

POPULARNONAUKOWE STRESZCZENIE PROJEKTU

Materiały magnetyczne są szeroko stosowane w życiu codziennym, medycynie i przemyśle. Są używane w nośnikach informacji, kartach kredytowych, kompasach, mikrofonach, generatorach i silnikach elektrycznych, czy rezonansie magnetycznym. Magnesy stałe, które same generują trwałe pole magnetyczne, są zwykle zbudowane z metali (np. Fe, Co, Ni, Gd), międzymetalicznych roztworów stałych (np. $\text{Co}_{17}\text{Sm}_2$, $\text{Nd}_2\text{Fe}_{14}\text{B}$) lub tlenków metali (np. CrO_2 , Fe_3O_4 , Fe_2O_3), a ich synteza związana jest z energetycznie wymagającymi procesami metalurgicznymi. Około 30 lat temu pokazano eksperymentalnie, że magnesy permanentne mogą być zupełnie inne, zbudowane z cząsteczek zamiast metali czy tlenków metali. Takie molekularne magnesy zbudowane z paramagnetycznych cząsteczek, którymi mogą być jony kompleksowe metali lub rodniki organiczne, wykazują szeroki zakres właściwości magnetycznych, w tym sprzężenia magnetyczne poprzez mostki molekularne oraz uporządkowanie magnetyczne poniżej temperatury krytycznej.

Niezwykła grupa magnesów molekularnych wykazuje szereg bardzo specyficznych zjawisk fizycznych, których nie można zaobserwować w klasycznych magnesach metalicznych lub tlenkowych. W szczególności, niektóre magnesy molekularne oparte na cząsteczkach lub łańcuchach koordynacyjnych zachowują się niemal jak pojedyncze magnesy. Takie fascynujące zjawisko obserwowane dla cząsteczek zwanych Single-Molecule Magnets (SMMs) jest podstawą zastosowań magnesów molekularnych w przechowywaniu informacji w pojedynczych jonach, co dawałoby w przyszłości gęstość zapisu informacji na niespotykanym dotąd poziomie.

Inną ciekawą właściwością wybranych magnetycznych materiałów molekularnych jest bistabilność spinowa, czyli współistnienie dwóch różnych stanów magnetycznych, które możemy przełączać za pomocą bodźców zewnętrznych, takich jak temperatura, światło, ciśnienie, odwracalne odwodnienie, czy wprowadzanie innych cząsteczek (gościa) do struktury krystalicznej. Istnieje szereg przełączników molekularnych, które wykazują bistabilność zarówno właściwości magnetycznych jak i optycznych, co jest niezwykle obiecujące w perspektywie konstrukcji urządzeń przechowujących i przetwarzających informacje, jak również w konstrukcji sensorów, wyświetlaczy czy bloków budulcowych dla molekularnej elektroniki i spintroniki.

Magnesy molekularne są również znane jako doskonałe obiekty do wprowadzania multifunkcjonalności, czyli tworzenia materiałów wykazujących kilka współistniejących lub oddziaływujących właściwości fizycznych. W ten sposób otrzymano fotomagnesy molekularne, czyli materiały, których właściwościami magnetycznymi można sterować za pomocą światła. Innym przykładem są magnesy chiralne, które wykazują takie niezwykle zjawisko magneto-optyczne jak wzmocnioną magnetycznie generację światła drugiej harmonicznej (MSHG).

W tym kontekście, celem naszego projektu jest otrzymanie unikalnych przełączalnych magnesów molekularnych. W szczególności interesuje nas synteza magnetycznych przełączników molekularnych, które będą pracować w temperaturze pokojowej dzięki zastosowaniu różnych bodźców zewnętrznych. Interesują nas również unikalne foto- i termoprzełączalne magnesy molekularne wykazujące nowe, niespotykane dotąd zjawiska fizyczne, oraz multifunkcjonalne przełączniki molekularne, łączące w sobie fotomagnetyzm, chiralność i wrażliwość na odwracalne odwodnienie i stopień wilgotności.

Aby to osiągnąć, zastosujemy nowe heterometaliczne sieci koordynacyjne z mostkami cyjanowymi, czyli połączenia różnych jonów kompleksowych metali poprzez jon cyjanowy (CN^-) w krystalicznej fazie stałej. Zastosujemy syntetyczne podejście molekularnych bloków budulcowych, zgodnie z którym sieci koordynacyjne mogą być racjonalnie zaprojektowane i otrzymane przez starannie wyselekcjonowaną kombinację jonów metali, cząsteczek organicznych i nieorganicznych. W naszym projekcie zastosujemy policyjanowe kompleksy jonów metali przejściowych, które połączymy z innymi jonami metali, zarówno metali przejściowych jak i lantanowców z dodatkowym, lecz bardzo ważnym, udziałem małych cząsteczek organicznych z pierścieniami aromatycznymi. Otrzymane w ten sposób sieci koordynacyjne będą podstawą nowych materiałów krystalicznych służących jako przełączniki molekularne o pożądanym właściwościach i wykazujących nowe, nieznanne dotąd zjawiska fizyczne. W ramach projektu planujemy również dokonać wnikliwych korelacji pomiędzy strukturą otrzymanych połączeń a właściwościami optycznymi i magnetycznymi pod wpływem różnorodnych bodźców zewnętrznych. Pozwoli to na sformułowanie generalnych zasad rządzących inżynierią krystaliczną przełączników molekularnych i zmodyfikowanie procedur syntetycznych w celu poprawienia ich funkcjonalności, co w przyszłości ułatwi ich zastosowania w nanotechnologii, spintronice i urządzeniach elektronicznych.