

Conductividad térmica

Julio E. Rodríguez L.

Universidad Nacional de Colombia

El calor puede ser transferido de un punto a otro mediante tres procesos diferentes: Conducción, convección y radiación. En la conducción, el calor se transfiere a través de un medio material y no se presenta transporte de materia durante el proceso.

En un sólido existen dos agentes los cuales pueden transportar energía térmica, estos son los portadores de carga (electrones) y las vibraciones de la red (fonones) de tal manera que la conductividad térmica total puede ser expresada como: $\kappa = \kappa_e + \kappa_f$, donde κ_e y κ_f son las contribuciones electrónicas y fonónicas a la conductividad térmica total. Lo anterior explica la existencia de materiales aislantes eléctricos con altos valores de conductividad térmica y la elevada conductividad térmica de los buenos conductores eléctricos. (de ejemplos de estos dos casos).

La tasa a la cual se transfiere el calor a través del material es $\frac{dQ}{dt}$ y se denomina flujo de calor. Este flujo térmico está descrito por la ley de Fourier, la cual describe la conducción de calor en un régimen estacionario unidimensional. Según esta, el flujo térmico es proporcional al área transversal a la dirección del flujo (A), a la diferencia de temperatura entre ambos lados del material (ΔT), e inversamente proporcional a la distancia recorrida desde el lugar a mayor temperatura (h), es decir:

$$\frac{dQ}{dt} = \frac{\kappa A \Delta T}{h} \quad (1)$$

La constante de proporcionalidad κ se llama conductividad térmica, siendo sus unidades en el *SI* $Wm^{-1}K^{-1}$. La conductividad térmica expresa la capacidad de un material dado para conducir calor y es una propiedad inherente a cada material.

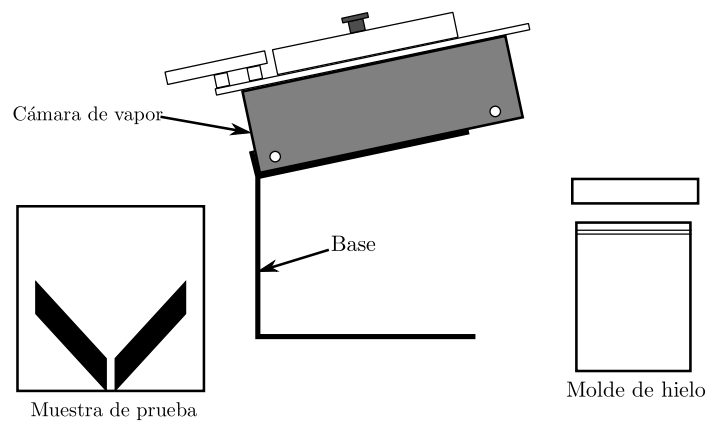
Para obtener el valor de la conductividad térmica lo único que se necesita es hallar la expresión que nos permita determinar la rata de transferencia de calor, medir la diferencia de temperatura y conocer la geometría de la muestra.

Como la experiencia a realizar, se basa en fundir un bloque de hielo dispuesto sobre el material a estudiar entonces vamos a medir Q (calor absorbido por el hielo) sabiendo que se necesitan 80 calorías para fundir un gramo de hielo, lo cual se expresa de la siguiente manera: $\Delta Q = mL_f$.

Encuentre una expresión para la conductividad térmica en función de la masa de hielo fundido, L_f , T , t y la geometría de la muestra.

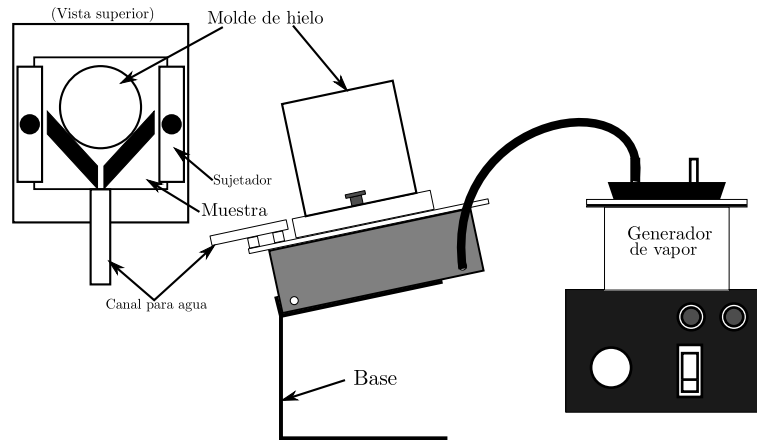
Donde Δt es el tiempo que tarda en fundirse la masa m del hielo y h es el espesor del material, A es el área efectiva a través de la cual se da la transferencia de calor y ΔT la diferencia de temperatura entre ambos lados del material.

1. Desarrollo experimental



El equipo a utilizar consta de las siguientes partes:

- Una base.
- Una cámara de vapor,
- Un generador de vapor
- Un molde de hielo
- Una serie de placas de distinto material para estudiar su conductividad térmica.



La cámara de vapor se coloca sobre la base y se conecta al generador de vapor. La cámara tiene una abertura en la parte superior donde se coloca el material a estudiar (muestra). Por último se coloca el molde de hielo destapado con la boca hacia abajo sobre el material (ver la figura).

Al encender el generador de vapor, este vapor circulará a través de la cámara y como consecuencia de ello, se generará entonces un diferencia de temperatura a través del material en estudio (determinéla). El calor fluirá desde la región de temperatura mayor (cámara de vapor) a la región de temperatura menor (bloque de hielo) atravesando el material. El calor transferido al hielo será utilizado para fundirlo. Entonces una buena forma de determinar el calor transferido es recolectar y medir la masa de hielo fundido.

Una vez armado todo el dispositivo experimental se puede comenzar la experiencia, para ello se debe:

- Primero medir el área efectiva de intercambio de calor.
- El grosor del material en estudio (h).

El experimento consiste simplemente en hallar el tiempo Δt en el cual se funde una masa m de hielo. Es importante no comenzar la adquisición de datos antes de que el hielo comience a fundirse. Al final de la experiencia se obtienen entonces los valores de m , Δt , $\Delta m/\Delta t$.

La única transferencia de calor no es desde la cámara al bloque de hielo, sino que el entorno al estar a una temperatura mayor que la del hielo también cede calor y por tanto contribuye a su fundición. Como puede entonces determinar esta cantidad de calor?.

Determine la conductividad de cada una de las muestras ofrecidas y compárela con los valores existentes.

La difusividad térmica es un parámetro que indica que tan rápido fluye el calor en un determinado material, está dada por la expresión:

$$\alpha = \frac{\kappa}{\rho c} \quad (2)$$

donde: κ , ρ y c son la conductividad térmica, la densidad y el calor específico, respectivamente. La difusividad térmica tiene unidades de área/tiempo, en el SI es m^2/s , es decir es una velocidad (que tan rápido de barre un área).

Busque los valores típicos para la densidad y el calor específico para cada material medido y determine su difusividad, compare estos valores con los esperados y con la de otros materiales como los metales y así sacar sus conclusiones.

Valores esperados para la conductividad térmica:

Material	$\kappa(Wm/m^2K)$
Baquelita	0.047
Madera (pino)	0.11-0.14
Acrílico	0.19
Yeso	0.43
Vidrio	0.72-0.86