

Głównym celem tego projektu jest eksperymentalne i teoretyczne określenie warunków występowania procesu kaskadowej emisji fotonów, po której następuje transfer energii pomiędzy jonami Pr^{3+} , Mn^{2+} i Yb^{3+} w nanokrystalicznych fluorkach strontu SrF_2 .

Kaskadowa emisja fotonów, niekiedy nazywana cięciem kwantowym, jest procesem składającym się z dwóch części: absorpcji wysokoenergetycznego fotonu (na przykład z zakresu ultrafioletu), a następnie emisji dwóch lub więcej fotonów o mniejszej energii (na przykład z zakresu bliskiej podczerwieni). W rezultacie oddziaływania światła z materiałem, w którym ten proces zachodzi, liczba fotonów może zostać podwojona, przy czym energia układu będzie zachowana.

Dla zaistnienia zjawiska kaskadowej emisji w danym układzie materiałowym musi być spełnionych równocześnie wiele warunków. Przede wszystkim musi być domieszkowany jonami o dobrze zdefiniowanej strukturze poziomów elektronowych. Po drugie, po absorpcji energia fotonu wzbudzającego nie może zostać rozproszona na przejściach między stanami z różnych konfiguracji elektronowych. Następnie, domieszka powinna posiadać pośredni poziom elektronowy, dzięki któremu możliwe jest podzielenie energii pochłoniętego fotonu na dwie części. Dodatkowo, korzystne jest aby wytworzenie takiego materiału było opłacalne ekonomicznie a metoda jego syntezy powinna umożliwiać jej przeskalowanie ze skali laboratoryjnej do przemysłowej. Kandydatami spełniającymi powyższe warunki są objętościowe fluorki ziem alkalicznych domieszkowane Pr^{3+} . Materiały te, ze względu na swoje unikalne właściwości, są szeroko badane w optyce. Niestety, proces kaskadowej emisji nie został w tych matrycach dotychczas zaobserwowany. Także obliczenia z zasad pierwszych (ab-initio) wykazały, że ze względu na nakładanie się stanów elektronowych różnych konfiguracji, proces ten nie może zachodzić w badanych fluorkach. Jednak, w opozycji do tych konkluzji, emisja kaskadowa została ostatnio zaobserwowana w nanorozmiarowym $\text{CaF}_2:\text{Pr}^{3+}$, który należy do rodziny fluorków ziem alkalicznych. Wyjaśnienie tego zjawiska i wpływu rozmiaru krystalitów na jego obecność za pomocą metod eksperymentalnych i obliczeniowych jest jednym z celów tego projektu.

W związku z powyższym, planowane badania obejmują pomiary kaskadowej emisji fotonów w nanorozmiarowych fluorkach z rodziny ziem alkalicznych SrF_2 domieszkowanych jonami Pr^{3+} z użyciem wysokoenergetycznego wzbudzenia z zakresu próżniowego ultrafioletu. Jej obecność lub absencja zostanie opisana z użyciem metod obliczeniowych na bazie teorii pola krystalicznego i metod z zasad pierwszych. Drugi etap projektu będzie skupiony na przesunięciu długości fali (barwy emisji) emitowanych fotonów (z zakresu ultrafioletu w stronę czerwieni i podczerwieni) poprzez współdomieszkowanie badanych materiałów jonami Mn^{2+} i Yb^{3+} . Mn^{2+} należy do rodziny metali przejściowych, a więc jego właściwości luminescencyjne silnie zależą od matrycy, w której jest umieszczony. W tym projekcie możliwość transferu energii pomiędzy jonami Pr^{3+} , Mn^{2+} i Yb^{3+} zostanie zbadana zbliżonymi metodami: eksperymentalnie oraz poprzez metody obliczeniowe. W szczególności zostanie określone położenie poziomu podstawowego jonu Mn^{2+} względem przerwy energetycznej dla wszystkich badanych fluorków. Zbadany zostanie także wpływ wielkości krystalitów oraz stężenia domieszek na występowanie obu procesów: kaskadowej emisji oraz transferu energii.

Oczekiwany rezultatem tego projektu jest zrozumienie wyników wcześniejszych badań eksperymentalnych, a w konsekwencji opisanie i wyjaśnienie warunków na występowanie kaskadowej emisji fotonów i transferu energii między jonami Pr^{3+} , Mn^{2+} oraz Yb^{3+} w nanorozmiarowych matrycach fluorkowych. Przewidywane jest poszerzenie stanu wiedzy w temacie przewidywania i dopasowywania właściwości optycznych nanomateriałów do określonych zastosowań.