

## **Mechanizmy konwersji energii i cięcia kwantowego w wybranych związkach nieorganicznych domieszkowanych jonami Pr<sup>3+</sup> i Yb<sup>3+</sup>**

Poszukiwanie nowych materiałów wykazujących emisję w zakresie czerwieni i bliskiej podczerwieni należy do głównych zadań fizyki materiałów funkcjonalnych ze względu na szerokie możliwości ich zastosowania – zarówno w fotowoltaice, jako warstwy zwiększające wydajność krzemowych paneli słonecznych, w obrazowaniu biologicznym jako emitery światła słabo absorbowanego przez skórę, a nawet w detekcji opartej na zjawisku lawinowej emisji fotonów. Jednym ze sposobów otrzymania emisji w tym zakresie jest konwersja energii światła z zakresu niebieskiego i UV, która jednak w większości materiałów optycznych związana jest ze stratami nadmiaru energii. Tylko w rzadkich przypadkach możliwe jest wystąpienie zjawiska cięcia kwantowego polegającego na rozdzieleniu energii fotonu padającego (np. z zakresu światła niebieskiego) na dwa fotony emitowane (z zakresu bliskiej podczerwieni). Mechanizm ten skutkuje nie tylko przesunięciem energetycznym, a więc i zmianą obserwowanej barwy emitera i ograniczeniem strat energii, ale i podwojeniem liczby fotonów. Jest to szczególnie istotne, ponieważ ilość fotonów jest decydującym parametrem wpływającym na intensywność emisji, a tym samym na czułość potencjalnego detektora czy na wydajność paneli fotowoltaicznych. Niestety, proces ten jest słabo zbadany i żadne systematyczne badania porównawcze nie zostały dotychczas przeprowadzone.

Głównym celem badań prowadzonych w ramach przygotowywanej rozprawy doktorskiej jest eksperymentalne i teoretyczne określenie warunków występowania procesów konwersji energii w dół (z ang. *downconversion*), w tym zjawiska cięcia kwantowego, zachodzących w wybranych matrycach nano- i mikrokrystalicznych domieszkowanych jonami lantanowców: Pr<sup>3+</sup> i Yb<sup>3+</sup>. Wyselekcjonowane matryce charakteryzują się występowaniem parametrów, których możliwy wpływ na proces konwersji energii został uznany za najbardziej prawdopodobny podczas badań wstępnych (rozmiar krystalitów, symetria otoczenia domieszki, maksymalna energia fononów, tendencja do tworzenia defektów, występowanie jonów tlenu lub grup hydroksylowych). Są to krzemiany, fosforany, fluorki oraz granaty. Taki wybór badanych materiałów ma na celu zapewnienie uniwersalności otrzymanych rezultatów. Syntezy wszystkich materiałów stanowią istotną część rozprawy.

Badania eksperymentalne realizowane w ramach rozprawy doktorskiej opierają się głównie na nowoczesnych metodach spektroskopowych, a ich analiza oparta jest także o istniejące modele teoretyczne. Dotychczasowe badania doprowadziły do odkrycia **progowego charakteru zjawiska konwersji energii w dół** w przypadku badanych krzemianów oraz określenia **wpływu rozmiaru nanocząstek na jego wydajność** w przypadku fluorków.

Realizowane w ramach rozprawy doktorskiej zadania badawcze stanowią próbę usystematyzowania wiedzy na temat materiałów wykazujących konwersję energii w dół poprzez świadome dobranie matryc krystalicznych i jonów domieszek, a następnie szczegółową analizę parametrów mogących mieć wpływ na wydajność zjawiska takich jak: dopasowanie promieni jonowych, koncentracja i dobór domieszek, rozmiar badanych krystalitów, symetria otoczenia, gęstość mocy wzbudzenia, odległości między jonami, migracja i transfer energii, czy obecność centrów wygaszających. Poza wnioskami dotyczącymi badanych materiałów oraz ich zdolności do wykazywania procesu konwersji energii w dół, istotną część pracy stanowić będzie krytyczny przegląd eksperymentalnych i teoretycznych metod badawczych służących do jego analizy. Otrzymane wyniki, oprócz wniosków o charakterze fundamentalnym pozwalających na uogólnienie na większą klasę materiałów, mogą wnieść istotny wkład w dziedzinę projektowania i wytwarzania nowych materiałów o pożądanym właściwościach optycznych.