# 4. Übungsblatt zur PC II, Statistik und Kinetik (WS 2006/07)
## Prof. Brutschy

Ausgabe: 07.11.2006 Abgabe: 14.11.2006

**Aufgabe 1 (Entropie)** (1 Punkt)

In einem System mit $N$ unterscheidbaren Teilchen seien die möglichen Energiezustände $E_1$, $E_2$ $E_3$ ........ $E_N$.

a) Berechnen Sie die Entropie für den Fall, dass sich die Teilchen gleichmäßig auf alle Zustände verteilen.

b) Berechnen Sie die Entropie für den Fall, dass sich alle Teilchen in einem Zustand befinden.

**Aufgabe 2 (Entropie eines Zweiniveausystems)** (3 Punkte)

Gegeben seien $N$ unterscheidbare Teilchen in einem Zweiniveausystem mit Energie $\varepsilon_1 = 0$ und $\varepsilon_2 = \varepsilon$.

a) Leiten Sie ausgehend von der Zustandssumme einen Ausdruck für die Entropie her.

b) Berechnen Sie die Entropie für den Fall $T \to \infty$.

**Aufgabe 3 (Schwingungszustandssumme)** (3 Punkte)

Die Schwingungsenergieniveaus eines zweiatomigen Moleküls sind gegeben durch:

$$E_n = \left(n + \frac{1}{2}\right)h\nu, \text{ wobei } n = 0,\ 1,\ 2,\ ...$$

a) Zeigen Sie, dass die molekulare Schwingungszustandssumme gegeben ist durch

$$z = \frac{e^{-\frac{\beta h\nu}{2}}}{1 - e^{-\beta h\nu}}.$$

b) Leiten Sie aus der Zustandssumme $z$ den Ausdruck für die mittlere Energie pro Molekül ab.

c) Berechnen Sie den Anteil an $O_2$ und $Br_2$ im Schwingungsgrundzustand bei 300 K, mit $\tilde{\nu} = 1580\ \text{cm}^{-1}$ und $\tilde{\nu} = 325\ \text{cm}^{-1}$, für $O_2$ und $Br_2$.

*Hinweis*: $\sum_{t=0}^{\infty} x^t = \frac{1}{1-x}$ wenn x < 1.

b.w.

**Aufgabe 4 (Boltzmannverteilung)** (3 Punkte)

Betrachten Sie ein System mit $N$ Teilchen, von denen sich $n_0$ Teilchen im Grundzustand und $n_k$ Teilchen im $k$-ten angeregten Zustand befinden. Anschließend werde ein Teichen vom Grundzustand durch Zuführen der Energie $dq = \varepsilon_k - \varepsilon_0$ in den $k$-ten Zustand angeregt, wobei gilt:

$$dS = S_{Ende} - S_{Anfang} = \frac{dq}{T}.$$

Leiten Sie ausgehend von $S = k_B \ln \Omega$ die Beziehung $\frac{n_k}{n_0} = e^{-\frac{(\varepsilon_k - \varepsilon_0)}{k_B T}}$ her. Nehmen Sie an, dass $n_k \gg 1$.