

točno/negativno

na formulu

22.1.2015.

1. Delno zasjenjenji  $\Rightarrow$  negativno

ini <sup>plazma</sup> koncentracije na stali daljina mnogo manje od  $\lambda_D$

$\rightarrow$  klasi neutralnost  $\rightarrow$  cijela plazma

$\rightarrow \lambda_D \rightarrow$  male dimenzije

2. Elektronске plazmne oscilacije  $\Rightarrow$  negativno

rezultuju elektricnim poljima, inhomogenostima na daljinama mnogo manje od  $\lambda_D$

$\rightarrow$  elektronske oscilacije  $\Rightarrow$  na cijeloj području

3. Maksimalni sudarni parametar je veliki broj u dobro def. plazmi, točno

dobro def. plazma  $\Rightarrow$  prostorno i vremensko ograničenje plazme

sudarni parametar  $\Rightarrow$  u izvornu plazmu u plazmi dolaze druge čestice i  
koliko često se događaju međusudaranja

Slaboizotermna plazma  $\Rightarrow$  po svojstvima slična plazmi

$\Rightarrow$  opisuje se jednačinom  $pV = nRT$

SUDARI  $\Rightarrow$  ZADACI  $\Rightarrow$  pogledati od prije.

Srednji slobodni put za elektrone

Nestabilnost plazmenih sustava  $\Rightarrow$  poznato ti slin

d. mag ili d. statički val

## Bižetnica 12 PLAZMA

1. Razmotrite neutralnu vodljivu plazmu s  $n_e = n_i = 10^{15} \text{ m}^{-3}$  u homogenom mag. polju jakosti  $B = 0.5 \text{ T}$ , s temperaturama  $T_e = 10 \text{ eV}$ ,  $T_i = 2 \text{ eV}$ . Pozadinska neutralna gustina čestica je  $n_0 = 10^{20} \text{ m}^{-3}$ . Izračunajte:

$$n_e = n_i = 10^{15} \text{ m}^{-3}$$

$$B = 0.5 \text{ T}$$

$$T_e = 10 \text{ eV} \quad \text{e}T_e$$

$$T_i = 2 \text{ eV} \quad \text{e}T_i$$

$$n_0 = 10^{20} \text{ m}^{-3}$$

- a) Električna Debyeova dužina

$$\lambda_D = \sqrt{\frac{\epsilon T_e}{e^2 n}} = 7.3 \cdot 10^{-4} \text{ m}$$

- b) Električni cirkulacioni polunjer

$$r_{ce} = \frac{\sqrt{\frac{T_e}{m_0}}}{eB/m_0} = 1.5 \cdot 10^{-5} \text{ m}$$

- c) Sudarni omjer za sudare iona i neutralnih čestica pretpostavljajući da je udarni presjek za tuđe sudare  $\sigma = 6 \cdot 10^{-20} \text{ m}^2$ .

$$\text{za 1 stupanj slabosti} \Rightarrow \frac{v_i}{2}$$

$$V = n_i \sigma \cdot \bar{v}_i = 8.3 \cdot 10^4 \text{ s}^{-1} \quad \bar{v}_i = \sqrt{\frac{T_i}{m_i}}$$

- d) Alfvénova brzina

$$V_A = \frac{c}{\sqrt{1 + \frac{\mu_0 m_i n_i c^2}{B^2}}} = 2.26 \cdot 10^8 \text{ m/s}$$

- e) plazmena frekvencija

$$\omega_p = \sqrt{\frac{e^2 n_e}{\epsilon_0 m_e}} = 1.8 \cdot 10^3 \text{ rad/s}$$

2. Bestandenen hladna neutralna plazma sestoji se od elektronov, protonov in pozitronov

$$n_e = n_0$$

pozitron  $\Rightarrow \bar{e}$

$$n_p = \frac{n_0}{4}$$

$$n_{\bar{e}} = \frac{3}{4} n_0$$

$$\omega = ?$$

$\Rightarrow$  vzeti u obzir frekvenco titranja svih čestica koji titraju u plazmi

$$\omega_p^2 = \sum \frac{e^2 n_d}{\epsilon_0 m_d}$$

$\Rightarrow$  svaka od njih ima različitu masu, gustoću

$\Rightarrow$  zbog svih utjecaja zbroj

$$\omega_p^2 \approx \frac{e^2}{m_e \epsilon_0} (n_e + n_{\bar{e}}) = \frac{e^2 n_0}{m_e \epsilon_0} \left(1 + \frac{3}{4}\right) = \frac{7}{4} \frac{e^2 n_0}{m_e \epsilon_0}$$

$$\omega_p = \sqrt{\frac{7}{4} \frac{e^2 n_0}{m_e \epsilon_0}} =$$

B.

↳ valni broj

Mikrovlnski frekvenci u širi se kroz plazmu u obliku ploče.

$\omega$

$$\omega_p = \omega_{ce} = \frac{\omega}{2}$$

a) upadni val električnog polja ojentiran okomito na magnetsko polje (i okomito na valni vektor)

- X val - extraordinary val

$$\vec{E} \perp \vec{B}$$

$$\frac{c^2 k^2}{\omega^2} = 1 - \frac{\omega_p^2}{\omega^2} \frac{\omega^2 - \omega_p^2}{\omega^2 - \omega_p^2 - \omega_{ce}^2} = 1 - \frac{1}{4} \cdot \frac{\frac{3}{4}}{1 - \frac{1}{4} - \frac{1}{4}} = 1 - \frac{3}{8} = \frac{5}{8}$$

$$k = \frac{\omega}{c} \sqrt{\frac{5}{8}} \Rightarrow \lambda = \frac{2\pi}{k} = \frac{2\pi c}{\omega} \sqrt{\frac{8}{5}} \Rightarrow \text{X-val}$$

b)  $\vec{E} \parallel \vec{B}$  O-val

$$\frac{c^2 k^2}{\omega^2} = 1 - \frac{\omega_p^2}{\omega^2} = 1 - \frac{1}{4} = \frac{3}{4}$$

$$k = \frac{\omega}{c} \sqrt{\frac{3}{4}} \Rightarrow \lambda = \frac{2\pi}{k} = \frac{2\pi c}{\omega} \cdot \frac{2}{\sqrt{3}} = \frac{4\pi c}{\sqrt{3}\omega}$$

