INSTITUT FÜR THEORETISCHE PHYSIK
TECHNISCHE UNIVERSITÄT BRAUNSCHWEIG

Prof. Dr. W. Brenig
Dipl.-Ing. C. Jurecka
Dipl.-Phys. F. Heidrich-Meisner

THEORETISCHE FESTKÖRPERPHYSIK WS 2001/2002

8. Übungsblatt

---

10. **Effektive Zyklotromasse** Elektronen nahe eines Band-Minimums $\mathbf{k_0}$ haben eine Dispersion der Form

$$\epsilon(\mathbf{K}) = const + \frac{1}{2}(\mathbf{k} - \mathbf{k_0}) \cdot \mathbf{M^{-1}} \cdot (\mathbf{k} - \mathbf{k_0}) \;, \tag{1}$$

wobei der Tensor der effektiven Masse $\mathbf{M}$ unabhängig von $\mathbf{k}$ ist.

Bestimmen Sie mit

$$m^*(\epsilon, k_z) = \frac{1}{2\pi} \frac{\partial A(\epsilon, k_z)}{\partial \epsilon} = \frac{1}{2\pi} \oint \frac{dk}{\left| \left(\frac{\partial \epsilon}{\partial \mathbf{k}} \right)_\perp \right|} \tag{2}$$

die effektive Zyklotronmasse zu

$$m^* = \sqrt{\frac{det(\mathbf{M})}{M_{zz}}} \tag{3}$$

und zeigen Sie, daß diese unabhängig von ϵ und k_z ist.

11. **Boltzmann-Gleichung** Die elektrische Leitfähigkeit von Metallelektronen soll für den Fall eines zusätzlich zum elektrischen Feld anliegenden Magnetfeld berechnet werden.

    - Überzeugen Sie sich, daß die Boltzmann-Gleichung mit Relaxationszeitansatz

    $$\frac{\partial f}{\partial t} + \mathbf{v}\nabla_r f + \mathbf{a}\nabla_v f = -\frac{f - f_0}{\tau} \tag{4}$$

    für die Verteilungsfunktion $f(\mathbf{k}, \mathbf{r}, t)$ gelöst wird von

    $$f = f_0 - e\frac{\partial f}{\partial \epsilon} \int_{-\infty}^{t} \mathbf{v}(t', \mathbf{r}') \cdot \mathbf{E}(t', \mathbf{r}') \;\; e^{-\frac{t-t'}{\tau}} dt' \;. \tag{5}$$

    - Das konstante Magnetfeld $\mathbf{B_0}$ zeige in z-Richtung. Dann ergeben sich die Geschwindigkeitskomponenten eines Elektrons in Polarkoordinaten zu

    $$\begin{aligned} v_x &= k \sin\theta \cos(\omega_c(t - t') + \phi) \;, && (6) \\ v_y &= k \sin\theta \sin(\omega_c(t - t') + \phi) \;, && (7) \\ v_z &= k \cos\theta \;, && (8) \end{aligned}$$

    wobei $\omega_c = eB_0/m$ die Zyklotronfrequenz ist. Das elektrische Feld sei konstant aber beliebig.
    Berechnen Sie die gestörte Verteilungsfunktion mit (5).

    - Berechnen Sie die Komponenten der elektrischen Stromdichte

    $$\mathbf{j} = e \int \mathbf{v} f d\mathbf{k} \tag{9}$$

    und zeigen Sie, daß sich für die elektrische Leitfähigkeit ein schiefsymmetrischer Tensor ergibt. Welcher bekannte Effekt lässt sich damit erklären?