

Molekularna maszyna sterowana światłem

16 stycznia 2023

Układ cząsteczek, w którym reakcje chemiczne można hamować i przyspieszać za pomocą zmiany natężenia światła – opisują naukowcy z Instytutu Chemii Fizycznej PAN. Dzięki niemu można by było w kontrolowany sposób zmieniać szybkość reakcji chemicznych.

O badaniach dr. Nazara Rada i prof. Volodymyra Sashuka na ten temat, opublikowanych w czasopiśmie [„Chemical Science”](#), informują w przesłanym PAP komunikacie przedstawiciele Instytutu Chemii Fizycznej PAN.

Katalizatory przyspieszają reakcje chemiczne – począwszy od procesów zachodzących w naszym ciele, po produkcję związków na skalę przemysłową i kontrolowanego spalania paliwa choćby w czasie jazdy samochodem. Rolę przeciwną do katalizatorów pełnią inhibitory, których zadaniem jest hamowanie reakcji chemicznych. Co by jednak było, gdyby jakiś związek chemiczny działał zarówno jako katalizator, jak i inhibitor – naprzemiennie zmieniając szybkość reakcji i to zupełnie w kontrolowany sposób? Z pewnością wyniki wielu procesów byłyby znacznie prostsze do przewidzenia.

Krok ku takiemu rozwiązaniu wykonali ostatnio naukowcy z Instytutu Chemii Fizycznej Polskiej Akademii Nauk z grupy prof. Sashuka. Zaprezentowali mechanicznie związany układ cząsteczek, który zmienia geometrię pod wpływem światła – czytamy w komunikacie. Innymi słowy, tę unikalną molekularną architekturę można kontrolować światłem, co sprawia, że działa ona jako fotoprzełącznik selektywnie regulujący szybkość określonej reakcji chemicznej.

Badacze zaprojektowali, zsyntezowali i wykazali, że jedna z cząsteczek tej supramolekuły może zmieniać położenie wzdłuż

podłużnej osi drugiej cząsteczki. W ten sposób może przybliżać się lub oddalać od centrum reakcji, która zachodzi na tej samej osi.

Jak to działa? Do wytworzenia takiego układu naukowcy zaproponowali semirotaksan będący kompleksem, w którym jedna z cząsteczek w kształcie pręta jest przewleczone i częściowo uwięziona w drugiej cząsteczce w kształcie obręczy zwanej makrocyklem. Krańce cząsteczki przypominającej kształtem pręt działają jak dwie stacje, z których jedna – grupa benzaldehydowa działa jako miejsce, w którym zachodzi reakcja chemiczna, a druga – heptyłowa jest specyficznym fotoprzełącznikiem, który reguluje reakcję. Obie stacje są oddzielone grupą dimetyloamoniową utrzymującą makrocykl – kukurbit[7]uryl na osi, a wszystko spajane jest oddziaływaniami elektrostatycznymi.

„Opracowaliśmy nowy rodzaj regulacji procesu katalizy supramolekularnej – opisuje cytowany w komunikacie prof. Sashuk. – Fotoprzełączalny inhibitor połączony z substratem w jedną cząsteczkę hamuje wzrost szybkości reakcji ze zwiększeniem ilości katalizatora. Po dezaktywacji inhibitora światłem układ zaczyna wykazywać typowe zachowanie katalityczne aż do wysycenia miejsca reakcji. Co ważne, przygotowany semirotaksan może regulować reakcję zachodzącą na nim samym, ale także wpływać na przebieg reakcji zewnętrznych”.

Używając niebieskiego światła naukowcy zaobserwowali przyspieszenie reakcji tworzenia hydrazonu. Bez oświetlenia makrocykl pełniący funkcję katalizatora przebywa na stacji heptyłowej, z dala od miejsca reakcji. Jednak pod wpływem światła osłabiane są oddziaływania elektrostatyczne, w wyniku czego makrocykl zmienia swoje położenie, zbliżając się do drugiej stacji benzaldehydowej. Tym samym katalizuje reakcję z przybliżającym się hydrazidem. Naukowcy przedstawili, że szybkość tworzenia hydrazonu w obecności światła jest około 5,4 razy wyższa niż w ciemności.

„Co ważne przyspieszenie reakcji można wykonać w dowolnym momencie. Ponadto po zakończeniu reakcji układ katalityczny można łatwo przywrócić poprzez obniżenie pH roztworu” – dodaje dr Nazar Rad.

Gdy w mieszaninie reakcyjnej obecne są dwa rodzaje hydrazydów, cząsteczka w kształcie pręta może selektywnie reagować z jednym z nich, zmieniając ilość finalnego produktu. Naukowcy wyjaśniają to zjawisko różnym powinowactwem makrocylu do utworzonych produktów.

Przedstawiona praca jest krokiem naprzód w opracowywaniu nowych rodzajów zdalnej kontroli układów katalitycznych – oceniono w komunikacie. Obecnie, zespół pracuje nad adaptacją prezentowanego układu do wielu procesów, w tym złożonych reakcji chemicznych, w których wymagana jest selektywność.

Autorstwo: PAP

Źródło: NaukawPolsce.pl