

piše Tanja Rudež

Nedavno smo objavili vijest o uspjehu hrvatskih fizičara s Prirodoslovno-matematičkog fakulteta (PMF) u Zagrebu koji su otkrili novo svojstvo visokotemperaturnih supravodiča. Istraživanjem fizičara Damjana Pelca, mag. Marije Vučković, dr. Mihaela Grbića, prof. Miroslava Požeka i prof. Nevena Barišića razvijena je nova ideja o nastanku visokotemperaturne supravodljivosti, čime je učinjen korak naprijed u shvaćanju i kontroli tog fenomena i njegove tehnološke primjene. To je postignuće objavljeno u prestižnom časopisu Nature Communications u suradnji s kolegama iz SAD-a i Japana. U ZOOM-u pojašnjavamo fenomen supravodljivosti.

### Sveti gral fizike

Supravodljivost je stanje pri kojemu materijal vodi električnu energiju bez imalo otpora. Taj je fenomen otkrio nizozemski fizičar Heike Kamerlingh Onnes koji je 1911. godine spoznao da električni otpor žive na temperaturi od minus 269 Celzijevih stupnjeva iznenada pada na nulu. Drugim riječima, živa na toj temperaturi postaje idealan vodič, supravodič ili supervodič. Za to je otkriće Kamerlingh Onnes 1913. godine dobio Nobelovu nagradu za fiziku. Osim kod žive, fenomen supravodljivosti manifestira se kod još nekih metala, ali samo na ekstremno niskim temperaturama, blizu apsolutne nule (minus 273,15 Celzijevih stupnjeva). Postizanje tako niskih temperatura moguće je pomoću tekućeg helija koji je jako skup.

### Gdje se sve danas koriste klasični supravodiči?

“Klasični supravodiči danas se najčešće primjenjuju za postizanje visokih magnetskih polja bez kojih ne bi radio nijedan uređaj za magnetsku rezonanciju u bolnicama, ali isto tako bez njih ne bi radili ubrzivači čestica u CERN-u ili fuzijski reaktori (ITER). Jedna malo drukčija primjena je za mikrovalne šupljine s vrlo malim gubicima, koje se također koriste u ubrzivačima čestica”, pojasnio je prof. Miroslav Požek s PMF-a.

“Trenutačno, možda najveći projekt koji uključuje klasične supravodiče je gradnja supravodljive željezničke veze između Osa-ke i Tokija, kojom će putovati Maglev, tip brzog vlaka Shinkansen, a njezino dovršenje se očekuje za Olimpijske igre 2020. godine”, dodao je Požek.

### Visokotemperaturna supravodljivost

Desetljećima su znanstvenici tragali za materijalima koji u supravodljivo stanje prelaze na višoj temperaturi, a onda je 1986. godine došlo do revolucionarnog prodora. Istraživači iz IBM-ova laboratorija u Zürichu, Alex Müller i Georg Bednorz, otkrili su da neke legure slične keramici (sastavljene od lantana, barija, bakra i kisika) postaju supravodljive na minus 238 Celzijevih stupnjeva. Za to su otkriće nagrađeni Nobelovom nagradom za fiziku 1987., a te je godine otkriven i keramički materijal koji u supravodljivo stanje prelazi na oko minus 180 Celzijevih stupnjeva. Postizanje te temperature relativno je jeftino i lako izvedivo pomoću tekućeg dušika. Nastala je velika znanstvena utrka: tko će otkriti materijal koji će na što višoj

temperaturi postati supravodljiv. Činilo se da je čovječanstvo na pragu nove tehnološke revolucije.

“Euforija koja je tada zavladała imala je izuzetno dobar učinak na razvoj istraživanja materijala. Velik broj istraživača koji se uključio i znatan iznos financiranja tih godina doveli su do velikog broja otkrića novih materijala koji su ušli u svakodnevnu primjenu, ali i do boljeg razumijevanja funkcioniranja i novih koncepata u razvoju materijala. Može se reći da je tehnološka revolucija nastupila, ali ne onakvu kakvu smo očekivali”, ustvrdio je Miroslav Požek.

### Problemi s primjenom

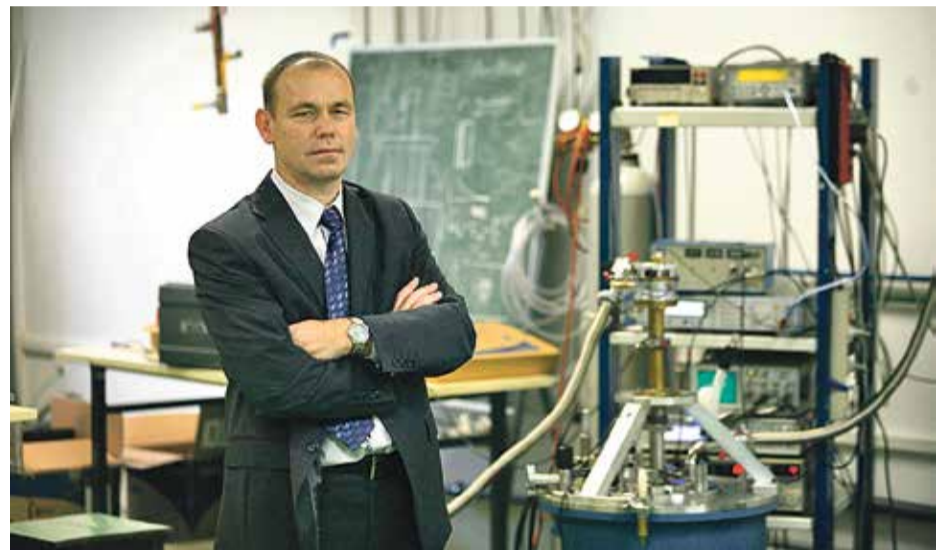
Naš sugovornik naglašava kako glavni problem u primjeni visokotemperaturnih supravodiča leži u njihovoj krutosti jer su keramički pa je teško izraditi žice koje se

koristi tzv. BSCCO zbog neotrovnosti, relativno jednostavne sinteze i visokih temperatura prijelaza. Pronalasku rješenja za širu primjenu visokotemperaturnih supravodiča pridonijelo je i 2008. godine otkriće supravodljivosti u spojevima sa željezom koji imaju nešto niže temperature supravodljivog prijelaza, ali je mehanizam srodan onom u kupratnim supravodičima”, rekao je Požek. Istaknuo je kako je nedavno otkrivena supravodljivost u spojevima bogatima vodikom, ali pri vrlo visokim tlakovima.

“Pokaže li se da je moguće slične efekte postići na nižim tlakovima, to će biti značajno”, napomenuo je Požek.

### Istraživanja u Hrvatskoj

Naša zemlja ima dugu tradiciju u istraživanju visokotemperaturne supravodli-



**MIROSLAV POŽEK** Intenzivno se radi na poboljšanju svojstava pa će primjene novih supravodiča sigurno nadmašiti današnje primjene klasičnih, kaže profesor s PMF-a

lako savijaju, za razliku od klasičnih supravodiča koji su kovni metali. “Ali, intenzivno se radi na poboljšanju tih svojstava pa će primjene novih supravodiča sigurno nadmašiti današnje primjene klasičnih. Već postoje jaki magneti za magnetsku rezonanciju koji se koriste u znanstvenim istraživanjima, ali još nisu razvijeni do stupnja primjene u svakoj bolnici”, pojasnio je Požek. “Također, već je nekoliko dalekovoda u svijetu izrađeno od visokotemperaturnih supravodiča koji su hlađeni tekućim dušikom. Onaj na Long Islandu radi neprekidno već deset godina, u Essenu je pušten u upotrebu prije četiri godine, zatim u St. Peterburgu, čak tri dalekovoda u Koreji, dva u Japanu, jedan u Kini, a najduži zasad se planira u Amsterdamu. Jedna nova primjena su vrlo osjetljivi detektori koji služe za mjerenje magnetskih polja koja proizvode struje u mozgu”, dodao je Požek.

### Koji visokotemperaturni supravodiči najviše obećavaju?

“Kuprati, spojevi bazirani na bakar-oksidu, i dalje su materijali s najvišim temperaturama supravodljivog prijelaza pri atmosferskom tlaku, a od njih se najčešće

vosti. Primjerice, 1987. godine zagrebački znanstvenici dr. Mladen Prester s Instituta za fiziku, prof. Amir Hamzić s PMF-a i dr. Nevenka Brničević s Instuta “Ruđer Bošković” prvi su u nas sintetizirali materijal sastavljen od itrija, barija, bakra i kisika koji u supravodljivo stanje prelazi na minus 180 Celzijevih stupnjeva. Njihovim su stopama krenuli još neki hrvatski istraživači.

“Krajem 80-ih i početkom 90-ih godina u istraživanja visokotemperaturnih supravodiča uključio se velik broj istraživačkih grupa u Hrvatskoj, kako eksperimentalnih tako i teorijskih. Do danas je ostalo nekoliko grupa koje aktivno pridonose razumijevanju i razvoju kupratnih materijala. Mislim da je hrvatski doprinos području i danas vrlo značajan s obzirom na brojčani udio hrvatskih znanstvenika”, istaknuo je Miroslav Požek. Izdvojio je neke od zapaženih rezultata hrvatskih znanstvenika koji se bave visokotemperaturnom supravodljivošću.

“Isticanje nekoliko rezultata uvijek nosi rizik da se neki važan rezultat zaboravi pa da se autori tog rezultata osjete povrijeđenima. Ako bih ipak morao izdvojiti, možda bih spomenuo dva rada u vodećem svjetskom znanstvenom časopisu Nature, prof. Amira Hamzića 1990. i prof. Nevena Barišića 2008. godine. Međutim, mnogo radova hrvatskih znanstvenika u manje zvučnim časopisima imalo je velik utjecaj na razvoj istraživanja. Nedavno objavljeni radovi Damjana Pelca i suradnika u časopisima kao što su Quantum Materials i Nature Communications također daju velik doprinos pomicanju granica”, zaključio je Miroslav Požek. ✓

**Već je nekoliko dalekovoda u svijetu izrađeno od visokotemperaturnih supravodiča koji su hlađeni tekućim dušikom**



#### MAGLEV

Tip brzog vlaka Shinkansen, čije se dovršenje očekuje za Olimpijske igre 2020. godine

# redaj za a, ali ni ki reaktori

Hollywoodska diva **HEDY LAMARR (1914. - 2000.)** bila je inovatorica u području bežičnih komunikacija. Kao protivnica fašističke Njemačke prijavila je 1942. patent upravljanja torpedima izmjenjivim frekvencijama, koje bi stoga bilo nemoguće predvidjeti i omesti.



Čak su i neandertalci koristili čačkalice, male komadiće drveta. Rimljani su svoje izrađivali od pistacija i srebra. Prve strojeve za masovnu proizvodnju drvenih čačkalica osmislio je 1869. godine **CHARLES FORSTER**. Danas su Brazil i Kina najveći proizvođači čačkalica na svijetu.



**DRUIDSKI “KALENDAR DRVEĆA”** godinu je dijelio na 14 dijelova, od kojih je 13 dijelova imalo po 28 dana, a posljednji je sadržavao samo jedan dan. Taj je dan, prema druidskom vjerovanju, djelio vječnosti smješten između kraja i početka svega što nas okružuje.