

Zależność kątowna widm RIXS-MCD dla CoFe_2O_4 i FeMn_2O_4

A. Juhin¹, F. DeGroot¹, M. Sikora², C. Brouder³

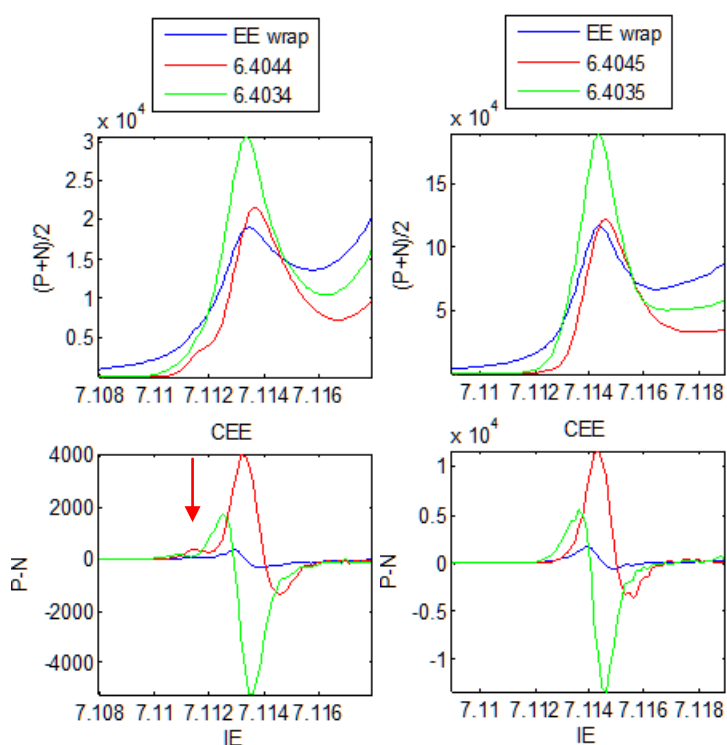
1. Department of Inorganic Chemistry & Catalysis Debye Institute, University of Utrecht, Holandia

2. Katedra Fizyki Ciała Stałego, Wydział Fizyki i Informatyki Stosowanej, AGH w Krakowie

3. IMPMC - UMR 7590, Universytet Pierre at Marie Curie – CNRS, Paris, Francja

Celem projektu było zbadanie zależności kątowej widma magnetycznego kołowego dichroizmu (MCD) w nieelastycznym rezonansowym rozpraszaniu promieniowania X (RIXS) dla ferrytów manganowych i kobaltowych w pobliżu krawędzi K żelaza, kobaltu i manganu. Metoda RIXS-MCD na krawędziach K umożliwia bardzo czułe i selektywne badanie uporządkowania magnetycznego pierwiastków metali 3d przy użyciu twardego promieniowania rentgenowskiego. Widma tego typu zostały po raz pierwszy zaobserwowane w ferrycie żelaza (magnetyt) w czerwcu 2008 i opublikowane w Physical Review Letters w 2010 roku (Sikora et al.).

Naturalną kontynuacją tego odkrycia było pogłębienie wiedzy o zależności widm 1s2p RIXS-MCD od składu chemicznego (rys.1) oraz kąta. W tym drugim przypadku istotna jest zarówno zależność dla kąta między promieniowaniem padającym i wypadkowym namagnesowaniem próbki jak również między kątem rozpraszania a osiami krystalograficznymi w monokryształach. Zrozumienie tych zależności powinno doprowadzić do opracowania modelu teoretycznego widm RIXS-MCD, którego głównym celem jest umożliwienie niezależnego wyznaczenia momentów spinowych i orbitalnych. Ważnym było również sprawdzenie, czy widma RIXS-MCD są proporcjonalne do wypadkowego namagnesowania próbki, co również udało się zaobserwować. Dzięki temu udało się udowodnić, że technika RIXS-MCD może być z powodzeniem wykorzystana do badań magnetometrycznych w złożonych układach z tlenkami magnetycznymi.



Rys. 1. Porównanie widm 1s2p RIXS (górne panele) i 1s2p RIXS-MCD (dolne panele) dla magnetytu (Fe_3O_4) i ferrytu kobaltowego (CoFe_2O_4). Widma zebrano w zakresie pre-piku na krawędzi K żelaza w modzie stałej energii emisji (CEE). Charakterystyczny jest bardzo podobny kształt widm MCD obu próbek, co świadczy o dominującej roli jonów Fe^{III} w lukach tetra-edrycznych (T_d) w procesie absorpcji i rezonansowego rozpraszania w zakresie pre-piku. Jediną istotną różnicą jest brak w ferrycie piku obserwowanego w widmie magnetytu dla energii wzbudzenia (IE) $\sim 7.1115\text{keV}$ (strzałka), który potwierdza dotychczasową interpretację, iż pochodzi od Fe^{II} w lukach oktaedrycznych, które nie występuje w idealnym ferrycie kobaltowym.

W chwili obecnej prowadzone są systematyczne obliczenia teoretyczne widm RIXS-MCD systemów $3d^5$, $3d^6$ i $3d^7$ w otoczeniu różnej symetrii pola krystalicznego oraz zmiennej geometrii pola magnetycznego. Po zakończeniu obliczeń i porównaniu ich z wynikami eksperymentu spodziewamy się opracować metodę interpretacji ilościowej badanych widm oraz doprowadzić do opracowania metody analogicznej do reguły sum, stosowanej dla widm dichroizmu na krawędziach $L_{2,3}$. Dzięki temu mikroskopowe badania magnetyzmu metali przejściowych $3d$ będą możliwe przy zastosowaniu twardego promieniowania X, co zdecydowanie rozszerzy zakres ich stosowalności.