

10. Übungsblatt – Statistische Physik I**Abgabe: Mittwoch 9.07.2008 bis 12:00****Aufgabe 21 (20 Punkte): Bose-Einstein-Kondensation**

- (a) Diskutieren Sie mögliche Werte des chemischen Potentials für die Fermi-Dirac und die Bose-Einstein Statistik $f_{\pm}(\varepsilon_i, T, \mu)$.
- (b) Betrachten Sie ein dreidimensionales Gas von Bosonen der Dichte n . Die Dichte läßt sich berechnen durch Summation über alle Einzelbesetzungswahrscheinlichkeiten $f_{-}(\mathbf{k})$

$$n = \sum_{\mathbf{k}} f_{-}(\mathbf{k})$$

\mathbf{k} ist der Wellenvektor der Teilchen. Es gilt die Dispersionsrelation $\varepsilon = \frac{\hbar^2 \mathbf{k}^2}{2m}$. Zeigen Sie, dass sich diese Summe in ein Integral der Form ,

$$n = \int_0^{\infty} f_{-}(\varepsilon) \rho(\varepsilon) d\varepsilon$$

überführen läßt mit der dreidimensionalen Zustanddichte, $\rho(\varepsilon_i) = \frac{1}{4\pi^2} \left(\frac{2m}{\hbar^2}\right)^{3/2} \sqrt{\varepsilon_i}$. Die Dichte n ist konstant.

- (c) Bestimmen Sie mit Hilfe des Ergebnisses aus (a) die minimal mögliche Temperatur. Diese ist die kritische Temperatur der Bose-Einstein Kondensation T_c .
(Hinweis: $\frac{2}{\pi} \int_0^{\infty} \frac{\sqrt{x}}{e^x - 1} dx \approx 2.612$)
- (d) Berechnen Sie für $T < T_c$ die Gasdichte \tilde{n} und zeigen Sie $\tilde{n} < n$ (mit $\mu = 0$).
- (e) Argumentieren Sie, warum bei sehr kleinen Temperaturen beim Übergang von der Summe zum Integral ein Fehler entsteht.
- (f) Machen Sie den Ansatz $n = n_{cond} + \tilde{n}$, mit n_{cond} als der Dichte des Bose-Einstein-Kondensats. Erklären Sie, warum dieser Ansatz den gemachten Fehler korrigiert. Berechnen Sie den Anteil der kondensierten Materie $\frac{n_{cond}}{n}$.

Bitte Rückseite beachten! →

Vorlesung

- Mittwoch 12:15 - 13:45, Raum EW 201
- Donnerstag 14:15 - 15:45, Raum EW 202

Übung:

- Dienstag 10:00- 11:30, Raum EW 731

Scheinkriterien:

- Mindestens 50% der Übungspunkte (Abgabe in Zwei/Dreiergruppen).
- Regelmäßige und aktive Teilnahme in der Übung

Sprechzeiten:

- Sabine Klapp: nach Vereinbarung EW 707, Tel: 23159 / 23763
- Kathy Lüdge: Donnerstag, 14–15 Uhr im EW 741, Tel: 23002