

Нейтрон-дифракционные исследования магнитного порядка в наночастицах СоО с кристаллической структурой вюртцита и "цинковой обманки", которые в обычных условиях нестабильны.

<u>И. Голосовский</u>, M. Estrader², A. López-Ortega³, A. G. Roca^{4,5}, I. Puente-Orench⁶ и J. Nogués^{4,5}.

¹ Петербургский институт ядерной физики им. Б.П. Константинова, НИЦ "Курчатовский институт", 188300, Гатчина, Россия.

² Departament de Química Inorgànica, Universitat de Barcelona, E-08028, Barcelona, Spain.

³ Dipartimento di Chimica "U. Schiff", Università degli Studi di Firenze, I-50019, Firenze, Italy.

⁴ Institutó Catala de Nanociéncia i Nanotecnologia, Campus UAB, E-08193, Bellaterra, Spain.

⁵ ICREA - Institució Catalana de Recerca i Estudis Avançats, Barcelona, E-08010, Spain.

⁶ Institute Laue Langevin, 6 rue Jules Horowitz, BP 156, F-38042 Grenoble, France.

Petersburg Nuclear Physics Institute

Структура и Морфология.





Что мы знаем о объектах исследований: HRTEM.



Характеризация, ALBA синхротрон.



Petersburg Nuclear Physics Institute



Результаты:

- 1. Наночастицы вюртцита изотропны, тогда как наночастицы "цинковой обманки" имеют сильно анизотропную форму,
- 2. В наночастицах вюртцита есть внутренние напряжения.

Наночастицы вюртцита x-ray ~ 32(0.5) nm, 63 %, нейтроны ~ 28(1) nm, 65 %,

Наночастицы "цинковой обманки"

x-ray ~ 13(0.5) nm, 37 %, нейтроны ~ 15(1) nm, 35 %.





Нейтронная дифракция, ILL, D1B.

Из положений ядерных рефлексов можно точно определить решетку и, следовательно, позиции магнитных рефлексов.



Есть три основных магнитных вклада:

- 1. С волновым вектором k = [0, 0.456, 0] для наночастиц вюртцита несоразмерная магнитная структура.
- 2. С волновым вектором k = [0.5, 0, 0] в наночастицах "цинковой обманки", что означает соразмерную магнитную с ячейкой, которая является удвоенной химической.
- 3. Вклад в ядерные рефлексы: волной вектор k = [0, 0, 0] может означать как ферромагнитную, так и антиферромагнитную структуру.



Что можно извлечь из температурной зависимости магнитных вкладов.



- 1. Компоненты, которые соответствуют несоразмерному порядку и магнитной структуре, которая дает вклад в ядерный рефлекс, принадлежат одной и той же магнитной решетке – температуры магнитных переходов одинаковы.
- 2. Видно, что критический индекс для несоразмерной структуры заметно меньше, чем для соразмерных структур в "цинковой обманке" и структуре, которая дает вклад в ядерный рефлекс в вюртците.

Магнитные структуры в вюртците. Что известно.



В MnS реализуется порядок 3-го типа, что соответствует волновому вектору k = [0, 0.5, 0], с магнитным моментом вдоль гексагональной оси.



Что видно с первого взгляда: нейтронограмма от наночастиц вюртцита радикально отличается от нейтронограммы, измеренной для обычного образца (MnS со структурой вюртцита).

- 1. Отсутствие некоторых характерных рефлексов. Другое соотношение интенсивностей.
- 2. Вместо соразмерной магнитной структуры k = [0, 0.5, 0] наблюдается несоразмерная структура с k = [0, 0.4559(3), 0].



Детальная магнитная структура в вюртците.

Начнем со известной структуры, как в обычном образце, но вектором k = [0, 0.456, 0], вместо k = [0, 0.5, 0].



10



Детальная магнитная структура в вюртците.

Что делать с рефлексами, которые в обычной структуре вюртцита присутствуют, а у нас их нет?



Детальная магнитная структура в вюртците.

Что, если принять существование некоего форм-фактора формы? Т.е. принять существование магнитных корреляций (или кластеров, доменов, ...) с четкими границами?



С другой стороны, простой анализ показывает, что на нейтронограмме есть только рефлексы с индексами hk0, т. е.. достаточно двух индексов, что указывает на двумерный характер магнитной структуры, причем слои, очевидно, должны быть перпендикулярны гексагональной оси.



Детальная магнитная структура в вюртците. Фазовый фронт.



Нарушение корреляций в фазах спиновых волн, которые "рождаются" на атомах с разными координатами по гексагональной оси может обеспечить квази-двумерность.



Магнитный вклад в вюртците с k = [0, 0, 0].





Оказывается, что наблюдаемый вклад можно описать простой антиферромагнитной 3D-структурой (2-й тип по Corliss'y).



Petersburg Nuclear Physics Institute



Итак магнитная структура в наночастицы вюртцита:

Две перпендикулярные компоненты:

В базовой плоскости несоразмерный, квази-двумерный порядок, дальний только в плоскостях; магнитный момент ~ 4.0(2) μ_B;

Вдоль гексагональной оси – простая антиферромагнитная структура, магнитный момент 2.0(1) µ_B.



Гексагональная ось с





В отличии от магнитной структуры в наночастицах вюртцита, магнитный порядок в наночастицах "цинковой обманки" более простой:

- соразмерная, антиферромагнитная структура с k = [0.5, 0, 0],
- соответствует 3-му типу магнитного порядка в fcc решетке, как в обычных образцах со структурой "цинковой обманки",
- магнитный момент 2.3(3) µ_{В,} вдоль оси куба.



Итак, магнитный порядок в наночастицах со структурой вюртцита и "цинковой обманки" полностью определен.





спасибо за внимание

И терпение