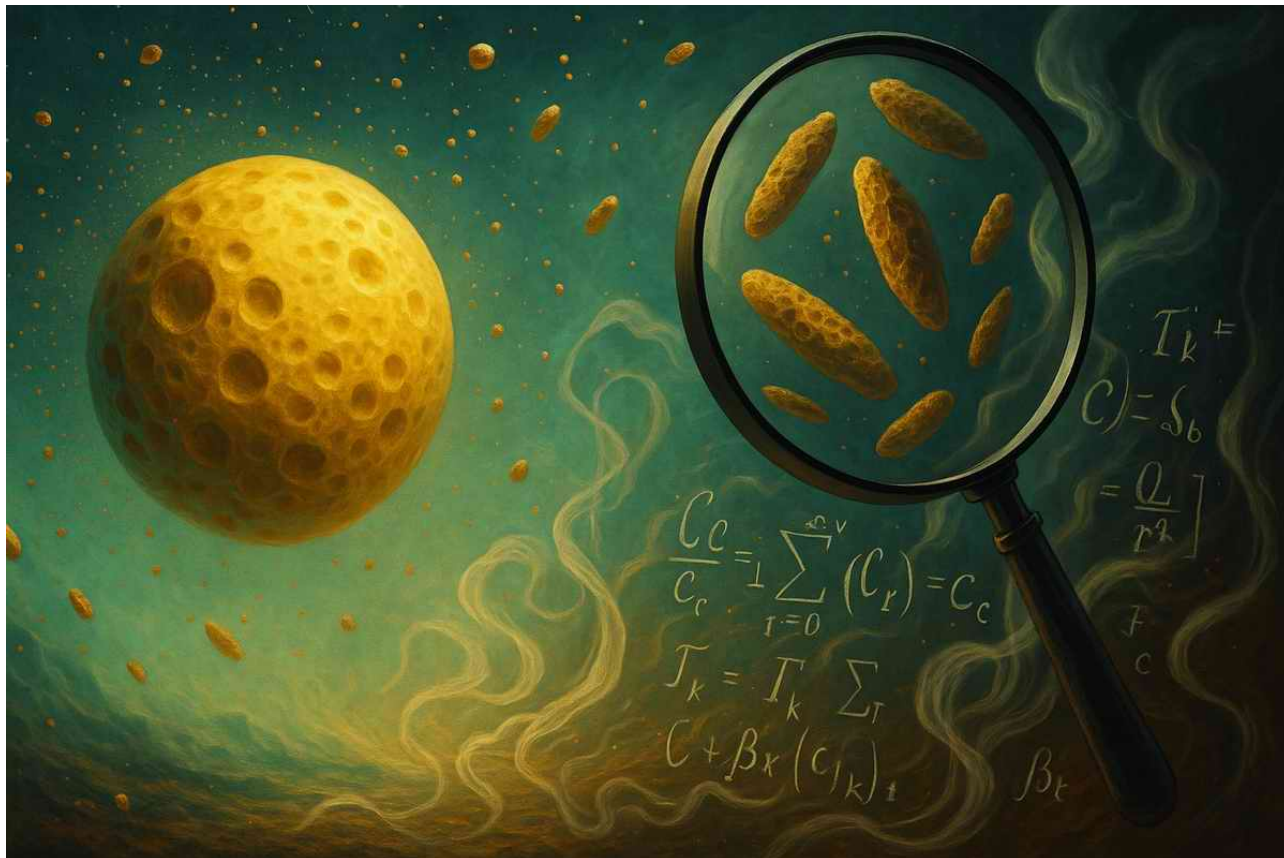


Учёные раскрыли вековую загадку аэродинамики: как неровные наночастицы движутся в воздухе



Дата публикации: 06.11.2025

На протяжении более века физики и инженеры пытались объяснить, как микроскопические частицы неправильной формы движутся в воздухе. Эти частицы — от сажи и пыли до микропластика и вирусов — ежедневно окружают нас, формируя качество воздуха, которым мы дышим, и напрямую влияя на здоровье. Долгое время наука упрощала задачу, считая все частицы идеальными сферами, чтобы сделать вычисления возможными. Однако реальный мир сложнее: частицы имеют неровные, угловатые или вытянутые формы, что существенно влияет на их аэродинамику. Новое исследование из Университета Уорика меняет ситуацию.

Учёные разработали универсальную формулу, позволяющую точно прогнозировать, как частицы любой формы — от гладких до хаотически шероховатых — перемещаются в воздухе. Это стало возможным благодаря переосмыслению классического физического уравнения, известного как поправочный коэффициент Каннингема, который был предложен в 1910 году и

десятилетиями оставался основой для расчётов движения частиц в газах. Несмотря на свой успех, старая версия формулы имела ключевое ограничение — она применялась только к идеально круглым объектам.

Современные исследования показали, что именно частицы неправильной формы составляют большинство загрязнителей воздуха и чаще всего оказывают вредное воздействие на организм. Они способны проникать в лёгкие, кровь и даже мозг, вызывая хронические заболевания. Новый подход, предложенный в Уорике, впервые учитывает эти особенности и позволяет с высокой точностью описывать движение любых микроскопических объектов.

В основе открытия лежит простая, но изящная идея — математический инструмент, называемый «тензор коррекции». Он позволяет учитывать влияние всех аэродинамических сил, действующих на частицы в зависимости от их формы, углов наклона и ориентации в воздушном потоке. Такая модель снимает необходимость в эмпирических поправках и сложных вычислительных симуляциях, что делает её применимой в широком спектре научных и инженерных задач.

Применение новой формулы выходит далеко за пределы физики аэрозолей. Она может быть использована для моделирования загрязнения атмосферы, прогнозирования последствий промышленных выбросов и изучения распространения вирусных частиц. Точная оценка поведения наночастиц также имеет значение для фармацевтики и нанотехнологий, где необходимо понимать, как микроскопические капли или молекулы ведут себя в воздухе, жидкости или внутри организма.

Учёные отмечают, что это открытие не только улучшает существующие методы прогнозирования, но и восстанавливает забытый элемент научной истории. Когда Роберт Милликен, лауреат Нобелевской премии, усовершенствовал уравнение Каннингема в 1920-х годах, он случайно исключил из него более общие корректирующие параметры, которые могли бы учитывать несферические объекты. Спустя сто лет исследователи Уорика вернули в уравнение утраченный смысл, придав ему современную форму, соответствующую уровню сегодняшней науки.

Теперь учёные смогут применять новый подход для анализа микроскопических частиц в реальных условиях. Университет Уорика уже создал лабораторный комплекс для генерации аэрозолей, где можно экспериментально проверять поведение различных типов частиц. Это позволит сопоставлять теоретические расчёты с наблюдениями и уточнять физические модели, используемые в климатологии, экологии и медицине.

Перспективы применения этого открытия обширны. Новая модель поможет точнее предсказывать: как распространяются загрязняющие вещества в городском воздухе; каким образом пыль и дым влияют на погодные и климатические процессы; как ведут себя микрочастицы в производственных помещениях и лабораториях; как микрокапли лекарственных аэрозолей распределяются в дыхательных путях.

Таким образом, обновлённая формула становится не просто математическим решением старой задачи, а важным инструментом для понимания глобальных процессов, от загрязнения атмосферы до передачи инфекций. Она позволяет объединить физику, биологию и экологию в рамках единого подхода к изучению воздуха, которым мы дышим.

Открытие Университета Уорика возвращает научное сообщество к фундаментальным принципам физики, но делает их применимыми к реальному, а не идеализированному миру. Теперь, когда учёные могут точно описать движение частиц любой формы, появляется возможность создавать более эффективные технологии очистки воздуха, разрабатывать точные модели атмосферной химии и совершенствовать системы защиты от опасных аэрозолей. Спустя сто лет после первых попыток объяснить их поведение человечество, наконец, получило формулу, которая способна увидеть невидимое — и тем самым сделать воздух чище и безопаснее.

Ссылка: «Поправочный тензор для аппроксимации сопротивления медленно движущихся частиц произвольной формы и числа Кнудсена» DOI: [10.1017/jfm.2025.10776](https://doi.org/10.1017/jfm.2025.10776).