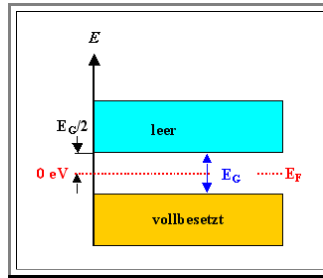


Übung 8.3-1

Ladungsträgerdichten im Leitungsband von Halbleitern

Gegeben sei die folgende extrem vereinfachte Bandstruktur:



Wir wollen damit ein bißchen den Umgang mit **Fermiverteilung** und **Ladungsträgerdichten** üben.

1. Frage: Der spezifische Widerstand typischer Halbleiter liegt um **(1 - 1.000) Ωcm** ; typische Beweglichkeiten liegen im Bereich $\mu = \textbf{(500 - 5.000) cm}^2/\textbf{Vs}$.

Wir nehmen an, dass nur Elektronen im Leitungsband (dem nominell leeren Band) zur Leitung beitragen können. Welche **Ladungsträgerdichten** braucht man dazu im Leitungsband?

Die notwendigen Ladungsträger müssen per **thermischer Energie** aus dem vollbesetzten Valenzband den Sprung ins Leitungsband geschafft haben. Für **Si** gibt es im Leitungsband schon "ganz unten" Platz für ca. **$N_{\text{eff}} = 3 \cdot 10^{19}$** Elektronen pro **$\text{cm}^3$** (Man nennt das: "**effektive Zustandsdichte**").

Angenommen, die Fermienergie ist genau in der **Mitte** einer Bandlücke der Größe **E_G** (wir setzen darauf dann den Energienullpunkt). Dann ist die:

2. Frage: Wie groß muss die Energielücke bei Raumtemperatur (**$T_R = 300 \text{ K}$**) sein, damit die richtige Ladungsträgerkonzentration resultiert? Wie groß bei **100 K** oder **500 K**?

Vergleiche die Ergebnisse der **exakten Formel** (= Fermiverteilung) mit der **Boltzmann-Näherung**.

3. Frage: Wähle in Gedanken eine Temperatur, bei der genau **ein** Elektron den Sprung vom Valenzband ins Leitungsband schafft. Vergleiche die Wahrscheinlichkeiten, dass genau **ein** Platz im Valenzband **nicht** besetzt ist, mit der Wahrscheinlichkeit, dass genau **ein** Platz im Leitungsband besetzt ist. Begründe damit, warum die Fermienergie genau in der **Mitte** der Bandlücke liegen muss!



Lösung