

Theorie 3: Vielteilchenphänomene

Sommersemester 2012

Dozent: F. Marquardt

Blatt 7, Abgabe: 12.6.2012

Präsenzaufgaben

Fermionen und Bosonen

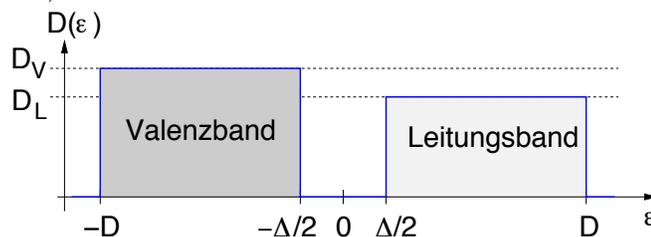
a) Wieviele Konfigurationen gibt es, drei Fermionen auf 5 Einteilchenzustände zu verteilen?

b) Wieviele Konfigurationen gibt es, N Bosonen auf zwei Einteilchenzustände zu verteilen?

c) Gegeben sind die beiden Einteilchenzustände $\exp(ik_1x)/\sqrt{V}$ und $\exp(ik_2x)/\sqrt{V}$. Wie sieht die korrekte Zweiteilchenwellenfunktion $\Psi(x_1, x_2)$ aus, die den Zustand beschreibt, dass ein Fermion in dem ersten und eines in dem zweiten dieser Zustände sich befindet? Schreiben Sie Ψ als Funktion von der Schwerpunktskoordinate $X = (x_1 + x_2)/2$ und der Relativkoordinate $\delta x = x_2 - x_1$. Wie sieht also die Wahrscheinlichkeitsdichte aus, die beiden Fermionen in einem Abstand δx zu finden? Skizzieren Sie das! Was passiert für $\delta x \rightarrow 0$?

Halbleiter: Valenz- und Leitungsband

Die Zustandsdichte $D(\epsilon)$ (Zustände pro Energie-Intervall) eines Halbleiters mit Valenz- und Leitungsband soll wie unten skizziert angenommen werden. Das chemische Potential befindet sich bei $T = 0$ in der Mitte der Bandlücke. Die Elektronen sind nach der Fermiverteilung $f(\epsilon) = (\exp(\beta(\epsilon - \mu)) + 1)^{-1}$ verteilt.



Skizzieren Sie zunächst die energieaufgelöste Ladungsträgerdichte, $D(\epsilon)f(\epsilon)$, in Valenz- und Leitungsband für kleine endliche Temperaturen. Finden Sie nun die Temperaturabhängigkeit von μ für kleine Temperaturen, $k_B T \ll \Delta$ in Abhängigkeit von D_V und D_C (Die Bandweite D ist dabei viel größer als die Bandlücke Δ). Verwenden Sie dazu die Normierungsbedingung $N = \int d\epsilon D(\epsilon)f(\epsilon)$.