Theorie der Kondensierten Materie I WS 2018/2019

Prof. Dr. A. Shnirman **Blatt 7**
PD Dr. B. Narozhny, M.Sc. T. Ludwig **Besprechung 05.12.2018**

---

1. Dielektrische Funktion des nicht-wechselwirkenden Elektronengases: (50 Punkte)

In dieser Aufgabe soll die dielektrische Funktion für das nicht-wechselwirkende Elektronengas, $\epsilon(\boldsymbol{q},\omega)$, berechnet werden.

Betrachten Sie ein semi-klassisches Elektronengas mit der Bandmasse m. Lösen sie die Boltzmann-Gleichung in der Stoßzeit-Näherung für den Fall, dass ein elektrisches Feld, $\boldsymbol{E} = \boldsymbol{E}_0 e^{i(\boldsymbol{qr}-\omega t)}$, angelegt wird.

Die Lösung der Boltzmann-Gleichung wird normalerweise als Abweichung δf von der Gleichgewichtsverteilung f_0 gegeben. Schreiben sie diese Lösung als Abweichung der lokalen Teilchendichte von ihrem Gleichgewichtswert und benutzen sie dieses Ergebnis, um die dielektrische Funktion zu finden.

2. Der thermoelektrische Effekt: (50 Punkte)

(a) In dieser Aufgabe sollen Sie die Formel für thermoelektrischen Effekt (Mott-Formel) für ein freies Elektronengas herleiten. Bei Anlegen eines Temperaturgradienten gilt für den elektrischen Strom

$$\vec{j} = -\eta \nabla T \tag{1}$$

mit dem thermoelektrischen Koeffizienten $\eta = \frac{\pi^2}{9} eT \frac{\partial}{\partial \epsilon}(\nu D)|_{\epsilon=\mu}$. ν ist hier die Zustandsdichte und $D = \frac{1}{3} v_F^2 \tau$ der Diffusionskoeffizient. Als Beispiel, nehmen Sie das drei-dimensionalen Elektronengas mit der üblichen parabolischen Dispersion und berechnen Sie alle Koeffizienten.

(b) Betrachten Sie jetzt den thermoelektrischen Effekt in einer offenen elektrischen Schaltung wobei ein Temperaturgradient angelegt ist. Finden Sie das induzierte elektrische Feld als

$$\boldsymbol{E} = Q \boldsymbol{\nabla} T,$$

und berechnen Sie den Koeffizient Q für das obigen Beispiel vom drei-dimensionalen Elektronengas.