

## Informe de laboratorio:

### Conductividad térmica según dos formas de aislación

Fotti Victoria, Monsalvo Estefania, Ricciardi Agustina, Uranga Lara

UNS (Departamento de Ingeniería), 8000 Bahía Blanca, Argentina

**Resumen.** Por medio de la experiencia se comparó la rapidez de enfriamiento de un vaso de precipitado de pared simple y de un vaso de precipitado con una pared de vidrio doble con aire en su interior. La comparación se realizó a través del cálculo de la constante  $k$  de enfriamiento de Newton.

#### Introducción

La transferencia de calor está relacionada con los cuerpos calientes y fríos; ésta es importante en los procesos, porque es un tipo de energía que se encuentra en tránsito, debido a una diferencia de temperaturas, y por tanto existe la posibilidad de presentarse el enfriamiento.

Cuando la diferencia de temperaturas entre un cuerpo y su medio ambiente no es demasiado grande, el calor transferido en la unidad de tiempo hacia el cuerpo o desde el cuerpo por conducción, convección y radiación es aproximadamente proporcional a la diferencia de temperatura entre el cuerpo y el medio externo.

La ley del enfriamiento de Newton o enfriamiento newtoniano establece que la tasa de pérdida de calor de un cuerpo es proporcional a la diferencia de temperatura entre el cuerpo y sus alrededores. Fue determinado experimentalmente por Isaac Newton analizando el proceso de enfriamiento y para él la velocidad de enfriamiento de un cuerpo cálido en un ambiente más frío  $T_{amb}$ , cuya temperatura es  $T$ , es proporcional a la diferencia entre la temperatura instantánea del cuerpo y la del ambiente, siendo  $k$  la constante de enfriamiento de Newton.

$$T(t) = T_{amb} + (T_0 - T_{amb}) * e^{-kt}$$

(ecuación 1)

Siendo  $T_0$  la temperatura inicial y  $t$  el tiempo transcurrido.

El mecanismo de transferencia de calor por conducción (el analizado experimentalmente) consiste en la transferencia de energía de las partículas más energéticas de una sustancia hacia las adyacentes

menos energéticas, como resultado de interacciones entre esas partículas.

La conducción puede tener lugar en los sólidos, líquidos o gases. En los gases y líquidos la conducción se debe a las colisiones y a la difusión de las moléculas durante su movimiento aleatorio. En los sólidos se debe a la combinación de las vibraciones de las moléculas y al transporte de energía por parte de los electrones libres.

La velocidad de conducción de calor a través de un medio depende de la configuración geométrica de éste, su espesor y el material del que esté hecho, así como de la diferencia de temperatura a través de él.

La conductividad térmica de un material ( $k$ ), es la medida de la capacidad del material para conducir calor. Un valor elevado para la conductividad térmica indica que el material es un buen conductor del calor, y un valor bajo indica que es un mal conductor o aislante.

En la experiencia llevada a cabo en el laboratorio, lo que se pretendía era obtener el valor de la constante  $k$  de enfriamiento de Newton. Para ello se contaba con dos recipientes aislados, de los cuales uno contaba con doble vidrio; pues se puso un recipiente de menor tamaño en él, por lo que había una pequeña separación con aire. Ambos recipientes se llenaron con agua caliente y se midió la temperatura durante el proceso de pérdida de calor, obteniendo así los valores necesarios para poder cumplir el objetivo.

## Desarrollo

Para la realización de la experiencia se utilizaron diversos materiales de laboratorio tales como: 3 vasos de precipitados (dos de 250ml u uno de 600ml), agua líquida, un GLX, dos termómetros digitales, y material para tapar los vasos de precipitado.

En primer lugar se calentó el agua hasta llegar a los 90°C y se colocó 250ml en dos vasos de precipitado, a uno de ellos se le colocó el termómetro y se tapó la parte superior con goma espuma con el objetivo de que el calor del agua se escape lo menos posible (sistema 1: pared simple).



Ilustración 1: Sistema 1

Luego se colocó el otro vaso de precipitado en otro de 600ml, se le colocó el termómetro y también se le tapó la parte superior con goma espuma, entre la base del vaso mayor y el de 250ml se colocó telgopor (sistema 2: igual al sistema 1 pero con un vidrio doble con una cámara de aire de 15,5±0,1mm de espesor).



Ilustración 2: Sistema 2

Luego se esperó que transcurra el tiempo necesario para que la temperatura del agua baje y obtener así la curva T-t de cada uno de los dos sistemas realizados. Ambos sistemas estaban sobre un cuadrado de telgopor para aislarlos de la mesa.

Sistema 1 (pared simple):

Diámetro del vaso de precipitado (250ml)= 69,2mm±0,02; espesor= 1,12mm±0,01

Sistema 2 (vidrio doble):

Diámetro del vaso de precipitado (250ml)= 69,20mm±0,02; espesor= 1,12mm±0,01

Diámetro del vaso de precipitado (600ml)= 102,6mm±0,02; espesor= 2,4mm±0,01

Temperatura del ambiente= 21,9°C



Ilustración 3: Sistema 1 y 2 conectados a la GLX que medía sus temperaturas

Para obtener la constante  $k$  primero fue necesario linealizar la ecuación 1 de la siguiente forma:

$$\ln(T(t) - T_{amb}) = -k \cdot t + \ln(T_0 - T_{amb})$$

Luego se realizó un ajuste de regresión lineal por cuadrados mínimos [2].

## Resultados

Con los datos obtenidos en la experiencia se realizó el siguiente gráfico:

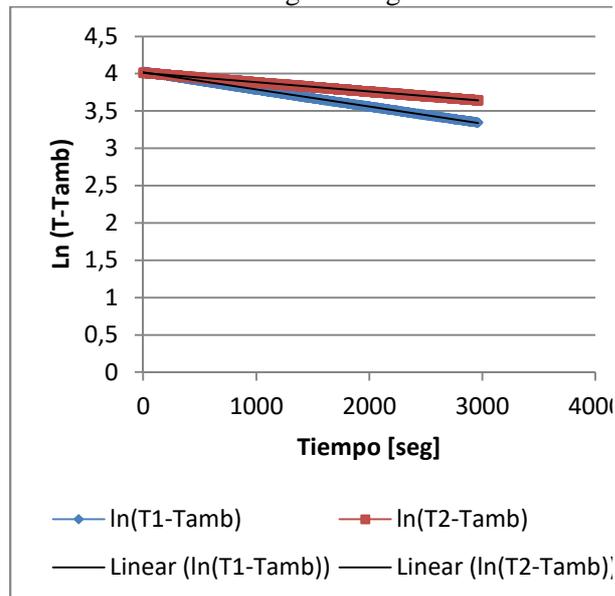


Ilustración 4: Gráfico  $\ln(T(t) - T_{amb})$  Vs. Tiempo

Por lo tanto los resultados de la constante  $k$  de enfriamiento de Newton son:

$$k_1 = (-0,00020000 \pm 0,00000077) \frac{1}{seg}$$

$$k_2 = (-0,00010000 \pm 0,00000063) \frac{1}{seg}$$

De los resultados obtenidos se pudo apreciar que el término independiente en ambas ecuaciones, es decir el  $\ln(T_0 - T_{amb})$ , no es igual, la diferencia entre los valores no es significativa y pudo deberse a errores

humanos a la hora de realizar la experiencia como no empezar ambas experiencias exactamente a la misma temperatura.

Con respecto a la constante de enfriamiento de Newton se pudo apreciar que el aire si funciona como aislante ya que la constante  $k$  del sistema 2 (en el cual se utilizó en aire como aislante) dio la mitad que la constante  $k$  del sistema 1.

## Conclusiones

Al final de la experiencia pudimos concluir que el aire funciona como aislante, siempre y cuando su espesor sea tan fino que no pueda alcanzar el proceso de convección lo que lo convertiría en conductor del calor por convección.

Sin embargo, se debe considerar que el flujo de calor no fue nulo en el recipiente con aire, esto se debe a que el aire no es un aislante perfecto (solo el vacío lo es). Además de diversos errores presentes durante la medición: los recipientes no fueron cerrados al mismo tiempo lo que produjo que inicien a distinta temperatura y su aislación en las tapas de los recipientes no fue perfecta lo que pudo producir pérdida de calor.

Esto explicaría, por ejemplo, la utilización de los vidrios dobles con aire adentro para los ventanales. La transferencia de calor se producirá por lo anteriormente nombrado pero a menor velocidad.

## Referencias

- [1] ÇENGEL, Y. – BOLES, *Termodinámica* (6ta Ed.).
- [2] William Mendenhall, *Introducción a la Probabilidad y Estadística*. (13ava Ed.).