

## 5. Plenum Statistische Physik II UE, 03.06.2019

### 1. Phasen im Van-der-Waals-Gas

Das Van-der-Waals-Gas wird beschrieben durch die Freie Energie

$$F(T, V, N) = -k_B T \ln \left( \frac{(V - bN)^N}{N! \lambda^{3N}} \right) - \frac{aN^2}{V}$$

mit der thermischen Wellenlänge  $\lambda = \frac{h}{\sqrt{2\pi m k_B T}}$ . Der kritische Punkt des Van-der-Waals-Gases liegt bei

$$V_c = 3bN \quad P_c = \frac{a}{27b^2} \quad T_c = \frac{8a}{27bk_B}$$

- Berechnen Sie die Freie Enthalpie  $G(T, V, N)$  als Funktion von  $(T, V, N)$ .
- Interpretieren Sie  $G(T, P, N)$  in der Nähe des kritischen Punktes als mehrwertige Funktion und skizzieren Sie  $G(T, P, N)$  für ein Mol Luft bei konstantem  $T$  und  $N$  als Funktion des Druckes  $P$ .  
**Hinweis:** Sie können eine Plotting-Software Ihrer Wahl verwenden.
- Zeigen Sie, dass in der Nähe des kritischen Punktes  $T \sim T_c$ ,  $V \sim V_c$  und  $P \sim P_c$  die Zustandsgleichung durch

$$\tilde{P}(\tilde{V}, \tilde{T}) = 4\tilde{T} - 6\tilde{T}\tilde{V} - \frac{3}{2}\tilde{V}^3$$

approximiert werden kann, wobei die reduzierten Größen

$$\tilde{P} = \frac{P}{P_c} - 1 \quad \tilde{T} = \frac{T}{T_c} - 1 \quad \tilde{V} = \frac{V}{V_c} - 1$$

verwendet wurden.

- Bestimmen Sie die Dampfdruckkurve  $P = P_u(T)$  des Van-der-Waals Gas in der Nähe des kritischen Punktes.
- Entlang der Dampfdruckkurve  $P = P_u(T)$  und  $T < T_c$  gilt für  $T \rightarrow T_c$  die Relation

$$V_G(T) - V_{Fl}(T) \sim (T_c - T)^\beta.$$

Berechnen Sie den kritischen Exponenten  $\beta$