



Statistische Physik, WS 2014/15

Vorlesung: Prof. Dr. L. Schimansky-Geier

Übungen: B. Sonnenschein, Dr. A. Straube

URL: <http://people.physik.hu-berlin.de/~straube> (→ Teaching → WS 2014/15: StatPhys)

Übungsblatt 12: Fermi- und Bose-Statistik

Ausgabe: 09.01.2015

Abgabe: bis Fr 16.01.2015 (Schubfach vor Raum NEW 15, 3'411)

1. Aufgabe (4 Punkte) Klassische, Fermi- und Bose-Statistik

Betrachten Sie ein System aus zwei Atomen, die sich in nur drei Zuständen mit Energien 0 , ϵ und 2ϵ befinden können, im kanonischen Ensemble. Finden Sie die Zustandssumme, falls

- (a) Die Atome sind klassisch und unterscheidbar.
- (b) Die Atome sind klassisch und ununterscheidbar.
- (c) Fermi-Statistik.
- (d) Bose-Statistik.

Skizzieren Sie die entsprechenden Zustände des Systems.

2. Aufgabe (6 Punkte) Ultrarelativistisches ideales Fermi-Gas

Betrachten Sie ein ultrarelativistisches ideales Fermi-Gas, in welchem die Energie eines Teilchens als $\epsilon = cp$ gegeben ist.

- (a) Geben Sie allgemeine Ausdrücke für die großkanonische Zustandssumme, Teilchenzahl, und Energie für beliebige Temperaturen an.
- (b) Finden Sie für $T = 0$ den Fermiimpuls und die Fermienergie als Funktionen der Teilchendichte. Bestimmen Sie die mittlere Energie als Funktion der Teilchenzahl und des Volumens und das chemische Potential. Finden Sie die freie Energie, das großkanonische Potential, sowie den Druck als Funktion der Teilchenzahl N und des Volumens V . Zeigen Sie, dass die Relation $PV = E/3$ gilt.

3. Aufgabe (5 Punkte) Fluktuationen der Besetzungszahlen

Betrachten Sie ideale Fermi-, Bose- sowie ein klassisches Gas (Maxwell-Boltzmann-Statistik) und berechnen Sie die mittleren quadratischen Schwankungen der Besetzungszahlen

$$\frac{\langle(\Delta n_k)^2\rangle}{\langle n_k\rangle^2} = \frac{\langle(n_k - \langle n_k\rangle)^2\rangle}{\langle n_k\rangle^2}.$$