

DOI: 10.34854/ICPAF.52.2025.1.1.006

ЭНЕРГЕТИКА И ЭВОЛЮЦИЯ АКТИВНЫХ БРОУНОВСКИХ МОТОРОВ В КУЛОНОВСКИХ СИСТЕМАХ В ПЛАЗМЕ, ЖИДКОСТИ И СВЕРХТЕКУЧЕМ ГЕЛИИ

Петров О.Ф.

*ФГБУН Объединенный институт высоких температур Российской академии наук,
Москва, Российская Федерация, ofpetrov@ihed.ras.ru*

При воздействии лазерного излучения на заряженные (кулоновские) броуновские частицы микронных размеров, левитирующие в плазме, жидкости или сверхтекучем гелии, может наблюдаться сложное движение частиц, когда частицы поглощают энергию излучения и преобразовывают ее в энергию движения. Такие частицы могут рассматриваться как активные броуновские моторы, движение которых контролируется излучением, а сам механизм активного броуновского движения связан с фото- или термофорезом (в плазме и жидкости), либо с возникновением квантовой турбулентности (в сверхтекучем гелии). Активные броуновские моторы способны получать энергию из внешних источников (лазерное излучение), запасать ее и расходовать на собственное движение в среде, что может приводить к их самоорганизации и эволюции.

Было изучено активное броуновское движение светопоглощающих и сильно взаимодействующих частиц вдали от равновесия, взвешенных в газовом разряде при лазерном облучении, когда характер и интенсивность активного движения зависят от воздействия излучения. Активное броуновское движение было обусловлено фотофорезом, т.е. поглощение лазерного излучения на поверхности частицы создает радиометрическую силу, которая, в свою очередь, приводит ее в движение. Экспериментально наблюдалось активное броуновское движение заряженных частиц при переходе монослоя частиц из кристаллоподобного состояния в жидкостное [1].

Экспериментально были получены эмульсии сложного состава и изучена их динамика, инициированная лазерным излучением [2]. Эмульсия типа «масло-в-воде» состояла из монодисперсных капель масла диаметром 65 мкм, содержащих наночастицы магнетита с размерами около 10 нм, и помещалась в водный раствор поверхностно-активного вещества. Экспериментально наблюдаемое активное броуновское движение капель эмульсии было результатом внутрикапельного движения наночастиц магнетита, поглощающих лазерное излучение.

Впервые экспериментально наблюдалось активное броуновское движение и эволюция структур, обусловленных квантовыми эффектами, для частиц микронных размеров, левитирующих в сверхтекучем гелии [3]. Активное броуновское движение частиц было индуцировано квантовой турбулентностью при поглощении частицами лазерного излучения. Интенсивность броуновского движения, связанного с квантовыми вихрями, увеличилась на 6-7 порядков по сравнению со значениями из формулы Эйнштейна. Наблюдались структуры частиц в состоянии вдали от термодинамического равновесия и их эволюция к более сложно организованным структурам с меньшей энтропией.

Литература

- [1]. Petrov O.F., Statsenko K.B., Vasiliev M.M. // Scientific Reports, 2022, V.12(1), 8618.
- [2]. Kononov E.A., Senoshenko R.V., Vasiliev M.M., Petrov O.F. // Physics of Fluids, 2024, V.36, 117145.
- [3]. Petrov O.F., Boltnev R.E., Vasiliev M.M. // Scientific Reports, 2022, V.12(1), 6085.