

ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Лавриненко Ярослава

«Исследование неидеальной электрон-ионной плазмы методом динамики волновых пакетов», представленной на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.3.9 – физика плазмы

Одним из плохо изученных состояний плазмы является неидеальная плазма, представляющая интерес как с практической точки зрения, так и для решения фундаментальных вопросов физики плазмы и взаимодействия лазерного излучения с веществом. В диссертации Я. Лавриненко предлагается новый метод компьютерного моделирования неидеальной плазмы, позволяющий исследовать широкий спектр явлений, таких как поглощение лазерного излучения, возбуждение и ионизация атомов, колебания и волны в плазме, столкновительные процессы, релаксация к равновесию, разлет частиц (кулоновский взрыв). В работе описывается применение метода лишь к наиболее простым веществам – водороду и дейтерию, однако потенциал этого метода представляется довольно большим и его применение, например, для исследования ионизованных нанокластеров натрия, представляет большой интерес.

Метод моделирования, описанный в автореферате, основан на решении уравнений движения для взаимодействующих электронов и ионов. С целью описания квантово-механических эффектов электроны представляются в форме гауссовских волновых пакетов, также применяется оригинальный алгоритм расчета обменно-корреляционного взаимодействия с использованием функционалов электронной плотности, широко применяемых в квантовой молекулярной динамике. В работе показано, что данная модификация известного ранее метода молекулярной динамики, существенно расширяет область его применимости в случае высоких плотностей плазмы и степени вырождения электронов. С другой стороны, в отличие от гидродинамических подходов к описанию среды и метода Particle-in-cell, предложенный метод является микроскопическим и более точно учитывает эффекты, связанные с близкими столкновениями частиц, что особенно важно при высокой степени неидеальности плазмы. Недостатком метода является его вычислительная сложность, однако эта проблема частично решается использованием параллельных вычислений и графических ускорителей.

Результаты, полученные методом, предложенным в работе Я. Лавриненко, могут использоваться в качестве входных данных для численных методов более высокого уровня, например, Particle-in-cell, а также для построения аналитических моделей.

Апробация разработанного метода проведена на примере неидеальной плазмы водорода и дейтерия. Полученные результаты хорошо согласуются с имеющимися экспериментальными данными, а также результатами других теоретических расчетов.

Автореферат достаточно полно отражает содержание диссертации, обосновывает актуальность, новизну и практическую значимость работы. Текст автореферата написан хорошим научным языком, содержит необходимые иллюстрации. Список литературы содержит ссылки на наиболее значимые работы в данной области.

Работа неоднократно докладывалась на семинарах, российских и международных конференциях, результаты диссертации опубликованы в виде 6-ти статей в рецензируемых научных журналах.

По содержанию автореферата можно сделать следующие замечания:

1. На стр.15 указано, что «значения температур, предсказанных методом МДВП-ФП, являются несколько заниженными в сравнении с другими теоретическими моделями». К сожалению, автор не обсуждает причин такого результата.
2. На стр.3 присутствует странное утверждение, что «Неидеальная плазма — это экстремальное состояние вещества при высоких температурах и давлениях». Не ясно, почему автор не дал нормального определения неидеальной плазмы.
3. Подписи к большинству рисунков выполнена на английском языке.
4. Результаты высокого уровня опубликованы в журналах с низким импакт фактором, в основном в журналах, на индексируемых WoS.

Перечисленные замечания носят рекомендательный характер и не снижают общей значимости диссертационной работы. 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., ред.01.10.2018г., а ее автор Лавриненко Ярослав заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.3.9 – физика плазмы.

Доктор физ.-мат. наук, профессор,
кафедра общей физики и волновых процессов
физического факультета МГУ им. М.В. Ломоносова

Савельев-Трофимов Андрей Борисович

Телефон: +7 (495) 939-5318, E-mail: abst@physics.msu.ru.

Адрес: 119991, г. Москва, ГСП-1, Ленинские горы, МГУ им. М.В. Ломоносова, физический факультет

Подпись Савельева-Трофимова Андрея Борисовича заверяю.

Ученый секретарь физического факультета МГУ им. М.В. Ломоносова,
профессор



Караваев Владимир Александрович

«29» 11 2021 г.

119991, Российская Федерация, Москва, Ленинские горы, д. 1, стр. 2, тел. (495) 939-31-60, e-mail: info@physics.msu.ru.

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Московский государственный университет имени М.В.Ломоносова», 119991, Российская Федерация, Москва, Ленинские горы, д. 1, тел. (495) 939-10-00, e-mail: info@rector.msu.ru.