

Prof. Dr. Sabine Klapp
 Dipl. Phys. Arash Azhand
 Dipl. Phys. Mathias Hayn
 Emely Wiegand

5. Übungsblatt – Thermodynamik & Statistische Physik

Abgabe: Do. 24. 5. 2012 bis 11:00 Uhr im Briefkasten am Ausgang des ER-Gebäudes
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, Matrikelnummer und das Tutorium an!

Aufgabe 12 (5 Punkte): *Verschiedene Systeme im kanonischen Ensemble*

In dieser Aufgabe sollen für zwei unterschiedliche physikalische Systeme die kanonische Zustandssumme berechnet werden und schließlich das jeweilige Ergebnis für die innere Energie $E = F + TS$ mit dem Ergebnis, was wir schon für das ideale Gas kennen ($E = \frac{3}{2}Nk_B T$) verglichen werden (in beiden Fällen gibt N die Teilchenzahl an).

(a) **Relativistisches Gas (3D):**

$$H(\vec{q}_k, \vec{p}_k) = \sum_{k=1}^N c |\vec{p}_k| + U(\{\vec{q}_k\}). \quad (1)$$

Dabei ist $U(\vec{q}_k)$ ein Potential, das die Bewegung der Teilchen auf einer Box mit dem Volumen V einschränkt und c die Lichtgeschwindigkeit. (2.5 Punkte)

(b) **Harmonischer Oszillator (1D):**

$$H(q_k, p_k) = \sum_{k=1}^N \left(\frac{p_k^2}{2m} + \frac{1}{2} m \omega^2 q_k^2 \right). \quad (2)$$

(2.5 Punkte)

Aufgabe 13 (6 Punkte): *Reißverschluss aus Molekülen*

Wir untersuchen in dieser Aufgabe ein Modell eines großen Moleküls, welches als molekularer Reißverschluss bezeichnet wird. Das Molekül besteht aus N hintereinander angeordneten Brücken. Die Brücken können wie bei einem Reißverschluss nur nacheinander geöffnet werden, wobei die i -te Brücke natürlich nur dann offen sein kann, wenn alle Brücken $1, \dots, (i-1)$ davor auch offen sind. Ist dies der Fall, dann *kostet* das Öffnen der i -ten Brücke die Energie ϵ . Die letzte Brücke N soll stets geschlossen sein.

(a) Bestimmen Sie die Hamilton-Funktion H des System und zeigen Sie, dass die kanonische Zustandssumme die Form

$$Z = \frac{1 - e^{-N\beta\epsilon}}{1 - e^{-\beta\epsilon}} \quad (3)$$

hat. (1 Punkt)

(b) Wie lautet die mittlere Anzahl $\langle n \rangle$ offener Brücken. Diskutieren Sie die Grenzfälle hoher und niedriger Temperatur. (2.5 Punkte)

(c) Berechnen Sie explizit die Energie $E = \langle H \rangle$ des Systems. (0.5 Punkte)

5. Übung TPV SS12

- (d) Bestimmen Sie die Entropie S und diskutieren Sie die Grenzfälle hoher und niedriger Temperatur im Zusammenhang mit der Relation $S = k_B \ln \Omega$, welche Sie aus dem mikrokanonischen Ensemble kennen. Interpretieren Sie dabei Ω als die Anzahl der bei der Temperatur T zugänglichen Zustände des Systems. (2 Punkte)

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 |