Übungen zur Statistischen Physik

Prof. Dr. M. Klasen

Blatt 6

Abgabe: **18.05.2015**
Besprechung: ab **20.05.2015**

Aufgabe 15: Gleichverteilung im kanonischen Ensemble (3 + 1 = 4 Punkte)

Betrachten Sie ein klassisches N-Teilchensystem im Volumen V bei der Temperatur T mit der folgenden Hamiltonfunktion:

$$H_N(\vec{\pi}) = \sum_{i=1}^{6N} H_1(\pi_i) = \sum_{i=1}^{6N} \gamma_i \pi_i^\alpha.$$

Hierbei steht π_i für eine Komponente des Phasenraumvektors $\vec{\pi} = (q_1, \ldots, q_{3N}, p_1, \ldots, p_{3N})$ und die Potenz α für eine gerade natürliche Zahl. Weiterhin ist $\gamma_i > 0$.

a) Berechnen Sie die Energie pro Freiheitsgrad $\langle H_1(\pi_i)\rangle$ für beliebiges i. Bedenken Sie, dass die (nicht explizit angegebene) potentielle Energie des Volumens unendlich ist an den Wänden.

b) Bestimmen Sie die molare spezifische Wärmekapazität bei konstantem Volumen.

Aufgabe 16: Entropie im großkanonischen Ensemble (5 Punkte)

Berechnen Sie ausgehend vom totalen Differenzial des großkanonischen Potentials

$$\mathrm{d}J(T, V, \mu) = -S\mathrm{d}T - p\mathrm{d}V - \langle N\rangle \mathrm{d}\mu$$

die Entropie eines idealen Gases bestehend aus gleichen Teilchen im großkanonischen Ensemble. Verwenden Sie, dass das chemische Potential eines idealen Gases in Abhängigkeit der Größen T, V und $\langle N\rangle$ geschrieben werden kann als

$$\mu\left(T, V, \langle N\rangle\right) = k_B T \ln\left(\frac{\langle N\rangle \lambda^3}{V}\right)$$

mit der thermischen de Broglie-Wellenlänge $\lambda(T)$. Vergleichen Sie anschließend Ihr Ergebnis mit der *Sackur-Tetrode-Gleichung*, d.h. der Entropie eines idealen Gases berechnet mithilfe des mikrokanonischen Ensembles (diese Gleichung haben Sie bereits in Aufgabe 11 verwendet).