



Warszawa, 15 lipca 2015

Plantacje nanoprętów na dywanach grafenu przechwycą energię Słońca

Słońce może być lepszym chemikiem – dzięki połączeniu nanoprętów tlenku cynku wyhodowanym na podłożu grafenowym i „udekorowanym” kropkami siarczku kadmu. W obecności promieniowania słonecznego taka kombinacja zero- i jednowymiarowych struktur półprzewodnikowych z dwuwymiarowym grafenem świetnie katalizuje wiele reakcji chemicznych. Nowatorski materiał fotokatalityczny opracowała grupa naukowców z Instytutu Chemii Fizycznej PAN w Warszawie i Uniwersytetu w Fuzhou.

Dziwny to las. Proste, jednorodnie rozmieszczone pnie wyrastają z płaskiego podłoża, by piąć się długimi nanometrami ku górze, gdzie korony półprzewodnikowych wydzieliń chciwie wyłapują każdy słoneczny promień. Tak pod mikroskopem wygląda nowy materiał fotokatalityczny, skonstruowany przez naukowców z Instytutu Chemii Fizycznej PAN (IChF PAN) w Warszawie i Wydziału Chemii Uniwersytetu w Fuzhou w Chinach. Nowatorski materiał 3D zaprojektowano w taki sposób, aby podczas przetwarzania energii słonecznej zapewnić jak najlepszą współpracę punktowych wydzieliń siarczku kadmu (tzw. struktur zerowymiarowych) z nanoprętami tlenku cynku (strukturami 1D) i grafenem (strukturą 2D).

Metody przetwarzania energii światła docierającego do Ziemi ze Słońca można podzielić na dwie grupy. W grupie fotowoltaicznej fotony są wykorzystywane do bezpośredniego generowania energii elektrycznej. Podejście fotokatalityczne jest inne: tu promieniowanie, zarówno widzialne jak i ultrafioletowe, służy do aktywowania związków chemicznych i przeprowadzania reakcji, które magazynują energię słoneczną. W ten sposób można np. redukować CO₂ do metanolu, syntetyzować paliwa lub wytwarzać cenne półprodukty organiczne dla przemysłu chemicznego czy farmaceutycznego.

Zasada działania nowego, trójwymiarowego fotokatalizatora, opracowanego przez grupę z IChF PAN i Uniwersytetu w Fuzhou, jest prosta. Gdy na półprzewodnik – tlenek cynku ZnO lub siarczek kadmu CdS – pada foton o odpowiedniej energii, powstaje para elektron-dziura. W normalnych warunkach praktycznie od razu dochodziłoby do jej rekombinacji i energia słoneczna byłaby tracona. Jednak w nowym materiale elektrony, uwolnione w obu półprzewodnikach wskutek oddziaływania z fotonami, szybko spływają wzdłuż nanoprętów do podłoża grafenowego, które jest

świetnym przewodnikiem. Rekombinacja nie może wtedy zajść i elektrony można wykorzystać do tworzenia nowych wiązań chemicznych, a więc do syntezy nowych związków. Właściwa reakcja chemiczna zachodzi na powierzchni grafenowej, wcześniej pokrytej substancjami organicznymi, które mają być przetwarzane.

Tlenek cynku reaguje tylko na promieniowanie ultrafioletowe, obecne w świetle słonecznym w ilości nieprzekraczającej kilku procent. Dlatego naukowcy z IChF PAN i Uniwersytetu w Fuzhou dodatkowo pokryli lasy nanoprętów wydzieleniami siarczku kadmu. Oddziałują one przede wszystkim ze światłem widzialnym, którego jest ok. 10 razy więcej niż ultrafioletu – i to one są głównym dostarczycielem elektronów dla reakcji chemicznych.

„Nasz materiał fotokatalityczny pracuje z dużą wydajnością. Zwykle dodajemy go do przetwarzanych związków w proporcji mniej więcej 1:10. Po ekspozycji na promieniowanie słoneczne w ciągu nie więcej niż pół godziny przetwarzamy 80%, a niekiedy nawet ponad 90% substratów”, podkreśla prof. Yi-Jun Xu z Wydziału Chemii Uniwersytetu w Fuzhou w Chinach, gdzie zrealizowano znaczną część badań eksperymentalnych.

„Ogromną zaletą naszego fotokatalizatora jest łatwość jego produkcji”, zauważa z kolei dr hab. inż. Juan Carlos Colmenares, prof. IChF PAN. „Grafen nadający się do zastosowań w fotochemii jest dziś dostępny bez większych problemów i wcale nie jest drogi. Natomiast wymyślony przez nas proces pokrywania grafenu plantacjami nanoprętów tlenku cynku, na których następnie osadzamy wydzielenia siarczku kadmu, jest szybki, efektywny, przebiega w temperaturze niewiele wyższej od pokojowej, przy zwykłym ciśnieniu, nie wymaga też żadnych wyrafinowanych substratów”.

Dla zastosowań na szerszą skalę ważny jest fakt, że nowy fotokatalizator zużywa się wolno. Z przeprowadzonych doświadczeń wynika, że dopiero po szóstym-siódmy użyciu dochodzi do niewielkiego spadku wydajności reakcji, o ok. 10%.

Umiejętnie wykorzystany, nowy fotokatalizator 3D może znacząco wpłynąć na przebieg reakcji chemicznych. Jego użycie np. w przemyśle farmaceutycznym mogłoby zmniejszyć liczbę etapów produkcji niektórych związków farmakologicznych z kilkunastu do zaledwie kilku.

Instytut Chemii Fizycznej Polskiej Akademii Nauk (<http://www.ichf.edu.pl/>) został powołany w 1955 roku jako jeden z pierwszych instytutów chemicznych PAN. Profil naukowy Instytutu jest silnie powiązany z najnowszymi światowymi kierunkami rozwoju chemii fizycznej i fizyki chemicznej. Badania naukowe są prowadzone w dziewięciu zakładach naukowych. Działający w ramach Instytutu Zakład Doświadczalny CHEMIPAN wdraża, produkuje i komercjalizuje specjalistyczne związki chemiczne do zastosowań m.in. w rolnictwie i farmacji. Instytut publikuje około 200 oryginalnych prac badawczych rocznie.

KONTAKT:

dr hab. inż. **Juan Carlos Colmenares**, prof. IChF PAN
Instytut Chemii Fizycznej Polskiej Akademii Nauk w Warszawie
tel. +48 22 3433215
email: jcarloscolmenares@ichf.edu.pl

prof. **Yi-Jun Xu**
State Key Laboratory of Photocatalysis on Energy and Environment, College of Chemistry, Fuzhou University
tel. +86 591 83779326
email: yjxu@fzu.edu.cn

PUBLIKACJE NAUKOWE:

„Hierarchically CdS Decorated 1D ZnO Nanorods-2D Graphene Hybrids: Low Temperature Synthesis and Enhanced Photocatalytic Performance”; Ch. Han, Z. Chen, N. Zhang, J.C. Colmenares, Y-J. Xu; *Advanced Functional Materials* 2015, 25, 221–229; DOI: 10.1002/adfm.201402443.

POWIĄZANE STRONY WWW:

<http://photo-catalysis.org/>
Strona zespołu IChF PAN zajmującego się fotokatalizacją.

<http://www.ichf.edu.pl/>

Strona Instytutu Chemii Fizycznej Polskiej Akademii Nauk.

<http://www.ichf.edu.pl/press/>

Serwis prasowy Instytutu Chemii Fizycznej PAN.

MATERIAŁY GRAFICZNE:

ICHF150715b_fot01s.jpg

HR: http://ichf.edu.pl/press/2015/07/ICHF150715b_fot01.jpg

Innowacyjny, trójwymiarowy fotokatalizator, opracowany w Instytucie Chemii Fizycznej Polskiej Akademii Nauk w Warszawie i Fuzhou University w Chinach, reaguje głównie ze światłem widzialnym i aktywuje nowe wiązania chemiczne, które magazynują energię słoneczną. Model na zdjęciu przedstawia płaszczyznę grafenową (czarna płyta) pokrytą nanoprętami tlenku cynku (zielone pręty). (Źródło: IChF PAN, Grzegorz Krzyżewski)

ICHF150715b_fot02s.jpg

HR: http://ichf.edu.pl/press/2015/07/ICHF150715b_fot02.jpg

Nowatorski fotokatalizator 3D, opracowany w Instytucie Chemii Fizycznej Polskiej Akademii Nauk w Warszawie i Fuzhou University w Chinach, łączy zalety struktur 0D (punktowych wydzieleni siarczku kadmu), 1D (nanoprętów tlenku cynku) i 2D (grafenu), co umożliwia efektywne tworzenie nowych związków chemicznych. (Źródło: IChF PAN, Fuzhou University)

ICHF150715b_fot03s.jpg

HR: http://ichf.edu.pl/press/2015/07/ICHF150715b_fot03.jpg

Zdjęcie mikroskopowe nowatorskiego fotokatalizatora 3D, opracowanego w Instytucie Chemii Fizycznej Polskiej Akademii Nauk w Warszawie i Fuzhou University w Chinach. (Źródło: IChF PAN, Fuzhou University)