

Wpływ ciśnienia i rozmiarów nanocząstek manganitów i kobaltytów na ich właściwości magnetyczne

A. Wiśniewski¹, R. Puźniak¹, V. Markovich², I. Fita^{1,3}

¹ *Instytut Fizyki PAN, Al. Lotników 32/46, 02-668 Warszawa,*

² *Department of Physics, Ben-Gurion University of the Negev, 84105 Beer-Sheva, Israel,*

³ *Donetsk Institute for Physics and Technology, 83114 Donetsk, Ukraine*

Przedstawione zostaną wyniki badań nanocząstek manganitów: $\text{La}_{1-x}\text{MnO}_{3+\delta}$ (o rozmiarach 20, 25, 30 nm) i $\text{CaMnO}_{3-\delta}$ (50 nm) oraz kobaltytu LaCoO_3 (25, 30, 32, 38 nm). Badania magnetyczne przeprowadzono zarówno pod ciśnieniem normalnym, jak i pod ciśnieniem hydrostatycznym do 12 kbar.

Stechiometryczny związek LaMnO_3 jest antyferromagnetykiem (AFM) typu A. Natomiast niestechiometryczne próbki $\text{La}_{1-x}\text{MnO}_{3+\delta}$, dla $\delta > 0.06$, wykazują ferromagnetyzm (FM). W nanocząstkach tego związku zaobserwowano spadek T_C i spontanicznego namagnesowania w miarę zmniejszania rozmiarów cząstek. Z kolei ciśnienie hydrostatyczne powoduje wzmocnienie oddziaływań podwójnej wymiany i prowadzi do znacznego wzrostu T_C .

W nanocząstkach manganitu $\text{CaMnO}_{3-\delta}$ możemy wyróżnić AFM „jądro” i FM warstwę powierzchniową. W nanocząstkach tych obserwuje się wyraźną asymetrię pętli histerezy, będącą skutkiem indukowania przez oddziaływania wymienne jednokierunkowej anizotropii, czyli tzw. efektu przesunięcia wymiennego. Zjawisko to obserwowano dotychczas tylko w nanocząstkach, w których „jądro” jest FM, a warstwa powierzchniowa – AFM.

Stwierdzono, że nanocząstki LaCoO_3 , w przeciwieństwie do niemagnetycznych próbek objętościowych tego związku, wykazują słaby ferromagnetyzm z T_C ok. 85 K. W miarę zmniejszania rozmiarów cząstek rośnie zawartość fazy FM, natomiast T_C nie ulega zmianie. Przyłożenie ciśnienia ok. 10 kbar może doprowadzić do zaniku fazy FM. Zachowanie takie można wytłumaczyć wyindukowaniem stanu średniospinowego ($S = 1$) jonów Co^{3+} w warstwach powierzchniowych. Liczba jonów w tym stanie rośnie w miarę zmniejszania rozmiarów cząstek – większą rolę odgrywa wtedy naprężona warstwa powierzchniowa, w której odległości międzyatomowe Co – O są większe niż w jądrze nanocząstki. Wzrost odległości Co – O powoduje spadek wielkości rozszczepienia poziomów $3d$ przez pole krystaliczne i umożliwia obsadzenie wyżej położonych poziomów e_g . Pod wpływem ciśnienia odległość Co – O maleje i spada liczba jonów Co^{3+} w stanie średniospinowym.