

# PRÁCTICA NÚMERO 14

## CALOR DE FUSIÓN DEL HIELO

### I. Objetivo

Determinar el calor de fusión del hielo, conociendo el calor específico del agua.

### II. Material

1. Calorímetro.
2. Un termómetro.
3. Trozos de hielo.
4. Mechero de Bunsen y accesorios.
5. Un vaso de precipitado de 200 ml.
6. Balanza de 0.1 g.

### III. Introducción

Cuando se suministra energía en forma de calor a un cuerpo, a presión constante, el resultado es un incremento de la temperatura del cuerpo. En ocasiones el cuerpo puede absorber grandes cantidades de calor sin variar su temperatura, esto ocurre durante un cambio de fase, es decir, cuando la condición física de la sustancia está variando de un estado de agregación a otro (por ejemplo de sólido a líquido).

Se necesita una cantidad específica de energía para el cambio de fase de una cantidad determinada de sustancia, esto lo expresamos como:

$$Q = mL_f$$

Así  $L_f$  (calor latente de fusión) es la cantidad de energía en forma de calor (en calorías) que se requieren para fundir una masa  $m$  de sustancia cuando ésta se encuentra en su punto de fusión.

Para el caso particular del agua, si inicialmente la tenemos en la fase sólida (hielo) a  $-10\text{ }^\circ\text{C}$  y le transferimos energía en forma de calor, primeramente su temperatura cambiará de  $-10\text{ }^\circ\text{C}$  a  $0\text{ }^\circ\text{C}$ , después se transformará de hielo a agua líquida, sin sufrir cambios en su temperatura.

Si inicialmente tenemos una masa de hielo  $m_3$  a  $0\text{ }^\circ\text{C}$  y en el calorímetro de masa  $m_1$  tenemos una masa de agua  $m_2$  a una temperatura  $T_1$  inicial, al introducir el hielo en el calorímetro se tiene que la energía que absorbe el hielo es igual a la energía que cede el calorímetro mas la energía que cede el agua líquida, es decir,

$$Q_h = -(Q_c + Q_a)$$

la cual puede escribirse como:

$$m_3L_f = -[m_1c_c(T_f - T_1) + m_2c_a(T_f - T_1)]$$

De esta expresión podemos despejar al calor latente de fusión, el cual queda como:

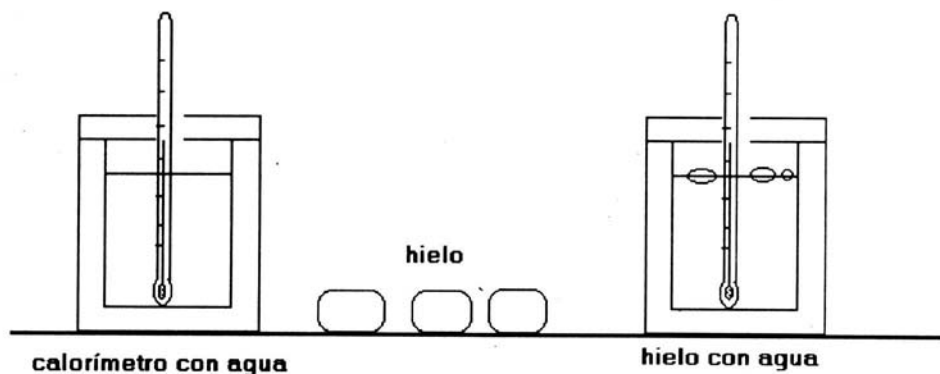
$$L_f = \frac{(T_1 - T_f)(m_1 c_c + m_2 c_a)}{m_3}$$

Aquí  $c_c = 0.22 \text{ Cal/g } ^\circ\text{C}$  es el calor específico del aluminio,  $c_a = 1.0 \text{ Cal/g } ^\circ\text{C}$  es el calor específico del agua y  $T_f$  es la temperatura final de equilibrio.

#### IV. Procedimiento

1. En un calorímetro de doble vaso de aluminio medir la masa del vaso interior ( $m_1$ ).
2. Medir la masa del calorímetro, con tapadera y termómetro.
3. Calentar alrededor de 150 ml de agua hasta una temperatura entre 40 y 50 °C.
4. Verter el agua en el calorímetro y colocar la tapadera con el termómetro.
5. Medir la masa total que incluirá: El calorímetro con su tapadera, el agua y el termómetro.
6. Con las masas medidas en los pasos 2 y 5, obtener la masa de agua dentro del calorímetro ( $m_2$ ).
7. Colocar trozos de hielo sobre una servilleta para cerciorarse de que éstos empiezan a mojarla por la fusión de los mismos. Esto asegurará que los trozos de hielo se encuentran en el punto de fusión y que por lo tanto su temperatura es de cero grados Celsius.
8. Medir la temperatura del agua en el calorímetro ( $T_1$ ).
9. Introducir los trozos de hielo en el calorímetro y medir la masa total que incluirá: El calorímetro con su tapadera, el agua, el termómetro y el hielo.
10. Con las masas medidas en los puntos 5 y 9, determine la masa de hielo que depositó en el calorímetro ( $m_3$ ).
11. Agite con el termómetro el agua del calorímetro (sin quitar la tapadera) para que todo el hielo se funda hasta alcanzar la temperatura final de equilibrio.
12. Verificar que se ha alcanzado el equilibrio térmico por medio del termómetro, el cual deberá marcar una temperatura constante ( $T_f$ ).
13. Vaciar el calorímetro, secar todas las partes y volver a repetir el procedimiento al menos una vez, a partir del paso 2.

DIAGRAMA



**V. Actividades a realizar**

1. A partir de los datos obtenidos, calcular el calor de fusión del hielo. Estos datos son:
  - la masa del vaso interior del calorímetro ( $m_1$ ).
  - la masa de agua ( $m_2$ )
  - la temperatura inicial del agua y del vaso interior de aluminio ( $T_1$ ).
  - la masa de hielo ( $m_3$ ), con su correspondiente temperatura inicial, que es cero grados Celsius.
  - la temperatura final de equilibrio ( $T_f$ ).
2. Es importante que para calcular el calor de fusión del hielo, se determine:
  - los cambios o transformaciones que se efectuaron en  $m_1, m_2$  y  $m_3$ .
  - cómo se llevaron a cabo las transferencias de energía en forma de calor.
3. Con los datos obtenidos en la(s) repetición(e)s del experimento, se deberá reportar los valores del calor de fusión del hielo y con ellos, obtener:
  - su valor promedio,
  - su desviación promedio y
  - el error porcentual.

$m_1 =$

Corrida	$m_2$	$m_3$	$T_1$	$T_f$	$L$	$\delta L$

$\overline{L_f} =$

$\overline{\delta L_f} =$

$\varepsilon_p =$

## VI. Consultas y preguntas

1. Consultar en Internet una simulación sobre la solidificación de agua en:  
<http://charm.cs.uiuc.edu/users/olawlor/projects/demos/demo8/demo.html>
2. Consultar en Internet, cómo es el cambio de la temperatura con el tiempo para los diferentes cambios de fase:  
<http://dbhs.wvusd.k12.ca.us/Thermochem/Time-Temperature-Graph.html>
3. ¿Cuál es el error porcentual obtenido en la medición del calor de fusión del hielo? ¿Cuáles son las fuentes principales de error en el experimento? Sea claro y concreto al identificar esas fuentes.
4. ¿Cómo es el valor promedio obtenido, comparado al valor conocido del calor de fusión del hielo?
5. La última expresión de la introducción, toma en cuenta que la temperatura inicial del hielo es  $0\text{ }^{\circ}\text{C}$  ¿En qué forma cambia ésta si el hielo inicialmente está a  $-5\text{ }^{\circ}\text{C}$ ?
6. ¿Por qué se tiene que tomar en cuenta al vaso interior del calorímetro?
7. ¿Cuánta energía en forma de calor se necesita transferirle a 1.0 gramo de hielo para fundirse?
8. ¿Cuánta energía en forma de calor se necesita transferirle a 1.0 gramo de agua para elevar su temperatura en  $1\text{ }^{\circ}\text{C}$ ?
9. ¿Por qué requiere transferirle tanta energía en forma de calor a 1.0 gramo de hielo para fundirse, comparándolo con la energía que requiere 1.0 g de agua para elevar su temperatura en 1 grado Celsius?