

## Übungsblatt 2

### London Gleichungen

#### Themen für Kurzvorträge

- a) London-Gleichungen und makroskopische Wellenfunktion (GM 13.3.1 und 13.3.2)
- b) Die Ginzburg-Landau Gleichungen (GM 13.3.3)

#### 1. Wiederholungs-Aufgaben

- a) Was ist die Londonsche Eindringtiefe und von welchen Größen hängt sie ab?
- b) Wie lauten die London Gleichungen und mit welchen Effekten eines Supraleiters kann man sie assoziieren?
- c) Welche Gleichungen erhalten wir wenn wir einen Supraleiter als eine makroskopische Wellenfunktion auffassen? Wie ist hier  $|\psi_s(r, t)|^2$  zu interpretieren?
- d) Was ist die Ginzburg-Landau Kohärenzlänge und wovon hängt sie ab?
- e) Was passiert, wenn  $\xi_{GL}$  größer als  $\lambda_L$  ist? Was wenn kleiner?
- f) Was ist ein Flussgitter und wie entsteht es?

#### 2. Das Eindringen eines Magnetfeldes in eine dünne supraleitende Platte

Zeigen Sie, dass das Magnetfeld  $b_z(x)$  im Inneren einer in der yz-Ebene unendlich ausgedehnten Supraleitenden Platte der Dicke  $d$  mit  $(-d/2 \leq x \leq d/2)$  ein Profil der Form

$$b_z(x) = B_0 \frac{\cosh(x/\lambda_L)}{\cosh(d/2\lambda_L)}$$

aufweist. Hierbei ist  $B_0 = b_z(x = \pm d/2)$  das von außen parallel zur Platte angelegte Feld und  $\lambda_L$  die Londonsche Eindringtiefe. Wie dick muss eine Schicht Aluminium sein, damit das von Außen angelegte Feld in der Mitte auf 1% abgefallen ist?

Zum Vergleich: In Supraleitenden Qubits werden Aluminium-Schichten mit Dicken um die 100nm verwendet.

#### 3. London-Gleichungen, makroskopische Wellenfunktion und Flussgitter

In der Vorlesung haben wir die Strom-Phasen-Beziehung sowie Energie-Phasen-Beziehung für Supraleiter kennengelernt. Hieraus lassen sich ebenfalls die London-Gleichungen ableiten, was wir in dieser Übungsaufgabe diskutieren wollen.

- a) Wir fangen an mit der Strom-Phasen-Beziehung. Was müssen Sie hierauf anwenden um die 2. London-Gleichung zu erhalten?
- b) Auf ähnliche Art und Weise können Sie aus der Strom-Phasen-Beziehung und der Energie-Phasen-Beziehung, sowie den Maxwell-Gleichung die 1. London-Gleichung herleiten.

- c) Ebenfalls lässt sich durch aus den Beziehungen die Fluxoid-Quantisierung herleiten. Bilden Sie dazu das Ringintegral.
- d) Benutzen Sie die Fluxoid-Quantisierung und die 1. London-Gleichung um zu zeigen, dass der quantisierte Fluss im Inneren eines Supraleiters auch nach Abschalten des Magnetfeldes im Inneren gefangen bleibt.