

Übungen zur Vorlesung
Halbleiterphysik

Übungsblatt 3 vom 29.04.2013

Aufgabe 1: Silizium, Diamant und Graphen in der Näherung quasi-freier Elektronen.

In der Näherung quasi-freier Elektronen ergeben sich je nach Dimensionalität d eines Festkörpers universelle Zustandsdichten. (siehe Materialenteil der web-site, Zustandsdichten quasi-freier Elektronen). Das Valenzband eines Halbleiters ergibt sich in diesem NFE-Modell durch Auffüllen der Elektronenzustände mit allen Valenzelektronen in energetisch aufsteigender Reihenfolge. Welchen Energiebereich (in eV) umfasst dann

- das Valenzband von Silizium und Diamant? (Gitterkonstante des fcc-Gitters: 534 pm für Si und 356 pm für Diamant).
- Das Valenzband des zweidimensionalen Halbmetalls Graphen (hexagonales Gitter mit einem Abstand von 142 pm zwischen benachbarten Kohlenstoffatomen).

Benutzen Sie zur Auswertung der vorkommenden Naturkonstanten die nützlichen Identitäten $h \cdot c = 1240 \text{ nm} \cdot \text{eV}$ für das Produkt aus Planckscher Konstante und Lichtgeschwindigkeit sowie $m \cdot c^2 = 511 \text{ keV}$ für die Ruhemasse m_e des Elektrons.

Formelangaben für die NFE-Zustandsdichten: $D_3^0(E) = 8\sqrt{2} \pi (m/h^2)^{3/2} \sqrt{E}$ für $d=3$
 $D_2^0(E) = 4\pi (m/h^2)$ für $d=2$.

Aufgabe 2: Valenzbänder von Halbleitern

Wie viele Bänder umfasst ‚das Valenzband‘ der folgenden Halbleiter, wenn die Spinentartung erhalten bleibt:

- Graphen (2-dimensionales, hexagonales Gitter, siehe Übungen)
- Graphit (hexagonales Gitter mit zwei Graphenlagen in der 3-dimensionalen Einheitszelle)
- hexagonale SiC vom Polytyp 6H (6 Doppellagen von Atomen in der Einheitszelle)
- hexagonales GaN (Wurtzitstruktur)
- Wie viele Bänder müssen für die Bandstruktur des Valenzbandes dargestellt werden, wenn die Aufhebung der Spin-Entartung im GaN durch Spin-Bahn-Wechselwirkung berücksichtigt wird?