

Universität Bielefeld Fakultät für Physik	Theoretische Physik III WS 2023/2024	Prof. Dr. Jürgen Schnack jschnack@uni-bielefeld.de
--	---	---

Aufgabenblatt 5

5.1 Approximative Dampfdruckkurve I

Im Phasengleichgewicht von Dampf und Flüssigkeit gibt es nur noch eine unabhängige intensive Zustandsgröße. Diese sei im Folgenden die Temperatur T . Der Druck p hängt folglich von T ab.

- Wie lautet die Gleichung von Clausius und Clapeyron? Benennen Sie die auftretenden Größen.
- Leiten Sie die Funktion $p(T)$ unter folgenden Annahmen aus der Gleichung von Clausius und Clapeyron her: Das molare Volumen der Gasphase sei viel größer als das der flüssigen Phase. Der Dampf kann in guter Näherung mit der idealen Gasgleichung beschrieben werden. Die latente Wärme sei temperaturunabhängig.

5.2 Approximative Dampfdruckkurve II

Die Annahme einer temperaturunabhängigen latenten Wärme ist nicht korrekt. In experimentellen Untersuchungen findet man eine schwache lineare Abhängigkeit. Diese soll im Folgenden unter der Annahme, dass das molare Volumen der Gasphase viel größer als das der flüssigen Phase sei und dass der Dampf in guter Näherung mit der idealen Gasgleichung beschrieben werden kann, hergeleitet werden.

Dabei wird benutzt, dass sich im Phasengleichgewicht von Dampf und Flüssigkeit die totale Temperaturableitung aufgrund der Kettenregel wie folgt schreiben lässt:

$$\frac{d}{dT} = \left(\frac{\partial}{\partial T} \right)_p + \frac{dp}{dT} \left(\frac{\partial}{\partial p} \right)_T . \quad (1)$$

Arbeiten Sie im Folgenden mit molaren Größen.

- Wenden Sie die Ableitung (1) auf die beiden Seiten der folgenden Gleichung an:

$$\frac{Q_L}{T} = S_{\text{Gas}} - S_{\text{flüssig}} . \quad (2)$$

Q_L sei die latente Wärme. Bringen Sie die Wärmekapazitäten ins Spiel und ersetzen Sie die Druckableitung der Entropie mittels einer Maxwellrelation durch die Temperaturableitung des Volumens. Denken Sie daran, dass das molare Volumen des Dampfes viel größer ist. Auf welche Abhängigkeit $Q_L(T)$ kommen Sie?

- Nutzen Sie die gefundene Abhängigkeit $Q_L(T)$, um eine verbesserte Dampfdruckkurve $p(T)$ abzuleiten. Die beiden weiter oben genannten Approximationen sollen weiter genutzt werden.

5.3 Approximative flüssig-fest-Gleichgewichtskurve

- a. Leiten Sie die Funktion $p(T)$ unter folgenden Annahmen aus der Gleichung von Clausius und Clapeyron für das Phasengleichgewicht von flüssiger und fester Phase her. Die latente Wärme sowie die molaren Volumina seien temperaturunabhängig.
- b. Skizzieren Sie das p - T -Phasendiagramm für eine Substanz mit fester, flüssiger und gasförmiger Phase.
- c. Erklären Sie, warum die Phasengrenze zwischen fest und flüssig im p - T -Diagramm so steil verläuft.