

## Theoretische Physik III

### Thermodynamik und statistische Mechanik

---

#### 4. Übungsblatt

##### Aufgabe 8: Van-der-Waals-Gas

(5 Punkte)

Für ein van-der-Waals-Gas gelten die Zustandsgleichungen

$$\left(p + \frac{aN^2}{V^2}\right)(V - Nb) = Nk_{\text{B}}T \quad \text{und} \quad U = \frac{3}{2}Nk_{\text{B}}T - \frac{aN^2}{V}$$

mit Materialparametern  $a$  und  $b$ .

- a\*) Berechnen Sie den Joule-Thomson-Koeffizienten  $\delta$ , sowie die Inversionstemperatur  $T_{\text{inv}}(V)$ , bei der das Vorzeichen von  $\delta$  wechselt. Welche praktische Bedeutung hat  $T_{\text{inv}}(V)$  für das van-der-Waals-Gas? (2 Zusatzpunkte)
- b) Bestimmen Sie die bei adiabatischen Zustandsänderungen gültigen Zusammenhänge zwischen Druck  $p$ , Volumen  $V$  und Temperatur  $T$  (sogenannte *Adiabatengleichungen*). (2P)
- c) Bestimmen Sie am kritischen Punkt das Volumen pro Teilchen  $V_c$ , den Druck  $p_c$  und die Temperatur  $T_c$ . Nutzen Sie dabei aus, dass der kritische Punkt als Wendepunkt der kritischen Isotherme in der  $p$ - $V$ -Ebene charakterisiert werden kann, an dem zudem die isotherme Kompressibilität divergiert. (2P)
- d) Zeigen Sie, dass sich die Zustandsgleichung mit Hilfe der reduzierten Größen  $\tilde{p} = p/p_c$ ,  $\tilde{V} = V/V_c$  und  $\tilde{T} = T/T_c$  in eine Form bringen lässt, die nicht mehr explizit von  $a$  und  $b$  abhängt. (1P)

##### Aufgabe 9: Phasendiagramm

(2 Zusatzpunkte)

Nahe dem Tripelpunkt im  $p$ - $T$ -Diagramm hat die Sublimationskurve in der Regel einen steileren Anstieg als die Verdampfungskurve. Geben Sie eine thermodynamische Erklärung hierfür.

Abgabe: **Mi. 11.11.**, vor der Vorlesung

Die mit \* gekennzeichneten Aufgaben sind Zusatzaufgaben und gehen nicht in die reguläre Wertung ein.

**gesamt: 5 + 4 Punkte**