

**2. Übungsblatt – Statistische Physik I****Abgabe: Dienstag** 6.05.2008 vor der Übung**Aufgabe 3 (6 Punkte):** *Gibbsches Paradoxon-mikrokanonisches Ensemble*

Bereits vor der Entwicklung der Quantenmechanik ergab sich bei der theoretischen Beschreibung der Durchmischung zweier Gase ein grundsätzliches Problem, welches als Gibbsches Paradoxon bekannt ist. Betrachtet wird ein abgeschlossener mit einem idealen Gas gefüllter Behälter, welcher durch eine bewegliche Wand in zwei Kammern unterteilt ist. In jeder Kammer ist der Druck und die Temperatur gleich groß. Bezeichnet man das Volumen der Kammern mit  $V_1 = V_2 = V$ , dann sollte sich nach entfernen der Wand eine Entropie von  $S = S_1 + S_2$  einstellen. Dies ist aber nur dann der Fall, wenn der Faktor  $\frac{1}{N!}$  eingeführt wird (identische Teilchen).

- (a) Zeigen Sie aufbauend auf dem Ergebnis von Aufgabe 2, dass für die Entropie  $S = S_1 + S_2 + A$  gilt, wenn die mikrokanonische Zustandssumme ohne den Faktor  $\frac{1}{N!}$  berechnet wird. Bestimmen Sie den Term  $A$ .
- (b) Diskutieren Sie Ihr Ergebnis.

**Aufgabe 4 (9 Punkte):** *Federwaage- kanonisches Ensemble*

Gegeben sei eine Feder mit Federkonstanten  $\kappa = 40\text{gs}^{-2}$  an der im Gravitationsfeld die Masse  $m$  hängt (bei konstanter Temperatur  $T = 300\text{K}$ ). Die Hamiltonfunktion für die Masse lautet:

$$H(x, p) = \frac{p^2}{2m} + \frac{\kappa}{2}(x - x_0)^2 + mg(x - x_0)$$

- (a) Bestimmen Sie die Zustandssumme und berechnen Sie damit die innere Energie des Oszillators.
- (b) Berechnen Sie die mittlere Federauslenkung  $\langle x - x_0 \rangle$  sowie ihre quadratische Abweichung.
- (c) Ab welcher Grenzmasse kann die Masse nicht mehr über die Elongation der Federwaage bestimmt werden? (Hinweis: Der Fehler wird dann zu groß, wenn die mittlere Auslenkung gleich der quadratischen Abweichung wird. )

**Aufgabe 5 (5 Punkte):** *Massenwirkungsgesetz*

Betrachten Sie folgende Chemische Reaktion bei konstantem Volumen  $V$  und Temperatur  $T$ :

$$\sum_{i=1}^L \nu_i A_i = 0 \quad (A_i \text{ Namen der beteiligten idealen Gase und } \nu_i \text{ stöchiometrische Koeffizienten})$$

Leiten Sie das folgende Massenwirkungsgesetz der Teilchenzahlen  $N_i$  aus den Extremaleigenschaften der freien Energie her und geben sie eine Formel für die Massenwirkungskonstante  $K_N$  in Abhängigkeit der Einteilchenenergieniveaus  $E_{A_i}^j$  der Gassorte  $A_i$ .

$$N_1^{\nu_1} \cdot N_2^{\nu_2} \cdots N_L^{\nu_L} = K_N(T, V)$$

**Bitte Rückseite beachten! →**

### Vorlesung

- Mittwoch 12:15 - 13:45, Raum EW 201
- Donnerstag 14:15 - 15:45, Raum EW 202

### Übung:

- Dienstag 10:15- 11:45, Raum EW 731

### Scheinkriterien:

- Mindestens 50% der Übungspunkte (Abgabe in Zwei/Dreiergruppen).
- Regelmäßige und aktive Teilnahme in der Übung

### Sprechzeiten:

- Sabine Klapp: nach Vereinbarung EW 707, Tel: 23159 / 23763
- Kathy Lüdge: Donnerstag, 14–15 Uhr im EW 741, Tel: 23002