

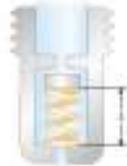


Guía 9

Temperatura y Dilatación Térmica

- Un sartén se calienta de 25°C a 80°C , ¿Cuál es el cambio en su temperatura en la escala Kelvin y en la escala Fahrenheit? R: 55 K, 99°F .
 - En un día cuando la temperatura alcanza 50°F ¿Cuál es la temperatura en grados Celsius y en Kelvin? R: 10°C , 283 K.
- Un segmento de vía de acero para ferrocarril tiene una longitud de 30000 m cuando la temperatura es 0°C . ¿Cuál es la longitud cuando la temperatura sea 40°C ? R: 30013 m.
- Un dispositivo electrónico ha sido diseñado en forma deficiente de modo que dos tornillos unidos a piezas diferentes del dispositivo casi se tocan entre sí en su interior. Los tornillos de acero y bronce están a diferentes potenciales eléctricos y si se tocan se produce un corto circuito, lo cual daña el dispositivo. El tornillo de acero mide 0.01 m y el de bronce 0.03 m. Si la distancia entre los extremos de los tornillos es $5\ \mu\text{m}$ a 27°C ¿A qué temperatura se tocarán los tornillos? R: 34°C .
- En una escala de temperatura extraña, el punto de congelación del agua es -15°S y el punto de ebullición es 60°S . Invente una ecuación de conversión lineal entre esta escala de temperatura y la escala Celsius. R: $T_{\text{C}} = 4/3 T_{\text{S}} + 20$.
- Cierto telescopio forma una imagen de parte de un cúmulo de estrellas en un chip detector acoplado a carga de silicio cuadrado (charge-coupled detector CCD), de 2 cm por lado. Un campo de estrellas se enfoca en el chip CCD cuando se energizó primero y su temperatura es de 20°C . El campo de estrellas contiene 5342 estrellas uniformemente dispersas. Para hacer más sensible el detector, se enfría a -100°C ¿Cuántas estrellas caben en el chip? R: 5336.
Nota. Considere que el coeficiente de expansión superficial es 2α y para el silicio $\alpha=4.68 \times 10^{-6}\ ^{\circ}\text{C}^{-1}$.
- Un cilindro hueco de aluminio de 20 cm de profundidad tiene una capacidad interna de 2 litros a 20°C . Se llena por completo con aguarrás y luego se calienta lentamente a 80°C .
 - ¿Cuánto aguarrás se derrama? R: $99,4\ \text{cm}^3$
 - Si el cilindro se enfría otra vez a 20°C ¿a qué distancia bajo el borde del cilindro bajará la superficie de aguarrás? R: 0,943 cm.
 - Nota: considere que el aguarrás se dilata con coeficiente β y el aluminio con coeficiente 3α .
- El puente New River Gorge en Virginia del Oeste es un puente de arco de acero de 518 m de longitud. Calcule cuánto cambia el largo total de la calzada entre sus extremos de temperatura de -20°C y 35°C . El resultado indica las dimensiones de las uniones de expansión. R: 0,313 m
- Las secciones de concreto de cierta supercarretera están diseñadas para tener una longitud de 25 m. Las secciones son vaciadas y curadas a 10°C . Calcule la separación mínima que debe dejar el ingeniero entre las secciones para eliminar el pandeo si el concreto puede alcanzar una temperatura de 50°C . R: 1,2 cm
- La montadura de unos lentes está hecha de plástico epóxico. A temperatura ambiente (20°C) la montadura tiene agujeros circulares de 2,2 cm de radio para los lentes. Calcule la temperatura a la que debe calentarse la montadura si unos lentes de 2,21 cm de radio se han de insertar en ella. El coeficiente de expansión del lineal para la resina epóxica es de $1,3 \times 10^{-4}\ ^{\circ}\text{C}^{-1}$. R: 55°C .

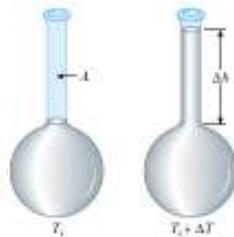
11. Cada año miles de niños sufren quemaduras con agua caliente. LA figura muestra una vista en sección transversal de un aditamento antiquemaduras para llave de agua, diseñado para evitar estos accidentes. Dentro del aparato, un resorte hecho de material con alto coeficiente de expansión térmica controla un émbolo móvil. Cuando la temperatura del agua sube por encima de un valor seguro, la expansión del resorte hace que el émbolo cierre el flujo de agua. Si la longitud inicial L del resorte no estirado es 2.4 cm y su coeficiente de expansión lineal es $22 \times 10^{-6} \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$, calcule el aumento en la longitud del resorte cuando la temperatura suba $30 \text{ }^\circ\text{C}$. Nota: puede hallarse que el aumento en la longitud sea pequeño. Por esta razón, los equipos reales tienen un diseño mecánico más complicado para dar una mayor variación en abertura de válvula para el cambio anticipado de temperatura. R: $1,58 \times 10^{-3} \text{ cm}$.



12. Dentro de la pared de una casa, una sección en forma de L de tubo de agua caliente está hecho de una pieza horizontal recta de 28 cm de largo, un codo y una pieza vertical recta de 134 cm de largo. Un montante y una tabla de piso mantienen estacionarios los extremos de esta sección de tubería de cobre. Calcule la magnitud y dirección del desplazamiento del codo cuando se abra la llave de agua caliente, con lo cual sube la temperatura del tubo de $18 \text{ }^\circ\text{C}$ a $46,5 \text{ }^\circ\text{C}$. R: $0,663 \text{ mm}$ a la derecha bajo la horizontal.



13. Un termómetro de mercurio se construye como se muestra en la figura. El tubo capilar tiene un diámetro de $0,004 \text{ cm}$ y el bulbo tiene un diámetro de $0,25 \text{ cm}$. Si se desprecia la expansión del vidrio, encuentre el cambio de altura de la columna de mercurio que hay con un cambio de temperatura de $30 \text{ }^\circ\text{C}$. R. $3,55 \text{ cm}$.



14. Un líquido con coeficiente de expansión β llena apenas un bulbo esférico de volumen V_i a una temperatura T_i (vea la figura del problema 13). El bulbo está hecho de un material de que tiene un coeficiente promedio de expansión lineal α . El líquido está libre para expandirse en un capilar abierto de área A que sobresale de la parte superior de la esfera.
- Si la temperatura aumenta en ΔT , demuestre que el líquido sube una cantidad $\Delta h = (V_i/A)(\beta - 3\alpha)\Delta T$
 - Para un sistema típico, por ejemplo un termómetro de mercurio, ¿porqué es buena la aproximación de despreciar la expansión del bulbo?
15. Un líquido tiene una densidad ρ .
- Demuestre que el cambio fraccionario en densidad para un cambio de temperatura ΔT es $\Delta\rho/\rho = -\beta \Delta T$. ¿Qué significa el signo negativo?
 - El agua dulce tiene una densidad máxima de 100 g/cm^3 . Calcule el β para el agua en este intervalo de temperatura.

16. Si un recipiente de acero de 50 galones se llena completamente con tetracloruro de carbono cuando la temperatura es de 10 °C, calcule el volumen derramado cuando la temperatura es de 30 °C. R: 0,548 galones.
17. A 20 °C, un anillo de aluminio tiene un diámetro de 5 cm y una varilla de bronce tiene un diámetro de 5,05 cm. (a) Si se calienta solo el anillo, calcule la temperatura que debe alcanzar para que entre en la varilla. (b) Si ambos se calientan juntos, calcule la temperatura que deben alcanzar para que se deslicen en la varilla. Indique si es posible esta solución, sabiendo que el aluminio se derrite a 660 °C. R: (a) 437 °C, (b) 3000 °C.

Material	α : Coeficiente de Expansión Lineal °C ⁻¹
Acero	11×10^{-6}
Bronce	19×10^{-6}
Silicio	4.68×10^{-6}
Aluminio	24×10^{-6}
	β : Coeficiente de Expansión Volumétrico °C ⁻¹
Aguarrás	9×10^{-4}
Tetracloruro de carbono	5.81×10^{-4}

BIBLIOGRAFIA

1. J. D. Cutnell, K. W. Johnson, *Physics*, Wiley, 7th edición, 2007.
2. R. A. Serway, J. W. Jewett Jr., *Física para Ciencias e Ingenierías*, Thomson, 6th edición, 2005.
3. D. Halliday, R. Resnick, K. S. Krane, *Física*, 4th edición, 1994



Guía 10

Calorimetría

- Un estudiante come alimentos cuyo contenido es de 2000 kcal (2000 Cal). El desea realizar una cantidad equivalente de trabajo en el gimnasio al levantar una barra de 50 kg. ¿Cuántas veces debe levantar la barra para gastar esta energía? Suponga que levanta la barra 2 m y que no vuelve a ganar energía cuando la baja. R: 8.54×10^3 veces.
- Un vaquero dispara una bala de plata con una rapidez en la boca de su arma de 200 m/s, que apunta a la pared de pino de una taberna. Suponga que toda la energía interna generada por el impacto permanece con la bala ¿Cuál es el cambio de temperatura de la bala? R: 85.5 °C.
 - Suponga que al vaquero se le agotan las balas de plata y dispara una bala de plomo a la misma velocidad hacia la pared. El cambio de temperatura de la bala, ¿será mayor o menor? R: 156 °C, mayor.
- ¿Qué masa de vapor, inicialmente a 130 °C se necesita para calentar 200 gr de agua en un recipiente de vidrio de 100 gr de 20 °C a 50 °C? $c_{\text{vapor}} = 2.01 \times 10^3 \text{ J/kg } ^\circ\text{C}$; $L_v = 2.26 \times 10^6 \text{ J/kg } ^\circ\text{C}$; $c_{\text{agua}} = 4.19 \times 10^6 \text{ J/kg } ^\circ\text{C}$ R : 10.9 gr.
 - ¿Qué pasaría si el estado final del sistema es 100 °C? ¿Necesitaremos más o menos vapor? R: 31.8 gr.
- El helio líquido tiene un punto de ebullición muy bajo, 4.2 K, y un muy bajo calor latente de vaporización, $2.09 \times 10^4 \text{ J/kg}$. Si se pasa energía a un recipiente de helio líquido en ebullición de un calentador eléctrico inmerso a razón de 10 W ¿Cuánto tarda en hervir 1 kg de líquido? R: 35 min aprox.
- El láser NOVA del laboratorio Lawrence Livermore en California, se usa en estudios para iniciar una fusión nuclear controlada. Puede entregar una potencia de $1.6 \times 10^{13} \text{ W}$ durante un intervalo de tiempo de 2.5 ns. Compare su energía de salida en uno de estos intervalos con la energía necesaria para hacer que se caliente de té con 0.8 kg de agua de 20 °C a 100 °C. R: 6.7 veces mayor la energía para calentar el agua.
- Una herradura de hierro de 1.5 kg inicialmente a 600 °C se deja caer en un a cubeta que contiene 20 kg de agua a 25 °C. Calcule la temperatura final, despreciando el recipiente y la cantidad de agua que hierve al introducir la herradura en el agua. R: 29.6 °C.
- Si se vierte agua con una masa de m_h a una temperatura T_h en una taza de aluminio de masa m_{Al} que contiene una masa m_c de agua a T_c , donde $T_h > T_c$. Calcule la temperatura de equilibrio del sistema. R: $T_f = [(m_{Al} c_{Al} + m_c c_{\text{agua}}) T_c + m_h c_{\text{agua}} T_h] / (m_{Al} c_{Al} + m_c c_{\text{agua}} + m_h c_{\text{agua}})$.
- Un calentador de agua se opera con energía solar. Si el colector solar tiene un área de 6 m² y la intensidad entregada por la luz solar es de 550 W/m², calcule cuanto tiempo tarda en aumentar la temperatura de 1 m³ de agua de 20 °C a 60 °C. R: 14.1 h.
- Una bala de plomo de 3 g a 30 °C es disparada a una rapidez de 240 m/s en un gran bloque de hielo a 0 °C, en el que queda incrustada. Calcule la masa de hielo que se derrite. R. 0.294g.