

Opracowanie i badanie nowej klasy fotokatalizatorów opartych na koloidalnych kropkach kwantowych oraz tantalanych, cyrkonianach i niobianach o strukturze perowskitu

1. Cel badań/Hipoteza

Celami niniejszego projektu są: **(1) opracowanie nowych nanostruktur opartych na koloidalnych kropkach kwantowych (np. ZnS, CdS, CSe, CdTe) i wybranych materiałach o strukturze perowskitu takich jak cyrkoniany, niobiany i tantalany** wykazujących rozszerzoną fotoaktywność; **(2) zbadanie wpływu typu, zawartości, rozmiaru i funkcjonalizacji powierzchni kropki kwantowej na właściwości optyczne, luminescencyjne i powierzchniowe oraz aktywność fotokatalityczną otrzymanych kompozytów.**

Teoretycznie, cyrkoniany, tantalany i niobiany mogłyby być lepszą alternatywą dla powszechnie wykorzystywanego fotokatalizatora TiO_2 i innych tytanianów ze względu na ich wyższy potencjał pasma przewodnictwa. Cyrkoniany, tantalany i niobiany posiadają orbitale $\text{Zr}4d$, $\text{Ta}5d$ i $\text{Nb}4d$ zlokalizowane w bardziej ujemnym położeniu niż w przypadku tytanianów ($\text{Ti}3d$). W związku z tym spodziewa się, że wyższy potencjał pasma przewodnictwa tych materiałów może przyczynić się do ich wyższej efektywności w reakcjach fotokatalitycznych. Ponadto perowskity są szczególnie interesującymi katalizatorami ze względu na ich wysoką przewodność elektronową i wysoką stabilność chemiczną.

Osadzenie kropek kwantowych na powierzchni perowskitów może spowodować znaczny wzrost aktywności tych materiałów w świetle widzialnym. Co więcej, **funkcjonalizacja powierzchni kropek kwantowych** za pomocą różnych ligandów organicznych może być odpowiedzialna za większą stabilność nowych fotokatalizatorów oraz **lepszy transport elektronów pomiędzy kropką kwantową a półprzewodnikiem o strukturze perowskitu.**

2. Metoda badawcza

Niobiany, tantalany i cyrkoniany (nanosześciany, nanooktaedry) o strukturze perowskitu będą otrzymane przy użyciu metody hydrotermalnej. Kropki kwantowe funkcjonalizowane różnymi ligandami zostaną otrzymane za pomocą syntezy w roztworze wodnym lub metody poliolowej. Osadzenie kropek kwantowych na powierzchni szerokopasmowego półprzewodnika będzie przeprowadzone za pomocą metody impregnacji chemicznej. Fotokatalityczna aktywność otrzymanych próbek będzie badana w reakcji degradacji fenolu w fazie wodnej w kwarcowym reaktorze pod wpływem promieniowania UV-Vis i Vis. Fotoaktywność i stabilność nowych fotokatalizatorów będzie testowana również w reakcji degradacji toluenu w fazie gazowej w czterech kolejnych cyklach pomiarowych. Wszystkie otrzymane próbki będą badane w celu oszacowania: struktury krystalicznej, rozmiaru krystalitów (analiza XRD), składu powierzchniowego (technika XPS), morfologii powierzchni (TEM, SEM), właściwości optycznych (spektroskopia UV-Vis) i powierzchniowych (metoda BET). Mechanizm reakcji fotokatalitycznej będzie badany przy użyciu spektroskopii EPR.

3. Wpływ rezultatów

Połączenie koloidalnych kropek kwantowych oraz materiałów o strukturze perowskitu pozwoli na otrzymanie **nowych interesujących nanostruktur wykazujących unikalne właściwości optyczne, jak i powierzchniowe oraz charakteryzujących się podwyższoną aktywnością fotokatalityczną** pod wpływem promieniowania UV-Vis i Vis zarówno w fazie wodnej, jak i gazowej. Spodziewa się również, że niniejszy projekt przyczyni się do rozwoju metod otrzymywania pozwalających na efektywne przyłączenie kropki kwantowej do powierzchni szerokopasmowego przewodnika oraz podkreśli znaczenie różnych czynników (rozmiar, typ, zawartość, funkcjonalizacja powierzchni kropki kwantowej) w fotokatalitycznych reakcjach. Otrzymane materiały mogłyby być szeroko stosowane w fotokatalizie – wszechstronnej, taniej i przyjaznej metodzie ochrony środowiska. Nowe fotokatalizatory mogą być zastosowane do fotokonwersji energii słonecznej, fotokatalitycznego rozkładu wody do wodoru, fotokonwersji CO_2 do paliw, jak również fotodegradacji zanieczyszczeń organicznych zarówno w wodzie, jak i powietrzu. Rezultatem projektu będą również opracowania w postaci raportów z badań, doniesień na konferencjach o międzynarodowym zasięgu oraz publikacje w czasopiśmie z listy filadelfijskiej.