

W ostatnich dwóch dekadach zauważalny jest gwałtowny wzrost zainteresowania układami materiałowymi wykraczającymi poza dotychczas badane półprzewodniki tj. krzem czy arsenek galu oraz ich heterostruktury. Te "nowoczesne" materiały nie tylko posiadają intrygujące własności podstawowe ale przede wszystkim wykazują potencjalne zastosowanie w przyrządach optoelektronicznych przyszłości. Z pewnością do tej grupy możemy zaliczyć perowskity dwuwymiarowe. Struktury takie stanowią w ostatnich latach grupę jednych z najbardziej intensywnie badanych materiałów. Po części związane to jest z ich unikalnymi własnościami optycznymi, które to sprawiają, że perowskity są niezwykle obiecujące w kontekście zastosowań w przyrządach fotowoltaicznych jak również jako emitery światła. Kolejnym atutem perowskitów dwuwymiarowych jest ich technika wytwarzania - struktury takie syntezowane są metodami mokrej chemii co znacząco obniża koszty ich produkcji. W rezultacie, koszty materiałów potrzebnych do budowy perowskitowego ogniwa może być niższa od standardowych, krzemowych rozwiązań. Atomy wchodzące w skład perowskitu dwuwymiarowego, zarówno atomy metalu (np. ołów lub cyna), jak i halogeny, czyli pierwiastki z 17. grupy układu okresowego, są względnie powszechnie dostępne. Atomy te, w strukturze krystalicznej, ułożone są w ośmiościan foremny, a poszczególne ośmiościany łączą się w płaszczyznę (nazwa dwuwymiarowy związana jest właśnie z planarną strukturą takiego perowskitu). Strukturę perowskitu dwuwymiarowego uzupełniają molekuly organiczne, które to oddzielają kolejne płaszczyzny perowskitowe. Właśnie ze względu na obecność hydrofobowych molekuł organicznych perowskity dwuwymiarowe są aktualnie w centrum uwagi naukowców na całym świecie - ich stabilność w odniesieniu do zewnętrznych warunków atmosferycznych jest znacznie większa w porównaniu do trójwymiarowych, typowych odpowiedników, co sprawia, że ich potencjalne zastosowanie w ogniwach fotowoltaicznych jest jeszcze bardziej oczekiwane. Dodatkowo, planarna konstrukcja perowskitów podwójnych pozwala na niemal dowolny wybór co do molekuł nieorganicznych, oddzielających kolejne płaszczyzny. Taki stopień swobody w kontekście inżynierii materiałowej jest niespotykany w skali wszystkich dostępnych materiałów półprzewodnikowych. Z tego punktu widzenia perowskity dwuwymiarowe mogą zostać wykorzystane w niemal każdej dziedzinie nauki bazującej na półprzewodnikach, wliczając telekomunikację, elektronikę, technologie oświetleniowe, fotowoltaikę i inne.

Prorokowane wykorzystanie perowskitów dwuwymiarowych w przyrządach optoelektronicznych wyprzedza zrozumienie ich podstawowych własności fizycznych. (Niemał) nieskończone możliwości co do inżynierii tych materiałów sprawiają, że własności fizyczne mogą być kontrolowane z niezwykłą elastycznością. Mnogość dostępnych wariantów perowskitów dwuwymiarowych sprawia, że z dużym prawdopodobieństwem możliwe jest odkrycie materiału, który będzie przeczył dotychczas zdobytej wiedzy o półprzewodnikach. Jedną z takich reguł jest zasada, że najniższym stanem energetycznym ekscytonu jest stan ciemny (a stan jasny posiada większą energię). Hierarchia ta jest przestrzegana w większości półprzewodników, a materiały łamiące tą regułę są uznawane za idealne emitery światła.

Celem tego projektu jest zbadanie czy perowskity dwuwymiarowe łamią powyższą regułę oraz określenie możliwości kontroli hierarchii stanów energetycznych poprzez inżynierię materiałową. Wykorzystanie ogromnej możliwości przestrajania własności fizycznych perowskitów w celu kontroli hierarchii stanów nie było dotychczas badane. Przyrządy bazujące na perowskitach dwuwymiarowych w których stan ciemny ekscytonu jest stanem podstawowym mogą być narażone na utratę wydajności - stan ciemny nie pozwala na efektywną emisję światła (stąd jego nazwa). Ponieważ stan ciemny ekscytonu nie jest zazwyczaj obserwowany, w celu określenia jego energii wykorzystane zostanie zewnętrzne pole magnetyczne generowane z wykorzystaniem silnego magnesu. Pole to rozjaśnia stan ciemny, umożliwiając jego obserwację oraz określenie położenia względem stanu jasnego. Informacja o wzajemnym ułożeniu tych dwóch stanów energetycznych jest kluczowa z punktu widzenia wykorzystania tych materiałów w przyrządach optoelektronicznych przyszłości.