

Equivalente mecánico del calor

1. Objetivo de la práctica

El objetivo de la práctica es utilizar la equivalencia entre calor Q y trabajo W (en ausencia de variación de energía interna) para la determinación del calor específico de un cuerpo sólido.

La energía mecánica se transforma totalmente, debido a la fricción, en calor. En el experimento, se hace girar un cilindro metálico, calentándolo con una cinta de fricción tensa de material plástico.

2. Descripción e instalación

El aparato está compuesto de una placa base con apoyo giratorio con atornillamientos para el cilindro de fricción y la manivela, así como un estribo de sujeción para la cinta de fricción. El montaje de la práctica se muestra en la fig. 1

En la preparación previa, los pasos a seguir son:

- Se cuelga el dinamómetro en el estribo de sujeción.
- Se fija la cinta de fricción en el dinamómetro y se enrolla el cilindro de fricción con la cinta dos veces y media, de forma que se descargue la fuerza mostrada en el dinamómetro al girar la manivela hacia la derecha.
- Se sujeta un peso en el extremo inferior de la cinta de fricción.
- Se llena el orificio del cilindro de fricción con pasta conductora de calor y se introduce el termómetro en el orificio, sujetándolo con la fijación en ángulo. Hay que procurar que el orificio del cilindro y el termómetro queden perfectamente alineados. De otro modo, el termómetro

podría romperse al moverse o inclinarse la instalación.

3. Ejecución y evaluación

En el montaje se colocará uno de los siguientes cilindros:

1. Un cilindro de latón (aleación de cobre y zinc) de masa $m = 0,64$ kg.
2. Un cilindro de latón de masa $m = 1,28$ kg.
3. Un cilindro de aluminio de masa $m = 0,39$ kg.

En los tres casos el radio del cilindro es $r = 2,25$ cm. Para los dos cilindros de latón se utilizará la pesa de 5 kg (peso $F_G = 49$ N) y el dinamómetro de 100 N, mientras que para el cilindro de aluminio se utilizará la pesa de 1 kg (peso $F_G = 9,8$ N) y el dinamómetro de 10 N (al objeto de evitar la fuerte abrasión en el cilindro).

Se mide la temperatura inicial T_1 del cilindro (representada por la línea horizontal T_1 de la fig. 3). A continuación, se efectúan n vueltas (por ejemplo, $n = 200$) con la manivela, procurando que sean lo más uniformes posibles. Al mismo tiempo se observa la fuerza F_D que actúa sobre el muelle del dinamómetro. La diferencia entre el peso F_G y la tensión F_D proporciona el valor de la fuerza de fricción F_R (véase la fig. 2), es decir,

$$F_R = F_G - F_D. \quad (1)$$

El trabajo de fricción es entonces igual a la fuerza de fricción multiplicada por el desplazamiento total:

$$W = F_R 2\pi r n. \quad (2)$$

Inmediatamente después de realizar las n vueltas, se



Figura 1: Montaje experimental.

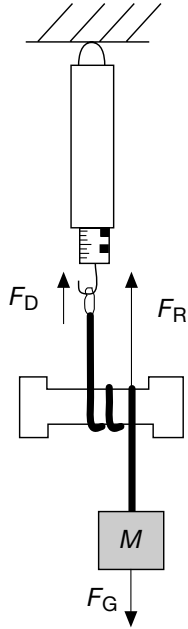


Figura 2: Equilibrio de fuerzas cuando se gira el cilindro de fricción.

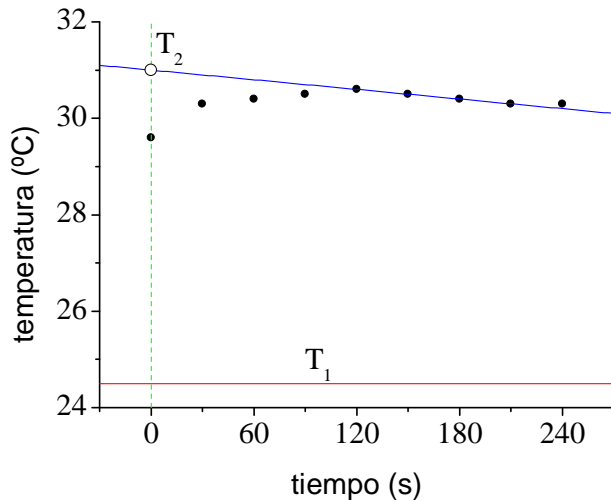


Figura 3: Ejemplo de diagrama temperatura–tiempo.

pone el cronómetro a cero y se mide la temperatura a $t = 0, 30 \text{ s}, 60 \text{ s}, \dots, 240 \text{ s}$, es decir, a intervalos de 30 s durante 4 minutos. Es de esperar que la temperatura siga aumentando ligeramente (debido a la inercia térmica del termómetro), alcance un máximo y luego disminuya lentamente. Los puntos a la derecha de T_1 en la fig. 3 representan los valores medidos de la temperatura frente al tiempo en un ejemplo ficticio. En cada experimento se realizará una gráfica similar. La temperatura real T_2 del cilindro alcanzada después de la realización del trabajo de fricción se obtendrá extrapolando linealmente la zona de disminución de temperatura hasta cortar la vertical correspondiente al instante $t = 0$.

La diferencia $\Delta T = T_2 - T_1$ es el aumento de temperatura experimentado por el cilindro debido a la conversión del trabajo de fricción en calor:

$$W = Q = C\Delta T, \quad (3)$$

donde C es la capacidad calorífica total de los cuerpos calentados, es decir, el cilindro, la cinta de fricción y el termómetro: $C = C_{\text{cilindro}} + C_{\text{cinta}} + C_{\text{termómetro}}$. Las capacidades caloríficas de la cinta y del termómetro pueden estimarse como $C_{\text{cinta}} \simeq C_{\text{termómetro}} \simeq 4 \text{ J/K}$, de modo que

$$C_{\text{cilindro}} = \frac{W}{\Delta T} - 8 \text{ J/K}. \quad (4)$$

Conocida la masa m del cilindro, el calor específico c del material se determina a partir de

$$c = \frac{C_{\text{cilindro}}}{m}. \quad (5)$$

La determinación del calor específico c debe realizarse para los tres cilindros.