

10. Übungsblatt

Theoretische Festkörperphysik I

Aufgabe 20 *Austauschloch* (7 Punkte)

Betrachten Sie ein System aus zwei Elektronen, die den Wellenvektor $\mathbf{k}$ und den Spin s , bzw. $\mathbf{k}'$ und s' besitzen.

a) Geben Sie die Gesamtwellenfunktion $\psi(1, 2)$ an.

b) Wie sieht die Aufenthaltswahrscheinlichkeitsdichte aus? Diskutieren Sie explizit die Fälle $s = s' = \frac{1}{2}$ und $s = -s' = \frac{1}{2}$ für $\mathbf{r}_2 \rightarrow \mathbf{r}_1$.

Aufgabe 21 *Intrinsische Ladungsträgerdichte in Halbleitern* (8 Punkte)

Betrachten Sie einen Halbleiter, dessen Energieminimum im Leitungsband bei E_L und Energie-maximum im Valenzband bei E_V liegt. Das Band sei in der Nähe der Extrema parabolisch mit den isotropen effektiven Massen m_L und m_V . Die Anzahl der Elektronen ist gerade so groß, dass bei $T = 0$ K das Valenzband vollständig gefüllt und das Leitungsband leer ist.

a) Zeigen Sie, dass für die Elektronendichte im Leitungsband gilt:

$$n_i = \frac{1}{4} \left(\frac{2\sqrt{m_L m_V} k_B T}{\pi \hbar^2} \right)^{3/2} \exp \left(-\frac{E_L - E_V}{2k_B T} \right)$$

wenn Sie voraussetzen, dass $(E_L - \mu) \gg k_B T$ und $(\mu - E_V) \gg k_B T$ gilt.

Hinweis: Verwenden Sie die Näherung $1/(1 + \exp(x)) \approx \exp(-x)$ für $x \gg 1$ und die Identität $1 - 1/(1 + \exp(x)) = 1/(1 + \exp(-x))$.

b) Berechnen Sie die Änderung des chemischen Potentials μ mit der Temperatur.

Abgabe: 30. Juni 2006

WWW-Seite: <http://www.itp.physik.tu-berlin.de/lehre/TFP/>

Scheinkriterien: Einmal Vorrechnen in den Übungen und eine erfolgreiche Rücksprache. *und* 60 % der erreichbaren Punkte in den Übungsaufgaben (Abgabe in Dreiergruppen!)

Sprechstunden: Schöll: Mi 14:30 - 15:30 Uhr PN 735, Elsholz: Di. 14 - 15 Uhr PN 629