



Thermodynamik

Serie 4

HS 2020
Prof. P. Jetzer

M. Haney, S. Tiwari, M. Ebersold
<https://www.physik.uzh.ch/de/lehre/PHY341/>

Ausgeteilt am: 13.10.20
Abzugeben bis: 20.10.20

1. Van der Waals Gas

[6 P]

Die van der Waals-Gleichung

$$\left(p + a \frac{n^2}{V^2}\right) (V - nb) = nRT, \quad (1)$$

wobei $n = N/N_A$, beschreibt qualitativ den Übergang Gas \rightarrow Flüssigkeit.

- Berechne die Werte (p_c, T_c, V_c) am kritischen Punkt. Dort gilt $\partial_V p = 0$ und $\partial_V^2 p = 0$.
(Notation: $\partial_x f = \frac{\partial f}{\partial x}$)
- Drücke die Konstanten a und b in der van der Waals-Gleichung durch V_c und T_c aus.
- Formuliere die van der Waals-Gleichung in den *reduzierten Grössen*

$$\pi = \frac{p}{p_c}; \quad v = \frac{V}{V_c}; \quad t = \frac{T}{T_c} \quad (2)$$

und leite so das *Gesetz der korrespondierenden Zustände* her.

- Finde den isothermen Kompressionskoeffizienten $\kappa_T = -\frac{1}{V} \frac{\partial V}{\partial p} \Big|_T$ und dem isobaren Expansionskoeffizienten $\alpha = \frac{1}{V} \frac{\partial V}{\partial T} \Big|_p$.
- Nehme jetzt an, dass es sich um ein ideales Gas handelt. Wie verändert sich die Ausdrücke für κ_T und α ?
- Können κ_T und α auch negativ sein?

2. Die thermodynamischen Potentiale des idealen Gases

[4 P]

Berechne die Energie $u(s, v)$, die freie Energie $f(T, v)$ und die Gibbs'sche freie Energie $g(T, p)$ für ein Mol des idealen Gases.

Hinweis: Nutze als Ausgangspunkt die molare Entropie $s(u, v)$, gegeben durch

$$s - s_0 = c_v \log \frac{u}{u_0} + R \log \frac{v}{v_0}, \quad (3)$$

wobei s_0 die Entropie im Referenzzustand (u_0, v_0) ist. Nutze die Definition der freien Energie und der Gibbs'schen freien Energie aus der Vorlesung und drücke s bzw. v durch die entsprechenden konjugierten Variablen aus.