

5. Tutorium VU Statistische Physik I, 18.5.2018

1. Kanonische Zustandssumme

Das System aus vier magnetischen Dipolen $\sigma_1, \sigma_2, \sigma_3, \sigma_4$, welches im 4. Tutorium behandelt wurde, sei nun in Kontakt mit einem Wärmebad der Temperatur T .

- Bestimmen Sie die kanonische Zustandssumme Z_k .
- Bestimmen Sie für alle Werte der Gesamtenergie E_i die Wahrscheinlichkeit $w(E_i)$ das System bei dieser Energie zu finden sowie die mittlere Energie $\langle E \rangle$.
- Berechnen Sie die mittlere Magnetisierung $\langle M \rangle$ im Grenzfall großer Temperaturen. Woher kennen Sie diesen Zusammenhang?

2. Ideales Gas in harmonischer Falle

Ein ideales Gas in einer harmonischen Falle mit Kreisfrequenz ω sei in Kontakt mit einem Wärmebad der Temperatur T .

- Bestimmen Sie die kanonische Zustandssumme Z_k sowie die freie Energie F .
- Berechnen Sie die Wahrscheinlichkeit $w(E)$ die Energie E des idealen Gases im Energieintervall $[E, E + dE]$ zu finden?
- Berechnen Sie den Erwartungswert der Energie $\langle E \rangle$ sowie die Varianz der Energie $\delta E^2 = \langle E^2 \rangle - \langle E \rangle^2$. Wie verhält sich die relative Abweichung $\delta E / \langle E \rangle$ im Grenzfall großer Teilchenzahlen?
- Wie groß ist die Wahrscheinlichkeit, dass die Auslenkung eines zufällig herausgegriffenen Teilchens im Intervall $[r, r + dr]$ liegt?

3. Zwei Teilsysteme in Kontakt mit einem Wärmebad

Ein Behälter mit idealem Gas werde durch eine unbewegliche, wärmeleitende Trennwand in zwei Teilsysteme geteilt. Insgesamt gilt $V = V_1 + V_2$ und $N = N_1 + N_2$. Beide Teile seien in Kontakt mit einem Wärmebad der Temperatur T .

- Berechnen Sie die kanonische Zustandssumme des ersten und zweiten Teilsystems $Z_k^{(1)}(T, V_1, N_1)$, $Z_k^{(2)}(T, V_2, N_2)$ sowie des kombinierten Systems $Z_k(T, V, N)$. Wie lautet der Zusammenhang zwischen den drei Größen?
- Berechnen Sie für Helium die Entropie des kombinierten Systems für $N_1 = N_2 = 10^{23}$ und $V_1 = V_2 = 1 \text{ m}^3$, wenn der Erwartungswert der Energie des kombinierten Systems $\langle E \rangle = 1000 \text{ J}$ beträgt. Vergleichen Sie mit dem Wert den Sie in Beispiel 2d im 4. Tutorium berechnet haben.
- Nun werde die Trennwand entfernt. Berechnen Sie für das neue System die Wahrscheinlichkeit N'_1 Teilchen im Volumen V_1 zu finden.

Zu kreuzen (online im **TUWEL**-Kurs zur LVA): 1/2ab/2cd/3ab/3c