



Физика (и математика) электрических стримеров

Н. Г. Лехтинен

University of Bergen, Берген, Норвегия

Стример – это вид электрического разряда, при котором образуется столб ионизированной материи, растущий за счёт усиленного поля на его конце. Стримеры в воздухе являются важной стадией искрового разряда, в частности, молнии, и образуют спрайты (разряды в мезосфере). Стримеры в больших разрядах (в спрайтах, в лаборатории с метровым между-электродным промежутком и мегавольтным напряжением, в молнии) создают большие разветвлённые структуры.

За распространение стримеров отвечают микроскопические процессы: ионизация, прилипание, дрейф (и диффузия) электронов, фотоионизация, ионные процессы (отлипание, рекомбинация и т.д.). Их численное моделирование воспроизводит колоннообразную форму ионизационного фронта. Ветвление стримеров тоже возникало в некоторых компьютерных моделях, но, возможно, было результатом численной неустойчивости. Т.е., такое численное моделирование не позволяет идентифицировать физические и математические механизмы выбора радиуса и скорости стримера и ветвления.

Мы предлагаем новый подход для описания стримера. В случае малых возмущений плоского ионизационного фронта получаются неустойчивые моды, растущие с разными скоростями. По аналогии, мы можем найти скорости распространения колоннообразного стримера для разных радиусов и выбрать «моду» с максимальной скоростью. Таким образом, мы рассматриваем стример как «нелинейную неустойчивость». Такой подход даёт результаты, согласующиеся с экспериментальными измерениями скорости, а также порогового электрического поля для распространения стримеров. Механизм же ветвления стримеров пока не найден.

При столкновении стримеров противоположной полярности в лабораторных разрядах генерируются рентгеновские лучи. Это, вероятно, происходит в результате ускорения убегающих электронов, хотя вычисления не позволяют пока с уверенностью это утверждать. Возможно, так же в молниях генерируются Земные Гамма Вспышки (Terrestrial Gamma-ray Flashes, TGF).