

**Übungsblatt 6** (zu bearbeiten bis 27.11.2015)**Aufgabe 27: Statistische Thermodynamik, statistisches Gewicht, Mikro- und Makrozustände**

Betrachten Sie ein abgeschlossenes System aus 21 gleichartigen Molekülen, die jeweils in 5 verschiedenen Energiezuständen (ε_0 bis ε_4) vorliegen können. Die Energie eines Molekülzustandes i ($i = 0, 1, 2, 3, 4$) sei $\varepsilon_i = i \cdot \varepsilon_1$ mit $\varepsilon_1 = k \cdot 300\text{K}$, wobei k die Boltzmann-Konstante ist. Die Gesamtenergie des Systems betrage $21 \varepsilon_1$.

- Geben Sie einen allgemeinen Ausdruck für die Zustandssumme z eines Moleküls an und berechnen Sie diese explizit für die Temperaturen 0 K, 300 K und 3000 K! Welchem Grenzwert nähert sich z für sehr hohe Temperaturen ($T \rightarrow \infty$)?
- Wie groß ist das statistische Gewicht eines Makrozustandes A, in dem sich alle Moleküle im Zustand ε_1 befinden?
- Der Makrozustand A geht in einen Makrozustand B über, indem *ein* Molekül Energie an ein anderes abgibt und dabei von ε_1 nach ε_0 geht. Welche weiteren Folgen hat dieser Vorgang, und wie groß ist das statistische Gewicht des resultierenden Makrozustands B?
- Wie groß ist das statistische Gewicht des Makrozustandes C, bei dem 7 Teilchen nach ε_0 , je eines nach ε_3 und ε_4 , sowie zwei nach ε_2 gegangen sind (ausgehend von Zustand A)?

Aufgabe 28: Boltzmann-Verteilung

Die Energiezustände eines harmonischen Oszillators werden durch $\varepsilon_i = h\nu(n + 1/2)$ (mit $n = 0, 1, 2, \dots$) beschrieben. Der Grad der Besetzung dieser Zustände hängt von der Temperatur ab, wodurch spektroskopische Temperaturmessungen über sehr große Entfernungen ermöglicht werden. Berechnen Sie die Temperatur von CO_2 , wenn für die Biegeschwingung Π_u ($\nu = 2.00 \cdot 10^{13} \text{ s}^{-1}$) das Besetzungsverhältnis der Zustände $n = 1$ und $n = 0$ den Wert von 0.1315 annimmt. Welches Besetzungsverhältnis erwartet man bei dieser Temperatur für die antisymmetrische Streckschwingung (Σ_u , $\nu = 7.04 \cdot 10^{13} \text{ s}^{-1}$) von CO_2 ?