РАСЧЕТ МЕТОДОМ МОЛЕКУЛЯРНОЙ ДИНАМИКИ РЕЛАКСАЦИИ энергии в ПЛАЗМЕ позитрония, протия, дейтерия и трития

Майоров С.А., Голятина Р.И., 1Коданова С.К., 1Рамазанов Т.С., 2Кайканов M.

Институт общей физики им. А.М. Прохорова РАН, г. Москва, Россия,
 mayorov\_sa@mail.ru
1Научно-исследовательский институт экспериментальной и теоретической физики
 Казахского национального университета имени аль-Фараби, г. Алматы, Казахстан,
 kodanova@mail.ru
2Национальная лаборатория Астана, Назарбаев университет, г. Астана, Казахстан,
 marat.kaikanov@nu.edu.kz

В данной работе методом молекулярной динамики проведено моделирование выравнивания температур для полностью ионизованной, горячей, идеальной плазмы. Рассмотрены следующие физические системы:

1) полностью ионизованная плазма изотопов водорода: протия, дейтерия или трития, т.е. система, состоящая из частиц с одинаковыми по величине зарядами, но разными массами (электроны и однократно заряженные ионы);

2) плазма позитрония, т.е. система с равными массами и зарядами.

Задача о релаксации температур рассматривалась многими авторами, начиная с первых кинетических моделей [1], а также методами вычислительного эксперимента [2 – 4]. Обычно теоретические модели ограничиваются случаем малого отклонения системы от равновесного состояния. Расчет релаксации энергии между двумя подсистемами, далекими от равновесия, реально возможен только на основе численного моделирования.

Мы рассматриваем некий объем, в котором в начальный момент времени содержатся два компонента с различными температурами: электроны и однократно заряженные положительные частицы (позитроны, протоны, ядра дейтерия и трития). Для высокотемпературной плазмы инерционного термоядерного синтеза в качестве потенциала взаимодействия частиц хорошей моделью является кулоновский потенциал. Система должна дополняться граничными условиями. Для данной постановки возможны различные граничные условия, наиболее часто используются периодические или зеркальные граничные условия. При временной релаксации начального состояния происходит выравнивание температур. Плазма может находиться в ловушке, либо разлетаться в вакуум - в любом случае, взаимодействие электронной и ионной подсистем приводит к выравниванию температур. Если это электроны и позитроны, то можно говорить о полностью ионизованной плазме позитрония.

Результатом расчетов являются зависимости кинетической энергии электронной и ионной подсистем, как функции времени. Из наклона кривых может быть определен кулоновский логарифм. Обработка результаты расчетов позволяет получить оценку для кулоновского логарифма, как результата численного эксперимента из первопринципов. В работе проведено сравнение с существующими моделями. В частности, по определенному из вычислительного эксперимента кулоновскому логарифму может быть определен верхний предел в процедуре обрезания кулоновских столкновений, нижний же предел интегрирования в кулоновском логарифме точно вычислен аналитический.

Выполненные исследования проведены в рамках НТП №0115РК03029 "НУ-Беркли: стратегическая программа исследования критического состояния вещества, перспективных материалов и источников энергии (2014-2018 г.г.)" МОН РК.

Литература

1. Коган В.И. В сб. Физика плазмы и проблема упр. терм. реакций, т.1, 1958, с.130-137.
2. Dimonte G., Daligault J. Phys. Rev. Lett. 10, 135001 (2008).
3. Murillo M.S., Dharma-wardana M.W.C. Phys. Rev. Lett 100 205005 (2008).
4. Ordonez C.A., Molina M.I. Phys. Plasmas. 1, 2515(1994).