

1. CONCEPTO → CALOR ESPECÍFICO - C_e

2. PLANTEAR → GRÁFICO - ECUACIONES

H_2O
 $10^\circ C$

\Rightarrow
 Q

H_2O
 $15^\circ C$

$C_e = \frac{Q}{m \Delta T}$
 $C_{e_{H_2O}} = 1 \frac{cal}{g \cdot ^\circ C}$

$\Delta T = 5^\circ C$

3. SOLUCION → $C_e = \frac{Q}{m \Delta T}$

2. Capacidad Calorífica y Calor Específico

2.1 Objetivos

2.1.1 General

- Realizar un análisis experimental del calor específico para algunos materiales.

2.1.2 Específicos

- Medir la capacidad calorífica de un calorímetro, que permita calibrar el sistema de medición.
- Determinar el calor específico de distintos materiales sólidos.
- Establecer a partir de los valores de Calor Específico experimental y teórico, el correspondiente porcentaje de error en cada material.

2.2 Referentes Conceptuales y Marco Teórico

2.2.1 Capacidad Calorífica

Los diversos materiales y sustancias requieren distintas cantidades de calor para elevar en un grado su temperatura, debido a que cada uno absorbe energía de diversas formas. Mientras 10 g de agua requiere 10 calorías de energía para aumentar su temperatura en $1^\circ C$; solo se necesita 1,25 calorías para elevar $1^\circ C$ en 10 g de hierro. Es decir, que para un mismo cambio de temperatura, el agua absorbe más calor que el hierro.

Es importante recordar que desde un punto de vista microscópico la energía absorbida, aumenta la rapidez del movimiento (vibración) de las moléculas, y su efecto macroscópico se evidencia en el aumento de temperatura.

La capacidad calorífica de cualquier sustancia se define como la cantidad de calor absorbido o cedido, requerida para cambiar $1^\circ C$ la temperatura de dicha sustancia.

$$[C] = \left[\frac{Q}{\Delta T} \right] = \left[\frac{cal}{K} \right] \quad (2.1)$$

La capacidad calorífica tiene unidades de calorías por grados Kelvin en el sistema internacional, sin embargo para nuestra práctica de laboratorio usaremos unidades de calorías por grado centígrado:

$$[C] = \left[\frac{Q}{\Delta T} \right] = \left[\frac{\text{cal}}{^{\circ}\text{C}} \right] \quad (2.2)$$

2.2.2 Calor Específico

El calor específico es una propiedad de cada material o sustancia y puede expresarse por la relación entre la capacidad calorífica por unidad de masa. El calor específico se denota con la letra (*c*) minúscula.

$$c = \frac{Q}{m \cdot \Delta T} \quad (2.3)$$

El calor específico es el incremento de la energía térmica cuando 1 kg de la sustancia aumenta su temperatura en 1 K. Por tanto sus unidades en el sistema internacional son $\left[\frac{\text{J}}{\text{kg} \cdot \text{K}} \right]$, sin embargo para facilitar los cálculos en esta práctica de laboratorio usaremos las siguientes unidades:

$$[c] = \left[\frac{Q}{m \cdot \Delta T} \right] = \left[\frac{\text{cal}}{\text{g} \cdot ^{\circ}\text{C}} \right] \quad (2.4)$$

En la tabla 2.1 se muestra el calor específico de algunas sustancias en $\left[\frac{\text{cal}}{\text{g} \cdot ^{\circ}\text{C}} \right]$.

Material	Calor específico $\left[\frac{\text{cal}}{\text{g} \cdot ^{\circ}\text{C}} \right]$
Agua	1
Aluminio	0,896
Bronce	0,092
Cobre	0,092
Concreto	0,22
Plomo	0,031
Vidrio	0,093

Cuadro 2.1: Calor Específico de Materiales

2.3 Actividades Previas al Laboratorio

Use sus apuntes de clase, lecturas adicionales, referencias bibliográficas propuestas en esta guía y/o adicionales, para contestar en forma adecuada las situaciones relacionadas con la capacidad calorífica, calor específico y calor propuestas a continuación:

1. Explique la diferencia entre Calor y Temperatura.
2. Explique la diferencia entre Calor y Energía Interna.
3. Explique la diferencia entre caloría y Caloría.
4. Explique si la temperatura es la medida de la energía cinética total de una sustancia.

5. Explique la diferencia entre capacidad calorífica y calor específico.
6. Explique la diferencia entre una caloría y un joule.
7. El alcohol etílico tiene aproximadamente la mitad del calor específico del agua. Suponga masas y temperaturas iguales para cada uno. Si se suministra iguales cantidades de calor, ¿Cuál experimentará un mayor cambio en su temperatura?.

2.4 Materiales

1. Calorímetro con aislante térmico.
2. Sensor Digital de Temperatura.
3. Balanza digital.
4. Vaso precipitado.
5. Probeta de 100 ml.
6. Piezas de diferentes materiales (aluminio, acero, hierro y/o bronce).
7. Pinzas de sujeción.
8. Estufa eléctrica.
9. Toalla de cocina o paño absorbente.

IMPORTANTE: Durante la manipulación de los elementos tales como vasos, probetas y materiales calientes, se recomienda utilizar las pinzas en todo momento, para evitar quemaduras.

2.5 Procedimiento

2.5.1 Calibración del Calorímetro

Nota: Todos los datos que se registren en la tabla 2.2 deben estar en unidades de °C, g y cal

1. Con ayuda de la gramera y la probeta, mida la masa de 30 ml de agua (m_{H_2O} fría). Como se observa en la figura 2.1.



Figura 2.1: Medición Masa de 30 ml de agua

2. Coloque el agua en el interior del calorímetro y mida la temperatura del sistema agua + calorímetro. (T_1).
3. Con ayuda de la gramera y la probeta, mida la masa de 40 ml de agua (m_{H_2O} caliente).
4. Encienda la estufa, coloque los 40 ml de agua en el vaso precipitado y caliente la misma hasta una temperatura de 80°C.

NOTA: Procure no permitir que el agua hierva (llegue al punto de ebullición ($\pm 90^{\circ}\text{C}$)).

5. Baje el vaso de precipitado de la estufa, teniendo cuidado de no agitarlo mucho y mida con mucho cuidado la temperatura del agua caliente (T_2), inmediatamente viértala en el interior del calorímetro, mezclándola con el agua fría.



Figura 2.2: Medición Temperatura

6. Espere un tiempo prudencial para que la temperatura del sistema calorímetro - agua fría - agua caliente, llegue al equilibrio. Puede utilizar el agitador para acelerar un poco el proceso. Tan pronto se establezca la medida del termómetro registre el valor de la temperatura de equilibrio T_e en la tabla 2.2.



Figura 2.3: Medición Temperatura sistema Agua Caliente - Agua Fría - Calorímetro

7. Determine la capacidad calorífica del recipiente con ayuda de la ecuación:

$$Q_{\text{calorimetro}} + Q_{\text{H}_2\text{Ofría}} - Q_{\text{H}_2\text{Ocaliente}} = 0 \quad (2.5)$$

$$C \cdot \Delta T + c_e \cdot m_{\text{H}_2\text{Ofría}} \cdot \Delta T = c_e \cdot m_{\text{H}_2\text{Ocaliente}} \cdot \Delta T \quad (2.6)$$

$T_1(^{\circ}C)$	$m_{H_2O\text{fría}}$	$T_2(^{\circ}C)$	$m_{H_2O\text{caliente}}$	$T_e(^{\circ}C)$

Cuadro 2.2: Datos Experimentales Capacidad Calorífica del Calorímetro

2.5.2 Determinación del calor específico de diferentes elementos

Antes de iniciar con este procedimiento, jugué con agua fría el vaso interior del calorímetro y seque todos los elementos muy bien. Esto con el fin de evitar la propagación de errores experimentales.

1. Mida la masa de 100 *ml* de agua con ayuda de la gramera ($m_{H_2O\text{fría}}$). Como se observa en la figura 1.

Figura 2.4: Medida de la masa de 100 *ml* de agua.

2. Coloque los 100 *ml* de agua en el interior del calorímetro.
3. Mida la temperatura del sistema agua - calorímetro (T_1).
4. Mida la masa del sólido del cual desea determinar el calor específico. (M_s).
5. Coloque el sólido en el interior del vaso precipitado y vierta agua en el interior del mismo de tal forma que esta cubra **TOTALMENTE** el sólido.
6. Coloque el sistema vaso precipitado - sólido en la estufa.

NOTA: *Permita que el sistema llegue al punto de ebullición.*

7. Baje el vaso de precipitado y espere un momento que el agua deje de burbujear (es importante para no tener errores en la medida de la temperatura), mida la temperatura del agua caliente (T_2) como se observa en la figura 7. Recuerde que la temperatura del sólido y del agua caliente será la misma ya que se encuentran en equilibrio termodinámico.

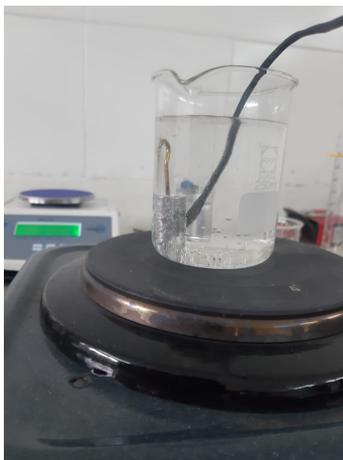


Figura 2.5: Sistema Agua - Material. Calentamiento

8. Con ayuda de las pinzas, saque con cuidado el sólido, colóquelo rápidamente en el interior del calorímetro y tápelo. Mida la temperatura de equilibrio (T_e) del sistema Sólido - Agua Fría - Calorímetro.



Figura 2.6: Medida temperatura Agua Caliente - Sólido.

9. Con ayuda del cálculo de la capacidad calorífica del calorímetro, determine el calor específico del material usando la ecuación:

$$C_{\text{calorimetro}} \cdot \Delta T + c_{eH_2O} \cdot m_{H_2O\text{fría}} \cdot \Delta T = c_e \cdot m_{\text{sólido}} \cdot \Delta T \quad (2.7)$$

10. Registre cada uno de los datos en la tabla 2.3 .

$T_1(^{\circ}C)$	$m_{H_2O\text{fría}}$	$T_2(^{\circ}C)$	m_s	$T_e(^{\circ}C)$

Cuadro 2.3: Datos Experimentales para determinar el Calor Específico del Material 1.

11. Retire el agua del calorímetro y seque el mismo con ayuda de una toalla de cocina o paño absorbente.
12. Repita nuevamente el procedimiento desde el paso número 1, pero ahora con cada uno de los sólidos que fueron entregados para la realización de la práctica y registre los datos en las tablas 2.4, 2.5 y 2.6 respectivamente.

$T_1(^{\circ}C)$	$m_{H_2O} \text{fría}$	$T_2(^{\circ}C)$	m_s	$T_e(^{\circ}C)$

Cuadro 2.4: Datos Experimentales para determinar el Calor Especifico del Material 2.

$T_1(^{\circ}C)$	$m_{H_2O} \text{fría}$	$T_2(^{\circ}C)$	m_s	$T_e(^{\circ}C)$

Cuadro 2.5: Datos Experimentales para determinar el Calor Especifico del Material 3.

$T_1(^{\circ}C)$	$m_{H_2O} \text{fría}$	$T_2(^{\circ}C)$	m_s	$T_e(^{\circ}C)$

Cuadro 2.6: Datos Experimentales para determinar el Calor Especifico del Material 4.

2.6 Análisis Cuantitativo y Cualitativo

1. ¿Esperaba que el calor específico de los tres elementos fuera igual?
2. Determine el porcentaje de error del calor específico determinado experimental respecto al valor teórico consignado en la tabla 2.1 para cada material.
3. Realice un análisis de las discrepancias encontradas en el calculo teórico y experimental del calor específico en cada material.
4. Explique ¿Por qué es necesario la calibración del calorímetro?. Sino se realizara ¿Aumentaría o se reduciría el porcentaje de error?.

2.7 Referencias

-  Hewitt, Paul. Física Conceptual. Ed Pearson, México (2007)
-  Tipler, P.A. Física Vol 2. Ed Reverté, México, (1985)
-  Sears, F.- Zemansky, M. Física Universitaria II. Ed Pearson, México (1999)