

Übungen zur Physik V: Festkörperphysik (WS 2011/2012)

W. Wulfhekel / P. Bushev

Übungsblatt 11

Besprechung am 19. Januar 2011

Aufgabe 1 (2 Punkte)

Betrachten Sie die Energiefläche

$$E(\vec{k}) = \hbar^2 \cdot \left(\frac{k_x^2 + k_y^2}{2m_t^*} + \frac{k_z^2}{2m_l^*} \right)$$

bei der m_t^* die transversale und m_l^* die longitudinale effektive Masse ist. Eine Fläche, auf der $E(\vec{k})$ konstant ist, hat die Form eines Rotationsellipsoids. Benutzen Sie die Bewegungsgleichung

$$\frac{d(\hbar\vec{k})}{dt} = -e \cdot \vec{v}(\vec{k}) \times \vec{B} \quad \text{mit} \quad \vec{v}(\vec{k}) = \frac{1}{\hbar} \nabla_{\vec{k}} E(\vec{k})$$

und zeigen Sie, dass die Umlauffrequenz eines Elektrons im Magnetfeld $\omega_c = eB/(m_t^*m_l^*)^{1/2}$ ist, wenn das statische Magnetfeld \vec{B} in x -Richtung zeigt (ω_c nennt man die Zyklotronfrequenz).

Aufgabe 2 (2 Punkte)

Betrachten Sie die Bewegung von Bloch-Elektronen im Magnetfeld mit der Bewegungsgleichung aus Aufgabe 2.

- Berechnen Sie die Bahn \vec{r}_{\perp} , d. h. die Projektion der Bahn im Ortsraum auf die Ebene senkrecht zu \vec{B} .
- Wie sieht die Fermi-Fläche von Edelmetallen aus (in einem Buch nachschlagen)? Diskutieren Sie mögliche elektronische (lochartige) Bahnen. Wie sieht der $\vec{k}(t)$ - und $\vec{r}_{\perp}(t)$ -Verlauf für freie Elektronen aus?

Aufgabe 3 (je 2 Punkte)

Freie Elektronen im Magnetfeld.

Ein Kaliumkristall (kubisch raumzentriert, Gitterkonstante $a=5.3 \text{ \AA}$) befindet sich in einem Magnetfeld $B=0.8 \text{ T}$.

- a) Wie viele Landau-Röhren sind bei $T = 0$ K, ohne Korrektur für die effektive Masse, besetzt?
- b) Welchen Radius haben die Extremalbahnen im Ortsraum?
- c) Wie gross muss die mittlere Stosszeit τ der Elektronen mindestens sein, damit De-Haas-van-Alphen-Oszillationen gut messbar sind?

Informationen zur Vorlesung und Übungsblätter:
<http://www.phi.kit.edu/physik5.php>