

Wpływ ciśnienia na właściwości magnetyczne i strukturalne kobaltytów z układu $\text{La}_{1-x}\text{Sr}_x\text{CoO}_{3-\delta}$

Jarosław Piętosa¹, Andrzej Wiśniewski¹, Roman Puźniak¹, Ivan Fita^{1,2}, Marek Wójcik¹, Wojciech Paszkowicz¹, Roman Minikayev¹, Jakub Nowak³, Christian Lathe^{4,5}, Stanisław Koleśnik⁶, Bogdan Dąbrowski⁶

¹ Instytut Fizyki PAN, Aleja Lotników 32/46, 02-668 Warszawa, Polska

² Institute for Physics and Technology, NAS, R. Luxemburg 72, 83114 Donieck, Ukraina

³ Wydział Chemii, KUL, Aleja Kraśnicka 102, 20-718 Lublin, Polska

⁴ GeoForschungsZentrum Potsdam, Telegrafenberg A17, D-14473 Poczdam, Niemcy

⁵ DESY/HASYLAB, Notkestrasse 85, D-22603 Hamburg, Niemcy

⁶ Department of Physics, Northern Illinois University, De Kalb, Illinois 60115, USA

Materiały tlenkowe z układu $\text{La}_{1-x}\text{Sr}_x\text{CoO}_{3-\delta}$, krystalizujące w strukturze pojedynczego perowskitu, są intensywnie badane ze względu na niezwykle intrygujące właściwości fizyczne, w szczególności możliwość występowania przejść spinowych jonu kobaltu.

W pracy przedstawiono wyniki badań wpływu ciśnienia na właściwości magnetyczne i strukturalne związków z układu $\text{La}_{1-x}\text{Sr}_x\text{CoO}_{3-\delta}$, w zakresie podstawień La/Sr , $x = 0,3 - 1$, oraz w zakresie domieszkowania elektronami, $3,18 < \nu_{\text{Co}} = 3 + x - 2\delta < 3,76$. Zaobserwowano wzrost temperatury Curie pod wpływem ciśnienia dla wszystkich badanych materiałów. Porównanie otrzymanych wyników z danymi literaturowymi dla próbek o zawartości strontu $x = 0,2 - 0,3$ [1,2], pokazuje, że współczynnik ciśnieniowy temperatury Curie, dT_C/dP , silnie zależy od stopnia podstawienia x w zakresie $0,2 - 0,5$, zmieniając znak z ujemnego na dodatni w zakresie $x = 0,2 - 0,3$ [1,2]. Jest to wynikiem rywalizacji dwóch efektów związanych z wpływem ciśnienia. Z jednej strony następuje tłumienie stanu średniospinowego jonu Co^{3+} pod wpływem ciśnienia, co prowadzi do słabnięcia ferromagnetyzmu. Z drugiej strony, obserwuje się efekt wzmocnienia ferromagnetycznego oddziaływania podwójnej wymiany spowodowany zwiększeniem kąta wiązania Co-O-Co i spadek długości wiązania Co-O . Powyżej $x = 0,5$ wzrost dT_C/dP jest niewielki, dla $x = 1$ współczynnik $dT_C/dP = 1,6 \text{ K/kbar}$ [3].

Objętość fazy ferromagnetycznej ulega zmniejszeniu pod wpływem ciśnienia w związkach z pełną stechiometrią tlenową, zwiększa się natomiast w związkach z deficytem tlenowym. Badania jądrowego rezonansu magnetycznego (NMR) wykazały, że ferromagnetyzm w $\text{SrCoO}_{2,88}$ wynika częściowo z oddziaływań podwójnej wymiany pomiędzy jonem Co^{4+} w stanie średniospinowym (IS) a jonem Co^{3+} , w którym stan spinowy „przeskakuje” pomiędzy stanem niskim a średnim. Innym źródłem ferromagnetyzmu w $\text{SrCoO}_{2,88}$ może być nadwymiana pomiędzy jonami Co^{4+} w stanie IS. W przypadku $\text{La}_{0,33}\text{Sr}_{0,67}\text{CoO}_{2,85}$, stwierdzono mieszaną wartościowość jonu kobaltu i brak elektronów zlokalizowanych, co potwierdza obserwowany dla tego związku stan metalicznego ferromagnetyka. W pracach [4,5] zasugerowano korelację stanu spinowego jonu kobaltu i modułu ściśliwości dla LaCoO_3 . Wartość modułu ściśliwości dla $\text{La}_{0,33}\text{Sr}_{0,67}\text{CoO}_{2,85}$ (1540 kbar) jest większa niż dla $\text{SrCoO}_{2,88}$ (790 kbar). Biorąc pod uwagę wyniki badań NMR, tak znaczącą różnicę w wartości modułu ściśliwości nie można wytłumaczyć jedynie stanem spinowym jonu kobaltu [3].

[1] I. Fita *et al.*, Phys. Rev B **71**, 214404 (2005)

[2] R. Lengsdorf *et al.*, Phys. Rev. B **69**, 140403R (2004)

[3] J. Piętosa *et al.*, Phys. Rev. B **79**, 214418 (2009)

[4] T. Vogt *et al.*, Phys. Rev. B **67**, 140401R (2003)

[5] J.-S. Zhou *et al.*, Phys. Rev. B **71**, 220103R (2005)