

Übungen zur Physik V: Festkörperphysik (WS 2009/2010)

A. Ustinov / G. Fischer

Übungsblatt 9

Besprechung am 7. Januar 2010

Aufgabe 1

- a) Das Erdalkalimetall Barium steht in der zweiten Hauptgruppe des Periodensystems. Zur Vereinfachung betrachten Sie Barium als zweidimensionales Metall mit der Gestalt eines quadratischen Gitters. Ermitteln Sie den kürzesten Abstand einer Begrenzungsfläche in der ersten Brillouinzone und berechnen Sie die Fermi-Wellenzahl.
- b) In a) hat die Fermi-Fläche die Begrenzung der 1. BZ überschritten. Berechnen Sie nun die Elektronendichte, die ein kubisch-flächenzentrierter Silberkristall haben müsste, damit die Fermi-Fläche gerade die 1. BZ berührt. Die Gitterkonstante von Silber beträgt 0,408 nm.

Aufgabe 2

Konstruieren Sie die ersten vier Brillouin-Zonen eines primitiven quadratischen Gitters der Gitterkonstanten a . Bestimmen Sie die Fermi-Fläche eines freien Elektronengases im reduzierten Zonenschema in der ersten bis vierten Zone. Wählen Sie die Elektronenkonzentration so, dass $k_F = 0.85 \cdot (2\pi/a)$ ist.

Aufgabe 3

Im LCAO-Formalismus wird die Wellenfunktion eines stark gebundenen Kristallelektrons näherungsweise durch eine Linearkombination

$$\Psi_{n,k_x}(x) = \sum_j^N \alpha_j \cdot \varphi(x - R_j)$$

atomarer Wellenfunktionen $\varphi_n(x - R_j)$ beschrieben. Ein "eindimensionaler Kristall" bestehe aus N gleichen Atomen im Abstand a an den Orten $R_j = j \cdot a$, $j = 1, \dots, N$. Zeigen Sie, dass bei geeigneter Wahl der α_j die Wellenfunktion $\Psi_{n,k_x}(x)$ als Blochwelle

$$\Psi_{n,k_x}(x) = e^{ik_x x} \cdot u_{n,k_x}(x)$$

mit $u_{n,k_x}(x + pa) = u_{n,k_x}(x)$ und $p = \pm 1, \pm 2, \dots$ geschrieben werden kann, wenn man die Summe von $-\infty$ bis $+\infty$ laufen lässt.

Wir wünschen Ihnen schöne Feiertage und
viel Erfolg im neuen Jahr!