

Resumen

La teoría atómica de la materia postula que toda la materia está constituida de pequeñas entidades llamadas **átomos**, que por lo general miden 10^{-10} m de diámetro.

Las **masas atómica** y **molecular** se especifican en una escala donde al carbono ordinario (^{12}C) se le asigna arbitrariamente el valor 12.0000 u (unidades de masa atómica).

La distinción entre sólidos, líquidos y gases se puede atribuir a la intensidad de las fuerzas de atracción entre los átomos o las moléculas y a su rapidez promedio.

La **temperatura** es una medida de qué tan caliente o frío está algo. Los **termómetros** se usan para medir temperatura en las escalas **Celsius** ($^{\circ}\text{C}$), **Fahrenheit** ($^{\circ}\text{F}$) y **Kelvin** (K). Dos puntos estándar en cada escala son el punto de congelación del agua (0°C , 32°F , 273.15 K) y el punto de ebullición del agua (100°C , 212°F , 373.15 K). Un cambio de un kelvin en la temperatura es igual a un cambio de un grado Celsius o $\frac{9}{5}$ de grados Fahrenheit. Los kelvin se relacionan con los $^{\circ}\text{C}$ mediante $T(\text{K}) = T(^{\circ}\text{C}) + 273.15$.

El cambio en la longitud $\Delta\ell$ de un sólido cuando su temperatura cambia en una cantidad ΔT , es directamente proporcional al cambio de temperatura y a su longitud original ℓ_0 . Esto es,

$$\Delta\ell = \alpha\ell_0\Delta T,$$

donde α es el *coeficiente de expansión lineal*.

El cambio en el volumen de la mayoría de los sólidos, líquidos y gases es proporcional al cambio de temperatura y al volumen original V_0 :

$$\Delta V = \gamma V_0\Delta T.$$

El *coeficiente de expansión volumétrica*, γ , es aproximadamente igual a 3α para sólidos uniformes.

El agua tiene un comportamiento insólito porque, a diferencia de la mayoría de los materiales cuyo volumen aumenta con la temperatura, su volumen en realidad disminuye conforme la temperatura aumenta en el rango de 0°C a 4°C .

Problemas

Teoría atómica

- (I) ¿Cómo se compara el número de átomos en un anillo de oro de 21.5 g con el número de átomos en un anillo de plata de la misma masa?
- (I) ¿Cuántos átomos hay en una moneda de cobre de 3.4 g?

Temperatura y termómetros

- (I) a) La "temperatura ambiente" con frecuencia se considera como 68°F . ¿A cuánto equivale esto en la escala Celsius? b) La temperatura del filamento en una bombilla de luz es aproximadamente de 1900°C . ¿A cuánto equivale esto en la escala Fahrenheit?
- (I) Entre las temperaturas de aire natural más altas y más bajas registradas en la Tierra están 136°F en el desierto de Libia y -129°F en la Antártida. ¿A cuánto equivalen estas temperaturas en la escala Celsius?
- (I) Un termómetro indica que usted tiene una fiebre de 39.4°C . ¿A cuánto equivale esto en grados Fahrenheit?
- (II) En un termómetro de alcohol en vidrio, la columna de alcohol tiene una longitud de 11.82 cm a 0.0°C y 21.85 cm de longitud a 100.0°C . ¿Cuál es la temperatura si la columna tiene longitud a) de 18.70 cm y b) de 14.60 cm?

- (I) El Super InvarTM, una aleación de hierro y níquel, es un material fuerte con un coeficiente de expansión térmica muy bajo ($0.20 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$). Una mesa de 1.6 m de largo hecha con esta aleación se usa para hacer mediciones sensibles con láser, donde se requieren tolerancias extremadamente altas. ¿Cuánto se expandirá esta mesa de aleación en su longitud, si la temperatura aumenta 5.0°C ? Compare con mesas hechas de acero.

Expansión térmica

- (I) La torre Eiffel (figura 17-19) se construyó con hierro forjado y mide aproximadamente 300 m de alto. Estime cuánto cambia su altura entre enero (temperatura promedio de 2°C) y julio (temperatura promedio de 25°C). Ignore los ángulos de las vigas de hierro y considere la torre como una viga vertical.



FIGURA Problema 7. La torre Eiffel en París.

- (I) Una autopista de concreto se construye con losas de 12 m de largo (20°C). ¿Qué tan anchas deben ser las hendiduras de expansión entre las losas (a 15°C) para evitar el pandeo, si el rango de temperatura va de -30°C a $+50^{\circ}\text{C}$?
- (II) ¿A qué temperatura tendría que calentar una varilla de latón para que sea 1.0% más larga de lo que es a 25°C ?
- (II) La densidad del agua a 4°C es $1.00 \times 10^3 \text{ kg/m}^3$. ¿Cuál es la densidad del agua a 94°C ? Suponga un coeficiente de expansión volumétrica constante.
- (II) A una latitud dada, el agua del océano en la llamada "capa de mezcla" (a una profundidad aproximada de 50 m de la superficie) está aproximadamente a la misma temperatura debido a la acción mezcladora de las olas. Suponga que, por el calentamiento global, la temperatura de la capa de mezcla aumenta de manera uniforme en 0.5°C , mientras que la temperatura de las porciones más profundas del océano permanece sin cambio. Estime la elevación resultante en el nivel del mar. El océano cubre aproximadamente el 70% de la superficie de la Tierra.
- (II) Para hacer un ajuste seguro, con frecuencia se usan remaches que son más grandes que el orificio del remache, de manera que el remache debe enfriarse (por lo general en hielo seco) antes de colocarlo en el orificio. Un remache de acero de 1.872 cm de diámetro se colocará en un orificio de 1.870 cm de diámetro en un metal a 20°C . ¿A qué temperatura se debe enfriar el remache si debe ajustarse en el orificio?

- (II) Una placa rectangular uniforme de longitud ℓ y ancho w tiene un coeficiente de expansión lineal α . Demuestre que, si se desprecian cantidades muy pequeñas, el cambio en el área de la placa debido a un cambio de temperatura ΔT es $\Delta A = 2\alpha w \Delta T$. Véase la figura 17-20.

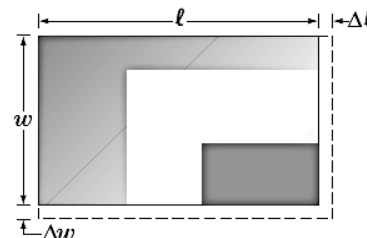


FIGURA Problema 14. Una placa rectangular se calienta.

- (II) Una esfera de aluminio mide 8.75 cm de diámetro. ¿Cuál será su cambio en volumen si se calienta de 30 a 180°C ?

TABLA 17-1 Coeficientes de expansión, cerca de 20°C

Material	Coeficiente de expansión lineal, α (C°) ⁻¹	Coeficiente de expansión volumétrica, γ (C°) ⁻¹
<i>Sólidos</i>		
Aluminio	25×10^{-6}	75×10^{-6}
Latón	19×10^{-6}	56×10^{-6}
Cobre	17×10^{-6}	50×10^{-6}
Oro	14×10^{-6}	42×10^{-6}
Hierro o acero	12×10^{-6}	35×10^{-6}
Plomo	29×10^{-6}	87×10^{-6}
Vidrio (Pyrex®)	3×10^{-6}	9×10^{-6}
Vidrio (ordinario)	9×10^{-6}	27×10^{-6}
Cuarzo	0.4×10^{-6}	1×10^{-6}
Concreto y ladrillo	$\approx 12 \times 10^{-6}$	$\approx 36 \times 10^{-6}$
Mármol	$1.4\text{--}3.5 \times 10^{-6}$	$4\text{--}10 \times 10^{-6}$
<i>Líquidos</i>		
Gasolina		950×10^{-6}
Mercurio		180×10^{-6}
Alcohol etílico		1100×10^{-6}
Glicerina		500×10^{-6}
Agua		210×10^{-6}
<i>Gases</i>		
Aire (y la mayoría de otros gases a presión atmosférica)		3400×10^{-6}

A UNA TEMPERATURA DE 12 ° C , UNA CABLE DE COBRE TIENE UNA LONGITUD DE 200 m . ¿CUÁL SERÁ SU LONGITUD AL AUMENTAR LA TEMPERATURA A 38 ° C?

$$\alpha = 17 \times 10^{-6} \frac{1}{\text{°C}}$$

A UNA TEMPERATURA DE 10 ° C , UNA VARILLA DE HIERRO TIENE UNA LONGITUD DE 5 m . ¿CUÁL SERÁ SU LONGITUD AL AUMENTAR LA TEMPERATURA A 30 ° C?

$$\alpha = 12 \times 10^{-6} \frac{1}{\text{°C}}$$