

## Übung Nr. 9

### Diskussionsthema: Phasenübergänge

#### 28. Kritischer Exponent des van der Waals-Fluids

i. Seien  $\mathcal{P}_c$ ,  $\mathcal{V}_c$ ,  $T_c$  die Zustandsvariablen beim kritischen Punkt des van der Waals-Fluids. Man definiert dimensionslose Größen durch

$$\mathcal{P}_r \equiv \frac{\mathcal{P}}{\mathcal{P}_c} - 1, \quad \mathcal{V}_r \equiv \frac{\mathcal{V}}{\mathcal{V}_c} - 1, \quad \varepsilon \equiv \frac{T}{T_c} - 1.$$

Zeigen Sie, dass die van der Waals-Zustandsgleichung wie folgt umgeschrieben werden kann

$$\mathcal{P}_r (2 + 7\mathcal{V}_r + 8\mathcal{V}_r^2 + 3\mathcal{V}_r^3) = -3\mathcal{V}_r^3 + 8\varepsilon(1 + 2\mathcal{V}_r + \mathcal{V}_r^2).$$

ii. Wie verhält sich  $\mathcal{V}_r$  im Limes  $T \rightarrow T_c^-$ ? und im Limes  $T \rightarrow T_c^+$ ? Folgern Sie daraus den kritischen Exponenten  $\beta$ .

#### 29. Approximative Dampfdruckkurve

Im Phasengleichgewicht von Dampf und Flüssigkeit bleibt nur noch eine unabhängige intensive Zustandsgröße. Diese sei im Folgenden die Temperatur  $T$ , so dass der Druck  $\mathcal{P}$  von  $T$  abhängt.

i. Wie lautet die Clausius–Clapeyron-Gleichung?

ii. Leiten Sie aus dieser Gleichung die Funktion  $\mathcal{P}(T)$  unter den Annahmen her, dass der Dampf als ein ideales Gas beschrieben werden kann und dessen molares Volumen viel größer als das der Flüssigkeit ist.

#### 30. Approximative flüssig-fest-Gleichgewichtskurve

i. Leiten Sie aus der Clausius–Clapeyron-Gleichung die Funktion  $\mathcal{P}(T)$  für das Phasengleichgewicht von flüssiger und fester Phase unter der Annahme her, dass die latente Wärme sowie die molaren Volumina temperaturunabhängig seien.

ii. Skizzieren Sie das  $\mathcal{P} - T$ -Phasendiagramm für eine Substanz mit fester, flüssiger und gasförmiger Phase.

iii. Erklären Sie, warum die Phasengrenze zwischen fest und flüssig im  $\mathcal{P} - T$ -Diagramm so steil verläuft.