



**Aufgabe 1)** *Ladungsträgerdichten.*

Sie möchten ein Halbleitermaterial auswählen, das bei hohen Temperaturen möglichst *wenig* freie Ladungsträger für den Stromtransport zur Verfügung gestellt. Zur Auswahl stehen *Ge*, *Si* und *GaAs*, welches Material wählen Sie?

**Aufgabe 2)** *Eigenleitungsichte.*

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

**Aufgabe 3)** *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:

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

**Aufgabe 4)** *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  $T_\alpha$  und  $T_\beta$  (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  $T_\beta$  eingesetzt werden kann, d.h. damit bei höherem  $T_\beta$  noch  $n_0 \approx N_D$  gilt?
- c) Wie ändert sich für die Maßnahme unter b) die kleinste Temperatur  $T_\alpha$ , bei der der Halbleiter im Bereich der Störstellenerschöpfung eingesetzt werden kann?

**Besprechung** des Blatts am 19.12.2017.