

Experiencia 13.1 Conducción del Calor. Conductividad térmica.

Objetivo

Determinar la conductividad térmica de algunos materiales disponibles en placas para ensayo.

Equipamiento

Dispositivo de trabajo: aparato y accesorios, mostrados en la Fig. 13.1,

Caldera productora de vapor. Dos conductos de vapor (2 mangueras).

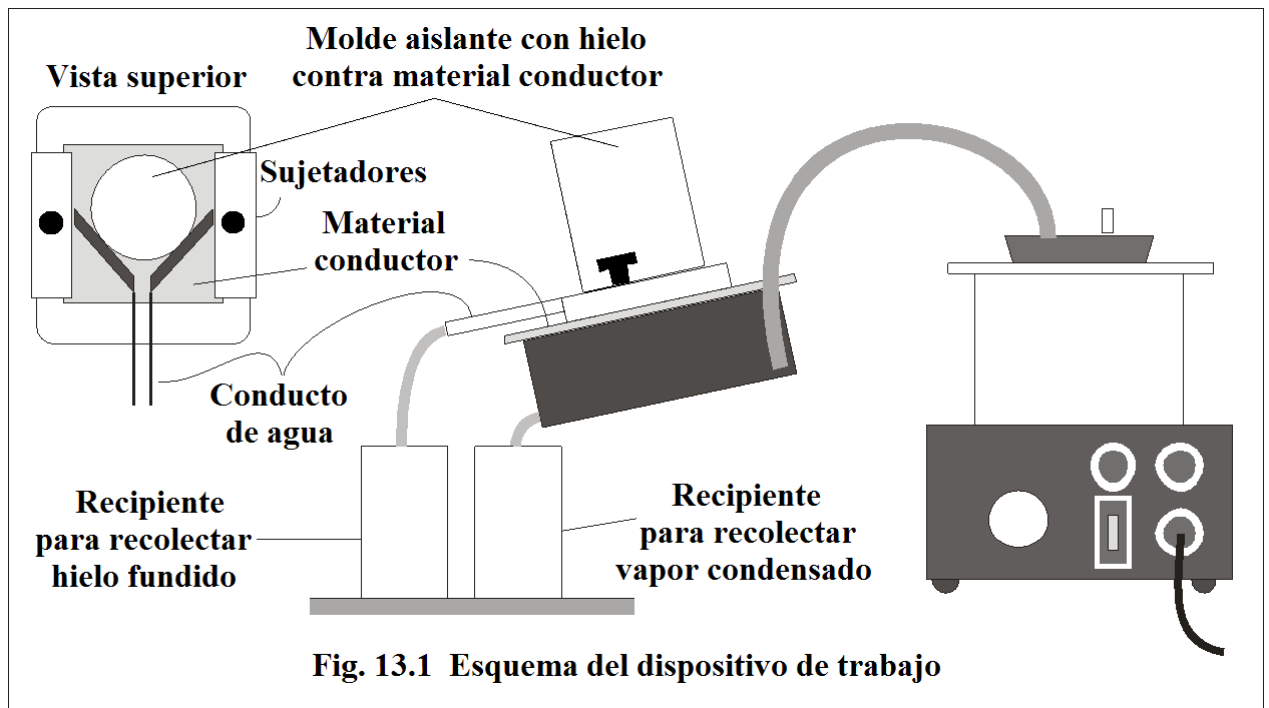
Cámara de vapor con soporte y pie.

Placas para ensayos; materiales: vidrio, madera de pino, aglomerado, yeso y lexan.

Cilindro de hielo en un molde.

Recipientes para coleccionar agua.

Balanza. Calibre y regla milimetrada.



Procedimiento

Examinar el aparato identificando el sistema de mayor temperatura (vapor de agua existente en la cámara de vapor), del sistema de menor temperatura (hielo en fusión mantenido en un molde cilíndrico) y el medio de acoplamiento (placa del material conductor en ensayo).

Preparar la caldera de manera que proporcione vapor de agua.

Fijar la placa a la parte de la cámara de vapor destinada para ello. Conectar, a la salida inferior de la cámara, la manguera colectora del agua de condensación.

Cuando el agua de la caldera esté por hervir, colocar el molde con hielo bajo un chorro de agua y liberar el cilindro de hielo; el hielo libre es aquel que sale del molde con facilidad (no palanquear el hielo para retirarlo del molde). Medir el diámetro del cilindro de hielo (D_0).

En el momento en que el agua hierve el vapor comienza a salir de la caldera, en este instante conectar la cámara de vapor a la caldera utilizando una manguera.

La placa a ensayar tiene adosada en su parte superior un accesorio de neoprene, en forma de V, para coleccionar agua; este accesorio posee en su vértice una ranura por la cual debe circular el agua de la fusión del hielo. Colocar el hielo contenido en el molde sobre la muestra, cuidando que la ranura del molde coincida con la de la muestra; dejar los elementos del ensayo unos 5 minutos, con el fin de lograr estado estacionario del proceso. Mientras tanto pesar uno de los recipientes colectores, determinando la masa del recipiente seco (M_s).

Logrado estado estacionario del proceso, colocar el recipiente seco en la salida de la ranura de la muestra, coleccionando así el agua proveniente de la fusión de hielo. En este instante se inicia medición del tiempo.

Transcurridos 10 minutos finaliza el proceso; retirar el recipiente colector de agua y el molde de hielo.

Medir el diámetro del hielo que quedó en el molde (D_f) y pesar el recipiente con agua (M_a)

Cálculos y consideraciones

Si consideramos que el agua hierve en Mendoza a 98°C , y que el hielo encuentra su punto de fusión a 0°C , podemos decir que hemos conectado térmicamente dos sistemas (vapor-hielo) de temperaturas $T_v = 98^\circ\text{C}$ y $T_h = 0^\circ\text{C}$, $\Delta T = -98^\circ\text{C} = -98\text{K}$, utilizando como medio de acoplamiento la placa de material ensayada.

Como consecuencia de ello una masa de agua ($M_a - M_s$) ha pasado del estado sólido al líquido, absorbiendo una determinada cantidad de calor. Este calor ha sido transferido por conducción en 10 minutos. $\Delta t = 600 \text{ s}$

¿Cuánto calor absorbió el proceso?

Si consideramos la definición de calor latente vemos:

Para que 1 kg de agua pase de estado sólido a líquido debemos entregarle:

$$L_f = 0,335 \cdot 10^6 \frac{\text{J}}{\text{kg}} \quad (13.2)$$

Obtuvimos $M = M_a - M_s$ masa de agua. Para el cambio de estado de esta masa, la cantidad de calor necesaria es: $Q = M L_f$.

El área **A** de conducción de calor es circular; se calcula adoptando un diámetro promedio de los dos diámetros medidos del cilindro de hielo.

El valor **h** que aparece en la ecuación de la conducción del calor es el **espesor de la placa** ensayada. Determinarla usando el calibre.

Finalmente, podemos calcular la conductividad térmica **k** del material de la placa:

$$H = \frac{Q}{\Delta t} = - \frac{k A \Delta T}{h} \quad (13.3)$$

Magnitudes y Unidades

Tiempo (t)	[s]
Masa (M)	[kg]
Calor (Q)	[J]
Temperatura (T)	[°C]
Área (A)	[m ²]
Espesor (h)	[m]

Confeccionar informe detallando valores medidos, valores calculados y resultado obtenido para cada uno de los materiales o placa ensayada.

CALORIMETRÍA

Introducción

Los calorímetros son aparatos que permiten medir energía en forma de calor y, aprovechando estas mediciones, determinar propiedades térmicas de sustancias y materiales en general.

En este trabajo usaremos el **calorímetro de mezclas**, que es el más simple y de fácil manejo; su principio de funcionamiento es el siguiente:

Cuando dos sistemas a diferente temperatura se introducen en un recinto adiabáticamente aislado, el de mayor temperatura cede cierta cantidad de calor y el de menor temperatura absorbe igual cantidad de manera que los sistemas alcanzan y quedan finalmente a la misma temperatura.

Un recinto que se aproxima al adiabático es un vaso **Dewar** o termo. En nuestro caso usaremos un vaso de telgopor (poliestireno expandido).

Operación básica

Sistema 1: Lo constituye una masa M_s de material bajo estudio de calor específico C_s , a temperatura T_s generalmente superior a la temperatura ambiente. Inicialmente se encuentra fuera del recinto adiabático.

Sistema 2: Lo constituye una masa M_a de agua pura, de calor específico $C_a = 4180 \text{ J/kg}$ y temperatura inicial T_i (generalmente igual o inferior a la temperatura ambiente), contenida en un recipiente denominado vaso calorimétrico.

Se introduce en el vaso calorimétrico el sistema 1 y se agita ligeramente el agua con la punta termométrica hasta que se alcanza una temperatura final estable T_f . $T_s > T_f > T_i$.

La disminución de temperatura que experimenta el sistema 1 significa que el mismo ha cedido una cantidad de calor:

$$Q = M_s c_s (T_s - T_f) \quad (13.4)$$

Esta misma cantidad de calor ha sido absorbida por el agua y como su temperatura se elevó a T_f , podemos expresar:

$$Q = M_a c_a (T_f - T_i) \quad (13.5)$$

Si no hubo fugas térmicas estas cantidades son iguales:

$$M_s c_s (T_s - T_f) = M_a c_a (T_f - T_i) \quad (13.6)$$

Experiencia 13.2

Determinación del calor específico de algunos metales

Procedimiento:

Pesar las muestras de cobre, aluminio y plomo de masas próximas a 200 gr.

Calentar las muestras introduciéndolas suspendidas de un cordel plástico en un recipiente con agua hirviendo. Se alcanza así una temperatura T_s de alrededor de 98°C , que medimos con la punta termométrica de un instrumento digital.

Pesar el vaso calorimétrico limpio y seco.

Llenar aproximadamente hasta la mitad con agua pura y lo pesamos nuevamente para obtener la masa de agua incorporada por diferencia de pesadas.

Medir la temperatura del agua T_i . Conviene que sea alrededor de 10°C inferior a la temperatura ambiente.

Sacar la muestra del recipiente con agua hirviendo e introducirla rápidamente en el vaso. La muestra debe quedar totalmente sumergida.

Se agita suavemente con la punta termométrica controlando el calentamiento del agua. La temperatura del agua aumentará hasta alcanzar un valor máximo y empezará a decaer lentamente. Esta temperatura máxima se registra, es T_f , y será algunos grados superior a T_i .

La razón de comenzar la operación de mezcla con el agua a temperatura inferior a la del ambiente es minimizar los errores provenientes de las fugas térmicas. Si el proceso de mezcla empieza a temperatura inferior a la del ambiente y termina a temperatura superior, durante el lapso en que la temperatura del agua es inferior, entrará calor espurio desde el medio ambiente y saldrá del calorímetro hacia el ambiente durante la parte final del proceso. De esta manera las fugas tienden a cancelarse, disminuyendo el error. El calor específico del material ensayado resulta:

$$c_s = \frac{M_a c_a (T_f - T_i)}{M_s (T_s - T_f)} \quad (13.7)$$

Experiencia 13.3

Determinación del calor de fusión del hielo (L_f)

Procedimiento:

El sistema 2 es una masa de agua que contiene el vaso calorimétrico hasta aproximadamente la mitad y se encuentra algunos grados por encima de la temperatura ambiente.

Determinar la masa de agua por diferencia de pesadas.

Medir la temperatura inicial del agua: T_i

El sistema 1 es un trozo de hielo que agregamos al vaso.

Agregar el hielo, agitar suavemente el contenido del vaso con la punta termométrica hasta que el hielo se funda. Registrar la temperatura final. Ésta será algo inferior a la del ambiente y su evolución presentará un mínimo, que es el valor que tomaremos como temperatura final de equilibrio: T_f

Determinación de la masa de hielo: realizar al final del proceso por diferencia de pesadas.

Cálculos de Balance Térmico

Calor cedido por el sistema 2: $Q = M_a c_a (T_i - T_f) \quad (13.8)$

Calor absorbido por el sistema 1:

Para fundir el hielo (Se supone que el hielo estaba a 0°C): $Q' = M_h L_f \quad (13.9)$

Para calentar el agua de fusión: $Q'' = M_h c_a (T_f - 0) \quad (13.10)$

Despreciando las fugas resulta: $Q = Q' + Q'' \quad (13.11)$

Finalmente: $L_f = \frac{M_a c_a (T_i - T_f)}{M_h} - c_a T_f \quad (13.12)$