



Dilatación Lineal en una Varilla Delgada

I. Objetivos

- Comprobar la dilatación de los cuerpos al aumentar la temperatura.
- Determinar el valor del coeficiente de dilatación lineal para diferentes metales y comparar los resultados con valores conocidos.
- Observar que el coeficiente de dilatación lineal depende del tipo de metal.

II. Problema

Tres varillas de metales distintos son calentadas por medio de un generador de vapor (ver Figura 1). Al calentarse, las varillas se expanden en todas direcciones, siendo sólo apreciable la variación de la longitud de las barras. Con base a las mediciones de longitud inicial, diferencia de longitud y temperaturas inicial y final de las varillas, determine el coeficiente de expansión lineal asociado a cada una de las barras. Luego compare el resultado con los valores teóricos según la bibliografía consultada.

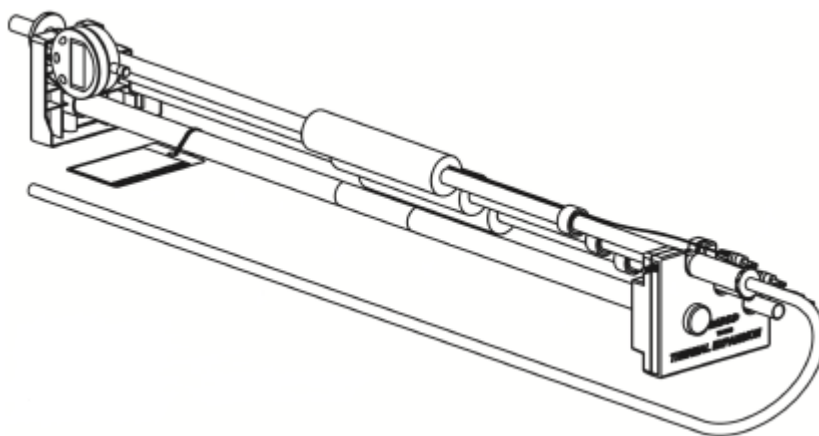


Figura 1: Ilustración del montaje experimental

III. Marco Teórico

La expansión térmica es un proceso en el cual un material aumenta sus dimensiones debido a un cambio en su temperatura. La expansión térmica se puede clasificar en: la expansión lineal, la expansión superficial y la expansión volumétrica.

La expansión lineal ocurre cuando una dimensión predomina sobre las otras dos. Ejemplos de esto son los alambres, tubos y varillas. En estos casos, el material tiende a alargarse o contraerse principalmente en una dirección. La expansión lineal se expresa como:

$$\Delta L = \alpha L_0 \Delta T \quad (1)$$

La expansión superficial, al igual que la expansión lineal, se aplica cuando dos de sus dimensiones son predominantes en comparación con la dimensión restante. Esta expansión se utiliza comúnmente en aplicaciones como losas, cerámicas, calles, entre otros. La expansión superficial se expresa como:

$$\Delta A = \gamma A_0 \Delta T \quad (2)$$

La expansión volumétrica, por otro lado, se presenta en líquidos y gases, donde el aumento de temperatura provoca un incremento en el volumen de la sustancia en todas las direcciones. La expansión lineal se expresa como:

$$\Delta V = \beta V_0 \Delta T \quad (3)$$

Técnicamente todos los materiales presentan una expansión volumétrica. Sin embargo, se considera la expansión lineal en los casos en que la expansión del material es mucho más predominante en una de sus dimensiones y la expansión en el resto de las dimensiones puede ser ignorado. De manera similar, se considera el caso de la expansión superficial, en los casos que la expansión del material es mucho más predominante en dos de las direcciones.

En las ecuaciones (1), (2) y (3) se puede observar el siguiente patrón: el cambio en la longitud, área o volumen, es directamente proporcional a:

- Las dimensiones iniciales (longitud, área, volumen)
- El cambio en la temperatura
- Una constante de proporcionalidad: α , γ o β , que corresponde a los coeficientes de expansión: lineal, superficial y volumétrica, respectivamente. Estos coeficientes son específicos del material, lo que significa que varían de un material a otro.

El fabricante, del equipo de laboratorio usado en la práctica, reporta los siguientes valores teóricos para el material de los tubos:

Material	$\alpha_L (\times 10^{-6} \text{ } 1/^{\circ}\text{C})$
Aluminio	23.6
Latón	20.3
Cobre	17.0

Tabla 1: Valores aceptados para el coeficiente de dilatación lineal.

IV. Montaje Experimental

Materiales y Equipo

- Indicador digital de medición (micrómetro).
- Varillas de metal (aluminio, cobre y latón).
- Tubería de goma.
- Guantes de protección.
- Soporte.
- Cable auxiliar.
- Esponja aislante.
- Generador de vapor.
- Multímetro.
- Estrangulador de plástico.
- Cinta métrica.

V. Procedimiento Experimental

Para cada varilla realice el siguiente procedimiento:

1. Mida la longitud inicial L_0 de la varilla metálica desde el borde interior del disco circular grande en un extremo hasta el borde interior del disco circular pequeño en el otro extremo (como se observa en la Figura 2). Anote el dato medido en la Tabla 2.

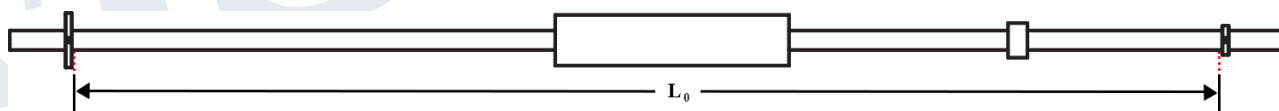


Figura 2: Ilustración de la medición en el paso 1.

2. Monte la varilla metálica en el marco como se muestra en la Figura 3. El disco circular pequeño de la varilla encaja en una ranura en el extremo alto del marco. El disco circular grande de la varilla presiona contra la punta del brazo del indicador digital.

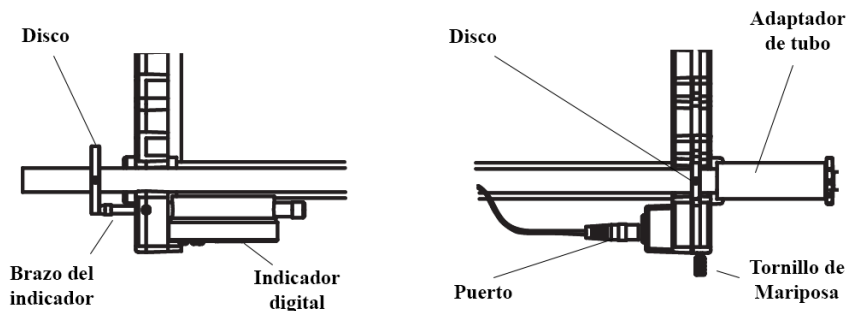


Figura 3: Ilustración de la colocación del tubo en el paso 2.

3. Gire la varilla de metal para que el cable auxiliar del termistor esté abajo y el aislamiento de espuma en la parte superior. Conecte el cable auxiliar del termistor al puerto que esté en el extremo alto del marco (ver Figura 3).

4. Apriete el tornillo de mariposa, que está en el extremo alto del marco, contra la varilla hasta que ya no se pueda mover.
5. Conecte las puntas de prueba del multímetro en los conectores tipo banana en el extremo alto del marco, debajo del cable auxiliar. Coloque la perilla del multímetro en la escala celcius.
6. Mida la temperatura ambiente T_o y anote el valor en la Tabla 2.
7. Conecte el adaptador de tubo (de goma), al extremo de la varilla metálica y colóquelo en el extremo mas alejado del indicador digital. Conecte el otro extremo del tubo de goma al generador de vapor.
8. Coloque un recipiente debajo del otro extremo de la varilla metálica para recoger el agua que se condensa.
9. Presione el botón ON/OFF en el indicador digital para encenderlo. Presione el botón ZERO para establecer la lectura inicial en cero. A medida que la varilla se expande, la punta del brazo del indicador digital permanecerá en contacto con el disco circular grande de la varilla.
10. Encienda el generador de vapor, y coloque la perilla al máximo. Cuando el vapor comienza a fluir por la manguera, conéctela a la varilla. Observe la pantalla digital del micrómetro y la lectura de temperatura del multímetro. Cuando la temperatura se estabilice, registre esta temperatura T_f en la Tabla 2. También anote el valor de la expansión de la longitud del varilla ΔL .

VI. Tablas de Datos

Tubo	$L_o(\text{cm})$	$\Delta L(\text{mm})$	$T_o(^{\circ}\text{C})$	$\Delta T_o(^{\circ}\text{C})$	$T_f(^{\circ}\text{C})$	$\Delta T_f(^{\circ}\text{C})$
1						
2						
3						

Tabla 2: Tabla de Datos

$$\Delta L_0 = 0.1\text{cm}$$

$$\delta(\Delta L) = 0.01 \text{ (mm)}$$

$$\Delta T_{o,f} = T_{o,f} * 0.03(^{\circ}\text{C})$$

VII. Tratamientos de datos experimentales

1. Calcule el error (ΔT_o) de la temperatura inicial, calculando el 3 % del valor medido (T_o) en el procedimiento experimental. Registre en la Tabla 2

Tubo 1

Tubo 2

Tubo 3

2. Calcule el error (ΔT_f) de la temperatura final, calculando el 3 % del valor medido (T_f) en el procedimiento experimental. Registre en la Tabla 2

Tubo 1

Tubo 2

Tubo 3

3. Calcule el coeficiente de dilatación lineal mediante:

$$\alpha = \frac{\Delta L}{L_o \Delta T} = \frac{\Delta L}{L_o (T_f - T_o)} \quad (4)$$

Tubo 1

Tubo 2

Tubo 3

4. Calcule el error del coeficiente de dilatación lineal mediante:

$$\Delta\alpha = \alpha \sqrt{\left(\frac{\delta(\Delta L)}{\Delta L}\right)^2 + \left(\frac{\Delta L_o}{L_0}\right)^2 + \left(\frac{\Delta T_f + \Delta T_o}{T_f - T_o}\right)^2} \quad (5)$$

Tubo 1

Tubo 2

Tubo 3

5. Exprese el valor medido del coeficiente de expansión lineal correctamente

Tubo 1

Tubo 2

Tubo 3

VIII. Análisis de Resultados

- a) ¿De qué material está hecho cada tubo según los resultados experimentales? Explique.

- b) ¿Cuál es el porcentaje de precisión para cada medida de α ? Recuerde que la precisión se calcula mediante:

$$\frac{|V_{Teorico} - V_{Experimental}|}{V_{Teorico}} * 100$$

- c) ¿Qué medida directa introdujo más error en el cálculo de α ? ¿Existe algún modo de disminuirlo?

IX. Conclusiones

- ¿Por qué se puede inferir que α es una constante que depende del material?
- ¿Pudo verificar que los materiales de los tubos con que trabajó en la práctica son: aluminio, cobre y latón?
- ¿Cómo puedo comprobar que los cuerpos se expanden cuando aumentan su temperatura?