

высокоскоростной съемки. Изображения последовательных положений капли получали с помощью импульса лазерной подсветки длительностью в 8 нс. Регулируя величину задержки между импульсом, подаваемым на головку принтера, и вспышкой лазера можно было получать фотографии последовательных положений капли (рис. 1).

Отделившаяся от сопла капля имеет форму, далекую от шарообразной, но действие сил поверхностного натяжения (которые также можно определить, измеряя по изображениям ускорение различных частей капли) приводит к тому, что “хвост” капли движется быстрее (рис. 2). В процессе полета он подтягивается к ядру, так что спустя 40 мкс после вылета каплю можно считать шарообразной.

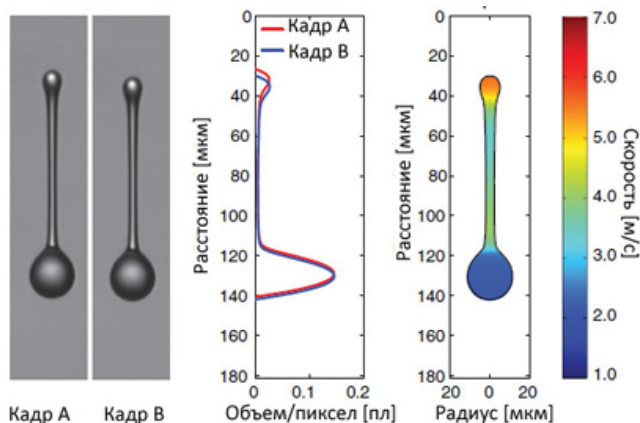


Рис. 2. Изменение формы капли. Слева: фотографии двух последовательных положений через 600 нс; в центре: профили капли, соответствующие двум фотографиям слева; справа: распределение скоростей в капле в цветовой шкале [1].

А. Пятаков

1. A. van der Bos et al., *Phys. Rev. Appl.* **1**, 014004 (2014).

Уточнение массы электрона

Масса электрона m_e является одной из основных фундаментальных констант. Она во многом определяет структуру и свойства атомов и молекул и тесно связана с другими константами, такими как постоянная Ридберга, постоянная тонкой структуры и пр. Малая величина m_e осложняет ее экспериментальное измерение с большой точностью. В работе [1] немецким физикам удалось довести относительную погрешность определения m_e до $3 \cdot 10^{-11}$, тем самым, уточнив ее известное значение более чем на порядок. Для этого они использовали комбинацию прецизионного измерения магнитного момента электрона в ионе $^{12}\text{C}^{5+}$ с расчетами характеристик такого электрона методами современной квантовой электродинамики. Полученные результаты имеют значение для установления границ применимости Стандартной Модели элементарных частиц и ее возможной модификации.

1. S. Sturm et al., *Nature* **506**, 467 (2014).

СИНХРОТРОННОЕ ИЗЛУЧЕНИЕ

Неувядаемый магнетит

Несмотря на 75-летнюю историю исследований перехода Вервея в магнетите, механизм перехода до сих пор не выявлен. Изначальная модель зарядового упорядочения $\text{Fe}^{2+}/\text{Fe}^{3+}$ ионов ниже точки Вервея противоречит экспериментальным данным. Альтернативным механизмом является орбитальное упорядочение. Даже симметрия решетки ниже точки Вервея остается невыясненной, обсуждаются как моноклинная, так и триклинная сверхструктуры. Отсутствие точной информации о структуре решетки затрудняет выбор между моделями зарядового или орбитального упорядочения. В недавней работе [1] группа немецких, японских и американских исследователей показала, что с помощью резонансной рентгеновской дифракции (RXD) и моделирования экспериментальных данных можно определить орбитальный порядок t_{2g} -орбиталей в В-узлах решетки без привлечения детальной информации о структуре решетки. Метод RXD обладает позиционной чувствительностью и поэтому полезен при исследовании кристаллов с большим числом неэквивалентных позиций в ячейке. В частности из измерений зависимости интенсивности рефлекса от поляризации и энергии фотонов, от азимутального угла плоскости рассеяния можно получить информацию о локальной симметрии, валентном и магнитном состоянии определенного узла решетки [2]. Эксперименты проводили на установке UE52-SGM и UE46PGM-1 на синхротроне BESSY II в Берлине. Образцами были тонкие пленки Fe_3O_4 на ступенчатой поверхности подложки MgO , что позволило уменьшить количество возможных двойниковых состояний. Пленки толщиной 40 нм были получены методом молекулярно-лучевой эпитаксии, качество и толщину контролировали в процессе роста методом дифракции быстрых электронов.

Результаты экспериментов [1] сравнивались с предсказаниями возможных вариантов зарядового и орбитального упорядочения, полученных из зонных расчетов [3, 4] (рис. 1). Предсказанные различные виды основного состояния закладывали в кластерную модель FeO_6 , для которой методом конфигурационного взаимодействия рассчитаны те же угловые и частотные зависимости интенсивностей $(0,0,1/2)$ и $(0,0,1)$, что и измеренные на эксперименте. Оказалось, что два варианта зарядового упорядочения ROO-CO с псевдо- Pmca и Cc -симметриями решетки противоречат эксперименту (рис. 2).

В то же время, вариант орбитального порядка COO дал результаты, согласующиеся с как с экспериментальными данными работы [1], так и со следствиями эффекта Яна-Теллера.

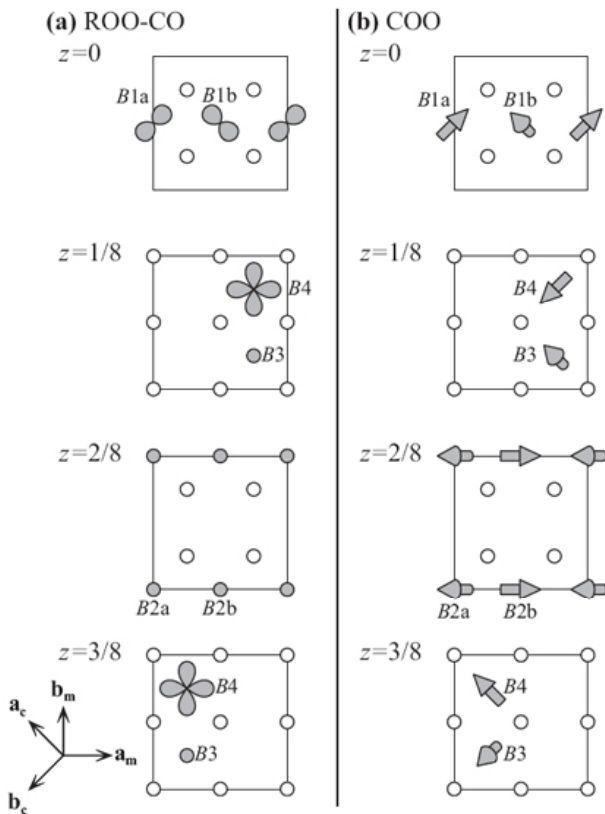


Рис.1. Схема зарядового и орбитального упорядочения с вещественными коэффициентами (ROO-CO)(a) [3] и орбитального упорядочения с комплексными коэффициентами (COO) [4] в последовательности (a,b) слоев при разных значениях параметра z . Стрелки на рис. 1b показывают направления орбитальных моментов

В состоянии COO имеется неколлинеарный орбитальный порядок с локальными моментами до 0.5 магнетона Бора. В среднем по ячейке орбитальный момент мал. Мало также зарядовое диспропорционирование: разность заселенностей t_{2g} -орбиталей в подрешетках не 1, как в модели Вервея, а всего лишь 0.2.

С. Овчинников

1. A.Tanaka et al., *Phys. Rev. B* **88**, 195110 (2013).
2. S.W.Lovesey et al., *Phys. Rep.* **411**, 233 (2005).
3. I.Leonov et al., *Phys. Rev. Lett.* **93**, 146404 (2004).
4. H.-T.Jeng et al., *Phys. Rev. B* **74**, 195115 (2006).

ФУЛЛЕРЕНЫ И НАНОТРУБКИ

Надутый водородом фуллерен рискует лопнуть

При произнесении слов “водородная энергетика” очень часто приходят на ум топливные элементы, созданные на основе углеродных аллотропов. Нанотрубки, графен и фуллерены – попытки эффективно заполнить их водородом не прекращались никогда. В работе [1] авторы проанализировали возможность внедрения молекулярного водорода

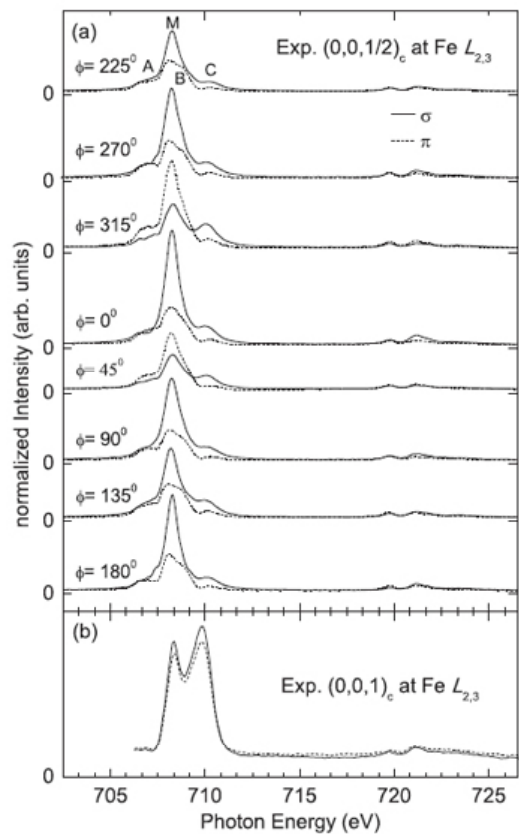


Рис. 2. Спектры резонансной мягкой рентгеновской дифракции (XSRD), измеренные при разных азимутальных углах для двух поляризаций для рефлексов (0,0,1/2) (a) и (0,0,1) (b).

внутри фуллерена C_{50} . Выбор именно C_{50} в качестве соединения-хозяина они объясняют экспериментальными достижениями химического синтеза. В частности, уже получено хлорпроизводное соединения $C_{50}Cl_{10}$, которое вполне может служить прекурсором для создания чистых фуллеренов, а дальнейшее развитие методов “молекулярной хирургии” в скором времени позволит, по мнению авторов, синтезировать и эндодральные соединения на основе C_{50} . С помощью программного пакета Gaussian исследователи рассмотрели инкапсуляцию одной и двух молекул водорода в фуллереновую клетку (см. рис.) в рамках теории возмущений Меллера-Плессе второго порядка (MP2) с различными базисными наборами. Расчет энергий комплексообразования, которые определялись как разность полной энергии эндодрального комплекса и энергий изолированных фуллерена и молекул водорода, показал, что только соединение $H_2@C_{50}$ является термодинамически устойчивым (см. рис.), в то время как размещение в фуллерене двух молекул водорода – процесс энергетически невыгодный.