

Hematene: unikatowa platforma do zrozumienia magnetyzmu w nievanderwaalsowskich dwuwymiarowych układach

Od czasu odkrycia grafenu z jego wyjątkowymi właściwościami rodzina dwuwymiarowych (2D) materiałów powiększyła się o liczne nanostruktury wyróżniające się występującymi w nich nowymi zjawiskami i potencjalnie nowymi zastosowaniami. Ze względu na charakter występujących wiązań materiały te można podzielić na dwie grupy: materiały van-der Waalsa (vdW) i materiały inne niż van-der-Waalsa (nvdW). Ta ostatnia grupa, która obejmuje tlenki, azotki, fosforany i chalcogenki metali, jest trudniejsza do uzyskania w postaci 2D ze względu na występujące w nich silne wiązania we wszystkich kierunkach. Jednak takie materiały w litej postaci często wykazują „warstwową” strukturę, która umożliwia wytwarzanie z nich ultracienkich warstw. Okazuje się, że materiały nvdW o obniżonej wymiarowości również charakteryzują się ciekawymi właściwościami znacząco różnymi od tych obserwowanych w ich litych odpowiednikach.

Obiecującymi kandydatami w tym obszarze są dwuwymiarowe tlenki żelaza, które wykazują istotne zmiany w zachowaniu magnetycznym podczas przechodzenia od struktur objętościowych do niskowymiarowych, o grubości zaledwie kilku warstw. Takie zmiany zaobserwowano dla przejścia od hematytu do hematenu (hematyt o grubości kilku warstw), gdzie hematyt jest antyferromagnetykiem, a hematen może być ferro- lub antyferromagnetykiem. Dodatkowo okazuje się, że osadzanie pojedynczych atomów metali i klastrów metali na powierzchni ultracienkich tlenków żelaza, poza zwiększeniem liczby aktywnych miejsc, może istotnie modyfikować anizotropię magnetyczną i lokalne właściwości magnetyczne takich materiałów.

Celem projektu jest poznanie i zrozumienie właściwości magnetycznych ultracienkich kwazi-2D tlenków żelaza i ich pochodnych modyfikowanych pojedynczymi atomami i klastrami metali Mn, Co, Ni, Cu osadzanych na ich powierzchni.

Projekt będzie obejmował optymalizację procedury uzyskiwania struktur hematenu o kontrolowanej grubości, a w kolejnym etapie przygotowanie odpowiednich materiałów 2D na bazie żelaza, w tym innych tlenków, żelaza metalicznego, węglików i azotanów żelaza z przygotowanego prekursora hematenu. Kompleksowe badanie właściwości strukturalnych, morfologicznych, elektronicznych i magnetycznych otrzymanych materiałów 2D zostanie przeprowadzone poprzez zastosowanie różnych eksperymentalnych i teoretycznych metod badawczych.

Zrozumienie podstawowych właściwości magnetycznych nowo powstających układów 2D innych niż materiały van-der-Waalsa ma kluczowe znaczenie dla ich potencjalnych zastosowań. Materiały te mogą przesunąć granice obecnych technologii w dziedzinie magnetycznych nośników pamięci, a dodatkowo duża powierzchnia w połączeniu z pojedynczymi atomami i klastrami metali tworzącymi aktywne centra może rozszerzyć ich potencjał aplikacyjny w obszarze katalizy i fotokatalizy.