

ОТЗЫВ

члена диссертационного совета Уздина Валерия Моисеевича на диссертацию Ерошкина Юрия Андреевича на тему: «Развитие термодинамических и кинетических моделей для мицеллярных систем», представленную на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.3.3 – теоретическая физика

Диссертация Ю. А. Ерошкина посвящена развитию кинетической теории быстрой релаксации мицеллярных систем. Интерес к этой области связан не только с фундаментальной наукой, требующей применения современных методов неравновесной статистической физики, но и возможностью практического использования таких систем для процессов мицеллярного катализа, синтеза наночастиц, эмульсионной полимеризации и даже нефтедобычи. Поэтому тематика диссертационной работы *актуальна* как точки зрения разработки фундаментальной теории, так и перспектив практических приложений.

Описание кинетики процессов образования агрегатов различного размера и формы является важной задачей современной теоретической физики. Предложенная в диссертации кинетическая теория быстрой релаксации позволяет значительно повысить точность аналитических расчётов характеристик мицеллярных систем со сферическими и цилиндрическими агрегатами поверхностно активных веществ (ПАВ). Использование в диссертации современных теоретических методов, аккуратно проведенных аналитических и численных расчетов позволяют сделать заключение о *достоверности* основных полученных результатов и положений, выносимых на защиту. Эти результаты опубликованы в ведущих международных журналах и представлены лично автором на международных конференциях, что подтверждает их *новизну*, актуальность проведенных исследований и соответствие последним мировым достижениям в соответствующей научной области.

Диссертационная работа состоит из вступления, пяти глав, заключения, двух приложений и списка литературы.

Во введении и первой главе приводится краткий литературный обзор и формулируются основные модельные представления процессов релаксации мицеллярных систем. Используется модель ступенчатого изменения размера агрегатов ПАВ, рассматриваются различные механизмы и приближения для коэффициентов присоединения и работы агрегации, которые используются в последующих главах.

Вторая глава посвящена численным расчётам спектра релаксации в рамках линеаризованного уравнения Беккера-Дёринга и выделению на основе его анализа различных стадий релаксации, имеющих иерархическую по времени структуру (сверхбыстрой, быстрой и медленной релаксаций). Расчёты выполнены для различных моделей, обсуждавшихся в первой главе.

В третьей и четвёртой главе приводятся аналитические расчёты спектра времён быстрой релаксации сферических и цилиндрических мицелл. Излагается подход, предлагающий общую схему сведения линеаризованных разностных уравнений Беккера-Дёринга к универсальному дифференциальному уравнению на собственные значения. Решение этого уравнения основывается на методе эффективного потенциала, то есть на решении задачи о движении квантовой частицы переменной массы, задаваемой коэффициентами присоединения, в поле с потенциалом, определяемым работой агрегации. Эрмитовость используемого в предложенном подходе оператора возмущения позволяет использовать стандартные методы теории возмущений для поиска времён релаксации. Развитый в работе подход на основе теории возмущений позволяет

уже в главном порядке учесть специфику конкретной мицеллярной модели и, в частности, возможную существенную асимметрию работы агрегации в окрестности ее минимума.

В пятой главе представлено дальнейшее полуаналитическое развитие метода эффективного потенциала, не требующее аппроксимации работы агрегации в окрестности минимума и продемонстрирована применимость этого метода к системам как со сферическими, так и с цилиндрическими агрегатами.

В заключении кратко сформулированы основные результаты, полученные в диссертации. В приложения вынесены наиболее громоздкие вычисления.

Диссертация не свободна от недостатков. Это относится, во-первых, к обзору литературы и результатов, полученных другими научными коллективами в области, которой посвящена диссертация. Среди 54 наименований в списке литературы 35 представляют собой работы Санкт-Петербургской группы, в которой работал соискатель. Из оставшихся 19 ссылок только две относятся к опубликованным за последние 10 лет. Означает ли это, что соответствующей тематикой не занимаются в мире и она не представляет интереса для широкой научной общественности? Каково место приведенных в диссертации исследований в мировой науке? Эти вопросы в диссертации не освещены.

Во-вторых, в диссертации практически отсутствует сравнение с экспериментом и даже с результатами моделирования мицеллярных растворов методами молекулярной динамики. Насколько развитые методы позволяют улучшить описание реальных систем, изучаемых в эксперименте, и передают особенности их детального поведения? Этот вопрос, важный с точки зрения практических приложений, недостаточно раскрыт в диссертационной работе.

В-третьих, в диссертации следовало бы остановиться более подробно на границах применимости разработанного подхода. Когда он дает преимущество по сравнению с имеющимися приближениями, а когда сам перестает работать?

Все три указанных замечания связаны друг с другом и их учет мог бы дать более ясную картину проведенных исследований, их теоретической и практической ценности для быстро развивающейся области исследования мицеллярных систем и микроэмульсий.

Сделанные замечания, однако, не влияют на высокую оценку полученных автором собственных результатов и общее положительное впечатление от диссертационной работы.

Диссертация Ерошкина Юрия Андреевича на тему: «Развитие термодинамических и кинетических моделей для мицеллярных систем» соответствует основным требованиям, установленным Приказом от 19.11.2021 № 11181/1 «О порядке присуждения ученых степеней в Санкт-Петербургском государственном университете», соискатель Ерошкин Юрий Андреевич заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.3.3. Теоретическая физика. Нарушения пунктов 9 и 11 указанного Порядка в диссертации не обнаружены.

Член диссертационного совета

Доктор ф.-м. н.,

Профессор, Санкт-Петербургский государственный университет

08.01.2023

 В. М. Уздин