

- Se denomina **dilatación térmica** al aumento de **longitud**, **volumen** o alguna otra dimensión métrica que sufre un cuerpo físico debido al *aumento* de **temperatura** que se provoca en él por cualquier medio. La **contracción térmica** es la disminución de propiedades métricas por disminución de la misma.



**Figura 1.**

Dilatómetro antiguo

Es aquella en la cual predomina la variación en una única dimensión, o sea, en el ancho, largo o altura del cuerpo. El coeficiente de dilatación lineal, designado por  $\alpha_L$ , para una dimensión lineal cualquiera, se puede medir experimentalmente comparando el valor de dicha magnitud antes y después del cambio de temperatura:

$$\alpha_L = \frac{1}{L} \left( \frac{dL}{dT} \right)_P = \left( \frac{d \ln L}{dT} \right)_P \approx \frac{1}{L} \left( \frac{\Delta L}{\Delta T} \right)_P.$$

Donde  $\Delta L$ , es el incremento de su integridad física cuando se aplica un pequeño cambio global y uniforme de temperatura  $\Delta T$  a todo el cuerpo.

El cambio total de longitud de la dimensión lineal que se considere, puede despejarse de la ecuación anterior:

$$L_f = L_0 [1 + \alpha_L (T_f - T_0)]$$

Donde:

$\alpha$  = coeficiente de dilatación lineal [ $^{\circ}\text{C}^{-1}$ ]

$L_0$  = Longitud inicial

$L_f$  = Longitud final

$T_0$  = Temperatura inicial.

$T_f$  = Temperatura final

- El coeficiente de dilatación volumétrico, designado por  $\alpha_V$ , se mide experimentalmente comparando el valor del volumen total de un cuerpo antes y después de cierto cambio de temperatura. Se encuentra que en primera aproximación viene dado por:

$$\beta = \alpha_V \approx \frac{1}{V(T)} \frac{\Delta V(T)}{\Delta T} = \frac{d \ln V(T)}{dT}$$

- Experimentalmente se encuentra que un sólido isótropo tiene un coeficiente de dilatación volumétrico que es aproximadamente tres veces el coeficiente de dilatación lineal.

$$\begin{aligned} \Delta V = V_f - V_0 &= ((1 + \alpha_L \Delta T)L_x \cdot (1 + \alpha_L \Delta T)L_y \cdot (1 + \alpha_L \Delta T)L_z) - L_x L_y L_z = \\ &= (3\alpha_L \Delta T + 3\alpha_L^2 \Delta T^2 + \alpha_L^3 \Delta T^3)(L_x L_y L_z) \approx 3\alpha_L \Delta T V_0 \end{aligned}$$

- Lo que demuestra que  $\alpha_V = 3\alpha_L$

$$\Delta A = \gamma A_0 \Delta T$$

Expansión isotrópica:  $\gamma = 2\alpha$

El conocimiento del **coeficiente de dilatación lineal** adquiere una gran importancia técnica en muchas áreas tanto del diseño industrial como de la construcción de grandes estructuras.

- Montaje de vías de ferrocarril. Neutralización de tensiones

Si la temperatura aumenta mucho la **vía férrea** se desplazaría por efecto de la **dilatación**, deformando completamente el trazado. Para minimizar este efecto, se estira el carril artificialmente mediante gatos hidráulicos, produciendo una dilatación equivalente a la dilatación natural que se produciría por dilatación térmica hasta alcanzar la temperatura media, y se corta el sobrante, para volver a soldarlo. A este proceso se le conoce como **neutralización de tensiones**.



**Figura 2.** El efecto de sobretensión por dilatación térmica de los carriles soldados de las vías del ferrocarril causó 190 descarrilamientos de trenes entre 1998–2002 sólo en los Estados Unidos.

## Dispositivos termostáticos mecánicos.

Antes de la generalización del uso de la electrónica, e incluso actualmente, se emplea una amplia serie de **dispositivos termostáticos** que utilizan esta propiedad de los materiales al calentarse. Pueden citarse los reguladores mecánicos de temperatura de los sistemas de calefacción (con relés con forma de muelle espiral tarados para abrir o cerrar un circuito a la temperatura seleccionada); los reguladores de electrodomésticos tan comunes como los tostadores de pan; los termostatos dispuestos en los motores de los automóviles para evitar su sobrecalentamiento accidental; o los grifos termostáticos, que consiguen equilibrar de forma sencilla y eficiente los caudales de agua fría y agua caliente para conseguir una mezcla a temperatura constante.

# Coeficientes de dilatación lineal

Material	$\alpha$ ( $10^{-6}$ °C <sup>-1</sup> )	Material	$\alpha$ ( $10^{-6}$ °C <sup>-1</sup> )	Material	$\alpha$ ( $10^{-6}$ °C <sup>-1</sup> )	Material	$\alpha$ ( $10^{-6}$ °C <sup>-1</sup> )
Hormigón	8 a 12	Acero	12	Hierro	12	Plata	19
Oro	14	Invar	0,4	Plomo	30	Zinc	30
Aluminio	23	Latón	18	Cobre	17	Vidrio	7 a 9
Cuarzo	0,4	Hielo	51	Diamante	1,2	Grafito	8
Fibra de carbono	-0.8 <sup>3</sup>	Etanol	250	Arseniuro de galio	5.8	Gasolina	317
Vidrio borosilicato	3.3	Vidrio Pyrex	3.2 <sup>4</sup>	Madera de roble	54 <sup>5</sup>	Abeto (radial)	27 <sup>6</sup>
Abeto (tang.)	45 <sup>6</sup>	Abeto (long.)	3.5 <sup>6</sup>	PP	150	PVC	52
Zafiro	5.3 <sup>7</sup>	Carburo de silicio	2.77 <sup>8</sup>	Silicona	2.56 <sup>9</sup>	Acero inoxidable	10.1 ~ 17.3

# Coeficientes de dilatación volumétrica

Material	$\alpha$ ( $10^{-6}$ °C <sup>-1</sup> )	Material	$\alpha$ ( $10^{-6}$ °C <sup>-1</sup> )	Material	$\alpha$ ( $10^{-6}$ °C <sup>-1</sup> )	Material	$\alpha$ ( $10^{-6}$ °C <sup>-1</sup> )
Aluminio	69	Bronce	57	Hormigón	36	Cobre	51
Diamante	3	Etanol	750 <sup>11</sup>	Arseniuro de galio	17.4	Gasolina	950 <sup>12</sup>
Vidrio	25.5	Vidrio borosilicatado	9.9	Glicerina	485 <sup>4</sup>	Oro	42
Helio	36.65 <sup>4</sup>	Fosforo de indio	13.8	Invar	3.6	Hierro	33.3
Plomo	87	Magnesio	78	Mercurio	182 <sup>4</sup> 13	Molibdeno	14.4
Níquel	39	Abeto Douglas	75	Platino	27	PP	450
PVC	156	Cuarzo	1	Carburo de silicio	8.31	Silicona	9
Plata	54	Sitall	0±0.45	Acero inoxidable	51.9	Acero	33.0 ~ 39.0
Titanio	26 <sup>14</sup>	Tungsteno	13.5	Trementina	90 <sup>4</sup>	Agua	207 <sup>13</sup>

1. Los rieles de una vía de tren de acero, tienen 1500 m de longitud . ¿Qué longitud tendrá cuando la temperatura aumente de 24°C a 45°C?

Sol:  $L_f = L_0 [1 + \alpha_L (T_f - T_0)]$  ,  $L_0 = 1500 \text{ m}$ ,  $(T_f - T_0) = 21 \text{ }^\circ\text{C}$ ,  $\alpha_L = 11 \times 10^{-6} \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$ ,

$L_f = 1500.35 \text{ m}$ .

2. En un experimento en laboratorio los ingenieros quieren saber la temperatura en la que un cuerpo de plomo alcanza los 25.43 m de longitud, cuando inicialmente se mantiene 25.34 m a una temperatura de 26°C

R: 148.4772°C

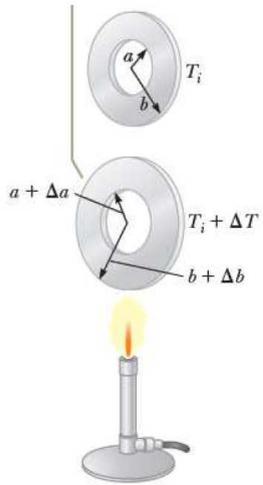
1- Un frasco de vidrio cuyo volumen es  $1000\text{cm}^3$  a  $0\text{ }^\circ\text{C}$ , está lleno de mercurio a tal temperatura. Cuando el conjunto se calienta hasta  $100\text{ }^\circ\text{C}$ , se derraman  $15\text{cm}^3$  de mercurio. Cuál fue la dilatación real del mercurio? Cuál fue la dilatación real del frasco? Cuál es el valor de  $\alpha$ , para el vidrio del cual está hecho el frasco?

$$\Delta V_{\text{Hg}} = \beta_{\text{Hg}} V_0 \Delta T = 18\text{cm}^3$$

$$\Delta V_{\text{Hg}} - \Delta V_{\text{frasco}} = 15\text{cm}^3 \rightarrow \Delta V_{\text{frasco}} = 3\text{cm}^3$$

$$\Delta V_{\text{frasco}} = \beta_{\text{frasco}} V_0 \Delta T \rightarrow \alpha_{\text{frasco}} = 10^{-5}(\text{ }^\circ\text{C})^{-1}$$

2-



**Figura 3.**

Cómo cambia el área al interior del anillo?