

Prof. Dr. Tobias Brandes
Dr. Javier Cerrillo

6. Übungsblatt – Theoretische Festkörperphysik I,II

Abgabe: Mi. 04.06.2014 bis 14:15 Uhr im EW 229 (Übungen)

Bei den schriftlichen Ausarbeitungen werden ausführliche Kommentare zum Vorgehen erwartet. Dafür gibt es auch Punkte! Die Abgabe soll in Dreiergruppen erfolgen.

Aufgabe 14 (6 Punkte): Freie Elektronen in d Dimensionen

Sei ein Gas mit N freie Elektronen in einem d -dimensional Hypervolumen L^d . Rechnen Sie die Elektronenzustandsdichte $\mathcal{D}_d(\epsilon)$ aus der Dispersionsrelation $\epsilon = \hbar^2 k^2 / 2m$ aus und stellen Sie das Ergebnis graphisch für 1, 2 und 3 Dimensionen dar. Rechnen Sie die Fermi-Energie, die Fermi-Wellenzahl und die de-Broglie-Wellenlänge auf der Fermi-Fläche aus und drücken Sie die Ergebnisse in Terme der Elektronendichte $n = N/L^d$ aus. Bewerten Sie diese Parameter für 1-, 2- und 3-dimensionales GaAs.

Aufgabe 15 (7 Punkte): Linearisierung der Boltzmann-Gleichung

Drücken Sie die Elektronen-Verteilungsfunktion der Boltzmann-Gleichung als $f(\mathbf{r}, \mathbf{p}) = f^{(0)}(\mathbf{r}, \mathbf{p}) + f^{(1)}(\mathbf{r}, \mathbf{p})$ aus, wo $f^{(0)}(\mathbf{r}, \mathbf{p})$ die Fermi-Dirac-Verteilung sei und $f^{(1)}(\mathbf{r}, \mathbf{p})$ die erste Ordnung der Responsefunktion entspreche. Linearisieren Sie die Boltzmann-Gleichung

$$\frac{\partial}{\partial t} f(\mathbf{r}, \mathbf{p}, t) + \mathbf{v}_{\mathbf{p}} \cdot \nabla_{\mathbf{r}} f(\mathbf{r}, \mathbf{p}, t) + e(\mathbf{E} + \mathbf{v}_{\mathbf{p}} \times \mathbf{B}) \cdot \nabla_{\mathbf{p}} f(\mathbf{r}, \mathbf{p}, t) = I_{\mathbf{r}, \mathbf{p}, t}[f],$$

zusammen mit einer Temperatur-Gradienten damit Sie den folgenden Ausdruck herleiten können

$$\left(-\frac{\partial f^{(0)}(\mathbf{r}, \mathbf{p})}{\partial \epsilon_{\mathbf{p}}} \right) \mathbf{v}_{\mathbf{p}} \cdot \left\{ -\frac{\epsilon - \mu}{T} \nabla T + e\mathbf{E} \right\} = -I_{\mathbf{r}, \mathbf{p}}[f] + \mathbf{v}_{\mathbf{p}} \cdot \nabla_{\mathbf{r}} f^{(1)}(\mathbf{r}, \mathbf{p}) + e(\mathbf{v}_{\mathbf{p}} \times \mathbf{B}) \cdot \nabla_{\mathbf{p}} f^{(1)}(\mathbf{r}, \mathbf{p}).$$

Aufgabe 16 (7 Punkte): Landau-Niveaus, Randkanäle

Sei ein 2D-Gas freier Elektronen in der xy -Ebene binnen einem senkrechten magnetischen Feld, dessen Eichung einen Ausdruck des Vektorpotenzials $A_x = -By$ und $A_y = A_z = 0$ ermöglicht. Bestimmen Sie die Eigenzustände und die Energien dieses Systems. Führen diese Zustände einen Strom?

Mittels eines Potentials $U(y)$ seien die Elektronen in der y -Richtung begrenzt. Nehmen Sie an, dass der Potenzial in Bezug auf der y -Variation der oberen Wellenfunktionen langsam variiert. Benutzen Sie eine erste-Ordnung Störungstheorie um einen Ausdruck der Dispersion und der Gruppengeschwindigkeit als Funktion der Koordinate y herzuleiten. Erklären Sie damit die Entstehung von Randkanäle im Quanten-Hall-Effekt.

Bitte Rückseite beachten! →

6. Übung TFP SS14

- Vorlesung:**
- Dienstags 10–12 Uhr im EW 203
 - Mittwochs 10–12 Uhr im EW 203

- Übungen:**
- Mi 14–16 Uhr im EW 229

- Scheinkriterien:**
- Mindestens 60% der Übungspunkte
 - Regelmäßige und aktive Teilnahme in den Übungen

Literatur zur Lehrveranstaltung:

- Ashcroft, Mermin, *Festkörperphysik* (Oldenbourg)
- Kittel, *Quantentheorie der Festkörper* (Oldenbourg)
- Czycholl, *Theoretische Festkörperphysik* (Springer)
- Ibach, Lüth, *Festkörperphysik* (Springer)
- Jäger, Valenta, *Festkörpertheorie* (Wiley)
- U. Rössler, *Solid State Theory* (Springer)
- Haug, Koch, *Quantum Theory of the Optical and Electronic Properties of Semiconductors* (World Scientific)
- Haken, *Quantenfeldtheorie des Festkörpers* (Teubner)
- Scherz, *Quantenmechanik* (Teubner)

Es existiert in der Abteilungsbibliothek Physik ein Semesterapparat zu dieser Vorlesung.

Hinweise:

Die Übungsblätter werden in der Regel am Dienstag in der Vorlesung ausgegeben. Die Abgabe erfolgt dann 15 Tage später um 14:15 im EW229 (Übungsraum).

Weitere Informationen können auf der Vorlesungshomepage <http://www.itp.tu-berlin.de/menue/lehre/lv/> gefunden werden.