РАСЧЕТ РЕЛАКСАЦИИ ТЕМПЕРАТУР В ПОЛНОСТЬЮ ИОНИЗОВАННОЙ ПЛАЗМЕ ПОЗИТРОНИЯ, ВОДОРОДА И ГЕЛИЯ МЕТОДОМ МОЛЕКУЛЯРНОЙ ДИНАМИКИ

Р.И. Голятина, \*М.К. Исанова, \*С.К. Коданова, \*Т.С. Рамазанов, С.А. Майоров

Институт общей физики им. А.М. Прохорова Российской академии наук, Москва,  
 Россия, [mayorov\_sa@mail.ru](mailto:mayorov_sa@mail.ru)  
\*НИИЭТФ, КазНУ им. Аль-Фараби, Алматы, Казахстан, [kodanova@mail.ru](mailto:kodanova@mail.ru)

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

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

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

3) плазма гелия, т.е. система с разными зарядами и сильно различающимися массами.

Задача о релаксации температур рассмотрено многими авторами, начиная с первых кинетических моделей [1], а также методами вычислительного эксперимента [2 – 4].

Мы рассматриваем некий объем, в котором в начальный момент времени содержатся два компонента с различными температурами: некоторое число электронов и протонов – для плазмы водорода, электронов и ядер с зарядом 2 (ионы гелия), и электронов с позитронами для плазмы позитрония.

Для высокотемпературной плазмы инерционного термоядерного синтеза в качестве потенциала взаимодействия 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.

Работа проводилась в рамках работы над грантом РФФИ-14-02-0502-а и при поддержке Министерства образования и науки РК - грант 1573/ГФ3 (ЭП-14).

Литература

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