

Magnetyzm zaawansowanych materiałów



Kryształy molekularne wykazujące właściwości magnetyczne zadziwiają różnorodnością zachowań. Jest to związane z ich podatnością na warunki zewnętrzne, ze złożonością struktur krystalicznych, różnymi możliwymi źródłami momentu magnetycznego i różnymi rodzajami oddziaływań pomiędzy tymi momentami. Istnieją na przykład molekuly, które wykazują powolne relaksacje magnetyzacji w niskich temperaturach, pomimo że składają się z zaledwie kilkunastu atomów – są to nano-magnesy. Układy takie zostały odkryte kilkanaście lat temu i wywołały duże zainteresowanie z powodu związku z fundamentalnymi zagadnieniami, jak współistnienie kwantowych i klasycznych zjawisk, oraz z nadziei na stworzenie nowych nośników pamięci magnetycznych. W Zakładzie Inżynierii Nowych Materiałów, razem z dr. hab. Zbigniewem Tomkowiczem, badamy szeroko rozumiane właściwości magnetyczne i magnetoptyczne kryształów syntetyzowanych przez chemików, m.in. z Krakowa, Darmstadt, Lyon i Kiel.

Szczególnie ciekawe są dla nas niskowymiarowe układy magnetyczne. W tym roku odkryliśmy kryształ zbudowany z łańcuchów jonów magnetycznych (rys. 1), który wykazuje powolne relaksacje magnetyzacji. Znanych jest zaledwie kilkanaście takich układów. Wcześniej znaleźliśmy nową podklasę magnesów jednołańcuchowych – Mn^{III} -TCNE-, które

Dr hab. Michał Rams jest adiunktem w Zakładzie Inżynierii Nowych Materiałów. Choć ukończył fizykę ze specjalizacją teoretyczną, zajmuje się eksperymentalną fizyką materii skondensowanej. Jego habilitacja dotyczyła właściwości magnetycznych i elektronowych złożonych tlenków rutenu. Obecnie zajmuje się głównie magnetyzmem kryształów molekularnych. Przez rok pracował w Max-Planck-Institut CPFS, Dresden. Jest współautorem ok. 60 publikacji cytowanych łącznie ponad 1000 razy.

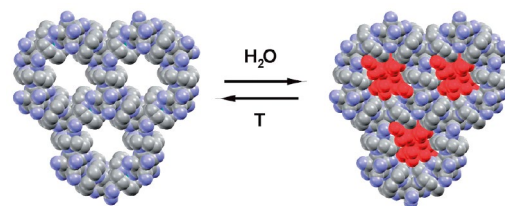
m.rams@uj.edu.pl

wykraczają poza tzw. model Glaubera – obecną teorię takich relaksacji. Niektóre kryształy molekularne tworzą dwuwymiarową sieć połączeń magnetycznych. W jednym z takich materiałów, podwójnych warstwach $Cu(\text{tetren})[W(\text{CN})_8]$ zaobserwowaliśmy kilka lat temu przejście fazowe typu Kosterlitz-Thouless, przewidywane w układach dwuwymiarowych o planarnej anizotropii. To pierwszy taki klarowny przypadek przejścia K-T zaobserwowany w kryształach.

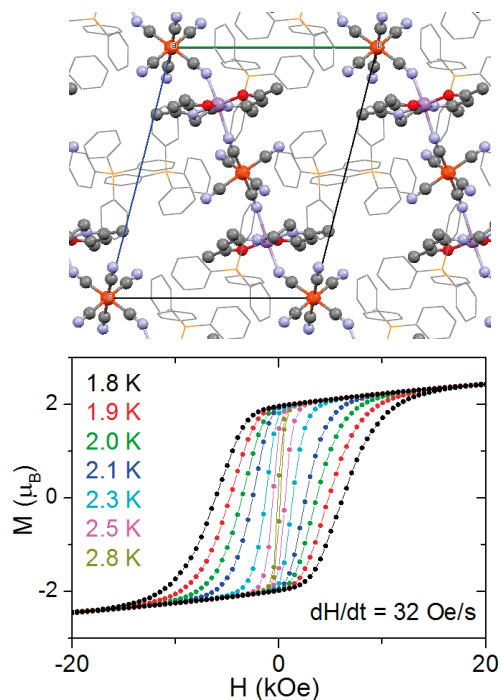
W magnetykach molekularnych obserwujemy również foto-magnetyzm (przełączanie właściwości magnetycznych światłem), badamy wpływ obecności i rodzaju cząsteczek rozpuszczalników (wody, alkoholi)

na właściwości magnetyczne (rys. 2). To jest podstawa do użycia takich materiałów jako sensorów.

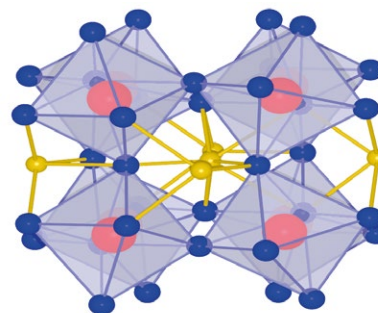
Drugą tematyką naszych obecnych badań, realizowaną razem z prof. Krzysztofem Tomalą, są właściwości elektronowe i magnetyczne tlenków rutenu o strukturze perowskitu (rys. 3). CaRuO₃ to metal, w którym przy odpowiednim domieszkowaniu Sr obserwuje się kwantowe przejście fazowe ferro-paramagnetyk przy $T \rightarrow 0$. Skutkuje to anomalnym zachowaniem oporu, ciepła właściwego i podatności, odbiegającym od



Rys. 2. Związek molekularny [Ni(cyclam)]₃[W(CN)₆]₂, w którym odwracalna absorpcja wody zmienia właściwości magnetyczne



Rys. 1. Struktura magnezu jednołańcuchowego (Ph₄P)₂[Mn^{III}(acacen)(CN)₆Os^{III}] oraz jego histereza magnetyczna



Rys. 3. Struktura CaRuO₃, w którym deformacje oktaedrów RuO₆ decydują o właściwościach magnetycznych i elektronowych

modelu cieczy Fermiego. Żeby badać takie zjawiska przygotowujemy próbki tych materiałów i wykonujemy dla nich pomiary magnetyczne, pomiary ciepła właściwego oraz oporu w bardzo niskich temperaturach, aż do 0.4 K i w wysokich polach magnetycznych.

Prowadzone przez nas pomiary wymagają używania ciekłego helu. Jest to możliwe dzięki posiadanej w Zakładzie instalacji do skraplania helu.