

## Resumen El calor como transferencia de energía

La energía interna,  $E_{int}$ , se refiere a la energía total de las moléculas en un objeto.

El calor se refiere a la transferencia de energía de un objeto a otro como resultado de una diferencia de temperatura. Por lo tanto, el calor se mide en unidades de energía, como joules.

El calor y la energía térmica a veces también se especifican en calorías o kilocalorías (kcal), donde

$$1 \text{ cal} = 4.186 \text{ J}$$

$$1 \text{ kcal} = 4.186 \text{ kJ}$$

es la cantidad de calor necesario para elevar la temperatura de 1 kg de agua en 1 C°.

El calor específico,  $c$ , de una sustancia se define como la energía (o calor) requerido para cambiar la temperatura de una masa unitaria de sustancia en 1 grado; como ecuación,

$$Q = mc \Delta T,$$

donde  $Q$  es el calor absorbido o emitido,  $\Delta T$  es el aumento o la disminución de la temperatura y  $m$  es la masa de la sustancia.

Cuando el calor fluye entre las partes de un sistema aislado, la conservación de la energía nos indica que el calor ganado por una parte del sistema es igual al calor perdido por la otra parte del sistema. Éste es el fundamento de la calorimetría, que es la medición cuantitativa del intercambio de calor.

La primera ley de la termodinámica afirma que el cambio en la energía interna  $\Delta E_{int}$  de un sistema es igual al calor agregado al sistema,  $Q$ , menos el trabajo,  $W$ , realizado por el sistema:

$$\Delta E_{int} = Q - W.$$

Esta importante ley es una reformulación amplia de la conservación de la energía y se cumple para todos los procesos.

Dos procesos termodinámicos simples son el isotérmico, que es un proceso que se realiza a temperatura constante, y el adiabático, un proceso en el que no se intercambia calor. Dos procesos más son el isobárico (proceso que se realiza a presión constante) y el isovolumétrico (proceso a volumen constante).

El calor se transfiere de un lugar (u objeto) a otro en tres formas diferentes: conducción, convección y radiación.

En la conducción, la energía se transfiere mediante colisiones de las moléculas o los electrones con mayor energía cinética a los circunvecinos que se mueven más lentamente.

La convección es la transferencia de energía por el movimiento (macroscópico) de masa de las moléculas a través de distancias considerables.

La radiación, que no requiere la presencia de materia, es transferencia de energía mediante ondas electromagnéticas, como desde el Sol.

## Problemas

### Calor como transferencia de energía

- (I) ¿A qué temperatura elevarán 8700 J de calor 3.0 kg de agua que inicialmente están a 10.0°C?
- (I) ¿Cuánto calor (en joule) se requiere para elevar la temperatura de 30.0 kg de, de 15°C a 95°C?

- (II) Un persona activa promedio consume aproximadamente 2500 Cal al día. a) ¿Cuánto es esto en joules? b) ¿Cuánto es esto en kilowatt-horas? c) Si su compañía eléctrica le cobra aproximadamente \$0.10 por kilowatt-hora, ¿cuánto costaría su energía por día, si usted la comprara a la compañía eléctrica? ¿Podría alimentarse con esta cantidad de dinero al día?
- (II) Una unidad térmica británica (Btu) es una unidad de calor en el sistema inglés de unidades. Un Btu se define como el calor necesario para elevar 1 lb de agua en 1 F°. Demuestre que

$$1 \text{ Btu} = 0.252 \text{ kcal} = 1056 \text{ J}.$$

- (II) ¿Cuántos joules y kilocalorías se generan cuando los frenos se usan para llevar un automóvil de 1200 kg al reposo desde una rapidez de 95 km/h?
- (II) Un pequeño calentador de inmersión se clasifica a 350 W. Estime cuánto le tomará calentar un tazón de sopa (suponga que la sopa está hecha con 250 mL de agua) de 15 a 75°C.

### 19-3 y 19-4 Calor específico; calorimetría

- (I) El sistema de enfriamiento de un automóvil contiene 18 L de agua. ¿Cuánto calor absorbe si su temperatura se eleva de 15 a 95°C?
- (I) ¿Cuál es el calor específico de una sustancia metálica si se necesitan 135 kJ de calor para elevar 5.1 kg del metal de 18.0 a 37.2°C?
- (II) a) ¿Cuánta energía se requiere para llevar una olla de 1.0 L de agua de 20 a 100°C? b) ¿Durante cuánto tiempo esta cantidad de energía podría activar una bombilla de 100 W?
- (II) Muestras de cobre, aluminio y agua experimentan la misma elevación de temperatura cuando absorben la misma cantidad de calor. ¿Cuál es la razón de sus masas?
- (II) ¿Cuánto tarda una cafetera eléctrica de 750 W en llevar al hervor 0.75 L de agua inicialmente a 8.0°C? Suponga que la parte de la olla que se calienta con el agua está hecha de 280 g de aluminio, y que el agua no llega a consumirse.
- (II) Una herradura de hierro caliente (masa = 0.40 kg), recién forjada (figura 19-28), se deja caer en 1.05 L de agua en una olla de hierro de 0.30 kg inicialmente a 20.0°C. Si la temperatura de equilibrio final es de 25.0°C, estime la temperatura inicial de la herradura caliente.



FIGURA  
Problema 12.

- (II) Un termómetro de vidrio de 31.5 g indica 23.6°C antes de colocarlo en 135 mL de agua. Cuando el agua y el termómetro llegan al equilibrio, el termómetro indica 39.2°C. ¿Cuál era la temperatura original del agua? [Sugerencia: Ignore la masa de fluido dentro del termómetro de vidrio].
- (II) Estime el contenido calórico de 65 g de dulce a partir de las siguientes mediciones. Una muestra de 15 g del dulce se coloca en un pequeño contenedor de aluminio de 0.325 kg de masa lleno con oxígeno. El contenedor se coloca en 2.00 kg de agua en el vaso de un calorímetro de aluminio de 0.624 kg de masa a una temperatura inicial de 15.0°C. La mezcla oxígeno-dulce en el pequeño contenedor se "enciende", y la temperatura final de todo el sistema es 53.5°C.

**TABLA 19–1 Calores específicos (a una presión constante de 1 atm y 20°C, a menos que se especifique de otro modo)**

Sustancia	Calor específico, $c$	
	kcal/kg · °C (= cal/g · °C)	J/kg · °C
Aluminio	0.22	900
Alcohol (etílico)	0.58	2400
Cobre	0.093	390
Vidrio	0.20	840
Hierro o acero	0.11	450
Plomo	0.031	130
Mármol	0.21	860
Mercurio	0.033	140
Plata	0.056	230
Madera	0.4	1700
Agua		
Hielo (–5°C)	0.50	2100
Líquida (15°C)	1.00	4186
Vapor (110°C)	0.48	2010
Cuerpo humano (promedio)	0.83	3470
Proteína	0.4	1700

- 1 [I] a) ¿Cuánto calor se requiere para elevar la temperatura de 250 g de agua de 20.0 °C a 35.0 °C?  
 b) ¿Cuánto calor pierde el agua cuando se enfría de vuelta a 20.0 °C?
- 2 [I] ¿Cuánto calor entrega 25 g de aluminio conforme se enfría de 100 °C a 20 °C?
- 3 [I] Se adiciona cierta cantidad de calor a una masa de aluminio y su temperatura se eleva 57 °C. Suponga que la misma cantidad de calor se adiciona a la misma masa de cobre ¿Cuánto se elevará la temperatura del cobre?
- 4 [II] Dos placas metálicas idénticas (masa =  $m$ , calor específico =  $c$ ) tienen diferentes temperaturas; una es de 20 °C y la otra de 90 °C. Si se colocan en buen contacto térmico, ¿cuál será su temperatura final?
- 5 [II] Un termo contiene 150 g de agua a 4 °C. Dentro de él se colocan 90 g de metal a 100 °C. Después de que se establece el equilibrio, la temperatura del agua y el metal es de 21 °C. ¿Cuál es el calor específico del metal? Suponga que no hay pérdidas de calor en el termo.
- 6 [II] Un calorímetro de 200 g de cobre contiene 150 g de aceite a 20 °C. Al aceite se le agregan 80 g de aluminio a 300 °C. ¿Cuál será la temperatura del sistema después de que se establece el equilibrio?  $c_{Cu} = 0.093$  cal/g · °C,  $c_{Al} = 0.21$  cal/g · °C,  $c_{aceite} = 0.37$  cal/g · °C.