Projekt 3.14 Rozwój heterozłączy zawierających g-C3N4 z perowskitami na bazie Nb do zastosowań (piezo)fotokatalitycznych

Promotor: prof. dr hab. inż. Juan Carlos Colmenares Q. / dr inż. Dariusz Łomot
Instytut: Instytut Chemii Fizycznej PAN
Zespół: Zespół 28. Kataliza dla zrównoważonego przetwarzania energii i ochrony środowiska – prof. dr hab. inż. Juan Carlos Colmenares Quintero
www: https://photo-catalysis.org/

Opis:

Pogoń za zrównoważonymi i wydajnymi systemami katalitycznymi doprowadziła do eksploracji bezmetalowych półprzewodników i materiałów hybrydowych do zastosowań energetycznych i środowiskowych. Wśród nich grafitowy azotek węgla (g-C_3N_4) przyciągnął znaczną uwagę ze względu na odpowiednią strukturę pasmową, absorpcję światła widzialnego, niski koszt i stabilność termiczną. Jednak jego wydajność fotokatalityczna pozostaje utrudniona przez szybką rekombinację ładunku, ograniczoną powierzchnię i słabe wykorzystanie światła. Aby przezwyciężyć te ograniczenia, niniejsze badanie koncentruje się na rozwoju heterozłącz opartych na g-C_3N_4 z perowskitami na bazie niobu, w szczególności związkami takimi jak $KNbO_3$ i $NaNbO_3$, które wykazują właściwości piezoelektryczne. Te hybrydowe systemy zostały zaprojektowane w celu zwiększenia separacji ładunków, rozszerzenia absorpcji światła i wprowadzenia podwójnych trybów katalitycznych – fotokatalizy i piezokatalizy dla zaawansowanych transformacji chemicznych.

Niniejsza praca bada synergiczne oddziaływanie między g-C_3N_4 i perowskitami na bazie niobu pod wpływem różnych bodźców zewnętrznych, w tym promieniowania świetlnego i siły mechanicznej, w celu napędzania reakcji utleniania i sprzęgania w warunkach otoczenia. Szczególny nacisk położono na selektywne utlenianie i sprzęganie C-C. Systemy piezo-fotokatalityczne wykazują zwiększoną aktywność przy jednoczesnej stymulacji ultradźwiękowej i świetlnej, dzięki indukowanym piezoelektrycznie wewnętrznym polom elektrycznym, które dodatkowo tłumią rekombinację ładunków. Systematyczna zmiana składu perowskitu i morfologii g-C_3N_4 ujawnia związek struktura-funkcja krytyczny dla wydajności katalitycznej.

Chociaż ostatnie badania wykazały poprawę w fotokatalizatorach opartych na g-C_3N_4 i kompozytach perowskitowych, nadal istnieją kluczowe ograniczenia w zakresie stabilności katalizatora, skalowalności i wszechstronności dla szerokich transformacji organicznych. Integracja piezokatalizy z tradycyjnymi systemami fotokatalitycznymi jest wciąż w powijakach, a zrozumienie międzyfazowych efektów piezoelektrycznych na dynamikę ładunku jest ograniczone. Niniejsza rozprawa ma na celu wypełnienie tych luk poprzez (i) zaprojektowanie heterozłącz perowskitowych na bazie g-C_3N_4/Niobu z dostosowanymi interfejsami elektronicznymi (ii) zbadanie katalizy dwumodowej do selektywnej syntezy organicznej i generowania H2/H2O2 oraz (iii) zapewnienie mechanistycznego wglądu poprzez analizę spektroskopową. Oczekuje się, że wyniki badań przyczynią się do rozwoju dziedziny katalizy hybrydowej na rzecz ekologicznej i zrównoważonej produkcji chemicznej.

Cel projektu:

Celem projektu koncentruje się na rozwoju heterozłącz opartych na g-C_3N_4 z perowskitami na bazie niobu, w szczególności związkami takimi jak $KNbO_3$ i $NaNbO_3$, które wykazują właściwości piezoelektryczne. Te hybrydowe systemy zostały zaprojektowane w celu zwiększenia separacji ładunków, rozszerzenia absorpcji światła i wprowadzenia podwójnych trybów katalitycznych – fotokatalizy i piezokatalizy dla zaawansowanych transformacji chemicznych.

Wymagania:

- Absolwenci chemii, fizyki, materiałoznawstwa i pokrewnych kierunków uniwersyteckich,
- posiadający tytuł magistra lub równorzędny, z predyspozycjami i pasją do nauk przyrodniczych i ścisłych,
- z dobrą znajomością języka angielskiego do pracy w międzynarodowym zespole badawczym, wybitną motywacją i otwartym umysłem na interdyscyplinarne badania z pogranicza chemii i fizyki.