Spintransport in Nanostrukturen SS 2023

Übungsblatt 2

Besprechung 24.5.2023 8:00, Raum 2/17

Aufgabe 1. Linearisierte Boltzmanngleichung

Die stationäre Boltzmann-Gleichung ist gegeben durch

$$\boldsymbol{v} \cdot \nabla_r f + \frac{\boldsymbol{F}}{\hbar} \cdot \nabla_k f = \left(\frac{\partial f}{\partial t}\right)_{\text{Stöße}}$$

Wir schreiben $f(\boldsymbol{r},\boldsymbol{k}) = f_0(\epsilon(\boldsymbol{k})) + g(\boldsymbol{r},\boldsymbol{k})$. Zeigen Sie, dass für kleine Auslenkungen $g \ll f_0$ die linearisierte stationäre Boltzmanngleichung lautet

$$\boldsymbol{v} \cdot \nabla_r g - \frac{e}{\hbar}(\boldsymbol{v} \times \boldsymbol{B}) \cdot \nabla_k g - e\frac{\partial f_0}{\partial \epsilon}\boldsymbol{v} \cdot \boldsymbol{E} = \left(\frac{\partial f}{\partial t}\right)_{\text{Stöße}}$$

Aufgabe 2. Boltzmanngleichung - homogenes elektrisches Feld

Die Lösung für ein homogenes elektrisches Feld ist gegeben durch

$$g = e\tau(\boldsymbol{k})\frac{\partial f_0}{\partial \epsilon}\boldsymbol{v} \cdot \boldsymbol{E}.$$

Zeigen Sie, dass sich diese Lösung im k-Raum als verschobene Fermikugel

$$f \approx f_0\left(\boldsymbol{k} + \frac{e}{\hbar}\tau(\boldsymbol{k})\boldsymbol{E}\right)$$

schreiben lässt.

Aufgabe 3. Magnetowiderstand und Hall-Effekt

Berechnen Sie mit Hilfe der linearisierten Boltzmann-Gleichung den transversalen Magnetoleitwert σ_{xx} und den Hall-Leitwert σ_{xy} für das freie Elektronengas. Tipp: Nehmen Sie an, dass die Lösung wieder eine verschobene Fermi-Kugel ist. Veranschaulichen Sie den Zusammenhang der Leitwert- und Widerstandsgrößen grafisch. Warum ist der Magnetoleitwert endlich, aber der Magnetowiderstand null?