

Esimerkki entropian muutoksesta

1kg jäätä sulaa ja lämpenee luontosalissa.

Entropian muutos?

Alkoon jäät alussa 0°C .

Sulaa $\rightarrow T_0 = \text{vakio} = 273\text{K}$

$$\Rightarrow \Delta S_0 = \frac{\Delta U}{T_0} \quad \left| \begin{array}{l} \text{Entropian muutoksen määrittelmä} \\ \text{(tilavuus } V = \text{vakio)} \end{array} \right.$$

Jään/veden latenttilämpö $k = 333 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}}$ (sulatuksen vaadittu lämpö)

$$\Rightarrow U = m \cdot k = 333 \text{kJ}$$

$$\Rightarrow \Delta S_0 = \frac{333 \text{kJ}}{273 \text{K}} \approx 1.2 \frac{\text{kJ}}{\text{K}} \quad ; \text{ entropian muutos sulussa (huom: positiivinen!)}$$

Sitten sulanut vesi lämpenee huoneenlämpöön $T_h = 293\text{K}$

Jälleen $ds = \frac{dU}{T}$ mutta nyt T ei ole vakio.

$$\Rightarrow \frac{dS}{dU} = \frac{1}{T} \quad \text{integroidaan}$$

$$\Delta S_i = \int_{U_i}^{U_f} \frac{1}{T} dU$$

muuttujanvaihto

$$U = C_v T \cdot m$$

$$\Rightarrow dU = C_v \cdot m \cdot dT$$

$$= \int_{T_0}^{T_h} \frac{1}{T} C_v m \cdot dT = C_v m \int_{T_0}^{T_h} \frac{1}{T} dT = C_v m \ln \left(\frac{T_h}{T_0} \right)$$

lämpökapasiteetti $C_v = 4.2 \frac{\text{kJ}}{\text{K} \cdot \text{kg}}$
lämpöenergian entropian muutos

$$\approx 4.2 \frac{\text{kJ}}{\text{K} \cdot \text{kg}} \cdot 1 \text{kg} \cdot \ln \frac{293\text{K}}{273\text{K}}$$

$$= \ln \left(1 + \frac{20\text{K}}{273\text{K}} \right)$$

$$\approx 0.3 \text{ kJ/K}$$

$$\approx \frac{1}{13} \approx 0.08$$

$$\Rightarrow \Delta S_0 = \Delta S_i \approx 1.5 \frac{\text{kJ}}{\text{K}} = \Delta S_{\text{jää}}$$

Toisaalta huone jäähtyy

\Rightarrow entropian muutos

$$\Delta S_{\text{huone}} = -$$

$$\frac{333 \text{kJ} + 20\text{K} \cdot 4.2 \frac{\text{kJ}}{\text{K} \cdot \text{kg}} \cdot 1 \text{kg}}{293\text{K}}$$

$$293\text{K}$$

lasketun
vakioenergian

$$\approx -1.4 \frac{\text{kJ}}{\text{K}}$$

\Rightarrow Kokonaisentropian muutos vain $\Delta S_{\text{kok}} = \Delta S_{\text{huone}} + \Delta S_{\text{jää}} = 0.1 \frac{\text{kJ}}{\text{K}}$ (Jos ei toki positiivinen!)