

# Übungen zur Festkörperphysik II WS 09/10

## 10 Banddispersion, Zustands- und Elektronendichte

Elektronen besetzen ein näherungsweise isotropes und parabolisches Band  $\varepsilon(\mathbf{k})$  mit der effektiven Masse  $m^*$  bis zur Fermi-Energie  $\varepsilon_F$ .

- Berechnen Sie die Zustandsdichte  $D(\varepsilon)$  für den Fall einer eindimensionalen Banddispersion!
- Geben Sie für diesen eindimensionalen Fall den Fermi-Wellenvektor  $k_F$  als Funktion der Dichte der Elektronen  $n$  an!
- Wie lautet die Relation  $\varepsilon_F = \varepsilon_F(n)$  für ein eindimensionales Gas von Elektronen mit der Masse  $m^*$  und der Dichte  $n$ ?

## 11 Methode der starken Bindung

Atome mit s-Valenzelektronen bilden einen zweidimensionalen Kristall mit quadratischem Bravais-Gitter (Gitterkonstante  $a$ ) und einatomiger Basis.

- Im Rahmen der Näherung der starken Bindung und Beschränkung auf nächste-Nachbarn-Wechselwirkung (nN-WW) gebe man die Dispersionsrelation  $\varepsilon(\mathbf{k})$  für das von den s-Zuständen gebildete Band an (Beachte die Symmetrie der s-Zustände).
- Die Bandbreite  $W$  ergibt sich aus der Differenz von maximaler und minimaler Energie, wenn der Wellenvektor  $\mathbf{k}$  die Brillouin-Zone durchläuft. Geben Sie die Bandbreite  $W$  durch das Matrixelement der nN-WW an.
- Wie lautet der Ausdruck für die effektive Masse bei  $\mathbf{k} = 0$  in Richtung einer kartesischen Achse?
- Geben Sie einen Näherungsausdruck für die Zustandsdichte in der Nähe des Bandextremums bei  $\mathbf{k} = 0$  an.

## 12 Fast-freie Elektronenbänder

Cäsium kristallisiert in einer kubisch raumzentrierten Struktur mit der Gitterkonstanten  $a_0 = 6.045 \text{ \AA}$ . Man untersuche das niedrigste quasifreie Elektronenband für  $\mathbf{k}$  parallel zur  $[110]$ -Richtung (entlang eines reziproken Gittervektors). Am Rand der Brillouin-Zone verbiegt sich das Band gemäß der Approximation fast-freier Elektronen. Die Energielücke an der Zonengrenze ist  $1.16 \text{ eV}$ .

Wir betrachten im Folgenden den Bereich der BZ in der  $[110]$ -Richtung von  $\mathbf{k} = 0$  ( $\Gamma$ ) bis  $\mathbf{k} = \pi/a_0 \cdot (1, 1, 0)$  (K). Benutzen Sie, dass in diesem Bereich der BZ das zweite Band durch den reziproken Gittervektor  $\mathbf{G} = -2\pi/a_0 \cdot (1, 1, 0)$  bestimmt wird.

- Gesucht ist die Dispersionsrelation des untersten Bandes für die gegebene Parameterkonstellation in der Näherung fast freier Elektronen.

- (b) Wie groß ist die Breite dieses Bandes?
- (c) Man bestimme die effektive Masse in der Nähe von  $\mathbf{k} = 0$ .

Abgabe: Mittwoch, den 18.11.2009 (vor der Vorlesung)