

Мариан Смолуховский и броуновское движение (к 130-летию со дня рождения)

А. ГАБОВИЧ

Существенный признак того, что в обыденной жизни и в науке мы обозначаем как случайность, можно кратко определить следующим образом: малые причины – большие следствия.

М. Смолуховский

Г ИПОТЕЗА О СУЩЕСТВОВАНИИ АТОМОВ, ИЗ которых состоит вещество, родилась в Древней Греции (Демокрит и Левкипп, 5 в. до н.э.). Однако до середины XIX века она оставалась только одним из возможных вариантов микроструктуры Вселенной. Чего же не хватало тогда исследователям, чтобы доказать существование атомов и молекул? Отчасти – экспериментальных данных. Что же касается основополагающей молекулярно-кинетической теории, то она уже была создана Дж. Максвеллом и Л. Больцманом. Однако сделать следующий шаг, базирясь на молекулярно-кинетической концепции, было очень трудно методически и идейно. Противоречие «дискретное – непрерывное» казалось в то время непреодолимым, причем не только в обсуждаемом здесь вопросе, но также, например, при попытках примирить квантовый характер взаимодействия света с веществом и непрерывность классического электромагнитного поля. Интересно, что в решение обеих проблем значительный вклад внес Альберт Эйнштейн, причем начало этому было положено в одном и том же 1905 году.

Научное сообщество в конце XIX столетия столкнулось с еще одним родственным кругом вопросов, которые задавали Больцману ехидные оппоненты в связи с его знаменитой *H*-теоремой, выражающей закон возрастания энтропии для изолированной системы. Этой теоремой Больцман как будто бы доказывал необратимость эволюции системы многих частиц (например, газа) при идеальной обратимости механического движения каждой отдельной частицы, описываемого уравнениями динамики Ньютона. Два «главных» вопроса принадлежали Э. Цермело и И. Лошмидту, и сформулировать их можно приблизительно следующим образом. 1) Как согласовать второй закон статистической термодинамики – закон возрастания энтропии, т.е. беспорядка, – с уже известной на то время теоремой великого французского математика А. Пуанкаре про обязательный возврат динамической системы в окрестность начального состояния? 2) Как

согласовать этот же второй закон с неизменностью базовых динамических (ньютоновских) уравнений движения относительно обращения направления времени и скоростей всех частиц? Исчерпывающие ответы на эти вопросы человечество не получило до сих пор, хотя соответствующие исследования привели к созданию замечательной науки – статистической теории динамических систем (Дж. Биркгоф, А. Колмогоров, Я. Синай, В. Арнольд).

Однако обоснование атомно-молекулярной гипотезы строения вещества было получено значительно раньше и на основе других соображений. При этом были не только объяснены имеющиеся факты, озадачивающие ученых, но и предложены новые опыты, окончательно похоронившие аргументы противников кинетической теории материи. Кроме того, в соответствующих теоретических работах появилась непротиворечивая статистическая интерпретация второго закона термодинамики, причем, что очень важно, были поняты и сформулированы ограничения на его применение. Здесь имеются в виду совокупности работ по теории броуновского движения и теории флуктуаций. Авторами этих публикаций были двое молодых ученых, работавших в одиночестве и вдалеке от ведущих научных центров: сотрудник патентного бюро в Цюрихе (Швейцария) Альберт Эйнштейн, родившийся в 1879 году, и профессор теоретической физики Львовского университета (Австро-Венгрия) Мариан Смолуховский, который родился на 7 лет раньше, в 1872 году.

Эйнштейн и Смолуховский работали над указанным кругом вопросов с начала XX века и до первой мировой войны. Они решили ключевые проблемы, размышляя по большей части независимо, а иногда – опираясь на результаты друг друга. Известно, что каждый из них с глубоким уважением относился к достижениям коллеги и результатам других современников, которые также внесли огромный вклад в теорию и экспериментальное ее подтверждение. Среди них в первую очередь необходимо выделить таких ученых, как лорд Рэлей (Рейли), П. Ланжевен, Т. Сведберг и Ж. Перрен.