



Warszawa, 4 maja 2017

Gdy światła jest więcej, chemia przyspiesza

Światło inicjuje wiele reakcji chemicznych. W doświadczeniach w Centrum Laserowym Instytutu Chemii Fizycznej PAN i Wydziału Fizyki Uniwersytetu Warszawskiego po raz pierwszy wykazano, że w niektórych z tych reakcji cząsteczki pod wpływem intensywniejszego oświetlenia mogą reagować między sobą wyraźnie szybciej. W doświadczeniach przyspieszenie osiągnięto za pomocą podwójnych ultrakrótkich impulsów laserowych.

Reakcje inicjowane światłem można przyspieszyć zwiększając intensywność ich oświetlenia, wykazały doświadczenia przeprowadzone w Instytucie Chemii Fizycznej Polskiej Akademii Nauk (IChF PAN) w Warszawie. W celu dokładnego zbadania natury zachodzących procesów, w eksperymentach użyto ultrakrótkich impulsów laserowych nadlatujących parami jeden po drugim i zanotowano wzrost szybkości reakcji zachodzącej między poszczególnymi cząsteczkami nawet o kilkadziesiąt procent. Obserwacje warszawskich naukowców zostały zrelacjonowane na łamach znanego czasopisma naukowego „Physical Chemistry Chemical Physics”.

„Nasze eksperymenty dostarczają fundamentalnej wiedzy o procesach fizycznych istotnych dla przebiegu ważnych reakcji indukowanych światłem. Wiedza ta potencjalnie może być użyta w wielu zastosowaniach, zwłaszcza tam, gdzie mamy do czynienia ze źródłami światła o dużej intensywności. Należą do nich m.in. różne techniki obrazowania mikroskopowego, ultraszybka spektroskopia, a także fotowoltaika, ze szczególnym uwzględnieniem urządzeń koncentrujących światło, takich jak kolektory słoneczne”, mówi dr hab. Gonzalo Angulo (IChF PAN).

W reakcjach inicjowanych światłem foton o odpowiedniej energii wzbudza cząsteczkę barwnika. Gdy blisko tak wzbudzonej cząsteczki znajdzie się cząsteczka wygaszacza, następuje interakcja: między obu reagentami dochodzi do transferu energii, elektronu lub protonu. Reakcje tego typu są w przyrodzie powszechne. Świetnym przykładem jest przeniesienie elektronu w fotosyntezie, pełniącej kluczową rolę w formowaniu ziemskiego ekosystemu.

Okazuje się, że czynnikiem mogącym wpłynąć na przyspieszenie reakcji jest natężenie inicjującego je światła. W celu przebadania natury zachodzących procesów warszawscy chemicy zamiast tradycyjnego, ciągłego strumienia światła używali impulsów laserowych o czasie trwania rzędu milionowych części miliardowej sekundy (a więc femtosekundowych). Energię impulsów

dobrano tak, by pod ich wpływem cząsteczki barwnika przechodziły do wzbudzonego stanu energetycznego. Impulsy zgrupowano w pary. Odstęp czasowy między impulsami w parze wynosił kilkadziesiąt pikosekund (bilionowych części sekundy) i był dopasowany do rodzaju reagujących cząsteczek i warunków środowiska roztworu.

„Teoria i same doświadczenia wymagały uwagi i ostrożności, jednak sama idea fizyczna jest tu dość prosta”, zauważa mgr Jadwiga Milkiewicz, doktorantka z IChF PAN, po czym wyjaśnia: „Żeby doszło do reakcji, w pobliżu wzbudzonej światłem cząsteczki barwnika musi się znaleźć cząsteczka wygaszacza. Jeśli więc mamy parę cząsteczek, które już ze sobą przereagowały, to znaczy, że były one dostatecznie blisko siebie. Zwiększając liczbę fotonów w czasie zwiększamy zatem szansę, że jeśli po reakcji obie cząsteczki zdążyły już wrócić do stanu podstawowego, to absorpcja nowego fotonu przez barwnik ma szansę zainicjować kolejną reakcję nim cząsteczki oddalą się od siebie w przestrzeni”.

Przebieg reakcji w roztworach zależy od wielu czynników, takich jak temperatura, ciśnienie, lepkość czy obecność pola elektrycznego bądź magnetycznego. Badania w IChF PAN udowodniły, że czynniki te mają wpływ także na wielkość przyspieszenia reakcji przy zwiększaniu intensywności oświetlenia. W niektórych warunkach przyspieszenie reakcji było niezauważalne, w optymalnych szybkość reakcji wzrastała nawet o 25-30%.

„W dotychczasowych doświadczeniach koncentrowaliśmy się na inicjowanych światłem reakcjach transferu elektronu, czyli takich, w wyniku których zmienia się ładunek elektryczny cząsteczek. Nie widzimy jednak powodów, by zaobserwowany przez nas mechanizm nie mógł funkcjonować także w innych odmianach tych reakcji. Dlatego w najbliższym czasie spróbujemy potwierdzić jego skuteczność w reakcjach z transferem energii oraz z transferem protonu”, mówi dr Angulo.

Oprócz fizyków i chemików z IChF PAN i Wydziału Fizyki Uniwersytetu Warszawskiego, finansowanych z grantu HARMONIA Narodowego Centrum Nauki, w części eksperymentalnej uczestniczyła grupa prof. Gunthera Gramppfa z Politechniki w Grazu. W austriackim laboratorium wykonano doświadczenia porównawcze na próbkach oświetlanych w sposób ciągły. W prace teoretyczne zespołu był także zaangażowany dr Daniel Kattnig z Uniwersytetu w Oksfordzie.

Informacja prasowa zrealizowana ze środków europejskiego grantu ERA Chairs w ramach programu Horizon 2020.

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. **Gonzalo Angulo**
Instytut Chemii Fizycznej Polskiej Akademii Nauk w Warszawie
tel.: +48 22 3432086, +48 22 3433412
email: gangulo@ichf.edu.pl

mgr **Jadwiga Milkiewicz**
Instytut Chemii Fizycznej Polskiej Akademii Nauk w Warszawie
tel.: +48 22 3432086, +48 22 3433412
email: jmilkiewicz@ichf.edu.pl

PUBLIKACJE NAUKOWE:

1. „Influence of the excitation light intensity on the rate of fluorescence quenching reactions: pulsed experiments”
G. Angulo, J. Milkiewicz, D. Kattnig, M. Nejbauer, Y. Stepanenko, J. Szczepanek, Cz. Radzewicz, P. Wnuk, G. Gramppf
Physical Chemistry Chemical Physics, 2017, 19, 6274
DOI: 10.1039/c6cp08562h

POWIĄZANE STRONY WWW:

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

Strona Centrum Laserowego Instytutu Chemii Fizycznej PAN i Wydziału Fizyki Uniwersytetu Warszawskiego.

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

Strona Instytutu Chemii Fizycznej Polskiej Akademii Nauk.

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

Serwis prasowy Instytutu Chemii Fizycznej PAN.

<http://www.ichfdlafirm.pl/>

Oferta Instytutu Chemii Fizycznej Polskiej Akademii Nauk skierowana do przedsiębiorców i przemysłu.

MATERIAŁY GRAFICZNE:

ICHF170504d_fot01s.jpg

HR: http://ichf.edu.pl/press/2017/05/ICHF170504d_fot01.jpg

W niektórych reakcjach cząsteczki pod wpływem bardziej intensywnego światła mogą reagować między sobą szybciej, wykazali naukowcy z Instytutu Chemii Fizycznej Polskiej Akademii Nauk w Warszawie. (Źródło: IChF PAN, Grzegorz Krzyżewski)