

Prof. Dr. Sabine Klapp,
Arash Azhand, Mathias Hayn, Emely Wiegand

1. Übungsblatt – Thermodynamik und Statistik

Abgabe: Do. 26.04.2012 bis 11:00 Uhr, Briefkasten ER-Gebäude

Bei den schriftlichen Ausarbeitungen werden ausführliche Kommentare zum Vorgehen erwartet. Dafür gibt es auch Punkte! Die Abgabe soll in 2er-/3er-Gruppen erfolgen. Bitte geben Sie Ihre Namen, Matrikelnummern und das Tutorium (Tutor und Termin) an.

Aufgabe 1 (6 Punkte): *Mikrozustände in einem Kasten*

Betrachten Sie N Teilchen in einem Kasten mit dem Gesamtvolumen V , das in zwei Teilvolumen V_1 und V_2 unterteilt ist. Ein Mikrozustand ist dadurch definiert, dass sich n Teilchen in V_1 und die anderen $N - n$ Teilchen in V_2 befinden.

- (a) Wie lauten die Wahrscheinlichkeiten p_1 und p_2 , dass ein Teilchen sich in V_1 bzw. in V_2 befindet? Wieviele Mikrozustände gibt es insgesamt?
- (b) Bestimmen Sie die Wahrscheinlichkeitsverteilung $P_N(n)$ für den Fall, n Teilchen in V_1 zu finden, und zeigen Sie, dass $P_N(n)$ normiert ist. Berechnen Sie die Wahrscheinlichkeiten für den Spezialfall $p_1 = p_2$ und $N = 4$.
- (c) Berechnen Sie die mittlere quadratische Abweichung $\langle(\Delta n)^2\rangle$ und die relative Abweichung $\sqrt{\langle(\Delta n)^2\rangle}/\langle n\rangle$ direkt, das heißt ohne die Momente aus der charakteristischen Funktion zu bestimmen. Diskutieren Sie schließlich das Verhalten der relativen Abweichung im Grenzfall $N \rightarrow \infty$.

Aufgabe 2 (4 Punkte): *Stirling-Formel*

Im Vergleich zu der einfachen Approximation $\ln N! \approx N \ln N - N$ (siehe Tutorium), ist eine bessere Näherung für große N durch

$$N! \approx \sqrt{2\pi N} N^N e^{-N}$$

gegeben. Zeigen Sie diese Näherung (Hinweis: Benutzen Sie den exakten Ausdruck $N! = \int_0^\infty dx x^N e^{-x}$ als Startpunkt und führen Sie dann eine Taylor-Entwicklung des Integranden durch).

Aufgabe 3 (4 Punkte): *Ideales Spinsystem*

Betrachten Sie ein System aus N nichtwechselwirkenden Spins mit zugehörigen magnetischen Momenten μ_0 . In einem externen magnetischen Feld \mathbf{B}_0 richtet sich jeder Spin ($s = 1/2$) entweder parallel (*up*) oder antiparallel (*down*) zu \mathbf{B}_0 aus.

- (a) Wie lautet die Wahrscheinlichkeit $P(n)$ für den Fall, dass n Spins *up* sind?
- (b) Berechnen Sie die Wahrscheinlichkeit $P(M)$ für den Fall, dass das dimensionslose Gesamtmagnetmoment in *up*-Richtung den Wert M besitzt.
- (c) Was ist der am meisten wahrscheinliche Wert für M , wenn das externe Feld ausgeschaltet ist?

Bitte Rückseite beachten! →

1. Übung TPIV SS12

Vorlesung: Mi. um 12:15 Uhr – 13:45 Uhr in EW 203,
Fr. um 8:30 Uhr – 10:00 Uhr in EW 203.

Scheinkriterien:

- Mindestens 50% der schriftlichen Übungspunkte.
- Regelmäßige und aktive Teilnahme in den Tutorien (mindestens einmal vorrechnen).
- Bestandene Klausur.

Literatur zur Lehrveranstaltung:

- M. Plischke, B. Bergersen, Equilibrium Statistical Physics, (World Scientific)
- W. Nolting, Theoretische Physik 6, (Springer)
- F. Schwabl, Statistische Mechanik, (Springer)
- L. D. Landau, E. M. Lifschitz, Statistische Physik (Akademie Verlag)
- D. Wu, D. Chandler, Introduction to Modern Statistical Mechanics, (Oxford)
- L. E. Reichel, A Modern Course in Statistical Physics, (Edward Arnold LTD)

Sprechzeiten:

Name	Tag	Zeit	Raum	Tel.
Prof. Sabine Klapp	Di	12:15 – 13:00 Uhr	EW 707	23763
Arash Azhand	Do	11:00 – 12:00 Uhr	EW 627	27681
Mathias Hayn		nach Vereinbarung	EW 711	27884
Emely Wiegand	Mi	11:00 – 12:00 Uhr	EW 60/61	26143