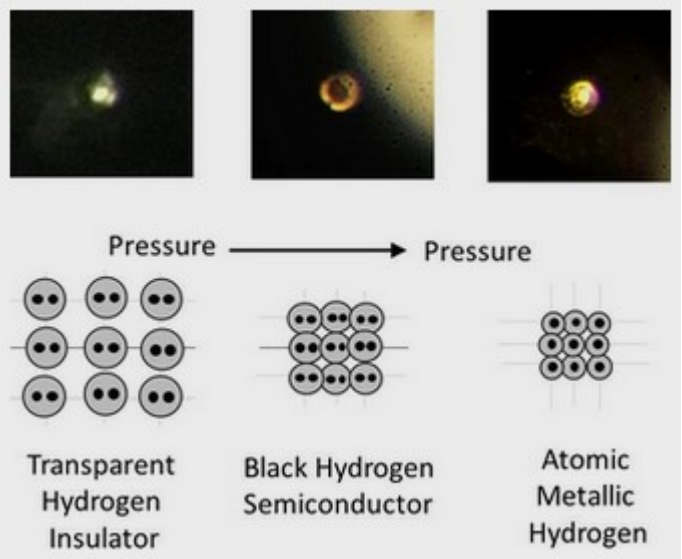
Udało się uzyskać metaliczny wodór?

28 stycznia 2017



Niemal sto lat po tym, jak został przewidziany teoretycznie naukowcy z Uniwersytetu Harvarda uzyskali najrzadszy i potencjalnie jeden z najcenniejszych materiałów na Ziemi. Atomowy metaliczny wodór, bo o nim mowa, został stworzony przez profesora Issaca Silverę i doktora Rangę Diasa. Stworzenie metalicznego wodoru pozwoli nie tylko odpowiedzieć na wiele podstawowych pytań dotyczących natury materii, ale materiał może znaleźć wiele unikatowych zastosowań. Teoretycznie z tej formy wodoru mogłyby powstać nadprzewodniki pracujące w temperaturze pokojowej.

„To Święty Graal fizyki wysokich ciśnień. To pierwsza na Ziemi próbka metalicznego wodoru, więc jeśli na nią patrzysz, to widzisz coś, co nie istniało nigdy wcześniej" – mówi Silvera.

Materiał uzyskano poddając wodór ciśnieniu 495 gigapaskali. To ciśnienie wyższe niż we wnętrzu Ziemi. W tak ekstremalnych warunkach molekularny wodór, który składa się z molekuł umieszczonych na ciele stałym, zostaje porozrywany, a molekuły rozpadają się w wodór atomowy, który jest metalem. „Jedno z bardzo ważnych założeń teoretycznych mówi, że taki wodór jest metastabilny. To oznacza, że jeśli zmniejszymy ciśnienie,

pozostanie on w formie metalicznej. Podobnie dzieje się z grafitem, gdy zostanie poddany wysokiemu ciśnieniu i temperaturze i pozostaje diamentem, gdy ciśnienie i temperatura zostają zmniejszone" – stwierdza Silvera. Sprawdzenie tych teoretycznych przewidywań jest niezwykle ważne, gdyż teoria mówi, że metaliczny wodór byłby nadprzewodnikiem działającym w temperaturze pokojowej. „To byłaby rewolucja. W czasie przesyłania traci się nawet 15 procent energii. Jeśli można by z tego materiału zrobić kable do sieci przesyłowych dużo by to zmieniło".

Nadprzewodnik działający w temperaturze pokojowej pozwoliłby na budowę szybkich systemów transportu wykorzystujących lewitację magnetyczną, zwiększyłby efektywność samochodów elektrycznych i wydajność wielu urządzeń elektronicznych. Doszłoby też do rewolucji na rynku przechowywania energii. Jako, że nadprzewodniki mają zerową oporność możliwe byłoby przechowywanie energii w obwodach elektrycznych, w których krążyłaby ona do czasu, aż byłaby potrzebna.

Metaliczny wodór potencjalnie może nie tylko zmienić życie na Ziemi, ale również ułatwić podbój kosmosu. „Uzyskanie metalicznego wodoru wymaga olbrzymich ilości energii. A gdy zamieniamy go z powrotem w wodór molekularny, cała ta energia jest uwalniania, możemy więc stworzyć najbardziej wydajne paliwo rakietowe znane człowiekowi" – wyjaśnia Silvera. Impuls właściwy silnika napędzanego tym paliwem wynosiłby 1700 sekund. Obecnie powszechnie używa się wodoru i tlenu, a impuls właściwy takich silników to 450 sekund. „To pozwoliłoby na eksplorację zewnętrznych planet Układu Słonecznego. Moglibyśmy wysyłać na orbitę rakiety jednostopniowe, w miejsce obecnych dwustopniowych i wynosić ładunki o większej masie" – dodaje Silvera.

Niektórzy specjaliści ostrożnie podchodzą do wyników pracy Silvery i Diasa i domagają się mocniejszych dowodów. „Z naszego punktu widzenia nie jest to przekonujące" – mówi Mikhail Eremets z Instytutu Chemii im. Maksa Plancka w

Moguncji. W wyniki badań bardzo wątpi też Eugene Gregoryanz z University of Edinburgh.

Wątpliwości są związane z faktem, że bardzo trudno jest prowadzić eksperymenty z wodorem poddanym wysokiemu ciśnieniu, a jeszcze trudniej jest interpretować ich wyniki. Najpierw pomiędzy dwoma diamentowymi ostrzami naukowcy z Harvarda umieścili metalową podkładkę. Jej zadaniem było utrzymanie wodoru w odpowiednim miejscu w czasie, gdy jest on ściskany przez diamentowe ostrza. Pod wpływem wysokiego ciśnienia wodór może przedostawać się do diamentów, przez co dochodzi do ich pękania. Silvera i Dias pokryli więc diamenty przezroczystą warstwą ochronną z tlenku glinu. Jednak dodatkowa warstwa utrudnia interpretację laserowych pomiarów zjawisk zachodzących w ściskanym materiale. Ponadto przy ciśnieniu wyższym od 400 gigapaskali wodór staje się czarny i nie przepuszcza światła lasera. Problemy te powodowały, że wcześniejsze próby uzyskania metalicznego wodoru paliły na panewce.

Silvera i Dias mówią, że ich eksperyment był udany dlatego, że zachowali niską temperaturę i zrezygnowali z ciągłego próbkowania wodoru laserem o wysokiej intensywności. Jak mówią, światło laserowe również może uszkodzić diamentowe ostrza. Przy ciśnieniu około 500 GPa kolor próbki zmienił się z czarnego na czerwonawy. Wówczas uczeni oświetlili wodór laserem podczerwonym o niskiej intensywności i stwierdzili, że doszło do znacznego zwiększenia współczynnika odbicia światła tak, jak się można tego spodziewać po metalach. Dopiero wówczas uczeni użyli spektroskopii ramanowskiej do dokładnego sprawdzenia ciśnienia, jakiemu został poddany wodór. Silvera i Dias obawiają się, że uzyskana próbka może być w stanie płynnym, dlatego nie uwolnili jej z diamentowego kowadełka. Sa jednak przekonani, że uzyskali metal. Neil Ashford, fizyk z Cornell University, który przed 50 laty przewidział nadprzewodzące właściwości wodoru mówi, że twierdzenia obu naukowców są „bardzo przekonujące”.

Inni specjaliści wzywają do przeprowadzenia kolejnych eksperymentów. „Dotychczas widzieliśmy tylko jeden, trzeba go powtórzyć” – stwierdza Eremets. Uczony zastanawia się też, skąd Silvera i Dias wiedzą, że uzyskali ciśnienie 495 GPa, skoro zwykle określa się je za pomocą ciągłego monitorowania techniką spektroskopii ramanowskiej. Tymczasem Silvera i Dias przewidywali ciśnienie na podstawie liczby obrotów śrub podczas zbliżania do siebie diamentowych ostrzy ściskających wodór. Powtórzenia eksperymentów chciałby też Raymond Jeanloz z Uniwersytetu Kalifornijskiego w Berkeley. Uczony przypomina, że metalowe podkładki, które w nich wykorzystywano, pękały pod dużym ciśnieniem i reagowały z próbką, co prowadziło do zafałszowań wyników.

Silvera i Dias są jednak przekonani, że prawidłowo przeprowadzili eksperyment. Mówią, że chcieli poinformować o uzyskanych wyników już po pierwszej próbie, gdyż planują dalsze badania swojej próbki, podczas których może ona ulec zniszczeniu. Wkrótce chcą ją dodatkowo zbadać za pomocą spektroskopii ramanowskiej, by przekonać się, czy ma ona regularną strukturę atomową, jaką powinien mieć metal. Z czasem zmniejszą ciśnienie, by przekonać się, czy próbka jest metastabilna.

Autorstwo: Mariusz Błoński
Ilustracja: R. Dias, I.F. Silvera
Na podstawie: ScienceMag.org
Źródło: KopalniaWiedzy.pl