

## POPULARNONAUKOWE STRESZCZENIE PROJEKTU

Synteza materiałów fotoluminescencyjnych i magnetycznych wzbudza obecnie szerokie ogólnoświatowe zainteresowanie. Fotoluminescencją to zdolność do emisji światła w wyniku absorpcji fotonów. Ta właściwość optyczna znajduje liczne zastosowania w monitorach CRT, detektorach promieniowania rentgenowskiego, materiałach do pamięci optycznych, wyświetlaczach, diodach LED, elementach do urządzeń konwersji światła, sensorach chemikaliów, termometrach luminescencyjnych i biomedycynie. Efekty fotoluminescencji zostały pokazane dla szeregu materiałów, w tym dla cząsteczek organicznych oraz nieorganicznych ciał stałych zawierających jony lantanowców.

Z drugiej strony, materiały magnetyczne, wykazujące spontaniczne permanentne namagnesowanie oraz wpływające na inne magnesy, są szeroko używane w przemyśle i życiu codziennym. Wystarczy wymienić takie zastosowania jak magnetyczne nośniki informacji, karty kredytowe, mikrofony, kompasy, rezonans magnetyczny, czy silniki elektryczne. Te zastosowania są głównie realizowane przez klasyczne permanentne magnesy zbudowane z metali, takich Fe czy Co, związków międzymetalicznych, takich jak  $\text{Nd}_2\text{Fe}_{14}\text{B}$ , oraz tlenków metali, np.  $\text{Fe}_2\text{O}_3/\text{Fe}_3\text{O}_4$ .

Kilkanaście lat temu pokazano, że magnesy można też wytworzyć z innych składników, a mianowicie cząsteczek, zastępujących typowo stosowane metale czy tlenki metali. Takie molekularne magnesy są zwykle oparte na materiałach krystalicznych, które są skonstruowane z paramagnetycznych kompleksów metali lub rodników organicznych. Są one połączone w obrębie struktury krystalicznej w taki sposób, że występujące między nimi sprzężenia magnetyczne prowadzą do uporządkowania magnetycznego i permanentnego namagnesowania poniżej temperatury krytycznej. Ta niezwykła grupa materiałów oferuje również nietypowe zjawiska fizyczne, nieosiągalne dla klasycznych magnesów. W szczególności niektóre cząsteczki zbudowane z silnie anizotropowych magnetycznych jonów, np. lantanowców, mogą zachowywać się jak pojedyncze, niezależne magnesy poniżej tzw. temperatury blokowania. Takie cząsteczki, nazywane Single-Molecule Magnets (SMMs) wykazują powolną relaksację magnetyzacji dzięki silnej anizotropii magnetycznej. W rezultacie obserwujemy histerezę magnetyczną, podobną do charakterystycznej dla permanentnych magnesów. Cząsteczki typu SMM mogą być rozważane do przyszłych zastosowań w przechowywaniu i przetwarzaniu informacji na niespotykanym poziomie nawet pojedynczych jonów.

Kompleksy metali bloku f układu okresowego są najbardziej obiecujące z punktu widzenia syntezy cząsteczek typu SMM o wysokich temperaturach blokowania. Co więcej, są one również atrakcyjnym źródłem fotoluminescencji związanej z ich specyficzną strukturą elektronową, z której wynika bardzo słaba barwa, oraz silna emisja w zakresie widzialnym po wzbudzeniu promieniowaniem z zakresu UV lub bliskiej podczerwieni. Dlatego też związki koordynacyjne oparte na lantanowcach i aktynowcach są doskonałymi kandydatami do stworzenia materiałów łączących fotoluminescencję i anizotropię magnetyczną. Takie multifunkcyjne materiały, które mogą wykazywać co najmniej dwie różne właściwości fizyczne, są obecnie silnie pożądane w kontekście rosnącego technologicznego zapotrzebowania na coraz mniejsze, szybsze i zużywające mniej energii, zdolne do wykonywania wielu czynności jednocześnie.

W tym kontekście, celem naszego projektu jest otrzymanie nowych materiałów molekularnych wykazujących równocześnie silną fotoluminescencję o wysokiej intensywności emisji w temperaturze pokojowej, oraz silną anizotropię magnetyczną prowadzącą do zachowania typu Single-Molecule Magnet o wysokich temperaturach blokowania, porównywalnych z obecnie rekordową wartością 60 K.

Planujemy osiągnąć te cele badawcze poprzez otrzymanie materiałów krystalicznych opartych na sieciach koordynacyjnych d-f zbudowanych z kompleksów metali 4f/5f z ligandami organicznymi, które będą połączone z kompleksami cyjanowymi metali przejściowych. Wybierzemy odpowiednie ligandy organiczne, zwykle nieduże cząsteczki z pierścieniami aromatycznymi, oraz odpowiednie kompleksy cyjanowe, tak, aby wprowadzone jony metali bloku f wykazywały fotoluminescencję w zakresie widzialnym oraz anizotropię magnetyczną. Ponadto, nasze związki będą zawierały cząsteczki rozpuszczalnika, skoordynowanego do jonów metali lub zajmującego pory strukturalne. Dzięki temu możliwa będzie post-syntetyczna modyfikacja otrzymanych materiałów poprzez termiczną desolvatację i dalszą funkcjonalizację poprzez wprowadzenie cząsteczek gościa. Pozwoli to wygenerować jeszcze mocniejszą fotoluminescencję i anizotropię magnetyczną, na poziomie nieosiągalnym przy zastosowaniu bezpośredniej syntezy. Sprawdzimy również odwracalność post-syntetycznych modyfikacji, aby określić potencjalne zastosowanie naszych związków jako sensorów chemicznych i zaawansowanych przełączników molekularnych. Będziemy poszukiwać korelacji między właściwościami optycznymi i magnetycznymi, co będzie pomocne przy zrozumieniu obserwowanych zjawisk. Oczekujemy, że nasz projekt wyznaczy nowe ścieżki syntetyczne w kierunku wysoce efektywnych materiałów multifunkcyjnych. Sformułujemy również generalne zasady rządzące inżynierią krystaliczną luminescencyjnych magnesów molekularnych, co znacząco wpisze się w obecne badania nad zaawansowanymi materiałami do zastosowań w urządzeniach emitujących światło, sensorach, jak również nanotechnologii, spintronice i urządzeniach elektronicznych.