

ОТЗЫВ

официального оппонента
на диссертационную работу Аркар Чжо «Динамика и
структуры активных броуновских частиц в плазме» на
соискание ученой степени кандидата
физико-математических наук по специальности
1.3.9 – физика плазмы

Диссертация Аркар Чжо «Динамика и структуры активных броуновских частиц в плазме» посвящена исследованию сплошных сред, соответствующих неравновесным или открытым системам. Основным составляющим компонентом таких сложных сред являются «активные частицы». Данные кирпичики изучаемых сред находят соответствие в ряде наук – физика, химия, биология. В пылевой плазме их использование насчитывает более 15 лет (односторонне напыленные микро шарики, частицы неидеальной геометрической формы). Представляется, что значимость данной тематики с точки зрения фундаментальной физики, заключается в развитии неравновесной термодинамики и электродинамики открытых систем. В то время, как в оптике и механике исследование может быть важно также для прикладных целей. Законы, необходимые для понимания перехода ансамбля из неупорядоченного состояния в упорядоченное, находятся в стадии изучения и требуют экспериментальной опоры. Пример такого изучения представлен в рецензируемой работе. Тематика диссертационной работы актуальна, исследование активных частиц в обсуждаемом контексте является новым.

Структура диссертации следующая.

Во **Введении** описан изучаемый объект, сформулирована цель работы, описана актуальность тематики и поставлена задача, указаны научная новизна и значимость работы. Сформулированы защищаемые научные положения. Приведена апробация работы и приведен список публикаций автора, описан его личный вклад. Сама диссертация состоит из 4 глав на 103 страницах, содержит рисунки, таблицы и список литературы раздельно по главам.

В **Главе 1** рассмотрены механизмы, работающие у активных броуновских частиц в различных условиях. Отдельно рассмотрены особенности таких частиц в пылевой плазме. Акцент ставится на использование плазмы высокочастотного разряда емкостного типа, как активной плазменной среды для движения броуновских частиц.

В **Главе 2** описана экспериментальная установка, состоящая из вакуумной части, электроразрядной камеры и системы диагностики. Описан порядок проведения экспериментов в деталях, представлены иллюстрации.

Как экспериментатору, мне хочется обсудить следующие моменты.

1. Автором описан процесс получения Янус частиц с элементами металла на одной стороне поверхности. Не могло ли оказаться, что и в эксперименте с исходными частицами, последние автоматически оказались покрытыми металлом? Или тут важна зависимость от времени и мощности для нанесения нужного покрытия?

2. Изменяется ли размер частиц (в обе стороны) в процессе нанесения покрытия на 10 мкм частицы? Можно ли уверенно сравнить данные с Рис. 3.1 а и Рис. 3.1 б?
3. По Рис.3.1.в и Рис. 3.1 г можно видеть два эффекта: напыленная Янус частица теряет строго сферическую форму (уменьшается ее диаметр вдоль направления напыления) и уменьшается ее размер, на сколько я вижу, от 10,6 мкм до почти 9 мкм. Так ли это по всем изображениям частиц, может ли изменение формы частиц «работать» в изучаемых далее эффектах?

Глава 3 посвящена изучению динамики уединенных частиц в плазме. Автор выяснял влияние фотфоретической силы на движение частиц с разными характеристиками поверхности. Основная ее часть – данные эксперимента, их анализ и вывод о роли именно термофоретической силы в изучаемом движении частиц. Описаны траектории движения и зависимости смещения от времени и мощности излучения лазера для разных типов частиц. Также представлена качественная теоретическая интерпретация.

По этой Главе хочется обсудить следующее.

4. Могла ли частица быстро вращаться («макроспин»)? Это могло быть установлено по мерцанию образа частицы на матрице видеокамеры, либо непосредственно при скоростной съемке с достаточным оптическим увеличением. Если вращение присутствует, то возможно привлечение вынужденной прецессии при интерпретации вращения.

Заключительная **Глава 4** посвящена изучению движения малых пылевых монослойных структур, в основном однооболочечных кластеров, состоящих из тех же типов частиц, что и в Главе 3. Автор использует для характеристики их состояния и движения «динамическую энтропию», характеризующую время и масштаб ухода частиц из структуры упорядоченного кластера.

Полученные в Главе результаты следующие: зависимость кинетической температуры частиц от мощности облучения лазера, характеристики динамической энтропии частиц. Обнаружены скачкообразные изменения положения частиц в центре кластера и на его оболочке, происходящие при разных энергиях. Установлено существование параметра (D – параметр), характеризующего как локализацию частицы, так и особенность (степенб фрактальности) ее траектории. В зависимости от значения данного параметра, реализуются различные режимы: имеющий направленный тренд или сходный с турбулентным.

Тут можно задать вопрос.

5. В кластере анализировались все-таки параметры отдельных частиц. В чем проявляется «коллективные» признаки кластера? Иными словами, можно ли выделить в результатах Главы 4 признаки, не присущие индивидуальным частицам в Главе 3?

В целом диссертация написана ясным языком, но встречается некоторое количество опечаток, особенно в Главе 4. Опечатки типа ...колебания электродов / колебания электронов... и подобные не искажают картину описываемого. Перед нами образец хорошо выполненной экспериментальной работы поискового характера. Необходимость проведения подобного исследования указана в начале отзыва. Хочу подчеркнуть хорошую структуру подачи материала, не всегда связанного именно с пылевой плазмой, а

касающегося открытых систем и активных сред. Возникшие вопросы приведены в обсуждении каждой Главы.

В заключении отзыва скажу, что сформулированные вопросы не портят позитивной картины полученных результатов. Рецензируемая диссертация представляет собой законченную научно-квалификационную работу, которая соответствует всем критериям, установленным п. 9 Положения о порядке присуждения ученых степеней № 842 от 24.09.2013г., а ее автор Аркар Чжо заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.3.9 — физика плазмы.

Официальный оппонент:

Профессор кафедры Общей физики I
Физического факультета СПбГУ
Доктор физико-математических наук
«29» ноября 2021


----- В.Ю. Карасев

Адрес: 199034, г. Санкт-Петербург, Университетская набережная, 7-9
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский государственный университет»
<http://www.spbu.ru>
E-mail: v.karasev@spbu.ru
Тел.: (812) 428-44-66

Карасев В.Ю.
С.И.И.
28.11.2021



Документ подготовлен
в порядке исполнения
трудовых обязанностей

Текст документа размещен
в открытом доступе
на сайте СПбГУ