

Nr umowy: UMO-2020/37/B/ST3/00555

Tytuł: Wykorzystanie czasowo - rozdzielczej spektroskopii rentgenowskiej do wyznaczenia rozkładów energetycznych ładunków po wzbudzeniu plazmonowym w metalicznych nanocząstkach.

Cel projektu

Zwiększające się potrzeby energetyczne, w połączeniu z rosnącymi wymogami ekologicznymi, wymuszają poszukiwanie nowoczesnych rozwiązań dla światowej gospodarki, które pozwolą na produkcję i wykorzystanie energii neutralnej pod względem emisji dwutlenku węgla m.in. w produkcji chemikaliów. Procesy chemiczne wykorzystujące energię słoneczną do bezpośredniej konwersji małych cząsteczek, takich jak N_2 , H_2O i CO_2 w złożone związki chemiczne oraz paliwa (tzw. sztuczna fotosynteza) są postrzegane jako bezpośrednia ścieżka do uniezależnienia się od paliw kopanych i rozwoju gospodarki neutralnej pod względem emisji dwutlenku węgla.

Nanocząstki metali (NP) oparte na Au, Ag i Cu wykazują intensywną absorpcję światła i rozpraszanie w obszarze widma słonecznego z powodu wzbudzania stanów elektronowych (plazmonów). Dla długości fal w zakresie widzialnym, oddziaływanie światła padającego z elektronami pasmowymi przewodnictwa nanocząstek wzbudza rezonansowo spójne oscylacje gęstości stanów elektronowych. Zjawisko to nazywane jest zlokalizowanym powierzchniowym rezonansem plazmonowym (LSPR) i pozwala na wykorzystanie wygenerowanych chmur gorących elektronów jako wyzwalaczy procesów przetwarzania i magazynowania energii indukowanych światłem. Obecnie procesy LSPR są dość dobrze rozumiane, w tym sekwencja mechanizmów rozpraszania i relaksacji wraz z uwzględnieniem efektu wielkości i kształtu nanocząstek. Pozostaje jednak wiele nierozwiązanych pytań, pomimo licznych badań optycznych w zakresie ultraszybkiej dynamiki wzbudzenia plazmonicznego. Dystrybucja energii gorących elektronów foto-generowanych z LSPR w nanocząsteczkach i układach hybrydowych pozostaje nieokreślona. Uważa się, że wzbudzenie LSPR prowadzi do powstawania elektronów z szeregiem energii i tylko te o wystarczającej energii mogą zostać przeniesione do półprzewodnika. W związku z tym, określenie rozkładu energii elektronów i dziur jest kluczowe, ponieważ właściwości te przekładają się bezpośrednio na wydajność systemu oraz określają skuteczność absorpcji światła w nanocząsteczkach do sterowania reakcjami chemicznymi. Aby zrealizować cele projektu, w badaniach wykorzystamy najnowsze źródło promieniowania rentgenowskiego: laser rentgenowski na swobodnych elektronach pozwalający na zastosowanie w badaniach ultra-krótkich impulsów rentgenowskich. Zrealizowanie projektu będzie miało duży wpływ na badania nie tylko w dziedzinie fizyki materiałów, ale także zapewni naukowcom nową koncepcję i nową metodologię pozwalającą ominąć obecne bariery pomiarowe.