



Aufgabe 1) *Eigenleitungsdichte.*

Berechnen Sie die Eigenleitungsdichte $n_i(T)$ für **Si**, **Ge** und **GaAs** bei $T = 200, 300, 400$ und 500 K.

Aufgabe 2) *Lage des Fermi-Niveaus.*

Bestimmen Sie für Eigenleitung die Abweichung des Ferminiveaus von der Mitte zwischen Leitungsband und Valenzband. Unter welcher Bedingung liegt das Ferminiveau genau in der Mitte der Bandlücke? Interpretieren Sie das Ergebnis. Anmerkung: Gehen Sie von Gl. (2.37) des Skriptums aus:

$$N_C e^{-\frac{W_C - W_i}{kT}} = N_V e^{-\frac{W_i - W_V}{kT}}.$$

Aufgabe 3) *Besetzungswahrscheinlichkeit.*

Wie groß ist bei Silizium die Besetzungswahrscheinlichkeit an der unteren Kante des Leitungsbandes bei $T = 290$ K, wenn das Fermi-Niveau

- a) in der Mitte des verbotenen Bandes liegt,
- b) $0,05$ eV unter dem Leitungsband liegt?

Aufgabe 4) *Ladungsträgerdichten, Dotierungskonzentration, Störstellenerschöpfung.*

- a) Ermitteln Sie mit Hilfe eines Rechenprogrammes (z.B. Octave, Matlab o.ä.) den Verlauf der Ladungsträgerdichte $n_0(T)$ für n -dotiertes Si mit $N_D = 10^{14} \text{ cm}^{-3}$ und $W_C - W_D^* = 40$ meV. Lösen Sie dazu die Gleichung

$$n_0 + N_A^- = p_0 + N_D^+$$

numerisch für verschiedene Temperaturen T und plotten Sie den Verlauf. Legen Sie dabei den Nullpunkt der Energie auf die Valenzbandkante. Bestimmen Sie T_α und T_β (vgl. Vorlesung) anhand der Darstellung.

Verwenden Sie zur Beantwortung der nachfolgenden Fragen die entsprechenden Näherungsgleichungen im Skript und überprüfen Sie die Aussagen mit Hilfe Ihres Programms.

- b) Wie muss die Dotierungskonzentration geändert werden, damit der Halbleiter bei höheren Temperaturen T_β eingesetzt werden kann, d.h. damit bei höherem T_β noch $n_0 \approx N_D$ gilt?

- c) Wie ändert sich für die Maßnahme unter b) die kleinste Temperatur T_{α} , bei der der Halbleiter im Bereich der Störstellenerschöpfung eingesetzt werden kann?