

Intensywny rozwój technologii materiałów funkcjonalnych skupia się wokół projektowania ich wymiarów poniżej 100 nm (10^{-9} m). Taki nanomateriał może wykazywać inne właściwości fizykochemiczne w porównaniu do rozmiarów widocznych „gołym okiem”. Dodatkowo, jego funkcjonalność można modyfikować łącząc kilka materiałów o różnych właściwościach i są one nazywane nanomateriałami hybrydowymi. Podejście to pozwala na uzyskanie zaawansowanych heterostruktur z wieloma funkcjonalnościami wynikającymi z nietypowych kombinacji składników.

Projekt ten koncentruje się na hybrydach półprzewodnikowo-plazmonicznych, które skutecznie zwiększają wychwytywanie i konwersję światła. Dzięki synergistycznemu połączeniu unikalnych właściwości fotoelektrycznych i gigantycznego wzmocnienia pola elektryczno-magnetycznego, heterostruktury metal-półprzewodnik umożliwiają różnorodne i nowatorskie zastosowania w celu racjonalnego projektowania urządzeń fotowoltaicznych, katalitycznych czy ultraczułych czujników substancji chemicznych i biologicznych. Kluczowym celem projektu jest zbadanie procesów odpowiedzialnych za te właściwości poprzez rejestrację sygnału molekularnego wygenerowanego na granicy półprzewodnik – cząstka plazmoniczna. Do tego celu wykorzysta się techniki spektroskopii wzmocnionego pola elektromagnetycznego z detekcją nieelastycznego rozpraszania światła, t.j. powierzchniowo wzmocnioną (SERS), fotoindukowaną (PIERS) i wzmocnioną na ostrzu (TERS) spektroskopię ramanowską. Każda z nich dostarcza w unikalny sposób jak wytworzone nośniki ładunku migrują pomiędzy składnikami hybrydowego nanomateriału i jak ten transport wpływa na jego wielkość i trwałość danej funkcji. Obserwacje te na poziomie pojedynczych cząsteczek i międzyfazie obu składników nanomateriału zrewolucjonizują naszą zdolność rozumienia świata molekularnego i manipulowania materiałami, aby osiągnąć ich wydajną wielofunkcyjność w reakcjach wywołanych światłem czy sensorach optycznych.