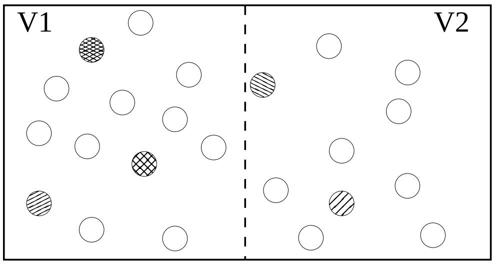
PD. Sabine Klapp
Dr. Kathy Lüdge
www.itp.tu-berlin.de/menue/lehre/lv/ss08/wpfv/stat_l/

# 1. Übungsblatt – Statistische Physik I

**Abgabe: Dienstag** 29.04.2008 vor der Übung

**Aufgabe 1 (12 Punkte):** *Mikrozustand vs. Makrozustand*

Betrachten Sie N Teilchen in einer Box, welche in zwei gleich große Volumina $V_1 = V_2$ aufgeteilt ist. Ein Mikrozustand ist dadurch definiert, dass sich $n$ *bestimmte* Teilchen in $V_1$ und die *restlichen* $N - n$ Teilchen in $V_2$ befinden. Die Wahrscheinlichkeit ein Teilchen auf einer Seite zu finden ist $p = 0.5$.




(a) Wieviele Mikrozustände gibt es für für diese N Teilchen.

(b) Berechnen Sie die Wahrscheinlichkeitsverteilung $P_N(n)$ der Makrozustände, d.h. die Wahrscheinlichkeit $n$ beliebigeTeilchen in $V_1$ zu finden.

(c) Zeigen Sie, dass die Verteilung normiert ist, d.h. $\sum_{n=0}^{N} P_N(n) = 1$

(d) Berechnen Sie den Erwartungswert $\langle n \rangle_N$ sowie die mittlere quadratische Schwankung $\langle (\Delta n)^2 \rangle_N$..

(e) Zeigen Sie mit Hilfe der Überführung der Summe $\ln N! = \sum_{j=1}^{N} \ln j$ in ein Integral, dass für große $N$ die Stirling-Formel $\ln N! \approx N \ln N - N$ gilt.

(f) Zeigen Sie, dass $P_N(n)$ im Grenzfall großer $N \gg 1$ für $n \ll N$ durch eine gaußförmige Verteilung $P_N(n) = \mathrm{A} \exp\left(-\frac{n^2}{2N}\right)$ gegeben ist.
**Hinweis:** Berechnen Sie $\ln P_N(n)$. Dabei ist die Stirling-Formel und die Entwicklung des Logarithmus $\ln(1 + y)$ für $y \ll 1$ nützlich.

**Aufgabe 2 (8 Punkte):** *Mikrokanonisches Ensemble*
Betrachte ein monoatomares ideales Gas in einem isolierten Volumen $V$ bei dem die Wechselwirkungen der Atome untereinander vernachlässigt werden können. Ein Zustand im Phasenraum ist definiert durch $(\underline{r}_1, \ldots, \underline{r}_N, \underline{p}_1, \ldots, \underline{p}_N) \in \Gamma$. Die Energie eines Mikrozustand ist gegeben durch $E(\Gamma) = \sum_{i=1}^{N} \frac{\underline{p}_i \cdot \underline{p}_i}{2m}$. Im mikrokanonischen Ensemble liegt die Energie im schmalen Intervall $[E, E + \Delta E]$.

a) Berechnen Sie die mikrokanonische Zustandsumme $\Omega(E, V, N)$ für große Teilchenzahl $N$.

b) Bestimmen Sie auch die Boltzmann-Entropie $S$ im thermodynamischen Limes. Ist sie extensiv?

c) Leiten Sie daraus, die Temperatur $T$(kalorische Zustandsgeichung) sowie den Druck $p$ (thermische Zustandsgleichung) ab.

**Bitte Rückseite beachten!**⟶

PD. Sabine Klapp
Dr. Kathy Lüdge www.itp.tu-berlin.de/menue/lehre/lv/ss08/wpfv/stat_i/

## 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:

- 
- Dr. Kathy Lüdge: Donnerstag, 14–15 Uhr im PN 741, Tel: 23002