Institute for Solid State Physics and Optics
Wigner Research Centre for Physics
Hungarian Academy of Sciences

Zoltan Donko, DSc
Konkoly-Thege Miklós út 29-33, 1121 Budapest, Hungary
P.O. Box 49, 1525 Budapest, Hungary
Phone/Fax: +36 1 392 2222 ext. 1309
E-mail: donko.zoltan@wigner.mta.hu
Web: plasma.szfki.hu/~zoli

Review Letter of the Thesis of Ms Ranna Masheyeva

Ms Ranna Masheyeva has conducted her PhD research at Al-Farabi Kazakh National University, under the supervision of Prof. Karlygash Dzumagulova. The research program has been supported by the Scientific Academy of the Ministry of Education and Science of the Republic of Kazakhstan. I have been collaborating with the Candidate as a foreign co-supervisor over the whole duration of the PhD program. In the framework of this collaboration Ms Masheyeva has also visited our Laboratory at the Wigner Research Centre of the Hungarian Academy of Sciences. The main topic during her stay, spanning couple of months, has been the development of Molecular Dynamics simulation codes.

Computer simulations are indispensable tools for describing many-body systems in physics. The studies of Ms Masheyeva have focused on an important physical system, *dusty plasmas*, that have been investigated by many research groups around the Globe and experiments on such systems have even been conducted aboard the International Space Station. Her studies followed the mathematical model of ideal Yukawa liquids, as well as their non-ideal counterpart, where the effects of the gas/plasma environment are accounted for by Langevin dynamics (via a friction coefficient and randomly fluctuating external forces acting on the particles). To be able to conduct successful research in this field she had to get acquainted with the relevant literature, learn the principles and the techniques of mathematical modeling of many-particle systems, the relevant numerical integration schemes, the implementation of these into simulation codes, performing computer simulations efficiently, and data analysis/interpretation.

She has investigated the effect of *strong external magnetic field* on the *caging properties*, the *velocity autocorrelation function* as well as on the *transport properties* of dusty plasmas. Her tasks included the development of mathematical models for describing processes in dusty plasma with taking into account the Lorentz force and the dissipative term in the equations of motion of dust particles, creating a software package to study the effect of dissipation and a magnetic field on the properties of a strongly coupled dusty plasma. For this purpose, has developed an integration scheme for the solution of the particles' equations of motion, which is appropriate to use in simulations in the cases when *friction and a magnetic field are present simultaneously*.

These studies and the results that she has obtained are relevant to laboratory dusty plasma experiments and to other physical systems in which *strong coupling effects* are prominent (e.g. charged colloids). The results obtained for the *diffusion coefficient* of a two-dimensional dusty plasma under the effect of a strong magnetic field have been compared and published together with experimental data obtained in our Laboratory. Besides laboratory experiments, dust is also present in astrophysical objects (e.g. in interstellar clouds, near the Moon's surface), microelectronics

manufacturing equipments, fusion devices, etc. Therefore, investigating the properties of dusty plasmas, across ranges of the coupling coefficient are very important.

The research achievements have been presented in a number of (national as well as international) *scientific conferences* and *published in leading international journals in the field*.

The *thesis* consists of an introduction, four sections, a conclusion and a list of references. The introduction exposes the problems to be studied and gives a brief overview of the subject area. The second section deals with the Molecular Dynamics method and the numerical schemes for solving the equations of motion of particles, taking into account the effect of forces depending on the velocity of the particles. The third section presents mathematical models for calculating the characteristics of dusty plasma based on computer simulation data, the results and the analysis of calculations. The last section is devoted to the description of complex computer programs for modeling and studying the properties of dusty plasma in an external magnetic field. The concluding section gives a summary of the achievements and their significance for the field and gives an outlook to practical applications.

In summary, Ms Ranna Masheyeva made important contributions to the field of dusty plasma physics via numerical studies based on Molecular Dynamics simulation codes, which she has developed. Based on her work I fully support awarding the PhD degree to Ms Ranna Masheyeva.

Yours Sincerely,



Dr Zoltan Donko
Scientific Advisor,
Department of Complex Fluids
Wigner Research Centre, Budapest, Hungary

Институт физики твердого тела и оптики
исследовательского центра физики имени Вигнера
академии наук Венгрии

доктор Золтан Донко,
ул. Конколи Зек, 29-33, 1121 Будапешт, Венгрия
Почтовый ящик 49, 1525 Будапешт, Венгрия
Телефон/Факс: +36 1 392 2222 вн. 1309
E-mail: donko.zoltan@wigner.mta.hu
Сайт: plasma.szfki.hu/~zoli

Отзыв на диссертационную работу Машеевой Ранны

Госпожа Ранна Машеева выполнила научную диссертацию в Казахском Национальном университете им. аль-Фараби под руководством профессора Джумагуловой Карлыгаш. Исследовательская работа была проделана при поддержке Научной Академией Министерства Образования и Науки Республики Казахстан. Я сотрудничал с Ранной в качестве иностранного руководителя на протяжении всего срока PhD программы. В рамках этого сотрудничества Машеева также посетила нашу лабораторию, которая находится в исследовательском центре имени Вигнера Венгерской Академии Наук. Основной задачей во время ее пребывания на протяжении нескольких месяцев была разработка кодов моделирования молекулярной динамики.

Компьютерное моделирование является незаменимым инструментом для описания систем, состоящих из многих тел. Исследования госпожи Машеевой были сосредоточены на важной физической системе - пылевой плазме, которая была исследована многими исследовательскими группами по всему миру, и эксперименты с такими системами даже проводились на борту Международной космической станции. Ее исследования проводились на основе математической модели идеальных жидкостей Юкавы, а также их неидеального аналога, в котором влияние газовой (плазменной) среды объясняется динамикой Ланжевена (через коэффициент трения и случайно флуктуирующие внешние силы, действующие на частицы). Чтобы иметь возможность проводить успешные исследования в этой области, она должна была познакомиться с соответствующей литературой, изучить принципы и методы математического моделирования многочастичных систем, соответствующие схемы численного интегрирования, реализовать их в кодах моделирования, выполнить эффективное компьютерное моделирование и анализ (интерпретацию) данных.

Ею было исследовано влияние сильного внешнего магнитного поля на локализацию частиц, на автокорреляционную функцию скоростей, а также на транспортные свойства пылевой плазмы. В ее задачи входила разработка математических моделей для описания процессов в пылевой плазме с учетом силы Лоренца и диссипативного члена в уравнениях движения пылевых частиц, создание пакета программ для изучения влияния диссипации и магнитного поля на свойства сильно связанной пылевой плазмы. Для этого

была разработана схема интегрирования для решения уравнений движения частиц, которую целесообразно использовать при моделировании в тех случаях, когда трение и магнитное поле присутствуют одновременно.
Эти исследования и полученные ею результаты имеют отношение к лабораторным экспериментам с пылевой плазмой и к другим физическим системам, в которых заметны сильное влияние связи в системе (например, заряженные коллоиды). Результаты, полученные для коэффициента диффузии двумерной пылевой плазмы под действием сильного магнитного поля, сопоставлены и опубликованы вместе с экспериментальными данными, полученными в нашей лаборатории. Помимо лабораторных экспериментов, пыль также присутствует в астрофизических объектах (например, в межзвездных облаках, вблизи поверхности Луны), оборудовании для производства микроэлектроники, термоядерных устройствах и т. д. Поэтому очень важно исследовать свойства пылевой плазмы во всех диапазонах коэффициента связи.
Научные достижения были представлены в нескольких (национальных и международных) научных конференциях и опубликованы в ведущих международных журналах в этой области.
Диссертация состоит из введения, четырех разделов, заключения и списка использованных источников. Во введении раскрываются проблемы, подлежащие изучению, и дается краткий обзор предметной области. Второй раздел посвящен методу молекулярной динамики и численным схемам решения уравнений движения частиц с учетом влияния сил, зависящих от скорости частиц. В третьем разделе представлены математические модели для расчета характеристик пылевой плазмы на основе данных компьютерного моделирования, результатов и анализа расчетов. Последний раздел посвящен описанию сложных компьютерных программ для моделирования и изучения свойств пылевой плазмы во внешнем магнитном поле. В заключительном разделе дается краткое описание достижений и их значения для данной области, а также дается обзор практического применения.
В заключение, госпожа Ранна Машеева внесла важный вклад в область физики пылевой плазмы с помощью численных исследований, основанных на разработанных ею кодах моделирования молекулярной динамики. На основании ее работы я полностью поддерживаю присвоение степени доктора PhD Ранне Машеевой.

Искренне Ваш,
Доктор Золтан Донко

Научный руководитель,
Отдел комплексных жидкостей
Исследовательский центр имени Вигнера, Будапешт, Венгрия

Я, Ахмедова Джамила Амановна, ИИН 7400501401616, (удостоверение личности № 025770003, выдано МЮ РК от 08.06.2010 г. действительно до 07.06.2020 г.), настоящим подтверждаю, что данный перевод является точным переводом данного документа и соответствует содержанию оригинала документа.

Подпись Ахмедова Джамила Ам
.....

"двадцать пятое» октября две тысячи девятнадцатого года, я, Муталиева Диляра Рашидовна, нотариус города Алматы, действующий на основании государственной лицензии № 00 00252, выданной Комитетом по организации правовой помощи и оказанию юридических услуг населению Министерства Юстиции Республики Казахстан от 03.11.2005 года, свидетельствую подлинность подписи, сделанной переводчиком Ахмедовой Джамилы Амановны. Личность подписавшей документ установлена, дееспособность и полномочия её проверены.
Зарегистрировано в реестре за № 5056

Оплачено согласно ст.30, п. 2. Закона РК «О Нотариате
Нотариус

Пронумеровано и прошнуровано
Нотариус