

CALOR Y ENERGÍA TÉRMICA

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

Calor: transferencia de energía entre dos cuerpos a diferente temperatura.

$$Q = m \cdot L$$

Calor: transferencia de energía en un cuerpo durante un cambio de estado.

Q = calor (J, Joules o Julios)

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

m = masa

c_e = calor específico $\left(\frac{\text{J}}{\text{kg} \cdot ^\circ\text{C}}\right)$ energía necesaria para incrementar en 1°C una masa de 1 Kg

$\Delta T = T_f - T_i$ (diferencia de temperatura)

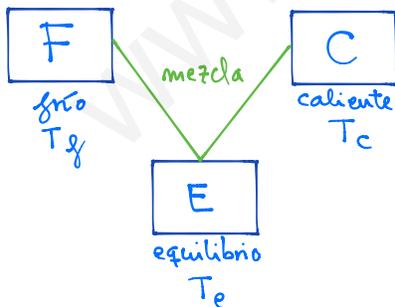
L = calor latente (durante cambios de estado); $\left(\frac{\text{J}}{\text{kg}}\right)$

es diferente para cada sustancia y para cada cambio de estado.

EQUILIBRIO TÉRMICO

Cuando se mezclan dos sustancias a diferente temperatura, acaban alcanzando el equilibrio térmico, es decir, una temperatura de equilibrio.

Q cedido (negativo), Q absorbido (positivo), $Q_{\text{ced}} + Q_{\text{abs}} = 0$



$$Q_c = m_c \cdot c_{e_c} \cdot (T_e - T_c) < 0 \text{ cede}$$

$$Q_f = m_f \cdot c_{e_f} \cdot (T_e - T_f) > 0 \text{ absorbe}$$

$$T_f < T_e < T_c$$

$$-Q_{\text{cedido}} = Q_{\text{absorbido}}$$

Ejemplo: 2 sustancias iguales (mismo C_e) $\left\{ \begin{array}{l} m_c = 3 \text{ Kg} \\ T_c = 50^\circ\text{C} \end{array} \right., \left\{ \begin{array}{l} m_f = 1 \text{ Kg} \\ T_f = 5^\circ\text{C} \end{array} \right.$

$$Q_c = m_c \cdot C_e \cdot (T_e - T_c) < 0 \text{ cede}$$

$$Q_f = m_f \cdot C_e \cdot (T_e - T_f) > 0 \text{ absorbe}$$

$$T_f < T_e < T_c$$

$$-Q_{\text{ced}} = Q_{\text{abs}} \Rightarrow -m_c \cdot C_e \cdot (T_e - T_c) = m_f \cdot C_e \cdot (T_e - T_f)$$

$$-m_c T_e + m_c T_c = m_f T_e - m_f T_f$$

$$m_c T_c + m_f T_f = m_f T_e + m_c T_e$$

$$T_e = \frac{m_c T_c + m_f T_f}{m_c + m_f} = \frac{3 \text{ Kg} \cdot 50^\circ\text{C} + 1 \text{ Kg} \cdot 5^\circ\text{C}}{3 \text{ Kg} + 1 \text{ Kg}} = \frac{150 + 5}{4} = \frac{155}{4} = 38,75^\circ\text{C}$$

1.- Se necesitan 447 J para elevar 1°C la temperatura de un kilogramo de cierta sustancia. Determina su capacidad calorífica específica. ¿Dé que sustancia puede tratarse?
SOL: 447 J/kg $^\circ\text{C}$

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

$$C_e = \frac{Q}{m \cdot \Delta T} = \frac{447 \text{ J}}{1 \text{ Kg} \cdot 1^\circ\text{C}} = 447 \frac{\text{J}}{\text{Kg} \cdot ^\circ\text{C}}$$

Consultando la tabla de los apuntes, vemos que se trata del hierro.

2.- ¿Qué energía se necesita para elevar 20°C la temperatura de 100 g de aluminio? ¿Y para elevar 20°C , 100 g de plomo? SOL: 1820 J; 256 J

$$C_e(\text{aluminio}) = 910 \frac{\text{J}}{\text{Kg} \cdot ^\circ\text{C}}$$

$$C_e(\text{plomo}) = 128 \frac{\text{J}}{\text{Kg} \cdot ^\circ\text{C}}$$

$$Q = m \cdot C_e \cdot \Delta T \quad m = 100 \text{ g} = 0,1 \text{ Kg}$$

$$Q = 0,1 \text{ Kg} \cdot 910 \frac{\text{J}}{\text{Kg} \cdot ^\circ\text{C}} \cdot 20^\circ\text{C} = 1820 \text{ J}$$

$$Q = 0,1 \text{ Kg} \cdot 128 \frac{\text{J}}{\text{Kg} \cdot ^\circ\text{C}} \cdot 20^\circ\text{C} = 256 \text{ J}$$

3.- Un calorímetro contiene 0,450 kg de agua a 24 °C. Se introduce un bloque de plomo de 0,1 kg a una temperatura de 97,5°C. Una vez alcanzado el equilibrio térmico, la temperatura del conjunto es de 24,5 °C. Calcula la capacidad calorífica específica del plomo.
 SOL: 128,84 J/kg°C

$$C_e(\text{agua}) = 4180 \frac{\text{J}}{\text{kg} \cdot ^\circ\text{C}} \quad \cdot \quad \text{El agua está más fría que el plomo}$$

$$\text{Plomo: } Q_p = m_p \cdot C_{ep} \cdot (T_e - T_p) < 0 \text{ cede}$$

$$\text{Agua: } Q_a = m_a \cdot C_{ea} \cdot (T_e - T_a) > 0 \text{ absorbe}$$

$$T_a < T_e < T_p \quad , \quad T_e = 24,5^\circ\text{C} \quad , \quad T_a = 24^\circ\text{C} \quad , \quad T_p = 97,5^\circ\text{C}$$

$$\boxed{-Q_{\text{ced}} = Q_{\text{abs}}} \Rightarrow -m_p \cdot C_{ep} \cdot (T_e - T_p) = m_a \cdot C_{ea} \cdot (T_e - T_a)$$

$$C_{ep} = \frac{m_a \cdot C_{ea} \cdot (T_e - T_a)}{-m_p \cdot (T_e - T_p)} = \frac{0,450 \text{ kg} \cdot 4180 \frac{\text{J}}{\text{kg} \cdot ^\circ\text{C}} \cdot (24,5^\circ\text{C} - 24^\circ\text{C})}{-0,1 \text{ kg} \cdot (24,5^\circ\text{C} - 97,5^\circ\text{C})} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow C_{ep} = \frac{0,450 \times 4180 \times (24,5 - 24)}{-0,1 \times (24,5 - 97,5)} \approx 128,83562 \approx 128,84 \frac{\text{J}}{\text{kg} \cdot ^\circ\text{C}}$$

4.- Si se mezclan 2,5 L de agua a 20 °C con 1,5 L de agua a 100 °C, ¿cuál será la temperatura de la mezcla cuando se alcance el equilibrio térmico? SOL: 50 °C

$$Q_c = m_c \cdot C_e \cdot (T_e - T_c) < 0 \text{ cede}$$

$$Q_f = m_f \cdot C_e \cdot (T_e - T_f) > 0 \text{ absorbe}$$

$$1 \text{ L (agua)} \approx 1 \text{ kg}$$

$$\text{porque } \rho = 1000 \text{ kg/m}^3$$

$$T_f < T_e < T_c$$

$$\boxed{-Q_{\text{ced}} = Q_{\text{abs}}} \Rightarrow -m_c \cdot C_e \cdot (T_e - T_c) = m_f \cdot C_e \cdot (T_e - T_f)$$

$$-m_c T_e + m_c T_c = m_f T_e - m_f T_f$$

$$m_c T_c + m_f T_f = m_f T_e + m_c T_e$$

$$T_e = \frac{m_c T_c + m_f T_f}{m_c + m_f} = \frac{1,5 \text{ kg} \cdot 100^\circ\text{C} + 2,5 \text{ kg} \cdot 20^\circ\text{C}}{1,5 \text{ kg} + 2,5 \text{ kg}} = \frac{1,5 \times 100 + 2,5 \times 20}{1,5 + 2,5} = 50 = 50^\circ\text{C}$$

5.- En un calorímetro, se añaden a 2 L de agua, que está a 20°C, 200 g de un metal que se halla a 250 °C. Si la temperatura de equilibrio es de 25 °C, ¿cuál será el calor específico del metal? SOL: 929 J/kg°C

$$C_e(\text{agua}) = 4180 \frac{\text{J}}{\text{kg} \cdot ^\circ\text{C}}$$

$$Q_m = m_m \cdot C_{e_m} \cdot (T_e - T_m) < 0 \text{ cede}$$

$$Q_a = m_a \cdot C_{e_a} \cdot (T_e - T_a) > 0 \text{ absorbe}$$

1 L (agua) \approx 1 kg
porque $\rho = 1000 \text{ kg/m}^3$

$$T_a < T_e < T_m$$

$$-Q_{\text{ced}} = Q_{\text{abs}} \Rightarrow -m_m \cdot C_{e_m} \cdot (T_e - T_m) = m_a \cdot C_{e_a} \cdot (T_e - T_a)$$

$$C_{e_m} = \frac{m_a \cdot C_{e_a} \cdot (T_e - T_a)}{-m_m \cdot (T_e - T_m)} = \frac{2 \times 4180 \times (25 - 20)}{-0.2 \times (25 - 250)} \approx 928.88889 \approx 929 \frac{\text{J}}{\text{kg} \cdot ^\circ\text{C}}$$

6.- Un kilogramo de mercurio y un kilogramo de agua reciben la misma cantidad de energía térmica. ¿En cuál de las dos sustancias se producirá mayor aumento de temperatura?

$$Q = m \cdot C_e \cdot \Delta T \Rightarrow \Delta T = \frac{Q}{m \cdot C_e}$$

Luego tendrá un mayor aumento de temperatura el que tenga menor calor específico.

$$C_e(\text{agua}) = 4180 \frac{\text{J}}{\text{kg} \cdot ^\circ\text{C}}$$

$$C_e(\text{mercurio}) = 139,5 \frac{\text{J}}{\text{kg} \cdot ^\circ\text{C}}$$

} Aumentará más la temperatura del mercurio.

7.- ¿Qué energía es necesaria para elevar 20 °C la temperatura de 200 g de cobre?
SOL: 1 544 J

$$C_e(\text{cobre}) = 386 \frac{\text{J}}{\text{kg} \cdot ^\circ\text{C}}, m = 200 \text{ g} = 0,2 \text{ kg}$$

$$Q = m \cdot C_e \cdot \Delta T \Rightarrow Q = 0,2 \text{ kg} \cdot 386 \frac{\text{J}}{\text{kg} \cdot ^\circ\text{C}} \cdot 20^\circ\text{C} = 1544 \text{ J}$$

8.- ¿Cuánto se eleva la temperatura de 1 kg de cobre si le comunicamos una energía de 386 J?
SOL: 1° C

$$C_e (\text{cobre}) = 386 \frac{\text{J}}{\text{kg} \cdot ^\circ\text{C}}, m = 1 \text{ kg}$$

$$\boxed{Q = m \cdot C_e \cdot \Delta T} \Rightarrow \Delta T = \frac{Q}{m \cdot C_e} = \frac{386 \text{ J}}{1 \text{ kg} \cdot 386 \frac{\text{J}}{\text{kg} \cdot ^\circ\text{C}}} = 1^\circ\text{C}$$

9.- ¿Qué energía es necesaria para elevar 15 °C la temperatura de 100 g de hierro?
SOL: 670,5 J

$$C_e (\text{hierro}) = 447 \frac{\text{J}}{\text{kg} \cdot ^\circ\text{C}}, m = 100 \text{ g} = 0,1 \text{ kg}$$

$$\boxed{Q = m \cdot C_e \cdot \Delta T} \Rightarrow Q = 0,1 \text{ kg} \cdot 447 \frac{\text{J}}{\text{kg} \cdot ^\circ\text{C}} \cdot 15^\circ\text{C} = 670,5 \text{ J}$$

10.- Un cuerpo de 5 kg de masa tiene una capacidad calorífica específica de 394 J/kg°C, ¿cuánta energía térmica es necesario suministrarle para que su temperatura se eleve desde 5 °C hasta 25 °C? SOL: 39400 J

$$\boxed{Q = m \cdot C_e \cdot \Delta T} \Rightarrow Q = 5 \text{ kg} \cdot 394 \frac{\text{J}}{\text{kg} \cdot ^\circ\text{C}} \cdot (25^\circ\text{C} - 5^\circ\text{C}) = 39400 \text{ J}$$

CAMBIOS DE ESTADO

18.- ¿Cuánta energía es necesaria para transformar en vapor 250 g de agua a 50 °C?

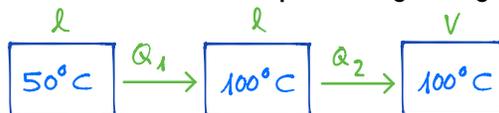
SOL: 602 250 J

$$C_e(\text{agua}) = 4180 \frac{\text{J}}{\text{kg} \cdot ^\circ\text{C}}$$

$$L_v(\text{agua}) = 2,2 \cdot 10^6 \text{ J/kg}$$

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

$$Q = m \cdot L$$



$$Q_T = Q_1 + Q_2$$

$$Q_1 = 0,25 \text{ kg} \cdot 4180 \frac{\text{J}}{\text{kg} \cdot ^\circ\text{C}} \cdot (100 - 50)^\circ\text{C} = 52250 \text{ J}$$

$$Q_2 = 0,25 \text{ kg} \cdot 2,2 \cdot 10^6 \text{ J/kg} = 550.000 \text{ J}$$

$$Q_T = 602250 \text{ J}$$

19.- Se calienta 1,5 kg de hielo a -10 °C hasta que se funde. Calcula la energía térmica que se ha necesitado para ello.

$$C_e(\text{hielo}) = 2100 \frac{\text{J}}{\text{kg} \cdot ^\circ\text{C}}$$

$$L_f(\text{hielo}) = 335 \cdot 10^3 \text{ J/kg}$$

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

$$Q = m \cdot L$$



$$Q_T = Q_1 + Q_2$$

$$Q_1 = 1,5 \text{ kg} \cdot 2100 \frac{\text{J}}{\text{kg} \cdot ^\circ\text{C}} \cdot (0 - (-10))^\circ\text{C} = 31500 \text{ J}$$

$$Q_2 = 1,5 \text{ kg} \cdot 335 \cdot 10^3 \text{ J/kg} = 502.500 \text{ J}$$

$$Q_T = 534000 \text{ J}$$