

# 1. CALORIMETRÍA

## 1.1 Objetivos

### 1.1.1 General

Determinar de manera experimental el calor específico de diferentes muestras metálicas, las cuales se someterán a un proceso de transferencia de calor.

### 1.1.2 Específicos

- Determinar el calor específico de diferentes muestras metálicas mostradas en el applet.
- Determinar el tipo de material del que están hechas las muestras usadas en el applet.
- Encontrar el calor transferido por las muestra al metal.

## 1.2 Referentes Conceptuales y Marco Teórico

### 1.2.1 Capacidad calorífica:

La capacidad calorífica de un cuerpo es la relación que hay entre el calor suministrado al cuerpo y su incremento de temperatura. Se puede calcular a través de la expresión:

$$C = \frac{Q}{\Delta T} \quad (1.1)$$

Donde:

- $C$  : Capacidad calorífica. Es la cantidad de calor que el cuerpo tiene que intercambiar con su entorno para que su temperatura varíe un kelvin. Su unidad de medida en el Sistema Internacional es el julio por kelvín ( $J/K$ ), aunque también se usa con frecuencia la caloría por grado centígrado ( $cal/°C$ )
- $Q$  : Calor intercambiado. Cantidad de energía térmica intercambiada con el entorno. Su unidad de medida en el Sistema Internacional es el julio ( $J$ ), aunque también se usa con frecuencia la caloría ( $cal$ ),  $1cal = 4,184J$

- $\Delta T$  : Variación de temperatura. Viene determinada por la diferencia entre la temperatura inicial y la final  $\Delta T = T_f - T_i$ . Su unidad de medida en el Sistema Internacional es el kelvín ( $K$ ) aunque también se suele usar el grado centígrado o celsius ( $^{\circ}C$ ).

Puedes entender la capacidad calorífica como la dificultad con que un cuerpo aumenta su temperatura cuando le suministramos una determinada cantidad de calor. Así, a mayor capacidad calorífica, menor incremento de temperatura para una determinada cantidad de calor suministrado. Los aislantes térmicos tienen una capacidad calorífica alta.

### 1.2.2 Calor específico:

El calor específico se obtiene a partir de la capacidad calorífica y representa la dificultad con que una sustancia intercambia calor con el entorno. Es una característica de las sustancias que forman los cuerpos y es independiente de la masa.

$$c = \frac{C}{m} \quad (1.2)$$

Donde:

- $c$  : Calor específico. Es la cantidad de calor que la unidad de masa de la sustancia tiene que intercambiar con su entorno para que su temperatura varíe un kelvin.
- $C$  : Capacidad calorífica. Es la cantidad de calor que el cuerpo tiene que intercambiar con su entorno para que su temperatura varíe un kelvin.
- $m$ : Masa. Su unidad de medida en el Sistema Internacional es el kilogramo ( $kg$ )

### 1.2.3 características del calor específico

- Cuanto mayor es el calor específico de una sustancia, más calor hay que intercambiar para conseguir variar su temperatura
- Existe un rango de temperaturas dentro del cual el calor específico es constante. Aunque a la hora de resolver los ejercicios de este nivel se considera  $c$  constante, en realidad el calor específico de cualquier sustancia varía con la temperatura
- Según si el proceso de intercambio de energía (calor) tiene lugar a presión constante o a volumen constante se habla de calor específico a presión constante  $c_p$  o calor específico a volumen constante  $c_v$ . Si no se especifica, el proceso se supone a presión constante de 1 atm

### 1.2.4 Ecuación principal de la termodinámica

La ecuación fundamental de la termodinámica establece la relación entre el incremento de temperatura experimentado por una determinada cantidad de sustancia y el calor que intercambia:

$$Q = m * c * \Delta T \quad (1.3)$$

### 1.2.5 Unidades de medidas de calor

Las unidades de medida más usadas para el calor son:

- El julio ( $J$ ). Es la unidad del calor en el Sistema Internacional. Las unidades del calor son iguales a las unidades del trabajo ya que ambos son procesos de intercambio de energía.
- La caloría ( $cal$ ). Representa la cantidad de energía que hay que suministrar a un gramo de agua para que aumente su temperatura  $1^{\circ}C$ .

$$1cal = 4,184J \quad (1.4)$$

- La kilocaloría (*kcal*). También conocida como caloría grande, en contraposición a la caloría, que se conoce como caloría pequeña. Normalmente se usa en nutrición.

$$1kcal = 1000cal \quad (1.5)$$

- La unidad térmica británica (*BTU*). Representa la cantidad de calor que hay que suministrar a una libra de agua para que aumente su temperatura  $1^{\circ}F$ .

$$1BTU = 252cal \quad (1.6)$$

### 1.2.6 Equilibrio Térmico:

Se dice que dos cuerpo están en equilibrio térmico cuando están a la misma temperatura, y por tanto no intercambian calor. La ecuación de equilibrio térmico indica que el calor que absorbe un cuerpo es igual que el calor que cede el otro, es decir:

$$m_A * c_A * (T - T_A) = m_B * c_B * (T_B - T) \quad (1.7)$$

Donde:

- $m_A, m_B$ : Masas de los cuerpos A y B respectivamente.
- $c_A, c_B$ : Calor específico del cuerpo A y del cuerpo B respectivamente.
- Temperaturas  $T_A, T_B$  y  $T$ : Temperatura inicial del cuerpo A, del cuerpo B y temperatura final de equilibrio térmico respectivamente.

## 1.3 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 preguntas, propuestas a continuación:

1. Si en lugar de calentar la muestra, calentamos el agua ¿cambiarían los resultados de experimento para el calor específico del metal?
2. Un recipiente de paredes aislantes contiene agua a una temperatura de  $70^{\circ}C$ . Se sumerge en ella un objeto metálico a una temperatura inicial de  $20^{\circ}C$ .
  - a) ¿Hay un intercambio de calor entre el agua y el objeto?
  - b) Indique quien absorbe energía y quien la libera.
  - c) ¿que signo tendrá la variación de temperatura del agua?
  - d) ¿serán necesariamente iguales las variaciones de temperatura del agua y del objeto metálico?
  - e) Luego de transcurrido un largo tiempo, ¿quien tendrá mayor temperatura? ¿El agua o el objeto?
3. cual es la dependencia del calor específico respecto a la temperatura.

## 1.4 Herramienta Virtual

Para la práctica virtual se hará uso de un simulador desarrollado en Java que puede descargar del siguiente link:

<https://www.educaplus.org/game/calorimetria>

La simulación se encuentra desarrollada en flash, en las ultimas versiones de los navegadores Google Chrome y Mozilla Firefox no se encuentra habilitada esta funcionalidad. Por tal motivo se sugiere que abra la simulación con el navegador Internet Explorer que viene por defecto en Windows.

## 1.5 Procedimiento Experimental

1. Ingrese al link de la simulación de Calorimetría suministrado anteriormente, recuerde que debe activar Adobe Flash para que la simulación funcione correctamente.
2. Al momento de abrir el simulador se mostrara la interfaz figura 1.1 donde se procederá a realizar el laboratorio en donde encontramos el instrumento llamado calorímetro y a mano izquierda de la pantalla las sustancias que vamos a analizar.

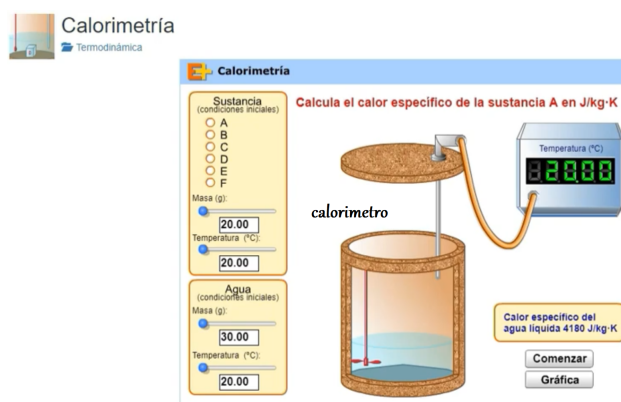


Figura 1.1: Interfaz

3. Seleccionar la muestra A en la vi neta de opciones superior izquierda y seleccionar las siguientes condiciones iniciales para la muestra metálicas:
  - a) Masa de la muestra metálica  $M = 70,00g$
  - b) Temperatura inicial de la muestra metálica:  $T = 150,00C$

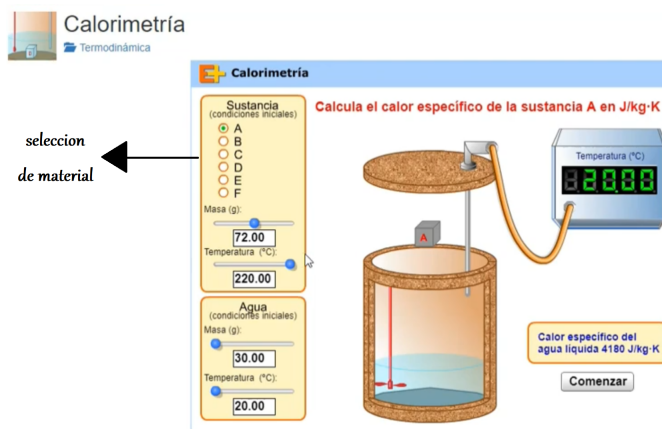


Figura 1.2: selección de piezas

4. Seleccionar las siguientes condiciones iniciales para la muestra de agua:

- a) Masa de la muestra de agua:  $m = 100,00\text{g}$   
 b) Temperatura inicial de la muestra de agua:  $T_0 = 20,00\text{C}$

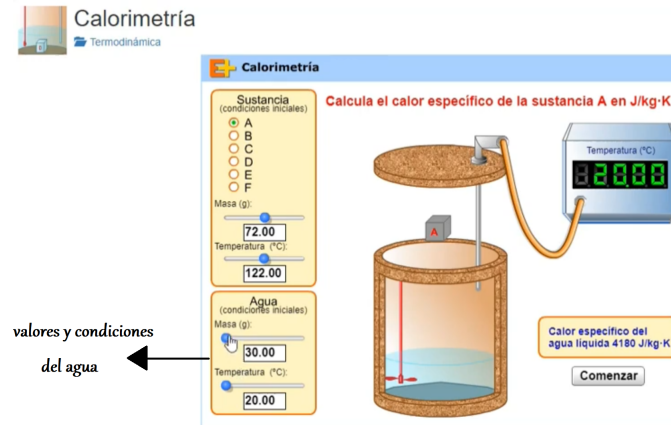


Figura 1.3: Condiciones de agua

5. Dar click en el botón comenzar para iniciar la simulación.

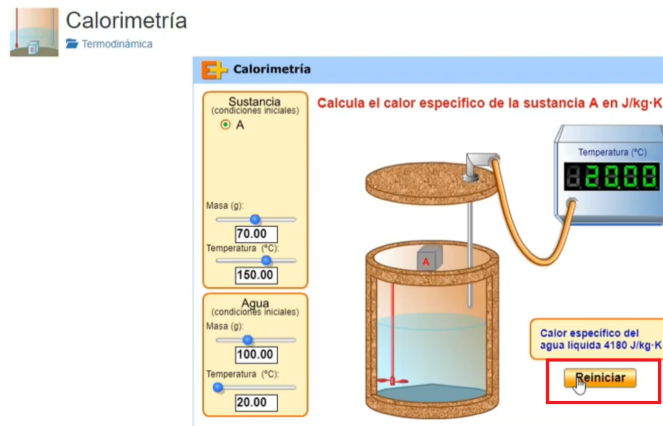


Figura 1.4: Inicio de simulación

6. Al cabo de un corto tiempo, observar hasta que la temperatura no cambie. Registre este dato como la temperatura final de equilibrio  $T_e$  en la tabla de datos.

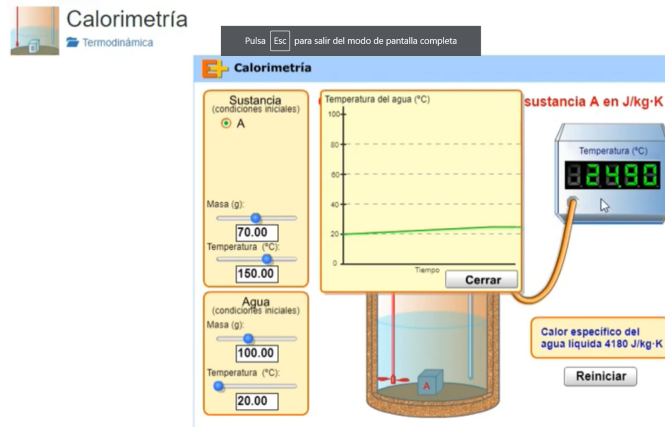


Figura 1.5: equilibrio de temperaturas

7. Repetir los pasos del 2 al 5 para las muestras B,C y D utilizando las mismas condiciones iniciales en todas las mediciones

### 1.6 Tabla de Datos

| Muestra | M (g) | T (C) | m (g) | T <sub>o</sub> (C) | T <sub>e</sub> (C) |
|---------|-------|-------|-------|--------------------|--------------------|
| A       |       |       |       |                    |                    |
| B       |       |       |       |                    |                    |
| C       |       |       |       |                    |                    |
| D       |       |       |       |                    |                    |

| Cantidad   | Incertidumbre |
|------------|---------------|
| $\delta m$ | 1 g           |
| $\delta T$ | 1 C           |

### 1.7 Toma y Análisis de Datos

calculo del calor especifico.

El siguiente procedimiento se hará para cada una de las 4 muestras usadas en el applet

1. Diferencias de temperatura

$$\Delta T_a = T_e - T_o \tag{1.8}$$

$$\Delta T_M = T_e - T \tag{1.9}$$

Donde:

- $T_o$ : Temperatura inicial del agua
- $T$ : Temperatura inicial de la muestra
- $T_e$ : Temperatura de equilibrio

2. Calor específico

$$c_M = c_a \left( \frac{m}{M} \right) \left( \frac{-\Delta T_a}{\Delta T_M} \right)$$

(1.10)

con  $c_a = 1 \frac{\text{cal}}{\text{gc}}$

3. Incertidumbre

$$\frac{\delta c_M}{\langle c_M \rangle} = \delta m \left( \frac{1}{M} + \frac{1}{m} \right) + 2\delta T \left( \frac{1}{\Delta T_a} + \frac{1}{-\Delta T_M} \right) \quad (1.11)$$

4. Presentación del resultado.

$$c_M = (\langle c_M \rangle \pm \delta c_M) \quad (1.12)$$

Calor transferido.

Este calculo se hará para cada una de las 4 muestras

1. Calor transferido

$$\langle Q_M \rangle = \langle c_M \rangle m_M \Delta T_M \quad (1.13)$$

2. Incertidumbre

$$\frac{\delta Q_M}{\langle Q_M \rangle} = \frac{\delta c_M}{\langle c_M \rangle} + \frac{\delta m}{m_M} + \frac{2\delta T}{\Delta T_M} \quad (1.14)$$

3. Presentación del resultado

$$Q_M = (\langle Q_M \rangle \pm \delta Q_M) \quad (1.15)$$

## 1.8 Análisis de Resultados

El objetivo de haber calculado el calor específico de las muestras es determinar el material del que están hecha, para esto se deberán buscar valores en alguna tabla que se encuentre en la biografía o en la Internet. Adicionalmente, con el uso de las siguientes expresiones, determine si sus resultados fueron exactos y precisos.

$$\text{error } \% = \frac{c_{\text{teorico}} - c_M}{c_{\text{teorico}}} \times 100 \quad (1.16)$$

$$I_P = \frac{\delta c_M}{\langle c_M \rangle} \times 100 \% \quad (1.17)$$

## 1.9 Referencias

1. Gutiérrez, Carlos (2005). «1». Introducción a la Metodología Experimental (1 edición). Editorial Limusa. p. 15. ISBN 968-18-5500-0.
2. Tipler, P.A. Física Vol 1. Ed Reverté, México, (1985)
3. Sears, F.- Zemansky, M. Física Universitaria I. Ed Pearson, México (1999)
4. Serway, R. Física I para ciencias e ingeniería. Ed Thomson, México (2005)