

ОТЗЫВ

председателя диссертационного совета на диссертацию Рабаданова Курбана Магомедовича на тему: «Исследование кинетических процессов в нелокальной газоразрядной плазме», представленную на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.08 – Физика плазмы.

Диссертация К. М. Рабаданова посвящена исследованию перспективных газовых разрядов, приближенных к реальным практически используемым разрядам, в частности, при пониженных давлениях газов, когда нелокальный подход к описанию данного физического объекта является единственно возможным. Такие применения интересны для плазменной энергетики, плазмохимии, технологий создания элементов электронной техники (plasma etching), медицины, космической техники, военных применений и др. Решение данной задачи, как уже было отмечено, требует нелокального подхода, т.е. рассмотрения системы уравнений для плазмы, включая нелокальное кинетическое уравнение для функции распределения электронов (ФРЭ). Данная задача является весьма нетривиальной и требует особого рассмотрения.

Представленная диссертация рассматривает именно эти вопросы для случая плазмы разряда в аргоне, а именно: описание плазмы положительного столба с использованием уравнений нелокальной кинетики для электронов, исследование влияния амбиполярного поля на формирование ФРЭ и другие характеристики положительного столба, уточнение условий применимости локального приближения для решения кинетического уравнения для электронов, разработка и реализация методики вычисления нелокальной ФРЭ с помощью компьютерных программ и кодов решения уравнения Больцмана. Без сомнений, тема диссертационной работы является актуальной.

Основными результатами работы, имеющими несомненную новизну, являются следующие.

1. Уточнено условие применимости локального приближения для нахождения ФРЭ. Показано, что условие $L > \lambda_e$ (расстояние между электродами больше длины релаксации по энергии), является недостаточным условием применимости локального приближения для нахождения ФРЭ. Продемонстрировано решение полного кинетического уравнения Больцмана с учетом амбиполярного поля, и показана важность учета амбиполярного поля при решении кинетического уравнения Больцмана. Показано также его влияние на характеристики плазмы положительного столба.
2. Предложена методика реализации метода Холстейна-Цендина в распространенных компьютерных программах для решения кинетического уравнения.

Вх. 09/2-380 от 09.09.2019

3. Проведено систематическое исследование нелокальной кинетики электронов в положительном столбе аргоновой плазмы.
4. Проанализировано влияние электрон-электронных столкновений на формирование нелокальной ФРЭ и другие характеристики плазмы. Получены корректные выражения для коэффициентов от интеграла электрон – электронных столкновений, пригодные для подстановки в усредненное по объему кинетическое уравнение Больцмана;
5. Проанализировано влияние метастабильных атомов на формирование нелокальной ФРЭ и другие характеристики плазмы. Показана важная роль метастабильных атомов при определении характеристик плазмы положительного столба.

Полученные соискателем результаты, безусловно, свидетельствуют о высоком уровне исследований и современном подходе к решению поставленной физической задачи. Результаты работы докладывались на российских и международных конференциях, опубликованы в 8 российских и международных журналах.

По работе имеется два вопроса .

1. В диссертации рассматривается плазма разряда в аргоне в нелокальном приближении. Однако, для решения этой задачи в диссертации для вычисления, подчеркнем, нелокальной ФРЭ используется «популярная компьютерная программа и коды для решения *локального* уравнения Больцмана». Нет ли тут противоречия?
2. В диссертации упоминается метод «Холстейна-Цендина». Является ли эта терминология общепринятой или нет?

Сделанные замечания ни в коей мере не умаляют достоинств диссертанта и диссертации, полученные результаты свидетельствуют о высоком уровне проведенных исследований и полученных результатов.

Диссертация Рабаданова Курбана Магомедовича на тему: «Исследование кинетических процессов в нелокальной газоразрядной плазме» соответствует основным требованиям, установленным Приказом от 01.09.2016 № 6821/1 «О порядке присуждения ученых степеней в Санкт-Петербургском государственном университете», соискатель Рабаданов Курбан Магомедович заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.08 – Физика плазмы. Пункт 11 указанного Порядка диссертантом не нарушен.

Председатель диссертационного совета
доктор физико-математических наук,
старший научный сотрудник,
профессор, заведующий кафедрой оптики

Н. А. Тимофеев

Дата 06.09.2019