

ЧИСЛЕННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ФОРМИРОВАНИЯ УСТОЙЧИВЫХ ПАР В УСЛОВИЯХ КОЛЛЕКТИВНОГО ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ВНУТРИ АНСАМБЛЯ БОЛЬШОГО КОЛИЧЕСТВА ЧАСТИЦ

Шепталенко А. А. (Университет ИТМО)

Научный руководитель – кандидат физико-математических наук, доцент Попов Е. Н. (Университет ИТМО)

Введение. В нашей задаче исследуется модель ансамбля большого количества частиц на плоскости с гравитационным взаимодействием внутри области, ограниченной замкнутым круглым контуром [1]. Мы наблюдаем процесс формирования кластеров, которые, по определению, являются системой конечного числа связанных частиц. Нас больше всего интересуют двухчастичные кластеры. Основными задачами являются создание численной модели и наблюдение за частотой и особенностями возникновения упомянутого явления при заданных начальных параметрах: скоростях, координатах и массах частиц. Модельное изучение динамики этой системы будет особенно полезно при подготовке газовых ячеек с требуемыми параметрами спин-обменного взаимодействия внутри атомных пар [2,3]. Для этого потребуется задать массы, скорости и потенциал взаимодействия внутри модели соответствующие атомам газовой смеси. Так же вопросы формирования метастабильных образований внутри горячего ансамбля актуальны в плазме [4].

Основная часть. Выходными результатами численной модели являются траектории движения всех частиц в ансамбле, которые взаимодействуют между собой. Первый этап моделирования представляет собой выбор численного метода решения динамических уравнений и сравнение численного и аналитического решений при движении двух частиц в заданном потенциале для оценки точности выбранного численного метода. Контроль осуществлялся с помощью наблюдения за интегралами движения, которые должны оставаться постоянными (полная энергия системы, импульс, момент импульса). Второй этап моделирования представляет собой численное решение задачи движения трёх тел в условиях формирования кластера. Поскольку аналитического решения не существует, то контроль за возрастанием ошибки осуществляется только наблюдением за интегралами движения. Третий этап заключается в применении выбранного численного метода, который не приводит к возрастанию ошибки выше некоторого значения, к системе из большого числа взаимодействующих частиц внутри круга. Во всех случаях столкновение частиц с замкнутым круглым контуром считается абсолютно упругим, функция взаимодействия атомов задается через гравитационный потенциал, который может быть легко изменён в модели. Начальные кинематические характеристики частиц генерируются с помощью распределения Больцмана. Дальнейшее исследование предполагает набор и анализ статистики времён жизни двухчастичных кластеров внутри круга.

Выводы. Мы обнаружили условия, при которых происходит формирование двухчастичных кластеров внутри двумерного ансамбля частиц. В случае гравитационного потенциала и ансамбля из двух тяжёлых и одной лёгкой частицы это явление можно интерпретировать как гравитационный захват. Также показано, что явные численные методы приводят к быстрому возрастанию ошибки, если количество частиц, участвующих во взаимодействии превышает три. Таким образом, в работе требуется дальнейший поиск численных методов, которые могут рассчитать динамику большого количества частиц, взаимодействующих между собой.

Список использованных источников:

1. Афонин А. М. под редакцией Мартинсона Л. К. Морозова А.Н. Физические основы механики // МГТУ им. Н. Э. Баумана. – 2002.
2. Walter D. K., Happer W., Walker T. G. Estimates of the relative magnitudes of the isotropic

and anisotropic magnetic-dipole hyperfine interactions in alkali-metal–noble-gas systems //Physical Review A. – 1998. – Т. 58. – №. 5. – С. 3642.

3. Happer W. et al. Polarization of the nuclear spins of noble-gas atoms by spin exchange with optically pumped alkali-metal atoms //Physical Review A. – 1984. – Т. 29. – №. 6. – С. 3092.

4. Смирнов Б. М. Процессы в плазме и газах с участием кластеров. // Успехи физических наук / ОИВТ РАН. – Москва, 1997. – Т. 167. -№.11.