

# Základní experimenty se supravodiči

L. Homolová<sup>1</sup>, M. Jiruš<sup>2</sup>, P. Surý<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Gymnázium Václava Hlavatého Louny, <sup>2</sup> Gymnázium Šternberk,

<sup>3</sup> Purkyňovo gymnázium Strážnice

<sup>1</sup> LenkaHom@seznam.cz, <sup>2</sup> hawk.skater@seznam.cz,

<sup>3</sup> midius@centrum.cz

## Abstrakt

Cílem tohoto měření bylo zjistit přechodové teploty supravodičů YBaCuO a BSCCO, teplotní závislost měrného odporu a ověřit Meissnerův jev, tedy vytlačování magnetického pole ze supravodiče. Během měření jsme dosáhli velmi uspokojivých výsledků a prohloubily se nám znalosti.

## 1 Úvod

Holandský fyzik H. Kamerlingh-Onnes objevil supravodivost roku 1911. Podařilo se mu zkapalnit helium a díky tomu došlo k zchlazení pevných látek na teplotu 4,2 K za normálního tlaku. Tím se otevřela cesta k využívání nízkých teplot ve fyzice. V dnešní době jsou nejvyšší přechodové teploty supravodičů až 254 K (jako mrazák). Často používaný supravodič je YBaCuO s přechodovou teplotou 94-100 K.

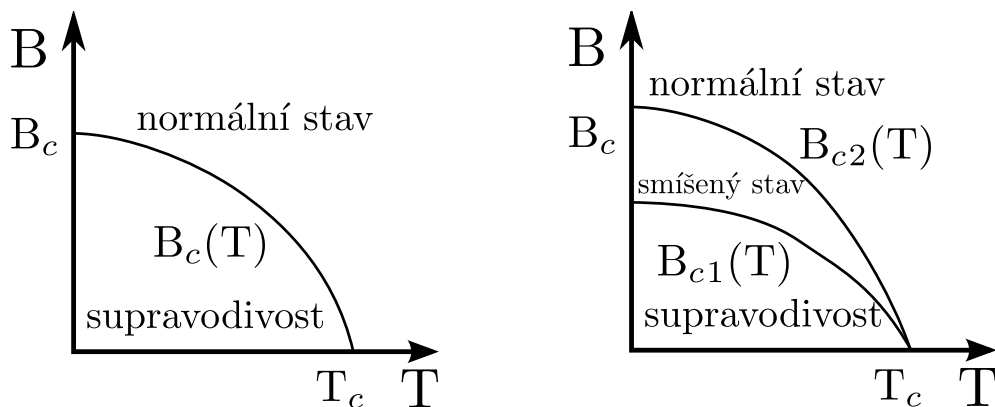
## 2 Teorie

Zavedeme základní pojmy:

- Kritická teplota ( $T_C$ ) - po překročení této hodnoty supravodič přechází do normálního stavu.
- Kritické magnetické pole ( $B_C$ ) - po překročení této hodnoty supravodič přechází opět do normálního stavu.
- Kritická proudová hustota ( $J_C$ ) - je proud na jednotku plochy průřezu supravodiče.

Existují 3 typy supravodičů:

- Supravodiče I. typu (čisté vzorky olova, rtuti, cínu, ...)
- Supravodiče II. typu (NbTi, Nb<sub>3</sub>Ge, ...)
- Supravodiče vysokoteplotní (YBaCuO, BSCCO, ...)



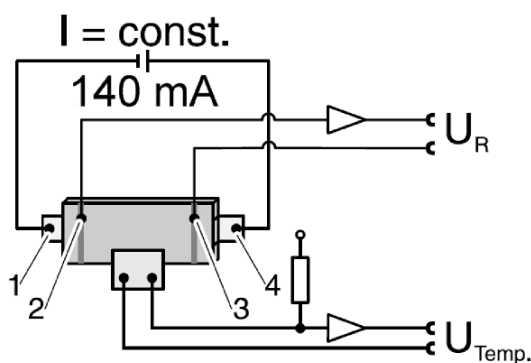
Obrázek 1: Závislost kritického magnetického pole  $B_C$  na termodynamické teplotě  $T_C$

Jako supravodič je obvykle označována látka, která po ochlazení na určitou teplotu (kritická teplota  $T_C$ ) má schopnost vést elektrický proud bez ztráty energie. To znamená, že látka nevykazuje žádný elektrický odpor. Uvnitř, v normálním případě, je elektrický proud způsoben putováním valenčních elektronů v krystalické mřížce. Při dosažení supravodivosti se už elektrony nepohybují chaoticky, ale uspořádaně (koherentně). Teorie je dosti složitá a vysvětluje se pomocí Cooperových párů.

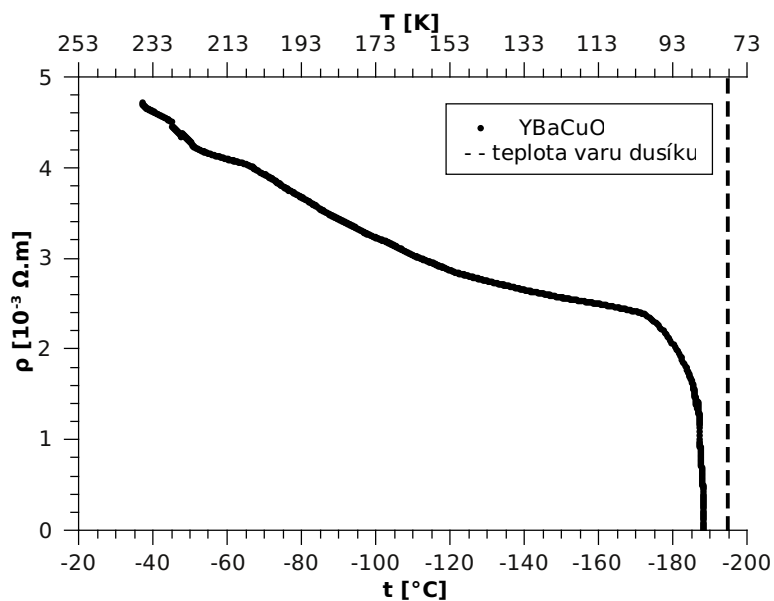
### 3 Popis experimentů

Pokus se zakládal na měření závislosti napětí na teplotě supravodičů. Z toho jsme posléze vypočítali závislost rezistivity na teplotě. Pokus probíhal se supravodiči YBaCuO a BSCCO.

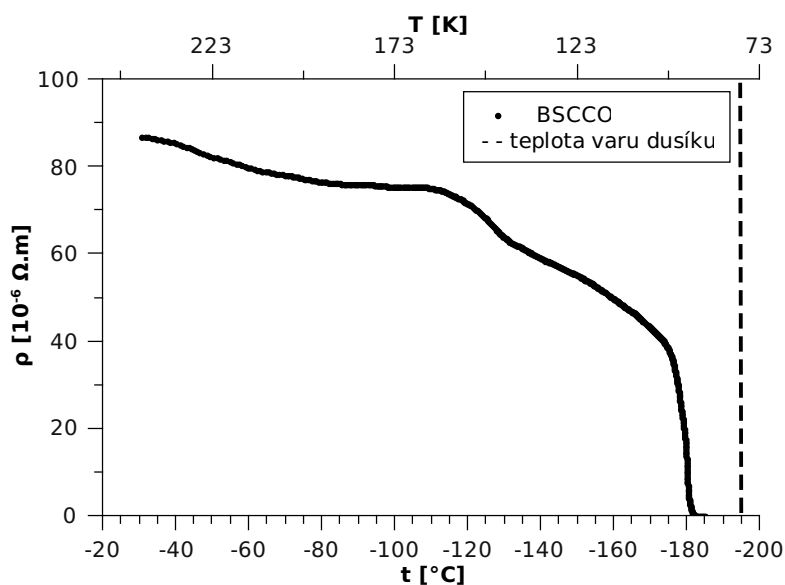
Sestavili jsme soustavu podle schématu (Obr. 2). K supravodiči jsme připojili termistor, který byl připojen do zesilovače. Ten nám přepočítal odpor termistoru přímo na teplotu. Supravodič jsme vložili do hliníkového obalu a vsunuli do misky z izolačního materiálu a ochladili tekutým dusíkem. Teplotu jsme měřili termistorem a po celou dobu jsme snímali data do počítače. V závěru jsme data zpracovali do grafů.



Obrázek 2: Schéma zapojení soustavy pro měření



Obrázek 3: Graf závislosti rezistivity na teplotě u supravodiče YBaCuO



Obrázek 4: Graf závislosti rezistivity na teplotě u supravodiče BSCCO

## 4 Výsledky

Grafy (Obr. 3,4) znázorňují závislost rezistivity na teplotě. Se snižující se teplotou klesá i rezistivita. U supravodiče YBaCuO v polovině výšky poklesu byla teplota 86 K a úplné supravodivosti jsme dosáhli při teplotě 84 K. U supravodiče BSCCO v polovině výšky poklesu byla teplota 93 K a úplné supravodivosti jsme dosáhli při teplotě 90 K. Tabulková hodnota kritické teploty YBaCuO je 93 K a BSCCO je 108 K.

## 5 Diskuse

Pokud srovnáme tabulkové hodnoty kritické teploty a námi naměřenými výsledky je jasné, že se odlišují o 10 a více kelvinů. K odchýlkám mohlo dojít z důvodu špatného tepelného propojení termistoru a supravodiče. Navíc se nám nepodařilo supravodič ochladit na teplotu kapalného dusíku, protože jsme nenechali dostatečně dlouho vyrovnat teploty. Další chyba mohla nastat s nedostatečnými rozlišovacími schopnostmi použitých přístrojů a neuskutečněnou kalibrací termistoru.

## Shrnutí

Supravodivost se nám opravdu podařilo potvrdit. Jak pomocí pokusu měření napětí a určením rezistivity, tak také levitací magnetu nad supravodičem a ověřením Meissnerova jevu. I když je to již téměř 100 let od objevu, je zde stále mnoho nezodpovězených otázek a tento okruh bádání poskytuje ještě mnoho příležitostí se prosadit a objevit nové skutečnosti.

## Poděkování

Děkujeme FJFI za pořádání TV 2010 a za velmi zajímavé přednášky, exkurze a projekty. Také chceme moc poděkovat našemu supervizorovi Michalu Odstrčilovi za odborný dohled a výklad k tématu.

## Literatura

- [1] J. Pinkas, J. Löbl, H. Řehulková: Příprava YBaCuO supravodiče
- [2] S. M. Arora, V. H. Desai, K. B. Sundaram: Departments of Mechanical and Aerospace Engineering and Electrical Engineering
- [3] [http://en.wikipedia.org/wiki/Yttrium\\_barium\\_copper\\_oxide](http://en.wikipedia.org/wiki/Yttrium_barium_copper_oxide)