



## **PRÁCTICA 8:**

### **MEDIDA DEL CALOR ESPECÍFICO DE UN SÓLIDO.**

#### MATERIAL

- \* Calorímetro
- \* Termómetro
- \* Cronómetro o reloj
- \* Sólido problema
- \* Vaso de precipitados
- \* Papel milimetrado

#### FUNDAMENTO

El calor específico de un cuerpo se define como el calor necesario para elevar en 1 °C la temperatura de la unidad de masa del mismo. Así, el calor específico del agua líquida es 1 Kcal/°C·Kg, y esto significa que 1 Kg de agua debe recibir 1 Kcal para elevar su temperatura en 1 °C. En realidad, el calor específico es una función de la temperatura (no es lo mismo variar la temperatura en 1 °C cuando el cuerpo está muy caliente que cuando está frío), pero en esta práctica las variaciones de temperatura experimentales serán lo suficientemente pequeñas como para justificar que tratemos los calores específicos como constantes.

Cuando un cuerpo de masa  $m$  inicialmente a una temperatura  $t_B$  absorbe energía en forma de calor, su temperatura se incrementa hasta el valor  $t_A$ . De acuerdo con la definición de calor específico, el calor absorbido  $Q$  está relacionado con el incremento de temperatura del modo siguiente:

$$Q = m c (t_A - t_B) \quad (1)$$

donde  $c$  es el calor específico. Si el cuerpo disminuyese su temperatura en lugar de aumentarla ( $t_A < t_B$ ), el calor tendría signo negativo, y el cuerpo cedería energía en lugar de absorberla.

Para la determinación de calores específicos se emplea el denominado *método de las mezclas*: consiste en mezclar dos cuerpos a diferentes temperaturas (por ejemplo, mezclar dos líquidos, o sumergir un sólido en un líquido) y medir la temperatura de equilibrio  $t$ . Si la temperatura del cuerpo inicialmente más caliente era  $t_A$  y la del más frío era  $t_B$ , el balance de energía cuando se ha alcanzado el equilibrio térmico nos da:

$$m_1 c_1 (t - t_B) = m_2 c_2 (t_A - t) \quad (2)$$

Si se miden las masas de los cuerpos que intervienen y las temperaturas  $t_A$ ,  $t_B$ , y la de equilibrio  $t$ , conocido uno de los calores específicos puede determinarse el otro.

La ecuación (2) expresa simplemente el hecho de que el calor absorbido por el cuerpo más frío es igual al cedido por el cuerpo más caliente. Pero en la práctica la mezcla ha de hacerse en un recipiente, que recibe el nombre de calorímetro, dotado de termómetro, agitador y eventualmente algún otro aparato de medida. Y este recipiente junto con su equipo, que inicialmente está a la temperatura más baja, también absorbe parte del calor que cede el cuerpo más caliente. Suele denominarse *equivalente en agua del calorímetro* a una cantidad  $K$  que desempeña para este aparato el mismo papel que el producto  $m \cdot c$  de la ecuación (1). La ecuación (2) debe modificarse para tener en cuenta el equivalente en agua del calorímetro del modo siguiente:

$$m_1 c_1 (t - t_B) + K (t - t_B) = m_2 c_2 (t_A - t) \quad (3)$$

Si se conoce el valor de  $K$ , el calor específico del sólido problema es:

$$c_2 = \frac{(m_1 c_1 + K) (t - t_B)}{m_2 (t_A - t)} \quad (4)$$

## PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL

Un procedimiento apropiado para determinar el calor específico de un sólido consiste en sumergir en el calorímetro parcialmente lleno de agua el cuerpo de referencia, calentado suficientemente, midiendo la temperatura inicial del cuerpo  $t_A$  y del agua  $t_B$ , así como la temperatura  $t$  una vez alcanzado el equilibrio térmico, y aplicando seguidamente la ecuación (4) (como datos, téngase en cuenta que el calor específico del agua es 1 cal/(g·°C) y que el equivalente en agua del calorímetro es  $K = 20.0$  cal/°C..

Pesar el calorímetro vacío y luego lleno de agua a temperatura ambiente hasta algo más de la mitad, empleando la balanza de 2 kg. La diferencia entre las dos pesadas nos da la

masa de agua  $m_1$ . Aparte se pesa el sólido antes de proceder a su calentamiento, obteniendo la masa  $m_2$ .

Suspender el sólido mediante un hilo dentro de un baño de agua hirviendo, *cuidando que no haya ningún contacto con las paredes ni el fondo del recipiente* (pues en este caso el sólido alcanza fácilmente temperaturas superiores a la de ebullición del agua). Dejar el sólido dentro del baño cuatro o cinco minutos, y mientras tanto cada minuto se tomará lectura de la temperatura del agua del calorímetro. Una vez transcurridos cinco minutos se extrae el sólido del baño de agua hirviendo (PRECAUCIÓN: LA OPERACIÓN HA DE HACERSE CON RAPIDEZ PERO CON CUIDADO PARA EVITAR QUEMADURAS) y se sacuden con rapidez las gotas de agua caliente adheridas. Seguidamente se sumerge el sólido en el calorímetro y se agita suavemente, tomando lecturas de la temperatura del agua cada minuto. Debe hacerse un total de seis a ocho lecturas después de la inmersión del cuerpo caliente.

#### TRATAMIENTO DE DATOS

En un papel milimetrado se construye un gráfica de las temperaturas registradas (ordenadas) frente al tiempo (abscisas), conforme se muestra en la figura.

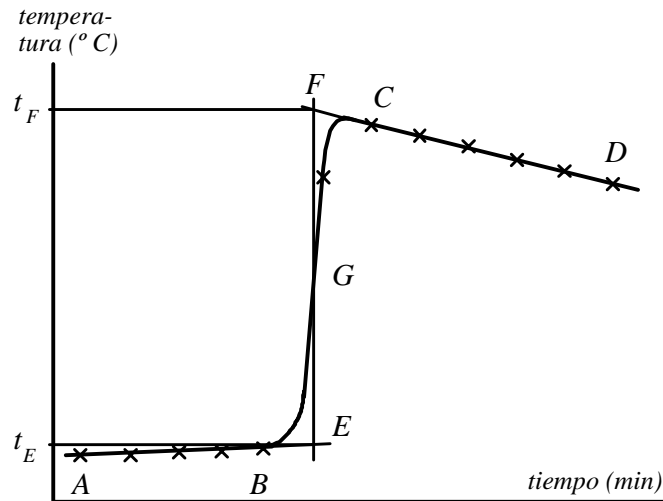


Figura 1. Representación gráfica de la variación de temperatura del agua del calorímetro antes de y después de la inmersión del cuerpo caliente. Las cruces representan los datos obtenidos, la línea de trazo grueso es la reconstrucción del curso de la temperatura. Se ha supuesto que antes de sumergir el cuerpo el agua del calorímetro estaba algo más fría que la temperatura del laboratorio (por eso la pendiente de la línea inferior AB es ligeramente positiva).

Como la igualación de temperaturas no se consigue instantáneamente, y además antes, durante, y después de la inmersión del cuerpo se están produciendo pérdidas de calor, el

agua no alcanza la temperatura máxima que llegaría a tener si la igualación de temperaturas se produjese con una velocidad infinita. Por eso se obtendría un salto de temperaturas demasiado pequeño si se identificase  $t_B$  con la temperatura del agua en el momento en que se introduce el cuerpo sólido caliente y  $t$  con la temperatura máxima alcanzada. La forma de obtener las temperaturas que intervienen en la ecuación (4) es:

- \*  $t_A$  es la temperatura del baño de agua hirviendo donde se calentó el sólido (por eso es necesario proceder con rapidez a la inmersión del sólido en el calorímetro una vez extraído del baño, evitando su enfriamiento en el aire).
- \*  $t_B$  es la temperatura obtenida en la intersección de las dos líneas siguientes (ver figura 1): se traza una línea EF paralela al eje de temperaturas de forma que las superficies BGE y GFC sean iguales (es suficiente con un dibujo a ojo) y se prolonga la línea AB hasta que corte a la anterior.
- \*  $t$  es la temperatura obtenida en la intersección de la línea EF y la prolongación de la línea DC.

## PREGUNTAS

- 1 A partir de las medidas tomadas, determinar el calor específico del sólido con su error.
- 2 ¿Podría sugerir algún método para determinar de forma independiente el equivalente en agua del calorímetro?
- 3 El sólido se ha mantenido algunos minutos en contacto con agua hirviendo. ¿Alcanza su temperatura los 100 °C?
- 4 Cuando un líquido se mantiene hirviendo recibe calor. ¿Por qué no aumenta su temperatura?