



# CALORIMETRÍA

En nuestra vida es muy común hablar de calor y de cambios de estado; generalmente relacionamos al calor en forma directa con la temperatura.

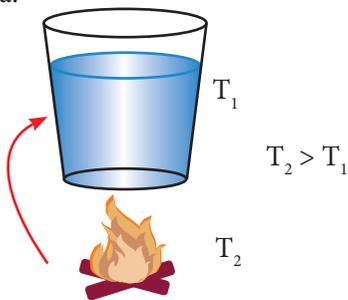


En el presente capítulo se estudian los aspectos físicos de un cuerpo cuando es sometido al calor. De la misma manera desarrollaremos la teoría del equilibrio térmico, en el cual se explica como se obtiene una temperatura final luego de mezclar varios cuerpo a diferentes temperaturas.

### Conceptos Previos

#### Calor:

Es una forma de energía que se transmite desde un cuerpo de alta temperatura hacia un cuerpo de baja temperatura.



Generalmente estamos acostumbrados a decir que un cuerpo puede ganar o perder calor, lo cual es totalmente incorrecto, puesto que el calor es energía en tránsito y no acumulable.

Solo por fines prácticos mencionaremos que un cuerpo ha ganado o perdido calor, si este a su vez ha ganado o perdido energía calorífica en forma de calor respectivamente.

### Propagación del calor

#### A. Por conducción

El calor puede viajar dentro de un cuerpo o de un cuerpo a otro por contacto, mediante el fenómeno de la agitación molecular, de una zona de alta temperatura hacia otra de baja temperatura. Esto se da principalmente en los sólidos, siendo los metales los que mejor conducen el calor. Entre los malos conductores de calor podemos citar: el aire, la lana, la madera, el agua, etc.

#### B. Por convección

Debido a que una elevación de temperatura disminuye la densidad, especialmente de líquidos y gases, entonces las masas calientes suben y las frías bajan, generándose movimientos cíclicos que llamaremos convección. Este efecto se aprecia al hervir agua, y en la atmósfera es la causa de los vientos.

#### C. Por radiación

Por experiencia sabemos que al acercarnos a una fogata sentimos el calor que proviene del fuego; algo similar sucede con el calor que nos llega desde el Sol cruzando el espacio vacío. Así, el calor puede viajar por radiación a través de ondas electromagnéticas y en el vacío.

### Escalas termométricas:

Así como para medir una unidad de longitud se utiliza el metro, de igual manera se procede en las temperaturas y las unidades de medida más utilizadas son: la escala Celsius, la escala Kelvin y la escala Fahrenheit.

#### • Escala Celsius (°C)

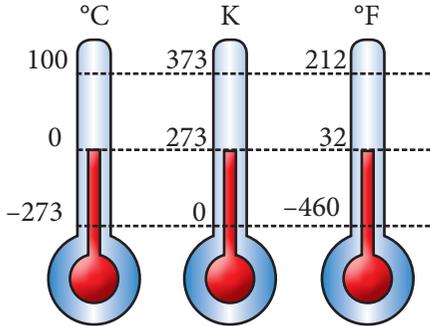
Llamada también centígrados. Aquí el agua se congela a 0° C y hierve a 100°C

#### • Escala Kelvin (K)

La escala absoluta de Kelvin es una escala cuyo cero coincide con el cero absoluto (cuando las moléculas de un cuerpo dejan de fluir teóricamente).

► Escala Fahrenheit (°F)

Aquí el agua se congela 32° F y hierve a 212° F. Esta escala se usa menos.



La formula que sirve para hacer transformaciones es la siguiente:

Entre grados Celsius y Kelvin:

$$K = °C + 273$$

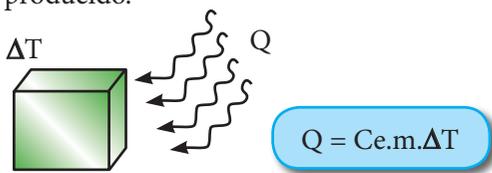
Entre grados Celsius y grados Fahrenheit:

$$°F = \frac{9}{5} °C + 32$$

En el sistema internacional(SI) la unidad de medida de la temperatura es el **kelvin(K)**.

**Cantidad de calor (Q)**

Magnitud física escalar que nos mide cuanto energía calorífica ha ganado o perdido un cuerpo mediante el calor producido.



$$Q = Ce.m.ΔT$$

Donde las magnitudes y sus respectivas unidades en el SI son:

Q : Cantidad de calor (J)

m: Masa (kg)

ΔT: Variación de la temperatura (K) =  $T_f - T_i$

Ce: calor específico (J/kg.K)

En el presente tema las unidades con que se va a trabajar son:

Q: Cantidad de calor (caloria,cal)

m: Masa(g)

ΔT: Variación de la temperatura (°C)

Ce : Calor específico (cal/g °C)

Las relaciones entre estas unidades son:

1kg = 1000 g

1K = -273°C

1J = 0,24cal

1cal = 4,18J

**Nota:**

El calor específico (ce) de una sustancia indica la cantidad de calor que se necesita para variar su temperatura en una unidad por cada unidad de masa de la sustancia.

$$Ce_{(agua)} = 1 \text{ cal/g}^{\circ}\text{C}$$

$$Ce(\text{Hielo}) = Ce(\text{vapor}) = 0,5 \text{ cal/g}^{\circ}\text{C}$$

**Capacidad calorífica de un cuerpo (C)**

Es la cantidad de calor que gana o pierde un cuerpo por cada grado de variación en su temperatura:

$$C = \frac{Q}{\Delta T}$$

Además se comprueba:

$$C = m.Ce$$

Donde :

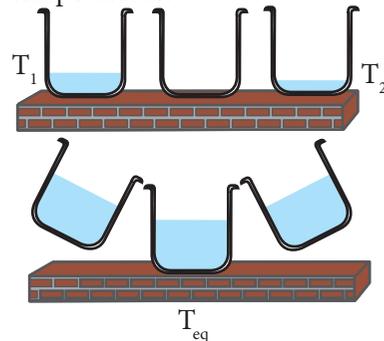
**m** = masa

**Ce**: Calor específico

**Equilibrio térmico (ley cero de la termodinámica)**

Supón que tenemos dos cuerpos con distinta temperatura, uno en contacto con el otro, podría comprobarse que el cuerpo más caliente se iría enfriando, mientras que el cuerpo más frío se iría calentando, después de cierto tiempo (empleando el tacto) se notaría que los dos cuerpos alcanzan una misma temperatura, esta situación final se denomina equilibrio térmico.

Graficando la mezcla de dos cuerpos líquidos a diferentes temperaturas:

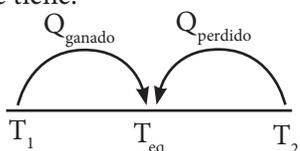


Se cumple estrictamente:

$$T_1 < T_{eq} < T_2$$

Para un mejor análisis del problema, definimos la **regla térmica**, la cual es una forma de representar las transferencias de calor mediante una recta de temperatura, colocando para ello el valor de las temperaturas de los cuerpo presentes en una mezcla y la temperatura de equilibrio.

Por ejemplo, utilizando los datos de la última grafica de mezclas, se tiene:



Aplicando la ley de la conservación de la energía se cumple:

$$Q_{\text{ganado}} + Q_{\text{perdido}} = 0$$

En general la suma de las cantidades de calor en una mezcla de «n» cuerpos, siempre debe ser igual a cero.

$$\Sigma Q_{\text{ganado}} + \Sigma Q_{\text{perdido}} = 0$$

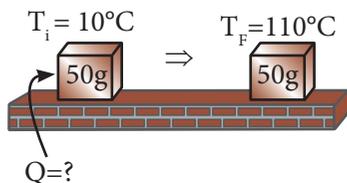
A esta ecuación se le conoce como la ley cero de la termodinámica.

## Trabajando en clase

### Integral

- ¿Cuánto calor (en cal) será necesario proporcionar a un trozo de hierro de 50 g para elevarlo su temperatura desde los 10° C hasta los 110° C? Considera que para el hierro  $C_e = 0,12 \text{ cal/g}^\circ\text{C}$ .

Resolución:



Aplicando:

$$Q = C_e \cdot m \cdot \Delta T$$

$$\Rightarrow Q = 0,12 \times 50 \times (110 - 10)$$

$$\therefore Q = 600 \text{ cal}$$

- ¿Cuánto calor (en cal) será necesario proporcionar a un trozo de aluminio de 100 g para elevar su temperatura desde los 10° C hasta los 60° C? (Considera que para el aluminio  $C_e = 0,3 \text{ cal/g}^\circ\text{C}$ )
- ¿Cuánto calor(en cal) será necesario proporcionar a un trozo de cobre de 500 g para elevar su temperatura desde los 20° C hasta los 90° C (considera que para el cobre  $C_e = 0,1 \text{ cal/g}^\circ\text{C}$ ).
- Calcula la masa (en g) de un bloque de plomo, si al ganar 200 cal aumentó su temperatura de 60° C a 100° C. ( $C_{e \text{ plomo}} = 0,25 \text{ cal/g}^\circ\text{C}$ ).

### UNMSM

- A cierto bloque de plata de 0,5 kg que se encuentra a 17° C se le calienta absorbiendo 600 calorías

de calor. ¿Cuál será la temperatura de dicho bloque (en °C), luego de ser calentado? (Considera que para la plata  $C_e = 0,6 \text{ cal/g}^\circ\text{C}$ )

Resolución:

Aplicando la fórmula:  $Q = C_e m \Delta T$

Luego, reemplazando los datos:

$$600 = \frac{6}{100} \cdot 500 \cdot (x - 17)$$

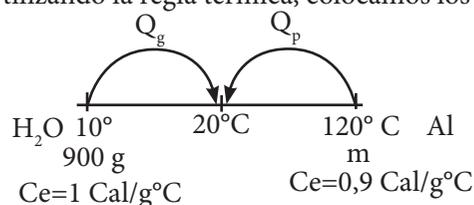
$$20 = x - 17$$

$$\therefore x = 37^\circ\text{C}$$

- A cierto bloque de oro de 2 kg que se encuentra a 8° C se le calienta absorbiendo 240 calorías. ¿Cuál será la temperatura (en °C) de dicho bloque, luego de ser calentado? (Considere que para el oro  $C_e = 0,03 \text{ cal/g}^\circ\text{C}$ ).
- A un cuerpo de 100 g y  $C_e = 0,5 \text{ cal/g}^\circ\text{C}$  se le entrega 400 calorías: ¿En cuánto elevará su temperatura en °C?
- Un bloque de aluminio a 120° C, se sumerge en 900 g de agua a 10° C, si la temperatura de equilibrio es 20° C, calcula la masa del bloque de aluminio (en g) (Considere que para el aluminio  $C_e = 0,9 \text{ cal/g}^\circ\text{C}$ )

Resolución:

Utilizando la regla térmica, colocamos los datos.



$$\Rightarrow Q_g + Q_p = 0$$

$$1 \times 900 \cdot (20 - 10) + \frac{9}{10} m \cdot (20 - 120) = 0$$

$$\therefore m = 100 \text{ g}$$

9. Un bloque de aluminio a  $80^\circ\text{C}$ , se sumerge en  $180 \text{ g}$  de agua a  $60^\circ\text{C}$ , si la temperatura de equilibrio es  $20^\circ\text{C}$ , determina la masa del bloque de aluminio (en g). (Considere que para el aluminio  $C_e = 0,9 \text{ cal/g}^\circ\text{C}$ )

10. En un recipiente térmicamente aislado que contiene  $1,5 \text{ kg}$  de agua a  $20,0^\circ\text{C}$ , se introduce un metal de  $3,00 \text{ kg}$  a  $130^\circ\text{C}$ . Si la temperatura de equilibrio es de  $40,0^\circ\text{C}$ . ¿Cuál es el calor específico del metal? ( $C_{\text{agua}} = 1,00 \text{ cal/g}^\circ\text{C}$ )

UNMSM 2009-II

11. Determina cuántos kilogramos de agua a una temperatura de  $5^\circ\text{C}$  deben mezclarse con  $20 \text{ kg}$  de agua a  $75^\circ\text{C}$  para obtener agua a  $30^\circ\text{C}$ . El calor específico del agua es  $1 \text{ cal/g}^\circ\text{C}$ .

UNMSM 2006-II

### UNI

12. Se mezclan  $100 \text{ g}$  de agua a  $10^\circ\text{C}$  con  $300 \text{ g}$  de agua a  $90^\circ\text{C}$ . ¿A qué temperatura terminará la mezcla?

#### Resolución:

Aplicando la regla térmica reemplazamos los datos.

$$\Rightarrow Q_g + Q_p = 0$$

$$1.100(x - 10) + 1.300 \cdot (x - 90) = 0$$

$$\therefore x = 70^\circ\text{C}$$

13. En un recipiente de capacidad calorífica despreciable que contiene  $100 \text{ g}$  de agua a  $20^\circ\text{C}$  se vierten  $500 \text{ g}$  de agua a  $80^\circ\text{C}$ . Determina la temperatura de equilibrio en  $^\circ\text{C}$ .

14. Un recipiente de aluminio ( $C_e = 0,22 \text{ Cal/g}^\circ\text{C}$ ) de  $0,5 \text{ kg}$  contiene  $110 \text{ g}$  de agua a  $20^\circ\text{C}$ . Si se introduce un bloque de hierro de  $200 \text{ g}$  cuyo  $C_e = 0,11 \text{ Cal/g}^\circ\text{C}$  a  $75^\circ\text{C}$ . Calcula la temperatura final de equilibrio en  $^\circ\text{C}$ .

15. Un cuerpo está compuesto por una aleación de  $200 \text{ g}$  de cobre,  $150 \text{ g}$  de estaño y  $80 \text{ g}$  de aluminio. Calcula su capacidad calorífica  $\text{Cal/}^\circ\text{C}$  y el calor, en cal, necesario para elevar su temperatura  $50^\circ\text{C}$ . (Los calores específicos del cobre, del estaño y del aluminio, en  $\text{cal/g}^\circ\text{C}$ , respectivamente son:  $0,094$ ;  $0,055$  y  $0,212$ ).

UNI 2012-II