HUMBOLDT-UNIVERSITÄT ZU BERLIN
INSTITUT FÜR PHYSIK

Statistische Physik, WS 2014/15

Vorlesung: Prof. Dr. L. Schimansky-Geier
Übungen: B. Sonnenschein, Dr. A. Straube
URL: http://people.physik.hu-berlin.de/~straube (→ Teaching → WS 2014/15: StatPhys)

Übungsblatt 7: Mikro-, und kanonisches Ensemble. Zwei-/ und dreiniveausystem.

Ausgabe: 21.11.2014 Abgabe: bis zum Fr, 28.11. (Schubfach vor Raum NEW 15, 3'411)

---

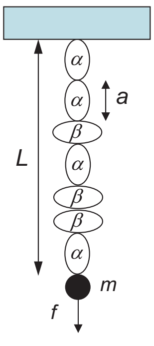
1. **Aufgabe** (2 Punkte)

   Prüfen Sie, ob die Magnetisierung M und die Suszeptibilität χ eines paramagnetischen Kristalls im Magnetfeld B von der Statistik (unterscheidbare oder ununterscheidbare Teilchen) abhängig sind. Gehen Sie davon aus, dass die Einteilchen-Zustandssumme eine Funktion des Magnetfeldes B und der Temperatur T ist, $Z_1 = Z_1(B, T)$. Bilden Sie danach die Zustandsummen Z_N für N unterscheidbare und ununterscheidbare Teilchen und untersuchen Sie wie M und χ von Z_N abhängen.

2. **Aufgabe** (4 Punkte) Klassisches ideales Gas

   Betrachten Sie ein System von N klassischen unterscheidbaren nichtwechselwirkenden Teilchen im kanonischen Ensemble. Bestimmen Sie die Entropie (die Sackur-Tetrode Formel), die kalorischen und thermischen Gleichungen und das chemische Potential.

3. **Aufgabe** (5 Punkte) Hängende Kette

   Betrachten Sie eine eindimensionale unter der Schwerkraft hängende Kette aus $N \gg 1$ identischen ausgedehnten masselosen Molekülen, die sich in zwei Zuständen (entweder α oder β) befinden. Das obere Ende der Kette ist befestigt, während am unteren Ende eine Masse m hängt. Ein Molekül trägt einen Anteil a (Zustand α) bzw. 0 (Zustand β) zur Kettenlänge bei. Die makroskopischen Parameter sind die Kettenlänge L und die auf die Masse wirkende Schwerkraft f. Finden Sie die Entropie, die Temperatur und das chemische Potential. Bestimmen Sie die thermische Zustandsgleichung, $L = L(f, T)$, und zeigen Sie, dass für große Temperaturen das Hookesche Gesetz gilt. Das Problem ist sowohl (a) mikrokanonisch als auch (b) kanonisch zu betrachten.

4. **Aufgabe** (4 Punkte) Dreiniveausystem

   Die drei niedrigsten Energieniveaus eines bestimmten Moleküls lauten $E_1 = 0$, $E_2 = \epsilon$, $E_3 = 10\epsilon$. Zeigen Sie, dass bei ausreichend tiefen Temperaturen (bestimmen Sie wie tief) nur die Energieebenen E_1 und E_2 besiedelt sind. Finden Sie die mittlere Energie $\langle E \rangle$ des Moleküls bei der Temperatur T und die Beiträge dieser zwei Ebenen zur spezifischen Wärme pro Mol, C_v und skizzieren Sie C_v als Funktion von T.