



Blatt 10: Klassische Statistische Physik

Ausgabe: Freitag, 12.01.18; Abgabe: Montag, 22.01.18, 13:00 Uhr

Aufgabe 1 Wiedersehen mit dem Gas massiver Teilchen

Ein Gas von N nicht-wechselwirkenden klassischen Teilchen befindet sich in einer kubischen Box mit Volumen $V = L^3$. Jedes Teilchen habe die Masse m und schließe ein Volumen der Größe $2b$ für die anderen Teilchen aus. Gehen Sie im Folgenden von einem dünnen Gas aus, d.h. $V \gg Nb$ aus.

- (2 Punkte) Berechnen Sie die kanonische Zustandssumme!
- (4 Punkte) Bestimmen Sie die Freie Energie F , den Erwartungswert der inneren Energie $\langle E \rangle$, und die Wärmekapazität bei konstantem Volumen C_V . Sie dürfen gegebenenfalls die Stirlingformel benutzen.
- (2 Punkte) Bestimmen Sie als Zustandsgleichung den Druck $P = P(T, V, N)$.
Hinweis: Zeigen Sie, dass $V^N (1 - \frac{b}{V} N^2) \approx (V - Nb)^N$.
- (2 Punkte) Zeigen Sie, dass die isotherme Kompressibilität $\kappa_T := -\frac{1}{V} \left. \frac{\partial V}{\partial P} \right|_{T, N}$ positiv ist.

Aufgabe 2 Klassische harmonische Oszillatoren

Betrachten Sie ein System von N nicht-wechselwirkenden klassischen harmonischen Oszillatoren. Der Hamiltonian des Systems ist

$$\mathcal{H} = \sum_{i=1}^N \left[\frac{1}{2m} \vec{p}_i^2 + \frac{k}{2} \vec{q}_i^2 \right].$$

- (2 Punkte) Berechnen Sie die kanonische Zustandssumme.
- (2 Punkte) Berechnen Sie den Erwartungswert der inneren Energie und die Wärmekapazität.

Aufgabe 3 Gummiband

(6 Punkte) In dieser Aufgabe betrachten wir ein vereinfachtes Modell eines Gummibandes. Das Band besteht aus einer linearen Aneinanderreihung von N Segmenten, die nur in einem von zwei Zuständen sein können: gedehnt oder ungedehnt. Im ungedehnten Zustand trägt ein Segment die Länge l zur Gesamtlänge bei, im gedehnten Zustand die Länge $l + \delta$.

Berechnen Sie den Erwartungswert der Gesamtlänge des Gummibandes bei Temperatur T in Abhängigkeit von der Kraft K , mit der am Gummiband gezogen wird, und δ !