

Nanocząstki domieszkowane jonami lantanowców (LnNPs) są uważane za interesującą alternatywę dla konwencjonalnych znaczników fluorescencyjnych typu molekuly organiczne czy kropki kwantowe (QD). LnNPs wykazują bowiem bardzo dobrą fotostabilność, stosunkowo niewielkie rozmiary, absorpcję wąskopasmową i wielobarwną emisję, długie czasy zaniku luminescencji i pasma wzbudzenia w obszarze spektralnym NIR, oraz zdolność do konwersji światła z zakresu NIR do widzialnego. Co więcej, możliwość wytwarzania nanokryształów w postaci rdzeń-płaszcz i łączenia korzystnych właściwości by projektować spektroskopowe zachowanie takich luminoforów, jest również bardzo interesująca dla wielu zastosowań biomedycznych. Co ciekawe, lantanowce mogą również, oprócz dobrze znanej, wydajnej, konwersji energii w górę (ETU), wykazywać inne fascynujące zjawiska tj. lawinową emisję fotonów (PA) lub stymulowaną emisję (STED), które do tej pory obserwowano jedynie w monokryształach, jednak rzadko lub w ogóle nie badano tych procesów w nanomateriałach. Takie zjawiska pozwalają uzyskać wysoką nieliniowość zachowania (jak w tranzystorach) ale za pomocą światła lub wyłączać świecenie materiału z pomocą dodatkowej wiązki światła na drodze optycznej.

Dlatego projekt ma na celu (cel 1) teoretycznie przewidzieć, zaprojektować i zsyntetyzować nowe funkcjonalne nanocząstki domieszkowane lantanowcami, aby (cel 2) teoretycznie i eksperymentalnie zweryfikować możliwość uzyskania lawinowej emisji fotonów (PA) w nanomateriałach. Aby tak się stało, zostanie przeprowadzona nie tylko analiza teoretyczna, synteza, optymalizacja składu i budowy chemicznej nowych materiałów, ale (cel 3) zaprojektowane zostaną nowe, dedykowane, optyczne instrumenty pomiarowe, nowe metody akwizycji danych oraz niekonwencjonalne metody charakteryzacji. Opracowane materiały, oprzyrządowanie i metody powinny umożliwiać obrazowanie optyczne (cel 4) poniżej limitu dyfrakcji (tj. obrazowanie super-rozdzielczości PA) a także powinny zwiększyć czułość optycznych metod bio-detekcji bazując na Försterowskim Rezonansowym Transferze Energii (eFRET)).

Projekt powinien zasadniczo przyczynić się do zrozumienia tego wyjątkowego zjawiska jakim jest lawinowa emisja fotonów w koloidalnych kryształach nano- i sub-nano metrycznych. To z kolei pozwoli zoptymalizować i wykorzystać nowe materiały i układy optyczne do obrazowania superrozdzielczego poniżej limitu dyfrakcji i do czulszej bio-detekcji. Chociaż niektóre metody obrazowania super-rozdzielczego lub metody biodetekcji oparte na FRET z nanocząsteczkami domieszkowanymi lantanowcami są znane, są to zwykle pojedyncze doniesienia, przedstawiają badania wstępne i często wymagają dalszych badań, optymalizacji, uproszczenia. W ramach projektu skoncentrujemy się na alternatywnych materiałach i domieszkach (głównie jonach  $\text{Nd}^{3+}$ ), nowych konfiguracjach pomiarowych, które zgodnie z wykonanym modelowaniem teoretycznym wydają się wysoce prawdopodobne i użyteczne, jednak do tej pory nie były jeszcze szeroko badane lub weryfikowane eksperymentalnie.