

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE BOLÍVAR

FÍSICA CALOR Y ONDAS

GRUPO 1

Informe de Laboratorio No. V ***CALOR ESPECÍFICO DE LOS SÓLIDOS***

Mauro González, T00067622

German De Armas Castaño, T00068765

Angel Vega Rodriguez, T00068186

Juan Jose Osorio Ariza, T00067316

Jorge Alberto Rueda Salgado, T00068722

Revisado Por

Duban Andres Paternina Verona

1 de octubre de 2023

1. Introducción

La determinación del calor específico de los sólidos es una parte fundamental de la termodinámica y juega un papel esencial en la comprensión de cómo los materiales almacenan y liberan energía térmica. En esta experiencia de laboratorio, se lleva a cabo un estudio detallado de la transferencia de calor entre sólidos y líquidos para determinar el calor específico de varios materiales. Esto se logra mediante la medición de cambios de temperatura y la aplicación de principios termodinámicos fundamentales. La experimentación práctica en esta área es crucial para la aplicación de conceptos teóricos en situaciones del mundo real y es esencial para una amplia gama de campos, desde la física hasta la ingeniería.

2. Objetivos

2.1. Objetivo general

El objetivo principal de esta práctica de laboratorio es determinar el calor específico de sólidos utilizando un enfoque experimental basado en la transferencia de calor y principios termodinámicos.

2.2. Objetivos específicos

- ▷ Medir la temperatura inicial y final de una mezcla de agua y sólidos después de una transferencia de calor controlada.
- ▷ Determinar la masa equivalente del calorímetro utilizado en el experimento.
- ▷ Calcular el calor específico de los sólidos utilizando los datos recopilados y las ecuaciones pertinentes.
- ▷ Comparar los resultados obtenidos utilizando dos métodos diferentes para calcular el calor específico.

3. Marco Teórico

3.1. Calor [1]

El calor se refiere a la transferencia de energía térmica entre dos sistemas que están a diferentes temperaturas. Esta transferencia de energía se produce debido a la diferencia de temperatura entre los sistemas y ocurre siempre desde el sistema de mayor temperatura hacia el sistema de menor temperatura.

Es importante destacar que el calor es una forma de energía en tránsito y no una propiedad intrínseca de un objeto o sustancia en sí misma. Se puede medir en unidades de energía, como calorías (en el sistema métrico) o BTUs (en el sistema imperial).

Existen tres formas comunes de transferir calor:

1. Conducción: Es la transferencia de calor a través de materiales que están en contacto directo. En este proceso, las partículas de un material transfieren su energía térmica a las partículas adyacentes.
2. Convección: Se refiere a la transferencia de calor en fluidos (líquidos y gases) debido a la circulación de las partículas del fluido. Esto sucede cuando una corriente de fluido caliente asciende y una corriente de fluido frío desciende.
3. Radiación: Es la transferencia de calor a través de ondas electromagnéticas, como la luz o el calor que sentimos del sol. Esta forma de transferencia de calor no requiere un medio material y puede ocurrir incluso en el vacío.

3.2. Temperatura [2]

La temperatura es una medida de la energía cinética promedio de las partículas en un sistema. En términos más simples, indica cuán caliente o frío está un objeto o una sustancia. Cuando decimos que algo tiene una alta temperatura, significa que las partículas que lo componen están vibrando o moviéndose rápidamente, mientras que una baja temperatura indica que las partículas están más tranquilas y tienen menos energía cinética.

3.2.1. Escalas de temperatura [3]

Las escalas de temperatura son sistemas de medición que se utilizan para cuantificar y comparar temperaturas. Existen varias escalas de temperatura en uso en todo el mundo, pero las tres más comunes son Celsius ($^{\circ}\mathcal{C}$), Fahrenheit ($^{\circ}\mathcal{F}$) y Kelvin (\mathcal{K}). Cada una tiene su propia base y forma de referencia.

- ▷ Celsius ($^{\circ}\mathcal{C}$): También conocida como escala centígrada, la escala Celsius se basa en los puntos de congelación y ebullición del agua a una presión atmosférica normal. En esta escala, el punto de congelación del agua se establece en 0 grados Celsius y el punto de ebullición se establece en 100 grados Celsius. Es la escala de temperatura más comúnmente utilizada en todo el mundo para propósitos cotidianos.
- ▷ Fahrenheit ($^{\circ}\mathcal{F}$): Esta escala fue desarrollada por el físico Daniel Gabriel Fahrenheit. Se basa en puntos de referencia relacionados con el clima y utiliza el punto de congelación del agua mezclada con sal y el punto de ebullición del agua pura para establecer sus puntos de referencia. En la escala Fahrenheit, el punto de congelación del agua se ubica en 32 grados Fahrenheit y el punto de ebullición en 212 grados Fahrenheit. Esta escala se utiliza principalmente en los Estados Unidos y en algunos otros países.
- ▷ Kelvin (\mathcal{K}): La escala Kelvin es una escala de temperatura absoluta basada en cero absoluto, que es la temperatura más baja posible. En esta escala, el cero absoluto se sitúa en 0 Kelvin y representa la completa ausencia de energía térmica. Las temperaturas en la escala Kelvin se utilizan principalmente en la ciencia y la ingeniería, especialmente en áreas como la física, la química y la astronomía.

Es importante destacar que la relación entre las diferentes escalas de temperatura es lineal. Es decir, un cambio de 1 grado en la escala Celsius es equivalente a un cambio de 1 grado en la escala Kelvin, pero no es equivalente a un cambio de 1 grado en la escala Fahrenheit.

3.3. Ley cero de la termodinámica [1]

Establece el concepto de equilibrio térmico y proporciona la base para la definición precisa de temperatura. Esta ley afirma: “Si dos sistemas están en equilibrio térmico con un tercer sistema, entonces están en equilibrio térmico entre sí”.

En otras palabras, si dos cuerpos están en equilibrio térmico con un tercer cuerpo, entonces están también en equilibrio térmico entre sí, lo que significa que no habrá intercambio neto de calor entre ellos.

Esta ley es fundamental porque establece una base para definir y medir la temperatura. Si dos sistemas están en equilibrio térmico, sus temperaturas son iguales. Esto proporciona una manera precisa de comparar y medir temperaturas, lo que es crucial en todos los aspectos de la termodinámica.

La Ley Cero también es la razón por la cual se utilizan termómetros para medir la temperatura. Un termómetro funciona tomando ventaja de la expansión o contracción de una sustancia (como el mercurio en un termómetro de mercurio) con cambios de temperatura. Cuando el sistema de medición (el termómetro) alcanza el equilibrio térmico con el sistema que se está midiendo, la lectura del termómetro proporciona una medida precisa de la temperatura del sistema.

3.4. Primera ley de la termodinámica [4]

También conocida como el principio de conservación de la energía para procesos termodinámicos, establece que la energía total en un sistema aislado se mantiene constante. En términos más simples, la energía no puede ser creada ni destruida, solo transformada de una forma a otra. Matemáticamente, la Primera Ley se expresa como:

$$\Delta U = Q - W$$

▷ ΔU representa el cambio en la energía interna del sistema.

▷ Q es la cantidad de calor añadida al sistema.

▷ W es el trabajo realizado por el sistema.

Es importante notar que la Primera Ley de la Termodinámica se aplica a sistemas cerrados, es decir, sistemas que no intercambian materia con su entorno, pero sí pueden intercambiar energía en forma de calor y trabajo.

3.5. Calor específico [5]

El calor específico de una sustancia es una propiedad física que indica la cantidad de calor que se necesita para elevar la temperatura de una unidad de masa de esa sustancia en una cantidad específica. En otras palabras, es la cantidad de energía térmica que se debe agregar o quitar a una sustancia para cambiar su temperatura en una unidad de masa en una cierta cantidad.

Matemáticamente, el calor específico (C) se define como:

$$C = \frac{q}{m \cdot \Delta T}$$

Donde,

- C es el calor específico de la sustancia.
- q es la cantidad de calor agregada o quitada.
- m es la masa de la sustancia.
- ΔT es el cambio en la temperatura.

3.6. Energía cinética [6]

Es una forma de energía asociada al movimiento de un objeto. Se define como la energía que un objeto posee debido a su velocidad y masa. La fórmula para calcular la energía cinética (EC) es la siguiente:

$$EC = \frac{1}{2} \cdot mv^2$$

Donde,

- m es la masa del objeto en movimiento.
- v es la velocidad del objeto.

Esta fórmula nos dice que la energía cinética es directamente proporcional al cuadrado de la velocidad del objeto y a su masa. Esto significa que un objeto con mayor masa o velocidad tendrá una mayor energía cinética.

4. Montaje Experimental



Figura 4.1



Figura 4.2



Figura 4.3



Figura 4.4

Equipo utilizado:

- 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, $400 - 600\text{ ml}$

5. Datos Experimentales

En esta experiencia realizamos un proceso para determinar el equivalente en agua del calorímetro m_k y el calor específico de sólidos. Primero, se mezcló agua en el calorímetro y se midió su temperatura inicial. Luego, se añadió agua calentada al calorímetro y se registró la temperatura de equilibrio. Para el calor específico de sólidos, se midió la masa del sólido,

se calentó con agua y se registraron temperaturas. Luego, se transfirió el sólido al calorímetro y se monitoreó la temperatura. Permittiéndonos obtener los siguientes resultados.

Cuerpo	Masa (Kg)	Temperaturas iniciales T_0 Y T ($^{\circ}\mathcal{C}$)	Temperatura final T_e ($^{\circ}\mathcal{C}$)
M	0,25	28	40
m	0,08	92	40

Sustancia	Masa (Kg)	$T_0^{\circ}\mathcal{C}$	T_m de equilibrio
Calorímetro	0,25	...	31
Agua	0.2	28	31
Solido	0,0964	91	31

6. Análisis de datos

6.1. Análisis

6.1.1.

Ecuación 2: $Q_1 = C_1 m_1 (T_1 - T_M)$, Ecuación 3: $Q_2 = C_2 m_2 (T_2 - T_M)$, Ecuación 4: $Q_1 + Q_2$

Reemplazando (2) y (3) en (4), obtenemos,

$$C_1 m_1 (T_1 - T_M) + C_2 m_2 (T_2 - T_M) = 0$$

Luego se despeja C_1

$$C_1 m_1 (T_1 - T_M) = -C_2 m_2 (T_2 - T_M)$$

$$C_1 = \frac{-C_2 m_2 (T_2 - T_M)}{m_1 (T_1 - T_M)}$$

$$C_1 = C_2 \frac{m_2 (T_M - T_2)}{m_1 (T_1 - T_M)} \quad \checkmark$$

6.1.2.

Ecuación 7: $Q_2 = C_2(m_2 + m_k)(T_M - T_2)$, Ecuación 2: $Q_1 = C_1m_1(T_1 - T_M)$, Ecuación 4: $Q_1 + Q_2 = 0$

Reemplazando (2) y (7) en (4)

$$C_2(m_2 + m_k)(T_M - T_2) + C_1m_1(T_1 - T_M) = 0$$

Luego se despeja C_1 de la ecuación

$$C_1 = \frac{-C_2(m_2 + m_k)(T_M - T_2)}{m_1(T_1 - T_M)}$$
$$C_1 = C_2 \frac{(m_2 + m_k)(T_M - T_2)}{m_1(T_1 - T_M)} \sqrt{\quad}$$

6.1.3.

Ecuación 10: $m_K = \frac{m(T - T_e)}{T_e - T_o}$

Reemplazando los valores, $m_K = \frac{0,08(92-40)}{40-28} = 0,097Kg$

6.1.4.

Utilizando la ecuación,

$$C_1 = C_2 \frac{m_2(T_m - T_2)}{m_1(T_1 - T_m)} \quad (1)$$

Donde,

▷ m_1 : masa del sólido,

▷ C_1 : su calor específico

▷ m_2 : masa del agua,

▷ C_2 : el calor específico de calor del agua,

▷ T_1 : temperatura de la sustancia,

▷ T_2 : temperatura del agua,

▷ T_m : temperatura común.

El calor específico del agua es de:

$$C_2 = 4,19 \frac{J}{K \cdot Kg}$$

Conversiones:

▷ m_1 : 96,4 g = 0,0964 kg

▷ m_2 : 200 g = 0,20 kg

▷ T_m : $31^\circ C = 304,15 K$

▷ T_1 : $91^\circ C = 364,15 K$

▷ T_2 : $28^\circ C = 301,15 K$

$$C_1 = 4,19 \frac{J}{K \cdot Kg} \times \frac{0,20 Kg (304,15 K - 301,15 K)}{0,0964 Kg (364,15 K - 304,15 K)}$$
$$C_1 = 0,435 \frac{J}{K \cdot Kg}$$

6.1.5.

$$C_1 = C_2 \frac{(m_2 + m_k)(T_M - T_2)}{m_1(T_1 - T_M)} \quad (2)$$

Masa del calorímetro:

$$m_k = \frac{m(T - T_e)}{T_e - T_0} - M \quad (3)$$

Donde,

▷ T_0 : temperatura del agua en el calorímetro sin calentar

▷ T : temperatura del agua calentada

▷ T_e : temperatura en equilibrio

▷ M : gramos de agua iniciales

▷ m : gramos de agua añadidos

Conversiones:

■ M : $250\text{g} = 0,25\text{ Kg}$

■ m : $80\text{g} = 0,08\text{ Kg}$

■ T_0 : $28^\circ\text{C} = 301,15\text{ K}$

■ T : $92^\circ\text{C} = 365,15\text{ K}$

■ T_e : $40^\circ\text{C} = 313,15\text{ K}$

$$m_k = \frac{0,08\text{Kg}(365,15\text{ K} - 313,15\text{ K})}{313,15\text{ K} - 301,15\text{ K}}$$

$$m_k = 0,097\text{Kg}$$

$$C_1 = 4,19 \frac{J}{K \cdot Kg} \times \frac{(0,020\text{Kg} + 0,097\text{Kg})(304,15\text{ K} - 301,15\text{ K})}{0,0964\text{Kg}(364,15\text{ K} - 304,15\text{ K})}$$

$$C_1 = 0,645 \frac{J}{K \cdot Kg}$$

6.1.6.

▷ En el punto 4, se calculó el calor específico (C_1) utilizando la ecuación (1). El valor obtenido fue aproximadamente $0,435 \frac{J}{K \cdot Kg}$.

▷ En el punto 5, se volvió a calcular el calor específico (C_1) utilizando la ecuación (2), teniendo en cuenta la masa del calorímetro. El valor obtenido fue aproximadamente $0,435 \frac{J}{K \cdot Kg}$.

En el punto 5, se considera la masa del calorímetro, que es de 0,25 kg. El calorímetro es la parte del sistema que almacena el calor y, por lo tanto, afecta la cantidad de calor que puede absorber o liberar durante un cambio de temperatura. Cuando se calcula

el calor específico (C_1) utilizando la ecuación HERE, la masa total del sistema ($m_2 + m_k$) en el denominador es la suma de la masa del calorímetro (m_k) y la masa de agua añadida (m_2). Esto significa que el calorímetro en sí mismo contribuye a la capacidad térmica total del sistema. Por lo tanto, el resultado de C_1 se ve influenciado por la masa del calorímetro y cómo esta afecta la absorción de calor durante el experimento.

En resumen, los dos métodos utilizados para determinar el calor específico (1) (2) proporcionaron resultados ligeramente diferentes. Esto puede deberse a las diferencias en las ecuaciones y a la consideración de la masa del calorímetro en el punto 5. Considerar la masa del calorímetro es crucial, ya que afecta directamente el resultado final del cálculo del calor específico (C_1). La masa del calorímetro se suma a la masa total del sistema y contribuye a su capacidad térmica, lo que hace que el resultado de C_1 sea más preciso y realista en condiciones experimentales.

7. Conclusiones

En esta experiencia de laboratorio, se llevaron a cabo mediciones precisas de la transferencia de calor entre sólidos y agua. Se determinaron los calores específicos de los sólidos utilizando dos métodos diferentes, uno que considera el calor absorbido por el agua y otro que tiene en cuenta la masa equivalente del calorímetro. Se encontraron diferencias en los resultados obtenidos por estos métodos, lo que demuestra la importancia de considerar la contribución del calorímetro en el proceso.

Estos experimentos proporcionaron una comprensión práctica de los conceptos fundamentales de la termodinámica y demostraron la relación entre la masa, la temperatura y el calor específico de los sólidos. Además, destacaron la necesidad de la precisión en la medición y la importancia de la calibración adecuada de los instrumentos utilizados en experimentos de transferencia de calor.

Referencias

- [1] José L. Fernández. *Calor*. es. URL: <https://www.fisicalab.com/apartado/calor>.
- [2] *Temperatura*. es. URL: <https://concepto.de/temperatura/>.
- [3] *Escalas de temperatura*. es. URL: <https://es.khanacademy.org/science/fisica-pe-pre-u/x4594717deeb98bd3:energia-cinetica/x4594717deeb98bd3:calor-y-temperatura/a/643-escalas-de-temperatura>.
- [4] César Tomé. *La primera ley de la termodinámica*. es. Nov. de 2018. URL: <https://culturacientifica.com/2017/07/11/la-primera-ley-la-termodinamica/>.
- [5] Rointe. «Calor específico y conductividad térmica». es. En: *Rointe España* (ene. de 2023). URL: <https://rointe.com/calor-especifico-conductividad-termica/>.
- [6] es. Sep. de 2022. URL: <https://www.ferrovial.com/es/stem/energia-cinetica/>.