


OBJETIVO

Medición de la conducción del calor en barras metálicas

TAREAS

- Medición del curso de la temperatura a lo largo de barras metálicas calentadas y enfriadas unilateralmente, en estado no estacionario y en estado estacionario.
- Medición de la corriente de calor en el estado estacionario.
- Determinación de la conductividad calorífica del material de la barra.

RESUMEN

En la conducción del calor se transmite calor de una región más caliente hacia una más fría por medio de la interacción entre átomos o moléculas vecinas sin que ellas mismas sean transportadas. En una barra cilíndrica cuyos extremos son mantenidos a diferentes temperaturas, se establece después de un tiempo un gradiente de temperatura a lo largo de la barra así que la temperatura disminuye en forma uniforme hacia el extremo más frío y fluye así una corriente constante de calor. El paso del estado no estacionario al estacionario se observa por medio de series de medición repetitivas en los puntos de medición. Las barras metálicas se calientan eléctricamente, por lo tanto la corriente de calor en el estado estacionario se puede determinar a partir de la potencia eléctrica.

EQUIPO REQUERIDO

Número	Aparato	Artículo N°
1	Juego de aparatos: Conducción de calor	1017329
1	Barra conductora del calor Al	1017331
1	Barra conductora del calor Cu	1017330
1	Fuente de alimentación CC, 0 – 20 V, 0 – 5 A (230 V, 50/60 Hz)	1003312 o
	Fuente de alimentación CC, 0 – 20 V, 0 – 5 A (115 V, 50/60 Hz)	1003311
1	Termómetro digital instantáneo de bolsillo	1002803
1	Sensor sumergible de NiCr-Ni, tipo K, -65°C – 550°C	1002804
1	Par de cables de experimentación de seguridad, 75cm, rojo/azul	1017718
1	Juego de 10 vasos de precipitados, de forma baja	1002872

1

FUNDAMENTOS GENERALES

El calor puede ser transmitido por medio de conducción, radiación o convección desde una región más caliente hacia una más fría. En el caso de la conducción de calor, el transporte de energía tiene lugar por medio de la interacción entre átomos o moléculas vecinas sin que tenga lugar transporte de las mismas. En el calentamiento, p. ej. de una barra metálica, los átomos en el extremo más caliente oscilan más intensamente, es decir, con más energía que en el extremo frío. La energía es entregada por medio de choques entre los átomos vecinos y conducida a través de la barra hacia el lado más frío. Los metales son especialmente buenos conductores, porque se agregan además los choques entre los electrones libres y los átomos.

En una barra con una sección de área A , cuyos extremos se mantienen a temperaturas diferentes, se establece después de un tiempo un gradiente de temperatura a lo largo de la barra, así que la temperatura T decrece uniformemente hacia el extremo más frío, fluyendo en un tiempo dt una cantidad de calor dQ a través de la sección de la barra y se establece una corriente de calor constante P_Q :

$$(1) \quad P_Q = \frac{dQ}{dt} = \lambda \cdot A \cdot \frac{dT}{dx}$$

P_Q : Corriente de calor (medida en Watt)

A : Área de la sección de la barra

λ : Capacidad calorífica del material de la barra

T : Temperatura, x : Coordenada espacial a lo largo de la barra.

Antes de que se haya llegado al gradiente constante de temperatura, la barra tiene en el tiempo t una distribución de temperatura $T(x,t)$ la cual se acerca poco a poco al estado estacionario. Es válida la ecuación diferencial:

$$(2) \quad \lambda \cdot \frac{\partial^2 T}{\partial x^2}(x,t) - c \cdot \rho \cdot \frac{\partial T}{\partial t}(x,t) = 0$$

c : Calor específico y ρ : Densidad del material de la barra

En el caso estacionario, en concordancia con la ecuación (1)

$$(3) \quad \frac{\partial T}{\partial t}(x,t) = 0 \quad \text{y} \quad \lambda \cdot \frac{\partial T}{\partial x}(x,t) = \text{const.} = \frac{P_Q}{A}$$

En el experimento se calienta eléctricamente la barra en un extremo. Una fuente de calor con regulación electrónica alimenta la barra de conducción calorífica con una corriente de calor que se puede determinar como potencia eléctrica:

$$(4) \quad P_{el} = U \cdot I$$

midiendo la tensión de caldeo U y la corriente correspondiente I . La regulación electrónica de la corriente hace posible que el extremo de la barra llegue rápidamente hasta una temperatura de 90° C, la cual luego se mantiene constante.

Por medio de las láminas de enfriamiento, el calor en el otro extremo de la barra se elimina en agua fría o simplemente en agua corriente a temperatura ambiente. La potencia calorífica eliminada se puede determinar por mediciones calorimétricas.

Una camisa de aislamiento térmico reduce la entrega de calor de la barra de conducción de calor hacia el medio ambiente y mejora la linealidad del perfil térmico en el estado estacionario. Con un termómetro electrónico de rapidez secundaria se miden las temperaturas en los puntos de medición previstos a lo largo de la barra. Se tienen a disposición, una barra de cobre y una de aluminio.

EVALUACIÓN

La corriente calorífica P_Q corresponde a la potencia eléctrica P_{el} después de restar una pequeña pérdida de potencia P_f : $P_Q = P_{el} - P_f$

Es decir que:

$$\lambda = \frac{P_{el} - P_f}{A} \cdot \frac{L}{T(0) - T(L)}$$

(L : Distancia entre los puntos seleccionados para la medición de la temperatura)

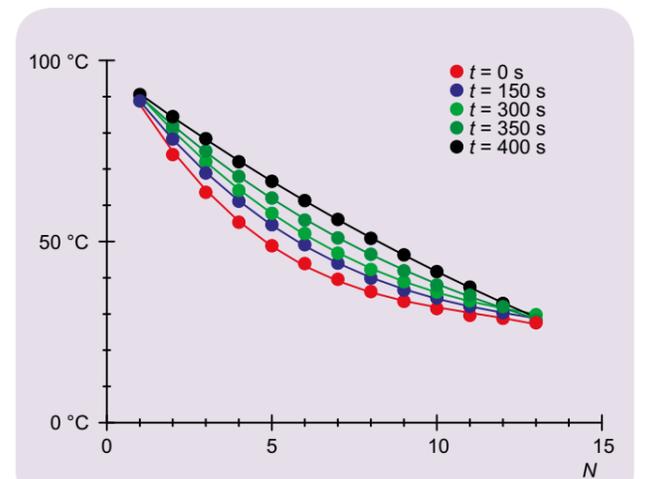


Fig. 1: Temperaturas a lo largo de la barra de aluminio con intervalos temporales de 150 s