

Lantanowce to rodzina 15 pierwiastków: lantan, cer, prazeodym, neodym, promet, samar, europ, gadolin, terb, dysproz, holm, erb, tul, iterb oraz lutet. Są to metale, których właściwości fizyczne oraz chemiczne uważa się za bardzo zbliżone. W przyrodzie występują one w formie minerałów, w których obecna jest mieszanka tych pierwiastków, z której wyodrębnia się poszczególne lantanowce. Pierwiastki te należą do grupy tzn. *metali ziem rzadkich*, razem ze skandem i itrem, jednak wbrew nazwie część z nich występuje w skorupie ziemskiej w większej ilości niż inne metale rzadkie, np. cer jest 26-tym najczęściej występującym pierwiastkiem w skorupie ziemskiej a neodym występuje częściej niż złoto. Wszystkie jony lantanowców na +3 stopniu utlenienia, z wyłączeniem lantanu oraz lutetu, posiadają niesparowane elektrony. Każdy elektron jest swego rodzaju małym magnesem, a w jednym jonie lantanowca może być do siedmiu takich elektronów. Mają przez to, jak mówimy, ogromne *momenty magnetyczne*, dla  $Dy^{3+}$  i  $Ho^{3+}$  nawet kilka razy większe niż w przypadku normalnych metali przejściowych. Ponadto, wiele z jonów lantanowców  $Ln^{3+}$  po naświetleniu odpowiednim rodzajem światła wykazuje właściwości luminescencyjne, emitując w zakresie światła widzialnego całe bogactwo kolorów, których mieszanka może składać się na światło białe.

Dzięki powyższym własnościom, dobrze przebadane i zmyślnie zaprojektowane materiały zawierające jony lantanowców znajdują wiele zastosowań. Około 85% światowej produkcji lantanowców przeznaczonych jest do produkcji szkieł oraz wykorzystywanych jako katalizatory. Jednak zastosowanie ich jako magnesy oraz luminofory jest ważniejsze, jako że w tym wypadku często nie można zastąpić ich żadnymi innymi metalami. Jako zastosowanie lantanowców oraz materiałów/urządzeń opartych na nich należy wymienić: nadprzewodniki, niezwykle silne magnesy stałe, katalizatory rafinacji, komponenty samochodów hybrydowych takie jak baterie i magnesy. Ze względu na ich właściwości luminescencyjne, jako zastosowania należy wymienić materiały i urządzenia optoelektroniczne oparte na nich, takie jak lasery (najbardziej znany to laser Nd:YAG), wzmacniacze optyczne czy kineskopy telewizyjne (np. jony europu świecące na czerwono). Na szczególną uwagę zasługuje fakt, że jony  $Gd^{3+}$  używane są w medycynie w obrazowaniu metodą rezonansu magnetycznego, natomiast związki  $La^{3+}$  oraz  $Ce^{3+}$  badane są jako potencjalne środki przeciwnowotworowe. Warto tutaj zaznaczyć, że lantanowce (z wykluczeniem radioaktywnego prometu) posiadają niską toksyczność. Co więcej, silne magnesy oparte o neodym używane są nie tylko w samochodach hybrydowych, ale również w turbinach wiatrowych wytwarzających prąd czy w zastosowaniach militarnych (defense guidance systems). Takie magnesy zawierają nie tylko neodym (lantanowiec) i żelazo (metal przejściowy), ale także bor.

Niedawno udało mi się zsyntezować serię borowodorków lantanowców typu  $Ln(BH_4)_3$  opracowując technikę ich otrzymywania oraz zbadać ich podstawowe właściwości fizykochemiczne, szczególnie w kontekście magazynowania wodoru. Niniejszy projekt zakłada zbadanie właściwości optycznych (luminescencyjnych) oraz relaksacji magnetycznej w tych związkach oraz w podobnych układach zawierających 4 a nie 3 grupy  $BH_4$ . Próba otrzymania nowych układów opartych na jonach  $[Ln(BH_4)_4]^-$  i dużych kationach ma na celu zwiększenie odległości pomiędzy jonami lantanowców (emisja światła silnie zależy od tego czynnika). Podejmę też próbę syntezy wybranych referencyjnych tetrafluoroboranów lantanowców, mając nadzieję na otrzymanie związków typu  $Ln(BF_4)_3$  w celu porównania ich właściwości do związków typu  $Ln(BH_4)_3$  oraz zbadanie i porównanie wpływu ligandów na właściwości jonów  $Ln^{3+}$ .

Niniejszy projekt ma na celu przede wszystkim badania przesiewowe nowych lub od niedawna znanych związków opartych na jonach  $Ln^{3+}$  w środowisku borowodorkowym. Sprawdzona zostanie możliwość ich powolnej relaksacji magnetycznej oraz ich właściwości luminescencyjne, w tym możliwość świecenia w zakresie światła widzialnego. Niniejsze badania zakładają otrzymanie kilkunastu nowych związków chemicznych, co oznacza poszerzenie wiedzy i wkład w rozwój chemii opartej o związki zawierające bor, wodór lub fluor oraz lantanowce. Przeprowadzane badania przesiewowe dynamicznych właściwości magnetycznych oraz optycznych mają na celu wybranie związków chemicznych o najciekawszych właściwościach, o czym zadecydują m.in. typ zastosowanego lantanowca, typ liganda, oraz struktura otrzymanego związku chemicznego.



Rysunek 1. Roztwory fluorescencyjne naświetlane promieniowaniem nadfioletowym UV (po lewej) i magnes neodymowy utrzymujący ciężar kul 1300 razy większy od swojego własnego (po prawej).

Źródło: Wikipedia, po lewej: zdjęcie wykonane przez Maxim Bilovitskiy, rozpowszechniane na licencji CC BY-SA 4.0, po prawej: Zdjęcie wykonane przez Roo72, udostępnione na [www.commons.wikimedia.org](http://www.commons.wikimedia.org)