

# Conductividad Térmica

Andrés David Rojas Lozano, Andrés Esteban Leal Buitrago, y Gabriel Sandoval Velásquez

Universidad Nacional de Colombia

{ androjaslo, aealealb, gfsandovalv }@unal.edu.co

11 de noviembre de 2022

## Resumen

En el presente se determina el coeficiente de conductividad  $\alpha$  de muestras de diferentes materiales, a saber, acrílico, triplex (pino), vidrio, yeso y MDF. Se obtienen errores porcentuales mayores a 9 %, puntualmente, en el caso del yeso y el MDF, se obtienen errores mayores al 80 %. Se discuten las posibles fallas en el presente en la sección de conclusiones.

## 1. Introducción

El flujo de calor se define como la variación de calor por unidad de tiempo. La ley de Fourier relaciona el flujo de calor a través de un material con el área a través de la cual fluye el calor, la distancia a través de la cual fluye y la diferencia de temperaturas entre las caras del material. La relación está dada por una constante de proporcionalidad  $\kappa$  llamada *conductividad térmica*.

El propósito del presente es determinar esta constante para diferentes muestras. Para esto, se impone una diferencia de temperaturas en las caras opuestas de cada muestra usando una cámara conectada a una fuente de vapor y un bloque de hielo. Esta constante queda determinada si se conoce la tasa a la cual se funde el hielo y la geometría de la muestra.

## 2. Marco teórico

La ley de Fourier, para una muestra de geometría rectangular, calcula la tasa a la que el calor transita por un material dada una diferencia de temperatura entre dos caras opuestas de la muestra

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

Juntando esta ecuación con la cantidad de calor que se requiere para fundir el hielo,  $\Delta Q = \Delta m L_{\text{fusión}}$ , se obtiene una relación para la constante de proporcionalidad  $\kappa$  en función de la geometría de la muestra, la tasa a la que se derrite el hielo, y la diferencia de temperatura aplicada,

$$\kappa = \rho_{\text{agua}} \dot{V} L_{\text{fusión}} \frac{h}{A \Delta T} \quad (2)$$

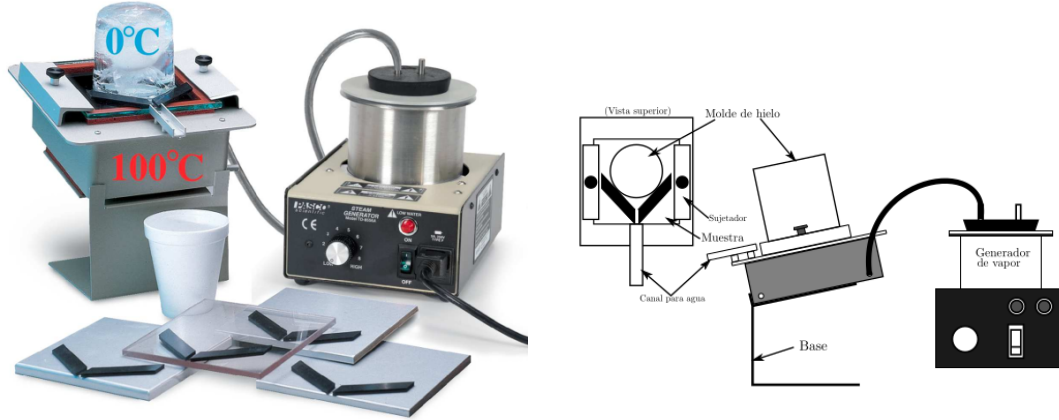
Donde  $\dot{V} = \frac{\Delta V}{\Delta t} \text{ cm}^3 \text{ s}^{-1}$ ,  $L_{\text{fusión}} = 79,71 \text{ cal}_{(4^\circ\text{C})} \text{ g}^{-1}$ ;  $h$  y  $A$  son el grosor y el área efectiva a través de la cual fluye el calor, y  $\Delta T = 100^\circ\text{C}$  es la diferencia de temperatura que se impone.

## 3. Descripción experimental

El montaje consiste en una cámara que tiene una abertura sobre la cual se coloca la muestra en forma de placa, sobre esta se coloca un bloque de hielo ???. En primer lugar, se mide qué tan rápido se funde el hielo debido al intercambio de calor con el medio ambiente, luego de tener esta tasa, se procede a conectar la cámara a la fuente de vapor, y luego de que se satura, se mide la tasa de fusión del hielo debido a la diferencia de temperatura.

El equipo a utilizar consta de las siguientes partes [1]:

- base



(a) Montaje usado. Tomado de [1]

(b) Vista lateral esquemática del montaje.

Figura 1: Foto y esquema del montaje. Tomado de [1]

- cámara de vapor,
- generador de vapor
- molde de hielo
- Muestras de diferentes materiales.

## 4. Resultados y análisis

Los datos que se recopilieron para cada muestra y para la interacción con el medio ambiente se muestran en la figura 2 junto con la respectiva linealización.

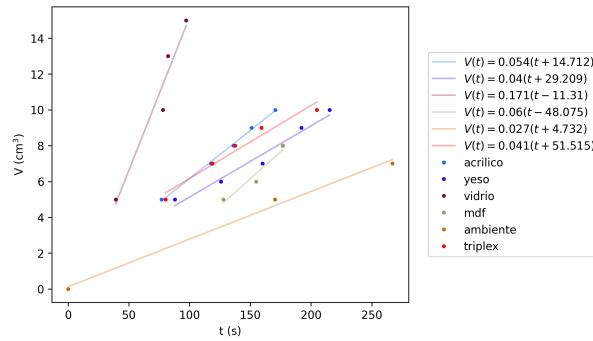


Figura 2: Volumen de hielo fundido como función del tiempo

La pendiente que corresponde al intercambio con el medio ambiente, es restada de todas las otras pendientes, de modo que solo se tiene en cuenta la contribución dada por el intercambio de calor con la cámara. El resumen de datos de estas linealizaciones se muestra en la siguiente tabla

Material	$\dot{V}(\text{cm}^3 \text{s}^{-1})$	$R^2$
Acrílico	0,027	0,997
Yeso	0,013	0,968
Vidrio	0,145	0,949
MDF	0,034	0,938
Triplex	0,014	0,959

Tabla 1: Resumen de linealización

Usando los datos de la tabla 1 y la ecuación (2) se calcula la conductividad térmica. Posteriormente, se convirtieron los datos a unidades del sistema internacional ( $1 \text{ cal}_{(4^\circ\text{C})} \text{ s}^{-1} \text{ cm}^{-1} \text{ K}^{-1} = 419 \text{ W m}^{-1} \text{ K}^{-1}$ ) para comparar con los datos existentes para las muestras. La comparación se muestra en la tabla 2

Muestra	$\kappa$	$\kappa_{\text{ref.}}$	e %
Triplex	0,10	0,11	9,1
Acrílico	0,17	0,19	10,5
Vidrio	1,06	0,86	23,3
Yeso	0,08	0,43	81,4
MDF	0,20	0,08	150,0

Tabla 2: Comparación con los valores conocidos

## 5. Conclusiones

En general, se concluye que los datos no proporcionan una medición exacta de la conductividad, pues se observan errores mayores al 10 %. En particular, para el yeso y el MDF, deben ser descartados directamente por su nivel de error en esta toma de datos.

Posibles fuentes de error:

- Dificultad para determinar el área efectiva de conducción, la cual correspondía al área transversal del hielo. Este no se fundía de forma uniforme, sino que se deformaba su sección transversal a una elipse. El método que se usó fue medir directamente el bloque de hielo con un calibrador, sin embargo, el calibrador fundía el hielo donde hacen contacto al ejercer una ligera presión con la intención de obtener la medida más certera.
- El volumen de hielo fundido en una unidad de tiempo era mucho menor que las marcas del vaso de medición que se usó. Esto implicó que se tuviesen que medir intervalos largos de tiempo. Y dado el número de muestras a caracterizar, en general significó pocos puntos muestrales para las muestras, y tan solo una toma de datos.
- Los intervalos largos también podrían implicar una complicación en cuanto a la determinación del área efectiva de conducción, pues sobre la muestra el agua se acumulaba en cierta cantidad al rededor del bloque de hielo, esto podría significar una mayor área efectiva que no fue tomada en cuenta ni en la medición de cada muestra ni en la caracterización del transporte de calor con el medio ambiente.

## Referencias

- [1] J. E. Rodríguez. *Conductividad Térmica*.