

[Akceptuje](#)

W ramach naszej witryny stosujemy pliki cookies w celu świadczenia państwu usług na najwyższym poziomie, w tym w sposób dostosowany do indywidualnych potrzeb. Korzystanie z witryny bez zmiany ustawień dotyczących cookies oznacza, że będą one zamieszczone w Państwa urządzeniu końcowym. Możecie Państwo dokonać w każdym czasie zmiany ustawień dotyczących cookies. Więcej szczegółów w naszej [Polityce Prywatności](#)

[Portal](#) [Informacje](#) [Katalog firm](#) [Praca](#) [Szkolenia](#) [Wydarzenia](#) [Porównania międzylaboratoryjne](#)
[Kontakt](#)



[Laboratoria](#)
[.net](#)
[Innowacje](#)
[Nauka](#)
[Technologie](#)

[Logowanie](#) [Rejestracja](#) [pl](#)

Newsletter

zapisz się



- [Nowe technologie](#)
- [Felieton](#)
- [Tygodnik "Nature"](#)
- [Edukacja](#)
- [Artykuły](#)
- [Przemysł](#)

[Strona główna](#) > [Edukacja](#)

Wodór z wody i światła

Pomysł fotokatalizatora, który wytwarza wodór bez chemicznych dodatków i działa także w wodzie morskiej, przedstawił zespół naukowców z udziałem badaczy z Uniwersytetu Jagiellońskiego. Kluczem są pojedyncze atomy niklu na zmodyfikowanym materiale węglowo-azotowym oraz mechanizm, w którym nadtlenek wodoru pojawia się tylko na chwilę jako etap pośredni.

Wodór coraz częściej pojawia się w debacie o energii przyszłości, bo po wykorzystaniu nie zostawia spalin, a jedynie wodę. Problem polega na tym, że dziś większość wodoru wciąż powstaje z paliw kopalnych, najczęściej z gazu ziemnego, a to oznacza emisje dwutlenku węgla. Autorzy pracy

opublikowanej w „Journal of the American Chemical Society” (<https://dx.doi.org/10.1021/jacs.5c11004>), w tym naukowcy z Uniwersytetu Jagiellońskiego, pokazują tymczasem drogę bliższą marzeniu o sztucznej fotosyntezie, czyli wytwarzaniu wodoru bezpośrednio z wody przy użyciu światła, bez dosypywania chemicznych dodatków (tzw. sacrificial reagents), które w wielu dotychczasowych metodach podnoszą wydajność reakcji. Takie związki trzeba kupić, dozować, a potem poradzić sobie z produktami ich zużycia (oczyszczanie, utylizacja, recykling roztworu). To komplikuje instalację i pogarsza opłacalność w skali przemysłowej. Po drugie, ponieważ odczynniki te są w trakcie procesu utleniane - reakcja przestaje być czystym rozszczepianiem wody. W praktyce może powstawać strumień produktów ubocznych (często utlenione pochodne związków organicznych, a w skrajnym przypadku także CO₂).

Fotokataliza to użycie uruchamianej światłem substancji, zwanej katalizatorem, która daje reagującym cząsteczkom inny sposób zajścia reakcji, wymagający mniejszego „wysiłku” energetycznego.

Co ważne, katalizator nie zużywa się w samej reakcji, i po jej zakończeniu może działać ponownie. W tak wspomaganą reakcję pojawia się jednak kłopot. Światło wybija w materiale elektrony i zostawia po nich dziury - można o nich myśleć jak o brakujących miejscach po elektronach. Jeśli elektron i dziura szybko z powrotem się spotkają, energia przepada w postaci ciepła i nic użytecznego się nie wydarzy. Potrzebny jest zatem jakiś sposób na rozdzielanie tych ładunków. Drugi kłopot to woda morska. Mogłaby służyć jako surowiec do takiej reakcji, bo jest jej na Ziemi najwięcej, ale zawiera sole i domieszki, które potrafią blokować powierzchnię katalizatora i psuć jego strukturę, przez co wiele materiałów działa słabo lub szybko się degraduje.

W tej pracy postawiono na azotek węgla o strukturze grafitowej, zapisywany jako g-C₃N₄. To związek węgla i azotu, który można sobie wyobrazić jak bardzo cienką, uporządkowaną „kartkę” z atomów - dość stabilną, a przy tym zdolną pochłaniać światło. Badacze dodatkowo dodali wbudowane w strukturę „papieru” grupy cyjanowe (-C≡N) przy pierścieniu aromatycznym. Takie fragmenty wydłużają układ sprzężonych wiązań w materiale, dzięki czemu lepiej zbiera on światło i łatwiej rozdziela ładunki, trochę jakby postawić wiele małych drogowskazów dla elektronów.

Najważniejszy składnik to nikiel, ale nie w postaci zwykłych nanocząstek. Autorzy dążyli do sytuacji, w której atomy niklu są porzucane po powierzchni, zamiast tworzyć zlepione wyspy metalu. Taki układ nazywa się katalizatorem jednoatomowym (single-atom catalyst). Każdy atom metalu jest maksymalnie wykorzystany, a jednocześnie łatwiej kontrolować, co dokładnie robi.

Badacze potwierdzali tę „atomową samotność” niklu m.in. metodami opartymi o promieniowanie X, w tym spektroskopią absorpcji rentgenowskiej (XAS), która pozwala zajrzeć w lokalne otoczenie atomu.

Rozdzielanie wody na wodór i tlen jest trudne głównie dlatego, że etap prowadzący do tlenu wymaga przejścia przez kilka elektronów i tworzenia wiązania O-O w uporządkowany sposób. Zespół omija tę przeszkodę, rozbijając proces na kroki łatwiejsze do udźwignięcia przez katalizator. W pierwszym etapie równocześnie powstają wodór oraz nadtlenek wodoru H₂O₂ (ten sam związek, który w aptece znany jako wodę utlenioną). Potem H₂O₂ ulega samorzutnej przemianie (dysproporcjonowaniu) z powrotem do tlenu i wody. Badacze pokazują, że H₂O₂ pojawia się na początku, a później jego ilość spada, podczas gdy wodór nadal się wydziela - to właśnie ślad tej dwuetapowej ścieżki.

Najlepszy materiał osiąga szybkość wydzielania wodoru do 270 mikromoli (około 163 trylionów cząsteczek) na gram katalizatora na godzinę (μmol/g/h) w czystej wodzie przy oświetleniu lampą fioletową (390 nm), a co ważne, działa także w wodzie morskiej. Naukowcy raportują 144 μmol/g/h dla wody z Morza Północnego. Pod bezpośrednim światłem słonecznym wydajność jest niższa, ale

nadal mierzalna, a stabilność wypada bardzo dobrze. Katalizator zachowuje aktywność w długich testach, łącznie przez ponad 720 godzin (140 godzin naświetlania i 580 godzin przerw).

Sens tych badań nie sprowadza się do samej liczby cząsteczek. Chodzi o kierunek. Jeśli wodór ma rzeczywiście odciążać klimat, musi powstawać bez chemicznych podpórek, które trzeba kupować i utylizować, i bez zużywania cennej wody słodkiej tam, gdzie można użyć morskiej. To jeszcze nie jest gotowe urządzenie do postawienia na stacji benzynowej, bo w praktyce dochodzą koszty reaktora, zbierania gazu, bezpieczeństwa i skali. Jest tu jednak wyraźny krok w stronę technologii prostszej i trwalszej: pojedyncze atomy niklu osadzone na stabilnym nośniku oraz mechanizm, który rozkłada najtrudniejszą część reakcji na krótsze, łatwiejsze do opanowania etapy.

Źródło: psp.pl

<https://laboratoria.net/edukacja/32741.html>

Informacje dnia: [Studenci opracowali system zapobiegający zaśnięciu za kierownicą](#) [Wielofunkcyjne nanocząstki do produkcji wodoru](#) [Jak wybrać bezpieczną wodę podziemną do picia](#) [Technologia spersonalizowanego wzbogacania mleka dla wcześniaków](#) [Rozwiązania Watson-Marlow wspierają proces produkcyjny Torbay Pharma](#) [Mity na temat epilepsji](#) [Studenci opracowali system zapobiegający zaśnięciu za kierownicą](#) [Wielofunkcyjne nanocząstki do produkcji wodoru](#) [Jak wybrać bezpieczną wodę podziemną do picia](#) [Technologia spersonalizowanego wzbogacania mleka dla wcześniaków](#) [Rozwiązania Watson-Marlow wspierają proces produkcyjny Torbay Pharma](#) [Mity na temat epilepsji](#) [Studenci opracowali system zapobiegający zaśnięciu za kierownicą](#) [Wielofunkcyjne nanocząstki do produkcji wodoru](#) [Jak wybrać bezpieczną wodę podziemną do picia](#) [Technologia spersonalizowanego wzbogacania mleka dla wcześniaków](#) [Rozwiązania Watson-Marlow wspierają proces produkcyjny Torbay Pharma](#) [Mity na temat epilepsji](#)

Partnerzy