

- [1] Y. Ando, *J. Phys. Soc. Jpn.* **82**, 102001 (2013).
 [2] M. Dzero et al., *Phys. Rev. Lett.* **104**, 106408 (2010).
 [3] T. Chang et al., *Phys. Rev. B* **19**, 155151 (2015).
 [4] N. Sluchanko et al., *Phys. Rev. B* **61**, 9906 (2000).

Влияние ферронов на термодинамические свойства халдейновского магнетика $(Y_{1-x}A_x)_2BaNiO_5$ ($A=Ca, Nd$).

Е.А. Попова, Р.Г. Астраханцев, Т.В. Бень, С.И. Гаварина

Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики»
 101000, г. Москва, ул. Мясницкая, д. 20

В соединении Y_2BaNiO_5 , содержащем цепочки магнитных ионов со спином $S = 1$ (халдейновские цепочки), реализуется неупорядоченное основное состояние со спиновой щелью $\Delta = 100$ К в спектре магнитных возбуждений и с длиной корреляции внутри цепочки $\xi \approx 7a$. В допированных кальцием соединениях $(Y_{1-x}Ca_x)_2BaNiO_5$ ($0 \leq x \leq 0.10$) примесь кальция приводит к появлению на теплоемкости во внешнем поле аномалии Шоттки [1], которая смещается в сторону высоких температур с увеличением магнитного поля и это смещение практически не зависит от направления приложенного магнитного поля. Кроме того, на магнитной восприимчивости ниже 3 К наблюдается изменение в поведении восприимчивости, измеренной в режимах ZFC и FC, характерное для спин-стекольного состояния. Аналогичные аномалии наблюдались в соединениях $(Y_{1-x}Nd_x)_2BaNiO_5$ [2], где подсистема никеля остается внутренне разупорядоченной и подмагниченной внутренним полем со стороны редкоземельной подсистемы.

Допирование кальцием приводит к появлению дырки на апикальном ионе кислорода, связывающем два соседних иона никеля внутри цепочки. В случае $(Y_{1-x}Nd_x)_2BaNiO_5$ появление дырки может быть обусловлено малой нестехиометрией по кислороду. Дырка со спином $S = 1/2$ с $2p_z$ орбитали O перепрыгивает на место дырки на d_z^2 орбиталь Ni. На освободившее место иона кислорода происходит перескок дырки с другого Ni. Этот виртуальный обмен дырками приводит к ферромагнитному взаимодействию между двумя ближайшими ионами Ni. Возникает кластер со спином $S = 3/2$ — феррон [3]. Взаимодействие между ферронами может осуществляться через спиновые флуктуации внутри никелевой цепочки, когда расстояние между ферронами меньше длины корреляции халдейновской цепочки. Взаимодействие ферронов, учет одноионной анизотропии никеля и действие внешнего поля приводит к расщеплению основного состояния ферронов на 16 подуровней. Перераспределение электронов с изменением температуры по уровням энергетического спектра ведет к появлению аномалии Шоттки на температурной зависимости теплоемкости $C(T)$ и к максимуму на температурной зависимости магнитной восприимчивости $\chi(T)$. Анализ показал, что именно взаимодействие между ферронами приводит к аномалиям на $C(T)$ и $\chi(T)$ в области низких температур. Внутреннее магнитное поле, действующее на никелевую подсистему со стороны неодимовой подсистемы в $(Y_{1-x}Nd_x)_2BaNiO_5$ приводит к тому, что вклад ферронов в $C(T)$ проявляется в виде аномалии Шоттки и в отсутствие внешнего магнитного поля.

Работа выполнена в ходе проведения исследования (проект №19-04-030) в рамках Программы «Научный фонд Национального исследовательского университета „Высшая школа экономики“ (НИУ ВШЭ)» в 2018-2019 гг. и в рамках государственной поддержки ведущих университетов Российской Федерации «5-100».

- [1] T. Itoa, H. Takagia, *Physica B* 329–333, 890 (2003).
 [2] E. Popova, S.Klimin, M.Popova, R.Klingeler, B.Büchner, A. Vasiliev, *EPJ Web of Conferences* 185, 03003 (2018).
 [3] E. Dagotto, J. Riera, A. Sandvik, and A. Moreo, *Phys.Rev.Lett.*, V. 76, N. 10, 1731 (1994).