

УСТОЙЧИВОСТЬ ПАРЫ ВЗАИМОДЕЙСТВУЮЩИХ ИОНОВ ПРИ УСКОРЕНИИ И ТРАНСПОРТИРОВКЕ

Шаманин В.И.

Научный руководитель Ремнев Г.Е., д.т.н., профессор
Национальный исследовательский Томский политехнический университет

Исследования устойчивости систем взаимодействующих частиц имеют значение в физике пучков заряженных частиц, а также в масс-спектрометрии. Устойчивость пучка заряженных частиц определяет возможность его транспортировки.

В докладе представлены результаты аналитического изучения устойчивости пары взаимодействующих ионов. Для этого была поставлена и решена первая задача двух тел – описание движения центра масс двух взаимодействующих ионов. Взаимодействие – кулоновское, выражение для силы взаимодействия записывается в виде:

$$F = \frac{\alpha}{r^2} = \alpha u^2$$

Для плоского движения в полярных координатах уравнение движения принимает вид:

$$\frac{d^2 u}{d\theta^2} + u = \frac{\alpha \mu}{L^2},$$

где L – угловой момент системы, μ – приведенная масса, а θ – полярный угол.

Решение уравнения движения имеет вид:

$$u(\theta) = \frac{\alpha \mu}{L^2} + A \cos(\theta - \theta_0),$$

где A и θ_0 – константы, причем $A > 0$.

Решение показывает, что орбита представляет собой коническое сечение, то есть эллипс, гиперболу или параболу, в зависимости от того меньше A выражения $\frac{\alpha \mu}{L^2}$ больше или равно ему.

Таким образом, если $A < \frac{\alpha \mu}{L^2}$, система является устойчивой.

Полученные решения позволяют проводить оценки устойчивости пар ионов при их транспортировке в зависимости от их заряда, массы, начальной энергии и ориентации векторов скорости в начале процесса транспортировки.