

В этом выпуске:

СВЕРХПРОВОДНИКИ

Дальний трехмерный зарядовый порядок в $YBa_2Cu_3O_{6.67}$

На протяжении вот уже 30 лет физики пытаются понять, какие именно из большого числа необычных электронных свойств купратных ВТСП способствуют (или даже являются причиной) высокотемпературной сверхпроводимости. Одна из особенностей электронной структуры купратов – наличие в них зарядового порядка, а именно – волны зарядовой плотности (ВЗП). Рентгеновская дифракция и ЯМР свидетельствуют о том, что при $T > T_c$ в слабом магнитном поле формируется ближний двумерный зарядовый порядок (рис. 1).

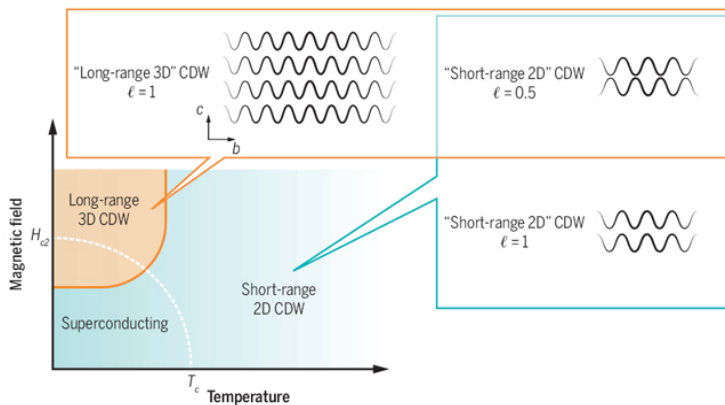


Рис. 1. Фазовая диаграмма недодопированного ВТСП $YBa_2Cu_3O_y$ с $T_c \approx 60$ К. На вставках схематически изображены различные типы модуляции плотности заряда вдоль осей b и c . $l = 1$ (0.5) соответствует периоду упаковки, равному одной (двум) постоянной решетки по оси c .

В работе [1] (США, Япония, Канада) путем комбинации сильных импульсных магнитных полей и рентгеновского излучения от лазера на свободных электронах (рис. 2) в бездвойниковом монокристалле ВТСП $YBa_2Cu_3O_{6.67}$ с $T_c = 67$ К при $H > 15$ Тл и $T < T_c$ впервые обнаружен дальний трехмерный зарядовый порядок (рис. 1).

Вопрос о взаимосвязи ближнего и дальнего ВЗП-порядков, а также об их возможной причастности к механизму сверхпроводящего спаривания остается открытым.

По материалам заметки
“Magnetic fields make waves in cuprates”,
M.-H.Jilien, *Science* **350**, 914 (2015).

1. S.Gerber et al., *Science* **350**, 949 (2015).

И далее ...

КВАНТОВЫЕ СИСТЕМЫ

- 2 Перепутывание спинов удаленных атомов с использованием оптического пинцета и локального обменного взаимодействия

ГРАФЕН

Биодеградация графена

- 3 Термическое восстановление графена из оксида

СНОВА К ОСНОВАМ

- 4 Отрицательное преломление дираковских фермионов в графене

МУЛЬТИФЕРРОИКИ

- 6 Локальное сегнетоэлектричество в ферритах-гранатах

ФУЛЛЕРЕНЫ И НАНОТРУБКИ

- 6 Про наноколеса наномашин

КОНФЕРЕНЦИИ

- 7 19th International Moscow School of Physics (44th ITP Winter School of Physics), February 16-23, 2016, Moscow, Russia
- 8 24th International Symposium “Nanostructures: Physics and Technology”, June 27 - July 1, 2016, Saint Petersburg, Russia

Заседание секции “Магнетизм”
Научного совета РАН по физике конденсированных сред,
3-4 декабря 2015 г.

Семинар по физике конденсированного состояния,
9 декабря 2015 г.

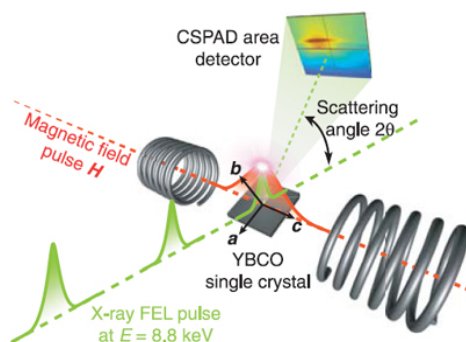


Рис. 2. Схема эксперимента.

КВАНТОВЫЕ СИСТЕМЫ

Перепутывание спинов удаленных атомов с использованием оптического пинцета и локального обменного взаимодействия

Долгоживущие спиновые состояния нейтральных атомов могут использоваться в качестве кубитов для квантовых вычислений. Проблема здесь заключается в сложности создания перепутанных двухкубитных состояний удаленных спинов. В работе [1] для этой цели использован оптический пинцет, посредством которого атомы ^{87}Rb сначала сближались (в результате чего они оказывались в одной потенциальной яме, их волновые функции перекрывались, и спиновые состояния перепутывались за счет локального обменного взаимодействия), а затем вновь разводились на большое расстояние друг от друга (см. рис.).

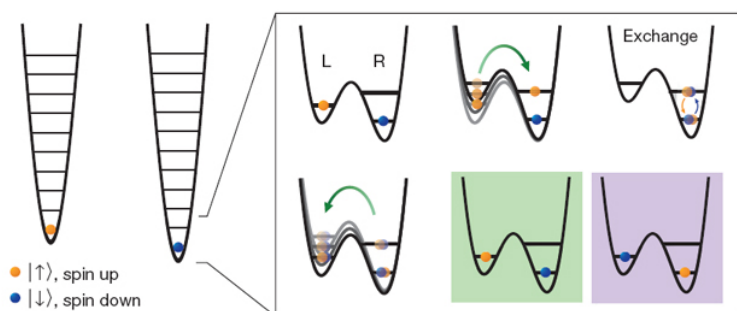


Иллюстрация использованной в работе [1] методики. Потенциальные ямы для атомов создаются оптическим пинцетом, который могут перемещаться относительно друг друга.

Спиновая запутанность при этом сохранялась. Развита методика годится и для больших многокубитных квантовых регистров.

1. A.M.Kaufman et al., *Nature* 527, 208 (2015).

ГРАФЕН

Биодеградация графена

Область применения графена и его производных в медицине постоянно расширяется. Эти уникальные наноматериалы используют для разработки систем диагностики раковых заболеваний, для фототермического и радиочастотного уничтожения опухолей, нейрорегенерации, создания каркасов для тканевой инженерии и др. (см., например, ПерсТ [1, 2]). Хотя некоторые данные показывают, что в малых дозах графен не токсичен, вопросы биосовместимости, возможных острых или хронических эффектов и, конечно, биодеградации остаются по-прежнему актуальными. Коллектив ученых из Франции, Италии и Испании исследовал биодеградацию оксида графена миелопероксидазой человека [3]. Миелопероксидаза (МРО) – фермент, который в основном содержится в нейтрофильных белых кровяных клетках и выделяется при возникновении воспаления. В результате каталитического действия миело-

пероксидазы из перекиси водорода и анионов хлора образуется сильный окислитель гипохлорит. Поскольку этот эффективный бактерицидный агент способен разрушать чужеродные клетки, авторы работы [3] предположили, что он может вызвать биодеградацию оксида графена (GO).

Было изучено три образца GO с разной дисперсностью в воде. GO 1 образовал наиболее стабильный коллоид; для GO 2 наблюдали частичное агрегирование через 24 ч, для GO 3 – полное агрегирование уже через 10 мин. Количество карбоксильных групп по данным рентгеновской фотоэлектронной спектроскопии также отличалось: 3.0% в GO 1, 1.52% в GO 2 и 1.06% в GO 3.

После определения коллоидной стабильности авторы [3] перешли к изучению биодеградации. Сначала к суспензии GO в буферном растворе, содержащем NaCl, добавили миелопероксидазу. Хорошо известно, что МРО активно образует электростатические комплексы с окисированными углеродными нанотрубками. Аналогичный эффект (в основном, вблизи поверхности раздела воздух/жидкость) наблюдали и для образцов GO 1 и GO 2 (рис. 1 А, В GO+МРО-0h). В случае GO 3 комплексообразования не происходит из-за плохой коллоидной стабильности и низкого содержания карбоксильных групп на графеновой поверхности.

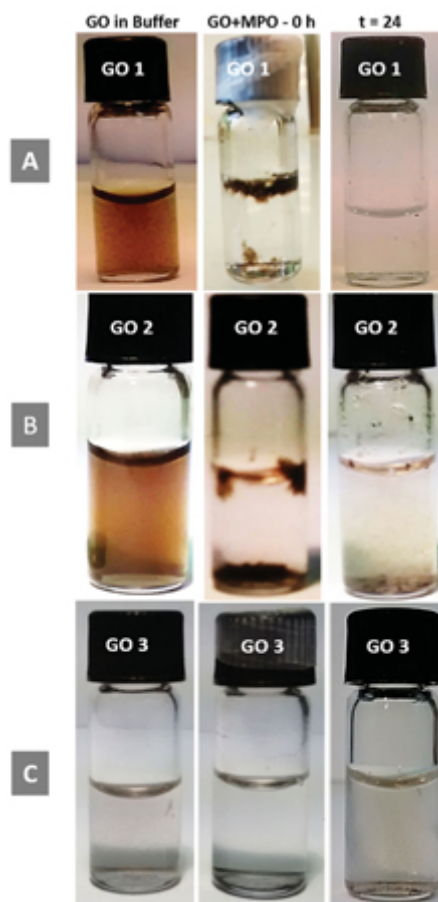


Рис. 1. Образцы GO в буферном растворе (слева), при добавлении МРО (в центре) и после инкубации в МРО+H₂O₂ в течение 24 ч (справа).

Биодеградацию образцов изучали при добавлении H_2O_2 . Через 24 ч суспензии GO 1 и GO 2 стали полупрозрачными (рис. 1 А, В), а в случае GO 3 цвет не изменился (рис. 1 С).

Используя электронную микроскопию, рамановскую спектроскопию, спектрофотометрию в интервале от ультрафиолетовой до ближней инфракрасной области и метод динамического рассеяния света авторы подтвердили зависимость биодеградации оксида графена от дисперсности. Размеры пластинок GO 1 и GO 2 существенно уменьшились уже через 15 ч (от ≥ 1 мкм до 300-700 нм для GO 1 и до 400-700 нм для GO 2). Через 24 ч размеры оставшихся частиц были в диапазоне 60-100 нм для GO 1 и 100-200 нм для GO 2 (толщины пластинок $\sim 1-2$ нм). Размеры агрегатов GO 3 не уменьшились даже через 24 ч (1-2 мкм при толщине пластинок до 20 нм). ТЕМ изображения образцов до начала биодеградации и через 15 и 24 ч приведены на рис. 2. Эти данные также показывают, что степень деградации зависит от коллоидной стабильности.

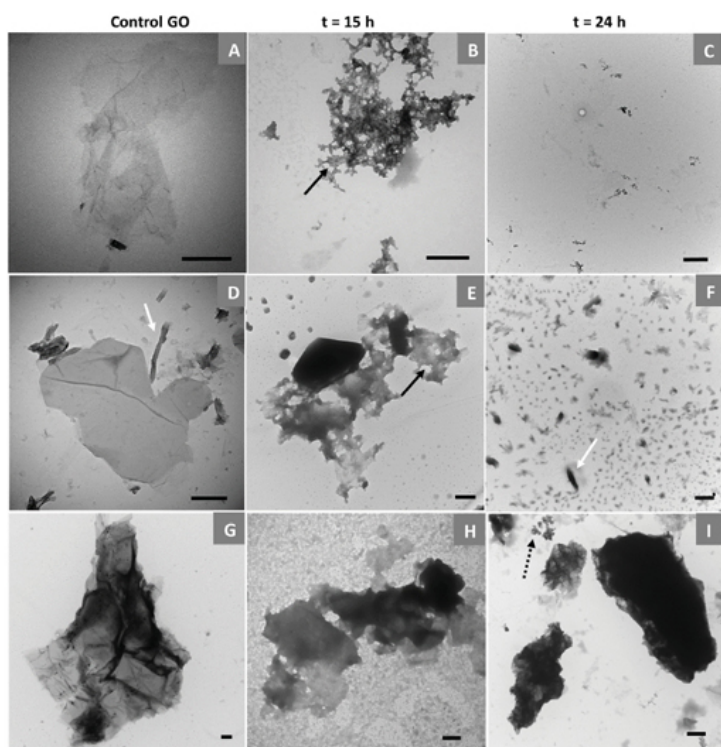


Рис. 2. ТЕМ изображения образцов при $t=0$; 15 ч и 24 ч. (А-С) – образец GO 1, (D-F) – GO 2, (G-I) – GO 3. Шкала 500 нм. Черные стрелки (В и Е) указывают на образовавшиеся отверстия, белые стрелки (D и F) указывают на частицы в форме стержней, пунктирная стрелка (I) указывает на разрушенные пластинки GO 3.

Таким образом, авторы [3] продемонстрировали, что в результате каталитического действия миелопероксидазы человека в присутствии H_2O_2 может происходить биодеградация частиц оксида графена, однако миелопероксидаза не способна разрушить крупные агрегаты. По-видимому, ключевыми факторами являются гидрофильность GO и коллоидная стабильность суспензии. Эти результаты необходи-

мо учитывать при использовании оксида графена в биомедицине.

О. Алексеева

1. [ПерсТ 22, вып. 11/12, с.3 \(2015\).](#)
2. [ПерсТ 22, вып. 6, с.3, \(2015\).](#)
3. R.Kurapati et al., *Small* 11, 3985 (2015).

Термическое восстановление графена из оксида

Практическое использование графена возможно при наличии хорошо разработанной, относительно простой и сравнительно недорогой технологии получения графена в макроскопических количествах. В настоящее время одним из основных подходов к решению этой проблемы является получение графена из оксида, который, в свою очередь, синтезируется из кристаллического графита в результате окисления. Полученные хлопья оксида графена восстанавливают либо химическим путем с использованием таких восстановителей, как водород либо перекись водорода, либо термическим путем, в результате нагрева до температуры в несколько сот градусов. Последний подход представляется наиболее подходящим в силу своей простоты и отсутствия необходимости использования дорогих и небезопасных химических реагентов. Однако физико-химические характеристики образцов графена, полученных в результате восстановления оксида графена, оказываются весьма чувствительными к условиям процедуры восстановления – скорости нагрева, температуре и длительности процесса.

Детальное исследование зависимости параметров восстановленного термическим способом графена от режима восстановления было выполнено группой исследователей из Korea Inst. of Science and Technology (KIST) и Seoul National Univ. (Южная Корея) [1]. Процедура получения образцов восстановленного оксида графена (ВОГ) проиллюстрирована на рис. 1.

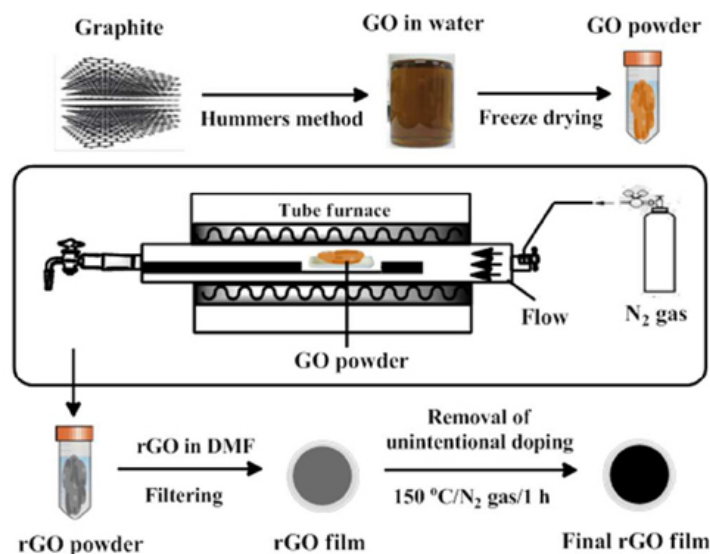


Рис. 1. Схематическая иллюстрация процедуры получения ВОГ.

Порошок оксида графена был синтезирован из графитовых хлопьев в результате окисления стандартным методом Хаммера. Термическую обработку образцов проводили в течение часа в атмосфере азота в трубчатой печи при температурах 250, 300, 350, 400, 500, 700, 800 и 1000°C (скорость нагрева – 5 °С/мин., поток азота – 50 мл/мин). По окончании процедуры восстановления порошок восстановленного ОГ (ВОГ) заливали *N,N*-диметилформамидом (DMF), после чего методом вакуумной фильтрации получали пленки. С целью удаления сорбированных молекул воды и кислорода пленки в течение часа отжигали в потоке азота при температуре 150 °С. Название образца соответствует температуре, при которой он был восстановлен, например ВОГ-700 или ВОГ-1000.

Для исследования электрических характеристик пленки ВОГ толщиной около 50 мкм разрезали на прямоугольные полоски размером 2×12 мм. При этом образцы полосок, восстановленные при различных температурах, соединяли друг с другом электрически, образуя термоэлектрическую пару. Так, были соединены образцы ВОГ-700 и ВОГ-1000. Полученные таким образом приборы покрывали полиимидной пленкой для защиты от внешнего воздействия. В силу различия электронных характеристик образцов, восстановленных при различных температурах, при наличии разности температур между образцами возникала разность потенциалов, что служит проявлением термоэлектрического эффекта. Результаты измерений коэффициента Зеебека, характеризующего термоэлектрический эффект и представляющего собой отношение разности потенциалов к разности температур между двумя концами образца, дают информацию о типе проводимости в образце. Так, при дырочной проводимости коэффициент Зеебека имеет положительный знак, а при электронной проводимости знак этого коэффициента отрицательный. На рис. 2 представлена зависимость коэффициента Зеебека от температуры восстановления образца.

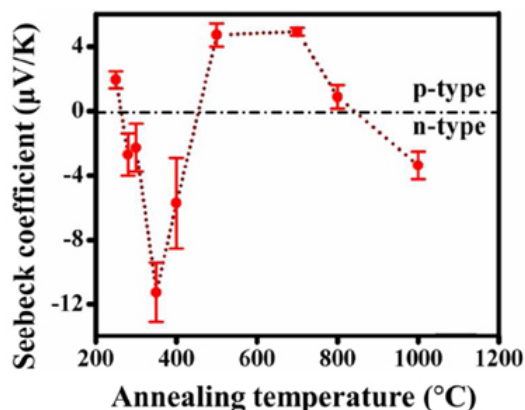


Рис. 2. Зависимость коэффициента Зеебека образцов ВОГ от температуры восстановления.

Как видно, эта зависимость имеет немонотонный характер. По мере повышения температуры отжига характер проводимости изменяется, так что в области температур между 450 и 800°C реализуется дырочная проводимость, в то время как при более высоких температурах преобладает электронный механизм проводимости.

Наряду с характером проводимости, при изменении температуры отжига изменяется также работа выхода электрона. Величины этого параметра, измеренные методом УФ спектроскопии, оказались равными 4.13, 43 и 423 эВ при температурах отжига 350, 700, 1000°C, соответственно. С целью определения концентрации носителей на исследуемых образцах измерялся эффект Холла в магнитном поле 5 Тл при токе 100 нА. В таблице приведены результаты исследования электрических характеристик образцов, восстановленных при различных температурах. Проводимость образцов измеряли непосредственно, а также вычисляли на основании данных о концентрации и подвижности носителей. Как видно, температура отжига является важным параметром, определяющим проводящие свойства ВОГ. В первую очередь она влияет на подвижность носителей, что отражается на проводимости образца.

Электрические характеристики образцов ВОГ, отожженных при различных температурах.

Образец	ВОГ-250	ВОГ-350	ВОГ-700	ВОГ-1000
Концентрация носителей, см ⁻³	2×10 ¹⁶	-2.95×10 ¹⁷	1.94×10 ¹⁷	-6.01×10 ¹⁷
Подвижность носителей, см ² /В·с	2.56	5.48	62.8	188.0
Вычисленная проводимость, См/см	0.005	0.12	1.75	9.44
Измеренная проводимость, См/см	0.002	0.07	0.95	6.54

А.Елецкий

I. N.D.K. Tu et al., Chem. Mater. 27, 7362 (2015).

СНОВА К ОСНОВАМ

Отрицательное преломление дираковских фермионов в графене

Эффект преломления света на границе раздела двух сред используется для изготовления линз телескопов и микроскопов, а в природе приводит к такому удивительному явлению как радуга. Для большинства границ показатель преломления *n* больше нуля. При этом после пересечения границы параллельная ей компонента волнового вектора световой волны (а значит, и фазовой скорости волны) остается неизменной. Так как групповая и фазовая скорости сонаправлены, то меняется лишь угол между световым лучом и нормалью к поверхности (рис. 1).

ПерГТ, 2015, том 22, выпуск 22

Около полувека тому назад советский физик В.Г. Веселаго предположил возможность существования материалов с отрицательными значениями диэлектрической (ε) и магнитной (μ) проницаемостей [1]. В них групповая скорость световой волны направлена противоположно фазовой. Если луч попадает в такой материал из “нормальной” среды, то параллельная границе раздела компонента групповой скорости световой волны поворачивается на сто восемьдесят градусов, то есть луч отклоняется от границы в другую сторону, нежели при $n > 0$, что формально эквивалентно отрицательному коэффициенту преломления (рис. 1). Предсказанный Веселаго эффект наблюдается в так называемых метаматериалах – искусственных наноструктурированных веществах. Их можно использовать, в частности, для изготовления “линз Веселаго”, фокусирующих свет от точечного источника в фокальную точку по другую сторону от границы.

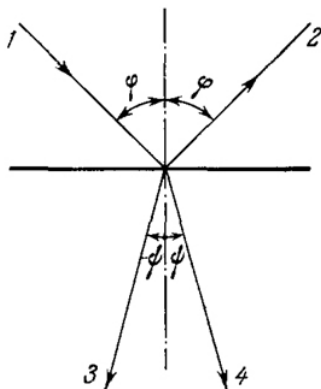


Рис. 1. Прохождение светового луча через границу с положительным (4) и отрицательным (3) показателем преломления.

В кристаллах с минимальным содержанием дефектов и примесей электроны могут перемещаться на сравнительно большие расстояния без рассеяния, то есть баллистически. Из корпускулярно-волнового дуализма следует, что движение электронов при этом подобно распространению световых лучей (“электронная оптика”), поэтому к ним тоже в принципе можно применить идею Веселаго об отрицательном преломлении. Но эксперименты с двумерным электронным газом к успеху не привели. Выручил графен. Недавно группа исследователей из Pohang Univ. (Южная Корея) обнаружила в нем отрицательное преломление дираковских фермионов [2]. Как известно, зонная структура графена образована двумя пересекающимися в дираковской точке коническими зонами – электронной и дырочной. Скорость электрона параллельна его импульсу в электронной зоне и антипараллельна в дырочной (рис. 2). В полной аналогии с обычной оптикой при переходе электрона между p - и n -областями параллельная границе компонента импульса электрона сохраняется, а соответствующая компонента групповой скорости меняет знак (рис. 3), то есть в

p - n контакте имеет место эффект отрицательного преломления электронов.

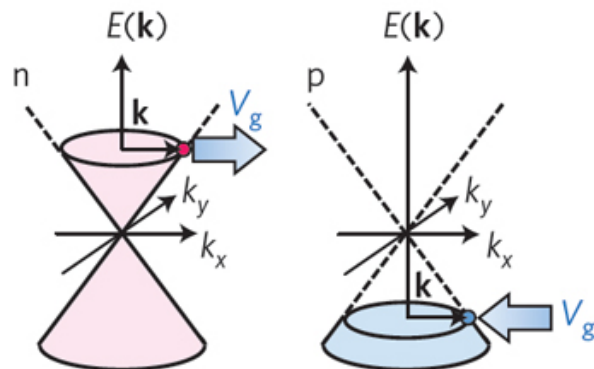


Рис. 2. Зонная структура графена. Здесь \mathbf{k} – импульс электрона, \mathbf{V}_g – его групповая скорость.

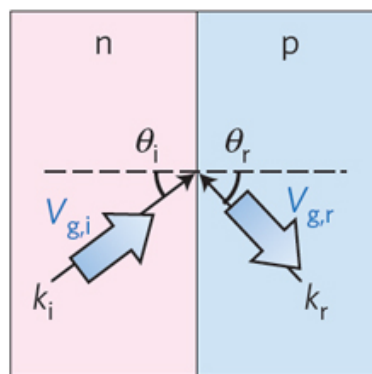


Рис. 3. Отрицательное преломление дираковских фермионов в p - n контакте.

Его и наблюдали авторы работы [2], благо p - n контакты в графене легко формируются электростатически. А комбинация n - p и p - n контактов позволила им сконструировать электронную линзу Веселаго (рис. 4).

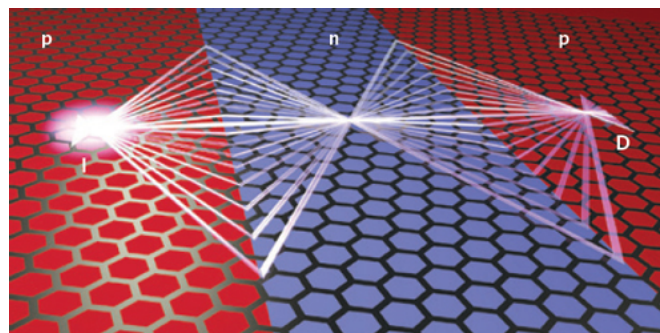


Рис. 4. Линза Веселаго в графене. Синие и красные области отвечают электронному и дырочному допированию, соответственно.

По материалам заметки “Turn the other way”,
P.Makk, *Nature Phys.* **11**, 894 (2015).

1. В.Г.Веселаго, УФН **92**, 517 (1967).
2. G.-H.Lee et al., *Nature Phys.* **11**, 925 (2015)

МУЛЬТИФЕРРОИКИ

Локальное сегнетоэлектричество в ферритах-гранатах

Ферриты-гранаты с общей формулой $RFe_3(BO_3)_4$ (R – редкоземельный элемент (РЗЭ)) – один из самых хорошо изученных классов магнитных материалов, что в первую очередь связано с их ярко выраженными магнитооптическими свойствами. Однако вопрос о том, являются ли ферриты-гранаты мультиферроиками (а точнее, сегнетомагнетиками) остается дискуссионным, и недавняя статья российских ученых [1] заставляет взглянуть на эту проблему в новом свете.

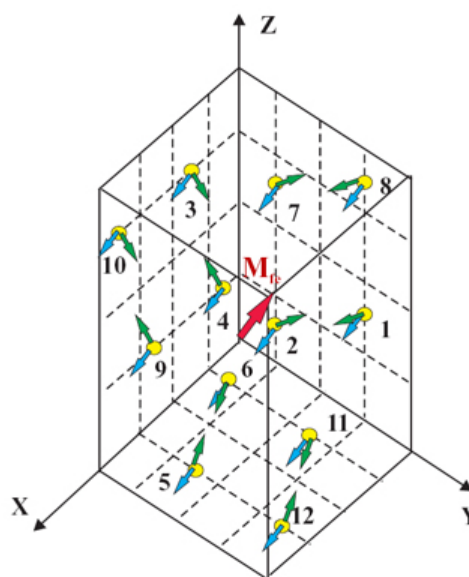
С одной стороны, будучи centrosymmetричными кристаллами, ферриты-гранаты не могут обладать спонтанной электрической поляризацией и линейным магнитоэлектрическим эффектом, доказательству чего посвящены специальные работы, в том числе и расчеты из первых принципов электронных свойств гранатов [2].

С другой стороны, имеются многочисленные свидетельства о наблюдении линейных магнитоэлектрического [3] и электромагнитооптического эффектов [4], а также электроиндуцированного движения магнитных доменных границ, зависящего от полярности электрического поля [5]. Наконец, совсем недавно поступило сообщение о прямом детектировании электрических полей над поверхностью пленки граната методом одномолекулярной спектроскопии [6].

Эти явления, на первый взгляд, должны быть запрещены в centrosymmetричных кристаллах. Одним из решений данного парадокса является концепция локального сегнетоэлектричества: электрическая поляризация присутствует не во всем объеме вещества, а на магнитных неоднородностях. Такими электрически поляризованными неоднородностями могут быть доменные границы, что было предсказано еще в 1983 г. [7], а экспериментально подтверждено четверть века спустя [5].

Работа [1], развивающая идеи более ранней статьи [8], проливает свет на микроскопический механизм локальной поляризации доменных границ. Элементарная ячейка феррита-граната содержит больше десятка ионов РЗЭ, которые намагничиваются в обменном поле ионов железа, а также испытывают полярные смещения из centrosymmetричных позиций. При этом общий дипольный момент ячейки равен нулю, в отличие от полной намагниченности редкоземельной подсистемы (рис.). Каждому иону РЗЭ в элементарной ячейке соответствует парный ион с противоположным смещением, т.е. можно говорить о разновидности антисегнетоэлектрического упорядочения. Полная компенсация дипольных моментов в решетке нарушается в неоднородном магнитном поле [8], что как раз имеет место в доменных границах. Примечательно, что данный

механизм более общий, чем изначально предсказанный в [7], поскольку не зависит от типа доменной границы.



Элементарная ячейка $Eu_3Fe_5O_{12}$: зелеными стрелками обозначены электрические дипольные моменты ионов РЗЭ, синими – их магнитные моменты, красная стрелка – результирующий магнитный момент ячейки [1].

А. Пятаков

1. A.I.Popov, Z.V.Gareeva, A.K.Zvezdin, *Phys. Rev. B* **92**, 144420 (2015).
2. P.Baettig, T.Oguchi, *Chem. Mater.* **20**, 7545 (2008).
3. H.Ogawa et al., *J. Phys. Soc. Jpn.* **56**, 452 (1987).
4. Б.Б.Кричевцов и др., *Письма в ЖЭТФ* **49**, с.466 (1989).
5. А.С.Логгинов и др., *Письма в ЖЭТФ* **86**, 124 (2007).
6. I.S.Veshchunov et al., *Phys. Rev. Lett.* **115**, 027601 (2015).
7. В.Г.Барьяхтар и др., *Письма в ЖЭТФ* **37**, 565 (1983).
8. A.I.Popov, D.I.Plokhov, A.K.Zvezdin, *Phys. Rev. B* **90**, 214427 (2014).

ФУЛЛЕРЕНА И НАНОТРУБКИ

Про наноколеса наномашин

Время от времени в научной периодике появляется различная информация о, так называемых наномашинах – молекулярных системах, способных передвигаться по плоской поверхности, например, графена или благородного металла (золота или серебра). Любопытно, что колесами таких машин часто выступают различные фуллерены [1, 2]. Оно и понятно: из классических соображений, обладая практически идеальной сферической формой, они как нельзя лучше подходят на эту роль. Поэтому одним из основных вопросов наномашиностроения является характер взаимодействия фуллерена-колеса с поверхностью “дорожного полотна”, что, собственно, и послужило поводом для публикации работы

[3]. Авторы подробно изучили движение отдельного фуллерена C_{60} по поверхности золота (см. рис. 1) посредством анализа его потенциальной энергии в зависимости от заданной ориентации к поверхности (см. рис. 2), в том числе с использованием молекулярно-динамического подхода.

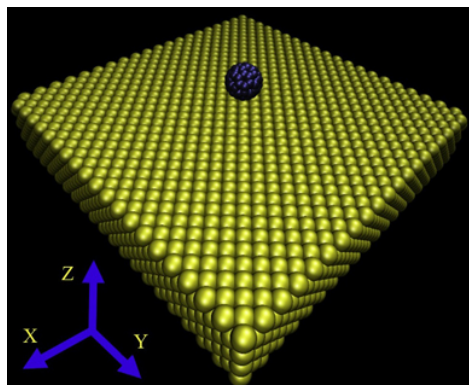


Рис. 1. Одинокий фуллерен C_{60} на золотой подложке

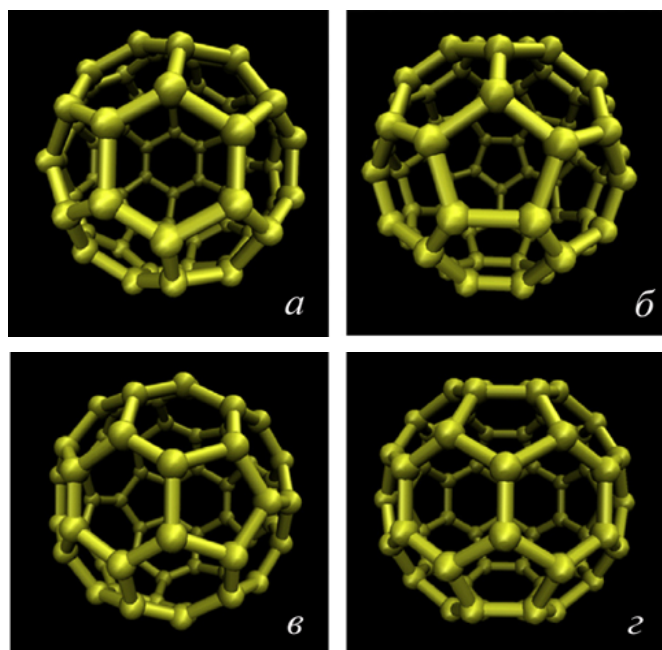


Рис. 2. Различные ориентации фуллерена C_{60} на поверхности золота: *а* - C_{60} лежит на шестиугольнике; *б* - C_{60} лежит на пятиугольнике; *в* - C_{60} лежит на связи, принадлежащей смежным шестиугольнику и пятиугольнику; *г* - C_{60} лежит на связи, принадлежащей смежным шестиугольникам.

Сразу отметим, что для проведения всех расчетов они воспользовались классическими потенциалами типа Леннарда-Джонса. Анализируя поверхность потенциальной энергии, авторы пришли к выводу, что вращательное движение фуллерена по поверхности золота предпочтительнее, чем поступательное. При этом вращение вокруг вертикальной оси (нормали к поверхности) менее энергозатратно, чем непосредственно приводящее к движению вращение вокруг горизонтальных осей. Так, даже при экстремально низких температурах порядка 5 К, фуллерен обладает достаточной энергией для такого вращения. Этот эффект исследователи предлагают использовать для изготовления наноподшип-

ников. Последующее моделирование методом молекулярной динамики авторы проводили в достаточно широком температурном диапазоне: от 5 до 600 К. Оказалось, что ниже 35 К фуллерен практически не двигается, в интервале от 35 до 100 К молекула C_{60} обладает ограниченной мобильностью и способна лишь “перепрыгивать” на совсем небольшие расстояния. Дальнейшее увеличение температуры лишь делает эти прыжки более частыми, однако ни о каком непрерывном движении пока говорить нельзя. Настоящее непрерывное движение фуллерена по золотой подложке возникает при температурах выше 200 К. Авторы надеются, что результаты их работы помогут лучше понять механизмы движения фуллеренов по различным поверхностям, что плодотворно скажется на развитии современного наноавтомобилестроения.

М.Маслов

1. *A.V.Akimov et al., J. Chem. Theory Comput. 4, 652 (2008).*
2. *S.S.Konyukhov et al., J. Chem. Theory Comput. 6, 2581 (2010).*
3. *H.N.Pishkenari et al., Curr. Appl. Phys. 15, 1402 (2015).*

КОНФЕРЕНЦИИ

19th International Moscow School of Physics (44th ITEP Winter School of Physics), February 16-23, 2016, Moscow, Russia

ITEP Winter School of Physics has a long tradition starting from the year 1973. The School usually attracts many participants from leading research centers and universities. High level of sessions is ensured by invitation of eminent lecturers well known in the international scientific community for their research activity. School program is aimed at advanced undergraduate and graduate students and post docs who work or plan to work in theoretical or experimental particle physics. Short selected reports by the School participants are planned as well.

Since 1994 the ITEP Winter School of Physics became international. Having regard to the importance of the School, Moscow Government Premier has given the ITEP Winter School of Physics a status of the Moscow School. Moscow Government became a General Sponsor of the Moscow School of Physics since 1998. Since 2014 the National Research Nuclear University MEPhI plays a key role in the organization of the School.

The School working language is English.

The number of participants will be limited to 90. To ensure consideration of your application, please fill in the on-line registration form **not later than December 10, 2015**. [The on-line registration form](#) is available at the web page of the School.

E-mail: itep.ws@gmail.com

Web: <http://ws.itep.ru>

24th International Symposium “Nanostructures: Physics and Technology”, June 27 - July 1, 2016 Saint Petersburg, Russia

The annual International Symposium on Nanostructures is chaired by two Nobel Prize laureates — Professor Zh. Alferov and Professor L. Esaki, and traditionally organized together with the Academic University, Submicron Heterostructures for Microelectronics Research and Engineering Center of the RAS, Foundation for Support of Education and Science (Alferov's Foundation) and the Ioffe Institute, which are pioneering in many directions of this impetuously developing area. The Symposium was launched in 1993 by its Co-Chairs. It was one of the first in the area, which has become one of the leading in the modern physics and technology.

The 24th Symposium focuses on the newest achievements in physics, technology and applications of solid state and life nanostructures, and it aims at bringing together various scientific groups actively working in these very important directions. The Symposium scientific program will cover a wide spectrum of physical phenomena, both basic and applied, as well as the technological aspects related to nanostructures.

Topics:

- Technology of Nanostructures: Growth, Self-Organization and Nanopatterning
- Atomic-Scale Characterization of Nanostructures
- Electric, Magnetic and Optical Properties of Nanostructures (including Spin-Related Phenomena, Many Particle Effects, Infrared and THz Phenomena)
- Nanostructure Device Applications in Electronics, Spintronics and Computing
- Nanophotonics, Microcavity and Photonic Crystals: Properties, Characterization and Applications
- Emerging Materials in Nanostructures (including Semiconductors, Oxides, Metals, Ferromagnetics, Carbon-based, Polymer and Biomaterials)
- Nanostructures and Life Sciences
- Metamaterials

E-mail: diver@spbau.ru

Заседание секции “Магнетизм” Научного совета РАН по физике конденсированных сред, 3-4 декабря 2015 г.

(конференц-зал ИФП им. П.Л. Капицы РАН, ул. Косыгина, 2).

На заседании секции предполагается заслушать сообщения о наиболее значимых научных результатах, полученных в 2015 г.

Тематика заседания:

магнитные структуры, фазовые переходы, мультиферроики, магнитный резонанс, спектроскопия; спинтроника, спиновая динамика, магнитокалорический эффект, теория.

Семинар по физике конденсированного состояния, 9 декабря 2015 г.

(17.00, многофункциональный зал библиотеки физического факультета МГУ, 5 этаж)

Сергей Николаевич Молотков (ИФТТ РАН, Черноголовка; ВМК МГУ) – “Поверхностные состояния дираковских фермионов”

В докладе предполагается обсудить симметричную классификацию поверхностных состояний в $3 \rightarrow 2$ и $2 \rightarrow 1$ кристаллических топологических изоляторах, ее связь с топологической устойчивостью краевых состояний. Приведены примеры новых типов безмассовых дираковских состояний фермионов, а также связь топологической устойчивости с критерием, основанным на соответствии объем-граница.

Пропуск на физический факультет слушателей семинара будет осуществляться по предъявлению паспорта.

Предварительная запись на семинар на сайте <http://nano.msu.ru/education/seminars> (до 15:00 дня семинара).

Для расширения возможностей участия в семинаре предполагается обеспечить прямую он-лайн трансляцию заседаний через сайт <http://nano.msu.ru/video.php>

Видеозапись семинара впоследствии будет доступна на сайтах <http://cm.phys.msu.ru/?q=seminar> или <http://nano.msu.ru/research/seminars/condensed/seminars>

Дополнительная информация:

тел. +7(495)939-11-51

E-mail: khokhlov@mig.phys.msu.ru

Экспресс-бюллетень ПерСт издается совместной информационной группой ИФТТ РАН и НИЦ «Курчатовский институт»

Главный редактор: И.Чугуева, e-mail: irina@issp.ras.ru

Научные редакторы К.Кугель, Ю.Метлин

В подготовке выпуска принимали участие: О. Алексеева, А. Елецкий, М. Маслов, Л. Опенов, А. Пятаков

Выпускающий редактор: И.Фурлетова

Адрес редакции: 119296 Москва, Ленинский проспект, 64^а