

## Übung zur Vorlesung T4p, Blatt 9

---

14.12.2009

### 1. Joule-Thomson Effekt II

Auf dem sechsten Aufgabenblatt wurde der Joule-Thomson Effekt diskutiert: Gase erfahren beim Durchströmen durch eine poröse Wand (der Druck wird konstant gehalten) eine Abkühlung oder Erhitzung. Die Kurve, die die beiden Gebiete im  $p$ - $T$  Diagramm trennt, heisst Inversionskurve und genügt der Gleichung

$$T \left( \frac{\partial V}{\partial T} \right)_p - V = 0 .$$

Wir hatten festgestellt, dass für das ideale Gas keine Temperaturänderung stattfindet. Betrachten Sie nun das van der Waals Gas.

- Bestimmen Sie die Inversionstemperatur  $T_i$  als Funktion von  $V$ .
- Bestimmen Sie daraus den Inversionsdruck  $p_i$  als Funktion von  $T$ .
- Skizzieren Sie den Bereich der Abkühlung (nur qualitativ) in einem  $p$ - $T$  Diagramm.

### 2. Thermodynamische Potentiale des van der Waals Gases

- Zeigen Sie für das van der Waals Gas:

$$\left( \frac{\partial U}{\partial V} \right)_T = \frac{aN^2}{V^2}$$

Verwenden Sie hierzu

$$\left( \frac{\partial U}{\partial V} \right)_T = T \left( \frac{\partial p}{\partial T} \right)_V - p .$$

Wiederholen Sie die zugehörige Rechnung aus der Vorlesung.

- Es ist

$$C_V = \left( \frac{\partial U}{\partial T} \right)_V$$

Zeigen Sie: Dies hängt nicht von  $V$  ab (sondern nur von  $T$ ).

- Nehmen Sie nun an, dass  $C_V$  auch nicht von  $T$  abhängt und berechnen Sie die innere Energie in Abhängigkeit von Temperatur und Volumen, bei konstanter Teilchenzahl.
- Zeigen Sie, dass für die Entropie gilt

$$S - S_0 = C_V \log \left[ \frac{T}{T_0} \left( \frac{V - Nb}{V_0 - Nb} \right)^{\frac{Nk}{C_V}} \right]$$

- Berechnen Sie nun die innere Energie abhängig von den Variablen  $V, S$ .