Ausfall: nächsten Mittwoch (29. 4.)

Formeln auf Folien, Herleitung auf Tafel

(Feynman / statistical mechanics)

Thermodynamik	statistische Physik
axiomatisch	mikroskopische Begründung

Thermodynamik

viele Freiheitsgrade z.B. $N = 6 \cdot 10^{23}$ Teilchen pro mol

Teilchenzahl und Volumen $\to \infty$

aber Dichte $\frac{N}{V}$ endlich

aber alle Teilchen zu beschreiben ist nicht nur unmöglich, sondern gar nicht notwendig

$\Rightarrow$ Zustandsgrößen

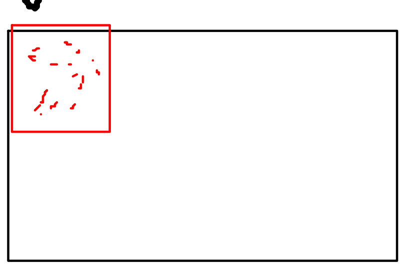
Extensive Größen $\propto N$

Volumen V, Teilchenzahl N, innere Energie U, Entropie S

intensive Größen $\propto N^0 = \text{const}$ (N hoch 0)

Druck p, Temperatur T, chem. Potential μ

Gleichgewicht:



vorher: alle Teilchen in V

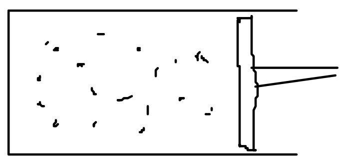
$\Rightarrow$ Gleichgewicht

öffnen von V

nachher: alle Teilchen in V verteilt, neues Gleichgewicht z.B. ideales Gas $\quad pV = N k_B T$

$$k_B = 1{,}38 \cdot 10^{-23} \frac{J}{K}$$

a) quasistatisch



V ein bisschen Verkleinern, warten bis System im Gleichgewicht, V wieder ändern usw

b) reversibel (meist $\Leftrightarrow$ quasistatisch)

Totales Differential — es existiert eine Stammfunktion

für Zustandsgrößen ist das immer der Fall

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

$$\frac{\partial a}{\partial T} = \frac{\partial b}{\partial V} = \frac{\partial^2 F}{\partial V \partial T}$$

Arbeit: Vom System geleistete Arbeit

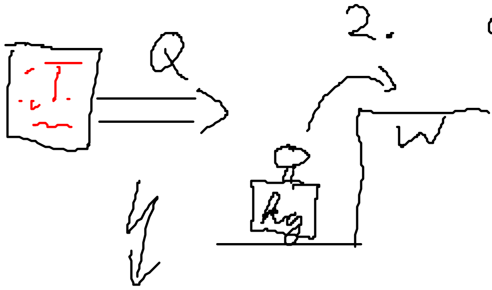
= − am System geleistete Arbeit

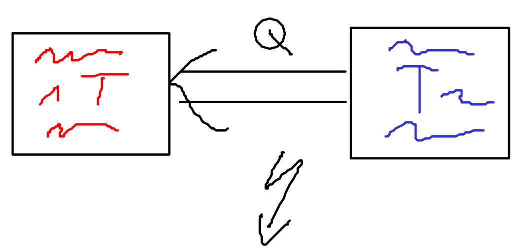
Hauptsätze 0. es existiert die Temperatur

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

innere Energie, Wärme, mech. Arbeit, chem. Potential

2. $\delta S \geq 0$

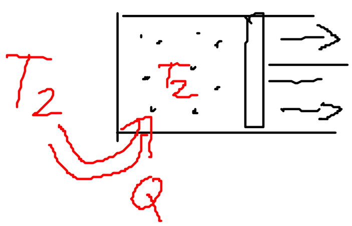




3. $\lim_{T \to 0} S(T) = 0$

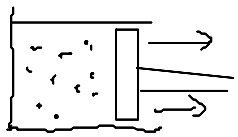
Der absolute Nullpunkt der Temp. ist nicht erreichbar

Carnot - Prozess

① 

isotherm Expansion

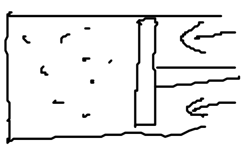
$\Rightarrow$ V vergrößern, Wärme ins Gas

② 

Gas von $T_2 \to T_1$ expandieren

③ 

isotherme Kompression

④ 

Gas von $T_1 \to T_2$ komprimieren

Wirkungsgrad

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

für Kühlschrank eigentlich $\eta = \frac{|Q_1|}{\Delta W} =$

Carnot - Maschine hat den <u>besten</u> möglichen Wirkungsgrad