

Разброс потерь энергии в двухкомпонентной плазме

Еркинбаев Н.М., Ашикбаева А.Б., КазНУ им. аль-Фараби, Алматы

Научные руководители: PhD А. Аскарулы, профессор И.М. Ткаченко

Одной из задач, возникающих в связи с проблемой осуществления управляемого термоядерного синтеза, является нагрев плазмы. Для ее решения можно применить пучки заряженных ионов [1,2]. Отдельная частица такого пучка двигаясь в среде теряет энергию, испытывая множество столкновений. Этот дискретный процесс подвержен статистическим флуктуациям. В результате одинаковые частицы, имевшие одну и ту же начальную скорость, не будут обладать в точности одинаковой энергией после прохождения в однородной среде слоя толщиной dx . Таким образом потери энергии, dE , частиц будут флуктуировать. Это явление называется флуктуацией энергии (или страгглингом) и определяется как квадратное отклонение распределении потерь энергии на единицу длины пути [3], то есть,

$$\Omega^2(v) = \frac{\langle (\Delta E)^2 \rangle - \langle \Delta E \rangle^2}{\Delta x}.$$

Поляризационный вклад в разбросе энергии определяется функцией потерь, $L(k, \omega)$, системы:

$$\Omega^2(v) = \frac{2(Z_p e)^2 \hbar}{\pi v^2} \int_0^\infty \frac{dk}{k} \int_0^{kv} \omega^3 L(k, \omega) \coth \frac{\beta \hbar \omega}{2} d\omega,$$

Настоящая работа посвящена исследованию флуктуации энергии в неидеальной двухкомпонентной плазме на основе метода моментов [4], который не требует наличия малых параметров системы и применим для любых потенциалов межчастичных взаимодействий.

Суть метода моментов состоит в том, что, функция линейного отклика системы, например, обратная диэлектрическая функция $L(k, \omega) = -\frac{1}{\omega} \text{Im} \frac{1}{\varepsilon(\omega, \vec{k})}$, может быть

восстановлена по первым сходящимся степенным моментам ее мнимой части, причем эти моменты являются коэффициентами асимптотического разложения функции отклика на высоких частотах. При этом необходимо заметить, что прямое вычисление степенных моментов осуществляется независимо, на основе теории линейного отклика, и они выражаются через статические структурные характеристики системы.

Литература:

1. Arnold R.C., Meyer-ter-Vehn J. Production of density plasmas by ion beams // Rep.Prog.Phys. – 1987. - Vol.50. - P.559.
2. Jacoby J., Hoffmann D.H.H., Laux W., Muller R.W., Wahl H., Weyrich K., et. al. Stopping of heavy ions in a hydrogen plasma. // Phys.Rev.Lett. – 1995. - Vol.74. - P. 1550-1553.
3. Arista N., Brandt W., Energy loss and straggling of charged particles in plasmas of all degeneracies // Phys. Rev. A. – 1981. – Vol.23. – P. 1898–1905.
4. Tkachenko I.M., Arkhipov Yu.V., Askaruly A. The method of moments and its applications in plasma physics. – Germany: Lap Lambert Academic Publishing, 2012. - 125 p.