

1. "Туннелирование фононов"

I. Altfeder и его коллеги из лаборатории AFRL (США) методом неупругой электронной туннельной спектроскопии исследовали эффект передачи тепла от иглы сканирующего туннельного микроскопа, на конце которой находилась молекула CO, к плёнке золота через вакуумный промежуток шириной в несколько ангстрем. При трёх значениях температуры плёнки, 90, 150 и 210 К, измерялся запирающий потенциал и вторая производная электрического тока, текущего между иглой и плёнкой за счёт термоэмиссии электронов, что позволило определить концентрацию фононов и температуру на конце иглы. Оказалось, что с течением времени температура конца иглы, составлявшая в начальный момент 275 К, сравнивалась с температурой золотой плёнки, т.е. происходил эффективный теплообмен. Этот эффект объясняется переносом тепловой энергии через вакуум посредством электромагнитного взаимодействия молекулы со своим электрическим изображением. Изображение — перераспределение поверхностных электронов, компенсирующее электрические поля в толще металла, — осциллировало вместе с тепловыми колебаниями самой молекулы, возбуждая в золотой плёнке фононы. Эффективность данного механизма переноса тепла в условиях эксперимента оказалась на десять порядков больше эффективности лучистой теплопроводности. Обсуждаемый эффект был назван "эффектом туннелирования фононов", хотя он не связан напрямую с явлением квантового туннелирования.

Источник: *Phys. Rev. Lett.* **105** 166101 (2010)
<http://dx.doi.org/10.1103/PhysRevLett.105.166101>

2. Вращение кусочков графена в ионной ловушке

V.E. Saue (Мэрилендский университет, США) выполнил эксперимент, в котором наблюдалось рекордно быстрое вращение кусочков графена под влиянием световой волны с круговой поляризацией. Заряженные образцы микронного размера методом электроспрея (ионизации распылением в электрическом поле) вырскивались в квадрупольную ионную ловушку и удерживались в состоянии левитации в потенциале осциллирующего электрического поля. При поглощении света образцам передавался угловой момент, и они начинали вращаться с частотой около 1 МГц. Высокая прочность графена предохраняла образцы от разрушения центробежными силами, а за счёт электростатического отталкивания кусочки левитирующего графена оставались почти плоскими. Частота вращения измерялась с помощью переменного электрического поля, которое при выходе из резонанса вызывало наклон образца по отношению к оси вращения, что сказывалось на отражённом свете. Эффект левитации в ионной ловушке представляет новые возможности для изучения графена, поскольку в этом случае не требуется специальная подложка, искажающая его электронные свойства.

Источник: <http://arxiv.org/abs/1006.3774>

3. Магнитное поле световой волны в нанорезонаторе

M. Buggesi (Институт атомной и молекулярной физики — AMOLF, Нидерланды) и его коллеги разработали новую методику регистрации магнитного поля световой волны в нанорезонаторе. В фотонном кристалле, представляющем собой двумерный массив отверстий в кремниевой мембране, имелся ровный участок с пропуском трёх отверстий, который и служил резонатором. Луч полупроводникового лазера направлялся к резонатору посредством волновода — ряда пропущенных отверстий. На расстоянии 20 нм от поверхности мембраны, т.е. в области ближнего поля световой волны, располагался металлический микронный цилиндрической формы. Если поместить зонд над пучностью магнитного поля, то наблюдается смещение резонанса в сторону меньших длин волн. Этот сдвиг вызван наведением в микронном кольцевых токов, создающих магнитное поле, противоположное полю световой волны, что приводит к уменьшению эффективного размера резонатора и, соответственно, резонансной длины волны. Обычно на частотах выше нескольких ТГц удаётся наблюдать влияние на вещество лишь электрического поля электромагнитных волн, но в данном

случае влияние электрического поля мало, так как в пучности магнитного поля оно имеет узел.

Источник: *Phys. Rev. Lett.* **105** 123901 (2010)
<http://dx.doi.org/10.1103/PhysRevLett.105.123901>

4. Фрактальная динамика сейсмических микроколебаний

В.Д. Шильцев (Национальная ускорительная лаборатория им. Э. Ферми, США) представил новые обобщённые результаты исследований сейсмических микроколебаний, выполненных на Тэватроне, LEP и ряде других ускорителей. Такие работы с использованием гидростатических и лазерных измерителей уровня проводятся на ускорителях в связи с тем, что колебания грунтов вызывают относительные сдвиги фокусирующих магнитов и других элементов ускорителей. Без специальных корректирующих устройств это серьёзно искажало бы траекторию пучков — на 0,2–0,3 мм в сутки. После вычитания периодических приливных колебаний и сдвигов, обусловленных сезонными вариациями температуры, остаются стохастические микроколебания от большого числа источников, не все из которых удаётся идентифицировать. Однако усреднённые свойства этого фона подчиняются простой зависимости, имеющей диффузионный вид. А именно, квадрат величины относительного смещения dY двух точек, разделённых расстоянием L и временем измерения T равен $\langle dY^2 \rangle \approx ATL$, где постоянная $A \sim 10^{-5 \pm 1}$ мкм² с⁻¹ м⁻¹, причём среднее относительное смещение в вертикальной плоскости примерно на 20% превышает смещение в горизонтальной. Это эмпирическое выражение с хорошей точностью справедливо на расстояниях L от нескольких метров до нескольких десятков километров и временах T от нескольких минут до нескольких лет. Зависимость $\langle dY^2 \rangle \approx ATL$ впервые была предложена в начале 1990-х годов В.В. Пархомчуком (Институт ядерной физики им. Г.И. Будкера, Новосибирск) и его коллегами. Согласно теоретическим расчётам В.Д. Шильцева, эта зависимость является следствием фрактальной динамики каскада геологических блоков в различных масштабах. Результаты подобных исследований важны, в частности, для проектирования будущих линейных ускорителей.

Источник: *Phys. Rev. Lett.* **104** 238501 (2010)
<http://dx.doi.org/10.1103/PhysRevLett.104.238501>

5. Происхождение Магелланова потока

За парой карликовых галактик — спутников нашей Галактики — Большим и Малым Магеллановым облаками тянется шлейф из нейтрального водорода (Магелланов поток), имеющий возраст 1–2 млрд лет и протяжённость на небесной сфере $\sim 150^\circ$. Ранее считалось, что этот шлейф возник за счёт "обдирания" внешних газовых слоёв спутников приливными гравитационными силами Галактики и/или благодаря взаимодействию газовых оболочек Галактики и спутников. Недавно с помощью телескопа Хаббла была выяснена вероятная траектория движения Магеллановых облаков в гало Галактики: галактики-спутники либо в первый раз приближаются к Галактике, не сделав ещё ни одного оборота, либо имеют очень вытянутую орбиту с периодом более 6 млрд лет. В обоих случаях исключены указанные выше механизмы образования шлейфа. G. Besla (Гарвард-Смитсоновский центр астрофизики, Кембридж, США) и её коллеги разработали альтернативную теорию. Согласно их модели, газовый шлейф был вытнан из Малого Магелланова облака приливным гравитационным полем Большого Магелланова облака ещё до падения на Галактику. Затем в процессе падения шлейф растянулся и Магеллановы облака разошлись друг от друга на большое расстояние. То, что спутники ранее составляли связанную двойную систему, подтверждается наличием между ними газовой перемычки — "Магелланова моста" и общей газовой оболочки. G. Besla и др. нашли конфигурацию взаимных орбит Магеллановых облаков и направление их падения на Галактику, при которых в численном моделировании с хорошей точностью воспроизводится наблюдаемая астрономическая картина.

Источник: <http://arxiv.org/abs/1008.2210v1>

Подготовил Ю.Н. Ерошенко
 (e-mail: erosh@ufn.ru)