

Dilatación térmica de sólidos

Medición con el equipo STM

Objetivos del experimento

- Observación de la dilatación térmica lineal en el aluminio y el hierro
- Estimación y comparación de los coeficientes de dilatación de ambos materiales

Fundamentos

El largo s de un sólido es función lineal de su temperatura ϑ :

$$s = s_0 \cdot (1 + \alpha \cdot \vartheta) \quad (I)$$

s_0 : largo a 0°C , ϑ : temperatura en $^\circ\text{C}$

El coeficiente de dilatación lineal α está determinado por el material del sólido.

En el experimento se realizan mediciones sobre un tubo delgado de metal por el cual se hace correr vapor de agua. En base a la variación de longitud Δs debida a la diferencia entre la temperatura ambiente ϑ_1 y la temperatura del vapor

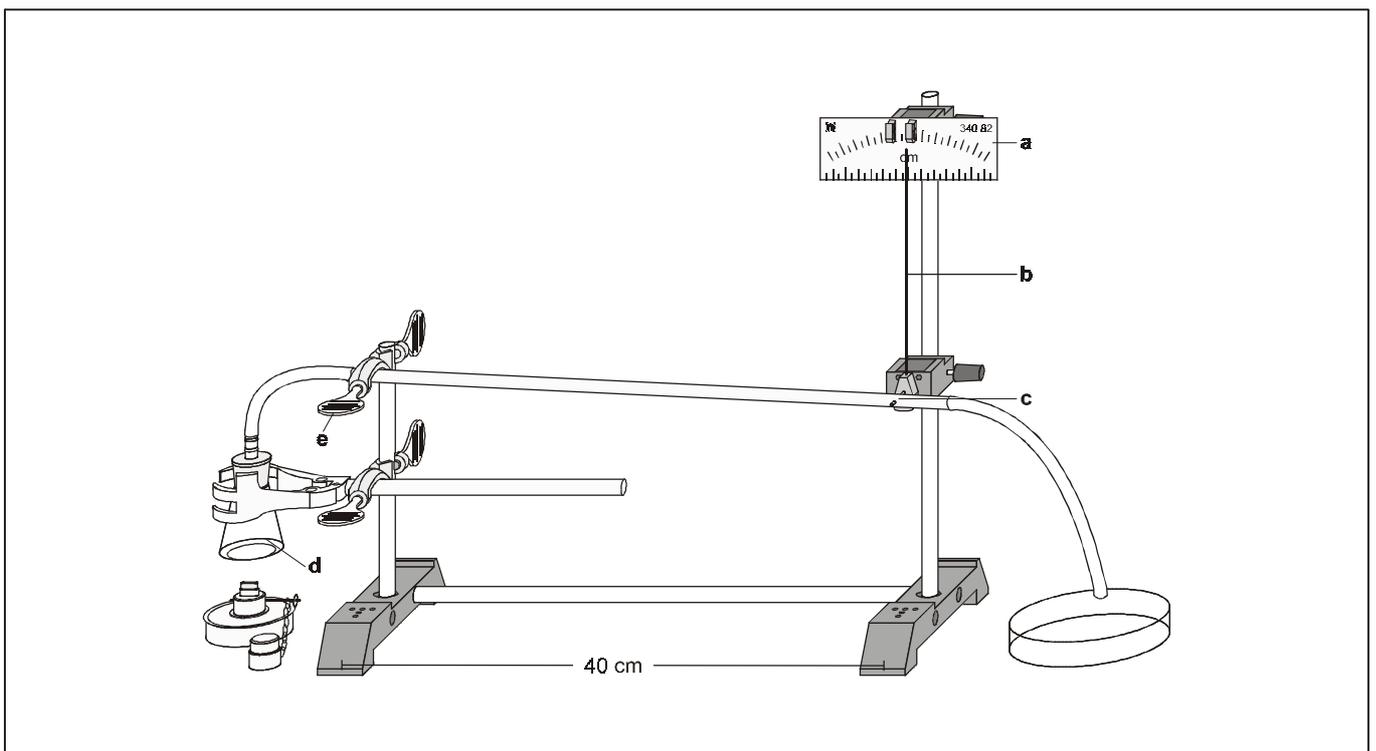
ϑ_2 , y a la longitud del tubo a temperatura ambiente s_1 puede calcularse con buena aproximación según

$$\alpha = \frac{\Delta s}{s_1} \cdot \frac{1}{\vartheta_2 - \vartheta_1} \quad (II).$$

La variación de longitud Δs es amplificada y mostrada por un fiel giratorio. Se obtiene en base a la deflexión Δx del fiel giratorio según

$$\Delta s = \frac{\Delta x}{40} \quad (III).$$

Fig. 1 Montaje del experimento para determinar la dilatación térmica lineal en sólidos



Materiales

1 escala doble	340 82
2 horquillas de retención para enchufar	314 04
1 fiel para dilatación lineal	381 331
1 tubo de Al, l = 44 cm, Ø = 8 mm	381 332
1 tubo de Fe, l = 44 cm, Ø = 8 mm	381 333
2 bases de soporte MF	301 21
2 mordazas	301 25
1 varilla de soporte, 25 cm, Ø 10 mm	301 26
2 varilla de soporte, 50 cm, Ø 10 mm	301 27
2 mordazas dobles	301 09
1 pinza universal, 0 ... 80 mm Ø	666 555
1 cápsula de Petri, 100 × 20 mm	664 183
1 matraz Erlenmeyer, 50 ml, cuello angosto	664 248
1 tapón con orificio	200 69 304
1 junta, 6 - 8 mm Ø	665 226
1 manguera de silicona, Ø 7 × 1,5 mm, 1 m	667 194
1 mechero metálico de alcohol	303 22
1 cinta métrica 1,5 m/1 mm	311 78

Realización

Indicación:

Durante el experimento saldrá expulsado vapor de agua caliente del tubo de metal. Incluso luego del experimento puede también llegar a salir agua condensada caliente. Hay peligro de sufrir quemaduras.

- Determinar la temperatura ambiente y anotarla.
- Sujetar el tubo de aluminio del lado izquierdo y, eventualmente, ajustar la posición del fiel sobre el cero.
- Determinar la longitud s_1 del tubo, esto es, medir con la cinta métrica la distancia entre el punto de sujeción y el orificio transversal para el fiel.
- Encender el mechero de alcohol y poner a hervir el agua.
- Hacer hervir el agua hasta que el fiel deje de moverse.
- Determinar la variación de longitud Δs de acuerdo a (III) en base a la deflexión Δx del fiel y anotar.
- Apagar el mechero de alcohol y dejar enfriar el dispositivo.
- Reemplazar el tubo de aluminio por el de hierro, verter agua y corregir la posición del fiel sobre el cero.
- Repetir la medición con el tubo de hierro y anotar tanto la longitud del tubo s_1 como su variación Δs .

Ejemplo de medición

temperatura ambiente: $\vartheta_1 = 21 \text{ }^\circ\text{C}$

temperatura del vapor: $\vartheta_2 = 100 \text{ }^\circ\text{C}$

diferencia: $\Delta\vartheta = 79 \text{ K}$

Tabla 1: longitud inicial s_1 y variación de longitud Δs de los tubos de metal

Material	$\frac{s_1}{\text{mm}}$	$\frac{\Delta s}{\text{mm}}$
Al	400	0,70
Fe (acero)	400	0,35

Análisis

La tabla 2 contiene los valores del coeficiente de dilatación lineal α , calculados con la ecuación (II). Además se dan los correspondientes valores de tabla para comparar.

Tabla 2:

Material	α (medición)	α (de tabla)
Al	$2,2 \cdot 10^{-5} \text{ K}^{-1}$	$2,38 \cdot 10^{-5} \text{ K}^{-1}$
Fe (acero)	$1,1 \cdot 10^{-5} \text{ K}^{-1}$	$1,2 \cdot 10^{-5} \text{ K}^{-1}$

Resultado

Los materiales sólidos se dilatan (en general) al aumentar la temperatura. A igual variación de temperatura $\Delta\vartheta$, el aluminio se dilata aproximadamente el doble de lo que se dilata el hierro (acero).

Montaje

El montaje del experimento se muestra en la figura 1.

- Sujetar la escala doble **(a)** con dos horquillas de retención en la mordaza superior de la varilla de soporte de la derecha.
- Ubicar el fiel **(b)** dentro del orificio inferior de la mordaza de abajo.
- Hacer pasar por los orificios transversales **(c)** del tubo de aluminio el pequeño perno del fiel y sujetar con cuidado el otro extremo del tubo en la mordaza doble **(e)** de la varilla de soporte de la izquierda; subir previamente un poco la mordaza doble de manera de crear un suave declive para que el agua condensada pueda drenar por el tubo de metal, y disponer las bases de soporte, la mordaza doble y la mordaza de forma que el tubo no se doble al ser sujetado.
- Ubicar el fiel en el cero de la escala.
- Verter 20 ml de agua en el matraz Erlenmeyer **(d)**, cerrarlo con el tapón, introducir por el tapón un tramo de manguera de silicona de unos 12 cm y unirla al tubo de aluminio.
- Con la pinza universal, sujetar el matraz Erlenmeyer sobre el mechero de alcohol.
- Conectar un tramo de manguera de silicona de 25 cm al extremo derecho del tubo y ubicar debajo la cápsula de Petri.