

Supravodljivi prijelaz u nanostrukturama od zlata s mrežom tankog filma niobija

ANTONIO CEROVIĆ

MENTOR: IZV. PROF. DR. SC. EMIL TAFRA

Pregled

- Uvod
 - Supravodljivost
 - BCS teorija supravodljivosti
 - Efekt blizine
- Eksperimentalni postav
 - Uzorak
 - Uređaj za hlađenje
- Rezultati
 - Otpor o ovisnosti o temperaturi
 - Strujno-naponska karakteristika
 - Usporedba s uzorkom bez niobija
 - Prethodno mjereni uzorci
- Zaključak

Supravodljivost

- Svojstvo materijala da vodi struju bez električnog otpora
- Supravodič izbacuje magnetsko polje iz sebe

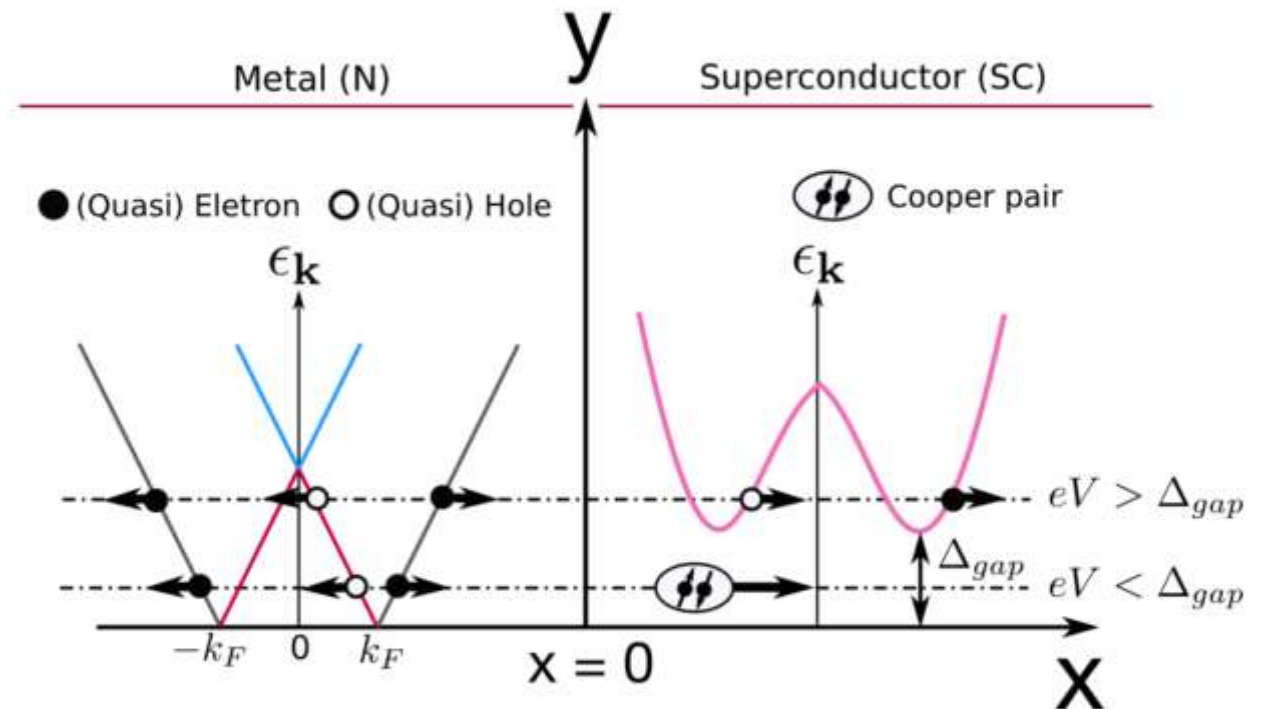
- Postoje dvije vrste supravodiča
 - Konvencionalni (niskotemperaturni) – opisuje ih BCS teorija
 - Visokotemperaturni

BCS teorija supravodljivosti

- Mikroskopska teorija niskotemperaturnih supravodiča
- Vezanje elektrona u Cooperove parove uzrokovano je elektron-fonon međudjelovanjem
- Cooperovi parovi tvore Bose-Einsteinov kondenzat koji čini osnovno stanje supravodiča
- Pobuđenja osnovnog stanja (Bogoljubljeve čestice) odgovorna su za vođenje struje

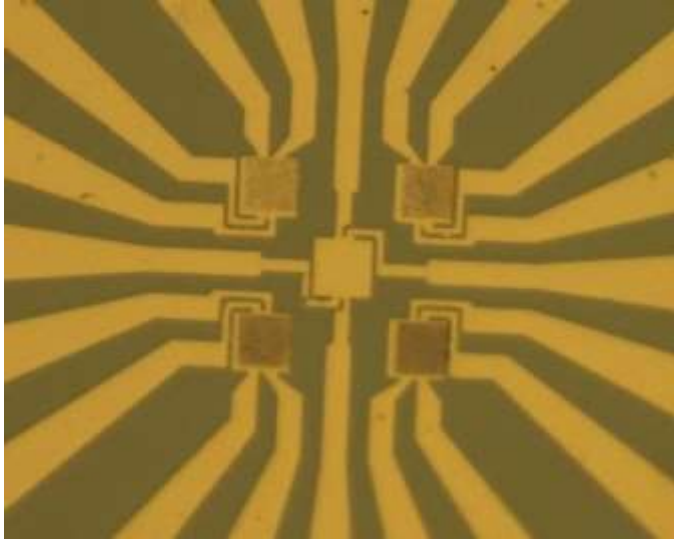
Efekt blizine

- Mogući procesi
 - Obična refleksija
 - Andreeva refleksija
- Posljedice Andreeve refleksije
 - inducirana supravodljivost u običnom metalu
 - smanjena supravodljivost u supravodiču

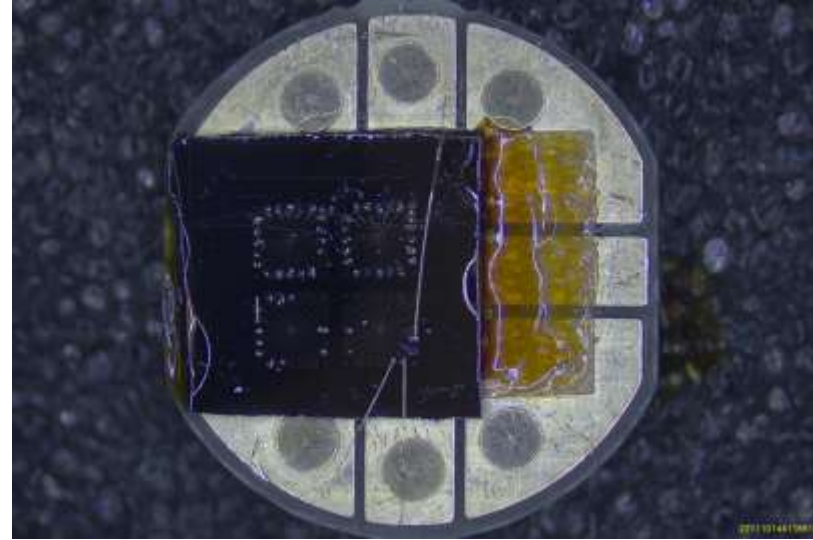


Uzorak

- Mreža tankog filma niobija na zlatu
- Popunjenost niobijem 50%

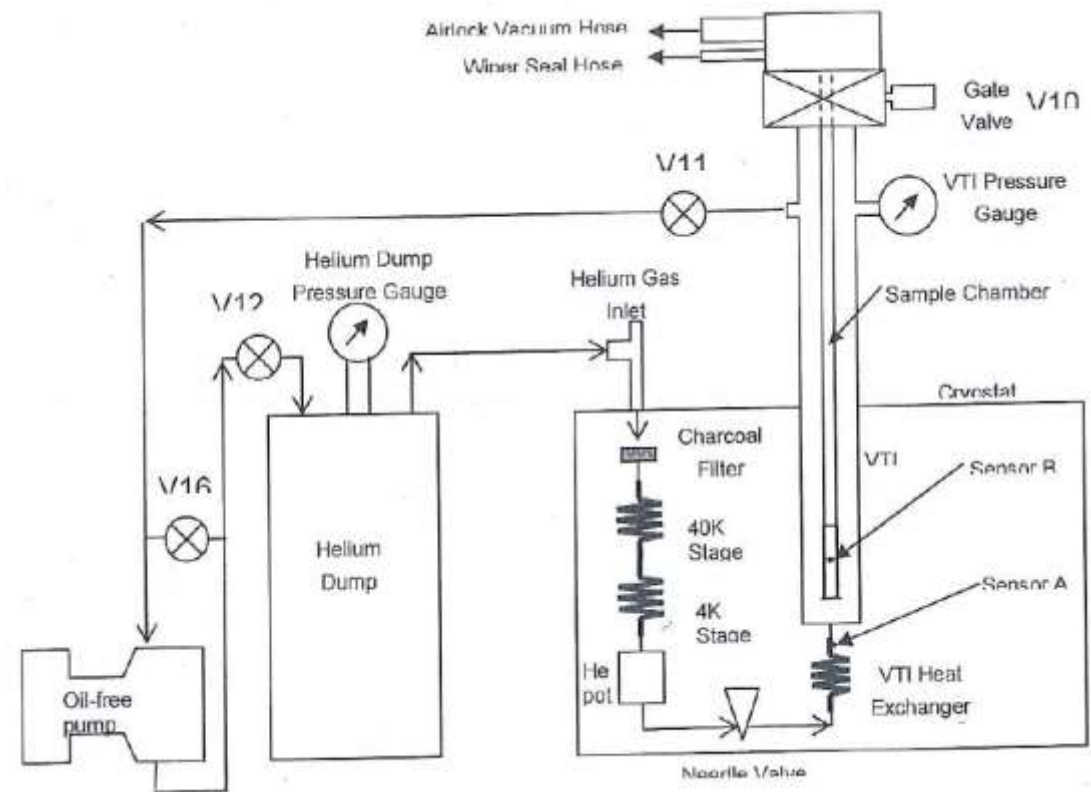


- Uzorak spojen na adaptersku pločicu



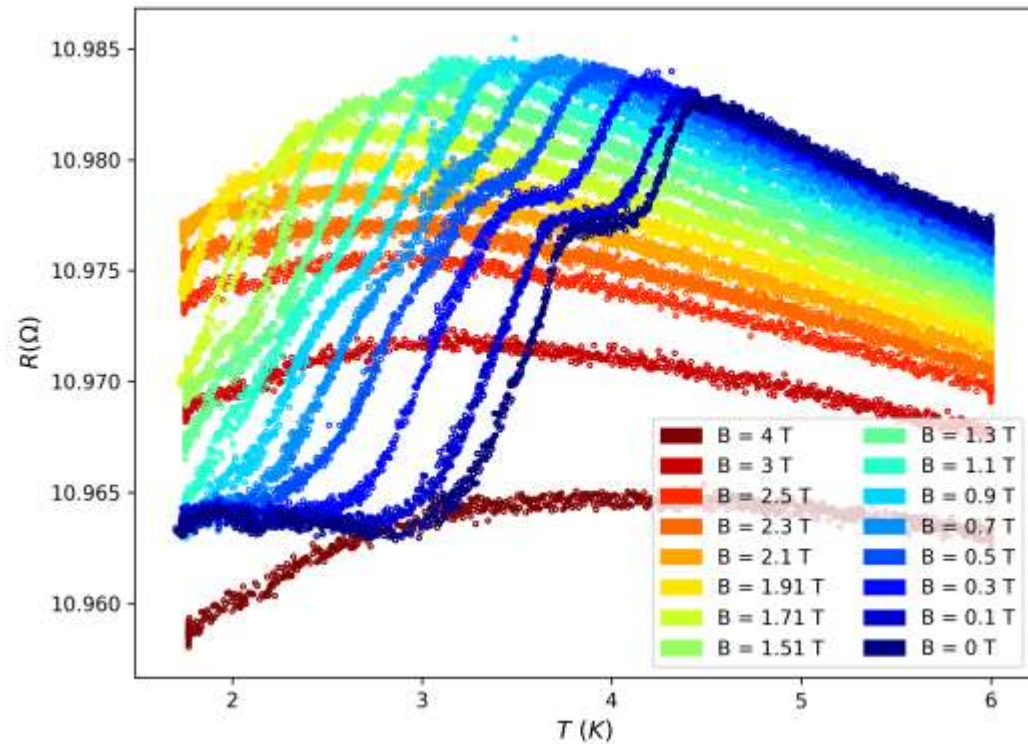
Uređaj za hlađenje

- Pročišćavanje helija ugljenim filtrom
- Dva stupnja hlađenja helija
- Na drugom stupnju se također hladi supravodljivi magnet
- Grijač helija kojim se određuje krajnja željena temperatura



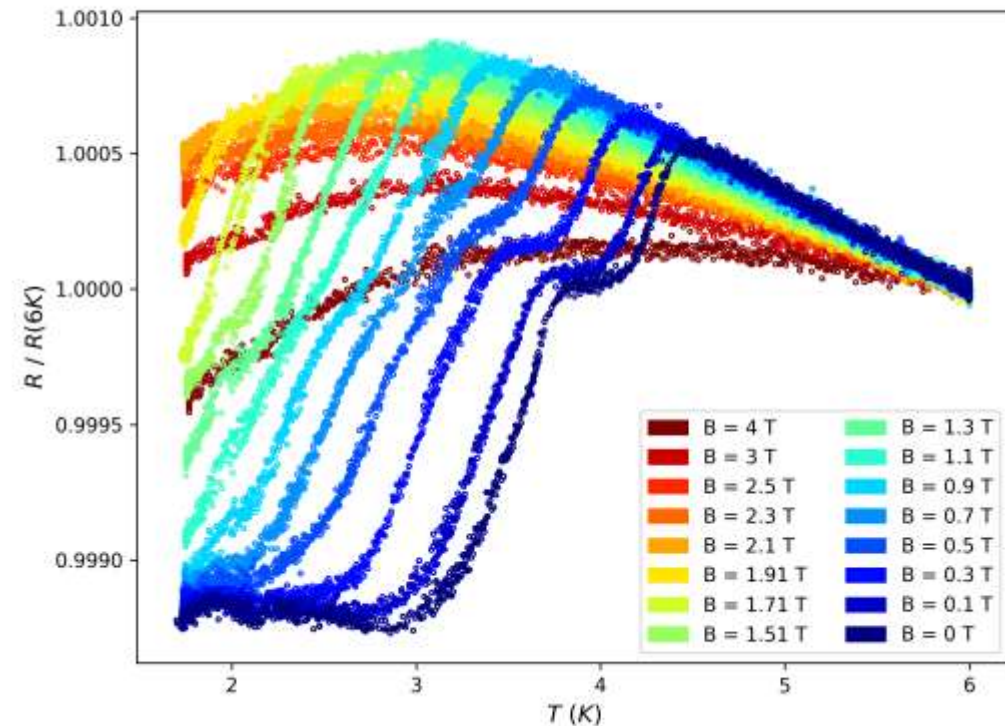
Otpor u ovisnosti o temperaturi

- Minimalna inducirana supravodljivost
- Kritična temperatura se smanjuje povećanjem magnetskog polja
- Za polja jača od oko 2T nema jasnog prijalaza



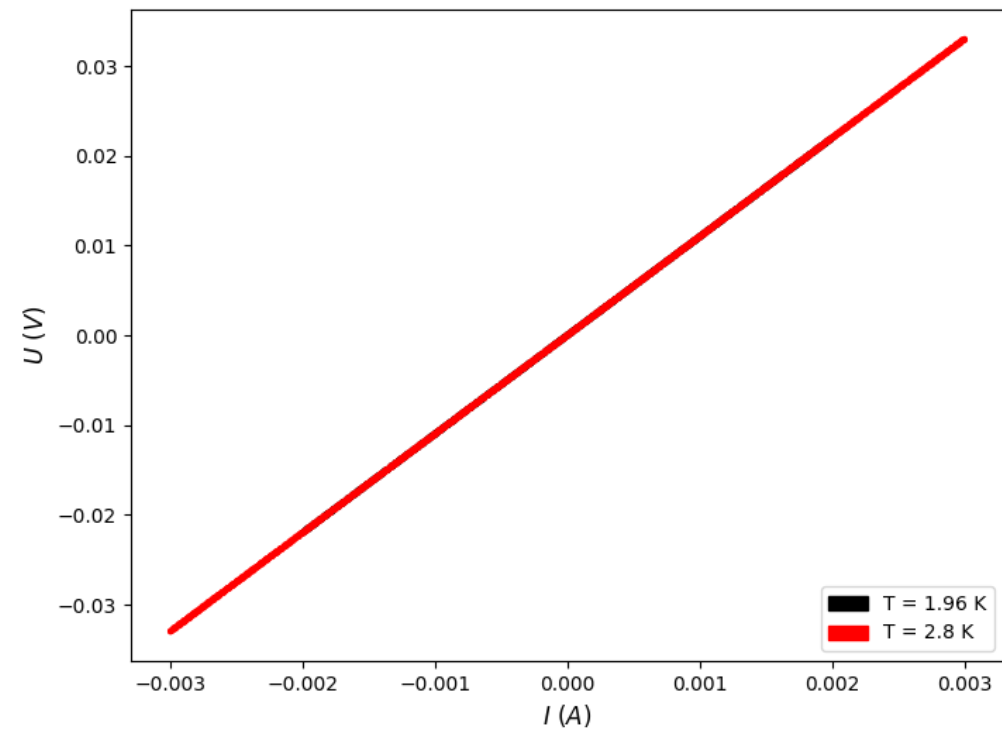
Otpor u ovisnosti o temperaturi

- Bolji prikaz za kasniju usporedbu s ostalim uzorcima
- Razlog ovako malog pada otpora može biti loš kontakt, odnosno prisutnost prljavštine između niobija i zlata



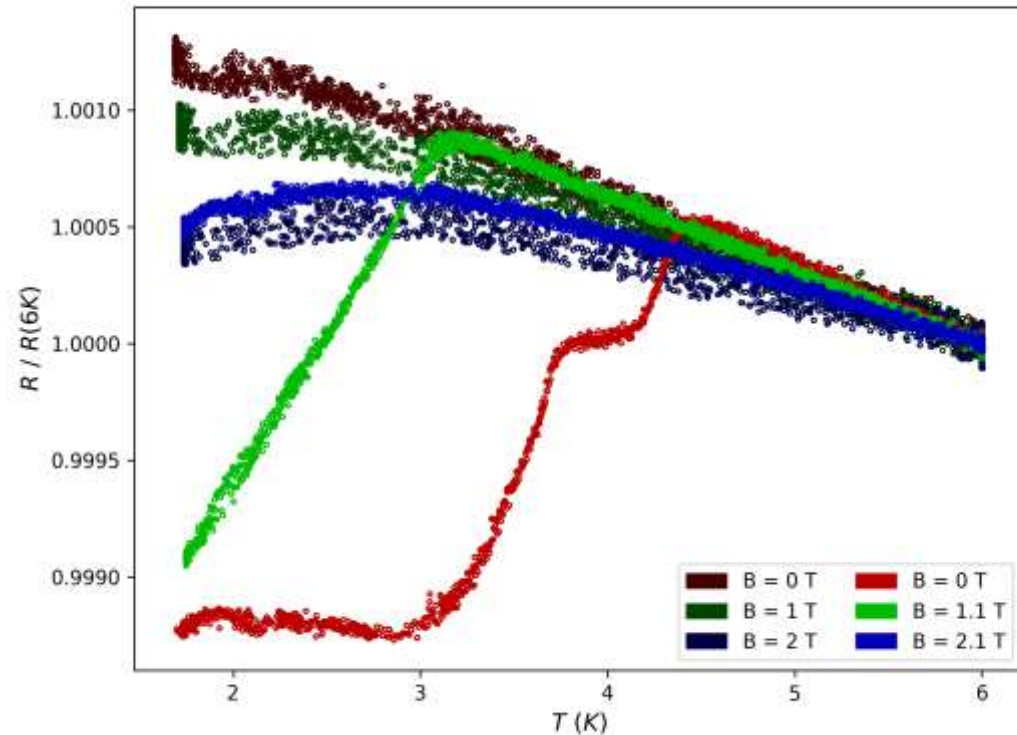
Strujno-naponska karakteristika

- Supravodič – nelinearna I-V karakteristika
- Obični vodič - linearna I-V karakteristika
- Minimalna inducirana supravodljivost -> linearna I-V karakteristika



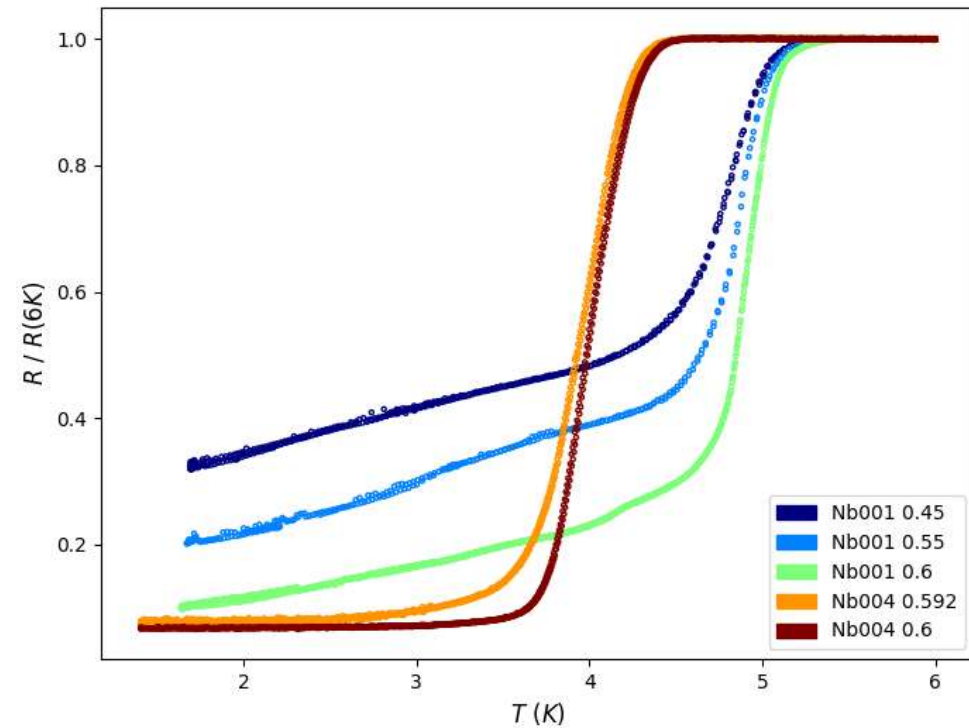
Usporedba s uzorkom bez niobija

- Uzorak sa niobijem -> ima supravodljivog prijelaza
- Uzorak bez niobija -> nema supravodljivog prijelaza
- Nestanak supravodljivog prijelaza za magnetska polja jača od oko 2T



Prethodno mjereni uzorci

- Puno veće smanjenje otpora u odnosu na prethodni uzorak
- Otpor nikad ne padne na 0 zbog serijski spojenih zlatnih izvoda



Zaključak

- U proučavanom uzorku se dogodio mali inducirani supravodljivi prijelaz u zlatu
- Krična temperatura prijalaza se smanjuje povećanjem magnetskog polja
- Mogući razlog malog pada otpora je loš kontakt između niobija i zlata, odnosno nakupljanje prljavštine između niobija i zlata za vrijeme proizvodnje uzorka

Literatura

- [1] T. M. Klapwijk, Proximity effect from an andreev perspective, *Journal of Superconductivity* 17, 593 (2004).
- [2] Y.-Y. Chang, C.-Y. Mou, and C.-H. Chung, Andreev reflection in two-dimensional relativistic materials with realistic tunneling transparency in normalmetal/superconductor junctions, *Phys. Rev. B* 96, 054514 (2017).
- [3] M. A. Tanatar, D. Torsello, K. R. Joshi, S. Ghimire, C. J. Kopas, J. Marshall, J. Y. Mutus, G. Ghigo, M. Zarea, J. A. Sauls, and R. Prozorov, Anisotropic superconductivity of niobium based on its response to nonmagnetic disorder, *Physical Review B* 106, 10.1103/physrevb.106.224511 (2022).
- [4] Cryogen-Free Magnet System User Manual, Cryogenic Limited, London, UK (2016).
- [5] G. E. Blonder, M. Tinkham, and T. M. Klapwijk, Transition from metallic to tunneling regimes in superconducting microconstrictions: Excess current, charge imbalance, and supercurrent conversion, *Phys. Rev. B* 25, 4515 (1982).
- [6] N. Marković, C. Christiansen, and A. M. Goldman, Thickness–magnetic field phase diagram at the superconductor-insulator transition in 2d, *Phys. Rev. Lett.* 81, 5217 (1998).