Základní pokusy se supravodiči

Autoři (P.Majer[1],J.Mrázek[2],J.Pavela[3],O.Dvořák[4],Z.Bambušek[5])
Školy ([1,2]Gymnázium Na Zatlance,
[3]Gymnázium Františka Palackého Valašské Meziříčí,
[4]SPŠ Havířov,[5]Gymnázium Dr. Josefa Pekaře Mladá Boleslav)
Emaily ([1]pajamajer@seznam.cz,[2]pepa.mrazek@seznam.cz,[3]pavelaj@seznam.cz,
[4]ondra.dvo@seznam.cz,[5]zbambusek@seznam.cz)

Abstrakt

Tento miniprojekt jsme si vybrali z důvodu našeho zájmu o toto ne příliš známé téma. Naše očekávání bylo naplněno, znalosti o supravodivosti se rozšířily, zejména díky experimentu a odbornému výkladu.

1 Úvod

Samotná supravodivost byla objevena již roku 1908 Holanďanem Heikem Onnesem. Toho roku se mu podařilo zkapalnit helium, zchlazením na 4,2 K. Tím se otevřela cesta k výzkumu ve fyzice nízkých teplot. Dále zkoumal další prvky a jejich vlastnosti při snižování teploty. U rtuti objevil náhlý pokles odporu na nulu. Tomuto jevu se začlo říkat supravodivost. O vysvětlení supravodivosti se pokoušely i takové kapacity ve fyzikálním oboru jako třeba W.Heisenberg nebo A.Einstein. Částečné vysvětlení přišlo až s BSC teorií.

Za supravodivost bylo uděleno mnoho Nobelových cen:

- 1913 - H.K. Onnes - objevení supravodivosti
- 1972 - J.Bardeen, L.Cooper, J.R.Schreiffer - BSC teorie
- 1987 - K. A. Müller a J. G. Bednorz - 1. vysokoteplotní supravodič
- 1996 - D.M.Lee, D.D.Osheroff, R.C.Richardson - Objev supratekutosti ^3He
- 2003 - A.A.Abrikosov - předpověď vortexů

2 Teorie

Supravodiče jsou obecně látky, jejichž odpor je vyšší než odpor některých kovů. Rozdíl je v tom, že pokud se dostanou pod kritickou (velmi malou) teplotu svůj odpor téměř okamžitě ztrácí. Tento jev je dán uspořádáním částic. Se snižující se teplotou dochází k přeměně ve seskupení elektronů. Ty (ani jiné částice) se již nepohybují chaoticky, ale uspořádaně (koherentně). To způsobuje, že již nemohou narážet ani do sebe navzájem, ani

do krystalické mřížky, a proto prochází vodičem bez odporu. Pokud bychom tedy vzali takový vodič, uzavřeli ho do prstence a pustili do něho proud, za 10 let bychom přišli a proud by v něm stále běhal. Tento jev je natolik komplikovaný, že ani po zhruba 100 letech bádání se nepodařilo objevit teorii, uplatnitelnou na všechny supravodiče. Pokud bychom takovou nalezli, Nobelova cena by přišla s jistotou.[1]

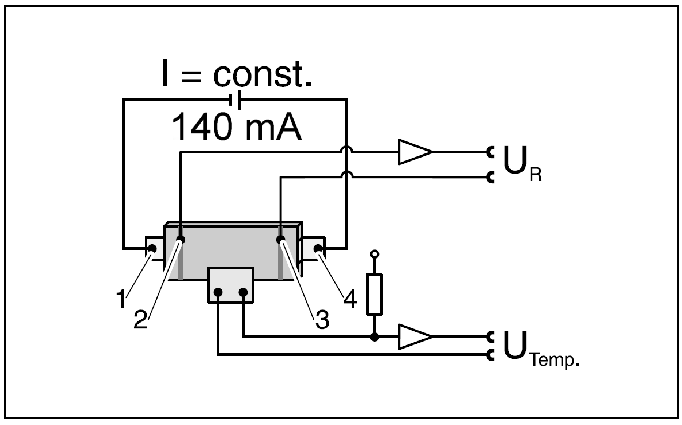
2.1 Příčiny supravodivosti

Je všeobecně známo, že supravodiče při velmi nízkých teplotách nevykazují elektrický odpor. To proto, že všechny elektrony se nacházejí v témž stavu. Teče-li běžným vodičem elektrický proud, jsou elektrony náhodně vyráženy v rovnoměrném toku a postupně tak narušují celkovou hybnost. V případě supravodičů je však velmi těžké přinutit jeden elektron, aby dělal něco jiného než ostatní, neboť se všechny nacházejí ve stejném stavu.

3 Popis experimentu

Náš pokus spočíval v měření závislosti napětí (odporu) supravodiče na teplotě. A následném zjištění závislosti rezistivity na teplotě. Postupně jsme zapojili dva keramické HTS supravodiče - YBaCuO a BSCCO.

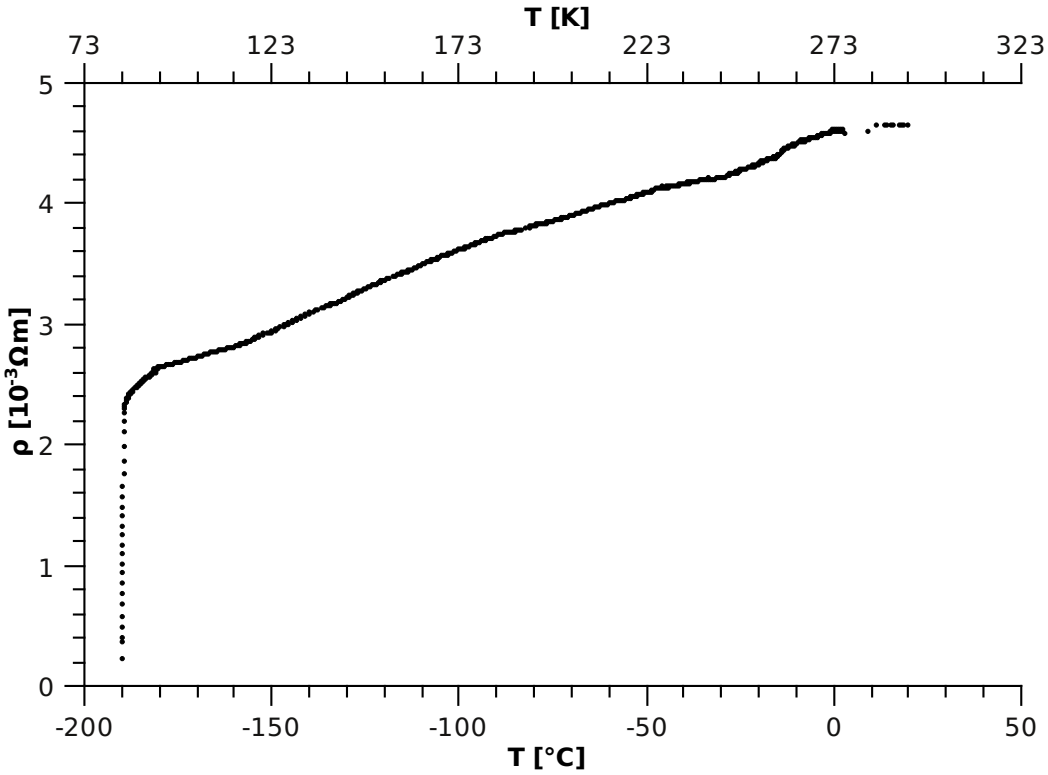
Zapojení je na obrázku (1). Nejdříve jsme k supravodiči připevnili termistor s multimetrem, dále proudový zdroj a další multimetr (pro měření napětí). Supravodič jsme vložili do nádoby chlazené tekutým dusíkem na cca 20 minut. Teplotu jsme určovali termistorem a odpor počítali z rozdílů napětí. Po celou dobu chlazení jsme snímali a ukládali data do počítače.Na závěr jsme zpracovaná data zanesli do grafů. Celý experiment jsme opakovali s oběma supravodiči.



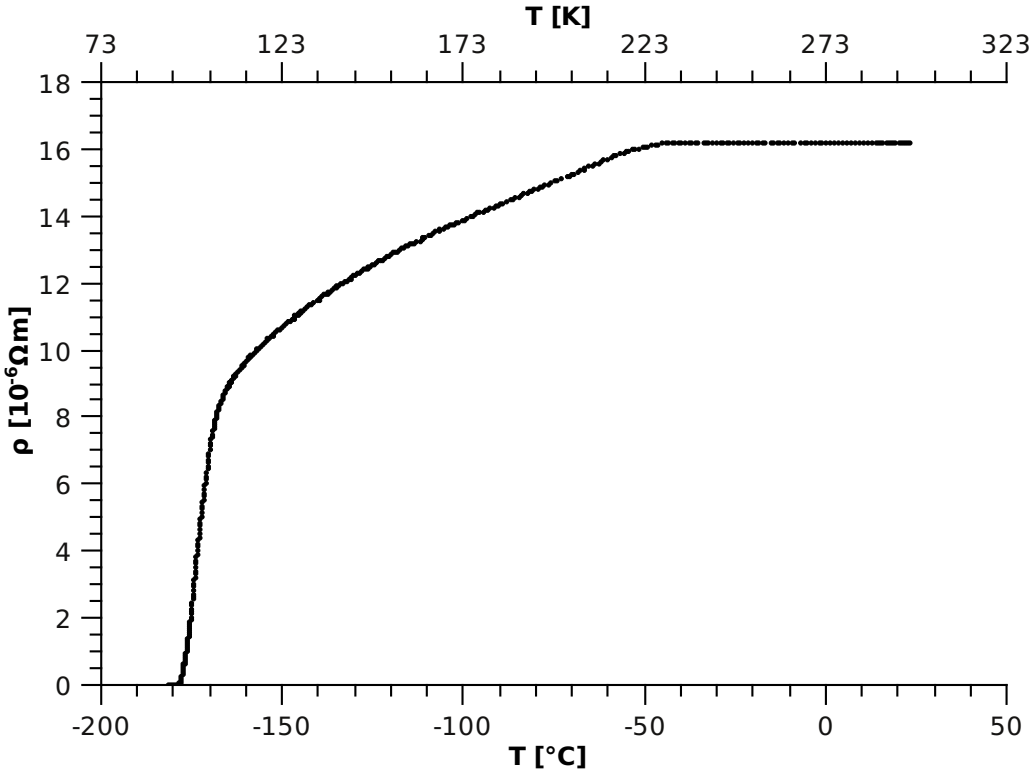
Obrázek 1: Schéma zapojení experimentu

4 Výsledky

Na obrázcích (2) a (3) jsou grafy závislostí rezistivity na teplotě. Rezistivita klesala se snižující se teplotou. Při kritické teplotě (asi při -180 stupních Celsia) rezistivita prudce klesla na nulovou hodnotu.



Obrázek 2: Graf závislosti rezistivity na teplotě u supravodiče YBaCuO



Obrázek 3: Graf závislosti rezistivity na teplotě u supravodiče BSCCO

5 Diskuse

Měření supravodiče BSCCO proběhlo bez problémů, ale dosáhli jsme kritické teploty při 94 K, místo uváděných 108 K. U YBaCuO jsme se dostali velmi blízko T_C, kdežto v druhém grafu (2), je vidět, že jsme jí úplně nedosáhli. Kritická teplota u YBaCuO vyšla 83 K a měla být 93 K.

V případě BSCCO byla chyba způsobena špatně zkalibrovaným měřičem. U měření YBaCuO jsme již kalibraci provedli, takže teplota je určená přesně. Přesto se supravodivosti nedosáhlo, způsobeno pravděpodobně navlhnutím supravodiče. Pravděpodobně by šlo dosáhnout supravodivosti, protože dusíkem šel supravodič ochladit ještě o dalších 6°C.

6 Shrnutí

Úspěšně se nám podařilo potvrdit supravodivost, jak pomocí měření napětí a určením rezistivity, tak levitací magnetu nad supravodičem a dokázáním Meissnerova jevu. Jelikož supravodivost stále zůstává nepříliš jasně vysvětleným jevem, bude v této oblasti možnost dalších objevů. My jsme se zaměřili jen na zlomek z tohoto problému.

Poděkování

Děkujeme FJFI za pořádání FT09 a umožnění zajímavých pokusů a exkurzí. Dále děkujeme našemu supervizorovi Tomáši Odstrčilovi za odborný dohled a výklad k tématu (Pochopitelně nemohl být všude, že!).

Literatura

[1] R.P.Feynman - Feynmanovy přednášky z fyziky s řešenými příklady 3/3

[2] Wikipedia - Supravodiče http://cs.wikipedia.org/wiki/Supravodi%C4%8De [16-6-2009]

[3] SUPRAVODIVOST A LEVITACE - http://www.fzu.cz/texty/brana/supravodivost2/index.php [16-6-2009]