

Übungsblatt Nr.7

Diskussionsthemen / Kontrollfragen:

- Van der Waals-Fluid
- Stabilität eines Systems und Phasentrennung
- Phasenübergänge

17. Van der Waals-Fluid

i. Isothermen Zeichnen Sie mit einem Graphikprogramm Ihrer Wahl Isothermen des van der Waals-Fluids in der \mathcal{P} - v -Ebene, wobei v das molare Volumen bezeichnet. Beschreiben Sie, wie Sie es getan haben.

ii. Kritischer Punkt

- a) Begründen Sie, warum die isotherme Kompressibilität κ_T am kritischen Punkt divergiert.
- b) Berechnen Sie den kritischen Druck \mathcal{P}_c , das kritische molare Volumen v_c und die kritische Temperatur T_c , bei der Minimum und Maximum der Isothermen zu einem horizontalen Wendepunkt zusammenkommen. Zeigen Sie, dass diese drei Größen die universelle Beziehung

$$\frac{\mathcal{P}_c v_c}{RT_c} = \frac{3}{8} \quad (1)$$

erfüllen.

18. Das Dieterici-Gas

Eine alternative Zustandsgleichung für reelle Gase wurde 1899 durch Conrad Dieterici vorgeschlagen und lautet

$$\mathcal{P} = \frac{RT}{v-b} \exp\left(-\frac{a}{RTv}\right),$$

mit dem molaren Volumen v und zwei positiven Konstanten a und b .

- i.** Berechnen Sie die kritischen Größen T_c , \mathcal{P}_c und v_c .
- ii.** Berechnen Sie die dimensionslose Konstante $\mathcal{P}_c v_c / (RT_c)$. Schätzen Sie die Qualität des Modells ein, wenn Sie wissen, dass die experimentell bestimmte Konstante für Ne 0,287, für Ar 0,292, für Kr 0,291 und für Xe 0,290 ist. Vergleichen Sie auch mit dem Wert (1) aus der van der Waals-Zustandsgleichung.

19. Magnetostriktion

Magnetische Materialien können sich in einem äußeren Magnetfeld B verformen und dabei zum Beispiel ihr Volumen ändern. Die entscheidende Größe

$$\left(\frac{\partial \mathcal{V}}{\partial B}\right)_\mathcal{P} \quad (2)$$

ist nicht ganz einfach zu messen, deshalb verwendet man eine Maxwell-Relation und misst etwas anderes. Was könnte das sein?

Gehen Sie bei Ihren Überlegungen vom totalen Differential

$$dU = T dS - \mathcal{P} d\mathcal{V} + B dM \quad (3)$$

aus, wobei M das magnetische Dipolmoment ist. Transformieren Sie $U(S, \mathcal{V}, M)$ auf ein thermodynamisches Potential $G(T, \mathcal{P}, B)$ und schreiben Sie das totale Differential und die Maxwell-Relationen hin. Eine hilft Ihnen.