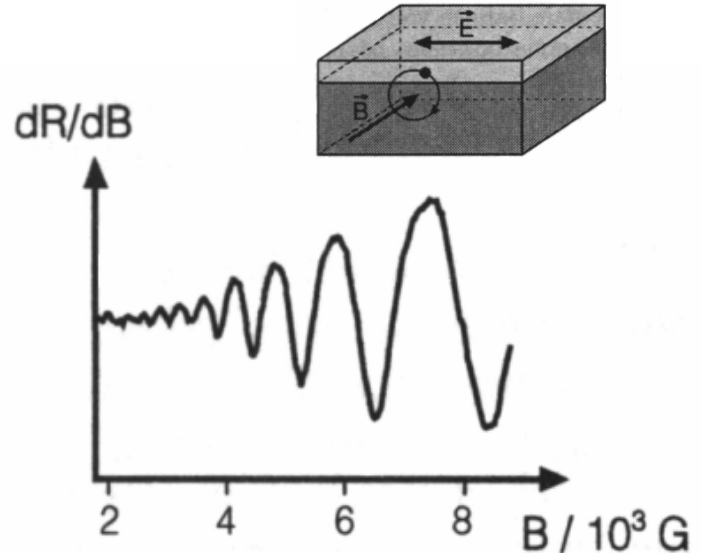


11. Übungsblatt zur Vorlesung "Einführung in die Festkörperphysik"

Aufgabe 1

Mit der nachstehend skizzierten Azbel-Kaner-Anordnung wurden von Grimes und Kip Zyklotronresonanzexperimente an hochreinem Kalium durchgeführt. Die Proben wurden dabei der Temperatur von flüssigem Helium (4.2K) und einem Mikrowellenfeld der Frequenz 66.2 GHz ausgesetzt. Variiert wurde das Magnetfeld B. Gemessen wurde der differentielle Oberflächenwiderstand dR/dB (siehe Abbildung).

Berechnen Sie aus den aufgetretenen Resonanzen bei 4.2, 4.9, 5.9 und 7.4 kG die Zyklotronmasse m_c der Leitungselektronen in Kalium.



Aufgabe 2

Die Energiebeziehung $E(\vec{k}) = (\hbar^2 / 2m) \cdot \vec{k}^2$ eines dreidimensionalen freien Elektronengases geht bei Anwesenheit eines in z-Richtung angelegten homogenen Magnetfeldes über in den Ausdruck

$$E(\ell, k_z) = \left(\ell + \frac{1}{2}\right) \cdot \hbar \omega_c + \frac{\hbar^2}{2m} k_z^2,$$

mit der Zyklotronfrequenz ω_c der Elektronen, sowie einer Quantenzahl $\ell = 0, 1, 2, \dots$ röhrenförmiger „Landau-Niveaus“. Der Zusatzterm in der Energie durch die Wechselwirkung des magnetischen Moments eines Elektrons mit dem Magnetfeld wird nicht berücksichtigt.

- a) Skizzieren Sie, wie sich das Energieschema $E(k_z)$, die Gestalt der Fermikugel, sowie die Besetzung von Zuständen in der Ebene $k_z=0$ eines freien Elektronengases ändern, wenn ein in z-Richtung weisendes Magnetfeld angelegt wird.

- b) Die obige Energiebeziehung von Elektronen im Magnetfeld $\vec{B} = B \cdot \hat{e}_z$ lässt sich formal schreiben als $E(k_\perp, k_z) = \frac{\hbar^2}{2m} (k_\perp^2 + k_z^2)$, wobei k_\perp die senkrechte Komponente des Wellenvektors zur Richtung des Magnetfeldes darstellt. Berechnen Sie diesen Wert $k_\perp(\ell)$, sowie die Größe der dazugehörigen im k-Raum umschlossenen Fläche $S_k(\ell)$.

Aufgabe 3

Gegeben sei ein idealer, undotierter, dreidimensionaler Halbleiter mit einer Bandlücke $E_g = 1.5$ eV. Berechnen Sie die Lage des chemischen Potentials und die Elektronendichte bei $T = 1000$ K. Für die effektiven Massen gelte $m_h = 1 m_0$ und $m_e = 10 m_0$.

Hinweis: Bei dieser Temperatur kann die Fermiverteilung durch die Boltzmannverteilung genähert werden.