

4. Tutorium - Statistische Physik I - 2.05.2014

12. Betrachten Sie ein System von $N \gg 1$ nicht wechselwirkenden Spins s_i im Magnetfeld B (Zwei-Niveau-Systeme), in Kontakt mit einem Wärmebad der Temperatur T (kanonisches Ensemble). Die Hamilton-Funktion \mathcal{H} ist gegeben durch

$$\mathcal{H}(s_1, \dots, s_N) = \mu B \sum_{i=1}^N s_i$$

Jeder Spin kann zwei Einstellungen mit Energiewerten $\mu B s_i = \pm \varepsilon$ annehmen, wobei μ das magnetische Moment der Spins ist.

- Berechnen Sie die kanonische Zustandssumme $Z(N, V, T)$.
 - Berechnen Sie die Energie E für das Spin-System.
 - Berechnen Sie die Magnetisierung $M = \mu(N_+ - N_-)$, wobei N_+ und N_- die Anzahl der parallel (antiparallel) zum Feld ausgerichteten Spins sind.
 - Berechnen Sie die magnetische Suszeptibilität (Änderung der Magnetisierung mit dem Magnetfeld), $\chi_m = (\partial M / \partial B)_{T, N}$.
 - Zeigen Sie, dass Sie für hohe Temperaturen das Curie-Gesetz ($\chi_m \propto T^{-1}$) erhalten.
13. Betrachten Sie ein ideales Gas bei konstantem Druck P und konstanter Temperatur T (kanonisch-harmonisches Ensemble).
- Berechnen Sie die kanonisch-harmonische Zustandssumme $Z_{\text{kh}}(N, P, T)$.
 - Berechnen Sie die Gibb'sche freie Energie $G(T, P, N)$ des Systems,
 - Berechnen Sie das Gleichgewichtsvolumen $\langle V \rangle$. Geben Sie die thermische Zustandsgleichung an.
 - Berechnen Sie die Entropie.
 - Rechnen Sie die Legendre-Transformation $G = E + PV - TS$ explizit nach.
14. Modellieren Sie die Atmosphäre als ideales Gas im Schwerfeld (Mgz), in einem sehr hohen Behälter mit Grundfläche A und Höhe H . Das Gas sei im thermischen Gleichgewicht mit einem Wärmebad der Temperatur T (kanonisches Ensemble).
- Berechnen Sie die kanonische Zustandssumme.
 - Berechnen Sie die mittlere Energie, und ihre Schwankung (Varianz). Wie groß ist die relative Schwankung $\Delta E / E$?
 - Berechnen Sie mit Hilfe der reduzierte Wahrscheinlichkeitsdichte $\rho_{\text{red}}(z)$ die Dichte der Atmosphäre als Funktion der Höhe (Barometrische Höhenformel).

Zu kreuzen: 12ab,12cde,13a,13bc,13de,14ab,14c