

Ф.С. ДЖЕПАРОВ, Д.В. ЛЬВОВ

*Национальный исследовательский центр «Курчатовский институт», Москва, Россия
Национальный исследовательский ядерный университет МИФИ, Москва, Россия*

ТЕОРИЯ МНОГОКРАТНОГО МАЛОУГЛОВОГО РАССЕЯНИЯ НЕЙТРОНОВ НА ОБРАЗЦАХ С ПОЛЯРИЗОВАННЫМИ ЯДРАМИ

Проведен анализ многократного малоуглового рассеяния нейтронов с учетом псевдомагнитного взаимодействия. С использованием проекционной техники Накаджима-Цванцига построено кинетическое уравнение для фурье-образа интенсивности рассеяния, усредненного по спинам среды. Показано, что при коллинеарной ориентации начальной поляризации нейтронов и ядер спиновая часть рассеяния нейтронов определяется средней величиной псевдомагнитного ядерного поля, а флуктуации поля приводят к деполаризации нейтронов.

F.S. DZHEPAROV, D.V. LVOV

*National Research Center "Kurchatov Institute", Moscow, Russia
National Research Nuclear University MEPhI (Moscow Engineering Physics Institute), Moscow, Russia*

THEORY OF MULTIPLE SMALL-ANGLE NEUTRON SCATTERING BY SAMPLES WITH POLARIZED NUCLEI

The analysis of multiple small-angle neutron scattering is carried out taking into account pseudomagnetic interaction. Using the Nakajima-Zwanzig projection technique, a kinetic equation is constructed for the Fourier transform of the scattering intensity averaged over the spins of the medium. It is shown that, with collinear orientation of the initial polarization of neutrons and nuclei, the spin part of neutron scattering is determined by the average value of the pseudomagnetic nuclear field, and field fluctuations lead to neutron depolarization.

Многие из свойств веществ, находящихся в конденсированном состоянии, обусловлены неоднородностями состава, имеющими надатомные размеры: выделением фаз, присутствием в объеме пор (пустот), зерен, скоплений дислокаций и т.д. Для получения соответствующей информации широко используется метод малоуглового рассеяния нейтронов (МУРН). При построении теории многократного малоуглового рассеяния нейтронов (МУРН) обычно пренебрегают спиновой частью взаимодействия нейтронов с неоднородностями вещества [1], а также не учитывают корреляции в пространственном расположении рассеивающих центров. Наличие у нейтрона спина при рассеянии на ядрах, также обладающих ненулевым спином, приводит к наличию дополнительного слагаемого в выражении для потенциала сильного взаимодействия, зависящего от взаимного направления спинов нейтрона и ядра (псевдомагнитное взаимодействие). Для получения поляризованных мишеней используется метод динамической поляризации, что дает возможность варьирования контраста при проведении экспериментов по малоугловому рассеянию поляризованных нейтронов и существенно увеличивает разрешающую способность метода МУРН. В настоящее время метод динамической поляризации ядер в однократном малоугловом рассеянии нейтронов активно используется и развивается.

В данной работе мы провели анализ многократного МУРН с учетом псевдомагнитного взаимодействия. Проведено обобщение теории многократного малоуглового рассеяния [2], учитывающей корреляции в расположении рассеивателей, на случай рассеяния поляризованных нейтронов на поляризованных мишенях. При построении теории амплитуда рассеяния выбирается в приближении эйконала. В данном случае решение выражается через упорядоченную экспоненту вдоль классической траектории (типа Т-экспоненты). Поэтому, в отличие от [2], решение не представимо в квадратурах, и для получения наблюдаемых следствий мы с использованием проекционной техники Накаджима-Цванцига построили кинетическое уравнение для фурье-образа интенсивности рассеяния, усредненного по спинам среды. Показано, что при учете спиновых эффектов общая структура теории остается прежней. При коллинеарной ориентации начальной поляризации нейтронов и ядер спиновая часть рассеяния нейтронов определяется средней величиной псевдомагнитного ядерного поля, а флуктуации поля приводят к деполаризации нейтронов.

Показано, что использование метода динамической поляризации для создания поляризованных мишеней дает возможность варьирования контраста и увеличения информативности способности метода многократного МУРН.

Мы благодарны профессору Г. Глэттли за привлечение нашего внимания к МУРН на ядерных поляризованных мишенях и за полезные обсуждения.

Список литературы

1. С.В Малеев., Б.П. Топерверг // ЖЭТФ, 1980, т. 78, с. 315.
2. Ю.Г. Абов, Ф.С. Джепаров, Н.О. Елютин, Д.В. Львов, А.Н. Тюлюсов // ЖЭТФ, 2013, т. 143, стр. 507-517.