

Исследование фазовых переходов и распределения локальных магнитных полей μ SR-методом

С. Г. Барсов, С. И. Воробьев, В. П. Коптев, Е. Н. Комаров, С. А. Котов, Г. В. Щербаков

Петербургский институт ядерной физики РАН, Гатчина, Россия

эл. почта: vsiloa@pnpi.spb.ru

Мюон в веществе — это своеобразный магнитный зонд, позволяющий исследовать внутренние локальные магнитные поля и распределение этих полей. В экспериментах измеряют частоту прецессии спинов мюона F_μ или мюония F_{Mu} и скорости их деполяризации λ . Эти параметры содержат богатую информацию о широком спектре физико-химических свойств материала.

На синхроциклотроне ПИЯФ РАН существует уникальный комплекс пучков поляризованных мюонов, в настоящее время с единственной в России работающей μ SR-установкой (μ SR — Muon Spin Rotation (or Muon Spin Resonance, Muon Spin Relaxation)) [1]. Данная установка позволяет проводить исследования материалов в диапазоне температур от 10 К до 300 К в различных внешних магнитных полях (продольных и поперечных по отношению к ориентации спина мюона). Здесь следует подчеркнуть то, что данная установка по своим возможностям вполне конкурентно способна по сравнению с аналогичными установками в известных мировых центрах (PSI, Швейцария; TRIUMF, Канада).

В качестве объектов исследования выбираются образцы изучаемого материала (твёрдые, жидкие, сыпучие) определенных размеров, обычно помещаемых в специальные криостаты (приспособления для стабилизации заданной температуры).

В настоящее время, с помощью данной μ SR-установки проводятся следующие исследования:

1. Магнетизм в материалах с памятью формы: исследование медно-марганцевых сплавов $\text{Cu}_{1-x}\text{Mn}_x$ [2].
2. Сплавы со случайным конкурирующим взаимодействием: $(\text{Pd}_{0,984}\text{Fe}_{0,016})_{0,95}\text{Mn}_{0,05}$ [3].
3. Взаимодействие ферроэлектричества и ферромагнетизма:
 - а) исследование редкоземельных манганитов (HoMnO_3 , YMnO_3 , TbMnO_3 и др.) [4];
 - б) исследование легированных манганитов $\text{La}_{1-x}\text{A}_x\text{MnO}_3$ ($\text{A} = \text{Ca}, \text{Sr}$) [5];
 - в) исследование редкоземельных манганатов RMn_2O_5 ($\text{R} = \text{Eu}, \text{Gd}$ и другие);
 - г) исследование редкоземельных ортоферритов RFeO_3 ($\text{R} = \text{Ho}, \text{Y}$ и другие);
 - д) исследование мультиферроиков $\text{R}_{(1-x)}\text{Ce}_x\text{Mn}_2\text{O}_5$ ($\text{R} = \text{Eu}, \text{Gd}$ с $x = 0,2$ и $x = 0,25$).
4. Исследование наноструктурных материалов: μ SR-исследования феррожидкости, представляющей собой раствор нанодисперсного магнетита Fe_3O_4 (размер гранул ~ 10 нм, ~ 5 % объема) в тяжелой воде D_2O со стабилизирующим поверхностно-активным веществом (ПАВ) [6]; планируется продолжить исследования с помощью

μ SR-метода феррожидкостей на основе Fe_3O_4 с заполнением D_2O и H_2O в зависимости от размера гранул и их концентрации, а также выполнить исследования феррожидкости с замещением части атомов железа на атомы кобальта.

Литература

1. С. Г. Барсов, С. И. Воробьев, В. П. Коптев и др. ПТЭ, т. 50, № 6, 2007, стр. 36–42.
2. С. Г. Барсов, С. И. Воробьев, В. П. Коптев и др. ФТТ, том 49, вып. 9, 2007, стр. 1660–1663.
3. С. Г. Барсов, С. И. Воробьев, В. П. Коптев и др. ФТТ, том 49, вып. 8, 2007, стр. 1421–1426.
4. С. Г. Барсов, С. И. Воробьев, В. П. Коптев и др. Письма в ЖЭТФ, т. 85, вып. 12, 2007, стр. 795–798.
5. С. Г. Барсов, С. И. Воробьев, Е. Н. Комаров и др. Препринт ПИЯФ–2738, Гатчина–2007, 34 стр.
6. М. Балашою, С. Г. Барсов, С. И. Воробьев и др. Письма в ЖЭТФ, том 88, вып. 3, 2008, стр. 243–247.