

PIONÝRSKÁ TECHNIKA MĚŘENÍ TEPLA A DISIPATIVNÍ ENERGIE MOLEKUL

Výzkumníci z **Rice University** v americkém Houstonu tvrdí, že zrealizovali vynikající myšlenku – našli cestu, jak určit teplotu molekuly nebo volných elektronů s použitím Ramanovy spektroskopie s optickou anténou. Uvádí to v článku z laboratoře D. Natelsona, profesora fyziky a astronomie z Rice Univ., kde popisuje detaily techniky, která měří teplotu molekul mezi dvěma nanovláčky zlata, z nichž jedno je zahříváno průchodem proudu nebo ozařováno laserem. Článek byl publikován v on-line vydání *Nature Nanotechnology* [1].

Natelson a jeho spolupracovníci přišli na to, že pokud měří teplo v nanoměřítku, může to být komplikovanější než vzít teplotu makroobjektu, a udělat to s přesností, která bude zajímavá pro molekulární elektronickou komunitu nebo někoho, kdo má know-how na ohřev a disipační práci při velmi malém měřítku.

„Když sestoupíte na úroveň malých elektronických zařízení nebo tenkých přechodů, obáváte se, kolik energie končí ve formě tepla,“ uvádí Natelson. „V případě makroskopických objektů, jako že na vlákno žárovky můžete připojit termočlánek jako teploměr a změřit to. Když svítí, ohřívá se, a také se rozžhává. Jestliže si prohlédnete spektrum vycházejícího světla, zjistíte, jaká je jeho teplota.“

Je to zjednodušená verze toho, co Natelson a jeho asistent Ward dělají. Jenomže se nelze podívat, jak se rozžhává molekula. Avšak, vědci mohou poslat do molekuly na zkoušku světlo a detekovat vlnovou délku světla, které molekula vyše zpět. „Při Ramanově rozptylu pošlete světlo, které reaguje se svým cílem. Když se vrátí, bude mít jednak víc energie, než jste ho poslali, stejně nebo méně. Z toho můžete poznat a zobrazit efektivní teplotu čehokoliv, co rozptyluje světlo.“

V předešlé práci, kterou uveřejnili v srpnu, popsali laboratorní přípravu nanoantény, koncentrující a zesilující světlo 1000krát. Tato práce byla zaměřena na intenzitu záblesku světelného laseru ve štěrbině mezi hroty dvou nanovláken zlata. Tenkrát nanесли molekuly buď oligofenylenvinylenu nebo 1-dodekanethiolu na povrch zlatých nanovláken a tím jakoby uzavřeli nanoštěrbinu. Když měli dost štěstí nalézt molekulu ve štěrbině – „dostali sladkou odměnu pokud se kovová vlákna přiblížila co nejtěsněji,“ říká Natelson „a tak jsme to zapnuli a četli výsledná spektra.“

Experimenty byly prováděny za vakua s materiálem ochlazeným na 80 K. Tím našli způsob, jak detekovat teplotní fluktuace kolem 20 K v molekulách.

O makro úrovni Natelson uvádí: „Obvykle se na díváme na něco, co je v podstatě chladné. Podíváme li se na světlo, dodáme tomu

nějakou energii a vidíme, že se k nám vrátí méně energie, než jsme dodali. Ramanovým rozptylem ale můžeme přímo vidět zvláštní vibrační stavy.“ Ale naopak se může stát, že jsou atomy ve vibračním stavu s obsahem energie. „Světlo může její část uchopit a vrátí se nám víc energie než na začátku,“ vysvětluje. Efekt je nejdramatičtější, když do vláken pustíme proud. „Je to, jako když točíte klikou, když prochází proud přes tenhle přechod, můžeme sledovat různé vibrační skoky, víc a víc. A to díky zahřívání vláken.“

Natelson, který byl jmenován v roce 2008 časopisem *Discover magazine* jedním z nejlepších amerických vědců mladších než 40 let říká, že pokusy dokazují nejen to, jak jsou molekuly zaklíněny ve štěrbině, ale také jejich interakci s nanovláčky zlata. „Vibrace se ukazují jako ostré píky spektra. Mají velmi přesně definovanou energii. Pata píků je dána typem difuzní skvrny, kterou na daném

místě zanechalo světlo při interakci s elektrony v kovu, zde v kovových nanovláčkách.“

Natelson uvádí, že je velmi těžké získat přímou informaci o tepelné a disipační práci v nanoměřítku. „Normálně to nejde. Je na to pár modelů, ale v podmínkách experimentálního myšlení můžete získat aktuální měření, pokud máte štěstí, každopádně je to velmi nepřímé měření. To jsou výjimky. V našem fantastickém experimentu si přeji, abych šel s teploměrem, nebo abych viděl každou molekulu a viděl, jak sebou hází. A to je rozumná cesta, jak toho dosáhnout. My opravdu můžeme vidět, jak se ty věci zahřívají.“

[1] D.R. Ward, D.A. Corley, J.M. Tour, D. Natelson, Vibrational and electronic heating in nanoscale junctions, *Nature Nanotechnology* (12/2010) doi:10.1038/nnano.2010.240 Letter

Zdroj: <http://www.media.rice.edu/media>

Internet: www.shimadzu.cz
Email: szg@shimadzu.eu.com
Shimadzu GmbH organizační složka
Oceňářská 35
190 00 Praha 9
Telefon 224 060 221
Fax 224 060 225

Austria
Belgium
China
Czech Republic
Denmark
France
Germany
Greece
Hungary
Ireland
Israel
Italy
Japan
Korea
Poland
Portugal
Russia
Slovakia
Spain
Sweden
Switzerland
United Kingdom

Mnohonásobný výběr

IRAffinity-1 představuje novou generaci FTIR systémů, který byl vyvinut s ohledem na co nejvyšší citlivost a použitelnost v aplikacích pro výzkum a vědu, farmacii a životní prostředí. Díky kvalitě jeho hlavních znaků přináší pro uživatele „mnohonásobný výběr...“

Významné zvýšení citlivosti
a to díky poměru signál-šum více než 30 000 : 1
a vysokému rozlišení od 0,5 cm⁻¹

Vysoká spolehlivost
díky patentově chráněné konstrukci, která zaručuje stabilní a reprodukovatelné výsledky

Automatické rozpoznávání příslušenství
které je standardně podporováno softwarem IRsolution
a které je součástí metody

Malý půdorys
současné s velkým měrným prostorem, který umožňuje instalaci široké škály příslušenství

IRAffinity-1 – nejlepší systém ve své třídě
www.shimadzu.cz

40
YEARS
Innovation in Europe

SHIMADZU
Solutions for Science
since 1875