

8. Tutorium - Statistische Physik I - 6.06.2014

25. Betrachten Sie ein ideales Bosegas, die Teilchen haben die Ruhemasse Null,

$$\varepsilon(k) = \hbar ck$$

- (a) Berechnen Sie das Großkanonische Potential J .
- (b) Berechnen Sie den Druck p , die Teilchendichte n und die innere Energie E als Funktionen von T , V und z .
- (c) Zeigen Sie, dass im thermodynamischen Limes ($N \rightarrow \infty$, $V \rightarrow \infty$, n endlich) gilt: $E = 3pV$.
- (d) Bestimmen Sie die kritische Temperatur T_C und die kritische Dichte n_C der Bose-Einstein Kondensation.
- (e) Wie hängt im Kondensationsgebiet ($z = 1$) die Zahl N_0 der Bosonen im Grundzustand von der Temperatur ab?

26. Betrachten Sie ein ideales Bosegas in zwei Dimensionen, mit der Einteilchenenergie

$$\varepsilon(k) = \frac{\hbar^2 k^2}{2m}$$

- (a) Berechnen Sie das Großkanonische Potential J .
- (b) Stellen Sie die Teilchendichte n als Funktion von T , V und z dar.
- (c) Begründen Sie, warum es im zweidimensionalen mit den gegebenen Einteilchenenergien keine Bose-Einstein Kondensation geben kann.

27. Betrachten Sie ein ideales Fermigas in einem kugelförmigen Behälter mit Radius R im Limes $T \rightarrow 0$.

- (a) Berechnen Sie über das großkanonische Ensemble den Erwartungswert der Teilchenzahl $\langle N \rangle_g$. Im Limes $T \rightarrow 0$ können Sie dabei die Fermi-Verteilungsfunktion durch eine Thetafunktion (Stufenfunktion) ersetzen.
- (b) Berechnen Sie den Druck des Fermigases bei $T \rightarrow 0$; drücken Sie Ihr Ergebnis mittels $\langle N \rangle_g$ aus. Welches Prinzip liegt dem Druck des Fermigases zugrunde?
- (c) Berechnen Sie die mittlere kinetische Energie des Fermigases als Funktion des Behälterradius R .
- (d) Berechnen Sie klassisch die Gravitationsenergie eines Sternes konstanter Dichte als Funktion seines Radius unter der Annahme, dass der Stern kugelförmig ist.

- (e) **Bonusfrage:** In einem Neutronenstern werden durch die hohe Gravitation die Elektronen in die Atomkerne gedrückt, bis eine Kugel aus hochkomprimierten Neutronen entsteht. Schätzen Sie mit Hilfe Ihrer obigen Resultate den Radius eines Neutronensterns als Funktion seiner Masse ab. Was ergibt sich in etwa für eine Sonnenmasse?

Zu kreuzen: 25ab, 25cd, 25e, 26ab, 26c, 27ab, 27cd, 27e