

9. Übungsblatt zur "Einführung in die Festkörperphysik" WS 05/06

M. Wolf/W. Theis/I. Torrente

Ausgabe: 9. 1. 06

Abgabe: Dienstag, 17. 1. 06, bis 17 Uhr
Postfach Torrente, bei Raum 0.3.18
Postfach Theis, bei Raum 0.3.18

1. Effektive Massen und Zustandsdichte am Rand der Brillouinzone (10 P)

Die Schrödingergleichung lässt sich für ein periodisches, harmonisches Potential $U(x) = 2U \cos(2\pi x/a)$ in einer Dimension an der Zonengrenze näherungsweise lösen, wenn man nur die Entwicklungskoeffizienten $C(\pm G/2 + q)$ mit kleinem q berücksichtigt. Die dazugehörige Lösung ist gegeben durch

$$E^2 - E(\lambda_{k-G} + \lambda_k) + \lambda_{k-G}\lambda_k - U^2 = 0, \text{ mit } \lambda_k = \hbar^2 k^2 / 2m$$

- Man zeige, dass sich in der Nähe des Brillouinonenrandes die Dispersion parabolisch nähern lässt durch $E(G/2 + q) \approx E(G/2) + \hbar^2 / (2m^*) q^2$. Dabei wird m^* als effektive Masse bezeichnet.
- Man zeige, dass die effektive Masse gegeben ist durch $m^* = m / [1 \pm (2\lambda_{G/2}/U)]$. Wie groß ist m^* für den Fall, dass die erste Bandlücke halb so groß ist wie das unterste Band?
- Geben Sie die Zustandsdichte im Bereich der Zonengrenze unterhalb und oberhalb der Bandlücke im Rahmen der oben dargestellten parabolischen Näherung an und skizzieren Sie den Verlauf.

2. Fermiflächen im hexagonalen Gitter (8 P)

Betrachten Sie ein freies Elektronengas in einem hexagonalen Gitter in zwei Dimensionen mit Gitterkonstante a .

- Zeichnen Sie die Fermi-Fläche für $k_F = 4\pi/3a$ nach Reduktion auf die 1. Brillouinzone und schraffieren Sie den jeweils besetzten Teil innerhalb der 1. Brillouinzone. Geben Sie exemplarisch einen reziproken Gittervektor an, der für die Reduktion auf die 1. Brillouinzone benötigt wird (2P).
 - Betrachten Sie die Fermi-Fläche für $k_F = 2\pi/a$: Bestimmen Sie die 2. und 3. Brillouinzone des hexagonalen Gitters und geben Sie den jeweils besetzten Bereich der höheren Brillouinonen nach Reduktion auf die 1. Brillouinzone an. (6P)
-

Die Klausur zur Festkörperphysik I findet am Mo., den 6. 2. 2006 statt.