

# Capítulo 5. Problemas Resueltos

Variaciones de Entropía en procesos Irreversibles

Problemas Resueltos



## Variaciones de Entropía en Procesos Irreversibles

En un proceso reversible

$$dS \equiv \frac{d'Q_r}{T}$$

S: Depende sólo del estado del sistema.

$S_2 - S_1$ : Es la misma, cualquiera que sea la naturaleza del proceso que siga el sistema para pasar de un estado a otro.

Si se necesita determinar la variación de entropía que experimenta un sistema en un proceso irreversible, basta idear cualquier proceso reversible entre los estados extremos del proceso irreversible.

**Problema 1:** Un kilogramo de agua a  $0^{\circ}\text{C}$  se calienta a  $100^{\circ}\text{C}$ . Calcule la variación de entropía. *Dato:*  $c_a = 4186 \frac{\text{J}}{\text{kg K}}$ .

**Desarrollo:**

$$\text{Dato: } c_a = 4186 \frac{\text{J}}{\text{kg K}} ; \quad T_1 = 0^{\circ}\text{C} = 273 \text{ K} ; \quad T_2 = 100^{\circ}\text{C} = 373 \text{ K} .$$

En la práctica este proceso es irreversible. Sin embargo el cambio de entropía del agua solo depende de los estados inicial y final del sistema, y es el mismo si el proceso es reversible o irreversible.

$$dQ = m_a c_a dT$$

$$\Delta S_{12} = \int_1^2 \frac{dQ}{T} = \int_{T_1}^{T_2} \frac{m_a c_a dT}{T} = m_a c_a \ln \left( \frac{T_2}{T_1} \right)$$

$$\Delta S_{12} = m_a c_a \ln \left( \frac{T_2}{T_1} \right) = 1 \text{ kg} \times 4186 \frac{\text{J}}{\text{kg K}} \times \ln \left( \frac{373 \text{ K}}{273 \text{ K}} \right) = 1.31 \times 10^3 \frac{\text{J}}{\text{K}}$$

**Problema 2:** Un kilogramo de agua a  $0^{\circ}\text{C}$  se pone en contacto con una gran fuente térmica a  $100^{\circ}\text{C}$ . Cuando el agua ha alcanzado los  $100^{\circ}\text{C}$ . *Dato:*  $c_a = 4186 \frac{\text{J}}{\text{kg K}}$ .

a) ¿cuál ha sido la variación de entropía del agua?,

b) ¿cuál la de la fuente térmica? y

c) ¿cuál la del universo?

**Desarrollo:**

*Dato:*  $c_a = 4186 \frac{\text{J}}{\text{kg K}}$ ;  $T_1 = 0^{\circ}\text{C} = 273 \text{ K}$ ;  $T_2 = 100^{\circ}\text{C} = 373 \text{ K}$ .

a) ¿cuál ha sido la variación de entropía del agua?,

$$\Delta S_a = \int_1^2 \frac{dQ}{T} = \int_{T_1}^{T_2} \frac{m_a c_a dT}{T} = m_a c_a \ln \left( \frac{T_2}{T_1} \right) = 1 \text{ kg} \times 4186 \frac{\text{J}}{\text{kg K}} \times \ln \left( \frac{373 \text{ K}}{273 \text{ K}} \right)$$

$$\Delta S_a = 1306 \frac{\text{J}}{\text{K}}$$

### b) ¿cuál la de la fuente térmica?

Fuente térmica cede calor al agua ( $T_2 = 373K$ )

$$\Delta S_F = \int_a^b \frac{d'Q_r}{T_2} = \frac{1}{T_2} \int_a^b d'Q_r = \frac{Q_r}{T_2} = \frac{-m_a c_a \Delta T}{T_2} = \frac{-1kg \times 4186 \frac{J}{kg K} \times (373 K - 273K)}{373 K}$$

$$\Delta S_F = -1122.2 \frac{J}{K}$$

#### Nota:

**Fuente térmica:** Sistema cuya capacidad calorífica es muy grande. Se le puede enviar o quitar cualquier cantidad de calor, sin que se produzca en él una variación apreciable de temperatura. Ejemplos: atmósfera, océano, etc.

c) ¿cuál la del universo?

$$\Delta S_{universe} = \Delta S_a + \Delta S_F = 1306 \frac{J}{K} - 1122.2 \frac{J}{K}$$

$$\Delta S_{universe} = 183.8 \frac{J}{K}$$