

Raum PHY D 301

Beginn: 8 Uhr

Dauer: 4 h

Betreuer: PD. Dr. S. Sahling, Raum D 212, Tel.: 34881, sahling@physik.tu-dresden.de

PD Dr. M. Dörr, Raum D 208, Tel.: 35036, doerr@physik.tu-dresden.de

Supraleitung (SU)

1. Aufgabenstellung

Das Experiment beinhaltet die Untersuchung der diamagnetischen Eigenschaften von Hochtemperatursupraleitern als Funktion der Temperatur. Speziell sollen folgende Teilaufgaben realisiert werden:

- 1.1 Kennenlernen von ac-Messverfahren in resonanten Schwingkreisen.
- 1.2 Messung der magnetischen Suszeptibilität der Hochtemperatursupraleiter $\text{YBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_7$ und $\text{Bi}_2\text{CaSr}_2\text{Cu}_2\text{O}_8$ im Temperaturbereich zwischen 80 K und 140 K über Induktivitätsmessung einer Kupferspule, in die die supraleitende Probe als Kernmaterial eingebracht wurde.
- 1.3 Berechnung der magnetischen Suszeptibilität der Supraleiter aus der gemessenen Induktivität.
- 1.4 Überprüfung der Verwendbarkeit des Ohmschen Anteils der Kupferspule als Temperatursensor.

2. Experiment

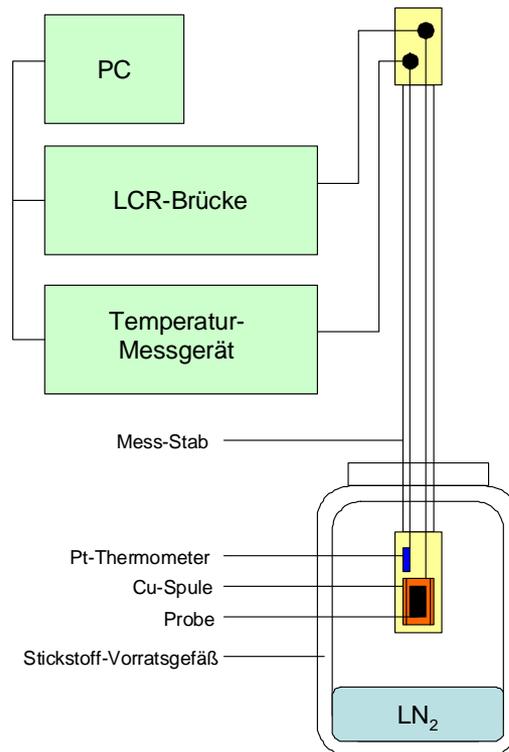
Messung der Suszeptibilität von Hochtemperatursupraleitern

Im Hohlraum eines Messing-Zylinders mit einem Platinthermometer befindet sich eine Cu-Spule, deren Induktivität durch eine automatisch abgleichende Messbrücke als Funktion der Temperatur gemessen werden kann. Aus den gemessenen Induktivitäten der Spule mit und ohne Supraleiter kann die Suszeptibilität berechnet werden. Leiten Sie die Formel zur Berechnung der Suszeptibilität für den Fall her, dass die Probe den gesamten Querschnitt der Spule bzw. diesen nur teilweise ausfüllt (Probe und Spule können als unendlich lang betrachtet werden). Die Abhängigkeit von der Temperatur wird dynamisch gemessen. Der Messzylinder wird in ein halb mit flüssigem Stickstoff gefüllten Gefäß getaucht und anschließend in der Gasphase direkt oberhalb des flüssigen Stickstoffspiegels positioniert. Während die Temperatur langsam nach oben driftet, kann gleichzeitig der Widerstand des Platinthermometers und die Induktivität sowie der Leitwert der Messspule aufgenommen werden.

Teilaufgaben

- Bestimmung der geometrischen Maße der Proben (bei der Berechnung der Suszeptibilität muss berücksichtigt werden, dass die Probe nicht den gesamten Querschnitt der Spule ausfüllt)
- Kalibrierung eines Platinthermometers durch zwei Fixpunkte (Raumtemperatur und Siedetemperatur des flüssigen Stickstoffs)
- Messung der Induktivität einer Cu-Spule im Temperaturbereich 80 K – 150 K ohne und mit dem jeweiligen Hochtemperatursupraleiter
- Überprüfen Sie, ob der elektrische Widerstand der Cu-Spule als Thermometer geeignet ist (Empfindlichkeit, Reproduzierbarkeit);

Versuchsaufbau



3. Auswertung

- Bestimmung der Fitfunktion des Platin- bzw. Cu-Thermometers
- Grafische Darstellung der gemessenen Induktivitäten als Funktion der Temperatur
- Grafische Darstellung der berechneten Suszeptibilität als Funktion der Temperatur
- Bestimmung der Übergangstemperatur und Breite des Übergangs
- Diskussion der Ergebnisse (u.a. Vergleich mit Literaturwerten)

4. Fragen und Aufgaben zur Vorbereitung

- Was sind die wichtigsten elektrischen, magnetischen und thermischen Eigenschaften der Supraleiter? Was ist der Meißner-Ochsenfeld-Effekt?
- Wie hängt die elektrische Leitfähigkeit von a) Metallen, b) Halbleitern, c) Supraleitern und d) magnetischen Metallen von der Temperatur ab?
- Wodurch unterscheiden sich Supraleiter erster und zweiter Art?
- Was sind die wichtigsten Annahmen der BCS-Theorie?
- Wann und für welche Arbeiten auf dem Gebiet der Supraleitung gab es Nobelpreise?
- Wo und warum werden in Forschung, Technik und Industrie Supraleiter eingesetzt?

5. Literatur

W. Buckel: „Supraleitung“, ab 4. Auflage (1990)

Einleitung

Kapitel 1: Einige Grundtatsachen

Kapitel 2: Der supraleitende Zustand

Kapitel 3.1: Der Isotopeneffekt

Kapitel 4: Thermodynamik und thermische Eigenschaften des supraleitenden Zustandes

Kapitel 5: Supraleiter im Magnetfeld

Kapitel 9: Anwendung der Supraleitung

N.W. Ashcroft / N.D. Mermin: „Festkörperphysik“, Kapitel 34: „Supraleitung“ S. 925 - 964