

Calor y temperatura .-Tema 8

Problema 1.- Un segmento de vía de ferrocarril de acero tiene una longitud de $30,000\text{ m}$ cuando la temperatura es de $0,0^\circ\text{C}$. A) ¿Cuál es su longitud cuando la temperatura es de $40,0^\circ\text{C}$? Coeficiente de dilatación lineal del acero $\alpha = 1,1 \times 10^{-5}\text{ K}^{-1}$

Problema 2.- Un dispositivo electrónico tiene dos tornillos unidos a diferentes partes del dispositivo que casi se tocan uno con otro en su interior, como en la figura 1. Los tornillos de acero y latón están a diferentes potenciales eléctricos y, si se tocan, se desarrollará un cortocircuito que dañará al dispositivo. La separación inicial entre los extremos de los tornillos es de $5,0\text{ }\mu\text{m}$ a 27°C . ¿A qué temperatura se tocarán los tornillos? Suponga que la distancia entre las paredes del dispositivo no es afectada por el cambio de temperatura. Datos: coeficiente de dilatación lineal del acero $\alpha_{\text{acero}} = 1,1 \times 10^{-5}\text{ K}^{-1}$, coeficiente de dilatación lineal del latón $\alpha_{\text{latón}} = 1,9 \times 10^{-5}\text{ K}^{-1}$

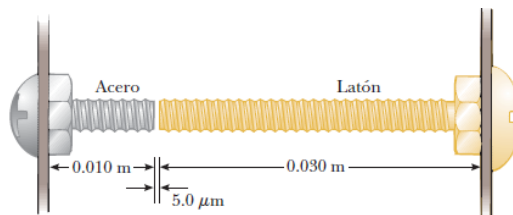


Figura 1: Problema 2

Problema 3- a) Un operario utiliza una cinta métrica de acero que tiene exactamente $50,000\text{ m}$ de longitud a una temperatura de 20°C ? ¿Qué longitud tiene en un día caluroso de verano en el que la temperatura es de 35°C ? b) Si el operario utiliza la cinta para medir una distancia cuando la temperatura es de 35°C ; el valor que lee es de $35,794\text{ m}$. Determine la distancia real. Suponga que la cinta está calibrada para utilizarse a 20°C ?

Problema 4- Un cilindro de aluminio de 10 cm de longitud, con área transversal de 20 cm^2 , se usará como espaciador entre dos paredes de acero. A $17,2^\circ\text{C}$, el cilindro apenas se desliza entre las paredes. Si se calienta a $22,3^\circ\text{C}$, ¿qué esfuerzo habrá en el cilindro y qué fuerza total ejercerá éste sobre cada pared, suponiendo que las paredes son perfectamente rígidas y están separadas por una distancia constante? Datos: coeficiente de dilatación lineal del aluminio $\alpha_{\text{Al}} = 2,4 \times 10^{-5}\text{ K}^{-1}$, módulo de Young del aluminio $\Upsilon_{\text{Al}} = 7,0 \times 10^{10}\text{ Pa}$

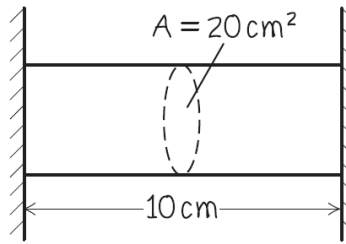


Figura 2: Problema 4

Problema 5- En el campo una geóloga bebe su café matutino de una taza de aluminio. La taza tiene una masa de $0,120 \text{ kg}$ e inicialmente está a $20,0^\circ\text{C}$ cuando se vierte en ella $0,300 \text{ kg}$ de café que inicialmente estaba a $70,0^\circ\text{C}$. ¿A qué temperatura alcanzarán la taza y el café el equilibrio térmico? (Suponga que el calor específico del café es el mismo que el del agua y que no hay intercambio de calor con el entorno. Datos: calor específico del aluminio $c_{Al} = 910 \text{ J} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$; calor específico del agua $c_{Agua} = 4190 \text{ J} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$)

Problema 6- Imagine que trabaja como físico e introduce calor en una muestra sólida de 500 g a una tasa de $10,0 \text{ kJ} \cdot \text{min}^{-1}$ mientras registra su temperatura en función del tiempo. La gráfica de sus datos se muestra en la figura 3. a) Calcule el calor latente de fusión del sólido. b) Determine los calores específicos de los estados sólido y líquido del material.

Problema 7- Una caja de espuma de poliestireno que se utiliza para mantener frías las bebidas en un día de campo (figura 3-b) tiene un área de pared total (incluida la tapa) de $0,80 \text{ m}^2$ y un espesor de pared de $2,0 \text{ cm}$, y está llena con hielo, agua y latas de Omni-Cola a 0°C . Calcule la tasa de flujo de calor hacia el interior de la caja, si la temperatura exterior es de 30°C . ¿Cuánto hielo se derrite en un día? Datos: Calor latente de fusión del hielo $L = 3,34 \times 10^5 \text{ J} \cdot \text{kg}^{-1}$; conductividad térmica del poliestireno $\kappa = 0,010 \text{ W} \cdot \text{m}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$

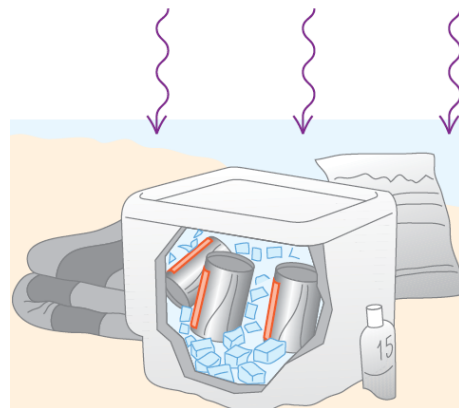
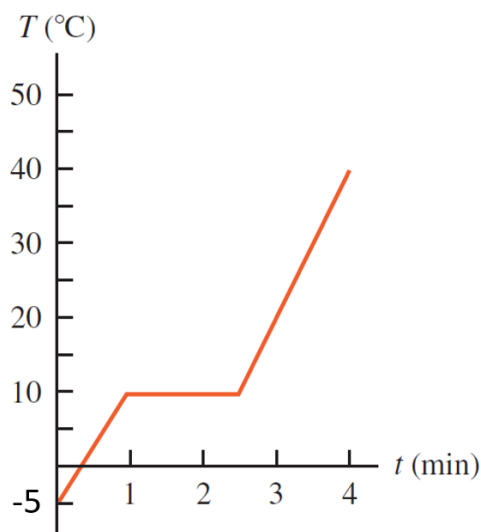


Figura 3: Problemas 6 y 7

Problema 8- Dos losas de concreto de un puente de 250 m de largo se colocan justo en sus extremos, de modo que no se permite espacio para expansión (figura 4). Si ocurre un aumento de temperatura de $20,0^\circ\text{C}$, ¿cuál es la altura y a la cual las losas se elevan cuando se pandean. Datos: coeficiente de dilatación lineal del concreto $\alpha_{\text{concreto}} = 1,2 \times 10^{-5}\text{ K}^{-1}$

Problema 9- Dos losas de concreto de un puente de longitud L se colocan justo en sus extremos, de modo que no se permite espacio para expansión (figura 4). Si ocurre un aumento de temperatura de ΔT , ¿cuál es la altura y a la cual las losas se elevan cuando se pandean.

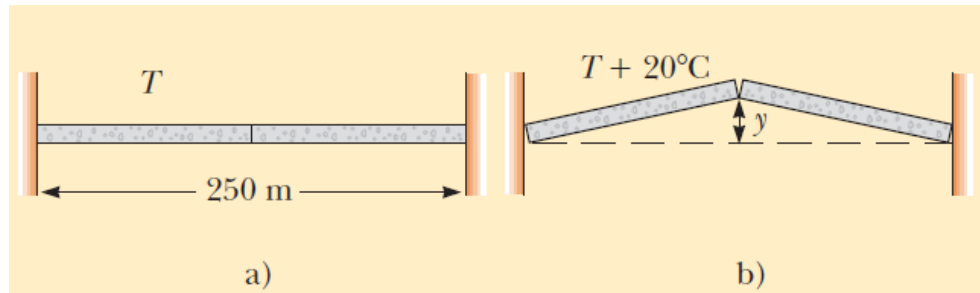


Figura 4: Problemas 8 y 9

Problema 10- Una barra de acero de $10,0\text{ cm}$ de longitud se suelda extremo con extremo a una barra de cobre de $20,0\text{ cm}$ de longitud. Ambas están perfectamente aisladas por sus costados. Las barras tienen la misma sección transversal cuadrada de $2,00\text{ cm}$ por lado. El extremo libre de la barra de acero se mantiene a 100°C poniéndolo en contacto con vapor de agua, y el de la barra de cobre se mantiene a 0°C poniéndolo en contacto con hielo. Calcule la temperatura en la unión de las dos barras y la tasa de flujo de calor total. Datos: conductividad térmica del acero $\kappa_{\text{acero}} = 50,2\text{ W} \cdot \text{m}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$; conductividad térmica del cobre $\kappa_{\text{cobre}} = 385\text{ W} \cdot \text{m}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$

Problema 11- En el problema 10, suponga que las dos barras se separan. Un extremo de cada una se mantiene a 100°C , y el otro, a 0°C . Determine la tasa total de flujo de calor en las dos barras.

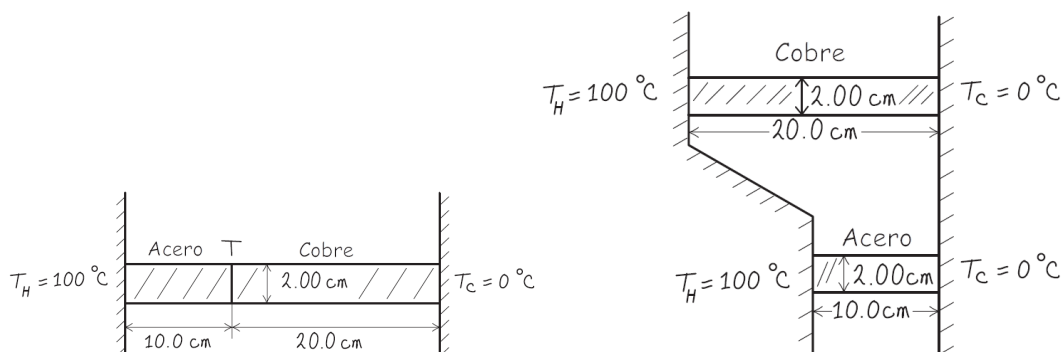


Figura 5: Problemas 10 y 11

Problema 12- La conductividad térmica promedio de las paredes (incluidas las ventanas) y

techo de la casa que se describe en la figura 6 es $\kappa = 0,480 \text{ W} \cdot \text{m}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$ y su grosor promedio es $21,0 \text{ cm}$. La casa se mantiene caliente con gas natural que tiene un calor de combustión (esto es, la energía proporcionada por cada metro cúbico de gas quemado) de $9300 \text{ kcal} \cdot \text{m}^{-3}$. ¿Cuántos metros cúbicos de gas se deben quemar cada día para mantener una temperatura interior de $25,0^\circ\text{C}$, si la temperatura exterior es $0,0^\circ\text{C}$? Ignore la radiación y la pérdida de energía por calor a través del suelo.

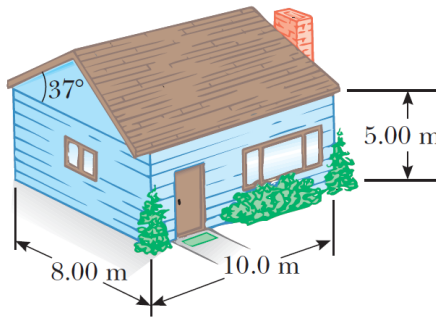


Figura 6: Problema 12

Problema 13- Una varilla, larga y aislada está en contacto térmico perfecto para evitar pérdidas de calor por sus costados, en un extremo con agua hirviendo (a presión atmosférica) y con una mezcla agua-hielo en el otro (figura 7). La varilla consiste en un tramo de $1,00 \text{ m}$ de cobre (con un extremo en contacto con vapor de agua) y el otro, unido a tope con un tramo L_2 de acero (con un extremo en contacto con la mezcla hielo-agua). Ambos tramos tienen una área transversal de $4,00 \text{ cm}^2$. La temperatura en la unión cobre-acero es de $65,0^\circ\text{C}$ una vez que se alcanza el estado de equilibrio. 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? Datos: conductividad térmica del acero $\kappa_{\text{acero}} = 50,2 \text{ W} \cdot \text{m}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$; conductividad térmica del cobre $\kappa_{\text{cobre}} = 401 \text{ W} \cdot \text{m}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$

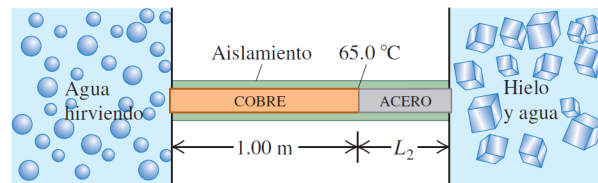


Figura 7: Problema 13

Problema 14- Dos cubos metálicos con aristas de 3 cm , uno de cobre y otro de aluminio, se disponen como se muestra en la figura 8-a. Determine: a) la resistencia térmica de cada cubo, b) la resistencia térmica de los dos cubos, c) la corriente térmica H y la temperatura en la interfaz de los dos cubos. Datos: conductividad térmica del aluminio $\kappa_{\text{Al}} = 237 \text{ W} \cdot \text{m}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$; conductividad térmica del cobre $\kappa_{\text{cobre}} = 401 \text{ W} \cdot \text{m}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$

Problema 15- Los cubos del problema 14 se disponen ahora en paralelo, como se observa en la figura 8-b. Determine: a) la corriente térmica H que circula por cada cubo de un extremo al otro, b) la corriente térmica total, c) la resistencia térmica equivalente del sistema de los dos cubos.

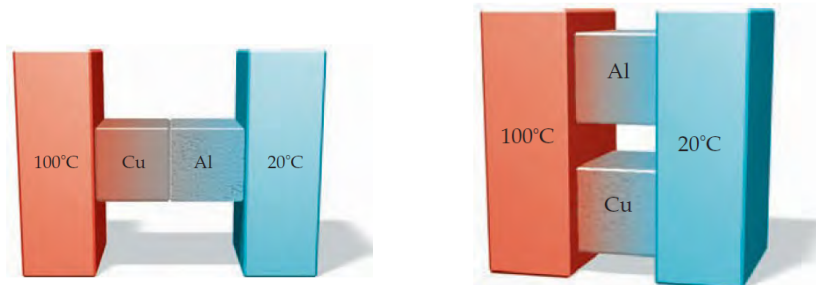


Figura 8: Problemas 14 y 15

Soluciones:

Problema 1.- 30,013 m

Problema 2.- 34,4 °C

Problema 3.- a) $l = 50,008 \text{ m}$; b) 35,800 m

Problema 4.- $\frac{F}{A} = -8,6 \times 10^6 \text{ Pa}$; $F = -1,7 \times 10^4 \text{ N}$ (compresión)

Problema 5.- $T = 66 \text{ °C}$

Problema 6.- a) $L = 3,00 \times 10^4 \text{ J} \cdot \text{kg}^{-1}$; b) $c_{\text{sol}} = 1,33 \times 10^3 \text{ J} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$; $c_{\text{liq}} = 1,00 \times 10^3 \text{ J} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$

Problema 7.- a) 12 W ; b) $M = 3,1 \text{ kg}$

Problema 8.- $y = 2,74 \text{ m}$

Problema 9.- $y \cong \frac{L}{2} \sqrt{2\alpha \Delta T}$

Problema 10.- a) $H = 15,9 \text{ W}$, b) 20,7 °C

Problema 11.- $H = 97,1 \text{ W}$

Problema 12.- $38,6 \text{ m}^3 \cdot \text{d}^{-1}$

Problema 13. - $L_2 = 0,232 \text{ m}$

Problema 14.- a) $R_{\text{Cu}} = 0,0831 \text{ KW}^{-1}$; $R_{\text{Al}} = 0,141 \text{ KW}^{-1}$ b) $R_{\text{equi}} = 0,224 \text{ KW}^{-1}$ c) $H = 357 \text{ W}$ d) $T = 70,3 \text{ °C}$

Problema 15.- a) $H_{\text{Al}} = 567 \text{ W}$; $H_{\text{Cu}} = 963 \text{ W}$; b) $H_{\text{total}} = 1530 \text{ W}$; c) $R_{\text{equi}} = 0,0523 \text{ KW}^{-1}$