



Korak na stranpot ali ko odkritje ne vzdrži testiranja

Recenzija znanosti *Predlansko odkritje superprevodnosti pri sobni temperaturi vzbuja velike dvome – Avtorji vztrajajo, da je odkritje resnično*

Pred dvema letoma, oktobra 2020, je raziskovalna skupina Range Diasa z Univerze v Rochestru osupnila javnost z odkritjem materiala, ki je bil superprevoden pri 14 stopinjah Celzija. Dasiravno je bil za pojav nujen orjaško visok tlak, je bilo odkritje prelomno. Završalo je tako v znanstveni skupnosti kot v laični javnosti. Danes je njihov članek umaknjen, v odkritje se je zažrl velik črv dvoma, med avtorji raziskave in kritiki pa se je vnel srdit spopad.

MATEJ HUŠ

Ranga Dias ni novinec na področju superprevodnosti. Po triletnem podoktorskem usposabljanju na Harvardu pri profesorju Isaacu Silveri je od leta 2017 docent na rochesterški univerzi, kjer vodi raziskovalno skupino, ki pripravlja in analizira nove kvantne materiale z eksotičnimi in nenavadnimi lastnostmi. Pomemben del raziskav so superprevodniki, kakor označujemo snovi, ki pod določenimi pogoji izgubijo vsakršno električno upornost. Nekateri običajni materiali tovrstne lastnosti izkažejo pri ekstremno nizkih temperaturah, bolj eksotični pa tudi v malce toplejšem okolju, a še vedno globoko pod ničlo ali pri izjemnih tlakih.

Predlanskim se je zdelo, da je Dias našel sveti gral. Nenavadni material iz ogljika, žvepla in vodika je bil, sicer pri 2,6-milijonkrat povišanem tlaku, superprevoden vse do temperature 14 stopinj Celzija. Odkritje resda ni bilo povsem nepričakovano, saj je meja superprevodnosti že leta počasi lezla proti višjim temperaturam, Diasova skupina pa je imela nekaj izvrstnih dosežkov, a je vseeno močno odmevalo v znanstveni skupnosti. Lov na superprevodnike pri sobni temperaturi je bil odprt, hkrati so fiziki po vsem svetu ponovno z odprtimi očmi začeli sanjati o svetu s superprevodniki v vsakdanjem življenju. Poceni magneti za magnetno resonanco, lebdeči vlaki, fuzijski reaktorji – prihodnost je bil spet zelo svetla.

Prve razpoke

Starosta fizike in kemije visokih tlakov Mikhail Eremets z Inštituta Maxa Plancka v Mainzu je že oktobra 2020 odkritje preroško komentiral: »Dokazi se zdijo prepričljivi, a bi vseeno rad videl več surovih (neobdelanih) podatkov iz eksperimentov.« Poudaril je tudi, da eksaktna kristalna struktura in kemična formula materiala sploh nista bili znani. Eremets je leta 2015 prvi na svetu odkril superprevodnik pri visoki temperaturi pod visokim tlakom, in sicer je šlo za spojino vodika in žvepla. Njegovo mnenje šteje.

Laična definicija superprevodnosti nápak napotuje na misel, da jo je lahko izmeriti. Merjenje padca električne upornosti z nizkih vrednosti na nič ni preprosto, zato je zanesljivejši signal izrivanje zunanjega magnetnega polja iz materiala. Fiziki stare šole bodo verjeli šele, ko bodo uzrli Meissnerjev pojav in bo nad vzorcem lebdel magnet. Na vzorcih, ki so zaradi ekstremnih tlakov ukleščeni v diamantnih nakovalih, to ni možno, zato se zadovoljimo z meritvami magnetne susceptibilnosti. Opazen upad je znamenje, da je material zelo verjetno postal superprevoden. Vzorci so majhni, tlaki visoki, naprave po meri sestavljene, okoliški šum precejšen, zato so meritve težavne, a možne.

Izjemna odkritja terjajo izjemne dokaze, ti pa izjemne metode in trud. Ko je skupina Range Diasa poročala o odkritju, je bilo vsem jasno, da bodo objavo natančno proučili številni znanstveniki po vsem svetu, nato pa bodo eksperiment marsikje ponavljali. Ključna dela izvirnega članka sta zato verodostojen opis eksperimentalnega protokola in dostopnost surovih podatkov meritev. Tu pa se je zapletlo.

Priprava superprevodnih materialov te vrste zahteva stiskanje diamantov in žvepla pod ekstremnim tlakom med prepihanjem z vodikom. Ponavadi drobci vzor-

ca razžene in se razkadi v prah. Čeprav so podobne superprevodnike pri nekoliko nižjih temperaturah odkrili tudi drugod, Diasovega eksperimenta kljub trudu ni uspelo ponoviti še nobeni skupini. Eremetsova je poskusila vsaj šestkrat. Morda so Diasovi raziskovalci res daleč najboljši na svetu, morda pa – niso.

Že od objave rezultatov je najglasnejši kritik Diasovega dosežka profesor teoretične fizike s Kalifornijske univerze v San Diegu (UCSD) Jorge Hirsch, ki je nanizal vrsto pomislekov. V superprevodnikih se kritična temperatura, do katere so superprevodni, z magnetnim poljem znižuje. V praksi to pomeni, da je treba superprevodnike še bolj ohladiti, če po njih tečejo močni tokovi. Dias znižanja kritične temperature v magnetnem polju ni opazil, kar je Hirscha hudo zmotilo. To je res neobičajno, ni pa nemogoče, saj je tudi Eremets v svojih superprevodnikih videl odsotnost tega efekta. Glavna težava pa so bile meritve magnetne susceptibilnosti, od katerih je bilo ozadje odšteto na nepregleden način. V Diasovem vzorcu je z ohlajanjem padala, nato pa v superprevodnem režimu ob nadaljnjem ohlajanju nepojasnjeno zrasla. Dias zatrjuje, da je rast posledica napake meritve, a surovih podatkov ne razkriva, ker čaka na odobritev vložene patentne prijave.

Kdo bo koga

Kar se je začelo kot pomisleki in kritični komentarji, je preraslo v pravi spor. Diasovi odgovori in pojasnila Hirscha niso prepričali, temveč so poglobili njegov sum, da v zgodbi poleg žvepla smrdi še kaj drugega. Hirsch je avgusta 2021 objavil strupen komentar v reviji *Nature*, letos januarja pa še dva in dvajset strani dolgo razpravo o neverodostojnosti Diasovega odkritja. Z Dirkom van der Marlom z Univerze v Ženevi trdita, da meritve iz Diasovega članka ne morejo držati. Prepričana sta, da

so podatki patološki, da ne morejo biti rezultat nobenega izmed treh načinov merjenja in da podatki o izmerjeni napetosti niso surovi podatki. Diasu sta očitala domala ponarejanje ali pa vsaj manipulacijo podatkov, kar je najhujši znanstveni prekršek.

Dias odgovarja, da je Hirsch teoretični in ne eksperimentalni fizik, ki že vrsto let dvomi o več odkritjih novih superprevodnih materialov in nadleguje raziskovalce. Hirsch je medtem opazil, da so meritve nenavadno podobne meritvam magnetne susceptibilnosti nekega povsem drugačnega vzorca iz leta 2009, kjer jih je opravljal isti raziskovalec, Mathew Debessai, kot v Diasovi skupini. Medtem ko je Hirsch zahteval surove podatke tako od Diasa kakor od revije, ga je Dias označil za trola, zato mu ne namerava poslati nobenih dodatnih podatkov.

Hirsch je v odprti repozitorij *arXiv* poslal toliko kritik, da so mu za šest mesecev onemogočili pošiljanje, hkrati pa je Diasa prijavil etični komisiji rochestrske univerze. V disciplinskem postopku znanstvene nepoštenosti niso odkrili. Dias je nato Hirschu in van der Marlu za odvetniki zagrozil, naj ga prenehata blatiti. Spor je že zdavnaj postal oseben.

Kaj je res

Da Hirsch v svojem udrihanju ni več popolnoma objektiven, meni tudi Vasily Minkov, ki se v Eremitovski skupini na Inštitutu Maxa Plancka v Mainzu ukvarja s superprevodniki. Hirsch je v preteklosti kritiziral tudi posamezna njihova odkritja. A Dias bi moral bolj odkrito deliti podatke, se strinja večina znanstvene skupnosti. Po pritisku skupnosti je novembra lani na *arXivu* objavil odziv, v katerem so tudi surovi podatki o magnetni susceptibilnosti, ki pa porajajo več vprašanj, kot dajejo odgovorov, zlasti o njihovi obdelavi, torej odštevanju ozadja.

Eremitz je diplomatsko dejal, da Dias pri opisu eksperimentalnih protokolov, deljenju podatkov in vzorcev ni tako vesten kot drugi in da je njegov poskus neuspešno ponavljal šestkrat. Naposled so tudi uredniki revije *Nature*, kjer je bil članek oktobra 2020 objavljen, zahtevali predložitev surovih podatkov. Ker jih niso dobili, so članek septembra kljub nasprotovanju avtorjev uradno umaknili. To je znak, da znanstvena skupnost

nima več zaupanja v celoto članka. Dias pa je s sodelavcem medtem ustanovil podjetje *Unearthly Materials*, ki želi nadaljevati raziskave in nadaljnja odkritja komercializirati.

Superprevodniki obstajajo

V moderni znanosti je prvi korak na poti do sprejetja znanstvenega odkritja objava v recenzirani reviji. Pred objavo članke pregleda nekaj strokovnjakov z istega in sorodnih področij, ki opozorijo na morebitne nedoslednosti, nepravilnosti in nelogičnosti. Še zlasti v najboljših revijah od avtorjev pogosto zahtevajo dodatne meritve, natančnejšo obdelavo podatkov, boljšo statistiko, več pazljivosti pri ubeseditvi in podobno. Šele ko so recenzenti in urednik zadovoljni, je članek objavljen.

A tedaj se njegovo življenje šele začne. V recenzentskem postopku se preverjajo vsebine, ki jih predložijo avtorji, šele po objavi pa najodmevnejša odkritja skušajo ponoviti, nadgraditi in uporabiti tudi v drugih laboratorijih. Ker več glav več ve, več oči pa več vidi, včasih še po objavi znanstvena skupnost opozori na šibkosti. Še bolj očitno pa se to pokaže ob ponavljanju poskusov. Kljub trudu vseh udeležencev za rigorozen recenzentski postopek umiki člankov niso zelo redki. V približno polovici primerov je razlog (zlo)namerna manipulacija, v drugih primerih pa so razlogi iskrene pomote, napačne interpretacije, nepravilno zapisano avtorstvo, etični prestopki, navzkrižja interesov in drugo.

V sagi z Diasovim superprevodnikom ni ene neoprostljive pomanjkljivosti, temveč gre za sklop indicev, sumljivih potez in neverjetnih naključij. Večina nepristranske skupnosti se strinja, da je s člankom nekaj narobe, krešejo pa se mnenja o obsegu. To ne pomeni, da vodikovi superprevodniki pri visokih tlakih in temperaturah ne obstajajo, saj jih je pripravila in analizirala že cela vrsta skupin. Tudi enak material, kot ga je izdelal Dias, je Aleksandru Gončarovu s Carnegiejevega inštituta za znanost uspelo pripraviti in potrditi, da je struktura enaka. Ni pa mu uspelo izmeriti njegove superprevodnosti.

Tu tiči problem. Pokazati superprevodnost v majhnem vzorcu pod nečloveško visokim tlakom je tako težko, da Diasove meritve niso zdržale vseh premislekov in

pomislekov. Zato je revija *Nature* članek umaknila, Dias pa je napovedal predložitev novega z novimi, boljšimi meritvami, kar bodo proučevali in ponavljali tudi drugi raziskovalci po svetu. To je – v svojem bistvu – znanstvena metoda.

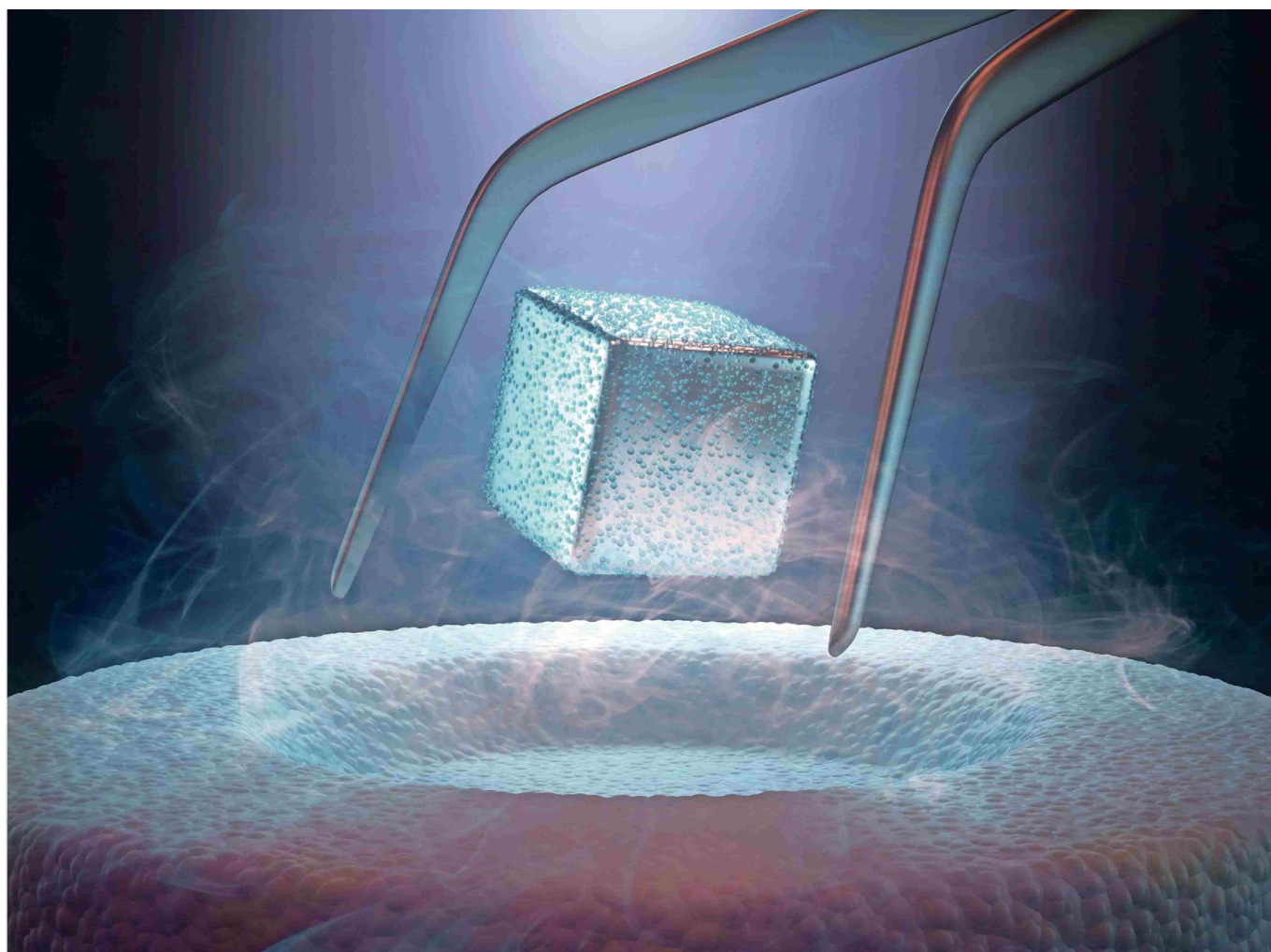
Raziskave na meji mogočega, izmerljivega in razložljivega so težke. Vložki so visoki, morebitne nagrade pa tudi. Kadar se pod prsti nekoga vse spremeni v zlato, sta možni dve razlagi. Za Diasa razlage še nimamo. Znanstveniki so ljudje in so si različni. Nekateri ubirajo bližnjice, nekateri hitijo, nekateri so površni. Rigorozno prebiranje člankov in neodvisno ponavljanje eksperimentov odklone naposled izločita, četudi znanost vmes naredi korak na stranpot.

Dr. Matej Huš je znanstveni sodelavec na Kemijskem inštitutu, kjer raziskuje kemične procese na ravni kvantne mehanike.

Čprav so podobne superprevodnike pri nekoliko nižjih temperaturah odkrili tudi drugod, Diasovega eksperimenta ni uspelo ponoviti še nobeni skupini.

Kljub trudu vseh udeležencev za rigorozen recenzentski postopek umiki člankov niso zelo redki.

Revija Nature je članek umaknila, Dias pa je napovedal predložitev novega z novimi, boljšimi meritvami, kar bodo proučevali in ponavljali tudi drugi raziskovalci. To je – v svojem bistvu – znanstvena metoda.



Ključna dela izvirnega članka sta verodostojen opis eksperimentalnega protokola in dostopnost surovih podatkov meritev. FOTO SHUTTERSTOCK