

# Entropian muutos alkeiprosessissa

Isoterminen:

$$\Delta T = 0 \Rightarrow Q = W.$$

$$\Delta S = \int \frac{dQ}{T} = \frac{1}{T} \int dQ = \frac{Q}{T}$$

toiselta  $\Delta T = 0 \Rightarrow Q = W$

$$\Rightarrow \Delta S = \frac{Q}{T} = \frac{W}{T}$$

Mutta  $W = \int p dV = \int \frac{nRT}{V} dV = nRT \ln \frac{V_f}{V_i}$

$$\Rightarrow \Delta S = \frac{W}{T} = nR \ln \frac{V_f}{V_i}$$

Systemin tuotto lämpö  
 entropia kasvaa  
 koska systeemin lämpötila (TA) kasvaa  
 eri näkökulmista molemmat oikein

Isokoorinen:

$$\Delta V = 0 \Rightarrow W = 0.$$

$$Q = mC_V \Delta T$$

$$\Delta S = \int \frac{dQ}{T} = \int \frac{mC_V dT}{T} = mC_V \ln \frac{T_f}{T_i}$$

$\Rightarrow$  entropia kasvaa koska systeemin lämpötila kasvaa (tilavuus ei muutu)

Isobaarinen:

$$\Delta P = 0; \quad Q = mC_p \Delta T, \quad W = P \Delta V.$$

$$\Delta S = \int \frac{dQ}{T} = \int \frac{mC_p dT}{T} = mC_p \ln \frac{T_f}{T_i}$$

$$= mC_V \ln \frac{T_f}{T_i} + mR \ln \frac{T_f}{T_i}$$

toiselta  $PV = nRT$   
 $\Rightarrow T = \frac{PV}{nR}$

$$= mC_V \ln \frac{T_f}{T_i} + mR \ln \frac{V_f}{V_i}$$

lämmityksen entropian muutos

laajenemisen entropian muutos

Adiabattinen:  $Q = 0$

$$\Rightarrow \Delta S = \int \frac{dQ}{T} = 0. \quad \text{entropia ei muutu}$$

Mutta kaasun laajenee? (Tai puristuu)

$$W = \int P dV$$

$$\left. \begin{array}{l} P = P(V) \\ PV^\gamma = \text{vakio} \end{array} \right\} \Rightarrow P = \frac{\text{vakio}}{V^\gamma}$$

$$= \text{vakio} \int \frac{dV}{V^\gamma}$$

$$\frac{1}{\gamma+1} V_f^{\gamma+1} - \frac{1}{\gamma+1} V_i^{\gamma+1}$$

Mutta myös  $T$  muuttuu:  $\frac{\text{vakio}}{V^\gamma}$

$$PV = nRT \rightarrow T_f = \frac{P_f V_f}{nR}, \quad T_i = \frac{P_i V_i}{nR}$$

$$\Rightarrow T_f = \text{vakio} \cdot \frac{1}{nR} V_f^{1-\gamma}$$

$$T_i = \text{vakio} \cdot \frac{1}{nR} V_i^{1-\gamma}$$

$$\Delta S = m C_v R \ln \frac{T_f}{T_i} + m R \ln \frac{V_f}{V_i}$$

$$= m C_v R \ln \frac{V_f^{1-\gamma}}{V_i^{1-\gamma}} + m R \ln \frac{V_f}{V_i}$$

$$= (m C_v R) (1-\gamma) \ln \frac{V_f}{V_i} + m R \ln \frac{V_f}{V_i}$$

$$\underbrace{m R (C_v - C_p)}_{-1}$$

$$= -m R \ln \frac{V_f}{V_i} + m R \ln \frac{V_f}{V_i} = \underline{0}$$

o.e! Systemin laajenee mutta silti entropia vakio (laajeneminen kääntä)