

Calor específico de un metal

Objetivos

- Determinar el calor específico del Cobre (Cu).
- Comprobar experimentalmente la ley cero de la Termodinámica.

Introducción

Diferentes sustancias requieren diferentes cantidades de calor para producir un cambio dado en su temperatura. Por ejemplo, para incrementar la temperatura de 1 kg de agua en una cantidad ΔT de temperatura se requiere alrededor de 10 veces más calor que para incrementar en esta misma cantidad ΔT la temperatura de 1 kg de cobre. Este comportamiento de los materiales es caracterizado cuantitativamente por el calor específico, que es la cantidad de calor necesaria para incrementar la temperatura de 1 gramo de sustancia en 1 grado Celsius. Así, el agua tiene un calor específico de mayor valor que el cobre.

El calor específico de un material es característico para cada sustancia y depende de su estructura interna. Como puede ser visto de la definición, el calor específico de una sustancia dada puede ser determinado mediante la entrega de una cantidad de calor conocida a una cantidad de masa determinada de la sustancia y con un apropiado registro del cambio en su temperatura. El propósito de este experimento es determinar el calor específico de un material en particular mediante los métodos de calorimetría.

Teoría

Una variación ΔT en la temperatura de una sustancia es proporcional a la cantidad de calor Q que se agrega o extrae de esta, o sea:

$$Q \propto \Delta T$$

Escrito en forma de ecuación

$$Q = C \cdot \Delta T \quad (1)$$

Donde la constante de proporcionalidad C es llamada capacidad calorífica de la sustancia.

Sin embargo la cantidad de calor requerido para cambiar la temperatura de un objeto es también proporcional a la masa de este, por lo tanto es conveniente definir la cantidad llamada capacidad calorífica específica c (o calor específico)

$$c = \frac{C}{m} \quad (2)$$

que es la capacidad calorífica por unidad de masa de la sustancia. Así, la ecuación 1 puede ser escrita como:

$$Q = m \cdot c \cdot \Delta T \quad (3)$$

Donde el calor específico es la cantidad de calor (en calorías) necesaria para incrementar la temperatura de 1 gramo de sustancia en 1 grado Celsius.

De hecho, la caloría es la unidad de calor definida como la cantidad de calor requerido para incrementar la temperatura de 1 gramo de agua en 1 grado Celsius. Por definición, el agua tiene un calor específico de 1 cal/g°C.

$$c = \frac{\Delta Q}{m \cdot \Delta T} = \frac{(1cal)}{(1g) \cdot (1^\circ C)} = 1 \text{ cal} / g^\circ C$$

En la tabla mostrada a continuación se presentan los valores de los calores específicos para algunos materiales.

Sustancia	c [J/(g°C)]	c [cal/g°C]
Agua	4.182	1.0
Aire seco	1.009	0.241
Aluminio	0.896	0.214
Bronce	0.385	0.092
Cobre	0.385	0.092
Concreto	0.92	0.22
Hielo (a 0°C)	2.09	0.5
Plomo	0.13	0.031
Vidrio	0.779	0.186
Zinc	0.389	0.093

Tabla 1: Tabla de calores específicos.

El calor específico de un material puede ser determinado experimentalmente midiendo el cambio de temperatura que presenta una determinada masa del material al entregarle una cierta cantidad de calor. Esto puede ser realizado indirectamente por un procedimiento de calorimetría conocido como el *método de mezclas*. Varias sustancias a diferentes temperaturas se ponen en contacto térmico, las sustancias calientes entregan calor a las sustancias frías hasta que todas las sustancias alcanzan una temperatura de equilibrio común. Si el sistema está aislado de manera que no pueda intercambiar calor con sus alrededores, por conservación de energía, la cantidad de calor que pierden las sustancias calientes es la misma que ganan las sustancias frías.

$$|Q_c| = |Q_f| \quad (4)$$

En este experimento, agua caliente es añadida a un calorímetro (vaso térmico) el cual contiene una barra metálica, luego se agita el calorímetro por unos segundos hasta que el sistema alcanza el equilibrio térmico. Note que la función del calorímetro es aislar el sistema para disminuir las pérdidas de calor. Sin embargo, su capacidad calorífica es desconocida, por lo tanto esta debe ser inicialmente medida.

Experimento

I. Medición de la capacidad calorífica del calorímetro

EQUIPAMIENTO REQUERIDO:

- 1 calorímetro
- 1 termómetro de mercurio
- 1 vaso precipitado de 250 ml
- 1 calentador eléctrico de 600 W
- 1 guante térmico
- Balanza del laboratorio

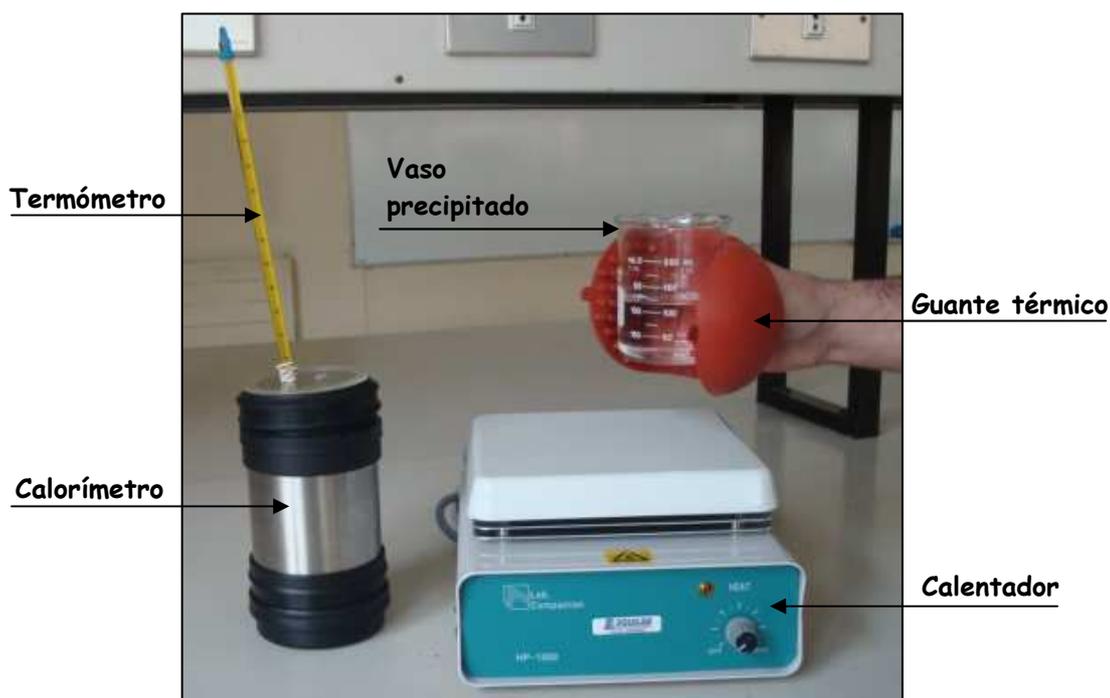


Figura 1

¡Precaución!

La superficie del calentador puede llegar a temperaturas cercanas a los $350\text{ }^{\circ}\text{C}$, por ello debe tener mucha precaución al manipular este calentador.

Recuerde utilizar siempre el guante térmico para manipular el vaso precipitado cuando esté a una temperatura elevada.

PROCEDIMIENTO:

1. Añada al calorímetro **100 ml** de agua a temperatura ambiente **previamente pesada**. Observe la lectura del termómetro y cuando esta se estabilice, registre su valor como T_1 (Temperatura inicial sistema calorímetro más agua) en la tabla que se muestra más adelante.
2. Caliente en un vaso precipitado **100 ml** de agua a una temperatura aproximada de **50°C** y registre esta temperatura como T_2 . Vierta esta cantidad de agua caliente (**previamente pesada**) en el calorímetro con agua y ciérrelo. Homogenice la temperatura del agua agitando suavemente el calorímetro. Espere unos segundos hasta que la temperatura llegue a un valor estacionario y registre esta temperatura como T_3 .
3. Luego de anotar los datos en la tabla, determine la capacidad calorífica del calorímetro (C_k) aplicando la ley de la conservación de la energía.
4. Realice el experimento anterior tres veces.

	Sigla	Unidad	Datos Exp.1	Datos Exp.2	Datos Exp.3
Masa agua fría	m_1				
Masa agua caliente	m_2				
Temperatura agua fría	T_1				
Temperatura agua caliente	T_2				
Temperatura de la mezcla	T_3				
Capacidad calorífica del calorímetro	C_k				

Si el valor de C_k no tiene una dispersión excesiva, promedie los valores y anote como error la desviación estándar. En caso contrario repita sus medidas con cuidado y estudie donde puede estar el problema.

Nota:

El valor experimental de C_k debe ser reportado como:

$$C_k = \bar{x} \pm \sigma$$

La desviación estándar (σ) está dada por:

$$\sigma = \sqrt{\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (x_i - \bar{x})^2}$$

Donde N es el número de mediciones, x_i la medición i -ésima y \bar{x} es el promedio de las N mediciones.

II. Determinación del calor específico de un sólido

EQUIPAMIENTO REQUERIDO:

- 1 calorímetro
- 1 termómetro de de mercurio
- 1 vaso precipitado de 250 ml
- 1 calentador eléctrico de 600 W
- 1 trozo de Cobre (barra metálica color rojizo)
- 1 guante térmico

PROCEDIMIENTO:

1. Medir la masa del metal y depositarlo en el calorímetro.
2. Añadir al calorímetro **100 ml** de agua a temperatura ambiente **previamente pesada**. Observe la lectura del termómetro y cuando se estabilice, registre su valor como T_1 (Temperatura inicial sistema calorímetro, agua y barra de cobre) en la tabla que se muestra más adelante.
3. Caliente en un vaso precipitado **100 ml** de agua a una temperatura aproximada de **50°C** y registre esta temperatura como T_2 . Vierta esta cantidad de agua caliente (**previamente pesada**) en el calorímetro y ciérrelo. Homogenice la temperatura de la mezcla agitando suavemente el calorímetro. Espere unos segundos hasta que la temperatura llegue a un valor estacionario y registre esta temperatura como T_3 .
4. Luego de anotar los datos en la tabla, determine el calor específico del cobre (c_{Cu}) aplicando la ley de la conservación de la energía.
5. Realice el procedimiento anterior tres veces.

	Sigla	Unidad	Datos Exp.1	Datos Exp.2	Datos Exp.3
Masa agua fría	m_1				
Masa del cobre	m_{Cu}				
Masa agua caliente	m_2				
Temperatura agua fría	T_1				
Temperatura agua caliente	T_2				
Temperatura de la mezcla	T_3				
Calor específico del cobre	c_{Cu}				

Si el valor de c_{Cu} no tiene una dispersión excesiva, promedie los valores y anote como error la desviación estándar. En caso contrario repita sus medidas con cuidado y estudie donde puede estar el problema.

PREGUNTAS:

- 1) ¿Qué expresa la ley cero de la termodinámica y en que parte de este experimento está presente?
- 2) ¿Cuál es el valor experimental reportado por su grupo para la capacidad calorífica del calorímetro c_k ?
- 3) ¿Cuáles son las posibles fuentes de error en la medición de c_k ?
- 4) ¿Cuál es el valor experimental reportado por su grupo para el calor específico del cobre c_{Cu} ?
- 5) Probablemente el valor de c_{Cu} obtenido por su grupo tiene un gran porcentaje de error en comparación con el valor reportado en la tabla 1. Identifique las posibles fuentes de error en la medición de c_{Cu} .
- 6) ¿Qué aspectos del procedimiento experimental podrían ser mejorados para obtener un valor del calor específico del metal con un menor porcentaje de error?