

Übung 5 für Theoretische Festkörperphysik im WS 2012

Britta Aufgebauer (britta@physik.uni-wuppertal.de D.10.05)
Yahya Öz (yahya_oez@msn.com G.11.07)
Abgabe: 14.11.2012

Besprechung: 16.11.2012

1. Dynamik von Bandelektronen (5 Punkte)

Der Hamiltonian eines Elektrons im Energieband n , das einem elektromagnetischen Feld ausgesetzt ist, ist gegeben durch

$$H_n = E_n \left(\vec{p} - \frac{e}{c} \vec{A} \right) + e\phi.$$

Zeige die Relationen

$$\begin{aligned} \dot{\vec{r}} &= \vec{\nabla}_{\vec{k}} E_n(\vec{k}), \\ \dot{\vec{k}} &= \frac{e}{c} \dot{\vec{r}} \times \vec{B} + e\vec{E}. \end{aligned}$$

Hinweis: Zeige dafür zunächst die Relation $[k_\alpha, k_\beta] = i \frac{e}{c} \epsilon_{\alpha\beta\gamma} B_\gamma$.

2. Fermi-Oberfläche und Rotationsfrequenz (5 Punkte)

Aus der Vorlesung ist folgende Gleichung bekannt:

$$\frac{2\pi}{\omega_c} = \frac{c}{|e|} \frac{dS}{B dE}$$

mit der Zyklotronfrequenz ω_c und der Oberfläche $S(E)$. Beweise diese Gleichung!

3. Van-Hove Singularitäten (10 Punkte)

Die Zustandsdichte $D_n(E)$ des n -ten Energiebandes ist gegeben über

$$D_n(E) = \frac{1}{(2\pi)^3} \int_{E_n(\vec{k})=E} \frac{dS}{\left| \vec{\nabla}_{\vec{k}} E_n(\vec{k}) \right|}.$$

Die Gesamtzustandsdichte ist die Summe über alle Bandindizes n . Bestimme die Zustandsdichte für die vier verschiedenen Arten von Singularitäten! Entwickle dazu die Energien in der Umgebung des kritischen Punktes $E_0 = \frac{\Delta}{2}$:

$$E_n(\vec{k}) = E_0 + \left(\frac{k_x^2}{2m_{xn}^*} + \frac{k_y^2}{2m_{yn}^*} + \frac{k_z^2}{2m_{zn}^*} \right) + O(k^4)$$