**Существуют ли молекулы?**

« Самое страшное – это косвенные улики. Обвинитель имеет все средства в своем распоряжении для расследования. Он вскрывает факты и отбирает только те, которые, по его мнению, существенны… косвенные улики – ложь. Сами по себе факты не имеют никакого смысла. Объяснение фактов – вот единственное, что принимается в расчет».

Эрл Станли Гарднер.

Почти 200 лет назад имелись лишь косвенные улики, которые делали эту гипотезу вероятной.

Прямые экспериментальные доказательства появились примерно в 1827 году. Это было броуновское движение.

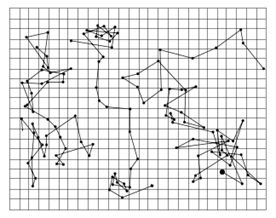
**Дата: 1827–1881.**

Методы: качественное исследование.

Прямота эксперимента: прямое наблюдение с использованием микроскопа.

Искусственность изучаемых условий: естественные.

Исследуемые фундаментальные принципы: тепловое движение молекул, дискретность вещества.

Причины, приводящие к броуновскому движению частиц, взвешенных в жидкости или газе, сейчас являются очевидными для любого старшеклассника. Тем не менее, взгляды на них имели богатую предысторию. Начнем с того, что само броуновское движение (которое скорее надо называть *брауновским*) было открыто ботаником Робертом Брауном (1773–1858) в 1827 году при изучении пыльцы растений. Браун рассматривал в микроскоп каплю воды, в которой находились во взвешенном состоянии мельчайшие частицы пыльцы. Оказалось, что эти частицы участвовали в непрерывном поступательном и вращательном хаотическом движении. Точно такое же движение наблюдалось у микропылинок, находившихся в заполненных водой вакуолях (полостях) внутри обычной частички пыльцы. Типичная траектория броуновской частицы изображена на рисунке ниже, где жирными точками  обозначены положения частицы через равные промежутки времени. 

Обнаруженное явление озадачило Броуна, поскольку прямых свидетельств о молекулярной структуре вещества и тепловом движении молекул в его времена не было. Движение частиц замедлялось при замене воды на более вязкое вещество, но, все же, никогда не прекращалось. Первая гипотеза Бауна о наблюдаемом явлении была полном смысле слова биологической: он предположил, что наблюдает некую форму жизни внутри растений или даже «активные молекулы» жизни. Однако изучение мертвых растений из гербариев столетней давности показало абсолютно ту же картину хаотического движения с точно такими же параметрами. Между прочим, как заявлял в публикациях сам Броун, хаотическое движение частиц живых организмов и ранее наблюдалось биологами, работавшими с микроскопами, однако последние сразу же заключали, что данное явление и есть «микроскопическая сущность жизни». Лишь Броун установил, что частицы любого, достаточно хорошо измельченного твердого вещества участвуют в хаотическом движении. В рамках физики, однако, могли существовать и другие механизмы возникновения броуновского движения, кроме столкновения с молекулами.

В 1881 году польский ученый Бодашевский наблюдал броуновское движение уже в газе, а именно движение частичек пепла, входящих в состав табачного дыма (дым = пепел + водяной пар + углекислый газ + различные пары эфирных смол и другие газообразные вещества). Здесь наблюдался тот же характер движения, что и в жидкости, а также аналогичная зависимость его интенсивности от температуры.

Броуновское движение частицы возникает потому, что импульсы, с которыми молекулы жидкости или газа действуют на эту частицу, не компенсируют друг друга. Молекулы среды (то есть молекулы газа или жидкости) движутся хаотично, поэтому их удары приводят броуновскую частицу в беспорядочное движение: броуновская частица быстро меняет свою [скорость](http://av-physics.narod.ru/mechanics/speed.htm) по направлению и по величине.

Броуновское движение – это тепловое движение, интенсивность которого возрастает с ростом температуры среды и продолжается неограниченно долго без каких-либо видимых изменений.

Отсюда же сразу следует, что для более мелких частиц, которые приобретают при тех же столкновениях с молекулами большие скорости, а также сталкиваются с меньшим их числом за единицу времени, броуновское движение оказывается более интенсивным. К сказанному стоит добавить известный, но нетривиальный факт: «столкновение» броуновской частицы с отдельной молекулой совсем не похоже на мгновенный отскок мяча от стенки, а длится достаточно долго, на много порядков дольше среднего времени между двумя такими «столкновениями».

Между прочим, не стоит путать броуновское движение с движением пылинок в воздухе, наблюдаемом в тонком луче света. Действительно, если в плотной ширме, которая занавешена комната от прямых солнечных лучей, проделать тонкое отверстие, то на фоне общей темноты будут видны пылинки, пролетающие сквозь проходящий через отверстие луч света. Эти пылинки будут также совершать зигзагообразное беспорядочное движение — и такое движение было описано еще древнеримским философом [Титом Лукрецием Каром](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A2%D0%B8%D1%82_%D0%9B%D1%83%D0%BA%D1%80%D0%B5%D1%86%D0%B8%D0%B9_%D0%9A%D0%B0%D1%80). Тем не менее, это движение связано с флуктуациями температуры воздуха и неравномерным нагревом пылинок в солнечном свете, а не со столкновениями с молекулами, поэтому не может быть названо броуновским. И, конечно же, не следует путать броуновское движение и тепловое движение молекул, несмотря на то, что они подчиняются очень похожим законам.

Трудно переоценить значение открытия Роберта Броуна в молекулярно-кинетической теории, ведь броуновское движение является мостом между наблюдаемым макромиром, где царит механика Ньютона, и миром молекул, погруженным в беспорядочное тепловое движение, поддающееся лишь статистическому описанию. Окончательным этапом в изучении броуновского движения явились его теория, развитая А. Эйнштейном и М. Смолуховским, и опыты Перрена, подтвердившие эту теорию.