

Лекция 9

Зарядка микрочастиц в пылевой плазме

Краткая презентация

Цель

- Описать процессы зарядки пылевых частиц в плазме.
- Рассмотреть Maxwell и к-распределения.
- Вывести потоки электронов и ионов и стационарный заряд.

Пылевая плазма в космосе

- Большая часть космической плазмы содержит пыль.
- Пыль — $\sim 1\%$ массы газа в межзвёздной среде.
- Примеры: миссии Stardust, LADEE, эксперименты на МКС.

Нерановесность и к-распределение

- Многие плазмы имеют степенной хвост в распределении.
- к-распределение лучше описывает высокоэнергетические частицы.
- Применение: пыле-акустические солитоны и др.

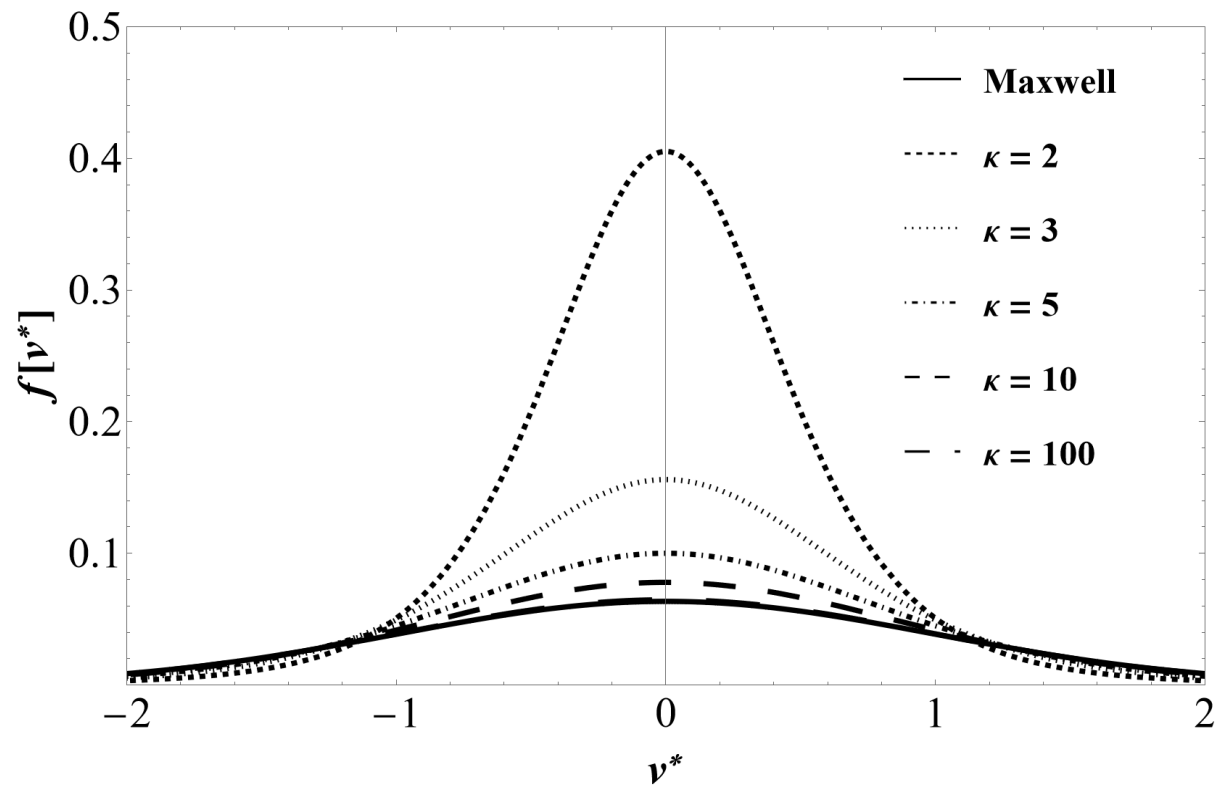


Рисунок 9.1 – Максвелловское и κ -
распределения при разных значениях κ

Зарядка пылинок

- Размеры: доли – несколько микрон.
- Могут заряжаться отрицательно/положительно.
- Основные процессы: токи электронов и ионов, эмиссия.
- Используется модель OML (ограниченное орбитальное движение).

Условия применимости OML

- Радиус частицы $a \ll \lambda_D, \lambda_{mfp}$.
- Другие частицы не искажают траектории электронов/ионов.
- Поглощение происходит при касании поверхности частицы.

Потоки электронов и ионов

- Потоки получаются интегрированием сечения по распределению.
- Используются распределения Максвелла и к-распределения.
- Стационарный заряд определяется равенством потоков.

Безразмерные параметры

- Приведённый заряд $\tilde{Z} = |Q|/(4\pi\epsilon_0 a k T_e)$.
- Отношения температур $\tau = T_e/T_i$.
- Отношения масс $\mu = m_i/m_e$.
- Параметр Хавнеса N — роль пылевой компоненты.

Влияние параметра k

- При $k \rightarrow \infty \rightarrow$ Максвелл.
- Меньшие $k \rightarrow$ сильнее хвост $\rightarrow$ изменённые потоки.
- Меняется стационарный заряд пылинки.

Влияние концентрации пыли

- Пылевые частицы влияют на квазинейтральность.
- Рост N снижает заряд по абсолютной величине.
- Для $N \rightarrow 0 \rightarrow$ заряд уединённой частицы.

Основные результаты

- Получены потоки электронов/ионов для к-распределения.
- Определён приведённый заряд пылевых частиц.
- Показано влияние k , τ , μ и N на заряд.
- Построены зависимости заряда и потоков.

Литература

- Goertz (1989); Fortov et al. (2004).
- Hellberg et al. (2009); Baluku & Hellberg (2012).
- Havnes (1987); Goree (1994).