

Powierzchniowo wzmocniona spektroskopia ramanowska (SERS) oraz fotoindukowana wzmocniona spektroskopia ramanowska (PIERS) nie są pojęciami powszechnie znanymi, ale zawierają w sobie klucz do otwarcia wielu naukowych możliwości. Techniki te rewolucjonizują naszą zdolność rozumienia świata molekularnego i manipulowania nim, od badania reakcji chemicznych po monitorowanie bezpieczeństwa zdrowia i środowiska na poziomie nawet pojedynczej cząsteczki.

SERS wykorzystuje niezwykle właściwości nanocząstek metali szlachetnych i ich interakcji ze światłem lasera, które prowadzą do znacznego polepszenia detekcji cząsteczek. Choć podejmowane były próby wykorzystania w tej technice materiałów takich jak dielektryki, to nanocząstki metali zawsze wykazywały najwyższą wydajnością amplifikacji sygnału. Znaczący postęp został dokonany poprzez odkrycie hybryd półprzewodników i metalu, korzystających zarówno z właściwości plazmonicznych nanocząstek jak i ciekawych właściwości elektronicznych półprzewodników. Technika PIERS idzie o krok dalej, znacznie podnosząc poziom sygnału SERS dzięki migracji elektronów pomiędzy półprzewodnikami i nanocząstkami metalicznymi, gdy ich hybryda jest wystawiona na działanie światła. Uzyskane w ten sposób gorące elektrony mogą zostać przeniesione na pożądaną cząsteczkę umiejscowioną blisko powierzchni metalicznej, umożliwiając zachodzenie plazmonowo-katalizowanych reakcji chemicznych.

Celem projektu jest wykorzystanie spektroskopii SERS i PIERS jako narzędzia do badania hybrydowych nanomateriałów pod kątem foto-oczyszczania środowiska oraz efektywności reakcji fotokatalitycznych. Naszym badaniom przyświecają trzy kierunki. Najpierw oceniamy wpływ cech chemicznych i morfologicznych półprzewodników nanostrukturalnych i metalicznych nanocząstek na powstawanie oraz wielkość efektów SERS i PIERS. Naszą uwagę skupiamy przede wszystkim na podłożach oferujących możliwość otrzymania precyzyjnych kształtów i rozmiarów, zapewniających uzyskanie powtarzalnego rozpraszania ramanowskiego. Szczegółowe zrozumienie mechanizmów generujących ładunki potrzebne do reakcji fotokatalitycznej jest konieczne, aby uzyskać długotrwałe i powtarzalne wzmocnienie sygnału ramanowskiego. Cel ten obejmuje inżynierię hybrydowych materiałów z wąskimi przerwami wzbronionymi aby kontrolować procesy przenoszenia ładunku. W końcowej fazie projektu, koncentrujemy się na testowaniu identyfikacji molekularnej w reakcjach fotokatalitycznych i fotodepolucji w układach modelowych. Nasze podejście wykorzystuje techniki czasowo-rozdzielcze in situ i techniki obrazowania do badania kinetyki i rozkładu przestrzennego.

Projekt ten stanowi znaczący postęp w spektroskopii opartej na efektach plazmonicznych. Ma on potencjał zwiększenia wydajności, stabilności i wszechstronności fotokatalitycznych nanomateriałów i szybkiej oceny ich aplikacyjności.