

# Übung 8.3-1

## Schnelle Fragen zu

### 8.3 Bändermodell und Materialeigenschaften

#### Schnelle Fragen zu 8.3.1: Was es so geben kann

- Definiere ganz allgemein Valenz- und Leitungsband.
- Warum sind Bänder unterhalb des Valenzbandes und oberhalb des Leitungsbandes uninteressant?
- Definiere mit Bandschemata: Leiter, Halbleiter und Isolatoren für Raumtemperatur. Was für Überraschungen könnte man mit (bei RT nicht so guten) Leitern bei sehr tiefen Temperaturen erleben?

#### Schnelle Fragen zu 8.3.2: Was wir lernen müssen

Erst mal ein paar Fragen zu "alten" Sachen:

- Was ist ein *Zustand* (aus der Sicht von Atomen, Kristallen, Elektronen,...)
- Was definiert einen *Zustand* und wie kommt man zu seiner quantitativen Festlegung?  
*Hinweis* : Wieviele Lösungen hat die Schrödingergleichung typischerweise und wie unterscheidet man sie?
- Wie hängen (Gesamt)energien und Zustände zusammen?
- Was ist richtig: Ein Zustand kann viele Energien haben, oder eine Energie kann zu vielen Zustände gehören?
- Was ist eine Zustandsdichte  $D(E)$ ?
- Was wissen wir über die *Besetzung* eines Zustandes mit Elektronen?
- Schreibe, unter Verwendung der *Zustandsdichte*  $D(E)$  und *Fermiverteilung*  $f(E; E_F, T)$  die allgemeinen Formeln für.
  - Volumendichte der Zustände zwischen  $E$  und  $E + dE$ .
  - Volumendichte der Elektronen zwischen  $E$  und  $E + dE$ .
  - Volumendichte der Elektronen zwischen  $E_1$  und  $E_2$ .
  - Zahl der Elektronen zwischen  $E_1$  und  $E_2$
  - Gesamtenergie der Elektronen zwischen  $E_1$  und  $E_2$ .
  - Volumendichte der nicht besetzten Zustände zwischen  $E_1$  und  $E_2$
- Schreibe, unter Verwendung der *effektiven Zustandsdichte*  $N_{\text{eff}}$  und der *Boltzmann-Näherung* für die Fermiverteilung die ungefähren Formeln für:
  - Ladungsträgerdichte im Leitungsband (welche Sorte?).
  - Ladungsträgerdichte im Valenzband (welche Sorte?).
  - Ladungsträgerdichte im Valenzband (mit  $(E_F - E_V)$  in der Gleichung).
- Wann liegt eine *intrinsische* Ladungsträgerdichte vor und wie lautet die Formel dazu?
- Wo kann die Fermienergie bei intrinsischen Halbleitern nur liegen? Warum? Ableitung / Formel?
- Welche Parameter bestimmen die elektronischen Eigenschaften von intrinsischen und technischen Halbleitern, und welche davon sind Materialkonstanten, technisch einstellbare Größen und ggf. Ärgernisse?

#### Schnelle Fragen zu 8.3.3: Zustandsdichte, Fermiverteilung, effektive Zustandsdichte und Boltzmann-Näherung

- Das Valenzband liegt bei der Energie  $E_V$  ; das Leitungsband hat die Energie  $E_L$ . Die Energie exakt in der Mitte der Bandlücke hat die Energie  $???$ . Wie wäre das, wenn die Energieachse abwärts zeigen würde. also zum Beispiel  $E_L = -5 \text{ eV}$  und  $E_V = -6 \text{ eV}$  vorliegen würde?
- Schreibe in der Boltzmann-Näherung die Formel für die intrinsische Ladungsträgerdichte auf – unter expliziter Verwendung der dazu notwendigen Lage der Fermienergie.
- Schreibe in der Boltzmann-Näherung die beiden Formeln für die Ladungsträgerdichte im Leitungs- und Valenzband, und leite daraus das Massenwirkungsgesetz her.
- 
-