

Übungen zur Modernen Experimentalphysik II Festkörperphysik WS 2015/2016

Übungsblatt 10 · Besprechung am 14. Januar 2016

<http://www.phi.kit.edu/exphys2.php>

Aufgabe 28

Betrachten Sie das freie Elektronengas eines quadratischen Gitters.

- Zeigen Sie, dass für ein einfaches 2-dimensionales Gitter die kinetische Energie eines freien Elektrons an der Ecke der ersten BZ um einen Faktor 2 größer ist als in der Mitte einer Zonenseite. Skizzieren Sie das Gitter mit der Zone.
- Welchen Faktor erhält man für ein kubisches Gitter ?
- Wie würde sich die Antwort der vorangegangenen Frage auf die Leitfähigkeit eines zweiwertigen Materials auswirken?

(3 Punkte)

Aufgabe 29

Fermi-Fläche für ein freies Elektronengas.

- 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.
- 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.

(4 Punkte)

Aufgabe 30

- Erklären Sie kurz was man unter der effektiven Masse von Elektronen im periodischen Potential versteht und warum die effektive Masse auch negativ werden kann. Zeichnen Sie dazu die Dispersionsrelation $E(k)$ und die dazugehörige effektive Masse m^* in einer eindimensionalen Darstellung.
- Was sind Blochoszillationen und warum sind sie schwer zu beobachten?
- An einem Kristall liegt ein elektrisches Gleichfeld \vec{E} an und es kommt zu Bloch-Oszillationen. Berechnen Sie Periodendauer und Frequenz dieser Oszillationen, wenn die Ausdehnung der ersten Brillouin-Zone $2\pi/a$ beträgt. Schätzen Sie auch die Amplitude δx der Auslenkung ab, wobei Sie als mittlere Geschwindigkeit die Fermigeschwindigkeit einsetzen.

Zahlenwerte: $\vec{E} = 1\text{kV/m}$, $a = 2 \text{ \AA}$ und $v_F = 10^6 \text{ m/s}$. (3 Punkte)