

10. ÜBUNGSBLATT ZUR VORLESUNG THEORETISCHE PHYSIK IV  
(STATISTISCHE PHYSIK UND THERMODYNAMIK)

Abgabe: Freitag, 29. Juni 2007 in den Übungen.

**Aufgabe 10.1****(4 Punkte)**

Beim Beheizen eines Zimmers bleibe der Luftdruck konstant (gleich dem Druck der Außenluft). Berechnen Sie für ein Zimmer mit  $100 \text{ m}^3$  Rauminhalt, wie sich innere Energie und Entropie der Luft im Zimmer ändern, wenn diese von  $0^\circ\text{C}$  auf  $20^\circ\text{C}$  erwärmt wird.

*Hinweis:* Betrachten Sie die Luft in dem Zimmer als ein ideales Gas. Benutzen sie, dass die Entropie eine extensive Zustandsgröße ist. Die Entropie / Mol von Luft bei 1 atm und  $0^\circ\text{C}$  beträgt  $S = 196 \text{ J}/(\text{mol K})$ .

**Aufgabe 10.2: Anwendung der Maxwellschen Relationen****(6 Punkte)**

Betrachten Sie ein System mit konstanter Teilchenzahl.

- a) Zeigen Sie mit Hilfe des 1. Hauptsatzes und der Maxwellschen Relation, die aus der freien Energie abgeleitet wird, dass

$$T \left( \frac{\partial p}{\partial T} \right)_V = \left( \frac{\partial U}{\partial V} \right)_T + p \quad (*)$$

Hinweis: Betrachten Sie

$$U = U(S, V) = U(S(T, V), V)$$

als Funktion der Variablen  $T$  und  $V$ .

- b) Zeigen Sie, dass aus der Definition der spezifischen Wärmen pro Mol und nach dem 1. Hauptsatz in der Gestalt für  $U$  bzw.  $H$  folgt:

$$nc_V = \left( \frac{\partial U}{\partial T} \right)_V \quad \text{und} \quad nc_p = \left( \frac{\partial H}{\partial T} \right)_p$$

Dabei ist  $n$  die Molzahl.

- c) Betrachten Sie nun

$$H = U(V(T, p), T) + pV$$

und zeigen Sie mit Hilfe von (\*) und den Beziehungen aus Aufgabenteil b), dass

$$nc_p = nc_v + T \left( \frac{\partial p}{\partial T} \right)_V \left( \frac{\partial V}{\partial T} \right)_p$$

- d) Verwenden Sie nun die Definitionen des isobaren Ausdehnungskoeffizienten  $\alpha$ , des isochoren Spannungskoeffizienten  $\beta$ , der isothermen Kompressibilität  $\kappa_T$  sowie deren Zusammenhang  $\alpha = p \kappa_T \beta$ , um die Differenz  $c_p - c_V$  nur durch diese Konstanten sowie durch  $T$ ,  $V$  und die Zahl  $n$  der Mole auszudrücken.

**b.w.**

**Aufgabe 10.3:****(2 Punkte)**

Die Zustandsgleichung eines Systems habe die Form

$$pV = nRf(T),$$

worin  $f(T)$  eine Funktion der thermodynamischen Temperatur  $T$  sei.

Zeigen Sie:

$$\left(\frac{\partial U}{\partial V}\right)_T = 0 \quad \Leftrightarrow \quad f(T) = \text{const.} \cdot T.$$

Hinweis: Verwenden Sie (\*) aus Aufgabe 10.2.