

Guía de Trabajo Practico N° 6
Conducción y convección del calor en una barra delgada.
INTRODUCCIÓN

En este trabajo práctico se estudiará la transferencia de calor entre diferentes porciones de un medio material homogéneo y entre este medio y el fluido (aire) que lo rodea. Para ello tendremos en cuenta la definición de dos magnitudes:

- Coeficiente de conducción interna λ . Se define como la cantidad de calor que, en un medio homogéneo, produce un incremento unitario de temperatura por unidad de longitud y por unidad de tiempo.
- Coeficiente de transferencia de calor por convección libre h . Se define como la cantidad de calor por unidad de tiempo y por unidad de área que es extraída de un cuerpo de geometría definida produciendo en éste un salto térmico de 1°C .

Analizaremos la distribución de temperaturas que se tiene en un sistema como el que se muestra en la figura 1. Este sistema consiste en una barra de longitud l y diámetro d , que se encuentra en un fluido (por ejemplo, aire) a temperatura T_a (temperatura ambiente)

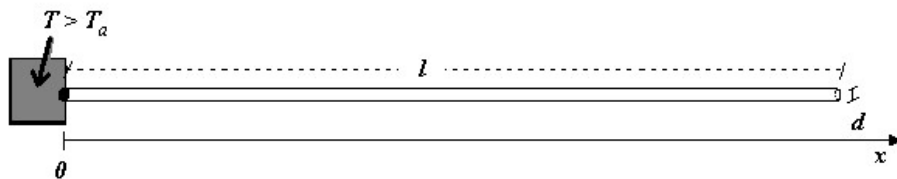


Figura 1

Consideraremos el caso en que esta barra está en contacto, en uno de sus extremos, con una fuente de calor cuya temperatura T es mayor a T_a . Analizando el calor que se transmite por conducción dentro de la barra y el que se transmite por convección desde la barra hacia el fluido que la rodea, se puede ver que, una vez alcanzado el estado estacionario, la temperatura de la barra en diferentes posiciones estará descrita por la siguiente expresión, siempre que la barra pueda ser considerada “semi-infinita” (ver Isnardi-Collo)

$$[T(x) - T_a] = [T(x = 0) - T_a] \exp \left[-\sqrt{\frac{hp}{\lambda s}} x \right] \quad (1)$$

Donde:

$T(x)$ es la temperatura en el punto x de la barra.

T_a la temperatura ambiente.

$T(x = 0) = T_0$ la temperatura en el punto $x = 0$ de la barra.

p y s son el perímetro y la sección de la barra.

A continuación, analizaremos el caso en que la misma barra se encuentra inmersa en un fluido (aire) a temperatura T_a , pero en condiciones tales que no hay conducción de calor en el interior de la barra (es decir su temperatura es uniforme). Supondremos que la barra se encuentra inicialmente a una temperatura mayor a la del ambiente. En este caso, la temperatura de la barra disminuirá con el tiempo hasta alcanzar la temperatura del ambiente. Se puede ver que en este caso la expresión que describe el comportamiento de la temperatura de cualquier punto de la barra en función del tiempo (en una primera aproximación) es la siguiente

$$[T(t) - T_a] = [T(t = 0) - T_a] \exp\left[-\frac{hpl}{mc_v} t\right] \quad (2)$$

Donde:

$T(t)$ es la temperatura en cualquier punto de la barra al tiempo t .

T_a la temperatura ambiente.

$T(t = 0) = T_i$ la temperatura en $t = 0$ de la barra.

p , l , m y c_v son el perímetro, la longitud, la masa y el calor específico a volumen constante de la barra.

OBJETIVOS

Observar en un caso real las predicciones de las leyes de conducción del calor en un sistema material y medir el valor de las cantidades físicas λ (conductividad térmica) y h (coeficiente de transferencia exterior por convección libre).

DESARROLLO DE LA EXPERIENCIA

El dispositivo experimental a utilizar consiste en una barra metálica homogénea en la cual se puede establecer una distribución estacionaria de temperaturas. La barra posee en uno de sus extremos una fuente de calor (resistencia eléctrica) con temperatura más alta que la temperatura ambiente. El resto de la barra está en contacto con el aire y se puede monitorear la temperatura de la barra en diferentes posiciones de la misma mediante la utilización de termómetros (Fig. 2).

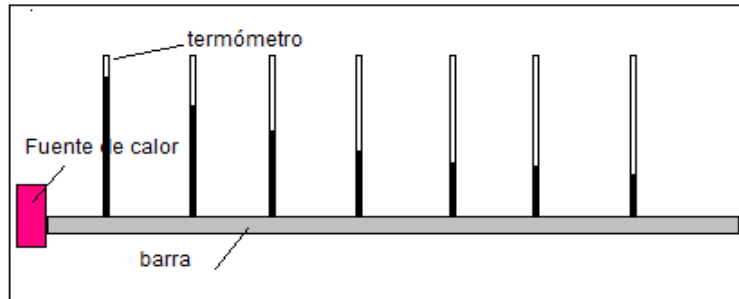


Figura 2

Una vez alcanzado el estado estacionario, tomando las lecturas de los termómetros ubicados en diferentes posiciones x , y haciendo uso de la ecuación (1), es posible obtener un valor para el cociente h/λ . Luego de obtener este cociente, se utilizará el mismo aparato para establecer experimentalmente las condiciones supuestas para la validez de la ecuación (2). Se calentará la barra uniformemente hasta una temperatura mayor a la ambiente, y se la dejará enfriar de modo tal que sólo ocurra el fenómeno de convección libre. Tomando los valores de temperatura en función del tiempo, es posible, mediante el uso de la ecuación (2), obtener un valor de h .

Al realizar estas dos experiencias independientemente, podremos contar con un valor para el cociente h/λ y también para h , de modo tal de obtener de allí un valor para λ .

ELEMENTOS

- Barra metálica homogénea (cilíndrica de aproximadamente 100 *cm* de largo y aproximadamente 1 *cm* de diámetro)
- Una fuente de calor a temperatura constante.
- Termómetros de Hg / termocuplas y/o termistores.
- Cinta métrica.

BIBLIOGRAFÍA

- Física General y Experimental I. Eligio Perucca.
- Estudio del Calor- Isnardi-Collo;
- Trabajos Prácticos de Física - Fernández y Galloni.
- Física. Resnick R., Halliday D., Krane K. 5a. edición en español.