



Aufgabe 1) *Lage des Fermi-Niveaus.*

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

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

Aufgabe 2) *Ladungsträgerdichten, Dotierungskonzentration, Störstellenerschöpfung.*

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

Besprechung dieses Blatts sowie von Aufgabe 4 von Blatt 7: 17.12.2019.