

- předpoklad spajivosti n_i, n_e

$$V_D = \frac{4}{3} \pi \lambda_D^3 \quad N_D = n \frac{4}{3} \pi \lambda_D^3$$

$$N_D \gg 1$$

Λ ... PLAZMATICKÝ PARAMETR

$$\Lambda = 4\pi n \lambda_D^3 = 3N_D$$

- průměr kinetické ($k_B T$) potenciální $\frac{q^2}{4\pi \epsilon_0 m \lambda_D}$

$$\Gamma = \frac{E_c}{k_B T} = \frac{q^2 n^{1/3}}{\epsilon_0 k_B T} \frac{3^{3/2}}{(4\pi)^{4/3}} \quad m_d = \sqrt[3]{\frac{3}{4\pi}} n^{1/3}$$

$$\lambda_D = \sqrt{\frac{\epsilon_0 k_B T}{q^2 n}}; \quad \Lambda = 4\pi n \left(\frac{\epsilon_0 k_B T}{q^2 n} \right)^{3/2} = 4\pi \left(\frac{\epsilon_0 k_B T n^{1/3}}{q^2} \right)^{3/2}$$

$\Lambda \gg 1$ slabě vázané plazma

- volný pohyb
- obecné máty

$\Lambda \sim 1$ silně vázané plazma

SRAŽKOVOST PLAZMATU

$V_{\alpha\beta}$ - střední počet srážek α s β na jedm. čas
 $V_{\alpha\beta} \neq V_{\beta\alpha}$

$$V_\alpha = \sum_\beta V_{\alpha\beta}$$

stř. volné dráhy

$\lambda_\alpha \gg L$ bezsrážkové

$$\lambda_\alpha \sim v_{th\alpha} / V_\alpha$$

$\lambda_\alpha \ll L$ srážkové

LTE, spajitý popis

MAGNETIZACE PLAZMATU

- parameter β

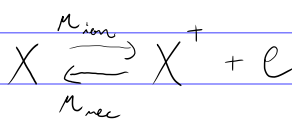
$$\beta \sim \frac{\text{termální energie}}{\text{energie mag. pole}} = \frac{n k_B T}{B^2 / 2\mu_0}$$

$\beta \ll 1$ plazma narušeno v mag. poli

a další ...

TERMÁLNÍ PLAZMA - SAHOVA ROVNICE

- sáhom chemické rovnováhy



v TDE: $n_{ion} = n_{rec}$

$$h_{ion}[X] = h_{rec}[X^+][e]$$

$$\frac{h_{ion}}{h_{rec}} = \frac{[X^+][e]}{[X]} = \frac{n_i n_e}{n_g} = K_{eq}(T) \quad \text{rovnovážná konst.}$$

$$K_{eq} = \frac{n_i n_e}{n_g} = \frac{Q_i Q_e}{Q_g} \quad \left(Q = Q^{ion} Q^{ind} \right) \quad \left(\frac{2\pi m_e k_B T}{h^2} \right)^{3/2} \sum_i g_i e^{-\frac{E_i}{k_B T}}$$

$$Q_e = \left(\frac{2\pi m_e k_B T}{h^2} \right)^{3/2} 2 e^{-\frac{E_{ion}}{k_B T}}$$

$$Q_{i,g} = \left(\frac{2\pi m_{i,g} k_B T}{h^2} \right)^{3/2} Q_{i,g}^{ind} \quad \text{atomy: } Q_{i,g}^{ind} = g_{i,g}$$

$$\frac{n_i n_e}{n_g} = \left(\frac{2\pi k_B T}{h^2} \right)^{3/2} \left(\frac{m_i m_e}{m_g} \right)^{3/2} \frac{2 g_i}{g_g} e^{-\frac{E_{ion}}{k_B T}}$$

$$= 2 \frac{g_i}{g_g} \left(\frac{2\pi m_e k_B T}{h^2} \right)^{3/2} e^{-\frac{E_{ion}}{k_B T}}$$

TERMÁLNÍ PLAZMA $T = T_e = T_i = T_g$

HORKÉ PLAZMA $kT \sim \text{keV}$

NÍZKOTEPLTNÍ PLAZMA

- není v TDE $VÝBOJE k_B T_e \sim \text{eV}; T_i \sim T_g \sim 300\text{K}$

DOHÁŠŤAVÍCÍ PLAZMA $T_e \sim T_i \sim T_g \sim 300\text{K}$

$\sim 50\text{K}$

CVIČENÍ:	T_e / eV	n_e / cm^{-3}
Johannak	1000	10^{13}
slun. vítr	10	10
ionosféra	0,1	10^6
laserová fáze	1	10^{20}
plamen	0,1	10^8

vypočítejte $\lambda_D, \Lambda, \omega_p$

