

PRÁCTICA 2: CONDUCTIVIDAD

TÉRMICA DE LOS METALES

1. OBJETIVO

En esta práctica se determina la conductividad térmica del cobre y del aluminio midiendo el flujo de calor que atraviesa una barra de cada uno de estos materiales.

2. MATERIAL NECESARIO

- Guantes de seguridad. Pinzas de madera.
- Vaso de precipitados. Agua fría. Hielo
- 4 Pinzas universales
- 6 nueces dobles y varillas para soporte
- Taco de apoyo
- 2 Trípodes
- Cronómetro
- 2 Sondas de temperatura de superficie
- 1 Sonda de temperatura sumergible
- Medidor de temperatura digital
- Calentador eléctrico sumergible. Hervidor de agua.
- Agitador magnético
- Barras de Aluminio y de Cobre
- Recipiente calorimétrico 500 ml con conexión inferior
- Recipiente calorimétrico 500 ml

3. INTRODUCCIÓN

Para determinar el calor que pasa a través de una barra, se sitúa ésta en vertical entre dos recipientes calorimétricos, uno en la parte superior que contendrá agua caliente y otro en la parte inferior que contendrá agua casi a 0° C (agua con hielo). Una vez que se establece el régimen estable (las temperaturas tomadas a lo largo de la barra no cambian), se mide el aumento de temperatura del recipiente inferior durante cinco minutos. Conocido el aumento de temperatura en ese tiempo y la masa de agua que contiene, se puede calcular el calor que ha recibido. El agua del recipiente inferior esta recibiendo calor a través de la propia barra ϕ_b y también de los alrededores ϕ_a , pues no está completamente aislado. El flujo de calor que llega a través de la barra ϕ_b (necesario para determinar su conductividad térmica) se obtiene como diferencia entre el flujo total y el recibido de los alrededores:

$$\phi_b = \phi_T - \phi_a$$

4. METODO EXPERIMENTAL

Para calcular adecuadamente el balance de flujos caloríficos debemos tener en cuenta la capacidad calorífica del calorímetro inferior y el calor que intercambia el calorímetro con el ambiente.

4.1 DETERMINACIONES PREVIAS

4.1.1 Capacidad calorífica del calorímetro.

- Calentar aproximadamente 300ml de agua en el hervidor hasta llegar a ebullición.
- Mientras se calienta el agua, pesar el calorímetro vacío a temperatura ambiente (m_1)
- Medir y anotar la temperatura a la que está el calorímetro ($\sim T$ ambiente) con la sonda sumergible (T_a).
- Medir y anotar la temperatura del agua caliente con la sonda sumergible antes de añadirla al calorímetro (T_c).
- Después de llenar el calorímetro con el agua caliente, medir y anotar de nuevo su temperatura con el sensor sumergible (T_m).
- Pesar el calorímetro con el agua caliente para determinar la masa del agua que contiene (m_2).
- Con los datos anteriores, calcular la capacidad calorífica del calorímetro.

$$C = mc \frac{T_c - T_m}{T_m - T_a}$$

Donde:

C : Capacidad calorífica del calorímetro

m : masa de agua, $m = m_2 - m_1$

c : calor específico del agua (4.180 J/kg°C)

Temp. calorímetro	T_a	°C
Temp. Agua caliente	T_c	°C
Temp. resultante mezcla	T_m	°C
Masa calorímetro	m_1	kg
Masa calorímetro+agua	m_2	kg
Masa de agua	m	kg
calor específico del agua	c	4.180 J/kg°C
capacidad calorífica del calorímetro	C	J/°C

4.1.2 Intercambio de calor con el ambiente

- Llenar el calorímetro con agua fría para enfriarlo un poco y dejarlo que baje hasta llegar a 3 °C aproximadamente.
- Pesar el calorímetro vacío y seco con el agitador dentro (m_1).
- Llenar el calorímetro con unos 300 mL de agua a 0 °C (aproximadamente) para realizar el ensayo. Anotar la temperatura del agua (T_0)
- Medir y anotar como varía la temperatura del agua en función del tiempo. Tomar medidas cada 5 minutos durante media hora.
- Pesar el calorímetro con el agua y el agitador (m_2).
- La cantidad de calor recibido cuando la temperatura del agua ha alcanzado el valor T se calcula como

$$Q = (m'c + C)\Delta T = (m'c + C)(T - T_0)$$

Donde:

m' : masa de agua fría, $m' = m_2 - m_1$

C : Capacidad calorífica (calculada anteriormente).

c : calor específico del agua

T : temperatura en el instante t

T_0 : Temperatura inicial del agua.

- Representar gráficamente el calor recibido Q (J) frente al tiempo t (min) y hallar la pendiente $\left(\frac{dQ_{alrededor}}{dt}\right) = \phi_a$ y su error

Masa calorímetro	m_1	kg
Masa calorímetro+agua	m_2	kg
Masa de agua	m'	kg
Capacidad calorífica del calorímetro	C	J/°C

t (min)	0	5	10	15	20	25	30
T (°C)							

t (min)	ΔT	Q (J)
0		
5		
10		
15		
20		
25		
30		

4.2. DETERMINACIÓN DE LA CONDUCTIVIDAD TÉRMICA

- Pesar el calorímetro inferior vacío.
- Realice el montaje experimental basándose en la figura 1, teniendo en cuenta las siguientes precauciones:



Figura 1

- Insertar el extremo aislado de la barra (la de cobre o la de aluminio) en la parte inferior del calorímetro superior. Para mejorar la transferencia de calor, se recubre previamente el canto de la barra con una pasta térmica para facilitar la conducción entre el recipiente y la barra.
- Colocar la barra de metal unida al soporte de apoyo de forma que el calorímetro inferior pueda retirarse cuando sea necesario sin desmontar la barra. La altura del calorímetro inferior se puede cambiar con la ayuda del bloque de apoyo. La parte no

aislada del extremo inferior de la barra (la que no tiene recubrimiento plástico aislante) debe permanecer completamente sumergida en agua fría durante las medidas.

- Las muescas avellanadas en la superficie de la barra, separados entre sí 3,5 cm, se utilizan para medir la temperatura con las sondas de superficie a lo largo de la barra. La sonda de superficie de temperatura debe situarse tan pegada a la barra como sea posible. Se puede usar también la pasta térmica para mejorar la transferencia de calor entre la barra y la sonda.
 - El calentador eléctrico se utiliza para mantener el agua en el calorímetro superior en ebullición. Asegúrese de que el calorímetro superior está lo suficientemente lleno hasta el nivel marcado. Para evitar un descenso de la temperatura, hay que mantener dicho nivel rellenando con pequeñas cantidades de agua caliente cuando sea necesario.
 - Configurar el equipo digital que muestra las temperaturas para que:
 - En el display superior se muestre la temperatura del calorímetro inferior.
 - En el display inferior, se muestra la diferencia de temperatura entre las dos sondas superficiales situadas sobre la barra.
 - Mantener el agua en el calorímetro inferior próxima a 0°C con la ayuda de 3 ó 4 cubitos de hielo.
- Se comienza a medir cuando ΔT de las sondas de superficie sea constante. En ese momento, si quedase hielo debe ser retirado con las pinzas de madera antes de medir. Anotar a intervalos de 20 segundos, durante un período de 5 minutos, los valores de la diferencia de temperatura entre las dos sondas y la temperatura que va tomando el agua en el calorímetro inferior.
 - Pesar el calorímetro lleno de agua y determinar la masa de agua m'' que se ha estado utilizando.
 - Calcular el calor recibido por el calorímetro a lo largo del proceso de medida (5 minutos) por medio de :

$$Q_{total} = (m''c + C)(T - T_0)$$
 Donde: m'' : masa de agua, C : Capacidad calorífica (calculada anteriormente), c : calor específico del agua, T : temperatura en el instante t , T_0 : Temperatura inicial del agua.
 - Representar gráficamente el calor recibido $Q_{total} (J)$ frente al tiempo $t (min)$ y hallar la pendiente $\left(\frac{dQ_{total}}{dt} \right) = \phi_T$ y su error
 - Con este flujo total ϕ_T y el flujo de calor recibido de los alrededores ϕ_a calculado en el apartado 3.1.2, determinar el flujo de calor recibido a través de la barra como :

$$\phi_b = \phi_T - \phi_a$$

- A partir de la ley de Fourier $\phi_b = -k A dT/dx$, obtener la conductividad de la barra mediante

$$k \approx \frac{\phi_b}{A} \frac{\Delta x}{\Delta T}$$

Donde A es el área de la sección transversal de la barra, Δx es la separación entre las sondas de superficie e ΔT la diferencia de temperaturas entre ambas sondas.

- Realizar el proceso primero con la barra de aluminio y después con la de cobre.

5. RESULTADOS

Capacidad calorífica del calorímetro	C	J/°C
Pendiente del gráfico Q - t alrededores	ϕ_a	W

Datos para la barra de aluminio

Distancia entre sondas	Δx	m
Área	A	$4,91 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2$
Masa calorímetro	m_1	kg
Masa calorímetro+agua	m_2	kg
Masa del agua	m''	kg
Pendiente del gráfico Q - t total	ϕ_T	W
Flujo de calor a través de la barra	ϕ_b	W
Conductividad térmica	k	W/mK

t (s)	T calorímetro (°C)	ΔT	Q (J)
0			
20			
40			
60 (1 min)			
80			
100			
120 (2 min)			
140			
160			
180 (3 min)			
200			
220			
240 (4 min)			
260			
280			
300 (5 min)			

Construir las tablas de datos correspondientes a la barra de Cobre, e incluir tanto las gráficas solicitadas, como los correspondientes cálculos de errores.