

DILATACIÓN LINEAL Y VOLUMÉTRICA

Cuando aumenta la temperatura aumenta el volumen. Este fenómeno es conocido como **expansión térmica** o **dilatación lineal** y desempeña un papel muy importante en muchas aplicaciones.

Lo curioso es que cuando este fenómeno ocurre, después de que la temperatura vuelve a su estado original, todo cuerpo dilatado vuelve a su estado o tamaño inicial.

Cuando un cuerpo aumenta su temperatura, las partículas se mueven con mayor velocidad, por lo tanto, necesitan más espacio para moverse y desplazarse, debido a esto, es que los cuerpos necesitan cambiar su tamaño.

La dilatación lineal es el proceso por el cual los cuerpos aumentan su volumen cuando aumenta su temperatura.

Cuando la temperatura disminuye el volumen del cuerpo también disminuye, este fenómeno es denominado **contracción térmica**.

Estos fenómenos son especialmente importantes a la hora de fabricar determinadas estructuras, por ejemplo, las juntas de expansión térmica deben considerarse en la construcción de edificios, carreteras de concreto y puentes, para compensar cambios de dimensiones causados por variaciones de temperatura.



Sin estas juntas las superficies se torcerían debido a la expansión térmica en días muy calurosos o se agrietarían por la contracción en días muy fríos.

El empalme largo vertical se llena de un material suave que permite que la pared se expanda y contraiga mientras que la temperatura de los ladrillos cambia.

Figura 12. Juntas de expansión térmica utilizadas para separar secciones de pavimento en (a) puentes y (b) paredes.

La expansión térmica total de un objeto es consecuencia del cambio del promedio de separación entre sus átomos y moléculas. Para comprender esta idea, considera la forma en que se comportan los átomos de una sustancia sólida. Estos átomos están sitiados en una posición fija de equilibrio. Si uno de ellos se separa de su posición, una fuerza restauradora lo regresa a ella. Podemos imaginar que los átomos son partículas conectadas por resortes a sus átomos vecinos. Si un átomo es separado de su posición de equilibrio, la distorsión de los resortes produce una fuerza de restauración.

A temperaturas normales los átomos vibran alrededor de sus posiciones de equilibrio con una amplitud (distancia máxima desde el centro de la vibración) de unos 10^{-11} m, con un espaciado entre los átomos de alrededor de 10^{-10} m. A medida que la temperatura de los sólidos aumenta, los átomos vibran con mayor amplitud y la separación media entre ellos aumenta. En consecuencia, el sólido, como un todo, se expande.

Si la expansión térmica de un objeto es suficientemente pequeña en comparación con las dimensiones iniciales del objeto, entonces el cambio en cualquier dimensión es, hasta una buena aproximación, proporcional a la primera potencia del cambio de temperatura.

Supongamos que un objeto tiene una longitud inicial L_0 a lo largo de alguna dirección en una temperatura T_0 . Entonces la longitud aumenta en ΔL durante el cambio de temperatura ΔT . Así para cambios muy pequeños de temperatura:

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

o bien:

$$L - L_0 = \alpha L_0 (T - T_0)$$

Donde L es la longitud final del objeto, T es la temperatura final y la constante de proporcionalidad α se le llama **coeficiente de expansión lineal** de un material dado y tiene unidades de $(^\circ\text{C})^{-1}$.

La siguiente tabla enlista los coeficientes de expansión lineal para algunos materiales. Observa que para estos materiales α es positivo, lo que indica un aumento de longitud con un aumento de temperatura.

La expansión térmica influye en la selección de la cristalería usada en cónicas y de laboratorio. Si un líquido caliente se vierte en un envase frío hecho de vidrio ordinario, el envase puede romperse debido a la tensión térmica.

La superficie interior del vidrio se calienta y se dilata, mientras que la superficie exterior está a la temperatura ambiente y el vidrio ordinario puede no soportar la diferencia en la expansión sin romperse.

El vidrio Pyrex tiene un coeficiente de expansión lineal cerca de un tercio del que tiene el vidrio ordinario, así que las tensiones térmicas son más pequeñas. Las tazas de medida utilizadas en la cocina y los vasos de precipitado del laboratorio se hacen a menudo de Pyrex, así que pueden ser utilizados con líquidos calientes.

Material	Coefficiente de expansión lineal [$(^{\circ}\text{C})^{-1}$]	Material	Coefficiente de expansión volumétrica promedio [$(^{\circ}\text{C})^{-1}$]
Aluminio	24×10^{-6}	Acetona	1.5×10^{-4}
Latón y bronce	19×10^{-6}	Benceno	1.24×10^{-4}
Concreto	12×10^{-6}	Alcohol etílico	1.12×10^{-4}
Cobre	17×10^{-6}	Gasolina	9.6×10^{-4}
Vidrio (ordinario)	9×10^{-6}	Glicerina	4.85×10^{-4}
Vidrio (Pyrex [®])	3.2×10^{-6}	Mercurio	1.82×10^{-4}
Invar (aleación de Ni-Fe)	0.9×10^{-6}	Trementina	9.0×10^{-4}
Plomo	29×10^{-6}	Aire ^a a 0°C	3.67×10^{-3}
Acero	11×10^{-6}	Helio	3.665×10^{-3}

^aLos gases no tienen un valor específico para el coeficiente de expansión de volumen debido a que la cantidad de expansión depende del tipo de proceso mediante el cual se toma el gas. Los valores dados aquí suponen que el gas se somete a una expansión a presión constante.

Tabla 2. Coeficientes de expansión promedio de algunos materiales cerca de la temperatura ambiente.

Los coeficientes de expansión no son constantes, pueden variar un poco con la temperatura, de modo que en realidad estos coeficientes son promedios.

La dilatación volumétrica es el aumento de volumen que sufre un cuerpo al ser calentado. Cuando se trata de un fluido, se habla de un coeficiente de dilatación volumétrica. Por lo tanto, el coeficiente de dilatación volumétrica de un cuerpo es igual al aumento de volumen que experimenta un cm^3 de dicho cuerpo; la temperatura se eleva a un grado centígrado.

De la misma manera que tenemos el aumento para una superficie, tenemos el aumento de volumen de un bloque como consecuencia del aumento de temperatura.

Para el caso de un sólido, empleando el mismo razonamiento que con la dilatación lineal, resulta un valor aproximadamente igual al triple del lineal:

$$\beta = 3\alpha$$

Esta relación puede comprobarse experimentalmente para muchos materiales. No obstante, el coeficiente de dilatación se aplica también a materiales que no son sólidos como líquidos y gases.

Observa el siguiente video donde se explica qué es la dilatación:

https://www.youtube.com/watch?v=GWN2Rn3c_4

Referencias:

Serway, Raymond A.; Vuille, Chris. (2012) Fundamentos de Física. Novena edición. México. CENAGE Learning.

Los Textos De la Escuela. (2021) La Dilatación. YouTube. Recuperado de:
https://www.youtube.com/watch?v=GWN2Rn3c_4