

## ОТЗЫВ

на автореферат диссертации 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/открытым системам. Основным составляющим компонентом таких сложных сред являются «особенные частицы» или их структуры, по одному или ряду параметров отличающиеся от представителей общего массива. Подобные структуры встречаются в физике, химии и биологии. Они исследуются также и в пылевой плазме (частицы неидеальной геометрической формы, наполовину напыленные проводящим покрытием диэлектрические частицы). Соответственно, фундаментальная важность данной тематики заключается в развитии неравновесной термодинамики и электродинамики открытых систем. Необходимость такого развития подразумевает и прикладные исследования. Закономерности, определяющие взаимосвязь и переходы между упорядоченными и неупорядоченными (по одному или ряду параметров) состояниями до сих пор изучаются и требуют для этого новых экспериментальных материалов и исследований. Данная работа, актуальность и практическая значимость которой обоснована сказанным выше, и является таким исследованием.

Суть проведённого исследования соискателя Аркар Чжо заключается в экспериментальном изучении динамики «особенной» броуновской частицы в плазме высокочастотного емкостного разряда при воздействии лазерного излучения; а также динамических и структурных характеристик кластеров, сформированных такими частицами в области газового разряда.

Как результат, автором представлены экспериментальные условия и результаты исследований процессов эволюции и самоорганизации 7-частичного кластера, сформированного «особенными» частицами (диэлектрические сферы, наполовину покрытые медной плёнкой) в приэлектродном слое ВЧ разряда при воздействии лазерного излучения. Для анализа использованы функции динамической энтропии исследуемых активных частиц, получены средние области локализации частиц. Проведено сравнение результатов для системы таких частиц с результатами, полученными для системы из полностью покрытых частиц. Выяснено, что характер движения системы, состоящей из «особенных» частиц, соответствует активному броуновскому движению, но отличается от системы покрытых частиц большей однородностью при малых кинетических температурах. Показано, что траектории «особенных» частиц в симметричной электростатической ловушке высокочастотного разряда сложным образом (иногда хаотически) зависят от мощности лазера, хотя траектории движения регулярных частиц близки к круговым во всем диапазоне мощности.

Данный результат проиллюстрирован полученной зависимостью кинетической энергии частиц от мощности лазера. В случае регулярных частиц эта зависимость была монотонно возрастающей, а в случае «особенных» частиц она имела множество локальных экстремумов.

По работе имеется следующее замечание:

Хотелось бы, чтобы автор рассмотрел критерии «особенности» частиц, получаемых методом селективного напыления. Резкое снижение симметрии янус-частицы (одна ось

симметрии) по сравнению с полностью покрытой (или непокрытой) обеспечивает её “особенность”. А будет ли “особенной” частица, у которой верхняя правая и нижняя левая четверти покрыты проводящим слоем? Можно ли составить иерархию разбиений на проводящие и непроводящие слои для перехода от регулярной к “особенной” частице?

Сделанное замечание, безусловно, не затрагивает сути диссертации, и может рассматриваться в качестве пожелания автору.

Диссертационная работа Аркар Чжо представляет собой важное и проблемное научное исследование, выполненное в актуальной области физики, основные результаты которого опубликованы в 9 печатных работах, включая 3 статьи в журналах Web of Science и Scopus, тезисах 7-и докладов на конференциях. Следует отметить также большой объем экспериментальных исследований, выполненных автором. Новизна и практическая значимость результатов, а также достоверность полученных автором данных не вызывают сомнений.

Диссертация Аркар Чжо представляет собой законченную научно-квалификационную работу, которая соответствует всем критериям, требования п. 9 «Положения о порядке присуждения ученых степеней» № 842 от 24.09.2013 г., а ее автор Аркар Чжо заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.3.9 — физика плазмы.

Главный научный сотрудник лаборатории  
горения дисперсных систем ИСМАН,  
доктор химических наук

Рубцов Николай Михайлович  
9 декабря 2021 г.

Подпись Рубцова Н.М. заверяю.  
Ученый секретарь ИСМАН  
к.т.н.



Петров Евгений Владимирович

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки  
Институт структурной макрокинетики и проблем  
материаловедения им. А.Г.Мержанова  
Российской академии наук (ИСМАН)  
142432 Московская область, Черноголовка,  
ул. Академика Осипьяна, 8  
Телефон: 8 (49652) 46249, e-mail: nmrubtss@mail.ru