

Theorie der Kondensierten Materie I WS 2011/2012**Prof. Dr. J. Schmalian**
Dr. B. Narozhny**Blatt 5**
Besprechung 25.11.2011

1. Van Hove-Singularität: quadratisches Gitter. (10 Punkte)

Betrachten Sie stark gebundene Elektronen - das "tight-binding" Modell auf dem quadratischen Gitter. Das Modell haben Sie in der Vorlesung schon benutzt, um die Cu-O-Ebene zu beschreiben. Das Gitter besteht hier nur aus einem Atom pro Einheitszelle, d.h. wir betrachten nur Cu-Atome, keine Sauerstoffatome. Berücksichtigen Sie ausschließlich das Hüpfen über benachbarte Gitterplätze.

- Finden Sie das Energiespektrum des Modells.
- Bestimmen Sie die Zustandsdichte des Modells exakt (d.h. ohne jegliche Näherung).
- Zeichnen Sie die Zustandsdichte auf.
- Finden Sie die Singularität der Zustandsdichte und bestimmen Sie das asymptotische Verhalten der Zustandsdichte in der Nähe der Singularität. Benutzen Sie den exakten Ausdruck für die Zustandsdichte.
- Berechnen Sie das asymptotische Verhalten der Zustandsdichte noch einmal, aber jetzt entwickeln Sie das Energiespektrum in der Region der Brillouin-Zone, die für die Singularität verantwortlich ist.
- Welche Eigenschaften hat das Energiespektrum in der obengenannten Region der Brillouin-Zone?

2. Van Hove-Singularität: allgemein (4 Punkte)

Die in Aufgabe 1 berechnete Singularität nennt man van-Hove Singularität.

- Leiten Sie den allgemeinen Ausdruck für die Zustandsdichte des beliebigen Spektrums her.
Hinweis
Drücken Sie die Zustandsdichte mit Hilfe eines Oberflächenintegral über die Energiefläche mit $E = E(\mathbf{k})$ aus.
- Welche Punkte in der Brillouin-Zone können in Prinzip die van Hove-Singularität verursachen?

3. Van Hove-Singularität in Graphen:

(6 Punkte)

- (a) Bestimmen Sie die Zustandsdichte der Dirac-Elektronen in Graphen.
- (b) Beschreiben Sie die Zustandsdichte in Graphen allgemein.
- (c) Finden Sie die van Hove-Singularität in Graphen.