

## 9.3 Hauptsätze der Thermodynamik

## 9.4 Wärmestrahlung

### 1. HAUPTSATZ

Es gibt kein Perpetuum Mobile 1. Art (Energieerhaltungssatz).

$$\rightarrow \Delta U = \Delta Q + \Delta W = \Delta Q - p \cdot \Delta V$$

### 3. HAUPTSATZ

Es gibt ein absolutes Temperaturminimum bei 0 Kelvin bzw.  $-273,15^\circ\text{C}$ .

### 2. HAUPTSATZ

Die Entropie  $S$  nimmt im Gleichgewicht ein Maximum an. Nach dem Prinzip von BOLTZMANN ist der wahrscheinlichste Zustand der Zustand mit den meisten mikroskopischen Realisierungsmöglichkeiten und somit der größten Entropie. Ein Prozess ist nur dann reversibel, wenn die Entropie konstant bleibt:

$$\Delta Q_{\text{rev}} = T \cdot \Delta S_{\text{rev}}$$

Es gibt kein Perpetuum Mobile 2. Art: Wärme kann nicht vollständig umgewandelt und für Arbeit genutzt werden, es gibt einen maximalen Wirkungsgrad:  $\Delta Q_{\text{irrev}} < T \cdot \Delta S_{\text{irrev}}$

### PLANCK'SCHES STRALUNGSGESETZ

Das PLANCK'sche Strahlungsgesetz beschreibt die von einem schwarzen Körper in Form von elektromagnetischer Strahlung abgestrahlte Leistung als Funktion der Wellenlänge und der Temperatur.

$$\rightarrow \frac{1}{\text{Fläche}} \frac{dP_S}{d\lambda}(\lambda, T) = \frac{2\pi h c^2}{\lambda^5 \cdot \left( e^{\left( \frac{hc}{\lambda \cdot k_B T} \right)} - 1 \right)}$$

Das Integral über alle Wellenlängen heißt STEFAN-BOLTZMANN-Gesetz:

$$\rightarrow \frac{1}{\text{Fläche}} P_S(T) = \frac{2\pi^5 k_B^4}{15 h^3 c^2} T^4 = \sigma \cdot T^4 \quad \text{mit } \sigma = \frac{2\pi^5 k_B^4}{15 h^3 c^2} = 5,6704 \cdot 10^{-8} \frac{\text{W}}{\text{m}^2 \text{K}^4}$$

### ABGELEITETE STRALUNGSGESETZTE

$$\rightarrow \text{RAYLEIGH und JEANS: } \frac{1}{\text{Fläche}} \frac{dP_S}{d\lambda}(\lambda, T) = \frac{2\pi c}{\lambda^4} k_B T \quad \text{für } \lambda \gg \frac{hc}{k_B T}$$

$$\rightarrow \text{WIEN: } \frac{1}{\text{Fläche}} \frac{dP_S}{d\lambda}(\lambda, T) = \frac{2\pi h c^2}{\lambda^5} e^{\left( -\frac{hc}{\lambda \cdot k_B T} \right)} \quad \text{für } \lambda \ll \frac{hc}{k_B T}$$

$$\rightarrow \text{WIEN'sches Verschiebungsgesetz: } \lambda_{\text{max}} = \frac{2897,8 \mu\text{mK}}{T}$$