

9.9.3 Supraleitung, Widerstand von Cu, rostfreiem Stahl, NbSn

1 Motivation

Der Widerstand dreier Leiter aus Kupfer, Edelstahl und einer Niob-Zinn-Legierung wird bei Zimmertemperatur, in flüssigem Stickstoff und in flüssigem Helium bestimmt. Bei $T = 4\text{ K}$ verschwindet der Widerstand der Nb-Sn-Legierung.

2 Experiment

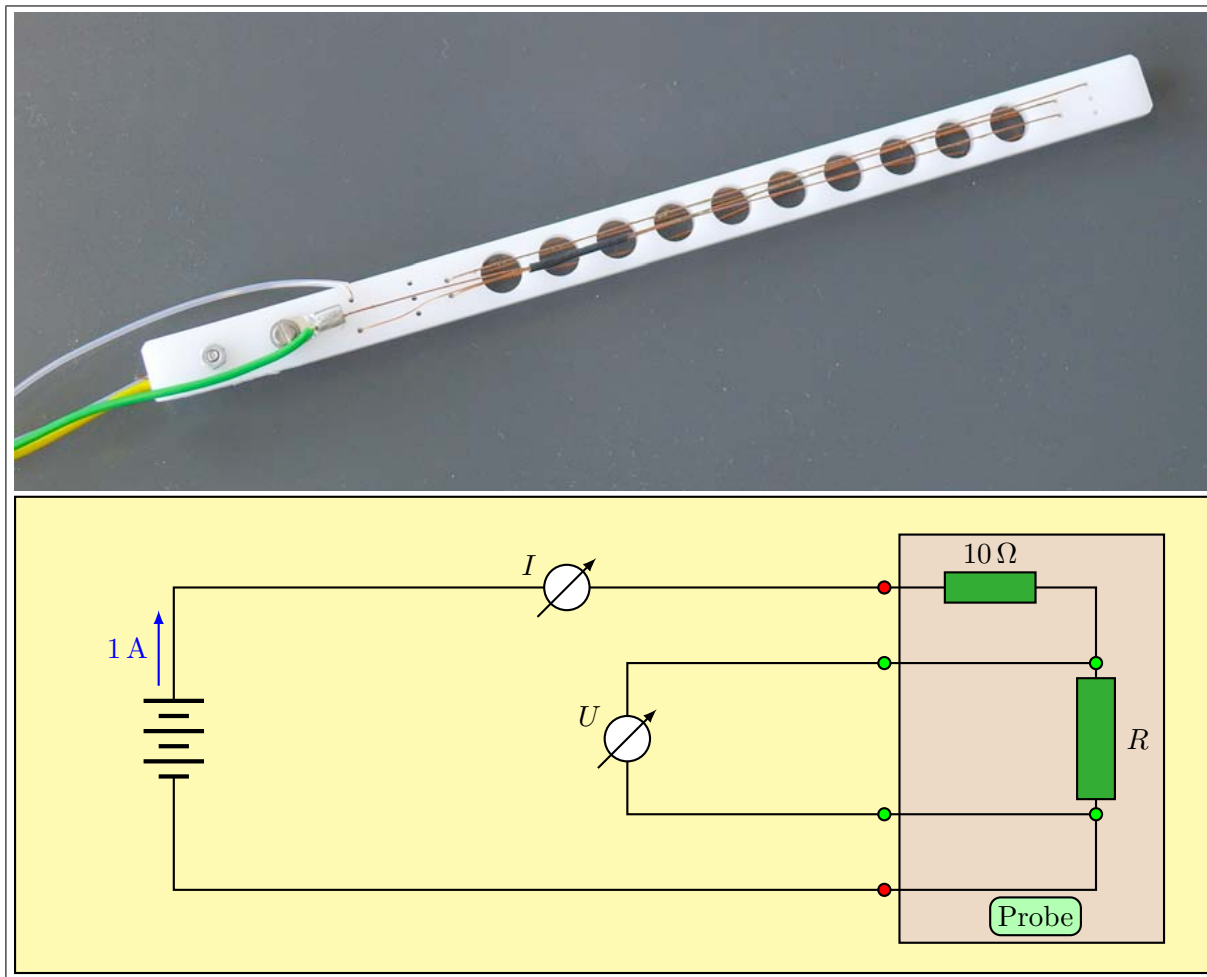


Abbildung 1: Leiterprobe und zugehörige Schaltung

Abb. 1 zeigt die Leiterprobe und die zugehörige Schaltung. Der Widerstand R der Probe wird wie folgt ermittelt:

Durch die Metalle Kupfer, Edelstahl und NbSn fließt jeweils der konstante Strom $I = 1\text{ A}$. Man misst die Spannung U über dem Widerstand R als Funktion der Temperatur T .

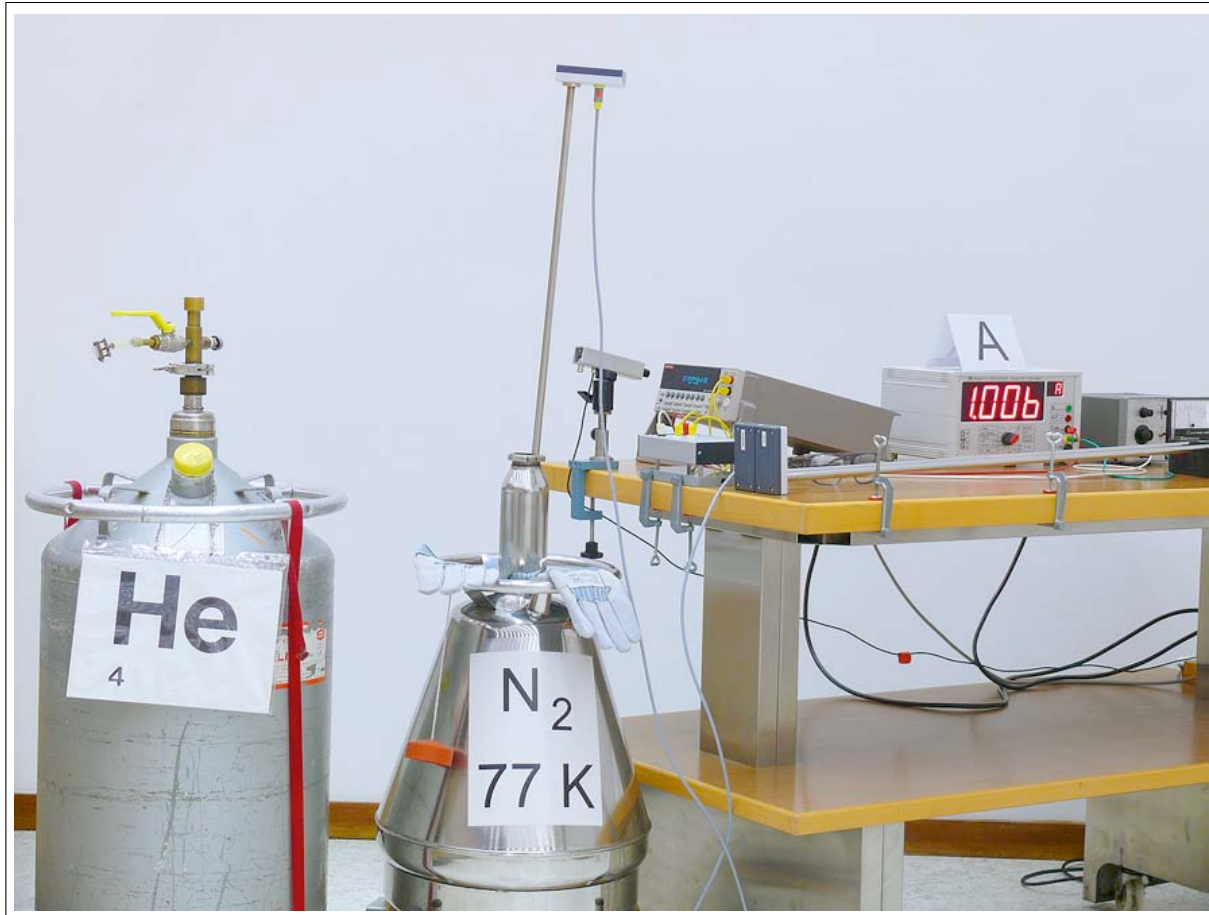


Abbildung 2: Experimenteller Aufbau zur Supraleitung

Die Proben sind so bemessen, dass bei Raumtemperatur ($T \approx 300\text{ K}$) die Spannung jeweils $U = 500\text{ mV}$ beträgt, was einem Widerstand $R = 500\text{ m}\Omega$ entspricht.

Die Spannung U wird nun bei 77 K und $4,2\text{ K}$ gemessen, indem man die Proben in die mit flüssigem Stickstoff bzw. Helium gefüllten Dewargefäße eintaucht (siehe Abb. 1). Die Ergebnisse sind in Tabelle 1 wiedergegeben.

Tabelle 1: Gemessene Spannung U_i bei drei verschiedenen Temperaturen T

T/K	300	77	4,2
U_{Cu}/mV	500	58	5
U_{St}/mV	500	408	380
$U_{\text{NbSn}}/\text{mV}$	500	74	0

Beim Eintauchen der NbSn-Legierung in flüssiges Helium fällt die Spannung bis auf eine Restspannung $U \approx 5\text{ }\mu\text{V}$ ab, die als Thermospannung auch nach Abschalten des Stroms bestehen bleibt. Für Temperaturen unterhalb der Sprungtemperatur $T_c > 4,2\text{ K}$ ist die NbSn-Legierung

supraleitend, also ein stromleitendes System mit unmessbar kleinem Widerstand.

3 Theorie

Supraleiter sind Materialien, deren spezifischer elektrischer Widerstand ρ beim Unterschreiten der Sprungtemperatur T_C auf Null abfällt. Einmal erzeugte Ströme fließen jahrelang ohne Abschwächung. Da

$$\boxed{\mathbf{E} = \rho \mathbf{j}} \quad (1)$$

gilt, verschwindet das elektrische Feld $\mathbf{E}$ im Supraleiter. Der Strom im Supraleiter wird meist induktiv erzeugt: Man schaltet ein Magnetfeld ab, in dem sich der Supraleiter befand.