

11. Übung (Abgabe Di. 24. Januar 2012 zu Beginn der Vorlesung oder spätestens bis 16:00 im Briefkasten im Sekretariat bei Frau Badow)

34. London-Eindringtiefe

Man berechne die London-Eindringtiefe für Zinn und Zink, unter der Annahme, dass nur ein Bruchteil von 10^{-4} Elektronen pro Atom an der Supraleitung teilnimmt.

Hinweis: Berechnen Sie zuerst die Dichte der Atome, indem Sie das Volumen der Einheitszelle ausrechnen.

(4 Punkte)

35. Eindringtiefe des Magnetfeldes in eine dünne Platte

Gegeben Sei eine sehr große Platte der Dicke δ parallel zur xy -Ebene mit Zentrum bei $z = 0$. Zeigen Sie, dass ein von außen parallel in x -Richtung an die Platte angelegtes, konstantes Magnetfeld $\vec{B} = (B_0, 0, 0)$ in der Platte folgende Abhängigkeit besitzt:

$$\vec{B}(z) = \begin{pmatrix} B_x(z) \\ 0 \\ 0 \end{pmatrix}, \text{ mit } B_x(z) = B_0 \frac{\cosh\left(\frac{z}{\Lambda_L}\right)}{\cosh\left(\frac{\delta}{2\Lambda_L}\right)}.$$

Hinweis: Benutzen Sie als Ansatz zum Lösen der London-Gleichungen eine Linearkombination von Exponential-Funktionen und beachten Sie, dass das Magnetfeld an den Grenzflächen stetig sein muss.

(4 Punkte)

36. Zweistrom-Modell

Im Zweistrommodell wird im supraleitenden Zustand ($T < T_{\text{crit}}$) die Gesamtstromdichte \vec{j} als Summe aus einem Beitrag \vec{j}_n der normal leitenden und \vec{j}_s der supraleitenden Elektronen beschrieben: $\vec{j} = \vec{j}_n + \vec{j}_s$. In einem elektrisches Feld \vec{E} gilt dann $\vec{j}_n = \sigma_0 \vec{E}$, wobei σ_0 die gewöhnliche Leitfähigkeit bezogen auf die Dichte der normal leitenden Elektronen ist. Für \vec{j}_s gelten hingegen die London-Gleichungen.

Zeigen Sie mit Hilfe der Maxwell-Gleichungen, dass im Rahmen dieses Modells die (implizite) Dispersionsrelation $\omega(k)$ für eine ebene harmonische Welle im Supraleiter gegeben ist durch

$$k^2 c^2 = \omega^2 + i \omega \frac{\sigma_0}{\epsilon_0} - \frac{c^2}{\Lambda_L^2},$$

wobei c die Lichtgeschwindigkeit und Λ_L die London-Eindringtiefe ist. Vernachlässigen Sie im Supraleiter Abschirmeffekte durch Dipolladungen (d.h. setzen Sie die Dielektrizitätskonstante $\epsilon = 1$); der Supraleiter sei zudem ungeladen (d.h. Ladungsdichte $\rho = 0$).

Hinweis: Unter den oben gemachten Voraussetzungen gilt $\vec{\nabla} \times \vec{\nabla} \times \vec{E} = -\Delta \vec{E} = -\vec{\nabla}^2 \vec{E}$ und $\vec{\nabla} \times \vec{\nabla} \times \vec{B} = -\Delta \vec{B} = -\vec{\nabla}^2 \vec{B}$.

(4 Punkte)

Zusatzaufgabe Klausurvorbereitung: Magnetismus (0 Punkte)

- (a) Gd hat die Elektronenkonfiguration $[\text{Xe}]4f^7 5d^1 6s^2$. Wie lautet der Grundzustand von Gd^{3+} (in Russel-Saunders-Kopplung)? (2 P)
- (b) Erläutern Sie *kurz* das Modell, welches zur Herleitung des Pauli-Paramagnetismus benutzt wird. (2 P)
- (c) Wie lauten für $B_0 = 0$ die Formeln für den Grundzustand im Heisenberg-Ferromagneten und für seine angeregten Eigenzustände? Wie kann man beide anschaulich erklären? (2 P)