

Supraleitung

Beschreibung

Metalle bringen dem elektrischen Strom mit sinkender Temperatur immer geringeren Widerstand entgegen (geringere Störung des Elektronenimpulses durch Schwingungen des Atomrumpfgitters). Für bestimmte Metalle und Legierungen springt nun der Widerstand bei einer bestimmten charakteristischen Temperatur T_c nahe dem absoluten Temperaturnullpunkt auf einen nicht mehr zu messenden Wert, der Stoff wird zu einem Supraleiter.

Dieser Effekt wurde erstmals 1911 vom Holländer HEIKE KAMERLINGH ONNES (1853 - 1926, Nobelpreis 1913) beim Quecksilber ($T_c = 4,2$ K) beobachtet.

Ein weiteres Phänomen wurde in den sechziger Jahren entdeckt: Legierungen und intermetallische Verbindungen (meist auf der Basis von Niob) wiesen unterhalb von T_c auch ein überaus starkes kritisches Magnetfeld von ca. 20 Tesla auf. (Zum Vergleich: Die stärksten Magnetspulen mit Eisenkern erreichen etwa 2 T).

Erklärung

Bis heute gibt es keine endgültige, allseits anerkannte Theorie, die dieses Phänomen erklärt. Am besten eignet sich noch die sog. BCS-Theorie (nach JOHN BARDEEN, LEON COOPER und JOHN SCHRIEFFER, Nobelpreis 1972): Voraussetzung für Supraleitung ist, dass sich elektrische Ladungsträger in einem Kristallgitter bewegen können, ohne mit den Atomrümpfen des Gitters zusammenzustossen. Dazu formieren sich immer zwei Elektronen mit entgegengesetztem Spin zu einem sog. COOPER-Paar. Diese COOPER-Paare können unterhalb T_c kollisionsfrei Energie durch das Kristallgitter transportieren.

Entwicklung

Ausgehend von den Metallen Hg (4,2 K), Pb (7,2 K), Nb (8,9 K) gelangte man über die erwähnten Niobverbindungen bis 1974 zu einem T_c -Wert von 23,2 K (Nb_2Se).

Am 27. Januar 1986 fanden KARL ALEX MÜLLER und GEORG BEDNORZ vom IBM-Forschungslabor in Rüschlikon/ZH eine oxidische supraleitende Verbindung der Zusammensetzung $(La,Ba)_2CuO_4$ mit $T_c = 30$ K. Diese sog. „Zürcher Oxide“ bestehen aus schichtartigen Kupferoxiden, in die Lanthan- oder Barium-Atome als Ladungsträger eingebracht werden. Für den ersten "Hochtemperatur-Supraleiter" wurde MÜLLER und BEDNORZ 1987 der Nobelpreis für Physik verliehen.

1987 wurde die Verbindung $YBa_2Cu_3O_7$ mit $T_c = 92$ K bekannt: Erstmals war die „Traumgrenze“ von 77 K (bp von N_2) überschritten. Im Dezember 1993 meldete eine Forschergruppe aus Grenoble eine Verbindung (Hg-Ba-Ca-Cu-O) mit $T_c = 280$ K.

Anwendungen

- Elektrische Energieübertragung
- Erzeugung starker Magnetfelder (Plasmaexperimente bei der Kernfusion, Kernspintomographen in der Medizin, NMR)

MEISSNER-OCHSENFELD-Effekt

Ein Supraleiter erzeugt, wie erwähnt, starke Magnetfelder, indem er ein ihn durchziehendes Magnetfeld nach aussen drängt (Diamagnetismus). Er ist deshalb in der Lage, einen Magneten über sich in der Schwebe zu halten. Dieses Experiment dient dem sichtbaren Beweis der Supraleitung.