

Tlenohalogenki bizmutu wspomagane asymetrycznymi lub multimerycznymi nanocząstkami zawierającymi siarczki srebra

Obecnie jednym z najtrudniejszych problemów ludzkości są zmiany klimatyczne, spowodowane ciągłym pozyskiwaniem paliw kopalnych w celu wytworzenia energii. Niemal każda nowoczesna gospodarka opiera się na paliwach kopalnych lub technologiach powiązanych. Stąd niezwykle istotne jest opracowanie alternatywnych źródeł energii, żeby zapobiec zmianom klimatycznym oraz zachować naturalną równowagę naszej planety.

Wodór jest jednym z najważniejszych paliw alternatywnych w stosunku do paliw kopalnych a jednocześnie jest przyjazny dla środowiska, ponieważ w procesie spalania wodoru jedynym produktem jest uwalniana energia oraz woda. Stąd, w chwili obecnej opracowanych jest wiele sposobów produkcji wodoru jako paliwa. Niestety, ogromna większość proponowanych technologii opiera się na paliwach kopalnych. Obiecującą metodą generowania wodoru wydaje się rozkład wody na tlen i wodór z wykorzystaniem procesu fotokatalizy. Metoda ta polega na wzbudzeniu fotokatalizatora za pomocą promieniowania w celu zainicjowania reakcji wymaganych do wytworzenia wodoru z wody a jednym z najbardziej popularnych fotokatalizatorów jest TiO_2 , który może być aktywowany tylko przez wysokoenergetyczne promieniowanie UV, stanowiące jedynie 5% promieniowania słonecznego docierającego do powierzchni Ziemi. W związku z tym ważne jest opracowanie nowych fotokatalizatorów, które byłyby aktywne przy zastosowaniu promieniowania z zakresu widzialnego, stanowiącego większą część promieniowania słonecznego. Metoda ta może otworzyć drogę do czystego oraz opłacalnego wytwarzania wodoru jako paliwa.

Nanocząstki „dwulicowe”, zwane *nanocząstkami Janusa* (JNPs), których nazwa wywodzi się od podwójnej twarzy rzymskiego boga Janusa, są grupa materiałów, które mogą być potencjalnie wykorzystane w procesie fotogenerowania wodoru. Obiecujące właściwości tych materiałów wynikają z obecności dwóch różnych materiałów w jednej nanocząstce, metali i półprzewodnika lub dwóch różnych półprzewodników. JNPs typu Ag_2S -metal wydają się być bardzo dobrym kandydatem do fotokatalicznego generowania wodoru, nie tylko ze względu na wąską przerwę energetyczną Ag_2S dzięki której mogą być aktywowane promieniowaniem z zakresu widzialnego, ale również ze względu na ich strukturę krystaliczną, co pozwala na wzrost różnych metali na ich powierzchni. Z drugiej strony, kolejnym przykładem efektywnych fotokatalizatorów są tlenohalogenki bizmutu tj. BiOX ($\text{X}=\text{Cl}, \text{Br}, \text{I}$), które jak dotąd głównie były badane pod kątem fotokatalitycznej degradacji zanieczyszczeń, która wymaga zastosowania fotokatalizatorów o innej budowie pasmowej. Jednakże, odpowiednia modyfikacja, np. poprzez zmianę ich stechiometrii lub metodę syntezy, pozwala na otrzymanie materiałów użytecznych w procesie fotokatalicznego generowania wodoru.

W tym odniesieniu, celem niniejszego projektu jest otrzymanie nanocząstek typu (i) Ag_2S - Au, Pt, Ag, Ir (ii) Ag_2S - AgInS_2 JNPs (iii) oraz nanocząstek multimerycznych Ag_2S - AgInS_2 , które w kolejnym etapie zostaną połączone z matrycą BiOX ($\text{X} = \text{Cl}, \text{Br}, \text{I}$), w celu otrzymania materiałów fotokatalitycznych aktywnych w procesie generowania wodoru pod wpływem promieniowania z zakresu widzialnego. Nanocząstki multimeryczne oraz Janus zostaną przyłączone do matrycy BiOX z wykorzystaniem metody adsorpcji fizycznej oraz chemicznej (za pomocą łączników chemicznych) w celu wytworzenia układu do fotokatalitycznego wydzielania wodoru. Tlenohalogenki bizmutu zostaną otrzymane różnymi metodami co umożliwi zbadanie ich właściwości w zależności od ich stechiometrii oraz rodzaju metody. Dodatkowo przewiduje się zbadanie procesu wzrostu nanocząstek metali tj. Au, Ag, Pt na powierzchni Ag_2S . Charakterystyka wszystkich otrzymanych materiałów będzie obejmowała analizę dyfrakcji rentgenowskiej XRD (pomiar struktury krystalicznej) oraz analizę mikroskopową SEM i TEM (rozmiar, kształt, topografia, skład, wielkość cząstek). Pomiar powierzchni właściwej BET będzie przeprowadzony przed i po połączeniu BiOX z nanocząstkami multimerycznymi lub typu Janus. Analiza właściwości optycznych będzie obejmowała analizę UV-Vis (badanie właściwości adsorpcyjnych w zakresie promieniowania widzialnego oraz UV) oraz pomiar widm fotoluminescencyjnych. Efektywność fotokatalityczna otrzymanych struktur będzie badana w reakcji generowania wodoru pod wpływem promieniowania UV-Vis oraz widzialnego.