

# Statistische Physik I

## 2. Übungsblatt

Abgabetermin: Donnerstag, 21. April 2011, **vor** der Vorlesung

### 4. Zustandsgleichung des idealen Gases

- a) Wie groß ist das Volumen, das ein Mol eines idealen Gases bei 1 atm und 0° Celsius einnimmt?
- b) Der Raumausdehnungskoeffizient  $\alpha$  und der Spannungskoeffizient  $\beta$  werden definiert durch ( $t = T - T_0$ ):

$$V(T) = V_0(1 + \alpha t) \quad \text{mit } p = \text{const},$$

$$p(T) = p_0(1 + \beta t) \quad \text{mit } V = \text{const}.$$

Welchen Wert haben diese Koeffizienten für ein ideales Gas?

### 5.† Kreisprozesse in der T-S-Ebene (4 Punkte)

- a) Ein reversibel durchlaufener Kreisprozess kann sowohl in der  $p$ - $V$ -Ebene als auch in der  $T$ - $S$ -Ebene durch eine geschlossene Kurve dargestellt werden. Wieso sind die jeweiligen Flächeninhalte gleich? Welche Bedeutung haben sie?
- b) Stellen Sie den Carnot-Prozess in der  $T$ - $S$ -Ebene dar (mit Grenztemperaturen  $T_1$  und  $T_2$  bzw. Grenzentropien  $S_1$  und  $S_2$ ) und berechnen Sie mit diesen Angaben den Wirkungsgrad aus der Arbeit-Wärme-Bilanz.

### 6.† Implizite Funktionen (5 Punkte)

Seien  $x$ ,  $y$  und  $z$  Zustandsgrößen eines thermodynamischen Systems, sodass der Zustand des Systems durch die Funktion  $f(x, y, z) = \text{const}$  (Zustandsgleichung) beschrieben werden kann.

- a) Beweisen Sie, dass unter der Voraussetzung  $z = \text{const}$

$$\left(\frac{\partial y}{\partial x}\right)_{f,z} = -\frac{(\partial f/\partial x)_{y,z}}{(\partial f/\partial y)_{x,z}}$$

ist. Überlegen Sie sich, welche dazu analogen Ausdrücke für  $x = \text{const}$  bzw.  $y = \text{const}$  gelten.

- b) Zeigen Sie mit Hilfe der Ergebnisse aus Teil a) zunächst, dass  $(\partial x/\partial y)_{f,z} = (\partial y/\partial x)_{f,z}^{-1}$ . Weisen Sie dann die Gültigkeit der Beziehung

$$\left(\frac{\partial x}{\partial y}\right)_{f,z} \left(\frac{\partial y}{\partial z}\right)_{f,x} \left(\frac{\partial z}{\partial x}\right)_{f,y} = -1$$

nach.

- c) Die isotherme Kompressibilität  $\kappa$  und der thermische Ausdehnungskoeffizient bei konstantem Druck  $\alpha$  werden durch partielle Ableitungen definiert:

$$\kappa = -\frac{1}{V} \left(\frac{\partial V}{\partial p}\right)_T; \quad \alpha = \frac{1}{V} \left(\frac{\partial V}{\partial T}\right)_p.$$

Berechnen Sie  $(\partial p/\partial T)_V$ . Welcher Druck ist notwendig, um bei Erwärmung um 1 K das Volumen einer Bleiprobe konstant zu halten? Annahme:  $\alpha, \kappa$  konstant. ( $\alpha = 8.4 \times 10^{-5} \text{ K}^{-1}$ ,  $1/\kappa = 4.1 \times 10^5 \text{ atm}$  bei  $20^\circ \text{ C}$ )

**gesamt: 9 Punkte**

Die mit † gekennzeichneten Aufgaben werden bewertet.