

1. Недиффузионное движение броуновской частицы

На малых пространственно-временных интервалах движение броуновской частицы перестает быть диффузионным. Масштаб перехода к так называемому баллистическому режиму по прямой траектории, согласно уравнению Ланжевена, определяется размером частицы, вязкостью и плотностью жидкости. Однако уравнение Ланжевена, хорошо описывая движение на больших масштабах, не учитывает ускоренное движение частицы в момент получения ею дополнительного импульса. Благодаря своей инерции, возмущенная жидкость в данном случае действует на частицу с силой, которая не пропорциональна скорости частицы. В результате, характер движения на малых масштабах изменяется: частицы движутся медленнее, а характерный временной масштаб перехода к диффузионному движению больше, чем предсказывает уравнение Ланжевена. Соответствующие поправки к этому уравнению были вычислены E.J. Hinch в 1975 г. Эти поправки впервые измерили экспериментально В. Луки и его коллеги из Швейцарии, Германии и США с помощью сверхточной интерференционной методики наблюдений. За движением единичных частиц микронного размера следили по отраженному от них лазерному свету с нанометровым и микросекундным разрешением. Была, в частности, исследована та область масштабов, в которой происходит переход от диффузионного движения к баллистическому. Опыты с частицами различных размеров в жидкостях с различными плотностями показали отличное согласие с теоретическими расчетами E.J. Hinch. Методика измерений также пригодна для изучения движения броуновских частиц в гетерогенных средах, например, в живых клетках, в функционировании которых диффузионные процессы играют важную роль.

Источник: *Phys. Rev. Lett.* **95** 160601 (2005); prl.aps.org

2. Эффект Яна–Теллера в единичной молекуле

M. Crommie и его коллеги с помощью сканирующего туннельного микроскопа изучили эффект Яна–Теллера в единичных молекулах фуллерена, допированных атомами калия. Изучался монослой K_xC_{60} на подложке из серебра. Исследовались участки монослоя с различной концентрацией атомов калия, так что число атомов на одну молекулу фуллерена x варьировалось от 3 до 4. Регистрировалась также зависимость протекающего через иглу микроскопа тока от приложенного напряжения. В областях с $x = 3$ молекулы имели сферическую форму и находились в проводящей фазе. Напротив, в областях с $x = 4$ молекулы фуллерена были деформированы и являлись изоляторами. Обнаруженные экспериментально свойства молекул объясняются эффектом Яна–Теллера, который заключается в снятии вырождения электронных энергетических уровней путем деформации молекул. Подобное вырождение существует в сферических молекулах K_4C_{60} . Влияние эффекта Яна–Теллера хорошо изучено во многих кристаллах, но на уровне отдельных молекул наблюдается впервые.

Источник: *Science* **310** 468 (2005)

<http://physicsweb.org/articles/news/9/10/11/1>

3. Углеродные нанотрубки

Квантование потока тепла. M. Bockrath и его коллеги выполнили в Калифорнийском технологическом институте эксперимент, в котором впервые наблюдалось квантование потока тепла, текущего через углеродную нанотрубку. При малых величинах потока был достигнут квантовый предел, когда величина потока увеличивалась на дискретные квантовые порции. Подобные

измерения стали возможны благодаря уникальной кристаллической структуре углеродных нанотрубок. Тепло переносится квазичастицами — фононами. Свободный пробег фононов без рассеяния в углеродной нанотрубке при температуре 900 °C составляет около микрона. Высокая теплопроводность нанотрубок представляет большие перспективы их применения в электронных приборах для отвода тепла от микроэлементов.

Источник: *Physics News Update*, Number 752

<http://www.aip.org/pnu/2005/split/752-2.html>

Переключатель из нанотрубки. Исследователи из Великобритании и Южной Кореи создали микропереключатель, в котором контактами являются углеродные нанотрубки. На поверхности размером 100 нм литографическим способом были нанесены три никелевые проводники. К этим проводникам перпендикулярно поверхности прикреплялись три углеродные нанотрубки. Когда на одну из крайних нанотрубок подавался через проводник электрический потенциал, возникала электростатическая сила, отклонявшая вторую нанотрубку до соприкосновения с третьей. Тем самым устанавливался электрический контакт. Нанотрубки взаимодействовали также благодаря силе Ван дер Ваальса. Свойства прибора переключаться между двумя состояниями зависели от баланса между силой Ван дер Ваальса и электростатической силой, а также могли регулироваться изменением длины нанотрубок.

Источник: *Appl. Phys. Lett.* **87** 163114

<http://physicsweb.org/articles/news/9/10/9/1>

4. Звезды вблизи черной дыры

В газовом диске размером менее 0,1 пк вокруг сверхмассивной черной дыры Sgr A* в центре нашей Галактики наблюдается несколько десятков молодых звезд с массами более 40 масс Солнца. Происхождение этих звезд оставалось неясным. Согласно одним моделям, звезды родились непосредственно в аккреционном диске, а по другим — звезды мигрировали в диск из окружающего звездного скопления. С. Наякшин и Р. Сюняев, используя данные наблюдений космического рентгеновского телескопа Чандра, исключили вторую модель. В случае стандартной функции масс образующихся звезд в центральном скоплении должны присутствовать также молодые звезды солнечных масс, являющиеся источниками рентгеновского излучения. По ограничениям на рентгеновский поток получено, что суммарная масса таких звезд, как минимум, на порядок меньше, чем необходимо в модели миграции. А нестандартная функция масс с преобладанием массивных звезд прямо противоречит наблюдениям, поскольку большого числа таких звезд в центральном скоплении не наблюдается. Поэтому находящиеся в диске массивные звезды должны были образоваться в нем самом. Трудностью этой модели было то, что приливные гравитационные силы черной дыры должны разрушать протозвездные газовые сгущения, препятствуя образованию звезд. Однако, как показано в ряде работ, стабилизирующим фактором может быть гравитационное поле самого газового диска, если его масса превышает примерно 1 % от массы черной дыры. Массивные звезды быстро эволюционируют, вспыхивают как сверхновые и обогащают газ тяжелыми элементами. Поэтому образование массивных звезд в аккреционных дисках может быть важнейшим фактором химической эволюции вещества в центрах активных ядер галактик и далеких квазаров.

Источник: <http://chandra.harvard.edu/photo/2005/sgra/>

Подготовил Ю.Н. Ерошенко