

12. Übungsblatt

Theoretische Festkörperphysik II

Aufgabe 24 *Lebensdauer für die Shockley-Read-Hall Kinetik* (5 Punkte)

Betrachten Sie die Shockley-Read-Hall-Kinetik in der Vorlesung im stationären Fall, d.h. $n_t(t) = \text{const.}$ Für Abweichungen vom Gleichgewicht ($n = n_0 + \delta n, p = p_0 + \delta p$) findet man in bestimmten Fällen, daß die Rekombinationsrate proportional zur Abweichung ist, d.h. dass $U = \delta n/\tau$, bzw. $U = \delta p/\tau$ gilt. Zeigen Sie dies für:

a) Stark p-dotierte Halbleiter, d.h. $p_0 \gg n_0, \delta n, \delta p, n_1, p_1$ (entsprechend natürlich auch für stark n-dotierte Halbleiter)

b) Halbleiter mit einer geringen Dichte an Rekombinationszentren (d.h. $N_t \ll \delta n, \delta p$), so dass wegen der Ladungsneutralität $\delta p \approx \delta n$ gelten muss. Hierbei sind die beiden Fälle $\delta n \ll n_0$ (bzw. $\delta n \ll p_0$) und $\delta n \gg n_0, p_0$ (starke Anregung) zu unterscheiden.

Geben Sie jeweils die Lebensdauern τ an, wobei Sie die direkte Band-Band-Rekombination vernachlässigen.

Aufgabe 25 *Besetzung einer amphoteren Störstelle* (5 Punkte)

Goldatome bilden in Silizium eine amphotere Störstelle, da der Au^+ Rumpf ein oder zwei Elektronen binden kann. Das erste Elektron habe die Bindungsenergie E_1 , das zweite E_2 mit $E_v < E_1 < E_2 < E_c$.

a) Welche Elektronenkonfiguration erwarten Sie, wenn das Goldatom neutral, als Donator oder als Akzeptor auftritt? Bestimmen Sie die Entartung für die drei Möglichkeiten.

b) Berechnen Sie den Erwartungswert der Besetzung in Abhängigkeit des chemischen Potentials der Elektronen und skizzieren Sie den Verlauf.

Aufgabe 26 *Dotierung*

(5 Punkte)

Das Energieniveau einer (einfachen) Donatorstörstelle liege bei E_d unterhalb der Leitungsbandkante E_c . Die Donatorenkonzentration sei N_d . Bestimmen Sie die Elektronenkonzentration n_c im Leitungsband in Abhängigkeit der Temperatur. Diskutieren Sie dabei besonders die Grenzfälle bei denen N_d wesentlich größer bzw. wesentlich kleiner als die effektive Zustandsdichte des Leitungsbandes $N_c(t)$ ist.

Hinweis: Betrachten Sie das Leitungsband in parabolischer Näherung und gehen Sie davon aus, dass es nicht entartet ist. Dagegen müssen Sie für die Störstelle die Fermi-Statistik verwenden.

Abgabe: 14. Juli 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