

TEMPERATURA Y CALOR



TEMPERATURA Y CALOR

Temperatura y Calor

Tengo Calor!!!!

Tengo Frio!!!!

Uff qué
temperatura!!!!

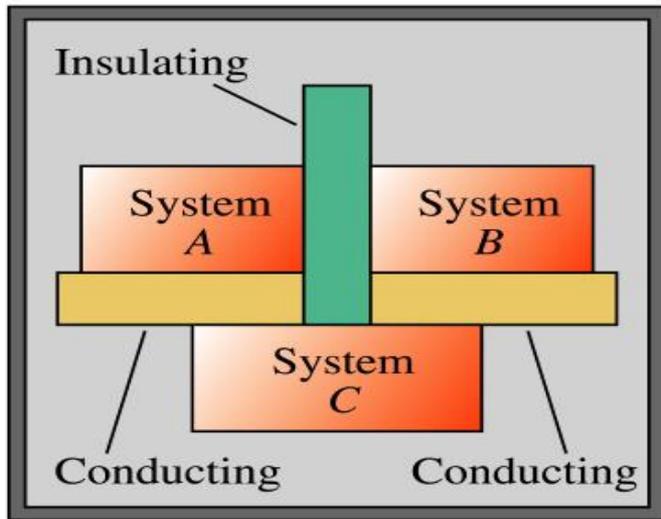
Este café esta
frío!!!!

Esta gaseosa esta
caliente!!!!

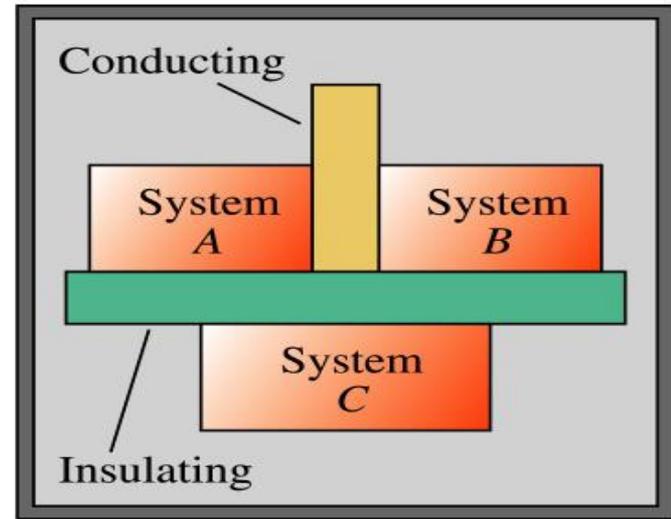
En el lenguaje cotidiano, es común usar indistintamente los términos de calor y temperatura, pero en Física son diferentes.

El calor se refiere a la transferencia de energía causadas por las diferencias de temperatura. La temperatura la expresaremos por ahora en términos de su medición

Ley cero de la Termodinámica

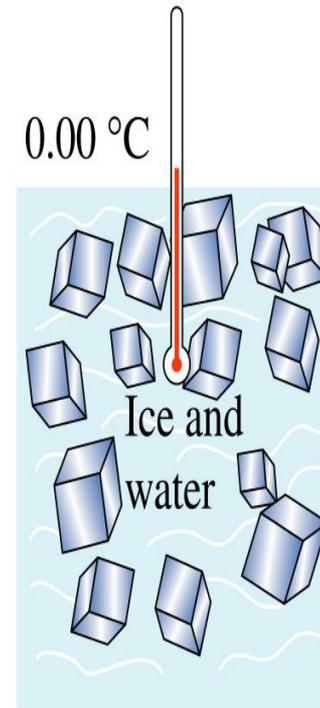
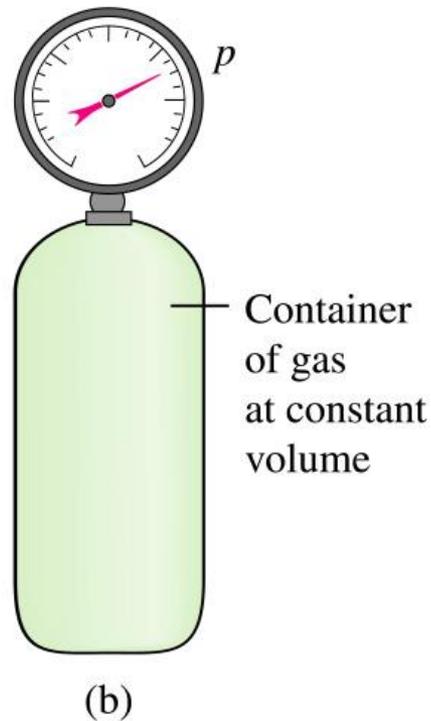
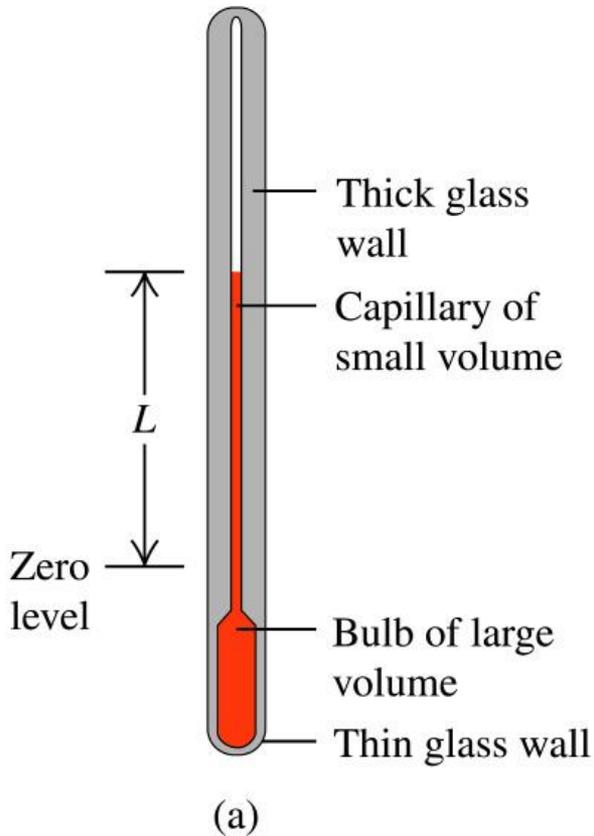


(a) If systems *A* and *B* are each in thermal equilibrium with system *C* ...



(b) ... then systems *A* and *B* are in thermal equilibrium with each other

Temperatura



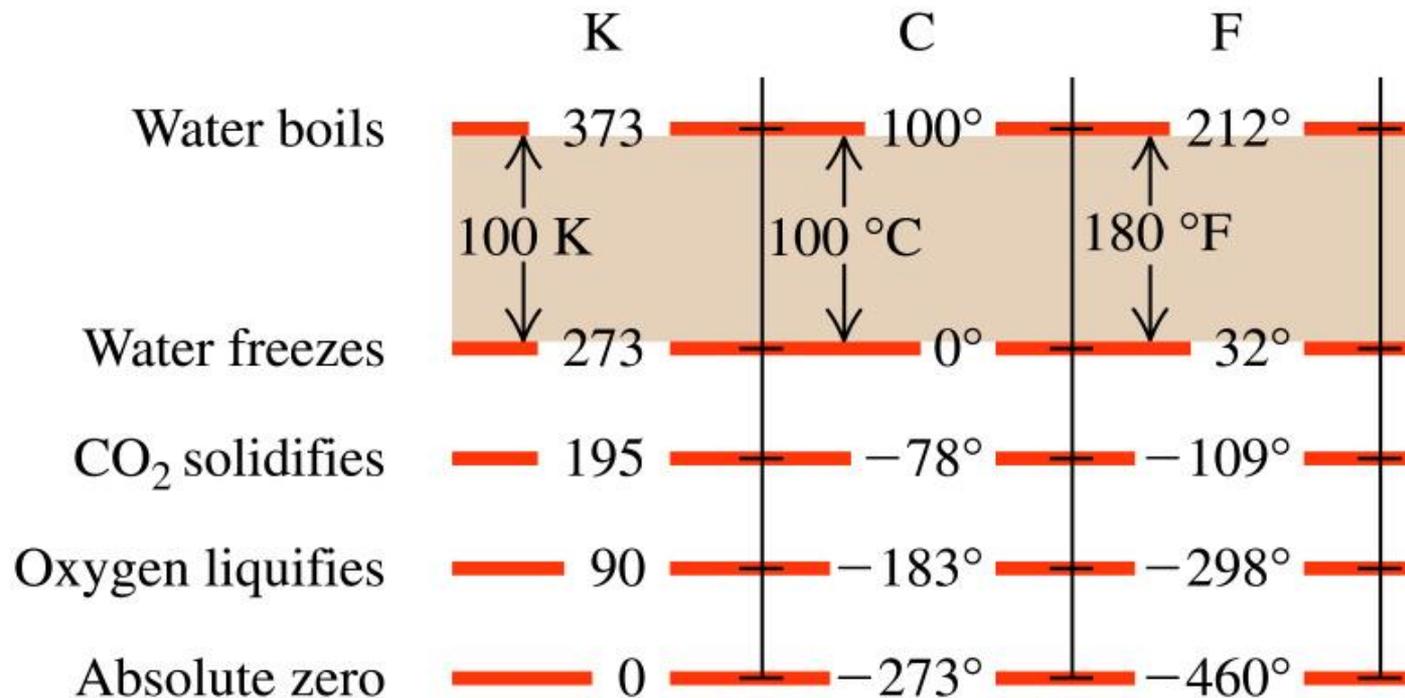
INCORRECT

$$T = 273.15 \text{ }^\circ\text{K}$$

CORRECT

$$T = 273.15 \text{ K}$$

Escalas de Temperatura



$$T_F = \frac{9}{5}T_C + 32^\circ$$

$$T_C = \frac{5}{9}(T_F - 32^\circ)$$

$$T_K = T_C + 273.15 \quad (17.3)$$

Expansión Térmica

- Obedece a los cambios en las dimensiones de un cuerpo a causa de cambios en la temperatura.

$$\Delta L = \alpha L_0 \Delta T$$

- Con α como *el coeficiente de expansión lineal*
- Durante la expansión, el sólido conserva su forma, pero todas sus dimensiones aumentan en proporción.
- En el caso de un sólido de volumen V , se tiene una expansión volumétrica o expansión de volumen, expresado como:

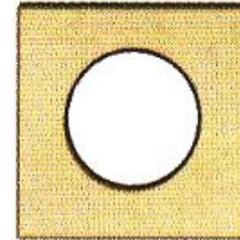
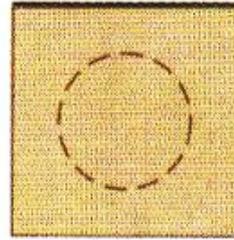
$$\Delta V = \beta V_0 \Delta T \quad \text{Con } \beta = 3\alpha$$

Tabla 17.2 Coeficientes de expansión de volumen

Sólidos	β [K^{-1} o $(\text{C}^\circ)^{-1}$]	Líquidos	β [K^{-1} o $(\text{C}^\circ)^{-1}$]
Aluminio	7.2×10^{-5}	Etanol	75×10^{-5}
Latón	6.0×10^{-5}	Disulfuro de carbono	115×10^{-5}
Cobre	5.1×10^{-5}	Glicerina	49×10^{-5}
Vidrio	$1.2\text{--}2.7 \times 10^{-5}$	Mercurio	18×10^{-5}
Invar	0.27×10^{-5}		
Cuarzo (fundido)	0.12×10^{-5}		
Acero	3.6×10^{-5}		

Si calentamos estas dos láminas, ¿qué ocurre con ellas?

FRÍO



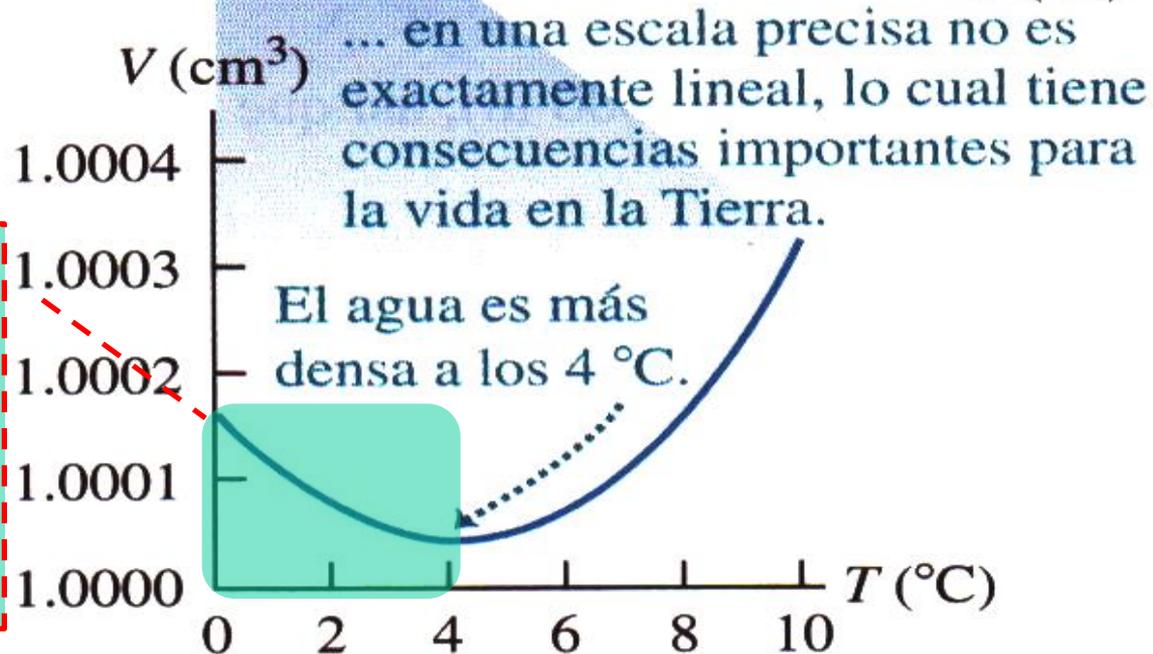
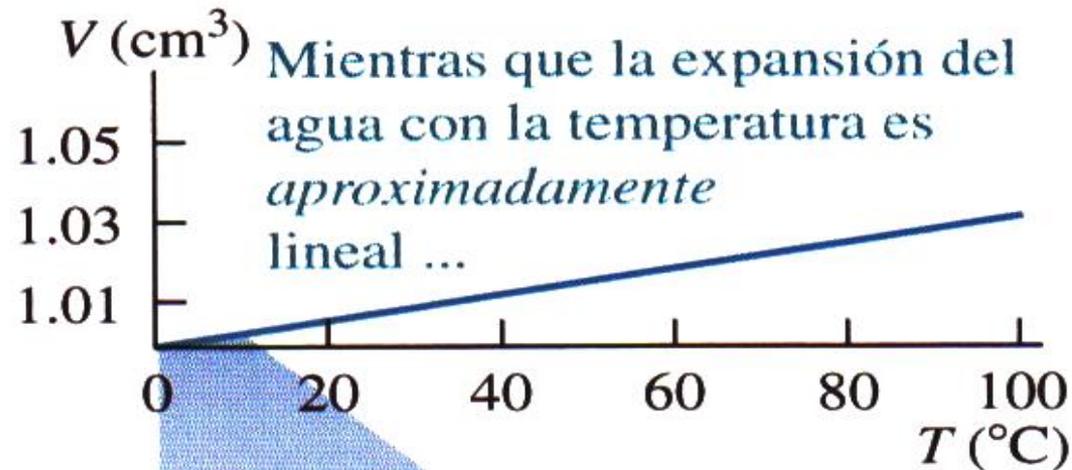
Cuando un objeto con un agujero sufre una expansión térmica, el agujero también se expande

Un recipiente se llena completamente con 2,0000 L de agua a 20 °C. Cuando la temperatura del recipiente y el agua se elevan a 80 °C, se derraman 6 ml de agua por el borde del recipiente. Calcule el coeficiente de expansión lineal del material del recipiente. El coeficiente de expansión volumétrica del agua es el siguiente. $\beta_{\text{Agua}} = 210 \times 10^{-6} \text{ (K)}^{-1} \text{ o } \text{ (C)}^{-1}$

Resp: $53 \times 10^{-6} \text{ K}^{-1}$

$$\Delta V_{\text{agua}} - \Delta V_{\text{recipiente}} = 6 \text{ mL}$$

La expansión térmica del agua por encima de 0°C



En esta región el agua tiene un *comportamiento anómalo*. Eso hace que el hielo flote en el agua.

Cantidad de Calor

- Cuando colocamos dos cuerpos (o sustancias) con diferentes temperaturas en contacto, se produce una transferencia de energía.
- La transferencia de energía que se da exclusivamente por una diferencia de temperatura se llama **flujo de calor o transferencia de calor**, y la energía así transferida se llama calor.
- Caloría (cal): La cantidad de calor necesaria para elevar la temperatura de 1 g de agua de 14,5°C a 15,5°C.
 - Otras unidades son el BTU.
 - **1 cal = 4,186 J; 1 kcal = 4186 J; 1 BTU = 252 cal = 1054 J**
- Calor específico c (o capacidad calorífica) es una característica que depende de la naturaleza de la naturaleza del material de manera tal que :

$$Q = m c \Delta T$$

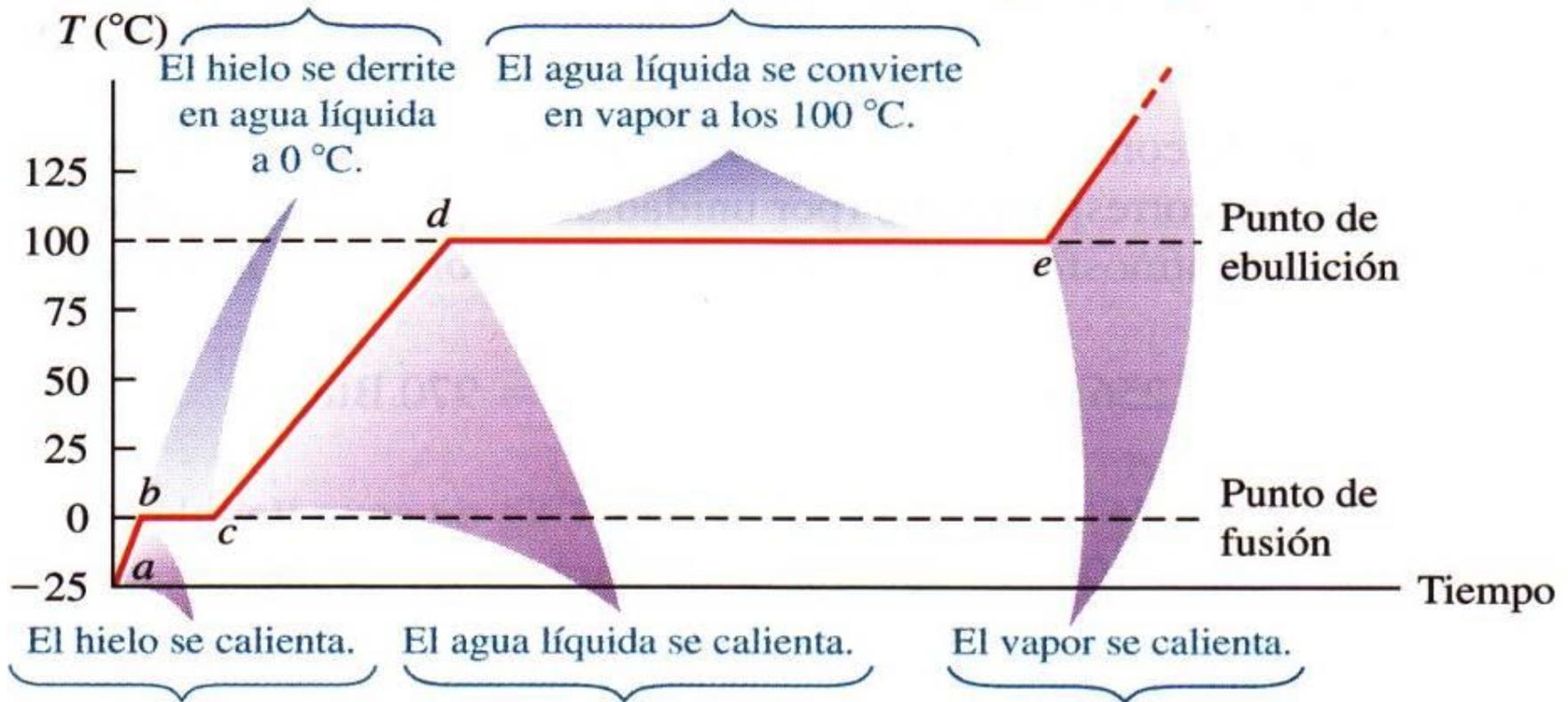
Esto es el calor requerido para cambiar la temperatura de la masa m

El calor específico del agua es aproximadamente

4190 J/kg · K 1 cal/g · C° o 1 Btu/lb · F°

Gráfica de temperatura contra tiempo para una muestra de agua que se calienta de hielo a vapor y **los cambios de fase**

Cambios de fase del agua. Durante estos periodos, la temperatura se mantiene constante y ocurre un cambio de fase conforme se agrega calor: $Q = +mL$.



Cambios de la temperatura del agua. Durante este periodo, la temperatura aumenta al agregarse calor: $Q = mc\Delta T$.

Cambios de fase

- Como vimos en el caso anterior, el agua cambia de fase al pasar primero de sólido a líquido y luego al pasar de líquido a sólido o viceversa.
- En estos casos tendremos que el calor involucrado es:
- $Q = \pm m L_f$; + para cuando entra calor (se funde). L_f es el calor latente de fusión.

Para el agua a presión atmosférica normal el calor de fusión es

$$L_f = 3.34 \times 10^5 \text{ J/kg} = 79.6 \text{ cal/g} = 143 \text{ Btu/lb}$$

- $Q = \pm m L_v$; + para cuando entra calor (se evapora). L_v es el calor latente de vaporización.

$$L_v = 2.256 \times 10^6 \text{ J/kg} = 539 \text{ cal/g} = 970 \text{ Btu/lb}$$

Para los cálculos nos basamos en lo siguiente. Si fluye calor entre dos cuerpos aislados de su entorno, el calor perdido por un cuerpo es igual al ganado por el otro.

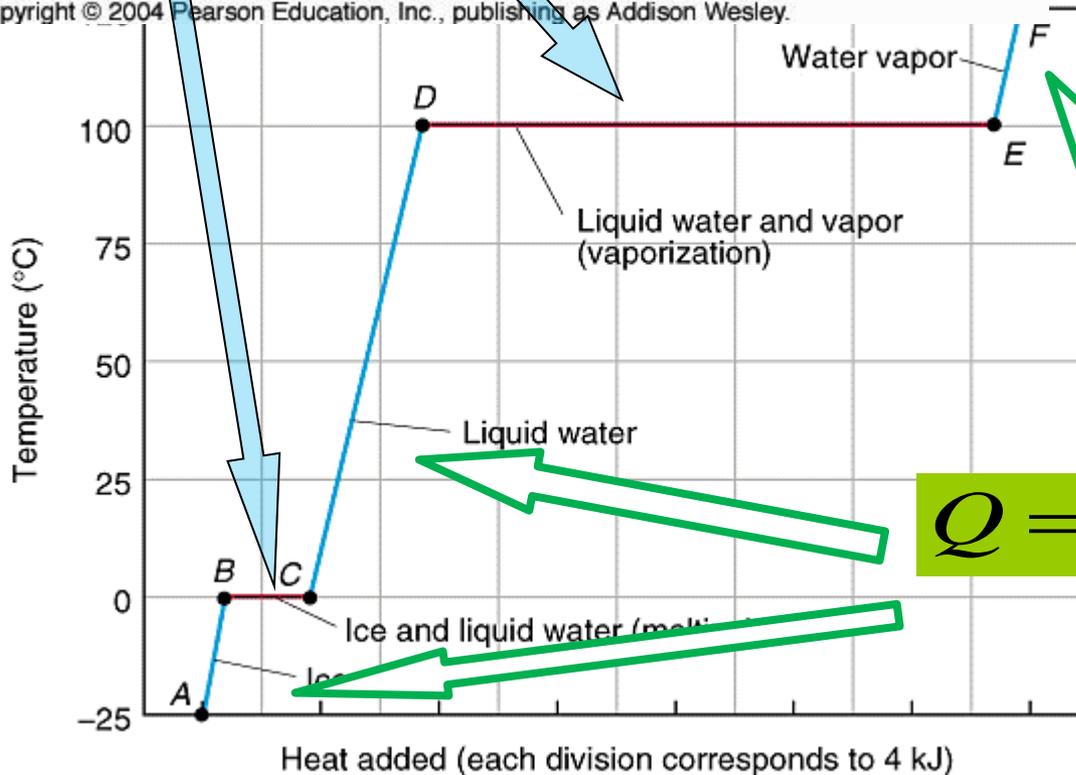
Calorimetría

Phase Transitions take energy because of the breaking (or making) of intermolecular 'bonds'.

$$Q = \pm mL$$

(heat transfer in a phase change) (17.20)

Copyright © 2004 Pearson Education, Inc., publishing as Addison Wesley.



$$Q = mc\Delta T$$

Ejercicios

- Un trozo de 500 g de un metal desconocido, que ha estado en agua hirviente por varios minutos, se deja caer rápidamente en un vaso de espuma de polistireno aislante que contiene 1 kg de agua a temperatura ambiente (20°C). Después de esperar y agitar suavemente 5 min, se observa que la temperatura del agua ha alcanzado un valor constante de 22°C. a) Suponer que el vaso absorbe una cantidad despreciable de calor y que no se pierde calor con el entorno, ¿qué calor específico tiene el metal? b) ¿qué es más útil para almacenar calor, este metal o un peso igual en agua? Explique.

$$Q_{\text{water}} + Q_{\text{metal}} = 0$$

$$m_{\text{water}} c_{\text{water}} \Delta T_{\text{water}} + m_{\text{metal}} c_{\text{metal}} \Delta T_{\text{metal}} = 0$$

$$(1.00 \text{ kg})(4190 \text{ J/kg} \cdot \text{K})(2.0 \text{ C}^\circ) + (0.500 \text{ kg})(c_{\text{metal}})(-78.0 \text{ C}^\circ) = 0$$

$$c_{\text{metal}} = 215 \text{ J/kg} \cdot \text{K}$$

- Un recipiente con paredes térmicamente aisladas contiene 2.4 kg de agua y 0.45 kg de hielo, todo a 0°C. El tubo de salida de una caldera en la que se hierve agua a p_{atm} se inserta en el agua del recipiente. ¿Cuántos gramos de vapor deben condensarse dentro del recipiente (también a P_{atm}) para elevar la temperatura del sistema a 28°C?

$$Q_{\text{water}} + Q_{\text{vapor}} + Q_{\text{vap-water}} + Q_{\text{ice}} + Q_{\text{ice-water}} = 0$$

$$m_{\text{steam}} = \frac{(0.450 \text{ kg})(334 \times 10^3 \text{ J/kg}) + (2.85 \text{ kg})(4190 \text{ J/kg} \cdot \text{K})(28.0 \text{ C}^\circ)}{2256 \times 10^3 \text{ J/kg} + (4190 \text{ J/kg})(72.0 \text{ C}^\circ)}$$

$$= 0.190 \text{ kg.}$$

Mecanismos de transferencia de Calor

Se ha hablado de conductores y aislantes térmicos, *caso del vaso metálico y de icopor*. Se verá entonces como son las *tasas* de transferencia de calor.

Existen 3 mecanismos de transferencia de calor que son: *Conducción*, *Convección* y *Radiación*.

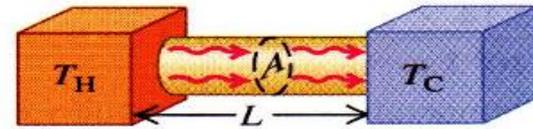
• Conducción: cuando están en contacto directo dos o más cuerpos. Aquí se emplea la tasa de flujo de calor $H = dQ/dt$

$$H = \frac{dQ}{dt} = kA \frac{T_C - T_H}{L}$$

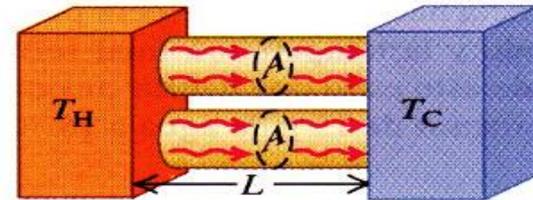
k es la conductividad térmica

Flujo de calor en estado estable debido a **conducción** en una varilla uniforme

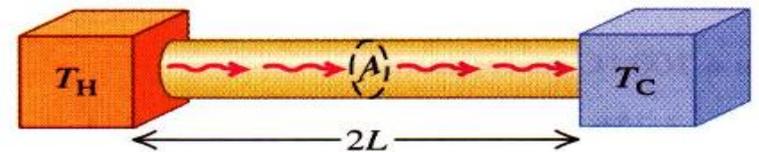
a) Corriente de calor H .



b) Al duplicar el área transversal del conductor, se duplica la corriente de calor (H es proporcional a A).



c) Al duplicar la longitud del conductor, se reduce a la mitad la corriente de calor (H es inversamente proporcional a L).

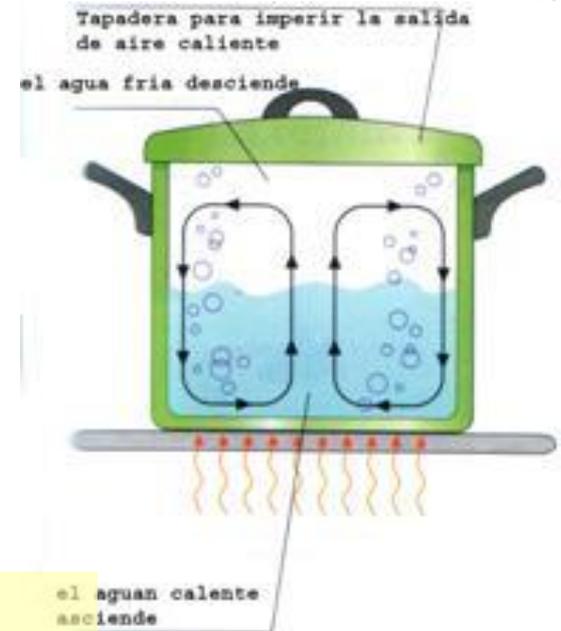
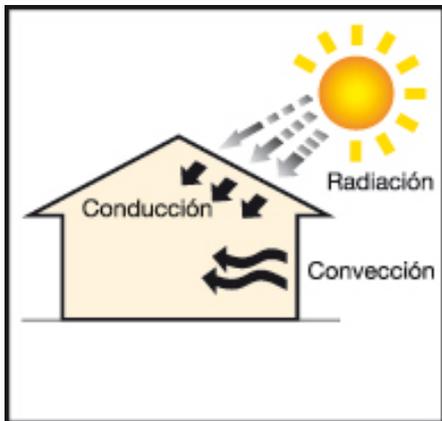


Mecanismos de transferencia de Calor

- **Convección**: cuando se presenta el movimiento de una masa de una región del espacio a otra. Por ejemplo a través de vapor de agua.
- **Radiación**: cuando se da por radiación electromagnética. Por ejemplo la radiación solar.

$$H = Ae\sigma T^4$$

σ : Constante de Stefan-Boltzmann
 $\sigma = 5.67 \cdot 10^{-8} \text{ W / m}^2 \text{ K}^4$
 e : emisividad, varia entre 0 y 1.



EJEMPLO 18.8

La Tierra como un cuerpo negro

Suponga que la Tierra absorbiese 100% de la energía que incide desde el Sol y luego radiase toda la energía de regreso al espacio, de la misma forma que lo haría un cuerpo negro.

PROBLEMA

¿Cuál sería la temperatura de la superficie de la Tierra?

SOLUCIÓN

La intensidad de la luz solar que alcanza a la Tierra es aproximadamente $S = 1\,400\text{ W/m}^2$. La Tierra absorbe la energía como un disco con el radio de la Tierra, R , en tanto que radia energía de su superficie entera. En el equilibrio, la energía absorbida iguala a la energía emitida:

$$(S)(\pi R^2) = (\sigma)(1)(4\pi R^2)T^4.$$

Al resolver para la temperatura, tenemos

$$T = \sqrt[4]{\frac{S}{4\sigma}} = \sqrt[4]{\frac{1\,400\text{ W/m}^2}{4(5.67)(10^{-8}\text{ W/K}^4\text{m}^2)}} = 280\text{ K}.$$

Este simple cálculo brinda un resultado cercano al valor real de la temperatura promedio de la Tierra, el cual es como de 288 K.

FI
ma
de
En

El calentamiento global

Como se ilustra en la figura 18.24, la diferencia entre la temperatura calculada para la Tierra como un cuerpo negro en el ejemplo 18.8 y la temperatura real de la superficie terrestre se debe en parte a la atmósfera terrestre.

Las nubes en la atmósfera terrestre reflejan 20% y absorben 19% de la energía solar. La atmósfera refleja 6% de la energía solar y 4% es reflejada por la superficie terrestre. La atmósfera terrestre transmite 51% de la energía solar a la superficie terrestre.

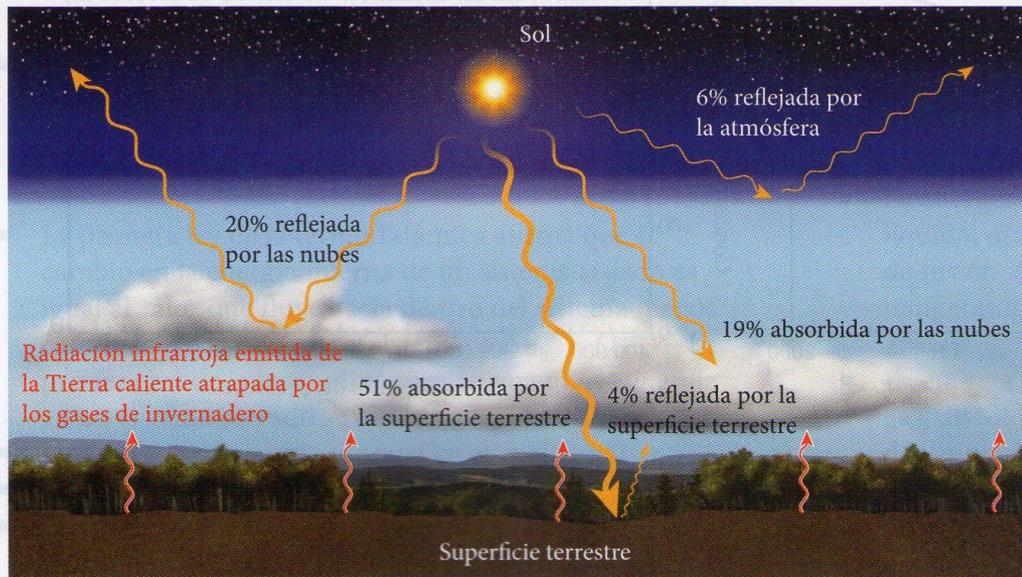


FIGURA 18.24 La atmósfera terrestre afecta fuertemente la cantidad de energía absorbida por la Tierra desde el Sol.

Ejercicios

17.70 Una varilla, larga y aislada para evitar pérdidas de calor por sus costados, está en contacto térmico perfecto con agua hirviendo (a presión atmosférica) en un extremo y con una mezcla agua-hielo en el otro (Fig. 17.28). La varilla consiste en un tramo de 1.00 m de cobre (un extremo en vapor) unido a tope con un tramo L_2 de acero (un extremo en hielo). Ambos tramos tienen área transversal de 4.00 cm^2 . La temperatura en la unión cobre-acero es de 65°C una vez que se alcanza el estado estable. a) ¿Cuánto calor por segundo fluye del baño de vapor a la mezcla hielo-agua? b) ¿Qué longitud L_2 tiene el tramo de acero?

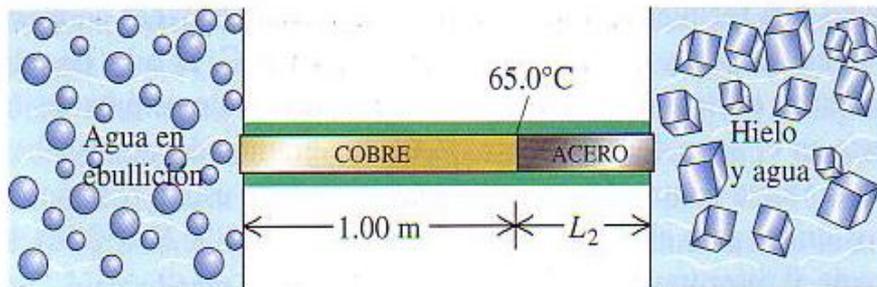


Figura 17.28 Ejercicio 17.70.

17.76 La emisividad del tungsteno es de 0.35. Una esfera de tungsteno con radio de 1.50 cm se suspende dentro de una cavidad grande evacuada cuyas paredes están a 290 K. ¿Qué aporte de potencia se requiere para mantener la esfera a 3,000 K si se desprecia la conducción de calor por los soportes?