

# PRÁCTICA NÚMERO 4

## DETERMINACIÓN DEL CALOR ESPECÍFICO

### I. Objetivo

Determinar el calor específico de algunos materiales sólidos, usando el calorímetro y agua como sustancia cuyo valor de calor específico es conocido.

### II. Material

1. Calorímetro de doble vaso de aluminio.
2. Termómetro digital.
3. Balanza de 0.1 g.
4. Un vaso de precipitado de 50ml.
5. Un vaso de precipitado de 200ml.
6. Una pieza del material al que se desea medir el calor específico.
7. Una parrilla eléctrica.
8. Un guante de asbesto.

**Nota:** Para obtener mejores resultados en este experimento, se recomienda que la pieza que se indica en el punto 5 de esta sección, tenga una masa tal que la temperatura de equilibrio entre dicha pieza y el agua con la que se podrá en contacto, quede cerca de la mitad de las temperaturas iniciales de ambas sustancias.

### III. Introducción

Este experimento parte del hecho de que si transferimos la misma cantidad de energía en forma de calor a diferentes materiales de la misma masa, el cambio de temperatura es diferente en cada material, es decir los cambios observados en cada material dependen de su *capacidad calorífica*. Si tomamos el agua como sustancia de referencia ( $c_e=1.0\text{cal/g}\cdot^{\circ}\text{C}$ ), podremos saber el calor específico de otro material, al colocarlos en contacto térmico. El calor específico ( $C_e$ ) es la cantidad de calor, en Joules o calorías, requerido para elevar la temperatura  $1.0^{\circ}\text{C}$  a  $1.0\text{gr}$  de material, es decir,

$$c_e = \frac{Q}{m\Delta T} \quad (1)$$

donde  $Q$  es la energía en forma de calor transferida,  $m$  es la masa del material y  $\Delta T$  es el cambio de temperatura.

En calorimetría se utiliza el calorímetro para aislar los materiales que serán puestos en contacto térmico y al medir masas y cambios de temperatura se puede determinar el calor específico de un material. Partiendo de un análisis de las transferencias de energía en forma de calor que se presentan dentro del calorímetro, podremos determinar el calor específico. Por

ejemplo si en este proceso están involucrados tres materiales  $a$ ,  $b$  y  $c$ , y si la energía en forma de calor que transfiere a es completamente absorbida por  $b$  y  $c$  entonces:

$$\text{Energía cedida por } a = \text{Energía absorbida por } b + \text{Energía absorbida por } c$$

Relación que podemos expresar como:

$$-Q_a = Q_b + Q_c \quad (2)$$

que, haciendo uso de la primera ecuación, nos permite escribir:

$$-m_a c_a \Delta T_a = m_b c_b \Delta T_b + m_c c_c \Delta T_c \quad (3)$$

De esta expresión podemos, midiendo las masas y los cambios en temperaturas, conocer alguno de los calores específicos cuando conocemos los dos restantes. En esta práctica primeramente determinaremos el calor específico del material del que está hecho el vaso interior del calorímetro (usualmente es de aluminio) suponiendo que conocemos su valor para el caso del agua. En una segunda fase determinaremos el calor específico de algún material sólido, conocidos los valores para el agua y el material del calorímetro, los cuales se obtendrán utilizando la última ecuación.

#### IV. Procedimiento

**Primera fase:** Determinación del calor específico del calorímetro.

1. Mida la masa del vaso interior del calorímetro ( $m_c$ ).
2. Vierta en el calorímetro 20ml de agua ( $m_1$ ) a temperatura ambiente.
3. Aísle (tape) el calorímetro y, pasado unos minutos, mida la temperatura de equilibrio ( $T_i$ ) del sistema calorímetro-agua.
4. Usando la parrilla eléctrica, caliente 30ml de agua ( $m_2$ ) y, una vez alcanzada una temperatura aproximada de  $70^{\circ}\text{C}$  ( $T_i'$ ), viértala en el calorímetro procediendo a aislarlo.
5. Después de unos minutos, y una vez alcanzado el equilibrio térmico del sistema calorímetro-agua, mida la temperatura de equilibrio ( $T_f$ ).
6. Comparta sus datos con los demás equipos, para que pueda llenar la tabla 1 y estar en condiciones de hacer estadística sobre las mediciones para obtener un mejor valor del calor específico del calorímetro.

El procedimiento anterior permite aplicar el concepto de equilibrio térmico, el cual fue resumido en la última ecuación. Y que al usarse en este caso, nos permite establecer que el calor específico del calorímetro está dado por

$$c_{\text{calorimetro}} = \frac{c_{\text{agua}} \left[ m_1 (T_f - T_i) + m_2 (T_f - T_i') \right]}{m_c (T_i - T_f)} \quad (4)$$

**Tabla 1**

<i>Equipo</i>	<i>Masa del calorímetro</i>	<i>Masa del agua fría</i>	<i>Masa del agua caliente</i>	<i>Temperatura inicial del calorímetro y del agua fría</i>	<i>Temperatura inicial del agua caliente</i>	<i>Temperatura final de la mezcla</i>
	$m_c$	$m_1$	$m_2$	$T_i$	$T_i'$	$T_f$
1						
2						
3						
4						
5						

- Usando la ecuación (4) y los datos de la tabla 1 calcule, para los datos de cada equipo, el calor específico del calorímetro.
- Usando los valores calculados en el paso anterior, calcule el valor promedio del calor específico del calorímetro ( $C_{\text{calorímetro}}$ ).

**Segunda fase:** Determinación del calor específico del material desconocido.

- Mida la masa del vaso interior del calorímetro ( $m_c$ ).
- Mida la masa del bloque al que se desea calcular el calor específico ( $m_b$ ).
- Coloque el bloque en el calorímetro de forma que sea más fácil cubrirlo con agua.
- Vierta en el calorímetro 20ml de agua ( $m_1$ ) a temperatura ambiente. Si esta cantidad de agua no logra cubrir completamente el material desconocido, entonces aumente la cantidad hasta lograr que esto se cumpla.
- Aísle (tape) el calorímetro y, pasado unos minutos, mida la temperatura de equilibrio ( $T_i$ ) del sistema calorímetro-agua-material.
- Usando la parrilla eléctrica caliente 30ml de agua ( $m_2$ ).
- Una vez alcanzada una temperatura aproximada de  $70^{\circ}\text{C}$  ( $T_i'$ ), viértala en el calorímetro procediendo a aislarlo.
- Después de unos minutos, y una vez alcanzado el equilibrio térmico del sistema calorímetro-agua-material, mida la temperatura de equilibrio ( $T_f$ ) del sistema completo.
- Comparta sus datos con los demás equipos, para que pueda llenar la tabla 2 y estar en condiciones de hacer estadística sobre las mediciones para obtener un mejor valor del calor específico del material desconocido.

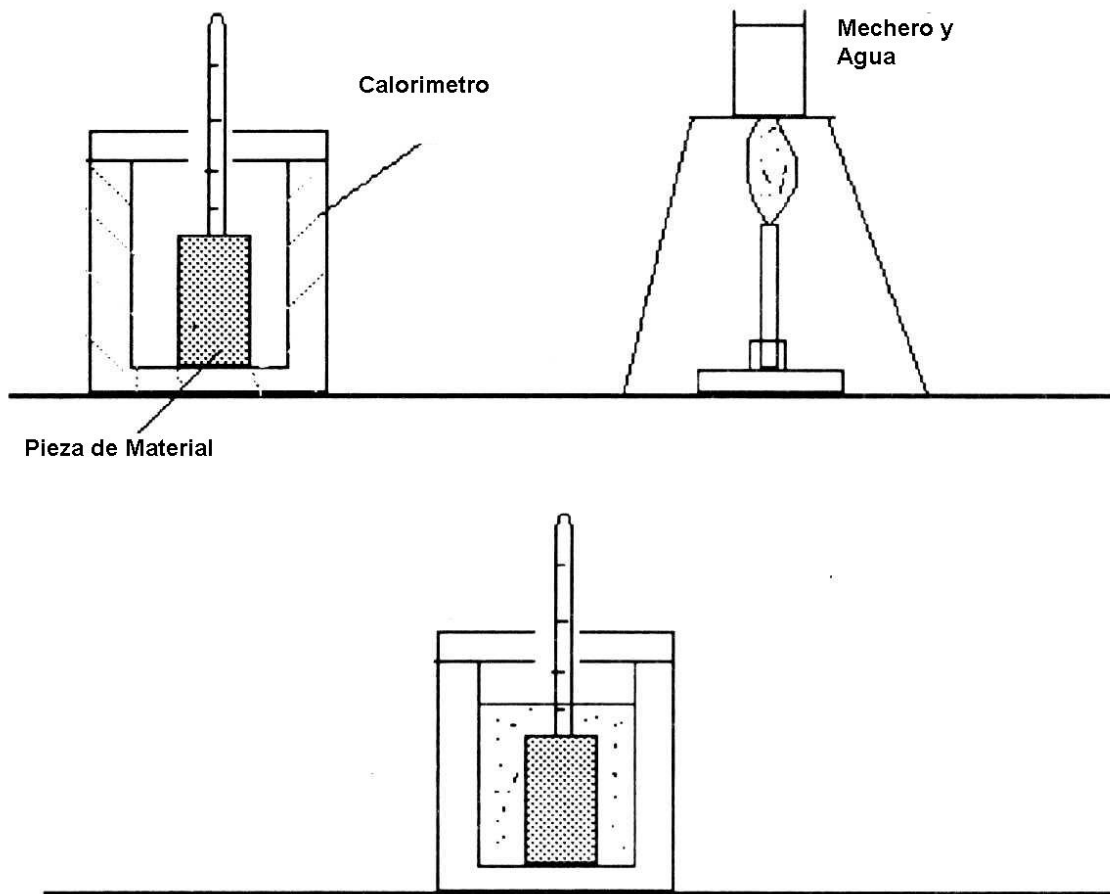
**PRECAUCIONES:**

- Para obtener mejores resultados, pueden ser determinantes las condiciones de seco y limpio.
- Es importante realizar las mediciones de temperatura en condiciones de equilibrio térmico.
- Debe tener cuidado en no verter agua en el espacio intermedio del calorímetro y colocar la tapa del calorímetro para aislar el sistema ya que, en caso de no hacerlos, se introducen errores importantes en las lecturas.

**Tabla 2**

<i>Equipo</i>	<i>Masa del material desconocido</i>	<i>Masa del calorímetro</i>	<i>Masa del agua fría</i>	<i>Masa del agua caliente</i>	<i>Temperatura inicial del calorímetro, bloque y agua fría</i>	<i>Temperatura inicial del agua caliente</i>	<i>Temperatura final de la mezcla</i>
	$m_b$	$m_c$	$m_1$	$m_2$	$T_i$	$T_i'$	$T_f$
1							
2							
3							
4							
5							

**Diagrama**



## V. Actividades a realizar

- Partiendo del conocimiento de:
  - el calor específico del agua:  $c_e=1.0\text{cal/g} \cdot ^\circ\text{C}$ ;
  - el calor específico del calorímetro (calculado en la primera fase del experimento);
  - las masas medidas:  $m_b, m_c, m_1, m_2$ ; y
  - las temperaturas medidas:  $T_i, T_i', T_f$deberá calcular el calor específico del material.
- Para obtenerlo, haga un análisis de las transferencias de energía en forma de calor en todos los materiales involucrados que fueron puestos en contacto térmico. Recordar que cuando dos objetos son puestos en contacto térmico, la transferencia de energía en forma de calor transferida por uno de los objetos es completamente absorbida por el otro, es decir,
$$Q_g = -Q_p$$
- Con los valores de calor específico calculados a partir de los datos de la tabla 2, deberá obtener:
  - El calor específico promedio.
  - La desviación promedio.
  - El error porcentual.

Medición	$C$	$\delta C$
1		
2		
3		
4		
5		

$$\overline{C} =$$

$$\overline{\delta C} =$$

$$\varepsilon_p =$$

## VI. Consultas y preguntas

- Para consultar una tabla de calores específicos de algunos materiales puede revisar la página alojada en Wikipedia: [https://es.wikipedia.org/wiki/Calor\\_espec%C3%ADfico](https://es.wikipedia.org/wiki/Calor_espec%C3%ADfico)
- Para la determinación de calor específico de un sólido consultar: <http://didactica.fisica.uson.mx/cursos/fisord/estadistica/otros/calorimetro/calorimetro.htm>
- Consultar notas sobre teoría de errores en: <http://didactica.fisica.uson.mx/manuales/mecanica/mec-lab001.pdf>
- Diferentes materiales tienen valor diferente de calor específico, esto determina en gran medida las aplicaciones que pueden ser hechas con el material. Investiga los valores del calor específico de diversos materiales (sólidos y líquidos) y su uso, con base en esta propiedad termodinámica.
- ¿Cuál fue el error porcentual obtenido en el experimento? ¿Cuáles son las principales fuentes de error en este experimento? Sea claro y concreto al señalar las fuentes de error.

6. ¿Por qué la temperatura final de equilibrio no quedó muy cerca de la temperatura del agua? Explique su respuesta.
7. ¿Por qué en el experimento se tiene que tomar en cuenta el vaso interior y no así el vaso exterior del calorímetro que es también de aluminio?
8. Conocido el valor del calor específico del material ¿Cuánta energía en forma de calor se necesita transferirle a 100 gramos de este material para elevar su temperatura en  $10\text{ }^{\circ}\text{C}$ ? ¿Y al agua?