

Theoretische Physik in zwei Semestern II

Priv.-Doz. Dr. R. Bulla,

WS 2014/15

Blatt 13: Abgabetermin: Dienstag, der 27.01.2015, 10:00

Aufgabe 1: Makrozustände 1

Betrachten Sie ein System aus drei Spin- $\frac{1}{2}$ -Teilchen in einem Magnetfeld B . Die Energie eines Spins im Magnetfeld ist $E = \pm\mu_B B$, abhängig von der Ausrichtung des Spins (\uparrow oder \downarrow). (siehe auch Aufgabe 1 von Blatt 12)

- Gegeben sei jetzt ein Makrozustand mit der Energie $E = \mu_B B$. Wie lauten die Wahrscheinlichkeiten P_r für die einzelnen Mikrozustände r ?
- Wie lauten die Wahrscheinlichkeiten P_r für einen Makrozustand mit der Energie $E = 3\mu_B B$?

(3 Punkte)

Aufgabe 2: Makrozustände 2

Betrachten Sie jetzt eine eindimensionale Polymerkette aus N identischen Molekülen. Jedes Molekül befindet sich entweder im Zustand α (mit Energie ϵ) oder β (mit Energie 0), und besitzt zustandsabhängig die Länge a , respektive b .

- Sei n_α die Anzahl der Moleküle im Zustand α . Geben Sie die Gesamtenergie und die Gesamtlänge des Systems in Abhängigkeit von n_α an.
- Setzen Sie jetzt $a = 1$ und $b = 2$. Geben Sie alle Mikrozustände für den Makrozustand $L = 6$ und $E = 4\epsilon$ an.
- Berechnen Sie die Anzahl der Mikrozustände $\Omega(E, N)$, und erklären Sie, warum Ω hier, anders als z.B. beim idealen Gas, nicht von der Länge (bzw. Volumen) abhängt.

(4 Punkte)

Aufgabe 3: Phasenraumporträt des harmonischen Oszillators

In dieser Aufgabe geht es zunächst um ein Problem der *klassischen* Mechanik, der Bewegung eines Teilchens in einem quadratischen Potential (harmonischer Oszillator). Das Potential $V(x)$ sei gegeben durch:

$$V(x) = \frac{1}{2}m\omega^2 x^2 .$$

- a) Skizzieren Sie die Phasenraumbahnen für verschiedene Energien E .
- b) Berechnen Sie die von einer Phasenraumbahn mit Energie E eingeschlossene Fläche $F(E)$.
- c) Für den *quantenmechanischen* Fall gilt bekannterweise $E_n = \hbar\omega(n + \frac{1}{2})$. Berechnen Sie nun die Differenz der Flächen $F(E_{n+1}) - F(E_n)$.

(6 Punkte)