

Theorie der Kondensierten Materie I WS 2017/2018

Prof. Dr. A. Mirlin, Dr. I. Gornyi
Dr. N. Kainaris, Dr. S. Rex, J. KlierBlatt 6
Besprechung 30.11.2017**1. Van Hove-Singularität** (15+10+10=35 Punkte)

- (a) Betrachten Sie das “Tight-Binding”-Modell auf dem quadratischen Gitter in zwei Dimensionen. Das Gitter besteht hier nur aus einem Atom pro Einheitszelle. Berücksichtigen Sie ausschließlich das Hüpfen über benachbarte Gitterplätze. Drücken Sie die Zustandsdichte des Modells exakt (d.h. ohne jegliche Näherung) durch das vollständige elliptische Integral erster Art aus. Welche Punkte in der Brillouin-Zone können die van Hove-Singularität verursachen? Entwickeln Sie das Energiespektrum in der Region der Brillouin-Zone, die für die Singularität verantwortlich ist. Berechnen Sie das asymptotische Verhalten der Zustandsdichte. Skizzieren Sie die Zustandsdichte.
- (b) Ausgehend von dem “Tight-Binding”-Modell in der nächsten-Nachbarn-Näherung (s. Übungsblatt 4), leiten Sie den allgemeinen Ausdruck für die Zustandsdichte in Graphen her. (Die Zustandsdichte in der Nähe der K -Punkte, d.h. für lineares Spektrum, hatten wir bereits auf Blatt 1 berechnet.)
- (c) Finden Sie die Punkte in der Brillouin-Zone, die für die van Hove-Singularität in Graphen verantwortlich sind. Bestimmen Sie die van Hove-Singularität. Skizzieren Sie die Zustandsdichte in Graphen allgemein.

2. Pauli-Paramagnetismus (10+5=15 Punkte)

- (a) Drücken Sie die temperaturabhängige Korrektur zur paramagnetischen Suszeptibilität χ_{Pauli} von Leitungselektronen im Limes kleiner Temperatur ($k_B T \ll \epsilon_F$) durch die Zustandsdichte und die Ableitungen der Zustandsdichte an $\epsilon = \epsilon_F$ aus.
- (b) Bestimmen Sie die Pauli-Suszeptibilität für das parabolische Elektronenspektrum bis zur Ordnung $\mathcal{O}[(k_B T / \epsilon_F)^2]$.

3. De-Haas-van-Alphen-Effekt (20 Bonuspunkte)

Berechnen Sie die De-Haas-van-Alphen-Oszillationen bei nichtverschwindenden Temperaturen im Bereich von kleinen Magnetfeldern für das parabolische Elektronenspektrum.

Hinweis: Verwenden Sie die Poisson'sche Summenformel.