

La expansión térmica

Julio E. Rodríguez L.
Universidad Nacional de Colombia

La mayoría de los sólidos se expanden cuando se calientan y se contraen cuando se enfrían. El cambio en longitud con la temperatura para un material sólido se expresa como:

$$\frac{l_f - l_0}{l_0} = \alpha(T_f - T_0); \text{ es decir: } \frac{\Delta l}{l_0} = \alpha \Delta T \quad (1)$$

donde l_f es la longitud final, l_0 es la longitud inicial, T_0 es la temperatura inicial y T_f la temperatura final y α es el *Coefficiente de expansión térmica lineal*. Esta es una propiedad del material que es indicativa de la magnitud a la cual un material se expande bajo calentamiento y tiene unidades de temperatura recíproca K^{-1} .

Por supuesto el calentamiento ó el enfriamiento afecta toda las dimensiones de un cuerpo con un cambio en el volumen resultante. Los cambios de volumen con la temperatura se calculan de la siguiente forma:

$$\frac{\Delta V}{V_0} = \alpha_V \Delta T; \text{ es decir: } \frac{V_f - V_0}{V_0} = \alpha_V (T_f - T_0) \quad (2)$$

Donde α_V es el coeficiente volumétrico de expansión térmica.

Desde el punto de vista atómico la expansión térmica se refleja por un incremento en el promedio de la distancia entre los átomos. Este fenómeno se puede entender mejor observando la curva de energía potencial versus espaciamiento interatómico para un material sólido.

La curva es en la forma de un valle de energía potencial y el espaciamiento interatómico de equilibrio a 0^0K r_0 es el mismo fondo del valle. Calentando a temperaturas sucesivamente más altas aumenta la energía vibracional desde E_1 a E_2 y así sucesivamente. La amplitud del promedio vibracional de un átomo corresponde al ancho del valle a cada temperatura y un promedio de la distancia interatómica se representa por la posición media, la cual se incrementa con la temperatura desde r_0 a r_1 , r_2 y así sucesivamente.

La expansión térmica realmente se da porque la curva es asimétrica más que porque aumente la amplitud de energía vibracional. Si la curva de energía potencial fuera simétrica no habría cambio en la separación interatómica y consecuentemente no habría expansión térmica.

Para cada clase de materiales mientras más grande sea la energía de enlace atómico, más profundo y estrecho seria el valle de la curva de energía potencial. Por lo tanto el incremento en la separación interatómica con un aumento dado de la temperatura será más bajo produciendo valores mas pequeños de coeficientes de expansión lineal α .

1. La práctica

Materialice el montaje indicado teniendo en cuenta los siguientes pasos:

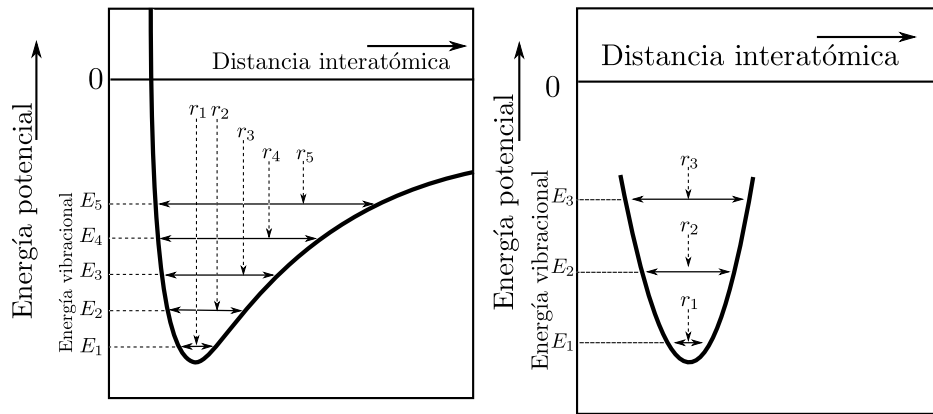


Figura 1: Gráfica de energía potencial versus distancia interatómica, demostrando el incremento en la separación con la temperatura de equilibrio. Con el calentamiento, la separación interatómica se incrementa desde r_0 hasta r_1 , r_2 y así sucesivamente. Para una curva de energía potencial versus distancia interatómica simétrica, no hay incremento en la separación interatómica con la temperatura de equilibrio

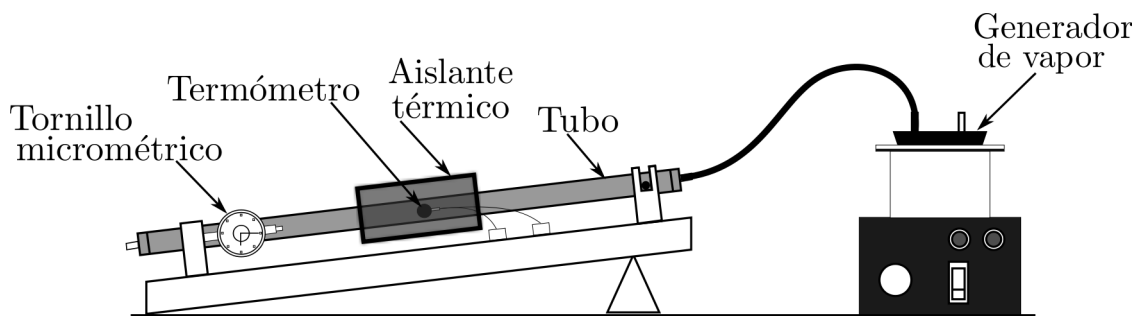


Figura 2: Esquema del sistema experimental utilizado para medir la dilatación lineal.

1. Mida la longitud L del tubo. Desde donde se debe considerar la medida?.
2. Monte el tubo a estudiar (Cu, Al y acero), respectivamente, en la base de expansión. Ajuste suavemente el tornillo que sujeta la clavija del tubo.
3. Ajuste el termistor o el termómetro que vaya a utilizar, asegure el máximo contacto térmico posible entre el termómetro y el sensor de temperatura.
4. Coloque el aislamiento térmico (Cuál será su finalidad?).
5. Determine la temperatura ambiente.
6. Conecte el generador de vapor de agua a uno de los extremos del tubo. Este extremo debe estar más alto que el otro (Cuál es la razón?.), En cuál extremo debe conectarlo y porqué?.
7. Ajuste el cero del tornillo micrométrico. Determine a cuanto equivale una división.

8. Encienda el generador de vapor, teniendo en cuenta que la cantidad de agua sea la adecuada.
9. Cuando el vapor comience afluir registre los datos del tornillo micrométrico y del multímetro. Aquí es importante discutir cual de los siguientes procesos es más aconsejable:
 - Elevar la temperatura e ir tomando los datos de temperatura y longitud.
 - Elevar la temperatura del tubo al máximo valor y luego tomar los datos de longitud en función del tiempo mientras se enfría?.
10. Repita el procedimiento anterior para cada uno de los tubos propuestos.
11. Encuentre el valor de α , a partir de que gráfica puede hacerlo? (L vs T o ΔL vs ΔT).
