Thermodynamik

Zustandsgrößen:

- extensiv : abhängig von Teilchenzahl N
- intensiv : unabh. von N

Gleichgewicht:

öffne kleinen Kasten
- homogene Verteilung
- $T_1 \neq T_2$ (T_2 großes Volumen)

Zustandsgleichung

- z.B. ideales Gas

Zustandsänderungen

- quasistatische : z.B. Volumenänderung (sehr langsam ≙ kleine Änderung, warten bis Gg wieder)
- reversible: Zeitumkehr ⇒ Ausgangszustand
- irreversibel: nicht umkehrbare Prozesse
- adiabatische:
- isotherme, isobare, isochore, ...:

Differentiale von Zustandsgrößen sind vollst.

$\oint dF = 0$ $\qquad F = F(T,V)$

$$\int_A^E dF = F(V_E, T_E) - F(V_A, T_A)$$

$\left(\frac{\partial}{\partial V} F\right)_T = b \qquad \left(\frac{\partial}{\partial T} F\right)_V = a \qquad \Rightarrow dV = a\,dT + b\,dV$

$$\frac{\partial a}{\partial V} = \frac{\partial b}{\partial T}$$

vom System geleistete Arbeit ($\delta W \neq$ Zustandsgröße)

- $\delta W = p\,dV$ z.B. mech. Arbeit, verkleinere Volumen

$= \vec{\mu}\, d\vec{B}_a$
$= -\vec{H}\, d\vec{M}$ } magnetische Arbeit

0. Hauptsatz

- Temperatur (intensiv) existiert

1. Hauptsatz ≙ Energieerhaltungssatz

- Wärme als Energieform δQ (keine Zustandsgröße)

$$dU = \delta Q - \delta W + \mu \, dN$$

innere Energie

Wärme die ins System fließt

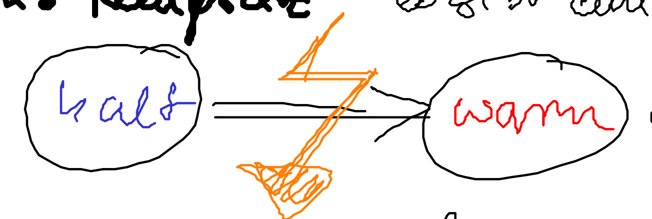
System leistet Arbeit

Änderung der Teilchenzahl

μ: chemisches Potential

2. Hauptsatz

es gibt eine Zustandsgröße Entropie S



und $\delta S > 0$

Wärme vollst. in kinet. Energie Umwandeln

3. Hauptsatz

$$\lim_{T \to 0} S(T) = 0$$

Absoluter Nullpunkt ist nicht erreichbar

Carnot-Prozess

(reversibler Kreisprozess)

1. Expansion des Gases, Wärme Q_2 fließt ins System
2. Isolation (thermisch) des Systems, keine Zufuhr von Q
   Temperatur von T_2 sinkt auf T_1 (nur Reservoir 2, T_2)
3. Thermisches Kontakt zum Reservoir 1 (T_1)
   Kompression: Q_1 fließt aus dem System
4. Kompression bei isoliertem System
   T_1 steigt auf T_2 während Kompression

①+③: $T = \text{const} \Rightarrow PV = \text{const}$

②+④: $\delta Q = 0 \Rightarrow dU = -\delta W = -P\,dV$

Wirkungsgrad $\eta = \dfrac{\Delta W}{|Q_2|} = 1 - \dfrac{|Q_1|}{|Q_2|}$

$$\Delta W = |Q_2| - |Q_1| = Q_1 + Q_2 = \oint P\,dV$$

Bei geg: T_1 und T_2 $\Rightarrow$ keine Maschine hat besseren η als Carnot-Maschine.