

Лекция 3

Взаимодействие микрочастиц в пылевой плазме

Цель. Описать виды взаимодействия и связи пылевых частиц

. Взаимодействие пылевых частиц между собой складывается из кулоновского отталкивания и сил притяжения, физический характер которых пока полностью не установлен. Кулоновское отталкивание одинаково заряженных грейнов должно учитывать экранировку их зарядов, поэтому оно, как правило, описывается потенциалом Юкавы, в размерном виде ничем не отличающегося от потенциала Дебая-Хюккеля для плазменных частиц.

$$\Phi(r) = \frac{Z_d^2 e^2}{r} e^{-r/r_D} \quad (3.1)$$

После обезразмеривания потенциала на $k_B T_d$ (температура пылинок), расстояния на среднее расстояние между пылевыми частицами $r_0 = \left(\frac{3}{4\pi n} \right)^{1/3}$, потенциал (3.1)

будет иметь следующий вид

$$\Phi(R) = \frac{\Gamma}{R} e^{-\kappa R}, \quad (3.2)$$

Что касается сил притяжения, здесь нужно упомянуть, что ввиду больших размеров и массы для пылевых частиц хорошо работают представления классической физики. Естественной проблемой здесь является возможность существования классических механизмов притяжения между одноименно заряженными пылевыми частицами, возникающих только в силу открытости системы. На основе этого были предложены различные модели возникновения сил притяжения (эффект «тени», термофоретическое притяжение и др.).

Γ - отношение между кулоновской энергией взаимодействия и тепловой энергией:

$\Gamma \gg 1$ – сильная связь;

$\Gamma \leq 1$ – слабая связь;

$\Gamma \ll 1$ – идеальный газ.

Литература

1. Нефедов А.П., Петров О.Ф., Фортов В.Е. Кристаллические структуры в плазме с сильным взаимодействием макрочастиц. УФН. 1997. Том 167. № 11. С. 1215-1226.
2. Цытович В.Н. Плазменно-пылевые кристаллы, капли и облака. УФН. 1997. Том 167. № 1. С. 57-99.
3. Thomas H., Morfill G. e.a. Phys. Rev. Letters. 1994. Vol.73. p. 652.

4. Chu J.H., Lin I. Physica. A. 1994. Vol. 205. P. 183.
5. Allen J. et al. Proc. Ann. Plasma Phys. Conf. (Scotland, Pearth, 1996).
6. Фортков В.Е. и др. Препринт НИЦ ТИВ РАН. М. 127412. 1996.
7. Fortov V.E., Nefedov A.P. Phys. Letters. A. 1996. Vol. 218. P. 89.