О верхнем пределе в критерии Бома

И.А. Котельников, Д.И. Сковородин, В.Т. Астрелин

Институт ядерной физики им. Г.И. Будкера СО РАН, г. Новосибирск, Россия, I.A.Kotelnikov@inp.nsk.su

Обсуждается вопрос о существовании верхнего предела в критерии Бома, согласно которому для устойчивости дебаевского слоя на границе плазмы с отрицательно заряженным электродом скорость истечения ионов должна превышать скорость ионного звука. Отмечено, что за исключением некоторых искусственных моделей ионизации критерий Бома выполняется в виде равенства на нижнем пределе и скорость истечения равна скорости звука. В одномерной теории сверхзвуковое течение возникает в малореалистичной одномерной модели Коэна-Рютова локализованного источника ионов, размер которого меньше дебаевской длины, однако в двух- и трёхмерном случае сверхзвуковое течение, по-видимому, возможно.

Несмотря на искусственность модели Коэна-Рютова [1], она имеет практическое приложение к численным кодам, которые используются для расчёта источников заряженных частиц с плазменным эмиттером. Например, в PBGUNS [2] и POISSON-2 [3] воображаемый источник ионов размещается на задней стенке плазменной камеры: ионы выпускаются из этой стенки с предписанным пользователем распределением по скоростям. В существующих численных кодах, которые используются для моделирования источников заряженных частиц с плазменным эмиттером, не предполагается наличие верхнего предела в критерии Бома, однако соответствие с экспериментальными данными обычно достигается, если потоковая скорость ионов порядка скорости ионного звука.

Модель Коэна-Рютова использована для критики [4] недавней работы [5], опубликованной в Письмах в ЖТФ, где из формальных соображений критерий Бома записан в виде двойного неравенства, которое ограничивает скорость истечения ионов как снизу, так и сверху.

Литература

1. Cohen R.H., Ryutov D.D., Contributions to Plasma Physics, 2004, 44, 111.
2. Far-Tech, Particle beam gun simulations, 2015, <http://far-tech.com/pbguns/>.
3. Астрелин В.Т., Успехи прикладной физики, 2013, 1, 571.
4. Котельников И.А., Астрелин В.Т., Успехи физических наук, 2015, 185, 753.
5. Дубинов А.Е., Сенилов Л.А., Письма в ЖТФ, 2011, 37, 23.