مسائل تدريبية

5–1 درجة الحرارة والطاقة الحرارية (صفحة 137–149)

صفحة 142

1. حوّل درجات الحرارة الآتية من مقياس كلفن إلى مقياس سلسيوس.

a. 115 K

$$T_C = T_K - 273 = 115 - 273 = -158°C$$

b. 172 K

$$T_C = T_K - 273 = 172 - 273 = -101°C$$

c. 125 K

$$T_C = T_K - 273 = 125 - 273 = -148°C$$

d. 402 K

$$T_C = T_K - 273 = 402 - 273 = 129°C$$

e. 425 K

$$T_C = T_K - 273 = 425 - 273 = 152°C$$

f. 212 K

$$T_C = T_K - 273 = 212 - 273 = -61°C$$

2. احسب درجات الحرارة بالكلفن والسلسيوس لكل ممّا يأتي:

a. درجة حرارة الغرفة

إن درجة حرارة الغرفة نحو 72° F، أو 22° C.

$$T_K = T_C + 273 = 22 + 273 = 295 \text{ K}$$

b. ثلاجة نموذجية

تبلغ درجة حرارة الثلاجة نحو 4° C.

$$T_K = T_C + 273 = 4 + 273 = 277 \text{ K}$$

c. يوم صيفي حار في مدينة الرياض

تبلغ درجة الحرارة في يوم صيفي حار في مدينة الرياض نحو 48 °C، 118.4 °F.

$$T_K = T_C + 273 = 48 + 273 = 321 \text{ K}$$

d. إحدى ليالي الشتاء في مدينة تبوك

تبلغ درجة الحرارة في ليلة شتاء عادية في مدينة تبوك حوالي 8 °C، أو 46 °F.

$$T_K = T_C + 273 = 8 + 273 = 281 \text{ K}$$

صفحة 145

3. عندما تفتح صنبور الماء الساخن لغسل الأواني فإن أنابيب المياه تسخن. فما مقدار كمية الحرارة التي يمتصها أنبوب ماء نحاسي كتلته 2.3 kg عندما ترتفع درجة حرارته من 20.0°C إلى 80.0°C؟

$$Q = mC\Delta T$$
$$= (2.3 \text{ kg})(385 \text{ J/kg.K})(80.0°C - 20.0°C)$$
$$= 5.3 \times 10^4 \text{ J}$$

4. يحتوي نظام التبريد لسيارة على 20.0 L من الماء علمًا بأن كتلة لتر واحد من الماء تساوي 1 kg.

a. إذا اشتغل المحرك حتى حصل على 836.0 kJ من الحرارة، فما مقدار التغير في درجة حرارة الماء؟

$$Q = mC\Delta T$$
$$\Delta T = \frac{Q}{mC} = \frac{(8.36 \times 10^4 \text{ J})}{(20.0 \text{ kg})(4180 \text{ J/kg.K})}$$
$$= 10.0 \text{ K}$$

b. إذا كان الفصل شتاءً، ونظام التبريد في السيارة مملوءًا بالميثانول ذي الكثافة 0.80 g/cm^3 فما مقدار الزيادة في درجة حرارة الميثانول إذا امتص 836.0 kJ من الحرارة؟

كتلة الميثانول تساوي 0.80 مرة من كتلة 20.0 L من الماء، أي تساوي 16 kg.

$$Q = mC\Delta T$$
$$\Delta T = \frac{Q}{mC} = \frac{(8.36 \times 10^5 \text{ J})}{(16 \text{ kg})(2450 \text{ J/kg.K})}$$
$$= 21 \text{ K}$$

c. أيهما يُعد مبردًا أفضل، الماء أم الميثانول؟ فسر إجابتك.

الماء هو المبرد الأفضل عند درجات حرارة أعلى من 0° C؛ لأنه يستطيع أن يمتص الحرارة دون أن تتغير درجة حرارته كثيرًا كما يحدث عند استخدام الميثانول.

almanahj.com/ae

تابع الفصل 5

5. تبيع شركات الكهرباء الطاقة الكهربائية بوحدة kWh، حيث إن $1\ kWh = 3.6\times10^6\ J$. افترض أن ثمن كل 1 kWh يساوي 0.15 ريال. فما تكلفة تسخين 75 kg من الماء من درجة حرارة 15°C إلى 43°C؟

$$Q = mC\Delta T$$

$$= (75\ kg)(4180\ J/kg.K)(43°C - 15°C)$$

$$= 8.8\times10^6\ J$$

$$\frac{8.8\times10^6\ J}{3.6\times10^6\ J/kWh} = 2.4\ kWh$$

$$(2.4\ kWh)(0.15\ SR/kWh) = 0.36\ \text{ريال}$$

صفحة 148

6. خلطت عينة ماء كتلتها $2.00\times10^2\ g$ ودرجة حرارتها 80.0°C مع عينة ماء أخرى كتلتها $2.00\times10^2\ g$ ودرجة حرارتها 10.0 °C. مفترضًا عدم فقدان حرارة إلى المحيط الخارجي، ما درجة الحرارة النهائية للخليط؟

$$m_A C_A (T_f - T_{Ai}) + m_B C_B (T_f - T_{Bi}) = 0$$

ولما كانت

$$m_A = m_B$$

و

$$C_A = C_B$$

فإنه يمكن إجراء اختصارات للحصول على ما يلي:

$$T_f = \frac{T_{Ai} + T_{Bi}}{2} = \frac{80.0°C + 10.0°C}{2} = 45.0°C$$

7. خلطت عينة ميثانول كتلتها $4.00\times10^2\ g$ ودرجة حرارتها 16.0°C مع عينة ماء كتلتها $4.00\times10^2\ g$ ودرجة حرارتها 85.0 °C. مفترضًا عدم فقدان حرارة إلى المحيط الخارجي، ما درجة الحرارة النهائية للخليط؟

$$m_{\text{عينة الميثانول}} C_{\text{عينة الميثانول}} (T_f - T_{i,\text{عينة الميثانول}}) + m_{\text{عينة الماء}} C_{\text{عينة الماء}} (T_f - T_{i,\text{عينة الماء}}) = 0$$

لما كانت في هذه الحالة

$$m_{\text{عينة الميثانول}} = m_{\text{عينة الماء}}$$

فإن الكتل ستلغى، لذا فإن

$$T_f = \frac{C_{\text{عينة الميثانول}} + T_{i,\text{عينة الميثانول}} + C_{\text{عينة الماء}} T_{i,\text{عينة الماء}}}{C_{\text{عينة الميثانول}} + C_{\text{عينة الماء}}}$$

$$= \frac{(2450\ J/kg.K)(16.0°C) + (4180\ J/kg.K)(85.0°C)}{2450\ J/kg.K + 4180\ J/kg.K}$$

$$= 59.5°C$$

almanahj.com/ae

8. وضعت ثلاثة أوزان فلزية لصيد السمك في ماء كتلته 1.00×10^2 g ودرجة حرارته 35.0 °C. فإذا كانت كتلة كل قطعة فلزية 1.00×10^2 g ودرجة حرارتها 100.0 °C، وكانت درجة حرارة الخليط النهائية 45.0 °C، فما السعة الحرارية النوعية للفلز في الأوزان؟

كمية الحرارة التي اكتسبها الماء

$$Q = mC\Delta T$$
$$= (0.100\ \text{kg})(4180\ \text{J/kg.°C})(10.0°\text{C})$$
$$= 4.18\ \text{kJ}$$

لذا، فإن الحرارة المفقودة من الأوزان تساوي

$$-4.18\ \text{kJ} = m_{\text{الأوزان}} C_{\text{الأوزان}} \Delta T$$

لذا، فإن

$$C_{\text{الأوزان}} = \frac{(-4.184\ \text{kJ})(1000\ \text{J/kJ})}{(0.100\ \text{kg})(-55.0°\ \text{C})}$$
$$= 2.53\times10^2\ \text{J/kg.°C}$$

9. وضع قالب فلزي في ماء كتلته 1.00×10^2 g ودرجة حرارته 10.0 °C، فإذا كانت كتلة القالب 1.00×10^2 g ودرجة حرارته 100.0 °C، وكانت درجة الحرارة النهائية للخليط 25.0 °C. فما السعة الحرارية النوعية لمادة القالب؟

كمية الحرارة التي يكتسبها الماء

$$Q = mC\Delta T$$
$$= (0.100\ \text{kg})(4180\ \text{J/kg.°C})(15.0°\text{C})$$
$$= 6.27\ \text{kJ}$$

لذا فإن الحرارة المفقودة من القالب تساوي

$$-6.27\ \text{kJ} = m_{\text{القالب}} C_{\text{القالب}} \Delta T$$

لذا فإن

$$C_{\text{القالب}} = \frac{Q}{m_{\text{القالب}} \Delta T}$$
$$= \frac{-6.27\ \text{kJ}}{(0.100\ \text{kg})(-75.0°\text{C})}$$
$$= 8.36\times10^2\ \text{J/kg.°C}$$

almanahj.com/ae

مراجعة القسم

5–1 درجة الحرارة والطاقة الحرارية (صفحة 137–149)

صفحة 149

10. درجات الحرارة حوّل درجات الحرارة الآتية لأنظمة القياس المشار إليها:

a. 5 °C إلى كلفن.

278 K

b. 34 K إلى سلسيوس.

−239°C

c. 212 °C إلى كلفن.

485 K

d. 316 K إلى سلسيوس.

43°C

11. التحويلات حوّل درجات الحرارة الآتية إلى كلفن.

a. 28 °C

301 K

b. 154 °C

427 K

c. 568 °C

841 K

d. −55 °C

218 K

e. −184 °C

89 K

12. الطاقة الحرارية هل يمكن أن تكون الطاقة الحرارية لكمية من الماء الساخن مساوية للطاقة الحرارية لكمية أخرى من الماء البارد؟ فسّر إجابتك.

الطاقة الحرارية هي مقياس للطاقة الكلية لجزيئات الجسم جميعها. أما درجة الحرارة (ساخن أو بارد) فهي مقياس لكمية الطاقة لكل جزيء. إذا كانت كميتا الماء متماثلتين وتحويان العدد نفسه من الجزيئات فإن لكمية الماء الساخن طاقة حرارية أكبر. ومع ذلك، إذا كانت كتلة الماء البارد أكبر قليلا من كتلة الماء الساخن فعندئذٍ يمكن أن تكون كمية الطاقة في كل منهما متساوية.

13. انتقال الحرارة لماذا تبقى البطاطس المشويّة ساخنة مدة أطول من أيّ طعام آخر في الطبق نفسه؟

إن للبطاطس سعة حرارية نوعية كبيرة، ولا توصل الحرارة بصورة جيدة؛ لذا فإنها تفقد حرارتها ببطء.

almanahj.com/ae

تابع الفصل 5

14. الحرارة يكون بلاط أرضية الحمام في الشتاء باردًا عند لمسه بالقدم على الرغم من أن باقي غرفة الحمام دافئة، فهل تكون الأرضية أبرد من سائر غرفة الحمام؟

تكون درجة حرارة الأرضية عادة بنفس درجة حرارة سائر غرفة الحمام، إلا أن البلاط يوصل الحرارة بكفاءة عالية أكثر من معظم المواد الموجودة في الحمام؛ لذا فالبلاط يوصل الحرارة من قدم الشخص؛ مما يجعله يشعر بالبرد.

15. السعة الحرارية النوعية إذا تناولت ملعقة بلاستيكية من فنجان شاي حار ووضعتها في فمك، فلن تحرق لسانك، على الرغم من أنك قد تحرق لسانك بسهولة لو وضعت الشاي الحار في فمك مباشرة. فلماذا؟

للملعقة البلاستيكية سعة حرارية نوعية أقل؛ لذا لا تنقل الكثير من الحرارة إلى لسانك عندما تبرد.

16. الحرارة يستعمل كبار الطباخين في أغلب الأحيان مقالي طبخ مصنوعة من الألومنيوم السميك، فلماذا يعد الألومنيوم السميك أفضل من الرقيق للطبخ؟

يوصل الألومنيوم السميك الحرارة بصورة أفضل، ولا يكوّن بقعًا أسخن مما حولها.

17. الحرارة والطعام لماذا يتطلب شيّ البطاطس كاملة مدة أطول من قليها على شكل شرائح صغيرة؟

لا توصل البطاطس الحرارة جيدًا. كما يؤدي تقسيمها إلى أجزاء صغيرة إلى زيادة المساحة السطحية، مما يزيد من تدفق الحرارة إليها. ويعد تدفق الحرارة من الزيت الحار إلى البطاطس (كما في القلي) أكثر كفاءة من تدفق الحرارة من الهواء الساخن إلى البطاطس (كما في الشيّ).

18. التفكير الناقد قد ينتج بعض الضباب فوق سطح الماء عندما يسخن، قبل بدء الغليان مباشرة. فما الذي يحدث؟ وأين يكون الجزء الأبرد من الماء في القدر؟

تتدفّق الحرارة من الموقد (الجزء الأسخن) إلى قمة سطح الماء (الأبرد)، فينقل الماءُ أولاً الحرارة من قاعدة القدر إلى قمته بالتوصيل، ثم يبدأ الحمل بتحريك الماء الساخن في تيارات نحو القمة.

مسائل تدريبية

5–2 تغيرات حالة المادة وقوانين الديناميكا الحرارية (صفحة 151–161)

صفحة 154

19. ما مقدار كمية الحرارة اللازمة لتحويل كتلة من الجليد مقدارها $1.00\times10^{2}\ g$ ودرجة حرارتها $-20.0\ ^{\circ}C$ إلى ماءٍ درجة حرارته $0.0\ ^{\circ}C$؟

$$Q = mC\Delta T + mH_f$$
$$= (0.100\ kg)(2060\ J/kg.^{\circ}C)(20.0^{\circ}C) + (0.100\ kg)(3.34\times10^{5}\ J/kg)$$
$$= 3.75\times10^{4}\ J$$

20. إذا سخنت عينة ماء كتلتها $2.00\times10^{2}\ g$ ودرجة حرارتها $60.0\ ^{\circ}C$ فأصبحت بخارًا درجة حرارته $140.0\ ^{\circ}C$، فما مقدار كمية الحرارة الممتصة؟

$$Q = mC_{\text{ماء}}\Delta T + mH_v + mC_{\text{البخار}}\Delta T$$
$$= (0.200\ kg)(4180\ J/kg.^{\circ}C)(100.0^{\circ}C - 60.0^{\circ}C) + (0.200\ kg)(2.26\times10^{6}\ J/kg) +$$
$$(0.200\ kg)(2020\ J/kg.^{\circ}C)(140.0^{\circ}C - 100.0^{\circ}C)$$
$$= 502\ kJ$$

almanahj.com/ae

تابع الفصل 5

21. احسب كمية الحرارة اللازمة لتحويل $3.00\times10^{2}\ g$ من جليد درجة حرارته $-30.0\ ^\circ C$ إلى بخار ماء درجة حرارته $130.0\ ^\circ C$؟

$$Q = mC_{\text{الجليد}}\Delta T + mH_f + mC_{\text{الماء}}\Delta T + mH_v + mC_{\text{البخار}}\Delta T$$

$$= (0.300\ kg)(2060\ J/kg.^\circ C)(0.0^\circ C - (-30.0^\circ C)) + (0.300\ kg)(3.34\times10^{5}\ J/kg) + (0.300\ kg)(4180\ J/kg.^\circ C)$$
$$(100.0^\circ C - 0.0^\circ C) + (0.300\ kg)(2.26\times10^{6}\ J/kg) + (0.300\ kg)(2020\ J/kg.^\circ C)(130.0^\circ C - 100.0^\circ C)$$
$$= 9.40\times10^{2}\ kJ$$

صفحة 157

22. يمتص بالون غاز 75 J من الحرارة. فإذا تمدّد هذا البالون وبقي عند درجة الحرارة نفسها، فما مقدار الشغل الذي بذله البالون في أثناء تمدده؟

$$\Delta U = Q - W$$

بما أن درجة حرارة البالون لم تتغير، فإن

$$\Delta U = 0$$

لذا فإن

$$Q = W$$

وهكذا يكون البالون قد بذل شغلاً مقداره 75 J في أثناء تمدُّده.

23. يثقب مثقب كهربائي فجوة صغيرة في قالب من الألومنيوم كتلته 0.40 kg فيسخن الألومنيوم بمقدار 5.0 °C، ما مقدار الشغل الذي بذله المثقب؟

$$\Delta U = Q - W_{\text{القالب}}$$

$$W_{\text{المثقب}} = -W_{\text{القالب}}$$

وأفترض أنه لم تضف حرارة إلى المثقب

$$\Delta U = 0 + W_{\text{المثقب}}$$
$$= mC\Delta T$$
$$= (0.40\ kg)(897\ J/kg.^\circ C)(5.0^\circ C)$$
$$= 1.8\times10^{3}\ J$$

24. كم مرة يتعين عليك إسقاط كيس من الرصاص كتلته 0.50 kg من ارتفاع 1.5 m؛ لتسخين الرصاص بمقدار $1.0\ C^\circ$؟

$$\Delta U = mC\Delta T$$
$$= (0.50\ kg)(130\ J/kg.^\circ C)(1.0\ ^\circ C)$$
$$= 65\ J$$

طاقة وضع الكيس في كل مرة يتم فيها رفعه تساوي

$$PE = mgh$$
$$= (0.50\ kg)(9.80\ m/s^2)(1.5\ m)$$
$$= 7.4\ J$$

almanahj.com/ae

عندما يصطدم الكيس بسطح الأرض؛ تنتقل هذه الطاقة غالبًا على شكل شغل مبذول على الرصاص. وعدد مرات الإسقاط يساوي:

$$\frac{65\ \text{J}}{7.4\ \text{J}} = 9\ \text{مرة}$$

25. عندما تحرّك كوبًا من الشاي، تبذل شغلاً مقداره 0.05 J في كل مرة تحرك فيها الملعقة بصورة دائرية. كم مرة يجب أن تحرك الملعقة لترفع درجة حرارة كوب الشاي الذي كتلته 0.15 kg بمقدار 2.0 °C؟ (بإهمال زجاج الكوب)

$$\Delta U = mC\Delta T$$
$$= (0.15\ \text{kg})(4180\ \text{J/kg.°C})(2.0°\text{C})$$
$$= 1.3\times10^{3}\ \text{J}$$

عدد مرات التحريك تساوي

$$\frac{1.3\times10^{3}\ \text{J}}{0.05\ \text{J}} = 2.6\times10^{4}\ \text{مرة}$$

26. كيف يمكن استخدام القانون الأول في الديناميكا الحرارية لشرح كيفية تخفيض درجة حرارة جسم ما؟

من الممكن أن تكون ΔU سالبة؛ لأن $\Delta U = Q - W$؛ لذا يبرد الجسم إذا كانت $Q = 0$ ويبذل الجسم شغلا بفعل التمدد على سبيل المثال. أو تكون $W = 0$ و Q سالبة عن طريق نقل الجسم للحرارة إلى المحيط الخارجي. وتفي أي من هاتين الصيغتين بالغرض.

مراجعة القسم

2–5 تغيرات حالة المادة وقوانين الديناميكا الحرارية (صفحة 150–161)

صفحة 161

27. الحرارة الكامنة للتبخر يرسل النظام القديم للتدفئة بخارًا داخل الأنابيب في كل غرفة من المنزل، ويتكثف هذا البخار في داخل المشعاع ليصبح ماءً. حلّل هذه العملية، واشرح كيف تعمل على تدفئة الغرفة؟

يحرّر البخار المتكثّف الحرارة الكامنة للتبخر في داخل الغرفة، ثم يكمل دورته راجعًا إلى المرجل لامتصاص الحرارة الكامنة للتبخر مرة أخرى.

28. الحرارة الكامنة للتبخر ما مقدار كمية الحرارة اللازمة لتحويل 50.0 g من الماء عند درجة حرارة 80.0 °C إلى بخار عند درجة حرارة 110.0 °C؟

$$Q = mC_{\text{ماء}}\Delta T + mH_{v} + mC_{\text{بخار}}\Delta T$$
$$= (0.500\ \text{kg})(4180\ \text{J/kg.°C})(100.0°\text{C} - 80.0°\text{C}) + (0.500\ \text{kg})(2.26\times10^{6}\ \text{J/kg}) + (0.500\ \text{kg})(2020\ \text{J/kg.°C})$$
$$(110.0°\text{C} - 100.0°\text{C})$$
$$= 1.18\times10^{5}\ \text{J}$$

29. الحرارة الكامنة للتبخر ما مقدار الطاقة اللازمة لتسخين 1.0 kg من الزئبق عند درجة حرارة 10.0 °C إلى درجة الغليان وتبخره كاملاً؟ علمًا بأن السعة الحرارية النوعية للزئبق هي 140 J /kg.°C، والحرارة الكامنة لتبخره هي 3.06×10^{5} J /kg ، ودرجة غليان الزئبق هي 357 °C.

$$Q = mC_{\text{الزئبق}}\Delta T + mH_{v}$$
$$= (1.0\ \text{kg})(140\ \text{J/kg.°C})(357°\text{C} - 10.0°\text{C}) + (1.0\ \text{kg})(3.06\times10^{5}\ \text{J/kg})$$
$$= 3.5\times10^{5}\ \text{J}$$

almanahj.com/ae

30. الطاقة الميكانيكية والطاقة الحرارية قاس جيمس جول الفرق في درجة حرارة الماء عند قمة شلال ماء وعند قاعه بدقة. فلماذا توقع وجود فرق؟

للماء عند قمة الشلال طاقة وضع جاذبية، وتتحول بعض هذه الطاقة إلى طاقة حرارية عندما يصطدم الماء بالأرض عند قاع الشلال. ويجب أن يكون الماء أكثر سخونة عند قاع الشلال، ولكن ليس إلى درجة كبيرة.

31. الطاقة الميكانيكية والطاقة الحرارية يستخدم رجل مطرقة كتلتها 320 kg تتحرك بسرعة 5.0 m /s لتحطيم قالب رصاص كتلته 3.0 kg موضوع على صخرة كتلتها 450 kg. وعندما قاس درجة حرارة القالب وجد أنها زادت 5.0 °C. فسّر ذلك.

يمتص قالب الرصاص جزءًا من طاقة المطرقة الحركية. مقدار طاقة المطرقة يساوي

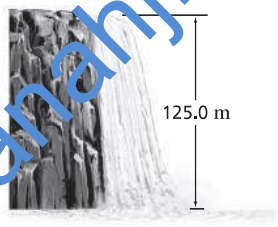
$$\frac{1}{2}mv^2 = \frac{1}{2}(320\text{ kg})(5.0\text{ m/s})^2 = 4.0\text{ kJ}$$

التغير في الطاقة الحرارية للقالب يساوي

$$\Delta U = mC\Delta T$$
$$= (3.0\text{ kg})(130\text{ J/kg.K})(5.0°\text{C})$$
$$= 2.0\text{ kJ}$$

أي أن نصف طاقة المطرقة انتقلت إلى قالب الرصاص.

32. الطاقة الميكانيكية والطاقة الحرارية تتدفق مياه شلال بارتفاع 125.0 m كما في **الشكل 17–5**. احسب الفرق في درجة حرارة الماء بين قمة الشلال وقاعه إذا تحولت كل طاقة وضع الماء إلى طاقة حرارية.



■ الشكل 17–5

$$PE_{\text{الجاذبية}} = Q_{\text{المتصة بواسطة الماء}}$$

$$mgh = mC\Delta T$$

$$\Delta T = \frac{gh}{C}$$
$$= \frac{(9.80\text{ m/s}^2)(125.0\text{ m})}{4180\text{ J/kg.°C}}$$

= 0.293°C مقدار الارتفاع في درجة الحرارة عند قاع الشلال

almanahj.com/ae

تابع الفصل 5

33. الإنتروبي لماذا ينتج عن تدفئة المنزل عن طريق الغاز الطبيعي زيادة في كمية الفوضى أو العشوائية؟

يحرر الغاز حرارة Q عند درجة حرارة الاحتراق T. حيث تتحطم الروابط بين جزيئات الغاز، وتتحد بالأكسجين. وتتوزع الحرارة بطرائق جديدة عديدة، ولا تعيد جزيئات الغاز الطبيعي تجمُّعها بسهولة وسرعة.

34. التفكير الناقد إذا كان لديك أربع مجموعات من بطاقات فهرسة، لكل مجموعة لون محدّد. تحتوي كل مجموعة 20 ورقة مرقمة. فإذا خلطت بطاقات هذه المجموعات معًا عدة مرات فهل يحتمل أن تعود البطاقات إلى ترتيبها الأصلي؟ وضح ذلك. وما القانون الفيزيائي الذي ينطبق عليه هذا المثال؟

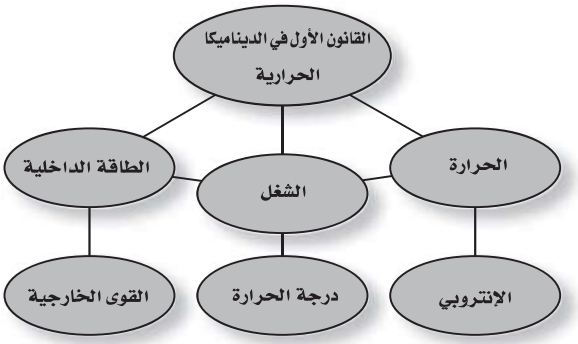
لا يحتمل أن تعود البطاقات إلى ترتيبها الأصلي. هذا مثال على القانون الثاني في الديناميكا الحرارية والذي تزيد فيه الفوضى.

تقويم الفصل

خريطة المفاهيم

صفحة 166

35. أكمل خريطة المفاهيم أدناه باستخدام المصطلحات الآتية: الحرارة، الشغل، الطاقة الداخلية.



إتقان المفاهيم

صفحة 166

36. وضح الاختلافات بين الطاقة الميكانيكية لكرةٍ ما، وطاقتها الحرارية، ودرجة حرارتها. (1–5)

إن الطاقة الميكانيكية هي مجموع طاقتي الوضع والحركة للكرة على اعتبار أنها كتلة واحدة. والطاقة الحرارية هي مجموع طاقتي الوضع والحركة للجسيمات المفردة المكونة لكتلة الكرة. أما درجة الحرارة فهي قياس للطاقة الداخلية للكرة.

37. هل يمكن وجود درجة حرارة للفراغ؟ وضح ذلك. (1–5)

لا؛ لأنه لا يوجد في الفراغ جسيمات ليكون لها طاقة.

38. هل جميع الجزيئات أو الذرات في السائل لها السرعة نفسها؟(1–5)

لا، يوجد توزيع لسرعات الذرات أو الجزيئات.

39. هل يُعد جسم الإنسان مقياسًا جيدًا لدرجة الحرارة؟ تشعر في يوم شتاء بارد، أن مقبض الباب المعدني أبرد من المقبض الخشبي. فسر ذلك. (1–5)

يقيس الجلد تدفق الحرارة منه أو إليه، ويمتص مقبض الباب الفلزي الحرارة من الجلد أسرع من الباب الخشبي؛ لذا يبدو أبرد.

40. عند تدفق الحرارة من جسم ساخن ملامس لجسم بارد، هل يحدث للجسمين التغير نفسه في درجات الحرارة؟ (1–5)

تتغير درجتا حرارة الجسمين اعتمادًا على كتلتيهما وعلى السعة الحرارية النوعية لهما. وليس بالضرورة أن يكون تغير درجة الحرارة هو نفسه لكل منهما.

41. هل تستطيع إضافة طاقة حرارية إلى جسم دون زيادة درجة حرارته؟ فسر ذلك. (2–5)

عندما تصهر مادة صلبة أو عندما تغلي سائلاً فإنك تضيف طاقة حرارية دون إحداث تغيير في درجة الحرارة.

42. عندما يتجمد الشمع، هل يمتص طاقة أم يبعث طاقة؟ (2–5)

عندما يتجمد الشمع تنبعث منه طاقة.

43. فسر لماذا يبقى الماء في القربة المحاطة بقماش رطب باردًا أكثر من حالة عدم وجود القماش؟ (2–5)

عندما يتبخر الماء الذي في القماش في الهواء الجاف فإنه يمتص كمية طاقة تتناسب مع الحرارة الكامنة لتبخره؛ لذا تبرد القربة. ويحدث هذا إذا كان الهواء جافًا فقط، أما إذا كان الهواء رطبًا فلن يتبخر الماء.

44. أي العمليات تحدث في ملفات مكيف الهواء الموجودة داخل المنزل: التبخر أم التكثف؟ وضح ذلك. (2–5)

يتبخر غاز التبريد داخل الملفات الموجودة داخل المنزل، ليمتص الطاقة من الغرف.

almanahj.com/ae

تابع الفصل 5

تطبيق المفاهيم

صفحة 166

45. الطبخ تطهو امرأة اللحم في قدر ماء يغلي. فهل ينضج اللحم أسرع عند غلي الماء بشدة أو غليه بهدوء (على نار هادئة)؟

ينبغي ألا يكون هناك اختلاف؛ فالماء في كلتا الحالتين له درجة الحرارة نفسها.

46. أي السائلين يبرِّده مكعب من الثلج أسرع: الماء أم الميثانول؟ وضح ذلك.

الميثانول؛ لأن له سعة حرارية نوعية أقل. يتولد ΔT أكبر لكتلة معينة وانتقال حرارة معينة، حيث إن:

$$Q = mC\Delta T$$

47. سُخنت كتلتان متساويتان من الألومنيوم والرصاص بحيث أصبحتا عند درجة الحرارة نفسها، ثم وضعت القطعتان على لوحين متماثلين من الجليد. أيهما يصهر جليدًا أكثر؟ وضح ذلك.

يصهر الألومنيوم جليدًا أكثر؛ لأن سعته الحرارية النوعية أكبر من السعة الحرارية النوعية للرصاص.

48. لماذا يشعر الشخص ببرودة السوائل سريعة التبخر على الجلد، ومنها الأسيتون والميثانول؟

لأنهما يمتصان الحرارة الكامنة لتبخرهما من الجلد عند تبخرهما.

49. أُسقط قالبان من الرصاص لهما درجة الحرارة نفسها في كأسين متماثلتين من الماء متساويتين في درجة الحرارة. فإذا كانت كتلة القالب A ضعف كتلة القالب B، فهل يكون لكأسي الماء درجات الحرارة نفسها بعد الوصول إلى حالة الاتزان الحراري؟ وضح ذلك.

ستكون الكأس ذات القالب A أسخن، لأن القالب A يحتوي طاقة حرارية أكثر.

إتقان حل المسائل

صفحة 168–166

5–1 درجة الحرارة والطاقة الحرارية

صفحة 167–166

50. ما مقدار كمية الحرارة اللازمة لرفع درجة حرارة 50.0 g من الماء من درجة حرارة 4.5 °C إلى درجة حرارة 83.0 °C؟

$$Q = mC\Delta T$$

$$= (0.0500\ \text{kg})(4180\ \text{J/kg.°C})(83.0°\text{C} - 4.5°\text{C})$$

$$= 1.64\times10^{4}\ \text{J}$$

51. يمتص قالب من المعدن كتلته 5.0×10^{2} g كمية من الحرارة مقدارها 5016 J عندما تتغير درجة حرارته من 20.0 °C إلى 30.0 °C. احسب السعة الحرارية النوعية للمعدن.

$$Q = mC\Delta T$$

لذا فإن

$$C = \frac{Q}{m\Delta T}$$

$$= \frac{5016\ \text{J}}{(5.0\times10^{-1}\ \text{kg})(30.0°\text{C} - 20.0°\text{C})}$$

$$= 1.0\times10^{3}\ \text{J/kg.°C}$$

$$= 1.0\times10^{3}\ \text{J/kg.K}$$

almanahj.com/ae

52. وضعت كتلة من التنجستن مقدارها 1.00×10^2 g ودرجة حرارتها 100.0 °C في 2.00×10^2 g من الماء عند درجة 20.0 °C. فوصل الخليط إلى الاتزان الحراري عند درجة 21.6 °C. احسب السعة الحرارية النوعية للتنجستن.

$$\Delta Q_{\text{التنجستن}} + \Delta Q_{\text{الماء}} = 0$$

أو

$$m_{\text{التنجستن}} C_{\text{التنجستن}} \Delta T_{\text{التنجستن}} = -m_{\text{الماء}} C_{\text{الماء}} \Delta T_{\text{الماء}}$$

$$C_{\text{التنجستن}} = \frac{-m_{\text{الماء}} C_{\text{الماء}} \Delta T_{\text{الماء}}}{m_{\text{التنجستن}} \Delta T_{\text{التنجستن}}} = \frac{-(0.200\ \text{kg})(4180\ \text{J/kg.K})(21.6°\text{C} - 20.0°\text{C})}{(0.100\ \text{kg})(21.6°\text{C} - 100.00°\text{C})}$$

$$= 171\ \text{J/kg.K}$$

53. خُلطت عينة كتلتها 6.0×10^2 g من الماء عند درجة 90.0 °C بعينة ماء كتلتها 4.0×10^2 g عند 22.0 °C. فإذا افترضت عدم فقدان أي حرارة للمحيط، فما درجة الحرارة النهائية للخليط؟

$$T_f = \frac{m_A C_A \Delta T_{Ai} + m_B C_B \Delta T_{Bi}}{m_A C_A + m_B C_B}$$

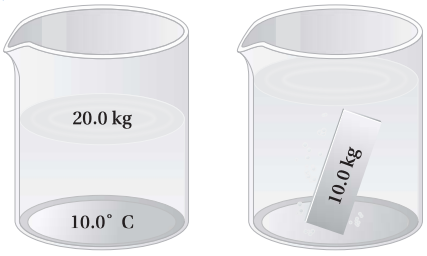
ولكن: $C_A = C_B$، وذلك لأن كلا السائلين عبارة عن ماء، لذا ستختصر C.

$$T_f = \frac{m_A T_{Ai} + m_B T_{Bi}}{m_A + m_B} =$$

$$= \frac{(6.0\times10^2\ \text{g})(90.0°\text{C}) + (4.00\times10^2\ \text{g})(22.0°\text{C})}{6.0\times10^2\ \text{g} + 4.00\times10^2\ \text{g}}$$

$$= 63°\text{C}$$

54. وضعت قطعة خارصين في وعاء ماء كما في **الشكل 18–5**. فإذا كانت كتلة القطعة 10.0 kg، ودرجة حرارتها 71.0 °C، وكتلة الماء 20.0 kg، ودرجة حرارته قبل إضافة القطعة 10.0 °C، فما درجة الحرارة النهائية للماء والخارصين؟



الشكل 18–5 ■

$$T_f = \frac{m_A C_A \Delta T_{Ai} + m_B C_B \Delta T_{Bi}}{m_A C_A + m_B C_B}$$

$$= \frac{(10.0\ \text{kg})(388\ \text{J/kg.K})(71.0°\text{C}) + (20.0\ \text{kg})(4180\ \text{J/kg.K})(10.0°\text{C})}{(10.0\ \text{kg})(388\ \text{J/kg.K}) + (20.0\ \text{kg})(4180\ \text{J/kg.K})}$$

$$= 12.7°\text{C}$$

almanahj.com/ae

تابع الفصل 5

55. إن الطاقة الحركية لسيارة صغيرة تتحرك بسرعة 100 km/h هي 2.9×10^5 J. لتكوّن انطباعًا جيدًا عن مفهوم الطاقة، احسب حجم الماء (باللتر) الذي ترتفع حرارته من درجة حرارة الغرفة (20.0 °C) إلى درجة الغليان (100.0 °C) إذا اكتسب طاقة مقدارها 2.9×10^5 J.

$$Q = mC\Delta T = \rho VC\Delta T$$

حيث تمثل ρ كثافة المادة

لذا فإن:

$$V = \frac{Q}{\rho C\Delta T} = \frac{2.9\times10^5\ \text{J}}{(1.00\ \text{kg/L})(4180\ \text{J/kg.°C})(100.0°\text{C} - 20.0°\text{C})}$$

$$= 0.87\ \text{L}$$

56. سخان الماء يستخدم سخان ماء قدرته 3.0×10^2 W لتسخين قدح ماء كما في **الشكل 19–5**. ما مقدار الزمن اللازم لجعل الماء يغلي، إذا كان القدح مصنوعًا من الزجاج وكتلته 3.00×10^2 g ويحتوي 250 g من الماء عند 15 °C؟ افترض أن درجة حرارة القدح مساوية لدرجة حرارة الماء وأنه لن يفقد الحرارة إلى الهواء.

الشكل 19–5 ■

$$Q = m_{\text{الزجاج}}\, C_{\text{الزجاج}}\, \Delta T_{\text{الزجاج}} + m_{\text{الماء}}\, C_{\text{الماء}}\, \Delta T_{\text{الماء}}$$

ولكن

$$\Delta T_{\text{الزجاج}} = \Delta T_{\text{الماء}}$$

لذا فإن

$$Q = (m_{\text{الزجاج}}\, C_{\text{الزجاج}} + m_{\text{الماء}}\, C_{\text{الماء}})\, \Delta T$$

$$= ((0.300\ \text{kg})\ (840\ \text{J/kg.°C}) + (0.250\ \text{kg})(4180\ \text{J/kg.°C}))(100.0\ °\text{C} - 15\ °\text{C})$$

$$= 1.1\times10^5\ \text{J}$$

والآن

$$P = \frac{E}{t} = \frac{Q}{t}$$

$$t = \frac{Q}{P} = \frac{1.1\times10^5\ \text{J}}{3.0\times10^2\ \text{J/s}}$$

$$= 370\ \text{s} = 6.1\ \text{min}$$

almanahj.com/ae

تابع الفصل 5

57. محرك السيارة يحتوي محرك سيارة حديد كتلته 2.50×10^2 kg كما يحتوي على ماء للتبريد. افترض أن درجة حرارة المحرك لحظة توقفه عن العمل 35.0 °C، ودرجة حرارة الهواء 10.0 °C. فما مقدار كتلة الماء المستخدمة لتبريد المحرك، إذا كانت كمية الحرارة الناتجة عن المحرك والماء داخله عندما يبردان ليصلا إلى درجة حرارة الهواء هي 4.40×10^6 J؟

$$Q = m_{\text{ماء}}\, C_{\text{ماء}}\, \Delta T + m_{\text{الحديد}}\, C_{\text{الحديد}}\, \Delta T$$

$$m_{\text{ماء}} = \frac{Q - m_{\text{الحديد}}\, C_{\text{الحديد}}\, \Delta T}{C_{\text{ماء}}\, \Delta T} = \frac{(4.40\times10^6\ \text{J}) - ((2.50\times10^2\ \text{kg})(450\ \text{J/kg.°C})(35.0°\text{C} - 10.0°\text{C}))}{(4180\ \text{J/kg.°C})(35.0°\text{C} - 10.0°\text{C})}$$

$$= 15\ \text{kg}$$

5–2 تغيرات حالة المادة وقوانين الديناميكا الحرارية

صفحة 168–167

58. كانت إحدى طرائق التبريد قديمًا تقتضي استخدام قالب من الجليد كتلته 20.0 kg يوميًّا في صندوق الجليد المنزلي. وكانت درجة حرارة الجليد 0.0 °C عند استلامه. فما مقدار كمية الحرارة التي يمتصها القالب في أثناء انصهاره؟

$$Q = mH_f = (20.0\ \text{kg})(3.34\times10^5\ \text{J/kg}) = 6.68\times10^6\ \text{J}$$

59. كُثفت عينة من الكلوروفورم كتلتها 40.0 g من بخار عند درجة 61.6 °C إلى سائل عند درجة 61.6 °C، فانبعثت كمية من الحرارة مقدارها 9870 J. ما الحرارة الكامنة لتبخر الكلوروفورم؟

$$Q = mH_v$$

$$H_v = \frac{Q}{m} = \frac{9870\ \text{J}}{0.0400\ \text{kg}} = 2.47\times10^5\ \text{J/kg}$$

60. تحركت سيارة كتلتها 750 kg بسرعة 23 m/s ثم توقفت بالضغط على المكابح. فإذا احتوت المكابح على 15 kg من الحديد الذي يمتص الحرارة. فما مقدار الزيادة في درجة حرارة المكابح؟

تحولت الطاقة الحركية للسيارة خلال توقفها إلى طاقة حرارية، لذا فإن:

$$\Delta KE_C + Q_B = 0.0$$

حيث ترمز C إلى السيارة، و B إلى المكابح

$$\Delta KE_C + m_B C_B \Delta T = 0.0$$

لذا فإن:

$$\Delta T = \frac{-\Delta \text{KE}_C}{m_B C_B} = \frac{-\frac{1}{2} m_C (v_f^2 - v_i^2)}{m_B\, C_B}$$

$$= \frac{-\frac{1}{2}(750\ \text{kg})(0.0^2 - (23\ \text{m/s})^2)}{(15\ \text{kg})(450\ \text{J/kg.°C})}$$

$$= 29°\text{C}$$

almanahj.com/ae

61. ما مقدار كمية الحرارة المضافة إلى كتلة 10.0 g من الجليد عند درجة 20.0 °C− لتحويلها إلى بخار ماء عند درجة 120.0 °C؟

كمية الحرارة التي تتطلبها كتلة الجليد لتصبح درجة حرارتها 0.0°C تساوي

$$Q = mC\Delta T$$

$$= (0.0100\ \text{kg})(2060\ \text{J/kg.°C})(0.0°\text{C} - (-20.0°\text{C}))$$

$$= 412\ \text{J}$$

كمية الحرارة التي يتطلبها صهر الجليد تساوي

$$Q = mH_f$$

$$= (0.0100\ \text{kg})(3.34\times10^5\ \text{J/kg})$$

$$= 3.34\times10^3\ \text{J}$$

كمية الحرارة التي يتطلبها تسخين الماء إلى درجة 100.0°C تساوي

$$Q = mC\Delta T$$

$$= (0.0100\ \text{kg})(4180\ \text{J/kg.°C})(100.0°\text{C} - 0.0°\text{C})$$

$$= 4.18\times10^3\ \text{J}$$

كمية الحرارة التي يتطلبها غلي الماء تساوي

$$Q = mH_v$$

$$= (0.0100\ \text{kg})(2.26\times10^6\ \text{J/kg})$$

$$= 2.26\times10^4\ \text{J}$$

كمية الحرارة التي يتطلبها تسخين البخار إلى درجة 120.0°C تساوي

$$Q = mC\Delta T$$

$$= (0.0100\ \text{kg})(2060\ \text{J/kg.°C})(120.0°\text{C} - 100.0°\text{C})$$

$$= 404\ \text{J}$$

كمية الحرارة الكلية تساوي

$$412\ \text{J} + 3.34\times10^3\ \text{J} + 4.18\times10^3\ \text{J} + 2.26\times10^4\ \text{J} + 404\ \text{J} = 3.09\times10^4\ \text{J}$$

almanahj.com/ae

62. تتحرك قذيفة من الرصاص كتلتها 4.2 g بسرعة 275 m/s فتصطدم بصفيحة فولاذية وتتوقف، فإذا تحولت طاقتها الحركية كلها إلى طاقة حرارية دون فقدان أي شيء منها، فما مقدار التغير في درجة حرارتها؟ افترض أن الحرارة كلها بقيت في الرصاصة وأن مادتها هي الرصاص.

بما أن الطاقة الحركية قد تحولت إلى طاقة حرارية فإن $\Delta KE + Q = 0$**، لذا فإن**

$$\Delta KE = -m_{\text{القذيفة}}\, C_{\text{القذيفة}}\, \Delta T$$

و

$$\Delta T = \frac{-\Delta KE}{m_{\text{القذيفة}}\, C_{\text{القذيفة}}} = \frac{-\frac{1}{2} m_{\text{القذيفة}} (v_f^2 - v_i^2)}{m_{\text{القذيفة}}\, C_{\text{القذيفة}}}$$

ومن ثم تختصر كتلة القذيفة فنحصل على:

$$\Delta T = \frac{-\frac{1}{2}(v_f^2 - v_i^2)}{C_{\text{القذيفة}}}$$

$$= \frac{-\frac{1}{2}((0.0\ \text{m/s})^2 - (275\ \text{m/s})^2)}{130\ \text{J/kg.°C}}$$

$$= 290°\text{C}$$

63. ينتج كل 100 ml من مشروب خفيف طاقة مقدارها 1.7 kJ، فإذا كانت العلبة منه تحتوي على 375 ml، وشربت فتاة العلبة وأرادت أن تفقد مقدار ما شربته من الطاقة من خلال صعود درجات سلم، فما مقدار الارتفاع الذي ينبغي أن تصعد إليه الفتاة إذا كانت كتلتها 65.0 kg؟

اكتسبت الفتاة من المشروب الخفيف طاقة مقدارها

$$(3.75)(1.7\ \text{kJ}) = 6.4\times10^3\ \text{J}$$

ومن مبدأ حفظ الطاقة فإن

$$E + \Delta PE = 0$$

أو

$$6.4\times10^3\ \text{J} = -mg\Delta h$$

لذا فإن

$$\Delta h = \frac{6.4\times10^3\ \text{J}}{-mg} = \frac{6.4\times10^3\ \text{J}}{-(65.0\ \text{kg})(-9.80\ \text{m/s}^2)}$$

$$= 1.0\times10^1\ \text{m}$$

مراجعة عامة

صفحة 168

64. ما كفاءة المحرك الذي ينتج 2200 J/s عندما يحرق من البنزين ما يكفي لإنتاج 5300 J/s؟ وما مقدار كمية الحرارة الضائعة التي ينتجها المحرك كل ثانية؟

$$\text{الكفاءة} = \frac{W}{Q_H} \times 100$$

$$= \frac{2200\ \text{J}}{5300\ \text{J}} \times 100$$

$$= 42\%$$

الحرارة الضائعة تساوي

$$5300\ \text{J} - 2200\ \text{J} = 3100\ \text{J}$$

65. مكبس أختام تبذل آلة أختام معدنية في مصنع 2100 J من الشغل في كلّ مرة تختم فيها قطعة معدنية. ثم تغمس كل قطعة مختومة في حوض يحتوي 32.0 kg من الماء للتبريد. فما مقدار الزيادة في درجات حرارة الحوض في كل مرة تغمس فيها قطعة معدنية مختومة؟

لو افترضنا أن القطعة المعدنية المختومة قد امتصت من الآلة مقدارًا من الشغل يساوي 2100 J على شكل طاقة حرارية، فإن الحوض يجب أن يمتص 2100 J على شكل حرارة من كل قطعة. ولم يُبذل أيّ شغل على الماء، ويحدث انتقال حرارة فقط. وتُحسب التغيرات في درجة حرارة الماء بالمعادلة التالية:

$$\Delta U = mC\Delta T$$

لذا فإن

$$\Delta T = \frac{\Delta U}{mC}$$

$$= \frac{2100\ \text{J}}{(32.0\ \text{kg})(4180\ \text{J/kg.°C})}$$

$$= 0.016°\text{C}$$

almanahj.com/ae

تابع الفصل 5

66. تحركت سيارة كتلتها 1500 kg بسرعة 25 m/s، ثم توقفت تمامًا عن الحركة بعد ضغط سائقها على المكابح. ما مقدار التغير في درجة حرارة المكابح إذا أودعت كامل طاقة السيارة في المكابح المصنوعة من الألومنيوم والتي كتلتها 45 kg؟

التغير في طاقة السيارة يساوي

$$\Delta KE = \frac{1}{2}(1500\ \text{kg})(25\ \text{m/s})^2 = 4.7\times10^5\ \text{J}$$

إذا تحولت هذه الطاقة جميعها إلى شغل في المكابح فإن

$$\Delta U = \Delta KE = mC\Delta T$$

لذا فإن

$$\Delta T = \frac{\Delta KE}{mC}$$

$$= \frac{4.7\times10^5\ \text{J}}{(45\ \text{kg})(897\ \text{J/kg.°C})}$$

$$= 12°\text{C}$$

67. الشاي المثلج لتصنع الشاي المثلج تمزج الماء الساخن، ثم تضيف إليه الجليد. فإذا بدأت بمقدار 1.0 L من الشاي عند درجة 90 °C، فما أقل كمية من الجليد يتطلبها لتبريده إلى درجة 0 °C؟ وهل من الأفضل ترك الشاي يبرد إلى درجة حرارة الغرفة قبل إضافة الجليد إليه؟

الحرارة التي يفقدها الشاي

$$Q = mC\Delta T$$

$$= (1.0\ \text{kg})(4180\ \text{J/kg.K})(90°\text{C})$$

$$= 376\ \text{kJ}$$

كمية الجليد المنصهر

$$m = \frac{Q}{H_f}$$

$$= \frac{376\ \text{kJ}}{334\ \text{kJ}} = 1.1\ \text{kg}$$

لذا تحتاج إلى جليد أكثر قليلاً من الشاي، ولكن هذه النسبة ستقلل من تركيز الشاي، لذا دع الشاي يبرد إلى درجة حرارة الغرفة قبل إضافة الجليد.

almanahj.com/ae

68. وضع قالب من النحاس عند 100.0 °C ملامسًا قالبًا من الألومنيوم عند 20.0°C، كما في **الشكل 20–5**. ما الكتل النسبية للقالبين إذا كانت درجة الحرارة النهائية لهما 60.0 °C؟

■ **الشكل 20– 5**

الحرارة التي يفقدها النحاس تساوي الحرارة التي يكتسبها الألومنيوم. ومقدار التغير في درجة حرارة النحاس تساوي −40.0°C، في حين أن مقدار التغير في درجة حرارة الألومنيوم تساوي +40.0°C ؛ لذا فإن

$$m_{\text{النحاس}} C_{\text{النحاس}} = m_{\text{الألومنيوم}} C_{\text{الألومنيوم}}$$

$$\frac{m_{\text{النحاس}}}{m_{\text{الألومنيوم}}} = \frac{C_{\text{الألومنيوم}}}{C_{\text{النحاس}}}$$

$$= \frac{897\ \text{J/kg.K}}{385\ \text{J/kg.K}} = 2.3$$

لقالب النحاس كتلة أكبر 2.3 مرة من كتلة قالب الألومنيوم.

69. ينزلق قالب من النحاس كتلته 0.53 kg على سطح الأرض، ويصطدم بقالب مماثل يتحرك في الاتجاه المعاكس بمقدار السرعة نفسه. فإذا توقف القالبان بعد الاصطدام، وازدادت درجة حرارتهما بمقدار 0.20 °C نتيجة التصادم، فما مقدار سرعتيهما قبل الاصطدام؟

التغير في الطاقة الحرارية للقالبين تساوي

$$\Delta U = mC\Delta T$$

$$= (1.06\ \text{kg})(385\ \text{J/kg.°C})(0.20°\text{C})$$

$$= 82\ \text{J}$$

لذا فإن 82 J تساوي الطاقة الحركية للقالبين قبل التصادم.

$$82\ \text{J} = (2)\left(\frac{1}{2}\right)mv^2$$

$$v = \sqrt{\frac{82\ \text{J}}{0.53\ \text{kg}}}$$

$$= 12\ \text{m/s}$$

almanahj.com/ae

تابع الفصل 5

70. ينزلق قالب من الجليد كتلته 2.2 kg على سطح خشن. فإذا كانت سرعته الابتدائية 2.5 m/s وسرعته النهائية 0.5 m/s، فما مقدار ما ينصهر من قالب الجليد نتيجة للشغل المبذول بفعل الاحتكاك؟

الشغل المبذول بفعل الاحتكاك يساوي سالب التغير في الطاقة الحركية للقالب، وذلك مع افتراض عدم انصهار كمية كبيرة من القالب.

$$\Delta KE = \frac{1}{2}(2.2\text{ kg})(0.50\text{ m/s})^2 - \frac{1}{2}(2.2\text{ kg})(2.5\text{ m/s})^2 = -6.6\text{ J}$$

لذا فإن 6.6 J+ قد أضيفت إلى الجليد. وتحسب كمية الجليد المنصهر بالعلاقة التالية:

$$m = \frac{KE}{H_f}$$

$$= \frac{6.6\text{ J}}{3.34\times10^5\text{ J/kg}}$$

$$= 2.0\times10^{-5}\text{ kg}$$

التفكير الناقد

صفحة 169

71. حلّل ثم استنتج ينتزع محرك حراري من 50.0 J من الطاقة الحرارية من مستودع حار عند درجة حرارة $T_H = 545\text{ K}$، ويبعث 40.0 J من الحرارة إلى مستودع بارد عند درجة حرارة $T_L = 325\text{ K}$. كما يعمل على نقل الإنتروبي من مستودع إلى آخر أيضًا خلال العملية.

a. كيف يعمل المحرك على تغيير الإنتروبي الكلي للمستودعين؟

ينتزع المحرك في أثناء عمله الطاقة من المستودع الحار، لذا فإن

$$\Delta S_H = \frac{Q_H}{T_H}$$

ومن ثم فإن الإنتروبي للمستودع الحار يقل.

أما الإنتروبي للمستودع البارد $\Delta S_L = \frac{Q_L}{T_L}$ **فيزداد.**

$$\Delta S_L = \frac{Q_L}{T_L}$$

ومحصلة الزيادة في الإنتروبي للمستودعين معًا تساوي

$$\Delta S_T = \Delta S_L - \Delta S_H$$

$$= \frac{Q_L}{T_L} - \frac{Q_H}{T_H}$$

$$\Delta S_T = \frac{40.0\text{ J}}{325\text{ K}} - \frac{50.0\text{ J}}{545\text{ K}}$$

$$= 0.0313\text{ J/K}$$

b. ماذا سيكون تغير الإنتروبي الكلي في المستودعين إذا كانت $T_L = 205\text{ K}$؟

$$\Delta S_T = \frac{40.0\text{ J}}{205\text{ K}} - \frac{50.0\text{ J}}{545\text{ K}} = 0.103\text{ J/K}$$

ازداد التغير الكلي في الإنتروبي في المستودعين وفي الكون بمعامل يساوي 3 تقريبًا.

almanahj.com/ae

تابع الفصل 5

72. حلّل ثم استنتج تزداد عمليات الأيض للاعبي كرة القدم خلال اللعبة بمقدار 30.0 W. ما مقدار العرق الذي يجب أن يتبخر من اللاعب كل ساعة ليبدد هذه الطاقة الحرارية الإضافية؟

كمية الطاقة الحرارية التي تبدّدت خلال 1.00 h تساوي

$$U = (30.0\ \text{J/s})(1\text{h})(3600\ \text{s/h}) = 1.08\times10^{5}\ \text{J}$$

كمية الماء (العرق) التي يجب أن تتبخّر تساوي

$$m = \frac{Q}{H_v}$$

$$= \frac{1.08\times10^{5}\ \text{J}}{2.26\times10^{6}\ \text{J/kg}}$$

$$= 0.0478\ \text{kg}$$

73. حلّل ثم استنتج يستخدم الكيميائيون المسعر لقياس كمية الحرارة الناتجة عن التفاعلات الكيميائية. فعلى سبيل المثال، يذيب كيميائي 1.0×10^{22} جزيئًا من مسحوق مادة في مسعر يحتوي 0.5 kg من الماء، فتتحطم الجزيئات وتتحرّر طاقة ربطها ليمتصها الماء، فتزداد درجة حرارة الماء إلى 2.3°C. ما مقدار طاقة الربط لكل جزيء في هذه المادة؟

كمية الطاقة المضافة إلى الماء تساوي

$$\Delta U = mC\Delta T$$

$$= (0.50\ \text{kg})(4180\ \text{J/kg.°C})(2.3°\text{C})$$

$$= 4.8\ \text{kJ}$$

مقدار الطاقة لكل جزيء يساوي

$$\frac{4.8\ \text{kJ}}{10^{22}\ \text{جزيء}} = 4.8\times10^{-19}\ \text{J/جزيء}$$

74. تطبيق المفاهيم تعد الشمس مصدر جميع أشكال الطاقة على الأرض. حيث تكون درجة حرارة سطح الشمس 10^{4} K تقريبًا. ماذا يحدث للعالم لو كانت درجة حرارة سطح الشمس 10^{3} K؟

ستتنوع الإجابات، ولكن ينبغي أن تدور حول تغير متوسط درجات الحرارة على الأرض، وأنماط الطقس المختلفة، وأصناف النباتات وأنواع الحيوانات المنقرضة... إلخ.

almanahj.com/ae

تابع الفصل 5

الكتابة في الفيزياء

صفحة 169

75. لقد تأثر فهمنا للعلاقة بين الحرارة والطاقة بأعمال بنجامين ثومسون، وكونت رمفورد، وجيمس جول. حيث اعتمدوا على النتائج التجريبية لتطوير أفكارهم. تحقق من التجارب التي قاموا بها، وقدِّر هل من الإنصاف تسمية وحدة الطاقة بالجول بدلاً من ثومسون.

كان الاعتقاد في عام 1799 م أن الحرارة سائل يتدفق من جسم إلى آخر. واعتقد كونت رمفورد أن الحرارة تحدث بسبب حركة الجزيئات في الفلز. ولم تلاقِ أفكاره قبولا واسعًا، إذ لم يجر أي قياسات كمية. في حين أجرى جول في عام 1843 م قياسات دقيقة، فقاس التغير في درجة الحرارة الذي يسببه إضافة حرارة أو بذل شغل على كمية من الماء. وأثبت أن الحرارة صفة مميزة للطاقة وأن الطاقة محفوظة. فاستحق جول أن يُنسب إليه الفضل وتسمّى الوحدة باسمه.

76. للماء سعة حرارية نوعية كبيرة غير عادية، كما أن كلاًّ من الحرارة الكامنة لانصهاره وتبخره عالية. ويعتمد الطقس على الماء في حالاته الثلاث. تُرى كيف يكون العالم إذا كانت خصائص الماء الحرارية مثل خصائص الموادّ الأخرى كالميثانول مثلاً؟

إن السعة الحرارية النوعية الكبيرة والحرارة الكامنة للانصهار والحرارة الكامنة للتبخر الكبيرتين تعني أن الماء في حالاته الثلاث؛ الماء والجليد والبخار يمكنه أن يخزن كمية كبيرة من الطاقة الحرارية دون أن يَحدث تغير كبير في درجات حرارته. وآثار ذلك كثيرة؛ فالمحيطات والبحيرات الكبيرة تلطف من تغيرات درجة الحرارة في المناطق المجاورة على نحو يومي وموسمي. ويكون التغير في درجة الحرارة بين النهار والليل بالقرب من الساحل أقل كثيرًا من التغير في درجة الحرارة بين الليل والنهار في الصحراء. وتحدّ الحرارة الكامنة للانصهار الكبيرة للماء من تغير المناخ في القطبين الشمالي والجنوبي. ويبطئ امتصاص الماء للطاقة — عندما يتجمد الماء في الخريف وتحريرها في الربيع — من تغيرات درجة الحرارة في الغلاف الجوي. كما يمتص الماء ويخزن كمية كبيرة من الطاقة عند تبخره، وهذه الطاقة الحرارية هي التي تؤدي إلى تغيرات الطقس المتطرفة مثل العواصف الرعدية والأعاصير.

مراجعة تراكمية

صفحة 169

77. ترفع رافعة كتلة مقدارها 180 kg إلى ارتفاع 1.95 m. فما مقدار الشغل الذي تبذله الرافعة لرفع الكتلة؟ (الفصل 3)

$$W = mgh$$

$$= (180\ \text{kg})(9.80\ \text{m/s}^2)(1.95\ \text{m})$$

$$= 3.4\times10^3\ \text{J}$$

78. في عرض للقوة طُلب إلى مجموعة من الجنود الأشداء دحرجة صخور كتلة كل منها 215 kg إلى أعلى تل ارتفاعه 33 m، فإذا كان بإمكان أحد المشاركين توليد قدرة متوسطها 0.2 kW، فكم صخرة خلال 1 h يستطيع أن يدحرج إلى أعلى التل؟ (الفصل4)

مقدار الشغل اللازم لدحرجة صخرة واحدة إلى أعلى يساوي

$$W = mgh = (215\ \text{kg})(9.80\ \text{m/s}^2)(33\ \text{m})$$

$$= 70000\ \text{J}$$

ينجز هذا المشارك في ساعة واحدة شغلاً مقداره

$$= (0.2\times10^3\ \text{J})(3600\ \text{s}) = 720000\ \text{J}$$

وقد دحرج إلى أعلى التل عددًا من الصخور يساوي

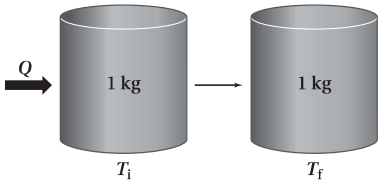
$$\frac{(720000)}{(70000)} = \text{عشر صخور في ساعة واحدة}$$

almanahj.com/ae

مسألة تحفيز

صفحة 158

للإنتروبي بعض الخصائص المدهشة. قارن بين الحالات الآتية، ووضح أوجه الاختلاف، بين هذه التغيرات للإنتروبي، معللاً ذلك.



1. تسخين 1 kg من الماء من 273 K إلى 274 K.

$$\Delta S = \frac{Q}{T} = \frac{mC\Delta T}{T}$$

$$= \frac{(1.0\ \text{kg})(4180\ \text{J/kg.K})(274\ \text{K} - 273\ \text{K})}{273\ \text{K}}$$

$$= 15\ \text{J/K}$$

2. تسخين 1 kg من الماء من 353 K إلى 354 K.

$$\Delta S = \frac{Q}{T} = \frac{mC\Delta T}{T}$$

$$= \frac{(1.0\ \text{kg})(4180\ \text{Jkg.K})(354\ \text{K} - 353\ \text{K})}{353\ \text{K}}$$

$$= 12\ \text{J/K}$$

3. صهْر 1 kg من الجليد بشكل كامل عند 273 K.

$$\Delta S = \frac{Q}{T} = \frac{mH_f}{T}$$

$$= \frac{(1.0\ \text{kg})(3.34\times10^5\ \text{J/kg})}{273\ \text{K}}$$

$$= 1.2\times10^3\ \text{J/K}$$

4. تسخين 1 kg من الرصاص من 273 K إلى 274 K.

$$\Delta S = \frac{Q}{T} = \frac{mC\Delta T}{T}$$

$$= \frac{(1.0\ \text{kg})(130\ \text{J/kg.K})(274\ \text{K} - 273\ \text{K})}{273\ \text{K}}$$

$$= 0.48\ \text{J/K}$$

almanahj.com/ae