

**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: Siehe Online-Übungsblatt mit Hinweisen.*

(4 Punkte)

**35. Eindringtiefe des Magnetfeldes in eine dünne Platte**

Gegeben Sei eine sehr große Platte der Dicke  $\delta$  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: Siehe Online-Übungsblatt mit Hinweisen.*

(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  $\sigma_0$  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  $\Lambda_L$  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: Siehe Online-Übungsblatt mit Hinweisen.*

(4 Punkte)

**Zusatzaufgabe Klausurvorbereitung: Magnetismus (0 Punkte)**

- Gd hat die Elektronenkonfiguration  $[\text{Xe}]4f^7 5d^1 6s^2$ . Wie lautet der Grundzustand von  $\text{Gd}^{3+}$  (in Russel-Saunders-Kopplung)? (2 P)
- Erläutern Sie *kurz* das Modell, welches zur Herleitung des Pauli-Paramagnetismus benutzt wird. (2 P)
- 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)