

## ОТЗЫВ

отечественного научного руководителя  
на диссертационную работу Исмагамбетовой Томирис Нурлановны  
«Структурные и термодинамические свойства неидеальной квантовой  
плазмы», представленную на соискание степени доктора философии (PhD)  
по специальности «6D060400-Физика»

Неидеальная плазма последние 50 лет вызывает огромный интерес у ученых, поскольку много мировых энергетических проектов будущего, таких как управляемый термоядерный синтез с инерционным удержанием, используют рабочим телом именно такую плазму, когда энергия взаимодействия между частицами становится порядка их тепловой энергии. Если раньше было невозможным проводить эксперименты с плазмой, обладающей высокими плотностями и температурами, то сегодня наземные эксперименты, в которых изучается квантовая плазма, проводятся во многих мировых центрах, где сжатие рабочего тела происходит мощными лазерами или пучками тяжелых ионов. И для осуществления таких экспериментов и в дальнейшем для решения всех физических и технологических задач в этих проектах, необходимо как можно больше точной информации о свойствах ее рабочего тела, плазме. В связи с этим становится актуальным исследование и разработка моделей взаимодействия частиц неидеальной квантовой плазмы, которые учитывают квантово-механические эффекты компонент (электронов и ионов) на ее структурные, термодинамические и физические свойства.

Диссертация Исмагамбетовой Т.Н. посвящена исследованию структурных и термодинамических свойств неидеальной квантовой плазмы на основе разработанных потенциалов взаимодействия.

В первом разделе диссертации представлен краткий обзор литературы по исследованию неидеальной плазмы, получение различных потенциалов взаимодействия между частицами для различных областей изменения параметров, изучение структурных и термодинамических свойств различными методами. Приведено сравнение различных методов изучения свойств неидеальной плазмы, показана актуальность выбора методов для исследования свойств на основе эффективных потенциалов взаимодействия учитывающих квантово-механические свойства дифракции и симметрии.

Во втором разделе представлены результаты анализа области квантовой плазмы и ее параметров, области которая еще мало изучена и важность ее изучения в диапазоне параметров на диаграмме изменения плотности и температуры, а также безразмерных параметров.

В третьем разделе изложены результаты по получению и изучению эффективного потенциала взаимодействия ионов в квантовой водородной плазме. Выведен новый потенциал взаимодействия между ионами, который учитывает экранирование электронами и квантовую нелокальность ионов, являющуюся проявлением волновой природы ионов. Иными словами, он учитывает квантово-механические эффекты дифракции, что приводит к конечности полученного эффективного потенциала взаимодействия ионов на

малых расстояниях. В этом эффективном экранированном потенциале взаимодействия между квазиклассическими ионами, окруженными квантовыми электронами, учитывается только экранирование за счет фона (электронов), поэтому экранирование за счет взаимодействия между самими ионами не учитывается. Кроме того, этот эффективный потенциал учитывает только квантовый эффект дифракции ионов, но не квантовый эффект дифракции электронов, поскольку рассматриваемые параметры относятся к плотной плазме, где электронная компонента идеальна.

В четвертой главе на основе полученного потенциала взаимодействия между ионами были изучены структурные и термодинамические свойства квантовой плазмы. При этом полученный экранированный квазиклассический ионный потенциал используется для исследования структурных свойств ионов в водородной плазме.

В пятой главе рассматривается двухкомпонентная водородная плазма с квазиклассическими электронами и классическими ионами и эффективный потенциал взаимодействия, который учитывает эффекты экранировки на больших расстояниях и квантово-механические эффекты дифракции и симметрии на малых расстояниях. При этом эффекты симметрии учитываются для различных вариантов направления спинов взаимодействующих электронов.

Шестая глава диссертационной работы посвящена изучению структурных и термодинамических свойств двухкомпонентной водородной плазмы с квазиклассическими электронами и классическими ионами на основе эффективного потенциала взаимодействия, рассмотренного в предыдущей главе. Эффект симметрии более существенно влияет на значения радиальных функций распределения на малых расстояниях, когда среднее расстояние между частицами сравнимо с первым радиусом Бора. Проведены сравнение и анализ полученных результатов с результатами работ других авторов.

Результаты, полученные в данной диссертации, являются важными с точки зрения как фундаментальных научных исследований в области физики плазмы и изучения астрофизических объектов, так и прикладных работ, связанных с созданием установок термоядерного синтеза с инерционным удержанием.

Диссертационная работа Исмагамбетовой Т.Н. выполнена в соответствии с планами фундаментальных и прикладных научно-исследовательских работ в рамках проектов КН МОН РК «Грантовое финансирование научных исследований» по темам: «Исследование структурных, транспортных и термодинамических свойств неидеальной многокомпонентной плотной плазмы с тяжелыми ионами» (2020-2022 гг., шифр АР08856650); «Исследование свойств плазмы и взаимодействия плазменного шнура с внутрикамерными материалами в термоядерных энергетических реакторах» (2020-2022 гг., шифр АР09259081); «Исследование фундаментальных свойств неидеальной комплексной плазмы на основе моделей взаимодействия частиц» (2018-2020 гг., шифр

