

Kriterijumi plazmenog stanja

6

Podsetnik

- Debaj-ev radijus plazme:

$$r_D = \sqrt{\frac{\epsilon_0 kT}{e^2 n}} \quad r_{D\alpha} = \sqrt{\frac{\epsilon_0 kT_\alpha}{e_\alpha^2 n_\alpha}} \quad r_D = \left(\sum_\alpha \frac{1}{r_{D\alpha}^2} \right)^{-1/2}$$

- O elektroneutralnosti plazme može se govoriti jedino ako se imaju u vidu zapremine čije su linearne dimenzije znatno veće od Debaj-evog radijusa te plazme.
- Plazmene oscilacije:

$$\omega_{pe} = \sqrt{\frac{e^2 n_e}{\epsilon_0 m_e}}$$

- Elektrostatičko ekraniranje: $\varphi_\alpha^{DH} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{e_\alpha}{r} \exp\left(-\frac{r}{r_D}\right)$
- Koliziorna frekvencija: $\nu_\alpha = \sum_\beta \nu_{\alpha\beta}$

Kriterijumi plazmenog stanja

- Da bi tendencija ka makroskopskoj elektroneutralnosti mogla da dođe do izražaja, dimenzije oblasti koju zauzima plazma moraju biti znatno veće od dimenzija njene Debaj-eve sfere, pošto je unutar Debaj-eve sfere moguće da termalno kretanje jako naruši elektroneutralnost i tamo dolazi do formiranja “oblaka” naelektrisanja.
- Prvi kriterijum: $r_D \ll D$, ili $r_D^3 \ll V$
gde je D karakteristična dužina oblasti koju zauzima plazma, a V je njena zapremina.

drugi kriterijum

- Tendencija ka makroskopskoj elektroneutralnosti dovodi i do nastajanja plazmenih oscilacija.
- Da bi se one mogle razviti na mestu slučajno nastalog odstupanja od nulte gustine prostornog naelektrisanja, potrebno je da uticaj kolizionih procesa bude mali.
- **Zašto?**
- Uticaj sudara na plazmene oscilacije biće veoma mali, tj. kolektivni efekti će biti dominantni, ako je za svaku vrstu naelektrisanih čestica ispunjen uslov

$$\omega_{p\alpha} \gg v_{\alpha}$$

Primer

- *Posmatrajmo dvokomponentnu plazmu ($n_i=n_e$, $T_i=T_e$, $e_i=e$). Ako je $D\sim 10$ cm i $T\sim 10^4$ K, izračunati koncentraciju jonizovanog gasa tako da budu zadovoljeni kriterijumi plazmenog stanja.*

$$\frac{1}{r_D^2} = \frac{e^2 n_e}{\epsilon_0 k T_e} + \frac{e_i^2 n_i}{\epsilon_0 k T_e} = \frac{2e^2 n_e}{\epsilon_0 k T_e}$$

$$n_e \gg \frac{\epsilon_0 k T}{2e^2 D^2}$$

- *nalazimo*
 $n_e \sim 10^9$ po m^3 .
- Što se tiče drugog kriterijuma on je uvek dobro ispunjen, jer je $v_\alpha \sim 10^2 - 10^4$ s⁻¹, dok su $\omega_{p\alpha}$ iznad 10^6 s⁻¹.
- Prema tome, praktično svaki gas na relativno visokoj temperaturi postaje plazma.