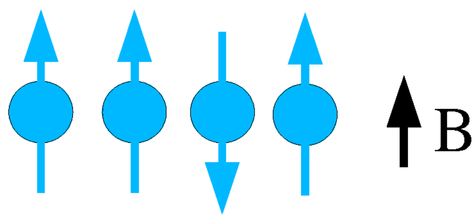
Technische Universität Berlin
Institut für Theoretische Physik
PD Dr. S. H. L. Klapp,
Sebastian Heidenreich,

16. Oktober 2007

1. Übungsblatt zur Statistische Physik II

Abgabe (Einzelabgabe): Eine Woche nach der Ausgabe im Tutorium.

Aufgabe 1 : *Spin-System (5 Punkte)*
etrachten Sie ein ideales System bestehend aus N statistisch unabhängigen Spins mit dem Wert $\frac{1}{2}$ und dem magnetischen Moment μ_0. Das Spin-System befindet sich in einem äußeren Magnetfeld $\mathbf{B}$, so dass jedes Moment μ_0 entweder parallel (nach oben) oder antiparrallel (nach unten) zu $\mathbf{B}$ gerichtet ist. Das System befinde sich im Gleichgewicht (zeitunabhängig).



a) Wie groß ist die Wahrscheinlichkeit $P(n)$, dass n von N Spins nach oben gerichtet sind?

b) Geben Sie die Wahrscheinlichkeit für das magnetische Gesammtmoment in der "Aufwärtsrichtung" M an.

c) Welches magnetische Moment ist am wahrscheinlichsten, wenn das Magnetfeld $\mathbf{B}$ abgeschaltet wird?

Aufgabe 2 : *Gibbsches Paradoxon-mikrokanonische Gesamtheit (5 Punkte)*
Bereits vor der Entwicklung der Quantenmechanik ergab sich bei der theoretischen Beschreibung der Durchmischung zweier Gase ein grundsätzliches Problem, welches als Gibbsches Praradoxon 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, dass für die Entropie

$$S = S_1 + S_2 + A$$

gilt, wenn die mikrokanonische Zustandssumme als

$$\Omega(E) = \frac{1}{h^{3N}} \int dq^{3N} dp^{3N} \delta(E - H(q,p))$$

angenommen wird.
b) Bestimmen Sie den Term A.

Bitte wenden $\longrightarrow$

c) Zeigen Sie ferner, dass im Gegensatz dazu

$$S = S_1 + S_2,$$

für

$$\Omega(E) = \frac{1}{h^{3N} N!} \int dq^{3N} dp^{3N} \delta(E - H(q,p))$$

ist. **d)** Diskutieren Sie Ihr Ergebnis.
Hinweise:
Es wird ein System von sehr vielen Teilchen betrachtet, so dass in guter Näherung das Volumen der Energieschale mit dem Radius r im 2m-dimensionalen Phasenraum durch

$$V_{2m} = \frac{\pi^m r^{2m}}{m!}$$

angenährt werden kann. Es kann ferner die Stirling-Formel benutzt werden: $ln(N!) \approx N \ln N - N$

- Vorlesung: Mi 10^{15} - 11^{45} Uhr, EW 731 Do 14^{15} - 15^{45} Uhr, EW 184

  Tutorien: Mo 14^{15} - 15^{45} Uhr, EW 184

- **Kontakt, Inhalte, Übungsblätter etc.:** http://www.itp.tu-berlin.de/menue/lehre/lv/ws0708/wpfv/statii/

- **Scheinkriterien:**

  Mindestens 50 Prozent der Übungspunkte und aktive Teilnahme am Tutorium. Mit diesem Übungsschein sind die Übungen im Fach Statistische Physik I und II abgegolten.

- **Sprechstunde:** S. Heidenreich n.V.