

Übungen zur Theorie der Kondensierten Materie WS 13/14

Prof. Dr. G. Schön
Dr. M. MarthalerBlatt 11
Besprechung, 03.02.14

1. Streuung im Supraleiter

(20 Punkte)

Wir betrachten die Streuung von Elektronen an einem Störpotenzial. Die Streuung wird beschrieben durch den Hamilton-Operator,

$$H_{\pm} = \sum_{\mathbf{k}, \mathbf{k}', \sigma} B_{\mathbf{k}', \mathbf{k}} (c_{\mathbf{k}'\sigma}^{\dagger} c_{\mathbf{k}\sigma} \pm c_{-\mathbf{k}-\sigma}^{\dagger} c_{-\mathbf{k}'-\sigma}) \quad (1)$$

Hierbei gibt es zwei Möglichkeiten wie die Elektronen streuen können. H_{+} steht für die Streuung an Deformationen des Gitterpotentials. Streuexperimente mit Ultraschall können z.B. ein solchen Streuterm erzeugen. H_{-} steht für Streuung an einem elektromagnetischen Feld.

- (a) (7 Punkte) Wir nehmen nun an, dass das Material im supraleitenden Zustand ist. Berechnen sie das Übergangsmatrixelement für die Streuung eines Quasiteilchens mit Wellenvektor \mathbf{k} zum Wellenvektor \mathbf{k}' . Wie unterscheiden sich die Matrixelemente, von H_{+} und H_{-} ?
- (b) (5 Punkte) Wie unterscheiden sich die beiden Matrixelemente für Energien $E_{\mathbf{k}}$ und $E_{\mathbf{k}'}$ die nahe an der Energielücke Δ liegen?
- (c) (3 Punkte) Diskutieren sie, warum das Verhältnis der Streurrate im normalleitenden Zustand α_n und der Streurrate im supraleitende Zustand α_s gegeben ist durch,

$$\frac{\alpha_s}{\alpha_n} = \frac{1}{\hbar\omega} \int_{-\infty}^{\infty} dE |M(E, E + \hbar\omega)|^2 N_s(E) N_s(E + \hbar\omega) [f(E) - f(E + \hbar\omega)] \quad (2)$$

Hierbei nehmen wir an das Streuung von der Energie $E_{\mathbf{k}} = E$ zur Energie $E_{\mathbf{k}'} = E + \hbar\omega$ stattfindet, $M(E_{\mathbf{k}}, E_{\mathbf{k}'})$ ist das Matrixelement das in Aufgabenteil a) ausgerechnet wurde und die Zustandsdichte ist gegeben durch,

$$N_s(E) = \begin{cases} \frac{E}{\sqrt{E^2 - \Delta^2}} & (|E| > \Delta) \\ 0 & (|E| < \Delta) \end{cases} \quad (3)$$

- (d) (5 Punkte) Berechnen sie α_s/α_n explizit im Grenzfall $\hbar\omega \rightarrow 0$ für Streuung an Deformationen des Gitterpotentials (H_{+}).