# Theoretische Festkörperphysik

# Prof. F. Wegner, Universität Heidelberg, WS 05/06

7. Übungsblatt

Abgabe Mittwoch, 14.12.05 zu Beginn der Vorlesung

**13)** In einem äußeren Magnetfeld, das in $z$-Richtung weist, wird die Leitfähigkeit durch die Matrix $\sigma$

$$\sigma = \begin{pmatrix} \sigma_{\mathrm{p}} & \sigma_{\mathrm{H}} \\ -\sigma_{\mathrm{H}} & \sigma_{\mathrm{p}} \end{pmatrix}$$

mit der Parallel-Leitfähigkeit $\sigma_{\mathrm{P}}$ und der Hallleitfähigkeit $\sigma_{\mathrm{H}}$ beschrieben. Diese Matrix verknüpft Stromdichte $\mathbf{j}$ und elektrische Feldstärke $\mathbf{E}$,

$$\begin{pmatrix} j_x \\ j_y \end{pmatrix} = \sigma \begin{pmatrix} E_x \\ E_y \end{pmatrix}.$$

a) Berechne die inverse Matrix $\rho$,

$$\rho = \begin{pmatrix} \rho_{\mathrm{p}} & -\rho_{\mathrm{H}} \\ \rho_{\mathrm{H}} & \rho_{\mathrm{p}} \end{pmatrix}, \quad \begin{pmatrix} E_x \\ E_y \end{pmatrix} = \rho \begin{pmatrix} j_x \\ j_y \end{pmatrix}.$$

(2 P.)

b) Im Bereich der Hall-Plateaus ist $\sigma_{\mathrm{H}} \neq 0$, $\sigma_{\mathrm{p}} = 0$. Was folgt für $\rho_{\mathrm{p}}$ und $\rho_{\mathrm{H}}$?

(2 P.)

**14)** a) Berechnen Sie den Projektor $P(z, z')$ auf das unterste Landau-Niveau unter Verwendung der symmetrischen Eichung $\mathbf{A} = \frac{B}{2}(-y, x)$ und

$$\sqrt{\frac{eB}{2\hbar c}}(x, y) = (\xi, \eta), \quad z = \xi - \mathrm{i}\eta, \quad z^* = \xi + \mathrm{i}\eta.$$

Wir hatten gefunden, dass sich dann die Zustände des untersten Landau-Niveaus darstellen lassen als $\psi = \mathrm{e}^{-zz^*/2} f(z)$ mit einer analytischen Funktion $f(z)$. Aus einem vollständigen Orthonormal-System $\psi_l$ erhält man dann den Projektor als

$$P(z, z') = \sum_l \psi_l(z) \psi_l^*(z').$$

(3 P.)

b) Man überprüfe, dass $P$ wirklich ein Projektor ist, das heißt,

$$\int P(z, z'') P(z'', z') \mathrm{d}\xi'' \mathrm{d}\eta'' = P(z, z').$$

(3 P.)