# 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 المكوّنة 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

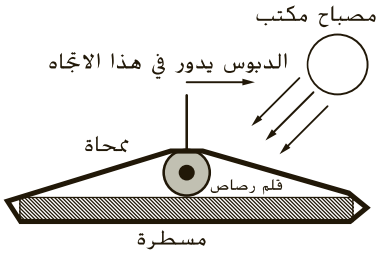
**الطاقة الحرارية** أمسِك بالونًا منفوخًا أمام الطلاب، ثم استفسر منهم عما إذا كانوا يلاحظون أي شيء يتحرك داخل البالون. قد يجيب الطلاب بأن الجزئيات تتحرك داخل البالون. ثم اسأل الطلاب إذا ما كانت هذه الجزيئات بها طاقة. يجب أن يدرك الطلاب أن الجسيمات المتحركة تحتوي على طاقة حركية. أخبر الطلاب بأن الطاقة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

## استخدام مختبر الفيزياء

في تجربة المجمِّعات 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. قم

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.

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

## 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 بالكالوريميتر رقمًا تقريبًا يقع ما بين درجات الحرارة الأولية للأجسام الأكثر برودة والأجسام الأكثر حرارة. وأخيرًا، عند حساب $\Delta T$ في القانون، فإن العلامة الصحيحة يمكن الحصول عليها دائمًا من خلال طرح درجة الحرارة الأولية من درجة الحرارة النهائية. ق م

## 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 الجسميات. حينما يتم توصيل جسم صغير درجة حرارته عالية بجسم آخر أكبر ذي درجة حرارة منخفضة، فسينقل 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 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. $5.3\times10^4$ 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. $9.04\times10^2$ J/(kg•°C)
5. $2.53\times10^2$ 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 الثَّنيَة 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. ق م 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 بسحَّاب 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.

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

## 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 وتُسخِّن 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 $\Delta L$، 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 $\Delta V$ 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 $\Delta S$، 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 $\Delta S$ 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 تطبق 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. $3.75\times10^4$ J
20. 502 kJ
21. $H_f = 3.34\times10^5$ J/kg; $H_v = 2.259\times10^6$ J/kg
22. $9.5\times10^7$ J
23. $9.40\times10^2$ kJ

### تطبيق

24. 75 J
25. $1.8\times10^3$ J
26. 9 مرات
27. $2.6\times10^4$ 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. أُطلق البخار المكثف حرارة تبخيره إلى الغرفة، ثم أُعيد توزيعه مرة أخرى إلى المِرجَل حيث كانت إعادة تسخينه.
31. 20.8 kJ
32. $3.5\times10^5$ 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

# الوحدة 12 الإجابات

## 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.** $1.64\times10^{4}$ J

**44.** $2.02\times10^{4}$ J

**45.** 127 J/(kg•K)

**46.** 63°C

**47.** $1.00\times10^{3}$ 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.** $6.68\times10^{6}$ J

**58.** $2.47\times10^{5}$ J/kg

**59.** 29°C

**60.** $3.09\times10^{4}$ J

**61.** 290°C

**62.** $1.0\times10^{1}$ 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 $\Delta T$، 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.** $2.0\times10^{-5}$ kg

## التفكير الناقد

**78.** $4.8\times10^{-19}$ 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. $190 \times 10^2$ 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