
PRIOPCENJE– EMBARGO NA OBJAVU DO 5. 2. 2019. do 11.30 sati

KONTAKT: Izv. prof. dr. sc. Neven Barišić,
Fizički odsjek Prirodoslovno-matematičkog fakulteta, Sveučilište u Zagrebu,
E: nbarisic@phy.hr, T: +385 98 91 97 159

Supravodiči: otpor je uzaludan!

Najnoviji rezultati istraživanja prof. Nevena Barišića i tima doveli su znanstvenike nekoliko koraka bliže svetom gralu supravodljivosti!

ZAGREB, 5. 2. 2019. - Na konferenciji za medije održanoj danas na Prirodoslovno-matematičkom fakultetu (PMF) Sveučilišta u Zagrebu prof. dr. sc. Neven Barišić, prof. dr. sc. Miroslav Požek i dr. sc. Petar Popčević predstavili su najnovije rezultate istraživanja koji bitno utječu na dosadašnja shvaćanja visokotemperaturne supravodljivosti. Radi se o problemu koji već više od 30 godina intenzivno zaokuplja pozornost znanstvene zajednice.

Ekperimentalna istraživanja koja su znanstvenici zagrebačkog PMF-a Neven Barišić, Damjan Pelc i Miroslav Požek, u suradnji s kolegom Petrom Popčevićem s Instituta za fiziku, provodili zajedno s ostalim kolegama iz Hrvatske, kao i s kolegama s Tehničkog sveučilišta u Beču i Sveučilišta u Minnesoti, pokazala su kako u visokotemperaturnim supravodičima na bazi kuprata postoje dva suštinski drukčija tipa naboja, predloživši kako supravodljivost suptilno ovisi o njihovu omjeru i međudjelovanju.

Riječ je o važnim rezultatima, objavljenima u vodećim svjetskim znanstvenim časopisima s vrlo visokim čimbenikom odjeka. Posebice, najnoviji rezultati sumirani su u četiri znanstvena rada koja su upravo objavljena u časopisima *Nature Communications* i *Nature Partner Journal - Quantum Materials* te dva u časopisu *Science Advances*.

Fenomen supravodljivosti

U našem svakodnevnom životu svaki standardni kabel, svaka žica, svaki elektronički uređaj ima određeni električni otpor, koji dovodi do neželjene potrošnje električne energije. Supravodljivost, s druge strane, davno je otkriven fizikalni fenomen pri kojemu na vrlo niskim temperaturama (bliskim apsolutnoj nuli, $\approx -273,1^\circ\text{C}$) kod materijala koji vodi električnu struju dolazi do potpunog nestanka otpora.

Pronalazak materijala koji se ponašaju kao supravodiči pri sobnoj temperaturi doveo bi do pravog znanstveno-tehnološkog proboja i primjena koje nije moguće trenutačno u potpunosti ni sagledati. Stoga, pronalazak i razumijevanje materijala koji bi vodili struju bez otpora na sobnim temperaturama predstavlja svojevrstan „sveti gral“ istraživanja u području fizike čvrstog stanja. No i unatoč poteškoćama i tehnološkoj kompleksnosti, zbog svojih fascinantnih elektroničkih svojstava, supravodljivi su materijali već danas našli svoje tehnološke niše. Možemo ih naći u primjeni od levitirajućih superbrzih vlakova do inovativnih tehnologija u medicini (magnetska rezonancija), što je sve samo vrh ledene sante od golemog tehnološkog potencijala koji stoji iza fenomena visokotemperaturne supravodljivosti.

Potraga za svetim gralom fizike čvrstoga stanja

Postoje li danas visokotemperaturni supravodiči (HTSC-s)? Odgovor je: da. To su materijali keramičke prirode na bazi spojeva bakrenih oksida (skraćeno: kuprata). Oni u supravodljivo stanje prelaze na temperaturama koje se razmjerno financijski jeftino i lako postižu pomoću tekućeg dušika. Međutim, iako visoka i tehnološki lako ostvarljiva, temperaturna granica tekućeg dušika te kompleksnost kuprata razlozi su zašto je supravodljivost i dalje daleko od svakodnevne primjene u elektroničkim uređajima koji nas okružuju.

Visokotemperaturni supravodiči na bazi kuprata otkriveni su prije tridesetak godina, ali znanstvenici ni danas nemaju odgovor na mehanizam visokotemperaturne supravodljivosti, pa zbog toga niti znaju kako unaprijediti postojeće materijale niti znaju u kojem smjeru krenuti dalje u potrazi za novim, boljim materijalima. Srž problema je u kompleksnosti kuprata u kojemu se isprepliću na vrlo kompliciran način mnogi kvantni učinci. Zbog toga trenutačno nije jasno koji su od njih od presudne važnosti za supravodljivost. Stoga i danas znanstvenici diljem svijeta nastavljaju napetu potragu za boljim razumijevanjem mehanizma visokotemperaturne supravodljivosti u materijalima na bazi kuprata, kako bi se na osnovi tih spoznaja onda moglo razviti materijale s višom temperaturom supravodljivog prijelaza koji bi bili dostupni u svakodnevnoj primjeni.

Širi hrvatski tim, prof. Neven Barišić, prof. Miroslav Požek, docent Damjan Pelc, dr. sc. Petar Popčević, dr. sc. Marija Vučković, docent Mihael S. Grbić i dr. sc. Kristijan Velebit zajedno sa suradnicima u međunarodnoj znanstvenoj zajednici već niz godina provode intenzivna istraživanja na materijalima na bazi kuprata. Navedeni tim znanstvenika došao je do izvanrednih rezultata i novih spoznaja, koje bi mogle duboko promijeniti način na koji razmišljamo i istražujemo ove složene materijale i općenito fenomen visokotemperaturne supravodljivosti.

„Fenomen visokotemperaturne supravodljivosti znanstvenici istražuju desetljećima, ali još uvijek nitko nije razotkrio njihovu tajnu u potpunosti“ - kaže prof. Barišić. „Mnogo je materijala koji pokazuju karakteristike supravodljivosti na temperaturama blizu apsolutne nule za koje znamo što se događa. No pravi je izazov razumjeti supravodljivost u kupratima, gdje se ona pojavljuje na mnogo višim temperaturama. Mislim kako smo zahvaljujući našim istraživanjima tom cilju bitno bliži te kako korak po korak nalazimo put prema supravodičima na sobnoj temperaturi, svojevrsnom 'svetom gralu' fizike čvrstog stanja“ - objašnjava prof. Barišić.

U novoobjavljenim radovima naših sugovornika predloženo je kako u kupratima postoje dva fundamentalno različita ponašanja naboja koja su presudna za razumijevanje elektronskih osobina tih materijala. Dio nositelja naboja je lokaliziran, dok se istovremeno drugi dio nositelja naboja slobodno kreće kroz materijal. Po ovoj interpretaciji, o omjeru pokretnih nositelja naboja i onih lokaliziranih, ostvaruje se osjetljiv međuodnos koji određuju supravodljivu temperaturu.

Nepokretni naboji služe kao ljepilo

„Postoji međudjelovanje pokretnih i nepokretnih nositelja naboja koji upravljaju u visokotemperaturnim supravodljivim svojstvima sustava. Pri tome nepokretni naboji djeluju kao 'ljepilo' koje vezuje pokretne nositelji naboja u Cooperove parove, koji su temelj za razumijevanje klasičnih supravodiča. Jednom upareni nositelji naboja mogu postati supravodljivi i materijal može prenijeti struju bez otpora“ - objašnjava dr. sc. Popčević.

To znači da za dobivanje supravodljivosti mora postojati fina ravnoteža pokretnih i nepokretnih nositelja naboja. Ako ima premalo lokaliziranih nositelja naboja, onda nema dovoljno 'ljepila' za uparivanje pokretnih nositelja naboja. Ako je, s druge strane, premalo pokretnih nositelja naboja, onda nema dovoljno pokretnih naboja koji bi se kondenzirali u supravodljivo stanje. U oba slučaja, nestankom jednog od sustava nositelja naboja, nestaje i supravodljivost. S druge strane, pri optimalnom omjeru supravodljivost postaje robusna te ostvaruje svoju najvišu temperaturu. „Naš je izazov bio dokazati da se omjer pokretnih i nepokretnih naboja mijenja postupno kao funkcija temperature ili dopinga, uz uvijek isto karakteristično vrijeme raspršenja za pokretne nositelje naboja“ - objašnjava prof. Požek.

„Izvodili smo mnogo različitih eksperimenata s kupratima, prikupljajući velike količine podataka. I konačno, sada imamo eksperimentalnu sveobuhvatnu studiju, iz koje smo izveli konceptualnu jasniju

fenomenološku sliku supravodljivosti u kupratima“ - kaže prof. Barišić, dobitnik prestižne nagrade Europskog istraživačkog vijeća (ERC) za istraživanja u području supravodljivosti. „No mi želimo ići dalje, ideje koje smo predložili želimo provjeriti u mnogim pojedinostima koje ovdje nismo stigli izložiti.“ - zaključuje prof. Barišić.

KORISNE POVEZNICE:

https://www.tuwien.ac.at/aktuelles/news_detail/article/124610/

<http://advances.sciencemag.org/content/5/1/eaau4538>

<https://www.nature.com/articles/s41535-018-0115-2>

<https://www.nature.com/articles/s41467-018-06707-y>

http://www.pmf.unizg.hr/phy/znanost?@=1kvto#news_27030

http://www.pmf.unizg.hr/phy/znanost?@=1kvto#news_27030

