التدريس

الطاقة والجهد الكهربائي

الفيزياء في الحياة اليومية

سلامة المكثف ذكّر الطلاب بأن الأجهزة الإلكترونية لا تتعرض للتلف بسهولة وحسب، بل إنها قد تتسبب في التلف كذلك. اسأل الطلاب عما إذا كانوا قد شاهدوا أي نوع من علامات التحذير على أجهزة الكمبيوتر أو أجهزة الراديو أو أجهزة التلفاز أو مسجلات الفيديو الرقمية. أخبر طلاب فصلك أنه لا يزال من الممكن أن يتعرضوا لصدمة كهربائية حتى عند إيقاف تشغيل الطاقة لأن المكثفات قد تظل مشحونة. إذا لمسوا قطبًا مشحونًا، فمن الممكن أن يتعرضوا لصدمة كهربائية كبيرة نظرًا لعدم تأريض كل الأقطاب.

استخدام التشابه

الفكرة الرئيسة تكون طاقة الوضع الجذبية مماثلة للارتفاع الموجود في حسابات طاقة الوضع الجذبية. في حالة الجاذبية، تسقط الأجسام من ارتفاع أكبر إلى ارتفاع أقل، مما يؤدي إلى استبدال طاقة الوضع بالطاقة الحركية. أما في حالة الجهد الكهربائي، فتتحرك الشحنات الموجبة من جهد كهربائي أكبر إلى جهد كهربائي أقل (تتحرك الشحنات السالبة في الاتجاه المعاكس) ويؤدي ذلك أيضًا إلى استبدال طاقة الوضع بالطاقة الحركية. وسّع هذه المقارنة عن طريق توضيح أن الشحنات الموجبة تتحرك باتجاه منطقة ذات جهد كهربائي أقل بالطريقة نفسها التي تتدحرج بها صخرة إلى الأسفل باتجاه منطقة ذات جهد جذبي أقل. وبالمثل وكما ستتدحرج الصخرة بسرعة أكبر بعد أن تتجه إلى أسفل تلة أكثر ارتفاعًا، ستتحرك الشحنات بسرعة أكبر بعد "السقوط" بواسطة زيادة فرق الجهد الكهربائي.

تَطوير المَفاهِيم

فرق الجهد الكهربائي اسأل الطلاب عما إذا كان بإمكانهم قياس فرق الجهد الكهربائي عند نقطة واحدة. لا؛ فرق الجهد الكهربائي هو الفرق في الجهد الكهربائي بين نقطتين—قياس الطاقة المطلوبة لنقل كولوم واحد من الشحنة من نقطة واحدة إلى نقطة أخرى. ض م

الفيزياء في الحياة اليومية

الفصل الهلامي يفصل هذا الأسلوب أجزاء الحمض النووي DNA حسب الحجم. تقطع الإنزيمات الخاصة الحمض النووي حيث يوجد تسلسل محدد من الأحماض الأمينية. تتمثل النتيجة في مجموعة من الأجزاء ذات الأطوال المختلفة التي تحمل شحنة كهربائية. يوضع الحمض النووي في أحد طرفي مادة مشابهة للجيلاتين ويُطبَّق فرق الجهد في المادة الهلامية، مسببًا نقل أجزاء الحمض النووي إلى الطرف الآخر. كلما كان الجزء أكبر، كانت حركته في المادة الهلامية أكثر بطئاً. يُصبغ الحمض النووي وتُلتقط صورة فوتوغرافية لإظهار المسافة التي يقطعها كل جزء. اطرح السؤال التالي على الطلاب، "افترض أنك تستخلص الحمض النووي من كل حلزون من إجمالي 15 حلزونًا. وتكتشف أن أجزاء الحمض النووي في 5 حلزونات موجودة في المكان نفسه. ما الذي بإمكانك استنتاجه؟" خمسة من الحلزونات تملك حمضًا نوويًا مماثلاً وبينها علاقة على الأرجح. ق م

الجهد الكهربائي في مجال منتظم

استخدم الشكل 11

لا يكون المجال الكهربائي بين صفيحتين موازيتين منتظمًا إلا إذا كان طول الصفيحتين وعرضهما أكبر بكثير من المسافة الفاصلة بينهما. وضّح أن المجال لا يكون منتظمًا بالقرب من حواف الصفيحتين.

التدريس المتمايز

الطلاب دون المستوى اكتب على السبورة الشغل = الشحنة × فرق الجهد الكهربائي. وضّح أن هذه الصيغة تربط بين الشغل من ناحية والشحنة وفرق الجهد من ناحية أخرى. اسأل الطلاب عن الوحدات التي سيستخدمونها في الصيغة. وحدة قياس الشغل المبذول هي الجول؛ والكولوم هو وحدة قياس الشحنة؛ في حين أن فرق الجهد يُقاس بالفولت. اطلب من الطلاب إعادة كتابة الصيغة التي تستبدل المتغيرات بوحدات القياس الصحيحة. 1 جول = (1 كولوم)(1 فولت).

ق م الرياضيات المنطقية

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

أمثلة إضافية للحل داخل الفصل

الاستخدام مع مثال 3.

مسألة صفيحتان متوازيتان مشحونتان مساحة كل منهما 30 cm مربع وتبتعدان عن بعضهما البعض مسافة قدرها 4.0 cm. مقدار المجال الكهربائي بين الصفيحتين يساوي 2400 N/C. كم يساوي فرق الجهد الكهربائي بين المجالين؟ (قد تحتاج إلى تذكير بعض الطلاب بضرورة تحويل 4.0 cm إلى 0.040 m).

الإجابة أولاً، إيجاد القيم المجهولة. $\Delta V = Ed$

$E = 2400 \text{ N/C}$

$d = 4.0 \text{ cm} = 0.040 \text{ m}$

$\Delta V = (2400 \text{ N/C})(0.040 \text{ m}) = 96 \text{ V}$

مسألة ما الشغل المبذول اللازم لتحريك بروتون من سطح سالب إلى سطح موجب؟

الإجابة $W = q\Delta V$. إذن $\Delta V = W/q$, بإدراج q و ΔV: $q = 1.602\times10^{-19} \text{ C}$. $\Delta V = 96 \text{ V}$

$W = (1.602\times10^{-19} \text{ C})(96 \text{ V}) = 1.5\times10^{-17} \text{ J}$

تجربة قطرة الزيت لميليكان

عرض **توضيحي سريع**

الصفائح المتوازية المشحونة

الزمن المقدَّر 5 دقائق

المواد صفيحة من البلاستيك المرن أو صفيحة من الألومنيوم أو الصوف أو كوب مطاط أو بلاستيك، كرة البيلسان

الإجراءات اربط الكوب بصفيحة الألمنيوم؛ ستستخدم الكوب كمقبض. اشحن الصفيحة المرنة عن طريق فركها بالصوف. استخدم كرة البيلسان لإظهار المجال بالقرب من المنطقة التي قمت بفركها. بعد ذلك، ضع صفيحة الألومنيوم المعدنية على اللوحة المرنة والمسها بإصبعك. يمنح هذا صفيحة الألومنيوم شحنة معاكسة. استخدم كرة البيلسان لتوضيح أن هناك مجالاً حولها. اجعل صفيحة الألومنيوم موازية للصفيحة المرنة. ستبين كرة البيلسان المجال الموجود بين الصفيحتين.

أمثلة إضافية للحل داخل الفصل

الاستخدام مع مثال 4.

مسألة تزن قطرة زيت متوقفة بلا حركة بين صفيحتين متوازيتين مساحة كل منهما 30 cm مربع 1.5×10^{-14} N. تبتعد الصفيحتان المتوازيتان مسافة 2.4 cm عن بعضهما البعض وفرق الجهد بينهما يساوي 450 V. ما الشحنة المؤثرة في قطرة الزيت؟

المعلوم:

$\Delta V = 450 \text{ V}$

$F_g = 1.5\times10^{-14} \text{ N}$

$d = 2.4 \text{ cm} = 0.024 \text{ m}$

$F_e = F_g$

المجهول:

الشحنة المؤثرة في القطرة، $q = ?$

عدد الإلكترونات، $n = ?$

الإجابة أولاً استخدم $F_e = qE$ وعوض بما يلي $E = \Delta V/d$ لإيجاد قيمة q.

$$F_g = qE = \frac{q\Delta V}{d}$$

$$q = \frac{F_g d}{\Delta V}$$

$$q = \frac{(1.5\times10^{-14} \text{ N})(0.024 \text{ m})}{450 \text{ V}} = 8.0\times10^{-19} \text{ C}$$

مسألة إذا كانت الصفيحة العليا موجبة، فكم عدد الإلكترونات الزائدة الموجودة على قطرة الزيت؟

الإجابة أوجد الحل باستخدام $n = \frac{q}{e}$.

$e = 1.602\times10^{-19} \text{ C}$

$q = 8.0\times10^{-19} \text{ C}$

$$n = \frac{8.0\times10^{-19} \text{ C}}{1.602\times10^{-19} \text{ C}}$$

$n = 5$ إلكترونات

McGraw-Hill Education حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة

نشاط تحفيزي في الفيزياء

تطبيقات فرق الجهد الكهربائي يمكن للطلاب المهتمين معرفة المزيد عن تخطيط كهربائية القلب (EKG) وتخطيط كهربية الشبكية وتخطيط كهربائية العضل (EMG) وتخطيط كهربية الدماغ (EEG). اطلب من الطلاب البحث عن إجراء واحد من هذه الإجراءات الطبية. اطلب منهم وصف كيفية تطبيق فرق الجهد الكهربائي على جهازهم أو إجرائهم المختار عند تقديمهم للنتائج التي استخلصوها أمام الصف. أم لغوي

استخدام التجربة المصغرة

في تجربة المجالات الكهربائية، يمكن للطلاب ملاحظة مجال كهربائي.

المجالات الكهربائية بالقرب من الموصلات

مناقشة

سؤال لماذا تُعد ملامسة عمود معدني أو موصل مشابه فكرة جيدة قبل تزويد سيارتك بالوقود؟

الإجابة يؤدي ذلك إلى تأريض أي تراكم للشحنات الكهربائية على جسمك ومن ثَمَّ تفادي حدوث شرر يمكن أن يتسبب في اشتعال أبخرة البنزين ووقوع انفجار. فسِّر للطلاب أنه ينبغي عليهم عدم ركوب السيارة أو النزول منها أثناء تزويد السيارة بالوقود لأن الانزلاق على المقاعد يمكن أن يؤدي إلى تراكم الشحنات على أجسادهم. ض م

المكثفات

تَطوير المَفاهِيم

الشحنة الكلية وضّح أن كلمة الشحنة المذكورة في تعريف السعة تشير إلى القيمة المطلقة للشحنة على أي صفيحة. باعتباره جهازًا كاملاً، يحتوي جهاز المكثف المشحون على شحنة صافية تساوي صفرًا لأن الشحنة الموجودة على الصفائح المقابلة متساوية في المقدار لكنها تحمل إشارة مغايرة. تلغي الشحنات المعاكسة بعضها البعض، تاركة الجهاز بالكامل في وضع محايد.

التفكير الناقد

المجال الكهربائي للأرض ذكّر الطلاب بأن الأرض تتمتع بمجال كهربائي. اطرح فكرة أن العاصفة الرعدية يمكن فهمها على أنها تمهيد لمكثف عملاق. اطلب من الطلاب شرح أجزاء هذا المكثف. تعمل الأرض كإحدى الصفيحتين المشحونتين؛ وتُشكّل السحب الصفيحة المشحونة الأخرى؛ ويلعب الهواء الموجود بينهما دور العازل (يُعرف أيضًا باسم الحاجز الكهربائي).

استخدام التجربة المصغرة

عند بناء المكثف، يمكن أن يتعلم الطلاب المزيد عن المكثفات.

نشاط مشروع فيزيائي

المجالات الكهربائية حول الأجسام يمكن للطلاب استخدام كرات البيلسان لاستكشاف المجال الكهربائي حول الأجسام التي لها أشكال مختلفة. يقوم الطلاب أولاً بشحن صفيحة من البوليفوم عن طريق فركها بقطعة من الصوف. بعد ذلك، يُعلّقون كرة معدنية على سلك عازل ويجعلونها ملامسة للقطعة المشحونة من البوليفوم. ينبغي على الطلاب معرفة أن الكرة تتنافر من كرة البيلسان في كل الاتجاهات بنفس الدرجة. بعد ذلك، اطلب من الطلاب تعليق قضيب معدني من السلك العازل والحرص على ملامسته للجزء المشحون من البوليفوم. اسأل الطلاب عما يلاحظونه. ينبغي أن تتنافر كرة البيلسان على طول القضيب بأكمله بنفس الدرجة، من اليسار إلى اليمين ومن الأعلى إلى الأسفل كذلك. بالقرب من نهاية القضيب، قد تكون هناك بعض الاختلافات في المجال الكهربائي. ق م حسيٌّ حركي

تعزيز المعارف

المكثفات عَرِّف المكثف على أنه "عبارة عن مكونيّ توصيل منفصلين عن بعضهما البعض ومشحونين بكميات مختلفة من الشحنات (q_1 و q_2)". اسأل الطلاب عن الكيفية التي يتمكن بها المكثف من تخزين الطاقة الكهربائية. نظرًا لشحن مكوني التوصيل في المكثف بكميات مختلفة من الشحنات q_1 و q_2، فلا بد من وجود مجال كهربائي بين مكوني التوصيل. هذا هو المجال الكهربائي الذي يُخزّن الطاقة. عادة ما تكون قيمتا q_1 و q_2 المطلقتان متشابهتين لكنهما تحملان إشارتين مختلفتين. ض م

مثال إضافي في الصف

الاستخدام مع مثال 5.

مسألة فرق الجهد الكهربائي بين جسم كروي مشحون والأرض يساوي 76.0 V عندما تساوي شحنة الجسم الكروي 3.8×10^{-4} C. كم تساوي سعة المجال بين الجسم الكروي والأرض؟

الإجابة استخدم $C = q/\Delta V$ وأوجد قيمة C.

$$\Delta V = 76.0 \text{ V}$$

$$q = 3.8\times10^{-4} \text{ C}$$

$$C = \frac{3.8\times10^{-4} \text{ C}}{76.0 \text{ V}} = 5.0\times10^{-6} \text{ F} = 5.0\ \mu\text{F}$$

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

عرض **توضيحي سريع**

فرق الجهد عبر المكثفات

الزمن المقدّر 10 دقائق.

المواد ثلاثة مكثفات 1 F، مولِّد يعمل بشكل يدوي، توصيل الأسلاك بمشابك، مِفْتَاحُ سِكِّينَة، جهاز يعمل بالبطارية مثل كشاف صغير أو راديو

الإجراءات وصّل المكثفات الثلاثة ومفتاح السكينة والمولِّد اليدوي في دائرة متصلة على التوالي.

تحذير: التزم بجميع احتياطات الأمان عند استخدام المكثفات. تأكد من عدم ملامسة الطلاب لأسلاك غير معزولة أو المكثف. تأكد من أن جميع الأسلاك والمفاتيح وغيرها معزولة بشكل صحيح.

شغّل ذراع التدوير اليدوي لتزويد المكثفات بالطاقة. عند تزويد المكثفات بالطاقة، افتح المفتاح السكيني وافصل المولِّد. وصّل الجهاز الذي يعمل بالبطارية مكان المولِّد. أغلق المفتاح السكيني ولاحظ ما سيحدث. ينبغي أن يشتغل الجهاز الذي يعمل بالبطارية. اسأل الطلاب عن سبب تشغيل الجهاز. يحصل الجهاز على طاقة كهربائية من المكثف المزوَّد بالطاقة. إذا سمح الوقت، فوصِّل المكثفات على التوازي ولاحظ النتائج. ينبغي أن يشتغل الجهاز الذي يعمل بالبطارية.

استخدام مختبر الفيزياء

عند تخزين الشحنة، يمكن للطلاب ملاحظة كيفية عمل المكثف.

استخدام مختبر الفيزياء

عند تزويد المكثفات بالطاقة، يمكن للطلاب التحقق من المعدل الذي يتم عنده شحن المكثفات المختلفة.

3 التقويم

تقويم الفكرة الرئيسة

تخيل أننا وضعنا شحنة اختبار في مجال كهربائي موحد. عند تحرر الشحنة، فإنها تتسارع باتجاه الصفيحة وتصطدم بها بمعدل 1 J من الطاقة الحركية. اطلب من الطلاب إيجاد طاقة الوضع الكهربائية للشحنة. يتم حفظ الطاقة. تتحول كل طاقة الوضع الكهربائية الأولية إلى طاقة حركية (تعيين الجهد الكهربائي للصفيحتين ليكون صفرًا)، إذن لا بد من أن تكون طاقة الوضع الكهربائية الأولية 1 J. تخيل الآن أن شحنة الاختبار تساوي 1 C. كم يساوي الجهد الكهربائي في الموقع الذي تم إطلاق شحنة الاختبار منه؟ الجهد الكهربائي هو طاقة الوضع الكهربائية لكل شحنة في الوحدة. في هذه الحالة، يتمثل في $(1\ J)/(1\ C) = 1\ J/C$. ض م

التحقق من الاستيعاب

المجال الكهربائي اطلب إلى الطلاب شرح كيف يمكنهم استخدام شحنة الاختبار الموجبة في قياس مقدار المجال الكهربائي في موقع معيّن. ضع شحنة الاختبار الموجبة في الموقع المعيّن وقم بقياس القوة المؤثرة في شحنة الاختبار الصادرة من المجال الكهربائي. بعد ذلك اسأل عما سيحتاجون إليه لقياس فرق الجهد الكهربائي بين نقطتين. سيتعين عليهم قياس الشغل المنجز في نقل الشحنة بين نقطتين. ض م

التوسُّع

جهد الانفصال أخبر الطلاب أن كل مكثف يحمل ملصقًا بقيمة معروفة باسم جهد الانفصال (تُعرف أيضًا باسم جهد الانهيار أو تقدير الجهد). اسأل الطلاب عما إذا كان من الممكن فصل المكثف عن طريق وضع المزيد من الشحنات عليه. نعم؛ سيؤدي الشحن المفرط إلى فرق جهد زائد (ΔV) بين مكونيّ التوصيل في المكثف. إذا كان فرق الجهد هذا أكبر من جهد الانفصال، فإن التفريغ الكهربائي الناتج سيكسر الحاجز الكهربائي، مما يقضي على وظيفته. أم

McGraw-Hill Education حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة

التأكد من فهم النص والتحقق عبر الأشكال والمخططات والرسوم البيانية

التحقق عبر المخططات

ضع الشحنات قريبًا من بعضها. نظرًا لأن الشحنات متشابهة، فإنها تتنافر مع بعضها ولذلك يحتاج الأمر إلى بذل شغل لتقريبها من بعضها. يتم تخزين هذا الشغل المبذول في صورة زيادة في الجهد الكهربائي للنظام.

التحقق عبر المخططات

يعرّف فرق الجهد الكهربائي بأنه الشغل الذي بُذل لتحريك شحنة موجبة اختبارية بين نقطتين في مجال كهربائي مقسومة على مقدار الشحنة الاختبارية هذه.

التأكد من فهم النص

فرق الجهد الكهربائي هو الشغل الذي يجب بذله على شحنة حتى تتحرك. يتم التعبير عن ذلك رياضياً بالطريقة الآتية: $\Delta V = W_{\text{على } q'}/q'$، حيث $W_{\text{على } q'}$ هي الشغل المبذول على الشحنة و q' هي مقدار الشحنة.

التأكد من فهم النص

أصغر وحدة شحنة هي $e = 1.6\times10^{-19}$ C. الشحنات الممكنة الوحيدة هي مضاعفات لعدد صحيح هو e.

التأكد من فهم النص

الجسم المعدني للسيارة هو سطح متساوي الجهد. ومن ثم، لن يشعر ركاب السيارة بأية قوى من جراء المجالات الكهربائية داخل السيارة، حتى وإن أحدثت ضربة برقية تغيرًا كبيرًا في الجهد الكهربائي للسطح الخارجي للسيارة.

التحقق عبر الأشكال

الشحنات السالبة تطرد بعضها بعضًا. على سطح الموصل، تتسبب هذه القوة الطاردة في توزيعها توزيعًا متساوياً على سطح الموصل.

التأكد من فهم النص

توفر مانعة الصواعق مسارًا منخفض المقاومة، تستطيع الضربة البرقية من خلاله الوصول إلى الأرض.

مسائل للتمرين

21. 3×10^{2} V
22. 2×10^{4} N/C
23. 5.00×10^{2} V
24. 2.94×10^{-2} m
25. 7.9×10^{4} N/C

مسائل للتمرين

26. 4.5 J
27. 2.1×10^{4} N/C
28. 2.9×10^{-15} J
29. 1.8×10^{-14} J
30. 1.8×10^{7} J

مسائل للتمرين

31. تتساوى قوة الجاذبية (الوزن) المتجهة إلى الأسفل مع قوة احتكاك الهواء المتجهة إلى الأعلى في المقدار
32. إلكترون 2، 3.2×10^{-19} C
33. 4.0×10^{4} N/C
34. إلكترون 2، 3.2×10^{-19} C

مسائل للتمرين

35. 1.2×10^{23} C
36. 1.6×10^{-4} C، المكثف 6.8 μF
37. 1.1×10^{2} V، المكثف 3.3 μF
38. 3.3×10^{-5} C
39. 6.4×10^{-5} C
40. 1.0×10^{-5} F

مسألة تحفيزية في الفيزياء

1. $F = q^2/Cd$
2. 2.6×10^{-4} C

مراجعة القسم 2

41. سوف تتنوع الإجابات؛ الإجابة النموذجية الجهد الكهربائي هو طاقة الوضع لكل شحنة الوحدة ويُساوي الشغل اللازم لنقل شحنة الاختبار إلى موقع معيّن في مجال كهربائي.
42. تتغير طاقة الوضع الكهربائية عند بذل الشغل اللازم لنقل الشحنة إلى المجال الكهربائي. فرق الجهد الكهربائي هو الشغل المكتمل لكل شحنة وحدة لنقل الشحنة إلى المجال الكهربائي.
43. $V/m = J/C{\cdot}m = N{\cdot}m/C{\cdot}m = N/C$
44. ينبغي زيادة فرق الجهد.
45. تعد القطرة محايدة كهربائيًا.
46. 5.6×10^{-6} C
47. a. فروق الجهد بين المجالات تساوي صفرًا.
    b. سوف تكون الشحنة لكل مساحة وحدة على كل مجال هي نفسها.
48. لا يتولد عن الشحنات الموجودة على القبة المعدنية أي مجال داخل القبة. تنتقل الشحنات الصادرة من الحزام على الفور إلى خارج القبة.

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

كيف تعمل

صندوق ♥ على شكل قلب

أجهزة الصدمات الكهربائية الآلية الخارجية

الخلفية

يضخ القلب الدم عن طريق الضغط على غرفتي القلب العلويتين ثم الغرفتين السفليتين بعد لحظات. توقيت هاتين الضغطتين ناتج عن التأخير الطفيف الذي يحدث عندما يصل التيار الكهربائي المُتولِّد في العقدة الجيبية الأذينية (الناظمة) إلى العقدة الأذينية البطينية والذي يتباطأ لبعض الوقت قبل وصوله إلى خلايا عضلة القلب الموجودة في غرفتي القلب السفليتين. قد تحدث سكتة قلبية عندما يكون إيقاع هذه النبضات الكهربائية فوضويًا. قد تقوم الصدمة الكهربائية التي يُصدرها جهاز الصدمات الكهربائية الآلي الخارجي باستعادة هذا الإيقاع الطبيعي، إذا استخدمت في الوقت المناسب.

استراتيجيات التدريس

- تناول بالوصف علامات السكتة القلبية التي تصيب المريض: انهيار مفاجئ وفقدان الوعي النوبات أو قلة الحركة وعدم القدرة على إبداء استجابة عند هزه وغياب التنفس وانعدام النبض وميل الجلد إلى الزرقة.
- أخبر الطلاب أنه من المهم عدم تعرض المصاب بالسكتة القلبية للبلل أو الرقود في مكان مليء بالماء أثناء تشغيل جهاز الصدمات الكهربائية الآلي الخارجي. اسأل الطلاب عن سبب أهمية احتياطات الأمان. ساعدهم على استنتاج أنه نظرًا لأن الماء يوصل التيار الكهربائي، فمن المحتمل أن تتجه الصدمة الكهربائية الصادرة عن جهاز الصدمات الكهربائية الآلي الخارجي إلى أماكن غير مقصودة، مما يؤدي إلى إلحاق الضرر بالمصاب وبالآخرين المجاورين له.
- اطلب من الطلاب معرفة المزيد عن قانون الإغاثة وناقش كيفية تطبيقه على أجهزة الصدمات الكهربائية الآلية الخارجية.
- شجّع طالبًا أو أكثر على حضور دورة تدريبية عن جهاز الصدمات الكهربائية الآلي الخارجي وتقديم عرض توضيحي عما تعلموه أمام الفصل.

المزيد من التعمق >>>

النتائج المتوقعة ينبغي على الطلاب من خلال بحثهم اكتشاف أن أجهزة الصدمات الكهربائية الآلية الخارجية مفيدة أكثر في الأماكن التي يوجد بها الكثير من الأشخاص. خرائط مواقع أجهزة الصدمات الكهربائية الآلية الخارجية قد تتضمن المدارس وأماكن العمل والمطارات والملاعب ومراكز التسوق.

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

القسم 1

إتقان المفاهيم

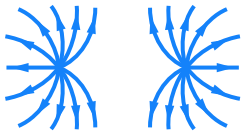
49. يجب أن تكون شحنة الاختبار صغيرة في المقدار مقارنة بمقادير الشحنات المُولِّدة للمجال كما يجب أن تكون موجبة.

50. اتجاه المجال الكهربائي هو نفسه اتجاه القوة المؤثرة في الشحنة الموجبة الموجودة في المجال.

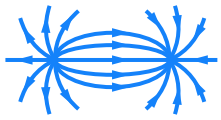
51. تُستخدم خطوط المجال الكهربائي في تمثيل المجال الفعلي في الفراغ الموجود حول شحنة ما. اتجاه المجال الكهربائي عند أي نقطة هو الظل المرسوم على خط المجال عند تلك النقطة.

52. كلما اقتربت خطوط المجال من بعضها البعض، كان المجال الكهربائي أقوى.

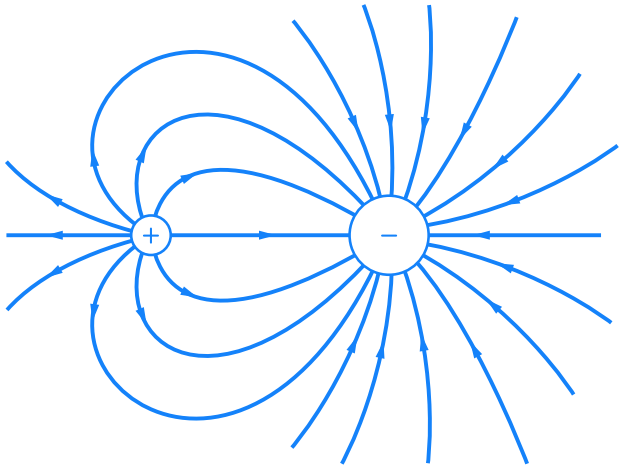
53. a.



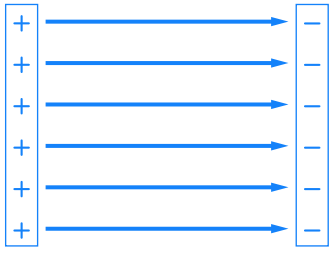
b.



c.



d.



54. ينتهي بها المطاف إلى شحنات سالبة بعيدة في مكان ما خارج حواف الرسم التخطيطي.

55. لا

56. زيادة

إتقان حل المسائل

57. 2.8×10^{-5} C

58. 6.7×10^{-7} C

59. 1.8×10^{5} N/C

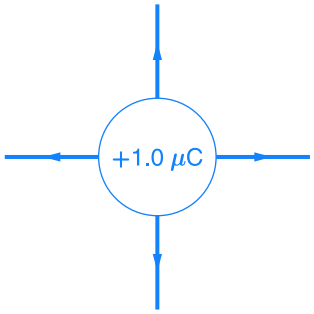
60. 3.0×10^{4} N/C

61. a. إلى الأعلى

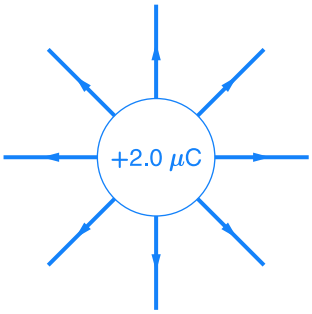
b. 2.4×10^{-17} N لأعلى

c. 8.9×10^{-30} N, أصغر بمعدل يزيد عن تريليون ضعف

62. a.



b.

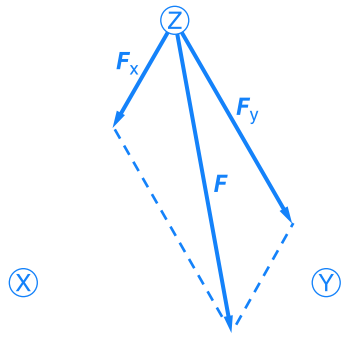


63. 3.0×10^{-4} N

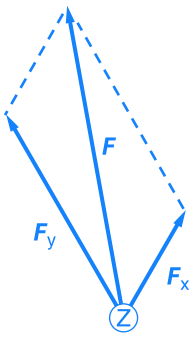
64. 3.497×10^{19} N/C

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

65. a.



b.



66. a. -1.60×10^{-14} N

b. -1.76×10^{16} m/s^2

67. a. 1.2×10^{13} N/C للخارج

b. -1.9×10^{-6} N باتجاه النواة

القسم 2

إتقان المفاهيم

68. جول، فولت

69. الفولت هو الشحنة الموجودة في طاقة الوضع الكهربائية، ΔPE الناتجة عن نقل شحنة اختبار الوحدة q لمسافة 1 m d في مجال كهربائي E قدره 1 N/C.

70. تتم مشاركة الشحنة مع سطح الأرض، الذي يُعد جسمًا كبيرًا للغاية.

71. الطاولة عازل كهربائي أو على أقل تقدير موصل ضعيف للغاية.

72. تحمي العلبة المعدنية الأجزاء من المجالات الكهربائية الخارجية، التي لا توجد داخل أي موصل أجوف.

إتقان حل المسائل

73. 5.0×10^{1} V

74. 1.4 J

75. -7.2×10^{-17} J

76. 1.0×10^{2} C

77. 9.0×10^{1} V

78. 3500 N/C

79. 2.00 μF

80. a. 8.0×10^{-19} C

b. 5 إلكترونات

81. 1.5×10^{2} V

82. 6.75×10^{-10} C

83. 4.4×10^{2} V

84. 0.45 J

85. a. 1.8×10^{-2} W

b. 4.5×10^{3} W

c. تتناسب الطاقة تناسبًا عكسيًا مع الزمن؛ فكلما قل الوقت اللازم لاستنفاد كمية معيّنة من الطاقة، أصبحت الطاقة أكبر.

86. 5.6 μC

87. a. 3.1×10^{6} J

b. 3.1×10^{14} W

c. 3.1×10^{3} s

تطبيق المفاهيم

88. ستتحول طاقة الوضع الكهربائية للجسيم إلى طاقة حركية للجسيم.

89. C

90. B > A = D > E > C

91. a. لا؛ يمكن أن تكون كتلها مختلفة.

b. نسبة الشحنة إلى الكتلة، q/m (أو m/q)

92. هناء

93. ستتنوع الإجابات، لكن صيغة الإجابة الصحيحة هي، "في منطقة من الفراغ تحتوي على مجال كهربائي منتظم، يتغير الجهد بمعدل 9 V على مسافة قدرها 0.85 cm. ما مقدار المجال الكهربائي في هذه المنطقة؟"

94. غيّر الجهد عبر المكثف.

مراجعة شاملة

95. 6.4×10^{-6} J

96. 6.3 μC

97. 2×10^{-10} F

98. a. سوف تختلف الأجوبة. الصيغة المحتملة للإجابة الصحيحة هي، ". . . في مجال كهربائي. إذا تأثر بقوة قدرها 0.60 N، فما مقدار المجال الكهربائي؟"

b. سوف تختلف الأجوبة الصيغة المحتملة للإجابة الصحيحة هي، ". . . ثم نقل إلى موقع آخر. إذا تم بذل ما مقداره 0.35 J من الشغل المبذول على الشحنة المطلوب نقلها، فكم يساوي فرق الجهد الكهربائي بين الموقعين؟"

McGraw-Hill Education حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة

99. a. $5.6\ \mu C$
b. $4.8\times10^{8}\ V/m$
c. $7.7\times10^{-15}\ N$ in في الاتجاه المعاكس للمجال الكهربائي

100. $1.2\times10^{-6}\ J$

101. a. سعة المكثف
b. $0.50\ \mu F$
c. الشغل المبذول لتغيير المكثف

التفكير بشكل ناقد

102. $E = 6.14\times10^{4}\ N/C$ عند $\theta = -23.4°$

103. a. $1.2\times10^{-10}\ N$
b. $1.2\times10^{3}\ m/s^2$
c. $1.0\times10^{-3}\ s$
d. $0.60\ mm$

الكتابة في علم الفيزياء

104. ستتنوع إجابات الطالب استنادًا إلى العالم المحدد.

مراجعة تراكمية

105. a. $2.3\times10^{-4}\ s$
b. $5.6\times10^{2}\ rev/s$
c. $1.1\times10^{4}\ N$

106. $h_{\text{الجبل}} = 2000\ m$

107. $104\ cm$

108. a. $F/9$
b. $3F$
c. $F/3$
d. $F/2$
e. F

تدريب على الاختبار المعياري

الاختيار من متعدد

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

إجابة مفتوحة

8. $(18)(1.602\times10^{-19}\ C) = 2.9\times10^{-18}\ C$,

$$6.12\times10^{-14}\ N\left(\frac{1.41\times10^{-2}\ m}{2.88\times10^{-19}\ C}\right) = 3.00\times10^{2}\ V$$

إرشادات

الإرشادات وتوجيهات التصحيح التالية هي عينة لاستراتيجية تحديد الدرجات لأسئلة الإجابة الحرة.

النقط	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. الإجابة صحيحة بشكل جوهري وتوضح شيئًا أساسيًا، لكنها لا توضح الفهم العميق في الفيزياء.
2	يُظهر الطالب فهمًا جزئيًا فقط لموضوعات الفيزياء التي درسها. بالرغم من استخدام الطلاب للطريقة الصحيحة للحل أو ربما يكونون قد قدموا حلاً صحيحًا، إلا أن العمل ينقصه فهم أساسي للمفاهيم الفيزيائية المتضمنة.
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.

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

الوحدة 16
التيار الكهربائي

نبذة عن الصورة

الطاقة الكهربائية اطلب إلى الطلاب تحديد الاستخدام الأساسي للطاقة في الصورة. وضّح أن الطاقة المستخدمة في إنارة شوارع المدينة والأماكن الداخلية للمباني مستمدة بشكل كامل من الطاقة الكهربائية. فقبل المصباح الكهربائي، كانت الإنارة الاصطناعية تعتمد بشكل مباشر على الطاقة الكيميائية. يتم توفير قدر كبير من الطاقة الكهربائية المستخدمة في المدن من محطات الكهرباء التي تنتج الطاقة الكيميائية من خلال حرق الوقود مثل الفحم والبترول والغاز الطبيعي.

استخدام التجارب الاستهلالية

عند إضاءة المصباح، يصبح بإمكان الطلاب التحقق من الدوائر الكهربائية باستخدام بعض المكونات الأساسية القليلة.

نظرة عامة على الوحدة

تمت مناقشة التيار الكهربائي في الدوائر الكهربائية. تم عرض واستخدام مكونات الدائرة الكهربائية الأساسية ورموزها في عمل رسوم بيانية تخطيطية. تم شرح قانون أوم، فيما يتعلق بالقدرة الكهربائية وتكلفة استخدام الطاقة الكهربائية.

قبل دراسة الطلاب لموضوع هذه الوحدة، يجب عليهم دارسة:

- الاحتفاظ بالطاقة
- الشحن الكهربائي
- الطاقة الحركية
- فرق الجهد
- الطاقة الحرارية
- العمل والطاقة والقدرة الكهربائية

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

- بيانات الأشكال والمخططات والرسوم البيانية
- الترميز العلمي
- الأرقام المعنوية
- حل المعادلات الخطية

تقديم الفكرة الرئيسة

اعرض كشّافين كهربائيين يدويين للطلاب جنبًا إلى جنب، أحدهما يعمل بالبطارية والآخر بذراع يدوي. اطلب إلى الطلاب تحديد نقاط التشابه والاختلاف بين الكشّافين الكهربائيين. قد يشير الطلاب إلى أن الاختلاف الرئيسي هو في مصدر الطاقة. ماذا يحدث للمصباح الضوئي في كل من الكشّافين الكهربائيين عند قطع التيار الكهربائي عند أي نقطة، سواء عن أحد قطبي البطارية أو ذراع التدوير؟ ذكّر الطلاب بأن الأجهزة الكهربائية لا "تستهلك" الشحن الكهربائي ولكنها تحوّل الطاقة الكهربائية إلى أشكال أخرى من الطاقة.

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

القسم 1 التيار الكهربائي والدوائر الكهربائية

1 مقدمة

البداية (نشاط محفِّز)

القدرة الكهربائية وصّل مصدر كهرباء متغير بمصباح إضاءة بقوة 60 W. استخدم عدّادات على مصدر الكهرباء أو استخدم أجهزة متعددة القياسات لمراقبة فرق الجهد والتيار الكهربائي. اطلب إلى الطلاب توصيل فرق الجهد الزائد بمصباح الإضاءة وحساب القدرة الكهربائية للعديد من فروق الجهد المختلفة. اطلب إليهم استنتاج العلاقة بين سطوع المصباح والقدرة الكهربائية. سيصدر المصباح المزيد من الضوء عند زيادة القدرة الكهربائية. عند زيادة فرق الجهد في مصباح الإضاءة، تظل المقاومة ثابتة وتزداد القدرة الكهربائية. ض م بصري-مكاني

الربط بالمعارف السابقة

الطاقة سيطبّق الطلاب ما تعلموه فيما يتعلق بمفهوم تحويل الطاقة. سيطبقون أيضًا مفهوم القدرة الكهربائية الذي استكشفوه في دراستهم للحركة الميكانيكية للأجهزة الكهربائية.

2 التدريس

إنتاج التيار الكهربائي

تحديد المفاهيم الخاطئة

اللغة من غير الصحيح استخدام الجمل مثل "الفولتية عبر هذه الدائرة الكهربائية". يجب أن يدرك الطلاب أن الفولتية تكون دائمًا عبارة عن فرق الجهد بين نقطتين. تنتقل الشحنات من خلال دائرة كهربائية—وليس الفولتية أو التيار الكهربائي.

الدوائر الكهربائية

استخدام التشابه

التيار الكهربائي اطلب إلى الطلاب وصف مدى التشابه بين التيارات الكهربائية والتيارات المائية. فالتيارات الكهربائية نفسها لا تتدفق ولكن الماء والشحنات تتدفق. اطلب إلى الطلاب تقديم مناظرتهم الخاصة لوصف الدائرة الكهربائية أو التيار الكهربائي. على سبيل المثال، يتحرك نموذج القطار حول مسار دائري كما تتحرك الشحنات حول دائرة كهربائية. ض م

خلفية عن المحتوى

مصادر الطاقة تحوّل محطات الطاقة الكهرومائية الطاقة الحركية الناتجة عن تساقط المياه إلى طاقة كهربائية. يُستخدم عمود التوربين في تشغيل المولّد. يحتوي سد هوفر على 17 مولدًا. ينتج سد هوفر ما يقارب 4 مليارات كيلو واط ساعة وهو ما يكفي لسد احتياجات 1.3 مليون شخص. توفر محطات الطاقة الكهرومائية في أنحاء العالم حوالي 24 في المائة من الطاقة الكهربائية في العالم. يعمل أكثر من 2000 محطة كهرومائية في الولايات المتحدة، ما يجعل الطاقة الكهرومائية أكبر مصدر للطاقة المتجددة في البلاد.

التفكير الناقد

شواحن البطارية اطلب إلى الطلاب استخدام ما تعلموه عن فروق الجهد وتدفق الشحنات لشرح كيفية إعادة شحن الهاتف اللاسلكي من خلال توصيله بمقبس كهرباء. اطلب منهم شرح ما إذا كان هذا يختلف عن توصيل الهاتف بولاعة السجائر في السيارة. قد تشتمل مناقشة هذه النقطة على تدفق الإلكترونات من بطارية السيارة أو من نظام الكهرباء المنزلية إلى الجهاز المراد شحنه. من الممكن الرجوع إلى هذه النقطة والتوسع فيها لاحقًا عندما يناقش الطلاب البطاريات والطاقة الكيميائية وأيضًا عند الحديث عن تحويل القدرة الكهربائية للتيار المستمر/المتردد (AC/DC). أم

استخدم الشكل 2

اطلب إلى الطلاب استخدام المخطط العام الموضح في الشكل لوصف عمل الأضواء الأمامية للسيارة، بدءًا من الجازولين في خزان الوقود. ق م

تطوير المفاهيم

الفكرة الرئيسة التشبيه التالي سيساعد الطلاب في رؤية تدفق الشحنة الكهربائية، المعروفة بالتيار الكهربائي. يستخدم أحد المنتجعات الشاطئية خزان المياه لتوفير احتياجاته. يقوم العديد من النزلاء بالاستحمام في نهاية وقت الظهيرة ولكن يشتكي الكثيرون منهم من ضعف تدفق المياه. اطلب إلى الطلاب معرفة كيفية حل المنتجع لهذه المشكلة. سيزداد ارتفاع مستوى الخزان من طاقة المياه الكامنة، كما ستقلل الأنابيب الواسعة من المقاومة. بدلاً من ذلك، اطلب إلى الطلاب التفكير في تدفق الشحنات الكهربائية كما لو أنها تشبه حركة المرور على أحد الطرق السريعة في ساعة الذروة. اطلب إليهم معرفة كيفية زيادة حركة السيارات. يمكنك تقليل المقاومة بتوسيع الطرق وإضافة المزيد من الحارات وإزالة العقبات مثل إشارات المرور أو إضافة المزيد من المخارج على الطرق السريعة. يمكنك زيادة الطاقة من خلال زيادة الحد الأقصى للسرعة. ض م

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

التدريس المتمايز

الطلاب الذين يواجهون صعوبة لدى بعض الطلاب العديد من الطرق لشرح المفاهيم الصعبة التي قد تكون مقبولة لغيرهم إلى الطلاب. إذا وجد الطالب صعوبة في فهم أحد المفاهيم، فحاول تكوين مجموعات مناقشة صغيرة. ابدأ المناقشات بطرح الأسئلة التالية: لماذا تُعد الدائرة الكهربائية الكاملة ضرورية لتدفق الشحنات؟ لماذا يُعد مصدر الطاقة ضروريًا لتدفق الشحنات؟ صف المقاومة وفرق الجهد باستخدام المصطلحات الدارجة. ما الأمور المشتركة بين فرق الجهد والضغط؟ ق م التعلم التعاوني العلاقات بين الأشخاص

معدلات تدفق الشحن ونقل الطاقة

نشاط

الطاقة والبيئة اطلب إلى الطلاب التحقق من التأثير السلبي الذي يحدثه إهدار الطاقة الكهربائية على البيئة. اقترح عليهم وضع قائمة ببعض الأمثلة للأنشطة الشخصية والقومية والمدرسية التي قد تتسبب في إهدار الطاقة الكهربائية وبعد ذلك ضع حلول للحد من إهدارها. ض م لغوي

مثال إضافي في الفصل

يستخدم مع مثال *1*.

مسألة محرك 120 V يعمل بقوة 13 A. حدد القدرة الكهربائية والطاقة المستخدمة على مدار ساعة من العمل.

الإجابة $P = IV$, $P = 120\ \text{V} \times 13\ \text{A}$, $P = 1.6\ \text{kW}$;
$E = Pt$, $E = 1.6\ \text{kJ/s} \times 60\ \text{min} \times 60\ \text{s/min}$
$E = 5.8 \times 10^6\ \text{J}$

التدريس المتمايز

ضعاف البصر يمكن أيضًا عمل رنان الجرس باستخدام البطارية ومصباح الإضاءة باستخدام بطارية وجرس كهربائي (جرس باب) أو جرس رنان. علاوة على ذلك، يمكنك عرض كيفية استبدال الجرس على الباب بضوء وامض وهو ما يتم عمله للأفراد ضعاف السمع أو في المواقع العازلة للصوت (مثل استوديو التسجيل). ملاحظة: توجد مجموعة متنوعة من الأجهزة الإلكترونية الشخصية التي تساعد ضعاف البصر. قد يكون لدى بعض الطلاب أجهزة PDA القادرة على نسخ النص المكتوب وترجمته إلى لغة بريل أو الأجهزة التي تقوم بالوصول إلى مؤلف الكلام المسموع.

مناقشة

سؤال اعرض للطلاب بطاريات من نوع AAA و D. وضح أن البطاريتين بقوة 1.5 V واطلب إلى الطلاب وصف الاختلاف الأبرز بينهما.

الإجابة ستدوم بطارية الخلية D مدة أطول عند تعرضها لحمل معين. لأن بطارية الخلية D كتلتها أكبر (وبالتالي تحتوي على المزيد من المواد الكيميائية (الشحنات)، فتوفر التيار الكهربائي لمدة أطول قبل نفاد الطاقة الكيميائية. ق م

الرسم التخطيطي للدوائر الكهربائية

استخدام التجربة المصغرة

في تجربة التيار الكهربائي، يمكن للطلاب رسم التيارات الكهربائية وتكوينها وفحصها في الدوائر الكهربائية.

الفيزياء في الحياة اليومية

مصابيح الإضاءة احسب التيار الكهربائي والقدرة الكهربائية عند تشغيل المصباح 100 W في درجة حرارة الغرفة.

$$I = \frac{V}{R} = \frac{120\ \text{V}}{10\ \Omega} = 10\ \text{A}.\ P = IV = (10\ \text{A})(120\ \text{V}) = 1\ \text{kW}.$$

يمثل هذا تأثيرًا حراريًا أوليًّا كبيرًا. إذا كان ممكنًا، احصل على مصباح 100 W شفاف ليتمكن الطلاب من رؤية حجم الأسلاك.

McGraw-Hill Education حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة

المقاومة وقانون أوم

خلفية عن المحتوى

المُقاوِمات Resistors يتم عمل المُقاوِمات للحصول على كمية دقيقة من المقاومَة لإدخالها في الدائرة الكهربائية. وعادة ما يتم صنعها من السلك الفلزي أو الكربون وتصميمها بشكل هندسي للحفاظ على قيمة ثابتة للمقاومة تتماشى مع الظروف البيئية المتنوعة. وبخلاف المصابيح، لا تنتج المُقاوِمات الضوء ولكنها تحول الطاقة الكهربائية إلى طاقة حرارية في دائرة كهربائية قيد الاستخدام. وعادة على الرغم من أن الغرض من المُقاوِم هو توفير كمية دقيقة من المقاومة الكهربائية وليس توفير طاقة حرارية قابلة للاستخدام. ولأن المُقاوِمات تنقل الطاقة الحرارية إلى ما يحيط بها ما يجعل الشحنات الإلكترونية تمر من خلالها لمنع "الاحتكاك" في المقاومة، يتم أيضًا تصنيف المُقاوِمات على حسب مقدار الطاقة الحرارية التي تصدرها دون حدوث تجاوز في درجة الحرارة أو التسبب في حدوث ضرر.

تطوير المفاهيم

المقاومة مقابل المقاومية Resistance v. Resistivity على الرغم أنه من الدقة الحديث عن مقاومة سلك نحاسي، إلا أنه من غير المعقول الحديث عن مقاومة النحاس نفسه لأن المقاومة تتغير على حسب طول ومساحة المقطع العرضي. لأن المقاومة (R) تتناسب عكسيًا مع مساحة المقطع العرضي (A) وتتناسب طرديًا مع الطول، (L) ويمكن تحديد المقاومية (ρ) من خلال ضرب مقاومة السلك في مساحة السلك والقسمة على طول السلك: $R = \rho\left(\frac{L}{A}\right)$.

استخدام التشابه

المقاومة والمشي لجعل مفهوم المقاومة أكثر واقعية، حاول عمل مقارنة بين المقاومة الكهربائية ومقاومة أحد الأشخاص عند سيره فوق أسطح مختلفة. فالسير على الأسفلت سهل للغاية (مقاومة قليلة) والسير في حقل مُوحل أكثر صعوبة بينما السير في الممرات المزدحمة أمر بالغ الصعوبة (مقاومة عالية).

تعزيز المعارف

إكمال الدائرة الكهربائية اطلب إلى الطلاب تحديد المصطلح الذي يدل على كل من التالية: (1) الشحنات المتحركة في الأسلاك (2) مضخة الشحن الكيميائي (3) تحول الطاقة الكهربائية إلى طاقة حرارية (4) القانون الذي ينص على أن التيار الكهربائي في موصل معين يتناسب طرديًا مع فرق الجهد فيه (5) معدل تحويل الطاقة. (1) إلكترونات (2) بطارية أو خلية (3) مقاومة أو مُقاوِم (4) قانون أوم (5) قدرة كهربائية قم لغوي

الفيزياء في الحياة اليومية

المقاومة والمقاومية يستخدم المهندسون المقاومية للتنبؤ بالمقاومة. تصور مرور تيار كهربائي في سلك نحاسي طوله 2.0 m وقطره 2.0 mm. لتوقع مقاومة السلك، يمكنك استخدام القانون $R = \rho L/A$، حيث R هي المقاومة بوحدة Ω، ρ هي مقاومية بوحدة $\Omega \cdot m$، L هو الطول بالأمتار و A هو مساحة المقطع العرضي في الأمتار المربعة. بتعويض القيم المناسبة نحصل على

$$R = \frac{\rho L}{A} = \frac{(1.68\times10^{-8}\ \Omega\cdot m)(2.0\ m)}{\pi(1.0\times10^{-3}\ m)^2} = 1.1\times10^{-2}\ \Omega$$

استخدام النماذج

بطارية سيارة يمكن للطلاب استخدام مفهوم المقاومة لعمل نموذج لبطارية جافة جزئيًا. على سبيل المثال، قد تحتاج بطارية السيارة 12 V إلى وجود 200 A من التيار الكهربائي عند تدوير المحرك. إذا كانت مقاومة تدوير المحرك 0.060 Ω، فالتيار الكهربائي اللازم قد تم توفيره: $\frac{12\ V}{0.060\ \Omega} = 200\ A$. يمكن عمل نموذج لبطارية جافة على شكل مُقاوِم 1 Ω. بالجمع مع مقاومة تدوير المحرك، تصبح المقاومة الجديدة 1.060 Ω. التيار الكهربائي المتوفر سيكون 11 A وهو ما لا يكفي تقريبًا لتشغيل المحرك. وضّح أن هذا النموذج يشير إلى أن قياس فرق الجهد في البطارية باستخدام عدّاد لا يستهلك أي تيار كهربائي، لا يوضح ما إذا كانت البطارية تستطيع القيام بدورها أو لا. لهذا السبب، يستخدم الميكانيكيون اختبار التحميل لتقويم بطارية السيارة.

خلفية عامة عن المحتوى

درجة الحرارة والمقاومة تحتوي جميع الموصلات تقريبًا على معامل درجة حرارة موجب للمقاومية، α. يمكن تحديد معامل درجة حرارة المقاومية من خلال معادلة تشبه معادلة معامل التمدد الخطي. يمكن استخدام القانون التالي لتوقع التغيير في المقاومة: $R_1 R_1 = \frac{R_2(1+\alpha T_1)}{(1+\alpha T_2)}$. هي المقاومة بوحدة الأوم عند درجة حرارة T_1 في R_2، °C هي المقاومة بوحدة الأوم عند درجة حرارة T_2 في °C و α هي درجة حرارة معامل المقاومية في $°C^{-1}$.

استخدام التجربة المصغرة

عند توليد طاقة كهربائية يمكن للطلاب ملاحظة الطاقة الكهربائية من سلسلة الخلايا.

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

مثال إضافي في الصف

يستخدم مثالاً مع مثال 2.

مسألة بطارية 9.0 V متصلة بمُقاوِم 15 kΩ. ما مقدار التيار الكهربائي الموجود في هذه الدائرة الكهربائية؟

الإجابة $I = \frac{V}{R} = \frac{9.0\ \text{V}}{15\ \text{k}\Omega} = 0.60\ \text{mA}$

عرض توضيحي سريع

قانون أوم

الزمن المقدَّر 10 دقائق

المواد مصدر تيار مباشر متغير وعدّاد متعدد القياسات (2) مصباح 12 V وقاعدة مصباح أو مقبس (عند الحاجة)، مُقاوِم 2 Ω، 100 W وأسلاك توصيل

الإجراءات توصيل الدائرة الكهربائية كما هو موضح في **شكل 5**، استخدام مصدر الكهرباء بدلاً من بطارية. ابدأ بالرقم 0 V (صفر) واطلب من أحد الطلاب المساعدين تسجيل فرق الجهد والتيار الكهربائي على السبورة. قم بزيادة فرق الجهد في مصدر الكهرباء في خطوتين للفولت (2 V)حتى الوصول إلى 12 V. اطلب من الطالب المساعد تسجيل فرق الجهد والتيار الكهربائي في كل خطوة. اطلب من طالب مساعد آخر عمل تمثيل بياني على السبورة. كرّر العملية بالكامل باستخدام المُقاوِم في مكان المصباح. قم بإجراء مناقشة في الفصل تُركز على قانون أوم.

التوصيلات على التوالي والتوازي

عرض توضيحي سريع

التيار المتردد والرنين

الزمن المقدَّر 15 دقيقة

المواد خلية شمسية ومكبر صوت وسماعة وجهاز ومضات الضوء

الإجراءات يمكن أن يوضح العرض التالي إنتاج النغمة من التداخل البنّاء. وصّل الخلية الشمسية بمكبر الصوت والسماعة. عرّض الخلية الشمسية لإضاءة مصابيح فلورية. يجب أن يسمع الطلاب تلك الدندنة بقوة 60 Hz. قم بتشغيل الأضواء وإطفائها واطلب إلى الطلاب الاستماع إلى فرق الصوت. يمكنك زيادة التجربة بضبط جهاز ومضات الضوء حتى 59 Hz أو 61 Hz. لاحظ النبضات الصادرة. راجع وسائل المساعدة البصرية لمشاهدة الموجات والتداخل البنّاء.

استخدم مختبر الفيزياء

عند دراسة الجهد الكهربائي والتيار الكهربائي والمقاومة، يمكن للطلاب التحقق من العلاقة بين فرق الجهد والتيار الكهربائي والعلاقة بين المقاومة والتيار الكهربائي.

3 التقويم

تقويم الفكرة الرئيسة

التيار الكهربائي ارسم دائرة كهربائية بسيطة تشتمل على بطارية ومصباح إضاءة على السبورة أو اطلب إلى الطلاب تصور دائرة معينة أو رسمها بأنفسهم. تصور إغلاق الدائرة الكهربائية حتى يتوقف المصباح عن الإضاءة. كيف يتغير الشحن الكهربائي في البطارية مع مرور الوقت؟ توجد دائمًا نفس كمية الشحن في البطارية. ما الذي تخزنه البطارية؟ تخزن البطارية الطاقة الكهروكيميائية. ولا تخزن الشحن الكهربائي.

التحقق من الفهم

الدوائر الكهربائية ارسم دائرة كهربائية كاملة على السبورة في شكل مخطط تفصيلي. اطلب إلى الطلاب تحديد هل الدائرة كاملة أم لا وتحديد الرموز وتحديد مصدر الطاقة الكهربائية وتحديد الأجهزة التي تحول الطاقة الكهربائية إلى أشكال أخرى للطاقة والإشارة إلى اتجاه التيار الكهربائي وتحديد تطبيقات قانون أوم وتحديد كيفية تحديد القدرة الكهربائية. ق م بصري-مكاني

إضافة

البطاريات اطلب إلى الطلاب شرح البطاريات القابلة لإعادة الشحن من منظور الطاقة ومقارنتها بالمكثفات. تخزن البطارية الطاقة في شكل كيميائي، بينما يخزن المكثّف الطاقة في مجال كهربائي. عند تفريغ البطارية، يتم إنتاج التيار الكهربائي عن طريق حدوث التفاعل الكيميائي في المحلول الإلكتروليتي. في بطارية السيارة، على سبيل المثال، تشتمل التفاعلات الكيميائية على ثاني أكسيد الرصاص وحمض الكبريتيك الذي ينتج كبريتات الرصاص والماء وهو ما تفرغه البطارية. لا يوجد تغيير كيميائي داخل المكثّف عند تفريغه. بدلاً من ذلك، يتم إنتاج المجال الكهربائي من عدم توازن الشحن على الألواح المستخدمة. ض م

McGraw-Hill Education حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة

التأكد من فهم النص والتحقق عبر الأشكال والمخططات والرسوم البيانية

التأكد من فهم النص

تتحرك الشحنات داخل الدائرة الكهربائية، لكن يظل إجمالي كمية الشحن في الدائرة الكهربائية ثابتًا. تنتقل الشحنات الكهربائية هنا وهناك فقط، بيد أنها لا تفنى تمامًا.

التأكد من فهم النص

$P = E/t;\ P = (q/t)\Delta V;\ P = I\Delta V$

التأكد من فهم النص

يصور المخطط الخصائص الكهربائية لعناصر الدائرة الكهربائية والمسار أو المسارات التي يسلكها التيار الكهربائي ولكنك قد تغفل بعض التفاصيل مثل لون مصباح الإضاءة أو درجة السطوع. يشبه رسم الفنان ما يراه المُراقب في الواقع ولكنه لا يحمل الكثير من المعلومات حول الخصائص الكهربائية للدائرة الكهربائية.

التأكد من فهم النص

يقيس جهاز التيار الكهربائي (الأميتر) شدة التيار الكهربائي. يقيس جهاز الجهد الكهربائي (الفولتميتر) فرق الجهد.

التأكد من فهم النص

تصف المقاومة مقدار فرق الجهد الواجب توفره في مضخة الشحن لتحريك الشحنات الكهربائية داخل الدائرة الكهربائية بمعدل معين.

التأكد من فهم النص

تُظهر الأجهزة التي تتبع قانون أوم مقاومة ثابتة لا تعتمد على فرق الجهد داخل الجهاز. تتبع أغلب الموصلات الفلزية قانون أوم.

التأكد من فهم النص

يمكنك تقليل فرق الجهد داخل الدائرة الكهربائية أو زيادة المقاومة. سيقلل أي منهما شدة التيار الكهربائي.

التحقق عبر الأشكال والمخططات والرسوم البيانية

يسمح جهاز قياس فرق الجهد بالتغيير المستمر في دوران المحرك بدلاً من التغييرات التي تحدث خطوة بخطوة.

تطبيق

1. 24 W
2. 0.60 A
3. 63 W
4. 2.5×10^{4} J
5. 40 A
6. 0.30 A
7. تزداد القدرة الكهربائية بمقدار العامل 6.

تطبيق

8. $I = 4.80$ A؛ للاطلاع على مخطط الدائرة الكهربائية، انظر دليل الحلول عبر الإنترنت.
9. $R = 53\ \Omega$؛ للاطلاع على مخطط الدائرة الكهربائية، انظر دليل الحلول عبر الإنترنت.
10. 60.0 V للتطبيق رقم 8، 4.5 V، للتطبيق رقم 9.
11. يجب وضع الرموز على المخطط بشكل صحيح والتي تشير إلى مصدر الجهد الكهربائي والمصباح والمفتاح الكهربائي وجهاز قياس فرق الجهد – الفولت potentiometer. للاطلاع على مخطط الدائرة الكهربائية، انظر دليل الحلول عبر الإنترنت.
12. سيمثل المخطط التطبيق رقم 11 ولكنه سيشتمل على مقياس الجهد الكهربائي متصلاً على التوازي مع المصباح. للاطلاع على مخطط الدائرة الكهربائية، انظر دليل الحلول عبر الإنترنت.

تطبيق

13. 0.36 A
14. $1.5\times10^{4}\ \Omega$
15. 1.2×10^{2} V
16. a. $2.4\times10^{2}\ \Omega$
    b. 6.0×10^{1} W
17. a. 0.60 A
    b. $2.1\times10^{2}\ \Omega$
18. a. 6.3×10^{1} V
    b. $2.1\times10^{2}\ \Omega$
    c. 19 W

مراجعة القسم 1

19. تتحرك جُسيمات الشحن داخل الدائرة الكهربائية. يُطلق على جُسيمات الشحن المتحركة هذه اسم التيار الكهربائي. عندما تتحرك جُسيمات الشحن داخل إحدى المواد مثل سلك فلزي تعوق الجُسيمات الموجودة في المادة التدفق. وتُسمى إعاقة التدفق هذه بالمقاومة.
20. يجب أن يحتوي المخطط على مصدر الجهد الكهربائي ومصباح في دائرة كهربائية مغلقة. للاطلاع على المخطط، انظر دليل الحلول عبر الإنترنت.
21. لا؛ تعتمد المقاومة على الجهاز. عندما يزداد V، سيزداد I أيضًا.
22. زيادة بمقدار 4.0 W
23. احسب شدة التيار الكهربائي في السلك وفرق الجهد الذي يمر عبره. اقسم فرق الجهد على التيار الكهربائي لتحصل على مقاومة السلك. للاطلاع على مخطط نموذجي للدائرة الكهربائية، انظر دليل الحلول عبر الإنترنت.
24. 4.4×10^{4} J
25. تقل الطاقة الكامنة للشحن عند مرورها بالمُقاوِم. تتحول طاقة الوضع هذه إلى طاقة حرارية وتنتشر هذه الطاقة الحرارية أو تتبدد في البيئة المحيطة بها.

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

1 مقدمة

البداية (نشاط محفِّز)

معدل التغيير اغمر مقاومة مقدارها 47 Ω وقدرتها 10 W في كوب بوليسترين صغير نصفه ممتلئ بالماء. استخدم ميزان الحرارة (الترمومتر) لقياس درجة حرارة الماء. عند وجود متسع من الوقت، قم بإجراء تجربتين، إحداهما باستخدام فرق جهد 10 V والأخرى باستخدام 20 V. لاحظ زيادة معدل درجة الحرارة. اطلب إلى الطلاب تحديد درجة الحرارة الحالية وتسجيل القراءات وعمل بياني بياني على السبورة. ق م بصري-مكاني

الربط بالمعارف السابقة

الطاقة الكهربائية خلال هذا الجزء سيتعرف الطلاب على المفاهيم الخاصة بالتيار الكهربائي والقدرة الكهربائية في استخدامات الحياة اليومية للطاقة الكهربائية. وسيستمرون أيضًا في استكشاف طبيعة قانون حفظ الطاقة.

2 التدريس

الطاقة الكهربائية والمقاومة والقدرة الكهربائية

مثال إضافي في الصف

الاستخدام مع مثال 3

مسألة مسخن ماء يعمل بقوة 240 V ومقاومة عنصره الحراري هي 12 Ω. ما مقدار التيار الكهربائي المطلوب وما مقدار الطاقة الحرارية الناتجة خلال 30 دقيقة؟

الإجابة $I = \frac{V}{R}$, $I = \frac{240\ \text{V}}{12\ \Omega}$, $I = 2.0\times10^{1}\ \text{A}$; $E = I^2Rt$, $E = (2.0\times10^{1}\ \text{A})^2 \times 12\ \Omega \times 30\ \text{min} \times \frac{60\ \text{s}}{1\ \text{min}}$, $E = 8.6\ \text{MJ}$

نشاط مشروع فيزيائي

موصلات فائقة التوصيل اطلب إلى الطلاب تحضير تقرير يوضح أسباب قيام بعض المواد بالتوصيل الجيد للكهرباء في درجات حرارة منخفضة جدًا. يجب على الطلاب اكتشاف أن الموصلات تحتفظ بالإلكترونات بشكل غير محكم؛ ما يسمح للإلكترونات المتنقلة بتحويل الطاقة الكهربائية إلى طاقة حرارية. تتعرض الإلكترونات المتنقلة في الموصلات فائقة التوصيل لتحويلات قليلة من الطاقة لأنها تنتقل على شكل ثنائيات. بينما قد يحدث هذا التزاوج المفيد في درجات حرارة عالية ولكن في الموصلات فائقة التوصيل، تجعل درجات الحرارة المنخفضة من السهل للإلكترونات الازدواج والتحرك بسرعة بين الذرات مع تحويلات صفرية للطاقة الكهربائية إلى طاقة حرارية. ض م لغوي

استخدم مختبر الفيزياء

في تجربة حفظ الطاقة، يمكن للطلاب قياس ومقارنة كميات الطاقة الكهربائية والطاقة الحرارية.

توفير الطاقة الكهربائية

نشاط تحفيزي في الفيزياء

السعة الكهربائية استخدم مكثفًا كهربائيًا 25 V، 1000 μF ومصدرًا كهربائيًا 12 V DC ومصباحًا بقوة 12 V لعرض الشحن وتخزين الطاقة. **تنبيه:** تحقق من الأسلاك في الدائرة الكهربائية للتأكد من **توصيل كل شيء بشكل صحيح قبل تشغيل مصدر الكهرباء.** اطلب إلى الطلاب شرح كيفية وجود تيار كهربائي كافٍ في هذه الدائرة الكهربائية لإنارة المصباح عند وجود مقاومة تيار مستمر (DC) في المكثّف في نطاق 106 Ω. **تنبيه: لا تحاول قياس مقاومة المكثّف أثناء شحنه.** افصل أسلاك المكثّف لمدة دقيقة أو نحو ذلك قبل القيام بهذا القياس. أم بصري-مكاني

McGraw-Hill Education حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة

عرض توضيحي سريع

تخزين الطاقة

الزمن المقدَّر 10 دقائق

المواد مكثف 1 μF وبطارية 9 V وعدّاد رقمي متعدد القياسات (DMM) ومُقاوِم 1 MΩ

الإجراءات استخدم هذا العرض لإظهار تخزين الطاقة في المكثّف. جهّز الدائرة الكهربائية وحدّد وقتًا لتفريغ المكثّف. تأكد من ملاحظة قطبية المكثّف. تأكد من تشغيل الجهاز متعدد القياسات كمقياس للجهد الكهربائي. يحتوي DMM دائمًا على مقاومة 10 MΩ والزمن المطلوب لتفريغ المكثف هو $RC = 5(10\ \text{M}\Omega)(1\ \mu\text{F}) = 50\ \text{s}$. كرّر التجربة 5 مع مُقاوِم 1 MΩ مع التوصيل على التوازي مع أسلاك العدّاد وهو ما سيظهر انخفاض مقدار وقت تفريغ الشحن.

مناقشة

سؤال لماذا توضع خطوط الكهرباء ذات الضغط المرتفع على أبراج عالية؟

الإجابة يتم وضع خطوط الكهرباء ذات الضغط العالي على أبراج لأسباب تتعلق بالسلامة. حيث تشكل فروق الجهد التي تصل إلى مئات الآلاف من الفولت، خطورة بالغة. لذلك تُعد مواد العزل اللازمة لوضع الكابلات بالقرب من الأرض أو أسفل الأرض غير عملية. تسمح أيضًا الأبراج العالية للهواء بالعمل كعامل عزل ضخم. ض م

استخدم الشكل 17

اطلب إلى الطلاب افتراض أن لديهم عداد واط-ساعة رقمي. وافترض أيضًا عدم وجود تيار كهربائي في هذه اللحظة (كأن كل شيء في المبنى قد تم إيقاف تشغيله). اسأل الطلاب هل ستكون قراءة العدّاد صفرًا أو لا. لا؛ ستظل القراءة السابقة لأن العدّاد يشير إلى إجمالي الطاقة المستخدمة. ض م

تطوير المحتوى

الفكرة الرئيسة تكون مقاومة الجسم البشري للتيار الكهربائي عندما يكون الجلد جافًا حوالي $1.0\times10^5\ \Omega$. يقلل العرق المقاومة الكهربائية لاحتوائه على أيونات توصل الشحنة الكهربائية بسرعة. تُعد هذه الظاهرة أساس اختبارات استجابة الجلد الجلفاني أو "أجهزة كشف الكذب" التي تستخدم تيارًا كهربائيًا صغيرًا لتحديد التغيرات في مستويات التوتر والتي تظهر بزيادة التعرق.

تطوير المفاهيم

أجهزة الستريو والقدرة الكهربائية يميل بعض الأشخاص إلى تزويد سياراتهم بأنظمة صوت قوية. يصعب تنفيذ هذا باستخدام نظام بقوة 2 V فهذه السماعات تحتاج عادة إلى مقاومة بقوة 4.0 Ω. في هذا النظام، تُتقيد القدرة الكهربائية التي تصل إلى إحدى السماعات بمقدار $36\ \text{W}\ (V^2/R)$. أحد الحلول هو استخدام مكبر الصوت ذي النوع الجسري والذي يضاعف بفاعلية فرق الجهد في كلتا السماعتين (أربعة أضعاف القدرة الكهربائية).

تعزيز المعارف

استخدام الطاقة اعرض مسخن ماء من النوع الذي يغمر في الماء وأداة التسخين في مسخن ماء الكهربائي. اطلب إلى الطلاب شرح الاختلافات بين الجهازين. والعناصر التي يمكن ذكرها في المناقشة التالية بما في ذلك الحجم والتكلفة والمقاومة ومعدل الجهد الكهربائي والموثوقية.

ض م رياضي - منطقي

3 التقويم

تقويم الفكرة الرئيسة

المقاومة عند توصيل آلة حاسبة بقوة 0.10 W ببطارية 1.5 V. ما مقدار مقاومة الجهاز؟ 22 Ω

التحقق من الاستيعاب

الاستهلاك والتكلفة لمساعدة الطلاب على فهم استهلاك الطاقة والتكلفة، اطلب إليهم المقارنة بين تكلفة تشغيل أجهزة المنزل الكهربائية المتنوعة من خلال شرح العلاقات بين القدرة الكهربائية والتيار الكهربائي وتكلفة تشغيل الأجهزة التي تعمل بقدرة 1000 W و 250 W و 50 W على الجهد الكهربائي المنزلي. لنفترض تساوي جميع المتغيرات الأخرى ليس فقط التغييرات في القدرة الكهربائية مثل زيادة القدرة الكهربائية والتيار الكهربائي وزيادة تكلفة التشغيل. ض م

التوسع

الإنتاج المستقبلي للطاقة حدد طلابًا لعمل مشروع بحث حول الاستخدام المستقبلي المحتمل للاندماج النووي في توليد الكهرباء. يجب على الطلاب المقارنة بين عمليات الانشطار والاندماج والاحتراق.

ض م لغوي

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

التأكد من فهم النص والتحقق عبر الأشكال والمخططات والرسوم البيانية

التحقق عبر الأشكال

يحوّل التصادم بين الشحنات المتدفقة والجُسيمات في المُقاوِم طاقة الوضع الكهربائية إلى طاقة حرارية.

التأكد من فهم النص

لا توجد مقاومة في الموصلات فائقة التوصيل.

التأكد من فهم النص

لتقليل فقد الطاقة الحرارية، يتم تقليل التيار الكهربائي المار بخطوط النقل وزيادة الفولتية.

التأكد من فهم النص

يساوي الكيلو واط في الساعة 3.6×10^{6} J. وهي وحدة الطاقة المناسبة للاستخدام عند وصف معدل استهلاك الكهرباء ومدة استخدام الكهرباء.

تطبيق

26. a. 8.0 A

b. 2.9×10^{4} J

c. 2.9×10^{4} J

27. a. 1.2 A

b. 1.6×10^{4} J

28. a. 1.3×10^{3} J

b. 4.7×10^{3} J

29. a. 2.0×10^{1} A

b. 1.3×10^{5} J

c. 17°C

30. 1.1 h

تطبيق

31. a. 1.8 kW

b. 270 kWh

c. 81.0 درهمًا إماراتيًا

32. a. 9.6×10^{-3} A

b. 1.1 W

c. 0.24 درهم إماراتي

33. 9.5 h

34. 8.2 h

تحدي الفيزياء

1. 15 V

2. تظل شدة التيار 15 V لعدم وجود مسار للتخلص من الشحنة.

3. 15 V و 13 mA

4. تظل فولتية المكثّف عند 15 V لعدم وجود مسار لتفريغ المكثّف. يظل التيار الكهربائي عند 13 mA لثبات فولتية البطارية عند 15 V. ومع ذلك، إذا كانت البطارية والمكثّف مكونات حقيقية بدلاً من المكونات المثالية للدائرة الكهربائية، ستصبح فولتية المكثّف في النهاية صفرًا لوجود تسريب وستكون قوة التيار الكهربائي في النهاية صفرًا لاستنزاف البطارية.

مراجعة القسم 2

35. تتحول الطاقة الميكانيكية من المحرك إلى طاقة كهربائية في مولد الكهرباء. يتم تخزين الطاقة الكهربائية على هيئة طاقة كيميائية في البطارية؛ حيث تتحول الطاقة الكيميائية إلى طاقة كهربائية في البطارية. كما تتحول الطاقة الكهربائية إلى ضوء وطاقة حرارية في المصابيح الأمامية.

36. تستهلك الحرارة المزيد من الكهرباء، $P = IV$. لذا يكون التيار ذو الفولتية الثابتة أكبر. نظرًا لأن $I = V/R$، فإن المقاومة أصغر.

37. بعض الفوائد المحتملة: انخفاض تكلفة الكهرباء، عند تقليل فقد الكهرباء خلال النقل فسيقل استخدام كمية الفحم وغيره من مصادر إنتاج الكهرباء، مما يساعد على المحافظة على جودة البيئة التي نحيا فيها.

38. بالنسبة إلى القدرة الكهربائية نفسها، عند مضاعفة الجهد الكهربائي، تقل شدة التيار الكهربائي إلى النصف. ستقل معادلة الفقد I^2R في أسلاك الدائرة الكهربائية بشكل كبير لأنها تتناسب مع تربيع التيار الكهربائي.

39. 929.4 درهمًا إماراتيًا

40. a. 29 Ω

b. 500 W

41. تحتاج معظم الأجهزة إلى القدرة وليس الطاقة للعمل مدة أطول.

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

نظرة فاحصة

مزيد من التطور

الخلفية

قد يكون موضوع الحفاظ على البيئة من الموضوعات المحيرة التي تُطرح في مادة الفيزياء. في النهاية، إحدى أهم رسائل علم الفيزياء هي دوام المحافظة على الطاقة. فالسؤال في الواقع ليس عن الطاقة ولكن عن الإنتروبي Entropy. أثناء تحويل الطاقة من شكلٍ إلى آخر، يتحول بعض كميات الطاقة إلى طاقة حرارية غير قابلة للاسترداد. تأمل الأسلاك الساخنة نتيجة التيار الكهربائي أو الحرارة المنبعثة من محرك السيارة أو الطاقة الحرارية الصادرة عن المبرّد. فتقليل هذه الطاقة غير المستخدمة هو محور مناقشات حفاظ الطاقة.

استراتيجيات التدريس

لتعزيز فكرة أن الطاقة لا تنشأ في محطة توليد الكهرباء، تتبع التحويلات التي تحدث لأي نوع من أنواع الطاقة. يمكن إرجاع مصدر كل من الفحم والبترول إلى الطاقة الشمسية التي خزنتها في بادئ الأمر الكائنات الحية منذ زمن بعيد. ويمكن إرجاع مصدر الطاقة النووية إلى النجوم المتفجرة التي كوّنت عناصر ثقيلة نشطة في المفاعلات النووية. يرجع مصدر الطاقة الحرارية في باطن الأرض بشكل جزئي إلى تحلل العناصر المشعة والجزء الآخر إلى طاقة الوضع الناتجة عن تكوين الأرض.

المزيد من التعمق >>>

نتائج متوقعة ستوفر شبكة الكهرباء الذكية الطاقة في جميع الأوقات إلى المستهلك دون انخفاضها أو انقطاع الكهرباء خلال فترات الاستهلاك المرتفع. كما يتم عمل تقرير فوري في حالة انقطاع الكهرباء عن المستهلك كي تعود الكهرباء في أقرب وقت. ستسمح شبكة الكهرباء الذكية بالاستغلال الأمثل للطاقة الزائدة التي يوفرها المستهلكون للشبكة. ستوفر شبكة الكهرباء الذكية كمية كافية من الطاقة زهيدة الثمن للعملاء.

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

القسم 1

إتقان المفاهيم

42. $1\ A = 1\ C/s$

43. توصيل سلك مقياس الجهد الكهربائي (الفولتميتر) الموجب بسلك المحرك الأيسر وتوصيل سلك جهاز قياس الجهد الكهربائي (الفولتميتر) السالب بسلك المحرك الأيمن.

44. اقطع الدائرة الكهربائية بين البطارية والمحرك. ثم وصّل سلك جهاز قياس شدة التيار الكهربائي (الأميتر) الموجب بالجانب الموجب من منطقة القطع (وهو الجانب الموصل بقطب البطارية الموجب) وسلك جهاز قياس التيار الكهربائي (الأميتر) السالب بالجانب السالب (وهو الجانب الأقرب من المحرك).

45. من اليسار إلى اليمين عبر المحرك

46. a. 4
    b. 1
    c. 2
    d. 3

47. توجد مقاومة قليلة في السلك ذي القطر الأكبر لكثرة الإلكترونات التي تحمل الشحن.

48. a. يجب أن يحتوي المخطط على مصدر الجهد الكهربائي ومُقاوِم.
    b. يجب توصيل جهاز قياس شدة التيار الكهربائي (الأميتر) على التوالي.
    b. يجب توصيل جهاز قياس الجهد الكهربائي على التوازي.

49. a. يقوم جهاز قياس فرق الجهد في المحرك الكهربائي بعمل شحنات مستمرة في سرعة المحرك بدلاً من التغيير البطيء في سرعة المحرك.
    b. يساعد جهاز قياس فرق الجهد في عصا التحكم في الألعاب بترجمة حركة عصا اللعبة إلى موضع على شاشة الكمبيوتر.

إتقان حل المسائل

50. a. الطاقة الكهربائية إلى طاقة حرارية وضوء
    b. الطاقة الكهربائية إلى طاقة حرارية وطاقة حركية
    c. الطاقة الكهربائية إلى ضوء وصوت
    d. الطاقة الكيميائية إلى ضوء وطاقة حرارية

51. a. 18 W
    b. 1.6×10^{4} J

52. a. 1.5 A
    b. 27 V
    c. 41 W
    d. 1.5×10^{5} J

53. 9.6×10^{2} W

54. 1.4×10^{2} W

55. a. 3.0 A
    b. 27 V
    c. 81 W
    d. 2.9×10^{5} J

56. a. 0.50 A
    b. 9.0 V
    c. 4.5 W
    d. 1.6×10^{4} J

57. a. 6.0×10^{1} W
    b. 1.8×10^{4} J

58. a. 2.5×10^{3} J/s
    b. 2.5×10^{3} W

59. 19 A

60. a. 4.5 W
    b. 3.0×10^{3} J

61. 24 V

62. 6.0 V

63. 1.2×10^{2}

64. 5.0 A

65. a. $R = 143\ \Omega,\ R = 148\ \Omega,\ R = 150\ \Omega,$
    $R = 154\ \Omega,\ R = 159\ \Omega,\ R = 143\ \Omega,$
    $R = 143\ \Omega,\ R = 154\ \Omega,\ R = 157\ \Omega,$
    $R = 161\ \Omega$

    b. لا بد أن يشير الرسم البياني إلى خط شبه مستقيم يزداد ميله بشكل ثابت من اليسار إلى اليمين ويمر بنقطة الأصل.

    c. تزداد مقاومة سلك النيكروم إلى حد ما مع زيادة مقدار الجهد الكهربائي، لذلك فإن السلك لا يتبع قانون أوم.

66. $V = 28\ V$.

67. a. لا، يزداد الجهد الكهربائي بمقدار عامل $9.0/6.0 = 1.5$. لكن يزداد التيار الكهربائي بمقدار عامل $75/66 = 1.1$.
    b. 0.40 W

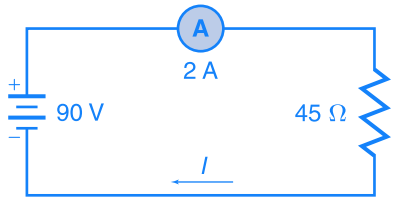
68. 1.08×10^{5} J; 9.5×10^{4} J

69. a. $3.0\times10^{2}\ \Omega$
    b. $6.0\times10^{1}\ \Omega$
    c. 2.0 A

70. a. 32 Ω
    b. $1.2\times10^{2}\ \Omega$

McGraw-Hill Education حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة

71.



$I = 2\ \text{A}$

القسم 2

إتقان المفاهيم

72. تسمح المقاومة القليلة للأسلاك الباردة بتيار كهربائي عالٍ من البداية مع تغيير كبير في درجة الحرارة وهو ما يضع الأسلاك تحت ضغط كبير.

73. تنتج الدائرة الكهربائية القصيرة تيارًا كهربائيًا عاليًا وهو ما يسبب تصادم المزيد من الإلكترونات مع ذرات السلك. هذا يزيد من الطاقة الحركية للذرات ودرجة حرارة السلك.

74. مقاومة السلك والتيار الكهربائي الذي يمر بالسلك

75. $W = \frac{C}{s} \cdot \frac{J}{C} = \frac{J}{s} = \frac{kg \cdot \frac{m^2}{s^2}}{s} = \frac{kg \cdot m^2}{s^3}$

إتقان حل المسائل

76. 510/kWh دراهم إماراتية

77. 0.15 A

78. 1.2×10^6 J

79. a. 1.1 A

b. 45 V

80. 13 A

81. 660 درهمًا إماراتيًا

82. a. 18/kWh درهمًا إماراتيًا

b. 0.05 درهم إماراتي

تطبيق المفاهيم

83. يتم الشعور بفرق الجهد في الدائرة الكهربائية بأكملها بمجرد توصيل البطارية بالدائرة الكهربائية. يؤدي فرق الجهد إلى تدفق الشحنات. ملاحظة: تتدفق الشحنات ببطء مقارنة بالتغيير الذي يحدث في فرق الجهد.

84. عند لمس السياج والأرض، تتعرض البقرة إلى فرق الجهد وتقوم بتوصيل التيار الكهربائي وهو ما يعرضها لصعقة كهربائية.

85. لا يوجد فرق جهد داخل الأسلاك؛ لذلك لا يتدفق التيار الكهربائي داخل جسم الطائر.

86. زيادة الفولتية أو تقليل المقاومة.

87. مصباح $P = \frac{V^2}{R}$ ؛ 50 W لذلك، $R = \frac{V^2}{P}$؛ وبالتالي، يقل P نتيجة زيادة R.

88. عند مضاعفة المقاومة، يقل التيار الكهربائي إلى النصف.

89. لا يوجد تأثير؛ $V = IR$, so $I = \frac{V}{R}$ وعند مضاعفة كل من الفولتية والمقاومة، لن يتغير التيار الكهربائي.

90. نعم، لأن التيار الكهربائي هو نفسه في كل موضع في الدائرة الكهربائية

91. لا؛ عند $R = 3.3 \times 10^4\ \Omega$، 1.5 V. عند، 3.0 V $R = 120\ \Omega$. يحتوي الجهاز الذي يتبع قانون أوم على المقاومة المستقلة عن الفولتية المستخدمة.

92. السلك ذو المقاومة الصغرى؛ $P = V^2/R$؛ تنتج R الأقل قدرة كهربائية أكبر وتتبدد P، في الأسلاك وهو ما ينتج الطاقة الحرارية بمعدل أسرع.

مراجعة شاملة

93. 200 h

94. 2.2×10^4 J

95. a. 2.5 A

b. 2.3×10^4 J

96. a. 3.0 A

b. 12 A

c. على الفور بمجرد التشغيل

97. المدى هو 10 Ω إلى 600 Ω.

98. a. 5.0 A

b. 40%

99. a. 9×10^5 J

b. 8°C

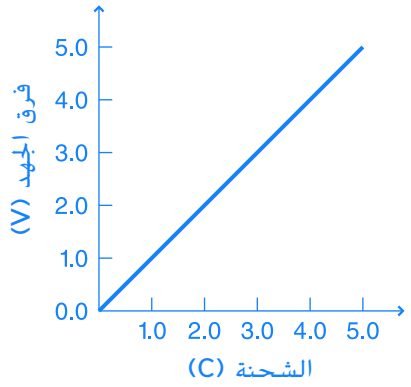
c. 7 دراهم إماراتية

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

التفكير الناقد

100. يجب أن يشتمل المخطط على مصدر الجهد الكهربائي وثلاثة مُقاوِمات أو مصابيح موصلة على التوالي وسيتحرك التيار الكهربائي باتجاه عقارب الساعة.

101.



الجهد الكهربائي = 5.0 V. الطاقة = 13 J.

لا؛ في الرسم البياني، إجمالي مرات الشحن الأخيرة لفرق الجهد يساوي بالضبط ضعف المساحة أسفل المنحنى. هذا يعني، من الناحية المادية أن كل كولوم سيتطلب نفس الكمية القصوى من الطاقة لتوصيلها إلى المكثف. وفعليًا، تزداد كمية الطاقة اللازمة لإضافة كل شحنة كلما تراكم الشحن على المكثّف.

102. B > C > A > D > E

103. سوف تختلف الإجابات، لكن الشكل الصحيح للإجابة هو، "توصيل مصباح إضاءة 60 W بمقبس كهربائي بقوة 110 V. عند تشغيل المصباح، ما مقدار التيار الكهربائي المتدفق من خلاله؟"

104. سوف تختلف الإجابات. إحدى الصيغ الممكنة للإجابة الصحيحة ستكون، "...والتيار الكهربائي الذي يمر من خلاله هو 250 mA. ما مقاومته؟"

105. يتم تحديد الحجم الفعلي للمُقاوِم من خلال تصنيف قدرتها الكهربائية. تُعد المُقاوِمات بقوة 100 W أكبر من المُقاوِمات المصنفة بدرجة 1 W.

106. يظهر الرسم البياني للأمبير والفولت الخاص بمُقاوِم يتبع قانون أوم على شكل خط مستقيم ونادرًا ما يكون ضروريًا.

107. قد يُظهر تمثيلان بيانيان قطعيان مكافئان عدد وحدات الواط المفقودة مقابل الجهد الكهربائي المار بمُقاوِم 10 Ω وعدد وحدات الواط المفقودة مقابل التيار الكهربائي المار بنفس المُقاوِم.

الكتابة في الفيزياء

108. يجب أن تحتوي إجابة الطالب على الأفكار التالية، بالنسبة إلى الأجهزة التي تتبع قانون أوم، يقل الجهد الكهربائي وفقًا للتيار الكهربائي المار بالجهاز والقانون هو $R = V/I$، تعريف المقاومة، هو اشتقاق من قانون أوم.

109. سوف تختلف الإجابات، لكن يجب على الطلاب تحديد أن خطوط النقل قد تكون ساخنة بما يكفي للتمدد والارتخاء عند وجود تيارات كهربائية عالية. قد تشكل الخطوط المرتخية خطورة عالية عند ملامستها لأجسام أسفلها، مثل الأشجار أو خطوط كهرباء أخرى.

مراجعة شاملة

110. 2.7×10^4 J/K؛ الثلج المنصهر: 2.4×10^4 J/K

111. 1.9 kPa أو حوالي 2/100 من إجمالي ضغط الهواء

112. 2.0 cm

113. 1.4×10^{-4} m

114. 0.41 N

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

تدريب على الاختبار المعياري

الاختيار من متعدد

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

إجابة مفتوحة

9. $I = 14$ A; $E = 2.5 \times 10^5$ J

إرشادات

الإرشادات وتوجيهات التصحيح التالية هي عينة لاستراتيجية تحديد الدرجات لأسئلة الإجابة الحرة.

النقط	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. الإجابة صحيحة بشكل جوهري وتوضح شيئًا أساسيًا، لكنها لا توضح الفهم العميق في الفيزياء.
2	يظهر الطالب فهمًا جزئيًا فقط للفيزياء ذات الصلة. 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 العديد من أوجه القصور.
0	يقدم الطالب حلاً خاطئًا تمامًا أو لا يجيب على الإطلاق.

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

الوحدة 17

دوائر التوالي والتوازي الكهربائية

نظرة عامة على الوحدة

تتناول هذه الوحدة أسس دوائر التوالي والتوازي الكهربائية. يشرح الجزء الأول المقاومات الكهربائية المكافئة في المُقاوِمات الموصَّلة على التوالي وعلى التوازي وتيارات الدائرة الكهربائية وفرق الجهد ودوائر التوالي ــ التوازي الكهربائية. يصف القسم الثاني كيفية استخدام الدوائر الكهربائية ويشرح آلية عمل قواطع الدوائر الكهربائية والمنصهرات وأجهزة قياس فرق الجهد (الفولتميتر) وأجهزة الأميتر وقواطع التيار بسبب الأعطال الأرضية.

قبل دراسة الطلاب لموضوع هذه الوحدة، يجب عليهم دارسة:

- موصلات وعوازل الكهرباء
- الاحتفاظ بالطاقة
- الشحن الكهربائي
- التيار الكهربائي
- الجهد الكهربائي
- قانون أوم

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

- الترميز العلمي
- الأرقام المعنوية
- حل المعادلات الخطية

تقديم الفكرة الرئيسة

اعرض العديد من المصابيح الكهربائية الصغيرة الموصَّلة على التوالي. أخرج مصباحًا واحدًا من المصابيح الموصلة. اسأل الطلاب عمَّا حدث للمصابيح. انطفأت مجموعة المصابيح بالكامل. اشرح لهم أن هذا يحدث لأن المصابيح موصلة بأسلوب التوالي. اسأل الطلاب إذا كان الشيء نفسه سيحدث إذا احترق أحد المصابيح الموجودة في الفصل. كلا اشرح لهم أن مصابيح الفصل موصَّلة على التوازي وتعمل بصورة مختلفة.

نبذة عن الصورة

صناعة المصابيح الكهربائية اجعل الطلاب يفحصون الصورة الفوتوغرافية. اسأل الطلاب عمَّا يحتاج إليه كل مصباح في متجر بيع المصابيح لكي تضيء. الكهرباء والتيار الكهربائي اجعل الطلاب يتوقعون ما قد يحدث إذا تم توصيل كل مصباح بالمصابيح الأخرى خلال سلسلة وانقطع أحد الأسلاك. ستنطفئ جميع المصابيح. اسأل الطلاب ما إذا كان هذا الأمر سيحدث فعلًا كلا الفت الانتباه إلى أنه يجب ترتيب التوصيلات السلكية في متجر بيع المصابيح لمنع حدوث ذلك.

استخدام التجارب الاستهلالية

في المنصهرات والدوائر الكهربائية، سوف يشرح الطلاب عمليًا كيف يعمل المنصهر على حماية الدائرة الكهربائية.

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

القسم 1 الدوائر الكهربائية البسيطة

1 مقدمة

البداية (نشاط محفِّز)

دوائر التوالي قم بتوصيل مصدر طاقة متغير بمصباح 12 W. استخدم أجهزة قياس خارجية متعددة الأغراض لمراقبة فرق الجهد والتيار. اضبط فرق الجهد باستخدام المزود على 10 V ولاحظ التيار. أطفئ مصدر الطاقة وأضِف مصباح 12 W آخر على التوالي. شغِّل مصدر الطاقة ولاحظ التيار وتوهُّج المصباحين. قِس فرق الجهد في كل مصباح. اضبط فرق الجهد عبر مصدر الطاقة على 20 V ولاحظ التيار وتوهّج المصباحين وفرق الجهد في كل منهما. ناقِش النتائج. ض م بصري-مكاني

الربط بالمعارف السابقة

طاقة الوضع ينطبق مبدأ حفظ الطاقة على الدوائر الكهربائية. ترفع مصادر الطاقة، مثل البطارية، طاقة وضع الشحنات الكهربائية المتدفقة خلالها. تنخفض طاقة الوضع مع تحول الطاقة إلى طاقة حرارية وضوئية بواسطة المصابيح والمُقاوِمات والأجهزة الأخرى. تعود طاقة الشحنات إلى قيمتها الأصلية حينما تدخل الشحنات الكهربائية إلى البطارية مرة أخرى. لا بد أن يتساوى مجموع انخفاضات فرق الجهد مع زيادة فرق الجهد عبر البطارية.

2 التدريس

نموذج النهر ودوائر التوالي

نشاط مشروع فيزيائي

دوائر التوالي الكهربائية اجعل الطلاب يفكرون في كيفية صنع المصباح اليدوي وشرح ذلك. احصل على نوع كبير وآخر صغير من المصابيح اليدوية، بحيث يكونا جاهزين للتفكيك والبحث وإعادتهما سويًا مرة أخرى. (تأكد أن البطاريات تعمل بصورة جيدة). حينما تكون كل بطارية موصلة بالأخرى من كلتا طرفيها، تنتقل الشحنة الكهربائية المولّدة من بطارية إلى البطارية أو البطاريات التالية في سلسلة التوالي. ناقش كيفية تغيُّر توهُّج المصباح إذا أضفت المزيد من البطاريات إلى دائرة التوالي. ض م بصري-مكاني

تحديد المفاهيم الخاطئة

المقاومة المكافئة يعتقد الطلاب أحيانًا أن ترتيب المقاومات والأحمال الموصَّلة على التوالي يمكن أن يؤثر على عمل دائرة التوالي. اشرح لهم أن تغيير ترتيب المُقاوِمات لا يؤثر إطلاقًا على التيار أو تبديد الطاقة كليًا. في حالة وجود مُقاومات غير متساوية موصَّلة على التوالي، سيتوقف موضع كل فرق جهد على موضع كل مقاوِم ولكن مجموع قيم فرق الجهد سيكون دائمًا مساويًا لفرق الجهد عبر مصدر الطاقة. ربما يفهم الطلاب بصورة أفضل من خلال إنشاء دائرة توالي كهربائية أولًا، ثم قياس التيار، ثم حساب القدرة. يجب عليهم بعدئذ تغيير ترتيب المقاومات ثم قياس التيار والقدرة مرة أخرى.

مناقشة

مسألة اطلب إلى الطلاب تحديد المقاومة المكافئة لمقاومين موصلين على التوالي أحدهما صغير إلى حد ما والآخر كبير إلى حد ما.

الإجابة في دائرة التوالي الكهربائية، تساوي المقاومة المكافئة مجموع المقاومات الموجودة في الدائرة، بصرف النظر عن كون تلك المقاوَمات صغيرة أو كبيرة. أضِف المقاومتين للحصول على الناتج الإجمالي.

ض م رياضي-منطقي

تعزيز المعارف

دوائر التوالي والمقاومة المكافئة اطلب إلى الطلاب تكوين العديد من مجموعات النقاش الصغيرة. اجعل كل مجموعة تُعِد قائمة بخصائص دوائر التوالي وتصف المقاومة المكافئة لدائرة توالي تحتوي على ثلاث مُقاوِمات. اطلب إلى الطلاب أن يُضمِّنوا القوائم جميع المعادلات المناسبة ويُعدّوا الرسوم البيانية التخطيطية ويروا إذا ما كان بإمكانهم التفكير في تطبيقات لدوائر التوالي. اطلب من كل مجموعة أن تتبادل القائمة التي أعدتها مع مجموعة أخرى لمناقشتها. وفي وقت لاحق، ادمج المجموعات لإجراء مناقشة على نطاق أوسع.

ق م العلاقات بين الأشخاص

استخدم الشكل 4

هبوط الجهد الكهربائي (الفولتية) اسأل الطلاب عن كيفية تطبيق مصطلح هبوط فرق الجهد في أحد أجهزة تقسيم الجهد لصنع مفتاح تحكم بالصوت في مشغِّل الأقراص المدمجة أو في جهاز الراديو. إذا كان مصدر الجهد يمثل إشارة صوتية، يمكن لجهاز تقسيم الجهد أن يوصِّل جزءًا ضئيلًا قابلًا للتعديل من فولتية الإشارة إلى المرحلة التالية من الدائرة الكهربائية.

ض م رياضي-منطقي

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

استخدم مختبر الفيزياء

في تجربة المُقاوِمات في دوائر التوالي، سوف يقيس الطلاب فرق الجهد عبر كل مُقاوم في إحدى دوائر التوالي.

التفكير الناقد

الفكرة الرئيسة تصبح مجموعات أضواء زينة المناسبات أقل تكلفة في تصنيعها إذا تم ترتيب المصابيح الكهربائية على التوالي. إلا أن الكثير من المستهلكين لا يقبلون بهذه المجموعات لأنه حينما يحترق أحد المصابيح تنطفئ المجموعة بأكملها. حتى إذا كان المستهلكون يعرفون كيفية إصلاح هذه المشكلة (على سبيل المثال، بنقل مصباح جيد معروف من موضع إلى موضع حتى تضيء المجموعة مرة أخرى)، فإنهم لا يرغبون في إهدار الوقت لفعل ذلك. اجعل الطلاب يبحثون في نوع مصابيح زينة المناسبات التي صنعها المصممون للتعامل مع هذه المشكلة ويشرحونها.

تمكن المصممون من خلال تطبيق المبدأ الفيزيائي الذي ينص على أن فرق جهد الخط الكامل ينخفض من خلال أحد المصابيح المحترقة–من تطوير مصباح خاص يُحدث دائرة تصير قصيرة حينما يمر جهد بمقدار 120 V عبر طرفي توصيلها. لن يضيء هذا النوع من المصابيح مرة أخرى ولكن ستعمل بقية المصابيح بجهد أعلى قليلًا. إذا وصل الكثير من المصابيح إلى حالة القِصر سينفجر المنصهر الموصَّل على التوالي. ض م رياضي–منطقي

نشاط مشروع فيزيائي

المقاوِمات الضوئية إلى جانب استخدام المقاوِمات الضوئية في أجهزة قياس الضوء الفوتوغرافية، يشيع استخدامها كذلك كأنظمة استشعار للضوء في مصابيح الإضاءة الأمنية التي تعمل تلقائيًا حينما يُظلم المكان. تكون المقاوَمة الموجودة في الجهاز عالية للغاية في أثناء الليل أو حتى في وجود طقس عاصف في أثناء النهار–في نطاق الميجا أوم. وحينما يُضاء نظام الاستشعار في أثناء النهار، تنخفض المقاومة بوجه عام إلى بضع مئات من الأوم. اجعل الطلاب يبحثوا عن تطور المقاوِمات الضوئية واستخدامها في مصابيح الإضاءة الأمنية أو في الأجهزة الأخرى ويصفوا بالرسوم البيانية كيفية تصنيعها وتشغيلها.

ض م حسيّ حركي بصري–مكاني

مثال إضافي في الصف

يستخدم مع مثال *1*.

مسألة إذا تم استخدام 15 V خلال ثلاث مقاومات موصَّلة على التوالي (15.0 Ω و 22.0 Ω و 47.0 Ω). احسب التيار في الدائرة وفرق الجهد عبر المقاوم 47.0 Ω. كيف سيتغير التيار باستخدام مقاوم 60.0 Ω بدلًا من المقاوم 47.0 Ω؟ اثبت كذلك أن القدرة الكليَّة تساوي مجموع كميات القدرة المفردة المستخدمة في المقاوِمات 15.0 Ω و 22.0 Ω و 47.0 Ω. إذا كان هناك وقت، فاشتق المعادلة $V_A = (V)(R_A)/(R_A + R_B + R_C)$.

الإجابة

$$I = \frac{V}{R} = \frac{15\ \text{V}}{15.0\ \Omega + 22.0\ \Omega + 47.0\ \Omega}$$
$$= 0.18\ \text{A}$$

$$V = IR = (0.18\ \text{A})(47.0\ \Omega) = 8.5\ \text{V}$$

$$I = \frac{V}{R} = \frac{15\ \text{V}}{15.0\ \Omega + 22.0\ \Omega + 60.0\ \Omega}$$
$$= 0.15\ \text{A}$$

سينخفض التيار عندما تزداد المقاومة.

$$P = IV = (0.18\ \text{A})(15.0\ \text{V}) = 2.7\ \text{W}$$

$$P_{(15)} = I^2R = (0.18\ \text{A})^2(15.0\ \Omega) = 0.49\ \text{W}$$

$$P_{(22)} = I^2R = (0.18\ \text{A})^2(22.0\ \Omega) = 0.71\ \text{W}$$

$$P_{(47)} = I^2R = (0.18\ \text{A})^2(47.0\ \Omega) = 1.5\ \text{W}$$

$$P = 0.49\ \text{W} + 0.71\ \text{W} + 1.5\ \text{W} = 2.7\ \text{W}$$

تعزيز المعارف

إعداد دائرة التوالي اطلب إلى الطلاب أن يقارنوا دائرة التوالي بالسلسلة. ينبغي عليهم أن يذكروا أن الوصلات متصلة من خلال الأطراف على التوالي واحدة بعد الأخرى. كذلك فإن السلسلة تنقطع حينما تنقطع إحدى حلقاتها (تصبح مفتوحة). ق م

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

خلفية عامة عن المحتوى

فرق الجهد في تركيب التوصيلات السلكية يعد فرق الجهد القليل من المشكلات الرئيسة عند تركيب توصيلات سلكية طويلة. قد تكون هناك كمية كبيرة من الطاقة الكهربائية التي تحولت إلى طاقة حرارية بين مصدر الطاقة والجهاز الذي يحتاج إلى تلك الطاقة في حالة عدم استخدام الوصلة السلكية المناسبة. يتعين على مهندسي الكهرباء، عند تصميم الأنظمة الكهربائية للمباني، تحديد الوصلة السلكية المناسبة لكل عملية تركيب؛ وذلك للتأكد من وجود فرق جهد كافٍ للحمل المطلوب. ولكي يفعلوا ذلك، يتعين عليهم تحديد طول الوصلة السلكية ما بين مصدر الطاقة والحِمل وكذلك الوصلة العائدة من الحمل وتحديد كمية الطاقة الكهربائية المتحولة لكل نوع من الأسلاك وتيار الحِمل. تضع الأنظمة الوطنية للكهرباء معايير لهذه العملية بالنسبة إلى المباني السكنية والتجارية وذلك من خلال تحديد قطر السلك الذي يلزم استخدامه في دائرة كهربائية ذات سعة تيار معينة. ض م لغوي

مثال إضافي في الصف

الاستخدام مع مثال 2.

مسألة مقسِّم جهد يتكون من مقاومين بقيمة 1.5 MΩ، موصَّل بمصدر 12.0 V. حدد فرق الجهد عبر مقاوِم واحد قبل توصيل الفولتميتر وبعد توصيله، على افتراض أن مقاومة $1.0\times10^7\ \Omega$.

الإجابة قبل توصيل الفولتميتر، سيكون فرق الجهد عبر كل مُقاوِم قيمته 1.5 MΩ نصف فرق الجهد في مصدر الطاقة أو 6.0 V وحينما يكون الفولتميتر موصّلًا فإنه يؤدي عمل مقاومة موصلة على التوازي:

$$R = \frac{1}{\frac{1}{1.5\ \text{M}\Omega} + \frac{1}{1.0\times10^7\ \Omega}}$$

$$= \frac{1}{\frac{1}{1.5\times10^6\ \Omega} + \frac{1}{1.0\times10^7\ \Omega}} = 1.3\ \text{M}\Omega$$

هبوط فرق الجهد عبر مجموعة التوازي

$$V=(12.0\ \text{V})(1.3\ \text{M}\Omega)/(1.3\ \text{M}\Omega + 1.5\ \text{M}\Omega) = 5.6\ \text{V}$$

عرض توضيحي سريع

أجهزة تقسيم الجُهد المُحمَّلة وغير المُحمَّلة

المواد مصدر طاقة متغيِّر لتيار مباشر؛ جهاز قياس متعدد الاستخدامات وثلاثة مقاوِمات 100 Ω أسلاك توصيل مزودة بمماسك.

الطريقة قم بتوصيل مقاومين على التوالي ووصِّل مصدر الطاقة خلالهما. شغِّل مصدر الطاقة على 6 V وقِس فرق الجهد خلال أحد المقاوِمين. اضبط مصدر الطاقة على 12 V وقِس فرق الجهد مرة ثانية. ابدأ مناقشة دوائر التوازي من خلال توصيل المقاوم الثالث على التوازي مع المقاوم الذي تم قياس فرق الجهد خلاله. قِس فرق الجهد مرة أخرى.

مناقشة

مسألة ارسم مخططًا لدائرة كهربائية مكونة من مقسِّم جهد ذي مُقاوِمين. هل من الممكن جعل الجهد المقسَّم مستقرًا حينما يتم توصيل أحمال متنوعة؟

الإجابة أجل، هذا ممكن ولكن ليس باستخدام المقاومات فقط. حينما يتم تحميل مقسِّم الجهد ينخفض فرق الجهد. من الممكن استبدال إحدى مقاومتي مُقسِّم الجهد بمنظم فرق الجهد لدائرة متكاملة والذي يمكنه جعل الجُهد المُقسَّم مستقرًا. يمكن للترانزستور تغيير مقاومته ليعمل كمنظم من أجل جعل الناتج أكثر استقرارًا. أم بصري-مكاني

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

دوائر التوازي

نشاط تحفيزي في الفيزياء

دوائر التوالي في السيارات يمكن للطلاب المهتمين أن يبحثوا السبب في كون الأجهزة المختلفة في السيارة موصَّلة على التوالي ومُقيَّمة بمقدار 12 V. اجعلهم يقيموا مصدر الطاقة. (بطارية 12 V) وكل الأجهزة التي تحتاج إلى استهلاك طاقة كهربائية في نفس الوقت؛ مثل جهاز الإشعال والمصابيح الأمامية والمصابيح الخلفية ومشغِّل الموسيقى. يمكنهم كذلك تقدير ما سوف يحدث للتيار والمقاومة المشتركة لدائرة التوازي إذا تم إضافة حمل آخر. سيكون من المفيد كذلك بحث تشخيصات وأحمال ومنصهرات الدوائر الكهربائية في السيارة. اجعلهم يصفون بالرسوم التوضيحية مجموعة الدوائر الكهربائية الافتراضية لسيارة. أم بصري-مكاني

الفيزياء في الحياة اليومية

قياس المقاومة المقاومة التي يمكن لجهاز الأوميتر قياسها هي المقاومة بين أي نقطتين. في الدائرة الكهربائية على سبيل المثال، يمرر الجهاز التيار من خلال السلك ثم يقيس فرق الجهد عبر السلك. من بعض التطبيقات العملية لأجهزة الأوميتر هي قياس المقاومة الكهربائية للمحركات والمحولات والوصلات من المعادن إلى الأسلاك وأجهزة الاستشعار البيئية وقواطع الدوائر الكهربائية ذات الجهد العالي ومفاتيح الفصل الأخرى. ناقش التطبيقات العملية الأخرى لأداة الاختبار الكهربائية هذه.

التدريس المتمايز

ضعاف البصر جهِّز أطوال عديدة من إحدى حبال الإضاءة بمحاولة صنع عُقد عديدة بحيث تكون هناك مسافة 5 cm تفصل بين العقدة والأخرى. اربط العديد من الحبال الأخرى لترتب دائرة توالي وأضف عُقدًا أخرى إذا اقتضت الضرورة ذلك. اطلب إلى الطلاب أن يحددوا أيًا من الحبال يمثل دوائر توالي وأيها يمثل دوائر توازي. استخدم لوحًا خشبيًا مُثقّبًا وبه صفوف من الثقوب الموزعة على مسافات متساوية ودعامات وحبلًا أو سلكًا ضوئيًا واجعل الطلاب يكوِّنون دوائر توالي وتوازي. اجعل الطلاب يشرحون كل دائرة من الدوائر المكوَّنة، بما في ذلك موضع المُقاوِمات ومصدر الطاقة ومكان سريان التيار. ض م حسيٌّ حركي

مثال إضافي في الصف

الاستخدام مع مثال 3.

مسألة أربعة مُقاومات 50.0 Ω و 40.0 Ω و 30.0 Ω و 20.0 Ω، موصلة على التوازي عبر بطارية 120 V. عيِّن التيار خلال ي كل فرع من الدائرة والمقاومة المكافئة للدائرة والتيار خلال البطارية.

الإجابة

$$I_A = \frac{V}{R_A} = \frac{120\ \text{V}}{50.0\ \Omega} = 2.4\ \text{A}$$

$$I_B = \frac{V}{R_B} = \frac{120\ \text{V}}{40.0\ \Omega} = 3.0\ \text{A}$$

$$I_C = \frac{V}{R_C} = \frac{120\ \text{V}}{30.0\ \Omega} = 4.0\ \text{A}$$

$$I_D = \frac{V}{R_D} = \frac{120\ \text{V}}{20.0\ \Omega} = 6.0\ \text{A}$$

$$R = \frac{1}{\frac{1}{R_A} + \frac{1}{R_B} + \frac{1}{R_C} + \frac{1}{R_D}}$$

$$= \frac{1}{\frac{1}{50.0\ \Omega} + \frac{1}{40.0\ \Omega} + \frac{1}{30.0\ \Omega} + \frac{1}{20.0\ \Omega}}$$

$$= 7.8\ \Omega$$

$$I = \frac{V}{R} = \frac{120\ \text{V}}{7.8\ \Omega} = 15\ \text{A}$$

خلفية عامة عن المحتوى

الحماية من التيار الخاطئ باستخدام دائرة التوازي يمكن أن يؤدي حدوث عطل في الأجهزة الكهربائية إلى توصيل التيار الكهربائي إلى العلبة الفلزية الموصلة للكهرباء وتعريض المستخدم إلى خطر الإصابة بصعقة كهربائية. قد يتلف العزل مما يجعل أحد الأسلاك يلامس العلبة. توفر الكابلات الكهربائية ذات الثلاث أطراف للمستخدم الحماية، لأن الطرف الثالث يوصل العلبة الفلزية بالأرض. حينما يفشل العزل، يوصل الطرف الثالث تيار العطل مباشرة إلى الأرض عبر مسار منخفض المقاومة، مما يمنع وصول أي تيار شديد إلى جسم المستخدم. تفسر خصائص دوائر التوازي سبب صحة ذلك؛ فالفرع الموصَّل على التوازي الذي به أقل مقاومة (في هذه الحالة هو الطرف الثالث) سوف يتحمل معظم التيار.

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

استخدم مختبر الفيزياء

في تجربة تركيب الدوائر الكهربائية سوف يبحث الطلاب كيفية تأثير تكوين الدائرة الكهربائية على الجهد الكهربائي والتيار في المصابيح الموجودة في الدائرة.

استخدام التجربة المصغرة

في تجربة قياسات دوائر التوازي، سيثبت الطلاب أن فروق الجهد عبر المكونات الموصلة على التوازي متساوية.

3 التقويم

تقويم الفكرة الرئيسة

دوائر التوالي والتوازي الكهربائية اعرض للطلاب بطارية موصَّلة بثلاثة مصابيح صغيرة على التوالي. اسأل الطلاب كيف يمكنهم إعادة ترتيب الدائرة حتى تصبح إضاءة المصابيح أكثر توهجًا. رتِّب المصابيح الثلاثة على التوازي بدلًا من ترتيبها على التوالي.

التحقق من فهم النص

مقارنة دوائر التوالي ودوائر التوازي ارسم دائرتي توالي وتوازي على اللوحة. اطلب إلى الطلاب تحديد الدائرتين والمقارنة بينهما. اطرح سؤالًا عن الكمية الكهربائية الثابتة في كل حالة. اسألهم عن كيفية تحديد المقاومة المكافئة في كل حالة. وأخيرًا اسألهم عن العلاقة ما بين التيار وفرق الجهد والمقاومة وتبديد القدرة الكلية والمفردة. ض م بصري-مكاني

إعادة التدريس

عرض توضيحي لدوائر التوالي والتوازي راجع دوائر التوالي والتوازي بعرض التوصيلات السلكية والمفاتيح والمصابيح والمُقاوِمات ومصادر الطاقة وأجهزة القياس. قم بتوصيل مقاومين على التوالي وقِس المقاومة الكليَّة. قم بتوصيل نفس المقاومين على التوازي وقِس المقاومة مرة أخرى.

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

التأكد من فهم النص والتحقق عبر الأشكال والمخططات والرسوم البيانية

التأكد من فهم النص

دائرة التوالي هي دائرة كهربائية يكون فيها مسار واحد للتيار.

التحقق عبر المخططات

يشير السهم في الاتجاه المعروف لسريان التيار.

التحقق عبر المخططات

يرمز الحرف V إلى الفولتميتر ويرمز الحرف A إلى الأميتر.

التأكد من فهم النص

يعتمد التيار الساري خلال المُقاوم على المقاومة الكهربائية وفرق الجهد عبر ذلك المُقاوم.

التأكد من فهم النص

حفظ الجهد الكهربائي في الدائرة الكهربائية.

التأكد من فهم النص

مجموع الزيادات في الجهد الكهربائي في إحدى الدوائر الكهربائية يساوي إجمالي النقص في قيمة الجهد الكهربائي.

تطبيق

1. 66 Ω, 2.9 A
2. 32 Ω, 2.3 A
3. 2.0×10^{2} Ω
4. a. سوف تزيد.
   b. سوف تنخفض.
   c. كلا، لا تعتمد على المقاومة.
5. $V_1 = 28$ V; $V_2 = 35$ V; $V_3 = 12$ V
   $V_1 + V_2 + V_3 = 75$ V، فولتية البطارية.
6. R_2 قد فشلت. لديها مقاومة لا نهائية وتظهر فولتية البطارية عبرها.
7. a. 0.031 A
   b. 17 V
   c. $P_{\text{إجمالي}} = 0.52$ W, $P_{R1} = 0.24$ W, $P_{R2} = 0.28$ W
   d. نعم. ينص قانون حفظ الطاقة على أن الطاقة لا تستحدث من العدم ولا تفنى؛ ولذلك فإن المعدل الذي تتحول عنده الطاقة أو تتبدد عنده القدرة، سيساوي مجموع كل الأجزاء.
8. لولا دائرة القِصر، لانطفأت المجموعة بأكملها بعد احتراق مصباح واحد. بعد توقف الكثير من المصابيح عن العمل ثم تحولها إلى قصيرة، تؤدي المقاومة الكلية المُخَفَّضة لبقية المصابيح التي ما زالت تعمل إلى زيادة التيار بالقدر الكافي لانفجار المنصهر.
9. المُقاوم ذو المقاومة الكهربائية الأقل ستبدد كمية أقل من القدرة وهكذا سوف يكون أكثر برودة.
10. 7.5 V
11. a. 55 Ω; b. 2.2 A; c. 48 V, 72 V
12. a. 11.9 kΩ
    b. 1.0×10^{-3} A
    c. 11.9 V
13. 5.3 kΩ
14. a. 5.00 Ω; b. 6.00 A; c. 2.00 A
15. a. تصبح أصغر حجمًا.
    b. تصبح أكبر حجمًا.
    c. تبقى كما هي. التيارات مستقلة.
16. a. 20.0 Ω
    b. 0.600 A
    c. 0.100, 0.200, 0.300 A
17. 240 Ω بالتوازي مع مقاومة 150 Ω

مراجعة القسم 1

18. يجب أن تتضمن إجابة الطلاب الأفكار التالية: (1) في دائرة التوالي، يكون التيار واحدًا في كل جهاز ويكون مجموع الانخفاض في الجهد مساويًا لجهد المصدر. (2) في دائرة التوازي، يكون انخفاض الجهد واحدًا في كل جهاز ويكون مجموع التيارات في كل دارة مساويًا لتيار المصدر.
19. 2.9 A
20. 810 mA يكون التيار واحدًا في كل مكان في دائرة التوالي.
21. a. 0 V; b. 0 V
22. حينما تتجول في حلقة على جانب إحدى التلال ثم تعود إلى نقطة البداية، فإن مجموع الزيادات في الارتفاع صعودًا إلى التل يساوي مجموع الانخفاضات هبوطًا من التل. حينما تسري شحنة كهربائية حول حلقة في دائرة كهربائية، فإن مجموع الزيادات في الجهد الكهربائي يساوي مجموع الانخفاضات في الجهد.
23. يُحفظ العدد الإجمالي للشحنات. في أي دائرة كهربائية، لابد أن يكون العدد الإجمالي للشحنات الكهربائية الداخلة إلى أحد أقسام دائرة كهربائية مساويًا للعدد الإجمالي للشحنات الخارجة من نفس الجزء في الدائرة.
24. a. 0 A؛ فرق الجهد للنقطتين A و B هو نفسه.
    b. لا شيء
    c. لا شيء
    d. لا شيء

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

القسم 2 تطبيقات الدوائر الكهْرَبائيّة

1 مقدمة

البداية (نشاط محفِّز)

مقارنة تكوينات دوائر التوالي ــ التوازي (المركبة)
أنشئ دائرتين توالي توازي. سوف تستخدم كل دائرة مزوّد طاقة 12 V وثلاثة مصابيح من نفس النوع. سيكون في إحدى الدائرتين مصباحان موصّلان على التوالي مع بعضهما البعض وعلى التوازي مع المصباح الثالث. ستتكون الدائرة الأخرى من مصباحين موصلين على التوازي مع بعضهما البعض وعلى التوالي مع المصباح الثالث. اشحن كلتا الدائرتين بالطاقة في نفس الوقت لتسهيل المقارنة. ض م بصري-مكاني

الربط بالمعارف السابقة

حفظ الطاقة راجع قانون حفظ الطاقة واربطه بالدوائر المركبة. حلل دائرة كهربائية مركبة لإيجاد تبديد القدرة الكلية والمفردة. أثبت أن التبديد الكلي يساوي مجموع التبديدات الفردية.

2 التدريس

أجهزة الأمان

تحديد المفاهيم الخاطئة

تشغيل قاطع الدائرة الكهربائية ثمة أنواع كثيرة من قواطع الدوائر الكهربائية، بعضها يعود إلى الوضع الأصلي آليًا حينما تنخفض درجة حرارة القاطع بدرجة كافية. ناقش كيف يمكن أن يؤدي عدم استيعاب هذا المفهوم إلى خروج الناس باستنتاجات خاطئة عن سلامة هذا النوع من القواطع الكهربائية. فقد تكون الدائرة الكهربائية على سبيل المثال مُحمَّلة بأحمال زائدة، حينئذ سيفصل القاطع ويطفئ كل شيء. وما أن يبرد القاطع الكهربائي، ستتدفق الشحنات الكهربائية مرة أخرى. ما إن يعمل كل شيء في الدائرة الكهربائية، سيفصل القاطع مرة أخرى. ربما تدفع هذه الدورة الناس إلى الاعتقاد بأن قاطع الدائرة الكهربائية لا يعمل بصورة صحيحة ولكنه في الحقيقة يؤدي عمله الذي صُمِّم من أجله.

تطوير المفاهيم

قواطع الدائرة الكهربائية بسبب أعطال الأقواس الكهربائية قاطع الدائرة الكهربائية بسبب أعطال الأقواس الكهربائية هي أداة مصممة للوقاية من الحرائق التي تتسبب فيها الأعطال الناجمة عن حدوث أقواس كهربائية في التوصيلات. عادةً ما تحل قواطع الدوائر الكهربائية مشكلة زيادة أحمال الدائرة أو دوائر القصر. ولكنها غير مصممة لحل المشكلات الناجمة عن الأقواس الكهربائية. ولكن قواطع الدوائر بسبب أعطال الأقواس الكهربائية تراقب التيار وتفصل إذا ما حدث قوس كهربائي غير مرغوب فيه. تستخدم قواطع الدوائر الكهربائية بسبب أعطال الأقواس كواشف إلكترونية لعلاج الإشارات الكهربائية المرتبطة بالأقواس الكهربائية. يمكن لهذه القواطع إيقاف تشغيل الدائرة في الكثير من الحالات التي لا تستجيب فيها قواطع الدارات العادية. إذا كانت دائرة 120 V محمية بواسطة قاطع 15.0 A، فإن القدرة القصوى هي $P = IV = (15.0\ \text{A})(120\ \text{V}) = 1.80\ \text{kW}$. بحدوث قوس كهربائي في مستوى القدرة تتولد حرارة كافية جدًا لإشعال النار في الستائر المصنوعة من القماش السميك وأغطية الأسرّة والبُسُط وغيرها. كما يمكن أن تؤدي الأسلاك الكهربائية البالية والتي يحدث فيها قوس كهربائي إلى حدوث حريق.

استخدم الشكل 12

الأجهزة الكهربائية المنزلية غالبًا ما تكون دوائر الأجهزة الكهربائية المنزلية مزودة بمنصهر أو محمية بقواطع الدوائر الكهربائية بقدرة تبلغ 15 A. اطلب إلى الطلاب أن يحددوا العدد الأقصى للأجهزة المنزلية التي قدرتها الكهربائية 400.0 W وجهدها 120 V. والتي تعمل في نفس الوقت في مثل هذه الدائرة الكهربائية.

$$I = \frac{P}{V} = \frac{400\ \text{W}}{120\ \text{V}} = 3.3\ \text{A}\ \text{(لكل جهاز)}$$

$$\text{العدد الأقصى للأجهزة الكهربائية} = \frac{15.0\ \text{A}}{3.3\ \text{A}} = 4\ \text{أجهزة}$$

ض م رياضي-منطقي

تعزيز المعارف

أدوات السلامة اجعل الطلاب يُعدّون قائمة بأنواع أدوات حماية الدوائر الكهربائية المستخدمة في توصيلات المباني وآلية عمل كل منها لحماية التوصيلات المنزلية. اسألهم كذلك أي من تلك الأجهزة يُعَد أكثر سهولة في استخدامه.

ض م رياضي-منطقي

استخدم مختبر الفيزياء

في دوائر التوالي والتوازي سيبحث الطلاب في العلاقات ما بين التيار وفرق الجهد والمقاومة في دوائر التوالي والتوازي.

الدوائر المركبة

مناقشة

مسألة تستخدم التوصيلات السكنية دوائر التوازي. لماذا يكون من الضروري فهم عمل دوائر التوالي من أجل فهم التوصيلات الكهربائية السكنية فهمًا تامًا؟

الإجابة مقاومة الأسلاك الكهربائية تعمل على التوالي مع أحمال التوازي. هذا هو ما يؤدي إلى خفوت أضواء الإنارة حينما يتم تشغيل حمل ثقيل. كما أن قواطع الدوائر الكهربائية والمنصهرات موصَّلة على التوالي وهكذا يمكنها إيقاف الأحمال الموصَّلة على التوازي. ض م رياضي-منطقي

التفكير الناقد

تشغيل المفاتيح وحيدة القطب ثنائية الوضع (SPDT) يمكن استخدام المفاتيح وحيدة القطب ثنائية الوضع في التحكم في أحد الأحمال من موضعين على سبيل المثال، يمكن التحكم في أحد المصابيح الموجودة في بيت الدَّرَج من خلال مفتاح موضوع في أعلى بيت الدَّرَج وفي أسفله. ارسم رسمًا توضيحيًا لمفتاح وحيد القطب وثنائي الوضع على اللوحة، موصلًا به مصدر وحِمل، ثم اشرح طريقة تشغيله المزدوجة. اطلب إلى الطلاب أن يفكروا في طرق أخرى لاستخدام هذا النوع من الدوائر الكهربائية، مثل جرس الباب الذي يكون موصَّلًا بزر ضغط على بابين مختلفين.

ض م رياضي-منطقي

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

استخدام النماذج

الفكرة الرئيسة افترض أن اثنتي عشرة قيمة مختلفة للتيار في R_3 يجب تحليلها بالنسبة إلى الدائرة الواردة في استراتيجيات حل المسائل. استخدام أحد النماذج في هذه الحالات من شأنه أن يوفر الكثير من الوقت. عند النقاط التي تكون فيها R_3 متصلة أوجد فرق الجهد خلال النقاط إذا كانت R_3 غير موصَّلة.

$$V_{R2} = \frac{(60\ \text{V})(25\ \Omega)}{8.0\ \Omega + 25\ \Omega} = 45.5\ \text{V}$$

ثم أوجد مقاومة التوازي المكافئة لـ R_1 و R_2.

$$\frac{1}{R_P} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} = \frac{1}{8.0\ \Omega} + \frac{1}{25\ \Omega}$$

$$R_P = 6.1\ \Omega$$

في هذه الحالة يكون النموذج بطارية 45.5 V موصلة على التوالي مع مقاوم بقدرة 6.1 Ω. إذا كانت R_3 موصَّلة الآن بالنموذج، فإن التيار المار بها يتم إيجاده من خلال $\frac{V}{R} = \frac{45.5\ \text{V}}{6.1\ \Omega + 15\ \Omega} = 2.2\ \text{A}$ وهي نفس القيمة التي يمكن الحصول عليها من خلال حساب I_3 في الشكل. والآن اكتب معادلات فرق الجهد والتيار الساري في R_3. هذه المعادلات هي النموذج الرياضي للدائرة الكهربائية R_3 وتسمح لك بإجراء حساب سريع لـ V_3 و I_3 لاثنتي عشرة قيمة أو أكثر لـ R_3.

$$V_3 = IR_3 = (2.2\ \text{A})R_3$$

$$I_3 = \frac{V_3}{R_3} = \frac{55\ \text{V}}{R_3}$$

نشاط تحفيزي في الفيزياء

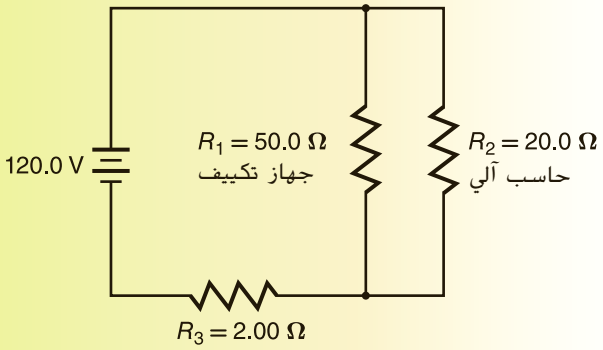
الدوائر الموازنة هناك نموذج واحد للدائرة موضَّح في استراتيجيات حل المسائل مناسب عندما تأخذ R_3 قيمًا مختلفة. يتطلب الأمر نموذجًا مختلفًا إذا كان يمكن لـ R_2 أن تقبل قيمًا مختلفة. اطلب إلى الطلاب إيجاد النموذج الذي يمكن استخدامه لحساب قيمة R_2. عند النقاط التي تكون فيها R_2 متصلة، عيّن الجهد إذا ما أصبحت R_2 مفصولة. $V_{R3} = (60\ \text{V})(15\ \Omega)/(8.0\ \Omega + 15\ \Omega) = 39\ \text{V}$. وبعدها أوجد المقاومة الموازية المكافئة لـ R_1 و R_3. $1/R_P = 1/R_1 + 1/R_3 = 1/8.0\ \Omega + 1/15\ \Omega$; $R_P = 5.2\ \Omega$. في هذا الحالة يكون النموذج هو بطارية 39 V موصلة على التوالي مع مقاوم 5.2 Ω. إذا كانت R_2 موصلة بالنموذج، فإن التيار المار فيها يمكن حسابه من خلال $V/R = 39\ \text{V}/(5.2\ \Omega + 25\ \Omega) = 1.3\ \text{A}$.

أم رياضي-منطقي

مثال إضافي في الصف

الاستخدام مع مثال 4.

مسألة مكيف هواء مقاومته و R_1 (50.0 Ω) جهاز حاسب آلي مقاومته R_2 (20.0 Ω) موصلان على التوازي مع مصدر 120.0 V من خلال مُقاوِم R_3 (2.00 Ω) على التوالي كما هو موضح بالأسفل. أوجد التيار المار خلال الحاسب الآلي



الإجابة التيار خلال الحاسب الآلي أثناء عمل جهاز التكييف.

$$R_P = \frac{1}{\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}} = \frac{1}{\frac{1}{50.0\ \Omega} + \frac{1}{20.0\ \Omega}} = 14.3\ \Omega$$

$$R = R_3 + R_P = 2.00\ \Omega + 14.3\ \Omega = 16.3\ \Omega$$

$$I = \frac{V_{\text{المصدر}}}{R} = \frac{120.0\ \text{V}}{16.3\ \Omega} = 7.36\ \text{A}$$

$$V_3 = (2.00\ \Omega)(7.36\ \text{A}) = 14.7\ \text{V}$$

$$V_1 = 120.0\ \text{V} - 14.7\ \text{V} = 105.3\ \text{V}$$

$$V_2 = V_1 = 105.3\ \text{V}$$

$$I_2 = \frac{V_2}{R_2} = \frac{105.3\ \text{V}}{20.0\ \Omega} = 5.26\ \text{A}$$

التيارالمار خلال الحاسب الآلي حينما يكون مكيف الهواء متوقفًا عن العمل:

$$R_2 = 20.0\ \Omega$$

$$R = R_3 + R_2 = 2.00\ \Omega + 20.0\ \Omega = 22.0\ \Omega$$

$$I = \frac{V_{\text{المصدر}}}{R} = \frac{120.0\ \text{V}}{22.0\ \Omega} = 5.45\ \text{A}$$

$I = I_2$ لأن التيار يمر في مسار واحد فقط.

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

الفيزياء في الحياة اليومية

ضبط مستوى الأحمال يتعين على شركات الطاقة الاستثمار في توليد الطاقة الكهربائية لتلبية الاحتياجات في وقت الذروة. وحيث إن الطلب ليس في ذروته غالبًا، فإن معدات تلك الشركات لا تُستخدَم دائمًا الاستخدام الذي يقترب من قدرتها الكاملة. وهذا يزيد من صعوبة تحقيق شركات الطاقة للربح وشراء المعدات. وبالتالي فإن شركات الطاقة تتقاضى من الكثير من عملائها في فترات استخدام الطاقة في أوقات الذروة سعرًا أعلى من السعر المعتاد، مما يدفع العملاء إلى ضبط مستوى استخدامهم للطاقة وتخفيض فواتير الاستهلاك. يمكن استخدام أجهزة ضبط مستوى الأحمال المُبرمجة بالحاسب الآلي للتحكم في تسخين وتبريد الأحمال الموجودة في المباني الكبيرة وتجنب تكبُّد تكاليف مرتفعة. على سبيل المثال، يمكن تسخين الماء بعد منتصف الليل؛ حينما تكون التكاليف في أدنى حد لها.

الأميتر والفولتميتر

عرض توضيحي سريع
الدوائر المركبة

الزمن المقدَّر 10 دقائق

المواد المستخدمة مصدر طاقة ومُقاوِمات أو مصابيح وجهاز قياس متعدد الأغراض

الفكرة الرئيسة تكوين دائرة مركبة. استخدم جهاز القياس متعدد الأغراض لقياس جميع قيم فرق الجهد والتيار. أثبت أن قيم فرق الجهد على التوالي تزيد وأن قيم التيار على التوازي تزيد.

3 التقويم

تقويم الفكرة الرئيسة

تأثيرات الدائرة الكهربائية استخدم مصدر طاقة وأربعة مصابيح لتكوين دائرة مركبة مشابهة للدائرة التي تظهر في **الشكل 13**. اطلب إلى الطلاب أن يصفوا ما قد يحدث إذا تم قطع عدة أسلاك. الإجابات المحتملة: إذا تم قطع السلك الملاصق للمصباح الموصَّل على التوالي مباشرة، فستنطفئ جميع المصابيح. إذا تم قطع أي سلك ملاصق لأحد المصابيح الموصَّلة على التوازي مباشرة، فسينطفئ هذا المصباح وحده ولكن بقية المصابيح ستظل مضاءة.

التحقق من الاستيعاب

المقاومة المكافئة اطلب إلى الطلاب حساب المقاومة المكافئة لدائرة الفولتميتر في **الشكل 16**. (يتم تجاهل الأرقام المعنوية). 19.99 Ω اسأل الطلاب ما الذي سوف يتغير إذا كانت مقاومة الفولتميتر 19.09 Ω. 100 Ω اطلب إلى الطلاب شرح ميزة المقاومة الكبيرة لجهاز الفولتميتر. كلما ارتفعت مقاومة جهاز الفولتميتر، قل تأثير قياس فرق الجهد في دائرة ما تؤثر على تلك الدائرة. ض م

التوسُّع

تصميم الدوائر الكهربائية قسِّم الطلاب إلى مجموعات واطلب إلى كل مجموعة أن تصمم دائرة كهربائية باستخدام المفاتيح التي يمكنها تشغيل وإطفاء المصابيح من ثلاثة مواضع مختلفة أو أكثر. أعطِ كل مجموعة مفتاحًا ثلاثيًا وقطبًا ثنائيًا ومفتاحًا ثنائي التحويلة وجهاز أوميتر لبدء العمل. ض م بصري-مكاني

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

التأكد من فهم النص والتحقق عبر الأشكال والمخططات والرسوم البيانية

التحقق عبر المخططات

15 A

التحقق عبر المخططات

تتصادم الإلكترونات المارة من خلال السلك ببعضها البعض وتتصادم مع الذرات الأخرى. تتسبب هذه التصادمات في مقاومة حركة الإلكترونات.

تطبيق

25. 0.54 A

26. سوف تتوهج المصابيح الأحد عشر الموصلة على التوالي. كل مصباح من المصابيح الموصلة على التوازي سيوصِّل نصف التيار المار في المصابيح الموصَّلة على التوالي وسوف تحترق عند ربع حدة ضوء المصابيح الموصَّلة على التوالي حيث إن $P = I^2R$.

27. 2.5 A

تحدي الفيزياء

1. نعم؛ نعم. يمكنك كذلك موازنة هذه الدائرة من خلال تعديل قيم المقاومة بحيث تظل $R_2/R_3 = R_4/R_5$ متساوية.

2. $R_3/R_2 = R_5/R_4$

3. أي مقاوم فيما عدا R_1

4. R_1؛ قد يتعطل جهاز الجلفانوميتر بسبب شدة التيار الزائدة. إذا كانت R_1 قابلة للتعديل، فإنها تُضبَط على قيمة عالية قبل شحن الدائرة بالكهرباء. يحد ذلك من التيار المار عبر جهاز الجلفانوميتر. بينما يتم تعديل المقاوم الموازن ويقترب قياس القراءة من صفر، تزداد الحساسية من خلال تقليل R_1.

القسم 2 مراجعة

28. يحتوي تركيب الدائرة المركبة على أجزاء موصَّلة على التوالي وأجزاء أخرى موصلة على التوازي.

29. يتساوى كل من المصباح 2 والمصباح 3 في سطوع الضوء ولكنهما أقل سطوعًا من المصباح 1

30. 0.6 A

31. يتساوى كل منهما في خفوت الضوء. ينخفض التيار المار في كل منهما بنفس المقدار.

32. 8.0 V

33. كلا، سيكون لكل من المصابيح المتجانسة الموصَّلة على التوالي قيم فرق جهد متطابقة، لأن التيار المار بها واحد.

34. المنصهرات وقواطع الدائرة الكهربائية وقواطع التيار بسبب الأعطال الأرضية.

35. أجل، يمكنك ترتيب الدائرة بحيث تكون جميع المصابيح موصلة على التوالي مع بعضها البعض. يمكنك، كبديل آخر، ترتيب الدائرة بحيث تكون جميع المصابيح موصلة على التوازي مع بعضها البعض.

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

في العمل

الأسلاك التي يسري بها تيار كهربائي

الخلفية

تكون الكهرباء الموصلة في المنزل نافعة وآمنة حينما توضع الأسس الفيزيائية في الاعتبار عند تصميم الوصلات السلكية. الطاقة الكهربائية هي تيار يمر خلال سلك ويحول بعض الطاقة دائمًا إلى طاقة حرارية بسبب المقاومة. كلما زاد مقدار التيار المسحوب، زادت كمية الطاقة الحرارية المتحولة. التصميم المناسب للوصلات السلكية وقواطع الدائرة الكهربائية والمقاوِمات، كلها عناصر تضمن أن مقدار التيار المسحوب لا يتعدى نطاق التشغيل الآمن.

استراتيجيات التدريس

يعد شرح انصهار الوصلة السلكية مثالًا قويًا على دائرة التوالي والتوازي الكهربائية. في هذا العرض، يتم توصيل سلك دقيق على التوالي بمجموعة من المقاومات مرتبطة ببعضها البعض على التوازي. بينما يعمل كل مقاوم (ربما يكون المقاوم مصباحًا)، تستمر قيمة التيار المار خلال السلك في الزيادة حتى يتوهج السلك وينصهر.

المزيد من التعمق >>>

النتائج المتوقعة سوف تختلف الإجابات. بالرغم من توافر البرامج التعليمية، يتعلم الكثير من عمال الكهرباء مهنتهم من خلال برامج التدريب على المهنة في أثناء عملهم مع عمال كهرباء يحملون ترخيصًا بممارسة المهنة.

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

الوحدة 17 الإجابات

القسم 1

إتقان المفاهيم

36. حينما يحترق أحد المصابيح، تصبح الدائرة مفتوحة وتنطفئ جميع المصابيح.

37. كل مقاوم جديد يوفر مسارًا إضافيًا للتيار.

38. ستكون المقاومة المكافئة أقل من مقاومة أي من المقاومات.

39. يمكن تشغيل كل جهاز من الأجهزة الكهربائية الموصلة على التوازي بصورة مستقلة عن الجهاز الآخر.

40. يُقاوَم التيار، في دائرة التوالي، من كل مقاومة على التعاقب. المقاومة الكلية هي مجموع المقاومات. في دائرة التوازي، توفر كل مقاومة مسارًا إضافيًا للتيار. النتيجة هي انخفاض في المقاومة الكلية.

41. مقدار التيار الداخل إلى الوصلة يساوي مقدار التيار الخارج منها.

إتقان حل المسائل

42. a. 0.20 A، لأن التيار ثابت في دائرة التوالي.
    b. 0.20 A، لأن التيار ثابت في دائرة التوالي.

43. 13 kΩ

44. 40 kΩ

45. 12.4 V

46. 4.45 A

47. الزيادة في الجهد $= 1.5\ \text{V} - 1.5\ \text{V} + 1.5\ \text{V} =$ انخفاض الجهد داخل المصباح $= I(15\ \Omega)$.
    إذًا، $I = \frac{1.5\ \text{V}}{15\ \Omega} = 0.10\ \text{A}$.

48. a. زيادة الطاقة عبر البطارية تساوي $q\Delta V$. بما يساوي انخفاض الطاقة عبر المقاوم qIR. لذلك، فليس هناك تغير في الطاقة، بالرغم من عدد المرات التي يمر فيها حول الدائرة. يتم حفظ الطاقة.
    b. زيادتها، $q\Delta V$ أكبر من انخفاضها qIR إذاً، تزداد الطاقة في كل مرة تدور حول الدائرة الكهربائية. ستكون الطاقة ناشئة من العدم وليست محفوظة.

49. a. 37 Ω
    b. 7.4 V
    c. 0.88 W
    d. 1.5 W

50. a. 11 V
    b. 7.5 V
    c. 19 V

51. a. 26 Ω
    b. 1.7 A
    c. 37 V, 7.6 V
    d. 63 W, 13 W

52. 8.40 V

53. 2.45 A

54. a. 0.20 A
    b. 7.0 V
    c. 3.0 V
    d. 120 J
    e. $R = R_1 + R_2 + 35\ \Omega + 15\ \Omega = 50\ \Omega$

55. a. 50 Ω؛ حيث إن $P = I^2R$ و I ثابت في دائرة التوالي، فإن أكبر قيمة للمقاومة ستولّد معظم القدرة.
    b. 15 Ω حيث إن $P = I^2R$ و I ثابت في دائرة التوالي، فإن أصغر قيمة للمقاومة ستولّد أقل قدر من القدرة.
    c. 2.0 A
    d. 4×10^2 W

56. a. 62 Ω
    b. 6.0 V

57. 1.6×10^2 Ω

58. 13.45 W

59. a. 10.0 Ω؛ حيث إن $P = \Delta V^2/R$ و ΔV ثابت في دائرة التوازي، فإن أصغر مقاوم ستبدد معظم القدرة.
    b. 50.0 Ω حيث إن: $P = \Delta V^2/R$ و ΔV ثابتة في دائرة التوازي، فإن أكبر مقاوم ستبدد أقل قدر من الطاقة.
    c. 19 A
    d. 5.5 A
    e. 2.2 A
    f. 11 A

60. a. 2.0×10^1 V
    b. 3.4 A
    c. 1.0 A
    d. 2.0 A

61. أسفل

62. a. 2.3×10^2 Ω
    b. 13 Ω
    c. 3.6 W

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

63. a. $2.2\times10^{2}\ \Omega$

b. 65 W

c. زادت قيمتها.

64. a. 8.89 Ω

b. 4.50 A

c. 2.50 A

65. 15 V

66. 66 Ω

67. a. 52 Ω

b. 110 V

c. 9.8 Ω

d. 96 V

القسم 2

إتقان المفاهيم

68. الغرض من المنصهر هو منع إثقال الموصلّات بأحمال زائدة ينجم عنها حرائق بسبب السخونة الزائدة. المنصهر ببساطة هو سلك قصير ينصهر بفعل تأثير الحرارة إذا فاق التيار حدًا أقصى معينًا.

69. دائرة القِصَر هي دائرة مقاومتها منخفضة للغاية. تُعد دائرة القِصر خطِرة، لأن أي فرق جهد سيولّد تيارًا كبيرًا. يمكن أن يتسبب تأثير الحرارة الناتجة عن التيار في نشوب حريق.

70. يجب أن تكون مقاومة الأميتر منخفضة، لأنه يوضع على التوالي في الدائرة. إذا كانت مقاومته مرتفعة، فسوف يغير المقاومة الكلية للدائرة بدرجة كبيرة؛ وبذلك يقوم بتخفيض التيار في الدائرة؛ وبالتالي سيغير التيار الذي يهدف إلى قياسه.

71. يوضع جهاز الفولتميتر على التوازي مع الجزء الذي سيقاس فرق جهده في الدائرة. يلزم أن تكون مقاومة الفولتميتر مرتفعة للغاية، لنفس السبب الذي تكون فيه مقاومة الأميتر منخفضة. إذا كانت مقاومة الفولتميتر منخفضة، فسوف يقلل من مقاومة الجزء الموصَّل معه في الدائرة ويزيد التيار في الدائرة الكهربائية. سوف يولِّد ذلك فرق جهد أعلى عبر الجزء الذي يوضع عليه الفولتميتر في الدائرة، مما يؤدي إلى تغيير قياس الفولتميتر.

72. يوصل الأميتر على التوالي ويوصل الفولتميتر على التوازي.

إتقان حل المسائل

73. 45.0 Ω

74. 360 mW

75. 11 mA

76. 15 mA

77. a. 2.0 A

b. 3.0 A

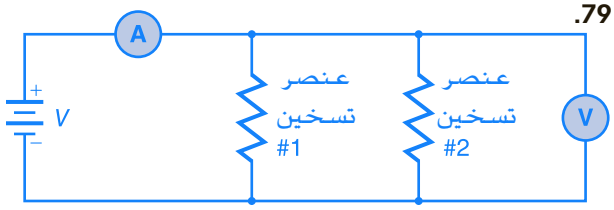
c. 15 A

d. نعم.

78. a. $I_{30.0\ \Omega} = I_{20.0\ \Omega} = I_{10.0\ \Omega} = I_{40.0\ \Omega} < I_{25.0\ \Omega}$

b. $V_{10.0\ \Omega} < V_{20.0\ \Omega} < V_{30.0\ \Omega} < V_{40.0\ \Omega} < V_{25.0\ \Omega}$

79.



80. 1.1×10^{3} s

81. a. 0.24 kΩ

b. 0.50 A

c. 6.0×10^{1} W

تطبيق المفاهيم

82. إذا احترقت إحدى فتائل المصابيح، فسيتوقف التيار وتنطفئ جميع المصابيح.

83. بينما R_1 تزيد، ΔV_2 سوف تزيد.

84. الدائرة (A): لن يكون هناك تيار في المقاوم. الدائرة (B): سيبقى التيار في المقاوم كما هو.

85. إذا احترقت إحدى الفتائل، فلن تتغير المقاومة وفرق الجهد عبر المصابيح؛ ولذلك فستبقى التيارات التي تسير فيها كما هي.

86. كلا، المقاوِمات ذات قيمة 30 Ω يمكن استخدامها على التوازي. ثلاثة مقاوِمات قيمتها 30 Ω موصَّلة على التوازي سوف تُعطي مقاومة قيمتها 10 Ω. مقاومان قيمتيهما 30 Ω موصلان على التوازي سوف يعطيان مقاومة قيمتها 15 Ω.

87. وصِّل المصابيح الأربعة على التوالي سيكون فرق الجهد لكل منها 1.5 V = (6.0 V)/4.

88. a. المصباح ذو المقاومة الأقل: $P = I\Delta V$ و $I = \Delta V/R$؛ إذًا $P = \Delta V^2/R$. لأن فرق الجهد واحد في كلا المصباحين، فإن المقاومة الصغرى R تعني أن تصبح P أكبر ولذلك فسيكون الضوء أكثر سطوعًا.

b. المصباح ذو المقاومة الأعلى: $P = I\Delta V$ و $\Delta V = IR$. إذًا $P = I^2R$. لأن التيار واحد في كلا المصباحين، فالمقاومة الأكبر R تعني قدرة أكبر P ولهذا سيكون الضوء أكثر سطوعًا.

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

89. يسمح المنصهر 30 A بمرور المزيد من التيار عبر الدائرة، مولِّدًا الكثير من الحرارة في الأسلاك؛ مما قد يكون خطِرًا.

90. a. توالي

b. توالي

c. توازي

d. توالي

e. توازي

f. توالي

مراجعة شاملة

91. a. 6.0 V

b. 4.7 V

c. 6.0 V

92. 7.0×10^{1} V

93. 11 W

94. 21 V

التفكير الناقد

95. a. 0.137 A

b. 0.395 W

c. 0.014 W

96. a. 6.0 KΩ

b. 2.0 KΩ

97. سوف تختلف الإجابات ولكن الشكل الصحيح للإجابة هو: "بطارية 6.0 V موصَّلة بفرعين متوازيين يحتوي أول فرع على مقاوم 500 Ω، بينما يحتوي الفرع الآخر على مقاوم 100 Ω، على التوالي مع مقاوم 200 Ω. عيِّن التيار في كل فرع من فرعيّ الدائرة.

98. سوف تختلف الأجوبة. من الأشكال المكنة للإجابة الصحيحة: "إذا قمت بتوصيله ببطارية 12 V، فما التيار الذي ستولِّده البطارية؟"

الكتابة في الفيزياء

99. الأفكار الرئيسة هي:

(1) قانون كيرشوف للجهد (KVL) هو حفظ الطاقة المستخدمة في الدوائر الكهربائية.

(2) قانون كيرشوف للتيار (KCL) هو حفظ الشحنة المستخدمة في الدوائر الكهربائية.

(3) ينص قانون كيرشوف للجهد على أن المجموع الجبري لقيم انخفاض الجهد داخل أي حلقة مغلقة في الدائرة الكهربائية يساوي صفرًا. توجد حلقة واحدة مغلقة في دائرة التوالي ومجموع قيم انخفاض الجهد في المقاومات يساوي جهد المصدر. توجد حلقة مغلقة لكل فرع من فروع دائرة التوازي ويشير قانون كيرشوف للجهد إلى أن مجموع قيم انخفاض الجهد في كل فرع يكون واحدًا.

(4) ينص قانون كيرشوف للتيار على أن المجموع الجبري للتيارات في أي عقدة يساوي صفرًا. يتساوى التيار الداخل في دوائر التوالي في كل نقطة مع التيار الخارج؛ ولذلك يكون التيار واحدًا في كل مكان في الدائرة. أما في دوائر التوازي فثمة عقدة مشتركة في نهاية كل فرع. يشير قانون كيرشوف للتيار إلى أن مجموع تيارات الفروع يساوي تيار المصدر.

مراجعة تراكمية

100. a. 1.00 m

b. 340 Hz

c. 170 m/s

d. 680 Hz

e. 230 Hz

101. −7.41 cm

102. 1.71

103. 0.40 m

104. a. $E/9$

b. $3E$

c. $E/3$

d. E

e. $E/3$

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

تدريب على الاختبار المعياري

الاختيار من متعدد

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

إجابة مفتوحة

9. يجب أن يفْصِل أحمد 5 مصابيح.
10. $I = 0.20\ \text{A}$; $P = 1.6\ \text{W}$

إرشادات

الإرشادات وتوجيهات التصحيح التالية هي عينة لاستراتيجية تحديد الدرجات لأسئلة الإجابة المفتوحة.

النقط	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. الإجابة صحيحة بشكل جوهري وتوضح شيئًا أساسيًا، لكنها لا توضح الفهم العميق في الفيزياء.
2	يظهر الطالب فهمًا جزئيًا فقط للفيزياء ذات الصلة. 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 العديد من أوجه القصور.
0	يقدم الطالب حلاً خاطئًا تمامًا أو لا يجيب على الإطلاق.

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

الوحدة 18

المجالات المغناطيسية

نبذة عن الصورة

تتحرك الجسيمات المشحونة والتي تكون إلكترونات غالبًا، في مسارات لولبية بطول خطوط المجال المغناطيسي للكرة الأرضية ثم تتوجه نحو القطبين. ناقش الطلاب في سبب الأهمية المحتملة لفهم فيزياء هذه الظاهرة. إلى جانب كون هذه الظاهرة ذات أهمية كبيرة عمومًا، تستطيع هذه الظاهرة أن تشوش على اتصالات اللاسلكي والأقمار الصناعية. كما أنها تحدث على ارتفاعات تدور عندها الأقمار الصناعية ولهذا تؤثر على رحلات الفضاء المأهولة وغير المأهولة. تُستخدم المغناطيسية بشكل عام في الكثير من التقنيات، مثل التصوير بالرنين المغناطيسي والمحركات الكهربائية وما إلى ذلك.

استخدام التجارب الاستهلالية

في تجربة اتجاه القوة على المغناطيس، يستطيع الطلاب ملاحظة آثار المغناطيسات على بوصلة.

نظرة عامة على الوحدة

تقدم هذه الوحدة تعريفًا وشرحًا للأقطاب المغناطيسية والمجالات المغناطيسية والقوى المغناطيسية. يقدم القسم الأول قواعد اليد اليمنى ويحدد العلاقة بين التيار الكهربائي والمجالات المغناطيسية. يتناول القسم الثاني القوى التي تؤثر في أسلاك نقل التيار في الحقول المغناطيسية والقوة التي تؤثر في الجسيم المشحون أثناء حركته عبر مجال مغناطيسي. كما يشرح تطبيقات مثل السماعات ووسائط التخزين في الكمبيوتر والمحركات.

قبل دراسة الطلاب لموضوع هذه الوحدة، يجب عليهم دارسة:

- المجالات الكهربائية
- الكميات المتجهة مقابل الكميات غير المتجهة

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

- الترميز العلمي
- الأرقام المعنوية
- حل المعادلات الخطية

تقديم الفكرة الرئيسة

باستخدام تجارب تشبه إلى حد كبير التجارب التي تتناولها هذه الوحدة أوضح أورستد وفارادي وغيرهم أن المغناطيسية والكهرباء مرتبطان وهو رابط يشمل الضوء إلى جانب أشياء أخرى! وتُستخدم المجالات المغناطيسية والقوى التي تؤثر بها في الشحنات المتحركة أو في المواد المغناطيسية الأخرى في كل شيء حولنا اليوم، بدءًا من ساحات بيع الخردة وحتى المستشفيات. اطلب إلى طلابك أن يفكروا في أجهزة تستخدم المجالات والقوى المغناطيسية. إن الكثير من الأجهزة تستخدم المغناطيسية، بما في ذلك محركات الأقراص الصلبة في الكمبيوتر ومعدات التصوير بالرنين المغناطيسي والمغناطيس الكهربائي والمحركات والمولدات الكهربائية والسماعات.

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

القسم 1 فهم المغناطيسية

1 مقدمة

البداية (نشاط محفِّز)

صناعة مغناطيس يمكنك استخدام مسدس لحام لتوضيح إزالة التمغنط. قم بمغنطة مفك عن طريق طرقه بمغناطيس دائم. أوضح للطلاب أنهم يستطيعون التقاط الأجسام الفلزية الصغيرة مثل الدبابيس. قم الآن بإزالة تمغنط نصل المفك كالتالي: اضغط باستمرار على زناد مسدس اللحام وأدخل النصل بين الأسلاك التي تثبّت الطرف. اسحب النصل قبل تحرير الزناد. أصبح المفك لا يجذب الأجسام الفلزية لأن نطاقاته المغناطيسية مرتبة الآن عشوائيًا.

الربط بالمعارف السابقة

المجالات والتيار الكهربائي عرضت الوحدة الخاصة بالجاذبية مفهوم المجالات ودرس الطلاب هذا المفهوم مرة أخرى في الوحدة الخاصة بالمجالات الكهربائية. تعرض هذه الوحدة المجلات المغناطيسية لتساعد في شرح الجاذبية والتنافر بين المغناطيسات.

2 التدريس

خواص المغناطيس

تحديد المفاهيم الخاطئة

الصلب الممغنط قد يعتقد الطلاب أن كل سبائك الصلب قابلة للتمغنط. يمكنك أن تجعل الطلاب يختبرون هذا الاعتقاد بوضع صامولة أو مسمار طويل من الصلب غير القابل للصدأ بحيث يتلامس مع قطب الشمال لمغناطيس دائم. يمكنك إجراء اختبار لترى ما إذا كان الطرف الآخر يتصرف كقطب مغناطيسي عن طريق محاولة التقاط برادة الحديد. بعض السبائك التي لا تصدأ مغناطيسية، إلا أن مغناطيسيتها أضعف من أنواع صلب أخرى. اختبار أشياء مختلفة واترك الطلاب يلاحظون الاختلافات.

عرض توضيحي سريع

التنافر المغناطيسي

الزمن المقدَّر 5 دقائق

المواد قلم رصاص، قرصان مغناطيسيان

الإجراء أمسك بالقلم الرصاص في وضع رأسي. مرّر القرصين المغناطيسيين بحيث يكون القطبان المتشابهان مواجهين لبعضهما البعض. سيطفو المغناطيس العلوي فوق المغناطيس السفلي. اسأل الطلاب عما يجعل المغناطيس العلوي طافيًا. يؤدي التنافر المغناطيسي بين القطبين المتشابهين إلى دفع المغناطيسين بعيدًا عن بعضهما البعض. يطفو المغناطيس العلوي في مكانه بينما القوة المغناطيسية من المغناطيس السفلي توازن قوة الجاذبية من الأرض. اسأل الطلاب عما يحدد حجم الفجوة. الجاذبية وقوة المغناطيسات ض م حسيّ حركي

تطوير المفاهيم

القوى المتبادلة عليك تذكير الطلاب بأن التفاعل يحدث دائمًا في ثنائيات. إذا بذل أحد الأقطاب قوة مثلاً على قطب ثانٍ، فإن القطب الثاني يبذل قوة بنفس الشدة تدفع القطب الأول في الاتجاه المعاكس. هذا مثال آخر على قانون نيوتن الثالث.

استخدام التشابه

التنافر في الدوائر المغناطيسية الدائرة المغناطيسية هي المسار المغلق الذي يحدده التدفق المغناطيسي. التنافر (المغناطيسي) يناظر المقاومة (الكهربائية) في أن التنافر مقياس لمعارضة التدفق المغناطيسي الناتج عن دائرة مغناطيسية. الدائرة المغناطيسية ذات التنافر تقابل الدارة الكهربائية ذات المقاومة: التدفق والتنافر والقوة المغناطيسية المحركة يناظرون التيار الكهربائي والمقاومة والقوة الكهربائية المحركة. استخدم المقاومة في الدائرة الكهربائية لتساعد الطلاب على فهم التنافر في دارة مغناطيسية. مع ارتفاع المقاومة، يقل التيار ومع ارتفاع التنافر، تقل قوة المجال المغناطيسي.

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

التدريس المتمايز

ضعاف البصر اجعل الطلاب يمسكوا مغناطيسين عاديين من السيراميك. اطلب منهم أن يحركوا المغناطيسين معًا وجهًا لوجه ويلاحظوا ما إذا كانت هناك قوة تجاذب أو تنافر. إذا كان هناك تنافر، فاجعلهم يصفون أي تغيرات يلاحظونها وهم يحاولون تقريب المغناطيسين من بعضهما. ثم اجعلهم يقلبون أحد المغناطيسين بحيث يتم عرض السطح العكسي ويكررون التجربة. ينبغي أن يلاحظ الطلاب وجود قوة في الاتجاه العكسي للاتجاه الذي جربوه أولاً. اسألهم عما إذا كان سطح المغناطيس السيراميك قطبًا. إذا كان يجذب المغناطيسات الأخرى أو ينفرها، فهو قطب مغناطيسي. ض م حسيٌّ حركي

استخدام التجربة المصغرة

في تجربة النطاقات المغناطيسية، يستطيع الطلاب ملاحظة ترتيب الأجسام المغنطة وعدم ترتيب الأجسام غير المغنطة.

المجالات المغناطيسية حول المغناطيس

تعزيز المعارف

القطبية المستحثة اجعل الطلاب يفكرون فيما يعرفونه عن الشحنات المستحثة. أحلهم إلى الوحدة المتعلقة بالكهرباء الثابتة. اجعل الطلاب يتوقعوا القطبية المستحثة لجسم فلزي عند تقريبه من قطب مغناطيس دائم. يصبح طرف الجسم الفلزي الأقرب لقطب المغناطيس الدائم قطبًا عكسيًا لأن الأقطاب العكسية تتجاذب. ض م

استخدام التجربة المصغرة

في تجربة المجالات المغناطيسية ثلاثية الأبعاد، يتم تناول الشكل ثلاثي الأبعاد للمجالات المغناطيسية.

عرض توضيحي سريع

القطبية المستحثة

الزمن المقدَّر دقيقتان (2)

المواد بوصلة، مغناطيس دائم محدد عليه القطبان، مسماران

الإجراءات ضع رأس أحد المسمارين بحيث يلامس قطب الشمال في المغناطيس الدائم. ضع الطرف المقابل للمسمار الآخر بحيث يلامس قطب الشمال في المغناطيس الدائم. اختبر قطبية كلا المسمارين باستخدام البوصلة. ناقش القطبية المستحثة. اسأل الطلاب عما إذا كان المسمار سيظل ممغنطًا عند إزالته من المغناطيس الدائم. لن يكون المسمار ممغنطًا إلا أثناء تلامسه مع المغناطيس الدائم. ض م حسيٌّ حركي

الفيزياء في الحياة اليومية

كيفية عمل باحث القوائم قبل البدء في الترميمات أو عند تعليق اللوحات الثقيلة، من المهم تحديد موقع القوائم في جدار بدون تكسيره. يستطيع باحث القوائم المكثف أن يميز بين كثافات مواد البناء مثل مكوني الألواح الجدارية والأطر الخشبية (أي القوائم). لكل من المادتين ثوابت عزل مختلفة وبهذا يمكن اكتشاف القائم الموجود خلف جدار من الفارق في السعة الكهربائية. يعتمد باحث القوائم المغناطيسي قديم الطراز على مغناطيس صغير يستطيع أن يدور. يرتفع المغناطيس لأعلى عندما يكون فوق مسمار في قائم.

استخدم الشكل 8

اسأل الطلاب عن الكيفية التي يمكن بها تطبيق مفهوم التنافر في نظام للنقل لتحسين الكفاءة في استخدام الطاقة. في القطارات المغناطيسية المعلقة، تُستخدم مغناطيسات كبيرة (مغناطيسات كهربائية) في إنتاج تنافر مغناطيسي بين القطار والقضيب. مع عدم وجود تلامس مباشر بين القطار والقضيب، لا يوجد احتكاك. مع عدم وجود الاحتكاك، مطلوب طاقة أقل لدفع القطار. ض م

تحديد المفاهيم الخاطئة

أجهزة الزرع الجراحية في تجربة ليست مغناطيسية تُستخدم رقاقة فلزية أحيانًا لسد خلل في الجمجمة قد يكون ناتجًا عن ارتطام أو جراحة أو سبب آخر. يعود الفضل إلى هوليوود وبعض كتاب الروايات في أن الطلاب قد يعتقدون أنه يمكن استخدام مجال مغناطيسي لجذب هذه الرقاقات الفلزية. إلا أن هذه الرقاقات ــ مثلها مثل الكثير من أجهزة الزرع الجراحية الفلزية الأخرى ــ مصنوعة من التيتانيوم وهو غير مغناطيسي.

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

الكهرومغناطيسية

مناقشة

سؤال لاحظ أورستد دوران إبرة البوصلة كرد فعل على التيار في سلك قريب. اسأل الطلاب عن التغير الذي كان سيحدث في ملاحظات أورستد لو كان قد استخدم مقاومًا متعددًا إلى جانب السلك ومصدر الطاقة. ربما كان سيلاحظ وجود علاقة بين مقاومة الدائرة وانحراف الإبرة. ربما كان قد استنتج أن هناك علاقة غير مباشرة بين المقاومة والانحراف وعلاقة مباشرة بين التيار والانحراف. أم

التفكير الناقد

المجالات المتغيرة باستمرار اطلب إلى الطلاب أن يتوقعوا ما سيحدث لقضيب حديدي موضوع في مجال مغناطيسي بقطبية متغيرة باستمرار. ثم اطلب منهم أن يشرحوا بالتفصيل بافتراض أن النطاقات قاومت تبديل الاتجاه. ستتغير النطاقات باستمرار مع التيار المتناوب. بما أن النطاقات تقاوم هذا التغير، تتولد الحرارة فقط عندما يؤدي الاحتكاك إلى حرارة في النظم الميكانيكية. تُسمى الحرارة الناتجة عن تغير النطاق الفقدان التخلفي. يستخدم مصممو المحركات والمحولات سبائك صلب السيليكون للحد من هذا الفقدان. بما أن النطاقات في صلب السيليكون تبدل اتجاهها بسهولة، فهي ليست مفيدة كمغناطيس دائم.

ض م الرياضيات المنطقية

الفيزياء في الحياة اليومية

الفكرة الرئيسة تستطيع الرافعات الكهرومغناطيسية أن ترفع وتحرر عند الطلب. يستخدم عمال إدارة المخلفات مثل هذه الرافعات في تحريك السيارات والشاحنات المحطمة في ساحات بيع الخردة إلى جانب استخدامات أخرى. تحدى الطلاب أن يبنوا نموذجًا لرافعة كهرومغناطيسية ترفع سيارة لعبة وتحررها.

نشاط تحفيزي في الفيزياء

تحديد الصلب الممغنط بدون مغناطيس اسأل الطلاب كيف يحددون قضيب الصلب الممغنط من بين عدة قضبان وأيها تمت إزالة المغناطيسية منه باستخدام قضبان الصلب فقط. سيظهر على قضبان الصلب المغنطة فقط قوة تنافر. يمكن أن تبدأ العملية بالاختيار العشوائي لقضيبين وجمعهما معًا من الطرفين ثم قلب أحد القضيبين من طرف لطرف. في النهاية، سيتم اكتشاف قوة تنافر. سيوضح هذا أن القضبان المختارة مغناطيسات دائمة. ثم يمكن اختبار كل قضيب آخر عند كل طرف مع أحد طرفي قضيب ممغنط. سيظهر على القضبان التي تمت إزالة تمغنطها جذب عند كلا الطرفين. وأيضًا، إذا تم اختيار قضيبين تمت إزالة تمغنطهما، فلن تظهر قوة مع جمع الطرفين معًا.

أم حسيٌّ حركي

استخدم مختبر الفيزياء

في تجربة التيار وقوة المجال، يستطيع الطلاب ملاحظة المجال المغناطيسي حول سلك يحمل تيارًا ويمكنهم التعرف على خواص المجال المغناطيسي.

استخدام مختبر الفيزياء

في تجربة صناعة مغناطيس كهربائي، يستطيع الطلاب التعرف أكثر على خواص المغناطيسات الكهربائية.

3 التقويم

تقويم الفكرة الرئيسة

اسأل الطلاب عما قد يحدث إذا تم عكس التيار في أسلاك مغناطيس كهربائي. ستنعكس أقطاب المغناطيس الكهربائي، لكن المواد المغناطيسية الحديدية ستظل تنجذب إلى المغناطيس الكهربائي. اسأل الطلاب عما قد يحدث إذا تم لف أسلاك المغناطيس الكهربائي من نوع الملف اللولبي في كلا الاتجاهين (أي عكس اتجاه عقارب الساعة وفي اتجاه عقارب الساعة). ستنتج الأسلاك في كل اتجاه مجالات مغناطيسية متقابلة تعارض بعضها البعض مما يؤدي إلى مجال مغناطيسي عام أضعف.

التحقق من الاستيعاب

القطبان المغناطيسيان للكرة الأرضية يُسمى الطرف الملون (الأزرق غالبًا) لإبرة بوصلة القطب المتجه للشمال أو بالاختصار قطب الشمال. اطلب من الطلاب أن يتوصلوا إلى استنتاج بخصوص تحديد القطبين المغناطيسيين للكرة الأرضية وموقعهما. يشير الطرف الأزرق في الإبرة إلى القطب المغناطيسي الشمالي للكرة الأرضية. يمكنك نظريًا أن تسير حسب اتجاه الإبرة إلى أن تشير إلى الأرض. وستمثل هذه النقطة القطب المغناطيسي الشمالي للكرة الأرضية. ثم اسأل الطلاب عن الطريقة التي يمكن أن يستخدموا بها بوصلة للتحقق من قاعدة اليد اليمنى لمجال مغناطيسي حول ملف لولبي. أمسك بالملف اللولبي في يدك بالطريقة الموضحة في **الشكل 12** واترك التيار يتدفق عبر الملف اللولبي كما يظهر في الشكل. إذا أمسكت بالبوصلة بالقرب من طرف الملف اللولبي الذي يشير إليه إبهامك، ينبغي أن يشير القطب المتجه للشمال في البوصلة نحو إبهامك. ض م

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

التأكد من فهم النص والتحقق عبر الأشكال والمخططات والرسوم البيانية.

التحقق عبر الأشكال

رأس المسمار هو قطبه الشمالي لأنه ينجذب إلى القطب الجنوبي للمغناطيس.

التأكد من فهم النص

تمثل كل من المجالات الكهربائية والمجالات المغناطيسية مناطق في الفراغ يطلق فيها المغناطيس أو الشحنة الكهربائية قوة على جسم آخر.

التأكد من فهم النص

قد يتحرك المجال في الاتجاه المعاكس، لكنه سيظل بزاوية قائمة مع الاتجاه الحالي.

التحقق عبر المخططات

داخل الملف اللولبي، تتراكم المساهمات في المجال المغناطيسي من كل جوانب الملف اللولبي، مما يخلق مجالاً مغناطيسيًا عامًا أقوى. خارج الملف اللولبي، تأتي المساهمات في المجال المغناطيسي العام من الجانبين القريب والبعيد للملف اللولبي في اتجاهين متعاكسين، مما يصنع مجالاً مغناطيسيًا عامًا أضعف بكثير.

تطبيق

1. **a.** تنافري
   b. تجاذبي
2. جنوب، شمال، جنوب، شمال
3. تشبه الكرة الأرضية مغناطيسًا عملاقًا. القطب الشمالي الجغرافي للكرة الأرضية هو فعليًا قطبها المغناطيسي الجنوبي. لهذا يشير الطرف الشمالي في إبرة البوصلة إلى القطب المغناطيسي الجنوبي للكرة الأرضية.
4. عندما يجلب الطلاب البوصلات قريبًا من المغناطيسات، تنقلب مغنطة البوصلة.

تطبيق

5. **a.** ضِعْف القوة
   b. ثلاثة أضعاف القوة
6. **a.** من الجنوب إلى الشمال
   b. الغرب
7. الطرف المستدق
8. استخدم القضيب الحديدي. سينجذب الحديد إلى مغناطيس دائم ويكتسب خواص المغناطيس، بينما لن يحدث ذلك مع الألمونيوم أو الزجاج. سيؤدي هذا الأثر إلى دعم المجال المغناطيسي في ملف السلك وبهذا يصنع المغناطيس الكهربائي الأقوى.
9. نعم. قم بتوصيل جهاز قياس فرق الجهد – الفولت على التوالي مع مصدر الطاقة والملف. سيؤدي ضبط الجهاز على مقاومة أكبر إلى خفض التيار وقوة المجال.

القسم 1 مراجعة

10. يمكنك توصيل أي من طرفي السلك بمصدر تيار. المغناطيسات الكهربائية الأقوى هي الملفات اللولبية، حيث السلك في دارة ملفوف حول قضيب مغناطيسي حديدي، مثل الحديد مما يُزيد قوة المجال.
11. تمثل خطوط المجال قوة مجال مغناطيسي واتجاهه.
12. قد تتنوع إجابات الطلاب. يمكن أن تشمل الإجابات المغناطيسات في المبرد والمجال المغناطيسي للكرة الأرضية. يمكن توضيح آثار هذه القوى عن طريق تقريب مغناطيس آخر أو مادة مغناطيسية حديدة.
13. عند القطبين
14. إذا كانت التيارات في الاتجاه نفسه، فسيبلغ المجال المغناطيسي ضعف حجمه تقريبًا؛ وإذا كانت التيارات في اتجاهين متعاكسين، فسيكون المجال صفرًا تقريبًا.
15. إذا أمسكت السلك بيدك اليمنى مع الإشارة بإبهامك في اتجاه التيار التقليدي، فستلتف أصابعك باتجاه المجال.
16. لا شيء؛ سيظهر على البرادة نمط المجال نفسه. إلا أن البوصلة ستوضح أن القطبية المغناطيسية قد انعكست.
17. تعود النطاقات إلى ترتيب عشوائي لأنها لم تعد موازية لنطاقات مجال المغناطيس الدائم.
18. **a.** يمكن أن تكون القضبان الفلزية مغناطيسات محاورها متوازية. إذا تم وضع المغناطيس العلوي بحيث يكون قطباه الشمالي والجنوبي فوق القطبين الشمالي والجنوبي للمغناطيس السفلي، فسيتعرض للتنافر ويطفو. إذا تم قلب المغناطيس العلوي على الوجه الآخر، فسينجذب إلى المغناطيس السفلي.
    b. المغناطيسية الحديدية

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

القسم 2 تطبيق القوى المغناطيسية

1 مقدمة

البداية (نشاط محفِّز)

الإلكترونات والمجالات المغناطيسية كانت شاشات الكمبيوتر القديمة تستخدم أنابيب أشعة الكاثود (CRT) التي ترسل جسيمات مشحونة إلى الشاشة. تعمل شاشات عرض الكريستال السائل (LCD) بتغيير البنى البلورية وليس تحريك الشحنات. استخدم مغناطيس سيراميك صغير مع شاشة CRT لتوضيح التفاعل بين الإلكترونات والمجال المغناطيسي. كرّر العرض مع شاشة LCD لتوضيح عدم وجود تفاعل. اسأل التلاميذ بعد ذلك عن السبب في أن شاشات CRT غالبًا ما تحتوي على ملفات تمت إزالة مغناطيسيتها ملفوفة حول مظروفاتها. إنها تعزل الشاشة عن المجالات المغناطيسية المتغيرة. يمكن أن تتولد هذه المجالات عن أجهزة أخرى قريبة.

ض م مرئي-مكاني

الربط بالمعارف السابقة

المجالات المغناطيسية استعرض كيف أن شحنة ثابتة تنتج مجالاً كهربائيًا ثابتًا ينتج بدوره قوة على شحنة ثابتة ثانية قريبة. ناقش كيفية إنتاج المغناطيسات الدائمة والأسلاك الحاملة للتيار لمجالات مغناطيسية. تنتج الشحنة المتحركة مجالاً مغناطيسيًا يُنتج قوة على شحنة متحركة أخرى. ساعد الطلاب على رسم تناظر بين الشحنات الثابتة والمجال الكهربائي الثابت في مقابل الشحنات المتحركة والمجال المغناطيسي. ض م

2 التدريس

القوى على الأسلاك الحاملة للتيار

تطوير المفاهيم

قواعد اليد اليمنى مقابل قواعد اليد اليسرى تُعتبر قواعد اليد اليمنى ملائمة لتحليل المغناطيسية من التيارات التقليدية (أي أن التيار في اتجاه تدفق الشحنة الموجبة). من يفكرون في تيار الإلكترونات يستخدمون غالبًا قواعد اليد اليسرى. اشرح قاعدة اليد اليسرى للطلاب بأن تعرض لهم قبضة "إيقاف السيارات" (باليد اليسرى طبعًا). أنت تعلم أن المجال المغناطيسي الناتج عن تيار كهربائي دائمًا ما يتعامد على اتجاه التيار. تقول قواعد اليد اليسرى أنه إذا أشار الإبهام إلى اتجاه تيار الإلكترونات، تشير الأصابع الملتفة إلى اتجاه خطوط التدفق المغناطيسي الناتجة عن تيار الإلكترونات.

تعزيز المعارف

تغيير الاتجاهات باستخدام **الشكل 14** اجعل الطلاب يفكرون فيما يحدث للقوة عندما يكون التيار في الاتجاه المعاكس أو عندما يكون المجال المغناطيسي في الاتجاه المعاكس أو عندما يكون كلاهما في اتجاهين متعاكسين. بالنسبة لأول حالتين، ينعكس اتجاه القوة. بالنسبة لآخر حالة، لا يتغير اتجاه القوة.

عرض توضيحي سريع

قوة بالغة الشدة على السلك

الزمن المقدَّر دقيقتان (10)

المواد مغناطيس دائم، سلك خفيف الوزن، بطارية 6 V

الإجراء ضع المغناطيس على طاولة وضع الجزء الأوسط من السلك على بعد 1 cm تقريبًا من أحد قطبي المغناطيس. وصّل طرفي السلك بطرفي البطارية. ينبغي أن يتحرك السلك. إذا لم يتحرك، فقد يكون المجال المغناطيسي موازيًا للسلك، فقم بتغيير اتجاه المغناطيس بالنسبة إلى السلك. الآن وبدون تغيير اتجاه السلك المجاور للمغناطيس، اعكس طرفي السلك على طرفي البطارية لتبين أن القوة بين المغناطيس والسلك تنعكس.

التفكير الناقد

قم بتجربة نظرية على سماعة اسأل الطلاب عما قد يحدث إذا أخذت سماعة قوية وأوصلتها بمقبس الجدار مباشرة. **تحذير: افعل هذا كتجربة نظرية فقط!** إذا لم تكن السماعة قوية بما يكفي، فقد تنفجر. إذا كان ملف السماعة ذي مقاومة منخفضة بما يكفي بحيث تسمح بتيار زائد، فقد يكون التيار مرتفعًا بما يكفي لزيادة حرارة السماعة وإتلافها أو تشغيل قاطع الدائرة.

ض م تدريب سمعي/موسيقي

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

عرض توضيحي سريع

الفكرة الرئيسة

الزمن المقدَّر 10 دقائق

المواد بطارية قلوية 1.5 V سلك، سماعة

الإجراءات اشرح كيف تقوم السماعة بتحويل الطاقة الكهربائية إلى طاقة صوتية. ألصق قطعة من مادة مغناطيسية حديدية على الجانب الخلفي للسماعة أولاً لتوضح أن السماعة بها مغناطيس. أثناء توصيل الأسلاك بموصلات السماعة، المس سلكًا بأحد موصلات البطارية لإنتاج صوت طقطقة. ثم اجعل الطلاب يلاحظون اتجاه حركة المخروط عندما يكون هناك تيار منتظم. اعكس قطبية البطارية واجعل الطلاب يلاحظون أن المخروط يتحرك في الاتجاه المعاكس. ناقش مع الطلاب كيفية إنتاج التيار في المجال المغناطيسي لقوة على السمّاعة.

مثال إضافي في الصف

يستخدم مع المثال *1*.

مسألة ما القوة على سك مستقيم طوله 12 cm في مجال مغناطيسي بعزم 1.9 T عندما يكون التيار في السلك 25 A؟

الإجابة $F = ILB = (25\ \text{A})(0.12\ \text{m})(1.9\ \text{T}) = 5.7\ \text{N}$

نشاط مشروع فيزيائي

استخدامات المغانط فائقة التوصيل اجعل كل طالب يبحث عن تطبيق معين للمغانط فائقة التوصيل واكتب تقريرًا موجزًا (صفحتين) عن ذلك التطبيق. اقبل التطبيقات سواء كانت حالية أو مستقبلية واعتبرها موضوعات. تشمل بعض الاحتمالات التعليق المغناطيسي ومفاعلات الاندماج والتحليل الطيفي بالرنين المغناطيسي النووي والتصوير بالرنين المغناطيسي ومعجلات الجسيمات ونظم الدفع عالية الكفاءة. ض م لغوي داخل الشخص

تحديد المفاهيم الخاطئة

القوى عند أطراف اللفة قد يتساءل الطلاب عن القوى التي يعتقدون أنه ستؤثر على كلا طرفي اللفة في **الشكل 17**. بافتراض أن طرفي اللفة يقعان داخل المجال المغناطيسي، فالتياران عند الطرفين إما في نفس اتجاه المجال المغناطيسي أو في الاتجاه المعاكس. في كلتا الحالتين، لا توجد قوة لأن المجال المغناطيسي لا ينتج قوة على تيار يوازي المجال المغناطيسي. لا يُنتج قوة إلا عندما يكون التيار غير موازٍ لخطوط المجال المغناطيسي.

مناقشة

سؤال لماذا يشيع استخدام أجهزة القياس الرقمية أكثر من أجهزة القياس التناظرية؟

الإجابة هناك عدة أسباب: (1) أجهزة القياس الرقمية أسهل في التفسير. (2) تُعتبر أجهزة القياس التناظرية أجهزة ميكانيكية رقيقة بها الكثير من الأجزاء المتحركة ولهذا فهي أكثر عرضة للكسر و (3) غالبًا ما تؤدي تقنية الدوائر المدمجة إلى خفض نفقات الحلول الإلكترونية بالكامل. ض م

التدريس المتمايز

المتعلمون ذوو الأداء الضعيف شكّل مجموعات صغيرة. اجعل كل مجموعة تحدد عدة تطبيقات للمغناطيسية. اجعل كل مجموعة تعطي قائمتها لمجموعة مختلفة. ينبغي أن تختار المجموعات عنصرًا من القائمة التي حصلوا عليها ويحددوا الوحدات والمعادلات التي ستلائم ذلك العنصر. اجعل كل مجموعة تعرض العنصر والوحدات والمعادلات على الفصل. ق م العلاقات بين الأشخاص

تطوير المفاهيم

قواطع الدائرة المغناطيسية تعمل قواطع الدائرة المغناطيسية عندما يكون التيار في ملف مرتفعًا بما يكفي لتحريك واقٍ حديدي مما يؤدي إلى فتح نقاط تلامس. من بين مشاكل قواطع الدائرة عالية الطاقة أنه قد يتكون قوس عندما تنفتح نقاط التلامس. يمكن استخدام المجال المغناطيسي في "تفجير" القوس. يُسمى هذا أحيانًا الإخماد المغناطيسي.

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

استخدام النماذج

"IGRF" غالبًا ما يتم استخدام نماذج مغناطيسية لكوكبنا في الأبحاث التحقيقية والملاحة والاستبيانات. من بين هذه النماذج نموذج معروف باسم المجال المرجعي المغناطيسي الجغرافي الدولي (IGRF). يجب أن يدرك مستخدمو مجال IGRF القيود عليه. المجال المغناطيسي للكرة الأرضية معقد جدًا سواء من حيث المكان أو الزمان. لا يفسر نموذج IGRF عمليات المغنطة المحلية. الكثير من التشكيلات الجيولوجية والصخور ممغنطة جزئيًا.

خلفية عامة عن المحتوى

كراسي التحميل المغناطيسية تقضي كراسي التحميل المغناطيسية على الاحتكاك والاهتراء وتسمح بسرعات تدوير كبير. وهي تعمل عن طريق تعليق عمود صلب دوار في مجال مغناطيسي. ينجذب العمود إلى المجال لكنه لا يُترك ليلمس قطبي المغناطيس الكهربائي الجاذب. يتحقق هذا عن طريق استشعار موضع العمود واستخدم تلك المعلومة للتحكم في مقدار التيار في المغناطيس الكهربائي. مع تحرك العمود إلى مكان أقرب من المغناطيس الكهربائي، ينخفض التيار لإضعاف المجال. مع تحرك العمود بعيدًا عن المغناطيس الكهربائي، يرتفع التيار ليقوي المجال. هذا مثال على نظام تغذية راجعة سلبية حيث يعمل الفارق بين قيمة المعامل المرغوب فيها وقيمة المعامل الفعلية على ضبط معامل تحكم للحد من الخطأ.

المهن

مهندسو الكهرباء يستخدم مهندسو الكهرباء المبادئ العلمية للمغناطيسية والكهرومغناطيسية لتصميم المحركات والمحولات والمولدات ووحدات تخزين البيانات والمرحلات وقواطع الدوائر ومجموعة كبيرة من الأجهزة الأخرى. وغالبًا ما يعملون بالتعاون مع الفيزيائيين ومهندسي الميكانيكا. وهم يستخدمون أحيانًا أجهزة الكمبيوتر لتمثيل الدوائر المغناطيسية والأجهزة.

القوى المؤثرة على جسيمات مشحونة

مثال إضافي في الصف

يستخدم مع المثال 2.

المسألة يصمم أحد المهندسين نظام انحراف لجهاز إشعاع إلكترونات ويحتاج إلى قوة تبلغ 2.8×10^{-14} N على كل إلكترون في الشعاع يتحرك بسرعة 1.7×10^{6} m/s. حدد قوة المجال المطلوبة.

الإجابة

$$B = \frac{F}{qv}$$

$$= \frac{2.8 \times 10^{-14}\ \text{N}}{(1.602 \times 10^{-19}\ \text{C})\ (1.7 \times 10^{6}\ \text{m/s})}$$

$$= 0.10\ \text{T}$$

تعزيز المعارف

مصباح الوميض المغناطيسي احصل على مصباح وميض مغناطيسي واسأل عن كيفية عمله. يحتوي مصباح الوميض المغناطيسي على سلك قابل للتحريك ومغناطيس دائم. عندما يكون هناك تيار يمر عبر السلك، يتولد مجال يتفاعل مع مجال المغناطيس الدائم مما يؤدي إلى خلق قوة على السلك. ض م مرئي-مكاني

الفيزياء في الحياة اليومية

المصابيح الشمالية يتولد الشفق القطبي ــ المعروف أيضًا باسم المصابيح الشمالية ــ عندما تصطدم الجسيمات المشحونة بجسيمات الهواء في الغلاف الجوي للكرة الأرضية. تأتي الجسيمات المشحونة من الشمس. يعمل المجال المغناطيسي للكرة الأرضية على توجيه هذه الجسيمات المشحونة نحو القطبين المغناطيسيين للكرة الأرضية. عند القطبين، تصطدم هذه الجسيمات المشحونة بجسيمات الهواء مما يثير ذرات جسيمات الهواء تلك. تبعث جسيمات الهواء ضوءً عندما تعود ذراتها إلى الحالة غير المستثارة. يظهر هذا الضوء ويُسمى المصابيح الشمالية.

3 التقويم

تقويم الفكرة الرئيسة

اجعل الطلاب يفكرون في سلكين. افترض أن التيار في كل سلك يتدفق في اتجاهين متقابلين. اجعل الطلاب يحددوا اتجاه المجال المغناطيسي بجوار السلك الأيمن والناتج عن التيار في السلك الأيسر والعكس بالعكس. إذا كان هناك تيار أعلى الصفحة في السلك الأيسر، فسينتج مجالًا مغناطيسيًا في الصفحة عند السلك الأيمن. سيكون للسلك الأيمن تيار أسفل الصفحة وينتج مجالاً مغناطيسيًا في الصفحة عند السلك الأيسر. اطلب من الطلاب أن يحددوا اتجاه القوة المبذولة بين السلكين. إذا كان التيار في السلكين في اتجاهين متقابلين، فستكون القوة بين السلكين تنافرية.

التحقق من الاستيعاب

قواعد اليد اليمنى الثلاث تحقق من أن الطلاب يفهمون قواعد اليد اليمنى الثلاث. ارسم عدة أمثلة لأسلاك وملفات ومجالات على اللوحة. اطلب منهم أن يتوقعوا المجالات والأقطاب واتجاهات القوة على حسب الشروط التي تذكرها. ض م

التوسُّع

العجلة المركزية عندما تكون السرعة الأولية لجسيم مشحون عمودية على مجال مغناطيسي موحد ولا توجد قوى أخرى، سيتحرك الجسيم المشحون بحركة دائرية موحدة. ولهذا فإن قوة المجال المغناطيسي على الجسيم المشحون قوة مركزية. اطلب من الطلاب أن يحددوا العجلة المركزية. تتحدد العجلة المركزية عن طريق $F = ma$. وبهذا فإن $qvB = ma$ أو $a = qvB/m$. ض م

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

التأكد من فهم النص والتحقق عبر الأشكال والمخططات والرسوم البيانية.

التحقق عبر المخططات

ستؤدي القوة إلى عكس الاتجاه ولهذا فستَدفع لأسفل بدلاً من أعلى.

التأكد من فهم النص

بالنسبة لمقياس شدة التيار وصّل المقاومة بالتوازي مع مقياس جلفاني (الجلفانوميتر). بالنسبة لمقياس الجهد الكهربائي (الفولتميتر) أوصل المقاوم على التوالي مع الجلفانوميتر.

تطبيق

19. استخدم قاعدة اليد اليمنى للقوة المغناطيسية على سلك. عندما توجه أصابع يدك اليمنى في اتجاه المجال المغناطيسي وإبهامك في اتجاه التيار التقليدي (الموجب) للسلك، ستتجه راحة يدك إلى القوة الفاعلة على السلك. لاستخدام هذا الأسلوب، ستحتاج إلى معرفة اتجاه التيار واتجاه المجال.

20. 1.6 N

21. 0.13 T

22. 0.15 T

23. 7.8 A

24. ينبغي الإمساك بأحد القطبين قريبًا قدر الإمكان من الملف بحيث تتعامد خطوط المجال مع كل من السلكين واتجاه حركة الرقاقة.

تطبيق

25. لأسفل

26. 3.2×10^{-12} N، لأعلى

27. 8.6×10^{-16} N

28. 1.7×10^{-13} N

29. 4.2×10^{6} m/s

30. 0.05 T

مراجعة القسم 2

31. يدور واقٍ في مجال مغناطيسي 360° مع تغيير عاكس التيار ذي الحلقة المشقوفة لاتجاه التيار مما ينتج طاقة ميكانيكية.

32. لأعلى بعيدًا عن سطح الكرة الأرضية

33. a. يجب أن يكون المجال المغناطيسي لأعلى بزاوية قائمة مع سرعة البروتونات. ينبغي أن تكون المجالات الكهربائية في اتجاه السرعة – في اتجاه حركة عقارب الساعة.

b. لا ينبغي أن يتغير أي من المجالين.

34. يستخدم كل من الجلفانوميتر والمحرك الكهربائي عروة سلكية موضوعة بين قطبي مغناطيس دائم. عندما يمر تيار عبر العروة، يوجه المجال المغناطيسي للمغناطيس الدائم قوة إلى العروة. لا يمكن أن تدور اللفة في الجلفانوميتر أكثر من 180°. تدور العروة في المحرك الكهربائي دورات كثيرة بزاوية 360°. يسمح عاكس التيار ذو الحلقة المشقوفة في المحرك للتيار في العروة بالانعكاس عندما تصبح العروة رأسية في المجال المغناطيسي، مما يتيح للعروة أن تدور في المجال المغناطيسي. يقيس الجلفانوميتر التيارات غير المعروفة؛ والمحرك الكهربائي له استخدامات كثيرة.

35. ليس بالضرورة؛ إذا كان الملف قيد التدوير بالفعل، فإن القصور الدوراني سيحمله بعد نقطة العزم صفر. تسارع الملف هو الصفر وليست سرعته.

36. 28 kΩ

37. بما أن القوة جاذبة، فالتيارات في الاتجاه نفسه. أي أن التيار لأعلى في السلك الأول يخلق مجالاً مغناطيسيًا يتقاطع مع السلك الثاني. إذا كان التيار في السلك الثاني في الاتجاه نفسه، فإن القوة عليه ستسحب السلكين معًا.

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

نظرة فاحصة

دعوني وشأني

مراقبة المغناطيسية الحيوية

الخلفية

يشكل تلوث الجسيمات وخاصة الجسيمات التي يقل قطرها عن 2.5 ميكرومتر، خطرًا كبيرًا على الصحة. تستطيع هذه الجسيمات أن تحمل مركبات سامة إلى عمق الرئتين حيث يمكن أن تسبب عدوى بأمراض تنفسية. تستطيع الجسيمات أن تجد طريقها إلى مجرى الدم وتؤدي في النهاية إلى مشاكل في القلب والكبد وأنواع معينة من السرطان وربما مرضى الزهايمر وباركنسون. من المقدر أن التلوث بالجسيمات الصغيرة مسؤول عن 800,000 حالة وفاة في العام في أنحاء العالم.

استراتيجيات التدريس

- قبل قراءة الموضوع، اطلب من الطلاب أن يراجعوا المادة في الفصل المتعلق بالمغناطيسات المؤقتة والنطاقات المغناطيسية. تستخدم عملية المراقبة المغناطيسية الحيوية المذكورة في الموضوع مجالاً مغناطيسيًا قويًا لتحويل الجسيمات الملوثة المحتوية على حديد إلى مغناطيسات صغيرة مؤقتة.
- بعد قراءة المعروض، أبلغ الطلاب بأن قياسات المراقبة المغناطيسية الحيوية المأخوذة من كلا جانبي طريق على تلة توشح تلوثــا بالجسيمات أعلى بكثير على جانب الطريق الأقرب إلى حركة السيارات الصاعدة لأعلى التل. اطلب من الطلاب أن يشرحوا هذه النتائج. تتطلب محركات المركبات طاقة أكبر لدفع المركبة إلى أعلى التل. وأثناء ذلك، تستهلك المحركات وقودًا أكثر وتبعث جسيمات أكثر.

المزيد من التعمق >>>

النتائج المتوقعة استجابات الطلاب لنشاط "التعمق أكثر" ينبغي أن تحتوي على خريطة للمنطقة المختارة تحدد بوضوح الأنواع الثلاثة المختلفة. لكي يحصل الطلاب على عينات للمقارنة، ينبغي أن يختاروا نوعًا موجودًا بالقرب من الطرق وتتم إزالته من الطرق إلى حد بعيد.

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

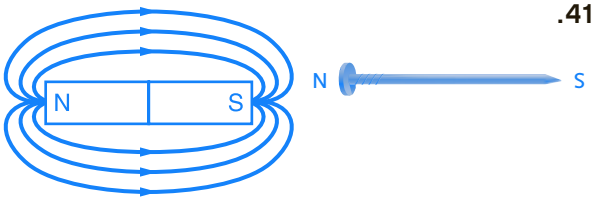
القسم 1
إتقان المفاهيم

38. يتنافر القطبان المتشابهان مع بعضهما البعض؛ ينجذب القطبان المتعارضان.

39. المغناطيس المؤقت لا يشبه المغناطيس إلا عندما يكون تحت تأثير مغناطيس آخر. ستعود نطاقاته إلى ترتيب عشوائي عند إزالة المغناطيس. نطاقات المغناطيس الدائم متوازية دائمًا.

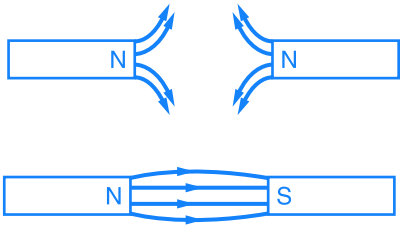
40. الحديد والكوبالت والنيكل

41.



تزداد قوة مجال المغناطيس الشريطي كلما اقترب إلى المغناطيس الشريطي ولذلك تكون القوة الجاذبة على القطب الأقرب أقوى من القوة النافرة على القطب الأبعد مما يجعل القوة المحصلة جاذبة.

42.



43. لا؛ سيتشكل القطبان الجديدان على كل من الطرفين المكسورين.

44. أمسك السلك بيدك اليمنى مع الحفاظ على إشارة إبهامك في اتجاه التيار التقليدي عبر السلك. ستحيط أصابعك بالسلك وتشير في اتجاه المجال المغناطيسي.

45. يتركز المجال المغناطيسي داخل العروة لأن اتجاه المجالات من العروات المنفردة واحد دائمًا وتتراكم المجالات على بعضها.

46. أمسك المغناطيس الكهربائي بيدك اليمنى مع الحفاظ على إحاطة أصابعك للمغناطيس الكهربائي في اتجاه تدفق التيار التقليدي عبر العروات. سيشير إبهام يدك اليمنى نحو القطب الشمالي للمغناطيس الكهربائي.

47. لا يتوازى قطبا الذرات بالضرورة في الاتجاه نفسه. عندما لا يكون هناك مغناطيس قوي، لا يتمغنط الحديد؛ وتشير أقطاب ذراته في اتجاهات عشوائية. إلا أنه إذا كان الحديد موضوعًا بالقرب من مغناطيس قوي، فستتوازى أقطاب الذرات.

48. وتتدافع نطاقاتها بدون توازٍ.

القسم 1
إتقان حل المسائل

49. a. 2 و 4

b. 2

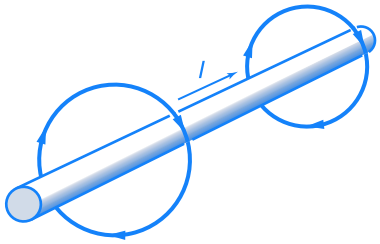
c. 4

50. تنتقل إلى اليسار وتبدأ في الدوران.

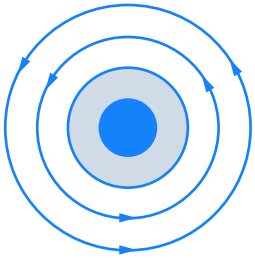
51. تنتقل إلى اليمين.

52. عند الطرف الأيمن.

53.



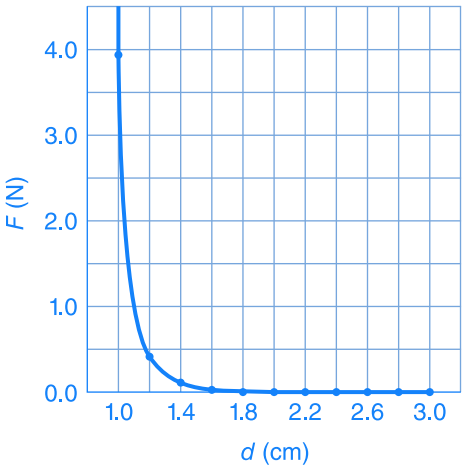
54.



55. a. لأسفل (إلى داخل الصفحة)

b. لأعلى (إلى خارج الصفحة)

56. a.



b. لا.

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

القسم 2
إتقان المفاهيم

57. الأميتر

58. تتوازى القوى على هذه الأسلاك مع محور الدوران. تستطيع القوى المتعامدة على المحور فقط أن تساهم في عزم تدوير عمود الدوار.

59. لا، إذا كان المجال المغناطيسي موازيًا لسلك، فلا توجد قوة على السلك.

60. تعكس القوة الاتجاه.

61. يجب أن تكون القوة على جسيم مشحون متعامدة على كل من المجال المغناطيسي وسرعة الجسيم. لا يمكن أن يصح هذا إلا إذا كانت القوة مركزية ويقوم الجسيم بحركة دائرية.

62. الأميتر

63. مجزئ التيار الكهربائي

64. الفولتميتر

65. عامل مضاعفة

القسم 2
إتقان حل المسائل

66. 0.10 T

67. 0.45 N

68. لا توجد قوة عاملة على السلك.

69. 0.60 m

70. القوة لأسفل.

71. 3.0 kA

72. سوف تختلف الأجوبة. من الأشكال المحتملة لإجابة صحيحة: "... إذا كانت تمر عبر مجال مغناطيسي بقوة 750 mT، ما هي القوة مغناطيسية التي تتعرض لها؟"

73. a. 0.011 N/m لأسفل

b. لا؛ فالقوة أقل بكثير من وزن الأسلاك.

74. a. $2.00\times10^{2}\ \Omega$

b. 199 kΩ

75. a. 0.05 V

b. 5 Ω

c. $R_1 = 5\ \Omega$

76. 2.4×10^{-14} N

77. عمودي

78. a. 0.742 T

b. $2.66\times10^{16}\ m/s^2$

79. شحنتان

80. B = D > E > C > A

تطبيق المفاهيم

81. استخدم بوصلة. سيجذب القطب الشمالي لإبرة البوصلة القطب الجنوبي للمغناطيس والعكس صحيح.

82. قم بتوصيل السلك بالبطارية بحيث يكون التيار بعيدًا عنك في أحد القطاعات. أمسك بالبوصلة فوق ذلك القطاع من السلك مباشرة وقريبًا منه. حسب إحدى قواعد اليد اليمنى، طرف إبرة البوصلة الذي يشير يمينًا هو قطب الشمال.

83. a. بين السلكين

b. بطول خط بين الأسلاك مباشرة على مسافة متساوية من كل سلك

84. إذا لم يكن المسمار ممغنطًا، فإن أيًا من طرفي المسمار سينجذب إلى أي من قطبي المغناطيس. إذا كان المسمار ممغنطًا، فإن كلاً من طرفي المسمار سينجذب إلى قطب واحد وينفر من الآخر.

85. شدة القوى متساوية طبقًا لقانون نيوتن الثالث.

86. يؤدي المغناطيس إلى أن تشير النطاقات في الحديد إلى الاتجاه نفسه. تفصل العصا المشحونة بين الشحنتين الموجبة والسالبة في العازل.

87. يمكنك أن تستخدم بوصلة لتجد اتجاه المجال المغناطيسي. يمكنك أيضًا أن تجلب مغناطيسًا قويًا وتجد اتجاه القوة على السلك ثم تستخدم إحدى قواعد اليد اليمنى.

88. مواز

89. لا؛ فالقوة عمودية دائمًا على السرعة. لم يتم أي عمل. الطاقة غير مشحونة.

90. عند الاتجاه إلى واجهة الغرفة، تقع B على اليسار.

91. تصل قوة المجال المغناطيسي للكرة الأرضية إلى أقصى مداها عند القطبين. خطوط المجال أقرب لبعضها البعض عند القطبين.

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

مراجعة شاملة

92. 2.1×10^{-12} N، لأعلى

93. -2.4×10^{-12} N

94. a. 0 N

b. 0.62 N، لأعلى

c. 0.62 N، لأسفل

d. 0.31 N، لأعلى

95. a. 0.428 Ω

b. 4.30 Ω

c. المقياس 50.0 μA أفضل. المقاومة الأقل في مجزئ التيار الكهربائي فيه لن تغير المقاومة الإجمالية للدارة التي يجري قياسها. تبلغ مقاومة مقياس شدة التيار المثالي 0 Ω.

96. 5.5 N

97. a. 3.2 N

b. 2.3 N

c. 0 N

98. a. P_2 إلى P_1

b. 8.4×10^{7} m/s

c. دائري في اتجاه حركة عقارب الساعة

التفكير الناقد

99. 7.3×10^{-4} T

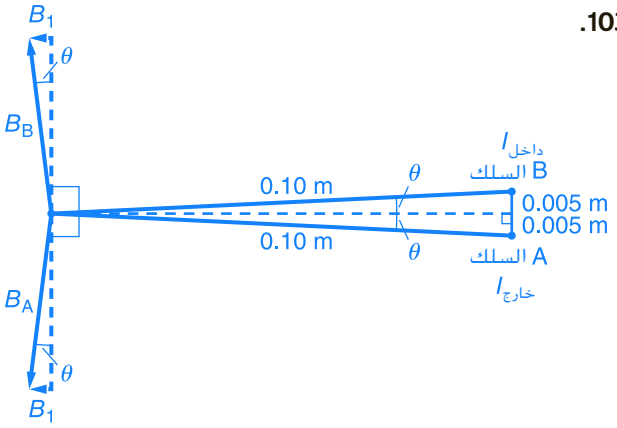
100. عندما يمر التيار عبر الملف، يزداد المجال المغناطيسي وتؤدي القوى إلى انضغاط الزنبرك. يخرج السلك من الزئبق وتنفتح الدائرة وينخفض المجال المغناطيسي ويهبط الزنبرك. سيتذبذب الزنبرك من أعلى لأسفل.

101. ستتنوع الإجابات لكن الشكل الصحيح للإجابة هو: "يتحرك البروتون عبر مجال مغناطيسي شدته 2.3 T. إذا كان سيتعرض لقوة شدتها 60 N، فما السرعة التي يجب أن يتحرك بها؟"

102. a. تزيد قوة مجال الكرة الأرضية بمقدار 12 ضعفًا تقريبًا

b. نصف القوة

103.



2×10^{-5} T, 2×10^{-6} T إلى اليسار

الكتابة في علم الفيزياء

104. قد تختلف إجابات الطلاب. تُستخدم المغناطيسات فائقة التوصيل في التصوير بالرنين المغناطيسي والقطارات المغناطيسية المعلقة. تتطلب المغناطيسات فائقة التوصيل حاليًا درجات حرارة منخفضة جدًا. يحاول العلماء ابتكار مواد فائقة التوصيل في درجات حرارة أعلى.

مراجعة تراكمية

105. 16 J

106. 120 W

107. 128 Ω

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

تدريب على الاختبار المعياري

الاختيار من متعدد

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

إجابة مفتوحة

10. $B = \frac{F}{qv} = \frac{\text{N}}{\text{C}\cdot\text{m/s}} = \frac{\text{kg}\cdot\text{m}\cdot\text{s}}{\text{C}\cdot\text{m}\cdot\text{s}^2} = \frac{\text{kg}}{\text{C}\cdot\text{s}}$

$B = \frac{F}{IL} = \frac{\text{N}}{\text{A}\cdot\text{m}} = (\text{kg}\cdot\text{m/s}^2)(\text{s/C})(1/\text{m}) = \frac{\text{kg}}{\text{C}\cdot\text{s}}$

11. 35°

إرشادات

الإرشادات وتوجيهات التصحيح التالية هي عينة لاستراتيجية تحديد الدرجات لأسئلة الإجابة الحرة.

النقط	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. الإجابة صحيحة بشكل جوهري وتوضح شيئًا أساسيًا، لكنها لا توضح الفهم العميق في الفيزياء.
2	يظهر الطالب فهمًا جزئيًا فقط للفيزياء ذات الصلة. 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 العديد من أوجه القصور.
0	يقدم الطالب حلاً خاطئًا تمامًا أو لا يجيب على الإطلاق.

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

الوحدة 19

الحث الكهرومغناطيسي

نبذة عن الصورة

مزرعة الرياح اجعل الطلاب يفحصون الصورة. اسأل الطلاب عما تفعله مزارع الرياح. تنتج الطاقة الكهربائية من المولدات التي تشغلها الرياح. اجعل الطلاب يصفون الطريقة التي قد يتم بها هذا كما يظهر من الصورة. الإجابات المحتملة: تقوم الرياح بتشغيل شفرات المحرك الدوار الموجود أعلى برج. تقوم الشفرات بتشغيل محور دوران متصل بمولد. يقوم المولد بتحويل طاقة تدوير الشفرات إلى تيار كهربائي.

نظرة عامة على الوحدة

تبدأ الوحدة بنقاش لعملية حث تيار كهربائي من مجال مغناطيسي متغير. يتم تناول مفهوم القوة الدافعة الكهربائية المستحثة في المولدات. يتم تناول قانون لينز ويتم تقديم عدة تطبيقات. تنتهي الوحدة بنقاش للحث الذاتي والحث المتبادل ودورهما في المحولات.

قبل دراسة موضوع هذه الوحدة، يجب على الطلاب دارسة:

- التيار والمجالات الكهربائية
- الطاقة الكهربائية والقدرة الكهربائية
- المجالات المغناطيسية
- فرق الجهد
- الشغل المبذول والطاقة والقدرة الكهربائية

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

- الترميز العلمي
- الأرقام المعنوية
- الجيب وجيب التمام وظل الزاوية
- حل المعادلات الخطية

استخدام التجارب الاستهلالية

في قسم المجالات المغناطيسية المتغيرة، يتعرف الطلاب على طريقة تأثير مجال مغناطيسي على ملف سلك يمر عبر المجال.

تقديم الفكرة الرئيسة

الحث اسأل الطلاب عن الارتباط بين التيار الكهربائي والمغناطيسات. يبذل كل منهما قوة على الآخر. عليك أن توضح أن أشياء مثل الجيتار الكهربائي تستخدم مغناطيسات وملفات لتوليد التيار. اسأل الطلاب عما يمكن أن يفعله ذلك التيار في جيتار. قد يغير من الترددات لإصدار أصوات مختلفة.

McGraw-Hill Education حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة

القسم 1 حث التيارات

1 مقدمة

البداية (نشاط محفِّز)

المولد الكهربائي يستخدم هذا النشاط تركيبًا من مولد دراجة ومصباح. أدر المولد باليد لمحاكاة الطاقة الميكانيكية التي يوفرها الراكب واجعل الطلاب يلاحظون الضوء. ثم اجعل الطلاب يكتبون تفسيرًا موجزًا لتحويل الطاقة الذي يتم داخل المولد. تحويل الطاقة الميكانيكية إلى طاقة كهربائية اجعل الطلاب يمارسون العصف الذهني حول أشكال الطاقة التي يمكن استخدامها كطاقة داخلة إلى المولد. ق م بصري-مكاني

الربط بالمعارف السابقة

المجالات المغناطيسية والشحنات الكهربائية سيستخدم الطلاب مفاهيم فرق الجهد والتيار والمجالات المغناطيسية لتحليل القوة المؤثرة على شحنات في موصل يتحرك خلال مجال مغناطيسي.

2 التدريس

تغيير المجالات المغناطيسية

خلفية عامة عن المحتوى

مايكل فارادي اكتشف مايكل فارادي الكثير من القوانين الأساسية في الفيزياء والكيمياء، على الرغم من حقيقة أنه لم يتلق أي تعليم رسمي تقريبًا. عمل ابن الحداد الإنجليزي وهو في سن 14 عامًا لدى دار لبيع الكتب وتجليدها. وجد فارادي — من بين اكتشافاته الكثيرة — أن تغيير المجال المغناطيسي يمكن أن يستحث تيارًا. أجرى سلسلة من التجارب أظهرت بوضوح أن القوة الدافعة الكهربائية التي تم حثها تساوي معدل تغير التدفق المغناطيسي. كما أنه ابتكر مفاهيم خطوط المغناطيس والمجال المغناطيسي بناء على الأنماط التي تشكلها برادة الحديد حول المغناطيسات. كما صنع فارادي أول مولد كهربائي واكتشف القوانين الصحيحة للكيمياء الكهربائية.

استخدم الشكل 2

قاعدة اليد اليمنى اجعل الطلاب يقارنوا **الشكل 2** بقواعد اليد اليمنى المعروضة من قبل. شجّع الطلاب على استخدام أيديهم لتمثيل القاعدة. اسأل الطلاب الأسئلة التالية: ما الذي تمثله *B* في الشكل؟ قوة المجال المغناطيسي وما اتجاهه؟ نحو الصفحة، بعيدًا عن القارئ ما اتجاه *F*؟ لأعلى، نحو أعلى الصفحة ما الذي تؤثر عليه *F* في **الشكل 2**؟ الشحن ما الذي يتحرك في الشكل؟ السلك ض م

مناقشة

مسألة هل سيتم إنتاج تيار إذا أسقطت مغناطيسًا عبر أنبوب طويل من مادة موصلة مثل النحاس؟ فسّر

الإجابة سيتولد التيار في مسار التوصيل على جدار الأنبوب عندما يمر فيض مغناطيسي متغير خلال منطقة المقطع العرضي للأنبوب. نظرًا لأن المغناطيس في حالة سقوط، يتغير باستمرار المجال الذي تمر به أي نقطة مما يحث على توليد تيار.

استخدام التشابه

القوة الدافعة الكهربائية والبطاريات وفرق الجهد

عليك أن توضح أن القوة الدافعة الكهربائية المستحثة عبر مقطع من السلك تنتج فرق جهد بين نقطتين – طرفي السلك. فرق الجهد مناظر لما تنتجه خلية ضوئية أو بطارية. اجعل الطلاب يصفون من أين تنتج البطارية فرق جهد. بين الطرفين اشرح أنه لا يجب أن تكون البطارية أو السلك جزءًا من دائرة لإنتاج فرق الجهد. ض م

تطوير المفاهيم

السماعة والميكروفون قارن بين السماعة والميكروفون: تحوّل السماعة الطاقة الكهربائية إلى طاقة صوتية، بينما يحوّل الميكروفون الطاقة الصوتية إلى طاقة كهربائية. بعض نظم الاتصال الداخلي في المنازل والمدارس تستخدم سماعة في كلتا الوظيفتين. هذا مثال جيد على تماثل الكثير من آثار المغناطيسية الكهربائية. تعمل الحلقات السلكية التي تتحرك في مجال مغناطيسي على حث حركة الشحنات (التيار) عبر الحلقات وتنتج الحلقات السلك الحاملة للتيار في المجالات المغناطيسية حركة الحلقات.

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

التدريس المتمايز

المتعلمون ذوو الأداء الضعيف استخدم الجدول التالي لمساعدة الطلاب على فهم كيفية اشتقاق الوحدة الملائمة للقوة الدافعة الكهربائية.

المتغير	النظام الدولي للوحدات	الوحدات ذات الصلة
B	T	N/A·m
I	A	C/s
L	m	
v	m/s	
V	V	J/C
W	J	N·m

$$(\mathrm{T})(\mathrm{m})\left(\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}}\right)$$

$$= \left(\frac{\mathrm{N}}{\mathrm{A}\cdot\mathrm{m}}\right)\left(\frac{\mathrm{m}}{1}\right)\left(\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}}\right)$$

$$= \left(\frac{\mathrm{N}}{\frac{\mathrm{C}}{\mathrm{s}}\frac{\mathrm{m}}{1}}\right)\left(\frac{\mathrm{m}}{1}\right)\left(\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}}\right)$$

$$= \left(\left(\frac{\mathrm{N}}{\mathrm{C}\cdot\mathrm{m}}\right)\left(\frac{\mathrm{s}}{1}\right)\right)\left(\frac{\mathrm{m}}{1}\right)\left(\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}}\right)$$

$$= \frac{(\mathrm{N}\cdot\mathrm{s}\cdot\mathrm{m}^2)}{(\mathrm{C}\cdot\mathrm{m}\cdot\mathrm{s})}$$

$$= \frac{(\mathrm{N}\cdot\mathrm{m})}{\mathrm{C}}$$

$$= \frac{\mathrm{J}}{\mathrm{C}}$$

$$= \mathrm{V}$$

ق م منطقي - رياضي

مثال إضافي في الصف

الاستخدام مع مثال *1*.

مسألة سلك مستقيم بطول 0.30 m، يتحرك بسرعة ثابتة 10.0 m/s عمودية على مجال مغناطيسي شدته 0.20 T.

a. ما القوة الدافعة الكهربائية المستحثة في السلك؟

b. ما التيار في السلك إذا كان جزءًا من دارة تبلغ مقاومتها 25 Ω؟

الإجابة

a. $EMF = BLv(\sin\theta)$

$= (0.20\ \mathrm{T})(0.30\ \mathrm{m})(10.0\ \mathrm{m/s})(1)$

$= 0.60\ \mathrm{V}$

b. $I = \frac{V}{R} = \frac{EMF}{R}$

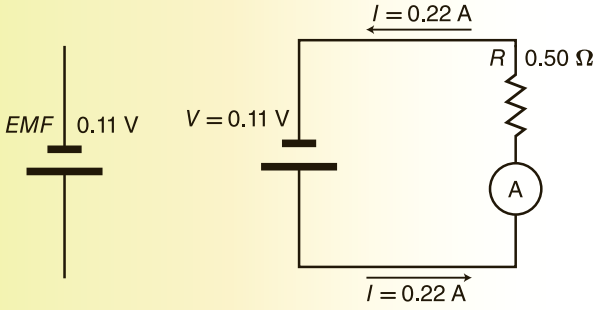
$= \frac{0.60\ \mathrm{V}}{25\ \Omega} = 0.024\ \mathrm{A}$

تحديد المفاهيم الخاطئة

الملف السلكي الثابت اسأل الطلاب عما إذا كان يمكن حث قوة دافعة كهربائية في سلك ثابت. سوف يجب معظمهم بلا لأن $v = 0$ في المعادلة $EMF = BLv$. اشرح أن المعادلة تمثل حالة خاصة لسلك يتحرك في مجال مغناطيسي ثابت. يتعرض السلك الثابت لقوة كهربائية حركية مستحثة إذا كان المجال المغناطيسي يتغير حوله. على سبيل المثال، السلك بين قطبي مغناطيس كهربائي قيد التشغيل سيتعرض لقوة دافعة كهربائية مستحثة. في هذه الحالة ترتبط القوة الدافعة الكهربائية مع $\frac{\Delta B}{\Delta t}$ وليس B.

نشاط تحفيزي في الفيزياء

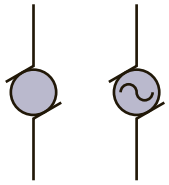
رسم مخططات الدوائر اجعل الطلاب يصنعون مخططات دوائر للجزء b من المثال 1 ومسألتي التطبيق 1 و 3. اجعل الطلاب يشرحون كيف أن السلك الذي يتحرك بسرعة ثابتة عمودية على مجال مغناطيسي ثابت تعمل كمصدر لفرق الجهد في دائرة لإنتاج القوة الدافعة الكهربائية. ض م بصري-مكاني



المولدات الكهربائية

تعزيز المعارف

رمز مولد التيار المتناوب قم بتذكير الطلاب برمز مولد التيار المباشر بحيث يقارنونه برمز مولد التيار المتناوب. ق م بصري-مكاني



حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

تعزيز المعارف

المولدات والمحركات قم بتعزيز مفاهيم المولدات والمحركات. اجعل الطلاب يقارنون بين مولد ومحرك. اشرح أن المولد يحول الطاقة الميكانيكية إلى طاقة كهربائية. وعلى العكس، يحوّل المحرك الطاقة الكهربائية إلى طاقة ميكانيكيّة. ض م

خلفية عامة عن المحتوى

قانون فارادي اكتشف فارادي الطريق التي يستطيع بها مجال مغناطيسي متغير إنتاج مجال كهربائي. إن القوة الدافعة الكهربائية المستحثة حول حافة سطح تخيلي توجد عليه مجالات مغناطيسية متغيرة يعادل سالب المعدل الزمني لتغير التدفق المغناطيسي عبر السطح. يتم التعبير عن التدفق المغناطيسي في حالة مجال موحد بالصيغة $\Phi = BA \cos \theta$، حيث θ هي الزاوية بين المجال والعمود على السطح. يمكنك استخدام قانون فارادي في حساب فرق الجهد ومن ثم حساب التيار الناتج عندما يوجد ملف دائري أو مستطيل داخل مجال مغناطيسي متغير أو عندما يدور في مجال مغناطيسي ثابت كما يحدث في المولد الكهربائي.

عرض توضيحي سريع

الفكرة الرئيسة

الزمن المقدَّر 5 دقائق

المواد جهازا جلفانوميتر، سلكان

الإجراءات قم بتوصيل جهازي الجلفانوميتر على التوالي. خذ أحد جهازي الجلفانوميتر وهزه أثناء مراقبة الطلاب لإبرته. كرر الأمر مع جهاز الجلفانوميتر الثاني. ثم اجعل الطلاب يصفون ما لاحظوه على الإبرتين. تحركت إبرتا جهازي الجلفانوميتر. اشرح أنه عند هز جهاز الجلفانوميتر الأول، جعلت الملف يدور في مجال مغناطيسي. تم حث قوة كهربائية حركية في الملف. ولهذا عمل جهاز الجلفانوميتر هذا كمولد يحوّل الطاقة الميكانيكية إلى طاقة كهربائية. كان جهاز الجلفانوميتر الثاني يحتوي على تيار مستحث في الملف وتم تدوير الملف مع الإبرة المتصلة به بواسطة المجال المغناطيسي المحيط بالملف. ولهذا عمل جهاز الجلفانوميتر الثاني كمحرك يحوّل الطاقة الكهربائية إلى طاقة ميكانيكية.

مناقشة

سؤال ما أهمية العلامة الموجودة داخل رمز مولد التيار المتناوب والتي تميزه عن رمز مولد التيار المباشر؟

الإجابة تهدف العلامة إلى توضيح شكل التيار الناتج حسب مخطط التيار – الزمن في **الشكل 5**. ق م

تعزيز المعارف

الدائرة المغلقة اجعل الطلاب يصفون ما يوضح أن المصباح في **الشكل 8** جزء من دائرة مغلقة. إنه مضاء. اجعل الطلاب يرسمون الدائرة المغلقة.

ض م مرئي-مكاني

التفكير الناقد

تفكيك المولد اجعل الطلاب يحددون أي أجزاء المولد الظاهرة في **الشكل 8** تدور وأيها ثابت. العمود الدوار (الواقي) وحلقات الانزلاق تتحرك؛ الفرش والمغناطيسات ثابتة. اجعل الطلاب يصفون كيف يمكن تقليل عدد الأجزاء المتحركة. عن طريق تدوير المغناطيسات ض م

استخدام التجربة المصغرة

في قسم المحرك والمولد، يصنع الطلاب مولدًا ويبحثون في طريقة عمله.

تطوير المفاهيم

المغناطيسات الميدانية الدوارة بما أن بعض الملفات والأعمدة الدوارة قد تكون ثقيلة جدًا في بعض المولدات، يصبح من العملي أكثر أن تجعل المغناطيسات تدور حول العمود الدوار.

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

التدريس المتمايز

المتعلمون ذوو الأداء الضعيف لمساعدة الطلاب على الربط بين قيمة التيار المتناوب الفعلي وأقصى تيار. اكتب العلاقات التالية على السبورة:

$$P_{AC} = \frac{1}{2}P_{AC\ max};\ I_{eff}^2R = \frac{1}{2}I_{max}^2R$$

$$I_{eff} = \sqrt{\frac{1}{2}I_{max}^2}$$

$$= \frac{\sqrt{1}}{\sqrt{2}}I_{max}$$

$$= \frac{\sqrt{2}}{2}\ I_{max}$$

$$= 0.707I_{max}$$

باستخدام العلاقة أعلاه و $I = \frac{V}{R}$ ، اجعل الطلاب يربطون V_{eff} مع V_{max}. ق م منطقي - رياضي

التدريس المتمايز

ضعاف البصر لمساعدة الطلاب ضعاف البصر على التوصل إلى فهم أفضل لعمل المولد، اجمع بين طالب ضعيف البصر وطالب مبصر ليصنعا دائرة بسيطة باستخدام بطارية ومحول وطنان. اجعل الطلاب يغلقون المفتاح ويستمعون للطنان. ثم اجعل الطلاب يستبدلون البطارية الجافة بمولد يعمل بذراع تدوير واجعل كل واحد يكرر العملية مرة بدون تدوير المولد ثم مع تدويره. اطلب إلى الطلاب أن يقارنوا دارة الطنان البسيطة مع المولد الذي يدور باليد. الإجابات المحتملة: أنتج المولد الذي يدور باليد في الدائرة مؤثرات كانت مشابهة لمؤثرات البطارية. اطلب من الطلاب وصف تحولات الطاقة التي لاحظوها. حوّلت دارة المولد الطاقة الميكانيكية من الذراع إلى طاقة كهربائية. ثم حوّلت الدائرة الطاقة الكهربائية إلى طاقة صوتية عندما أصدر الطنان ضوضاء. ق م حسيّ حركي

عرض توضيحي سريع

آثار التيار الكهربائي

الزمن المقدَّر 10 دقائق

المواد سلك طوله 1 m تقريبًا، جهاز جلفانوميتر، مغناطيس حدوة حصان قوي، ملف سلك أو ملف لولبي

الإجراءات قم بتوصيل طرفي السلك بعمودي جهاز الجلفانوميتر. قم بلف السلك لعمل 3 أو 4 حلقات متداخلة. باستخدام مغناطيس حدوة الحصان، اترك الطلاب يراقبونك وأنت تحركه قريبًا من حلقات السلك وبعيدًا عنها. اجعل الطلاب يصفون ما يحدث في جهاز الجلفانوميتر. تنتج الحركة النسبية بين المغناطيس والسلك تيارًا يظهر عندما تتحرك إبرة جهاز الجلفانوميتر. يرتبط اتجاه التيار باتجاه حركة المغناطيس. اسأل الطلاب عما يمكن أن يفعلوه وقد يزيد من شدة التيار. الإجابات المحتملة: زيادة عدد الحلقات في السلك؛ تحريك المغناطيس إلى مسافة أقرب. اشرح للطلاب ما يحدث عند استبدال السلك بطول 1 m واستخدام ملف لولبي أو ملف جاهز. اجعل الطلاب يصفون الأثر على التيار. أصبح التيار أكبر مما كان عليه عندما كان السلك بلفات قليلة فقط. ض م بصري-مكاني

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

3 التقويم

تقويم الفكرة الرئيسة

الحث اجعل الطلاب يصفون ثلاث طرائق يمكن بها حث قوة دافعة كهربائية في حلقة سلك مرن في مجال مغناطيسي. إجابات محتملة: تغيير قوة المجال المغناطيسي؛ تغيير شكل اللفة؛ نقل العروة إلى داخل المجال أو خارجه؛ تدوير الحلقة في المجال المغناطيسي.

التحقق من الاستيعاب

القوة الدافعة الكهربائية في مولد تيار متناوب اطلب إلى الطلاب شرح السبب في أن القوة الدافعة الكهربائية في مولد تيار متناوب لها قيمتان صفريتان في دورة واحدة. تتغير إشارة قيمة القوة الدافعة الكهربائية المستحثة مرتين في كل دورة. لأن القوة الدافعة الكهربائية تتغير باستمرار، فقيمتها صفر عندما تُغير العلامات. اسأل عن موضع الملف عندما تبلغ القوة الكهربائية المستحثة الصفر. توازي حركته المجال المغناطيسي. ض م بصري-مكاني

إعادة التدريس

$v(\sin\theta)$ راجع مع الطلاب المعادلة $EMF = BLv(\sin\theta)$ واجعلهم يحددون الكميات B و L و $v(\sin\theta)$. B هي قوة المجال المغناطيسي وL هي طول الموصل و $v(\sin\theta)$ مكون في سرعة الملف متعامدًا على المجال المغناطيسي. اجعل الطلاب يحددون الكمية التي تختلف في معظم المولدات ويشرحون السبب في أنها ليست ثابتة ويحددون متى تكون قيمتها صفرًا. الكمية هي $v(\sin\theta)$؛ وهي ليست ثابتة لأن الملف يدور في المجال المغناطيسي؛ وتكون صفرًا عندما تكون $\theta = 0, \pi, 2\pi, 3\pi, \ldots$

ض م منطقي - رياضي

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

إجابات التأكد من فهم النص والتحقق عبر الأشكال والمخططات والرسوم البيانية.

التحقق عبر المخططات

عكس حركة عقارب الساعة. باستخدام إحدى قواعد اليد اليمنى، ستوجه أصابعك في اتجاه المجال المغناطيسي وإبهامك في اتجاه حركة السلك. تشير راحة يدك إلى اتجاه التيار.

التأكد من فهم النص

يصل فرق الجهد إلى أقصى مدى عندما تكون لفة السلك أفقية أو عمودية على المجال المغناطيسي بحيث تكون $\sin 90° = 1$.

التحقق عبر المخططات

عندما يكون العمود الدوار رأسيًا ومن ثم يتحرك بالتوازي مع المجال المغناطيسي، يكون التيار صفرًا.

تطبيق

1. a. 4 V
   b. 0.7 A
2. 0.16 V
3. a. 0.10 T
   b. 1.2 A
4. باستخدام إحدى قواعد اليد اليمنى، يقع قطب الشمال بالأسفل.

تطبيق

5. a. 120 V
   b. 0.49 A
   c. $2.4\times10^{2}\ \Omega$
6. 165 V; 7.8 A
7. a. 3.01×10^{2} V
   b. 0.60 A
8. 1.5×10^{2} W

مراجعة القسم 1

9. يتم حث قوة دافعة كهربائية في العمود الدوار لمولد أثناء دورانه – بفعل قوة ميكانيكية – في مجال مغناطيسي. عندما يكون المولد في دائرة كهربائية، تعمل القوة الدافعة الكهربائية على حث تيار. مع دوران العمود الدوار بزاوية 180°، تعكس القوة الدافعة الكهربائية المستحثة — والتيار — الاتجاه.
10. نعم؛ المهم فقط هو الحركة النسبية بين الملف والمجال المغناطيسي. لاحظ أن هذا المولد لن يحتوي على الكثير من الطاقة حيث أن السرعات النسبية للمغناطيسات والملف ستكون صغيرة جدًا.
11. يقوم الراكب بتوفير الطاقة الميكانيكية التي تدير العمود الدوار للمولد.
12. يتم حث تيار في الملف.
13. يمكنك أن تزيد من عدد أزواج الأقطاب الكهربائية أو أن تجعل العمود الدوار يدور بسرعة أكبر.
14. ترتبط قيمة القوة الدافعة الكهربائية المستحثة بشكل مباشر بقوة المجال المغناطيسي. يتم حث فرق جهد أكبر في الموصل (الموصلات) في حالة زيادة قوة المجال. بما أن $EMF = BLv(\sin\theta)$، يمكنك أيضًا زيادة فرق الجهد الناتج عن طريق زيادة طول السلك أو سرعة السلك.
15. القدرة هي معدل نقل الطاقة. القدرة هي ناتج I و V. عندما يكون I موجبًا وكذلك V ولهذا، P موجبة. عندما تكون I سالبة، تكون V سالبة أيضًا؛ وبهذا فإن P موجبة. يتم نقل الطاقة دائمًا خلال المصباح.

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

القسم 2 تطبيقات التيارات المستحثة

1 مقدمة

البداية (نشاط محفِّز)

محولات الإلكترونيات الصغيرة قم بتجهيز عدة أجهزة إلكترونية صغيرة (مثل مشغل أقراص مضغوطة وحاسبة) تعمل باستخدام محولات متصلة بوضوح بمصدر طاقة. اجعل الطلاب يستنتجون وظيفة الأجهزة المتصلة بالطاقة. يقومون بإمداد الإلكترونيات الصغيرة بالطاقة الكهربائية. اجعل الطلاب يصفون الدليل الذي يوضح أن الأجهزة ليست مولدات. يبدو من شكلها وصوتها أنها لا تحتوي على أجزاء متحركة ويجب توصيلها بمصدر طاقة آخر لكي تعمل. قم بصري-مكاني

الربط بالمعارف السابقة

الحث يستخدم الطلاب قواعد اليد اليمنى التي تعلموها في السابق ومفهوم القوة الكهربائية الحركية المستحثة لاستكشاف الحث المتبادل والحث الذاتي إلى جانب تشغيل المحولات.

2 التدريس

قانون لينز

استخدام الشكل 10

اتجاه التيار اشرح للطلاب أن التيار المستحث سيكون في الاتجاه المعاكس إذا تحرك القضيب المغناطيسي بعيدًا عن الملف. اجعل الطلاب يصفون ما سيحدث للتيار المستحث إذا توقف القضيب المغناطيسي. سيهبط التيار المستحث إلى الصفر. ض م

نشاط تحفيزي في الفيزياء

المحركات يعتمد المحرك على القوة الكهرومغناطيسية في سلك حامل للتيار في مجال مغناطيسي. بينما يمكن من حيث المبدأ استخدام قانون الأمبير لحساب المجال المغناطيسي، نادرًا ما يتم استخدام القانون فعليًا. اجعل الطلاب يصفون فائدة قانون فارادي في وصف السبب في أن المحرك عندما يدور ببطء فإنه يسحب تيارًا أكبر مما يسحبه عندما يدور بسرعة. عندما يدور محرك بسرعة، يتم إنتاج قوة دافعة كهربائية (*EMF*) في الملفات نتيجة التدفق المغناطيسي المتغير عبرها والذي يعمل في اتجاه معاكس لفرق الجهد الناتج في المحرك بواسطة مصدر القدرة الخارجي. بناء عليه، ينخفض التيار المار خلال المحرك. عندما يبطئ المحرك، فإنه يسحب تيارات كبيرة جدًا مما يمكن أن يفجر أحد المنصهرات أو يرفع حرارة المحرك. أم

استخدم معمل الفيزياء

في الملفات الدوارة، يلاحظ الطلاب أثر قانون لينز على المولد.

استخدام التجربة المصغرة

في المحرك البطيء، يلاحظ الطلاب أثر التدوير على محرك.

التوسُّع

قدرة المحرك اجعل الطلاب يحسبون قدرة مجموعتين من البيانات في مختبر المحرك البطيء الصغير. اجعل الطلاب يصفون كيفية تشتت القدرة في محرك تحت حمل. تتشتت القدرة على شكل طاقة حرارية. ض م

منطقي - رياضي

التفكير الناقد

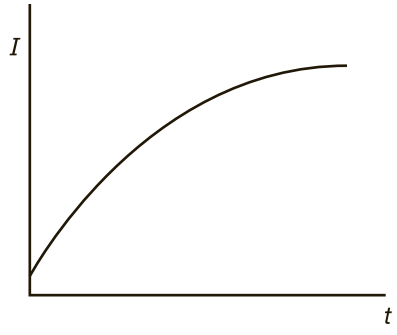
تيارات إدي في الأجهزة الكهربائية اجعل الطلاب يشرحون السبب في فائدة الحد من التيّارات الدوّارة في أجهزة مثل المحركات والمحولات. الحد من التيّارات الدوّارة يقلل من آثار التسخين. ض م

تعزيز المعارف

قطع خطوط *B* اشرح أن عبارة "سلك يقطع خطوط مجال مغناطيسي" تعني أن هناك حركة نسبية بين المجال *B* والسلك.

استخدام النماذج

***I*-*t* الرسم البياني للحث الذاتي** سيساعد وضع الرسم البياني التالي على السبورة في فهم الطلاب لأثر الحث الذاتي.



اشرح أن التمثيل البياني يرسم أثر قوة دافعة كهربائية مستحثة ذاتيًا على زيادة التيار في دائرة ذات مقاومة ثابتة بمجرد تشغيل المفتاح. اجعل الطلاب يدركون أن القوة الدافعة الكهربائية المستحثة تقلل من معدل زيادة التيار. ض م بصري-مكاني

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

نشاط مشروع فيزيائي

المعلم للمعلم

المجالات المغناطيسية المستحثة أولًا وضّح للطلاب أن المغناطيس على شكل حدوة الحصان لا يجذب صفيحة من النحاس. ثم اربط إحدى نهايتي خيط بالمغناطيس وقم بتدويره فوق صفيحة النحاس. التيار المستحث في الصفيحة النحاسية يولّد مجالًا مغناطيسيًا، مما يترتب عليه انجذاب الصفيحة النحاسية إلى المغناطيسي. ض م بصري-مكاني

تطوير المحتوى

مولد التيار المباشر (المستمر) ساعد الطلاب على الربط بين المولدات والمحركات من خلال النشاط التالي. اجعل الطلاب يقترحون طرائق لتعديل مولد التيار المتناوب الظاهر في **الشكل 8** لإنتاج تيار مباشر. يستطيع الطلاب عمل رسم بياني لمولدهم المعدل وإدراج تقرير كتابي يوضح التحسينات وسبب فائدة كل منها. من التعديلات المحتملة استبدال حلقات الانزلاق بحلقة مجزأة مشابهة لعاكس التيار في محرك تيار مباشر. في هذا الترتيب، يلمس أحد أسلاك الملف أحد أطراف الحلقة المجزأة ويلمس طرف السلك الآخر النصف الآخر للحلقة المجزأة. اطلب من الطلاب شرح ما يحدث مع الحلقة المجزأة. تمنع الحلقة المجزأة التيار الكهربائي من تغيير اتجاهه في كل مرة ينقلب فيها السلك الدوار.

ض م بصري-مكاني

عرض توضيحي سريع

المغناطيس البطيء

الزمن المقدَّر 10 دقائق

المواد أنبوب نحاسي بطول 1 m وقطر 1.25 cm، زوج من مغناطيسات النيوديميوم، ساعات إيقاف، قطعة رخام صلب 9 mm

الإجراءات أسقط قطعة الرخام خلال الأنبوب النحاسي الرأسي واجعل الطلاب يحسبون زمن السقوط. كرر الإسقاط والتوقيت مع زوج المغناطيسات. أمسك بالمغناطيسات أو اجعلها تسقط على سطح مرن مثل مطاط إسفنجي كي لا تصطدم بسطح المكتب أو الأرض وتنكسر. ينبغي أن يلاحظ الطلاب الزيادة الكبيرة في الزمن الذي تستغرقه المغناطيسات في السقوط. تأكد من أن الطلاب يدركون أن المغناطيسات تستحث تيارًا في النحاس يستحث بدوره مجالاً مغناطيسيًا يعيق حركة المغناطيسات الهابطة.

الفيزياء في الحياة اليومية

جيمس ويست ساهم عالم الفيزياء التجريبي الأمريكي من أصل إفريقي جيمس ويست في اختراع ميكروفون رقاقة الإلكتريت. يستخدم هذا الجهاز شريحة بلاستيك رفيعة كالورقة مغطاة بفلز من أحد الجانبين لتحويل الصوت إلى إشارات كهربائية. يُستخدم في أجهزة المساعدة السمعية والميكروفونات الصغيرة. نتيجة هذا التطور، يمكن عمل هذه الأجهزة بأحجام أصغر كثيرًا مع الحفاظ على فاعليتها.

تعزيز المعارف

الفكرة الرئيسة اجعل الطلاب يصفون كيفية تأثر تشغيل المولدات والمحركات بظاهرة التيار المستحث. الإجابات المحتملة: عندما يتوقف تشغيل المولد، يمكنك بسهولة تشغيل العمود الدوار؛ عندما تقوم بتشغيل المولد، يؤدي تشغيل العمود الدوار إلى تيار مستحث. يؤدي هذا إلى إنتاج مجال مغناطيسي يجعل تشغيل العمود الدوار أصعب. عندما تدير محركًا، فهناك تيار يمر خلاله. مع دوران الملف في المحرك، فإنه يستحث قوة كهربائية حركية تقلل من التيار المار خلال المحرك. عندما يكون المحرك تحت حمل، فإن يبطئ ويقلل من القوة الكهربائية الحركية المستحثة مما يؤدي بدوره إلى زيادة التيار الصافي خلال المحرك وبذلك يستطيع القيام عمل شغل مبذول أكثر.

المحولات

تحديد المفاهيم الخاطئة

كفاءة المحول يفترض الطلاب أن المحولات الحقيقية، مثلها مثل المحركات النموذجية، تعمل بكفاءة تبلغ 100 في المئة. يمكنك أن تسأل الطلاب عن دليل يثبت عكس ذلك. ترتفع حرارة المحولات في العادة. ولهذا فلا بد أن المحول يحوّل بعض الطاقة الكهربائية إلى طاقة حرارية مما يقلل من كفاءة المحول.

خلفية عامة عن المحتوى

المحولات الرشيدة في استهلاك الطاقة على الرغم من أن كفاءة الكثير من محولات التوزيع تزيد على 98 في المئة، فهي تعاني من فقدان في قلب المحول (مع عدم وجود حمل) وفقدان في الملفات (مع وجود حمل). يحدث الفقدان في قلب سواء كان هناك حمل على المحرك أم لا؛ ويحدث هذا دائمًا لأن المحولات تتلقى الطاقة باستمرار لكي تتمكن من تلبية الطلب. لا يحدث فقدان في الملفات إلا عندما يتم استخدام المحول فعليًا وينتج ذلك الفقدان عن المقاومة في الملفات. يختلف هذا الفقدان بشكل يتناسب مع مربع الحمل. بما أنه يجري استخدام الملايين من محولات التوزيع، فإن حتى التحسينات الصغيرة في الكفاءة يمكن أن توفر كميات كبيرة من الطاقة. ض م

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

استخدم معمل الفيزياء

في قسم الحث والمحولات، يبحث الطلاب في كيفية عمل المحول.

مثال إضافي في الصف

الاستخدام مع مثال 2.

مسألة يحتوي محول على ملف سلك رئيسي لفائفي يتكون من 400 لفة وملف سلك ثانوي لفائفي من 200 لفة. يبغ الجهد الكهربي الثانوي 6.0 V والتيار الثانوي 0.30 A.

a. ما الجهد الكهربي في الدائرة الرئيسة؟

b. ما التيار في الدائرة الرئيسة؟

الإجابة

a. $\frac{V_s}{V_p} = \frac{N_s}{N_p}$

$V_p = \frac{V_s N_p}{N_s}$ V

$V_p = \frac{(6.0\text{ V})(400)}{200} = 12\text{ V}$

b. $P_p = P_s$

$V_p I_p = V_s I_s$

$I_p = \frac{I_s V_s}{V_p} = \frac{(6.0\text{ V})(0.30\text{ A})}{12\text{ V}}$

$= 0.15\text{ A}$

3 التقويم

تقويم الفكرة الرئيسة

التيار المستحث اجعل الطلاب يصفون كيفية استخدام المولدات والمحركات والمحولات الكهربائية للتيار المستحث. في المولد، يدور العمود الدوار في مجال مغناطيسي مما يحث تيارًا كهربائيًا. في المحرك الكهربائي، يتفاعل التيار في العمود الدوار مع مجال مغناطيسي مما يؤدي إلى دوران العمود الدوار. يستخدم المحول الحث المتبادل لزيادة الجهد الكهربائي أو خفضه.

التحقق من الاستيعاب

التيار المباشر والمحولات اسأل الطلاب عما إذا كان يمكن تشغيل محول بتيار مباشر ثابت. لا؛ التيار المباشر الذي لا يتغير لن يولّد مجالاً مغناطيسيًا متغيرًا وهو نوع المجال الذي ينتج الحث الكهرومغناطيسي المطلوب لتشغيل محول. ض م

التوسُّع

تردد المحول اسأل الطلاب عن العوامل المشتركة بين الخاصية I_p و I_s في أي محول. التردد ض م

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

التأكد من فهم النص والتحقق عبر الأشكال وامخططات والرسوم البيانية

التحقق عبر المخططات

ستكون القوة كما هي. سيظل المغناطيس والملف في حالة تنافر مع بعضهما البعض. الفرق الوحيد هو أن جزء الملف الأقرب من المغناطيس سيصبح قطبًا جنوبيًا بدلاً من قطب شمالي.

التأكد من فهم النص

في محول رفع الجهد، الجهد الكهربائي على الملف الثانوي أكبر من الجهد الكهربائي الرئيسي. في محول خفض الجهد، يحدث العكس.

تطبيق

16. 1.2×10^{2} V; 0.60 A

17. 1.80×10^{4} V; 1.6×10^{-1} A

مراجعة القسم 2

18. بعيدًا عن المغناطيس؛ يستحث المجال المغناطيسي المتغير تيارًا في الملف مما ينُتج مجالاً مغناطيسيًا. يقابل هذا المجال مجال المغناطيس وبهذا تتكون قوة تنافر بين الملف والمغناطيس.

19. يؤدي حث المحرك إلى إنتاج قوة دافعة كهربائية تتسبب في الشرارة. الحث الذاتي في المصباح منخفض جدًا ولهذا فلا توجد قوة دافعة كهربائية.

20. تعتمد المحولات على تغيير التيارات لحث المجالات المغناطيسية المتغيرة. ينتج التيار المباشر دائمًا المجال المغناطيسي نفسه ولهذا لا يمكن أن يُحث تيارًا في سلك آخر.

21. يستطيع تيار أكبر أن يمر عبر الملف ذي اللفات الأقل ولهذا مطلوب أسلاك سميكة قادرة على تحمل التيارات الكبيرة. ويجب أيضًا الحفاظ على مقاومة منخفضة لمنع هبوط الجهد الكهربي وفقدان قدرة I^2R والسخونة.

22. وفقًا لمعادلات المحول، تتساوى نسبة التيار الرئيسي إلى الثانوي ونسبة اللفات ولا تتغير. وبهذا، إذا زاد التيار الثانوي، يزيد التيار الرئيسي.

23. لا؛ فالقوة الدافعة الكهربائية المستحثة تعتمد على مجال مغناطيسي متغير خلال المحول القلي. المغناطيسات الدائمة تُعتبر "دائمة" لأنها مصنوعة من مواد تقاوم هذه التغيرات.

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

كيف تعمل

المال المغناطيسي

قارئات البطاقات المغناطيسية

الهدف

يوضح هذا المقال تشغيل بطاقات الشريط الممغنط وقارئاتها.

الخلفية

تُعتبر البطاقة ذات الشريط الممغنط مثالاً آخر على استخدام الحث الكهرومغناطيسي في حياتنا اليومية. فكّر في أنه بدون هذا المبدأ سيكون من المستحيل أن تحوّل الطاقة الكهربائية إلى حركة والعكس بالعكس. المحركات والمولدات الكهربائية هي التطبيقات الأكثر وضوحًا لهذه الفكرة، لكن هناك الكثير من التطبيقات الأخرى، بما في ذلك قارئات البطاقات.

استراتيجيات التدريس

اجعل الطلاب يصفون أين يرون استخدام قارئات البطاقات. اسأل الطلاب عما إذا كان لديهم من قبل بطاقة لا تعمل في قارئ بطاقات. اسأل عما فعلوه ــ إذا كانوا قد فعلوا شيئًا ــ لمحاولة تشغيل البطاقة في القارئ، مثل لفها بقطعة ورق أو بلاستيك. اجعل الطلاب يتوقعوا السبب في أن لف بطاقة بالورق أو البلاستيك أحيانًا ساعد على قراءتها.

المزيد من التعمق >>>

النتائج المتوقعة سوف تختلف الإجابات. مع تقادم الأشرطة المغنطة، قد تبدأ المجالات المغناطيسية المجاورة في طمس بعضها البعض. عند زيادة المسافة بين البطاقة والقارئ قليلاً (باللف بورق أو بلاستيك)، فليس من المرجح أن تؤثر الأماكن التي تعرضت الجزيئات المغناطيسية فيها للطمس والتحول إلى مناطق غير مغناطيسية في القراءة بما أن المجالات الأقوى فقط بطول الشريط مسجلة الآن. تعتمد الرموز الشريطية (الموجودة على الكثير من بطاقات المكتبات وبطاقات توفير التسوق) على ضوء مرئي يعكس سلسلة من الخطوط اللامعة والداكنة. تستخدم قارئات التعريف بتردد اللاسلكي (RFID) موجات اللاسلكي لتنشيط مستشعر موجود في البطاقة. ثم يرسل المستشعر المعلومات عنه مرة أخرى إلى القارئ. اذكر أن هذا يسمح للبطاقات بأن تعمل بدون مصدر للطاقة كالبطارية واحرص على أن يفهم الطلاب السبب. تحل البطاقات الذكية بشكل متزايد محل بطاقات الائتمان ذات الشرائط المغنطة. في البطاقات الذكية، يحل معالج مصغر محل الشريط المغنط.

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

القسم 1

إتقان المفاهيم

24. يمكنك إنشاء مجال مغناطيسي (بحيث يتواجه قطبا الشمال والجنوب). يمكنك توليد فرق جهد (قوة دافعة كهربائية) عن طريق تحريك السلك داخل المجال أو تحريك المجال والإبقاء على السلك ثابتًا. في كلتا الحالتين، السلك والمجال بزوايا قائمة. بما أن السلك متصل بدائرة، تعمل القوة الدافعة الكهربائية على توليد تيار.

25. تتصل مولدات التيار الكهربائي باستخدام عواكس تيار كي يكون التيار في اتجاه واحد؛ وتستخدم مولدات التيار المتناوب أجهزة حلقة انزلاق تتصل حلقة فيها بأحد طرفي السلك في العمود الدوار وتتصل الحلقة الأخرى بالطرف الآخر للسلك. مع دوران العمود الدوار في المجال المغناطيسي بزاوية 180°، تعكس القوة الكهربائية الحركية المستحثة الاتجاه.

26. يُستخدم الحديد في العمود الدوار لزيادة قوة المجال المغناطيسي.

27. يتولد الحد الأدنى من فرق الجهد (0 V) عندما يتحرك الموصل بالتوازي مع خطوط القوة المغنطة.

28. المجال المغناطيسي خارج الصفحة وتتحرك الشحنات إلى اليمين مع سحب السلك إلى اليمين. طبقًا لإحدى قواعد اليد اليمنى، يعني أن أي تيار في السلك سيرتفع نحو أعلى الصفحة.

29. تؤدي زيادة طول السلك إلى زيادة صافية في فرق الجهد المستحث لأن $EMF = BLv\ (\sin\theta)$.

30. يتشابهان في أن كلاً منهما أظهر وجود علاقة بين الكهرباء والمغناطيسية. وهما مختلفان في أن أورستد وجد أن التيارات الكهربائية ولّدت مجالات مغناطيسية بينما وجد فارادي أن المجالات المغناطيسية تستطيع أن تولّد قوى كهربائية حركية وتيارات كهربائية.

31. القوة الكهربائية الحركية؛ فهي ليست قوة وإنما فرق جهد كهربائي (الطاقة لكل وحدة شحن). تمت تسميتها قبل فهم المفاهيم ذات الصلة.

32. تتم صناعة المولدات والمحركات بطرائق متشابهة، لكن في المولد، تحوّل الطاقة الميكانيكية العمود الدوار إلى مجال مغناطيسي. ينتج فرق الجهد المستحث تيارًا وينتج بهذا طاقة كهربائية. في المحرك، يوضع فرق الجهد عبر العمود الدوار في مجال مغناطيسي. ينتج فرق الجهد تيارًا في الملف ويدور العمود الدوار ليحوّل الطاقة الكهربائية إلى طاقة ميكانيكيّة.

33. يتكون مولد التيار المتناوب من مغناطيس دائم وعمود دوار (مصنوع من عروات سلكية) ومجموعة من الفرش وجهاز حلقة انزلاق للتوصيل بالدائرة.

34. مع دوران العمود الدوار في مولد تيار متناوب، تتنوع قدرة المولد بين قيمة قصوى وصفر. يساوي متوسط القدرة نصف القدرة القصوى. التيار الفعلي هو القيمة الثابتة للتيار التي ستؤدي إلى تشتيت متوسط القدرة في الحِمل، R.

35. الماء المخزن له طاقة وضع جذبية. ومع سقوطه، يكتسب طاقة حركية. تنتقل الطاقة الحركية إلى المولدات ثم إلى العمود الدوار للمولد. يعمل المولد على تحويل الطاقة الحركية إلى طاقة كهربائية. كما أن هناك خسائر احتكاكية في التوربين والمولد تؤدي إلى طاقة حرارية.

إتقان حل المسائل

36. 0.5 T

37. 0.89 V

38. a. 3.6 V
    b. 0.33 A

39. 20 m/s

40. 4.00×10^{2} V

41. a. 110 V
    b. 21.2 A
    c. 2.3 kW

42. a. 340 V
    b. 22 A

43. 23 m؛ هذا أقل طول للسلك بافتراض أن السلك واتجاه الحركة عموديان على المجال ($\sin\theta = 90°$).

44. 2.3 μA

45. a. 0.13 V
    b. 0.13 A
    c. النقطة A سالبة بالنسبة إلى النقطة B.

46. a. 0.039 T
    b. 0.23 V

47. a. الداخلة 440 MW
    b. 4.4×10^{8} J كل ثانية
    c. 2.0×10^{6} kg

48. 0.8 V

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

القسم 2

إتقان المفاهيم

49. عندما يؤدي تغيير في مجال مغناطيسي إلى حث تيار، فإن التيار يأخذ اتجاهًا يخالف التغير في المجال المغناطيسي الأصلي. يتسق هذا مع قانون حفظ الطاقة لأنه يمنع نمو مجال مغناطيسي متغير بدون حدود وبهذا يمنع التيار من الزيادة إلى ما لا نهاية، بخلاف ذلك، ستتولد طاقة.

50. هذا هو قانون لينز. بمجرد أن يبدأ المحرك في الدوران، هناك المزيد والمزيد من التيار خلال أسلاك المحرك مما يعزز المجال المغناطيسي للأسلاك. وفقًا لقانون لينز، تصدر الأسلاك قوة كهربائية حركية لتواجه التيار المعزز.

51. عندما يكون هناك منشار كهربائي ومصابيح في دائرة توازي، يؤدي التيار الكبير في أسلاك المنشار إلى زيادة فرق الجهد عبر الأسلاك لكنه يقلل من فرق الجهد عبر المصابيح. ولهذا تخفت إضاءتها.

52. 3.3

53. لا يلعب الحث الذاتي دورًا عندما يتغير التيار (ومجاله المغناطيسي المستحث). يتغير التيار المتناوب دائمًا في الحجم والاتجاه. يصبح التيار المباشر في النهاية ثابتًا وبهذا لا يوجد مجال مغناطيسي متغير بعد وقت قصير.

54. حسب اكتشاف فارادي، لا يحث القوة الكهربائية الحركية والتيار إلا مجال مغناطيسي متغير. ولا يولّد مجالاً مغناطيسيًا متغيرًا إلا تيار متغير.

55. تتحدد نسبة القوى الكهربائية المتحركة في محول بنسبة لفات السلك في الملف الرئيسي إلى عدد لفات السلك في الملف الثانوي.

56. يعمل المجال المغناطيسي المتغير في المسار على حث تيارات دوارة تخلق مجالاً مغناطيسيًا يبذل قوة طاردة على الملفات الموجودة في القطار. عندما يتوقف القطار، يتوقف المجال المغناطيسي عن التغير فلا تعد هناك قوة طاردة.

إتقان حل المسائل

57. a. 71.25 لفة، أي 71 بالتقريب

b. 18.75 mA

58. 72 V

59. a. 2 إلى 1

b. 5 A

60. a. 1.8 kV

b. 3.0×10^{1} A

c. 3.6 kW; 3.6 kW

تطبيق المفاهيم

61. لا يتم حث تيار لأن اتجاه السرعة يوازي المجال المغناطيسي.

62. التيار أكبر بعدة مئات من الثانية بعد الاتصال. ستؤدي القوة الدافعة الكهربائية المتراجعة ذاتية الحث إلى نمو التيار تدريجيًا إلى أقصى قيمة له.

63. a. ستوضح إحدى قواعد اليد اليمنى حركة التيار إلى اليسار.

b. ستعمل القوة في الاتجاه إلي أعلى.

64. $B = \frac{F}{IL}\left(\frac{\text{N}}{\text{A}\cdot\text{m}}\right)$

تُقاس L بوحدة m، وتُقاس v بوحدة m/s. وبناء عليه،

$$\left(\frac{\text{N}}{\text{A}\cdot\text{m}}\right)(\text{m})(\text{m/s}) = (\text{N}\cdot\text{m})(\text{A}\cdot\text{s}) = \text{J/C} = \text{V}$$

65. $E < B < A = D < C$

66. التيار فقط

67. سيضيئ المصباح لأن هناك تيارًا في الدائرة الثانوية. سيحدث هذا كلما تغير التيار الرئيسي ولهذا سيتوهج المصباح سواء عند غلق المفتاح أو عند فتحه. إلا أنه لن يتوهج إلا للحظة. لن يولّد الملف الثاني تيارًا إلا عندما يتغير التيار في الملف الرئيسي.

68. إذا كان العمود الدوار (الموصلات) لا تدور، فلا توجد خطوط قوة ليتم قطعها ولا يوجد فرق جهد مستحث. ولهذا فإن القوة الكهربائية الحركية المستحثة تساوي صفرًا. بما أنه لا يوجد تيار في العمود الدوار، لا يتشكل مجال مغناطيسي حول الموصل الثابت. ينبغي ملاحظة أن هذا التفسير لا ينطبق إلا عند بداية التشغيل لمدة أكبر قليلًا من 0. اللحظة التي يبدأ فيها العمود الدوار في الدوران، سيقطع فيها خطوط القوة وسيكون له فرق جهد مستحث. فرق الجهد هذا هو القوة الكهربائية الحركية المستحثة وسيكون له قطبية بحيث ينتج مجالاً مغناطيسيًا يقابل المجال الذي أنشأه. وبهذا يقلل التيار في المحرك. ولهذا تزداد المقاومة الواضحة في حركة في المحرك.

69. القانون الثاني للديناميكا الحرارية.

70. التيار من الغرب إلى الشرق.

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

71. **a.** يعمل المجال المغناطيسي المتغير في الأنبوب على حث تيّارات دوّارة. بغض النظر عن زيادة المجال أو انخفاضه، هناك دائمًا تيّارات دوّارة ناتجة.

b. تتسبب التيّارات الدوّارة في ارتفاع حرارة الأنبوب. مع سقوط المغناطيس، تنخفض طاقة الوضع الجذبية له لكن طاقته الحركية لا تنخفض. تزداد الطاقة الحرارية للأنبوب ومع ارتفاع حرارته إلى أعلى من حرارة الهواء المحيط، تنتقل الحرارة إلى الهواء.

c. الأنبوب غير الموصل (أو رديء التوصيل) لن يحتوي على تيارات إدي أو ستكون صغيرة جدًا ولهذا لن يبطئ المغناطيس.

72. ستتنوع الإجابات، لكن الشكل الصحيح للإجابة هو "قضيب معدني بالقوة 0.80 m يتحرك إلى اليسار عبر مجال مغناطيسي بقوة 0.15 T موجه لأعلى. إذا كانت القوة الكهربائية الحركية المستحثة بين الطرفين 6.5 V، فما سرعة حركة السلك؟"

مراجعة شاملة

73. سوف تختلف الأجوبة. من الصور المحتملة لإجابة صحيحة ". . . يتحرك عموديًا على مجال مغناطيسي بقوة 0.06 T بسرعة 5.0 m/s. ما القوة الدافعة الكهربائية المستحثة بين طرفيه؟"

74. **a.** 3.6×10^{3} V

b. 9.0×10^{1} A

c. 1.1×10^{4} W; 1.1×10^{4} W

75. 20 m/s

76. 1×10^{1} m/s

77. 170 V

78. 3.5 A

79. 407 V

80. 15.03 A

81. أساسي : ثانوي = 1 : 545

82. 96 A

83. يصبح المحرك مولدًا. ينتج طاقة كهربائية تشحن البطارية. تأتي هذه الطاقة من الطاقة الحركية للسيارة.

84. تيار كبير؛ فالكفاءة لا تتغير ولهذا إذا ازداد خرج الطاقة، يزداد كذلك الفارق بين قدرة الدخل والخرج ويزداد معدل ارتفاع الحرارة.

85. 4.7 A

86. **a.** 1.0×10^{2} kW

b. 200 A

87. **a.** 6.4 V

b. 1.0 A

88. 41 mA

89. 69.4 W

90. **a.** 500 لفة

b. 0.40 A

التفكير الناقد

91. سينتهك قانون حفظ الطاقة. سيسمح بزيادة مجال مغناطيسي متغير بدون حدود. سيزداد التيار بدون عمل أي شيء. سينتج المولد طاقة ولن يغيرها فقط من شكل لآخر.

92. **a.** الكفاءة: $e = \frac{P_s}{P_p}\times100$

b. 6.05 A

c. سيتم إنتاج الطاقة الحرارية بمعدل 57 J/s. هذا هو الفارق بين طاقة الدخل (757 W) وطاقة الخرج (700 W).

93. **a.** يتوفر 67 kW للأفران في ثمانية منازل.

b. الفارق بين القدرة الثانوية والرئيسة هو القدرة التي تعمل على تسخين المحول وتبلغ 4 kW.

الكتابة في الفيزياء

94. يستخدم محرك تيار مباشر تسلسلي كلاً من العمود الدوار وملف التوالي. عند تشغيله على تيار متناوب، تتغير قطبية كلا المجالين بشكل متزامن. ولهذا تظل قطبية المجال المغناطيسي بدون تغير ولذلك يصبح اتجاه الدوران ثابتًا.

مراجعة تراكمية

95. 4.60×10^{14} Hz

96. 4.73×10^{7} m/s

97. 1.1×10^{-3} C

98. 7.4 V

99. 71 Ω

100. $F = 2.7\times10^{-13}$ N; $a = 3.0\times10^{17}$ m/s^2

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

تمرين على الاختبار المعياري

الاختيار من متعدد

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

إجابة مفتوحة

7. $I = P/V$. لذلك فالتيار $I = 182\ A$. القدرة المفقودة في الخط بسبب مقاومتها $P = I^2R = (182\ A)^2(0.2\ \Omega) = 6.6\ kW$. إذن يجب أن تقدم المحطة 86.6 kW. إذا ارتفع الجهد الكهربي إلى 12 kV، فالتيار الآن 6.7 A وفقدان القدرة في الخط 8.9 W. ولهذا يجب أن تقدم المحطة 88.0 kW.

إرشادات

الإرشادات وتوجيهات التصحيح التالية هي عينة لاستراتيجية تحديد الدرجات لأسئلة الإجابة الحرة.

النقط	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. الإجابة صحيحة بشكل جوهري وتوضح شيئًا أساسيًا، لكنها لا توضح الفهم العميق في الفيزياء.
2	يظهر الطالب فهمًا جزئيًا فقط للفيزياء ذات الصلة. 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 العديد من أوجه القصور.
0	يقدم الطالب حلاً خاطئًا تمامًا أو لا يجيب على الإطلاق.

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

الوحدة 20

الكهرومغناطيسية

نبذة عن الصورة

لماذا تُوجه جميع أطباق الاستقبال الفضائي في نفس الاتجاه؟ لأنها موجَّهة نحو قمر صناعي ثابت بالنسبة للأرض. ما الذي تحاول تلك الأطباق التقاطه؟ تلتقط الأطباق الإشارات المرسلة على موجات كهرومغناطيسية. توضِّح هذه الصورة أثر فهم الكهرومغناطيسية على حياتنا وثقافتنا. اطلب من الطلاب ذكر التقنيات الأخرى التي تستخدم الموجات الكهرومغناطيسية. شبكات Wi-Fi والهواتف الخلوية وأجهزة الرادار والليزر

استخدام التجارب الاستهلالية

في تجربة بث الموجات الإذاعية، يمكن للطلاب معرفة العلاقة بين إشارات البث الإذاعي وأطوال الموجات الكهرومغناطيسية.

نظرة عامة على الوحدة

تستعرض هذه الوحدة بمزيد من التوسع مفاهيم المجالات الكهربائية والمغناطيسية. وسيتم تفسير الموجات الكهرومغناطيسية، مثل موجات الراديو وموجات جاما، من حيث كونها موجات كهربائية ومغناطيسية متذبذبة. على الرغم من أن معظم الإشعاعات الموجودة في الكون تفوق حدود الإدراك البشري المباشر، إلا أن الإنسان قد نجح في تطوير الأدوات اللازمة لإنتاج وقياس جميع أنواع الموجات الكهرومغناطيسية.

قبل دراسة الطلاب لموضوع هذه الوحدة، يجب عليهم دارسة:

- الشحن الكهربائي
- التيار الكهربي
- المجالات الكهربائية
- أساسيات الموجات
- المجالات المغناطيسية
- فرق الجهد

لحل المسائل في هذه الوحدة، يحتاج الطلاب إلى استيعاب كامل لما يلي:

- الترميز العلمي
- حل المعادلات الخطية

تقديم الفكرة الرئيسة

تعرف الطلاب، في الفصول السابقة، على وجود علاقة بين الكهرباء والمغناطيسية. وفي هذه الوحدة، سندرس هذه العلاقة بمزيد من التوسع من خلال دراسة الإشعاع الكهرومغناطيسي. تعمل المجالات الكهربائية المتغيرة مع الزمن على إنشاء مجالات مغناطيسية متغيرة مع الزمن والتي بدورها تنشئ من جديد مجالات كهربائية متغيرة مع الزمن. وهذه الظاهرة المتشابكة تنتشر في الفضاء كموجة كهرومغناطيسية.

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

1 مقدمة

البداية (نشاط تحفيزي)

مسار الإلكترون أحضر جهاز رسم الذبذبات (أوسيلوسكوب) قديم لا يعمل. أزل الغطاء وافصل جميع المكثفات. (قم بتوصيل سلك بين طرفي المكثف لفترة وجيزة لإنشاء دائرة كهربائية قصيرة وجعل الجهد الكهربي الذي يسري فيه قريبًا من الصفر.) اطلب من الطلاب رسم شكل توضيحي يظهر الترتيب الذي يوجِّه شعاع الإلكترون. يجب أن تشتمل الرسوم على لوحات الانحراف الرأسي والأفقي. اسأل الطلاب عن كيفية تغيير مسار الإلكترون. يمكن التحكم في مسار الإلكترون عن طريق تغيير الجهد المطبق على لوحات الانحراف. ض م بصري-مكاني

الربط بالمعارف السابقة

ما يحتاج الطلاب لمعرفته يحتاج الطلاب للتعرف على مفاهيم الكتلة والشحنة والقوى الناتجة عن المجالات الكهربائية والموجات قبل البدء في هذا القسم. وسوف يستخدم الطلاب معادلات للحركة الدائرية.

2 التدريس

تجارب طومسون

التدريس المتمايز

المتعلمون ذوو الأداء الضعيف ساعد الطلاب في فهم أهمية تجارب طومسون من خلال توجيههم إلى دراسة **الشكل 1**. اسأل الطلاب عما إذا كان أنبوب أشعة الكاثود يسمح للعلماء برؤية الإلكترونات. لا؛ لا يرى العلماء إلا الضوء المنبعث كنتيجة لاصطدام الإلكترونات بطلاء الفلورسنت. الإلكترونات أصغر بكثير من الطول الموجي للضوء المرئي وأي تفاعل مع الضوء يغير حالة الإلكترون. ونحن نعرف بوجود الإلكترونات من خلال الأدلة غير المباشرة التي تظهر تغيرًا في حالتها. اطلب من الطلاب أن يرسموا مسار الإلكترونات في ظل ظروف مختلفة، كعدم وجود لوحة الانحراف ذات الشحنة الموجبة أو عدم وجود لوحة الانحراف ذات الشحنة السالبة. ق م بصري-مكاني

تحديد المفاهيم الخاطئة

الجسيمات المشحونة اسأل الطلاب عما إذا كان الجسيم المشحون الثابت الموجود بين قطبي مغناطيس يتعرض لمحصلة قوى. لا؛ بشرط أن يظل الجسيم ثابتًا من حيث المغناطيس، فهنا لن يتعرض لأي محصلة قوى من قِبل المجال المغناطيسي.

استخدام الشكل 1

اسأل الطلاب عن الغرض من وجود فتحات ضيقة في صفائح الأنود. تُستخدم الشقوق لمنع مرور جميع الإلكترونات باستثناء الإلكترونات التي تتحرك بما يتماشى مع الفتحات الضيقة. وتكوِّن الإلكترونات التي تمر خلال هذه الفتحات شعاعًا موازيًا نسبيًا.

خلفية عامة عن المحتوى

أنبوب أشعة الكاثود (CRT) أنبوب أشعة الكاثود هو عبارة عن أنبوب زجاجي محكم يوضع بداخله إلكترود فلزي ويتم تفريغ معظم الهواء الموجود بداخله. وبداخل هذا الأنبوب، تنبعث الإلكترونات من الكاثود وتتسارع وتتركز بفعل مجال كهربائي قوي. ثم تمر الإلكترونات خلال منطقة بها لوحات فلزية رأسية وأفقية مشحونة. وبتغيير الجهد الكهربي المطبق على اللوحات تميل الحزم الإلكترونية وبالتالي تصطدم الإلكترونات بالطرف الداخلي للأنبوب في أماكن مختلفة. في أجهزة التلفزيون المعتمدة على أنواع قديمة من أنبوب أشعة الكاثود، تتكون الصورة نتيجة بث وإيقاف حزمة الإلكترون بسرعة أثناء مرورها أفقيًا ورأسيًا عبر الواجهة الكاملة لأنبوب الصورة.

استخدام التجربة المصغرة

في الجسيمات المشحونة المتحركة، يمكن للطلاب استخدام أنبوب أشعة الكاثود ومغناطيس للتعرف على الأثر الواقع على الجسيمات المشحونة وهي تتحرك داخل المجالات الكهربائية والمغناطيسية.

استخدام مختبر الفيزياء

في كتلة الإلكترون، يطبق الطلاب مبادئ الفيزياء لتحديد كتلة الإلكترون.

مثال إضافي في الصف

يستخدم مع المثال *1*.

مسألة يتحرك إلكترون كتلته 9.11×10^{-31} kg أفقيًا ورأسيًا عبر أنبوب تلفزيوني بسرعة 3.0×10^{5} m/s نحو مجال مغناطيسي شدته 6.3×10^{-2} T. مع فرض عدم وجود مجال كهربائي. احسب نصف قطر المسار الدائري للإلكترون.

الإجابة $Bqv = mv^2/r$

$$r = \frac{mv}{Bq} = \frac{(9.11\times10^{-31}\text{ kg})(3.0\times10^{5}\text{ m/s})}{(6.3\times10^{-2}\text{ T})(1.602\times10^{-19}\text{ C})}$$

$$= 2.7\times10^{-5}\text{ m}$$

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

عرض توضيحي سريع

تشوه الإلكترون

الزمن المقدَّر 10 دقائق

الأدوات جهاز رسم ذبذبات (أوسيلوسكوب) قديم (يعمل) ومغناطيس قوي

الخطوات

1. تحكم في الضوابط ليظل هناك أثر ثابت على الشاشة.
2. قرِّب مغناطيسًا قويًا من جهاز رسم الذبذبات لتبين كيف تنحني مسارات الإلكترون.

مطياف الكتلة

نشاط تحفيزي في الفيزياء

مخطط العصا لمطياف الكتلة اطلب من الطلاب دراسة الطاقة الناتجة من مطياف الكتلة والتي يتم تبسيطها في الغالب في صورة "مخطط العصا" الذي يرسم الوفرة النسبية للتيار مقابل نسبة الشحنة إلى الكتلة. ويظهر هذا النوع من الرسم التخطيطي التيار النسبي المتولد عن الأيونات المتفاوتة في نسبة شحنتها إلى كتلتها. ويشير المقياس العمودي إلى التيار المُقاس بأداة التسجيل وبالتالي يشير لعدد الأيونات التي تصل إلى الكاشف. وكلما زاد التيار، زاد توفر الأيون. اطلب إلى الطلاب إحضار مثال لمخطط العصا لعنصر معين. ويجب أن يشرح الطلاب أمام الفصل معنى الرسم ويوضحوا كيف استخدموا البيانات لتحديد متوسط الكتلة الذرية للعنصر. أم لغوي

خلفية عامة عن المحتوى

مطياف الكتلة نظرًا لوجود استخدامات عديدة لمطياف الكتلة، نجد أنه يأتي في أشكال متنوعة. من بين أنوع مطياف الكتلة، ما يُسمى مطياف زمن الطيران والذي يقيس الزمن الذي تستغرقه الجسيمات للوصول إلى جهاز الكشف. فالأيونات ذات الكتلة الأقل تكون سرعتها أكبر وبالتالي تصل بشكل أسرع إلى العداد.

تطوير المفاهيم

الفكرة الرئيسة ساعد الطلاب في فهم أهمية شحنة الجسيم في مطياف الكتلة وذلك بأن تطلب منهم عمل مقارنة بين مسار بروتون وإلكترون يتحركان خلال مجال مغناطيسي. اطلب إلى الطلاب استغلال معرفتهم بالأثر الواقع على الإلكترون بسبب المجال المغناطيسي. ثم الفت أنظارهم إلى أن شحنة البروتون معاكسة لشحنة الإلكترون. سيكون مقدار القوى الكهربائية والمغناطيسية واحدًا في الحالتين، على الرغم من أن الإلكترونات والبروتونات ستنحرف في اتجاهين متعاكسين. ونظرًا لأن كتلة البروتون أكبر بكثير من كتلة الإلكترون، فإن انحناء مسار البروتون سيكون أقل بكثير. ض م

التفكير الناقد

تسريع ذرات الهيدروجين على سبيل التوسع، اسأل الطلاب عما إذا كان بإمكان طومسون أن يختار تسريع ذرات الهيدروجين المتعادلة في أنبوب فارغ بدلاً من الإلكترونات أو البروتونات. اشرح لهم أن هذا الاختيار غير ممكن نظرًا لكون الذرات المتعادلة لا تتأثر بالمجال الكهربائي أو المغناطيسي. ض م

الفيزياء في الحياة اليومية

فصل نظائر اليورانيوم في عام 1941، اقترح إرنست لورنس أن بإمكان الباحثين فصل نظائر اليورانيوم عن طريق استخدام مطياف كتلة ضخم. وانتهى الباحثون من هذا الجهاز والذي يُعرف باسم كالوترون، في ديسمبر من عام 1941 واستخدموه في فصل U-235 عن U-238. واستخدم العلماء المئات من هذه الأجهزة منذ 1943 حتى 1945 لإنتاج U-238 عالي التخصيب والذي كان ضروريًا لمشروع مانهاتن، الذي أسفر عنه تطوير القنبلة الذرية. وفي الوقت الحالي، يُستخدم نفس الجهاز في إنتاج النظائر لأغراض طبية.

تعزيز المعارف

تسارع الأجسام يمكن للطلاب إيجاد علاقة بين تسارع الإلكترونات وتسارع الأجسام التي يصادفونها في حياتهم اليومية. اطلب إلى الطلاب كتابة مقارنة قصيرة تظهر تقديرات تسارع الأجسام المختلفة، مثل سيارة رياضية وكرة تنس (من ضربة البداية) وإلكترون داخل مجال كهربائي شدته 100 V/m. اطلب إلى الطلاب مقارنة تسارع هذه الأجسام.

القيم النموذجية:

سيارة رياضية $8\ m/s^2$

كرة تنس $500\ m/s^2$

إلكترون $1\times10^{13}\ m/s^2$

ض م لغوي

McGraw-Hill Education حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة

مثال إضافي في الصف

الاستخدام مع مثال 2.

مسألة ينتج نوع معين من مطياف الكتلة حزمة متأينة بشكل مزدوج (+2) من ذرات النيون كتلتها 3.3×10^{-26} kg تتسارع بفرق جهد مقداره 30.0 V. فإذا مرت الأيونات عبر مجال مغناطيسي شدته 0.025 T، فاحسب نصف قطر مسارها.

الإجابة أولاً نشتق المعادلة:

$$\frac{q}{m_{neon}} = \frac{2V}{B^2r^2} \Rightarrow r = \frac{1}{B}\sqrt{\frac{2Vm_{neon}}{q}}$$

ثم حل المعادلة:

$$r = \frac{1}{0.025\ \text{T}}\sqrt{\frac{2(30.0\ \text{V})(3.3\times10^{-26}\ \text{kg})}{1.602\times10^{-19}\ \text{C}}} = 0.14\ \text{m}$$

التدريس المتمايز

المتعلمون ذوو الأداء الضعيف يمكن للطلاب فهم آلية عمل مطياف الكتلة عن طريق قيامهم بتمثيل أثر المجال المغناطيسي على النظيرين.

- أحضر كرتين لهما نفس القطر تقريبًا ولكن أوزانهما مختلفة.
- اطلب إلى الطلاب الإمساك بكرة في كل يد والافتراض بأن كلتا الكرتين مصنوعتين من نفس المادة (متطابقتان في الخواص الكيميائية — وتحديدًا الشحنة).
- اشرح للطلاب أنه عن طريق الاستفادة من القوة المغناطيسية على جسيم مشحون متحرك، يمكن لمطياف الكتلة قياس كتل وتركيزات الذرات والجزيئات وبالتالي يمكنه عزل النظائر المتطابقة في الخواص الكيميائية والمختلفة في الكتلة.
- الفت نظر الطلاب إلى أن القوة المغناطيسية ستسحب كلا الجسيمين في نفس الاتجاه لأن لهما نفس الشحنة.
- اطلب من الطلاب تحريك كلتا الكرتين على شكل قوس. ثم الفت أنظارهم إلى أن الكرة الأخف سيكون انحرافها أكبر قليلاً من الكرة الأخرى لأن القوة المغناطيسية ستمنحها عجلة مركزية أكبر.
- ساعد الطلاب في جعل الكرة الأخف تنحني على شكل قوس أضيق من الكرة الأثقل.
- اشرح للطلاب أن اختلاف مواقع اصطدام الكرتين (الجسيمات) بالكاشف سببه اختلاف كتلتيهما. ق م حسيّ حركي

الوظائف

فني بث تليفزيوني يحتاج العمل كخبير فني لمحطة تليفزيونية كبيرة إلى معرفة بالإلكترونيات والبرمجة الحاسوبية لمراقبة وضبط المعدات والأجهزة وكذلك لاكتشاف وعلاج الأعطال في هذه الأجهزة والمعدات وإصلاحها في حالات من الضغط العالي. تشمل المؤهلات الضرورية اللازمة لشغل هذه الوظيفة درجة مشارك (أو خلفية دراسية فنية أو تقنية مناسبة)، مع معرفة بقواعد التيار الموضوع من جانب هيئة الاتصالات الفيدرالية وترخيص مناسب أو شهادة ملائمة.

3 التقويم

تقويم الفكرة الرئيسة

لفصل U-235 عن U-238، استخدم العاملون في مشروع مانهاتن الكالوترون مع مجال مغناطيسي شدته 0.350 T وجهد تسارع مقداره 35.0 kV. على فرض أن كل نظير من نظائر اليورانيوم كان قد تأين بشكل منفرد، احسب المسافة بين حزم النظائر في مخرج الكالوترون. لاحظ أن وحدة الكتلة الذرية الواحدة هي 1.66×10^{-27} kg. بحل المعادلة $r = 2V/(B^2r)$ للحصول على q/m تصبح المعادلة $r = 2Vm/(B^2q)$. وبإدخال القيم نحصل على

$$r_{235} = \frac{2(3.50\times10^4\ \text{V})(235)(1.66\times10^{-27}\ \text{kg})}{(0.350\ \text{T})^2(1.602\times10^{-19}\ \text{C})} = 1.39\ \text{m}$$

$$r_{238} = \frac{2(3.50\times10^4\ \text{V})(238)(1.66\times10^{-27}\ \text{kg})}{(0.350\ \text{T})^2(1.602\times10^{-19}\ \text{C})} = 1.41\ \text{m}$$

ويكون الفرق

$$r_{238} - r_{235} = 1.41\ \text{m} - 1.39\ \text{m} = 2\ \text{cm}$$

التحقق من الاستيعاب

نصف قطر الانحناء اكتب على السبورة معادلات نصف قطر الانحناء لشحنة تتحرك داخل مجال مغناطيسي، $r = mv/(qB)$. قسّم طلاب الفصل إلى أربع مجموعات. كلّف كل مجموعة بإيجاد واحد من المتغيرات الموجودة في يمين المعادلة. اطلب من كل مجموعة أن تحدد كل متغير في المعادلة وأن تذكر الوحدات التي يتم التعبير بها عن كل متغير. ثم اسأل الطلاب كيف أن خفض m بمقدار النصف وزيادة v بمقدار الضعف ومضاعفة B إلى ثلاثة أضعاف أو خفض q إلى النصف يمكن أن يغير نصف قطر انحناء الجسيم المشحون داخل مجال مغناطيسي. خفض m بمقدار النصف سيؤدي إلى خفض r إلى النصف ($r = \frac{mv}{2qB}$). زيادة v بمقدار الضعف سيؤدي إلى زيادة r بمقدار الضعف ($r = \frac{2mv}{qB}$). مضاعفة B إلى ثلاثة أضعاف سيؤدي إلى خفض r بمقدار الثلث ($r = \frac{mv}{3qB}$). خفض q بمقدار النصف سيؤدي إلى زيادة r بمقدار الضعف ($r = \frac{2mv}{qB}$).

ض م العلاقات بين الأشخاص

التوسع

قياس الطيف الكتلي اطلب إلى الطلاب بحث تطبيقات الحياة اليومية لقياس الطيف الكتلي. اطلب منهم تجميع نتائجهم في عرض تقديمي يُعرض أمام الفصل. ض م لغوي

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

التأكد من فهم النص والتحقق عبر الأشكال والمخططات والرسوم البيانية.

التأكد من فهم النص

يمكنك عكس اتجاه المجال المغناطيسي ولكن يجب أن يظل متعامدًا على المجال الكهربائي.

التحقق عبر المخططات

في الشكل الموجود على اليسار، نجد أن القطب الشمالي في اتجاه اليسار، بينما في الشكل الموجود على اليمين، يوجد القطب الشمالي في الأعلى.

التأكد من فهم النص

4.806×10^{-29} C

التأكد من فهم النص

للحصول على أيون ثنائي، يمكن نزع إلكترونين من الذرة.

التحقق عبر المخططات

52.06 amu

تطبيق

1. 9.8 mm
2. a. 8.0×10^{6} m/s
   b. 1.2×10^{2} V
   c. 1.5 cm
3. 1.5×10 5 m/s
4. لولب داخلي

تطبيق

5. 2.7×10^{-26} kg
6. 6.8×10^{-26} kg
7. 0.46 m
8. يجب أن تكون الشحنة أولية ومفردة فقط.

القسم 1 مراجعة

9. على فرض أن جميع الأيونات لها نفس الشحنة، سيكون المتغير الوحيد غير الثابت في المعادلة هو كتلة الأيون m. وعندما تزداد كتلة الأيون، سيزداد نصف قطر مساره كذلك. وينتج عن هذا مسارات منفصلة لكل كتلة فريدة.
10. تنبعث الإلكترونات من الكاثود وتتسارع باتجاه الأنود (الموجب) بفعل فرق الجهد وتمر خلال الفتحات الضيقة لتكوّن حزمة في نهاية الأنبوب.
11. نظرًا لأن $r = \frac{1}{B}\sqrt{\frac{2V_{accel}m}{q}}$ فإن B يجب أن تزداد في حال أن قيمة m ستزداد. فإذا ضُربت m في عامل العدد 4، فيجب أن نضرب B في عامل العدد 2 وذلك لأنه لكي تظل r ثابتة، يجب أن يزيد B إذ إن $\sqrt{m}$.
12. 7.3 cm
13. 2.7×10^{-26} kg
14. 3 mm

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

1 مقدمة

البداية (نشاط تحفيزي)

الموجات المتعامدة صوِّر بشكل مرئي القوتين المتعامدتين للموجة الكهرومغناطيسية. اطلب إلى أحد الطلاب تحريك شريط جمباز طوله من 4 إلى 6 أمتار من الأعلى إلى الأسفل في صورة موجة جيبية موازية للحائط. وتأكد من ابتعاد جميع الطلاب عن مسار الشريط ومن عدم وجود أي عوائق تعيق حركته. اطلب إلى طالب آخر أن يقف إلى جانب الطالب الأول وينحني إلى أسفل ويحرّك شريطًا آخر في حركة جانبية موازية للأرض. تأكد مرة ثانية من عدم وجود أي عوائق تعيق حركة الشريطين وأنهما لا يتداخلان مع بعضهما البعض. اشرح للطلاب أن الموجات الكهربائية والمغناطيسية تهتز متعامدة على بعضها البعض ومتعامدة على الاتجاه الذي تنتشر به خلال الفضاء. ذكِّر الطلاب بأنه على العكس من العرض التوضيحي للشريط، فإن الموجات الكهربائية والمغناطيسية يكون لها نفس التردد ولها علاقة طور ثابتة مع بعضها البعض. ق م مرئي-مكاني

الربط بالمعارف السابقة

خصائص الموجة سيحتاج الطلاب إلى تذكر تعريف الموجة وتعريف التردد وطول الموجة. وسيكون من المفيد كذلك تجديد معرفتهم بخصائص الموجة، بما في ذلك سرعتها وسعتها وطورها وفترتها.

2 التدريس

ما المقصود بالموجات الكهرومغناطيسية؟

استخدم الشكل 5 والشكل 6

يمكنك مساعدة الطلاب في فهم العلاقة بين المجالات الكهربائية والمغناطيسية بتوجيههم لمشاهدة المجالات المجمعة في **الشكل 5**. اطلب منهم وصف اتجاه المجال الكهربائي بالنسبة للمجال المغناطيسي. متعامد يمكنك بعد ذلك استخدام هذا الفهم لمساعدة الطلاب في **الشكل 6**. ض م مرئي-مكاني

تعزيز المعارف

طول الموجة والتردد والطاقة اشرح للطلاب أنه من الدقيق وصف الموجات الكهرومغناطيسية بأطوالها الموجية وتردداتها وطاقاتها. ومع ذلك فقد اصطلح العلماء على تصنيف موجات الراديو على أساس تردداتها (وتقاس بوحدة الهرتز) وعلى تصنيف الموجات الضوئية والأشعة تحت الحمراء على أساس أطوالها الموجية (وتُقاس بالنانومتر الذي يساوي جزء من مليار جزء من المتر؛ 10^{-9} m)، وأشعة X وأشعة جاما على أساس طاقتها (وتُقاس بالإلكترون فولت؛ eV).

نقل الموجات الكهرومغناطيسية

تطوير المفاهيم

انتقال الموجات اطلب من الطلاب شرح السبب الذي يجعل الموجات الكهرومغناطيسية تنتقل في الفضاء، على خلاف الموجات الصوتية. موجات الصوت موجات تضاغطية تنتقل عبر اهتزاز الجسيمات. بينما الفضاء فارغ وليس به سوى عدد قليل من ذرات أو جزيئات الغاز التي يمكن أن تهتز. وعلى الجانب الآخر، يمكن أن تنتشر الموجات الكهرومغناطيسية في الفضاء عن طريق تفاعلاتها المتبادلة. أي أنها لا تحتاج إلى وسيط تنتقل من خلاله.

استخدام النماذج

انتشار موجات الراديو يمكن للطلاب إنشاء نموذج يعكس كيفية انتشار موجات الراديو من نقطة المصدر. اطلب من الطلاب أن يلصقوا كرة زجاجية في وسط لوحة من ورق البريستول أو الورق المقوى وأن يرسموا حلقات دائرية متحدة المركز ومتزايدة في الاتساع مركزها الكرة الزجاجية. وبعد وضع الصمغ على طول الخطوط، ينثر الطلاب بعض حبيبات الرمل على الصمغ. يكون النموذج الناتج مشابهًا جدًا للتموجات التي تتشكل على سطح بركة ساكنة عند إلقاء حجر فيها. ض م حسيّ حركي

استخدام التجربة المصغرة

يكتسب الطلاب خبرة في الموجات الكهرومغناطيسية من خلال إشارات الموجة.

خلفية عامة عن المحتوى

ماكسويل وضع جيمس كلارك ماكسويل نموذجًا يوضّح كيف يمكن لخطوط المجال نقل القوى الكهربائية والمغناطيسية واستطاع ترجمة هذا النموذج إلى معادلات تصف المجال الكهربي E والمجال المغناطيسي B. وقد شملت هذه المعادلات قانون كولوم وأمبير وفاراداي، فضلاً عن قانون يعزي المجالات المغناطيسية إلى الحقيقة التي تقول إنه لا يوجد في الطبيعة مغناطيس أحادي القطب. وعندما جمع ماكسويل المعادلات التي تمثِّل القوانين، تنبأ العلماء أن بإمكان الشحنة الكهربائية المتذبذبة أن تنشئ مجالات كهربائية ومغناطيسية تنتقل في الفراغ بسرعة تحددها المعادلة التالية $v = \sqrt{1/(\varepsilon_0\mu_0)}$. وبالتعويض بالقيم العددية وُجد أن السرعة تساوي 3×10^8 m/s— أي ما يساوي سرعة الضوء. ساعدت أعمال ماكسويل في توقع وجود الموجات الكهرومغناطيسية وأن الضوء ليس سوى موجة من هذه الموجات.

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

عرض توضيحي سريع

موجات الراديو

الزمن المقدَّر 15 دقائق

الأدوات راديو معدل السعة محمول، شبك سياج

الخطوات

1. شغّل الراديو AM واضبطه على محطة الأغاني المحلية.
2. اصنع غطاءً من السلك المشبك يناسب الراديو.
3. ضع الغطاء على الراديو. ستتحول الموسيقى إلى تشويش.
4. حرّك الغطاء بحيث يخرج الهوائي. ستُستأنف الموسيقى. اسأل الطلاب عما إذا كانت الأنواع المختلفة من الموجات الكهرومغناطيسية تختلف في قدرتها على اختراق المواد. نعم اسألهم عما إذا كان من السهل إيقاف موجة الراديو. يجب أن يستنتج الطلاب سهولة إيقاف موجات الراديو. الفت أنظار الطلاب إلى أن الأطوال الموجية المختلفة لها قدرات مختلفة على اختراق المواد. جرّب هذا المثال التوضيحي باستخدام هاتف خلوي لنرى ما إذا كانت هذه الأطوال الموجية تم اعتراضها.

التدريس المتمايز

ذوو الإعاقة الجسدية يمكنك أن تنقل للطلاب طبيعة ونطاق الطيف الكهرومغناطيسي بدون استخدام الحبال والنوابض وذلك من خلال جعل الطلاب يتخيلوا الموجات ويربطونها بأشياء من حياتهم اليومية. أولاً اطلب منهم تخيل موجة بطول المدرسة تتحرك بسرعة شديدة حتى أن بإمكانها أن تدور حول الأرض سبع مرات في الثانية الواحدة. وبعد التماس الأفكار من الطلاب، أخبرهم أن هذه الصورة تصف موجة الراديو. اطلب منهم إعادة هذا التمرين باستخدام موجة تسافر بنفس السرعة، غير أن طولها الموجي تقريبًا يساوي عرض الإصبع. وتلك هي موجات الميكروويف. ويمكن للطلاب إعادة هذا النشاط مرات عديدة والتفكير في مراجع أخرى مرئية للموجات الكهرومغناطيسية ذات الأطوال الموجية المختلفة. ق م بصري-مكاني

استخدام الشكل 7

اطلب إلى الطلاب أن يتمعنوا في **الشكل 7** ويحددوا أنواع الموجات التي لها أعلى تردد. أشعة جاما أي من الموجات لها أطول طول موجي؟ موجات الراديو ما العلاقة بين التردد والطول الموجي؟ يرتبط التردد بالطول الموجي بعلاقة عكسية: $c = f\lambda$. اطلب من الطلاب التحقق من صحة المعادلة $c = f\lambda$ عن طريق التعويض بقيم عن f و λ من الجدول وضرب هذه القيم. نظرًا لغياب التفاصيل في الجدول، فإن الحسابات ستؤكد فقط أن $f\lambda \approx 10^8$ m/s (القيمة الفعلية لـ c تساوي 3.0×10^8 m/s). ض م

تعزيز المعارف

الربط بعلم الأحياء قسّم الفصل إلى مجموعات صغيرة. اطلب إلى الطلاب شرح آثار أشعة X على الأنسجة الحية. اسأل الطلاب كيف يمكن أن تكون أشعة X مفيدة في المجال الطبي. تستطيع أشعة X تأيين ذرات الجسم، الأمر الذي يمكن أن يلحق الضرر بالجسم بعدة طرق مختلفة. ومن بين هذه الطرق إنتاج الجذور الحرة، أي الجزيئات التي تحتوي على إلكترونات مفردة. وهذه الجزيئات يمكن أن تضر بالجسم؛ على سبيل المثال، بالتفاعل مع جزيئات DNA وإحداث طفرات تفقد فيها الخلية السيطرة على عملية انقسام الخلايا. وهو ما يمكن أن يؤدي إلى الإصابة بالسرطان. أما الاستخدامات المفيدة لأشعة X في مجال الطب فتشمل تصوير العظام بأشعة X والتصوير المقطعي الذي يعطينا صورًا ثلاثية الأبعاد للجسم، فضلاً عن تحليل البلورات بأشعة X، حيث تُستخدم هذه الأشعة في الأبحاث الطبية لدراسة شكل البروتينات والجزيئات الأخرى.

ق م التعلّم التعاوني العلاقات بين الأشخاص

التفكير الناقد

ضوء الليزر اسأل الطلاب عن أوجه التشابه بين استخدام الليزر في مشغلات DVD وطابعات الليزر. كل من طابعات الليزر ومشغلات DVD تستخدم الموجات الكهرومغناطيسية لليزر لنقل المعلومات. ففي مشغلات DVD، يحوّل الليزر المعلومات الثنائية المشفرة في صورة نقط على سطح القرص إلى إشارات كهربائية تختلف تبعًا لشدة الضوء المنعكس. وفي طابعات الليزر، يسقط شعاع الليزر على الأسطوانة الحساسة للضوء فتتغير الشحنة الكهربائية لهذا الموضع على الأسطوانة. وهذا بدوره يحدد ما إذا كان هذا الموضع على الأسطوانة سيجذب مسحوق الحبر للطباعة على الورق. ض م

McGraw-Hill Education حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة

إنتاج الموجات الكهرومغناطيسية

الوظائف

هرتز استخدم هاينريش هرتز كرتين فلزيتين تفصلهما فجوة صغيرة وقام بتوصيل الكرتين بمحول عالي الجهد لإنتاج موجات كهرومغناطيسية وبالتالي قام باختبار نظرية ماكسويل. وعندما كانت ΔV بين الكرتين كبيرة بما يكفي، تولدت شرارة واهتزت الأيونات بين الكرتين. وعلى بعد أمتار قليلة، استخدم هرتز جهاز استقبال شرارة الفجوة والذي يتألف من كرتين فلزيتين تفصلهما فجوة صغيرة، على طرفي سلك دائري ليرى ما إذا كانت الأيونات المهتزة قد أنتجت موجات كهرومغناطيسية يمكن اكتشافها. واقترح هرتز أن الموجات ستنتج تيارًا في السلك يجعل هناك ΔV بين الكرتين وبالتالي ستنشأ شرارة بسيطة. وقد تولدت الشرارة حتى عندما كان جهاز الاستقبال على بعد عدة أمتار. وكانت سرعة الموجات 3×10^8 m/s—أي نفس السرعة التي توقعها ماكسويل. وبعدها بأقل من 20 عامًا، نقل ماركوني الموجات الكهرومغناطيسية عبر المحيط الأطلنطي، مما فتح الطريق أمام مجالات البث الإذاعي والتلفزيوني.

تطوير المفاهيم

الطاقة والمجالات المغناطيسية *B* والمجالات الكهربائية *E*

في هذا الجزء، سنركز على العلاقة بين الملفات والمكثفات. تقوم الملفات على تخزين الطاقة في مجال مغناطيسي وتقوم المكثفات على تخزين الطاقة في مجال كهربي.

تطبيق مبادئ الفيزياء

كما أشرنا في السابق، هناك مجموعة واسعة من أجهزة الإرسال والاستقبال التي تستخدم الطيف الكهرومغناطيسي. ولمنع التداخل، خصصت هيئة الاتصالات الفيدرالية (FCC) نطاقًا محددًا من الترددات لكل جهاز إرسال.

مناقشة

سؤال اطلب إلى الطلاب أن يفكروا في طريقة عمل المحوّل. اطلب منهم تحديد الجزء الكهربائي والجزء المغناطيسي.

الإجابة تعمل المحولات على تحويل التيار المتردد من مستوى جهد معين إلى مستوى جهد مختلف بنفس التردد. وبداخل المحوّل، تلتف عدة ملفات (تُعرف باللفائف) حول القلب المغناطيسي. ويتصل الملف الابتدائي بمنبع التيار المتردد. أما الملفات الثانوية فتتصل بالحمل الكهربائي، مثل خطوط الكهرباء التي تخرج من محطة فرعية إلى أحد الأحياء. يؤدي سريان التيار المتردد في الملف الابتدائي إلى إنتاج فيض مغناطيسي حول القلب المغناطيسي. يتغير اتجاهه في كل دورة كهربائية. ثم يولد الفيض المغناطيسي حول القلب تيارًا مترددًا في الملفات الثانوية. ويعتمد التغير في الجهد الكهربائي على عدد اللفات في كل ملف. ض م

تحديد المفاهيم الخاطئة

أفران الميكروويف قد يعتقد بعض الطلاب أن موجات الميكروويف في أفران الميكروويف تُحدث رنينًا طبيعيًا في الماء. إن تردد أفران الميكروويف أقل بكثير من مستوى الرنين الطبيعي في جزيء ماء معزول وفي الماء يكون هذا الرنين ضئيلاً للغاية حتى أنه لا يكاد يمكن ملاحظته. ويشبه هذا نوعًا ما العزف على الكمان تحت الماء—حيث إن الأوتار لن تصدر نغماتها واضحة بشكل جيد في الماء لأن الماء يعوق اهتزازها. تُعرِّض أفران الميكروويف جزيئات الماء للمجالات الكهرومغناطيسية القوية من خلال موجات قوية وغير رنانة.

خلفية عامة عن المحتوى

مصادر الميكروويف المعتمدة على أشباه الموصلات

حلت المصادر المعتمدة على أشباه الموصلات، في الغالب، محل مصادر الميكروويف الأخرى منخفضة الطاقة ومتوسطة الطاقة. ومن بين هذه المصادر مذبذب جان (Gunn). يمكن تصميم شبه الموصل السالب بحيث يتذبذب عند وضع مجال كهربي قوي عبره وعندما يكون منحازًا بحيث تكون مقاومته سالبة (تؤدي زيادة الجهد إلى خفض التيار). ومن بين مصادر الميكروويف الأخرى المعتمدة على أشباه الموصلات ترانزستور الموجات الميكروية والصمام الثنائي للزمن الانتقالي وذي الأثر الانهياري IMPATT. تستخدم المذبذبات عالية الطاقة، كتلك الموجودة في فرن الميكروويف، الأنابيب المفرغة.

التحقق من الواقع

الفكرة الأساسية اطلب إلى الطلاب ذكر أكبر عدد ممكن من الأمثلة على الموجات الكهرومغناطيسية التي تتفاعل مع المادة. وفي كل مثال، اطلب منهم أن يذكروا مصدر الموجة ومستقبلها. تتضمن الأمثلة حاسة الإبصار لدى الإنسان وهنا يمكن أن يكون المصدر هو الشمس والمستقبل هو القضبان والمخاريط في العين؛ وموجات الراديو، حيث يكون المصدر هوائي الإرسال والمستقبل هوائي الاستقبال في سيارتك أو جهاز الراديو. ومن الأمثلة الأخرى شبكات Wi-Fi، حيث يكون زوج الإرسال والاستقبال الهوائي الموجود في جهاز الكمبيوتر والهوائي الموجود في جهاز التوجيه. وأخيرًا، تبدأ عملية البناء الضوئي بالموجات الكهرومغناطيسية المرئية التي ترسلها الشمس إلى الأرض وتمتصها الجزيئات العضوية في النباتات لبدء التفاعلات الضوئية.

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

عرض توضيحي سريع

توليد التيار بين الملفات

الزمن المقدَّر 5 دقائق

الأدوات مغناطيس كبير، جلفانومتر تجريبي، ملف من الأسلاك

الخطوات

1. وصل الملف بالجلفانومتر.
2. اجعل الطلاب يتابعون القراءات الظاهرة على الجلفانومتر أثناء تحريك الملف بالنسبة للمغناطيس.
3. أولاً، قم بتحريك الملف بالقرب من أحد طرفي المغناطيس، ثم مرّر الملف أعلى المغناطيس أو أسفله وأخيرًا حرّك الملف بحيث يحيط بالمغناطيس.

يشير ظهور قراءة على الجلفانومتر إلى أن تيارًا كهربيًا قد تولد عند مرور الملف بين قطبي المغناطيس. يجب أن يلاحظ الطلاب تغير القراءات مع حركة الملف حول المغناطيس.

تعزيز المعارف

التداخل الهدّام في إحدى تجاربه وجَّه هاينريش هرتز موجات الراديو نحو لوحة فلزية وقارن قوة الإشارة على مسافات مختلفة من اللوحات الفلزية. ووجد هرتز أن هناك أماكن تكون فيها الإشارة ضعيفة على الرغم من وقوعها على مسافة متساوية من اللوحة. اطلب من الطلاب تقديم تفسير لهذه النتائج. النقاط ذات الإشارات الضعيفة هي الأماكن التي يحدث فيها تداخل هدّام (نقاط عقدية). ض م

نشاط

التأثير الكهروضغطي (Piezoelectric Effect)

وضِّح التأثير الكهروضغطي باستخدام رقاقة كهروضغطية موصلة بمصباح نيون صغير. أطفئ الأنوار في الغرفة واضغط على الرقاقة لإضاءة المصباح. اشرح للطلاب أن الشغل المبذول في الضغط على الرقاقة قد تحول إلى طاقة كهربائية أضاءت المصباح. وهناك بعض البطاريات المصغرة التي تعمل بنفس المبدأ.

ض م بصري-مكاني

نشاط مشروع فيزيائي

رؤية غير المرئي تستخدم معظم الأبحاث الفلكية أطوالًا موجية غير مرئية بالنسبة للعين البشرية. اطلب من الطلاب البحث عن صور المجرات ومجموعات النجوم وغيرها من الظواهر التي تم التقاطها باستخدام أجهزة الاستقبال التي تعتمد على موجات الراديو أو الأشعة تحت الحمراء أو أشعة X. واطلب منهم إحضار هذه الصور إلى الفصل لمشاركتها مع بقية الطلاب. ويجب أن يحدد الطلاب الصورة ونوع الجسم الفلكي وكيفية الحصول على الصورة والمسافة من الأرض، بالإضافة إلى أي معلومة أخرى مثيرة للاهتمام أو ذات صلة.

ض م لغوي

استقبال الموجات الكهرومغناطيسية

مناقشة

السؤال اسأل الطلاب عن السبب الذي يجعل للهوائي الذي تم ضبطه على التردد المطلوب منطقة فعالة أكبر وبالتالي أداءً أفضل، مقارنةً بالهوائي الذي لم يتم ضبطه على هذا التردد.

الإجابة دائمًا ما تكون هناك ضوضاء عند الواجهة الأمامية لجهاز الاستقبال بسبب المصادر المتداخلة فضلاً عن إشعاع الخلفية الموجود في الكون. وبالتالي يجب أن تكون الطاقة التي يلتقطها الهوائي كبيرة بما يكفي للتغلب على الطاقة المقترنة بكل هذه الضوضاء. في العادة تحمل الموجات الواردة المطلوبة كمية معينة من الطاقة والتردد. وبالتالي فإن الهوائي المضبوط على التردد أو الطاقة المطلوبة يتميز بمنطقة فعالة أكبر مقارنةً بهوائي آخر لم يُضبط على هذا التردد وذلك لأنه يصدر رنينًا مع التردد المطلوب. وكلما كان ضبط الهوائي أقرب إلى التردد المطلوب، زاد الاقتران بين الطاقة والرنين. ويبلغ الرنين ذروته عند ضبط الهوائي بدقة. (لاحظ أن أداء الهوائي كذلك يعتمد على اتجاه الهوائي بالنسبة لاتجاه الموجة الواردة). ض م

McGraw-Hill Education حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة

استخدام التناظر

التقاط الموجات تلتقط الآذان الكبيرة لكثير من الحيوانات من عائلة القطط الموجات الصوتية الخافتة بصورة مشابهة للطريقة التي تتبعها أطباق القطع المكافئ في تجميع وتركيز الإشارات اللاسلكية الضعيفة. هناك الكثير من الحيوانات ومنها الكلاب والبوم والأرانب البرية، لها آذان تدور مثل بعض أطباق القطع المكافئ لتحدد المصدر الذي يأتي منه الصوت بدقة.

استخدم مختبر الفيزياء

في اعتراض الموجات، يمكن للطلاب دراسة أنواع المواد التي تمنع مرور الموجات الكهرومغناطيسية.

التدريس المتمايز

المتعلمون ذوو الأداء الضعيف وصّل خلية شمسية بمكبر صوت وسماعة خارجية. اطلب من الطلاب المشاهدة وعرّض الخلية الشمسية لمصابيح الفلورسنت. ينبغي سماع همهمة بتردد 60 Hz من السماعة. أطفئ المصابيح ثم أعد تشغيلها أو قم بتغطية الخلية الشمسية وإزالة الغطاء عنها وسجّل أي اختلافات. جرّب أن توجّه أضواء قوية على اللوح الشمسي بتردد 59 Hz أو 61 Hz واطلب من الطلاب الاستماع للنبضات. راجع الوسائل البصرية المساعدة التي تُظهر الموجات والتداخل البنّاء. (لاحظ أن تردد التذبذب يساوي 120 Hz وليس 60 Hz، لذا جرّب أن توجّه أضواء قوية قريبة من 120 Hz). ق م تدريب سمعي/موسيقي

3 التقويم

تقويم الفكرة الرئيسة

تخيل أنك تضم يدك على شحنة وتحركها صعودًا وهبوطًا بأسرع ما يمكن. سيعمل تسارع هذه الحزمة من الشحنات على إنتاج موجة كهرومغناطيسية. ولكن في أي اتجاه سيتذبذب المجال الكهربائي؟ سيتذبذب المجال الكهربائي في الاتجاه الرأسي. في أي اتجاه سيتذبذب المجال المغناطيسي؟ في الاتجاه الأفقي لالتقاط هذه الموجات بواسطة هوائي، في أي اتجاه يجب وضع الهوائي ولماذا؟ يجب وضع الهوائي في الاتجاه الأفقي بحيث يمكن للمجال الكهربائي للموجة الكهرومغناطيسية تسريع إلكترونات الهوائي بصورة أكثر كفاءة.

التحقق من الاستيعاب

اعرض على الطلاب صورًا فوتوغرافية لهوائيات أطباق القطع المكافئ أو اسأل الطلاب عما إذا كانوا يستخدمون أطباق استقبال لاستقبال البث التلفزيوني. اسأل الطلاب عما إذا كان من الواجب تغيير وضعية أطباق الاستقبال وفقًا لاختلاف الأطوال الموجية. لا؛ إذ أن جميع الموجات تنعكس بنفس الطريقة وتتركز في نفس النقطة. ض م مرئي-مكاني

إعادة التدريس

ارفع أمام الطلاب جهاز راديو معدَّل السعة (AM) وهاتفًا خلويًا. اطلب من الطلاب عقد مقارنة بين سرعة وطول الموجات المستخدمة في كلا الجهازين. تنتقل كل من الموجات الطويلة والقصيرة بنفس السرعة. ق م

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

التأكد من فهم النص والتحقق عبر الأشكال والمخططات والرسوم البيانية.

التأكد من فهم النص

$\lambda_{new} = c/(1.25f) = 0.8(c/f) = 0.8\lambda$

التحقق عبر المخططات

موجات جاما

التأكد من فهم النص

يمكن لموجات الراديو الطويلة أن تنعكس على الأيونات الموجودة في الغلاف الجوي وبالتالي تسافر لمسافات بعيدة. أما موجات الراديو الأقصر فلا تنعكس على أيونات الغلاف الجوي؛ بل تنتقل في خطوط مستقيمة وبالتالي يجب نقلها على مراحل من محطة إلى أخرى على طول سطح الأرض المنحني.

التحقق عبر المخططات

صفر

التأكد من فهم النص

لا يمكن استخدام موجات الأشعة تحت الحمراء لأنها تُنتج داخل الجزيئات. يجب أن يكون التجويف الرنان أصغر من الحد الممكن — الحجم الجزيئي.

التأكد من فهم النص

يكون الهوائي أكثر كفاءة عندما يكون طوله مساويًا لنصف طول الموجة التي صُمم لالتقاطها. ونظرًا لأن موجات AM تكون أطول من موجات FM، فإن هوائيات AM تكون أطول من هوائيات FM.

تطبيق

15. 5.26×10^{-7} m
16. 3.7×10^{-7} m
17. 1.4×10^{10} Hz
18. أعلى وأسفل

مسألة تحدي الفيزياء

1. الأحمر
2. جميع الموجات الكهرومغناطيسية تنتقل في الفراغ بنفس السرعة.
3. الضوء الأحمر هو الأكثر حيودًا والضوء البنفسجي هو الأقل حيودًا.
4. البنفسجي: 6.59×10^{14} Hz إلى 7.69×10^{14} Hz
   الأزرق: 6.10×10^{14} Hz إلى 6.59×10^{14} Hz
   الأخضر: 5.20×10^{14} Hz إلى 6.10×10^{14} Hz
   الأصفر: 5.03×10^{14} Hz إلى 5.20×10^{14} Hz
   البرتقالي: 4.82×10^{14} Hz إلى 5.03×10^{14} Hz
   الأحمر: 4.29×10^{14} Hz إلى 4.82×10^{14} Hz

تطبيق

19. 2.99712×10^{8} m/s
20. 2.25×10^{8} m/s
21. 1.52
22. 2.51034 s

القسم 2 مراجعة

23. المجال الكهربائي المتغير يغير المجال المغناطيسي والمجال المغناطيسي المتغير يغير المجال الكهربائي. وتنتشر الموجات عندما يجدد كل مجال منهما الآخر.
24. يمكن وصف الموجات الكهرومغناطيسية على أساس التردد والطول الموجي. وتسلك هذه الموجات سلوكًا مشابهًا للموجات الأخرى من حيث إنها تنعكس وتنكسر وتحيد ويمكن أن تنحرف تحت تأثير انحراف دوبلر. والفارق بين الموجات الكهرومغناطيسية والموجات الأخرى أن الموجات الكهرومغناطيسية يمكن أن تنتقل في الفراغ ويمكن استقطابها.
25. 2.0×10^{13} Hz
26. يجب أن تكون أفقية
27. تستطيع أطباق الاستقبال الفضائي استقبال الإشارات ضمن نطاق ضيق جدًا من الزوايا.
28. الموجات الأطول، الأقل ترددًا تكون ذات أطوال موجية طويلة وبالتالي تستخدم هوائيات أطول.
29. 2.30
30. إذا ترقّقت طبقة الأوزون بالكامل، فسيقل حجبها للأشعة فوق البنفسجية UV التي ترسلها الشمس وبالتالي ستصل هذه الأشعة بكميات أكبر إلى سطح الأرض. وتتميز الأشعة فوق البنفسجية UV بأن أطوالها الموجية قصيرة بما يكفي وطاقتها عالية بما يكفي لتدمير جزيئات الجلد. وبالتالي، فإن الزيادة الناتجة في الأشعة فوق البنفسجية UV قد تؤدي إلى زيادة انتشار سرطان الجلد لدى الإنسان.

McGraw-Hill Education حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة

الحدود في الفيزياء

في المنطقة

الهواتف الخلوية

الهدف

أن يفهم الطلاب الهواتف الخلوية وشبكات الهواتف الخلوية

الخلفية

الهواتف الخلوية عبارة عن أجهزة راديو ثنائية الاتجاه. وعلى عكس أجهزة الاتصال ثنائية الاتجاه، يمكن للهواتف الخلوية أن ترسل وتستقبل الرسائل في نفس الوقت لأنها تستخدم ترددات مختلفة لكل عملية من هذه العمليات. تعمل الهواتف الخلوية في منطقة الميكروويف من الطيف الكهرومغناطيسي. تعد موجات الميكروويف أقل نشاطًا من الأشعة تحت الحمراء وأكثر نشاطًا من موجات الراديو.

استراتيجيات التدريس

اصنع نموذجًا لشبكة الهاتف الخلوي في الفصل. استخدم كرة من إسفنج الفوم أو غير ذلك من الكرات الطريّة. يمثِّل الطلاب الواقفون الأبراج. يتحرك عدد قليل من الطلاب (يكفي واحد في البداية) في الفصل بينما "يتحدثون" في الهاتف الخلوي. تقوم الأبراج بتسليم المكالمة بتمرير الكرة من طالب إلى آخر. بزيادة أعداد الطلاب الذين يتحدثون في هواتف خلوية، يتزايد التعقيد. تستطيع شبكة الهواتف الخلوية الحقيقية التعامل مع ملايين المكالمات في نفس الوقت.

المزيد من التعمق >>>

النتائج المتوقعة حظرت هيئة الاتصالات الفدرالية (FCC) استخدام الهواتف الخلوية على متن الطائرات عام 1991 خوفًا من أن تؤثر عمليات الإرسال الصادرة عن الهواتف الخلوية على الأجهزة الحساسة في الطائرة. وفي نفس الوقت تقريبًا، بدأت المستشفيات في حظر استخدام الهواتف الخلوية في مناطق بعينها. ولكن لم تحظر هيئة الاتصالات الفيدرالية استخدام الهواتف الخلوية في المستشفيات. وإنما هذا الحظر خاص بالمستشفيات وربما يكون هذا الحظر لمسائل متعلقة بالخصوصية فضلاً عن الخوف على الأجهزة.

دعمت كلٌّ من هيئة الاتصالات الفدرالية وإدارة الطيران الفيدرالية قرار حظر الهواتف الخلوية على متن الطائرات، غير أن بعض المجموعات لا تزال تبحث بنشاط عن طرق للسماح باستخدامات محدودة للهواتف الخلوية خلال أجزاء معينة من رحلة الطائرة.

ملاحظة: صادق الكونجرس الأمريكي على قرار شركات الخطوط الجوية بحظر الهواتف الخلوية عام 2008.

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

الوحدة 20 الإجابات

القسم 1

إتقان المفاهيم

31. -1.602×10^{-19} C و 9.11×10^{-31} kg

32. النظائر هي ذرات من نفس العنصر لها كتل مختلفة.

33. يجب أن تتسارع.

34. سيكون عليك إنتاج وفصل الغازات من العينة ثم وضع كل غاز في المصدر الأيوني، حيث تعمل حزمة الإلكترونات على نزع إلكترونات للحصول على أيونات موجبة. وستتسارع الأيونات في المجال الكهربائي ثم تنحني في المجال المغناطيسي. وبمعرفة نصف قطر r مسار انحناء كل أيون، سيكون بإمكانك تحديد نسبة الشحنة إلى الكتلة؛ وبقسمة شحنة الأيون على نسبة الشحنة إلى الكتلة، سيكون بإمكانك حساب كتلة كل أيون. ويمكنك عند ذلك مقارنة القيم بالنسبة لكتل الأيونات الأخرى المعروفة لمعرفة تركيبة المادة.

إتقان حل المسائل

35. 0.16 T

36. 6.9×10^{5} m/s

37. 3.9×10^{-26} kg

38. a. 7.8 kV
    b. 2.4×10^{-15} J
    c. 8.7×10^{5} m/s

39. سوف تختلف الأجوبة. وفيما يلي أحد النماذج الممكنة للإجابة الصحيحة: "تتسارع ذرة الكربون 12 المتأينة بشكل مفرد بسرعة 515 V في مطياف الكتلة. إذا كانت المجال المغناطيسي يساوي 75 mT، فكم يبلغ نصف قطر الانحناء r للأيونات؟ $r = 0.15$ m"

40. D < E < C < A < B

41. 5.7×10^{-26} kg

42. 4.5×10^{-3} T

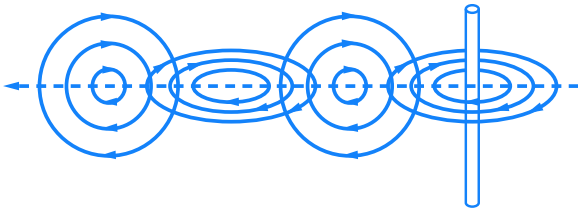
القسم 2

إتقان المفاهيم

43. يعمل فرق الجهد المتذبذب بين طرفي الهوائي (المُرسل من جهاز الإرسال) على تسريع الإلكترونات في فلز الهوائي. ويؤدي هذا التسارع إلى إنشاء مجال كهربي ينتشر بعيدًا عن الهوائي كما ينشئ مجالاً مغناطيسيًا متذبذبًا. وتكون النتيجة موجة من موجات الراديو. عندما يلتقط الهوائي موجة من موجات الراديو، فإن الإلكترونات تتسارع في الهوائي ويحوّل الهوائي المجالات الكهربائية المتذبذبة للموجة مرة ثانية إلى فروق جهد تتذبذب وفق تردد الموجة.

44. يولّد المذبذب مجالاً كهربيًا متغيرًا ينشئ بدوره مجالاً مغناطيسيًا متغيرًا. أما البطاريات ومولدات التيار المستمر فلن تُولد مجالاً كهربيًا متغيرًا إلا لفترة قصيرة عند تشغيلها وإيقافها فقط.

45.



46. تنثني بلورات الكوارتز أو تتشوه عند تعرضها لجهد كهربي. ثم تهتز البلورات بتردد معين.

إتقان حل المسائل

47. 1.0 cm

48. 4.6×10^{14} Hz

49. 31 MHz

50. 1.48 m

51. 1.98×10^{8} m/s

52. 0.0938 m

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

الإجابات

تطبيق المفاهيم

53. سوف تختلف الأجوبة. وفيما يلي أحد النماذج الممكنة للإجابة الصحيحة: "يتحرك الجسيم المشحون بسرعة تساوي 2.8×10^5 m/s في منطقة تكون شدة المجال المغناطيسي فيها 0.065 T. فإذا أخذ الجسيم مسارًا دائريًا نصف قطره 0.045 m. فما نسبة شحنته إلى كتلته؟

54. اللوحة العلوية

55. $$\frac{E}{B} = \frac{\frac{\text{N}}{\text{C}}}{\frac{\text{N}}{\text{A}\cdot\text{m}}} = \frac{\text{A}\cdot\text{m}}{\text{C}}$$

ونظرًا لأن 1 A يساوي 1 C/s، تصبح المعادلة

$$\frac{E}{B} = \frac{\text{C}\cdot\text{m}}{\text{s}\cdot\text{C}} = \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

56. يمكن توجيه المجال المغناطيسي خارج سطح الورقة وبشكل متعامد عليها.

57. يمكنك تغيير كلا المجالين أو تركهما كما هما ولكن لا يمكنك تغيير أحدهما دون الآخر.

58. a. موجات الراديو

b. أشعة X

c. جميعها تنتقل بنفس السرعة.

59. ستكون العينان أكبر بكثير لأن الطول الموجي لأشعة الميكروويف أكبر بكثير من الطول الموجي للضوء المرئي.

60. 2.45 GHz, 2.05 GHz, 1.90 GHz, 1.575 GHz, 0.90 GHz

61. سوف تختلف الأجوبة. وفيما يلي أحد النماذج الممكنة للإجابة الصحيحة:" . ويدخل منطقة تكون فيها شدة المجال الكهربائي 500 N/C باتجاه الأسفل. ما الذي يجب أن يكون عليه المجال المغناطيسي في تلك المنطقة بحيث ينتقل البروتون خلاله دون أن ينحرف؟"

مراجعة شاملة

62. 1.59 m

63. 9.0×10^8 Hz

64. 1.25×10^7 C/kg

التفكير بشكل ناقد

65. 26.4 m/s

66. لكي نرى، يجب أن نكتشف الضوء وهو ما يعني أن الضوء سيتم امتصاصه أو بعثرته. وبالتالي فإن أي شخص غير مرئي يجب بالضرورة أن يكون شفافًا تمامًا بحيث يمر الضوء من خلاله دون امتصاص أو بعثرة.

67. نسبة شحنة النظائر إلى كتلتها في مطياف الكتلة تساوي $\frac{q}{m} = \frac{2V_{accel}}{B^2r^2}$ وبالتالي فإن نصف قطر مسار النظير يساوي $r = \frac{1}{B}\sqrt{\frac{2V_{\text{accel}}m}{q}}$.

والفرق بين أنصاف أقطار النظائر يساوي

$$\begin{aligned}0.10\times10^{-3}\ m &= r_{176} - r_{175}\\ &= \frac{1}{B}\sqrt{\frac{2V_{\text{accel}}}{q}}\left(\sqrt{m_{176}} - \sqrt{m_{175}}\right)\\ &= \frac{1}{B}\sqrt{\frac{2V_{\text{accel}}}{q}}\left(\sqrt{176m_{\text{P}}} - \sqrt{175m_{\text{P}}}\right)\\ &= \frac{1}{B}\sqrt{\frac{2V_{\text{accel}}m_{\text{P}}}{q}}\left(\sqrt{176} - \sqrt{175}\right)\end{aligned}$$

وبالتالي يكون المجال المغناطيسي

$$\begin{aligned}B &= \frac{\sqrt{176} - \sqrt{175}}{0.10\times10^{-3}m}\sqrt{\frac{2V_{\text{accel}}m_{\text{P}}}{q}}\\ &= \frac{\sqrt{176} - \sqrt{175}}{0.10\times10^{-3}m}\sqrt{\frac{(2)(500.0\text{ V})(1.67\times10^{-27}\text{ kg})}{1.602\times10^{-19}\text{ C}}}\\ &= 1.2\text{ T}\end{aligned}$$

نصف قطر النظير الذي تساوي كتلته كتلة 176 بروتون هو

$$\begin{aligned}r_{76} &= \frac{1}{B}\sqrt{\frac{2V_{\text{accel}}(176m_{\text{P}})}{q}}\\ &= \frac{1}{1.2\text{ T}}\sqrt{\frac{(2)(500.0\text{ V})(176)(1.67\times10^{-27}\text{ kg})}{1.602\times10^{-19}\text{ C}}}\\ &= 3.6\times10^{-2}\text{ m}\end{aligned}$$

عند تصميم المطياف، يمكنك اختيار أي قيمة للتسارع V_{accel} و B، بشرط ألا تقل V_{accel} عن 500 V. ونظرًا لأن q/m ثابتة، فإن V_{accel} ستتناسب مع B^2r^2.

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

الكتابة في علم الفيزياء

68. هناك أنواع عديدة من مطياف الكتلة تُستخدم في المطارات. تعمل أدوات زمن الطيران على تسريع الأيونات للوصول إلى طاقة حركية معينة باستخدام مجال كهربي. ويتم قياس الوقت الذي يستغرقه الأيون للوصول إلى الكاشف. وكلما كان الأيون أثقل، استغرق وقتًا أطول في الانتقال. وفي أجهزة مطياف الكتلة الرباعي، يتم تطبيق فروق جهد متذبذبة على أربعة قضبان فلزية متصلة بمصدر لفروق جهد التيار المتردد. وتمر فقط الأيونات التي تساوي نسبة شحنتها إلى كتلتها نسبة معينة بدون انحراف. تشتمل أدوات صيد الأيونات على نظام مكون من ثلاثة أقطاب إلكترود—حلقة فلزية بقبعتين فلزيتين في الطرف بحيث تكونان قريبتين من الحلقة وغير ملتصقتين بها. وتكون القبعتان متصلتين كهربائيًا. ويتم تطبيق فرق جهد متردد بين الحلقة والقبعتين. فيتم فقط احتجاز الأيونات التي تساوي نسبة شحنتها إلى كتلتها نسبة معينة.

مراجعة عامة

69. 7.1×10^{-5} m

70. تتقاسم المجالات الشحنات بالتساوي عندما تكون متلامسة وبالتالي تكون شحنة كل منهما $-1q$. وتتباين القوة مع حاصل ضرب الشحنات وبالتالي تكون نسبة القوة الجديدة إلى القوة القديمة $1q \times 1q$ إلى $4q \times 2q$ أو 1:8. وبالتالي تصبح القوة الجديدة $F/8$. ويكون اتجاه القوة الجديدة طاردًا وليس جاذبًا.

71. 3.8×10^{3} V/m أو N/C

72. AED 1.68

73. 0.016 T

74. الشمال

McGraw-Hill Education حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة

تدريب على الاختبار المعياري

الاختيار من متعدد

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

إجابة مفتوحة

7. $r = \frac{vm}{Bq}$

$$= \frac{(2.8\times10^{5}\ \text{m/s})(3.34\times10^{-27}\ \text{kg})}{(0.150\ \text{T})(1.602\times10^{-19}\ \text{C})}$$

$$= 4.00\ \text{cm}$$

إرشادات

الإرشادات وتوجيهات التصحيح التالية هي عينة لاستراتيجية تحديد الدرجات لأسئلة الإجابة الحرة.

النقط	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. الإجابة صحيحة بشكل جوهري وتوضح شيئًا أساسيًا، لكنها لا توضح الفهم العميق في الفيزياء.
2	يظهر الطالب فهمًا جزئيًا فقط للفيزياء ذات الصلة. على الرغم من أن الطالب قد يستخدم النهج الصحيح للتوصل إلى الحل أو قد يقدم حلًا صحيحًا، إلا أن العمل يفتقر إلى فهم أساسي للمفاهيم الفيزيائية الأساسية.
1	يُظهر الطالب فهمًا محدودًا للغاية لموضوعات الفيزياء التي درسها. الإجابة غير كاملة وتكشف عن العديد من أوجه القصور.
0	يقدم الطالب حلاً خاطئًا تمامًا أو لا يجيب على الإطلاق.

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

إجابات كتيب الرياضيات

مسائل تدريبية

1. a. 4 أرقام معنوية
   b. 3 أرقام معنوية
   c. رقمان معنويان
   d. 5 أرقام معنوية
   e. رقمان معنويان
   f. 3 أرقام معنوية

2. a. 1400 m
   b. 2.5 km
   c. 0.003 m
   d. 12.0 kg

3. a.
$$\begin{array}{rr} 5.012 & \text{km} \\ 3.4 & \text{km} \\ +2.33 & \text{km} \\ \hline 10.7 & \text{km} \end{array}$$
   b. $45\ \text{g} - 8.3\ \text{g} = 37\ \text{g}$
   c. $3.40\ \text{cm} \times 7.125\ \text{cm} = 24.2\ \text{cm}^2$
   d. $(54\ \text{m})/(6.5\ \text{s}) = 8.3\ \text{m/s}$

4. a. $\frac{1}{x} + \frac{y}{3} = \left(\frac{1}{x}\right)\left(\frac{3}{3}\right) + \left(\frac{y}{3}\right)\left(\frac{x}{x}\right)$
   $= \frac{3}{3x} + \frac{xy}{3x} = \frac{3 + xy}{3x}$
   b. $\frac{a}{2b} - \frac{3}{b} = \left(\frac{a}{2b}\right) - \left(\frac{3}{b}\right)\left(\frac{2}{2}\right)$
   $= \frac{a}{2b} - \frac{6}{2b} = \frac{a-6}{2b}$
   c. $\left(\frac{3}{x}\right)\left(\frac{1}{y}\right) = \frac{3}{xy}$
   d. $\left(\frac{2a}{5}\right) \div \left(\frac{1}{2}\right) = \left(\frac{2a}{5}\right)\left(\frac{2}{1}\right) = \frac{4a}{5}$

5. a. $(4)(3) = (2)(x)$
   $x = \frac{12}{2} = 6$
   b. $n = \frac{13}{15} \times 75 = 65$
   c. $s = \frac{36}{12} \times 16 = 48$
   d. $(2.5)(w) = (7.5)(5.0)$
   $w = \frac{37.5}{2.5} = 15$

6. a. $\sqrt{22} = 4.69$
   b. $\sqrt[3]{729} = 9.00$
   c. $\sqrt{676} = 26.00$
   d. $\sqrt[3]{46.656} = 3.60$

7. a. $\sqrt{16a^2b^4} = 4ab^2$
   b. $\sqrt{9t^6} = 3t^3$

8. a. $\sqrt{n^3} = n^{\frac{3}{2}}$
   b. $\frac{1}{\sqrt{a}} = \frac{1}{a^{\frac{1}{2}}} = a^{\frac{-1}{2}}$

9. a. $\frac{x^2t}{x^3} = \frac{t}{x} = x^{-1}t$
   b. $\sqrt{t^3} = t^{\frac{3}{2}}$
   c. $(d^2n)^2 = d^4n^2$
   d. $x^2\sqrt{x} = x^{\left(2+\frac{1}{2}\right)} = x^{\frac{5}{2}}$

10. $\frac{m}{q}\sqrt{\frac{2qv}{m}} = \sqrt{\frac{2qvm^2}{mq^2}}$
    $= \sqrt{\frac{2vm}{q}}$
    $= (2vm)^{\frac{1}{2}} q^{\frac{-1}{2}}$

McGraw-Hill Education حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة

11. a. 4.56×10^{8}

b. 2.0×10^{-5}

12. a. 0.000000303

b. 97,000,000,000

13.

a. $(5.2\times10^{-4})(4.0\times10^{8})$

$= (5.2\times4.0)(10^{-4}\times10^{8})$

$= (21)(10^{-4+8}) = 21\times10^{4}$

$= 2.1\times10^{5}$

b. $(2.4\times10^{3}) + (8.0\times10^{4}) = (0.24\times10^{4}) + (8.0\times10^{4})$

$= (0.24 + 8.0)(10^{4})$

$= 8.2\times10^{4}$

14. a. $2 + 3x - 2 = 17 - 2$

$\frac{3x}{3} = \frac{15}{3}$

$x = 5$

b. $x - 4 + 4 = 2 + 4 - 3x$

$x + 3x = 6 - 3x + 3x$

$\frac{4x}{4} = \frac{6}{4}$

$x = \frac{3}{2}$

c. $(3)(t-1) = (3)\left(\frac{x+4}{3}\right)$

$3t - 3 = x + 4$

$x + 4 - 4 = 3t - 3 - 4$

$x = 3t - 7$

d. $(c)(a) = (c)\left(\frac{b+x}{c}\right)$

$ac - b = b - b + x$

$x = ac - b$

e. $\left(\frac{2x+3}{x}\right)(x) = (6)(x)$

$2x - 2x + 3 = 6x - 2x$

$4x = 3$

$x = \frac{3}{4}$

f. $ax + bx + c - c = d - c$

$(a+b)(x) = d - c$

$x = \left(\frac{d-c}{a+b}\right)$

15. a. $4x^2 - 19 + 19 = 17 + 19$

$\frac{4x^2}{4} = \frac{36}{4} = 9$

$x = \pm\sqrt{9} = \pm3$

b. $12 + 9 - 3x^2 = -9 + 9$

$21 - 3x^2 + 3x^2 = 0 + 3x^2$

$\frac{3x^2}{3} = \frac{21}{3}$

$x = \pm\sqrt{7} = \pm2.65$

c. $x = \frac{-b \pm \sqrt{b^2 - 4ac}}{2a}$

$= \frac{-(-2) \pm \sqrt{(-2)^2 - (4)(1)(-24)}}{2(1)}$

$= \frac{2 \pm \sqrt{4 + 96}}{2} = \frac{2 \pm \sqrt{100}}{2}$

$= \frac{2 \pm 10}{2} = 1 \pm 5$

ومن ثمّ،

$x = -4$ أو $x = 6$

d. $x = \frac{-b \pm \sqrt{b^2 - 4ac}}{2a}$

$= \frac{-(-14) \pm \sqrt{(-14)^2 - (4)(24)(-6)}}{2(24)}$

$= \frac{14 \pm \sqrt{196 + 576}}{48} = \frac{14 \pm \sqrt{772}}{48}$

$= \frac{14 \pm 27.8}{48}$

ومن ثمّ

$x = 0.9$ أو $x = -0.3$

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

16. $\Delta t = \frac{4.0\times10^2\ \text{m}}{16\ \text{m/s}} = \left(\frac{4.0\times10^2}{16}\right)\left(\frac{\text{m}}{\text{m/s}}\right) = 25\ \text{s}$

17. $v = a\Delta t = (-9.8\ \text{m/s}^2)(5.0\ \text{s} - 0.0\ \text{s}) = 49\ \text{m/s}$

18. $\left(\frac{32\ \text{cm}}{1\ \text{s}}\right)\left(\frac{60\ \text{s}}{1\ \text{min}}\right)\left(\frac{60\ \text{min}}{1\ \text{h}}\right)\left(\frac{1\ \text{m}}{100\ \text{cm}}\right) = \left(\frac{32\times60\times60}{100}\right)\left(\frac{\text{m}}{\text{h}}\right) = 1200\ \text{m/h}$

19. $v = \frac{d}{t} = \frac{100.0\ \text{m}}{9.87\ \text{s}} \times \frac{1\ \text{km}}{1000\ \text{m}} \times \frac{3600\ \text{s}}{1\ \text{h}} = 36.5\ \text{km/h}$

20. a. $0.62 = \cos\theta$
$\theta = \cos^{-1}(0.62)$
$= 52°$

b. $0.13 = \cos\theta$
$\theta = \cos^{-1}(0.13)$
$= 83°$

c. $0.53 = \tan\theta$
$\theta = \tan^{-1}(0.53)$
$= 28°$

d. $0.84 = \sin\theta$
$\theta = \sin^{-1}(0.84)$
$= 57°$

21. $\log_3 81 = 4$
$81 = 3^4$

22. $10^{-3} = 0.001$
$\log_{10} 0.001 = -3$

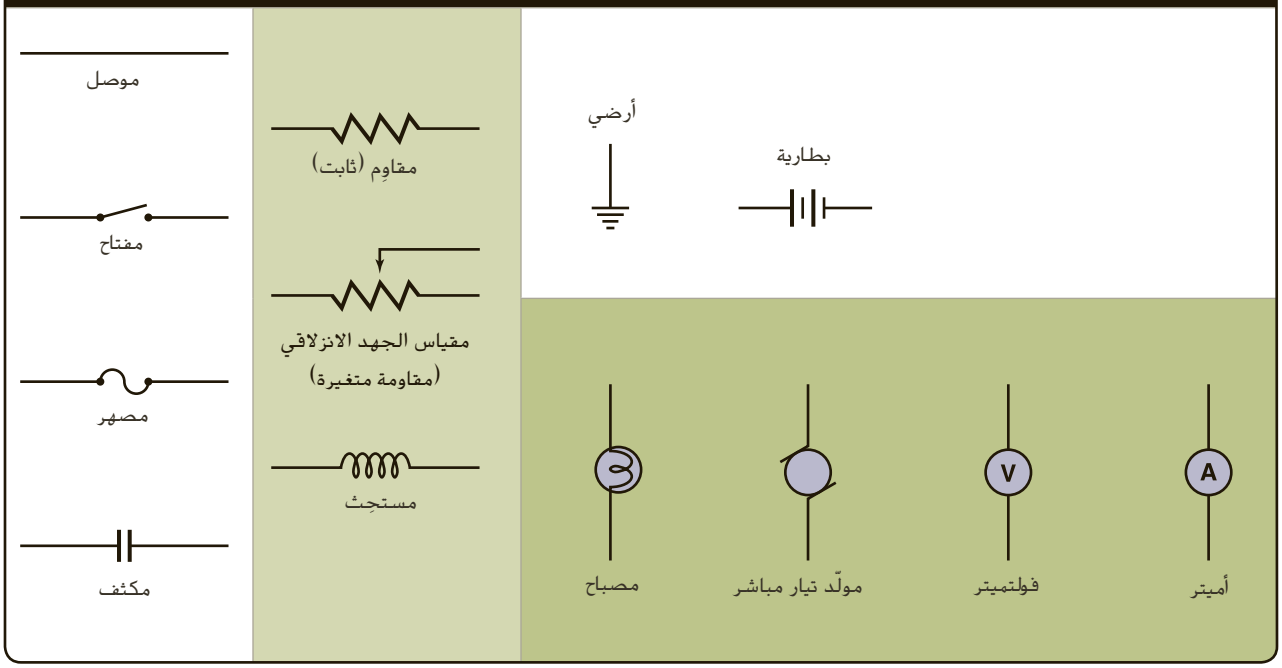
23. $\log x = 3.125$
$10^{\log_{10} x} = 10^{3.125}$
$x \approx 1334$

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

دليل الألوان

متجه الإزاحة (**x**)		شحنة سالبة	−
متجه السرعة المتجهة (**v**)		شحنة موجبة	+
متجه التسارع (**a**)		اتجاه التيار	
متجه القوة (**F**)		إلكترون	
متجه كمية الحركة (**p**)		بروتون	
شعاع ضوء		نيوترون	
جسم		محاور الإحداثيات	
شكل			
خط المجال الكهربائي (**E**)			
خط المجال المغناطيسي (**B**)			

رموز دائرة كهربائية



حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

الوحدات الأساسية للنظام الدولي للوحدات

الكمية	الوحدة	اختصار الوحدة
الطول	المتر	m
الكتلة	الكيلوجرام	kg
الزمن	ثوانٍ	s
درجة الحرارة	كلفن	K
كمية المادة	المول	mol
التيار الكهربائي	أمبير	A
شدة الإضاءة	الشمعة	cd

الوحدات المشتقة في النظام الدولي للوحدات

الكمية	الوحدة	رمز الوحدة	الوحدة معبّر عنها بالوحدات الأساسية	الوحدة معبّر عنها بوحدات أخرى من النظام الدولي للوحدات
التسارع	متر للثانية المربعة	m/s^2	m/s^2	
المساحة	متر مربع	m^2	m^2	
السعة	فاراد	F	$A^2 \cdot s^4/(kg \cdot m^2)$	
الكثافة	كيلوجرام للمتر المكعب	kg/m^3	kg/m^3	
شحنة كهربائية	كولوم	C	A·s	
المجال الكهربائي	نيوتن للكولوم	N/C	$kg \cdot m/(A \cdot s^3)$	V/m
المقاومة الكهربائية	أوم	Ω	$kg \cdot m^2/(A^2 \cdot s^3)$	V/A
القوة الدافعة الكهربائية (*EMF*)	فولت	V	$kg \cdot m^2/(A^2 \cdot s^3)$	
الطاقة، الشغل	الجول	J	$kg \cdot m^2/s^2$	N·m
القوة	نيوتن	N	$kg \cdot m/s^2$	
التردد	هرتز	Hz	s^{-1}	
الاستضاءة	لوكس	lx	cd/m^2	
المجال المغناطيسي	تسلا	T	$kg/(A \cdot s^2)$	N·s/(C·m)
فرق الجهد	فولت	V	$kg \cdot m^2/(A \cdot s^3)$	W/A أو J/C
الطاقة	وات	W	$kg \cdot m^2/s^3$	J/s
الضغط	باسكال	Pa	$(kg/m)s^2$	N/m^2
السرعة المتجهة	متر للثانية	m/s	m/s	
الحجم	متر مكعب	m^3	m^3	

تحويلات مفيدة

1 in = 2.54 cm	$1 kg = 6.02 \times 10^{26} u$	1 atm = 101 kPa
1 mi = 1.61 km	1 oz = 28.4 g	1 cal = 4.184 J
$1 mi^2 = 640$ acres	1 oz = 2.21 lb	$1 eV = 1.60 \times 10^{-19}$ J
1 gal = 3.79 L	1 lb = 4.45 N	1 kWh = 3.60 MJ
$1 m^3 = 264$ gal	$1 atm = 14.7 lb/in^2$	1 hp = 746 W
1 عقدة = 1.15 mi/h	$1 atm = 1.01 \times 10^5 N/m^2$	$1 mol = 6.02 \times 10^{23}$ جسيمات

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

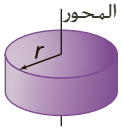
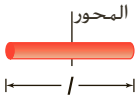
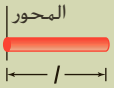
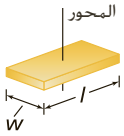
ثوابت فيزيائية

الكمية	الرمز	القيمة	القيمة التقريبية
وحدة الكتل الذرية	u	$1.660538782\times10^{-27}$ kg	1.66×10^{-27} kg
عدد أفوجادرو	N_A	6.02214179×10^{23} mol^{-1}	6.022×10^{23} mol^{-1}
ثابت بولتزمان	k	1.3806504×10^{-23} $Pa\cdot m^3/K$	1.38×10^{-23} $Pa\cdot m^3/K$
ثابت كولوم	K	8.987551788×10^{9} $N\cdot m^2/C^2$	9.0×10^{9} $N\cdot m^2/C^2$
الشحنة الأساسية	e	1.60217653×10^{-19} C	1.602×10^{-19} C
ثابت الغاز	R	8.314472 $Pa\cdot m^3/mol\cdot K$	8.31 $Pa\cdot m^3/mol\cdot K$
ثابت الجاذبية	G	6.67428×10^{-11} $N\cdot m^2/kg^2$	6.67×10^{-11} $N\cdot m^2/kg^2$
كتلة الإلكترون	m_e	9.10938215×10^{-31} kg	9.11×10^{-31} kg
كتلة البروتون	m_p	$1.672621637\times10^{-27}$ kg	1.67×10^{-27} kg
كتلة النيوترون	m_n	$1.674927211\times10^{-27}$ kg	1.67×10^{-27} kg
ثابت بلانك	h	6.62606896×10^{-34} J·s	6.63×10^{-34} J·s
سرعة الضوء في الفراغ	c	2.99792458×10^{8} m/s	3.00×10^{8} m/s

بادئة النظام الدولي للوحدات

البادئة	الرمز	الترميز العلمي
فيمتو	f	10^{-15}
بيكو	p	10^{-12}
نانو	n	10^{-9}
ميكرو	μ	10^{-6}
ميلي	m	10^{-3}
سنتي	c	10^{-2}
ديسي	d	10^{-1}
ديكا	da	10^{1}
هكتو	h	10^{2}
كيلو	k	10^{3}
ميجا	M	10^{6}
جيجا	G	10^{9}
تيرا	T	10^{12}
بيتا	P	10^{15}

عزْم القصور الذاتي لأجسام مختلفة

الجسم	موقع المحور	الرسم	عزْم القصور الذاتي
طوق رفيع بنصف قطر r	عبر القطر المركزي		mr^2
أسطوانة صلبة منتظمة بنصف قطر r	من المركز		$\frac{1}{2}mr^2$
كرة منتظمة بنصف قطر r	من المركز		$\frac{2}{5}mr^2$
ساق طويل منتظم طوله l	من المركز		$\frac{1}{12}ml^2$
ساق طويل منتظم طوله l	من الطرف		$\frac{1}{3}ml^2$
صفيحة رفيعة مستطيلة الشكل بطول l وعرض w	من المركز		$\frac{1}{12}m(l^2+w^2)$

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

كثافة بعض المواد الشائعة

المادة	الكثافة (g/cm^3)
الألمنيوم	2.70
الكادميوم	8.65
النحاس	8.92
الجرمانيوم	5.32
الذهب	19.32
الهيدروجين	8.99×10^{-5}
الإنديوم	7.31
الحديد	7.87
الرصاص	11.34
الزئبق	13.534
الأكسجين	1.429×10^{-3}
السيليكون	2.33
الفضة	10.5
الماء (4°C)	1.000
الخارصين	7.14

درجات الانصهار والغليان

المادة	درجة الانصهار (°C)	درجة الغليان (°C)
الألمنيوم	660.32	2519
النحاس	1084.62	2562
الجرمانيوم	938.25	2833
الذهب	1064.18	2856
الإنديوم	156.60	2072
الحديد	1538	2861
الرصاص	327.5	1749
السيليكون	1414	3265
الفضة	961.78	2162
الماء	0.000	100.000
الخارصين	419.53	907

الحرارة النوعية

المادة	الحرارة النوعية، C [J/(kg·K)]	المادة	الحرارة النوعية، C [J/(kg·K)]
الألمنيوم	897	الرصاص	130
النحاس الأصفر	376	الميثانول	2450
الكربون	710	الفضة	235
النحاس	385	الماء	4180
الزجاج	840	بخار الماء	2020
الثلج	2060	الخارصين	388
الحديد	450		

الحرارة الكامنة للانصهار والتبخر

المادة	الحرارة الكامنة للانصهار، H_f (J/kg)	الحرارة الكامنة للتبخر، H_v (J/kg)
النحاس	2.05×10^5	5.07×10^6
الذهب	6.30×10^4	1.64×10^6
الحديد	2.66×10^5	6.29×10^6
الرصاص	2.04×10^4	8.64×10^5
الزئبق	1.15×10^4	2.72×10^5
الميثانول	1.09×10^5	8.78×10^5
الفضة	1.04×10^5	2.36×10^6
الماء (متجمد)	3.34×10^5	2.26×10^6

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

معاملات التمدد الحراري عند 20°C

المادة	معامل التمدد الطولي $\alpha\ (°C^{-1})$	معامل التمدد الحجمي $\beta\ (°C^{-1})$
المادة الصلبة		
الألمنيوم	23×10^{-6}	69×10^{-6}
النحاس الأصفر	19×10^{-6}	57×10^{-6}
الخرسانة	12×10^{-6}	36×10^{-6}
النحاس	17×10^{-6}	51×10^{-6}
الزجاج (عادي)	9×10^{-6}	27×10^{-6}
الزجاج (مقاوم للحرارة)	3×10^{-6}	9×10^{-6}
حديد، صلب	12×10^{-6}	35×10^{-6}
بلاتينيوم	9×10^{-6}	27×10^{-6}
السوائل		
البنزين		950×10^{-6}
الزئبق		180×10^{-6}
الميثانول		1200×10^{-6}
الماء		210×10^{-6}
الغازات		
الهواء (ومعظم الغازات الأخرى)		3400×10^{-6}

سرعة الصوت في أوساط متنوعة

الوسط (0°C)	السرعة (m/s)
الهواء (0°C)	331
الهواء (20°C)	343
الهيليوم (0°C)	972
لهيدروجين (27°C)	1310
الماء (25°C)	1497
ماء البحر (25°C)	1533
المطاط	1600
النحاس (25°C)	3560
الحديد (25°C)	5130
زجاج مقاوم للحرارة	5640
ألماس	12,000

الطول الموجي للضوء المرئي

اللون	الطول الموجي، λ (nm)
بنفسجي	380–430
نيلي	430–450
أزرق	450–500
أزرق داكن	500–520
أخضر	520–565
أصفر	565–590
برتقالي	590–625
أحمر	625–740

ثابت العزل الكهربائي، k (20°C)

الفراغ	1.0000
الهواء (1 atm)	1.00059
النيون (1 atm)	1.00013
الزجاج	4–7
الكوارتز	4.3
كوارتز منصهر	3.75
الماء	80

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

بيانات النظام الشمسي

	عطارد	الزهرة	الأرض	المريخ	المشترى	زحل	أورانوس	نبتون
الكتلة ($10^{24}\times kg$)	0.330	4.87	5.97	0.642	1899	569	86.8	102
متوسط نصف القطر ($10^{6}\times m$)	2.44	6.05	6.38	3.40	71.5	60.3	25.6	24.8
الكثافة (kg/m^3)	5427	5243	5515	3933	1326	687	1270	1638
الوضاءة	0.068	0.90	0.306	0.250	0.343	0.342	0.300	0.290
متوسط المسافة من الشمس ($10^{9}\times m$)	57.91	108.2	149.6	227.9	778.4	1433.5	2872.5	4498.2
مدة الدورة المدارية (بأيام الأرض)	88.0	224.7	365.2	687.0	4332	10,759	30,685	60,189
الميل المداري (درجات)	7.0	3.4	0.0	1.9	1.3	2.5	0.8	1.8
الانحراف المداري	0.205	0.007	0.017	0.094	0.049	0.057	0.046	0.011
فترة دوران الكوكب حول محوره (h)	1407.6	5832.5[R]	23.9	24.6	9.9	10.7	17.2[R]	16.1
الميل المحوري (درجات)	0.03	177.4	23.4	25.2	3.1	26.7	97.8	28.3
متوسط درجة الحرارة على السطح (K)	440	737	288	210	163	133	78	73
قوة مجال الجاذبية بالقرب من السطح (N/kg)	3.7	8.9	9.8	3.7	20.9	10.4	8.4	10.7

تشير R إلى الحركة العكسية.

القمر

الكتلة	0.073×10^{24} kg
نصف القطر الاستوائي	1738 km تقريبًا
متوسط الكثافة	3340 kg/m^3 تقريبًا
الوضاءة	0.11
متوسط المسافة من الأرض	384×10^{3} km
مدة الدورة المدارية	27.3 يومًا من أيام الأرض
الدورة الاقترانية (القمرية)	29.53 يومًا من أيام الأرض
الميل المداري	5.1°
الانحراف المداري	0.055
فترة دوران الكوكب حول محوره	655.7 h تقريبًا
قوة مجال الجاذبية بالقرب من السطح	1.6 N/kg

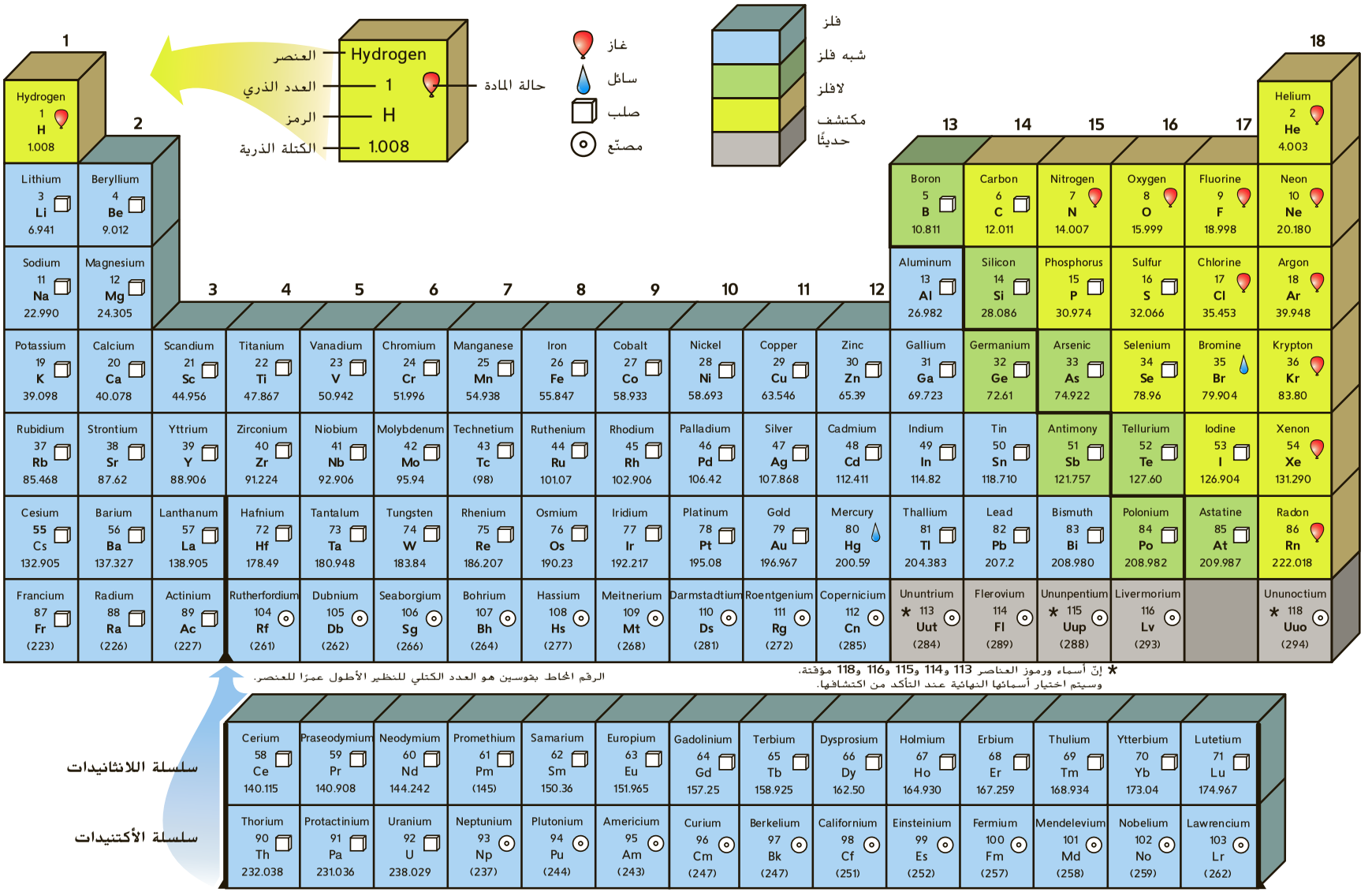
الشمس

الكتلة	1.99×10^{30} kg
نصف القطر الاستوائي	6.96×10^{8} m
متوسط الكثافة	1408 kg/m^3 تقريبًا
القدر المطلق	+4.83
الضياء	3.846×10^{26} J/s
نوع الطيف	G2 V
فترة دوران الكوكب حول محوره (استوائي)	609.12 h تقريبًا
متوسط إنتاج الطاقة	0.1937×10^{-3} J/kg
متوسط درجة الحرارة على السطح	5778 K تقريبًا

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

حقوق الطبع والنشر © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

الجدول الدوري للعناصر



العناصر

العنصر	الرمز	العدد الذري	الكتلة الذرية	العنصر	الرمز	العدد الذري	الكتلة الذرية
الأكتينيوم	Ac	89	(227)	المولبيديوم	Mo	42	95.96
الألمنيوم	Al	13	26.982	النيوديميوم	Nd	60	144.24
الأميريسيوم	Am	95	(243)	النيون	Ne	10	20.180
الأنتيمون	Sb	51	121.760	النبتونيوم	Np	93	(237)
الأرجون	Ar	18	39.948	النيكل	Ni	28	58.693
الزرنيخ	As	33	74.922	النيوبيوم	Nb	41	92.906
الأستاتين	At	85	(210)	النيتروجين	N	7	14.007
الباريوم	Ba	56	137.327	النوبليوم	No	102	(259)
البركيليوم	Bk	97	(247)	الأوزميوم	Os	76	190.23
البريليوم	Be	4	9.012	الأكسجين	O	8	15.999
البزموت	Bi	83	208.980	البالاديوم	Pd	46	106.42
البوريوم	Bh	107	(272)	الفوسفور	P	15	30.974
البورون	B	5	10.811	البلاتينيوم	Pt	78	195.078
البروم	Br	35	79.904	البلوتونيوم	Pu	94	(244)
الكادميوم	Cd	48	112.411	البولونيوم	Po	84	(209)
الكالسيوم	Ca	20	40.078	البوتاسيوم	K	19	39.098
كاليفورنيوم	Cf	98	(251)	البراسيوديميوم	Pr	59	140.908
الكربون	C	6	12.011	البروميثيوم	Pm	61	(145)
السيريوم	Ce	58	140.116	البروتكتينيوم	Pa	91	231.036
السيزيوم	Cs	55	132.905	الراديوم	Ra	88	(226)
الكلور	Cl	17	35.453	الرادون	Rn	86	(222)
الكروم	Cr	24	51.996	الرينيوم	Re	75	186.207
الكوبلت	Co	27	58.933	الروديوم	Rh	45	102.906
الكوبرنيسيوم	Cn	112	(285)	الرونتجينيوم	Rg	111	(280)
النحاس	Cu	29	63.546	الروبيديوم	Rb	37	85.468
الكوريوم	Cm	96	(247)	الروثينيوم	Ru	44	101.07
الدارمشتاتيوم	Ds	110	(281)	الرذرفورديوم	Rf	104	(265)
الدبنيوم	Db	105	(262)	السمريوم	Sm	62	150.36
الدسبروزيوم	Dy	66	162.500	السكانديوم	Sc	21	44.956
آينشتاينيوم	Es	99	(252)	السيبورجيوم	Sg	106	(271)
الأربيوم	Er	68	167.259	السيلينيوم	Se	34	78.96
الأوروبيوم	Eu	63	151.964	السيليكون	Si	14	28.086
الفيرميوم	Fm	100	(257)	الفضة	Ag	47	107.868
الفلور	F	9	18.998	الصوديوم	Na	11	22.990
الفرانسيوم	Fr	87	(223)	الإسترانشيوم	Sr	38	87.62
الغادولينيوم	Gd	64	157.25	الكبريت	S	16	32.065
الغاليوم	Ga	31	69.723	التنتالوم	Ta	73	180.948
الجرمانيوم	Ge	32	72.63	التكنيشيوم	Tc	43	(98)
الذهب	Au	79	196.967	التيلوريوم	Te	52	127.60
الهفنيوم	Hf	72	178.49	التربيوم	Tb	65	158.925
الهاسيوم	Hs	108	(270)	الثاليوم	Tl	81	204.383
الهيليوم	He	2	4.003	الثوريوم	Th	90	232.038
الهولميوم	Ho	67	164.930	الثوليوم	Tm	69	168.934
الهيدروجين	H	1	1.008	القصدير	Sn	50	118.710
الإنديوم	In	49	114.81	التيتانيوم	Ti	22	47.867
اليود	I	53	126.904	التنجستين	W	74	183.84
الإيريديوم	Ir	77	192.217	اليورانيوم	U	92	238.029
الحديد	Fe	26	55.847	الفاناديوم	V	23	50.942
الكريبتون	Kr	36	83.798	الزينون	Xe	54	131.293
اللانثانوم	La	57	138.906	الإيتيربيوم	Yb	70	173.04
اللورنسيوم	Lr	103	(262)	الإيتريوم	Y	39	88.906
الرصاص	Pb	82	207.2	الخارصين	Zn	30	65.38
الليثيوم	Li	3	6.941	الزركونيوم	Zr	40	91.224
اللوتيشيوم	Lu	71	174.967	العنصر *113	Uut	113	(284)
الماغنسيوم	Mg	12	24.305	العنصر *114	Uuq	114	(289)
المنجنيز	Mn	25	54.938	العنصر *115	Uup	115	(288)
المايتنريوم	Mt	109	(276)	العنصر *116	Uuh	116	(293)
المندليفيوم	Md	101	(258)	العنصر *118	Uuo	118	(294)
الزئبق	Hg	80	200.59				

* لم يتم اعتماد تلك الأسماء بعد من قِبل الاتحاد الدولي للكيمياء البحتة والتطبيقية (IUPAC).

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

رموز السلامة	المخاطر	الأمثلة	الإجراء الوقائي	العلاج
التخلص من النفايات	يجبا اتباع إجراءات التخلص من المخلفات الخاصة.	بعض المواد الكيميائية، الكائنات الحية	تجنب التخلص من هذه المواد بإلقائها في البالوعة أو سلة المهملات.	تخلص من النفايات وفقًا لتوجيهات معلمك.
مخاطر حيوية	الكائنات الحية أو المواد الحيوية الأخرى التي قد تسبب ضررًا للإنسان.	البكتيريا، الفطريات، الأنسجة غير المحفوظة، المواد النباتية	تجنب ملامسة الجلد لهذه المواد. ارتد كمامة وقفازات.	أبلغ معلمك في حالة ملامسة هذه المواد، واغسل اليدين جيدًا.
درجات الحرارة الشديدة	الأشياء التي قد تحرق الجلد بسبب برودتها الشديدة أو حرارتها الشديدة.	السوائل المغلية، الأطباق الساخنة، الثلج الجاف، النيتروجين السائل	استخدام وسيلة الحماية المناسبة عند التعامل مع هذه المواد.	اذهب إلى المعلم لطلب الإسعافات الأولية.
الأجسام الحادة	استخدام الأدوات أو المواد الزجاجية التي تجرح الجلد بسهولة.	الشفرات، الدبابيس، المشارط، الأدوات المدببة، أدوات التشريح، الزجاج المكسور	تعامل بحكمة مع الأداة واتبع إرشادات استخدامها.	اذهب إلى المعلم لطلب الإسعافات الأولية.
الأبخرة	قد تسبب الأبخرة خطرًا محتملًا على الجهاز التنفسي.	الأمونيا، الأسيتون، مزيل طلاء الأظافر، الكبريت الساخن، كرات العث	تأكد من وجود تهوية جيدة. لا تستنشق الأدخنة بشكل مباشرة إطلاقًا، وارتد كمامة.	غادر المكان الذي به الأدخنة وأبلغ معلمك على الفور.
الكهرباء	خطر محتمل من الصدمة الكهربائية أو الحريق.	تأريض غير صحيح، سوائل منسكبة، قصر في الدائرة، أسلاك معراة	تأكد من التوصيلات بالتعاون مع معلمك. افحص حالة الأسلاك والأجهزة.	لا تحاول إصلاح المشكلات الكهربائية. بل أبلغ معلمك على الفور.
المواد المهيّجة	مواد قد تهيج الجلد أو الغشاء المخاطي في الجهاز التنفسي.	حبوب اللقاح، كراث العث، سلك غسيل الصحون، الألياف الزجاجية، برمنجنات البوتاسيوم	ارتد كمامة للغبار وقفازات. تعامل بحرص شديد مع هذه المواد.	اذهب إلى المعلم لطلب الإسعافات الأولية.
المواد الكيميائية	المواد الكيميائية التي قد تتفاعل مع الأنسجة والمواد الأخرى وتتلفها	المبيضات مثل فوق أكسيد الهيدروجين؛ الأحماض مثل حمض الكبريتيك، حمض الهيدروكلوريك؛ القواعد مثل الأمونيا، هيدروكسيد الصوديوم	ارتد نظارة واقية وقفازات ومعطفًا	اغسل المنطقة المصابة بالماء وأبلغ معلمك على الفور.
المواد السامة	مواد تسبب التسمم إذا لُمست أو استُنشقت أو ابتلعت.	الزئبق، العديد من المركبات الفلزية، اليوم، أجزاء النباتات الاستوائية السامة	اتبع تعليمات المعلم.	اغسل يديك جيدًا بعد الانتهاء من العمل. اذهب إلى المعلم لطلب الإسعافات الأولية.
المواد القابلة للاشتعال	قد تشتعل بعض المواد الكيميائية القابلة للاشتعال بسبب اللهب المكشوف أو الشرر أو تعرضها لحرارة.	الكحول، الكيروسين، برمنجنات البوتاسيوم	تجنب الاقتراب من اللهب المكشوف أو الحرارة عند استخدام المواد الكيميائية القابلة للاشتعال.	أبلغ معلمك على الفور. استخدم مطفأة الحريق إن وجدت.
اللهب المكشوف	قد يؤدي ترك اللهب مكشوفًا إلى حدوث حريق.	الشعر، الملابس، الورق، المواد الصناعية	اربط الشعر للخلف ولا ترتد الملابس الفضفاضة. اتبع تعليمات المعلم عند إشعال اللهب وإطفائه.	أبلغ معلمك على الفور. واستخدم مطفأة الحريق إن وجدت.

سلامة العين
يجب دائمًا ارتداء نظارة واقية عند إجراء الأنشطة العلمية أو مراقبتها.

وقاية الملابس
يظهر هذا الرمز عندما يحتمل أن تسبب المواد بقعًا أو حرقًا للملابس.

نشاط إشعاعي
يظهر هذا الرمز عند استخدام المواد المشعة.

غسل اليدين
بعد كل تجربة، اغسل يديك بالماء والصابون قبل نزع النظارة الواقية.

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

شكر وتقدير

نسخة المعلم

x McGraw-Hill Education; **173** Radoslaw Lecyk/Shutterstock.com; **189** Jetta Productions/Dana Neely/Getty Images; **203** Don Hammond/Design; **223** Comstock/Getty Images; **237** Adam Hart-Davis/Photo Researchers; **251** Bluebeat76/Shutterstock.com; **265** Mira/Alamy; **281** Design Pics/Carson Ganci; **290** Photodisc/Getty Images; **295** Glen Allison/Getty Images; **311** Jon Wild/Getty Images.