



Universidad Tecnológica de Bolívar

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE BOLÍVAR

FÍSICA CALOR Y ONDAS

GRUPO Y SUBGRUPO (M1 - A)

**Informe Experiencia. 5 - Calor Especifico de los
Solidos.**

Esmeralda Espitaleta Leguia, T00077047.

Jose Jorge Montes Bustillo, T00070416.

Paula Andrea Piedrahita Gonzalez, T00077912.

Mateo De Jesus Reyes Pereira, T00077079.

Alejandro Pedro Steinman Cuesta, T00077151.

Revisado Por

Prof. Kevin David Mendoza Vanegas.

27 de septiembre de 2024

1. Introducción

El calor específico es una propiedad característica de los materiales, la cual describe la cantidad de energía térmica necesaria para elevar en un grado Celsius la temperatura de una unidad de masa del material. Esta propiedad es crucial en diversas aplicaciones de ingeniería y ciencia, ya que influye en la forma en que los materiales reaccionan ante cambios de temperatura y en la transferencia de calor.

En esta experiencia, se utiliza un calorímetro para medir el calor específico de varios sólidos, como cobre, aluminio y hierro. El proceso se basa en el principio de conservación de la energía, donde la energía transferida desde el sólido caliente al agua dentro del calorímetro se emplea para calcular el calor específico del material. Para ello, se aprovecha la relación entre la masa, el cambio de temperatura y el calor absorbido o cedido, descrita por las ecuaciones fundamentales de la termodinámica.

El presente informe tiene como objetivo documentar el procedimiento experimental seguido para la determinación del calor específico de los sólidos, analizar los resultados obtenidos, y comparar las diferencias observadas cuando se considera la capacidad calorífica del calorímetro en el proceso de intercambio de calor.

2. Objetivos

2.1. Objetivo general

Determinar el calor específico de diversas masas sólidas mediante un experimento de transferencia de calor.

2.2. Objetivos específicos

- Comprender y aplicar los principios fundamentales de la termodinámica.
- Interpretar el proceso de transferencia de calor como un fenómeno relacionado con la energía cinética de las moléculas en cada material.
- Distinguir entre los conceptos de calor y temperatura.

3. Marco Teórico

La temperatura es una medida de la energía cinética promedio por molécula en una sustancia. Cualquier sustancia física a la que se pueda atribuir la propiedad de la temperatura está formada por átomos y moléculas. Esos átomos y moléculas no se quedan quietos, ni siquiera en un sólido. Se mueven y se mueven constantemente, pero el movimiento ocurre en una escala tan pequeña que no se puede ver.

Los objetos en movimiento tienen una forma de energía llamada energía cinética que está asociada tanto con su masa como con la velocidad a la que se mueven. Entonces, cuando la temperatura se describe como energía cinética promedio por molécula, lo que se describe es la energía asociada con este movimiento molecular.

El calor es la energía que se transfiere de un cuerpo a otro como resultado de una diferencia de temperatura. Si se juntan dos cuerpos a diferentes temperaturas, se transfiere energía, es decir, fluye calor, del cuerpo más caliente al más frío. El efecto de esta transferencia de energía por lo general, pero no siempre, es un aumento en la temperatura del cuerpo más frío y una disminución en la temperatura del cuerpo más caliente. Una sustancia puede absorber calor sin aumento de temperatura, cambiando de un estado físico (o fase) a otro, como de sólido a líquido (fusión), de sólido a vapor (sublimación), de líquido a vapor (ebullición), o de una forma sólida a otra (generalmente llamada transición cristalina).

Es la cantidad de calor requerida para elevar la temperatura de un gramo de una sustancia en un grado Celsius. Las unidades de calor específico suelen ser calorías o julios por gramo por grado Celsius. Por ejemplo, el calor específico del agua es de 1 caloría (o 4,186 julios) por gramo por grado Celsius. El científico escocés Joseph Black, en el siglo XVIII, notó que masas iguales de diferentes sustancias necesitaban diferentes cantidades de calor para elevarlas a través del mismo intervalo de temperatura y, a partir de esta observación, fundó el concepto de calor específico.

Hay muchas escalas diferentes con las que puede medir la temperatura, pero las más comunes son Fahrenheit, Celsius y Kelvin.

La escala Fahrenheit es con lo que están más familiarizados aquellos que viven en los Es-

tados Unidos y algunos otros países. En esta escala, el agua se congela a 32 grados Fahrenheit y la temperatura del agua hirviendo es de 212 F.

La escala Celsius (a veces también denominada centígrados) se utiliza en la mayoría de los demás países del mundo. En esta escala, el punto de congelación del agua está en 0 C y el punto de ebullición del agua está en 100 C.

La escala Kelvin, llamada así por Lord Kelvin, es el estándar científico. El cero en esta escala está en el cero absoluto, que es donde se detiene todo el movimiento molecular. Se considera una escala de temperatura absoluta.

4. Montaje Experimental

Los materiales utilizados en esta experiencia fueron:

- Vaso de Dewar con tapa (calorímetro).
- Bloque o gránulos de cobre, aluminio o Hierro.
- Termómetro $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$ a $+110\text{ }^{\circ}\text{C}$ o sensor de temperatura NiCr-Ni.
- Generador de vapor, $550\text{ W} / 220\text{ V}$.
- Aparatos de calefacción.
- Vaso de precipitados, $400 - 600\text{ ml}$.
- Base del soporte y v, Varilla de soporte, 47 cm .
- Pinzas y guantes de protección contra el calor.

Se utilizaron dos recipientes, el calorímetro, que contenía agua a temperatura ambiente, y otro que almacenaba agua caliente. El objetivo fue calentar el agua del segundo recipiente hasta alcanzar una temperatura deseada y luego mezclarla con el agua a temperatura ambiente del calorímetro. Finalmente, se midió la temperatura de equilibrio alcanzada entre ambas masas de agua tras la mezcla, permitiendo analizar el proceso de transferencia de calor entre los dos sistemas. Se repitió este proceso, pero con un sólido e igualmente se analizó la transferencia de calor.



Figura 4.1: Montaje Experimental

5. Datos Experimentales

En la realización de la experiencia se han obtenido los siguientes datos individuales:

- Calor específico del bronce = 0,385

Seguido a esto se continúa con la experiencia y en el proceso se registraron los datos presentes en las Tablas 1 y 2.

Cuerpo	Masa (Kg)	Temperatura iniciales (C°)	Temperatura final (C°)
M	0,06	25	57
m	0,09	97	57

Cuadro 1: Masas y temperaturas para la determinación de la masa equivalente del calorímetro

Sustancia	Masa (Kg)	T inicial (C°)	TM de equilibrio(C°)
calorímetro	0,0525	25	28
agua	0,15	25	28
sólido	0,096	96	28

Cuadro 2: Masas y temperaturas iniciales y de equilibrio

6. Análisis de datos

6.1. Desarrolle los cálculos para llegar a la ecuación (5) a partir de las ecuaciones (2), (3) y (4).

Consideremos las siguientes ecuaciones de referencia, numeradas como (2), (3) y (4):

$$Q_1 = c_1 m_1 (T_1 - T_m) \quad (2)$$

$$Q_2 = c_2 m_2 (T_2 - T_m) \quad (3)$$

$$Q_1 + Q_2 = 0 \quad (4)$$

Para obtener la ecuación (5), reemplazamos las expresiones de Q_1 y Q_2 de las ecuaciones (2) y (3) en la ecuación (4), obteniendo:

$$c_1 m_1 (T_1 - T_m) + c_2 m_2 (T_2 - T_m) = 0 \quad (1)$$

Ahora, despejamos el término c_1 para llegar a la ecuación deseada:

$$c_1 = \frac{-c_2 m_2 (T_2 - T_m)}{m_1 (T_1 - T_m)} \quad (2)$$

Finalmente, el signo negativo en c_2 puede distribuirse a los términos internos, resultando en la ecuación (5) de manera deducida:

$$c_1 = \frac{c_2 m_2 (T_m - T_2)}{m_1 (T_1 - T_m)} \quad (5)$$

6.2. Desarrolle los cálculos para llegar a la ecuación (8) a partir de las ecuaciones (2), (4) y (7).

Consideremos las ecuaciones (2), (4) y (7), que definen los flujos de calor involucrados en el sistema:

$$Q_1 = c_1 m_1 (T_1 - T_m) \quad (2)$$

$$Q_1 + Q_2 = 0 \quad (4)$$

$$Q_2 = c_2 (m_2 + m_k) (T_2 - T_m) \quad (7)$$

Para proceder con el desarrollo, sustituimos las ecuaciones (2) y (7) en la ecuación (4) de la siguiente manera:

$$c_1 m_1 (T_1 - T_m) + c_2 (m_2 + m_k) (T_2 - T_m) = 0 \quad (3)$$

A continuación, despejamos el término c_1 para obtener la forma de la ecuación (8):

$$c_1 = \frac{-c_2 (m_2 + m_k) (T_2 - T_m)}{m_1 (T_1 - T_m)} \quad (4)$$

Dado que el signo negativo de c_2 puede aplicarse al término interno, obtenemos la ecuación (8) deducida de forma explícita:

$$c_1 = \frac{c_2 (m_2 + m_k) (T_m - T_2)}{m_1 (T_1 - T_m)} \quad (5)$$

6.3. Determine la masa equivalente del calorímetro usando la ecuación (10).

La ecuación a utilizar es:

$$m_k = \frac{m(T - T_e)}{T_e - T_0} - M \quad (6)$$

Donde: $m = 90$ g

$M = 60$ g

$$T = 97\text{ }^{\circ}\text{C}$$

$$T_e = 57\text{ }^{\circ}\text{C}$$

$$T_0 = 25\text{ }^{\circ}\text{C}$$

Entonces tenemos que:

$$m_k = \frac{90(97 - 57)}{57 - 25} - 60 = 52,5g \quad (7)$$

6.4. Determine el calor específico de los bloques sólidos del simulador usando la ecuación (5).

La ecuación a utilizar será:

$$c_1 = \frac{c_2 m_2 (T_m - T_2)}{m_1 (T_1 - T_m)} \quad (5)$$

Donde:

- $c_2 = 4,19 \frac{\text{J}}{\text{g}^{\circ}\text{C}}$ es el calor específico del agua.
- $m_2 = 150\text{ g}$ es la masa del agua.
- $m_1 = 96\text{ g}$ es la masa del sólido.
- $T_m = 28^{\circ}\text{C}$ es la temperatura de equilibrio.
- $T_2 = 25^{\circ}\text{C}$ es la temperatura inicial del agua.
- $T_1 = 96^{\circ}\text{C}$ es la temperatura inicial del sólido.

Reemplazando los valores ya obtenidos:

$$c_1 = \frac{4,19 \frac{\text{J}}{\text{g}^{\circ}\text{C}} \cdot (150\text{ g}) \cdot (28^{\circ}\text{C} - 25^{\circ}\text{C})}{96\text{ g} \cdot (96^{\circ}\text{C} - 28^{\circ}\text{C})}$$

El calor específico del sólido es $c_1 = 0,29 \frac{\text{J}}{\text{g}^{\circ}\text{C}}$.

6.5. Desarrolle el punto 4 pero, ahora, usando la ecuación (8).

Procedimiento

La ecuación utilizada para calcular el calor específico del sólido (c_1) es:

$$c_1 = \frac{c_2 \cdot (m_2 + m_k) \cdot (T_m - T_2)}{m_1 \cdot (T_1 - T_m)}$$

Donde:

- $c_2 = 4,19 \frac{\text{J}}{\text{g}^\circ\text{C}}$ es el calor específico del agua.
- $m_2 = 150 \text{ g}$ es la masa del agua.
- $m_1 = 96 \text{ g}$ es la masa del sólido.
- $m_k = 52,5 \text{ g}$ es la masa equivalente del calorímetro.
- $T_m = 28^\circ\text{C}$ es la temperatura de equilibrio.
- $T_2 = 25^\circ\text{C}$ es la temperatura inicial del agua.
- $T_1 = 96^\circ\text{C}$ es la temperatura inicial del sólido.

Reemplazo de valores

Reemplazando estos valores en la ecuación:

$$c_1 = \frac{4,19 \frac{\text{J}}{\text{g}^\circ\text{C}} \cdot (150 \text{ g} + 52,5 \text{ g}) \cdot (28^\circ\text{C} - 25^\circ\text{C})}{96 \text{ g} \cdot (96^\circ\text{C} - 28^\circ\text{C})}$$

Desarrollo

Calculamos paso a paso:

$$(m_2 + m_k) = 150 \text{ g} + 52,5 \text{ g} = 202,5 \text{ g}$$

$$(T_m - T_2) = 28^\circ\text{C} - 25^\circ\text{C} = 3^\circ\text{C}$$

$$(T_1 - T_m) = 96^\circ\text{C} - 28^\circ\text{C} = 68^\circ\text{C}$$

Sustituyendo en la ecuación:

$$c_1 = \frac{4,19 \cdot 202,5 \cdot 3}{96 \cdot 68}$$

Resultado

$$c_1 = \frac{2545,725 \text{ J}}{6528 \text{ g}^\circ\text{C}} \approx 0,39 \frac{\text{J}}{\text{g}^\circ\text{C}}$$

Por lo tanto, el calor específico del sólido es $c_1 = 0,39 \frac{\text{J}}{\text{g}^\circ\text{C}}$.

6.6. Evalúe y analice las diferencias de los resultados en los puntos 4 y 5.

Si hacemos una comparación de resultados:

El resultado obtenido en el punto 4 fue:

$$c_1 = 0,29 \frac{\text{J}}{\text{g}^\circ\text{C}}.$$

El resultado obtenido en el punto 5 fue:

$$c_1 = 0,39 \frac{\text{J}}{\text{g}^\circ\text{C}}.$$

La diferencia entre los dos resultados es significativa. En el punto 5, el calor específico calculado es mayor debido a la inclusión de la masa equivalente del calorímetro, lo que aumenta la capacidad calorífica total del sistema (agua + calorímetro). Esto genera un mayor valor de calor específico, ya que el sistema completo (agua y calorímetro) absorbe más energía para alcanzar la temperatura de equilibrio, lo que refleja de manera más precisa la transferencia de calor en la práctica.

En el punto 4, al no incluir el efecto del calorímetro, el resultado es más bajo, lo que subestima la cantidad de calor intercambiado.

En conclusión, el uso de la ecuación que incluye la masa equivalente del calorímetro proporciona un resultado más exacto, ya que el calorímetro también absorbe una parte de la energía térmica en el proceso de equilibrio. Este es un factor importante a considerar en

experimentos calorimétricos reales para obtener mediciones más precisas del calor específico de un material.

7. Conclusión

En conclusión, mediante esta práctica fue posible determinar la capacidad calorífica específica de varios sólidos y aplicar los principios fundamentales de la termodinámica. Se demostró que la capacidad calorífica específica refleja la capacidad de los sólidos para absorber o ceder energía térmica. Además, se hizo una clara distinción entre los conceptos de calor y temperatura, fortaleciendo la comprensión de cómo estos influyen en los procesos de transferencia de calor.

Bibliografía

- [1] Young, H. D. Y Freedman, R. A. (2013). Física universitaria.
- [2] emperature (Physics): Definition, Formula Y Examples. (2019). Sciencing.
<https://sciencing.com/temperature-physics-definition-formula-examples-13722755.html>
- [3] eat — Definition Y Facts — Britannica. (2022). In Encyclopædia Britannica.
<https://www.britannica.com/science/heat>
- [4] pecific heat — Definition Y Facts — Britannica. (2022). In Encyclopædia Britannica.
<https://www.britannica.com/science/specific-heat>