

# ENERGÍA Y CALOR

## TEMPERATURA

La temperatura de un sistema es una medida de la energía cinética media de sus partículas.

Es una magnitud común a dos cuerpos que están en equilibrio térmico.

Cuando se ponen en contacto dos cuerpos a diferentes temperaturas, se produce una transferencia de energía de uno a otro hasta que sus temperaturas se igualan. Se ha llegado al Equilibrio Térmico.

Para medir la temperatura usamos tres escalas termométricas, la Celsius, la Fahrenheit y la escala absoluta cuya unidad es el Kelvin.

$$T^{\circ}(\text{K}) = ^{\circ}\text{C} + 273$$

## CALOR

El calor es el proceso de transferencia de energía de un cuerpo a otro como consecuencia de la diferencia de temperatura entre ellos.

Los cuerpos no tienen calor. El calor es un mecanismo de intercambio de energía.

El calor se mide en Julios, pero con frecuencia se utiliza como unidad de medida la caloría (Cal)

$$1 \text{ cal} = 4,18 \text{ J} \quad \text{y} \quad 1 \text{ J} = 0,24 \text{ cal}$$

Los procedimientos de transferencia de energía mediante calor son:

- Conducción: es un mecanismo de transporte de energía sin transporte de materia.
- Convección: hay transporte de materia, las partículas calientes desplazan a las frías.
- Radiación: es el conjunto de ondas electromagnéticas que emite un cuerpo. Es un mecanismo de transporte de energía sin transporte de materia.

### Calor Específico.

Es la energía que absorbe mediante calor un kilogramo de una sustancia para aumentar 1 kelvin su temperatura. La unidad de  $C_e$  en el S.I. es el  $\text{J kg}^{-1} \text{K}^{-1}$

La energía (en forma de calor) que hay que transferir a un cuerpo de masa  $m$  para cambiar su temperatura viene dada por la siguiente expresión:

$$Q = m C_e (T_f - T_0)$$

En la expresión anterior la temperatura es recomendable expresarla en Kelvin, aunque la variación de temperatura es la misma en Kelvin que en  $^{\circ}\text{C}$

### Problemas de Equilibrio Térmico

En un proceso de mezcla de dos sustancias a distinta temperatura sin que se produzca cambio de estado, la cantidad de calor que cede el cuerpo que se encuentra a mayor temperatura es la misma que la cantidad de calor que absorbe el cuerpo frío.

$$\begin{aligned} Q_{\text{cedido}} + Q_{\text{absorbido}} &= 0 \\ m_1 C_e \Delta T + m_2 C_e \Delta T &= 0 \\ m_1 C_e (T_e - T_1) + m_2 C_e (T_e - T_2) &= 0 \end{aligned}$$

Siendo  $T_e$  la temperatura en el equilibrio térmico.

## CAMBIOS DE ESTADO

La materia se puede encontrar en tres estados: sólido, líquido y gaseoso.

Al transferir energía a un cuerpo mediante calor pueden suceder dos cosas:

- Si la temperatura del cuerpo no se corresponde con la temperatura de cambio de estado, se produce un incremento de la temperatura del cuerpo.
- Si la temperatura del cuerpo corresponde a la temperatura de cambio de estado, no se produce un aumento de temperatura, es decir, la energía suministrada no se emplea en aumentar la energía cinética de las partículas. En lugar de un incremento de temperatura, se produce un cambio de estado. La energía transferida se emplea en modificar la estructura interna de la sustancia.

El calor que se absorbe o se cede por unidad de masa en un cambio de estado es una constante para cada sustancia y para cada cambio de estado y se conoce con el nombre de **Calor Latente de cambio de estado  $L$** .

La cantidad de calor puesta en juego en un cambio de estado es:

$$Q = m L$$

Para cada sustancia existen dos calores latentes, uno para el cambio de estado de sólido a líquido, *calor latente de fusión  $L_f$* , y otro para el cambio de estado de líquido a vapor, *calor latente de ebullición  $L_e$* .

### Ejemplo:

Supongamos que tenemos un recipiente cerrado que contiene 500 gramos de hielo a la temperatura  $-20^\circ\text{C}$ . Veamos que sucede si calentamos dicho recipiente utilizando una fuente de calor cuyo suministro sea constante.

Al calentar el recipiente observamos que la temperatura aumenta desde los  $-20^\circ\text{C}$  iniciales hasta los  $0^\circ\text{C}$ , la temperatura de fusión del agua. Podemos calcular la energía que absorbe el hielo en esta primera etapa:

$$Q_1 = m c_e \Delta T = 0,5 \cdot 2100 \cdot (0 - (-20)) = 21000 \text{ J}$$

Al alcanzar la temperatura de fusión del agua, los cubitos de hielo empiezan a fundirse y aparece el agua líquida. Se está produciendo el cambio de estado. Durante todo el tiempo que dura el cambio de estado la temperatura permanece constante. Podemos calcular la energía absorbida durante el cambio de estado:

$$Q_2 = m \cdot L_f = 0,5 \cdot 334 \cdot 4 = 167,2 \text{ KJ} = 167200 \text{ J}$$

Cuando todo el hielo se transforma en agua líquida termina el cambio de estado. A partir de ese momento la temperatura vuelve a aumentar hasta alcanzar los  $100^\circ\text{C}$ , la temperatura de ebullición del agua. Podemos calcular la energía absorbida por el agua en la tercera etapa:

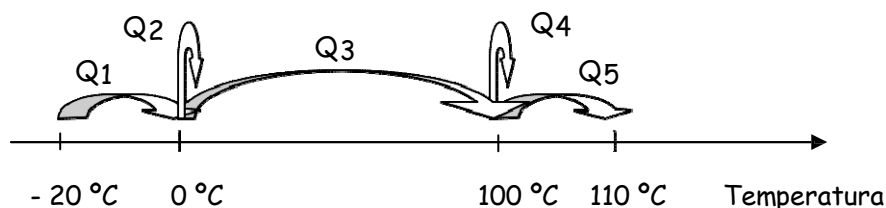
$$Q_3 = m c_e \Delta T = 0,5 \cdot 4180 \cdot (100 - 0) = 209000 \text{ J}$$

Al alcanzar los  $100^\circ\text{C}$  se produce el cambio de estado de agua líquida a vapor. Durante todo el tiempo que dura el cambio de estado la temperatura permanece constante. Podemos calcular la energía absorbida durante el cambio de estado:

$$Q_4 = m \cdot L_e = 0,5 \cdot 2257 = 1128,5 \text{ KJ} = 1128500 \text{ J}$$

Al concluir el cambio de estado de líquido a vapor, si continuamos calentando el recipiente, la temperatura aumentará por encima de los  $100^\circ\text{C}$ . Supongamos que calentamos hasta que el termómetro marca  $110^\circ\text{C}$ . Podemos calcular la energía absorbida en la última etapa:

$$Q_5 = m c_e \Delta T = 0,5 \cdot 1940 \cdot (110 - 100) = 9700 \text{ J}$$

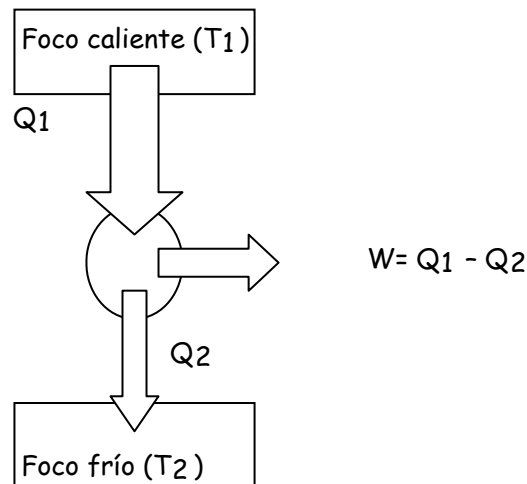


## Máquinas térmicas y rendimiento

Las máquinas térmicas son dispositivos mecánicos que aprovechan una fuente de calor para realizar un trabajo mecánico. La experiencia establece que no es posible transformar íntegramente el calor en trabajo mecánico: una parte de la energía se transfiere en forma de calor.

El siguiente esquema corresponde a una máquina térmica:

La máquina toma calor de un foco caliente ( $Q_1$ ), realiza un trabajo mecánico ( $W$ ) y cede calor ( $Q_2$ ) a un foco frío. El trabajo realizado es la diferencia entre el calor tomado del foco caliente y el cedido al foco frío.



### Rendimiento de las máquinas térmicas

Las máquinas térmicas son unos dispositivos que no producen mucho trabajo mecánico, la mayor parte de la energía se desperdicia en calentar las piezas de la propia máquina. El rendimiento de la máquina es el cociente entre el trabajo mecánico realizado por la máquina y la energía tomada del foco caliente:

$$R = \frac{W}{Q_1} = \frac{Q_1 - Q_2}{Q_1}$$

El rendimiento se puede expresar en función de las temperaturas de los focos

$$R = \frac{T_1 - T_2}{T_1}$$

El balance energético de una máquina térmica es el siguiente:

E cedida por el foco caliente = Trabajo realizado por la máquina + E cedida al foco frío